

Opinnäytetyö YAMK

Teknologiaosaamisen johtaminen

2022

Vesa Ala-Äijälä

HAJAUTETTUJEN TIETOKANTASOVELLUSTEN KIINNOSTAVUUS PK- YRITYKSISSÄ

OPINNÄYTETYÖ (YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Insinööri (ylempi AMK), Teknologiaosaamisen johtaminen

2022 | 60 sivua, 10 liitesivua

Vesa Ala-Äijälä

HAJAUTETTUJEN TIETOKANTASOVELLUSTEN KIINNOSTAVUUS PK-YRITYKSISSÄ

Hajautettujen tietokantasovellusten odotetaan tehostavan logistiikkaa ja toimitusketjuja. Tuotteita voidaan jäljittää nopeasti ja älykkäiden sopimusten avulla toimintoja voidaan automatisoida. Sovellukset toimivat ilman kolmatta luotettua osapuolta matemaattisen konsensuksen avulla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kiinnostavatko lohkoketjutekniikan mahdollistamat sovellukset yrityksiä sekä mitkä asiat ovat kiinnostuksen perusteluina. Lisäksi tutkimuksen avulla pyrittiin selvittämään käyttöönoton mahdolliset esteet. Tutkimuksessa selvitettiin yritysten asennetta hajautettuun tietokantaan, lohkoketjuun ja virtuaalivaluuttaan.

Tutkimus tehtiin lähettämällä Laitilan, Pyhärannan ja Uudenkaupungin alueiden yrittäjäyhdistysten jäsenille kysely. Oleellisimpina kysymyksinä oli kiinnostuksen kysyminen esitettyihin mahdollisiin lohkoketjusovelluksiin. Kysymyksissä esiteltiin yhteensä 25 erilaista sovelluskohdetta ja kysyttiin miten kiinnostuneita yritykset olisivat niistä.

Vastaukset ryhmiteltiin yritysten toimialan ja toiminnan mukaan. Kaavioihin laskettiin eri luokitteluiden kiinnostuksen aste. Toiminnan mukaan yritykset luokiteltiin kolmeen luokkaan: ulkomaankauppaa tekeviin, palvelua tuottaviin ja yrityksiin, jotka käyttävät sopimustoimittajia tai alihankkijoita tai myyvät tuotteita perille toimitettuina.

Kiinnostuneimpia sovelluksista olivat ulkomaankauppaa harjoittavat yritykset ja yritykset, joilla oli monimutkainen toimitusketju. Yritykset odottavat uudelta tekniikalta tehokkuuden parantumista ja kustannussäästöjä. Ongelmina pidettiin tiedon puutetta ja tarvittavien partnerien puuttumista.

Tutkimuksen johtopäätöksenä oli ettei vaadittavaa uuden ekosysteemin kriittistä massaa ole vielä saavutettu, joten pienten ja keskisuurten yritysten on liian aikaista ottaa käyttöön lohkoketjutekniikan sovelluksia. Pienten yritysten resurssit eivät riitä uuden toimintatavan viemiseen muille yhteistyökumppaneille.

ASIASANAT:

lohkoketjut, älysopimus, kryptovaluutta, virtuaalivaluutta, hajautettu tietokanta

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Masters Degree Programme in Technological Competence Management

2022 | number of pages 60, number of pages in appendices 10

Vesa Ala-Äijälä

ATTRACTIVENESS OF DISTRIBUTED LEDGER APPLICATIONS IN SMALL AND MEDIUM SIZED ENTERPRISES

Distributed database applications are expected to streamline logistics and supply chains. Products can be tracked quickly and operations can be automated with smart contracts. Applications work without a trusted third party using mathematical consensus.

The aim of the thesis was to find out whether the applications made possible by blockchain technology are of interest to companies and what things are the reasons for the interest. In addition, the study sought to identify potential barriers to deployment. The study examined companies attitudes towards a distributed database, blockchain and virtual currency.

The survey was conducted by sending a questionnaire to members of the Laitila, Pyhäranta and Uusikaupunki business associations. The most important questions were asking for interest in the possible blockchain applications presented. The questions presented a total of 25 different applications and asked how interested companies would be in them.

The responses were grouped according to the industry and activity of the companies. The degree of interest of the different classifications was calculated in the charts. According to the activity, companies were classified into three categories: those engaged in foreign trade, those providing services, and companies that use contract suppliers or subcontractors or sell products delivered to their destination.

The most interesting applications were companies engaged in foreign trade and companies with a complex supply chain. Companies expect efficiency gains and cost savings from new technology. The lack of information and the lack of necessary partners were considered problems.

The study concluded that the required critical mass of the new ecosystem has not yet been reached, so it is too early for small and medium sized enterprises to adopt blockchain technology applications. The resources of small businesses are not enough to take a new approach to other partners.

KEYWORDS:

blockchains, cryptocurrency, smart contract, distributed ledger

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Yleistä	7
1.2 Katsaus muihin tutkimuksiin	8
1.3 Tutkimuskysymys	8
1.4 Työn rakenne	9
2 HAJAUTETTU TIETOKANTA	10
2.1 Lohkoketjutekniikan tulevaisuuden näkymät	10
2.2 Arvon internet ja alustatalous	12
2.3 Lohkoketjun tekniikka	13
2.3.1 Konsensusmenetelmät	15
2.3.2 Uudet tekniikat	16
2.3.3 Oraakkelit	19
2.4 Lohkoketjutyypit	20
2.5 Sovelluskohteet	21
2.5.1 Älykkäät sopimukset	22
2.5.2 Toimitusketjut	22
2.5.3 Logistiikka	23
2.5.4 Esineiden internet IoT	23
2.5.5 Mikromaksut	24
2.5.6 Vertaisenergiaratkaisut	25
2.5.7 Omaisuuden hallinta	26
2.5.8 Lainat	27
2.5.9 Kolikkoanti ICO	27
2.5.10 Virtuaalivaluutat	28
3 TUTKIMUS	29
3.1 Tutkimusmenetelmät	29
3.2 Tutkimusaineisto	30
4 TULOSTEN ANALYSOINTI	31
4.1 Yritysten ominaisuuksia	31

4.2 Kiinnostus eri toimialoilla	33
4.2.1 Hajautettujen tietokanta- ja lohkoketjusovellusten kiinnostavuus eri toimialoilla	34
4.2.2 Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostavuus eri toimialoilla	36
4.2.3 Yhteenveto eri toimialoilla	37
4.3 Kiinnostavuus yritysten toimintatapojen mukaan	37
4.3.1 Kiinnostavuus ulkomaankauppaa tekevillä yrityksillä	38
4.3.2 Kiinnostavuus palvelua myyvillä yrityksillä	40
4.3.3 Kiinnostavuus alihankkijoita, sopimustoimittajia tai tuotteita perille toimittavien tekevillä yrityksillä	42
4.3.4 Kiinnostavuus ei ole alihankkijoita, sopimustoimittajia tai tuotteita perille toimittavien tekevillä yrityksillä	44
4.3.5 Yhteenveto toimintatapojen mukaan	46
4.4 Kiinnostavuuden perusteluita	47
4.5 Termien mielikuvat	50
5 POHDINTA	52
5.1 Luotettavuus	52
5.2 Lohkoketjutekniikan kiinnostavuus	53
5.3 PK-yritysten valmius käyttöönottoon	55
6 YHTEENVETO	57
LÄHTEET	58

LIITTEET

Liite 1. Kyselyn saatekirje

Liite 2. Kysely

KÄYTETYT LYHENTEET

Bitcoin	Yleisin virtuaalivaluutta
DeFi	Hajautetun rahoituksen sovellus Decentralized Finance
ICO	Initial Coin Offering, kolikkoanti
IoT	Internet of Things, esineiden internet
NFT	Nonfungible Tokens, ainutkertainen asia tai esine esim. virtuaalinen taideteos, jonka omistussuhteita kirjataan lohkoketjuun
PoS	Proof of Stakes, konsensusmenetelmä
PoW	Proof of Works, konsensusmenetelmä työtodistus
RFID	radio frequency identification, radiotaajuinen etätunnistus
Stablecoin	Virtuaalivaluutta, jonka arvo on sidottu esim. dollariin, vakaavaluutta
TPS	transmission per second, siirtoa sekunnissa
XCEED	eXtended Compliance End-to-End Distributed, IBM:n lohkoketjupohjainen ratkaisu, joka sertifioidi ajoneuvon kaikkien osien suunnittelun, tuotannon ja myynnin jälkeiset vaatimukset

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Yksi mahdollisuus toteuttaa hajautettu tietokanta on lohkoketjutekniikka. Lohkoketjutekniikassa lohkot linkittyvät toisiinsa matemaattisen algoritmin eli tiivistefunktion avulla. Tekniikalla varmistetaan tiedon muuttumattomuus jakamalla laskenta internetin välityksellä ympäri maailmaa, samalla tieto kopioituu useaan eri kohteeseen. Tietoa voidaan myös lukea ja kirjoittaa eri toimijoiden toimesta, mutta edellisiä kirjoitettuja lohkoja ei voi muuttaa. Tekniikassa luottamus aikaansaadaan matematiikalla, jolloin luotetun kolmannen osapuolen tarve poistuu. (Sarmah 2018)

Julkisuudessa on käsitelty hajautettuja tietokantoja viime aikoina useasti. Erityisesti lohkoketju (Blockchain) on ollut suuren mediahuomion kohteena ja siihen on asetettu suuret odotukset. Lunastaako lohkoketju sille asetetut lupaukset? Lohkoketjuja on luonnehdittu jopa maailmaa mullistavaksi internetiä vastaavaksi tekniikaksi (Hallamaa 2018). Tähän mennessä lohkoketjutekniikka on tullut tunnetuksi lähinnä virtuaalivaluuttojen, erityisesti Bitcoinin, ansiosta. Lohkoketjutekniikkaa voidaan kuitenkin hyödyntää useilla muillakin osa-alueilla, joissa uuden tekniikan yhteiskunnalliset vaikutukset voivat olla huomattavasti suurempia kuin virtuaalivaluuttojen osalta. Lohkoketjuja voidaan hyödyntää muun muassa talousalalla, kaupankäynnissä, omaisuuserien hallinnassa, esineiden internetissä (IoT) ja toimitusketjujen hallinnassa. Renault on ottamassa uuden tekniikan käyttöön Euroopan tehtailtaan onnistuneen Daouin kokeilunsa jälkeen (Le Boucher 2021). Ovatko lohkoketjuihin liittyvät sovellukset jo kehittyneet niin paljon, että myös pienemmät yritykset voivat ottaa tekniikan käyttöön.

Uudesta tulevasta tekniikasta puhutaan myös nimellä arvon internet. Tällä tarkoitetaan sitä, että arvoa saadaan jaettua tasapuolisemmin toimintaan osallistuvien yritysten ja muiden osallistujien kesken. Käyttäjät voivat saada mikromaksuja, kun he tuottavat esimerkiksi tietoa tai kuvia kaikkien käyttöön. Arvoa saadaan myös siirrettyä osapuolelta toiselle pienin kuluin ilman välikäsiä älysopimusten avulla. Sopimusten osapuolia voivat olla niin koneet kuin ihmiset ja osapuolet voivat sijaita eri puolilla maapalloa. (Eerola et al. 2019)

1.2 Katsaus muihin tutkimuksiin

Hakupalvelusta Finna.fi löytyi aihehauulla "lohkoketjut" lokakuussa 2021 yhteensä 102 opinnäytetyötä, joista Pro gradu tasoisia oli 23 kappaletta ja väitöskirjoja 3 kappaletta. Väitöskirjat keskittyivät pilvilaskennan turvallisuuteen, lääketieteen alan toimitusketjuihin ja palvelinkeskuksiin. Ensimmäiset opinnäytetyöt valmistuivat 2018 ja eniten valmistuneita töitä oli vuonna 2019, jonka jälkeen määrä on laskenut. Tästä voi päätellä, että suurin innostus on mennyt jo ohi. Opinnäytetöitä oli tehty monilta eri tieteenaloilta: eniten informaatiotekniikan alalta, mutta myös kauppakorkean ja oikeustieteellisen alalta.

Omaan opinnäytetyöhön linkittyy Sanmarkin (2019) opinnäytetyö. Sanmarkin työssä tutkitaan voiko lohkoketjutekniikasta tulla yleiskäyttöinen teknologia. Aihe linkittyy omaan työhöni, koska uuden teknologian on yleistyttävä, jotta myös pienemmät yritykset pystyvät ottamaan käyttöön uuden teknologian. Työssä käsitellään myös omaan työhöni liittyviä sovelluskohteita, kuten nanomaksut, älysopimukset ja virtuaalivaluutat.

Toinen omaan työhöni liittyvän opinnäytetyön on tehnyt Nenonen (2018). Nenonen käsittelee työssään älykkäitä sopimuksia ja toimitusketjuja. Työ perustuu kirjallisuuskatsaukseen ja kolmen Danske Bankin työntekijän haastatteluun.

Tutustuin myös Leskisen (2021) työhön, jossa Leskinen tutkii kuinka älysopimuksia ja lohkoketjutekniikka voitaisiin käyttää energiasektorilla. Leskinen esittää työssään mallin energiakauppaan. Mallissa hyödynnetään vertaisverkkoa, lohkoketjutekniikkaa ja älykkäitä sopimuksia.

Opinnäytetyöt perustuvat lähes yksinomaan kirjallisuuskatsauksiin, yrityksiltä tai muilta asiaa koskettavilta ei asiasta juurikaan kysytä. Omassa työssäni kysyn yrityksiltä siitä, miten he kokevat uuden tekniikan. Onko heillä tarvetta tai halua uuden tekniikan käyttöönottoon sekä miten kiinnostuneita he ovat hajautettujen tietokantojen mahdollistaviin sovelluskohteisiin.

1.3 Tutkimuskysymys

Työn toimeksiantajana on konsulttitoimintaa harjoittava yritys, joka haluaa tietää onko aika jo kypsä lohkoketjutekniikan käyttöönottoon pienissä ja keskiuurissa yrityksissä.

Tutkimuskysymyksenä on

Kiinnostavatko hajautetun tietokannan tulevat sovellukset PK-yrityksiä?

Samalla pyritään selvittämään mitkä asiat hajautetun tietokannan sovelluksissa ovat mielenkiintoisia sekä pyritään löytämään vastaus mitkä asiat huolestuttavat käyttöönotossa eniten. Myös asennetta hajautettuun tietokantaan selvitetään. Edellä mainitut asiat liittyvät oleellisesti tutkittavaan kiinnostavuuteen.

1.4 Työn rakenne

Johdannon jälkeen luvussa 2 käsitellään lohkoketjutekniikan tulevaisuusnäkyviä Gartnerin hypekäyrän avulla. Lisäksi esitellään lohkoketjun tekniset toimintaperiaatteet. Käsiteltäviksi sovelluskohteiksi on valittu PK-yrityksissä mahdolliset sovellukset. Työstä on rajattu pois hallinnolliset sekä pankki- ja vakuutusalaan liittyvät sovellukset.

Luvussa 3 käsitellään tutkimukseen liittyvät tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineisto. Tutkimusmenetelmänä on aineiston kerääminen kyselylomakkeella, joka lähetetään sähköpostitse yritykseen. Kyselylomakkeella esitellään tekniikan ominaisuuksia ja kysytään asian kiinnostavuutta.

Seuraavana luvussa 4 analysoidaan tulokset, jonka jälkeen vuorossa ovat luvut pohdinta ja johtopäätökset. Hypoteesina on, että virtuaalivaluuttoihin liittyvä negatiivinen uutisointi vaikuttaa yritysten asenteeseen lohkoketjuja kohtaan.

Pohdinta luvussa käsitellään yritysten kiinnostusta ja asennetta tekniikkaa kohtaan. Lisäksi käsitellään PK-yritysten mahdollisuuksia ja valmiuksia ottaa uusi tekniikka käyttöön. Luvussa annetaan vielä arvio tutkimuksen luotettavuudesta.

Lopuksi luvussa 6 esitetään tutkimuksen perusteella johtopäätökset.

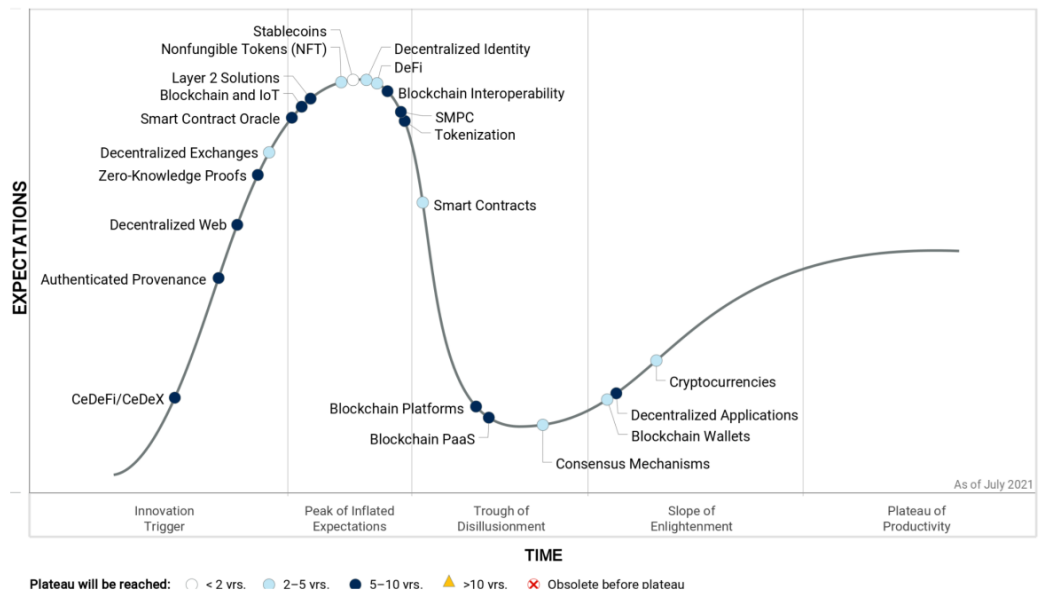
2 HAJAUTETTU TIETOKANTA

Hajautetussa tietokannassa tieto on talletettu useampaan kuin yhteen fyysiseen paikkaan esimerkiksi kopioimalla tiedot. Yksi mahdollisuus toteuttaa hajautettu tietokanta on lohkoketjutekniikan käyttäminen. Lohkoketjussa sama tieto on tallennettuna peräkkäisiin lohkoihin useaan eri tietokoneeseen, jotka ovat internetin välityksellä yhteydessä toisiinsa. (Johansson et al. 2019, s.27)

2.1 Lohkoketjutekniikan tulevaisuuden näkymät

Gartner kuvaa hypekäyrällä missä vaiheessa erilaiset uudet tekniset innovaatiot ovat. Lohkoketju on laskemassa Gartnerin hypekäyrällä aallonpohjaan (kuva 1.) ja jää nähtäväksi pystyykö se selättämään tekniset ongelmat käytännön sovelluksien käyttöönotossa. Gartner kertoo, että onnistuneet hankkeet yritysten parissa ovat harvinaisia. Kuten kuvasta 1. nähdään ainoastaan virtuaalivaluutat ovat saavuttamassa yleisen käytön. Erityisesti Bitcoin on yleistymässä yleiseen käyttöön, kun muutamat valtiot kuten El Salvador on hyväksynyt sen lailliseksi maksuvälineeksi. Hajautetun rahoituksen (DeFi) sovelluksilla on suuria taloudellisia etuja perinteiseen rahoitustoimintaan verrattuna. DeFi onkin hypekäyrän huipulla ja arvioitu yleinen käyttöönotto olisi 2-5 -vuoden päästä. Samalla kohdalla hypekäyrässä on NFT, jolla voidaan yhdistää digitaaliset ja fyysiset hyödykkeet, kuten taideteokset, ohjelmistot ja osakkeet lohkoketjuun. NFT:n avulla voidaan todistaa omistusoikeus ja siirtää omistus toiselle. Digitaalisilla tuotteilla alkuperäisen tuotteen omistusoikeuden toteaminen on vaikeaa, NFT pyrkii ratkaisemaan tämän ongelman. (Litan 2021)

Hype Cycle for Blockchain, 2021



Kuva 1. Hype Cycle for Blockchain (Litan 2021).

Älykkäillä sopimuksilla (Smart Contracts) uskotaan olevan paljon käytännön sovelluskohteita muun muassa kaupankäynnissä, toimitusketjujen hallinnassa ja IoT-tekniikassa (Johansson et al. 2019, s.100). Älykkäät sopimukset on ohittanut huipun ja odottaa käytännön sovellusten löytymistä, varsinkin toimitusketjujen hallintaan liittyvät käyttötapaukset ovat törmänneet teknisiin ongelmiin (Litan 2021).

Kuvan 1 mukaan vakaavaluutat (Stablecoins) olisi nopeimmin käyttöönotettava lohkoketjutekniikka. Sen arvioidaan vakiintuvan käyttöön alle kahdessa vuodessa. Virtuaalivaluuttojen käytön yleistymistä hidastaa suuri arvon heilahtelu, jota Stablecoin-virtuaalivaluutat pyrkivät vähentämään. (Litan 2021)

Teknisistä haasteista huolimatta Gartner olettaa, että vuoteen 2023 mennessä 35% yritysten hajautetuista sovelluksista ja palveluista hoidetaan lohkoketjujen avulla. Perusteluna on kustannusten pienuus verrattuna mahdollisesti saatavaan hyötyyn nähdessä. (Litan 2021)

Lohkoketjutekniikka saa myös kritiikkiä, josta esimerkkinä Janne Korhosen asiantuntijalausunto eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle vuodelta 2018. Lausunnossaan Korhonen kertoo, että lohkoketjun käyttökohteet voidaan jakaa kryptovaluuttoihin, sijoitus-

lainsäädännön rajoja koetteleviin ICO:ihin ja teknologiademoihin. Korhonen kertoo virtuaalivaluuttojen liittyvän lähinnä rikolliseen toimintaan ja arvolla spekulointiin. Rahakkeiden (ICO) liikkeelle laskulla kerätään sääntelemätöntä joukkorahoitusta ja kiertetään raportointi- ja kirjanpitovelvoitetta. Yleisesti lohkoketjutekniikasta Korhonen kirjoittaa seuraavasti

Tällä hetkellä näyttää luultavalta, että ”perinteiset,” täysin hajautetut lohkoketjuteknologiat eivät tule missään vaiheessa olemaan merkittäviä teknologioita muissa kuin kryptovaluuttojen kaltaisissa erikoiskohteissa.

