

Manu Rajapolvi

KATSAUS NON-FUNGIBLE TOKENEIHIN



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2022

TIIVISTELMÄ

Rajapolvi, Manu

Katsaus Non-fungible tokeneihin

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2021, 29

Tietojärjestelmätiede, kandidaatintutkielma

Ohjaaja(t): Riekkinen Janne

Non-fungible tokenit eli NFT:t ovat saavuttaneet suurta suosiota vuoden 2021 aikana. Kryptovaluutan muotona NFT on kuitenkin vähemmän tunnettu kuin jo vakiintuneet Bitcoin ja Ethereum, joten se vaatii tarkempaa tarkastelua. Taloudellisessa mielessä NFT kaupan liikevaihto oli vuonna 2021 25 miljardia dollaria.

Tämä tutkielma tarkastelee NFT:tä uuden teknologian näkökulmasta, sen ominaisuuksia, komponentteja sekä sen nykyisiä markkina-alustoja ja käyttötarkoituksia. Avaan tutkielmassa yleisesti kryptovaluuttaa, tokeneita sekä Ethereumia, joka toimii NFT:n pääasiallisena alustana. Avaan myös NFT:n erilaisia muotoja ja otan kantaa NFTM-alustojen turvallisuusongelmiin sekä ominaisuuksiin. Paneudun myös lyhyesti NFT:n mahdollisiin käyttötarkoituksiin tulevaisuudessa ja tuon esiin mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita.

Tutkimus osoittaa, että NFT on monipuolinen teknologia, jolla on hyviä sekä huonoja puolia eikä se rajoitu pelkästään digitaalisen taiteen kauppaan. Etenkin fyysisen omaisuuden tokenisaatio pystyy luomaan tulevaisuudessa uudenlaisia liiketoiminta malleja sekä tekemään sijoitustoiminnasta haajautettua. NFT:n mahdollisuudet ja ongelmat riippuvat pitkälti sen käyttäjistä.

Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena. Lähteistöksi on valikoitu pääasiassa tieteellisiä artikkeleita, kun se on ollut mahdollista. Aiemman tutkimuksen niukkuudella on vaikutusta tämän tutkielman rakenteeseen, sekä lähteisiin. Kattavan lähdekirjallisuuden puuttumisen vuoksi lähteistö on kirjavaa ja tämä toimii myös motivaationa mahdollisia jatkotutkimuksia varten.

Asiasanat: NFT, Non-fungible token, Ethereum, Lohkoketju, Kryptovaluutta

ABSTRACT

Rajapolvi, Manu

Inquiry to Non-fungible tokens

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2021, 29

Information Systems, bachelor's thesis

Supervisor(s): Riekkinen, Janne

Non-fungible token's (NFTs) have gained great popularity during 2021. However, as a cryptocurrency, NFT is less well known than the already established Bitcoin and Ethereum, so it requires closer examination. In financial terms, NFTs trading revenue in 2021 was \$ 25 billion.

This dissertation examines NFTs from the perspective of new technology, its features, components, and its current market platforms and uses. In my dissertation, I generally open the concept of cryptocurrency, tokens and Ethereum, which serves as the main platform for the NFT. I will also clarify the different forms of NFTs and describe the security issues and features of NFTM platforms. I will also briefly address the possible uses of the NFTs in the future and highlight possible topics for further research.

Research shows that NFT is a versatile technology with pros and cons and is not limited to the digital art trade. In particular, the tokenization of physical assets will be able to create new types of business models in the future and make investment activities decentralized. The opportunities and problems of the NFT depend largely on its users.

The dissertation has been implemented as a literature review. Where possible, scientific articles have been selected as the source. The scarcity of previous research has an impact on the structure of this dissertation, as well as the sources. Due to the lack of comprehensive source literature, the sources are varied, and this also serves as a motivation for possible further research.

Keywords: NFT, Non-fungible token, Ethereum, Blockchain, Cryptocurrency

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

KUVIO 1.....	11
KUVIO 2.....	14
1 JOHDANTO.....	5
2 NON-FUNGIBLE TOKENIN MÄÄRITELMÄ.....	8
2.1 TOKENIT	8
2.2 NFT:N OMINAISUUDET.....	9
2.3 UUDEN NFT:N LUOMINEN	11
3 NFT:T JA KAUPANKÄYNTI.....	13
3.1 ETHEREUM.....	13
3.2 NFTM MARKKINA-ALUSTAT	16
3.2.1 NFTM TURVALLISUUSONGELMAT	18
3.3 NFT :N NYKYTILA JA TULEVAISUUS	21
4 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	27

1 JOHDANTO

Kryptovaluutat ovat puhuttaneet niin yksilöitä kuin sijoittajiakin viimeisien vuosien aikana suuresti. Valuuttaa on kritisoitu, ylistetty ja vaihdettu enemmän kuin koskaan. Vaikka monet kryptovaluutat ovat saaneet suurta huomiota sijoittajilta, viimeisen vuoden eniten huomiota saanut valuutan muoto on ollut non-fungible token eli NFT.

Yleisesti ottaen kryptovaluutta on virtuaalista omaisuutta ja virtuaalinen valuutta ja kryptovaluutta ovatkin useimmissa tapauksissa synonyymejä keskenään. Finanssivalvonta (2019) määrittelee virtuaalisen valuutan seuraavasti:

- Valuutta, joka ei ole keskuspankin tai viranomaisten laskema tai takaama
- Valuutta, jota ei ole välttämättä kytketty lailliseksi todetuksi maksuvälineeksi vahvistettuun valuuttaan.
- Valuutta, jolla ei ole samaa oikeudellista asemaa kuin perinteisellä valuutalla tai rahalla
- Valuutta, jonka luonnolliset- tai oikeushenkilöt hyväksyvät vaihdantavälineeksi
- Valuutta, jota voidaan siirtää, varastoida ja myydä sähköisesti

Kryptovaluutoista esimerkiksi Bitcoin on sidottu lailliseksi todettuun valuuttaan, euroon (Finanssivalvonta, 2019). Virtuaalista valuuttaa voidaan käyttää samalla tavoin kuin fyysistä valuuttaa; sillä voidaan ostaa hyödykkeitä ja palveluita, sekä muuttaa sitä toiseksi valuutaksi (Royal & Voigt, 2021). Virtuaalisen valuutan ongelmana on sen spekulatiivinen luonne, sillä sen arvo voi vaihdella voimakkaastikin. Virtuaalisen valuutan spekulatiivisuus korostuu erityisesti sijoittaessa, sillä sijoituksesta yleensä halutaan saada voittoa. Virtuaalisen valuutan arvo määräytyy yleensä kysynnän mukaan ja tämä lisää huomattavasti markkinoiden volatiilisuutta. Royalin ja Voigtin (2021) mukaan tässä vaikuttaa sijoituksen suuremman hölmön teoria; ostettuasi virtuaalista valuuttaa löytyy aina

joku, joka on ostanut sitä halvemmalla ja samalla kuitenkin toivot, että joku ostaa sen sinulta kalliimmalla.

Non-fungible tokenit saavuttivat keväällä 2021 huippusuosion, mikä käy ilmi aiheesta kertovasta laajasta uutisoinnista. Suosiosta kertoo esimerkiksi se, että sana non-fungible token valittiin Collins Dictionaryn vuoden sanaksi marraskuussa 2021 (Shariatmadari, 2021). Non-fungible token (jatkossa NFT) tarkoittaa nimensä mukaan "ei korvattavissa olevaa". Se eroaa tässä mielessä ratkaisevasti muusta digitaalisesta omaisuudesta ja valuutasta: yksi NFT ei ole samanarvoinen kuin toinen NFT. Sharma (2021) huomauttaa, että tämä on muihin kryptovaluuttoihin verrattuna poikkeuksellista, sillä esimerkiksi yksi Bitcoin on samanarvoinen toisen Bitcoinin kanssa. NFT:t eivät siis ole keskenään samanarvoisia kaupankäyntitilanteissa (Sharma, 2021).

Tämä on mahdollistanut esimerkiksi laajaa kaupankäyntiä digitaalisen taiteen saralla, sillä taiteen tuottajat pystyvät myymään digitaalisia teoksia tokeneina, mikä toimii aitoustodistuksena teokselle. Verkkoon ladattuja kuvia pystyy kopioimaan loputtomasti, mutta "tokenisoidun" taiteen pystytään todistamaan olevan alkuperäinen. Tämä johtuu siitä, että vaikka NFT:t ovat ikuisesti muokattavissa olevia, ne ovat myös täysin yksilöitävissä (Sharma, 2021).

Tokenien mahdollisuudet eivät kuitenkaan rajoitu pelkästään digitaaliseen taiteeseen. Myös fyysistä omaisuutta on mahdollista "tokenisoida", ja esimerkiksi konsulttiyhtiö Ernst & Young onkin ottanut NFT:n käyttöön viinipulloissa, jotta koko viinin tuotantoketjua pystytään seuraamaan (Makrygiannis 2019). Tulevaisuudessa tokeneiden uniikkeja ominaisuuksia voitaisiin hyödyntää esimerkiksi tuotteiden tuotantoketjujen seuraamiseen; kuluttaja voisi vaikkapa selvittää täysin tomaattimurskan elinkaaren vaiheet alkaen siitä, missä tomaatit on tuotettu, mistä alumiini purkkiin on peräisin, missä tuote on valmistettu, ja missä se on pakattu. Mahdolliset tulevaisuuden käyttötarkoitukset ja niiden laajuus ovatkin siis hyvin selviä, mikä tekeekin juuri tästä erityisen mielenkiintoisen tutkimusaiheen.

Tutkin kandidaatintutkielmassani NFT:itä ilmiönä. Tarkastelen, mitä NFT:t oikeastaan ovat, mistä ne koostuvat ja minkälaisia käyttömahdollisuuksia niillä on nyt tai voisi olla tulevaisuudessa. Aloitan määrittelemällä NFT:n tarkemmin, mikä se tarkalleen on ja mitkä ovat sen ominaisuudet (Luku 2). Sen jälkeen pureudun NFT:iden kaupankäyntiin, niiden markkina-alustoihin ja niissä ilmeneviin ongelmiin (Luku 3). Osana kaupankäyntiä käsittelen myös Ethereumia, sillä lohkoketjun toiminnan ymmärtäminen on tärkeää, jotta voimme ymmärtää ja arvioida NFT:n tulevaisuutta. Kappaleen lopussa avaan NFT:n nykytilaa kuvaamalla sen erilaisia käyttötarkoituksia ja käsittelen myös NFT:n tulevaisuutta.

Vaikka NFT on saavuttanut ilmiömäisen aseman viimeisen vuoden aikana, siitä ei toistaiseksi löydy kattavaa tutkimusta. Tutkimukset, joita NFT:stä on tehty, käsittelevät sitä usein sivukäsitteenä tai toisen kryptovaluutan ominaisuutena. Tästä johtuen tutkimukset, jotka puolestaan käsittelevät NFT:tä tarkastelevat yleensä ainoastaan tiettyjä аспектеja NFT:n ominaisuuksista, kuten tekijänoikeuksia tai valuutan liikkumista. Vaikka NFT:n tekijänoikeuksien

tutkiminen sekä markkina-aseman hahmottaminen on tärkeää työtä, NFT voisi hyötyä myös käytännönläheisemmästä tutkimuksesta. Kun tarkastelemme NFT:tä teknologisesta näkökulmasta, voimme havaita sen omaavan hyödyllisiä ominaisuuksia. Jatkotutkimukset voisivatkin paljastaa edelleen uusia mahdollisia käyttötarkoituksia NFT:lle.

