

Henry Vepsäläinen

TEKOÄLYN KÄYTTÖ ETF-RAHASTOISSA



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2024

TIIVISTELMÄ

Vepsäläinen, Henry

Tekoälyn käyttö ETF-rahastoissa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2024, 63 sivua

Tietojärjestelmätiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja(t): Vuorinen, Jukka

Tämä pro gradu -tutkielma tarkastelee tekoälyllä ohjattujen ETF-rahastojen suorituskykyä ja tekoälyn käyttöä ETF-rahastojen hallinnoinnissa. Tekoälyn integroiminen rahoituslalle on lisääntynyt merkittävästi viime vuosina, ja ETF-rahastot tarjoavat ainutlaatuisen ympäristön tekoälyn hyödyntämiseen rahaston hallinnassa. Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää, ovatko tekoälyllä ohjatut rahastot tuottaneet paremmin tunnettuihin vertailuindekseihin nähden, jotka on kullekin tekoälyllä ohjatulle rahastolle määritelty, sekä miten tekoälyä, koneoppimista ja erilaisia algoritmeja hyödynnetään näiden pörssinoteerattujen rahastojen osakepöiminnassa ja voidaanko tekoälyllä johdetulla poiminnalla saavuttaa etua perinteisiin menetelmiin verrattuna. Tutkimusaineisto koostuu globaalisti 11 olemassa olevasta tekoälyllä ohjatusta eri ETF-rahastosta, joiden suorituskykyä mitataan erilaisilla tunnusluvuilla ja mittareilla, kuten p/e, pitkän aikavälin tuotto, beeta ja ter-luku. Tutkimuksen keskeisenä tavoitteen on myös selvittää, miten tekoälyä, koneoppimista ja erilaisia algoritmeja hyödynnetään kunkin ETF-rahaston sijoituspolitiikassa ja osakkeiden, sekä muiden sijoituskohteiden valinnassa. Tekoälyn käyttö on mahdollistanut nopeammat ja tarkemmat sijoituspäätökset, mikä on parantanut rahastojen kykyä sopeutua markkinamuutoksiin. Tekoäly poistaa myös ihmisen tunteellista ja inhimillistä toimintaa sijoittamisesta. Tulokset vahvistavat, että tekoäly voi tarjota merkittäviä etuja ETF-rahastojen hallinnoinnissa, edellyttäen, että sen käyttö on hyvin integroitu rahaston strategiaan. Tekoäly on kuitenkin vielä voimakkaimman kehityskaarensa alkuvaiheessa, joten odotettavissa on, että tekoälyn käytön osuus ETF-rahastoissa tulee kasvamaan. Odotettavissa on myös entistä monipuolisempia tekoälyratkaisuja rahastojen hallintaan.

Asiasanat: tekoäly, rahasto, vastuullisuus, tuotto, moderni portfolioteoria, riski

ABSTRACT

Vepsäläinen, Henry

The use of artificial intelligence in ETF funds

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2024, 63 pages

Information Systems, master's Thesis

Supervisor(s): Vuorinen, Jukka

This master's thesis examines the performance of AI-driven ETF funds and the use of artificial intelligence in the management of ETFs. The integration of AI into the financial sector has increased significantly in recent years, and ETFs provide a unique environment for the use of artificial intelligence in fund management. The main objective of the study is to determine whether AI-driven funds have performed better compared to well-known benchmark indices defined for each AI-driven fund, and how artificial intelligence, machine learning, and various algorithms are used in the stock picking of these exchange-traded funds and whether AI-driven picking can achieve an advantage over traditional methods. The research material consists of 11 existing AI-driven ETFs globally, whose performance is measured using various indicators and metrics, such as P/E, long-term return, beta, and TER. A key goal of the study is also to explore how artificial intelligence, machine learning, and various algorithms are used in each ETF's investment policy and in the selection of stocks and investment picks. The use of AI has enabled faster and more exact investment decisions, improving the funds' ability to adapt to market changes. AI also removes emotional and human biases from investing. The results confirm that AI can offer significant advantages in the management of ETF funds, provided that its use is well integrated into the fund's strategy. However, AI is still in the first stages of its most powerful development curve, so it is expected that the share of AI use in ETF funds will increase. More diverse AI solutions for fund management are also expected.

Keywords: artificial intelligence, fund, sustainability, return, modern portfolio theory, risk.

KUVIOT

Kuvio 1: ETF-rahaston nimen osat	14
Kuvio 2: Sijoittajan odottama tuotto ja volatilitteetti	16
Kuvio 3: Tiedon ja datan, sekä algoritmien roolit tekoälyssä.	21
Kuvio 4: ETF-Rahastojen suosion kasvu	37
Kuvio 5: Tekoäly ETF-rahastojen jakauma	38
Kuvio 6: S&P 500 70-vuoden kehitys markkinashokkeineen.....	46
Kuvio 7: Pitkän aikavälin AI-pörssinoteerattujen rahastojen suoriutuminen suhteessa vertailuindekseihin.....	48

TAULUKOT

Taulukko 1 Tekoälyn mahdolliset hyödyt	22
Taulukko 2 Huolien tyypit ja eettiset haasteet	30
Taulukko 3 Euclidean Fundamental Value ETF-rahaston tunnuslukuja.....	43
Taulukko 4 Kaikki toiminnassa olevat tekoälyllä osittain- tai täysin ohjatut ETF-rahastot.	47

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tutkimuksen kulku	9
2	RAHASTOT SIIJOITUSKOHTENA	11
2.1	Rahastot.....	11
2.2	ETF- Rahastot	12
2.3	Tuotto ja riski.....	15
2.4	Portfolioteoria.....	16
2.5	P/E-luku ja Beta-kerroin.....	17
2.6	Salkunhoito	18
3	TEKOÄLY JA SEN SOVELTAMINEN FINANSSIALALLE.....	20
3.1	Tekoäly	20
3.2	Koneoppiminen.....	23
3.3	Algoritmit.....	25
3.4	Tekoälyn käyttöönotto rahastoissa	26
4	TEKOÄLYN EETTISYYS, SÄÄNTELY JA RISKIT.....	27
4.1	Tekoälyn riskit ja eettiset haasteet.....	27
4.2	Säätely tekoälyn käytössä.....	31
5	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN YHTEENVETO.....	33
6	METODOLOGIA JA KIRJALLISUUSKATSAUKSEN KERUU	35
7	TEKOÄLYLLÄ OHJATUT ETF-RAHASTOT	37
7.1	Täysin tekoälyllä ohjatut ETF- Rahastot.....	39
7.2	Momentum strategiaan pohjaavat AI ETF-rahastot, joissa lopulliset sijoituspäätökset tekee ihminen.....	41
7.3	Arvoyhtiö AI ETF-rahastot.....	42
7.4	Large Cap AI ETF-rahastot.....	44
7.5	Toimialakohtaiset IT- ja kuluttujasektorin AI ETF-rahastot.....	45
7.6	Suorituskyky ja tunnusluvut tekoälyllä ohjatuissa ETF-rahastoissa	46
7.7	Riskienhallinta.....	49
7.8	Kustannustehokkuus	50

8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	51
8.1	Tutkimustulosten yhteenveto	52
8.2	Jatkotutkimusehdotukset	54
	LÄHTEET	55

1 JOHDANTO

Tämän pro gradun tutkimus pyrkii selvittämään tekoälyn käyttömahdollisuuksia pörssinoteerattujen ETF-rahastojen sijoitustoiminnassa, sekä miten tekoälyllä ohjatut algoritmeihin pohjautuvat ETF-rahastot menestyvät eri mittareilla verrattuna muihin vertailukelpoisiin indekseihin. Vertailukelpoisuudella tarkoitetaan tässä kontekstissa sitä, että rahastot vastaavat sisällöltään ja sijoituspolitiikaltaan mahdollisimman paljon vertailuindeksiään. Tutkimuksen tarkoitus on selvittää, onko tekoäly rahastot relevantti vaihtoehto sijoittajille kulujen, tuoton ja riskien osalta. Pehdytään myös tekoälyn hyödyntämiseen osana eri rahastojen funktionaalisuutta.

Rahastot ovat yksi matalimman kynnyksen sijoitusvaihtoehtoista yksityis-sijoittajalle helppoutensa ja hajautuksensa ansioista. Salkunhoitajat päättävät rahastojen allokaatiopäätöksistä eli siitä mihin rahaston varoja sijoitetaan. ETF-rahastot ovat noteerattu pörssissä, eli rahaston kaupankäynti tapahtuu välittömästi rahasto-osuuksien myyjän löytäessä markkinoilta ostajan esimerkiksi pankin kaupankäyntialustaa käyttäen, kun pörssi on auki.

ETF-rahastot ovatkin kasvattaneet suosiotaan kuluvan vuosituhaten aikana. Yleisesti ETF-rahastot ovat hyvin kustannustehokkaita sijoitusvaihtoehtoja, koska niiden hallinnointipalkkiot ovat pääsääntöisesti edullisia. ETF-rahastoilla sijoittaja voi myös hajauttaa sijoitusriskinsä ja tuotto-odotuksensa laajasti toimialoittain tai alueellisesti. Erityisesti AI pohjaisissa EFT-rahastoissa, jossa tulevaisuuden voittajat eivät ole vielä selvillä, ja markkina on hyvin pirstaloitunut, tarjoaa AI toimijoihin sijoittava EFT-rahasto mahdollisuuden päästä mukaan tulevaisuuden suurvoittajiin. ETF-rahastojen vetovoimaa kasvattaa myös korkea likviditeetti eli rahasto on tarvittaessa helppo ja nopea saada kaupaksi, kun ostajia ja myyjiä on runsaasti saatavilla, koska rahasto on pörssissä. (Ferri, 2009; Tilastokeskus, 2022)

Tekoäly eli AI (Artificial Intelligence) on tietojenkäsittelytieteen ala, joka keskittyy algoritmien, mallien ja järjestelmien kehittämiseen. Tekoälyllä pyritään korvaamaan ihmisälykkyyttä vaativat tehtävät, siten että ne voitaisiin jatkossa suorittaa koneellisesti tekoälyn avulla. Tekoälyä tullaan hyödyntämään

tulevaisuudessa erilaisilla aloilla. Tarkoituksena on tehostaa tuottavuutta sellaisissa prosesseissa, joissa ihmisen toiminta on mahdollista korvata tekoälyllä. Tekoälyn etuna on datan kerääminen- ja analysoiminen huomattavasti ihmistä nopeammin: useat työtehtävät ovat muuttuneet helpommiksi ja tulevat tehostumaan tulevaisuudessa entisestään. (Ruiz- Real, 2021)

Tekoälyyn suhtaudutaan varsin myönteisesti. 61 prosenttia eurooppalaisista pitää tekoälyä hyvänä asiana. Toisaalta tekoälyä ja tekoälyyn liittyviä teknologioita tulisi Eurobarometrin mukaan valvoa yhä tarkemmin. Näin estettäisiin tekoälyn kehittyessä väärinkäyttöä, riskejä ja jopa rikollisuutta. Tekoäly kykenee ihmisen tyypillisiin taitoihin kuten päättelyyn, luomiseen, suunnitteluun ja oppimiseen. Euroopan parlamentin kirjoitus kertoo, kuinka tekoäly oppii aiemmasta, samalla kun se käsittelee ja analysoi tietoa. Varhaisimmat tekoälysovellukset tulivat jo 50 vuotta sitten, vaikkakin tekoäly megatrendinä on yhteiskunnassa suhteellisen uusi. Kasvanut tietokoneiden laskemisteho, paremmat algoritmit, tiedon avoimet rajapinnat järjestelmien ja pilviratkaisujen välillä, sekä tiedon määrän kasvu ovat mullistaneet tekoälykentän viimevuosina. Tekoäly on nousemassa räjähtävää tahtia erilaisiin käyttötarkoituksiin, jonka seurauksena sen priorisoiminen esimerkiksi EU:n lainsäädännössä tulee lisääntymään. (European Parliament, 2023)

Tekoälyn avulla voidaan edistää keskeisiä yhteiskunnallisia tavoitteita kuten talouskasvua, terveyttä, sekä tehokkuutta. Nykypäivänä tekoäly on jo niin kehittynyt, että tekoälyn käyttöä tai sen kanssa toimimista arkielämässä ei välttämättä käyttäjänä huomaa. Esimerkiksi verkkokaupoissa sivustot pyrkivät oppia tuntemaan asiakkaan ostokäyttäytymistä, jotta verkkokaupat voivat jatkossa tarjota entistä osuvampia tuotteita sopivalle kohderyhmälle. Toisaalta ruokakaupoissa tekoälyn avulla voidaan ennustaa myyntiä ja vähentää siten hävikin määrää. Matkailubisneksessä palveluiden hinnoittelu on tekoälyn ja ennakoivan analytiikan menetelmin optimoitu jo pitkään niin, että palveluista saadaan korkein mahdollinen hinta, jolla kapasiteetti myydään loppuun. Erilaiset hakukoneet verkossa tarjoavat myös tekoälyn avulla käyttäjilleen sopivaa hakuehdotusta hyödyntäen valtavaa tietomassaa. Raideliikenteessä tekoäly varmistaa autonomisen ajamisen sekä turvallisuuden maksimoimisen. Tekoälyä otetaan käyttöön yhä useammalla toimialalla sen kehittyessä ja myös paljon EFT-tuotteita tarjoavissa pankeissa ja rahalaitoksissa. (Zuiderveen Borgesius, 2018; European Parliament, 2023)

Finanssialalla on runsaasti sääntelyä ja dataa, sekä luottamuksellista, jopa salaista tietoa. Voidaankin puhua konservatiivisesta toimialasta, jonka lainsäädäntö on merkittävästi vaativampaa verrattuna muihin toimialoihin. Tämän vuoksi tekoälyn käyttöönotto ja tuonti alalle on varmasti hitaampaa, kuin toisilla toimialoilla. Varsinkin pilvipohjaisten avointen ChatGPT tyyppisten alustojen käyttö on kielletty pankkien tietojärjestelmien kanssa turvallisuussyistä.

Työskentelen itse sijoituspäällikkönä yritys pankissa. Vastuualueisiini kuuluu yritysasiakkaidemme kassanhallinnan optimointi ja räätälöityjen sijoitusratkaisujen kehittäminen, jotka ovat suunniteltu tukemaan kunkin asiakasyrityksen liiketoiminnan erityispiirteitä ja tavoitteita. Käytän työssäni laajasti erilaisia

sijoitusinstrumentteja, mukaan lukien ETF-rahastoja. Tässä tutkimuksessa keskitytään erityisesti näihin pörssinoteerattuihin ETF-rahastoihin. Työssäni pääsen hyödyntämään talousekonomistien, strategien, analyytikkojen ja muiden talouden asiantuntijoiden välittämää finanssialan asiantuntijuutta. Kokemusta sijoittamisesta ja pääomamarkkinoista minulla on yli 10 vuoden ajalta.

Halusin selvittää paljon viime aikoina esillä olleen tekoälyn roolin sijoittamisessa. Tutkimuksen kohteeksi rajautui ETF- eli pörssinoteeratut rahastot. Myöhemmässä vaiheessa Pro Gradua huomataan, että ETF-rahastot ovat kasvattaneet voimakkaasti suosiotaan viimeisen kahden vuosikymmenen aikana. Tämän tutkimuksen tavoitteena on vastata kysymyksiin, *miten tekoälyä käytetään ETF-rahastoissa, miten tekoälyllä ohjatut rahastot menestyvät suhteessa muihin vertailuindeksiin, sekä mitä mahdollisuuksia tekoäly on tuonut ETF-sijoittajalle.*

1.1 Tutkimuksen kulku

Ensimmäinen luku keskittyy rahastosijoittamiseen. Luvussa kerrotaan millaisia rahastot ovat, ja minkälaisia mahdollisuuksia ne tarjoavat sijoittajalle. Laajemmän rahastokappaleen jälkeen syvennytään ETF-rahastoihin. ETF tulee englannin kielen sanoista *Exchange traded fund*. ETF-rahastot ovat nimensä mukaisesti pörssilistattuja eli julkisen kaupankäynnin piirissä olevia sijoitusrahastoja. Pro gradun tutkielma rajautuu otokseen ETF-rahastoista, jotka käyttävät rahaston hallinnassaan tekoälyä osittain, tai kokonaisvaltaisesti. Seuraava 2.3 alaluku keskittyy tuottoon, riskiin ja vastuullisuuteen. Nämä tekijät ovat merkittäviä asioita ymmärtää sijoitustoiminnassa. Sijoittaja hakee sijoitukselleen tuottoa. Samalla hänen on otettava riskiä tuottoa saavuttaakseen, eli riski ja tuotto ovat toisilleen riippuvaisia sijoitustoiminnassa. Suuremmat tuotto-odotukset tarkoittavat suurempaa riskiä. Luku 2.4 kertoo portfolioteoriasta, eli teoriasta, joka on rahaston perusajatuksen takana: Hajauttamalla useampaan sijoituskohteeseen, tässä tapauksessa esimerkiksi osakkeeseen, saadaan usein merkittävää hyötyä, koska tällöin sijoitusportfolion riski laskee, kun varat ovat hajautettu yhden sijoituskohteen sijaista useampaan sijoituskohteeseen. 2.5 luku kertoo keskeisistä sijoittamisen tunnusluvusta eli P/E-luvusta ja Beta-kertoimesta. P/E-luvulla voidaan tulkita yrityksen arvostustasoa, kun taas Beta kertoo yrityksen kurssikehityksen heilunnasta suhteessa markkinaan. Ensimmäisen kappaleen viimeinen alaluku 2.6 kertoo salkunhoidosta, joka tarkoittaa rahaston hallinnoimista. Tietyissä rahastoissa, kuten indeksirahastoissa, salkunhoito on passiivista, kun taas tekoälyllä ohjattavat ETF-rahastot ovat aktiivisia. Tällöin tekoäly algoritmit skannaavat jatkuvasti erilaisia datapisteitä löytääkseen sopivia kohteita rahastoon. (Puttonen, 2018)

Toinen teorian pääluku 3. käsittelee tekoälyä ilmiönä ja käsitteenä. Seuraavassa alaluvussa 3.2 keskitytään siihen, miten tekoäly tuli ensimmäistä kertaa osaksi rahastoja. Tämän jälkeen siirrytään tarkastelemaan algoritmien ja koneoppimisen roolia tekoälyllä ohjatussa rahastossa. Samalla avataan algoritmi ja koneoppimisen käsitteet. Algoritmien alakappaleessa syvennytään algoritmien

käytön mahdollisuuksiin nykypäivänä nopeassa osakekaupankäynnissä eli treidaamisessa. Luvussa 3.4 tutustutaan siihen, miten tekoälyä otettiin käyttöön ensimmäisen kerran rahastoissa.

Neljäs luku käsittelee tekoälyn eettisyyttä, riskejä, sekä tekoölyyn kohdistuvia sääntöjä. Viides ja kuudes luku keskittyy tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen keruuseen ja metodologiaan. Seitsemäs luku on varsinainen nykypäivänä toiminnassa olevia tekoälyä käyttäviä EFT-rahastoja käsittelevä tutkimusluku, jossa tarkastellaan globaalisti 11 olemassa olevan tekoölyllä ohjatun ETF-rahastojen tekoölyyn liittyviä ominaisuuksia, hyötyjä, riskejä sekä suorituskykyä eri mittarien avulla. Tämä kappale koostuu useasta alaluvusta, jossa käydään kaikki tekoölyrahastojen ominaisuudet läpi ja vertaillaan niitä kvantitatiivisin menetelmin.

Viimeinen luku vetää yhteen tutkimuksen ja kiteyttää tutkimustulokset. Keskeisessä roolissa on myös jatkotutkimusehdotukset, koska tekoälyn käyttö ETF-rahastoissa ja tekoälyn kehitys on vielä alkuvaiheessa. Tulevaisuudessa tullaan löytämään paljon uusia tutkimusmahdollisuuksia, ja tutkimusten kautta saadaan selville uusia tekoälyn soveltamisalueita, kun tekoäly jatkaa kehitystään.

2 RAHASTOT SIJOITUSKOHTEENA

Suomen ensimmäinen rahasto, Sijoitusrahasto Presta perustettiin jo vuonna 1987 Postipankin ja Sampo-yhtiöiden toimesta. Rahastosijoittaminen on sittemmin yleistynyt ja nykyisin rahastoja voi poimia omaan sijoitussalkkuunsa lukuisilta eri sijoituspalvelujentarjoajilta esimerkiksi pankeilta. Jos sijoitti vuonna 1987 Presta-rahastoon, on 30 vuodessa saanut varoilleen 1100 % tuoton. (Hämäläinen, 2017)

2.1 Rahastot

Rahasto on sijoitustuote, jossa sijoittaja saa omia varoja vastaan osuuden tai osuuksia rahastosta. Tällöin sijoittaja luovuttaa varallisuuttaan sijoitusrahaston hoidettavaksi. (Redman,2000)

Rahastot ovat nykypäivänä suosittu sijoitusväline yksityissijoittajien keskuudessa. Rahastojen etuihin kuuluu valmis hajautus, joka tarkoittaa, että rahastossa on useaa eri sijoitusinstrumenttia: näin saadaan epäsystemaattinen (hajauttamisella poistettavissa oleva) riski mahdollisimman alhaiseksi. Riski pienenee esimerkiksi silloin, kun omistetaan mahdollisimman montaa eri osaketta rahaston kautta välillisesti. Tällöin ei myöskään tarvitse itse muodostaa eri osakkeista omaa sijoitusportfoliota ja näin nähdä vaivaa tutkiessa eri osakkeita ja toimialoja parhaan tuoton saavuttamiseksi. Lisäksi jotkin sijoitustuotteet voivat olla suoraan ostettuna yksityissijoittajien ulottumattomissa. Rahastojen avulla sijoittaja pääsee myös näihin kohteisiin käsiksi. Rahaston omistajan ei myöskään tarvitse käyttää aikaa jatkuvaan osakesalkun sijoitus arvonmuutosten seurantaan, koska hän voi nähdä rahaston kautta omistamiensa osakkeiden arvomuutokset osana rahaston arvon muutosta. Rahastot ovat usein pankkiryhmien ja rahoituslaitosten alla operoivia sijoitustuotteita, jotka voivat olla sekä aktiivisesti, että passiivisesti hoidettuja. Aktiivisessa rahastossa on salkunhoitaja pitämässä huolta, että sijoitusrahaston sijoituspolitiikka pysyy asianmukaisena. Passiivisen rahaston rakenne on ennalta määriteltä, ja sitä tarkastellaan ja korjailaan vain tietyn

väliajoin. Passiivisen rahaston etuna on usein kustannustehokkuus eli rahaston merkintä-, lunastus- ja hallinnointikulut ovat matalampia. (Benz, 2015)

Rahastot voivat pitää sisällään erilaisia sijoitusratkaisuja. Jos rahastossa on sisällä erilaisten yritysten osakkeita, puhutaan osakerahastosta. Private equity rahastot sijoittavat varansa listaamattomiin osakkeisiin, jotka sisältävät perinteisiä osakerahastoja enemmän riskiä, mutta toisaalta myös tuottomahdollisuuksia. Korkorahastot puolestaan sisältävät korkotuotteita, kuten lyhyttä tai pitkää korkoa, tai tietyn luottoluokituksen omaavien yritysten korkoinstrumentteja. Sijoittaja lainaa välillisesti varallisuutta rahaston kautta rahaston sisällä oleville yrityksille, jotka tarvitsevat rahoitusta. Näin sijoittaja saa sijoitukselleen korkotuottoa rahaston kautta. Korkorahastot ovat usein hitaampi liikkeisempiä rahastoja verrattuna osakerahastoihin ja sopivat näin pääsääntöisesti maltillista tuottoa tavoittelevalle sijoittajalle. Rahasto voi olla myös niin sanottu hedge-rahasto, joka pyrkii tekemään tuottoa jokaisessa markkinatilanteessa pitäen sisällään useita omaisuusluokkia. Vaihtoehtoisia rahastoja ovat puolestaan esimerkiksi reaaliomaisuuteen sijoittavat rahastot, kuten kiinteistö ja metsärahastot. ETF-rahastot tarkoittavat pörssinoteerattuja rahastoja, joiden arvo vaihtelee viimeisimmän kauppahinnan mukaan. (Anson, 2003; Osakesijoittaja, 2023)

