

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ALGORITMIEN HYÖDYNTÄMINEN OSAKEMARKKINOIDEN TEKNISESSÄ ANALYYSISSÄ

TEKIJÄ Anton Lindén

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Anton Lindén	
Työn nimi Algoritmien hyödyntäminen osakemarkkinoiden teknisessä analyysissä	
Päiväys 22.11.2021	Sivumäärä/Liitteet 33
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Toiminimi Pasi J. Liimatainen	
Tiivistelmä <p>Tämän työn tarkoituksena oli perehtyä osakemarkkinoiden tekniseen analyysiin ja algoritmisiin ratkaisuihin, joita käytetään osakemarkkinoiden tutkimisessa ja automatisoinnissa. Työssä luotiin prototyyppi algoritmista, joka pystyy tunnistamaan osakekohtaisia tekniseen analyysin pohjautuvia trendejä. Näitä ovat mm. osakekaavion kynttilätikut ja trendiviivat, jotka pystyvät ennustamaan mahdollisia nousevia/laskevia trendejä osakkeille.</p> <p>Työ toteutettiin Python-ohjelmoinnilla ja sen apuna käytettiin ulkoisia teknisen analyysin kirjastoja. Datan hakuun käytettiin hyväksi vanhan Yahoo! Financen API:n pohjalle luotua Yfinance -kirjastoa, josta voitiin hakea osakekohtaista historiallista dataa. Algoritmien toteutukseen käytettiin ulkoista teknisen analyysin kirjastoa, TA-Libä.</p> <p>Lopputuloksena oli web-sovellus, josta käyttäjä pystyi valitsemaan haluamansa teknisen analyysin tyylin ja algoritmi etsi S&P500-indeksin kaikki ne osakkeet, jotka täyttivät sen kriteerit. Algoritmi oli toimiva ja osasi antaa käyttäjälle oikeita merkkejä teknisen analyysin pohjalta. Algoritmin käyttäminen sijoittamisessa oli hieman ristiriitaista ja loppukäyttäjän ei kannattaisi luottaa pelkkiin kynttilätikun kuvioihin ja trendiviivoihin.</p>	
Avainsanat Algoritmi, osake, osakemarkkinat, tekninen analyysi, python	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Information Technology	
Author Anton Lindén	
Title of Thesis Utilization of Algorithms in the Technical Analysis of the Stock Market	
Date 22 November 2021	Pages/Appendices 33
Client Organisation/Partner SP Pasi J. Liimatainen	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to study the technical analysis of the stock market and the algorithmic solutions used in the research and automation of the stock market. The further aim was to create a prototype of an algorithm capable of identifying stock-specific trends based on technical analysis. These trends include, for example, candlesticks and trendlines on the stock chart that can predict potential up- / down-trends for stocks.</p> <p>The work was implemented using Python programming in conjunction with external technical analysis libraries. The data was imported via a library called Yfinance, which was created on the basis of an old Yahoo Finance! API, from which historical data per share could be retrieved. An external library for technical analysis called TA-Lib was used to implement the algorithms.</p> <p>As a result, a web application was created. By using this application, the user was able to choose the style of desired technical analysis, and the algorithm searched the S&P500 index for all the stocks that met its criteria. The algorithm was functional and could give the user the right signals on the basis of the technical analysis. The use of the algorithm for investing was slightly contradictory and the end user should not rely on mere usage of candlestick patterns and trendlines.</p>	
<p>Keywords Algorithm, stock, stock markets, technical analysis, python</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Termit ja määritelmät.....	6
2	ALGORITMIT.....	7
2.1	Algoritmit osakemarkkinoilla	7
2.2	Ultranopea kaupankäynti	8
3	OSAKEMARKKINAT	10
3.1	Osake	10
3.2	Osakerahasto	11
3.3	Johdannainen	11
4	OSAKEANALYYSI	13
4.1	Fundamentaalin analyysi.....	13
4.2	Tekninen analyysi	13
4.3	Tekniset indikaattorit.....	14
4.3.1	RSI.....	14
4.3.2	MACD	15
4.4	Kynttilätikut	16
4.4.1	Kynttilätikun kuviot	17
4.4.2	Esimerkki 1. Bearish engulfing -kuvio.....	18
4.4.3	Esimerkki 2. Bullish engulfing -kuvio	18
4.5	Trendiviivat	19
5	TOTEUTUS.....	22
5.1	Ohjelmistokehitysympäristö	22
5.1.1	Python	22
5.2	Ohjelmointirajapinnat.....	23
5.3	Kirjastot	23
5.3.1	Ta-Lib.....	23
5.3.2	Flask.....	24
5.3.3	Yfinance.....	24
5.4	Muut toiminnallisuudet	25
6	TESTAUS	26
7	TULOKSET	29

7.1 Sovelluksen hyödyllisyys.....	30
8 YHTEENVETO JA POHDINTA	31
LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Osakemarkkinat ovat vuosien saatossa siirtyneet sähköiseen muotoon ja sitä myöten tietokoneita käytetään yhä useammassa eri tehtävissä osakemarkkinoilla. Tietokoneiden laskutehon ja tiedonsiirron nopeuden kehittymisen vuoksi algoritmit voivat tehdä nopeita päätöksiä ja analyysyjä reaaliajassa ja ne luovat suuren etulyöntiaseman muihin kaupantekijöihin. Algoritmien käyttökohteita osakemarkkinoilla on pääasiassa automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät, sekä osakeanalyysin erilaiset työkalut.

Tällä hetkellä algoritminen kaupankäynti kattaa jopa 80 % kaikesta kaupankäynnistä ja sen on odotettu nousevan vuosien 2021–2026 aikana jopa 11.23 % vuodessa. (Mordor Intelligence, 2020)

Tässä työssä tarkastellaan osakemarkkinoiden teknisen analyysin toimivuutta ja tarkkuutta luomalla Python-sovellus, joka algoritmien avulla antaa käyttäjälle tekniseen analyysiin perustuvia signaaleja osakkeen osto- tai myyntihetkestä. Työssä esitellään osakemarkkinoiden ja teknisen analyysin perusteet, sekä käsitellään algoritmien toimintaa teoriatasolla.

Tutkimusmenetelmänä käytetään empiiristä tutkimusta. Algoritmin antamia tuloksia seurataan ja niitä simuloidaan oikeaa osakemarkkinaa vasten. Tuloksena tarkastellaan algoritmin tarkkuutta ja toimivuutta, sekä pohditaan, onko luodun algoritmin käytöstä mitään konkreettista hyötyä.

1.1 Termit ja määritelmät

RSI = Relative Strength Index. Mittaa suhteellista sisäistä osakkeen tai markkinoiden vahvuutta itseään vasten.

MACD = Moving Average Convergence / Divergence. Liukuvan keskiarvon konvergenssihajotus, käytetään trendipoikkeama-indikaattorina.

Kynttilätikku = Osakkeen hinnan esittämismuoto, joka tarjoaa käyttäjälle tarkempaa tietoa osakkeen hinnan muodostumisesta.

Trendiviiva = Osakkeen hintojen perusteella muodostettu tuki-/vastustaso osakkeen hinnalle.

API = Application Programming Interface (rajapinta). Ohjelmistojen välinen välikäsi, jonka avulla kaksi sovellusta voi kommunikoida toistensa kanssa.

TA-Lib = Python kirjasto, josta löytyy työkaluja tekniseen analyysiin.

REST = Representational State Transfer. Rajapintojen yksi yleisimmistä protokollista.

SOAP = Simple Object Access Protocol. REST:in kanssa yleisin rajapinnan protokolla.

RPC = Remote Procedure Call. Rajapinnan protokolla, jota käytetään harvemmin ja pienempiin projekteihin.