Tutkimuskysymyksinä tässä tutkielmassa toimivat seuraavat:

1. Mitkä ovat NFT:n keskeiset ominaisuudet?
2. Mitä nykyisiä ja tulevaisuuden käyttötarkoituksia NFT:llä on?

Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksena. Tietokannat, joista aineistoa hain olivat JYKDOK ja Google Scholar. Lähteiksi pyrin valitsemaan pääasiassa tieteellisiä artikkeleita, mutta kuten aiemmin totean, NFT:stä on vielä niukasti tutkimusaineistoa. Suuri osa tiedosta, jota NFT:stä on saatavilla, löytyy blogeista, verkkosivuilta tai artikkeleista, sillä aihe on tuore. Tieteellistä tekstiä aiheesta ei siis ole tuotettu paljoa ja tämän vuoksi kaikki lähteet eivät ole tieteellisistä julkaisuista. Tapauksissa, joissa tieteellisten artikkeleiden käyttö ei ole ollut mahdollista, tukeuduin vertaisarvioituihin lehtiartikkeleihin tai lehtijulkaisuihin laadukkaista lähteistä, esimerkiksi Reuters. Hakusanat, joita lähteiden löytämiseen käytin, olivat: NFT, non-fungible token, lohkoketjut, kryptovaluutta, tokenisaatio ja Ethereum. Lähteistä rajasin pois sellaiset aineistot, joiden julkaisuarvoa oli vaikea määrittellä sekä aineistot, jotka eivät tukeneet tutkimuskysymyksiin vastaamista.

2 NFT :N MÄÄRITELMÄ

Jotta voimme ymmärtää NFT:tä, meidän on ensin tarkasteltava teknologiaa tokenien taustalla. NFT:t ovat oma kryptovaluuttansa ja ne ovat hajautuneet internetissä laajalle alueelle. Tämän vuoksi myös teknologia tokenien takana on kirjavaa ja jakautunutta. Kuten aiemmin on todettu, NFT :llä tarkoitetaan jotain ei korvattavissa olevaa; ne ovat uniikkeja, digitaalisia tunnisteita, jotka voivat vastata esimerkiksi digitaalista omaisuutta. Vaikka NFT :t ovat nousseet suuremman yleisön suosioon vuonna 2021, ne edustavat teknologista ratkaisua, joka on ollut olemassa jo useita vuosia (Chohan, 2021).

2.1 TOKENIT

Yleisesti tokenien luomista kutsutaan tokenisaatioksi. Sillä tarkoitetaan yleisesti älykkäiden sopimusten avulla luotavia tokeneita, jotka antavat pääsyn jo olemassa olevaan tai kasvavaan arvon tuotantoon, jota tuotetaan jollakin tietyllä jo olemassa olevalla omaisuudella (Lotti, 2019).

Tokeneita löytyy useita erilaisia ja niiden käyttötarkoitukset vaihtelevat. Frankenfieldin (2021) mukaan tokeneja yhdistävät kuitenkin seuraavat ominaisuudet: ne ovat kryptovaluutan muoto, jotka edustavat tiettyä käyttötarkoitusta ja ovat olemassa omassa lohkoketjussa. Niitä voidaan käyttää sijoitustarkoituksiin, arvon säilyttämiseen tai ostamiseen. (Frankenfield, 2021.) Toisin sanoen jokin omistaa omat tokeninsa itse ja säilytyspaikkana niille on Internet.

Sveitsiläinen digitaaliseen omaisuuteen keskittyvän yrityksen Metacon (2021) määritelmän mukaan tokenit ovat kryptovaluutan kanssa yhtenäisiä, ja ne voidaan jakaa neljään eri kategoriaan, joita ovat maksutokenit, hyötytokenit, turvallisuustokenit ja non-fungible tokenit, eli NFT:t. Metacon mukaan maksutokenit ovat kaikkein yleisempiä tokeneita ja niille ominaista on, että niillä on rahallista arvoa. Esimerkkejä maksutokeneista ovat muun muassa Bitcoin ja Litecoin. Metaco kuvailee hyötytokeneita tokeneiksi, jotka antavat vuorostaan omistajalleen pääsyn johonkin tiettyyn toimintoon, kuten vaikka älykkään sopimuksen

suorittamiseen. Hyvänä esimerkkinä tästä Metaco antaa Ethereumin, jossa käytetään etheriä (ETH) joko suorittamaan dAPP-sovelluksia tai älykkäitä sopimuksia. Turvallisuustokeita voidaan puolestaan käyttää esimerkiksi henkilöllisyyden todistamiseen salasanan ohella. (Metaco, 2021) Majaski (2020) kuitenkin huomauttaa, että turvallisuustokenit eivät ole aina turvallisia, sillä ne voivat joutua varastetuiksi, hakkeroiduiksi tai kadotetuiksi. Viimeinen Metacon (2021) listamaa kategoria on ei-monetääriäinen eli non-fungible token (NFT), joka on digitaalinen vastine jollekin uniikille. Sharma (2021) lisää, että NFT ei siis ole vastaavan arvoinen toisen NFT:n kanssa, vaan jokainen token on täysin uniikki myös arvoltaan.

Tokeneita rahoitetaan perinteisin keinoin. Frankenfieldin (2021) mukaan niiden listautumisista yleisin on Initial coin offering eli ICO, joka on kryptovaluutta-sektorin vastine IPO:lle eli Initial Public offeringille. Hän kuvailee, miten start-up yritystä perustettaessa sille haetaan rahoitusta erilaisilla metodeilla. Perinteinen IPO tarjoaa sijoittajalle osakkeita uudessa yrityksessä hänen sijoitustaan vastaan, kun taas ICO tarjoaa sijoittajalle tokeneja tai kryptovaluuttaa hänen sijoitustaan vastaan. Frankenfield jatkaa, että tätä valuuttaa tai tokeneja voidaan yleensä käyttää yrityksen palveluihin tai sen sisällä erilaisiin toimintoihin. Tällä tavoin uudet yritykset voivat kerätä rahoitusta toimintaansa varten ja tarjota sijoittajille vastineen rahalleen. Jotkut ICO:t ovat tuottaneet sijoittajille massiivisia voittoja, kun taas toiset ovat olleet petoksia tai huonoja sijoituksia. (Frankenfield, 2021) Sijoituksena kryptovaluuttojen arvoa on vaikea arvioida. Royal ja Voigt (2021) kuvaavat kryptovaluuttoihin sijoittamista ennemmin eräänlaisena sijoittajien arvailuna, vaikka kryptovaluuttojen arvo voikin nousta. Ne eivät itsessään kuitenkaan tuota rahavirtaa, joten hyötyäksesi sijoituksestasi, jonkun on maksettava niistä enemmän kuin itse maksoit.

2.2 NFT:N OMINAISUUDET

Tässä alaluvussa perehdyn ensin tarkemmin NFT:n ytimeen ja siihen, mistä se koostuu sekä miten sellainen voidaan luoda. Wang ym. (2021) käsittelevät NFT :n ominaisuuksia kattavasti, ja tämä luku nojaakin vahvasti juuri heidän tutkimukseensa. Wangin ym. mukaan yleisesti ottaen NFT on kryptovaluuttatekniiikka, jossa yksilöidään virtuaalisia kohteita ja kirjataan niiden omistussuhteita lohkoketjun avulla. NFT :n takana on useita erilaisia teknologioita komponentteja, jotka Wang ym. ovat jakaneet neljään eri osaan: lohkoketju, älykäs sopimus, osoite ja transaktio, sekä tietojen koodaus. Nämä komponentit luovat perustukset täysin toimivaan NFT-järjestelmään. (Wang ym. 2021)

Lohkoketju. Lohkoketjun tarkoitus on tuoda järjestystä suureen datan määrään ja varmistaa sen oikeellisuus. Kun jaettu data lohkoketjussa on vahvistettu useimpien solmujen (noodien) puolesta, siitä tulee muuttumatonta, sillä kaikki jälkikäteen tehdyt muutokset tekevät seuraavien lohkojen datasta virheellistä. (Wang ym. 2021)

Älykäs Sopimus. Wang ym. (2021) selittävät, että älykkäiden sopimusten tarkoitus on puolestaan varmistaa NFT :ihin liittyvän kaupankäynnin sujuminen turvallisesti, anonyymisti ja helposti. Älykkäät sopimukset antavat ennalta tuntemattomille osapuolille ja hajautetuille osapuolille mahdollisuuden reiluun vaihtokauppaan ilman kolmansia osapuolia. (Wang ym. 2021) Koska sopimusta ei pysty muuttamaan sen suorittamisen jälkeen, kaupankäynti on etenkin digitaalisen omaisuuden kanssa turvallista. Älykkäät sopimukset ovat siis olennaisia NFT :iden kannalta, koska vasta sopimuksen myötä NFT :n omistajuus on siirtynyt. Palaan tähän tarkemmin luvussa 3.1.

Osoite ja transaktio. Lohkoketjujen osoite ja transaktio ovat Wangin ym. (2021) mukaan olennaisia osia kryptovaluutoissa. Lohkoketjun osoite on uniikki tunniste, joka toimii käytännössä samalla tavalla kuin pankkitili: käyttäjä voi sekä lähettää että vastaanottaa omaisuutta. (Wang ym. 2021) Ilman näitä kaupankäynti tokeneilla on mahdotonta.