2.2 ETF- Rahastot

Ensimmäinen ETF-rahasto perustettiin Kanadassa vuonna 1990. 34-vuoden historiansa aikana ETF-rahastot ovat kasvattaneet suosiotaan voimakkaasti saatavuuden nousun ansiosta. Ne ovat listattuja pörssiin ja näin kaikkien saatavilla, toisin kun pankkien ja rahalaitosten omat rahastot, joihin pitää olla poikkeuksetta kyseisen palveluntarjoajan asiakas ostaakseen rahastotuotetta. (The CFA Institute of research foundation, 2015)

ETF lyhenne tulee englannin kielen sanoista Exchange Traded Fund, jossa Exchange viittaa pörssikaupankäyntiin ja Fund rahastoon. Suuri osa ETF rahastoista sijoittaa osakkeisiin. ETF-rahastojen avulla voi sijoittaa myös korkoihin, raaka-aineisiin, hyödykkeisiin, valuuttoihin ja monen omaisuusluokan ETF-rahastoihin. ETF-rahaston suurin ero perinteiseen rahastoon on pörssikaupankäynnin tuoma likviditeetti, eli rahastot ovat helposti myytävissä ja ostettavissa pörssin aukioloaikoina. Vähemmän suosituissa ETF-rahastoissa likviditeetti voi olla haastava, kun ostajia ja myyjiä ei löydy tarpeeksi. Pääsääntöinen korkea likviditeetti tarkoittaa sitä, että markkinoiden nopeisiin liikkeisiin voidaan reagoida paremmin, kuin muissa rahastotyypeissä. Myös keskimääräisesti matalammat kustannukset ja ETF-rahastojen runsas valikoima tekevät ETF-rahastoista erinomaisen vaihtoehdon perinteiseen rahastoon verrattuna. (Hill ym., 2015)

ETF-rahastoja on olemassa, sekä fyysisiä, että synteettisiä. Fyysiset ETF-rahastot tarkoittavat, että rahasto pitää sisällään suoria osakkeita. Esimerkiksi SP500-indeksin mukaan sijoittava ETF-rahasto omistaa nimensä mukaisesti SP500 indeksin jokaista osaketta yhdenvertaisessa suhteessa oikeaan indeksiin nähden. OMX 25 indeksi Helsingissä taas seuraa arvopainotetusti vain 25:tä

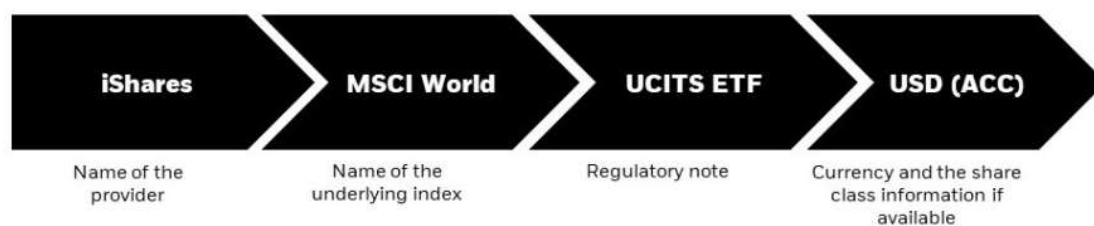
Suomen pörssin vaihdetuinta yritystä. Täydellisesti replikoitu fyysinen ETF-rahasto pyrkii hankkimaan indeksin mukaisesti arvopapereita indeksin mukaisessa suhteessa. Optimoitua replikointi tapaa käytetään silloin, kuin otoksena on laaja joukko osakkeita, joista osa omaa heikon likviditeetin. Tällöin pyritään poimimaan mahdollisimman tarkka otanta joukosta edustavia arvopapereita, jotta saadaan ETF-rahaston korrelaatio mahdollisimman lähelle kohdeindeksiä. Korvaavat arvopaperit voivat olla likvidimpiä ja näiden osakkeiden ei välttämättä tarvitse kuulua kyseessä olevaan indeksiin, mikäli edustava osakkeiden otos on tarpeeksi korreloiva kohdeindeksin kanssa. Kim, Cho ja Seok tutkivat vuonna 2023 synteettisten ETF-rahastojen sisältävän suurempia riskejä verrattuna fyysiseen ETF-rahastoon. Synteettisten ETF-rahastojen kulurakenteet vaihtelevat suhteessa rahaston likviditeettiin. Heikompi likviditeetti tarkoittaa matalampaa kulurakennetta. (Kim, Cho, & Seok, 2023; Heikinheimo, 2020)

Synteettisten ETF-rahastojen suosio Euroopassa on merkittävää. Synteettisillä ETF-rahastoilla indeksin seuranta on pääsääntöisesti tarkempaa, kuin fyysisillä ETF-rahastoilla. Synteettiset ETF-rahastot toimivat johdannaisopimusten avulla, ja juuri johdannaiset takaavat tuoton sijoittajalle. Martin Paasi kertoo, että synteettinen replikointi takaa rahastoyhtiölle verotehokkuutta, helppoutta ja kustannustehokkuutta, kun rahaston keräämät varat ovat pankkitilillä. Tällöin rahastoyhtiö tarvitsee futuuri ja/tai swap sopimuksia rahastoa pyörittääkseen. Futuureja käytettäessä sovitaan toisen markkinaosapuolen kanssa, mitä tapahtuu, kun kohdeindeksi nousee tai laskee, ja kumpi tällöin maksaa toiselle osapuolelle. Swap- sopimuksilla puolestaan luvataan indeksin mukaista tuottoa toiselle markkinaosapuolelle usein osingot huomioituna. (Paasi, 2024; Heikinheimo, 2020)

Synteettisen replikaation heikkouksina ovat niin kutsuttu ”contango”, joka jää jälkeen, kun uusitaan määräaikaista sopimusta futuurille: hinta onkin spot-alkuperäistä hintaa korkeampi. Tällöin sopimuksesta joudutaan maksamaan enemmän. Synteettisille replikaatioille tarvitaan turvaksi myös vakuuskori, joka kattaa vastapuoliriskiä, jos toinen markkinaosapuoli ei maksa velvoitteitaan. Vakuutta sovelletaan, sekä futuureissa, että swap- sopimuksissa. EU:n alueella käytetyn UCITS-lain mukaan vastapuoliriski saa olla maksimissaan 10 % koko rahaston arvosta. (Naumenko, 2015; Paasi, 2024)

Fyysiset ETF-rahastot eivät yllä tehokkuudeltaan samalle tasolle, kuin synteettiset ETF-rahastot. Tämä johtuu fyysisten ETF-rahastojen heikommasta likviditeetistä. Fyysiset rahastot voivat kasvattaa tuotto-odotetaan lainaamalla osakkeitaan. Tämä kasvattaa luonnollisesti myös riskiä vastapuoliriskin muodossa. Fyysisessä ETF-rahastossa etuna on rahaston sisällön reaaliaikainen seuranta. Sijoittaja tietää tarkasti mihin ETF-rahaston kautta sijoittaa. Synteettisten ETF:ien ongelmana on puolestaan vaikeampi seurattavuus, eikä sijoittaja voi vertailla sijoituskohteita samalla tavalla, kuin fyysisissä ETF-rahastoissa. Fyysisten ETF:ien kasvua puoltaisi tulevaisuudessa se, että liikkeelle laskeva rahastoyhtiö voi kasvattaa tulojaan pidättämällä rahaston tekemiä arvopaperilainausten tuloja itsellään. (Naumenko, 2015; Heikinheimo, 2020)

Koska ETF-rahastoja on listattu noin 10 000 kappaletta, on tärkeää, että ne ovat helposti yksilöitävissä sijoittajien kaupankäyntiä varten, jolloin joitakin merkittäviä ominaisuuksia voidaan tunnistaa jo ETF-rahaston otsikoinnista. ETF-rahastojen nimissä käytettävät lyhenteet tarjoavat olennaista tietoa niiden rakenteesta ja sijoitusstrategioista, mikä auttaa sijoittajia tekemään informoituja valintoja. "Acc" (Accumulation) merkintä viittaa rahastoihin, jotka uudelleensijoittavat osinkotuotot kasvattaen näin rahaston arvoa. "Inc" (Income) tai "Dist" (Distribution) osoittavat rahastoja, jotka jakavat osinkotuotot suoraan sijoittajille, tarjoten heille säännöllisiä tuloja. "DR" (Direct Replication) ilmaisee rahastoja, jotka seuraavat indeksiä suoralla replikoinnilla, tarjoten läpinäkyvyyttä ja yksinkertaisuutta sijoittajille. UCITS-merkintä takaa, että rahasto noudattaa EU:n tiukoja sääntelyvaatimuksia, mikä tarjoaa sijoittajille lisäturvaa. MSCI, tunnettu pörssi-yhtiö, ja sen eri indeksit, kuten MSCI IMI (Investable Market Index) ja MSCI EMI (Emerging Markets Index), ovat keskeisiä mittareita globaalien markkinoiden suorituskyvylle antaen sijoittajille vertailupohjan. iShares, tunnettu ETF-merkki BlackRock-yhtiöltä, kertoo tuotteiden laadusta ja valikoimasta. SRI (Socially Responsible Investment) puolestaan korostaa vastuullisen sijoittamisen periaatteita, jotka ovat tärkeitä monille nykysijoittajille. (Miziolek, Feder-Sempach, & Zaremba, 2020; Nordnet, 2024)



Kuvio 1: ETF-rahaston nimen osat (BlackRock,2023)

Vaikka ETF-rahaston nimi antaa viitteitä sen strategiasta ja kohdemarkkinoista, monet keskeiset yksityiskohdat vaativat syvempää perehtymistä ETF-rahaston tietoihin. Esimerkiksi aiemmin läpikäyty rahaston replikointimenetelmä, merkittynä S/F (Synteettinen/Fyysinen), kertoo sijoittajalle, sijoittaako rahasto suoraan kohde-etuuksiin vai käyttääkö se johdannaisia indeksin tuoton mallintamiseen. Tämä tieto on olennainen riskien arvioinnissa ja sijoitusstrategian ymmärtämisessä. Lisäksi rahaston hallinnoimien varojen kokonaismäärä (AUM) ja kokonaiskulusuhde (TER) ovat kriittisiä mittareita, jotka tarjoavat näkemyksen rahaston koosta ja tehokkuudesta. AUM voi antaa viitteitä rahaston suosiosta ja likviditeetistä, kun taas TER heijastaa kaikki sijoittajalle vuosittain aiheutuvat hallinnointikustannukset. (Naumenko, 2015; Nordnet, 2024)

2.3 Tuotto ja riski

Sijoittamisen peruseriaatteena on tuoton ja riskin välinen suhde, joka muodostaa sijoitusstrategioiden ytimen. Tuotto kuvaa sijoituksen arvon kasvua ajan myötä ja tarjoaa sijoittajille mahdollisuuden pääoman lisäämiseen. Riski puolestaan viittaa siihen mahdollisuuteen, että sijoituksen lopputulos poikkeaa odotuksista, mikä voi tarkoittaa arvon laskua ja sijoitetun pääoman menetystä. Korkeamman tuoton mahdollisuudet kulkevat usein käsi kädessä suuremman riskin kanssa, kun taas vähäisempi riski yhdistetään yleensä maltillisempiin tuotto-odotuksiin. Tämän vuoksi sijoittajien on tärkeää tunnistaa oma riskinsietokykynsä ja sijoitushorisonttinsa, jotta he voivat valita sijoitustuotteita, jotka vastaavat heidän taloudellisia tavoitteitaan ja riskinottovalmiuttaan. Ymmärtämällä tuoton ja riskin dynamiikan sijoittajat voivat rakentaa hajautetun salkun, joka tasapainottaa potentiaalisen tuoton ja sijoitusten turvaamisen välillä. (Kallunki et al, 2019)

Riski ja tuotto ovat tekijöitä, joita sijoittajan tulee arvioida ennen sijoituspäätöksen tekemistä. Osakerahastojen tuotto perustuu osakkeiden arvonnoussuun ja mahdollisiin osinkotuottoihin. Tuottoa mitataan usein prosentuaalisena vuosituottona, ja se voi vaihdella huomattavasti markkinatilanteesta ja rahaston hallinnasta riippuen. Jotkut osakerahastot pyrkivät ylittämään tietyn markkinaindeksin tuoton, kun taas toiset pyrkivät varmistamaan tasaisen tuoton riippumatta markkinatilanteesta. (Puttonen, 2018)

Osakerahastoissa riski liittyy pääasiassa markkinarisktiin eli siihen, kuinka osakemarkkinat yleisesti kehittyvät. Riskiä mitataan usein volatilitteetilla, joka kuvaa sijoituksen arvon vaihtelua tietyllä aikavälillä. Korkea volatilitteetti tarkoittaa suurempaa riskiä, mutta usein myös suurempaa tuottopotentiaalia. Sijoittajat vaativat riskilliselle sijoitukselleen tuottoa. Riskipremio kuvastaa sijoittajan saamaa lisätuottoa, kun sijoitetaan riskilliseen kohteeseen verraten riskittömään sijoituskohteeseen. Osakerahaston riskiä voidaan myös hallita hajauttamalla sijoituksia eri toimialoille, maantieteellisille alueille ja erikokoisiin yrityksiin. Epäsysteemaattista riskiä voidaan vähentää hajauttamalla. Sen vuoksi rahasto on monesti hyvin tehokas minimoimaan epäsystemaattista riskiä, koska rahastossa on tyypillisesti useita osakkeita. Systemaattista riskiä ei voi poistaa kokonaan, vaan se liittyy koko markkinaan ja eri toimialoihin. (Puttonen, 2018)

Kolmas osakerahastosijoittajan riski on valuuttariski. Tämä on oleellista huomioida silloin, kun sijoittaja tekee sijoituksia toisen maan valuutalla. Tuotto voi tällöin vaihdella riippuen valuuttojen hintojen kehityksestä. (Salonheimo 2021)

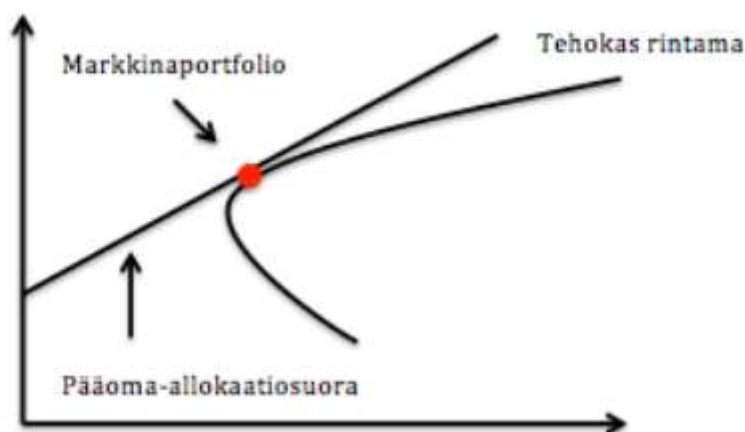
Sijoitusrahastoissa on tuoton jaon suhteen kahta eri tyyppiä. Kasvuosuus on rahastomuoto, joka sijoittaa rahaston voitot uudestaan rahaston kasvuun, jolloin sijoittajien rahasto-osuuksien arvo kasvaa. Tuotto-osuus tyyppinen rahasto maksaa rahaston vuotuiset tuotot rahastoon sijoittaneille. (Pörssisäätiö, 2015)

Sijoittamisen riskinhallinnassa noudatetaan usein vanhaa teoriaa, joka osoittaa hajauttamisen hyödyt sijoittajalle. Tätä teoriaa kutsutaan portfolioteoriaksi.

2.4 Portfolioteoria

Rahastojen hajauttamisen taustalla on tunnettu taloustieteen teoria MPT. Moderni portfolioteoria (MPT) on taloustieteellinen teoria, joka keskittyy sijoitusportfolioiden optimointiin riskin ja tuoton suhteen. Teoriassa tarkastellaan ja arvioidaan portfolion eli sijoituskokonaisuuden suoriutumista riskisyyden kautta. Teorian loi amerikkalainen taloustieteilijä Harry Markowitz vuonna 1952, ja hän sai siitä myöhemmin Nobelin taloustieteen palkinnon. Teorian ydinajatus on, että sijoittajan ei tulisi arvioida yksittäisiä sijoituskohteita erikseen, vaan katsoa portfoliota kokonaisuutena. Markowitzin mukaan sijoittaja voi saavuttaa paremman riski-tuotto-profiilin hajauttamalla sijoituksensa eri omaisuusluokkiin ja erilaisiin instrumentteihin. MPT käyttää tilastollisia menetelmiä, kuten varianssia ja korrelaatiota, määrittääkseen optimaalisen sijoitusportfolion, joka tarjoaa mahdollisimman suuren odotetun tuoton tietyn, mahdollisimman matalan riskitason rajoissa. (Markowitz, 1952)

Modernin portfolioteorian perusajatus on, että sijoittajilla on kaikki tieto saatavilla markkinoilta. Sijoittajalla on olemassa tietty riskinsietokyvyn taso, jota hän sietää portfoliossaan kantaa. Lähtökohtaisesti riskilliset sijoitusinstrumentit ovat tuotto-odotukseltaan korkeammalla tasolla, kuin varovaisen riskin omaisuusluokat. Näin sijoittaja voi valita portfoliolleen hänen mielestään sopivan sekä riskin, että tuotto-odottama tason (Litner, 1965).



Kuvio 2: Sijoittajan odottama tuotto ja volatiliteetti (Levy & Sarnat, 1970)

Yllä oleva kuvio 2. kuvaa tuoton keskihajonnan, sekä sijoittajan odottaman tuoton välistä suhdetta. Kuviossa näkyvä Y-akseli kuvaa tuottoa, ja X-akseli

puolestaan kuvastaa volatiilisuutta eli keskihajontaa. Kun noustaan tehokkaalla rintamalla ylöspäin, tuotto kasvaa, mutta samalla riskit kasvavat. Tehokkaan rintaman ja pääoma-allokaatiosuoran yhtyvä piste kuvastaa optimaalisinta portfoliota, jossa on volatiilisuuden ja tuoton kannalta paras riskituotto hajautus. Oleellista on, että markkinaportfolio on tehokas ja sijaitsee tehokkaalla rintamalla, näin tulokset eivät vääristy (Lintner, 1965).

2.5 P/E-luku ja Beta-kerroin

Gradun tutkimuksessa tutkittavien rahastojen perforoitumista eli suorituskykyä ja arvostustasoja on tärkeä seurata eri mittareiden eli tunnuslukujen avulla. Tunnusluvut kertovat, minkä luonteisia sijoituksia rahasto pitää sisällään, koska tunnusluvuista voidaan päätellä, onko yritykset esimerkiksi menestyviä laatuyhtiöitä, aliarvostettuja arvoyhtiöitä vai tulevaisuuteen hinnoiteltuja kasvuyhtiöitä. Luvut kertovat paljon rahaston nykytilasta. Yksi arvonmäärityksessä yleisesti käytetty tunnusluku on P/E-luku. Osakkeen hinta-suhteessa-tulokseen (P/E) -luku kuvastaa osakkeen hinnan ja osakekohtaisen tuloksen välistä suhdetta. Tämä suhde voidaan määrittää joko osakkeen tasolla tai koko yrityksen tasolla laskemalla markkina-arvon suhde nettotulokseen. Molemmat laskentatavat tuottavat teoriassa saman tuloksen. P/E-luku antaa kuvan siitä, kuinka monta vuotta yrityksen nykyisellä tulostasolla kestäisi tuottaa sen nykyinen markkina-arvo, olettaen että tulos pysyisi muuttumattomana. P/E-luvun suuruus vaihtelee eri toimialoilla, ja yleensä korkeammat arvot viittaavat kasvuhakuisempiin yrityksiin ja toimialoihin, joista sijoittajat ovat valmiita maksamaan enemmän tulevaisuuden kasvunäkymien takia. Toisaalta matalan kasvun yrityksillä ja toimialoilla P/E-luku asettuu yleensä alle keskiarvon. Mikäli yrityksen tulos on heikko, P/E-luku kasvaa riippumatta yrityksen kasvuorientaatiosta. Negatiivisen tuloksen tapauksessa P/E-lukua ei tyypillisesti esitetä, sillä sen tulkinta muuttuu haasteelliseksi. P/E-lukujen laskenta ja esittäminen vaihtelevat, ja 'hinta' viittaa tavallisesti yrityksen markkina-arvoon tai osakekurssiin tietyinä ajankohtana. 'Tulos' voi tarkoittaa esimerkiksi viimeisimmän tilikauden tulosta, edellisten 12 kuukauden liukuvaa tulosta tai analyytikoiden ennustetta tulevan tilikauden tuloksesta. Sijoittajan on olennaista ymmärtää, mitä tuloksen mittaria kulloinkin käytetään, sekä onko kyseinen tulos oikaistu poikkeuksellisista tuotto- ja kulueristä. (Kallunki 2019; Puttonen 2018)

Sijoituskohteen systemaattinen riski kuvaa kyseisen sijoituskohteen riskitasoa suhteessa markkinoiden kokonaisriskiin. Tätä riskitasoa mitataan käyttämällä beetakertoimen (β) arvoa, joka heijastaa osakkeen tai muun sijoituskohteen volatiilisuutta verrattuna koko markkinoiden volatiilisuuteen. Kun beetakertoimen arvo on yksi ($\beta = 1$), se tarkoittaa, että kyseisen sijoituskohteen riski vastaa markkinoiden keskimääräistä riskitasoa. Jos beetakertoimen arvo on alle yhden ($\beta < 1$), sijoituskohteen riski on pienempi kuin markkinoiden keskimääräinen riski, mikä viittaa pienempään volatiilisuuteen suhteessa markkinoihin. Toisaalta, jos beetakertoimen arvo ylittää yhden ($\beta > 1$), sijoituskohteen riski on

suurempi kuin markkinoiden keskimääräinen riski, mikä osoittaa korkeampaa volatiilisuutta. Tämä kerroin on keskeinen työkalu sijoittajille, jotka arvioivat sijoituskohteen suhteellista riskiä ja tuoton potentiaalia markkinoiden yleisen liikkeen kontekstissa. (Kallunki, 2019)

2.6 Salkunhoito

Salkunhoitaja hoitaa rahastoa, johon on kerätty varoja yksityissijoittajilta ja yhteisöiltä. Rahastoa hoitaessaan salkunhoitaja tekee sijoituspäätöksiä näillä varoilla rahaston sijoituspolitiikan mukaisesti tavoitteenaan vaurastuttaa rahastoa hyvillä. Salkunhoitaja voi olla yksittäinen asiantuntija tai kokonainen asiantuntijoiden joukko. Rahastoa verrataan usein vertailuindeksiin, ja salkunhoitajan tavoitteena on hoitaa rahastoa niin hyvin, että se tuottaa paremmin, kuin vertailuindeksi. Rahastoa hoitaakseen salkunhoitajan tulee olla jatkuvasti tietoinen rahaston kohdemarkkinoiden tapahtumista, ja olla näin valmiina reagoimaan tarpeen vaatiessa muuttamalla portfolion sisältöä. Salkunhoitajan tulee valinnoissaan huomioida rahaston riskiprofiili, eli kuinka paljon rahastoon sijoittaneet haluavat ottaa riskiä saavuttaakseen tuottoa.