Python = Ohjelmointikieli, jota käytetään yleisesti data-analyysiin.

2 ALGORITMIT

Algoritmi on mikä tahansa tarkkaan määritelty laskentamenetelmä, joka ottaa vastaan jonkin arvon tai arvojoukon *syötteenä*, ja tuottaa niiden perusteella uuden arvon tai arvojoukon *tulosteena*.

Algoritmi on siis sarja laskentavaiheita, jotka muuttavat *syötteet tulosteiksi*.

Algoritmia voidaan myös tarkastella työkaluna, jolla ratkaistaan tarkkaan määriteltyjä laskennallisia ongelmia. Esimerkkinä voidaan käyttää yleistä ongelmaa, jossa lajitellaan numerosarja kasvavaan järjestykseen. Tämän kaltaiset ongelmat tulee hyvin usein eteen käytännössä, ja ne toimivat lähtökohdana monelle suunnittelutekniikalle ja analysointityökaluille. (Cormen, 2009 s. 4)

Määritellään muodollisesti yleinen lajitteluongelma:

Syöte: Merkkijono n lukuja $(a_1, a_2 \dots a_n)$.

Tuloste: Syötetyn merkkijonon uudelleenjärjestely $(a'_1, a'_2 \dots a'_n)$ siten, että

$$a'_1 \leq a'_2 \leq \dots \leq a'_n.$$

Esimerkkinä voidaan antaa syötteenä merkkijono (31, 41, 59, 26, 41, 58), jonka lajittelualgoritmi lajittelee ja palauttaa tulosteena (26, 31, 41, 58, 59). (Cormen, 2009 s. 5)

2.1 Algoritmit osakemarkkinoilla

Nykypäiväisillä osakemarkkinoilla yhä useammat ongelmat ratkaistaan ja päätökset tehdään laskennallisesti algoritmeilla. Useat kauan esitetyt kysymykset ja päätökset on nyt ratkaistu algoritmien avulla. Mitä kaupankäyntivälinettä kannattaisi käyttää? Mihin hintaan niitä pitäisi myydä tai tarjota? Paljonko kannattaa ostaa? Minkä riskin otan kaupanteossa? Miten riski muuttuu, kun kaupanteon koko kasvaa? Yleisesti ottaen algoritmit käyttävät hyödykseen valtavaa määrää tietoa osakemarkkinoista ja tekevät niiden perusteella nopeita päätöksiä osakemarkkinoiden tilasta. Milloin, missä, kuinka, kuinka paljon --- ovat kysymyksiä, joihin algoritmit osakemarkkinoilla vastaavat ja mitä ne käyttävät hyväkseen. (U.S. Securities and Exchange Commission, 2018)

Algoritminen kaupankäynti käyttää monimutkaisia kaavoja yhdistettynä matemaattisiin malleihin tehdäkseen päätöksiä arvopapereiden ostamisesta tai myymisestä pörssissä. Algoritmiset kaupantekijät käyttävät usein ultranopeaa kaupankäyntitekniikkaa, jonka avulla yritys voi tehdä kymmeniä tuhansia kauppia sekunnissa. Algoritmista kaupankäyntiä voidaan käyttää useissa erilaisissa tilanteissa, mm. toimeksiantojen toteuttamisessa, teknisessä analyysissä ja trendikaupankäyntistrategioissa.

Algoritmista kaupankäyntiä käyttävät pääasiassa institutionaaliset sijoittajat ja suuret välitysyrietykset kaupankäyntikulujen leikkaamiseen. Algoritminen kaupankäynti mahdollistaa myös toimeksiantojen nopeamman ja helpomman toteuttamisen, mikä tekee siitä houkuttelevan pörssille. Tämä puolestaan tarkoittaa, että kauppiat ja sijoittajat voivat nopeasti kirjata voittoja pienistä hinnanmuutoksista. Scalping-kaupankäyntistrategiassa käytetään yleisesti algoritmeja, koska se sisältää arvopapereiden nopean ostamisen ja myynnin pienin hintaeroin. (Chen, 2005)

Tämän työn toteutuksessa keskitytään pääasiassa teknisen analyysin algoritmeihin, jotka toimivat runkona algoritmiselle kaupankäynnille. Teknisen analyysin algoritmien antamia signaaleja voidaan käyttää esimerkiksi ultranopean kaupankäynnin scalping-strategiassa.

2.2 Ultranopea kaupankäynti

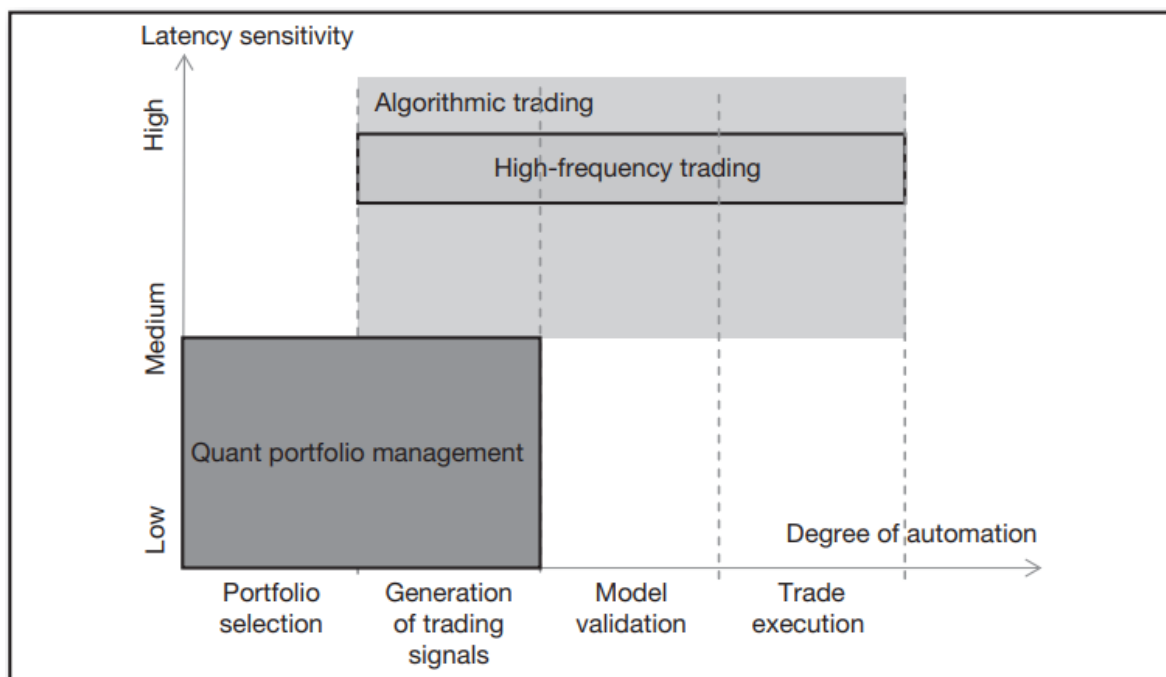
Ultranopea kaupankäynti on automatisoitua kaupankäyntiä, jota käyttävät suuret investointipankit ja institutionaaliset sijoittajat. Se on strategia, joka käyttää tehokkaita tietokoneita, palvelimia ja nopeita yhteystekniikoita suurten tilausmäärien nopeaan käsittelyyn. Ultranopea kaupankäynti mahdollistaa miljoonien toimeksiantojen toteutumisen sekunnin murto-osissa. (Zuss, 2021)

Ultranopea kaupankäynti on algoritmisen kaupankäynnin yleisin muoto, jossa käytetään:

- algoritmeja päätöksentekoon, tilauksen käynnistämiseen, luomiseen, reitittämiseen tai suorittamiseen kullekin yksittäiselle tapahtumalle ilman ihmisen ohjausta
- matalan latenssin tekniikkaa, joka on suunniteltu minimoimaan vasteajat, mukaan lukien läheisyys- ja yhteispaikannuspalvelut
- nopeita yhteyksiä osakemarkkinoille tilausten syöttöä varten
- korkeita viestimääriä (tilaukset, tarjoukset tai peruutukset).