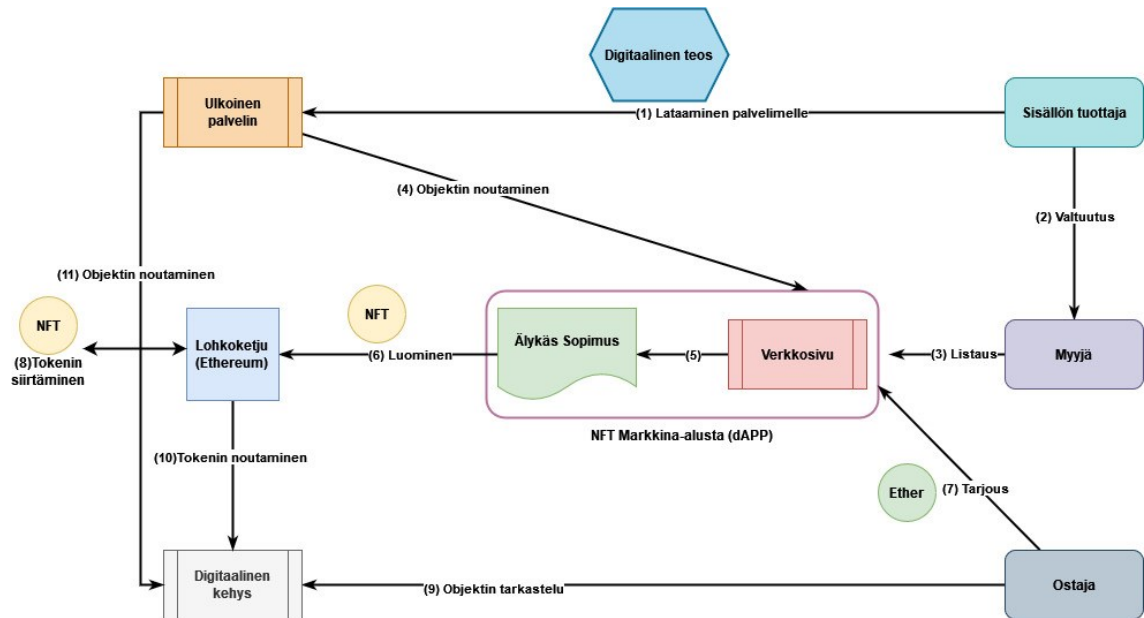
Tietojen koodaus. Wang ym. (2021) tarkoittavat tietojen koodauksella prosessia, jossa data muutetaan yhdestä muodosta toiseen. Yleisimmissä lohkoketjujärjestelmissä, kuten Bitcoinissa ja Ethereumissa, käytetään heksa-arvoja koodaamaan transaktion tiedot, kuten funktioiden nimet, parametrit ja palautusarvot. (Wang ym. 2021) Käytännössä siis NFT:n omistaja omistaa tokenin luojan allekirjoittamat heksa-arvot, jotka toimivat digitaalisena omistustodistuksena.

Wang ym. (2021) esittävät, että NFT :t ovat periaatteessa hajautettuja sovelluksia ja täten saavat ne hyödyt ja ominaisuudet, joita myös niiden taustalla olevat julkiset pääkirjat käyttävät. Tämän myötä NFT:llä on myös tiettyjä haluttuja ominaisuuksia: tunnistettavuus, läpinäkyvyys, saatavuus, peukaloinnin kestävyys, käytettävyys, atomisuus ja vaihdettavuus. (Wang ym. 2021) Halutut ominaisuudet tekevät NFT :stä merkityksellisen digitaalisen omaisuuden, sillä niiden avulla omaisuus on vahvasti suojattua ja omistuksen todistaminen on helppoa. Vaikka NFT :n yksi halutuimmista ominaisuuksista on tunnistettavuus, ne eivät ole välttämättä kovin yksinkertaisesti tunnistettavissa. Chohanin (2021) mukaan esimerkiksi digitaalisen taiteen tapauksessa NFT:n luominen jollekin taideteokselle edustaa ikään kuin alkuperäisyystodistusta, mutta teoksen luoja voi silti säilyttää teoksensa tekijänoikeudet.

Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että NFT :n ostaja ei välttämättä saa haltuunsa alkuperäistä tiedostoa, eikä myöskään saa eksklusiivista pääsyä teokseen (Chohan, 2021). Tätä voidaan kuitenkin verrata ikään kuin singeeratun teoksen omistamiseen tai omistusoikeuteen. Perinteiseen omistajuuteen verrattuna NFT :n omistajuus voikin vaikuttaa epäilyttävälle, koska digitaalisessa maailmassa omistusoikeudet eroavat fyysisestä omistusoikeudesta omine periaatteineen. Digitaalisessa omistajuudessa taustalla pyörii erilaisia sääntöjä, kuten DRM eli käyttöoikeuksien hallinta, joka tekee omaisuudesta enemmän lisenssin käyttöä muistuttavaa (ks. Chevit, 2018).

2.3 UUDEN NFT:N LUOMINEN

Tieteellistä lähteistöä NFT :n luomisesta löytyy erittäin niukasti ja prosessin kuvantaminen ja analysointi olisikin oiva jatkotutkimusaihe. Aiemman tutkimuksen niukkuuden vuoksi käytän pääasissa lähteenä Neporin (2021) artikkelia, jossa kuvataan uuden NFT :n luomiseen vaadittavaa prosessia. Artikkelin antaa hyvän ja konkreettisen kuvan siitä, mitä askelia kenen tahansa tulee ottaa, jotta voi luoda oman tokeninsa. Tukeudun myös Dasin ym. (2021) julkaisemaan tutkimukseen, joka käsittelee NFT :n ekosysteemiä ja toimintaympäristöä. Tässä kappaleessa avaan, mitä askelia NFT :n luomiseen vaaditaan ja mitä sen luomisessa tulee ottaa huomioon. Kuvaan ekosysteemin keskenäiset interaktiot ja avaan sen sisällä tapahtuvia tapahtumia. Tätä havainnollistan seuraavassa kuvissa 1.



Kuvio 1. NFT Ekosysteemi (mukailten Das ym. 2021)

Kuten kuviossa 1 on kuvattu, käyttäjät jaetaan kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat sisällön tuottaja, myyjä ja ostaja. Aluksi sisällön tuottaja luo digitaalisen tiedoston, eli sisällön ja lataa sen ulkoiselle palvelimelle (1) tehdäkseen sen julkisesti saatavaksi. NFT pystyy edustamaan mitä tahansa digitaalista tiedostoa, joten mahdollisuuksia on miltein rajattomasti; NFT voi olla esimerkiksi kuva, video, teksti tai musiikkia (Nepori, 2021). Kun objekti on valittu, voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen, joka on myynnistä päättäminen.

NFT:n myymisessä kaikki sisällön tuottajat eivät välttämättä omaa tarvittavia teknisiä taitoja muuttaakseen sisältöään NFT:ksi, eivätkä täten osaa itse lisätä sitä lohkoketjuun tokenina. Tässä tapauksessa sisällön tuottaja valtuuttaa (2) myyjät luomaan NFT:n (6) ja tarjoamaan sen markkinapaikoille. Toisissa tapauksissa sisällöntuottaja ottaa myös myyjän roolin itselleen. Myyjän tehtävänä on

myös valita alusta, jonne tokeni tullaan luomaan. Koska Ethereum on yleisin tokenien alusta, käsittelen esimerkissä uuden NFT :n luomista tästä näkökulmasta.

Koska NFT :n luominen vaatii louhintaa, sen luomisen hinnat vaihtelevat päivittäin: NFT :n upottaminen lohkoketjuun maksaa rahaa (Etheriä), joten sitä varten on avattava Ethereum-lompakko ja hankittava Etheriä, jotta luominen voidaan toteuttaa (Nepori, 2021). Dasin ym. (2021) mukaan uuden tokenin luominen tapahtuu kutsumalla oikeaa metodia Ethereum-lohkoketjusta, joka yleisesti noudattaa Ethereumin asettamia ERC-721 ja ERC-1155 standardeja. Näitä standardeja käsittelen tarkemmin luvussa 3.1.

Das ym. (2021) kuvaavat, että tätä varten luodaan yleensä tokenisopimus, joka pystyy hallinnoimaan useammankin NFT :n omistajuuksia. He selittävät, että jokaiselle NFT :lle asetetaan kokonaisluku, joka esitetään muodossa « _tokenId ». Koska sopimus tallentaa tokenin sopimuksen osoitteen yhteen tämän tokenin kokonaisluvun kanssa, NFT pystytään tunnistamaan tokeni sopimuksen luomasta nipusta lohkoketjussa. (Das, ym. 2021) Uuden NFT :n luomiseen voidaan käyttää myös erilaisia applikaatioita, joista yksi esimerkki on MetaMask (Nepori, 2021).

Nepori (2021) mukaan NFT :n luomista seuraava askel on valita markkinapaikka, jonne uusi NFT asetetaan, mikä voi käytössä olevasta sivustosta riippuen myös maksaa. Nepori jatkaa kuitenkin, että jos NFT luodaan esimerkiksi OpenSea-sivustolle on prosessi ilmainen alustan käyttämän tokentyypin vuoksi. OpenSea kuitenkin vaatii, että yhdistät tiliisi Ethereum-lompakon, jotta palveluun voidaan luoda tokeneita. (Nepori, 2021) Dasin ym. (2021) mukaan sen jälkeen, kun NFT on lisätty markkinapaikalle saatavaksi (3), ostajat voivat ostaa sisältöä listahintaan, tehdä tarjouksia siitä tai tarjota suoraan hintaa, jolla he ovat valmiita ostamaan sisällön (7). Tarjouksen hyväksynnän jälkeen tai ostajan voitettua tarjouskilpailun solmitaan älykäs sopimus myyjän ja ostajan välille. NFT siirretään ostajalle (8), kun älykkään sopimuksen ehdot täyttyvät, ja tapahtuma kirjataan lohkoketjuun kuvaamaan omistajuuden siirtymistä. (Das ym. 2021)

3 NFT:T JA KAUPANKÄYNTI

Tässä kappaleessa käsittelen NFT :ihin liittyvää kaupankäyntiä, siihen kuuluvaa olennaista lohkoketjuteknologiaa (Ethereumia), sekä markkina-alustojen ongelmia. Avaan myös NFT :n nykytilaa ja sen tulevaisuuden käyttömahdollisuuksia.

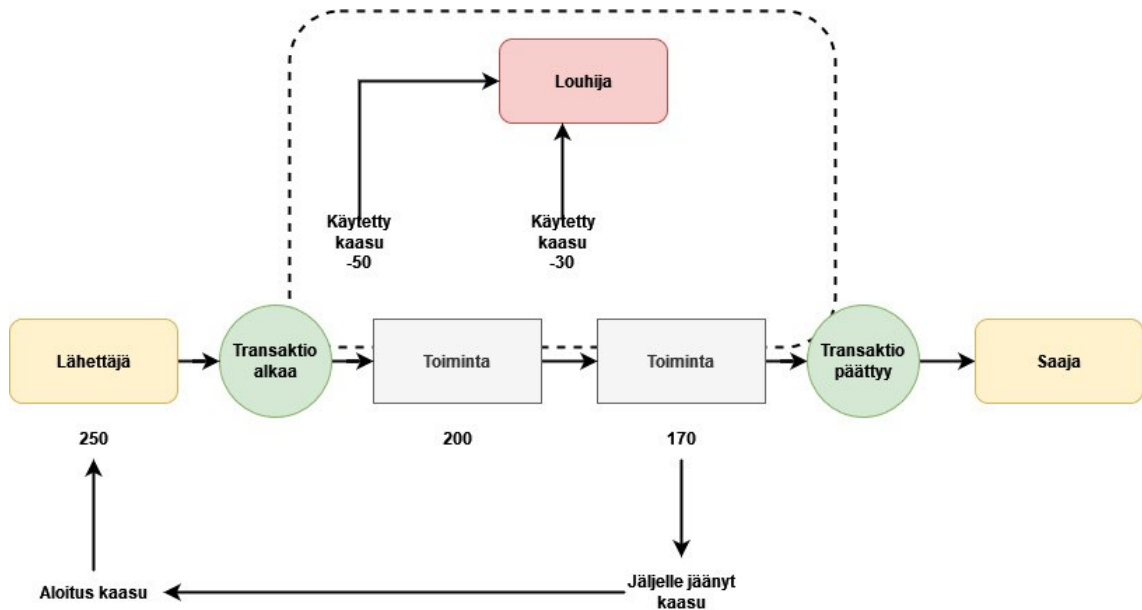
3.1 ETHEREUM

Tarkastelen tässä kappaleessa tarkemmin Ethereum-verkkoa ja sen toimintaperiaatteita. Aloitan kuvaamalla kryptovaluuttoja yleisesti, ja kuvaan sen jälkeen Ethereumia sekä sen standardeja. Lopuksi avaan vielä Ethereumin sisällä olevia älykkäitä sopimuksia, jotka ovat teknologia NFT-kaupankäynnin takana. Redmanin (2022) mukaan vuoden 2022 kolmannella viikolla myytiin NFT:itä 2,5 miljardin dollarin edestä kymmenessä eri lohkoketjussa. Ethereumin osuus näistä kaupoista oli 96 % (Redman, 2022), joten on perusteltua väittää sen olevan yleisin lohkoketju, jossa NFT:t vaihtavat omistajuuksia.