Salkunhoito on vastuullista toimintaa. Rahaston merkintäosuuksissa voi olla kiinni ihmisten koko elämän talouden hallinnan kannalta merkittäviä osuuksia esimerkiksi eläkesäästöjä. Näin osa salkunhoitajista sijoittaa omiakin varoja rahastoon. Näin on tehnyt Seligson & Co sijoitustiimi, jotka ovat sijoittaneet hallinnoimaansa Phoebus-osakerahastoon noin seitsemän miljoonaa euroa. Phoebus-rahastosta vastaavan Anders Oldenburgin mukaan salkunhoitajan oma sijoituspanos kertoo omasta luottamuksesta omaan osaamiseen. Samalla rahastossa puhalletaan yhteen hiileen ja tavoite intressit ovat kaikilla samat: saada mahdollisimman hyvää tuottoa mahdollisimman pienellä riskillä. Yhdysvaltalaisen rahastotutkijan Morningstarin mukaan salkunhoitajan osallistumisella rahaston AUM:iin (eli Assets under managementiin) olisi positiivinen vaikutus ja rahastot, joissa salkunhoitaja on sijoittajana mukana menestyvät paremmin, kuin rahastot, joissa on ainoastaan ulkopuolisten varoja mukana. Rahoituksen professori Vesa Puttosen mukaan salkunhoitajalla on muita painavia tekijöitä saada rahastonsa menestymään. Salkunhoitajan urakehitys ja maksettavat tulospalkkiot ovat useassa tilanteessa riippuvaisia salkunhoitajan hallinnoiman rahaston tuotosta. (Taloustaito, 2022)

Tekoälyllä ohjatuissa rahastoissa rahastojen allokaationäkemyksistä vastaa tekoäly ja tekoälyyn pohjautuvat algoritmit. Tekoälyn lisäämisestä aktiiviseen salkunhoitoon voitaisiin vähentää psykologian ja tunteellisuuden osuutta salkunhoidossa. Uskallettaisiin tehdä päätöksiä tekoälyn avulla, kun poiminta perustuu raakaan dataan ja analytiikkaan. Rahastonhoitajan rohkeutta rajoittaa pelko indeksin häviämiseksi, jonka vuoksi poimitaan monesti jokin turvallisempi ratkaisu aiemman ajattelun sijoituksen sijaan. Aktiivisen rahaston haasteeksi tulee sijoittajalla se, saadaanko rahaston avulla vertailuindeksiin nähden ylituottoa. Tekoälyllä voitaisiin mahdollisesti painaa myös rahaston kulurakennetta alas

tuottavuutta lisäämällä vähentämällä ihmisen työtä, jolloin sijoittajat eivät kääntyisi suosittuihin passiivisiin ja kustannustehokkaisiin indeksirahastoihin. Tyyppillisesti tekoäly osaa nopeasti hakea eri lähteistä tietoa ja yhdistellä tiedot päätöksen tekoa auttaviksi raporteiksi. Yksittäisten tietojen hakeminen esimerkiksi rahasto kuvauksien sadoista dokumenteista on tekoälylle paljon nopeampi tehtävä kuin ihmisen tekemä haku. (HS, 2023)

3 TEKOÄLY JA SEN SOVELTAMINEN FINANSSIALALLE

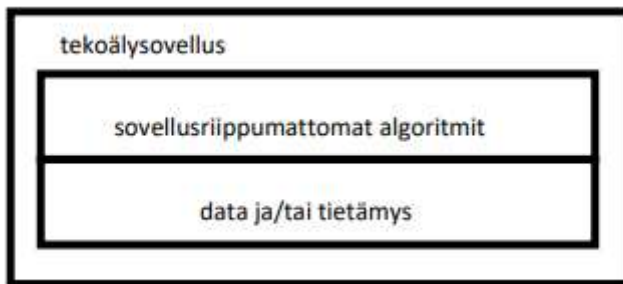
Seuraava osio käsittelee tekoälyä, sen käytettävyyttä ja -historiaa. Tekoälykappaleen jälkeen tutustutaan koneoppimiseen ja algoritmeihin. Tämän jälkeen kerrotaan, miten tekoäly on käyttöön otettu rahastoissa ensimmäistä kertaa, sekä miten sitä hyödynnetään rahastoissa nykypäivänä.

Tekoäly on saanut korkeiden teknologioiden vertailussa eniten huomiota viime aikoina. Käynnissä on tekoälyn kolmannes nousukausi, ja aikaisemmat kehitystä hidastavat pullonkaulat ovat nyt selätetty, esimerkiksi teknologisen kehittymättömyyden osalta. Maailman henkisen omaisuuden järjestö WIPO julkaisi 2019 tutkimuksen, joka osoitti tekoälyn liittyvien patenttien kasvusta ja kehityksestä aina vuodesta 2013 alkaen. Tekoälyä on tutkittu paljon. Tekoälyyn liittyviä tutkimuksia oli vuonna 2022 Wu ja Chenin mukaan jopa 1,6 miljoonaa kappaletta. Tekoälyteknologioita käyttävät yritykset suoriutuivat liiketoimintaprosesseistaan tehokkaammin matalammilla kustannuksilla. (Wu & Chen, 2022)

3.1 Tekoäly

Tekoäly on paljon puhuttu aihe vuonna 2024. Se on kuin aikansa höyrykone, joka puhututtaa ja mullistaa maailmaa hetki hetkeltä. Tekoälyyn tehdään suuria panostuksia kansainvälisten jättiyritysten johdolla. Kaikki haluavat olla suunnan näyttäjiä tekoälyn murroksessa ja saada kasvatettua liiketoimintaansa tekoälyn avulla. Tekoälyn uskotaan vaikuttavan ihmisten työllisyyteen: se tulee todennäköisesti korvaamaan merkittävän määrän työpaikkoja. Tosin samaan aikaan syntyy uusia työmahdollisuuksia, kun tekoäly tuo mukanaan myös uusia

työtehtäviä, jossa ihminen voi käyttää tekoälyä osana prosessia. Viime vuosina tällainen ”hype” on noussut uusille, entistä korkeammille tasoille. (Pietikäinen & Silven, 2023)



Kuvio 3: Tiedon ja datan, sekä algoritmien roolit tekoälyssä. (Pietikäinen & Siven, 2023)

Yllä oleva kuvio kuvastaa hyvin tekoälysovelluksen koostumusta. Tekoäly sovellus voi esittää tekoälyn generoimaa sisältöä eri tavoin esimerkiksi piirroksena, puheena tai erilaisina teksteinä. Tekoäly kerää ja käy läpi massoittain dataa ja generoi datasta sisältöä käyttäjälle, jossa algoritmi kuvaa miten tekoälyä on ohjeistettu toimimaan. (Pietikäinen & Silven, 2023)

Tekoälyn ympärillä pyöriviä asioita on tutkittu jo varhain, jo 1940- luvulla, ja tästä asti tekoälylle on asetettu suuria odotuksia ihmisajattelun korvaajana. Täsmällisen tekoälyn alkuperän tunnistaminen on hankalaa, mutta tekoälystä saatiin tänä aikana inspiraatiota, kun Isaac Asimov julkaisi *Runaround* teoksensa, joka sai aiheesta kiinnostuneita tutkijoita perehtymään tekoälyyn lisää. Runaroundin tunnetuimpia inspiroituneita henkilöitä on Marvin Minsky, joka tunnetaan tekoälylaboratorion perustajana Massachusetts Institute of Technology:ssä eli MIT:issä. (Haenlein & Kaplan 2019)

Euroopan parlamentti on tunnistanut monia hyödyllisiä asioita, johon tekoäly potentiaalisesti mahdollistaa. Vuonna 2020 parlamentti teki listan tekoälyn hyödyllisyydestä. Osapuolia oli

1. Yritykset
2. Kansalaiset
3. Julkiset Palvelut
4. Demokratia
5. Turvallisuus

Yrityksille tekoäly luo palvelukehitystä ja uusia tuote mahdollisuuksia. Tekoälyn uskotaan tuovan etuja ja hyötyjä jopa sellaisille toimialoille, joissa on olemassa jo vahvoja eurooppalaisia yhtiöitä. Kun tekoälyyn liittyvä sääntely saadaan riittävälle tasolle, uskotaan sen edistävän vastuullista kiertotaloutta.

Yrityksille tekoäly tuo potentiaalisesti myös lisätuottavuutta ja tehokkaampia prosesseja. Kansalaisille ja yhteiskunnalle tekoälyn odotetaan muun muassa tuovan parempaa terveydenhuoltoa ja uusia työmahdollisuuksia. (European Parliament, 2020)

Tekoälyn mahdolliset hyödyt

Yrityksille	<ul style="list-style-type: none"> • Parantaa ja mahdollistaa uusien tuotteiden ja palveluiden kehittämisen • Auttaa yhtiöitä vihreässä- ja kiertotaloudessa
Kansalaisille	<ul style="list-style-type: none"> • Parempi terveydenhuolto • Turvallisemmat autot ja muut liikennevälineet • Paremmiin suunnitellut, halvemmat ja pidempi-ikäiset tuotteet ja palvelut • Vaarallisimmat työpaikat turvallisemmiksi • Uusia työpaikkoja
Julkisille palveluille	<ul style="list-style-type: none"> • Pienemmät kustannukset • Uudemmat mahdollisuudet sekä julkisen liikenteen, koulutuksen, energia- ja jätehuollon että tuotteiden kestävyuden parantamisessa
Demokratialle	<ul style="list-style-type: none"> • Datapohjainen tutkimus • Disinformaation ja kyberhyökkäysten estäminen • Laadukkaan tiedon saatavuuden varmistaminen • Tukee yhteiskunnan monimuotoisuutta ja avoimuutta
Turvallisuudelle	<ul style="list-style-type: none"> • Rikosten ehkäisemisen ja rikosoikeuden tukena • Tukena puolustus- tai hyökkäysstrategioiden kehittämisessä hakkerointia ja verkkourkintaa vastaan

Taulukko 1 Tekoälyn mahdolliset hyödyt (European Parliament, 2020)

Tekoälyssä haastaa sen vaikea määriteltävyys, jonka osasyynä on sen erittäin nopea kehitys. Tekoälyllä on myös monia ulottuvuuksia, joka tekee määrittelystä haasteellista. Tekoälystä on puhuttu, että se on kone, joka osaa ajatella, toimia, sekä kommunikoida autonomisesti kuin ihminen. (Du-Harpur, X. Watt, F.M. Lucombe, N.M. Lynch, M.D. 2020)

Tekoälyllä on kaksi päätavoitetta. Tekoälyn kehityksen kannalta on tärkeää saada tietokoneet entistä hyödyllisemmiksi. Toisena tulee ymmärtää, mikä tekee tekoälyn älykkyyden mahdolliseksi. Tekoäly kehittää älyään koneoppimisen kautta, joka luo tekoälystä jatkuvasti kehittyneempää versiota. (Pietikäinen & Silven, 2023)

3.2 Koneoppiminen

Ihmisen täytyy opiskella teoriaa kehittääkseen älyllisiä kyvykkyyksiään ja tullakseen viisaammaksi. Joitain asioita opitaan myös käytännön tekemisen ja soveltamisen kautta. Samoin tekoälyn tarvitsee oppia käsittelemään ja analysoimaan tietoa paremmalla tavalla kuin aiemmin, eli tulla älykkäämmäksi versioksi aiemmasta versiostaan. Tämä kehitys toteutuu koneoppimisen avulla. Tekoälyn alle lukeutuu useita eri teknologian osa-alueita. Osa-alueita ovat esimerkiksi menetelmät, teknologiat, tutkimussuunnat ja sovellukset. Myös koneoppiminen on tekoälyn osa-alue. (Ailisto ym., 2018)

Koneoppiminen edustaa tekoälyn kanssa meneillään olevaa teknologista murrosta, jossa digitaalinen data, vastaanottimet ja tietokoneohjelmistot mahdollistavat ympäröivien esineiden ja toimintojen muuntamisen älykkäiksi. Koneoppimista näkee päivittäisessä elämässä ja se helpottaakin ihmisten arkea yhä enemmän. Koneoppiminen perustuu suurelta osin neuroverkkoihin, jotka kykenevät esimerkiksi automaattisesti luokittamaan kuvissa olevia kohteita ja tekemään esimerkiksi ennusteita tulevasta markkinakehityksestä. Koneoppimista voidaan soveltaa tilanteisiin, jossa on saatavilla runsaasti dataa, mutta mallintaminen on työlästä tai ilmiötä ei vielä täysin ymmärretä. (Vartiainen et al., 2021; Karpathy, 2017; Ailisto ym., 2018).

Koneoppiminen voidaan jakaa pääosin kolmeen eri osa-alueeseen: ohjattu oppiminen, ohjaamaton oppiminen ja vahvistusoppiminen. Ohjatussa oppimisessa koneelle syötetään opetusdata, jossa toivotut syöte-tuloste-parit on määritelty etukäteen, kun taas ohjaamattomassa oppimisessa kone etsii datasta samankaltaisuuksia tai yhteyksiä ilman, että sille kerrotaan mitä etsiä. Vahvistusoppimisessa algoritmi pyrkii optimoimaan toimintaansa ympäristössä, jossa on määritelty toivotun ja ei-toivotun toiminnan kriteerit. (Russell & Norvig, 2016)

Koneoppimisen kehittyessä yhä älykkäämpään ja autonomisempaan muotoon, heräävät myös filosofiset, oikeudelliset ja yhteiskunnalliset kysymykset siitä, miten tällaiset teknologiat vaikuttavat elämäämme ja miten niiden aiheuttamia mahdollisuuksia ja riskejä tulisi käsitellä. Datatoimijuus ja tulevaisuuden design-aidot ovat avainasemassa tässä murroksessa, tarjoten uuden lähestymistavan teknologiseen sivistykseen ja mahdollistavat aktiivisen osallistumisen ja vaikuttamisen datalähtöisessä yhteiskunnassa (Vartiainen et al., 2021).

Tekoälyn ja koneoppimisen avulla voitaisiin saavuttaa tehokkaampia markkinoita. Vaikka nykyisin tieto on internetin myötä kaikkien sijoittajien saatavilla ja markkinat toimivat varsin tehokkaalla tavalla, ihminen ei voi hyödyntää ja prosessoida datasyötettä yhtä nopeasti kuin tekoäly, jonka nopeus potentiaalisesti mahdollistaisi entistä paremmin saatavilla olevan tiedon. Tekoälyn nopeudesta on jo esimerkkejä, kun tekoälyn nopeutta on hyödynnetty päivän sisällä tapahtuviin lyhyisiin kauppoihin eli treidaamiseen, jossa sijoituskohdetta vain lyhyen aikaa. Treidaamisen on perustettu jopa tekoälybotteja, jotka toimivat tiettyjen algoritmien eli ohjeiden raameissa tavoitellen nopeita tuottoja

sijoittajalle. AI- botteja voidaan hyödyntää moneen treidaamisen elementtiin. Algoritmisen kaupankäynnin käytössä hyödynnetään mitä tahansa sähköistä informaatiota kaupankäynnin toteuttamiseksi. Kaupat aloitetaan, hallitaan ja toteutetaan ennalta määriteltyjen koodattujen ohjeiden perusteella. Yleisesti ottaen algoritmiset toimeksiannot voidaan kategorisoida seuraaviin tyyppeihin spesifisten ohjeiden mukaan: markkinadata, välitys, ehdolliset toimeksiannot, sijoitus-toimeksiannot ja logiikkatyypit. (Gatla, 2024; Nasdaq, 2023)

Lyhyessä kaupassa eli treidauksessa tekoäly analysoi markkinadataa ja sen automaatio rakentaa ja ohjaa jopa treidaus-salkkua. Tekoäly käyttää koneoppimista ja algoritmejaan lyhyen aikavälin trendikäyrien tunnistamisessa ja yrittää tunnistaa erilaisia teknisiä graafeja, josta treidaajat perinteisesti yrittävät ennustaa markkinaliikettä. Tekoäly vähentää nopealiikkeisessä treidauksessa inhimillisten virheiden riskejä ja lisää näin treidien tarkkuutta. Treidejä voi tapahtua hyvin nopeissa sykleissä ja koneoppiminen pyrkii kehittämään treidaustoimintaa jatkuvasti optimaalisempaan suuntaan. Tekoälyllä voidaan tunnistaa treidauksessa uusia mahdollisuuksia, joita ei ihmisälyllä ehdi nopea liikkeisessä kaupassa tunnistamaan. Esimerkiksi usean tunnusluvun samanaikaista korrelaatiota, tai uusien korrelaatioiden tunnistamista, jotka voivat auttaa sijoituspäätöksissä. (Nasdaq, 2023; Gatla, 2024)

Tekoälytreidaus sisältää koneoppimistekniikoiden, luonnollisen kielen prosessoinnin ja big data -analytiikan avainteknologioita. Big datan, eli massiivisten datamäärien analysointi on mahdollista koneoppimisen algoritmeilla. Big data-analyysiä käytetään, jotta voidaan tutkia valtavia tietomääriä mallien ja suuntausten tulkitsemiseksi. Luonnollisen kielen prosessointi tekoälyä käytettäessä tarkoittaa, että tekoälyä käytetään uutisartikkeleiden ja muiden tekstilähteiden analysointiin. Esimerkiksi suurten talouslehtien artikkeleja ja sosiaalisessa mediassa toimivien analyttikoiden, strategioiden ja ekonomistien julkaisuja tutkitaan luonnollisen kielen prosessoinnin avulla. Tekoälytreidaus on nopeasti kehittyvä alue, joka tarjoaa treidaajille useita etuja. Tekoälyä käyttäviä sijoitusaloja on jo tarjolla sijoittajalle. Johtava sijoitussovellus Metatrader käyttää RL-tekniikkaa eli *Reinforcement learningia*, jossa kone oppii jatkuvasti parantamaan toimintamallensa saadakseen aikaan parhaita tuloksia. Tunnetut varallisuuden hoitotalot BlackRock ja J.P. Morgan ovat alkaneet sopeuttaa tekoälyä toimintaansa. Edellä mainitut seikat ovat saaneet SEC:in eli Yhdysvaltain markkinavalvojan tarkastelemaan tekoälyn tuomaa mahdollista epätasapainoa pääomamarkkinoille. Käyttämällä edistyneitä algoritmeja ja teknologioita, treidaajat voivat analysoida suuria datamääriä nopeasti ja tarkasti, tunnistaa markkinatrendejä ja -mahdollisuuksia sekä automatisoida treidausstrategiansa hyödyntääkseen markkinamahdollisuuksia aina pörssin ollessa avoinna. Tämä luo sijoittajien keskuudessa epäreilua asetelmaa, kun tekoälypohjaisia palveluita käyttävät sijoittajat saavat analysoida markkinadataa huomattavasti nopeammin, kuin perinteistä sijoittamista harjoittavat. (Dou, Goldstein & Ji, 2024; Nasdaq, 2023)

3.3 Algoritmit

Tekoäly tarvitsee toimiakseen ohjeita tai toimintasuunnitelmia, miten jokin tekoälyllä luotava tehtävä tehdään. Näitä ohjeita kutsutaan algoritmeiksi. Algoritmien avulla voidaan ratkaista monenlaisia ongelmia ja tehtäviä, joten niitä näkeekin ihmisten päivittäisessä elämässä. Algoritmeja käytetään laajasti digitaalisissa, arkipäiväisissä laitteissa kuten tietokoneissa, astianpesukoneissa ja mikroaaltouuneissa eli kaikessa digitaalisessa, missä tarvitaan ohjeistusta jonkun toiminnon suorittamiseksi. Algoritmien tehokkuutta arvioidaan usein sen suorituskyvyn, sekä resurssien käytön perusteella, kuten kuinka paljon aikaa tai muistia se vaatii erikokoisille syötedatoille. (Cormen et al, 202

Algoritmisen kaupankäynnin strategiat ovat sääntöjen ja ohjeiden joukkoihin perustuvia sijoitusstrategioita, jotka ohjaavat tietokoneohjelmaa suorittamaan kaupat automaattisesti algoritmien avulla. Nämä strategiat on suunniteltu auttamaan sijoittajia tekemään tietoon perustuvia päätöksiä markkinadataan ja muihin olennaisiin tekijöihin perustuen. Algoritmisissa kaupankäyntistrategioissa käytetään RL-algoritmeja eli Reinforcement learning- algoritmeja. Nämä algoritmit oppivat tekemällä ja optimoiden itsensä entistä versiota paremmaksi. Kehitys perustuu tapaan, jossa algoritmit löytävät parhaiten menestyneet ja tuottavimmat keinot minimoiden heikompia vaihtoehtoja. Vaihe vaiheelta RL-algoritmi oppii kehittyneen strategian kaupankäyntiin. (Dou, Goldstein & Ji, 2024)

Algoritmisia kaupankäyntistrategioita on tunnistettavissa kolmea erilaista tyyppiä. Matemaattinen ja tilastollinen analyysi on keskeinen osa algoritmista kauppaa. Tämä menetelmä perustuu matemaattisten mallien ja tilastollisten menetelmien soveltamiseen, joiden avulla tunnistetaan kuvioita ja suuntauksia markkinadatasissa. Nämä mallit tarjoavat sijoittajille työkaluja luoda kaupankäyntistrategioita, jotka pyrkivät hyödyntämään markkinoiden puutteita tarjoten erilaisia mahdollisuuksia sijoittajalle. Regressioanalyysi on erityisen tunnettu menetelmä kvantitatiivisessa analyysissä, ja se tutkii useiden muuttujien välistä yhteyttä kuvioiden ja trendien paljastamiseksi. Tätä menetelmää hyödyntämällä sijoittajat ja treidaajat voivat suunnitella strategioita, jotka käyttävät hyväksi erilaisten omaisuuksien tai markkinoiden tekijöiden välisiä yhteyksiä. (Dou, Goldstein & Ji, 2024; Nasdaq, 2024)

Korkeatempoinen kaupankäynti (HFT) on algoritmisen kaupankäynnin tyyppi, joka käsittää kauppohen suorittamisen erittäin nopeasti. HFT-strategiat on suunniteltu hyödyntämään pieniä hintaliikkeitä markkinoilla. Aktiiviset treidaajat voivat käyttää HFT:tä suorittamaan suuria määriä kauppohen nopeasti ja tehokkaasti, mikä voi auttaa vähentämään kaupankäyntikustannuksia ja parantamaan kannattavuutta. HFT-strategiat perustuvat kehittyneisiin algoritmeihin ja nopeisiin dataverkkoihin. (Addy et al., 2024)

Arbitraasistrategiat käsittävät hintaerojen hyödyntämistä kahden tai useamman markkinan välillä. Sijoittajat voivat käyttää näitä strategioita ansaitakseen voittoja ostamalla ja myymällä sijoituksia eri hinnoilla eri markkinoilla. Yksi suosittu arbitraasistrategia on niin sanottu tilastollinen arbitraasi. Tässä

strategiassa tunnistetaan samaa omaisuusluokkaa eri markkinapaikoilta, jolloin sijoittaja voi algoritmin avulla ostaa automatisoidusti ja nopeasti edullisella hinnalla toiselta markkinapaikalta, ja myydä siellä markkinapaikalla sijoitustuotetta, missä markkinahinta on korkeampi. Treidaajat voivat käyttää näin tilastollista arbitraasia hyödyntääkseen markkinoiden tehottomuuksia. Kaiken kaikkiaan, algoritmisen kaupankäynnin strategiat voivat olla merkittäviä työkaluja treidaajille, jotka haluavat parantaa kannattavuuttaan ja vähentää riskiään algoritmipohjaisten sovellusten avulla. Näiden strategioiden avulla treidaajat voivat tehdä tietoon perustuvia päätöksiä markkinadatan ja muiden olennaisten tekijöiden perusteella vaivattomasti automatisoidun algoritmeihin pohjautuvan strategia-työkalun avulla. (Addy et al., 2024; Nasdaq, 2024)

3.4 Tekoälyn käyttöönotto rahastoissa

Tekoäly otettiin ensimmäisen kerran täysimääräisesti käyttöön rahastoissa Kanadassa vuonna 2017, kun kolme henkilöä perustivat AIEQ ETF-rahaston. Kyseinen rahasto tarkastelee 50 erilaista sijoitusmittaria esimerkiksi kassavirta, 90 päivän volatilitiiteetti, beta-kerroin ja 80 päivän liukuva keskiarvo. Tekoälyllä toimiva rahasto poistaa ennakkoluulot ja inhimilliset tunteet sijoitusten päätösten teossa. Tekoälyn ohjaama ETF tulkitsee miljoonia markkinaaan liittyviä tietopisteitä sekunnissa, joka on massiivisesti enemmän, mitä ihminen pystyisi analysoimaan. (Futurism, 2017)

Pohjoismaissa ensimmäisen 100-prosentin tekoälyrahaston lanseerasi varainhoitotalo FIM. Rahasto tekee osakesijoituksia globaalisti ja hyödyntää jatkuvasti koneoppimista ja tekoälyä sijoituspäätöksissään. Päätökset perustuvat tekoälyn havaitsemiin seikkoihin. FIM:in toimitusjohtaja Teri Heilalan mukaan tekoäly tulee hänen mukaansa yleistymään myös salkunhoidossa tulevaisuudessa. Kyseinen rahasto on suunnattu pitkäaikaisille institutionaalisille sijoittajille. (STT, 2017)

4 TEKOÄLYN EETTISYYS, SÄÄNTELY JA RISKIT

4.1 Tekoälyn riskit ja eettiset haasteet

Tämä luku kertoo Euroopan komission tunnistamista tekoölyyn liittyvistä riskeistä, sekä eettisistä haasteista. Tekoöly on kehittynyt voimakasta vauhtia viime vuosina. Alan yhteiskunnallisen merkittävyyden myötä on syytä tarkastella kriittisesti myös riskejä, sääntelyä ja tekoölyyn kohdistuvia haasteita. Wirtzin, Weyererin ja Kehlin (2022) mukaan riskit ja ohjeistukset jaetaan kuuteen eri kategoriaan: teknologiset, sekä dataan ja analytiikkaan liittyvät-, informatiiviset- ja kommunikaatioon liittyvät-, taloudelliset-, sosiaaliset-, eettiset-, sekä lailliset ja sääntelyyn liittyvät riskit ja ohjeistukset.