(Aldridge, 2013 ss. 13-14)

Kuvasta 1 näemme kuinka kaupankäynti on nykypäivänä jakautunut ihmisten ja algoritmien välillä. Ihmiset hoitavat hitaita ja matalan luokan asioita, kuten osakesalkun sisällön valintoja, kun taas algoritmit kykenevät hoitamaan lähes kaiken muun ja vielä nopeammin. Ultranopeaa kaupankäyntiä hyödynnetään kaikessa muussa paitsi osakesalkun kasauksessa.



KUVA 1. Kaupankäynnin jakautuminen (Aldridge, 2013).

Vaikka ultranopeaa kaupankäyntiä voidaan käyttää lähes kaikkeen osakemarkkinoilla, niin yleisesti ottaen niiden käyttötarkoitukset jakautuvat johonkin seuraavista luokista (Kuva 2):

1. Arbitraasiin.
2. Suunnattuun tapahtumapohjaiseen kaupankäyntiin.
3. Automatisoituun kaupantekoon.
4. Likviditeetin tunnistukseen.

(Aldridge, 2013 ss. 15-16)



KUVA 2. Ultranopean kaupankäynnin käyttötarkoitukset (Aldridge, 2013).

3 OSAKEMARKKINAT

Osakemarkkinoilla tarkoitetaan laajasti pörssien ja muiden paikkojen kerääntymää, joissa ostetaan, myydään ja lasketaan liikkeeseen julkisesti omistettujen yhtiöiden arvopapereita. Tällaista rahoitustoimintaa harjoitetaan institutionalisoidun virallisen pörssin (joko fyysisen tai sähköisen) kautta tai OTC-markkinapaikkojen kautta, jotka toimivat tietyn säännösten mukaisesti.

Vaikka sekä termejä "osakemarkkinat" että "pörssi" käytetään usein vaihtokelpoisina, jälkimmäinen termi sisältää yleensä osajoukon ensimmäisestä. Jos joku käy kauppaa osakemarkkinoilla, se tarkoittaa, että he ostavat tai myyvät arvopapereita yhdessä (tai useammassa) pörssissä, jotka ovat yksi osa koko osakemarkkinoita. Tietyllä maalla tai alueella voi olla yksi tai useampi pörssi, joka käsittää sen osakemarkkinat. Yhdysvaltain johtavia pörsejä ovat New York Stock Exchange (NYSE) ja Nasdaq, kun taas Suomessa toimii Helsingin pörssi (HEL). (Chen, 2006)

Osakemarkkinoilla kaupankäynti ei kuitenkaan rajoitu pelkästään osakkeiden ostoon ja myyntiin, vaan sieltä pystyy sijoittamaan myös muihin sijoituskohteisiin, kuten osakerahastoihin, indekseihin tai muihin johdannaisiin, kuten optioihin tai futuureihin.

3.1 Osake

Osakkeet ovat yrityksen omistusosuuksia. Kun ostat osuuden osakkeista, ostat osittaisen omistusosuuden yrityksestä, joka oikeuttaa tiettyihin etuihin. Osakkeiden ja niiden toiminnan ymmärtäminen on yksi sijoittamisen avaimista, sillä osakkeilla on keskeinen rooli tasapainoisen sijoitussalkun rakentamisessa.

Kun ostat jonkin yrityksen osaketta, saat sillä tiettyjä oikeuksia yrityksestä. Näitä oikeuksia ovat mm. äänestysoikeus osakeyhtiön yhtiökokouksessa, oikeus mahdolliseen osingonjakoon, sekä mahdollinen osakkeenarvon nousu tai lasku. Osakkeen omistajalla on myös täysi oikeus myydä omistamansa osakkeet markkinoille pyytämäänsä hintaan. (E. Napoletano, 2021)

Osakkeiden kaupankäynnissä on kaksi eri perussijoitusstrategiaa, pitkälle ajalle ostaminen eli *longaus* ja lyhyeksi myyminen eli *shorttaus*. Longaus on yleisin sijoitusstrategia ja siinä sijoittaja ostaa osaketta, odottaa että osakkeen arvo kasvaa, ja myy osakkeen voitolla pois. Voitto muodostuu tällöin osto- ja myyntihinnan erotuksesta.

Shorttaus on puolestaan longauksen vastakohta. Se tarkoittaa tilannetta, jossa myydään osakkeita, joita ei todellisuudessa omisteta. Shorttaus on yksi tapa spekuloida osakkeiden hinnan laskua. Osakkeita lainataan kolmannelta osapuolelta ja ne myydään markkinalla toivoen, että hinta laskee, jotta osakkeet voidaan ostaa takaisin alemmalla hinnalla. Shorttauksessa voittoa syntyy siitä, että shortattujen osakkeiden arvo on laskenut myyntihetkestä. Voitto muodostuu tällöin myynti- ja ostohinnan erotuksesta. (Nordnet, 2020)

Longaus ja shorttaus on osa omanlaistaan markkinatrendiä. Kun eletään nousukaudella, puhutaan härkämarkkinoista, joissa longaat ovat ns. "härkiä" (eng. bullish). Toisaalta laskukautta kutsutaan

karhumarkkinaksi, joissa shorttaajat ovat ns. "karhuja" (eng. bearish). Termejä bullish ja bearish käytetään yleisesti osakkeiden analyysissä osoittamaan joko nousevia tai laskevia osakkeita.

3.2 Osakerahasto

Osakerahasto on vaihtoehtoinen ratkaisu osakesijoittamiselle. Osakerahastoissa sijoittaja ostaa osan rahastosta, joka muodostuu useista eri osakkeista. Osakerahastoissa sijoitus siis jakautuu useisiin kohteisiin, ja se laskee riskiä alemmaksi kuin yksittäisissä osakesijoituksissa. Osakerahastot ovat yleensä hyvin vakaita ja niiden hintaliikkeet ovat hitaita ja tasaisia. Ne siis sopivat yleensä pitkän ajan sijoittajille, jotka eivät hae isoja ja välittömiä voittoja. (Osuuspankki)

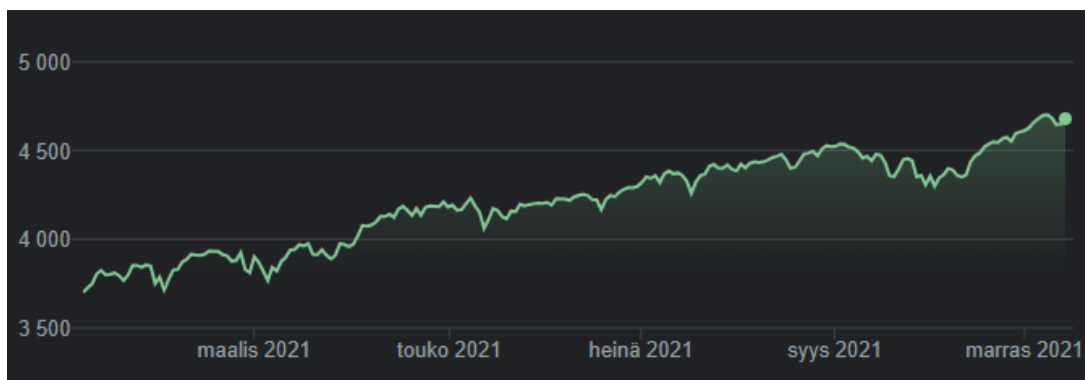
3.3 Johdannainen

Johdannainen on rahoitusmaailman tuote, joka nimensä mukaisesti johtaa hintansa kohde-etuuden mukaan. Jotkin johdannaiset tarjoavat vipuvaikutuksen kohde-etuuteen, eli sijoituksella johdannaiseen saa suuremman tuotto- ja tappiopotentiaalin kuin suoralla sijoituksella kohde-etuuteen. Kohde-etuutena voi olla esimerkiksi osake, valuutta tai hyödyke. (Sijoitustieto, 2015)

Yksi yleinen johdannaistyyppi on indeksi. Indeksit toimivat hyvin samaan tyyliin kuin osakerahastot, mutta indeksi ei itsessään sisällä osakkeita. Se voi siis olla joko johdannainen jonkin osakerahaston pohjalta, tai se voi seurata joitain tiettyjä osakkeita omana indeksirahastonaan.