Ethereum (2021) on hajautettu verkosto, joka luotiin vuonna 2015. Hajautetussa verkostossa ominaista on, että kaikki toiminta ei tapahdu yhdessä paikassa, vaan päätöksenteko ja muu toiminta on hajautettu useille eri alueille. Ethereum eroaa rajapinnaltaan esimerkiksi Bitcoinista niin, että siihen pystytään luomaan yksinkertaisia ohjelmia. (Ethereum, 2021.) Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että Ethereum tukee tarvittaessa muitakin erilaisia kryptovaluuttoja, kuten Bitcoinia. Tämän ominaisuuden vuoksi Ethereum on noussut suureen suosioon ja on nyt maailman toiseksi suurin kryptovaluuttaverkosto (ks. CoinMarketCap, 2021). Ethereum ei rajoitu pelkästään maksamiseen; siellä voi suorittaa myös rahoituskellisia toimia sekä luoda pelejä tai applikaatioita, jotka eivät kerää dataa tai sensoroi käyttäjää (Ethereum, 2021).

Ethereum toimii sen omalla valuutalla Etherillä (ETH), josta yhteisön jäsenet käyttävät kaupankäyntitilanteissa nimitystä "gas", eli kaasua. Kasireddy (2017) selittää, että kaasua käytetään kuvaamaan ja mittaamaan vaadittuja maksuja eri laskentatilanteissa (*computation*). Hänen mukaansa tavallisessa

transaktiutilanteessa lähettäjä asettaa kaasulle maksimimäärän ja hinnan; kaasun määrä ja hinta kuvaavat sitä maksimimäärää, jonka lähettäjä on valmis maksamaan transaktion suorittamisesta. Jäljelle jäänyt kaasu palautetaan lähettäjälle alkuperäisellä hinnalla. (Kasireddy, 2017.) Transaktion suorittamiseksi vaaditun maksimihinnan ja kaasun määrän asettaminen siis takaavat, että transaktio ei jää pyörimään ikuisesti, sillä jossain välissä lähettäjän kaasu loppuu kesken ja prosessi katkeaa. Ethereumin tyypillinen transaktio on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. Ethereumin transaktio (mukaillen Kasireddy, 2017)

Kuten kuviossa 2 on kuvattu, tyypillinen Ethereum-transaktio alkaa siten, että lähettäjä tekee ilmoituksen toivotun toiminnon suorittamisesta. Lähettäjä myös ilmoittaa maksimi kaasun, jota on valmis maksamaan toiminnon suorittamisesta. Kun transaktio alkaa, louhija toteuttaa omalla työllään (*work*) halutut toiminnot ja saa täten kaasua palkaksi työstään. Kun toiminnot on suoritettujäljelle jäänyt kaasu palaa takaisin lähettäjälle niin kuin älykäs sopimus määrää.

Tällä hetkellä Ethereumin pääverkko käyttää POW-louhintamallia (*proof of work*) (Ethereum, 2021). POW-malli vaatii verkoston koneita tuottamaan todistuksen siitä, että ne ovat käyttäneet laskennallista voimaa (*work*) saadakseen konsensuksen hajautetussa mallissa ja estääkseen huonoja tahoja haavoittamasta verkkoa (Frankenfield, 2021d). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että louhittaessa lohkoketjun uusia lohkoja verkostossa olevat koneet kilpailevat uuden lohkon täyttämistä. Onkin perusteltua väittää, että louhinta on sattumankauppaa siitä, mikä verkoston koneista saa täytettyä uuden lohkon ja tienattua itselleen palkinnot. Uuden lohkon louhiminen tuo Etherissä louhijalle staattisen lohkon, kaasua kaikista transaktioista kyseisessä lohossa ja ylimääräisiä palkintoja, kuten pienempiä osuuksia uudesta lohokosta (Kasireddy, 2017). Louhijat todistavat työpanoksellaan, kuka on nähnyt eniten vaivaa uuden lohkon louhimiseen ja palkkio määräytyy sen mukaan.

POW-mallin suurimmat ongelmat ovat turvallisuus ja sähkönkulutus. POW-mallin huomattavinta turvallisuusriskiä kutsutaan nimellä ”51 % hyökkäys” (Frankenfield, 2021a). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että yksittäinen taho saa käsiinsä koko verkoston louhintavoimasta yli 50 % prosenttia eli enemmistön. Tällaisessa tapauksessa taho, joka hallitsee louhintavoimaa, pystyy värentämään lohkoketjun pääkirjaa ja käyttämään esimerkiksi samoja digitaalisia tokeneita useampaan kertaan. (Frankenfield, 2021a) Bitcoin Gold kärsi tällaisesta hyökkäyksestä vuonna 2018, jolloin hakkerit onnistuivat varastamaan 18 miljoonaa dollaria (Roberts, 2018).

Toinen ongelma eli sähkönkulutus on kasvavan ilmastonmuutoksen takia huomattava ongelma. Louhimisen ollessa kilpailullista toimintaa on perusteltu väittää, että louhijoiden paine hankkia enemmän laitteistoja kilpailemaan uusien lohkojen louhinnassa kasvaa. Yksi Ethereum-transaktio kuluttaa noin 210 kilowattituntia energiaa ja Ethereumissa toteutetaan noin 1.1 miljoonaa transaktiota päivässä (Statista, 2021). Digiconomistin (2021) mukaan tämä vastaa vuodessa koko Kazakstanin energiankulutusta ja hiilijalanjäljeltään Suomen vuosittaista kulutusta. Siten voidaankin väittää, että POW-malli ei ole nykymuodossaan tulevaisuuden kannalta kestävä ratkaisu.

Ethereum (2021) on ottanut nämä ongelmat POW-mallissa huomioon tulevaisuuden tavoitteissaan. Ethereum on siirtymässä uuteen vaiheeseen elinkaarissaan, jota kutsutaan nimellä Ethereum 2.0. Tässä päivityksessä siirrytään muun muassa POW-mallista uuteen malliin, joka perustuu omistajuuteen eli POS-malliin (*proof of stake*). Tässä mallissa lohkojen täyttö ja luomisesta saatava palkkio määräytyy jo omistetun Etherin perusteella. Ethereum 2.0 koostuu kolmesta vaiheesta, joista ensimmäinen, eli niin kutsuttu Beacon-ketju, julkaistiin joulukuussa 2020. Beacon-ketju käyttää tällä hetkellä POS-mallia ja on lisäyksistä ensimmäinen. Beacon toimii tällä hetkellä irrallisena Ethereumin pääverkosta, joka käyttää edelleen POW-mallia. Vuoden 2022 suunnitelmana on toteuttaa yhdistys Beaconin ja Ethereumin pääverkon kanssa. Tämä tarkoittaa louhijoille ongelmia ja on sivuvaikutuksena näkynyt esimerkiksi aktiivisena toimintana vuoden 2021 aikana. Kolmas vaihe Ethereum 2.0:ssa on Shard-ketjut, jotka nostavat Ethereumin kykyä käsitellä transaktioita ja varastoida dataa. Ne toimivat hieman eri tavalla POW-malliin verrattuna, mutta tämä on louhijoille tarjottu porkkana, sillä se kuluttaa huomattavasti vähemmän energiaa. Lisäksi inflaation hallintatyökalut ovat tulossa mukaan uudessa versiossa, jossa jokaisesta transaktiosta ”kaasua haihtuu” ja sitä poistetaan. Tällä tavoin rajattomasti kasvava kryptovaluutta ei ole vaarassa joutua suuren inflaation kouriin. (Ethereum, 2021.)

NFT:lle on olemassa useita muitakin eri alustoja, joista Ethereum on kuitenkin yleisin (Chohan, 2021). Tietyt Ethereumin ominaisuudet tekevät siitä hyvin soveltuvan alustan tokenien kaupalle. Näistä hyviä esimerkkejä ovat mm. Ethereumissa sijaitsevat ERC-721- ja ERC-1155-standardit. Ethereumin (2021) standardit varmistavat, että verkostoon luotu uusi token sopii yhteen muun verkoston toiminnan kanssa. Standardit on yleensä merkitty tunnuksella ERC-x, jossa x on standardin yksilöivä numero. Standardit ovat lohkoketjuun kirjoitettuja funktioita, jotka toteuttavat jonkin tietyn toiminnon, esimerkiksi ERC-721-standardin

tapauksessa NFT:n luomisen. (Ethereum, 2021.) Ethereumin standardien ohella Bitcoin Cash ja Flow tarjoavat omia käytettäviä standardeja non-fungible tokenneille (Chohan 2021). Ethereum tarjoaa kuitenkin NFT:lle monipuolisen alustan sen ERC-721 ja ERC-1155 standardien takia.

Toinen Ethereumin (2021) hyödyllinen ominaisuus on älykäs sopimus, jonka avulla NFT-transaktio tallennetaan lohkoketjuun. Älykäs sopimus on yksinkertaisesti ohjelma, joka toimii Ethereum-verkoston sisällä. Sen maksimikoko voi olla 24kb, tai muuten se kuluttaa kaasun loppuun. Ethereum kuitenkin esittää, että tämä voidaan kiertää käyttämällä timanttimuodostelmaa. Älykkään sopimuksen idea on olla koodi, joka kuten tavallinenkin sopimus takaa tietyt ehdot. Kuitenkin yksittäisten tahojen sijasta koko verkosto ja ohjelma takaavat sopimuksen täyttymisen. Niitä ei pysty poistamaan eikä muokkaamaan enää kirjoittamisen jälkeen. (Ethereum, 2021.)