Tietämys tekoälyn seurauksista, riskeistä ja hallinnollisista vaikutuksista on edelleen rajallista ja pirstaleista, eikä se tarjoa kattavaa ymmärrystä tekoälyn riskeistä ja niiden erityisistä vaikutuksista tekoälyn hallintaan. Tämän vuoksi ei ole yllättävää, että käytännön ammattilaiset ja lainsäätäjät kamppailevat ymmärtääkseen tekoälyn seurauksia (Wirtz, Weyerer, & Kehl, 2022)

EU-komissio on tunnistanut riskikohteita, johon tekoölyä ei voida hyödyntää ennen riittäviä toimia. Tekoöly on jalostunut viimevuosina siihen muotoon, että sen avulla voidaan generoida tekstiä varsin matalalla kynnyksellä ilman vaativaa osaamista. Olemassa olevia tunnistettuja riskejä ovat esimerkiksi kriittisten infrastruktuurin, kuten liikenteen säätely, lainvalvonta ja demokraattiset prosessit. Ennen kuin tämänkaltaisissa kriittisissä toimissa voidaan käyttää tekoölyä, tulee varmistua siitä, että tekoölyjärjestelmän käytössä on riittävä riskinarviointi, laadukkaat algoritmit syrjivien tulosten minimoimiseksi, asianmukaiset ihmisten suorittamat valvontatoimenpiteet laadun varmistamiseksi ja korkea kestävyys, turvallisuus ja tarkkuus. (Euroopan komissio, 2022)

Alsamarrai ja Bahjat toteavat artikkelissaan "Artificial Intelligence: Its development, investment, risks, global efforts to regulate it" (2024), että tekoölyteknologian nopea kehitys tuo mukanaan merkittäviä mahdollisuuksia ja

investointimahdollisuuksia, mutta myös huomattavia riskejä ja haasteita. He varoittavat, että tekoälyn väärinkäyttö voi lisätä ennakkoluuloja, syrjintää ja autoritaarista valvontaa. Lisäksi tekoälyä käytetään jo nyt kyberhyökkäyksissä ja se voi aiheuttaa suurta inhimillistä kärsimystä kriittisiin infrastruktuureihin kohdistuvissa hyökkäyksissä. Tekniset ja taloudelliset esteet tekoälyn väärinkäytölle ovat vähäisiä, mikä lisää riskiä sen sotilaallisiin ja ei-sotilaallisiin sovelluksiin liittyen. Alsamarrai ja Bahjat korostavat kansainvälisten pyrkimysten merkitystä tekoälyn sääntelyn ja hallinnan parantamiseksi, mainiten esimerkiksi Maailman henkisen omaisuuden järjestön (WIPO) aloitteet immateriaalioikeuksien suojelemiseksi ja vastuullisen tekoälyn tukemiseksi. He painottavat, että tekoälyteknologian hyötyjen maksimoimiseksi ja riskien minimoimiseksi on välttämätöntä kehittää ja yhtenäistää kansainvälisiä sääntelymekanismeja.

Tekoälyn eettiset riskit voidaan jakaa tyypillisiin huolenaiheisiin ja niistä johdettuihin eettisiin haasteisiin eli toiminnallisiin parametreihin. Euroopan ihmisoikeuskonsulaatti on tunnistanut kuusi huolenaihetta, jotka voidaan johtaa toiminnallisiin parametreihin. Alla olevassa kuvassa riskit ovat johdettu toiminnallisuuksista, jossa tekoälyllä luotua tekstiä saadaan tekstiä generoivasta lähteestä, jonka jälkeen tekstiä hyödynnetään esimerkiksi toisen julkaisun luomiseen. Toiminnallisista ominaisuuksista voidaan tunnistaa kolme epistemologista ja kaksi normatiivista huolenaihetta, sillä perusteella, miten tekoälyn algoritmit käsittelevät dataa tuottaakseen generatiivista tekstiä ja motivoivat näin jatkotoimiin. Epistemologinen huolenaihe liittyy tietoon ja tietämykseen, kun taas normatiivinen huolenaihe liittyy normeihin, arvoihin ja eettisiin kysymyksiin. (Council Of Europe, 2023)

Alla olevassa taulukossa epäselvä tieto tarkoittaa sitä, kun algoritmit tekevät päätelmiä käyttäen päättelytilastotiedettä ja/tai koneoppimistekniikoita, ne tuottavat todennäköistä mutta väistämättä epävarmaa tietoa. Tilastollisen oppimisen teoria ja laskennallisen oppimisen teoria molemmat käsittelevät tämän epävarmuuden luonnehdintaa ja määrittystä. Tilastolliset menetelmät voivat tunnistaa merkittäviä korrelaatioita, mutta korrelaatiot eivät yleensä riitä osoittamaan syy-seuraussuhdetta ja voivat siten olla riittämättömiä toiminnan perustelemiseen tällaisen yhteyden tiedon perusteella. (Alsamarrai, Bahjat, & Alsamarrai, 2024; COE, 2023)

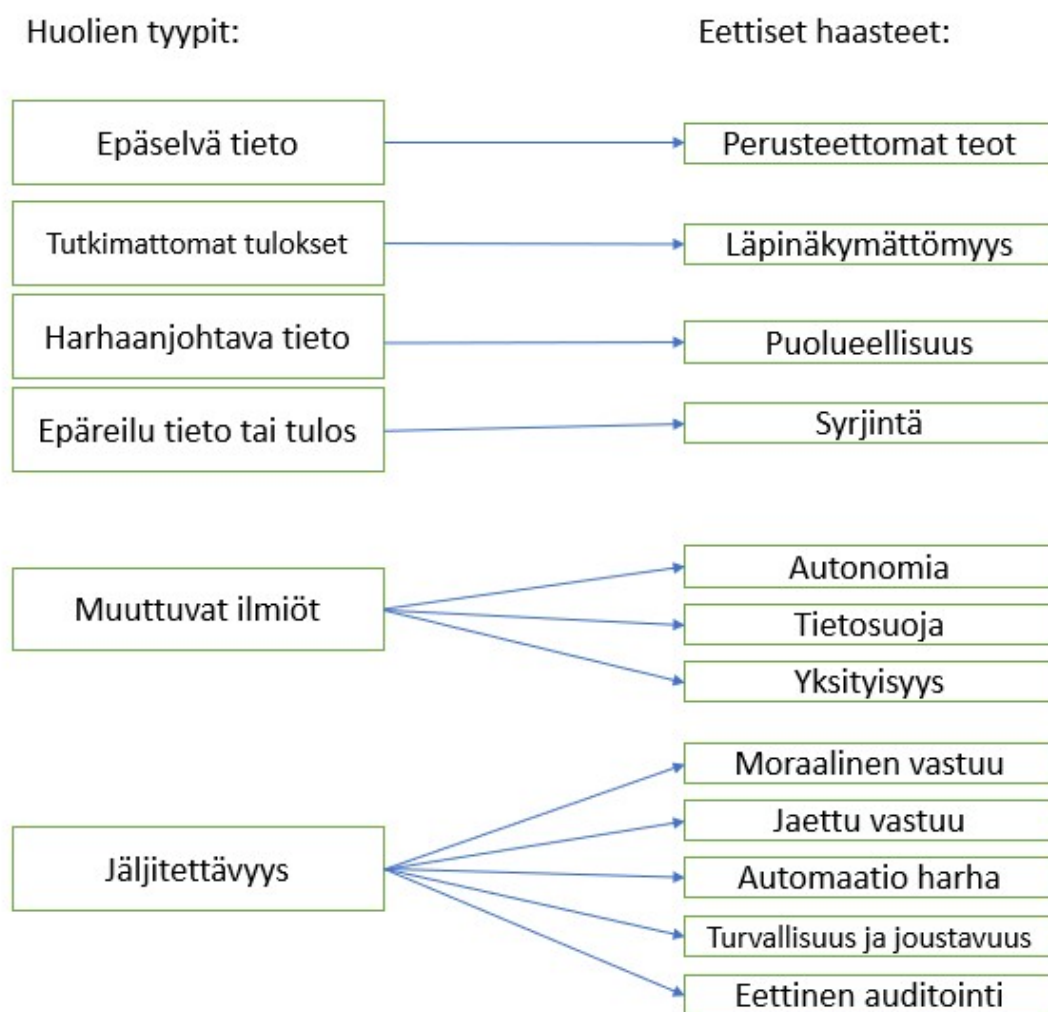
Tutkimattomat tulokset osa kuvaa sitä, kun tuotosta ei päästä tarkastelemaan tai arvioimaan. Pääsy tietojoukkoihin ja dataan on evätty, jolloin ei voida tietää, miten tietyt päätelmät ja tulokset ovat syntyneet. Harhaanjohtava tieto osa kertoo, että algoritmit käsittelevät dataa ja ovat siten alttiita rajoitukselle. Tieto on siis rajoitettua ja tekoälyllä tuotettu julkaisu voi olla maksimissaan yhtä luotettava ja laaja, kuin tekoälyllä generoitu lähdeteksti. (COE, 2023)

Epäreilu tieto tai -tulos kenttä kuvaa sitä, että toimi voi osoittautua syrjiväksi esimerkiksi pelkästään sen vaikutuksen perusteella suojattuun ihmisryhmään, vaikka se olisi tehty päätelmän perusteella, joka perustuu päteviin, tarkasteltavissa oleviin ja hyvin perusteltuihin todisteisiin. Algoritmien ohjaamat toimet voivat joutua eettisen tarkastelun kohteeksi monista näkökulmista, kriteereistä ja periaatteista. Toimenpiteen normatiivinen hyväksyttävyyys ja sen

vaikutukset riippuvat tarkkailijasta ja voivat arvioida sen epistemologista laatua riippumatta. (COE, 2023)

Muuttuvat ilmiö-osa pohjautuu siihen, että tekoälyjärjestelmien vaikutukseen ei aina voida selittää episteemisillä tai eettisillä epäonnistumisilla. Suuri osa niiden vaikutuksista voi aluksi vaikuttaa eettisesti neutraalilta ilman selkeää haittaa. Erillinen vaikutusten joukko, jota voidaan kutsua muuntaviksi vaikutuksiksi, liittyy hienovaraisiin muutoksiin siinä, miten maailmaa käsitellään ja järjestetään. (COE, 2023)

Viimeinen huolityyppi liittyy tekoälyn jäljitettävyyteen, jossa tekoälyjärjestelmät liittyvät usein useisiin toimijoihin, mukaan lukien ihmiskehittäjät ja käyttäjät, valmistajat ja käyttöönottavat organisaatiot sekä itse järjestelmät ja mallit. Tekoälyjärjestelmät voivat myös vuoroa vaikuttaa suoraan, muodostaen monitoimijaverkostoja, joille on ominaista nopeat käyttäytymiset, jotka välttävät ihmisten valvonnan ja käsityksen nopeuden, mittakaavan ja monimutkaisuuden vuoksi. Kuten Mittelstadtin ym. alkuperäisessä maisemointitutkimuksessa ehdotettiin, "algoritmit ovat ohjelmistoartefakteja, jotka liittyvät tietojenkäsittelyyn, ja siten ne perivät eettiset haasteet, jotka liittyvät uusien teknologioiden suunnitteluun ja saatavuuteen, ja ne, jotka liittyvät suurten tietomäärien manipulointiin." Kaikki nämä tekijät tekevät haittojen havaitsemisesta, niiden syiden löytämisestä ja syyllisyyden määrittämisestä vaikeaa, kun tekoälyjärjestelmät käyttäytyvät odottamattomasti. Kaikkien edellä mainittujen viiden huolenaihetta liittyvien haasteiden kautta voi siten nousta esiin liittyvä haaste jäljitettävyyden suhteen, jossa sekä pahojen käytösmallien syyt että vastuu on selvitettävä. (COE, 2023)



Taulukko 2 Huolien tyypit ja eettiset haasteet (Council of Europe, 2023)

Epäselvä tieto tekoälyn käytössä johtaa perusteettomiin tekoihin. Tämä tarkoittaa sitä, että datan perusteella tehtyjen päätösten luotettavuus voi olla kyseenalaista, jos ne perustuvat korrelaatioihin, joilla ei ole todellisia syy-seuraussuhteita. Lukijalle voi olla haastava ymmärtää logiikkaa tekoälyn tuottaman tekstin taustalla. Tällöin puhutaan tekoälyn läpinäkymättömyydestä, ja silloin lukija ei voi tietää, mistä lähteestä tai millä logiikalla tuotos on generoitu. Tekoälyn luomat järjestelmät ja generatiiviset tuotokset heijastelevat helposti niiden suunnittelijoiden arvoja ja näkemyksiä ja ovat näin alttiita puolueellisuudelle. Tekoälyn suunnitteluun on panostettava tasa-arvoisuutta painottaen, jotta tällaisia ongelmia, kun sen käyttö yleistyy vuosien saatossa. Tekoälyn ei tulisi syrjiä ketään. Tämä on ongelmallista, mikäli tekoälyn algoritmeja ei olla luotu huomioiden tällaisia seikkoja. Syrjivä analytiikka voi edistää itseään toteuttavia ennusteita ja stigmatisointia eri kohderyhmissä, heikentäen heidän autonomiaansa ja osallistumistaan yhteiskunnassa. (COE, 2023)

Tekoälyn, kuten suositusjärjestelmien, henkilökohtaisuus voi haastaa käyttäjien autonomian. Henkilökohtaisuus rajoittaa tietojen monimuotoisuutta, suodattamalla pois sisältöä, joka katsotaan käyttäjän uskomuksiin tai toiveisiin

sopimattomaksi. Tämä voi vähentää autonomiaa, sillä tietojen monimuotoisuus on olennainen autonomian edellytys. Lisäksi, kun päätökset heijastavat kolmansien osapuolien etuja käyttäjän omien etujen sijasta, loukataan käyttäjän päätöksentekoa. Tekoäly tuo mukanaan uusia haasteita tietosuojalle, erityisesti henkilökohtaisen tiedon hallinnan suhteen. Käyttäjien kyky hallita omia tietojaan on keskeistä, samoin kolmansien osapuolien vaatima ponnistus näiden tietojen hankkimiseksi. Salainen profilointi, jota kolmas osapuoli suorittaa, on ongelmallista, erityisesti terveydenhuollon kaltaisissa konteksteissa, missä vakuutusyhtiöt, etähoitopalvelut ja kuluttajateknologiayritykset voivat käyttää tietoja. (COE, 2023)

Kun tekoälyjärjestelmät epäonnistuvat, on tärkeää määritellä vastuu. Vain kun toimijalla on jonkinasteinen kontrolli ja aikomus toiminnassaan, voidaan syytä perustellusti kohdistaa. Perinteisesti kehittäjät ja ohjelmistosuunnittelijat ovat vastanneet koneiden toiminnasta, koska heillä on ollut kyky selittää niiden yleinen suunnittelu ja toiminta. Tämä edellyttää, että kehittäjät arvioivat teknologian mahdollisia vaikutuksia ja suunnittelevat sen toimintaa siten, että saavutetaan toivottuja tuloksia. Tekoälyn käyttö päätöksenteossa voi johtaa vastuun siirtymiseen ihmispäätöksentekijöiltä koneille. Tämä vastuun hajautuminen voi heikentää henkilökohtaisen vastuun tunnetta ja johtaa muutoin perustelemattomiin toimiin, erityisesti ihmisten ja informaatiojärjestelmien sekaverkoissa. Lisäksi sidosryhmien monitieteisessä yhteistyössä jokainen osapuoli saattaa olettaa, että toiset kantavat eettisen vastuun algoritmin toiminnasta. (COE, 2023)

4.2 Sääntely tekoälyn käytössä

Yhteiskuntamme luottaa tekoälyyn jo monessa erilaisessa asiassa. Tekoälyä käytetään läpi yhteiskunnan kriittisissäkin pisteissä, kuten sairauksien diagnosoinnissa ja liikenteen suunnittelussa. Tekoäly saatetaan mieltää rationaaliseksi, neutraaliksi ja täysin puolueettomaksi kumppaniksi. Tätä se ei kuitenkaan vielä ole, vaan tekoäly voi vielä nykymuodossaan johtaa jopa epäreiluun syrjintään ja sääntelyn vähyys aiheuttamiin ongelmiin. (Zuiderveen Borgesius, 2018)

Yhdysvaltain arvopaperi- ja pörssikomission (FTC) johtajan Gary Gensler varoittaa tekoälyn aiheuttavan todennäköisesti seuraavan finanssikriisin. Gary perustaa väittämänsä ongelmaan tekoälyn kehityksessä. Tekoälyn käyttö on vuonna 2023 hyvin vapaata, eikä sitä ole säännelty tai kontrolloitu lainsäätäjien toimesta. Arvopaperimarkkina kriiseistä tietokoneen aiheuttamana on ollut näyttöä aiemminkin, kun vuonna 2010 Iso-Britannialainen osakevälittäjä harjoitti markkinamanipulaatiota tyhjiillä tilauksilla. Nämä valheelliset ostotilaukset aiheuttivat tuhannen miljardin dollarin romahduksen. (Kullas, 2023)

Gensler toteaa, että riskillisiä algoritmikoodeja tulisi tarkastella tarkemmin lainsäädännön näkökulmasta. Ongelmaksi muodostuu uusi ja voimakkaasti kehittyyvä, sekä muuntautuva teknologia. Suuret instituutiot luottavat liikaa perusmalleihin, joita ei ole vielä jalostettu tarpeeksi pitkälle. Taloudessa tämä voi tarkoittaa pahimmillaan talouden vakauden horjumista. Tekoälyyn tulevaan

sääntelyyn ei riitä ainoastaan finanssialaan kohdistuvaa tekoälyn sääntelyä, vaan lait ja säädökset tulisi kohdistaa toimialarajat ylittäväksi kokonaisuudeksi, jossa on mukana useita viranomaisia. Näin voitaisiin poistaa lukuisia ongelmia kuten data-analytiikan eturistiriitoja. Tekoälyssä on osaltaan Collingridgen dilemmaa, joka tarkoittaa sitä, ettemme osaa arvioida paranevan teknologian uhkia ja mahdollisuuksia alku kehitysvaiheessa. Myöhemmin teknologiaa säädeltäessä kustannukset ja vaiva ovat kasvaneet eksponentiaalisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että vastuun on oltava teknologian kehittäjillä. (Kullas, 2023)

Tekoäly on myös kallista ja siinä on useita pullonkauloja. Tämä tarkoittaa, että arkkitehtuuri ei ole täydellistä ja suorituskyky on paikoin heikkoa ongelma-kohtien vuoksi. Microsoft onkin Simon Sharwoodin mukaan alkanut rajoittaa pääsyä rajattoman käytön generatiiviseen tekoölyyn. osa käyttäjistä ajautuu kilpailijoille paremman käyttökokemuksen toivossa. Microsoft on todennut tekoälyn skaalaamisen aiheuttavan merkittäviä kustannuksia. Tekoälyn pyörittäminen vaatii suurta laskentatehoa, vaativia grafiikkasuorittimia sekä nopeita servereitä. (Sharwood, 2023)

Maksullisten tekoäly versioiden yleistymisen voisi tuoda tekoälyn kehittäjille kuten Microsoftille aikaa vastata sääntelyn kehittämiseen ja vastuullisen palvelun parantamiseen. Silloin yhtiöllä olisi ainakin oman alustansa puolesta kehitystyön ohjaukset paremmin käsissä kuin nykytilassa.

Suuri riski on, että tekoälyä aletaan hyödyntämään rikollisessa toiminnassa. Näyttöjä tästä on jo vuodelta 2021, kun kyberrikolliset kloonasivat tekoälyä käyttämällä Kiinassa yrityksen toimitusjohtajan äänen tavoitteenaan varastaa 35 miljoonaa dollaria. Hongkongissa sijaitsevan japanilaisen yrityksen sivuliikkeen johtaja sai puhelun, jossa häntä informoitiin yrityskaupasta. Tämän seurauksena toimitusjohtaja suoritti siirtoja luullen toimivansa yrityksen edun mukaisesti. Tämä tapaus herättää vakavia huolenaiheita tekoälyn käytöstä tietoverkkorikollisuudessa. Syvä äänikloonaus ja muut vastaavat tekniikat voivat olla äärimmäisen vaarallisia, aiheuttaen uhkia sekä datalle että yrityksille. (Brewster, 2021)

5 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN YHTEENVETO

Tekoälyn juuret tulevat 1950-luvulta ja tekoälyä on tutkittu pitkään. Hain laajasti tekoölyyn, koneoppimiseen, algoritmeihin ja rahoitusmarkkinoihin liittyviä aineistoja Google Scholarista, sekä JYKDOK:in kautta saatavilla olevista tieteen palveluista esimerkiksi ScienceDirectistä. ETF-rahastoihin ja sijoittamiseen liittyvää aineistoa ja lähteitä keräsin myös tunnettujen sijoitusmedioiden ja rahoitusyhtiöiden artikkeleista. Tekoälyn soveltamista finanssialalle ja rahastoihin keräsin hieman myös niin sanotuista harmaista lähteistä, sillä ala on ollut murroksessa viimeisen vuoden ajan, ja tieteellisiä lähteitä on saatavilla rajoitetusti, joskin enenevässä määrin. Teorioita sijoittamisesta keräsin useista sijoitusalan tieteellisistä lähteistä, jotka löytyivät pääosin Google Scholaria käyttämällä.