Korhonen mainitsee kuitenkin, että uutta tekniikkaa voidaan käyttää paremmin varmennettuja hajautettuja tietokantoja luotaessa. Kiitosta lausunnossa annetaan lohkoketjun käytöstä kansallisten arkistojen varmentamisessa. (Korhonen 2018)

Autonvalmistaja Renault ottaa IBM:n lohkoketjupohjaisen EXCEED järjestelmän käyttöön useilla Euroopan tehtaillaan. Autoteollisuudessa tämä on ensimmäinen teollisen mittakaavan hanke. Mukaan hankkeeseen on otettu myös pienemmät alihankintayritykset, joilla ei olisi yksin ollut varaa investoida lohkoketjutekniikkaan. Järjestelmällä saadaan aikaan hyvä jäljitettävyyttä, se kunnioittaa yksityisyyttä ja tietojen omistusta. Järjestelmän uskotaan lisäävän tuottavuutta 15 - 30 prosenttia ja vähentävän 10 prosenttia laatuvaatimusten hallinnan kustannuksia. (Le Boucher 2021)

2.2 Arvon internet ja alustatalous

Siinä missä internet jakoi tietoa hajautetut tietokannat jakavat arvoa. Internet jakaa tietoa tasa-arvoisesti ja globaalisti, jokaisella on mahdollisuus luoda ja jakaa informaatiota. Seuraavassa kehitysvaiheessa lohkoketjuihin pohjautuva tekniikka jakaa arvoa älysovimuksiin perustuen. Arvo voi siirtyä niin koneiden kuin ihmistenkin välillä tekoälyn avulla. Arvo voi siirtyä hyödykkeisiin tai arvopapereihin liitettyjen tokeneiden eli rahakkeiden avulla tai virtuaalirahana. Arvo liikkuu ohjelmallisesti ilman välikäsiä, luottamus saavutetaan läpinäkyvällä konsensusalgoritmillä ja salaustekniikalla. (Eerola et al. 2019)

Arvoa pystytään globaalisti siirtämään nopeasti ja pienillä kuluilla. Pienet kulut mahdollistavat pienten mikromaksujen siirtämisen, joka mahdollistaa uusia sovellusmahdollisuuksia. Välikädet poistuvat ja voidaan ilman pankkeja ja luottokorttiyhtiöitä tehdä rahojen siirtoa. Ihmiset ja koneet voivat tehdä sopimuksia kellonajasta riippumatta myös

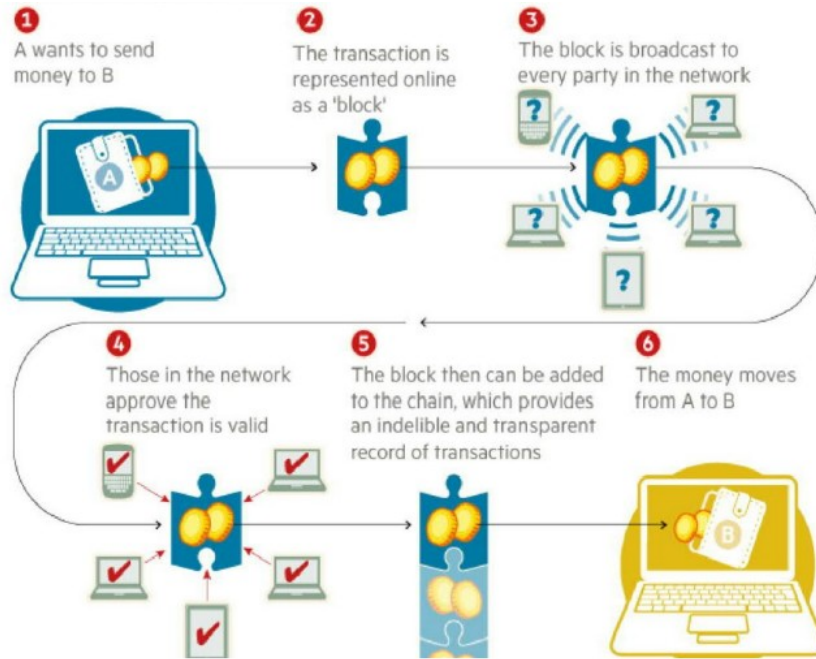
kehittyvissä maissa joissa ei ole luotettavaa tai toimivaa pankkijärjestelmää. (Eerola et al. 2019)

Suuret digitaaliset alustajätit hallitsevat ja ovat ottaneet markkinoita perinteisiltä toimijoilta. Google ja Apple hallitsevat mobiilisovellusten myyntiä ja Amazon on hallitseva kaupankäyntialusta kansainvälisillä markkinoilla. Mainostaessa on vaikea ohittaa yrityksiä Google ja Facebook. Nämä suuret toimijat vievät suurimman osan tuotoista. Arvon internet mahdollistaa hajautetut alustat, jolloin lisäarvosta suurempi osa kanavoituu alustoissa toimiville pienemmille yrityksille. Hajautetut teknologiat mahdollistavat myös pienemmistä maista tuleville startup-yrityksille kannattavan toiminnan edellytykset. (Eerola et al. 2019)

2.3 Lohkoketjun tekniikka

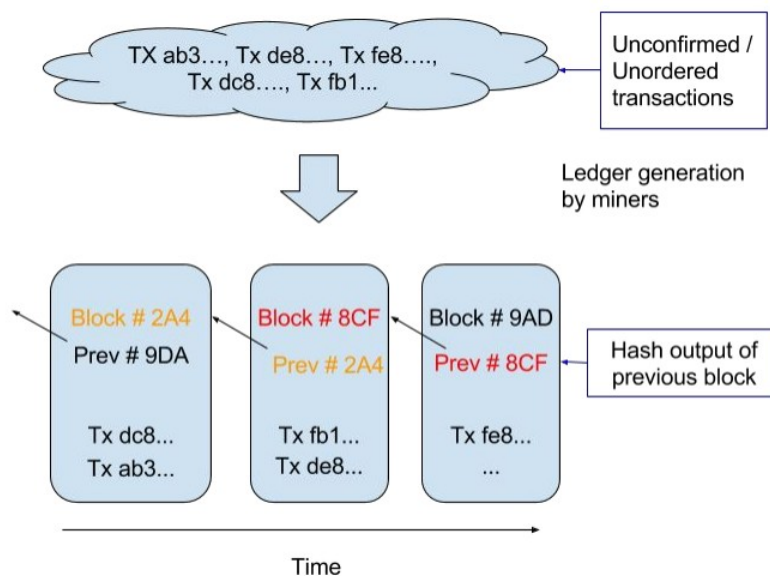
Nimimerkki Satoshi Nakamoto julkaisi vuonna 2008 artikkelin, jossa esitettiin menetelmä maksujen välitykseen vertaisverkon avulla ilman luotettua kolmatta osapuolta. Nakamotoa pidetään lohkoketjutekniikan keksijänä. Keksijän todellista henkilöllisyyttä ei tiedetä vaan arvellaan, että nimimerkin takana on useiden henkilöiden ryhmittymä. Artikkelissa annetaan ratkaisu kaksinkertaiseen kulutukseen, jossa valuuttaa ei voi kopioida eikä sitä voi käyttää useammin kuin kerran. Vuoden 2009 alussa Nakamoto loi ensimmäiset Bitcoinit, jonka jälkeen järjestelmä on toiminut. (Sarmah 2018)

Perinteisesti rahan lähetys toiselle vaatii luotetun kolmannen osapuolen apua. Kolmas osapuoli vahvistaa, turvaa ja säilyttää tapahtumat rahan siirrossa. Virtuaalivaluutan siirrossa ei ole kolmatta luotettua osapuolta vaan luottamus aikaansaadaan matematiikan sekä yksityisen ja julkisen avaimen avulla. Kuvassa 2 esitetään kaaviona rahan lähetys henkilöltä toiselle. Aluksi digitaalisen allekirjoituksen avulla todetaan, että lähettäjällä on virtuaalista rahaa omistuksessaan. Vaiheessa 2 siirto esitellään verkossa lohkona, sen jälkeen vaiheessa 3 uusi lohko jaetaan jokaiselle verkon osapuolelle julkisesti. Verkossa olevat hyväksyvät lohkon ja se liitetään lohkoketjuun (vaiheet 4 ja 5). Näin raha on siirtynyt osapuolelta toiselle. (Crosby et al. 2016)



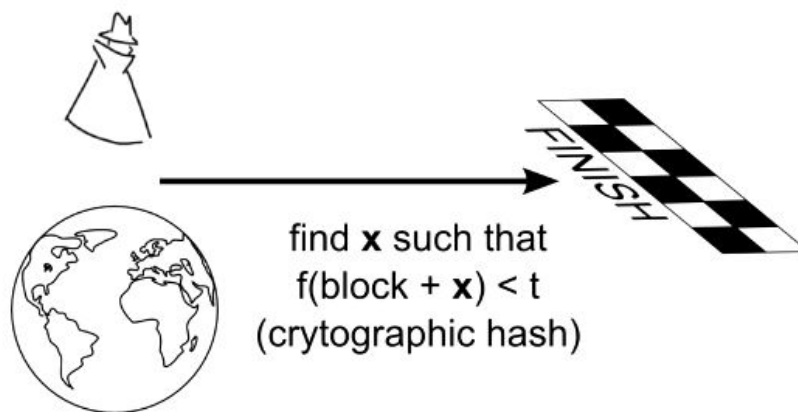
Kuva 2. Rahan siirto lohkoketjutekniikalla (Crosby et al. 2016).

Louhijat muodostavat lohkoketjun julkisesti esitellyistä järjestämättömistä tapahtumista eli lohkoista (Kuva 3). Lohkot asetetaan aikajärjestyksessä peräkkäin siten, että seuraava lohko sisältää edellisen lohkon tarkisteen (hash). Lohkot muodostavat katkeamattoman ketjun, jonka sisältöä ei voi muuttaa. Mikäli joku muuttaisi edellisten lohkojen sisältämää tietoa, muuttuisi myös tarkiste ja ketju hylättäisiin. (Crosby et al. 2016)



Kuva 3. Lohkon luominen järjestämättömistä tapahtumista (Crosby et al. 2016).

Louhinta on matemaattista laskentaa, jossa ratkaistaan monimutkaista ongelmaa. Laskennassa tehdään pieniä muutoksia lohkon, jotta saataisiin haluttu lopputulos. Se louhija, joka ensimmäisenä pääsee haluttuun lopputulokseen lisää lohkon ketjuun ja saa palkinnoksi virtuaalivaluuttaa (Kuva 4). Laskennassa muodostuu hash-tarkiste, joka lisätään lohkon. Tarkisteen oikeellisuuden tarkistaminen on nopea ja helppo toimenpide, mutta sen muodostaminen on työlästä. Verkossa muodostuu yksimielisyys eli konsensus siihen, että lohkoketju on oikein muodostunut. (Crosby et al. 2016)



Kuva 4. Matemaattinen kilpailu tapahtumien suojaamiseksi (Crosby et al. 2016).

2.3.1 Konsensusmenetelmät

Lohkoketjuun lisättävien lohkojen tulee sisältää oikeaa tietoa. Pitää pystyä estämään mahdollisten vihamielisten tahojen väärin tietojen lisäys lohkon. Jokaisen lohkoketjun käyttäjän tulee pystyä luottamaan lohkoketjun tietoihin. Luottamus saavutetaan erilaisilla konsensusmenetelmillä, joiden avulla osallistuvat tahot saavuttavat yhteisymmärryksen lohkojen oikeellisuudesta. Erilaisia konsensusmenetelmiä on useita. Julkaisussa Lashkari ja Musilek (2021) esitellään lyhyesti 130 konsensusalgoritmia ja luokitellaan ne. Yleisimmät käytössä olevat konsensusmenetelmät ovat Proof of Work (PoW) ja Proof of Stake (PoS). (Lashkari & Musilek 2021)

Käytetyin menetelmä on Proof of Work, josta käytetään myös nimitystä työtodistus. Tätä menetelmää käyttää muun muassa Bitcoin. Menetelmässä koneen laskentatehoa käytetään tiivistefunktion laskemisessa. Lohkon tiedoissa olevaa Nonce-muuttujan arvoa muutellaan, kunnes saavutetaan sopiva tulos. Laskenta vaatii paljon laskentatehoa ja sitä kautta kuluttaa paljon sähköä. Jos jollakin taholla olisi käytössä yli 50% verkon

laskentatehosta, niin taho pystyisi väärentämään lohkoketjua. Tällainen hyökkäys vaatisi huomattavan paljon laskentatehoa ja olisi hyvin kallis toteuttaa. PoW-menetelmää pidetään turvallisen juuri tämän ansiosta. Menetelmää on kritisoitu huomattavasta energian kulutuksesta. Toinen menetelmän haitta on sen huono skaalautuvuus. Skaalautuvuudella tarkoitetaan menetelmän nopeutta, sitä miten nopeasti uudet tiedot saadaan varmistettua lohkoketjuun. (Baliga 2017)

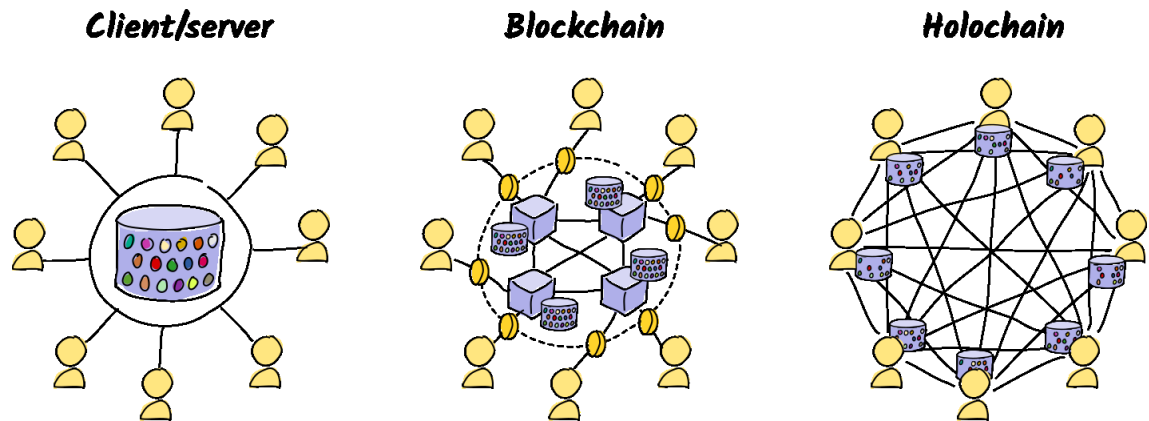
Toinen yleinen konsensusmenetelmä on Proof of Stake (PoS). Tämän menetelmän on tarkoitus vähentää huomattavasti sähkön kulutusta verrattuna PoW-menetelmään. PoS-konsensusmenetelmässä verkossa on tahoja, joilla on hallussaan suuri määrä kyseistä virtuaalivaluutaa, jotka lukitaan lohkoketjun käyttöön. Lukitsemalla varoja taho pääsee vahvistamaan lohkoketjua. Oletuksena tässä on, että tahon intressissä on ylläpitää verkon toiminta oikeana, jotta lukittuna olevan valuutan arvo säilyy. (Baliga 2017)

2.3.2 Uudet tekniikat

Lohkoketjutekniikan tehottomuuden ja skaalautuvuusongelmien takia on kehitetty myös toisenlaisia ratkaisuja aikaansaada hajautettu tietokanta. Tällaisia ovat Holochain, Directed Acyclic Graph (DAG) ja Hashgraph.

Perinteinen asiakas palvelin malli on haavoittuva (kuva 5.), koska tiedot on tallennettu vain yhteen paikkaan. Jokainen asiakas hakee tiedot samasta kohteesta, jolloin yhteydet palvelimelle on oltava kunnossa. Palvelin on houkutteleva kohde hakkereille ja palvelunestohyökkäyksille. Etuina on helpompi ja nopeampi tietojen päivitys, koska tiedot talletetaan vain yhteen kohteeseen. (Holochain s.a.)

Lohkoketjun mallista nähdään, että samat tiedot on talletettu useaan eri paikkaan. Järjestelmän ominaisuuksien mukaisesti tiedot kopioidaan eri kohteisiin. Talletettavien tietojen oikeellisuuden tarkistaminen ja kopiointi aiheuttavat viivettä tietojen käytölle. Toisaalta tiedot ovat varmistettuna, eivätkä ole yhden tahon takana. Tiedot ovat haetavissa vaikka yksi kohde ei olisi käytettävissä. (Holochain s.a.)



Kuva 5. Arkkitehtuurimallien kaaviot (Holochain s.a.).

Holochain käyttää agenttimallia, jossa jokainen käyttäjä pitää tietokannan kopiota omalla koneellaan (Kuva 5.). Käyttäjä huolehtii omien yksityisten ja julkisten tietojen tallentamisesta tietokantaan. Käyttäjällä on yksilöllinen identiteetti, jonka avulla saadaan selville kunkin tiedon kirjoittaja. Holochain käyttää vertaistodistamista, jossa kaikki julkinen data tarkistetaan satunnaisten laitteiden toimesta. Yhteistyössä toimivat laitteet havaitsevat virheelliset tiedot. Virheellisten tietojen levittäjien identiteetti levitetään muille laitteille ja se voidaan poistaa järjestelmästä. (Holochain s.a.)

Mallissa jokainen käyttäjä osallistuu verkon infrastruktuurin muodostamiseen varmistamalla muiden käyttäjien tietoja. Käyttäjä pystyy operoimaan myös ilman verkkoyhteyttä oman kopionsa ansiosta. Tiedot voidaan varmistaa, kun verkkoyhteys myöhemmin saadaan. Oman kopion ja vertaistodistamisen ansiosta tietojen käyttö on huomattavasti nopeampaa kuin lohkoketjulla. (Holochain s.a.)

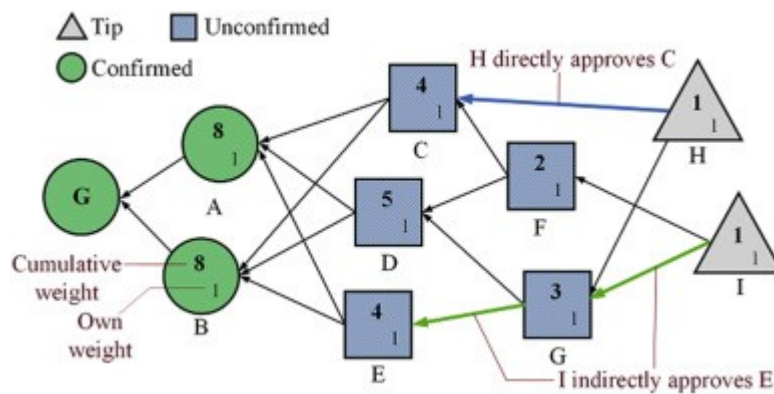
Hashgraph on erilainen tekniikka tuottaa hajautettu tietokanta. Konsensus saavutetaan solmujen virtuaalisen äänestyksen avulla jolloin työlästä laskentaa ei tarvita. Mikäli jokin solmu tuottaa virheellistä tietoa, niin se havaitaan ja ilmoitetaan kaikille verkon solmuille. Virheellistä tietoa tuottava solmu poistetaan tällöin verkosta. Hashgraph-solmuissa on neljä tunnistetta, joka koostuu solmun, edellisten solmujen, viimeksi luodun ja viimeisen vastaanotetun tapahtuman tunnisteista. Lohkoketjussa tunnisteita on vain kaksi tunnistetta solmun ja edellisten solmujen tunnisteet. Hashgraph-solmujen kahden ylimääräisen tunnisteiden avulla tieto leviää verkossa. Hashgraph voi käsitellä 250 000 siirtoa sekunnissa, lohkoketju enintään 10 000 siirtoa sekunnissa. (Anwar 2018)

Taulukossa 1. on vertailtu eri tekniikoita aikaansaada hajautettu tietokanta. Uusilla tekniikoilla aikaansaadaan huomattavasti parempi skaalautuvuus kuin lohkoketjulla, tämä näkyy taulukon siirtoa sekunnissa rivillä. Suurempi skaalautuvuus saavutetaan tehokkaammalla siirtojen vahvistamisella. Lohkoketjussa tietorakenne perustuu lohkoihin, jossa konsensus saavutetaan louhinnalla. Louhinta kuluttaa paljon sähköä, uudempien tekniikoiden sähkön kulutus on huomattavasti pienempää. Lohkoketju on julkistettu 2008, DAG 2015, Hashgraph ja Holochain vuonna 2018. (Iredale 16.2.2021)

Taulukko 1. Hajautettujen tietokantatekniikoiden vertailu (Iredale 16.2.2021).

	Blockchain	Hashgraph	DAG	Holochain
Louhinta	Osallistujalla on mahdollisuus saada virtuaalirahaa	Konsensus virtuaalisen äänestyksen avulla	Edellinen tapahtuma vahvistaa konsensuksen	Solmut toimivat yksittäisissä ketjuissa
Siirtoa sekunnissa (TPS)	Erittäin rajoitettu skaalautuvuus	Ainutlaatuinen konsensusmekanismi vähentää laskentaa. Korkea skaalautuvuus	Asyklinen graafi tietorakenne varmistaa korkean skaalautuvuuden	Solmut käsittelevät omaa ketjua, joten rajaton skaalautuvuus
Tietorakenne	Datarakenne perustuu lohkoihin, jotka louhijat validioivat	Virtuaalinen äänestys validioi datan	Asyklinen datarakenne, jossa tapahtumat ovat itsenäisiä	Data on jaettu eri solmuille
Siirtojen vahvistaminen	Louhijat varmistavat datan	Konsensus vahvistaa datan	Kaksi aikaisempaa tapahtumaa varmistaa datan	Solmut käsittelevät omaa dataa, joten louhijoita ei tarvita
Julkistuksen ajankohta	2008	24.8.2018	9.11.2015	26.5.2018
Toimintalusta	Bitcoin ja Ethereum ovat yleisimmät alustat	Swirls ja NOIA ovat ainoat alustat	NXT, Tangle ja ByteBall ovat yleisimmät alusta	Holochain on tunnetuin alusta

DAG poikkeaa lohkoketjusta siten, että siinä ei ole kilpailua lohkon luomiseen. Eri haarat sulautuvat hyväksytyyn ketjuun, kun kumulatiivinen paino saavuttaa ennalta määrätyn arvon. Kuvasta 6 nähdään, että vihreällä värillä olevat tapahtumat on hyväksytty saavutettuaan kumulatiivisen painon 8. Kumulatiivinen paino muodostuu omasta painosta ja muiden hyväksyjien tapahtumien painojen summasta. Tanglessa uudet tapahtumat pääsevät ketjuun kunhan hyväksyvät joukon vahvistamattomia tapahtumia, kuvassa 6 H hyväksyy tapahtuman C.