Kaupankäyntitilanteessa älykäs sopimus on täydellinen tapa suorittaa transaktio anonyymisti ja saada varmasti se, mistä maksaa. Älykkäiden sopimusten käyttäminen kuitenkin edellyttää, että molemmat osapuolet ymmärtävät älykkään sopimuksen lait ja artikkelit. Esimerkiksi Kalra ym. (2018) nostavat esille, että molempien sopimuksen osapuolten tulee varmistaa sopimuksen oikeellisuus, vaikka lohkoketjun konsensusprotokolla varmistaakin ehtojen täyttymisen. Ethereumin (2021) älykkäiden sopimusten rajoituksena on se, että perusmuodossaan ne eivät voi vastaanottaa reaaliaikaisia tietoja, sillä ne eivät voi lähettää http-pyyntöjä. Tämä on tietoinen päätös, joka on tehty siksi, että ulkopuolinen tietolähde voisi muuttua ja se voisi muuttaa sopimuksen sisältöä, mikä ei sovi verkoston periaatteille. Kuitenkin älykkään sopimuksen voi muokata vastaanottaen http-pyyntöjä. (Ethereum, 2021)

3.2 NFTM MARKKINA-ALUSTAT

Tässä kappaleessa käsittelen NFT:n markkina-alustoja, mikä tukeutuu vahvasti Dasin ym. (2021) julkaisemaan tutkimukseen, sillä NFTM-alustoista ei ole laajaa tutkimusta. He määrittelevät NFT markkina-alustat, eli NFTM:t, dAPP-alustoiksi, joissa NFT:tä, jota tässä yhteydessä kutsutaan myös objektiksi, vaihdetaan tai myydään. Heidän mukaansa voidaan kuitenkin yleisesti sanoa, että NFTM-alusta koostuu kahdesta komponentista; käyttäjän käyttämä Web-pohjainen Frontend-alusta ja erilaiset älykkäät sopimukset, jotka toimivat lohkoketjussa. Das ym. kuvaavat, että web-alustan käyttäjät käyttävät alustaa, ja alusta lähettää transaktiot älykkäille sopimuksille heidän puolestaan (ks. Kuvio 1, kohta 5). Das ym. korostavat, että pääasiassa älykkäät sopimukset tässä tapauksessa koostuvat

kahdenlaisista sopimuksista: markkina-alustasopimuksista, jotka käyttävät NFTM:n protokollaa kirjaamaan tapahtuman lohkoketjuun, sekä Token-sopimuksista, jotka hallinnoivat tokeneita. Markkina-alustat antavat tyypillisesti käyttäjien toteuttaa alustoillaan käyttäjän tunnistamisen, tokenien luomisen, tokenien myynti listauksen ja tokenien kauppaamisen. (Das ym. 2021)

Dasin ym. (2021) mukaan käyttäjien täytyy ensiksi rekisteröityä NFTM-alustalle, jotta he pääsevät käyttämään alustan palveluita. Rekisteröitymisen jälkeen on kaksi erilaista tunnistautumiskeinoa, joita voidaan käyttää. Ensimmäisenä on tunnuksiin pohjautuva keino, jossa käyttäjä valitsee sivulle käyttäjätunnuksen ja salasanan. Toinen keino on käyttää kryptograafista signeerausta, jossa alusta haastaa käyttäjän identiteetin, ja se tulee varmistaa kryptograafisella avaimella, joka löytyy käyttäjän Ethereum-lompakosta. NFTM alustoista mm. OpenSea, Rarible, Foundation, CryptoPunks ja SuperRare käyttävät jälkimmäistä tunnistautumistapaa. Koska Ethereum-lompakon yksityiset avaimet ovat käytännössä mahdottomia arvata, pidetään tätä tapaa yleisesti turvallisempänä. (Das, ym. 2021)

Das ym. (2021) viittaavat listaamisella tässä tapauksessa samankaltaiseen tapahtumaan, jossa esimerkiksi nettihuutokauppaan tehdään ilmoitus myytävistä tavarasta. Tapahtumiksi kutsutaan yleensä tokeneihin liittyviä aktiviteetteja, joiden varastointi määrittää yleisesti markkina-alustan mallin. Das ym. jatkavat alustat tyypillisesti kolmeen erilaiseen malliin, joita kutsutaan ketjulliseksi, ei-ketjulliseksi ja hybridiksi. Ketjullisella mallilla he tarkoittavat mallia, jossa kaikki alustan tapahtumat kirjataan lohkoketjuun. Koska kaikki tapahtumat maksavat kaasua, tämä malli on käyttäjille operatiivisesti kallis. Alustoja, jotka käyttävät tätä mallia ovat mm. Axie, CryptoPunks, Foundation ja SuperRare. Ei-ketjullinen malli puolestaan tallentaa tapahtumat tietokantaan, joka ei ole osana lohkoketjua. Tästä johtuen tämä malli on kaasu-ystävällinen ja operatiiviset kustannukset ovat käyttäjille pieniä. Esimerkiksi Nifty käyttää tätä mallia. Dasin ym. esittelemä kolmas malli on hybridi-malli, joka yhdistää ominaisuuksia ketjullisesta ja ei-ketjullisesta mallista. Tapahtumat tallennetaan tyypistään riippuen joko lohkoketjuun tai tietokantaan, joka ei ole osana ketjua. Oikeellisuuden varmistamiseksi ketjulliset ja ei-ketjulliset tapahtumat sidotaan yhteen kryptograafisella tarkistuksella. OpenSea ja Rarible käyttävät hybridi-mallia liiketoiminnassaan. (Das, ym. 2021)

Ostajat voivat tehdä tarjouksia tai osallistua tarjouskilpailuun myytävistä NFT:stä. Das ym. (2021) selittävät, että tarjouksen hyväksymisen tai tarjouskilpailun päättymisen jälkeen markkinapaikka siirtää tokenin myyjän tililtä ostajan tilille. He lisäävät, että yleensä tässä välissä NFTM veloittaa kustannukset perustuen palveluun, jota sivusto tarjoaa. NFT:n myyntiä, jossa myyjä on muu kuin sisällöntuottaja itse, Das ym. kutsuvat toissijaiseksi myyntitapahtumaksi. Tässä tapauksessa ennen kuin ensimmäinen myyntitapahtuma sisällöntuottajan ja jälleenmyyjän välillä tapahtuu, sisällöntuottaja määrittää rojaltn määrän, joka kaikissa seuraavissa myynneissä siirtyy sisällöntuottajalle automaattisesti. (Das ym. 2021)

Das ym. (2021) lisäävät, että palvelimet, jotka ovat ulkoisia sekä NFTM-alustoista että lohkoketjuista tuottavat palveluita ja laitteita, jotka luovat tarvittavan infrastruktuurin järjestelmän toimimiseen. Esimerkiksi sisällöntuottajat varastoivat sisältöään erilaisilla web-palvelimilla tai varastointipalveluissa, kuten Amazon S3 tai IPFS. Kun ostajat ostavat NFT :n, he voivat esitellä teoksiaan valokuvakirjoja muistuttavilla verkkosivuilla tai digitaalisissa NFT-valokuvakehyksissä. Palvelimet, kehykset ja NFTM-alustat noutavat tokenit lohkoketjuista ja niitä edustavan sisällön kyseisistä palveluista. (Das, ym. 2021)

3.2.1 NFTM :N TURVALLISUUSONGELMAT

Tässä kappaleessa keskityn NFT :ihin liittyvässä kaupankäynnissä oleviin ongelmiin, joista suurin osa keskittyy NFTM-alustojen tyyppeihin. Erittelen alustojen eri osa-alueet ja pyrin nostamaan esiin ongelmia, joita suunnittelu jättää auki näihin osa-alueisiin. Käsittelen myös yleisiä ongelmia esimerkiksi omistajuussuhteissa.

Kuten perinteistäkin taidetta on käytetty rahanpesuun fyysisessä maailmassa, NFT tarjoaa tälle mahdollisuuden digitaalisessa maailmassa. Das ym. (2021) esittävät, että NFTM-alustojen yksi tärkeimmistä arvoista on anonyymisyys, mutta tämä luo väistämättä ongelman, jossa rahanpesusta on tehty helppoa ja rikollisen toiminnan tunnistamisesta vaikeaa. Heidän mukaansa käyttäjän tunnistaminen on tärkeä tekijä tällaisen toiminnan estämiseksi ja suuret kryptovaluuttojen vaihto-alustat kuten Coinbase ja Binance US vaativatkin käyttäjiä toimittamaan henkilötietoja, jotta heidät voidaan tunnistaa. Näitä ovat mm. nimi, osoite ja henkilötunnus. Molemmat palvelut vaativat käyttäjiään toimittamaan myös todisteet näistä tiedoista, jotta palvelun käyttäminen on mahdollista. (Das, ym. 2021).

Dasin ym. (2021) tekemästä tutkimuksesta kävi kuitenkin myös ilmi, että yksikään NFTM-alusta ei ole tehnyt tarvittavaa työtä käyttäjän tunnistamisen ja todentamisen kanssa. Tutkimuksessa kävi myös ilmi, että yksi käyttäjä pystyi luomaan alustalle useampia käyttäjätilejä, jotka olivat käytännössä mahdottomia jäljittää samaan tekijään. Yksi tapa, jolla käyttäjän tunnistamiseen liittyviä ongelmia vastaan voitaisiin taistella, olisi käyttää kaksivaiheista tunnistusta. Vaikka tavalliset finanssialan toimijat, kuten pankit, pörssit ja kryptovaluuttapörssit tarjoavat kaksivaiheista tunnistusta käyttäjilleen, se ei ole vielä käytössä kaikkialla NFTM-maailmassa. (Das, ym. 2021).

Dasin ym. (2021) mukaan kaksivaiheinen tunnistus lisää huomattavasti käyttäjätilien turvallisuutta, sillä vaikka menettäisit käyttäjätunnuksesi ja salasanasi, tilisi ei välttämättä ole vielä haavoittuvainen. NFTM-alustoista esimerkiksi SORARE hallinnoi myös käyttäjän lompakkoa tunnusten ohella. Tästä johtuen kuka tahansa, joka pääsee kirjautumaan tilille, pystyy myös lataamaan lompakkoon sidotun Ethereumin yksityisen avaimen. Vaikka SORARE tarjoaa mahdollisuuden kaksivaiheiseen tunnistukseen, se ei ole oletuksena käytössä. (Das, ym.

2021) Käyttäjän tunnistus on erittäin tärkeää myös NFTM-alustoilla, sillä kyse on oikeasta rahasta ja myös joissain tapauksissa suurista raha-summista. Kaksivaiheisen tunnistuksen käyttäminen ei saisi olla vapaaehtoista, jos sen puute tuottaa taloudellisen riskin käyttäjille.