Yksi tunnetuimmista indeksirahastoista on Yhdysvaltalainen S&P 500-indeksi. S&P 500 seuraa Yhdysvaltojen 500 suurinta pörssiin listautunutta yhtiötä ja se liikkuu kaikkien yritysten painotetun keskiarvon mukaisesti. (Teresa, 2020)

Tarkastellaan S&P 500-indeksin ja Alphabet Inc:n (ts. Google) liikkeitä vuoden 2021 ajalta. Alphabet Inc. on yksi Yhdysvaltojen suurimpia pörssiin listautuneita yhtiötä ja se on iso osa S&P 500-indeksiä. Kuvista 3 ja 4 huomataan, että molemmat kurssit pysyvät melko tasaisessa nousussa koko vuoden ajan ja lähestulkoon seuraavat toistensa liikkeitä. Tässä tapauksessa olisi lähes sama asian kumppaan kurssiin sijoittaisi, mutta Alphabet Inc:n kurssi on huomattavasti riskialttiimpi, sillä se liikkuu suoraan suhteessa siihen, miten hyvin yrityksellä menee ja miten osakemarkkinat reagoivat yrityksen uutisiin. Vaikka Alphabet Inc:n kurssi romahtaisi, niin se ei välttämättä vaikuta S&P 500-indeksin kurssiin läheskään niin negatiivisesti, koska sen painoarvo on pieni muiden indeksissä olevien yritysten vuoksi. Sijoittajan kannalta olisi siis tässä tapauksessa parempi sijoittaa S&P 500-indeksiin riskien minimoimiseksi.



KUVA 3. S&P 500-indeksin kurssi (Google, 2021)



KUVA 4. Alphabet Inc:n osakekurssi (Google, 2021)

4 OSAKEANALYYSI

Osakeanalyysilla viitataan menetelmään, jota sijoittaja käyttää kaupankäyntivälineen arviointiin ja tutkimiseen. Osakeanalyysi auttaa sijoittajaa saamaan käsityksen tutkittavasta kaupankäyntivälineestä ja se voi antaa sijoittajalle tietoa mahdollisista tulo- ja poistumishetkistä. Osakeanalyysi jaetaan kahteen pääluokkaan, jotka ovat fundamentaalinen analyysi ja tekninen analyysi. (Corporate Finance Institute, 2020)

4.1 Fundamentaallinen analyysi

Fundamentaallinen analyysi on laaja käsite ja se sisältää keinoja arvioida yritystä perustasolla. Yksi olennaisin fundamentaalisen analyysin lähtökohta on selvittää heijastaako yrityksen osakkeen nykyinen hinta yrityksen tulevaa arvoa. (Corporate Finance Institute, 2020)

Tätä varten on luotu tunnuslukuja, joilla sijoittaja voi tunnistaa mahdollisia ali- tai ylihinnoiteltuja osakkeita. Näitä tunnuslukuja on mm:

- Earnings per share (EPS), osakekohtainen tulos.
- Price to Earnings ratio (P/E), voittokerroin.
- Return on Equity (ROE), pääoman tuotto.
- Dividend Payout Ratio, osingonmaksusuhde.

(Corporate Finance Institute, 2020)

Fundamentaalista analyysia voi toteuttaa myös ilman tunnuslukuja esimerkiksi arvioimalla onko yrityksen toimialan tulevaisuus kasvava vai pienenevä. Tällainen analyysi on hieman epätarkkaa ja perustuu enemmän arvioon, mutta voi olla jossain tapauksissa hyvin suuntaa antava ja auttaa päätöksenteossa.

4.2 Tekninen analyysi

Tekninen analyysi on menetelmä arvopapereiden arvioimiseksi analysoimalla markkinoiden toiminnan tuottamia tilastoja ja dataa, kuten aiemmat hinnat ja volyymit. Tekninen analyysi ei yritä mitata arvopaperin sisäistä arvoa, vaan käyttää sen sijaan kaavioita ja muita työkaluja mallien tunnistamiseen, jotka voivat viitata tulevaan toimintaan.

Aivan kuten fundamentaalilla analyysillä on monia sijoitustyyplejä ja sijoittajia, on myös monia erilaisia teknisen analyysin sijoittajia. Jotkut luottavat kaaviokuvioihin, toiset käyttävät teknisiä indikaattoreita ja oskillaattoreita, ja useimmat käyttävät jotakin näiden kahden yhdistelmää. Joka tapauksessa tekninen analyysi perustuu yksinomaan historialliseen hinta- ja volyymitietoon, mikä erottaa sen fundamentaalista analyysistä. Toisin kuin fundamentaalinen analyysi, tekninen analyysi ei välitä siitä, onko osake ali-/yliarvostettu. Ainoa asia, jolla on merkitystä, on arvopaperin aiemmat kaupankäyntitiedot ja mitä tietoa nämä tiedot voivat tarjota siitä, missä arvopaperi saattaa liikkua tulevaisuudessa. (Hayes, 2003)

Tekninen analyysi perustuu kolmeen oletukseen:

1. Osakemarkkinat diskonttaa kaikkea. Tämä tarkoittaa sitä, että sijoittajat ovat jo ottaneet huomioon kaiken julkisesti saatavilla olevan tiedon, joten mikään tällä hetkellä saatavilla oleva tieto ei voi muuttaa arvopaperin arvoa.
 2. Hinta liikkuu trendeissä. Tämä on oletus siitä, että hinnat tulevat liikkumaan trendeissä, jopa satunnaisten osakemarkkinoiden liikkeiden aikana, riippumatta tarkastelun ajankohdasta. Toisin sanoen osakekurssi jatkaa todennäköisemmin aiempia trendejä kuin liikkuu epäsäännöllisesti.
 3. Historialla on tapana toistaa itseään. Hintamuutosten toistuva luonne johtuu usein markkinapsykologiasta, joka on yleensä hyvin ennustettavissa tunteiden, kuten pelon tai jännityksen, perusteella.
- (Hayes, 2003)

4.3 Tekniset indikaattorit

Tekniset indikaattorit ovat heuristisia tai mallipohjaisia signaaleja, jotka tuotetaan arvopaperin tai sopimuksen hinnasta, määrästä ja/tai avoimesta intressistä. Teknisiä indikaattoreita voidaan käyttää tulevien hintamuutoksien ennustamiseen.