Kuva 6. Tangle verkon hyväksyntä (Cao et al. 2020).

Tanglea on ehdotettu käytettäväksi esineiden internet sovelluksiin. IoT-laitteilla on käytävissä vähän sähköä ja laskentatehoa. DAG-tekniikassa jokainen verkkoon liittyvä laite ottaa osaa verkon toimintaan hyväksymällä muita tapahtumia, jolloin hyväksynnän aikaansaaminen on erittäin edullista. Edulliset maksut ovat tärkeitä esimerkiksi mikromaksujen osalta. Edullisen toiminnan avulla pienienkin maksujen periminen on kannattavaa. Tapahtumien määrän kasvu ei ole ongelma, koska tapahtumamäärän kasvu lisää myös hyväksyjien määrää. Tästä syystä DAG-tekniikan skaalautuvuus on hyvin suuri, teknisesti TPS-arvolla ei ole ylärajaa. (Cao et al. 2020)

2.3.3 Oraakkelit

Oraakkelit ovat tietolähteitä, joita tarvitaan varsinkin älysopimusten luomisessa. Usein älysopimus tarvitsee lohkoketjun ulkopuoliselta lähteeltä tietoja sopimuksen koodin suorittamiseksi. Tällaisia tietoja voivat olla esimerkiksi valuuttakurssitiedot tai lämpötilatiedot. Lohkoketjun pitää pystyä luottamaan tähän ulkopuoliseen osapuoleen ja tietojen tulee olla oikeita, jotta sopimukset toimisivat luotettavasti. (Ellis et al. 2017)

Oraakkelit voivat olla ohjelmistoja tai laitteita. Oraakkelina toimiva ohjelmisto hakee tietoja, kuten valuuttakursseja ja toimittaa tiedot lohkoketjussa toimivalle sopimukselle. Tämänkaltaiset tiedot päivittyvät usein ja saavutetaan yleensä internetin välityksellä. Kun tietoa tarvitaan fyysisestä maailmasta käytetään laitepohjaista oraakkelia. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi lämpötilatiedot ja tuotteen RFID tiedot. Nämä tiedot ovat tarpeen muun muassa toimitusketjuihin liittyvissä asioissa. (Ellis et al. 2017)

Älysopimuksen tulee pystyä luottamaan oraakkelin antamaan tietoon. Tieto voi olla väärä tai se ei ole saavutettavissa esimerkiksi tietoliikennehäiriön sattuessa. Tähän ongelmaan on Chainlink tuottanut ratkaisun. Chainlink kerää tietoja useasta eri lähteestä ja vertailee tietoja, jolloin se huomaa mikäli jokin tieto on väärä. Useat lähteet auttavat myös tilapäisten saavutettavuushäiriöiden ilmaantuessa eikä älysopimus ole riippuvainen vain yhdestä lähteestä. Chainlink toimii Ethereum-alustalla ja tarjoaa luotettavaa lohkoketjun ulkopuolista tietoa älysopimuksille. (Ellis et al. 2017)

2.4 Lohkoketjutyypit

Lohkoketjutekniikka on kehittynyt paljon viimeisen vuosikymmenen aikana. Ensimmäisen julkisen lohkoketjun tarjosi Bitcoin, jota voidaan kutsua ensimmäisen sukupolven lohkoketjuteknologiaksi. Muita lohkoketjutyyppejä ovat yksityinen lohkoketju, konsortiolohkoketju ja hybridilohkoketju. Eri lohkoketjutyypit sopivat erilaisiin käyttötarkoituksiin ja niillä on omat vahvuudet ja heikkoudet. (Iredale 6.1.2021)

Julkinen lohkoketju sopii virtuaalivaluuttojen käyttötarkoitukseen. Julkisessa lohkoketjussa ei rajoiteta käyttäjiä ja se ei vaadi luotettua osapuolta. Konsensus saavutetaan julkisessa lohkoketjussa yleisimmin Proof-of-Work tai Proof-of-Stake tekniikan avulla. Muita etuja tekniikassa ovat läpinäkyvyys ja turvallisuus. Haittoja ovat konsensuksen saavuttamisen hitaus, joka rajoittaa skaalautuvuutta. Mitä enemmän solmuja verkkoon liittyy, sitä hitaammaksi verkko tulee. Erityisesti työtodistusta (PoW) käyttävät tekniikat kuluttavat paljon energiaa. Energian kulutusta on pyritty vähentämään tehokkaammalla PoS-tekniikan avulla. Käyttökohteina julkisella lohkoketjulla ovat virtuaalivaluutat ja äänestäminen. (Iredale 6.1.2021)

Yksityinen lohkoketju toimii rajoitetussa ympäristössä suljetussa verkossa. Yksityistä lohkoketjua kutsutaan usein myös nimellä sallittu lohkoketju, joka kuvaa sen käyttöä vain sallittujen valittujen toimijoiden kesken. Yksityinen lohkoketju voi olla jonkin orga-

nisaation omistuksessa ja sille voidaan asettaa erilaisia parametreja esimerkiksi tietojen saavutettavuuteen ja käyttövaltuutuksiin. Etuina on nopeus ja hyvä skaalautuvuus, koska vain harvat solmut vahvistavat konsensuksen. Haittoja ovat luottamus ja tietoturva. Vain muutamat solmut huolehtivat tietojen oikeellisuudesta, joten näihin toimijoihin muiden on pakko luottaa. Samasta syystä hyökkäys näihin muutamaan toimijaan voi vaarantaa tietoturvan. Käyttökohteita ovat toimitusketjun hallinta, omaisuuden omistus ja sisäiset äänestykset. (Iredale 6.1.2021)

Konsortiolohkoketjua voidaan käyttää jos tarvitaan sekä julkisia että yksityisiä lohkoketjuominaisuuksia. Tämän tyyppistä lohkoketjua hallinnoi useampi organisaatio, jolloin se on hajautetumpi kuin yksityinen lohkoketju. Lohkoketjussa osa datasta pysyy yksityisenä osa julkistetaan. Konsensusmenettelyä ohjaavat määritellyt solmut, jotka voivat käynnistää, vastaanottaa ja vahvistaa tapahtumat. Esimerkkejä konsortiolohkoketjuista ovat: Marco Polo, Energy Web Foundation ja IBM Food Trust. Etuina ovat mahdollisuus pääsynhallintaan, parempi muokattavuus ja resurssien hallinta. Lisäksi tehokkuus ja skaalautuvuus on julkisia lohkoketjuja parempi. Haittoina on pienempi läpinäkyvyys ja anonyymiys sekä verkon tietoturva harvojen konsensusmenettelyä ohjaavien solmujen takia. Käyttötapauksia ovat ruokaketjujen seuranta, tutkimustietojen ja tulosten jakaminen. (Iredale 6.1.2021)

Hybridilohkoketju on sekoitus yksityistä ja julkista lohkoketjua. Hybridilohkoketjuun pääsy on rajoitettu, mutta sen eheys on julkista. Tällä saavutetaan se, että käyttäjät voivat määritellä mitkä tiedot ovat julkisia ja mitkä yksityisiä. Yksikään käyttäjä ei kuitenkaan pysty muuttamaan tietoja ilman, että se huomataan. Lohkoketjutekniikalla varmistetaan tietojen muuttumattomuus. (Iredale 6.1.2021)

2.5 Sovelluskohteet

Lohkoketjutekniikkaan liittyviä sovelluksia voidaan käyttää useissa eri toiminnoissa PK-yrityksissä. Usein tietyssä toiminnossa käytetään useita eri sovelluksia, esimerkiksi toimitusketjuihin liittyvät toiminnot voivat käyttää älykkäitä sopimuksia, IoT-sovelluksia ja mikromaksuja.

2.5.1 Älykkäät sopimukset

Älykäs sopimus on tietokoneohjelma, joka suorittaa toimintoja ennalta määritettyjen ehtojen mukaan. Järjestelmä varmistaa ilman kolmatta osapuolta jäljitettävät ja peruuttamattomat transaktiot. Älykkäillä sopimuksilla voidaan automatisoida pelkästään maksumekanismi tai koko sopimus. Ohjelmallisesti voidaan hoitaa datan haku tietokannoista ja suorittaa maksu automaattisesti. Haetun datan perusteella voidaan suorittaa osamaksu, kun toimitettava tavara on tietyssä vaiheessa toimitusketjua. Erilaiset IoT-laitteet voivat tallettaa automaattisesti tietoja, kun tuote siirtyy toimitusketjussa myyjältä ostajalle. Lohkoketjutekniikan luonteeseen kuuluvan peruuttamattomuuden takia ohjelmakoodin tulee olla virheetöntä. Virheellisesti toimivan koodin suorittamia vääriä maksuja on vaikea perua. (Johansson et al. 2019, s.97-103)

Älykkäillä sopimuksilla voidaan aikaansaada palveluja ilman ylimääräistä luotettua osapuolta. Älynsopimukset vähentävät inhimillisiä virheitä eikä niitä voi toinen osapuoli huomaamatta muuttaa. Yksi mahdollinen sovellus on älykkään lukituksen toteuttaminen. Lohkoketjussa toimivan sopimuksen avulla voidaan etätoiminnolla avata ja lukita lukkoja. Tämä helpottaa varsinkin vertaisvuokrausta ja jakamistalouden harjoittamista. (Kinnunen et al. 2017)

2.5.2 Toimitusketjut

Monilla toimialoilla toimitusketjun hallinta on tärkeää. Perinteisessä keskitetysti hallituissa toimitusketjuissa on kolme pääasiallista ongelmaa: toimitusketjussa olevien jäsenten omat edut, tiedon epäsymmetrisyys tuotantoprosesseissa ja laatutarkastusten kustannukset ja rajoitukset. Tuotteita väärennetään ja laatu voi olla puutteellinen. Yritykset kärsivät laatuongelmien vuoksi suuria tappioita sekä suoraan kuluina että välillisesti mainehaittoina. (Chen et al. 2017)

Lohkoketju ratkaisee luottamuksen puutteen toimitusketjun osapuolten välillä. Käyttämällä toimitusketjussa jäljitettäviä ja muuttumattomia tietoja sekä lisäämällä standardoituja normeja ja sopimuksia voidaan kehittää automaattisesti toimivia laadunhallintajärjestelmiä. Automaattisia tiedonkeruujärjestelmiä voivat olla esimerkiksi RFID ja GPS. Lisäksi lohkaketjuun voidaan liittää muita tietoja, kuten omistus- ja laatumiedot sekä toimittajan ja valmistajan tiedot. Koko lohkaketju jaetaan toimitusketjuun osallistuvien

kesken. Digitaalisen identiteetin avulla voidaan rajoittaa pääsyä tietoihin, näin voidaan suojata liikesalaisuuksia. Liittämällä järjestelmään vielä älynsopimukset voidaan suorittaa automaattista laadunseurantaa. (Chen et al. 2017)

2.5.3 Logistiikka

Lohkoketjutekniikkaa voidaan hyödyntää logistiikassa muun muassa tavarantoimittajien läpinäkyvyyden nostamiseen sekä eri vaiheiden seurantaan. Digitalisaation avulla voidaan jakaa tehokkaasti seurantatiedot ja hoitaa pääsy logistiikkaverkoston kannalta tärkeisiin tietoihin. Tekniikan käyttöönotto vaatii kaikkien ketjuun osallistuvien yhteistyötä. Esimerkiksi rakennustekniikan alalla on suuret mahdollisuudet soveltaa lohkoketjutekniikkaa paikallisessa ja kansainvälisessä logistiikassa ja myynnissä. Tietojen jakaminen ja läpinäkyvyys voi vahvistaa luottamusta ja tehostaa toimintaa logistiikassa. (Sivula et al. 2018)

Älykkäät sopimukset ja lohkoketjuteknologia voivat siirtää vastuita ja oikeuksia kuljetettavan tavarantoimittajien osalta. Aikaansaadaan joustavampi, ketterämpi ja tehokkaampi toimintatapa, kun siirrytään kahden välisistä sopimuksista avoimiin ja läpinäkyviin virtuaalisiin sopimuksiin. Lohkoketjutekniikan uskotaankin sopivan erityisen hyvin logistiikkaan, koska nykyiset tietokantaratkaisut eivät ole riittävän ketteriä. Varsinkin ensimmäisten ja viimeisten kilometrien toimitukset ovat tehottomia. (Kinnunen et al. 2017)

Esimerkiksi logistiikan alalta voi mainita Suomessa kehitetyn Smartlog-hankkeen, jossa lohkoketjusovellus kerää tietoja konttien liikkeistä Viron satamassa. Tavoitteena on tehostaa kuljetuksia etsimällä pullonkauloja ja näin lyhentää kuljetusaikoja. (Luotola 2017)

2.5.4 Esineiden internet IoT

Perinteisesti IoT-laitteet tallentavat tietoa pilvipalvelimille, jotka ovat kolmannen osapuolen hallitsemia. Tällä osapuolella voi olla tietoturvaongelmia ja niiden kapasiteetti ei välttämättä riitä miljoonille IoT-laitteille. On myös mahdollista, että palvelun tarjoaja menee konkurssiin tai muuten lopettaa palvelun tai yksittäinen vika kaataa koko palvelun. Lohkoketjutekniikka tarjoaa ratkaisun näihin ongelmiin. (Uddin et al. 2021)

Älykotien, älykkäiden kaupunkien ja muiden älykkäiden sovellusalueiden ansiosta IoT:sta on tullut kiinnostava ja kehittyvä tekniikan ala. On arvioitu, että verkottuneena on vuonna 2020 yli 50 miljardia IoT-laitetta. Yhtenä tärkeimpänä kehityksen kohteena on tietoturvan parantaminen, jotta käyttäjien yksityisyys taataan ja luottamus säilytetään. Lohkoketjutekniikka on osoittautunut turvalliseksi tekniikaksi IoT-sovelluksille. (Uddin et al. 2021)

Turvallisuuden lisäksi lohkoketju poistaa kolmannen luotetun osapuolen tarpeen. Luottamus hoidetaan teknisillä järjestelyillä, kuten tehoa vaativalla laskennalla. Lohkoketjun haasteena on sen monimutkaisuus ja viiveet. Tämä on ongelma erityisesti IoT-laitteilla, joilla on rajoitettu teho ja laskentakapasiteetti. Laitteet tuottavat jatkuvasti tietoa, joka tulee saada luotettavasti tallennettua. Lohkoketju on usein läpinäkyvä, joka on ongelma monilla sovellusalueilla, erityisesti terveydenhuoltoon liittyvillä laitteilla. Pääsynhallinnan kehittäminen onkin oleellista. (Uddin et al. 2021)

Kotien älykkäitä laitteita hallitsevat palveluntarjoajat, jotka käsittelevät ja tallentavat laitteiden tiedot. Älykkäissä kaupungeissa on verkotettu palvelimet ja IoT-laitteet, joilla kerätään kaupunkilaisten tuottamaa tietoa. Tiedon omistus, oikeellisuus ja anonyymiyden varmistaminen ovat oleellisia. Nämä asiat voidaan hoitaa älykkäiden sopimusten ja lohkoketjujen avulla. (Uddin et al. 2021)

Toimitusketjuissa RFID-tekniikan avulla voidaan tallettaa tietoja lohkoketjuun. Näin voidaan saada selville tuotteen liikkeet toimitusketjun aikana. Lisäksi voidaan tallettaa olosuhdetietoja, kuten lämpötila, toimitusketjun aikana. (Uddin et al. 2021)

2.5.5 Mikromaksut

Mikromaksuihin liittyviä käyttökohteita löytyy kuluttajien ja koneen välisestä kaupankäynnistä. Tällainen olisi esimerkiksi maksu artikkelin lukemisesta. Toinen yleinen käyttökohde on koneiden välinen kaupankäynti. Esimerkiksi anturi saa maksun, kun sen tietoja luetaan.

Älykkäiden verkottuneiden laitteiden lisääntyminen mahdollistaa innovatiivisten palveluiden kehittämisen. Hajauttaminen tulee olemaan oleellinen osa älykkäiden IoT-laitteiden kehitystä. Yksittäisen organisaation on mahdotonta käsitellä valtavaa määrää tietoa, jota monet erilaiset IoT-laitteet tuottavat. IoT-ekosysteemin muodostuminen vaatii organisaatioiden ja muiden loppukäyttäjien osallistumisen liittämällä laitteitaan verk-

koon. Loppukäyttäjän osallistumiseen tarvitaan jokin hyöty, jonka osallistuja saa esimerkiksi mikromaksun muodossa. (Pennino et al. 2022)

Lohkoketjutekniikka soveltuu hyvin hajautettuun toimintatapaan ja mikromaksujen keräämiseen. Apuna voidaan käyttää älykkäitä sopimuksia, jotka tietyn algoritmin mukaan hoitavat maksun. Voidaan määritellä kuinka maksu lasketaan, milloin maksetaan ja keneltä maksu veloitetaan. Suoritettava maksu voidaan esimerkiksi jakaa kaikille toimittajille, jotka osallistuvat palvelun tuottamiseen. (Pennino et al. 2022)

Esineiden internetissä verkkoon kytkettyjä laitteita on paljon ja tietojen päivittymistiheys on usein suuri. Tällaisessa ympäristössä pienet siirtomaksut omaavat mikromaksut ovat tarpeellisia. Älykkäiden sopimusten avulla tietyn tiedon lukemisen tai muun tapahtuman jälkeen suoritetaan automaattinen maksu osapuolelta toiselle. Esimerkiksi MedicalChain:issa lääketieteen tutkijat ostavat pääsyn sopiviin potilastietoihin tutkimuksen tekoa varten. (Pennino et al. 2022)

2.5.6 Vertaisenergiaratkaisut

Lohkoketjutekniikka voi tulevaisuudessa merkittävästi edesauttaa hajautettujen energialähteiden hyödyntämisessä. Ympäristöystävälliset aurinko- ja tuulienergialähteet sijaitsevat maantieteellisesti hajautetusti. Paikalliset vertaisenergiamarkkinat olisivat mahdollisia lohkoketjutekniikan avulla. Sähköturvat ovat keskitettyjä, joten sähköntoimittajat voivat säätää sähkön tuotantoa kulutuksen mukaan. Aurinko- ja tuulivoimain tuotanto vaihtelee paikallisten sääolosuhteiden mukaan eikä niitä ole helppoa kytkeä päälle tai pois. Jakeluverkkoa ei ole suunniteltu kaksisuuntaiseen sähkön ja tiedon kulkuun. Lohkoketjun ja älykkäiden sopimusten avulla voitaisiin myydä sähköä suoraan pientuottajalta kuluttajalle ilman sähköyhtiön välissä oloa. (Wörner et al. 2019)

Kestävän kehityksen mukaan olisi kannustettava paikallisen sähkön kulutusta paikallisesti. Tämä voitaisiin aikaansaada algoritmisen huutokauppamekanismin avulla. Useimmat hankkeet eivät ole vielä toteuttamiskelpoisia. Sveitsissä on rakennettu prototyyppi, jossa vuoden 2019 ajan on käynnissä hajautetut energiamarkkinat. Kehitetty osto- ja myyntihintojen noteeraus 15 minuutin välein ja kaupankäynti osapuolten välillä todettiin toimivaksi eikä järjestelmä kohdannut erityisiä ongelmia (Streppavara et al. 2022). (Wörner et al. 2019)

Lohkoketjut voivat tarjota sähköautojen latausinfrastruktuurin vertaiskäytön. Sähköautot, kuljettajat ja latausasemat ovat hajautetun luonteensa ansiosta soveltuvia lohkoketjutekniikalle. Lohkoketju poistaa keskitetysti hallitun latausinfrastruktuurin tarpeen. Yksityinen latausaseman omistaja voi tarjota vapaana olevaa kapasiteettia ja lisätä sähköauton käyttäjän valinnan varaa. Share&Charge, Innogy Motionwerkin ja Slock.it:n kehittämä alusta mahdollistaa älysovimusten avulla maksun siirron kuljettajien ja latausaseman omistajien välillä. Automatisoitu laskutus siirtää maksut sähköisten lompakoiden välillä. Vuodesta 2017 alkaen Saksassa on julkaistu satoja tällaisia latausasemia. Lohkoketjutekniikan mahdollistama vertaiskäyttö on laajentunut kattamaan myös pysäköinnin, auton yhteiskäytön ja auton vuokrauksen Saksalaisen Car eWallet -sovelluksen avulla. Haasteena on turvallisuuden takaaminen ja standardien aikaansaaminen. Yksityisyydestä pitää huolehtia sijainnin ja liikkumisen osalta. Haitalliset toimijat eivät saa vaarantaa sähköautojen turvallisuutta. (Andoni et al. 2019)

2.5.7 Omaisuuden hallinta

Poleteiksi lasketaan kaikki esineet, joilla on rahallista arvoa tietyissä tapauksissa. Poleteista käytetään myös nimityksiä rahake ja token. Poletteja on käytetty pitkään erilaisissa yhteyksissä, kuten kaasu- ja puhelinlaitosten ennakkomaksuissa. Vastaavanlainen todiste omistuksesta voidaan kirjoittaa lohkoketjuun. Perinteisesti omistuksia muutetaan paperisilla sopimuksilla. Paperidokumenttien säilyttäminen ja siirtäminen on hankalampaa kuin paikasta ja ajasta riippumattoman lohkoketjun tietojen ylläpito. Poletisoitava omaisuus voi olla konkreettista, aineetonta tai abstraktia. Omaisuus pitää paketoida tietyn kokoiseksi eriksi ennen kuin ne voidaan poletisoida. (Johansson et al. 2019 s.104-108)

NFT (Non Fungible Token) on lohkoketjuun älysovimuksen avulla digitaalisesti kirjoitettu todiste omistuksesta ja omistuksen yksilöllisyydestä. Yksilöllisyydellä tarkoitetaan ainutlaatuisuutta, jolloin omaisuuskohteet eivät ole vaihdettavissa keskenään. Tällaisia yksilöllisiä omaisuuksia ovat esimerkiksi digitaaliset taideteokset, valokuvat, videot ja pelien sisäiset esineet. Vastaavasti NFT:n avulla voidaan kirjata yksilöllisten fyysisten objektien omistus. NFT:n avulla pystytään kiistattomasti osoittamaan kuka tuotteen omistaa, kuka omisti ennen ja kuka on tuotteen alkuperäinen luoja. Tekniikka mahdollistaa toissijaisen myyntikorvauksen jakamisen taiteilijalle taideteoksen hinnan kohotessa myyntiketjun aikana. Myös taideteoksen aitous on helposti selvitettävissä. NFT:n

suosio on viimeaikoina kasvanut merkittävästi. Vuoden 2021 neljän ensimmäisen kuukauden aikana volyymi on ollut yli 2 miljardia dollaria, mikä on kymmenen kertaa enemmän kuin vuonna 2020. (Nadini et al. 2021)