Token-sopimusta pidetään todennettavana, jos sen lähdekoodi lähetetään Etherscaniin ja se läpäisee todennuksen (Das ym. 2021). Puggionin (2022) mukaan Etherscan on itsenäinen Ethereumiin pohjautuva lohkoselain-sovellus. Etherscanin tehtävä on seurata transaktioita lohkoketjun sisällä, ja näyttää ne hakukoneessaan (Puggioni, 2022). Das ym (2021) väittävät, että otettaessa huomioon token-sopimusten funktionaalinen monimutkaisuus, lähdekoodi on huomattavasti helpompi tarkastaa kuin tavukoodi. Ulkoisten token-sopimusten tarkastaminen on tärkeää, sillä ne voivat olla jopa haitallisia tai bugisia. Das ym. kertovat myös tilanteista, joissa projektit tekevät katteettomia lupauksia liittyen markkinoille vapautettujen tokenien määrään voidakseen nostaa NFT-projektien hintoja. Tätä ehtoa ei kuitenkaan nykyisellään pystytä tarkastamaan mitenkään, sillä NFTM-alustat eivät tarjoa tukea ulkoisten token-sopimusten lähdekoodin avoimeen muotoon. Das ym. lisäävät myös, että jos token-sopimus on luonteeltaan haitallinen, se voidaan asettaa luomaan enemmän tokeneita kuin NFT-projektissa on luvattu, mikä pudottaa tokenien arvoa. Das ym. kutsuvat rikkinäiseksi sopimukseksi tilannetta, jossa tapahtuma päättyy virheeseen. Rikkinäinen sopimus voi polttaa kaasua tekemättä yhtään työtä. CelebrityBreeder-sopimus on esimerkki rikkinäisestä sopimuksesta, jossa lähes kaikki tapahtumat päättyivät virheeseen. (Das ym. 2021)

Kolmas Dasin ym. (2021) mainitsema tokenien luomiseen liittyvä uhka on metadatan muokkaus. Metadata-tokeneissa on tunniste, jolla se pystytään todentamaan aitona. Jos metadataa muutetaan token menettää arvonsa (Das ym. 2021). ERC-721 standardi NFT :lle kertoo, kuinka tokenin metadataa voidaan muuttaa (Ethereum, 2022). Das ym. (2021) kuvaavat, miten tokenin luontihetkellä määritetään tokenin metadatan sisältö ja sijainti. Das ym. jakavat metadatan muokkauksen kahteen eri tapaan. Ensimmäinen tapa on muuttaa metadatan _url-tunnistetta ja täten muuttaa tokenin sijaintitietoa. Toinen tapa puolestaan on muuttaa metadatan sisältöä, mikä on mahdollista jos metadata sijaitsee kolmannen osapuolen palvelimella eikä sitä ole turvattu. Koska tällä hetkellä yksikään ulkoisia sopimuksia tukeva NFTM-alusta ei tarjoa mahdollisuutta todentaa metadataa, molemmat uhat ovat mahdollisia. (Das, ym. 2021)

Das ym. (2021) huomauttavat myös, että tokenien hallintaan sisältyy omat riskinsä. Kun token tuodaan myytäväksi NFTM-alustalle, alusta ottaa tokenin hallinnan itselleen yhdellä kolmesta tapaa jotta se pystyy siirtämään tokenin myyjältä ostajalle. Ensimmäinen tapa on siirtää NFT :n omistajuus alustan escrow-tilille. (Das ym. 2021). Banton (2021) määrittelee escrow-tilin taloudellisena järjestelynä, jossa omaisuuden haltija siirtää omaisuuden kolmannen osapuolen hallintaan erillisille escrow-tilille, ja ostaja puolestaan siirtää tarvittavan varallisuuden samaiselle tilille. Tämän jälkeen escrow-tilin haltija toteuttaa transaktion. (Banton, 2021) Toinen Dasin ym. (2021) esittämä tapa on sallia NFTM-alustan olla "hallitsija"; tietyn tyyppinen Ethereum-tili, jossa voi hallinnoida toisen tilin

omaisuutta tietyissä parametreissa. Kolmas Dasin ym. esittämä tapa on olla ”operaattori”, joka on myös Ethereum-tilin tyyppi, jossa voi hallinnoida kaikkia NFT-artefakteja tietyssä kokoelmassa. Das ym. (2021) huomauttavat kuitenkin escrow-tilin esimerkin olevan erityisen riskialtis, sillä tili sisältää kaiken omaisuuden ja tokenit, joita alustalla vaihdetaan. Tästä johtuen, escrow-tilin turvallisuudesta riippuu myös koko alustan omaisuuksien turvallisuus. Toisessa ja kolmannessa tapauksessa turvallisuus on parempaa koko alustan kannalta. Koska jokaiselle tokenille tai token-kokoelmalle luodaan oma yksityinen avain, yhden avaimen vuotaminen ei vaaranna koko alustan toimintaa. (Das, ym. 2021)

Toinen huomattava riski tokenien listausta ajatellen liittyy myös alustalla tunnistautumiseen. Dasin ym (2021) mukaan listautumiset, jotka tehdään todennettujen taiteilijoiden tai tuottajien puolesta, saavat erityistä huomiota ostajilta. Tästä johtuen todennuksesta on tullut haluttu attribuutti myös huijareiden keskuudessa, ja sitä onkin väärinkäytetty useammalla eri tavalla. Ensimmäinen näistä Dasin ym. listaamista tavoista on väärentää tunnistusmerkki, joka näkyy alustoilla profiilikuvana. Väärentäjät ovat editoineet kuvankäsittelyllä kuvan, joka näyttää ensisilmäyksellä täysin aidolta ja täten ovat päässeet esiintymään todennettuna tuottajana/myyjänä. Toinen Dasin ym. listaama tapa on yksinkertaisesti halvempi esiintyminen, jossa hyötykäytetään alustojen heikkoja tunnistautumisvaatimuksia ja esiinnyttään alkuperäisenä tuottajana tai myyjänä. Huijauksista voidaan vahvistaa esimerkiksi linkittämällä näihin profiileihin oikean myyjän sosiaalisen median tilit. (Das ym. 2021)

Kolmas Dasin ym. (2021) esittämä tapa on pesukauppa, jota on tosin aiemmin pidetty vaikeimpana toteuttaa. Tässä tavassa hyödynnetään sivustojen todentamismekanismeja sekä muita komponentteja ensin laillisesti, mutta myöhemmin laittomasti. Esimerkkinä Das ym. antavat OpenSea-palvelun, jossa yksi todentamismekanismista on, että tietyllä NFT kokoelmalla tulee olla 100 ETH (Etherin) edestä historiallisia kauppoja. Das ym. huomauttavat, että tahot, joilla on pääsy suurempaan määrään resursseja pystyvät nykyään toteuttamaan tämän huijauksen varsin helposti: Jos sinulla on tarpeeksi Etheriä, voit tehdä käytännössä heikon henkilöllisyyden todentamisen takia varsin helposti useita tilejä ja keinotekoisesti luoda todennetun kokoelman kopioituja teoksia, jotka voit myöhemmin myydä eteenpäin. Das ym. tiivistävät ilmiön toteamalla, että käytännössä tekijä kierrättää omia resurssejaan omien tiliensä välillä, jotta tietty kokoelma saa todennuksen. Esimerkiksi vuoden 2021 kesäkuun ja joulukuun välillä 4.88 % todennetuista OpenSea-kokoelmista vedettiin alas valheellisina. Tämä osoittaa, että vaikka todennusmekanismeja on olemassa ja niillä pyritään estämään väärinkäyttöjä, osa huijauksista menee silti läpi. (Das, ym. 2021).

Dasin ym. (2021) mukaan yksi NFT-kaupan ongelmista on läpinäkyvyys: käytännössä tokenien kauppa ja omistajuus pystytään tehokkaasti jäljittämään aina luomisen hetkeen asti. Tämä johtuu siitä, että kun kaupankäynti tapahtuu ja se rekisteröidään lohkoketjuun, siitä tallennetaan myyjän ja ostajan osoitteet, kauppahinta ja kauppa-aika. Das ym. huomauttavat, että vaikka paperilla tämä näyttää idiootti-varmalle omistajuuden todentamiselle, käytännössä siirryttäessä alustatasolle voidaan huomata muutamia ongelmia. NFTM-alustoista Nifty

käyttää ei-ketjullista tiedon varastointia, jossa tiedot ja loki kaupankäynnistä tallennetaan ulkoiseen tietokantaan, joka ei ole lohkoketjussa. Niftyyn tapauksessa käytetään myös escrow-tiliä, joten niin kauan kun NFT sijaitsee Niftyyn alustalla kaikki tiedot kaupankäynnistä kirjataan ei-ketjulliseen tietokantaan. Vasta silloin kun NFT siirretään pois Niftyyn kirjataan tapahtuma lohkoketjuun. (Das, ym. 2021) Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että NFT on saattanut vaihtaa omistajaa ja kauppahintaansa satoja kertoja Niftyyn sisällä, mutta ainoat kirjaukset lohkoketjuun siitä ovat NFT:n siirtyminen Niftyyn ja pois sieltä.

Toinen Dasin ym. (2021) listaama ongelma liittyy token-kauppojen tarjouskilpailun rehellisyyteen. Das ym. selittävät, että ketjulliset NFTM-alustat tallentavat tarjoukset ketjuun ja ne ovat todennettavissa, jolloin myös ylitarjoaminen on mahdotonta, sillä tarjouskilpailu todennetaan käyttäjän Ethereum-lompakon avulla. Dasin ym. mukaan ongelmaksi nousevat kuitenkin ei-ketjulliset NFTM-alustat, joissa ylitarjoamiselle ei ole rajoituksia ja tarjouskilpailut tallennetaan ei-ketjulliseen tietokantaan. Näitä mekanismeja käyttämällä ei-ketjullisen alustan ylläpitäjät sekä käyttäjät pystyvät hyväksikäyttämään tarjouskilpailuja. Das ym. kertovat, kuinka ylläpitäjät pystyvät keinotekoisesti manipuloimaan tarjouksien määriä luodakseen hype-ilmion. Käyttäjät puolestaan voivat asettaa tarjouksia, joihin potentiaalisen tarjoajan varallisuus ei riitä nostaakseen omien tokeniensa hintoja. Kolmas ongelma tokenien kaupassa on rojaltien jakaminen ja markkinapaikko maksujen väistäminen. (Das ym. 2021)

Kuten aiemmin todetaan sisällöntuottaja voi asettaa rojaltin teokselleen, joka siirtyy jokaisen uuden kaupan yhteydessä takaisin tuottajalle. Tällöin rojalteissa oleva tieto ei kuitenkaan siirry NFTM-alustalta toiselle. Das ym. (2021) tiivistävät ongelman sanoen, että rojaltili-asetukset ovat kauppapaikkaspesifejä, mikä tulee ilmi läpinäkyvyyden myötä. Jos NFT siirretään esimerkiksi Niftyyn kuten aiemmin on todettu, siitä ei tehdä kirjausta lohkoketjuun muuten kuin ai-noastaan kahdesti, eli siirtyessä ja poistuessa. Rojaltili-sopimukset eivät ole tietoja, joita NFTM-alustat jakavat keskenään (Das, ym. 2021). Tällä tavoin NFT :tä voidaan vaihtaa alustalla rajattomasti ja rojaltilivapaasti, jos se ei enää sijaitse sillä alustalla, johon se on alunperin luotu. Toinen ongelma on, että rojaltilimaksut ja markkinapaikka hinnat eivät sisälly ERC-721 standardiin (Ethereum, 2022). Das ym. (2021) ilmaisevat asian niin, että myyjä voi siis välttää molemmat maksut myymällä tokenin alustojen ulkopuolella. Molemmat rojaltili- ja markkinapaikkamaksut voidaan sisällyttää ERC-721-standardiin, mutta ongelmana on, että tämä nostaa sen toteuttamisen kaasunhinta. (Das, ym. 2021)

3.3 NFT :N NYKYTILA JA TULEVAISUUS

Tässä kappaleessa käsittelemme NFT :n nykytilaa ja sen olemassa olevia käyttötarkoituksia, sekä avaan mahdollisia tulevaisuuden käyttötarkoituksia. Kuten

olen aiemmin todennut, NFT :n ylivoimaisesti suurin käyttötarkoitus on digitaalisen sisällön tokenisoinnissa. Esimerkiksi konsulttiyhtiö Ernst&Young on ottanut käyttöön NFT rakenteen viini-erään, ja täten tokenisoinut fyysistä omaisuutta (Makrygiannis, 2019). Palaan tähän esimerkkiin myöhemmin tässä luvussa, kun tarkastelen muita käyttötarkoituksia.