Tekniset indikaattorit keskittyvät historiallisiin kaupankäyntitietoihin, kuten hintaan ja volyymiin, eikä yrityksen perustekijöihin, kuten tuloihin, liikevaihtoon tai voittomarginaaliin. Aktiiviset kaupankävijät käyttävät yleisesti teknisiä indikaattoreita, koska ne on suunniteltu analysoimaan lyhyen aikavälin hintamuutoksia, mutta pitkän aikavälin sijoittajat voivat myös käyttää teknisiä indikaattoreita tunnistamaan tulo- ja poistumispisteet. (Chen, 2006)

Teknisiä indikaattoreita on kahden tyyppisiä:

1. Peittokuvat (eng. Overlay): Tekniset indikaattorit, jotka käyttävät samaa asteikkoa kuin hinnat, nämä on piirretty osakekaavion hintojen yläpuolelle tai päälle. Esimerkkejä ovat trendiviivat (ks. kappale 4.5) ja Bollingerin nauhat.
 2. Oskillaattorit: Tekniset indikaattorit, jotka värähtelevät paikallisen minimin ja maksimin välillä, nämä on piirretty hintakaavion ylä- tai alapuolelle omaan tilaansa. Esimerkkejä ovat stokastinen oskillaattori, MACD tai RSI (ks. kappale 4.3.1 ja 4.3.2).
- (Chen, 2006)

4.3.1 RSI

Suhteellisen voiman indikaattorin (Relative Strength Index) on aikoinaan kehittänyt amerikkalainen insinööri Wells Wilder. Se on liikemääräindikaattori tai oskillaattori, joka mittaa suhteellista sisäistä osakkeen tai markkinoiden vahvuutta itseään vasten.

RSI:n kaava on seuraava:

$$RSI = 100 - \frac{[100]}{1 + RS}$$

missä $RS = \text{keskiarvo } X \text{ päivistä, jolloin osake sulkeutui positiivisena päivän päätteeksi} \div \text{keskiarvo } X \text{ päivistä, jolloin osake sulkeutui negatiivisena päivän päätteeksi}$.

Tuloksena saadaan suhteellinen arvo, joka on väliltä 0–100. Tätä arvoa voidaan käyttää ylimyydyn/-ostetun osakkeen löytämiseksi. Vakioarvoisesti RSI alle 30 tarkoittaa, että osake on ylimyyty, jolloin on todennäköistä, että siitä seuraa osakkeen ostamista, joka johtaa osakkeen hinnan nousuun suuren kysynnän vuoksi. RSI yli 70 puolestaan tarkoittaa, että osake on yliostettu, joka johtaa osakkeen myyntiin ja hinnan laskuun. (Pring, 2014 ss. 279-282)

Kuvasta 5 voidaan tarkastella osakkeen kaaviota ja RSI:n toimintaa rinnakkain. Kuva on erään osakkeen kaavio vuodelta 2021 ja sen luoma RSI-indikaattori. RSI-indikaattorissa näkyy kaksi keltaista vaakasuoraa viivaa, joista ylempi on 70-taso ja alempi on 30-taso. Voidaan havaita, että yleensä kun RSI käy yli 70:ssä, siitä seuraa hinnan hetkellinen aleneminen, eli osake on ollut yliostettu. Myös silloin kun RSI käy lähellä 30-tasoa, seuraa osakkeen nousu, eli osake on ollut ylimyyty. Voidaan siis todeta, että RSI on toimiva indikaattori ja sillä pystytään ennustamaan osakkeen tulevia liikkeitä.



KUVA 5. Osakekaavio ja sen RSI-indikaattori

4.3.2 MACD

Liukuvan keskiarvon konvergenssihajotus (Moving-average convergence divergence) on trendipoikkeamaindikaattori, joka käyttää kahta eksponentiaalista liukuvaa keskiarvoa, joista lyhyempi jaetaan pidemmällä. Yleensä MACD:hen lisätään myös kolmas eksponentiaalinen liukuva keskiarvo, joka merkitään kaavioille erilleen pystypalkkeina tarkentavaa havainnointia varten. MACD on hyvä indikaattori osoittamaan osakkeen myynti-/ostohetkiä ja sitä yleensä käytetään yhdessä RSI:n kanssa. (Pring, 2014 ss. 296-297)

MACD:n tutkiminen on yksinkertaista. Tarkastellaan Kuvaa 6, josta näemme osakekaavion ja sen MACD-indikaattorin alapuolella. MACD-indikaattoriin on merkitty vertailtavat keskiarvot keltaisella ja sinisellä viivalla, sekä kolmas keskiarvo punaisilla/vihreillä palkeilla. MACD:n tutkiminen perustuu näiden keskiarvojen yhteishavainnointiin. Kun punaiset palkit pienenevät ja alkavat muuttua vihreiksi, on se osoitus siitä, että hinta lähtee nousemaan ylöspäin. Samaan aikaan keltaisen viivan tulisi ylittää sininen viiva sen alapuolelta. Tämä vahvistaisi signaalin ja todennäköisesti hinta tulisi nousemaan. Sama pätee myös toiseen suuntaan, jos palkit muuttuvat punaiseksi ja sininen viiva ylittää keltaisen viivan sen alapuolelta, seuraa tästä hinnan lasku. Kuvasta 6 voimme nähdä, että indikaattori toimii lähes joka kerta ja se antaa oikean signaalin.



KUVA 6. Osakekaavio ja sen MACD-indikaattori

4.4 Kynttilätikut

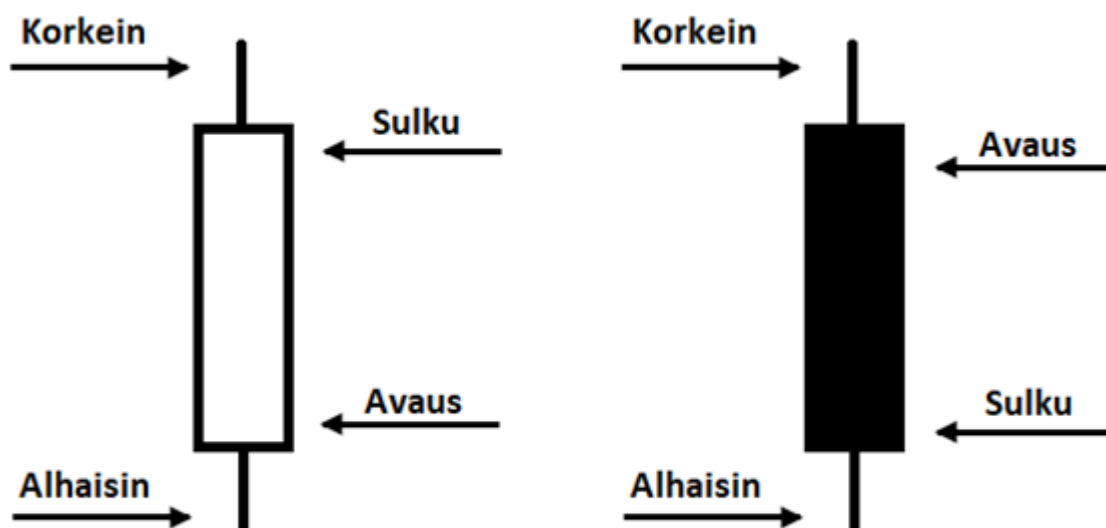
Kynttilätikut saivat syntynsä satoja vuosia sitten Japanissa, jossa riisikauppiat käyttivät niitä riisin hinnan seurantaan ja muutosten tulkintaan. Kynttilätikut tarjoavat enemmän tietoa käyttäjälleen kuin perinteinen viivakaavio ja niistä on helpompi tunnistaa teknisiä ilmiöitä ja muutoksia. (Pring, 2014 s. 340)

Kuvasta 7 näemme kynttilätikkukaavion ja viivakaavion eroavaisuudet samasta osakkeesta samalta ajalta.