2.5.8 Lainat

Kryptovaluuttaa omistava voi saada lainaa käyttämällä omistamaansa virtuaalivaluuttaa vakuutena. Mikäli virtuaalivaluuttaa omistava tarvitsee käteistä hänen ei tarvitse myydä omistustaan ja menettää mahdollisia tulevia voittoja kurssien kohotessa. Virtuaalivaluuttojen korkean hinnanvaihtelu haittaa päivittäistä käyttöä. Tästä syystä on kehitetty vakaavaluuttoja (Stablecoin), joiden hinta on sidottu esimerkiksi Yhdysvaltojen dollariin. (Kim 2021)

2.5.9 Kolikkoanti ICO

Lohkoketjua käyttämällä voi hakea rahoitusta yritystoimintaan järjestämällä kolikkoannin ICO (Initial Coin Offering). ICO voidaan järjestää eri tavoilla, jolloin niihin liittyvä sääntely perustuu joukkorahoitukseen tai arvopaperin tarjoamiseen. Yritykset voivat kerätä rahoitusta listautumisannilla IPO (Initial Public Offering), johon kolikkoanteja usein verrataan. Listautumisanti on tarkemmin säädelyä kuin kolikkoanti. Kolikkoannin järjestäminen onkin siksi yksinkertaisempaa. Kolikkoannissa hankitaan yrityksen virtuaalivaluuttaa tai digitaalisia poletteja, joilla voi hankkia yrityksen tuotteita tai palveluja. (Johansson et al. 2019 s.110-112)

Yhtenä esimerkkinä Suomessa järjestetystä kolikkoannista on helsinkiläinen yökerho ja ravintolaketju Happy Hour Restaurant. Myytävillä digitaalisilla kolikoilla voi maksaa ketjun ravintoloissa. Ravintolayritys pyrkii saamaan annin avulla ennakkomaksuja, jotta selviäisi koronan aiheuttaman myynnin vähenemisestä. Kolikkoja ostava asiakas saa kolikkoja sitä edullisemmin mitä enemmän hän niitä hankkii. Kolikoilla maksaessa saa myös alennusta ja muita etuja. (Kahkonen 2022)

2.5.10 Virtuaalivaluutat

Virtuaalivaluutta on laskettu sähköisesti liikkeelle. Valtio ei takaa sen vaihdettavuutta Fiat-valuuttaan. Virtuaalivaluuttajärjestelmä ei vaadi kolmatta luotettua osapuolta vaan sen luottamus saavutetaan hajautetun konsensuksen avulla. Järjestelmä pitää yllä tietoa omistuksista ja omistus voidaan todistaa ainoastaan kryptografisesti. Kaksinkertainen kulutus on estetty omistuksen vaihtumisen yhteydessä. Järjestelmässä on määriteltynä miten uusia valuuttayksiköitä syntyy. Virtuaalivaluuttojen etuina on nopeammat ja edullisemmat siirrot ja maksutapahtumia voi tehdä kellonajasta riippumatta. Maksut ovat perinteisiä tilisiirtoja nopeampia erityisesti ulkomaille. Maksu siirtyy minuuteissa eivätkä pankkien pyhäpäivät viivästytä tapahtumia. Kaikkien tapahtumien tiedot tallentuvat lohkoketjuun eikä tapahtumia pysty jälkikäteen väärentämään. (Lansky 2018)

Virtuaalivaluutoilla on useita riskejä, joista osa riippuu käyttäjästä osa valuuttojen säilytys- ja vaihtopalveluista. Virtuaalivaluuttoja on mahdollista käyttää rahan pesuun ja muuhun rikolliseen toimintaan. Tulevat mahdolliset sääntelyt aiheuttavat myös riskiä. Virtuaalivaluuttojen suuret hinnan vaihtelut aiheuttavat riskin ja vaikeuttaa sen käyttöä liiketoiminnoissa. (Lansky 2018)

3 TUTKIMUS

3.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen keskeisimpänä tehtävänä on selvittää Pk-yritysten kiinnostusta hajautettujen tietokantojen mahdollisiin sovelluksiin. Tutkimusmenetelmäksi valikoitui kvantitatiivinen menetelmä. Aineisto hankittiin anonyymillä Webropol-kyselyllä, joka kohdistettiin pieniin ja keskisuuriin yrityksiin Laitilan, Pyhärannan ja Uudenkaupungin alueella. Kysely lähetettiin alueiden yrittäjähdistysten sähköpostilistan kautta noin 700 yritykselle.

Kyselyn alussa kysytään tietoja yrityksen toimialasta ja työntekijöiden määrästä sekä vastaajan ammatti. Lisäksi tiedustellaan käykö yritys ulkomaan kauppaa, käytetäänkö alihankkijoita ja miten yrityksen tuotteet toimitetaan asiakkaille. Näiden kysymysten avulla yritetään selvittää onko jollakin toimialalla erityistä kiinnostusta hajautettuihin tietokantasovelluksiin.

Hajautetun tietokannan kiinnostavuuteen liittyvät kysymykset on jaettu kolmeen eri aihealueeseen: hajautettu tietokanta, lohkokeitju ja virtuaalivaluutta. Jokaisen osan alussa kysytään kyseisen termin aiheuttamaa mielikuvaa ja miten usein vastaaja on kuullut tai nähnyt termin. Kysymyksillä pyritään saamaan selville minkälainen asenne vastaajilla on uutta tekniikkaa kohtaan. Myös mahdollista virtuaalivaluutan negatiivista medianäkyvyyden vaikutusta tutkitaan.

Ennen aiheen kysymyksiä aihealueen asioita esitellään lyhyesti. Jokaisella kolmella osa-alueella esitellään mahdollisia sovelluskohteita ja kysytään viisiportaisen Likert-asteikon avulla vastaajan kiinnostusta. Kysymyksiä vastausteikko on seuraava: 1 ei kiinnosta, 2 suhtaudun varauksella, 3 neutraali, 4 kiinnostava ja 5 erittäin kiinnostava.

Hajautettu tietokanta- ja lohkokeitjuosan jälkeen kysytään valintaruutujen avulla perusteluja kiinnostavuudelle. Vastaajia pyydetään valitsemaan enintään kolme asiaa, jotka vaikuttivat sovelluksen kiinnostavuuteen. Vastaavasti kysytään perustelua siihen, miksi sovellukset eivät kiinnostaneet.

Virtuaalivaluutta-osiossa keskitytään maksuihin ja kaupankäyntiin liittyviin sovelluskoh-teisiin. Sovelluskohteista kysytään kiinnostus vastaavalla Likert-asteikolla kuin edellisissä. Kiinnostavuus-kysymyksiä jälkeen pyydetään perustelut, jonka vastaaja voi

antaa valitsemalla valintaruuduista enintään kolme vaihtoehtoa. Perustelu pyydetään sekä siitä miksi kiinnostaa, että miksi ei kiinnosta.

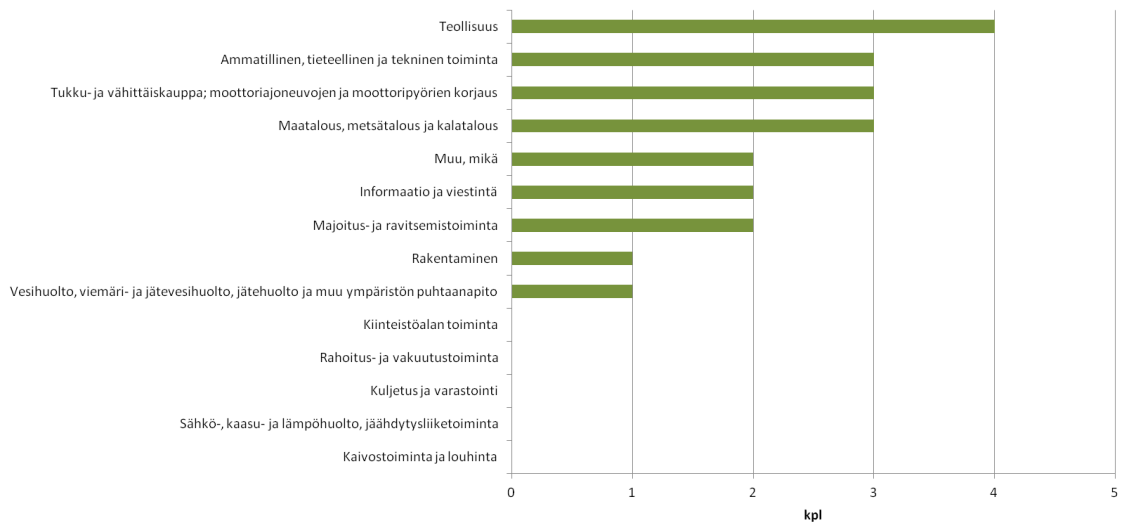
3.2 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto saatiin anonyymillä kyselyllä, joka lähetettiin sähköpostilla noin 700 yritykseen. Sähköpostin lähetettiin yrittäjähdistysten jäsenille. Sähköpostin mukana oli saatekirje (Liite 1), jolla pyrittiin aikaansaamaan kiinnostusta aiheeseen. Saatekirjeessä kerrottiin, että uusi tekniikka on tulossa ja suuret yritykset ovat jo ottaneet tekniikan käyttöön. Vastauksien saamista edistettiin myös kertomalla asiasta yrittäjien aamukahvitilaisuudessa. Yrityksistä huolimatta vastauksia sain vain 21 kpl, joten vastausprosentiksi tuli noin 3%. Keskusteluissa yrittäjien kanssa ilmeni, että kyselyjä tulee viikoittain. Kauppakamari, yrittäjähdistys ja muut yritysten sidosryhmät lähettävät useita kyselyjä vuosittain. Lisäksi korona-aika on estänyt myyjien yrityskäynnit, joten hekin ovat lisänneet sähköpostien lähetystä. Pienestä määrästä huolimatta aineistosta saa selville kiinnostuksen kohteet ja perustelut näille.

4 TULOSTEN ANALYSOINTI

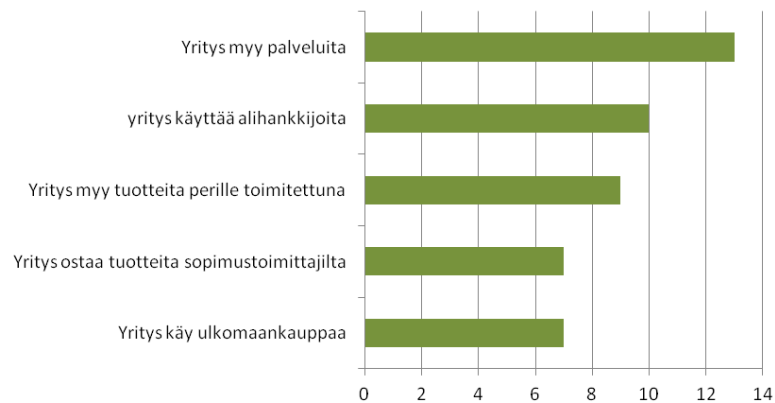
4.1 Yritysten ominaisuuksia

Kyselyssä kysyttiin vastaajayrityksen toimialaa (Kuvio 1.). Eniten (4 kpl) vastauksia saatiin teollisuuden alalta. Kolme vastausta tuli toimialoilta ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta, tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus, maatalous, metsätalous ja kalatalous, muu, mikä, informaatio ja viestintä, majoitus- ja ravitsemistoiminta, rakentaminen, vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito, kiinteistöalan toiminta, rahoitus- ja vakuutustoiminta, kuljetus ja varastointi, sähkö-, kaasun- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta, kaivostoiminta ja louhinta.



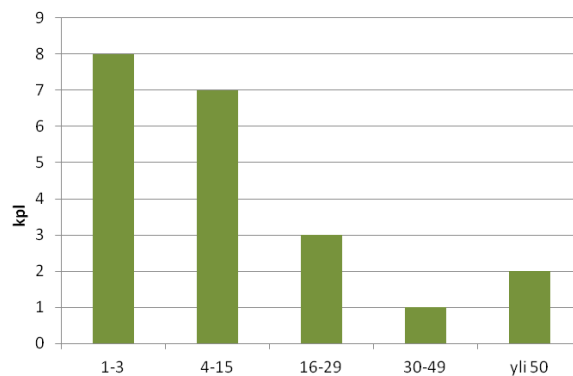
Kuvio 1. Yritysten toimiala.

Yrityksen toiminnasta kysyttiin miten he toimittavat tuotteensa asiakkaille ja käytetäänkö alihankkijoita tai sopimusvalmistajia. Kysymyksen avulla oli tarkoitus tutkia vaikuttavatko kyseiset asiat sovellusten kiinnostavuuteen. Kysymyksissä sovellusten kiinnostavuudesta oli useita, joissa voisi olettaa olevan hyötyä hajautetusta tietokannasta. Palveluita myyvien yritysten taas voisi olettaa olevan kiinnostunut toisenlaisista sovelluksista.



Kuvio 2. Yritysten toimintatavat.

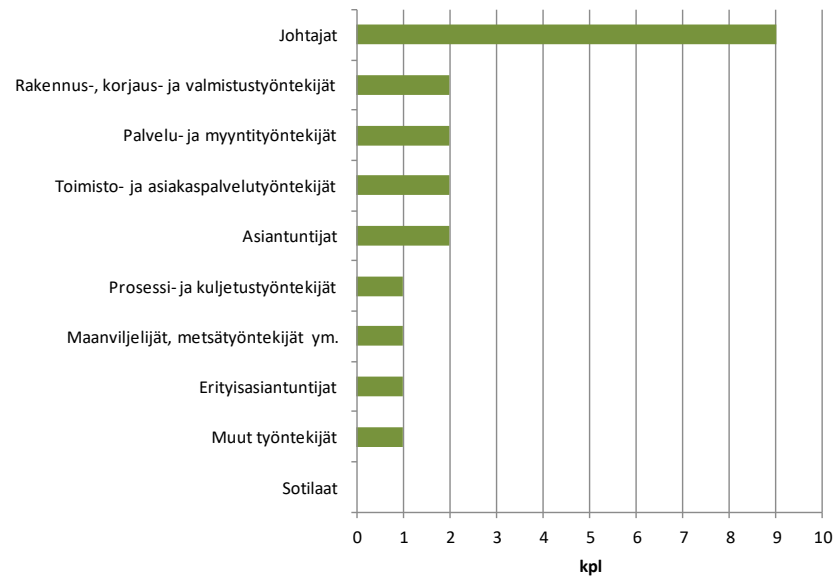
Vastaajien jakautuminen näkyy kuviossa 2. Voidaan todeta, että suurin osa eli 13 yritystä tuottaa palveluja (n=21). Alihankkijoita käyttää 10 yritystä ja yllättävän moni yritys (7 kpl) käy ulkomaankauppaa.



Kuvio 3. Yritysten koko työntekijämäärän mukaan.

Vastaajayritysten koko työntekijämäärän mukaan on esitetty kuviossa 3. Tarkoituksena oli kohdentaa kysely PK-yrityksiin, joka näkyykin jakaumassa. Alle neljän henkilön yrityksiä on eniten, 8 kappaletta. Välillä 4-15 vastaajia on seitsemän. Yli 50 henkilön yrityksiä oli vain kaksi. Koon perusteella voidaan sanoa, että suurin osa vastauksista on pienistä ja keskisuurista yrityksistä, mikä olikin kyselyn kohderyhmä.

Vastaajien ammattinimikkeistä (kuvio 4) nähdään, että selkeästi suurin osa vastaajista toimii yritysten johtajina. Asiantuntijoina ja erityisasiantuntijoina toimii kolme vastaajaa. Johtajien suuren osuuden perusteella voidaan päätellä, että vastaukset perustuvat hyvään tietotaitoon yritysten tarpeista ja tulevaisuuden näkemyksistä.



Kuvio 4. Vastaajien ammattinimikkeet.

4.2 Kiinnostus eri toimialoilla

Sovelluskohteiden kiinnostusta mittaavia kysymyksiä oli 7 kpl hajautettuihin tietokantoihin, 7 kpl lohkoketjuihin ja 11 virtuaalivaluuttoihin liittyvää kysymystä. Taulukossa 1 on esitelty kaikkien sovelluskohteiden kiinnostavuusarvion keskiarvo. Keskiarvon laskennassa on käytetty kiinnostuvuudesta kysyttäessä seuraavia arvoja: 1 ei kiinnosta, 2 suhtautuu varauksella, 3 neutraali, 4 kiinnostunut ja 5 erittäin kiinnostunut.

Mielenkiintoinen havainto on keskiarvo 1 rakentamisen toimialalta ($n=1$), jossa kyseinen vastaaja on vastannut jokaiseen kohtaan ei kiinnosta. Tästä ei voi päätellä ettei rakentamisen alalla olisi kiinnostusta hajautetun tietokannan sovelluksiin, koska vastaajien määrä on vain yksi. Myös muilla toimialoilla ($n=2$) keskiarvo oli hyvin pieni 1,1. Matalista keskiarvoista voi päätellä, että löytyy yrityksiä, joita ei todellakaan kiinnosta kysytyn kaltainen tekniikka. Kyseisten vastaajien suhtautuminen kysytyihin termeihin lohkoketju ja virtuaalivaluutta vaihteli erittäin negatiivisesta positiiviseen eli negatiivisesta suhtautumisesta ei pelkästään ole kyse. Syyt kiinnostamattomuuteen johtuivat vastaajien mukaan tiedon puutteesta, partnerien puutteesta ja oletukseen suurista kustannuksista. Kaikki esitetyt perustelut ovat varteenotettavia ja kiinnostamattomuudelle on täysi oikeutus. Tekniikka on varsin uusi, monille tuntematon ja suuret aloituskustannukset ovat myös todennäköisiä.

Taulukko 2. Kaikkien sovellusten kiinnostavuusarvion keskiarvo.

Toimiala	n	keskiarvo
Maatalous, metsätalous ja kalatalous	3	3,3
Kaivostoiminta ja louhinta	0	
Teollisuus	4	3,8
Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta	0	
Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito	1	3,6
Rakentaminen	1	1,0
Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus	3	3,2
Kuljetus ja varastointi	0	
Majoitus- ja ravitsemistoiminta	2	3,5
Informaatio ja viestintä	2	2,8
Rahoitus- ja vakuutustoiminta	0	
Kiinteistöalan toiminta	0	
Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	3	2,9
Muu	2	1,1

Jatkossa kaavioista on poistettu toimialat, joista ei ole tullut vastauksia.

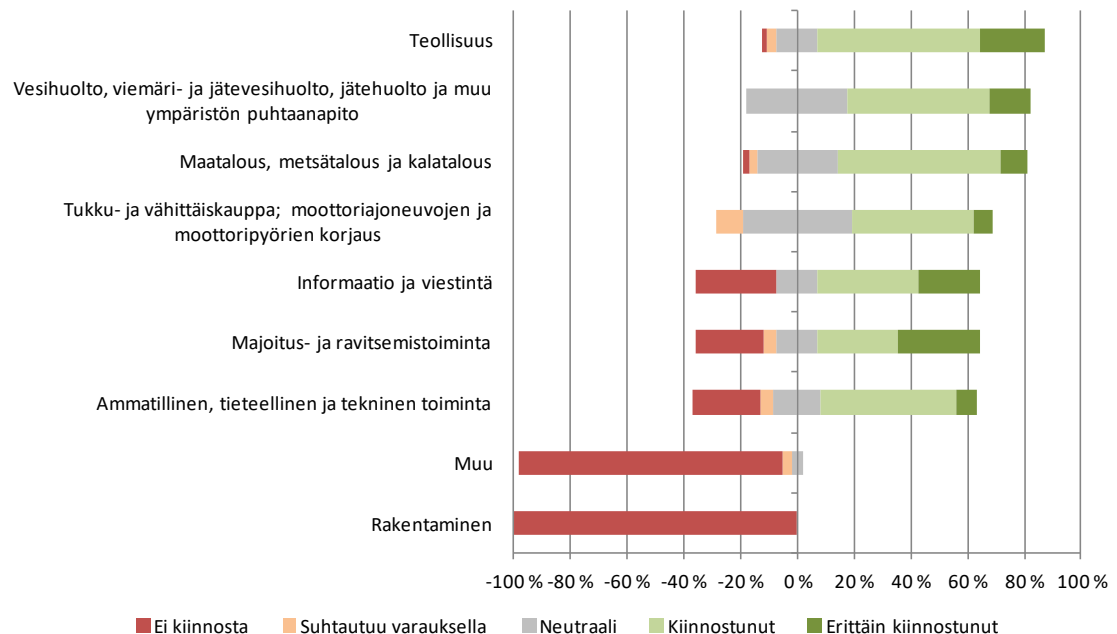
4.2.1 Hajautettujen tietokanta- ja lohkoketjusovellusten kiinnostavuus eri toimialoilla

Vastaajille esitettiin yhteensä 25 erilaista lohkoketjutekniikan mahdollistamaa sovellusta ja kysyttiin niiden kiinnostavuuden astetta. Valittavana oli seuraavat vaihtoehdot: ei kiinnosta, suhtautuu varauksella, neutraali, kiinnostunut ja erittäin kiinnostunut. Vastaukset ryhmiteltiin toimialoittain ja laskettiin prosentuaalinen osuus kiinnostuksen asteesta, joka esitettiin kuvioina. Kuviossa toimialat järjestettiin kiinnostavuuden mukaan laskevasti.

Tutkittaessa tarkemmin miten eri toimialoilla kiinnostavuus vaihtelee, havaitaan teollisuustoimialalla erittäin kiinnostuneiden suuri osuus (Kuvio 5.). Kun myös vastaajien määrä on kyselyn suurin, niin voidaan todeta teollisuus toimialalla olevan suurin kiinnostus lohkoketjutekniikan sovelluksiin. Seuraavaksi eniten vastauksia saaneilla maa-

ja metsätalouden ja kaupan toimialoilla on myös merkittävää kiinnostusta sovelluksia kohtaan.