Nykytila Vuosi 2021 oli NFT :n lyhyen historian paras vuosi taloudellisesti mitattuna. NFT :n myynti kasvoi vuoden 2020 summasta, joka oli 94,9 miljoonaa dollaria aina 24,9 miljardiin dollariin asti (Howcroft, 2022). Summa on suurempi kuin COP26 huippukokouksen maiden hiili-energiasta poissiirtymiseen tähän mennessä toimittamat 20 miljardia dollaria (Abnett & Piper, 2021). Voidaan siis valehtelematta sanoa, että NFT-kaupankäynnissä liikkuu paljon rahaa.

Rahallisten tuottojen ohella ihmiset ovat ilmaisseet mieltymyksiään useiden eri tyyppisten NFT :den avulla, mikä näkyy näiden tyyppien suosiossa. Wangin ym. (2021) mukaan yksi ensimmäisistä Ethereumin NFT :stä, Cryptopunks, on luonut jo yli 10 000 keräiltävää hahmoa. Myös CryptoKitties, joka on ollut jo vuodesta 2017 asti NFT-markkinoilla on saanut suurta suosiota. CryptoKitties yhdistää pelillistämistä tokeneihin ja keräilijät ostavatkin ainutlaatuisia kissoja, joilla on erilaisia ominaisuuksia (silmien väri, turkin väri yms.) ja ”parittavat” näitä kissoja keskenään luodakseen uusia kissoja, jotka ovat myös vaihdettavissa olevia tokeneita. Korkein hinta, jonka yksittäinen CryptoKitties-kissa on saavuttanut NFTM-alustoilla tarjouskilpailussa, oli yli 999 Etheriä, eli 3 miljoonaa dollaria. (Wang ym. 2021)

Toinen Wangin ym. (2021) mainitsema huomattava keräilytapaus on NBA Top Shot, joka on yhdysvaltojen koripalloliigaan keskittyvä NFTM. Alustalla fanit myyvät lyhyitä videoita eri tilanteista NBA-liigassa ja myyvät/ostavat sekä vaihtavat niitä. (Wang ym. 2021) Tuhannet fanit ovat keränneet yli 7.6 miljoonaa NBA-aiheisia videoita ja kuvia, ja jotkut niistä liikkuvat korkeissa hinnoissa kuten LeBron Jamesin donkkaus marraskuulta 2019, jonka hinta on tällä hetkellä 225 000 dollaria (NBA Topshot, 2022). Muita huomattavia Wangin ym. (2021) listaamia keräilyyn pohjautuvia alustoja ovat mm. Picasso Punks, Hashmasks, 3Dpunks, unofficial punks, Polkamon, Chubbies, Bullrun Babes, Aavegotchi, CryptoCats, Moon Cats Rescue, NFT Box yms. Teemoista on huomattavaa se, että kuten markkinataloudessa yleensäkin, yleisesti toimivaksi havaittua konseptia yritetään replikoida. Wangin ym. (2021) mukaan pelillistettyjen sovellusten ja keräilyharvinaisuuksien lisäksi NFT :t ovat tehostaneet myös taiteen kehitystä, lipputulojen arvoa, IoT :tä ja rahoitusta.

Tarkastellessa Makrygianniksen (2019) esimerkkiä siitä, miten viinipullosta on tehty tokenisoitu tuleamme kiinnostavaan ja vähemmän tutkittuun NFT :n aspektiin. Makrygiannis kuvaa, kuinka viinin tapauksessa sen alkuperä on yksi tärkeimmistä aspekteista turvata, mutta samalla se voi olla haastava selvittää useiden eri tahojen takia. Tämä luo massiivisen määrän paperijälkeä, joka tulee tarkastaa prosessin jokaisessa vaiheessa. (Makrygiannis, 2019) Kasvatus, puristus, kypsennys ja säilytys ovat kaikki tärkeitä tietoja viinin alkuperän määrittämisessä ja kuten aiemmin on todettu NFT :n metadata voisi yhtäläillä säilyttää nämä tiedot luodakseen täydellisen alkuperän-todennuksen.

Monet muutkin elintarvikkeet ja tuotteet nojaavat paljolti alkuperän todistukseen ja nykyaikana monien tuotteiden etiketit jättävät paljon avoimia kysymyksiä tuotteen todellisesta alkuperästä. Dawson (2021) kertoo artikkelissaan kokeesta, jossa tuoretta kreikkalaista oliiviöljyä tokenisoitiin ja myytiin suoraan tuottajalta kuluttajalle. Kokeessa taiteilijat loivat digitaalisen NFT :n oliiviöljylle, jolla oli myös täysin fyysinen vastine (oliiviöljy) ja nämä molemmat tuotteet toimitettiin NFT :n ostajalle. Dawsonin mukaan idea tähän syntyi siitä, että kokeen suorittaja huomasi hänen äitinsä valmistaman oliiviöljy saapuneen kaupan hyllylle Itävallassa vasta hyvin pitkän ajan jälkeen. (Dawson, 2021)

Tulevaisuus. Monissa elintarvikkeiden tapauksissa tuotantoketju pidentää aikaa, jossa kuluttaja saa tuotteen käsiinsä. Hen ym. (2018) mukaan ruoan pilaantuminen on yksi suurimmista ongelmista ruoan turvallisuuden ja laadun varmistamisessa. Kun elintarvikkeet liikkuvat tiloilta prosessoijille, myyjille ja lopuksi kuluttajalle, pilaantumista ei pystytä välttämään. (He ym. 2018).

NFT pystyisi kuitenkin tässä tapauksessa mahdollistamaan kuluttajien tuorempien tuotteiden saannin. Tällöin on tietenkin luonnollisesti otettava huomioon varallisuustekijä ja NFT :n tämän hetkiset luomisen kustannukset. Kuten aiemmin on todettu, Ethereum (2021) kertoo olevansa siirtymässä Ethereum 2.0 :aan, mikä vähentää energiankulutusta huomattavasti. Tämä muutos saattaa myös tulevaisuudessa vaikuttaa positiivisesti NFT :n luomisen hintoihin ja tuoda sen lähemmäksi tavallisia kuluttajia. Jos NFT :n metadata on tallennettu tuotteeseen QR-koodina, voidaan tarkastella esimerkiksi puhelimen elinkaarta ja tallennettua metadataa.

Puhuessamme rahoituksesta NFT :t voivat tehdä sijoittamisesta demokraatisempaa. Sharman (2021) mukaan NFT :itä pystytään käyttämään tokenisoimaan fyysistä omaisuutta, kuten kiinteistöjä. Kiinteistöt voitaisiin jakaa huomattavasti pienempiin omistettaviin osiin, esimerkiksi eri huoneisiin, joilla olisi eri hinnat sekä arvot, jolloin lisättäisiin sekä arvoa että tuottoa kollektiivisesti omistettulle kiinteistölle. (Sharma, 2021). Tässä esimerkissä voisit omistaa kolmiosta keittiön, jonka arvo on suurempi kuin esimerkiksi toisen henkilön omistaman vaatekomeron. Siirtyessämme vielä pienemmälle tasolle yksi henkilö voi omistaa vessasta pöntön ja toinen lavuaarin vastaavan tokenin. Kyseisen asunnon vuokratulot jaettaisiin mikro-omistusten mukaan, eli kuinka suuri prosentuaalinen arvo pöntöllä on koko vessasta ja vessalla taas koko asunnosta.

Sharman (2021) mukaan NFT :n suurin mahdollisuus onkin luoda uudenlaisia sijoituksen muotoja sekä uudenlaisia markkinoita. Vaikka NFT :t tänä päivänä keskittyvät pitkälti digitaalisen sisällön kauppaan, hänen mukaansa on huomattavaa, että se luo myös täysin uudenlaisia mahdollisuuksia tulevaisuuden kannalta. Sharma lisää, että tämä konsepti on jo käynnissä digitaalisessa muodossa Decentralandissa, joka on VR-kaupunki Ethereum-lohkoketjussa, josta käyttäjät voivat hajautetusti ostaa omistuksia eri esineisiin. (Sharma, 2021). Täten ei ole perusteetonta ajatella, että sama voisi toimia myös fyysisessä maailmassa, sillä NFT :t pystyvät toimimaan myös fyysisten esineiden omistustodistuksina.

4 YHTEENVETO

NFT :t ovat esiintyneet uutisissa laajasti vuoden 2021 aikana, kuten vuoden 2022 alussakin. Tämä on ymmärrettävää, sillä NFT-markkinoiden arvo saavutti Howcroftin (2022) mukaan viime vuonna 24,9 miljardia dollaria. Kun tarkastelemme NFT :tä ilmiönä, voimme huomata, että digitaalinen maailma noudattaa trendejä samalla tavoin kuin fyysinen maailma. Digitaalisten keräiltävien esineiden suosio määräytyy hypen perusteella, ja suosituksi sekä toimivaksi havaittu konsepti synnyttää kilpailevia tuotteita, vrt. CryptoPunks ja unofficial punks. Markkinatrendit NFT:n sisällä ja niiden vaikutukset kilpailun syntyyn olisivat kenties hyödyllinen aihe tulevaisuuden tutkimukselle.

Suurin haaste tutkimuksen tekemisessä NFT :stä on lähteiden rajallisuus. Kuten motivoinnissa totesin, suuri osa tutkimuksista sivuttaa NFT :n sivukäsitteenä tai korkeintaan kuvaa jotain spesifiä yleistä aspektia siitä. Tämä luo haasteellisen tilanteen, kun yritetään muodostaa yleistä kuvaa NFT :stä, sillä lähteistö on hajautunutta ja vähälukuista.

NFT :n tulevaisuus on pitkälti riippuvainen sen ympäröivien alustojen ja teknologioiden tulevaisuudesta. Vaikka NFT :stä on tuotu esiin hienoja ominaisuuksia, kuten mahdollisuudet rahoituksessa tai fyysisen omaisuuden tokenisatiossa, ovat nekin pitkälti riippuvia Ethereumin tulevaisuudesta ja etenkin louhintahintojen putoamisesta Ethereum 2.0 :n myötä. Jos louhintahinnat ja tokenin luomisen hinta pysyvät tämän päivän tasolla, NFT ei tule olemaan osa tavallisen kuluttajan arkea ainakaan tietoturvasimmassa muodossaan. Myös NFTM-alustat tuovat omat ongelmansa NFT :n tulevaisuuden kannalta turvallisuuden näkökulmasta. NFT :n arvo voi romahtaa, jos havaitut turvallisuusongelmat jatkavat olemassaoloaan ja NFT jatkaa nykyistä kasvuaan. Kun sijoituksen turvallisuus on kiinni ainoastaan markkina-alustan turvallisuudesta, se tuo omat ongelmansa digitaalisen sisällön kaupalle.