KUVA 7. Kynttilätikkukaavio ja viivakaavio

Kynttilätikkuja voidaan muodostaa vain sellaisesta datasta, jossa on tiedossa avaus- ja sulkuhinta, sekä korkein ja alhaisin hinta. Kuvasta 8 näemme kynttilätikun eri osien ja värin tarkoituksen.



KUVA 8. Kynttilätikut

Kuten Kuvasta 8 huomasimme, osa kynttilätikuista on punaisia (musta) ja osa vihreitä (valkoinen/läpinäkyvä). Vihreä kynttilätikku tarkoittaa, että kyseisen tikun avaushinta oli aikaisemman tikun sulkuhinta korkeampana ja hinta on noussut kynttilän aikana. Punainen tikku tarkoittaa, että avaushinta oli alempana kuin edellisen sulkuhinta ja hinta on laskenut kynttilän aikana.

4.4.1 Kynttilätikun kuviot

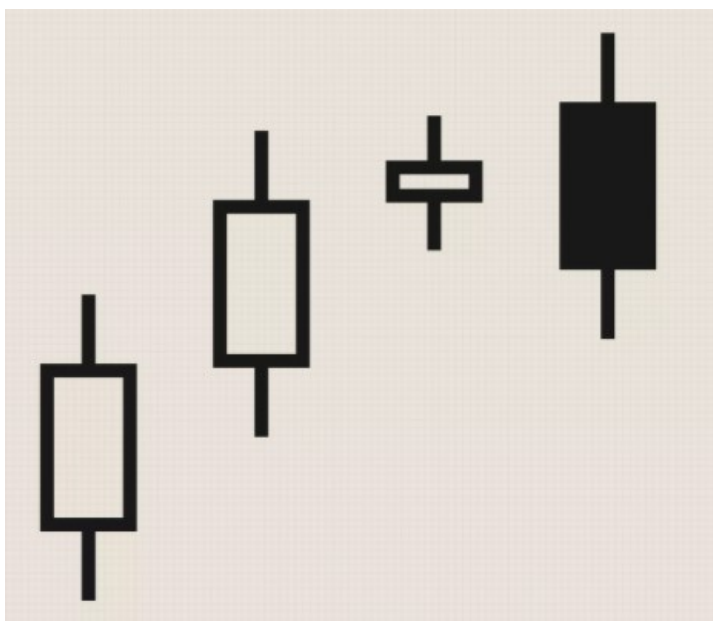
Kynttilätikut syntyvät hinnan ylös ja alas liikkeistä. Vaikka nämä hintaliikkeet saattavat näyttää sattumanvaraisilta, toisinaan ne muodostavat kuvioita, joita sijoittajat käyttävät analyysi- tai kaupankäyntitarkoituksiin. Kynttilätikun kuvioita on monia ja niitä on kehitelty eri tilanteisiin ja tarkoituksiin. Kuviot on jaettu nouseviin (eng. bullish) ja laskeviin (eng. bearish). Nousevat kuviot

osoittavat, että hinta todennäköisesti nousee, kun taas laskusuuntaiset kuviot osoittavat, että hinta todennäköisesti laskee. Mikään kuvio ei ole täysin toimintavarma, sillä kynttilätikun kuviot edustavat hintaliikkeen taipumuksia, eivät takuita. (Mitchell, 2018)

Tässä työssä kynttilätikkujen kuvioita käytettiin hinnan liikkeen ennustamiseen.

4.4.2 Esimerkki 1. Bearish engulfing -kuvio

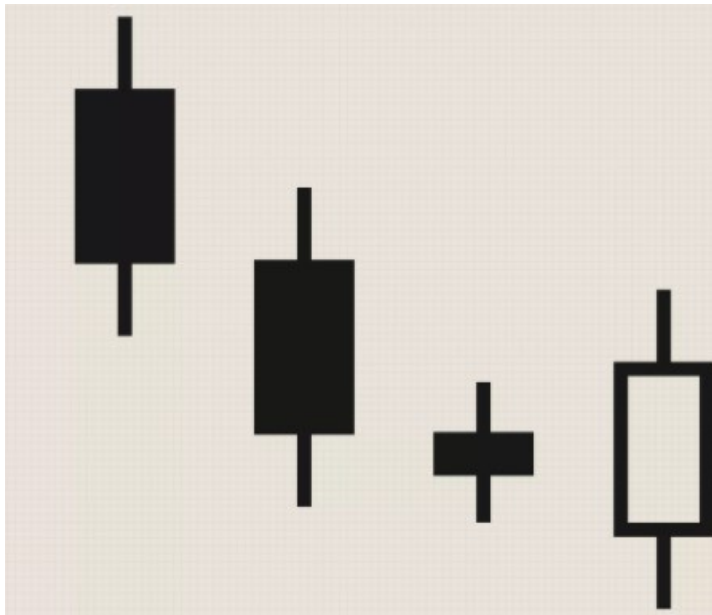
Tämä kuvio (Kuva 9) kehittyy nousutrendissä, kun osakkeen myyjä on enemmän kuin ostaja. Tämän toiminnan huomaa pitkästä punaisesta tai mustasta kynttilätikusta, joka nielee pienen vihreän tai värittömän kynttilätikun. Kuvio osoittaa, että myyjät ovat jälleen hallinnassa ja hinta saattaa edelleen laskea. (Mitchell, 2018)



KUVA 9. Bearish engulfing -kuvio (Investopedia, 2018).

4.4.3 Esimerkki 2. Bullish engulfing -kuvio

Tämä kuvio (Kuva 10) muodostuu, kun osakkeen ostajia on enemmän kuin myyjä. Tämän toiminnan huomaa kaaviossa pitkällä vihreällä tai värittömällä kynttilätikulla, joka nielaisee pienen punaisen tai mustan kynttilätikun. Tämä kuvio ennustaa hinnan nousua. (Mitchell, 2018)



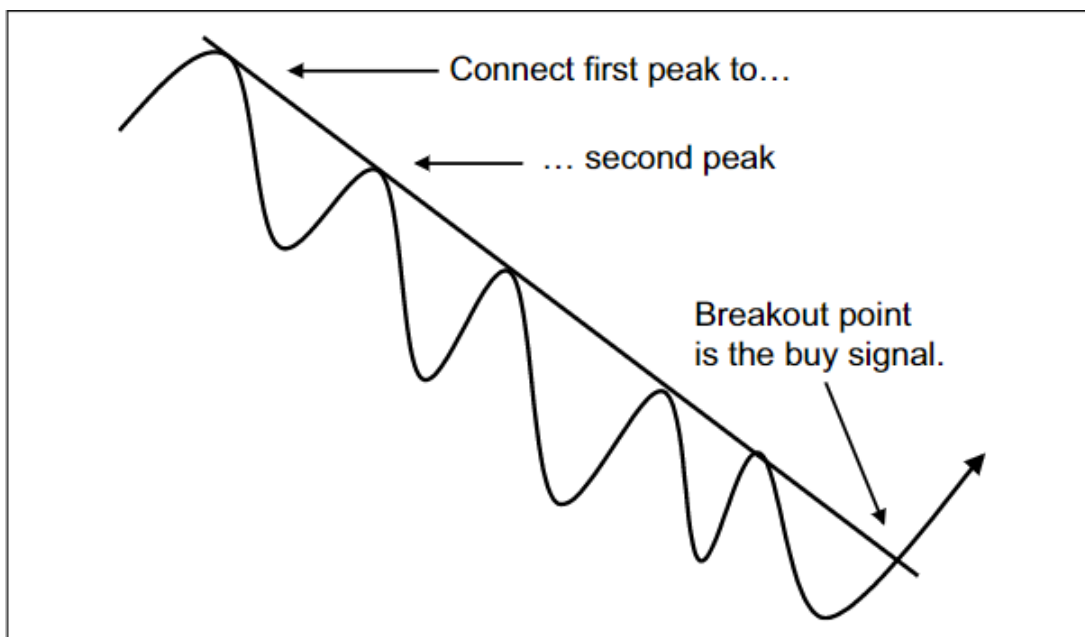
KUVA 10. Bullish engulfing -kuvio (Investopedia, 2018).