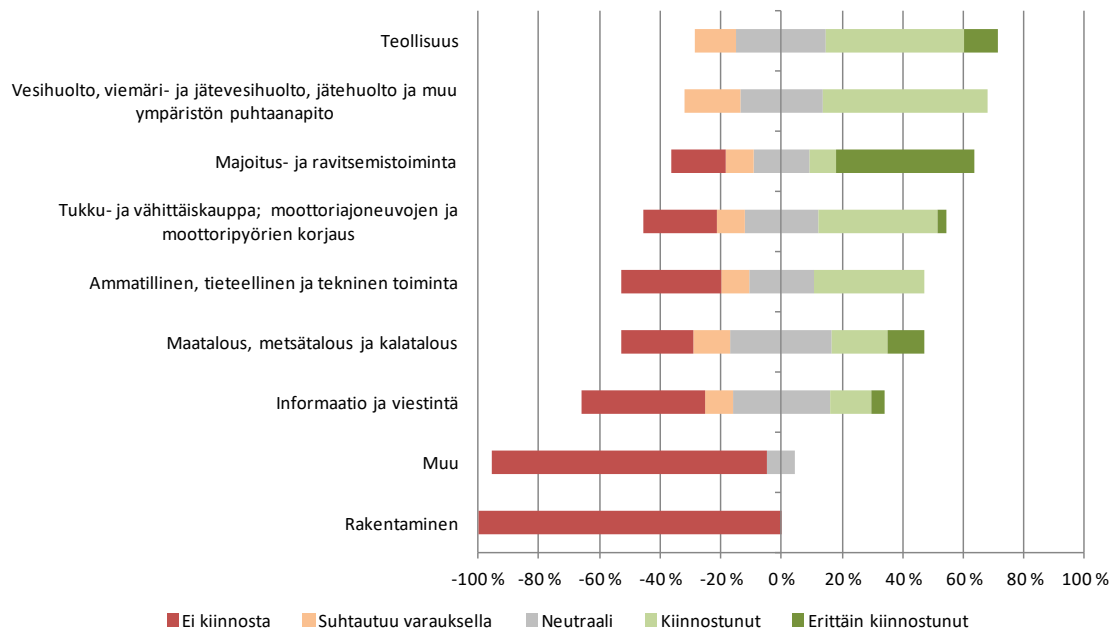
Teollisuus toimialalla kiinnostavimmiksi sovelluksiksi valikoituivat: tuotteiden jäljiteltävyys, automaattiset viestit toimitusketjujen aikana, hiilijalanjäljen laskenta ja väärennettyjen laskujen torjuminen. Nämä sovellukset kaksi vastaajaa ilmoitti erittäin kiinnostaviksi ja kaksi kiinnostaviksi. Hieman vähemmän kiinnostaviksi valikoitui logistiikan älykäs reititys, tuotteen seuraaminen toimitusketjun aikana, varaosan alkuperän varmistaminen ja IoT-sensorien tallentama tieto toimituksen aikana. Edellä mainitut sovelluskohteet ovat oleellisia teollisuuden alan toiminnassa. Vastaavat sovelluskohteet nousivat kiinnostavien kohteeksi myös maa- ja metsätalouden alan vastaajilla. Tämä on ymmärrettävää, koska tuotteita ostetaan ja toimitetaan, jolloin logistiikan seuraaminen on oleellista. Mielenkiintoinen havainto oli se, ettei tuotteen alkuperän varmistaminen noussut kovin kiinnostavaksi sovelluskohteeksi. Olisin olettanut sen olevan elintarvikekauppaa käyville yrityksille kiinnostava ja oleellinen sovellusalue. Toisaalta tuotteiden jäljitettävyyttä oli nimetty kiinnostavaksi tai erittäin kiinnostavaksi sovelluskohteeksi. Ehkä tuote väärennökset ajatellaan kuuluvan elintarviketeollisuusalan ongelmaksi ei niinkään maatalousalan.



Kuvio 5. Hajautetun tietokanta- ja lohkoketjusovellusten kiinnostavuus toimialoittain (n=21).

Kysymykseen miksi sovelluskohteet olivat kiinnostavia vastattiin teollisuustoimialalla tehokkuuden lisääntyminen, jonka oli jokainen vastaaja nimennyt. Reaaliaikaisen jäljitettävyyden ja asioiden nopeutumisen nimesi kaksi vastaajaa. Myös tietojen muuttumattomuus, kustannussäästöt, läpinäkyvyys ja kilpailukyvyn parantuminen ilmoitettiin kiinnostavuuden syiksi. Teollisuusalalla kiinnostamattomuuden suurimmaksi syyksi katsottiin uuden tekniikan käyttöönoton vaikeus, tarvittavien partnerien puute ja se ettei tiedä hajautetuista tietokannoista tarpeeksi. Uuden tekniikan käyttöönotossa tarvitaan tietoa ja tekniikka on vielä vaikea ottaa käyttöön. Myös samaa tekniikkaa käyttävien partnerien puute on todellinen ongelma. Vastaajat olivat huolestuneita myös datan yksityisyydestä, tietoturvasta, tekniikan kehittymättömyydestä ja mahdollisesta rikollisesta toiminnasta. Kaikki mainitut huolenaiheet ovat varteenotettavia ja ne pitää ottaa huomioon tämän tekniikan käyttöönotossa.

4.2.2 Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostavuus eri toimialoilla



Kuvio 6. Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostavuus toimialoittain (n=21).

Virtuaalivaluuttaan liittyvien sovellusten kiinnostavuus toimialoittain tarkasteluna on esitetty kuviossa 6. Virtuaalivaluuttaan liittyvien sovellusten voidaan katsoa olevan vähemmän kiinnostavia kuin muiden lohkoketjusovellusten kaikilla toimialoilla. Toimialoista teollisuus on näistäkin sovelluskohteista kiinnostunein. Majoitus- ja ravitsemisalalla

erittäin kiinnostuneiden osuus on huomattavasti suurempi kuin muilla toimialoilla. Tältä toimialalta vastauksia oli kaksi, kummatkin ilmoittivat kuulleensa virtuaalivaluutta termin usein. Mielenkiintoista on, että heidän mielikuvansa virtuaalivaluutasta ovat erittäin negatiivinen ja ei osaa sanoa. Tästä huolimatta moni sovelluskohde ilmoitettiin erittäin mielenkiintoiseksi. Kiinnostaviksi kohteiksi oli mainittu muun muassa omaisuuden luotettava osto, edulliset ja nopeat maksut sekä sähköön ostamiseen ja myymiseen liittyvät sovellukset.

4.2.3 Yhteenveto eri toimialoilla

Toimialoista teollisuusalalla on suurin kiinnostus hajautetun tietokannan sovelluksiin. Tämä on ymmärrettävää, koska usein teollisuuden alan yrityksillä on monimutkaiset toimitusketjut ja logistiikka. Useat sovellukset helpottavat ja tehostavat nimenomaan toimitusketjuja ja logistiikkaa. Muita aloja, joissa on kiinnostusta ovat maa- ja metsätalous ja vähittäiskauppa. Myös näillä aloilla on erilaisia toimitusketjuja myytäessä tuotteita asiakkaille tai ostettaessa tuotteita.

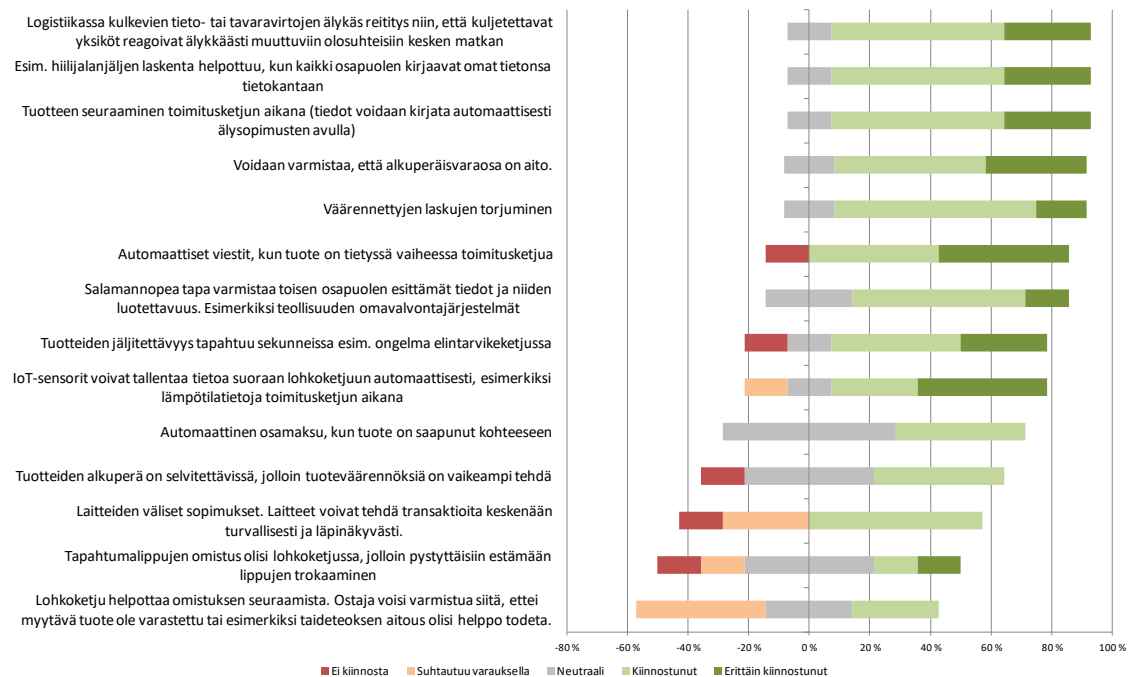
4.3 Kiinnostavuus yritysten toimintatapojen mukaan

Yritysten toiminnasta kysyttiin tekevätkö ne ulkomaan kauppaa, käyttäkö alihankkijoita, ostaako sopimustoimittajilta, myykö perille toimitettuna ja myykö palvelua. Näiden yritysten toimintaa kuvaavista asioista on valittu tarkasteluun ulkomaankauppaa käyvät yritykset ja palvelua myyvät yritykset erillisinä kohteina. Lisäksi on tarkasteltu sellaisia yrityksiä, jotka käyttävät alihankkijoita, ostavat sopimustoimittajilta tai myyvät tuotteita perille toimitettuna. Näiden yritysten logistiikalta vaaditaan saman tyyppisiä asioita. Neljäntenä tarkasteluryhmänä on otettu yritykset, jotka eivät käy ulkomaankauppaa, eivät käytä alihankkijoita, eivät osta sopimustoimittajilta eivätkä myy tuotteita perille toimitettuna. Tällaiset yritykset myyvät palvelua eikä niiden tarvitse hallita monimutkaisia logistiikkaketjuja.

Vastaajille esitettiin yhteensä 25 erilaista lohkoketjutekniikan mahdollistamaa sovellusta ja kysyttiin niiden kiinnostavuuden astetta. Valittavana oli seuraavat vaihtoehdot: ei kiinnosta, suhtautuu varauksella, neutraali, kiinnostunut ja erittäin kiinnostunut. Sovelluskohtaisesti laskettiin prosentuaalinen osuus kiinnostuksen asteesta, joka esitettiin kuvioina. Kuvioissa sovellukset järjestettiin kiinnostavuuden perusteella laskevasti. So-

vellukset jaettiin kahteen osaan hajautetun tietokannan sovelluksiin ja virtuaalivaluuttasovelluksiin, joista kummastakin tehtiin omat kuviot.

4.3.1 Kiinnostavuus ulkomaankauppaa tekevillä yrityksillä



Kuvio 7. Hajautetun tietokannan ja lohkoketjujen sovelluskohteiden kiinnostavuus ulkomaankauppaa käyvillä yrityksillä (n=7).

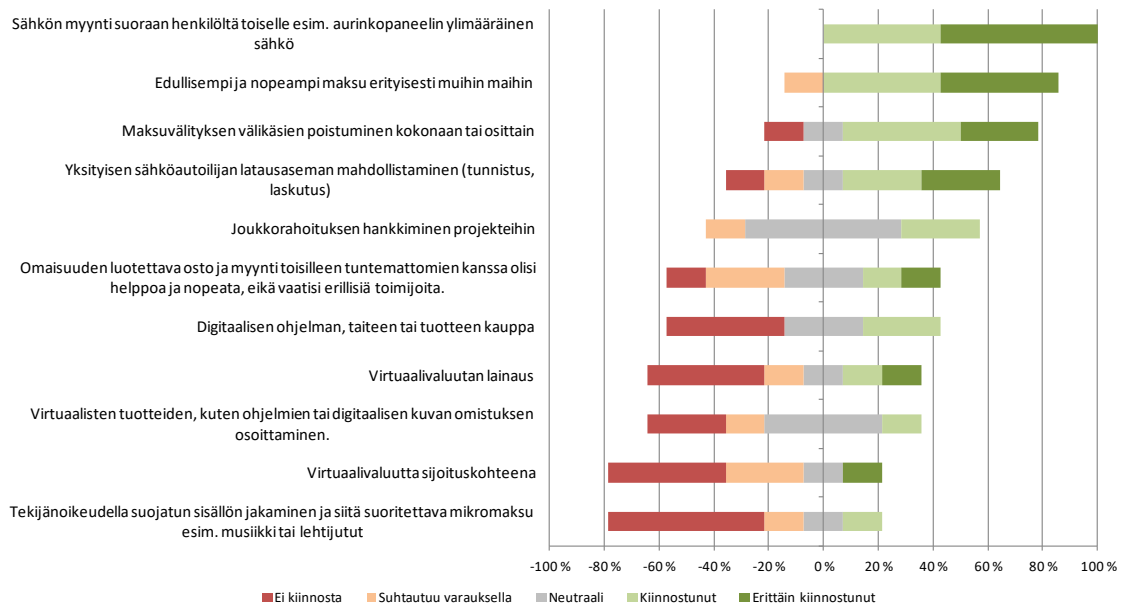
Ulkomaankauppaa ilmoitti tekevänsä seitsemän yritystä. Kuviossa 7 on esitetty ulkomaankauppaa käyvien yritysten vastaukset hajautetun tietokannan ja lohkoketjusovellusten osalta järjestettynä kiinnostavuuden mukaan. Kiinnostus tämän kaltaisen toiminnan omaavilla yrityksillä on korkea. Kiinnostavimmaksi kohteeksi tuli varaosan aitouden varmistaminen. Kyseessä voi olla myytäviin tuotteisiin asennettavat osat tai tuotannossa käytettyjen laitteiden varaosat. On tärkeätä, että asiakkaille toimitettavat tuotteet ovat laadukkaita kaikilta osin. Myös tuotannossa käytettävien laitteiden tulee toimia luotettavasti, jotta toimitukset saadaan toimitettua sovitusti.

Lähes yhtä kiinnostaviksi katsottiin logistiikan älykäs reititys ja tuotteen seuraaminen toimitusketjun aikana. Nämä ovatkin varsinkin ulkomaille toimitettaessa tai sieltä hankittaessa tärkeitä sovelluskohteita. Yrityksen toiminnassa oleellista on toimituksen seuranta ja niiden mahdollisimman sujuva logistiikka. Hiilijalanjäljen laskenta on nykyään

tullut tärkeäksi osaksi yritysten toimintaa, kun ympäristöasioihin kiinnitetään yhä enemmän huomiota. Yrityksillä on varmasti haasteita saada selville kaikkien käyttämiensä osien hiilijalanjälki. Laskeminen vie varmasti paljon aikaa ja resursseja, siksi tähän haluttaisiin varmasti helpotusta.

Huomattavan määrän erittäin kiinnostuneita on myös sovelluskohteessa, jossa IoT sensorit tallettavat tietoja lohkoketjuun. Esimerkiksi kylmäkuljetuksissa on oleellista, ettei lämpötila toimituksen aikana nouse liian korkeaksi. Olisi varmasti tärkeää todentaa lämpötilan muutokset toimitusketjun aikana.

Kaiken kaikkiaan kiinnostuneimpia oltiin logistiikkaan liittyviin sovelluksiin, vähemmän kiinnostuneita omistukseen ja maksuihin liittyviin sovelluksiin. Älykkäisiin sopimuksiin liittyvä automaattinen osamaksu sai huomattavan neutraalit vastaukset. Oletettavasti tästä ei tiedetä tarpeeksi, jotta voitaisiin sanoa sen kiinnostavuudesta. Suurin syy kiinnostukseen mainittiin tehokkuuden lisääntyminen. Seuraavaksi eniten mainittuja syitä olivat asioiden nopeutuminen, jäljitettävyyden paraneminen ja vähemmän inhimillisiä virheitä kohdat. Myös reaaliaikainen jäljitettävyys, läpinäkyvyys ja kustannussäästöt mainittiin vastauksissa kiinnostuksen syiksi. Suurimmaksi kiinnostamattomuuden syyksi katsottiin tarvittavien partnerien puute. Kumppanit, jotka käyttävät samaa tekniikkaa ovatkin tärkeitä. Näin saavutettaisiin synergiahyödyt ja kustannukset jäisivät pienemmiksi. Kustannusten suuruutta epäiltiin jonkin verran vastausten perusteella. Tiedon puute katsottiin kiinnostamattomuuden syyksi kahdessa yrityksessä. Saman verran mainittiin huoli yksityisyydestä ja tietoturvasta.



Kuvio 8. Virtuaalivaluutan sovelluskohteiden kiinnostavuus ulkomaankauppaa käyvillä yrityksillä. (n=7)

Virtuaalivaluuttoihin liittyviin sovelluskohteisiin tuli suurempi hajonta kiinnostuksen mukaan (kuvio 8). Suurin kiinnostus oli sähkön myyntiin suoraan asiakkaalta toiselle. Tällainen mahdollisuus olisi todella toivottua, jotta asennettaville aurinkopaneeleille saisi suuremman hyödyn. Laajaa kiinnostusta sai myös edullisempi ja nopeampi maksu. Tämän voikin olettaa kiinnostavan ulkomaan kauppaa käyviä yrityksiä. Oletettavasti maksut eivät kulje riittävän hyvin kaikkiin maihin, koska tästä oltiin kiinnostuneita.

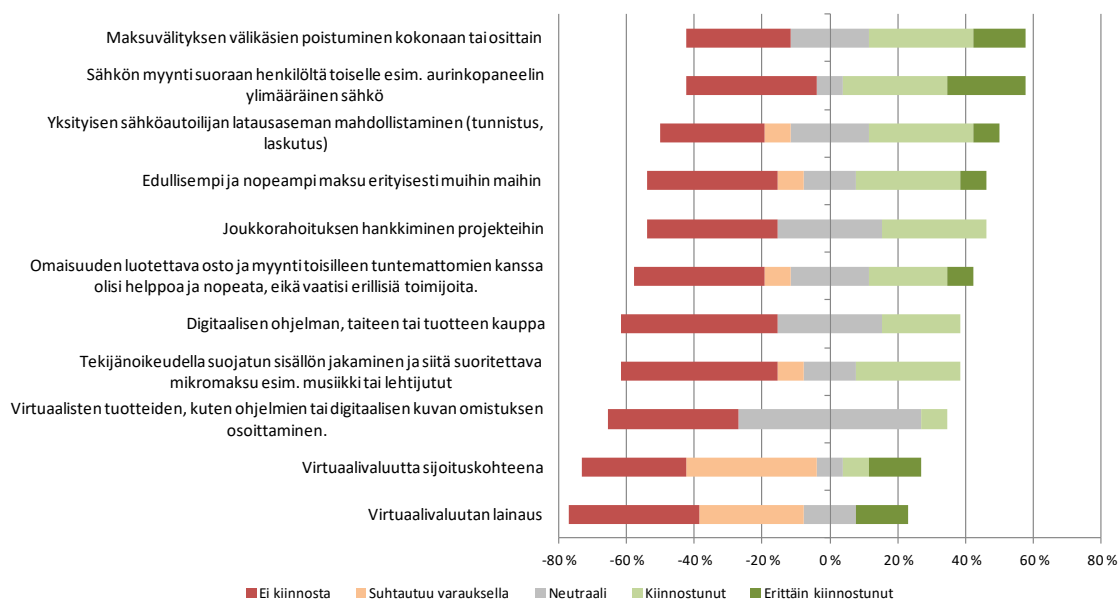
4.3.2 Kiinnostavuus palvelua myyvillä yrityksillä

Palvelua myyviä yrityksiä kyselyssä oli 13 kappaletta, näiden yritysten kiinnostus eri hajautetun tietokannan sovelluksiin on esitetty kuviossa 9. Palvelua myyvillä yrityksillä kiinnostuneisuus on huomattavasti pienempää kuin ulkomaan kauppaa käyvillä yrityksillä. Kiinnostavin sovelluskohde hajautettujen tietokantojen alalla on väärennetyjen laskujen torjuminen.



Kuvio 9. Lohkoketjujen ja hajautettujen tietokantasovellusten kiinnostavuus palvelua myyvillä yrityksillä (n=13).

Kiinnostava kohde on myös alkuperäisvaraosan aitouden todistaminen, lisäksi erittäin kiinnostuneita oltiin hiilijalanjäljen laskentasovellusten osalta. Palvelua myyvillä yrityksillä toiminta poikkeaa huomattavasti ulkomaankauppaa käyvistä yrityksistä myytävien tuotteiden toimitusten osalta. Tämän takia kiinnostavien kohteiden joukossa ei ole logistiikkaan liittyviä asioita, palvelun toimittamisessa asiakkaalle ei tarvita toimitusketjua. Väärennetyt laskut kuitenkin huollettavat myös palvelua myyviä yrityksiä. Palvelua tuottavat yritykset tarvitsevat toiminnassaan luotettavia laitteita, tästä syystä varaosien aitoudesta ollaan kiinnostuneita. Perusteluina kiinnostavuudelle olivat asioiden nopeutuminen ja vähemmän inhimillisiä virheitä. Myös tehokkuuden lisääntyminen, jäljitettävyyden ja läpinäkyvyyden ilmoitettiin. Selkeästi suurin kiinnostamattomuuden syyksi ilmoitettiin ettei tiedä tarpeeksi hajautetuista tietokannoista. Toisena suurena ongelmana koettiin uuden tekniikan käyttöönoton vaikeus. Lisäksi valittiin syyksi tietoturva ja datan yksityisyys huolettaa kohdat.