Tekoäly tieteenalana on suuressa murroksessa koska ChatGPT ja Open AI löivät läpi nopeasti ja niihin pohjautuvaa sisältöä on virrannut yleisön käyttöön ennakoitua runsaammin ilman lakisäänteistä säännöstelyä. Edistyneet algoritmit siis tekevät jo ChatGPT kaltaisissa generoivissa suurissa kielimallien tekoälypalveluissa sisältöehdotuksia, joiden syntyperää ei ole vielä kyetty varmentamaan. ChatGPT saavutti nopeasti miljoona käyttäjää ja sitä on otettu myös rahoituslalle käyttöön. (Ko & Lee, 2024)

Tekoälystä ja ETF rahastoista tutkimusta ovat tehneet Wu ja Chen (2022) tutkimalla miten "AI" liite ETF-rahaston nimessä parantaisi kumulatiivista poikkeuksellista tuottoa (CARs) eli sijoituskohteen tuottoa suhteessa odotettuihin tuottoihin tietyllä ajanjaksolla. Tutkimuksen tuloksena huomattiin "AI"-liitteen käytön ETF-rahaston nimessä lisäävän "CARs" -tuottoa 0,4 % verran. Tutkimuksessa ei vertailtu eri AI ETF-rahastojen tuottoja yhtä monipuolisesti ja laajalla otannalla kuin tässä tutkimuksessa, vaan keskityttiin ETF-rahastojen nimessä olevaan AI-tekijään.

Ko ja Lee (2024) puolestaan tutkivat ChatGPT mahdollisuuksia sijoitusportfolion hallinnassa. Heidän tutkimusongelmana oli, voidaanko ChatGPT:tä käyttäen parantaa sijoitusportfolion sijoituspäätöksiä. Suurten LLM kielimallien integraatio on herättänyt kiinnostusta viime vuosina portfolion hallinnassa käytettynä. Ko ja Leen kvantitatiivinen tutkimus käytti ChatGPT:tä poimimaan sijoituskohteita useasta eri omaisuusluokasta ja tulokset osoittivat

ChatGPT:n kasvattaneen tilastollisesti monipuolisemman sijoitusvalikoiman, verrattuna satunnaiseen salkunhoidon valintaan. ChatGPT:llä muodostettu portfolio saavutti myös parempaa riskikorjattua tuottoa.

Pelsterin ja Varin (2024) tutkimus selvitti osakepoiminnan mahdollisuuksia ChatGPT:n avulla, kun tutkitaan ja perustetaan valinta ChatGPT:llä tutkittuihin pörssiyritysten osavuositarkastuksiin. Tutkimuksessa havaittiin korrelaatiota ChatGPT:n tulosestimoitusten ja todellisten tulosten välillä. Tutkimus osoitti myös ChatGPT:n kyvykkyyden reagoida uutistietoihin ajantasaisesti, jossa tutkimuksen selvittämät ”houkuttelevuus”-arviot korreloivat positiivisesti tulevien osaketuottojen kanssa. Chen ja Ren (2021) tutkivat tekoälyä hyödyntävien sijoitusrahastojen suorituskykyä. Tutkimuksessa havaittiin, että tekoälyä hyödyntävät sijoitusrahastot osoittavat parempaa osakevalintakykyä ja alhaisempia vaihtosuhteita verrattuna ihmisten hallinnoimiin rahastoihin. Chanin ja Renin tutkimuksen tuloksena huomattiin tekoälyn laskentatehokkuuden hyödyt, joka parantaa analyysin ja erilaisten mallien ennustetehokkuutta. Tutkimuksen havainnointona oli, että tekoälyn ohjaama rahasto ei voita markkinaa, kun verrataan suorituskykyä ja tuottoa.

Voidaan todeta, että tekoälyä, koneoppimista ja sijoittamista on tutkittu vuoteen 2024 mennessä jo käyttäen erilaisia menetelmiä ja lähestymiskulmia. Tekoälyä ja koneoppimista on käytetty muun muassa ETF-rahastojen ennustamiseen ja analysointiin. Tässä tutkimuksessa tutkittavia pörssinoteerattuja tekoälyllä ohjattuja rahastoja ei olla kuitenkaan aikaisemmin tutkittu samassa kontekstissa. (Liew & Mayster, 2018)

6 METODOLOGIA JA KIRJALLISUUSKATSAUKSEN KERUU

Tämän gradun tutkimus on laajamittainen empiirinen tutkimus, jossa tutkitaan tekoälyn käyttömahdollisuuksia ETF- eli pörssinoteeratuissa rahastoissa kvantitatiivisin menetelmin tutkimalla rahaston ominaisuuksia tekoälyn ja koneoppimisin kannalta. Tutkimusaineistoa on kerätty lukuisista lähteistä muun muassa Google Scholarista, sekä eri kansainvälisistä ja kotimaisista kirjallisuuslähteistä. Tekoälyllä ohjattavat ETF-rahastot ovat löydetty kahdesta eri ETF-rahastoihin perustuvasta sijoitusanalyysi palvelusta etfdb.com ja etf.com. Sivustoilta oli vaihton eriyttää ETF-rahastojen kattavasta valikoimasta tekoälyllä ohjattavat rahastot. Koska aihepiiri on niin uusi ja tutkimusta on rajatusti saatavalla koko aihepiiristä, tutkimuksessa ja kirjallisuuskatsauksessa on jouduttu käyttämään ajoittain myös ”harmaita” lähteitä. Tutkimuksen kaaviot ja graafit on luotu tutkimus- ja tietopalvelu Ychartsilla, jota käytetään sijoitusalan ammattilaisten keskuudessa.

Tekoälyä, koneoppimista ja rahastoja on alettu tutkimaan tieteellisesti enenevässä määrin viime vuosina. Esimerkiksi Gine Rabadan, García Agudiez, & Solé-Ribalta tekivät tutkimuksen vuonna 2024 koneoppimisen lisäämisestä sijoitustenhallintaan tavoitteenaan saada ylituottoa vertailuindeksiinsä nähden. Heidän tutkielmassansa käytetään koneoppimisen regressiomalleja kuukausittain salkun koostumuksen määrittämiseen maksimaalisen tuoton saavuttamiseksi. Mallin ennustekykyä testataan backtest-harjoituksilla ja ristiin validoinnilla. Lopuksi valittuja malleja verrataan muihin salkunhoitostrategioihin, kuten tasapainoiseen salkkuun tai tehokkaan rajan mukaisiin salkkuihin.

Gradun empiirisessä määrällisessä tutkimuksessa selvitetään, kuinka tekoälyllä ohjatut ETF-rahastot menestyvät verrattuna vertailuindekseihin, sekä muihin tekoälyllä ohjattuihin rahastoihin. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää mitkä ovat tekoälypohjaisten ETF-rahastojen vahvuudet ja heikkoudet, sekä onko yksityissijoittajan mielekäästä ottaa tekoälyllä ohjattu ETF-rahasto osaksi sijoitusportfoliotaan. Gradun tutkimus vastaa kysymyksiin: miten tekoälyä käytetään ETF-rahastoissa, miten tekoälyllä ohjatut rahastot menestyvät suhteessa

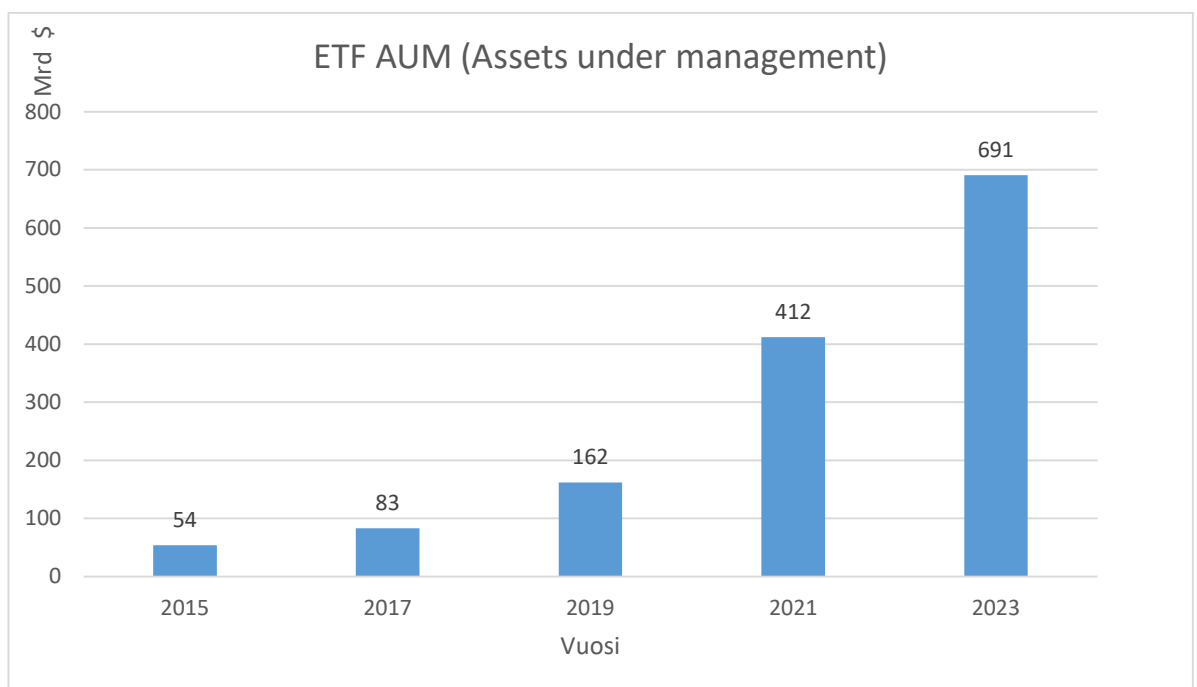
muihin vertailuindekseihin ja mikä on suorituskyvyltään paras tekoälyllä ohjattu rahasto, sekä mitä mahdollisuuksia tekoäly on tuonut ETF-sijoittajalle.

Metodeina tutkimuksessa käytettiin ETF-rahastojen TER-lukua, P/E:tä, AUM:ia eli rahaston kokoa, sekä rahastojen pitkän aikavälin (yli 5 vuoden) suoriutumista eli tuottoa vertailuindekseihin, sekä toisiin tekoälyllä ohjattuihin ETF-rahastoihin verraten. Tutkimuksessa on avattu jokaisen aktiivisen tekoälyllä ohjatun ETF-rahaston toimintamalli auki, eli miten kyseinen ETF-rahasto hyödyntää tekoälyä käytännön tasolla. Tutkimuksen metodien avulla saadaan kokonaiskuva AI ETF-rahastojen käytettävyydestä: miten kyseiset ETF-rahastot suoriutuvat vertailuindekseihinsä nähden ja mikä on niiden tämän hetken käytettävyys osana erilaisia sijoitusstrategioita. Tutkimusmetodien heikkoutena on tämän hetken rajattu tieteellisten lähdekirjallisuuden määrä, joka yhdistää sekä pörssilistatut ETF-rahastot, että Tekoälyn ja koneoppimisen tarpeeksi laajamittaisesti erilaisilta näkökulmilta katsottuina. Esimerkiksi tekoälyllä toimivien rahastojen eettisyydestä on vielä vähän tietoa, sillä koko tekoälykentän sääntely on vielä pahasti kesken. Tekoälyllä ohjatut ETF-rahastot ovat olleet olemassa lyhyen aikaa. Sijoittamista on mielekästä tutkia pidemmällä aikavälillä, jossa on mukana monta talouden suhdannetta. Näin saadaan arvokasta tietoa siitä, miten tutkittavat AI ETF-rahastot menestyvät eri suhdanteissa pitkällä välillä. Tutkittavat tekoälyllä ohjattavat ETF-rahastot olivat helppo rajata, koska niitä on tällä hetkellä olemassa rajallinen määrä. Rahastoista löytyi myös vertailukelpoisia indeksejä, johon rahastoja voitiin verrata. Myös tunnuslukuja oli kattavasti saatavilla, joka mahdollisti rahastojen tutkimisen ja vertailun monelta eri kantilta: tuottavuus, hallinnointikulut, beetakerroin, p/e-luku ja rahaston koko.

7 TEKOÄLYLLÄ OHJATUT ETF-RAHASTOT

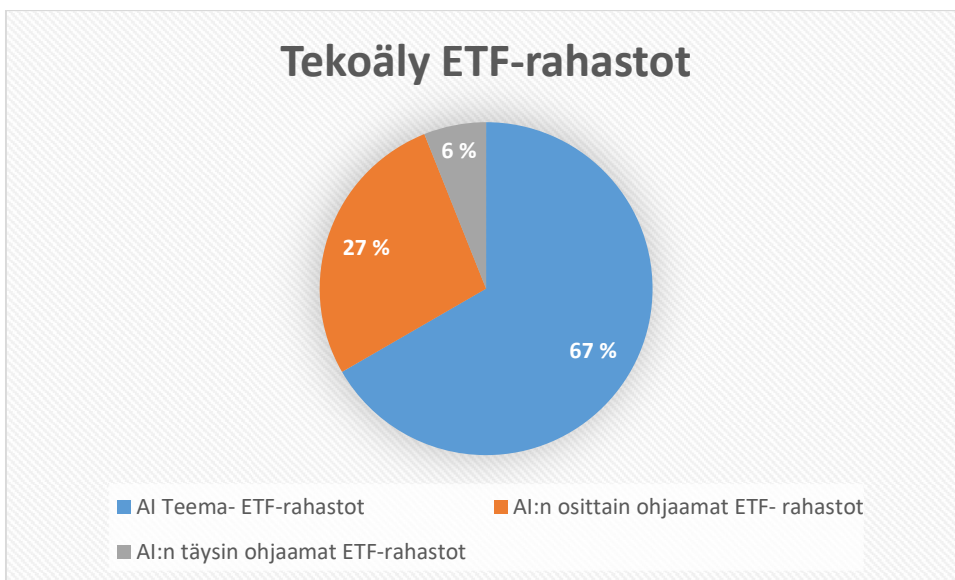
ETF- rahastot ovat kasvattaneet suosiotaan viime vuosina sijoittajien keskuudessa ja 2023 niitä oli kappalemääräisesti ranskalaisen fintech-analyysiyhtiön Trackinsightin mukaan maailmassa yli 10 000. Näillä ETF-rahastoilla on sijoittajilta lähes 700 miljardin dollarin varallisuus. (Trackinsight, 2023)

ETF- rahastot ovat olleet voimakkaassa nosteessa viimeisen vuosikymmenen aikana sijoittajien ollessa entistä kulutietoisempia ja temaattishakuisempia, joka tarkoittaa, että sijoittajat haluavat hajauttaa sijoituksiaan eri teemoihin ja ilmiöihin. ETF- rahastoilla sijoittaja pääsee hyödyntämään portfolioteoriaa eli hajuttamisen hyötyä sijoittamisessa, jolla saadaan hallinnoitua portfolion riskiä tehokkaasti. Nämä yllä mainitut hyödyt ovat mahdollista toteuttaa ETF-rahasto sijoittamisella, mikä selittää suosion kasvun. ETF-rahastoja oli 729 kappaletta vuonna 2006, ja 6952 kappaletta vuonna 2019. (Huhulea, 2023)



Kuvio 4: ETF-Rahastojen suosion kasvu (Trackinsight, 2023)

Kansainvälisen ETF- sijoitustutkimuksen palveluntarjoajan sivuston ETF. comin mukaan tekoölyyn liittyviä ETF-rahastoja on noteerattu tällä hetkellä 33 kappaletta pörssissä. Nämä käsittävät myös sellaiset rahastot, joihin poimitaan AI- ja robotiikka-alan yritysten osakkeita eli oheisen kuvan AI-Teema osuuden rahastoja. Vuoden 2023 elokuun 21. päivään mennessä tekoölyllä ohjattuja ETF-rahastoja oli 11 kappaletta. Tämä on 1,1 promillen osuus kaikista ETF-rahastoista globaalisti. (Henderson, 2023). Kaikkiaan 33:sta tekoöly - ETF rahastossa 22:ssä teemana on tekoölyä tai koneoppimista edistävien yritysten osakkeet. Neljäsatoista tekoölyn osittain ohjaamissa EFT-rahastoissa ei välttämättä ole tekoölyyn viittavia yrityksiä, vaan tekoölyn rooli on rahaston algoritmeihin ja tekoölyyn perustuvassa ohjauksessa ja päätöksen tekoon tarvittavan datan analysoinnissa ja keruussa, tai sijoituspolitiikan toteuttamisessa kokonaisvaltaisesti sisältäen myös päätöksenteon. (ETF, 2024)



Kuvio 5: Tekoöly ETF-rahastojen jakauma (ETF, 2024)

Tekoölyn täysin ohjaamissa ETF-rahastoissa sijoituspolitiikan noudattaminen ja rahastoon tapahtuvat muutokset, esimerkiksi osakkeiden ostot ja myynnit toteutetaan tekoölyn algoritmeihin pohjautuvien mallien ja ohjeiden mukaisesti. (Etfdb, 2024)

Tekoölyllä osittain ohjattavat ETF-rahastot globaalisti 28.3.2024:

Amplify AI Powered Equity ETF	AIEQ
BTD Capital Fund	DIP
QRAFT AI-Enhanced US Large Cap Momentum ETF	AMOM

LG QRAFT AI-Powered US Large Cap Core ETF	LQAI
QRAFT AI-Enhanced US Large Cap ETF	QRFT
iShares US Consumer Focused ETF	IEDI
WisdomTree International AI Enhanced Value Fund	AIVI
VanEck Social Sentiment ET	BUZZ
Euclidean Fundamental Value ETF	ECML
iShares US Tech Independence Focused ETF	IETC
WisdomTree U.S. AI Enhanced Value Fund	AIVL

Tekoäly on kasvanut teemana ja toimialana rahastovaihtoehtojen kentässä. Tekoälyyn keskittyvillä ETF-rahastoilla voidaan sijoittaa tekoälyvallankumouksen teemaan. ETF-rahastoon poimitaan tällöin yrityksiä, jotka keskittyvät liiketoiminnassaan tekoälyn kehittämiseen. Esimerkkinä maailman suurin tekoälyn teemarahasto Global X Robotics and Artificial Intelligence Thematic ETF, joka hankkii rahastoon robotiikkaan ja tekoälyyn panostavia yrityksiä. Alan edelläkävijöitä ovat 2023 Nvidia ja Keyence Corp. (Shefchik, 2023)

Tässä gradussa tutkitaan kokonaan, tai osittain tekoälyn ohjaamia ETF-rahastoja, niiden ominaisuuksia, käytettävyyttä ja ylituoton saamisen mahdollisuutta sijoittajalle. Tekoälyllä ohjatuissa rahastoissa yhdistyvät tekoälyn mahdollistama nopea päätöksen teko ja merkittävän datapistemäärän hyödyntäminen samanaikaisesti, joka voi tuoda etua sijoittajalle. (Etfdb, 2024)

7.1 Täysin tekoälyllä ohjatut ETF- Rahastot

Amplify AI Powered Equity ETF	AIEQ
VanEck Social Sentiment ETF	BUZZ

Ensimmäiseksi tutkitaan ETF-rahastoja, jossa rahaston hallinta tapahtuu täysin tekoälyohjatusti ja ihmistä ei käytetä edes lopullisessa päätöksen teossa. Tunnetuin ja ensimmäinen tekoälyä käyttävä rahasto oli Amplify AI Powered Equity ETF eli AIEQ.

Tekoäly, jota käytetään vuonna 2017 perustetussa AIEQ ETF-rahastossa on nimeltään EquBot. Se on Kalifornian yliopistossa Haas School of Businessin opiskelijoiden Chada Khatuan, Art Amadorin, sekä Chris Nativdadin kehittämä järjestelmä, joka käyttää tekoälyä rahaston aktiivisessa hallinnassa. Tiimillä oli sopimus IBM Watson - tekoälyyn, jota käytettiin myös EquBotin luomisessa. EquBotin algoritmit luotiin keräämään dataa sosiaalisen median syötteistä, makrotalouden uutisista, markkinainformaatiosta, arvopaperiviranomaisten, kuten pörssi- ja arvopaperi viranomaisten tiedotteista, sekä osakkeiden volatiliteteista ja momentumeista. (Markman, 2022)

Equbot on tekoälyyn pohjautuva sijoitusrahasto, joka käyttää IBM:n Watson-tekoälyä analysoimaan suuria datamääriä globaalilta markkinalta. Sen

päämääränä on tehdä sijoituspäätöksiä, jotka perustuvat sekä kvantitatiiviseen että laadulliseen analyysiin. Sen innovatiivinen lähestymistapa sijoittamiseen esittelee, kuinka tekoäly voi muuttaa perinteisiä sijoitusstrategioita ja tarjota uusia näkökulmia markkinoiden ymmärtämiseen. Tämä tekoälyn hyödyntäminen sijoitusrahastoissa esittää merkittävän askeleen kohti automatisoidumpia ja datavetoisia päätöksentekoprosesseja rahoitussektorilla. Equibotin kyky analysoida ja reagoida markkinamuutoksiin reaaliajassa osoittaa tekoälyn potentiaalın parantaa sijoitusten tuottoa ja hallita riskejä entistä tehokkaammin. Tämä edustaa siirtymistä perinteisistä, ihmisen suorittamista analyysimenetelmistä kohti koneoppimiseen perustuvia menetelmiä, jotka voivat käsitellä ja hyödyntää valtavia tietomääriä päätöksenteossa. (Saint-Pierre, 2017)

IBM:n Watson-tekoäly edustaa kognitiivisen laskennan alustaa, joka kykenee vastaamaan luonnollisen kielen kysymyksiin yhdistämällä laajoja määriä tietoa, sekä rakenteellista (esim. taulukot) että rakenteetonta (esim. uutisartikkelit), ja oppimaan jokaisesta analyysistä tuottaakseen tarkempia vastauksia seuraaviin kysymyksiin. Watson symboloi uutta aikakautta tietokoneiden historiassa, kognitiivista laskentaa, jossa järjestelmät ymmärtävät maailmaa ihmisen tavoin: aistien, oppimisen ja kokemusten kautta. Watson oppii jatkuvasti, kasvattaen arvoaan ja tietämystään ajan myötä aiemmista vuorovaikutuksistaan. On tärkeää muistaa, että AI ja tässä tapauksessa IBM Watsonkin on vain dataa. Ainoastaan ihmisaivot kykenevät kehittämään tunteita, käsitteitä tai viitekehyksiä ja tämä onkin tekoälyn puute. Tietyt tehtävät, kuten suurten datamäärien analysointi osakepäättösten tekemiseksi, ovat kuitenkin puolestaan sellaisia, joita vain tietokoneet voivat suorittaa. Tähän sisältyy esimerkiksi suurten myymälöiden pysäköintialueiden satelliittikuvien seuranta ja internet-hakujen analysointi kulutustavaroiden myynnin ennustamiseksi tai jopa kansantalouden kasvun ennustamiseksi. (Saint-Pierre, 2017)