4.5 Trendiviivat

Trendiviiva on yksi yleisemmistä teknisen analyysin työkaluista ja se tarjoaa käyttäjälleen tärkeää tietoa osakkeen tulevista liikkeistä. Trendiviivoja käytetään tunnistamaan osakkeen liikkeitä trendeissä, sekä mahdollisia osakkeen hinnan tuki- ja vastustasoja

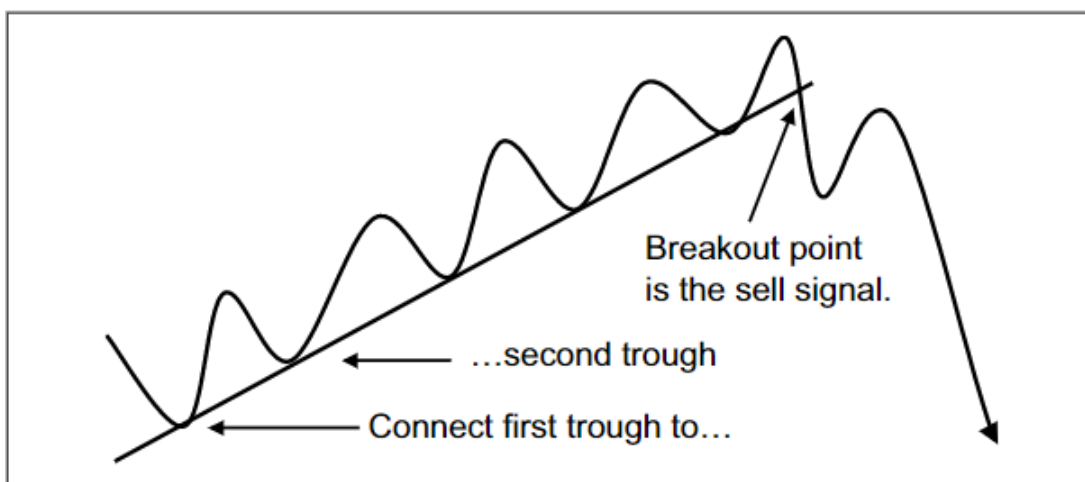
Trendiviiva on suora viiva, joka yhdistää joko sarjan nousevia pohjia nousevilla markkinoilla, tai laskevia huippuja laskevalla markkinoilla. Niitä viivoja, joiden kaaviot yhdistyvät käyrän pohjilla, kutsutaan *nouseviksi trendiviivoiksi* ja ne viivat, joiden kaaviot yhdistyvät käyrän huipuilla, kutsutaan *laskeviksi trendiviivoiksi*. On myös mahdollista muodostaa vaakatasoisia trendiviivoja, jotka yhdistävät sarjan identtisellä tasolla olevia huippuja tai pohjia, näitä kutsutaan yleensä tuki- tai vastustasoiksi.

Kun osakkeen hinnan kaavio murtaa trendiviivan, joko ylöspäin (Kuva 11) tai alaspäin (Kuva 12), tapahtuu osakkeen trendin muutos. Tämä antaa käyttäjälle signaalin varautua äkkinäisiin hintamuutoksiin. Kuvista 11 ja 12 voidaan havainnoida trendiviivojen murtumista ja niiden vaikutusta hintaan. (Pring, 2014 ss. 70-72)



KUVA 11. Laskevan trendiviivan trendimuutos (Pring, 2014).

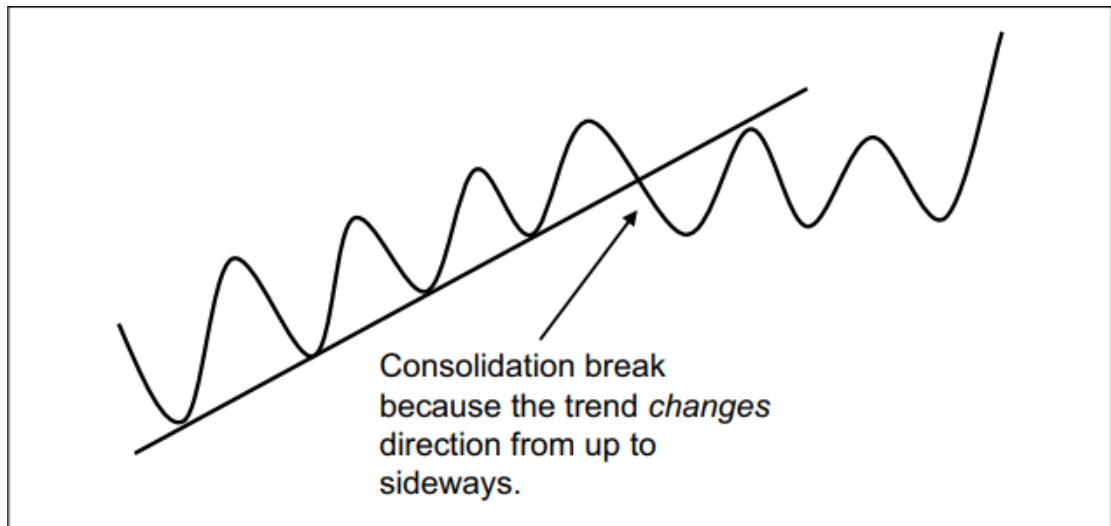
Hinta laskee ja trendiviiva piirretään laskevan käyrän huipuista. Trendiviiva tarjoaa vastustasoa, kunnes käyrä murtaa trendiviivan ja hinta lähtee nousemaan (Kuva 11).



KUVA 12. Nousevan trendiviivan trendimuutos (Pring, 2014).

Hinta nousee ja trendiviiva piirretään nousevan käyrän pohjista. Trendiviiva tarjoaa tukitasoa, kunnes käyrä murtaa trendiviivan ja hinta lähtee laskuun (Kuva 12).

Trendiviivan murtuminen ei välttämättä tarkoita välitöntä hinnan nousua tai laskua, vaan siitä voi seurata myös hetkellinen hinnan konsolidointi-jakso. Tällaisen jakson aikana hinta ei koe suuria muutoksia, vaan se pomppii edestakaisin lähes identtisten huippujen ja pohjien välillä. Tätä ilmiötä voidaan havainnoida kuvasta 13. (Pring, 2014)



KUVA 13. Trendiviivan muutos ja konsolidointi (Pring, 2014).

Nousevan trendiviivan hinnan käyrät testaavat trendiviivan tukitasoa, kunnes hinta murtaa tukitason. Hätäiselle sijoittajalle tämä signaloi trendin muutosta laskuun, mutta kärsivällinen sijoittaja odottaa varmistusta huomatakseen, että hinta siirtyikin konsolidointi-jaksoon, jota seuraa hinnan nousu (Kuva 13).

Tässä työssä trendiviivoja käytettiin osakekaavion lisänä web-sovelluksessa. Trendiviivat antavat hyvä lisän kynttilätikkukaavioille teknisessä analyysissä ja ne voivat antaa lisävarmistuksen nousevasta tai laskevasta kurssista.