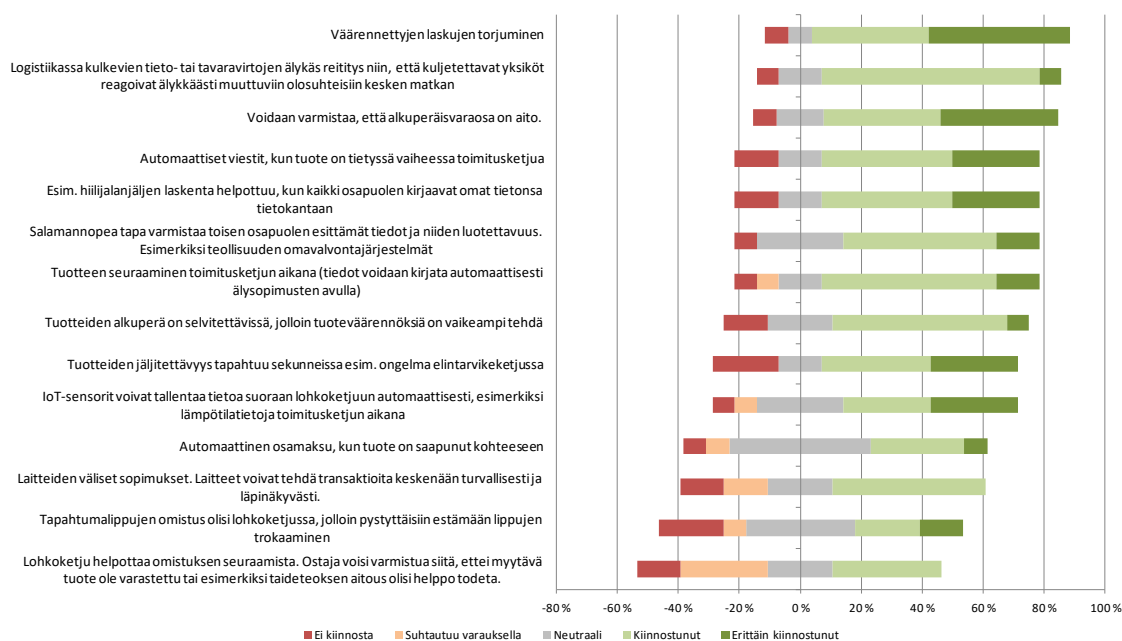
Kuvio 10. Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostavuus palvelua myyvillä yrityksillä (n=13).

Kuviossa 10. on esitetty virtuaalivaluuttoihin liittyvien sovellusten kiinnostavuusvalinnat palvelua tuottavilla yrityksillä. Vielä vähemmän kiinnostuneita palvelua myyvät yritykset olivat virtuaalivaluuttaan liittyviin sovellutuskohteisiin. Jonkun verran kiinnostusta löytyi sähkön suoramyyntin ja yksityiseen sähköautojen latausasemiin. Myös maksuvälityksen välikäsien poistuminen kiinnosti jonkun verran. Välikäsien poistuminen oli selkeästi suurin syy miksi virtuaalivaluuttasovelluksista oltiin kiinnostuneita. Nopeuttaa kaupankäyntiä ja kustannussäästöt olivat seuraavina kiinnostuksen syinä. Kiinnostamattomuuteen olivat syinä huoli tietoturvassa ja tiedon puute sekä uuden tekniikan käyttöönoton vaikeus. Huomataan selkeästi, ettei palvelua tuottaville yrityksille ole niin luontevia hyödyllisiä sovelluskohteita. Mahdolliset hyödyt nähdään lähinnä maksuliikenteen tehostumisessa.

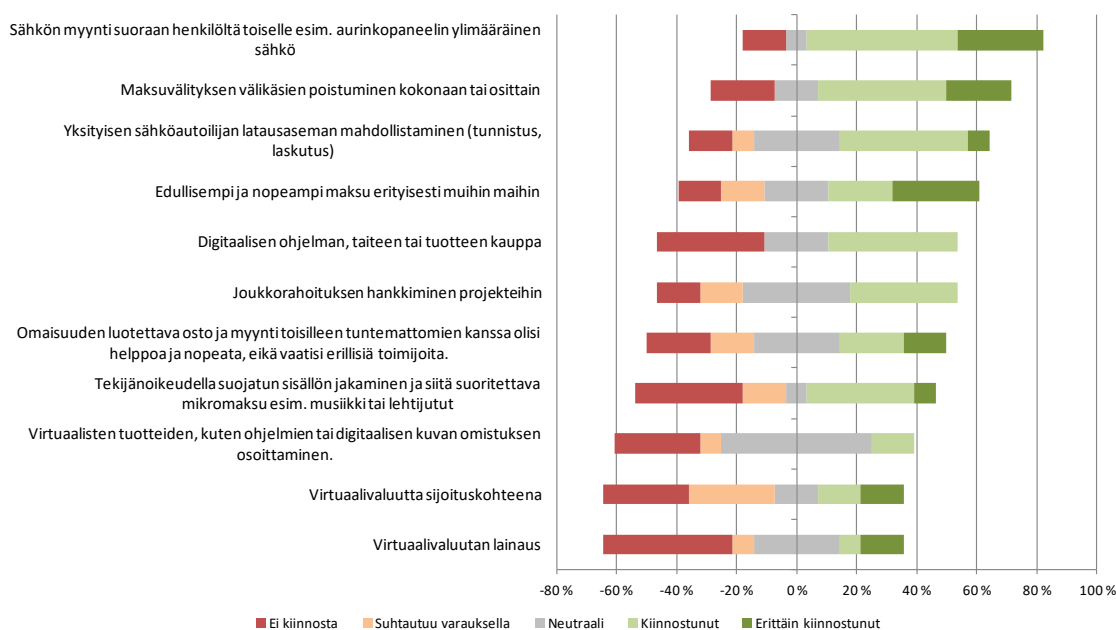
4.3.3 Kiinnostavuus alihankkijoita, sopimustoimittajia tai tuotteita perille toimittavien tekevillä yrityksillä

Yrityksiä, joilla on alihankkijoita, sopimustoimittajia tai myyvät tuotteita perille toimitettuina oli 14 kappaletta. Tällaisilla yrityksillä kiinnostavuus oli suurempaa kuin palvelua tuottavilla yrityksillä, mutta pienempää kuin ulkomaankauppaa käyvillä yrityksillä. Kiinnostavimmaksi sovelluskohteeksi nousi väärennettyjen laskujen torjuminen (kuvio 11). Alkuperäisvaraosien aitouden varmistaminen oli seuraavana. Kiinnostuneita oltiin myös

logistiikkaan liittyvistä sovelluskohteista ja hiilijalanjäljen laskennasta. Omistukseen ja maksuihin liittyviin sovelluksiin oltiin vähemmän kiinnostuneita. Kiinnostuksen perusteina yleisin (8) oli tehokkuuden lisääntyminen ja nopeuttaa asioita (5). Vähemmän inhimillisiä virheitä ilmoitti 6 vastaajaa. Kiinnostamattomuuteen vaikutti eniten tiedon puute. Muita esitettyjä huolia olivat yksityisyys ja tietoturva sekä usko että kustannukset ovat suuret ja tekniikka on vaikea ottaa käyttöön. Tarvittavien partnerien puute mainittiin myös useassa vastauksessa.



Kuvio 11. Hajautettujen ja lohkoketjusovellusten kiinnostavuus yrityksillä, joilla on alihankkijoita, sopimustoimittajia tai myyvät perille toimitettuna (n=14).



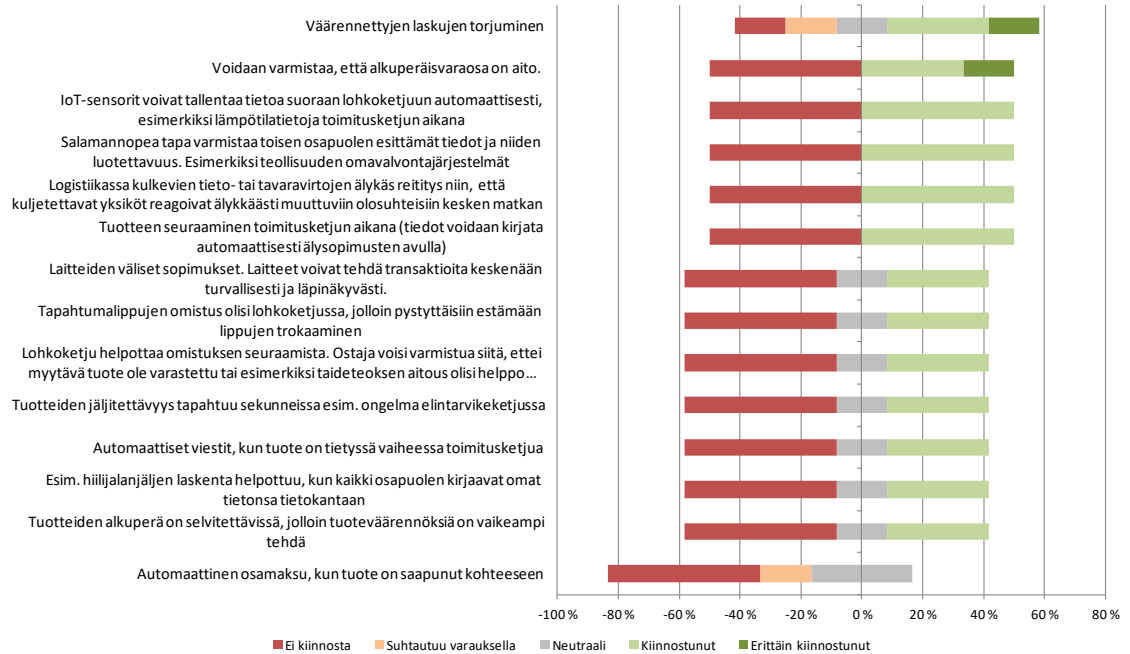
Kuvio 12. Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostavuus yrityksillä, joilla on alihankkijoita, sopimustoimittajia tai myyvät perille toimitettuna (n=14)

Kuviossa 12 on esitetty vastaavien yritysten kiinnostuneisuus virtuaalivaluuttoihin liittyviin sovelluksiin. Kiinnostuneimpia oltiin sähkön suoramyynnistä. Yli 20% oli myös erittäin kiinnostunut edullisemmista ja nopeammista maksuista erityisesti muihin maihin. Yleisempänä kiinnostuksen perusteluna oli nopeuttaa kaupankäyntiä, seuraavana olivat tehokkuus lisääntyä ja välikäsien poistuminen. Tietoturva huoletti kahdeksaa vastaajaa, seitsemän ilmoitti kiinnostuksen puutteen johtuvan virtuaalirahan suurista hinnan vaihteluista.

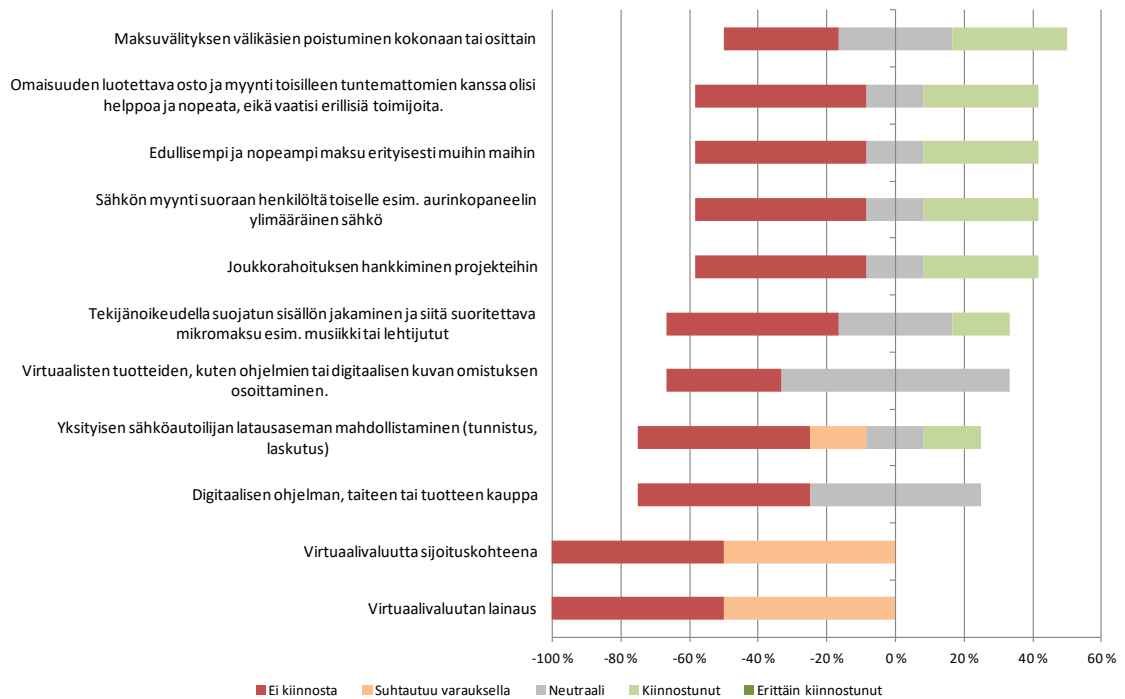
4.3.4 Kiinnostavuus ei ole alihankkijoita, sopimustoimittajia tai tuotteita perille toimittavien tekevillä yrityksillä

Poimittaessa tarkasteluun yritykset, joilla ei ole ulkomaankauppaa, alihankkijoita, sopimustoimittajia eivätkä toimita tuotteita perille jää jäljelle kuusi yritystä. Näiden yritysten todettiin myyvän palvelua ja niiden lohkokejtusovellusten kiinnostavuus on esitetty kuviossa 13. Kuvioista havaitaan "ei kiinnostu" vaihtoehdon valitsijoiden huomattavan suuri määrä. Vain yksi vastaajista on ollut erittäin kiinnostunut väärennetyjen laskujen torjunnasta ja alkuperäisvaraosien aitouden varmistamisesta. Vastaajat olivat maininneet kiinnostavuuden syiksi tehokkuuden, nopeuden, jäljitettävyyden ja tietojen muuttumattomuuden. Vastaukset hajaantuivat usealle syyille ja selkeätä perustelua ei nous-

sut esille. Sen sijaan kiinnostamattomuuteen kaikki vastanneet valitsivat etteivät tiedä tekniikasta tarpeeksi. Lisäksi usea valitsi uuden tekniikan käyttöönoton vaikeuden.



Kuvio 13. Hajautettujen ja lohkoketjusovellusten kiinnostavuus yrityksillä, joilla ei ole alihankkijoita, ei sopimustoimittajia tai eivät myyvät perille toimitettuna eikä ole ulkomaankauppaa (n=6).



Kuvio 14. Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostavuus yrityksillä, joilla ei ole alihankkijoita, ei sopimustoimittajia tai eivät myyvät perille toimitettuna eikä ole ulkomaankauppaa (n=6).

Kuviosta 14 nähdään vielä pienempi kiinnostus virtuaalivaluuttasovelluksia kohtaan. Virtuaalivaluutta sijoituskohteena ja lainaus sovelluksille ilmoitettiin täysin negatiivinen kiinnostus. Kiinnostuksen perusteluna oli selkeästi välikäsien poistuminen. Kiinnostamattomuuden perusteluina olivat mahdollinen rikollinen toiminta, käyttöönoton vaikeus ja tiedon puute. Tutkittaessa vastaajien mielikuvaa virtuaalivaluutta termistä havaitaan, että kaikki valitsivat joko negatiivisen tai neutraalin valinnan. Kaikki vastaajat olivat nähneet tai kuulleet termin usein.

4.3.5 Yhteenveto toimintatapojen mukaan

Vertailtaessa yrityksiä niiden toimintatapojen mukaan havaitaan suurin kiinnostus ulkomaankauppaa käyvien yritysten osalta. Tämä on ymmärrettävää, koska näillä yrityksillä on usein monimutkaiset toimitusketjut ja logistiikkaan osallistuu usea toimija. Tällöin olisi yritysten kannalta hyvä jos toimitusketjujen hallintaan löytyisi tehokkaampia tapoja. Maksujen välitys ulkomaille, varsinkin ei euromaihin on usein monimutkaista. Ulkomaankauppaa käyvät yritykset hakevatkin toimintaan tehokkuutta ja kustannusten

pienentämistä. Seuraavaksi kiinnostavampia olivat yritykset, jotka käyttivät alihankkijoi-
ta, sopimustoimittajia tai myyvät tuotteita perille toimitettuina. Näitä yrityksiä vastaajista
oli 14. Perustelut kiinnostukselle ovat vastaavat kuin ulkomaankauppaa käyvilläkin yri-
tyksillä, koska myös nämä yritykset tarvitsevat tehokasta logistiikkaa. Huomioitavaa on
myös se, että tähän ryhmään kuuluivat lähes kaikki (6/7) ulkomaankauppaa käyvistä
yrityksistä. Kolmantena kiinnostuneisuuden mukaan on palvelua myyvät yritykset. Näil-
lä yrityksillä on yleensä vähemmän toimitusketjuihin ja logistiikkaan liittyviä toimintoja.

4.4 Kiinnostavuuden perusteluita

Kyselyssä kysyttiin perusteluita sovellusten kiinnostavuuteen ja kiinnostamattomuus-
teen. Perusteluita kysyttiin erikseen hajautettujen tietokantasovellusten ja virtuaaliva-
luuttasovellusten osalta. Kummassakin osiossa sai valita enintään kolme asiaa, jotka
vaikuttivat vastaajan mielestä kiinnostavuuteen. Kiinnostavuuden perusteluita kysyttiin
erikseen, koska sovellusten ominaisuudet eroavat toisistaan.

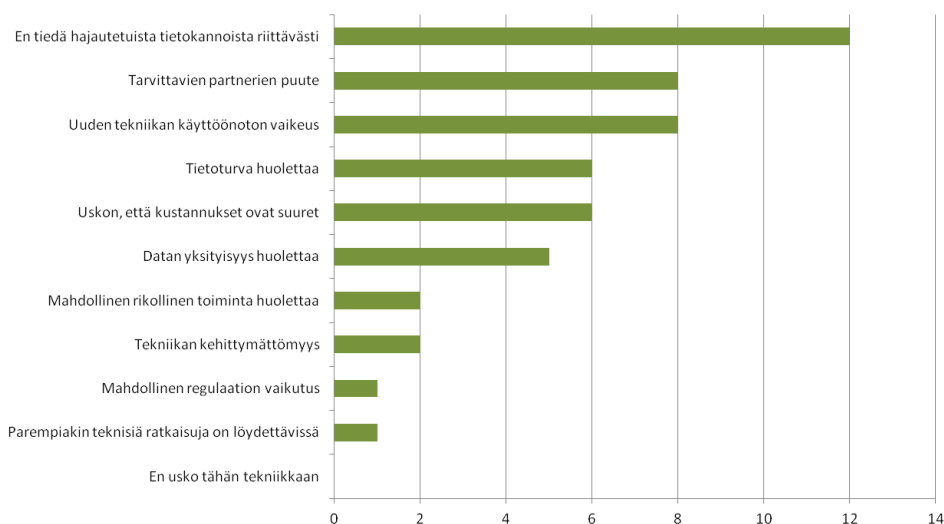


Kuvio 15. Hajautettujen tietokantasovellusten kiinnostavuuden perustelut.

Hajautettujen tietokantasovellusten kiinnostavuuden suurimmaksi perusteluksi ilmoitet-
tiin tehokkuuden lisääntyminen, jonka kohdan valitsi 10 vastaajaa (Kuvio 15). Tehok-
kuuden lisääntymiseen ovat läheisesti tekemisissä myös valintoja saaneet kohdat "no-
peuttaa asioita" ja "usko kustannussäästöihin". Toiseksi eniten valittiin kohta "vähem-
män inhimillisiä virheitä", kohdan valitsi 9 yritystä. Tähän vaikuttaa oletettavasti se, että
laitteet voivat kirjoittaa automaattisesti tietoja ja tietojen kopiointin väheneminen järjes-

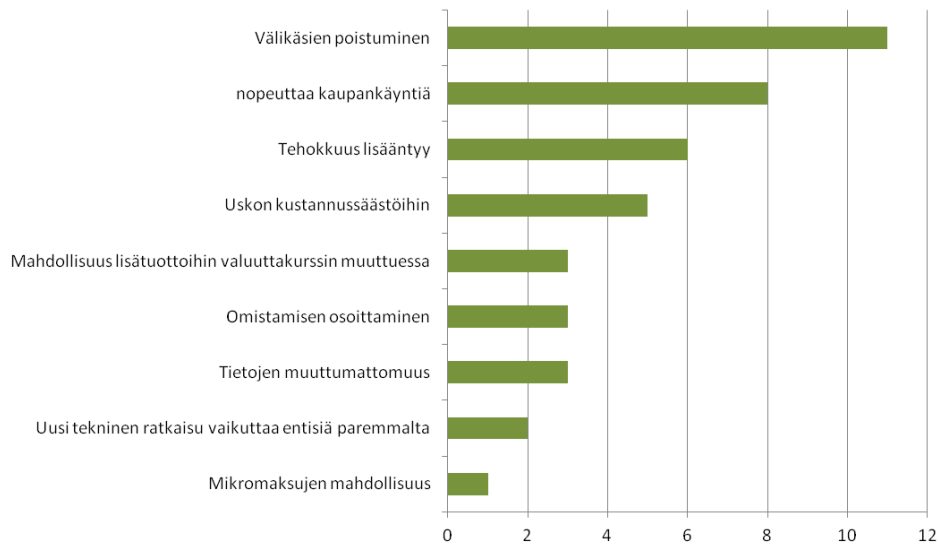
telmästä toiseen. Lohkoketjun perusominaisuuksiin kuuluvat ominaisuudet, kuten "reaaliaikainen jäljitettävyys ja tietojen päivitys", "tietojen muuttumattomuus" ja "läpinäkyvyys" vaikuttivat myös kiinnostavuuteen. Otan innolla uusia tekniikoita käyttöön kohtaa ei valinnut yksikään vastaaja. Tästä voidaan päätellä, että jotakin hyötyä pitää olla nähtävissä muuten eivät yritykset muuta toimintojaan.

Hajautettujen tietokantasovellusten kiinnostamattomuuden perustelut on esitetty kuviossa 16. Eniten valintoja 12 kappaletta sai kohta "en tiedä hajautetuista tietokannoista tarpeeksi". Seuraavina ongelmina nähtiin kohdat "tarvittavien partnerien puute" ja "uuden tekniikan käyttöönoton vaikeus". Partnerien puute vaikeuttaa käyttöönottoa, kuten myös seuraavana oleva huoli tietoturvasta. Kuusi vastaajaa uskoi kustannusten olevan suuria. Kaiken kaikkiaan ongelmina katsottiin olevan tiedon puute ja usko siihen, että uusi tekniikka on vaikea ja kallis ottaa käyttöön.