IBM Watsonin kehitys tiimillä oli tavoite luoda ja kehittää tekoäly niin pitkälle, että tällä voitaisiin tehdä dynaaminen dataan pohjautuva ETF-salkku, jota tasapainotettaisiin reaaliaikaisesti päivittäin. Khatuanin, Amadorin ja Nativdadin mielestä tärkeää olisi, että algoritmit oppisivat markkinasta ja eri syöte-pisteistä ajan mittaan mahdollisimman tehokkaasti. Täten ETF olisi suorituskykyisempi ja oppisi tuntemaan datavirtaa entistä paremmin kehittyessään. Järjestelmä pyrkii tunnistamaan kaavoja datasta, joita ihmiset saattavat sijoituspäätöksissään ohittaa. Osakevalinnoista poistuisi inhimilliset ennakkoluulot. (Markman, 2022)

Tekoälyllä toimivan rahaston lanseerausvuosi ei ollut kovin hyvä. Rahaston volatiliteetti eli kurssin hajonta oli 260 %. Yhdysvaltain 500 suurinta yhtiötä sisältävässä indeksissä S&P 500 vastaava luku oli 3,1 %. Kun markkina laski 2018, AIEQ- rahasto romahti 16 %, kun S&P 500 putosi samassa ajassa vain 6 %. Rahasto kasvatti kuitenkin merkintäosuuksiaan ja hallinnoitavia varoja, koska uusi innovatiivinen järjestelmä sai suosiota yleisön keskuudessa. 7 miljoonan dollarin rahasto oli nopeasti kasvanut 169 miljoonaan dollariin 2021 loppuun mennessä. Rahaston luokittelijayhtiön Morningstarin arvostelussa AIEQ- rahasto sai aluksi arvosanan 3/5. Arvosana on sittemmin laskenut vaatimattomaan

1/5 tasoon. Tämä luokitus tarkoittaa, että rahasto on riskisopeutetulta tuotoltaan alimman 10 % joukossa ETF-rahastoista, eli rahaston riskisyys ei tällöin vastaa rahaston saavuttamaa tuottoa. (Markman, 2022)

Toinen täysin tekoälyllä toimiva rahasto on VanEckin Social Sentiment ETF BUZZ, joka etsii yhdysvaltalaisien suurten yhtiöiden osakkeita seuraten AI US Sentiment Leaders tekoälyllä luotua indeksiä. AI US Sentiment Leaders algoritmi seuraa miljoonia ainutlaatuisia datapisteitä, jotka aggregoidaan verkkolähteistä sisältäen uutisartikkelit, sosiaalisen median, blogit ja muut vastaavanlaiset tietolähteet. Indeksien tekoäly tähtää suuryhtiöiden löytämiseen, jotka herättävät sijoittajissa härkämäisen optimismin ja joista vallitsee positiivinen sosiaalisen median sentimentti. Tämä tarkoittaa, että sijoittajien yhteisymmärrys kyseisten yhtiöiden osalta ennustaa niiden osakekurssien nousevan tulevaisuudessa. AI US Sentiment Leaders prosessoidaan joka kuukausi, jolloin datasta suodatetaan osakeuniversumi, jonka yrityksillä on ollut kuukauden aikana paljon päivittäisiä postauksia, sekä paljon ihmisiä postaamassa eli julkaisemassa yhtiöstä. Osakeuniversumin muodostuksen jälkeen analytiikka malli käyttää luonnollisenkielen käsittelyteknologiaa analysoi datan ja selvittää kustakin osakkeesta, onko näkemys negatiivinen, positiivinen vai neutraali. Malli tekee ranking -listan tämän jälkeen laittaen yhtiöt, joilla on eniten positiivista sentimenttiä, eli markkina-kuuhuntaa, korkeimmalle vaatimuksena laaja keskusteluleveys, eli suuri määrä yhtiöön liittyviä julkaisuja. 75 parhaiten pisteytettyä yhtiötä pääsevät VanEckin Social Sentiment ETF-rahastoon eli BUZZ:iin. Parhaiten pisteytetyt saavat rahastossa korkeimman painotuksen, kuitenkin rahaston sijoituspolitiikan mukaisesti maksimissaan 3 %. Tämä prosessi toistetaan joka kuukausi. Ollakseen valintakelpoinen rahastoon yrityksen on oltava vähintään 5 miljardin dollarin markkina-arvoinen ja kaupankäynnin volyymin on oltava yli miljoona dollaria 3 kuukauden päiväkeskiarvolla. (VanEck, 2021)

Seuraavat tutkimuksen rahastot käyttävät sijoitusprosesseissaan suurelta osin tekoälyä, mutta rahaston lopulliset sijoituspäätökset tekee ihminen.

7.2 Momentum strategiaan pohjaavat AI ETF-rahastot, joissa lopulliset sijoituspäätökset tekee ihminen

BTD Capital Fund

DIP

QRAFT AI-Enhanced US Large Cap Momentum ETF AMOM

Yksi tunnettuja markkina-anomaliaita eli ilmiöitä ovat momentum-strategiat. Momentum- strategiassa hyödynnetään osakkeiden kurssinousua. Momentum on sitä voimakkaampi, mitä enemmän osakkeen hinta on noussut määritellyllä ajanjaksolla. Momentum-strategioita on sovellettu jo yli sadan vuoden ajan sijoitustoiminnassa. Momentum-strategiat puhututtavat taloustieteilijöiden piireissä, koska fundamenttien sijaan, keskitytään osakkeen hinnan käyttäytymiseen.

Momentum- strategian esitteli ensimmäistä kertaa Mebane T. Faber julkaisussaan *Relative Strength Strategies for Investing* (Sijoittaja, 2015)

Momentumia hyödyntävä Kaiju ARC-tekoälyn avulla toimiva ETF-rahasto on *BTD Capital Fund* eli *DIP*. *DIP*:in tarkoitus on noudattaa momentum- painotteista sijoituspolitiikkaa eli tekoäly tekee nopeaa momentum kaupankäyntiä, jossa hyödynnetään useita eri datapisteitä tunnistamaan hetkellinen sijoituskohteen pohjataso eli toisin sanoen Kaiju tunnistaa ylimydyt sijoitusinstrumentit markkinalla. Tarkoitus on ostaa sijoituskohdetta pohjatasolta ja myydä kohde pois nopeasti, kun sijoituskohteen hinta on kerännyt momentumia ja kasvanut hetkellisesti. Kaiju ARC kerää dataa 15 vuoden ajalta eri datapisteistä, joista voidaan tunnistaa ylimyytyjen osakkeiden potentiaali. *DIP* käyttää toiminnassaan koneoppimista, jonka tarkoituksena on räätälöidä momentum- strategiaa koko ajan paremmaksi, jolloin *DIP* oppii ja kehittyy ilman ihmisen väliintuloa. Ajan myötä järjestelmä hienosäätää päätöksentekokykyään, korjaa itseään ja mukautuu uusiin markkinaolosuhteisiin, mikä tarkoittaa, että *DIP* käyttää aina olennaimpia kriteerejä tehdessään päätöksiään. *DIP* hakee toiminnassaan lyhyttä momentumia, joka tarkoittaa, että keskimääräinen sijoituskohteen hallussapitoaika on ainoastaan 3 päivää. Järjestelmä suorittaa yli 2 miljardia erillistä tarkastelua päivittäin ja tasapainottaa tulosten perusteella portfoliota. Tekoälyn analysoitu datasyöte viedään rahaston sub-advisorille, joka tekee rahastoon muutoshyväksynät. (Stevens; *DIP Etf*, 2023)

Qraft AI Enhanced U.S Large Cap Momentum ETF AMOM pyrki tekoäly vetoisesti etsimään ja tunnistamaan vahvan momentumin yhtiöiden osakkeita ja analysoimaan, miten tietyn aikajakson momentum kääntyy pitkän aikavälin positiiviseksi kehitykseksi, kun verrataan samalla tarkastelussa olevaa yhtiötä muihin yhtiöihin. *AMOM* pois sulkee kaikki muut faktorit eli tekijät sijoituspolitiikastaan ja keskittyy ainoastaan puhtaasti momentumin tutkimiseen. Rahaston tekoäly pyrkii tunnistamaan toisteisuuksia, kuvioita ja malleja, joita ihmisen on vaikea tai jopa mahdoton tunnistaa tehokkaasti. (*Amom*, 2023)

7.3 Arvoyhtiö AI ETF-rahastot

WisdomTree International AI Enhanced Value Fund	AIVI
WisdomTree U.S. AI Enhanced Value Fund	AIVL
Euclidean Fundamental Value ETF	ECML

Arvoyhtiöstä puhutaan, kun se on markkinoilla fundamenttien perusteella arvostettu liian alhaiselle arvostustasolle. Yrityksen P/E- luvulla, sekä P/B- luvulla, eli markkina-arvon ja kirjanpitoarvon suhteellisella tunnusluvulla on tyypillisesti arvioitu yrityksen arvostustaso. (Pätäri & Leivo, 2017) Arvo-osakkeeksi kutsutaan sellaisen yhtiön osaketta, jonka P/E- luku suhteessa tuottoon on matala tai jonka P/B-luku eli yrityksen markkina-arvo suhteessa kirjanpidolliseen arvoon on alhainen. (Fama & French 1998, 1975)

WisdomTree International AI Enhanced Value Fund AIVI käyttää ETF-rahaston hoidossaan Voya investment managementin kehittämää kvantitatiivista tekoälyä, joka pyrkii etsimään arvo-osakkeita kehittyviltä markkinoilta. Arvostrategia kehittyy jatkuvasti paremmaksi koneoppimisen avulla. Rahasto pyrkii tavoittelemaan osakkeita, joilla on mahdollisimman hyvä alpha-potentiaali. Alfaa tarkoittaa sijoittamisessa Alfa-arvo mittaa rahaston suoriutumista verrattuna benchmark-salkkuun, jolla on sama markkinariskitaso (beta). Tämä mittari tarjoaa käsityksen siitä, miten rahasto on onnistunut tuottamaan riskiin suhteutettua yli- tai alituottoa. Kun alfa on positiivinen, se viittaa siihen, että rahaston sijoitusstrategia on tuottanut lisäarvoa, kun taas negatiivinen alfa osoittaa, että rahasto on jäänyt jälkeen verrattavasta markkinariskiprofiilia vastaavasta salkusta. Tällöin käytössä oleva alfaluku tunnetaan myös nimellä Jensenin alfa. (AIVI; Morningstar, 2024) Toinen WisdomTreen lanseeraama pörssinoteerattu rahasto on U.S. AI Enhanced Value Fund AIVL. AIVL käyttää niin ikään fundamentaaliseen arvosijoittamiseen soveltuvaa Voya investment managementin luomaa koneoppivaa tekoälyä osakevalinnassaan alfa-potentiaalia etsien. Erona rahastolla on ainoastaan eri markkina-alue AIVI:in verrattuna: AIVL etsii arvo-osakkeita Yhdysvaltain osakemarkkinoilta. (AIVL, 2024)

Viimeinen arvosijoittamiseen perustuva tekoälyohjastettu ETF-rahasto on Euclidean Fundamental Value ETF ECML, jonka toiminta perustuu vuosikymmenen laajaan koneoppimisen kautta kehitettyyn osakesijoittamiseen, jossa hyödynnetään Euclidean Technologies kehittämää ja kouluttamaa yksityistä mallisarjaa syvillä neuroverkoilla toteutettuna. Euclideanin mallit toteuttaa kahta ydintehtävää, arvioivat sisäistä yritysarvon fundamentteja, löytääkseen edullisia osakepoimintoja, sekä tunnistavat edulliset osakkeet, jotka kuitenkin tulevat suoriutumaan heikosti, jotta näitä ei poimita rahastoon taakaksi. Tavoitteena on luoda edullisten Yhdysvaltalaisien arvo-osakkeiden salkku, jolla on fundamentaalista nousupotentiaalia. Tekoälyllä ja koneoppimisella poistetaan ihmisen luomia ennakoasenteita tiettyjä osakkeita kohtaan. (ECML,2024)

Metric	ECML	S&P 500	S&P 500 Value ⁶
EV/EBIT ²	7.5x	19.3x	16.0x
Price/Book ³	2.0x	4.8x	3.1x
ROC ⁴	19.8%	12.7%	9.9%
Debt/Equity ⁵	0.5	1.2	1.3

Taulukko 3 Euclidean Fundamental Value ETF-rahaston tunnuslukuja

Taulukosta huomataan, että ECML ETF on monelta nykyhetken tarkastelujakson mittarilta parempi, kuin yksi maailman tunnetuimmista osakeindekseistä S&P500, joka seuraa 500 isoimman Yhdysvaltalais- yrityksen kehitystä. EV/EBIT luku kertoo yrityksen arvon takaisinmaksuajasta, eli montako vuotta yritys

laskennallisesti tekisi velattoman arvonsa verran tulosta, jos liiketulos ei muuttuisi. Taulukon EV/EBIT- luku kertoo, että ECML on aliarvostetumpi kuin, SP500 sisältäessä enemmän kasvuodotuksia yhtiöillensä. (CFI Team,2024) Price/Book eli P/B luku indikoi myös edullisemmasta rahaston osakekannasta S&P 500- indeksiin verrattuna. P/B luku kertoo, kuinka moninkertainen yrityksen markkina-arvo on yrityksen taseen omaan pääomaan nähden. Mielenkiintoista on se, että ECML on yli puolet edullisempi kuin S&P 500, mutta samaan aikaan return of capital eli sijoitetun pääoman tuotto on huomattavasti korkeampi. Myös käytetty velkavipu eli vieraan pääoman suhde omaan pääomaan on merkittävästi samaan aikaan ECML:llä matalammalla tasolla kuin S&P500- indeksissä. Voidaan siis todeta ETF-rahaston suoriutuneen lyhyellä aikavälillä kokonaisvaltaisesti S&P 500- indeksiä paremmin monella osa-alueella. (Euclidean Technologies, 2024)

7.4 Large Cap AI ETF-rahastot

LG QRAFT AI-Powered US Large Cap Core ETF LQAI
 QRAFT AI-Enhanced US Large Cap ETF QRFT

Large Cap yhtiöt tarkoittavat suuryhtiöitä. Lyhenne Large Cap tarkoittaa *large market capitalization*, jonka määritelmä kattaa yli 10 miljardin dollarin markkina-arvon yhtiöt. Muita määriteltyjä kokoluokkia ovat mid-cap, small-cap ja micro-cap. Large Cap yhtiöt edustavat suurta osaa Yhdysvaltain osakemarkkinoista ja ne ovatkin usein monen rahaston ydinsijoituksia. (Chen,2022)

QRAFT AI Enhanced U.S. Large Cap Momentum ETF QRFT on aktiivisesti hallinnoitu ETF-rahasto, joka pyrkii tuomaan sijoittajille pitkäaikaista pääoman kasvua laadukkaita suuryhtiöiden osakkeita etsivän Qraft AI tekoälyn avulla. Tekoäly tutkii ja analysoi Yhdysvaltojen osakemarkkinaa viiden tekijän voimin, joita ovat laadukkuus, koko, valuaatio (tunnuslukujen kuten P/E avulla), momentum ja matala riski (volatiliteetti). Tekoäly pyrkii siis aktiivisesti hakemaan Yhdysvaltain markkinoilta suuren kokoluokan yrityksiä huomioiden yllä mainitut tekijät. (QRAFT, 2023)

LG QRAFT AI- Powered US Large Cap Core ETF LQAI pörssinoteeratusta rahastossa Qraft on yhdistänyt voimansa teknologia-alan suuryhtiö LG:n kanssa. ETF pyrkii saavuttamaan sijoitustavoitteensa hyödyntämällä tekoälyn parantamaa sijoitusstrategiaa. Normaalioloissa rahasto sijoittaa vähintään 80 % nettovaroistaan (sekä mahdolliset sijoitustarkoituksessa otetut lainat) Yhdysvalloissa listattujen suurten pääomayhtiöiden arvopapereihin. Rahaston neuvonantaja, Exchange Traded Concepts, LLC (neuvonantaja), käyttää tekoälyn turvallisuusvalintaprosessiin perustuvaa sijoitusprosessia, joka on kehitetty yhteistyössä QRAFT Technologies, Inc. (Qraft) ja LG AI Research (LG) kanssa. Qraft on Etelä-Koreassa toimiva tekoälyn sijoitusjärjestelmiä tarjoava yritys ja LG on LG Corporationin omistama eteläkorealainen yritys, joka tutkii tekoälyteknologioita. Neuvonantaja käyttää LG-Qraft tekoälyjärjestelmän (LG QRAFT AI) luomaa

tietokantaa, joka arvioi ja suodattaa tietoja tukien tiettyä sijoitusteoriaa. Tietokanta valitsee ja painottaa yrityksiä tarjotakseen tasapainoisen altistuksen Yhdysvaltain markkinoihin vaikuttaville tekijöille, kuten laatu, koko, arvo, momentti ja volatilitteetti. (LQAI Summary, 2024)

7.5 Toimialakohtaiset IT- ja kuluttajasektorin AI ETF-rahastot

IEDI iShares U.S. Consumer Focused ETF

IETC iShares U.S. Tech Independence Focused ETF

iSharesin pörssinoteeratut rahastot iShares U.S. Consumer Focused ETF IEDI, ja iShares U.S. Tech Independence Focused ETF IETC sijoittavat rahansa tietylle toimialalle keskitetysti. Rahastot pyrkivät saavuttamaan sijoitustavoitteen saavuttamalla normaaliolosuhteissa vähintään 80 % nettovaroistaan Yhdysvalloissa listattuihin suurten, keskisuurten ja pienten pääomayhtiöiden yhteisiin osakkeisiin, jotka kuuluvat kulutusvapaa-ajan sektoriin omintakeisen luokittelujärjestelmän ("Kulutusvapaa-ajan Kehittynyt Sektori") määrittelemällä tavalla IEDI:n tapauksessa. IEDI tähtää lisäämään altistumista Yhdysvaltalaisille yrityksille, joilla on suurempi osuus kulutusmenoista ja kulutushyödykkeiden sekä -palveluiden tuotannosta Yhdysvalloissa verrattuna Kulutusvapaa-ajan Kehittyneeseen Sektoriin. IETC puolestaan sijoittaa Yhdysvalloissa listattuihin suurten, pienten ja keskisuurten pääomayhtiöiden osakkeisiin, jotka kuuluvat teknologiaan, teknologiainfrastruktuuriin ja teknologian turvallisuuteen. Tämä sisältää yrityksiä, jotka ovat teknologiasektorin kärjessä sekä niitä, jotka tukevat teknologiainfrastruktuuria uusin innovaatioin. (IEDI Prospectus; IETC Prospectus 2024)

Luokitteluprosessit käyttävät muun muassa koneoppimista, luonnollisen kielen prosessointia ja klusterointialgoritmeja yritysten sijoittamiseen yhteen tai useampaan sektoriin omintakeisen luokittelujärjestelmän mukaisesti. Luokittelujärjestelmä kehittyi yritysten mukana koneoppimisen avulla. IETC rahasto sijoittaa yhtiöihin, joilla on korkeat teknologiset pisteet, mikä kuvastaa niiden kykyä vastata globaaleihin toimitusketjuhaasteisiin ja geopolitiisiin riskeihin. IEDI puolestaan kohdistaa sijoituksensa Evolved Sektorien mukaan markkina-arvon perusteella, samalla kun se muokkaa allokaatioita yrityksille niiden US Consumer Scoren perusteella. Luokittelujärjestelmä mahdollistaa yrityksen luokittelun useampaan sektoriin. Kehittyneiden Sektorien osakkeet voivat muuttua ajan myötä heijastaen muuttuvia liiketoimintamalleja. (IEDI Prospectus; IETC Prospectus 2024)

7.6 Suorituskyky ja tunnusluvut tekoälyllä ohjatuissa ETF-rahastoissa

Tekoälyohjattujen pörssinoteerattujen rahastojen suorituskykyä voidaan mitata eritavoin. Sijoittamisessa parhaita mittareita arvioimaan rahastoa on sijoitetun pääoman prosentuaalinen tuotto pitkällä aikavälillä. Pitkän välin merkityksellisyydestä osoittaa alla oleva kuva S&P500 -indeksin 70 vuoden kehitys, josta voidaan havainnoida, että osakemarkkina on selviytynyt vaikeistakin kriiseistä, ja talous on kasvanut merkittävästi ajan saatossa, mutta lyhyellä aikavälillä on ilmennyt suurta volatilitteettia. Tämä asettaa tutkimushaasteen tekoäly ETF-rahastoille, jotka ovat olleet vain lyhyen aikaa aktiivisena. Tutkimuksen validiteetin kannalta on kuitenkin hyvä asia, että yli 45 % tutkittavista rahastoista on ollut aktiivisena jo yli 5 vuotta ja dataa saadaan näin pidemmältä aikaväliltä ja kaikilta vaihtoehdoilta löytyy vertailukelpoinen indeksi. Rahastojen suorituskykyjen ja tuottojen kannalta on mielekästä vertailla rahastoja pitkällä aikajänteellä, jolloin kurssikehitykseen mahtuu erilaisia talouden suhdanteita, jolloin nähdään, miten AI ETF-rahastot soveltuvat erilaisiin markkinasykleihin. Vertailuindeksi kuuluu samaan markkinasegmenttiin AI ETF-rahaston kanssa ja tällöin rahastoa on mahdollisimman tarkka vertailla.



Kuvio 6: S&P 500 70-vuoden kehitys markkinashokkeineen. (Wong, Yahoofinance, 2021)

Tutkimuksen tekoälyohjatuista rahastoista huomataan, että jopa 10/11 AI ETF-rahastosta on Yhdysvaltain markkinoille suunnattuja rahastoja. Ainoastaan WisdomTree International AI Enhanced Value Fund AIVI keskittyy kansainvälisiin arvoyhtiöihin.