Toinen ongelma NFTM-alustojen nykytilassa on läpinäkyvyys ja etenkin oikeellisuus rojaltien suhteen. Jos tuottajat eivät saa rojaltimaksujaan niin kuin heidän pitäisi, on sisällön tokenisaatio turhaa. Huomattavaa on myös se, että NFTM-alustojen tulisi pyrkiä yhteensopivuuteen ja etenkin rojaltitietojen toimittamiseen siirryttäessä alustalta toiselle. Tämän hetkinen tilanne, jossa NFTM-alustat eivät

ole yhteensopivia, vähentää alustojen tarjontaa ja lisää rikollista toimintaa. On kuitenkin huomattavaa, että NFT:t ovat saavuttaneet vuonna 2021 niin suuren suosion, että ne ovat todennäköisesti tulleet pysyväksi osaksi kryptovaluuttasektoria.

Teknologisesta näkökulmasta NFT puolestaan tarjoaa ominaisuuksiltaan mielenkiintoisia mahdollisuuksia tulevaisuuteen. Rahoitus, fyysisen omaisuuden tokenisaatio ja tuotantoketjun seuranta ovat relevantteja aiheita, joista ei vielä löydy paljoa tutkimusta. Käytännönläheinen perehtyminen hajautettuun rahoitukseen NFT:n avulla fyysisen kiinteistön parissa voisi olla myös mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe. Aiheen tuoreuden ottaen huomioon myös monet muut jatkotutkimukset ovat mahdollisia aiemmin esille nostamieni lisäksi. NFT:stä ei esimerkiksi ole tehty laajaa ympäristökartoitusta eikä hiilijalanjäljen kokonaisvaltaista mittausta. Kuten aiemmin mainitsin (ks. Luku 3.1), Ethereumin energiankulutus on suurta ja NFT kasvunsa vuoksi käsittää huomattavan osan Ethereumin transaktioista.

Kun pohdin tutkielmaa yhteenvetokappaleessa voin todeta, että käsitykseni NFT:hen on muuttunut sen tekemisen aikana. Ennen tutkimusta NFT on ollut minulle eräänlainen meemi, joka on saanut suurta suosiota internetissä, eikä se näyttäytynyt järkevänä tai relevanttina teknologiana. Tutkimuksen edetessä NFT on kuitenkin hitaasti avannut ominaisuuksiaan tarkemmin ja tuonut esiin sen hyviä puolia, kuten mahdolliset käyttötarkoitukset. NFT on samalla kuitenkin tuonut esiin varjopuoliaan, kuten mahdollisuudet rahanpesuun, ongelmat muun teknologian kanssa ja oikeellisuus.

Mielestäni tämä oikeuttaa NFT:itä koskevan näkökulmani, eli sen tarkastelun uutena teknologiana. Kuten perinteinen teknologia, sitä voidaan käyttää joko hyödyttämään ihmisiä kollektiivisesti tai hyödyttämään yksilöitä riistämällä jollain keinolla muilta. NFT ei mielestäni ole ongelmia aiheuttava teknologia tai kontroversiaali spekulatiivinen sijoituskohde itsessään, vaan informaatioteknologian muoto, jonka mahdollisuudet riippuvat pitkälti sen käyttäjistä.

LÄHTEET

- Abnett, K., & Piper, E. (2021). China, India, other big coal users missing from COP26 phase-out deal. Reuters. Haettu 10.2.2022 osoitteesta: <https://www.reuters.com/business/cop/cop26-coal-deals-take-aim-dirtiest-fossil-fuel-2021-11-03/>
- Banton, C. (2021). Escrow. Investopedia. Haettu 10.2.2022 osoitteesta: <https://www.investopedia.com/terms/e/escrow.asp>
- Chevit, S. (2018). Blockchain Technology and Non-Fungible Tokens: Reshaping Value Chains in Creative Industries. SSRN. Haettu 15.12.2021 osoitteesta: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3212662
- Chohan, U.W. (2021). Non-Fungible Tokens: Blockchains, Scarcity and Value. SSRN. Haettu 15.12.2021 osoitteesta: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3822743
- CoinMarketCap (2021). Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap. Haettu 13.12.2021 osoitteesta: <https://coinmarketcap.com/>
- Das, D., Bose, P., Ruaro, N., Kruegel, C. & Vigna, G. (2021). Understanding security Issues in the NFT Ecosystem. Haettu 12.1.2022 osoitteesta: <https://arxiv.org/pdf/2111.08893.pdf>
- Dawson, D. (2021). Decorated Olive Oil Bottles to Be Auctioned as Crypto Assets. Haettu 10.2.2022 osoitteesta: <https://www.oliveoiltimes.com/world/decorated-olive-oil-bottles-to-be-auctioned-as-crypto-assets/93217>
- de Vries, A. (2018). Bitcoin's Growing Energy Problem. *Joule*, 2(5), 801–805. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.04.016>
- Digiconomist.net (2021). Ethereum Energy Consumption Index. Haettu 13.12.2021 osoitteesta: <https://digiconomist.net/ethereum-energy-consumption>
- Ethereum.org (2021). What is Ethereum? Haettu 10.12.2021 osoitteesta: <https://ethereum.org/en/what-is-ethereum/>
- Finanssivalvonta.fi (2019). Mitä tarkoittaa virtuaalivaluutta, kryptovaluutta, kryptovara, ICO tai lompakkopalvelu? Haettu 20.11.2021 osoitteesta: <https://www.finanssivalvonta.fi/kuluttajansuoja/virtuaalivaluutat/>
- Frankenfield, J. (2021a). 51% Attack. Investopedia. Haettu 14.12.2021 osoitteesta: <https://www.investopedia.com/terms/1/51-attack.asp>
- Frankenfield, J. (2021b). Crypto Tokens. Investopedia. Haettu 14.12.2021 osoitteesta: <https://www.investopedia.com/terms/c/crypto-token.asp>

- Frankenfield, J. (2021c). Initial Coin Offering (ICO). Investopedia. Haettu 28.11.2021 osoitteesta: <https://www.investopedia.com/terms/i/initial-coin-offering-ico.asp#initial-coin-offering-ico-vs-initial-public-offering-ipo>
- Frankenfield, J. (2021d). Proof of Work (PoW). Investopedia. Haettu 10.1.2022 osoitteesta: <https://www.investopedia.com/terms/p/proof-work.asp>
- He, Y., Huang, H., Li, D., Shi, C., & Wu, S. J. (2018). Quality and Operations Management in Food Supply Chains: A Literature Review. *Journal of Food Quality*, 2018, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2018/7279491>
- Howcroft, E. (2022). NFT sales hit \$25 billion in 2021, but growth shows signs of slowing. Reuters. Haettu 10.2.2022 osoitteesta: <https://www.reuters.com/markets/europe/nft-sales-hit-25-billion-2021-growth-shows-signs-slowing-2022-01-10/>
- Kalra, S., Goel, S., Dhawan, M., Sharma, S. (2018). ZEUS: Analyzing Safety of Smart Contracts. NDSS. <https://doi.org/10.14722/NDSS.2018.23082>
- Kasireddy, P. (2017). How does Ethereum work, anyway? Haettu 18.12.2021 osoitteesta: http://www.easygoing.pflog.eu/32_blockchain_P2P/ethereum_blockchain.pdf
- Lotti, L. (2019). The Art of Tokenization: Blockchain Affordances and the Invention of Future Milieus. *Media Theory*, 3(1), 287-320.
- Majaski, C. (2020). Security Token Definition. Investopedia. Haettu 28.11.2021 osoitteesta: <https://www.investopedia.com/terms/s/security-token.asp>
- Makrygiannis, K. (2019). EY helps WiV Technologyy acceleratre fine wine investing with blockchain. EY. Haettu 10.2.2022 osoitteesta: https://www.ey.com/en_gl/news/2019/08/ey-helps-wiv-technology-accelerate-fine-wine-investing-with-blockchain
- Metaco.com (2021). (Cryptographic) Tokens. Metaco. Haettu 28.11.2021 osoitteesta: <https://www.metaco.com/digital-assets-glossary/cryptographic-tokens/>
- NBA Topshot (2022). Lebron James Dunk Holo MMXX (Series 1). Haettu 10.2.2022 osoitteesta: <https://nbatopshot.com/listings/p2p/814c5183-596f-41d7-9135-c6b29faa9c6d+de32d3fb-0e6a-447e-b42a-08bbf1607b7d>
- Nepori, A. (2021). How to create your own NFT in 5 simple steps. Domus. Haettu 8.2.2022 osoitteesta: <https://www.domusweb.it/en/news/2021/05/13/how-to-mint-your-own-nft-in-5-simple-steps.html>
- Puggioni, V. (2022). What is Etherscan, and how does it work? Cointelegraph. Haettu 12.2.2022 osoitteesta: <https://cointelegraph.com/news/what-is-etherscan-and-how-does-it-work>

- Redman, J. (2022). \$2.7 Billion in NFT Sales Recorded Last Month – Ethereum, Ronin, Solana Top 3 NFT Networks. Bitcoin. Haettu 10.2.2022 osoitteesta: <https://news.bitcoin.com/2-7-billion-in-nft-sales-recorded-last-month-ethereum-ronin-solana-top-3-nft-networks/>
- Roberts, J. (2018). Bitcoin Spinoff Hacked in Rare “51% Attack”. Fortune. Haettu 18.11.2021 osoitteesta: <https://fortune.com/2018/05/29/bitcoin-gold-hack/>
- Royal, J. & Voigt, K. (2021). What Is Cryptocurrency? Here’s What You Should Know. Nerdwallet. Haettu 18.11.2021 osoitteesta: <https://www.nerdwallet.com/article/investing/cryptocurrency-7-things-to-know>
- Shariatmadari, D. (2021). Language lovers: Get your crypto at the ready: NFTs are big in 2021. Collins dictionary. Haettu 25.11.2021 osoitteesta: <https://blog.collinsdictionary.com/language-lovers/get-your-crypto-at-the-ready-nfts-are-big-in-2021/>
- Sharma, R. (2021). Non-Fungible Token (NFT) Definition. Investopedia. Haettu 25.11.2021 osoitteesta: <https://www.investopedia.com/non-fungible-tokens-nft-5115211>
- Statista.com (2021). Number of daily transactions on the blockchain in Bitcoin, Ethereum and 13 other cryptocurrencies from January 2017 to November 7, 2021. Statista. Haettu 13.12.2021 osoitteesta: <https://www.statista.com/statistics/730838/number-of-daily-cryptocurrency-transactions-by-type/>
- Wang, Q., Li, R., Wang, Q. & Chen, S. (2021). Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges. Haettu 10.1.2022 osoitteesta: <https://arxiv.org/pdf/2105.07447.pdf>