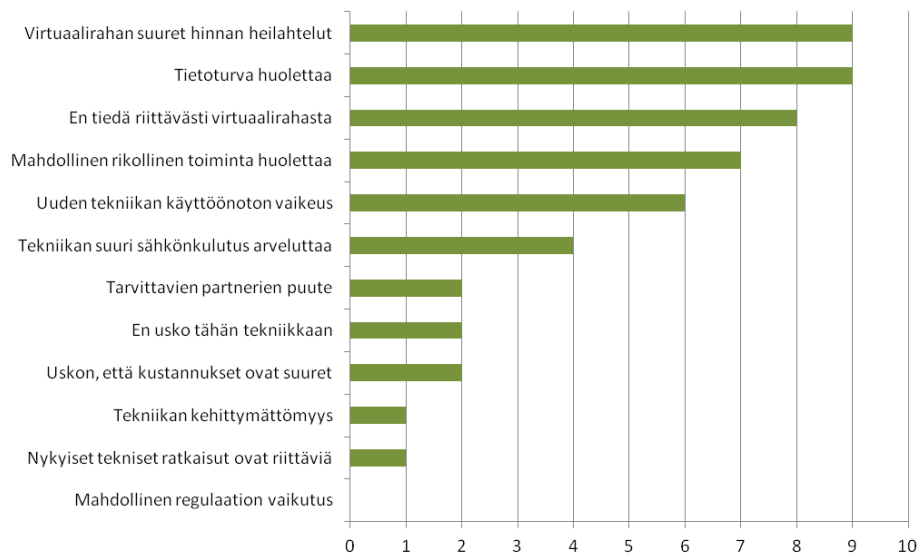
Kuvio 16. Hajautettujen tietokantasovellusten kiinnostamattomuuden perustelut.

Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostavuuteen vaikutti eniten välikäsien poistuminen, jonka valitsi 11 vastaajaa (Kuvio 17). Seuraavina tulevat toiminnan tehokkuuteen liittyvät kohdat: "nopeuttaa kaupankäyntiä", "tehokkuus lisääntyy" ja "usko kustannussäästöihin".



Kuvio 17. Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostavuuden perustelut.

Suurimmat huolenaiheet virtuaalivaluuttasovellusten osalta on esitetty kuviossa 18. Hinnan vaihtelut ja tietoturva katsotaan suurimmiksi ongelmiksi. Myös virtuaalivaluuttasovelluksilla tiedon puute katsottiin ongelmaksi. Suuren sähkön kulutuksen ilmoitti vain neljä vastaajaa, vaikka tämä ongelma on julkisuudessa saanut paljon huomiota.

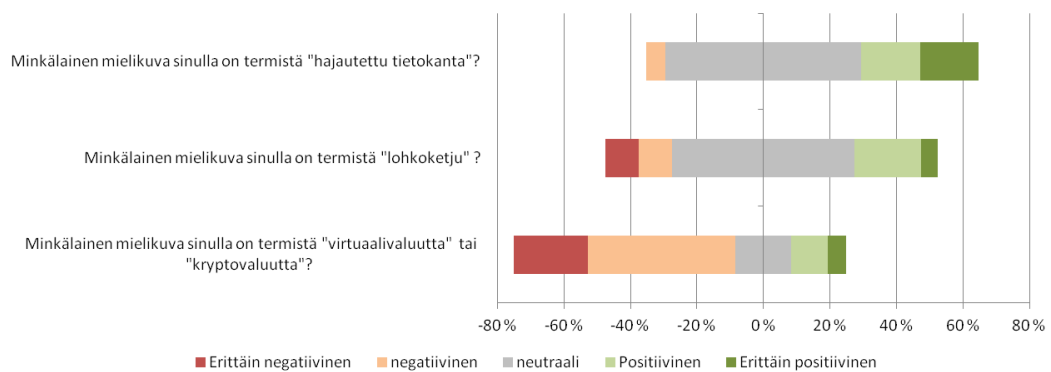


Kuvio 18. Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostamattomuuden perustelut.

4.5 Termien mielikuvat

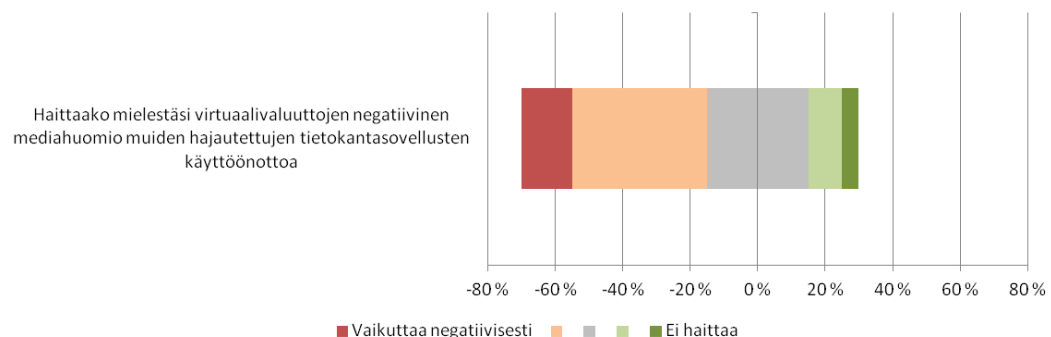
Termien "hajautettu tietokanta", "lohkoketju" ja "virtuaalivaluutta" vastaajissa aiheuttama mielikuvaa tutkittiin kolmessa eri kysymyksessä. Kysymykset olivat aina osioiden alussa. Vastaukset termien mielikuvista on esitetty kuviossa 19.

Kuviosta selviää, että "hajautettu tietokanta" termillä on kysytyistä positiivisin mielikuva. Positiivisen arvion antoi 6 vastaajaa eli 35 % (n=17) ja erittäin negatiiviseksi ei arvioinut yksikään vastaaja. Virtuaalivaluutan mielikuva on selkeästi negatiivisempi kuin lohkoketjun tai hajautetun tietokannan.



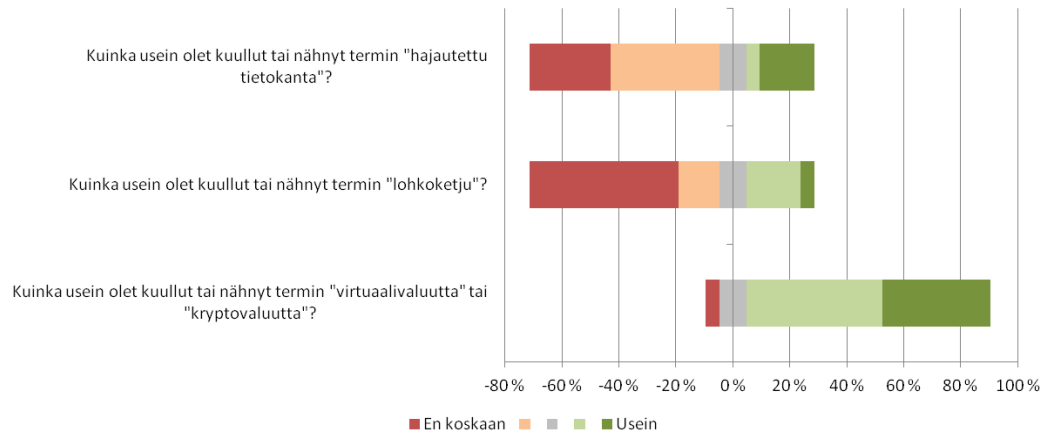
Kuvio 19. Termien mielikuvat.

Kyselyssä kysyttiin myös vastaajien omaa käsitystä siihen vaikuttaako virtuaalivaluuttojen negatiivinen mediahuomio muiden lohkoketjusovellusten käyttöönottoon. Tulokset on esitetty kuviossa 20. Kuviosta havaitaan, että selkeän enemmistön mukaan vaikutus on negatiivinen.



Kuvio 20. Virtuaalivaluuttojen negatiivisen mediahuomion vaikutusarvio.

Termien tunnettuutta kysyttiin eri osioiden alussa. Vastaukset on esitetty kuviossa 21. Vastauksista havaitaan, että "virtuaalivaluutta" termin on nähnyt tai kuullut lähes kaikki vastaajat. Vähiten tunnettu on termi "lohkoketju", jota puolet vastaajista ei ollut kuullut tai nähnyt koskaan.



Kuvio 21. Termien tunnettuus.

5 POHDINTA

5.1 Luotettavuus

Tutkimuksessa lähetettiin kysely sähköpostilla yli 700 PK-yritykselle Laitilan, Pyhärannan ja Uudenkaupungin alueille. Kysely lähetettiin yrittäjäyhdistysten jäsenrekisterin mukaan. Vastaajien määrä jäi pieneksi. Syynä tähän oli korona-ajan suuri kyselyiden määrä yrityksille. Eri tahot halusivat tietoa koronan vaikutuksesta yrityksiin. Lisäksi korona aiheutti varmasti stressiä yrittäjille ja resurssit eivät riittäneet ylimääräisille töille.

Kyselyn kysymykset olivat ymmärrettäviä myös henkilöille, jotka eivät tunne tekniikkaa ja kysymysten avulla saatiin selville se mitä haluttiin. Tutkimuskysymysten vastaamiseen vaadittava tieto oli kysymysten avulla selvitettävissä. Vastaajista suuri osa toimi yrityksessä toimitusjohtajana, joten vastausten laatu on varmaankin hyvä. Vastaajat tietävät yrityksen tarpeet hyvin.

Suurimpana luotettavuusongelmana opinnäytetyössä on kyselyssä saatujen vastausten vähyyys. Luokiteltaessa vastauksia toimialojen mukaan teollisuusosalalla toimi 4 vastaajaa ja seuraavina suurimpina oli kolmen vastaajan ryhmät. Nämä määrät ovat niin pieniä, että toimialaluokittelun mukaan tehtyjä päätelmiä voidaan pitää lähinnä suuntaa antavina. Sen sijaan työn kannalta tärkeämpänä pidettävään luokitukseen yritysten toimintatapojen mukaan saatiin suuremmat vastaajaryhmät. Varsinkin ryhmään "käyttää alihankkijoita, käyttää sopimustoimittajia tai myy perille toimitettuna" saatiin 14 vastaajan tiedot. Ryhmään "palvelua tuottavat yritykset" vastauksia saatiin 13 kappaletta. Näiden määrien perusteella tehtäviä päätelmiä voi pitää jo kohtuullisen luotettavina.

Lähteinä on käytetty pääasiassa tieteellisiä vertaisarvioituja lähteitä. Joissakin teknisissä asioissa lähteenä on kyseisen tekniikan kehittäjän tai ylläpitäjän internetissä löydettävissä olevat tekstit, joita pidän myös luotettavina. Lähteiksi on valittu mahdollisimman uudet. Vuosina 2017-2019 innostus lohkoketjutekniikkaan oli suurinta. Sen aikaisia tulevaisuuden sovellusmahdollisuuksia käsitteleviin teksteihin on syytä suhtautua varauksella, koska silloin uskottiin liian sokeasti tuleviin mahdollisuuksiin eikä käyttöönotossa esiin tulevia vastoinkäymisiä ollut vielä kohdattu. Sen sijaan tekniikasta itsestään kertovat tekstit ovat luotettavia kirjoitusajankohdasta riippumatta. Käytetyt lähteet ovat kaiken kaikkiaan luotettavia.

5.2 Lohkoketjutekniikan kiinnostavuus

Tutkimuskysymykseen kiinnostavatko hajautetun tietokannan tulevat sovellukset PK-yrityksiä pyrittiin saamaan vastaus esittämällä vastaajille yhteensä 25 erilaista lohkoketjutekniikan mahdollistamaa sovellusta ja kysymällä niiden kiinnostavuuden astetta. Valittavana oli seuraavat vaihtoehdot: ei kiinnosta, suhtautuu varauksella, neutraali, kiinnostunut ja erittäin kiinnostunut. Sovelluskohtaisesti laskettiin prosentuaalinen osuus kiinnostuksen asteesta, jotka esitettiin kuvioina. Kuvioita esitettiin luokiteltuna toimialojen ja yritysten toimintatapojen mukaan. Toimialaluokittelussa luokkien koot jäivät pieniksi. Toimialaluokittelun perusteella voidaan sanoa, että teollisuustoimialalla kiinnostus sovelluksia kohtaan oli suurinta. Tämä on ymmärrettävää, koska teollisuudessa toimitusketjut ja logistiikka on yleensä monimutkaisempaa, jolloin mahdolliset hyödyt ovat suurempia.

Toiminnan mukaan yritykset luokiteltiin kolmeen luokkaan: ulkomaankauppaa tekeviin, palvelua tuottaviin ja yrityksiin, jotka käyttävät sopimustoimittajia tai alihankkijoita tai myyvät tuotteita perille toimitettuina. Ulkomaankauppaa tekevillä havaittiin suurin kiinnostus sovelluksia kohtaan. Erittäin kiinnostuneita oltiin toimitusketjuihin ja logistiikkaan liittyviin sovelluksiin. Vähemmän kiinnostuneita oltiin omistukseen liittyviin sovelluksiin. Virtuaalivaluuttasovelluksien osalta kiinnostuneita oltiin sähkön suoramyynnistä ja maksuihin liittyvistä sovelluksista. Virtuaalivaluuttaan liittyvistä sijoituksista ja lainauksista ei oltu kiinnostuneita.

Toinen sovelluksista kiinnostuneiden ryhmä oli yritykset, joilla on alihankkijoita, sopimustoimittajia tai myyvät tuotteita perille toimitettuna. Kiinnostus tällä ryhmällä oli hie- man pienempää kuin ulkomaankauppaa käyvillä yrityksillä. Kiinnostuksen kohteet olivat vastaavat kuin ulkomaankauppaa käyvillä eli toimitusketjuihin ja logistiikkaan liittyvät sovellukset.

Palvelua tuottavat yritykset ovat huomattavasti vähemmän kiinnostuneita sovelluksista. Tämä nähdään erityisesti, kun tarkastellaan vain palvelua tuottavien yritysten ryhmää. Tämä ryhmä ei tutkimuksen perusteella ole kiinnostunut lohkoketjuihin tai virtuaalivaluuttoihin liittyvistä sovelluksista. Kiinnostuksen puute johtuu oletettavasti pienemmästä logistiikan ja toimitusketjujen tarpeesta.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että toimitusketjujen ja logistiikan monimutkaisuus vaikuttaa kiinnostavuuteen. Mitä monimutkaisemmat toimitusketjut sitä kiinnos-

tuneimpia yritykset sovelluksista ovat. Tämä on ymmärrettävää, koska suurimmat oletetut lohkoketjutekniikan hyödyt on saavutettavissa toimitusketjujen tehostumisena.

Kaikkien ryhmien osalta voi todeta, että virtuaalivaluuttasovelluksista oltiin vähemmän kiinnostuneita kuin muista lohkoketjutekniikkaan liittyvistä sovelluksista. Tähän on syytä virtuaalivaluutan suuret hinnan vaihtelut ja tietoturvahuolet, jotka vastauksissa kerrottiin suurimmiksi kiinnostamattomuuden perusteluiksi.

Suurimmaksi kiinnostuksen perusteluksi hajautettujen tietokantasovellusten osalta valittiin tehokkuuden lisääntyminen. Tehokkuuden parantuessa yritykset voivat keskittää resursseja muihin tehtäviin, kun tekniikka hoitaa automaattisesti esimerkiksi tietojen valvonta ja kirjaamisasiat. Valintojen mukaan uskotaan, että uuden tekniikan ansiosta syntyy vähemmän inhimillisiä virheitä. Tähän vaikuttaa oletettavasti tietojen automaattiset kirjaamiset lohkoketjuun, jolloin käsin kirjaaminen vähenee. Tuotteiden jäljitettävyys ja reaaliaikaiset tiedot olivat myös kiinnostuksen perusteluina. Ilmeisesti nykyiset järjestelmät eivät pysty tarjoamaan ratkaisua tähän. Nykyiset keskitetyt tietokannat ovat hyvin tehokkaita tiedon hallinnassa, mutta tällöin pitää etukäteen sopia tiedon käsittelyyn osallistuvat osapuolet. Yrityskohtaisesti pitää sopia kuka tietoja päivittää, tietojen julkisuus ja jonkin luotettavan tahon pitää hallita koko järjestelmää. Virtuaalivaluuttasovellusten kiinnostuksen suurin perustelu oli välikäsien poistuminen. Kiinnostavimpina sovelluskohteina oli sähkön suoramyynti ja yksityisen sähköauton latausaseman mahdollistuminen. Näissä kummassakin välikäsi poistuu, tuote ja maksu siirtyvät suoraan osapuolelta toiselle.

Tiedon puute oli vastausten perusteella suurin syy hajautettujen tietokantasovellusten kiinnostamattomuuteen. Usea valitsi perusteluksi tarvittavien partnerien puutteen ja uuden tekniikan käyttöönoton vaikeuden. Vastausten perusteella näyttää siltä, että tietoa tarvitaan huomattavasti enemmän ennen kuin sovelluksia otetaan käyttöön. PK-yritykset tarvitsevat myös partnereita, jotka ovat jo ottaneet lohkoketjutekniikan käyttöön. Tämän kokoluokan yritysten resurssit eivät riitä muiden toimitusketjun osapuolten opettamiseen, vaan ne tarvitsevat jo lähes valmiin infrastruktuurin johon liittyä mukaan. Virtuaalivaluuttasovellusten osalta kiinnostamattomuuteen eniten vaikuttivat virtuaalirahan suuret hinnan vaihtelut, tietoturvahuolet ja tiedon puute. Virtuaalivaluutan hinnanvaihtelut ovatkin suuri ongelma monilla sovellusalueilla, kuten lainoilla ja maksuilla. Jokainen virtuaalivaluutan käyttäjä joutuu itse huolehtimaan esimerkiksi salasanoista ja maksuista, koska ei ole kolmatta osapuolta joka voisi korjata virheet jälkikäteen.

Asennetta kysyttiin neljässä eri kysymyksessä. Kysyttiin mielikuvaa termeiltä hajautettu tietokanta, lohkoketju ja virtuaalivaluutta. Lisäksi kysyttiin vaikuttaako mielestäsi virtuaalivaluutan negatiivinen mediahuomio muihin lohkoketjutekniikan sovellusten käyttöönottoa. Virtuaalivaluutalla oli selkeästi negatiivinen mielikuva vastaajien keskuudessa. Tähän vaikuttaa oletettavasti median suhtautuminen, mediassa kirjoiteaan useammin Bitcoinista negatiivisemmin kuin lohkoketjusta (Sihvonen et al. 2020). Hajautetulla tietokannalla oli hieman positiivinen mielikuva ja lohkoketjulla neutraali. Noin 70% vastaajista vastasi virtuaalivaluuttojen negatiivisen huomion vaikuttavan negatiivisesti muihin sovelluksiin. Tämä asia pitää ottaa huomioon, jos aikoo markkinoida hajautetun tietokannan sovelluksia yrityksille.

Tutkimuskysymykseen kiinnostavatko hajautetun tietokannan sovellukset PK-yrityksiä voi vastata, että ne yritykset, jotka tarvitsevat monimutkaista toimitusketjua toiminnassaan ovat kiinnostuneita hajautetun tietokannan mahdollistamista sovelluksista. Käytönotettävien sovellusten tulee tuottaa hyötyä yritykselle tehokkuuden lisääntymisenä tai toimintojen helpottumisena ja parantumisena. Negatiivinen asenne ja mediahuomio virtuaalivaluuttoja kohtaan hidastaa jonkin verran muiden lohkoketjusovellusten käyttöönottoa. Lisäksi PK-yritykset tarvitsevat asianmukaista tietoa lohkoketjutekniikasta.

5.3 PK-yritysten valmius käyttöönottoon

Lohkoketjutekniikalla on useita etuja toimitusketjussa, kuten läpinäkyvyys, jäljitettävyyys ja seuranta. Tästä huolimatta vain harva kokeilussa olleet projektit ovat vakiintuneet käyttöön. Yksittäinen lohkoketjutekniikkaa käyttöönottava yritys ei saa suurta hyötyä. Suurempi hyöty saavutetaan, kun sidosryhmät ja muut arvoketjun kumppanit ottavat tekniikan käyttöön. Tarvitaan sidosryhmien kriittinen massa, jotta käyttöönotto kannattaa. (Sternberg & Hofmann 2020)

Sternberg & Hofmann (2020) toteavat tutkimuksessaan, että omaksumiseen vaikuttavat suhteellinen etu, monimutkaisuus ja yhteensopivuus. Käyttöönoton esteitä ovat nykyinen toimintakulttuuri, tarvittava luottamus, tietojen jakaminen, teknologinen valmius ja kustannukset. Lohkoketjutekniikkaan siirtyminen muuttaa yrityksen toimintatapoja, tietoja pitää jakaa ja luottaa uuteen tekniikkaan, jolloin syntyy kustannuksia. Tutkijat ehdottavat lohkoketjutekniikan käyttöönottoon positiivisena koettua hyötyä, ulkoista omaksumispainetta ja organisaation valmiutta. Suorana hyötynä on kustannussäästöt ja epäsuoria toiminnan tehostuminen, parantunut asiakaspalvelu ja lisääntynyt kilpailu-

kyky. Ulkoinen osallistumispaine voi tulla kilpailijoilta ja kauppakumppaneilta. Organisaation valmiudella tarkoitetaan taloudellisia resursseja ja teknistä valmiutta.

PK-yritysten osalta voi todeta, että moni käyttöönoton esteistä on olemassa. Käyttöönottoa puoltavia taas on vähän. Lohkoketjutekniikan käyttöönottaneita partnereita puuttuu, joten käyttöönoton joutuu tekemään ensimmäisten joukossa. Tällöin hyödyt jäävät huomattavasti pienemmiksi ja aloituskustannukset ovat suuret. Myöskään resursseja ei PK-yrityksissä ole riittävästi. Organisaatioilla ei ole valmiutta teknologisesti ja puuttuvan tiedon takia.

6 YHTEENVETO

Hajautetun tietokannan mahdollistamat sovellukset kiinnostavat PK-yrityksiä. Kiinnostuneimpia ovat ulkomaankauppaa harjoittavat yritykset ja yritykset, joilla on pitkät toimitusketjut tai monimutkainen logistiikka. Uusien sovellusten toivotaan tuovan kustannussäästöjä tehokkuuden parantuessa ja toimintojen helpottuessa.

Tällä hetkellä PK-yritysten on kuitenkin liian aikaista ottaa uusia lohkoketjusovelluksia käyttöön. Suurimpana syynä on tarvittavien samaa tekniikkaa käyttävien partnerien puute. Vaadittavaa uuden ekosysteemin kriittistä massaa ei ole vielä saavutettu. PK-yritysten resurssit eivät riitä uuden toimintatavan viemiseen muille yhteistyökumppaneille, vaan vaaditaan ensin isompien yritysten ottavan tekniikan käyttöön.