ETF-Rahasto	Lyhenne	Perustettu	TER	Beta	Tuotto 1v	Tuotto 3v	Tuotto 5v	AUM/m\$	P/E	Vertailuindeksi
Amplify AI Powered Equity ETF	AIEQ	2017	0,75 %	1,14	30,52 %	0,02 %	8,30 %	109,00	10,02	MSCI USA IMI
BTD Capital Fund	DIP	2022	0,79 %	1,27	21,86 %	n/a	n/a	1,15	31,60	MSCI USA IMI
QRAFT AI-Enhanced US Large Cap Momentum ETF	AMOM	2019	0,75 %	1,17	39,84%	n/a	n/a	17,40	33,77	MSCI USA Large Cap
LG QRAFT AI-Powered US Large Cap Core ETF	LQAI	2023	0,75 %	n/a	n/a	n/a	n/a	4,22	25,28	MSCI USA Large Cap
QRAFT AI-Enhanced US Large Cap ETF	QRFT	2019	0,75 %	0,98	29,66 %	9,26 %	n/a	8,46	24,33	MSCI USA Large Cap
iShares US Consumer Focused ETF	IEDI	2018	0,18 %	1,04	36,61%	7,96%	14,00%	59,61	28,18	MSCI Consumer Discretionary
WisdomTree International AI Enhanced Value Fund	AIVI	2022	0,58 %	0,77	12,36%	3,57%	4,66%	85,00	18,13	MSCI EAFE IMI Value
VanEck Social Sentiment ET	BUZZ	2021	0,75 %	1,43	45,48%	-2,97 %	n/a	74,00	18,41	MSCI USA IMI
Euclidean Fundamental Value ETF	ECML	2023	0,95 %	1,43	n/a	n/a	n/a	185,5	n/a	MSCI USA IMI Value
iShares US Tech Independence Focused ETF	IETC	2018	0,18 %	1,14	55,24%	14,65%	22,02%	233,00	29,18	MSCI Information Technology
WisdomTree U.S. AI Enhanced Value Fund	AIVL	2022	0,38 %	0,95	16,05%	5,08%	6,83%	378,00	16,99	MSCI USA IMI Value

Tekoäly ETF-rahastot ovat haettu sijoitustutkimusta tarjoavien palveluntarjoajien lähteistä etfdb.com*, sekä etf.com* päivämäärällä 28.3.2024 n/a = not available

https://etfdb.com/themes/artificial-intelligence-etfs/#complete-list_expenses&sort_name=expense_ratio&sort_order=asc&page=1*

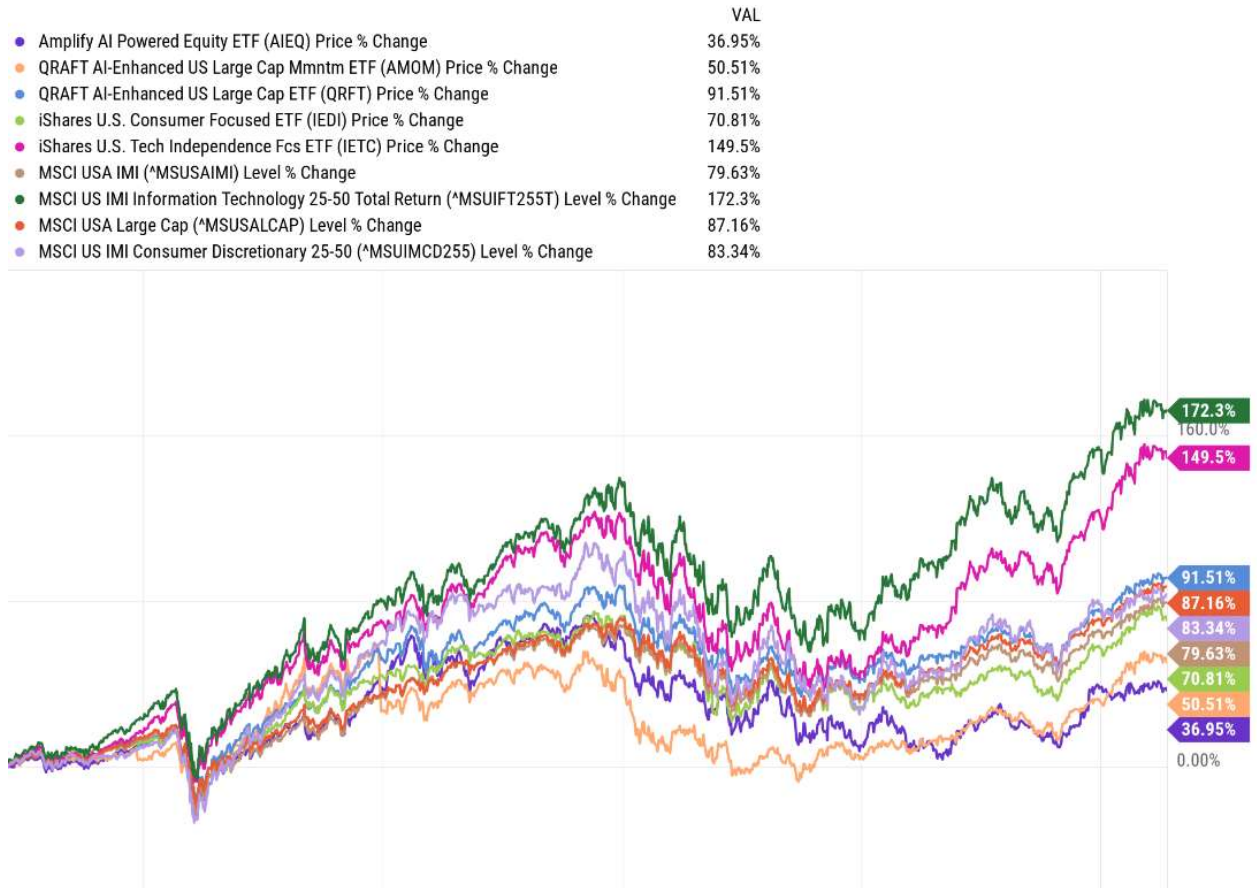
https://www.etf.com/topics/artificial-intelligence*

ETF-rahastojen tunnusluvut kerätty Yahoo Financesista

Taulukko 4 Kaikki toiminnassa olevat tekoälyllä osittain- tai täysin ohjatut ETF- rahastot. (Etfdb, Etf, Yahoofinance, 2024)

Tekoälyllä ohjattavista ETF-rahastoista BUZZ, DIP, sekä AIEQ käyttävät vertailu indeksinä MSCI USA IMI-indeksiä. MSCI USA Investable Market Index (IMI) tarjoaa kattavan mittarin Yhdysvaltain pörssimarkkinoiden suurten, keskitason ja pienten yhtiöiden taloudelliselle suorituskyvyille. Tämä indeksi sisältää 2 378 osaketta, jotka edustavat suurinta osaa, noin 99 prosenttia, Yhdysvaltojen markkinoiden vapaasta liikkeessä olevasta markkina-arvosta. Usean IMI indeksissä on Large Cap, Mid Cap ja Small Cap yhtiöitä. Mikro Cap yhtiöt ovat jätetty pois tästä indeksistä. Mikro Cap yhtiöiden maksimi markkina-arvo on 300 miljoonaa euroa. (Chen, 2022) MSCI US IMI - Indeksien keskimääräinen P/E- luku on 26,57, kun se on vertailuun sopivilla AI ETF- rahastoilla 10,02 (AIEQ), 31,60(DIP) ja 18,41 (BUZZ). Voidaan todeta AI- rahastojen toimivan tällä hetkellä huokeamilla arvostustasoilla, kuin vertailuindeksi. (MSCI, YahooFinance 2024)

Pitkän aikavälin eli yli viiden vuoden kehityksen vertailuun voimme nostaa Amplify AI Powered Equity ETF AIEQ-, QRAFT AI-Enhanced US Large Cap Momentum ETF AMOM-, QRAFT AI-Enhanced US Large Cap ETF QRFT-, iShares US Consumer Focused ETF IEDI, sekä iShares US Tech Independence Focused ETF IETC- rahastot. Vertailun oikeellisuuden parantamiseksi lisätään kaikki yllä mainittujen rahastojen vertailuindeksit graafille. Indeksoitu kehitys alkaa 21.5.2021 eli tuoreimpien pitkän aikavälin AI ETF- rahastojen QRAFT:in perustamien AMOM:in ja QRFT:in lanseerauksista.



Kuvio 7: Pitkän aikavälin AI-pörssinoteerattujen rahastojen suoriutuminen suhteessa vertailuindekseihin. (Ycharts, 2024)

Kaavio osoittaa, että informaatioteknologia on menestynyt parhaiten noin 5-vuoden aikajänteellä. iSharesin IETC tekoäly-ETF on parhaiten menestynyt 149,5 % tuotolla viidessä vuodessa, kun verrataan rahastoa muihin tekoälyllä ohjattuihin ETF-rahastoihin. IETC ei ole kuitenkaan pärjännyt, kun verrataan rahaston kehitystä sen omaan vertailuindeksiin MSCI IMI Information Technologyyn, joka kehittyi samassa ajassa 172,3 %. Näiden teknologia vetoisten ETF-rahaston ja vertailuindeksin vahva menestys selittyy osin maailman suurimpien megacap yhtiöiden vahvasta menestymisestä. Maailman suurimmat yhtiöt ovat teknologia alan jättiyrityksiä. MSCI Us IMI IT:ssä on yhteensä 45,62 prosentin osuus Applea, Nvidiaa, sekä Microsoftia. Nämä kolme yhtiötä ovat tällä hetkellä maailman kolme isointa yritystä markkina-arvolla mitaten. Microsoft on ensimmäisenä 3,1 triljoonan dollarin markkina-arvolla, Apple on toinen 2,68 triljoonan dollarin markkina-arvolla ja Nvidia kolmas 2,21 triljoonan dollarin markkina-arvolla. Myös IETC ETF-rahastossa on suurimpien omistusten joukossa samoja yrityksiä. Yrityksen markkina-arvo saadaan laskettua yrityksen osakkeiden määrä kerrottuna yrityksen osakkeen hinnalla. (Forbes, 2024)

Voidaan todeta, että harva AI ETF- rahasto on saavuttanut ylituottoa vertailuindeksiinsä nähden. Ainoa AI ETF-rahasto, joka tässä onnistui, oli QRAFT

AI-Enhanced US Large Cap ETF QRFT, joka tuotti tarkastelujaksolla 91,51 %, kun vertailu indeksi MSCI US IMI Consumer Discretionary- indeksi tuotti hieman alle tämän eli 87,16 %. Näin voidaan todeta tekoälyn tuovan pitkällä välillä ylituottomahdollisuuksia, jos rahaston taustalla olevan tekoälyn koneoppimisprosessi on kehittynyt pitkälle.

AI ETF-Rahastot ovat hallinnoitavilta varoiltaan vielä tänä päivänä hyvin pieniä. Suurin AI:lla ohjattu ETF on kooltaan 378 miljoonaa WisdomTree U.S. AI Enhanced Value Fund AIVL. Tätä 1397 kertaa suurempi on maailman suurin ETF SPDR S&P 500 ETF Trust, jolla on 526 miljardia hallinnoitavia varoja.

7.7 Riskienhallinta

Koska tekoäly voi analysoida suuria datamääriä merkittävällä nopeudella, pystyy se arvioimaan myös sijoittamisen riskiä nopeammin kuin ihminen. Tekoälyn riskiarviot perustuvat skenaariolaskelmiin ja erilaisiin historian lukuihin. Ihminen pystyy käyttämään inhimillistä ajattelua edukseen, johon tekoäly ei puolestaan pysty. Riskienhallintaa tekoäly sijoittamisessa käytetään ennen kaikkea treidauksessa, mutta sama on sovellettavissa myös pidemmän aikavälin ratkaisuihin. Tekoälyn riskinarviointimallit ovat tärkeä työkalu treidaajalle AI treidauksessa, koska mallit käyttävät historiallista dataa arvioidakseen erilaisten tulemien todennäköisyyksiä ja auttavat näin sijoittavia tekemään dataan perustuvia päätöksiä. Tekoälyn riskimalleja on olemassa useita erilaisia, joista tunnetuimmat ovat koneoppimismallit, tilastolliset mallit, sekä hybridimallit. (Nasdaq, 2023)

Ihminen voi asettaa sijoitukselleen automaattisen "Stop-loss" kytkimen. Kun sijoitus laskee halutun rajahinnan alle, tapahtuu automaattinen myyntitoimeksianto. Sama kytkin toimii myös sijoituksia ostettaessa. Jos sijoitustuotteen hinnan raja-arvo alittuu, ja sijoittajalla on aktiivinen ostokytkin päällä, tapahtuu automaattinen ostotoimeksianto. Tämä on hyödyllistä silloin, kuin sijoittajalla on vahva näkemys sijoituskohteen hinnasta ja sen kehityksestä. Tekoälyn algoritmeilla voitaisiin kehittää jo nyt saatavilla olevia osto- ja myyntikytkimiä monipuolisempaan suuntaan.

Tekoäly voi tehdä huomattavasti nopeampia päätöksiä nopeassa kaupankäynnissä verrattuna ihmiseen. Tiedon analysoinnin nopeus ja tarkkuus on avainasemassa. Esimerkiksi ihmisen tunnistaessa fundamentaalisen ongelman osakkeen kurssikehityksessä, hän asettaa "Stop-loss" kytkimen päälle, koska hän haluaa asettaa rajan sijoituksensa maksimi tappiolle. Tekoälyn ja koneoppimisen avulla voidaan tunnistaa useita tekijöitä tällaisessa tilanteessa. Kurssin laskiessa tiettyyn raja-arvoon tekoäly voi tutkia useaa eri datapistettä hyvin nopeasti, ja todeta onko lasku perusteltua vai ylireagoiko markkina. Jos lasku on perusteltu ja tekoäly näkee laajan data-analysoinnin avulla tunnuslukujen ja datan heikkouden suhteessa osakkeen hintaan, voi tekoäly tehdä myyntitoimeksiannon tekijät huomioiden, jo siinä vaiheessa, kun ihminen vasta aloittaa pudonneen hinnan analysoinnin. Tekoäly on myös mahdollistanut osakestrategioiden täyden

automatisoinnin, jolloin sijoitusportfolio noudattaa sijoittajan haluttua sijoitusstrategiaa jatkuvasti. (Nasdaq, 2023)

AI:lla ohjattujen ETF-rahastojen beeta eli volatilitteetti suhteessa markkinoihin vaihtelee paljon. Tämä tarkoittaa sijoittajalle mahdollisuuksia poimia portfolionsa defensiivisiä AI ohjattuja ETF:iä, kuten WisdomTree U.S. AI Enhanced Value Fund AIVL (Beta 0,95) tai QRAFT AI-Enhanced US Large Cap ETF QRFT (Beta 0,98). Näissä ETF:issä tuotot vaihtelevat maltillisemmin, kuin markkina keskimäärin. Vastaavasti jos tuottojen vaihtelua haluaisi kasvattaa, olisi mahdollista poimia VanEck Social Sentiment ETF BUZZ tai Euclidean Fundamental Value ETF ECML, joissa molemmissa Beta-kerroin on 1,43 eli tuotto vaihtelee keskimäärin 1,43 enemmän kuin markkina.

7.8 Kustannustehokkuus

Rahastot ovat kustannuksiltaan eri suuruisia. Monet sijoittavat pyrkivät pitämään rahasto-osuuksiensa kustannukset mahdollisimman matalana, koska kulut syövät kumuloituessaan sijoittamisen pitkän aikavälin tuottoja jopa merkittävästi. Pitkäaikaissijoittajalle suurin kustannus syntyy rahaston juoksevista kuluista. Lauri Jantunen kertookin eurotalouden analyysissään rahastojen merkittävistä eroista kulurakenteissa. ETF- eli pörssinoteeratut rahastot ovat kustannuksiltaan keskimäärin 0,4 % tasoa 0,05 %- 0,75 % vaihteluväleillä. Perinteiset sijoitusrahastot veloittavat hallinnointipalkkiota keskimäärin 1,4 % vaihteluvälin ollessa noin 0,3 % - 2,9 % luokkaa. (Jantunen, 2020)

Tekoälyllä ohjattujen rahastojen kulut vaihtelevat merkittävästi. Tutkimuksen pienin total expense ratio- eli TER-luku oli 0,18 % iSharesin IEDI ja IETC pörssinoteeratuilla rahastoilla, jotka keskittyivät IT- (IETC) ja kuluttajatavara-toimialoihin (IEDI). Suurin TER oli puolestaan 0,95 %, joka kuului Euclidean Fundamental Value ETF ECML- rahastolle. Tekoälyllä ohjattujen rahastojen kulut ovat kokonaisuudessaan korkeampia keskimäärin kuin ETF-rahastoissa (0,58 %). (Etfdb; Factset, 2024)

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tekoälyllä ohjattavat EFT rahastot voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan: tekoälyteemaiset rahastot, tekoälyn osittain ohjaamat rahastot ja tekoälyn täysin ohjaamat rahastot. Tärkeimmät tekoälyn tuomat lisämahdollisuudet sijoittaja riskin ja tuoton hallinassa ostopäätökselle ovat: mahdollisuus reagoida nopeammin kuin ihmisten johtamat rahastot, mahdollisuus hajauttamiseen oikeaan aikaan, mahdollisuus käyttää hyväksi hiljaista ja tosipohjaista muuttuvaa tietoa erilähteistä kuten sosiaalinen media tai Big Data ja siten muodostaa ehdotuksia, joita ihmisten analysoimana ei voida riittävän nopeasti muodostaa. Lisäksi tekoäly tuo merkittävää kustannushyötyä sekä sijoittajalle, että sijoitustoimintaa harjoittaville yrityksille, koska paljon manuaalista analysointi- ja päättelytyötä jää tekoälyn tekemäksi. Esimerkiksi arvosijoittajan ei tarvitse käyttää aikaa eri markkinoiden ja sieltä löytyvien yritysten osakkeiden tunnuslukujen tutkimiseen, kun tekoäly voi analysoida laajasti ylimyydyt, tai aliarvostetut osakkeet usean tekijän ja tunnusluvun avulla. ETF-rahaston avulla sijoittaja saa luotua näistä arvoyhtiöistä portfolion laajamittaisella hajautuksella.

Täysin tekoälyohjatun AIEQ rahaston heikohkon alun jälkeen huomattiin, että tekoälyä voitaisiin käyttää tukena sijoituspäätöksissä pienemmällä roolilla, mitä aiemmissa ETF-rahastojen lanseerauksissa. Tekoälyä onkin hyödynnetty monessa ETF-rahastossa työkaluna löytämään rahaston sijoitustavoitteiden mukaisia osakkeita, jonka jälkeen rahaston salkunhoitaja tekee lopullisen päätöksen ja arvion tekoälyn luomasta datasta. Tekoälyä on alettu käyttää myös ETF-rahastojen ulkopuolella eritoten kaikissa markkinatilanteissa voittoa tavoittelevissa hedge-rahastoissa.

Vuonna 2018 tehdyssä BarclayHedge's Hedge Fund Sentiment -kyselyssä havaittiin, että yli puolet (56 %) hedge-rahastoista oli ottanut tekoälyn osaksi sijoituspäätöksenteon prosessejaan, mikä on huomattava kasvu edellisvuoden 20 prosentin käyttöasteeseen verrattuna. Nämä rahastot hyödynsivät tekoälyä erityisesti kaupankäynti-ideoiden generoinnissa ja salkkujen optimoinnissa, kun taas yli neljännes käytti tekoälyä kaupankäynnin automatisoinnissa. (Salvage, 2019) Hedge-rahasto tarkoittaa rahastoa, joka pyrkii tekemään tuottoa jokaisessa

markkinaolosuhteessa, eli myös laskumarkkinassa esimerkiksi lyhyeksi myynnin avulla. (Sijoitustieto, 2015) Hedge-rahastot hyödyntävät tekoälyä muun muassa markkinoiden liikkeiden ennustamisessa ja varainallokaation taktisessa suunnittelussa. Lisäksi tekoälyä käytetään laajasti toiminnan, kirjanpidon ja sijoittajasuhteiden tehostamisessa. Esimerkiksi BNY Mellon on hyödyntänyt tekoälyä ja koneoppimista kaupankäynnin tietojen analysointiin, parantaakseen kaupankäynnin tehokkuutta ja vähentääkseen kustannuksia. Tekoälyn adoptioon vaikuttavat useat tekniset edistysaskeleet. Uudenlaiset 'big data' -tietoaineistot, kuten satelliittikuvat, esineiden internet, globaalit pääomavirrat, myyntipistejärjestelmät ja sosiaalinen media ovat muodostaneet uuden tietolähteen. Tämä tiedon runsaus yhdistettynä lisääntyneeseen laskentatehoon mahdollistaa tekoälyn entistä tehokkaamman hyödyntämisen sijoitusstrategioiden kehittämisessä. (Salvage, 2019)

Hedge-rahastojen osalta, joissa sijoituspolitiikat ja säännöt ovat varsin kevyitä, ovat alustavat tulokset tekoälyn käytöstä olleet lupaavia. Esimerkiksi Eurekahedge AI Hedge Fund -indeksi ylitti hieman perinteisen Eurekahedge Hedge Fund -indeksin suorituskyvyn sekä vuosina 2017 että 2018. Tämä korostaa tekoälyn potentiaalia tuottaa kilpailuetua sijoitusmarkkinoilla. Tämä tutkimus rajaa muut kuin ETF-rahastot pois, sillä juuri ETF-rahastot ovat kasvattaneet suosiotaan matalien kulujen, sekä korkean likviditeetin vuoksi sijoittajien keskuudessa. (Salvage, 2019)

Tekoälyllä ohjattujen rahastojen osuus on kasvanut ETF-rahastoissa jatkuvasti aina AIEQ-lanseerausvuodesta lähtien. Mielestäni tekoäly odottaa vielä todellista läpimurtoaan. Tämä on huomattavissa erilaisista kokeiluista. Momentumiin perustuvat Merlyn.AI perustamat Bull-Rider Bear-Fighter ETF-rahasto, sekä Merlyn.AI Secotorsurfer Momentum ETF ehtivät olemaan toiminnassa vain pari vuotta. Molemmat pohjautuivat tekoälyn tunnistamaan momentumiin. Rahastojen tekoäly poimi sellaisten yritysten osakkeita portfolioon, joiden osakekurssit olivat voimakkaassa kasvussa. Rahasto tunnistaa tekoälyllä asiakkaiden osakkeen ostoliikkeitä ja volyyymiä, sekä kasvavia momentumin kannalta oleellisia tunnuslukuja. Sitten rahastojen varat likvidoitiiin ja rahastot lopettivat toimintansa. (PR Newswire, 2023)

8.1 Tutkimustulosten yhteenveto

Tutkimuksessa havaittiin, että tekoälyllä ohjatut pörssinoteeratut rahastot eivät ole saavuttaneet ylituottoa vertailuindekseihin nähden. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että tekoälyllä ohjattavat ETF-rahastot ovat pääosin vielä kehitysvaiheessa. Chenin ja Renin (2021) tutkimus osoitti, että pörssin ulkopuolella olevat tekoälyrahastot eivät onnistuneet voittamaan markkinaa. Näin voidaan todeta myös tekoälyllä ohjatuissa ETF-rahastoissa. Ensimmäisinä vuosina tekoälyrahastoja on jopa lopetettu. Tutkimuksessa huomattiin, että tekoälyä käytetään jo varsin monipuolisesti eri rahastoissa, joka kertoo tekoälyn tuomasta hyödyistä ja potentiaalista rahaston- ja portfolion hoidossa. Tekoälyn ja algoritmien

monipuolisuus ja erilaiset näkökulmat ovat kasvaneet. Pörssinoteerattuja tekoälyllä ohjattuja ETF-rahastoja on myös määrällisesti tänä päivänä enemmän, kuin aikaisemmin. Erilaisia algoritmeja ja rahastonhallintamenetelmiä on useita. Tekoälyllä voidaan sijoittaa verraten kustannustehokkaasti. Se voittaa kulutehokkuudellaan monen aktiivisen rahaston hallinnointikulut, mutta toisaalta häviää matalampi kuluisille passiivisille ETF-rahastoille. Tekoäly voi tarjota tulevaisuudessa rahastoyhtiöille, sekä yksityis- ja ammattisijoittajille sijoitusportfolioiden analysointiin tehokkuutta ja vaivattomuutta, kun tekoäly laskee monimutkaisia kokonaisuuksia tuhansista, jopa miljoonista datapisteistä nopeasti. Tekoälyn analysointitehokkuuden tuomasta hyödystä portfolion hallinnassa onkin saatu tieteellistä näyttöä eri lähteistä. (Bhuyan & Singh, 2022; Golgher, Roitman & Nenginsky, 2018)

Suorituskyvyltään ja kustannustehokkuudeltaan (TER 0,18 %) tällä hetkellä paras oleva tekoälyllä ohjattu ETF, on iSharesin U.S. Tech Independence Focused ETF, joka käyttää luonnollisen kielen prosessointia, klusterialgoritmeja, sekä laajaa koneoppimista portfolion rakentamiseen. Rahasto sisältää luokittelujärjestelmän, johon etsitään IT-alan yhtiöitä, jotka pystyvät vastaamaan geopoliittisten riskien torjuntaan, sekä globaaleihin toimitusketjuhaasteisiin. Rahasto oli tuottanut pitkällä aikavälillä parhaiten. (5 v, +149,5 %)

Tekoälyn käyttö on mahdollistanut nopeammat ja tarkemmat sijoituspäätökset, mikä on parantanut rahastojen kykyä sopeutua markkinamuutoksiin, kun analyysia voidaan tehdä kattavammin ja nopeammin verrattuna ihmisen tekemään analysointiin. Tekoäly poistaa myös ihmisen tunteellista ja inhimillistä toimintaa sijoittamisesta. Tulokset vahvistavat, että tekoäly voi tarjota merkittäviä etuja ETF-rahastojen hallinnoinnissa, edellyttäen, että sen käyttö on hyvin integroitu rahaston strategiaan. Tekoälystä on nähty huonojakin esimerkkejä, kun lyhyen historian aikana osa tekoälyllä ohjatuista ETF-rahastoista on lopettanut jo toimintansa.

Kun tekoäly ja koneoppiminen kehittyy ja rahastot oppivat poimimaan sijoituskohteita optimaalisella tavalla. Tekoälyn ehdoton vahvuus on sen suuren datamäärän analysointi erittäin nopeassa ajassa. Analysointinopeudella ja rahaston kehittyneellä koneoppimisella on tulevaisuudessa potentiaalia menestymiseen. Uskon, että ihminen pysyy portfolionhoitajana vähintään pienessä roolissa hyväksymässä tekoälyn luomat ehdotukset. On mielenkiintoista nähdä vertailua tulevaisuudessa täysin tekoälyohjatuista etf-rahastoista verrattuna osittain ohjattuihin tekoäly etf-rahastoihin. Tänä päivänä vertailuindeksit peittoavat tekoälyrahastot, mutta kun rahastojen tekoäly jalostuu koneoppimisen avulla paremmaksi, voi tilanne olla erilainen pitkällä aikavälillä ja jatkotutkimusta on mielekäästä tehdä esimerkiksi 20 vuoden kuluttua, kun vanhin tekoälyrahasto (AIEQ) on ollut toiminnassa lähes 30-vuotta. Tällöin voidaan seurata esimerkiksi Yhdysvaltain teknologiaindeksiä, jossa on esimerkiksi suurimmat teknologia-alan yhtiöt ja verrata tätä tekoälyllä toimivaan etf-rahastoon, joka pyrkii löytämään voimakkaammin kasvavia ja paremmin tuottavia teknologia yhtiöitä, kuin esimerkki-indeksi.

8.2 Jatkotutkimusehdotukset

Tekoäly tulee varmasti kehittymään nopeaa vauhtia tulevaisuuden aikana. Finanssialalla ja sijoittamisessa tekoälyn koneoppiminen kehittyy tämän myötä ja tutkittavia tekoälyllä ohjattavia ETF-rahastoja tulee todennäköisesti lisää. Jotta tekoälyä, sen suorituskykyä ja koneoppimisella paranneltuja algoritmeja voidaan tutkia vielä paremmin, tarvitaan dataa ja tutkimusta pidemmältä ajalta. Sijoitus-toiminnassa 5–7 vuoden periodi on varsin lyhyt, jolloin tutkimus olisi mielekästä tehdä uudestaan esimerkiksi viiden ja kahdenkymmenen vuoden kuluttua, kun tekoäly on megatrendinä kehittynyt entisestään ominaisuuksiltaan ja uusia tekoälyllä ohjattavia ETF-rahastoja on tullut markkinoille. Tällöin voidaan mitata esimerkiksi pitkän aikavälin, esimerkiksi 10 vuoden beetan kehetystä ja/tai tutkia paremmin ETF-rahastojen riskikorjattuja tuottoja Sharpe-luvun avulla. Lisäksi tekoälyn laskentakyky, oppimismallit ja soveltuvuus rahoituslalle tulee paranemaan nopeasti suurten teknologia yritysten investoidessa erittäin suuresti itse teknologia alustojensa kehitykseen.

LÄHTEET

- 1-Star ETFs | Morningstar. Morningstar, Inc. Luettu 10. tammikuuta 2024, osoitteesta <https://www.morningstar.com//1-star-etfs>
- 7 parasta tekoälyrahastoa (ja ETF-rahastoa) tekoälyhulluuden siivoamiseen | Nasdaq. Luettu 17. helmikuuta 2024, osoitteesta <https://www.nasdaq.com/articles/7-best-ai-mutual-funds-and-etfs-to-sweep-the-ai-craze>
- Academy, O. P. T. (2023, joulukuuta 4). AI-kauppa – mitä on AI-kauppa ja kuinka sitä käytetään osakekaupassa | Nasdaq. <https://www.nasdaq.com/articles/ai-trading-what-is-ai-trading-how-its-used-in-stock-trading>
- Addy, W. A., Ajayi-Nifise, A. O., Bello, B. G., Tula, S. T., Odeyemi, O., & Falaiye, T. (2024). Algorithmic Trading and AI: A Review of Strategies and Market Impact. World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences, 11(01), 258–267. Luettavissa: <https://wjaets.com/sites/default/files/WJAETS-2024-0054.pdf>
- Ailisto, H., Heikkilä, E., Helaakoski, H., Neuvonen, A. & Seppälä, T. (2018). Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisu 46/2018. Helsinki: Valtioneuvosto. Luettavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-549-5>
- AI Powered Equity ETF – vertaa ja osta pörssinoteerattuja rahastoja. Nordnet. Noudettu 14. tammikuuta 2024, osoitteesta https://www.nordnet.fi/fi?gclid=CjwKCAiAqY6tBhAtEiwAHeRopRQLjkwhsr526Fm7iSN-m0YMMiRiY6dC3w6espgbR8n3-_VTF85beBoCHjAQAvD_BwE
- AIVI - WisdomTree International AI Enhanced Value Fund | WisdomTree. (2023.-b). Noudettu 3. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.wisdomtree.com/investments/etfs/equity/aivi>
- AIVL - WisdomTree U.S. AI Enhanced Value Fund | WisdomTree. (2023.). Noudettu 3. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.wisdomtree.com/investments/etfs/equity/aivl>
- Alfa | Sanasto | Morningstar Noudettu 3. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.morningstar.fi/fi/glossary/100916/alfa.aspx>
- Alsamarrai, D., Bahjat, D. M., & Alsamarrai, M. I. (2024). Artificial intelligence: Its development, investment, risks, global efforts to regulate it.

International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation. https://www.allmultidisciplinaryjournal.com/uploads/archives/20240115205131_A-24-19.1.pdf

Amplify AI Powered Equity ETF. (2024, helmikuuta 2). ETF Database. <https://etfdb.com/etf/AIEQ/>

Architect, E. T. F. Merlyn.AI Corporation Announces ETFs Liquidation, De-listing. Noudettu 25. helmikuuta 2024, osoitteesta <https://www.prnewswire.com/news-releases/merlynai-corporation-announces-etfs-liquidation-de-listing-301969474.html>

Artificial Intelligence. Etf.Com. Noudettu 28. maaliskuuta 2024, osoitteesta <http://www.etf.com/topics/artificial-intelligence>

Artificial Intelligence ETF List. ETF Database. Noudettu 1. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://etfdb.com/themes/artificial-intelligence-etfs/>

Bhuyan, B. P., & Singh, T. P. (2022). Artificial intelligence in financial portfolio management. Teoksessa S. Chishti (Toim.), Revolutionizing business practices through artificial intelligence and data-rich environments, IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-4950-9.ch007>

Brentani, C. (2004). Portfolio management in practice. <https://books.google.fi/books?id=L3d9nom4JPsC>

Brewster, T. (2021) Fraudsters Cloned Company Director's Voice In \$35 Million Heist, Police Find. Forbes. Noudettu 13. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.forbes.com/sites/thomasbrewster/2021/10/14/huge-bank-fraud-uses-deep-fake-voice-tech-to-steal-millions/>

Btd capital fund kid – Google-haku. Noudettu 3. helmikuuta 2024, osoitteesta https://www.google.com/search?q=btd+capital+fund+kid&oq=btd+capital+fund+kid&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigA-TIHCAIQIRigAdIBCDQ1MzdqMGo0qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:c06fa887,vid:MpIzWiVY-kUo,st:0

Chen, R., & Ren, J. (2021). Do AI-powered mutual funds perform better? Finance Research Letters, 102616. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102616>

Common ethical challenges in AI - Human Rights and Biomedicine – Www.coe.int. Human Rights and Biomedicine. Noudettu 13. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.coe.int/en/web/bioethics/common-ethical-challenges-in-ai>

- Counterpoint Debuts AI-Driven Quantitative Equity ETF. ETF Database. Noudettu 3. helmikuuta 2024, osoitteesta <https://etfdb.com/news/2023/11/29/counterpoint-debuts-cpai/>
- Dou, W. W., Goldstein, I., & Ji, Y. (2024). AI-Powered Trading, Algorithmic Collusion, and Price Efficiency. <https://deliverypdf.ssrn.com/delivery.php?ID=475067021089030027013020028017124005093033039077095007109010103011029004067090088004119013114084090090029028091063078022072097013105010112067090005079103005120004020088104003088018028089065100000120&EXT=pdf&INDEX=TRUE>
- Du-Harpur, X. Watt, F.M. Lucombe, N.M. Lynch, M.D. 2020. What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. British Journal of Dermatology. Vol. 183, s. 423–430.
- ETF education – Saving with ETFs – ETFs & Indexing BlackRock. Noudettu 30. maaliskuuta 2024, osoitteesta <https://www.blackrock.com/fi/individual/etfs-and-indexing/saving-with-etfs/etf-education>
- Euroopan Parlamentti. 2020. Tekoäly: mahdollisuuksia ja uhkia. Luettavissa: <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20200918STO87404/tekoaly-mahdollisuuksia-ja-uhkia>
- Fama, E. & French, K. 1998. Value versus Growth: The International Evidence. The Journal of Finance, 53, 1975–1999.
- FIMiltä Pohjoismaiden ensimmäinen tekoälyrahasto | FIM (2017) Noudettu 13. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.sttinfo.fi/tiedote/64388586/fimilta-pohjoismaiden-ensimmainen-tekoalyrahasto?publisherId=10788673>
- ETF-sijoittaminen – Lue tietopaketti ETF-rahastoista! - Mitä ETF:t ovat ja miten sijoittaa niihin? Osakesijoittaja.fi. Noudettu 13. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://osakesijoittaja.fi/etf-rahastot/>
- EV/EBIT Ratio. Corporate Finance Institute. Noudettu 3. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/ev-ebit-ratio/>
- Ferri, R. A. (2009). The ETF book: All you need to know about exchange-traded funds. John Wiley & Sons.
- Gatla, T. R. (2024). The impact of AI on algorithmic trading: How AI algorithms are changing the landscape of stock trading, including the ethical

implications. Noudettu 2. Kesäkuuta, 2024 osoitteesta https://www.researchgate.net/profile/Teja-Gatla/publication/380732108_THE_IMPACT_OF_AI_ON_ALGORITHMIC_TRADING_HOW_AI_ALGORITHMS_ARE_CHANGING_THE_LANDSCAPE_OF_STOCK_TRADING_INCLUDING_THE_ETHICAL_IMPLICATIONS/links/664c1ee822a7f16b4f3e88ec/THE-IMPACT-OF-AI-ON-ALGORITHMIC-TRADING-HOW-AI-ALGORITHMS-ARE-CHANGING-THE-LANDSCAPE-OF-STOCK-TRADING-INCLUDING-THE-ETHICAL-IMPLICATIONS.pdf

Gine Rabadan, J., García Agudiez, D., & Solé-Ribalta, A. (2024). Applying machine learning to investment management. Building a strategy to consistently beat the benchmark <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/149633>

Gray, W. ECML ETF. Euclidean Technologies ETF. Noudettu 3. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://euclideanetf.com/>

Golgher, Y., Roitman, L. D., & Neginsky, D. (2018). AI-powered wealth management products and investment vehicles. Teoksessa S. Chishti (Toim.).

Haenlein, M. & Kaplan, A. 2019. A brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. Californian Management Review. Vol. 61, nro. 4, s. 5-14

Heikinheimo, H. (2020, joulukuuta 14). Synteettinen vai fyysinen ETF? Sijoittaja.fi. <https://www.sijoittaja.fi/73055/synteettinen-vai-fyysinen-etf/>

Henderson, B. AI Funds Are Missing Out on the AI Stock Boom. WSJ. Noudettu 28. maaliskuuta 2024, osoitteesta <https://www.wsj.com/finance/investing/ai-funds-are-missing-out-on-the-ai-stock-boom-45650843>

Hill, J. M., Nadig, D., & Hougan, M. (2015). A Comprehensive Guide to Exchange-Traded Funds (ETFs). CFA Institute Research Foundation. Luetta-
vissa: <https://www.cfainstitute.org/-/media/regional/arx/post-pdf/2018/07/29/etfs-as-a-fintech-disruptor-how-indexing-and-quantitative-investing-pa.ashx>

Hämäläinen K. 30 vuotta rahastosijoittamista, – Suomen ensimmäinen sijoitusrahasto on yhä voimissaan. Taloustaito - Veronmaksajain Keskusliitto ry. Noudettu 8. tammikuuta 2024, osoitteesta <https://www.taloustaito.fi/Rahat/30-vuotta-rahastosijoittamista--suomen-ensimmainen-sijoitusrahasto-on-yha-voimissaan/>

Hill J., Nadig D., Hougan M. A COMPREHENSIVE

GUIDE TO EXCHANGETRADED FUNDS (ETFs), 2015

<https://www.cfainstitute.org/-/media/documents/book/rt-publication/2015/rt-v2015-n3-1-pdf.pdf>

IETC Holdings List – iShares U.S. Tech Independence Focused ETF. Stock Analysis. Noudettu 10. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://stockanalysis.com/etf/ietc/holdings/>

Kaiju Worldwide (2023, maaliskuuta 28). BTDCapital Fund’s DIP - A Breakthrough in AI-Driven Trading. <https://www.youtube.com/watch?v=MpIzWiVYkUo>

Kallunki, J., Martikainen, M., & Niemelä, J. E. (2019). Ammattimainen sijoittaminen (8., uudistettu painos.). Alma Talent. s. 3–35

Karpathy, A. (2017). Software 2.0.

<https://medium.com/@karpathy/software-2-0-a64152b37c35>

Kim, J., Cho, H., & Seok, S. (2023). Liquidity risk, return performance, and tracking error: Synthetic vs. Physical ETFs. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 89, 101885. <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.jyu.fi/science/article/pii/S1042443123001531>

Ko, H., & Lee, J. (2024). Can ChatGPT improve investment decisions? From a portfolio management perspective. *Finance Research Letters*, 64, 105433. <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.jyu.fi/science/article/pii/S154461232400463X>

Kullas, J. (2024, huhtikuuta 12). *Viranomaiselta kova arvio: Tekoäly voi aiheuttaa finanssikriisin*. Tärkeimmät talousuutiset | Kauppalehti. <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/viranomaiselta-kova-arvio-tekoaly-voi-aiheuttaa-finanssikriisin/d52a0fa2-5859-44d9-a4c0-660e4df26445>

Levy H. & Sarnat M. 1970 International Diversification in Investment Portfolios the *American Economic Review* 668–675

Liew, J. K.-S., & Mayster, B. (2018). Forecasting ETFs with machine learning algorithms. *The Journal of Alternative Investments*, 20(3), 58-78. <https://doi.org/10.3905/jai.2018.20.3.058>

Lintner 1965, Security Prices, Risk, Maximal gains from diversification, *The Journal of Finance* 20(4) 587-615

Markowitz, H. M. (1952), Portfolio selection, The journal of finance, Vol. 7, No. 1

Micro-Cap: Definition in Stock Investing, Risks Vs. Larger Caps. Investopedia.

Noudettu 10. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.investopedia.com/terms/m/microcapstock.asp>

Miten valita ETF? Nordnet. Noudettu 29. maaliskuuta 2024, osoitteesta

<https://www.nordnet.fi/fi/opi-uutta/koulu/etf/miten-valita-etf>

Mitä ETF:ien nimet tarkoittavat? Tulkintaohje. Nordnet. Noudettu 30. maaliskuuta 2024, osoitteesta

<https://www.nordnet.fi/fi/opi-uutta/koulu/etf/etf-perusteet/etf-nimi-tulkintaohje>

Miziołek, T., Feder-Sempach, E., & Zaremba, A. (2020). The basics of exchange-traded funds. In (pp. 65–113). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-53864-4_3

MJP Anson (2003) The handbook of alternative assets. Noudettu 11. toukokuuta 2024, osoitteesta

https://www.google.fi/books/edition/Handbook_of_Alternative_Assets/bJNJTe_dAxQC?hl=fi&gbpv=1&dq=different+funds&printsec=frontcover

Naumenko, K. (2015). An empirical study on the differences between synthetic and physical ETFs. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/276396708_An_Empirical_Study_on_the_Differences_between_Synthetic_and_Physical ETFs

Pelster, M., & Val, J. (2023). Can ChatGPT aid in picking stocks? Finance Research Letters, 104786. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104786>

Sharwood, S. Microsoft to throttle Gen AI services for “excessive” users. Noudettu 13. huhtikuuta 2024, osoitteesta

https://www.theregister.com/2023/11/02/microsoft_generative_ai_throttling/

Stipp J, Benz C, Moving to Index Funds? Bring This Roadmap Along. (2015, tammikuuta 16). Morningstar, Inc.

<https://www.morningstar.com/articles/679838/moving-to-index-funds-bring-this-roadmap-along>

MSCI US IMI Information Technology 25/50 Index. (2024).

- MSCI USA IMI Chart. Noudettu 10. huhtikuuta 2024, osoitteesta https://ycharts.com/indices/%5EMSUSAIMI/chart/#/?axisExtremes=&chartAnnotations=&calcs=id:level,include:true,,id:price,include:true&chartId=&chartType=presentation&correlations=&customGrowthAmount=&dataInLegend=value&dateSelection=range&displayDateRange=false&endDate=&format=indexed&legendOnChart=false&lineAnnotations=&nameInLegend=name_and_ticker¬e=&partner=basic_2000"eLegend=false&recessions=false&scaleType=linear&securities=id:%5EMSUSAIMI,include:true,type:security,,id:BUZZ,include:true,type:security,,id:AIEQ,include:true,type:security,,id:DIP,include:true,type:security&securityGroup=&securitylistName=&securitylistSecurityId=&source=false&splitType=single&startDate=&title=&units=false&useCustomColors=false&useEstimates=false&zoom=max
- P/E-luku | Tunnuslukuopas. Alma Talent. Noudettu 9. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.almatalent.fi/tunnuslukuopas/porssitunnusluvut/p-e-luku/>
- Ph. D, J. R. (2023, elokuuta 16). 4 AI-Powered ETFs: Pros and Cons | Bankrate. Bankrate Press. <https://www.bankrate.com/investing/ai-powered-etfs-pros-cons/>
- Markman, J. (2022) Popular AI-Powered ETF Suffers from Human Flaw. Forbes. Noudettu 13. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.forbes.com/newsletters/jonmarkman/2022/01/03/popular-ai-powered-etf-suffers-from-human-flaw/>
- Pietikäinen, M. (2023). Miten tekoäly vaikuttaa elämäämme 2050-luvulla? <https://oulu.repo.oulu.fi/bitstream/handle/10024/46333/isbn978-952-62-3686-5.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Puttonen, V (2022). Moderni rahoitus. 133–153
- Pätäri, E. & Leivo, T. 2017. A closer look at value premium: literature review and synthesis. *Journal of Economic Surveys*, 31, 79–166.
- Pörssisäätiö 2015 Sijoitusrahasto-opas 2015
- Redman, A., & Gullett, N. (2000). The Performance of Global and International Mutual Funds. *Journal of Financial and Strategic Decisions*, 13, 75-80
- Russell, S. J. & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3. painos. Harlow: Pearson Education Limited.

- Salonheimo V. 2021 Tiedosta sijoittamisen riskit. <https://viisasraha.fi/Oma-talous/Tiedosta-sijoittamisen-riskit2>
- Saint-Pierre, J. (2017). A Simple Test of the Value of Artificial Intelligence (AI) for Investments. *Econometrics: Econometric & Statistical Methods - Special Topics eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3071052>
- Schmidt, K. (2023, elokuuta 2). Beating the benchmark? How AI-driven ETFs stack up. CNBC. <https://www.cnbc.com/2023/08/02/beating-the-benchmark-how-ai-driven-etfs-stack-up.html>
- Sijoittaja.fi. (2015, marraskuuta 27). Mikä on momentum-strategia ja saako sillä osakemarkkinoita parempaa tuottoa? Sijoittaja.fi. <https://www.sijoittaja.fi/28500/mika-on-momentum-strategia-ja-saako-silla-osakemarkkinoita-parempaa-tuottoa/>
- SPDR S&P 500 ETF Trust. (2024a, huhtikuuta 9). ETF Database. <https://etfdb.com/etf/SPY/>
- Suomen Pankki. (n.d.). Markkinaosuudet luottolaitokset. Haettu 23. huhtikuuta 2024, osoitteesta https://www.suomenpankki.fi/fi/Tilastot/rahalaitosten-tase-lainat-ja-talletukset-ja-korot/taulukot/rati-taulukot-fi/markkinaosuudet_luottolaitokset_fi/
- Stream document. BlackRock. Noudettu 3. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.ishares.com/us/library/stream-document>
- The world's first AI exchange-traded fund is set to run in Canada. (2017, loka-kuuta 31). *Futurism*. <https://futurism.com/the-worlds-first-ai-exchange-traded-fund-is-set-to-run-in-canada>
- The Future of ETFs, Huhulea, I.: An Advanced Investor's Guide. (2024). *Investopedia*. Noudettu 28. maaliskuuta 2024, osoitteesta <https://www.investopedia.com/the-future-of-etfs-4772514>
- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L Rivest, Clifford Stein. (2021). *Introduction to Algorithms*, fourth edition (Vsk. 2021).
- Top 10 Biggest Companies in The World by Market Cap In 2024. *Forbes India*. Noudettu 10. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.forbesindia.com/article/explainers/top-10-largest-companies-world-market-cap/86341/1>
- Vartiainen, H., Tedre, M., Jormanainen, I., Kahila, J., Valtonen, T., & Toivonen, T. (2021). *Tekoäly, koneoppiminen ja teknologinen murros: Kohti*

datatoimijuutta ja tulevaisuuden design-taitoja. *Ainedidaktiikka*, 5(2), 103–120. Luettavissa:

<http://journal.fi/ainedidaktiikka>

What Is a Large Cap (Big Cap) Stock? Definition and How to Invest. Investopedia. Noudettu 2. huhtikuuta 2024, osoitteesta <https://www.investopedia.com/terms/l/large-cap.asp>

Wirtz, B. W., Weyerer, J. C., & Kehl, I. (2022). Governance of artificial intelligence: A risk and guideline-based integrative framework. German University of Administrative Sciences Speyer, Chair for Information and Communication Management.

WisdomTree International AI Enhanced Value Fund. (2024a, helmikuuta 2). ETF Database. <https://etfdb.com/etf/AIVI/>

WIZ. Etf.Com. Noudettu 4. helmikuuta 2024, osoitteesta <http://www.etf.com/WIZ>

WIZ Merlyn.AI Bull-Rider Bear-Fighter ETF Stock Price, Holdings, Quote & News Etf.com. Noudettu 4. helmikuuta 2024, osoitteesta <https://www.etf.com/WIZ>

Writers, T. V. (2023, maaliskuuta 1). Artificial Intelligence ETFs, or ETFs Powered by Artificial Intelligence? ETF Trends. <https://www.etftrends.com/disruptive-technology-channel/artificial-intelligence-etfs-or-etfs-powered-by-artificial-intelligence/>

Wu, C.-C., & Chen, W.-P. (2022). What's an AI name worth? The impact of AI ETFs on their underlying stocks. *Finance Research Letters*, 46, 102474. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102474>

Zuiderveen Borgesius, F. (2018). Discrimination, artificial intelligence, and algorithmic decision-making. Directorate General of Democracy, Council of Europe. <https://rm.coe.int/discrimination-artificial-intelligence-and-algorithmic-decisionmaking/1680925d73>