Monia suuria hyötyjä on mahdollista saavuttaa kunhan tekniikka saadaan standardoitua ja käyttö yleistymään. Mahdollisesti suurimmat edistysaskeleet tullaan näkemään IoT-tekniikan alalla. Esineiden internet on tällä hetkellä laajenemassa ja kehittymässä nopeasti. Verkkoon liitettävien laitteiden määrä kasvaa huimaa vauhtia ja ala on vasta kehittymässä, joten vakiintuneita käytäntöjä ei tarvitse muuttaa. Lohkoketjutekniikka ei vie liiketoimintaa perinteistä liiketoimintaa harjoittavilta yrityksiltä. Nykytekniikalla ei pystytä hallitsemaan tehokkaasti kaikkia verkkoon kytkettäviä laitteita eikä laskuttamaan niistä syntyviä pieniä mikromaksuja. Esineiden internetin ja mikromaksujen osalta olisi tilaa uudelle tutkimukselle ja uskon sillä alalla olevan helpointa aloittaa lohkoketjutekniikan laajamittainen käyttöönotto.

LÄHTEET

- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., McCallum, P. & Peacock, A. 2019. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and sustainable energy reviews*, 100, 143-174.
- Anwar, H. 2018. *Beginner's guide: What is Hashgraph? A Blockchain killer alternative*. 101 Blockchains. Viitattu 31.5.2022 <https://101blockchains.com/what-is-hashgraph/>
- Baliga, A. 2017. Understanding blockchain consensus models. *Persistent*, 4(1), 14.
- Cao, B., Zhang, Z., Feng, D., Zhang, S., Zhang, L., Peng, M. & Li, Y. 2020. Performance analysis and comparison of PoW, PoS and DAG based blockchains. *Digital Communications and Networks*, 6(4), 480-485. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.12.001>
- Chen, S., Rui, S., Zhuangyu, R., Yan, J., Yani, S. & Zhang, J. 2017. A Blockchain-based supply chain quality management framework. *The fourteenth IEEE international conference on e-business engineering*. DOI: 10.1109/ICEBE.2017.34
- Crosby, M., Nachiappan, Pattanayak, P., Verma, S. & Kalyanaraman, V. 2016. BlockChain Technology: Beyond Bitcoin. University of California Berkeley. *Applied Innovation Review Issue No. 2*
- Eerola, M., Viitala, J. & Alasaarela, M. 2019. Suomi tarvitsee kansallisen strategian arvon internetille. *Bering & Company*. Viitattu 18.10.2021 <https://www.beringcompany.com/arvoninternet>
- Ellis, S. Juels & A. Nazarov, S. 2017.Chainlink a decentralized oracle network. Viitattu 6.6.2022 <https://academy.bit2me.com/wp-content/uploads/2021/05/chainlink-whitepaper.pdf>
- Hallamaa, T. 2018. Lohkoketjut demokratisoivat internetin ja mullistavat maailman – mutta huomammeko mitään? *YLE uutiset*. Viitattu 3.10.2021 <https://yle.fi/uutiset/3-10027239>
- Holochain. The Basics: What is Holochain? *Holochain Docs*. Viitattu 11.1.2022 https://developer.holochain.org/concepts/1_the_basics/
- Iansiti, M. & Lakhani, K. 2017. The truth about Blockchain. *Harvard business review*. Viitattu 8.6.2022 <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>
- Iredale, G. 16.2.2021. Blockchain vs Hashgraph vs Dag vs Holochain: Types of DLTs. *101 Blockchains*. Viitattu 5.4.2022 <https://101blockchains.com/blockchain-vs-hashgraph-vs-dag-vs-holochain/>
- Iredale, G. 6.1.2021. What are different types of blockchain. *101 Blockchains*. Viitattu 5.4.2022 <https://101blockchains.com/types-of-blockchain/>
- Johansson, P., Eerola, M., Innanen, A. & Viitala, J. 2019. *Lohkoketju: Tiekartta päättäjille*. Alma Talent Oy
- Kahkonen, H. 2022. Ravintolat siirtyvät muovirahasta virtuaalivaluuttaan – Digikolikoista etsitään pelastusta korona-ahdingossa. *Viisi tähteä*. Viitattu 19.6.2022 <https://viisitahtea.com/kansi/ravintolat-siirtyvat-muovirahasta-virtuaalivaluuttaan-digikolikoista-etsitaan-pelastusta-korona-ahdingossa/>
- Kim, S. 2021. New crypto-secured lending system with a two-way collateral function. *Ledger*, 6. DOI 10.5915/LEDGER.2021.215

Kinnunen, T., Leviäkangas, P., Kostiainen, J., Nykänen, L., Rouhiainen, K. & Finlow-Bates, K. 2017. Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä. *Liikenne- ja viestintäministeriö*. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-528-6>

Korhonen, J. 2018. Lohkoketjut ja muut hajautetut tietokannat: niiden ideologia, käyttökohteet ja energiankulutus. *Asiantuntijalausunto eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle*. Viitattu 28.9.2021 <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2018-AK-209428.pdf>

Lansky, J. 2018. Possible state approaches to cryptocurrencies. *Journal of Systems integration*, 9(1), 19. DOI: 10.20470/jsi.v9i1.335

Lashkari, B. & Musilek, P. 2021. A Comprehensive review of Blockchain consensus mechanisms. *IEEE*. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3065880

Le Boucher, N. 2021. XCEED: A new blockchain solution for renault plants in europe. *Renault Group*. Viitattu 30.9.2021 <https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/xceed-a-new-blockchain-solution-for-renault-plants-in-europe/>

Leskinen, J. 2021. Design principles for blockchain and smart contract systems in the energy sector: The case of Finland. Pro gradu Jyväskylän yliopisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202104072288>

Litan, A. 2021. Hype cycle for Blockchain; more action than hype. *Gartner Blog post*. Viitattu 29.9.2021 <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2021/07/14/hype-cycle-for-blockchain-2021-more-action-than-hype/>

Luotola, J. 2017. Lohkoketju nopeuttaa tavaroiden kulkua. *Insinööri-lehti*. Viitattu 11.6.2022 <https://insinööri-lehti.fi/artikkelit/lohkoketju-nopeuttaa-tavaroiden-kulkua/>

Nadini, M., Alessandretti, L., Di Giacinto, F., Martino, M., Aiello L. & Baronchelli, A. 2021. Mapping the NFT revolution: market trends, trade networks, and visual features. *Sci Rep 11*, 20902. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00053-8>

Nenonen, M. 2018. Lohkoketjun käyttö ja haasteet toimitusketjun hallinnassa. YAMK opinnäytetyö Laurea-ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201804205084>

Pennino, D., Pizzonia, M., Vitaletti, A., & Zecchini, M. 2022. Blockchain as IoT Economy Enabler: A Review of Architectural Aspects. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 11(2), 20. <https://doi.org/10.3390/jsan11020020>

Sanmark, N. 2019. Lohkoketjuteknologia yleiskäyttöisenä teknologiana ja sen sovellutukset. Pro gradu Jyväskylän yliopisto. URN:NBN:fi:jyu-202001071063.pdf

Sarmah, S. 2018. Understanding Blockchain Technology. Computer Science and Engineering. *Business Intelligence Architect*, Alpha Clinical Systems, USA. DOI:10.5923/j.computer.20180802.02

Sihvonen, T., Koskelo, M. & Huusko, H. 2020. Hyvä teknologia, pahat sovellukset? : Lohkoketjun ja kryptovaluuttojen merkityksellistäminen journalismissa. *Yhteiskuntapolitiikka-lehti*. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202002115172>

Sivula, A., Shamsuzzoha, A. & Helo, P. 2018. Blockchain in logistics: mapping the opportunities in construction industry. *Paper presented at: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Viitattu 9.6.2022 <http://ieomsociety.org/dc2018/papers/517.pdf>

Sternberg, H., Hofmann, E. & Roeck, D. 2020. The Struggle is Real: Insights from a Supply Chain Blockchain Case. *Journal of Business Logistics*. doi: 10.1111/jbl.12240

Strepparava, D., Nespoli, L., Kapassa, E., Touloupou, M., Katelaris, L. & Medici, V. 2022. Deployment and analysis of a blockchain-based local energy market. *Energy Reports*, Volume 8, Pages 99-113. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.11.283>

Uddin, A., Stranieri, A., Gondal, I. & Balasubramanian, V. 2021. A survey on the adoption of blockchain in IoT: challenges and solutions. *Blockchain: Research and Applications*. Volume 2, Issue 2. <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100006>

Wörner, A., Meeuw, A., Ableitner, L., Wortmann, F., Schopfer, S. & Tiefenbeck, V. 2019. Trading solar energy within the neighborhood: field implementation of a blockchain-based electricity market. *Energy Inform* 2, 11. <https://doi.org/10.1186/s42162-019-0092-0>

Kyselyn saatekirje

Hyvä Laitilan-Pyhärannan yrittäjät ry:n jäsen.

Olen tekemässä tutkimusta hajautettujen tietokantasovellusten kiinnostavuudesta PK-yrityksissä. Hajautettuja tietokantasovelluksia käytetään jo suurissa yrityksissä. Walmart on nopeuttanut uuden järjestelmän avulla tuotteiden jäljitettävyyttä useista päivistä minuutteihin ja Renault on ottamassa tekniikan käyttöön Euroopan tiehtailla toimitusketjujen ja logistiikan tehostamisessa.

Tutkimus on Turun ylemmän ammattikorkeakoulun teknologiajohtamisen lopputyö. Lopputyö julkaistaan ensi vuoden alussa Turun AMK:n opinnäytetyötietokannassa theus.fi. Vastaukset käsitellään anonyymisti. Aikaa vastaamiseen kuluu 5 - 10 minuuttia.

Tutkimuksessa esitellään erilaisia uusia sovellusmahdollisuuksia ja kysytään vastaajan kiinnostuksesta niihin monivalintakysymyksillä. Vastaaminen ei vaadi teknistä osaamista. Vastaamalla sinulle selviää onko uudella tulevalla tekniikalla jotain annettavaa omalle alallesi. Tutkimuksessa selvitetään pienempien yritysten kiinnostusta ja mahdollisuuksia uuden tekniikan käyttöönottoon.

Tutustu uuden tekniikan mahdollisuuksiin vastaamalla kyselyyn 5.11 mennessä.

Linkki kyselyyn Vastausaikaa on 5.11 asti.

Ystävällisin terveisin Vesa Ala-Äijälä vesa.ala-aijala@lailanet.fi

Osoitelähde: Laitilan Pyhärannan yrittäjäyhdistys, kiitos yrittäjäyhdistykselle sähköpostin lähettämisestä.

Kysely

Hajautettujen tietokantasovellusten kiinnostavuus PK-yrityksissä

1. Mikä on yrityksen toimiala?

- Maatalous, metsätalous ja kalatalous
- Kaivostoiminta ja louhinta
- Teollisuus
- Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta
- Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito
- Rakentaminen
- Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus
- Kuljetus ja varastointi
- Majoitus- ja ravitsemistoiminta
- Informaatio ja viestintä
- Rahoitus- ja vakuutustoiminta
- Kiinteistöalan toiminta
- Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta
- Muu, mikä _____

2. Kuinka monta työntekijää yrityksessä on?

- 1-3
- 4-15
- 16-29
- 30-49
- yli 50

3. Missä ammatissa toimit?

- Sotilaat

- Johtajat
- Erityisasiantuntijat
- Asiantuntijat
- Toimisto- ja asiakaspalvelutyöntekijät
- Palvelu- ja myyntityöntekijät
- Maanviljelijät, metsätyöntekijät ym.
- Rakennus-, korjaus- ja valmistustyöntekijät
- Prosessi- ja kuljetustyöntekijät
- Muut työntekijät

4. Valitse sopivat ominaisuudet, jotka sopivat edustamanne yrityksen toimintaan

- Yritys käy ulkomaankauppaa
- yritys käyttää alihankkijoita
- Yritys ostaa tuotteita sopimustoimittajilta
- Yritys myy tuotteita perille toimitettuna
- Yritys myy palveluita

Hajautetussa tietokannassa tieto on talletettu useampaan kuin yhteen fyysiseen paikkaan esimerkiksi kopioidulla tiedot. Talletuspaikat ovat yhteydessä toisiinsa esim. internetin välityksellä. Eri tahot voivat kirjoittaa ja lukea tietoja omilla valtuuksillaan. (Sivu 2/9)

5. Minkälainen mielikuva sinulla on termistä "hajautettu tietokanta"? (1 erittäin negatiivinen, 2 negatiivinen, 3 neutraali, 4 positiivinen, 5 erittäin positiivinen, 6 en osaa sanoa)

1	2	3	4	5	6		
-	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	+

6. Kuinka usein olet kuullut tai nähnyt termin "hajautettu tietokanta"?

1 2 3 4 5

	1	2	3	4	5	
en koskaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	usein

Seuraavaksi kysytään mielipidettä yrityksesi kannalta eri sovelluskohteista. (sivu 3/9)

Älykkäät sopimukset

Älykkäillä sopimuksilla voidaan tulevaisuudessa tehdä automaattisia toimintoja kuten tilisiirtoja esimerkiksi osamaksu, kun tuote on saapunut kohteeseen.

Toimitusketjut

Hajautetun tietokannan avulla voidaan tulevaisuudessa määrittää tietokanta, jossa on tiedossa kaikki tuotteen tekemiseen osallistuvat toimijat. Järjestelmään voivat kirjoittaa eri tahot tietoja omilla valtuuksillaan.

Logistiikka

Toimituksessa olevat raaka-aineet, välituotteet ja valmiiden tuotteiden paikkatietoja voidaan kirjoittaa hajautettuun tietokantaan. Kuljetusyritykset ja välivarastojat voivat kirjoittaa tietoja, jolloin vastaanottaja voi seurata toimitusta. Systeemiin voidaan myös lisätä automaattisia toimintoja, kuten viestejä ja osamaksuja. Kaikki tiedot jäävät pysyvästi järjestelmään.

7. Vaikuttavatko seuraavat sovelluskohteet kiinnostavalta omalla toimialallasi (1 ei lainkaan, 2 suhtaudun varauksella, 3 neutraali, 4 kiinnostava, 5 erittäin kiinnostava)

	1	2	3	4	5
Automaattinen osamaksu, kun tuote on saapunut kohteeseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuotteen seuraaminen toimitusketjun aikana (tiedot voidaan kirjata automaattisesti älysovimusten avulla)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuotteiden alkuperä on selvitetävissä, jolloin tuotevääreännöksiä on vaikeampi tehdä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esim. hiihijalanjäljen laskenta helpottuu, kun kaikki osapuolen kirjaavat omat tietonsa tietokantaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automaattiset viestit, kun tuote on tietyssä vaiheessa toimitusketjua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuotteiden jäljitettävyys tapahtuu sekunneissa esim. ongelma elintarvikeketjussa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logistiikassa kulkevien tieto- tai tavaravirtojen älykäs reititys niin, että kuljetettavat yksiköt reagoivat älykkäästi muuttuviin olosuhteisiin kesken matkan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lohkoketju

Lohkoketju on yksi tekninen ratkaisu aikaansaada hajautettu tietokanta. Lohkoketjuteknikassa tieto talletetaan lohkokon, joka liitetään edellisiin lohkokoihin. Jo kirjoitettuihin lohkokoihin ei voi tehdä muutoksia ilman, että se huomataan. Näin tiedot pysyvät varmennettuna ja muuttumattomana tallessa.

Omistaminen

Lohkoketjun avulla on mahdollista varmistaa esimerkiksi tuotteen, kiinteistön, arvopaperin tai muun omistus. Lohkoketjuun voitaisiin kirjata jokainen omistaja, jolloin esimerkiksi taideteosten aitous olisi helpompi todeta.

Esineiden internet

Erilaiset anturit voisivat tallettaa automaattisesti tietoja lohkoketjuun. Esimerkiksi lämpötilatietoja tuotteen liikkua toimitusketjun eri vaiheissa.

(4/9)

8. Minkälainen mielikuva sinulla on termistä "lohkoketju" ? (1 erittäin negatiivinen, 2 negatiivinen, 3 neutraali, 4 positiivinen, 5 erittäin positiivinen,

6 en osaa sanoa)

	1	2	3	4	5	6	
-	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	+

9. Kuinka usein olet kuullut tai nähnyt termin "lohkoketju"?

	1	2	3	4	5	
en koskaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	usein

10. Vaikuttavatko seuraavat sovelluskohteet kiinnostavalta omalla toimialallasi (1 ei lainkaan, 2 suhtaudun varauksella, 3 neutraali, 4 kiinnostava, 5 erittäin kiinnostava)

	1	2	3	4	5
Lohkoketju helpottaa omistuksen seuraamista. Ostaja voisi varmistua siitä, ettei myytävä tuote ole varastettu tai esimerkiksi taideteoksen aitous olisi helppo todeta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tapahtumalippujen omistus olisi lohkoketjussa, jolloin pystyttäisiin estämään lippujen trokaaminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Salamannopea tapa varmistaa toisen osapuolen esittämät tiedot ja niiden luotettavuus. Esimerkiksi teollisuuden omavalvontajärjestelmät	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laitteiden väliset sopimukset. Laitteet voivat tehdä transaktioita keskenään turvallisesti ja läpinäkyvästi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IoT-sensorit voivat tallentaa tietoa suoraan lohkoketjuun automaattisesti, esimerkiksi lämpötilatietoja toimitusketjun aikana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Väärennettyjen laskujen torjuminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voidaan varmistaa, että alkuperäisvaraosa on aito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Valitse enintään 3 kohtaa miksi jokin sovellus oli kiinnostava.

- Uskon kustannussäästöihin
- Otan innolla uusia tekniikoita käyttöön
- Uusi tekninen ratkaisu vaikuttaa entisiä paremmalta
- nopeuttaa monia asioita
- Tehokkuus lisääntyy
- Jäljitettävyyys paranee
- Tietojen muuttumattomuus
- Läpinäkyvyys
- Vähemmän inhimillisiä virheitä
- Reaaliaikainen jäljitettävyyys ja tietojen päivitys
- Parantaa kilpailukykyä

12. Valitse enintään 3 kohtaa miksi jokin sovellus ei kiinnostanut.

- Parempiakin teknisiä ratkaisuja on löydettävissä
- En tiedä hajautetuista tietokannoista riittävästi
- Uskon, että kustannukset ovat suuret
- En usko tähän tekniikkaan
- Tietoturva huolettaa
- Datan yksityisyys huolettaa
- Uuden tekniikan käyttöönoton vaikeus
- Tekniikan kehittymättömyys
- Tarvittavien partnerien puute
- Mahdollinen rikollinen toiminta huolettaa
- Mahdollinen regulaation vaikutus

Virtuaalivaluutat (sivu 7/9)

Lohkoketjun tunnetuin käyttökohde on virtuaalivaluutat. Erilaisia digitaalisia kryptovaluuttoja on useita, joista tunnetuin on Bitcoin.

Lainat

Lohkoketjun ja virtuaalivaluutan avulla pystyy järjestämään joukkorahoituksen.

Virtuaalivaluutat

Virtuaalivaluuttoja voidaan omistaa ja niillä voidaan maksaa digitaalisesti. Maksut toiselle puolelle maapalloa tapahtuvat edullisesti ja nopeasti.

Digitaalinen omistaminen

Lohkoketjun avulla voidaan osoittaa digitaalisen tuotteen esimerkiksi ohjelman tai piirroksen omistus. Omaisuuden myynti olisi helppoa ja nopeata, eikä vaatisi erillisiä toimijoita.

Mikromaksut

Lohkoketjun avulla on mahdollista periä pieniä maksuja lähes kuluttomasti ilman välikäsiä. Esimerkiksi musiikkikappaleen kuuntelusta menisi maksu suoraan muusikolle.

Ilmatieteen laitos voisi maksaa pienen maksun, jos se lukisi lämpötilan yksityishenkilön lämpöanturista

13. Minkälainen mielikuva sinulla on termistä "virtuaalivaluutta" tai "kryptovaluutta"? (1 erittäin negatiivinen, 2 negatiivinen, 3 neutraali, 4 positiivinen, 5 erittäin positiivinen, 6 en osaa sanoa)

	1	2	3	4	5	6	
-	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	+

14. Kuinka usein olet kuullut tai nähnyt termin "virtuaalivaluutta" tai "kryptovaluutta"?

	1	2	3	4	5	
en koskaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	usein

15. Vaikuttavatko seuraavat sovelluskohteet kiinnostavalta omalla toimialallasi (1 ei lainkaan, 2 suhtaudun varauksella, 3 neutraali, 4 kiinnostava, 5 erittäin kiinnostava)

	1	2	3	4	5
Maksuvälityksen välikäsien poistuminen kokonaan tai osittain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Virtuaalisten tuotteiden, kuten ohjelmien tai digitaalisen kuvan omistuksen osoittaminen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekijänoikeudella suojatun sisällön jakaminen ja siitä suoritettava mikromaksu esim. musiikki tai lehtijutut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Joukkorahoituksen hankkiminen projekteihin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sähkön myynti suoraan henkilöltä toiselle esim. aurinkopaneelin ylimääräinen sähkö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	1	2	3	4	5
Digitaalisen ohjelman, taiteen tai tuotteen kauppa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Edullisempi ja nopeampi maksu erityisesti muihin maihin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Virtuaalivaluutan lainaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yksityisen sähköautoilijan latausaseman mahdollistaminen (tunnistus, laskutus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Omaisuuuden luotettava osto ja myynti toisilleen tuntemattomien kanssa olisi helppoa ja nopeata, eikä vaatisi erillisiä toimijoita.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Virtuaalivaluutta sijoituskohteena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Valitse enintään 3 kohtaa miksi jokin virtuaalirahaan liittyvä sovellus oli kiinnostava.

- Uskon kustannussäästöihin
- Uusi tekninen ratkaisu vaikuttaa entisiä paremmalta
- nopeuttaa kaupankäyntiä
- Tehokkuus lisääntyy
- Välikäsiä poistuminen
- Tietojen muuttumattomuus
- Mikromaksujen mahdollisuus
- Omistamisen osoittaminen
- Mahdollisuus lisätuottoihin valuuttakurssin muuttuessa

17. Valitse enintään 3 kohtaa miksi jokin sovellus ei kiinnostanut.

- Nykyiset tekniset ratkaisut ovat riittäviä
- En tiedä riittävästi virtuaalirahasta
- Uskon, että kustannukset ovat suuret
- En usko tähän tekniikkaan

- Tietoturva huolettaa
- Tekniikan suuri sähkönkulutus arveluttaa
- Uuden tekniikan käyttöönoton vaikeus
- Tekniikan kehittymättömyys
- Tarvittavien partnerien puute
- Mahdollinen rikollinen toiminta huolettaa
- Mahdollinen regulaation vaikutus
- Virtuaalirahan suuret hinnan heilahtelut

18. Haittaako mielestäsi virtuaalivaluuttojen negatiivinen mediahuomio muiden hajautettujen tietokantasovellusten käyttöönottoa

	1	2	3	4	5	
Ei haittaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Vaikuttaa negatiivisesti

19. Vapaa sana, voit antaa tässä palautetta kyselystä tai muuta asiaan liittyvää