5 TOTEUTUS

Työn tarkoituksena oli toteuttaa yksinkertainen sovellus, joka algoritmien avulla kertoo käyttäjälle osakkeiden osto- ja myyntihetkistä. Osakkeet oli rajattu S&P500 -indeksin sisältämiin osakkeisiin toteutuksen yksinkertaistamiseksi. Käytön helpottamiseksi työ toteutettiin web-sovellukselle, josta käyttäjä pystyi päivittämään osakkeiden hintatiedot, sekä valitsemaan halutun kynttiläkuvion alasvetovalikosta.

Valinnan jälkeen sovelluksesta näki kaikki ne osakkeet, joihin kynttilätikkukuvio oli osuva, sekä oliko kyseessä myynti- vai ostosignaali. Sovellus myös lisäsi osakkeiden kurssikaaviot kuluneen vuoden ajalta, sekä piirsi niihin trendiviivat tarkkailua varten.

5.1 Ohjelmistokehitysympäristö

Ohjelmistokehitysympäristö (SDE) on ympäristö, joka automatisoi tai täydentää ohjelmistokehityssykliin liittyviä rutiineja. Tämä sisältää ohjelmoinnin monet tehtävät, kuten tiimi- ja projektinhallinnan, sekä laajojen ohjelmointitehtävien, kuten konfiguroinnin hallinnan. SDE tukee myös ohjelmistojen laajamittaista ja pitkäaikaista ylläpitoa. (Technopedia, 2014)

Tässä työssä ohjelmistokehitysympäristönä käytettiin Microsoftin kehittämää Visual Studio Codea. VS Code on kevyt ja helppokäyttöinen ja siihen on helppo asentaa kirjastoja ja muita riippuvuuksia sen sisäänrakennetun terminaalin kautta. VS Code myös tukee useita ohjelmointikieliä, kuten C#:ia, Pythonia, HTML:ää ja CSS:ää.

Tässä työssä käytetään Pythonia tietojenkäsittelyyn sekä logiikan toteutukseen, ja HTML:ää web-sovelluksen käyttöliittymän toteutukseen.

5.1.1 Python

Python on tulkittu, oliokeskeinen, korkean tason ohjelmointikieli, jossa on dynaaminen semantiikka. Sen korkeatasoiset sisäänrakennetut tietorakenteet yhdistettynä dynaamiseen kirjoittamiseen ja dynaamiseen sidontaan tekevät siitä erittäin houkuttelevan nopeassa sovelluskehityksessä sekä käytettäväksi komentosarja- tai liimakielinä olemassa olevien komponenttien yhdistämiseen. Pythonin yksinkertainen, helposti opittava syntaksi korostaa luettavuutta ja vähentää siten ohjelman ylläpitokustannuksia. Python tukee moduuleja ja paketteja, mikä kannustaa ohjelman modulaarisuuteen ja koodin uudelleenkäyttöön. Python-tulkki ja laaja standardikirjasto ovat saatavilla lähde- tai binäärimuodossa maksutta kaikille tärkeimmille alustoille, ja niitä voidaan jakaa vapaasti. (Python Software Foundation, 2012)

Työssä Python oli pääasiallinen ohjelmointikieli ja sitä käytettiin tietojenkäsittelyyn, sekä logiikan toteuttamiseen.

5.2 Ohjelmointirajapinnat

Ohjelmointirajapinta, eli API (Application Programming Interface), on ohjelmistojen välinen välikäsi, jonka avulla kaksi sovellusta voi kommunikoida toistensa kanssa. Rajapintaa käytetään yleensä datan siirtämiseen sovellusten välillä ja se on voimakas työkalu erilaisissa ohjelmistojen integraatioissa. (MuleSoft, 2021)

Nykypäivänä rajapinnat ovat niin yleisiä, että niille on luotu helppokäyttöisiä protokollia, jotka noudattavat tarkkoja sääntöjä ja arkkitehtuuria. Nämä protokollat on jaettu kolmeen pääluokkaan, jotka ovat REST (Representational State Transfer), SOAP (Simple Object Access Protocol) ja RPC (Remote Procedure Call).

Jokaisella rajapinnalla on omat käyttökohteensa ja ne tukevat tietynlaisia datan muotoa. RPC on tarkoitettu kevyihin, pienempiin projekteihin, jotka eivät ole skaalautuvia. REST ja SOAP ovat alan yleisesti käytössä olevia standardeja ja ne ovat toiminnaltaan hyvin samankaltaisia, ja niitä voidaan käyttää samoihin käyttökohteisiin. On kuitenkin käyttäjän oman harkinnan alasta, kumpi näistä rajapinnoista on parempi käyttötarkoitukseen. Taulukosta 1 voidaan tarkastella REST ja SOAP rajapintojen eroavaisuuksia. (TechTarget, 2021)

TAULUKKO 1. REST ja SOAP rajapintojen eroavaisuudet (TechTarget, 2021).

REST	SOAP
Works with XML, JSON, HTTP and plain text	Works with XML by design
Loose and flexible guidelines based on architectures	Strict, clearly-defined rules
Modest security	Advanced security
Works well with data	Works well with processes (actions)
Uses low bandwidth and is highly scalable	Uses more bandwidth with limited scalability

5.3 Kirjastot

Ohjelmoinnissa kirjastot ovat valmiiksi kirjoitetun koodin kokoelmia, joita käyttäjä voi hyödyntää tehtävien suorittamiseen, optimointiin ja työtaakan keventämiseen (iD Tech, 2020). Kirjastoja voi kirjoittaa ja julkaista kuka tahansa, ja iso osa kirjastoista on ilmaisia ja vapaasti saatavilla olevia. On kuitenkin käyttäjän vastuulla tarkastaa, ettei kirjastoissa ole mitään haitallista koodia.

5.3.1 Ta-Lib

TA-Lib, eli Technical Analysis Library, on Pythonille, Javalle ja C++:lle saatavilla oleva avoimen lähdekoodin kirjasto, johon on luotu valmiit menetelmät osakkeiden teknistä analyysiä varten. TA-

Lib sisältää ison osan keskeisimmistä teknisen analyysin työkaluista, kuten indikaattoreita ja kynttilätikkujen kuvioita. (TA-Lib, 1999)

Työssä TA-Lib:iä käytettiin osakekaavion kynttilätikkujen kuvioiden tunnistamiseen. Tämä helpottaa huomattavasti työn taakkaa, sillä TA-Libiä käyttäessä kynttilätikkujen määrittämiseen ei itse tarvitse toteuttaa minkäänlaista laskentaa tai syvempää osakkeen tarkastelua.

Kynttilätikkujen kuvioiden nimet oli kirjoitettu omaan tiedostoonsa, josta Python luki ne ja siirsi ne TA-Libille tarkasteltavaksi. Tätä samaa tiedostoa käytetään myös myöhemmin alasetteleväikon sisällön luontiin.

5.3.2 Flask

Flask on micro-verkkokehys Pythonille, joka auttaa käyttäjää luomaan web-sovelluksia helposti ja nopeasti. Flask sopii hyvin pieniin projekteihin, sillä se ei ota huomioon matalan tason yksityiskohtia kuten protokollia ja säikeisyyksien hallintaa. (Pythonbasics, 2010)

Työssä Flaskia käytetään web-sovelluksen toteuttamiseen, sekä päätepisteiden määrittämiseen. Kuvasta 14 nähdään miten helposti Flaskilla voi määrittää uuden päätepisteen **/snapshot** ja luoda sille suoritettava logiikka, kun päätepiste aktivoidaan käyttäjän toimesta.

```
@app.route("/snapshot")
def snapshot():
    currDate = datetime.today().strftime('%Y-%m-%d')
    firstDayOfYear = datetime.now().date().replace(month=1, day=1).strftime('%Y-%m-%d')
    print(firstDayOfYear)
    with open('datasets/companies.csv') as f:
        companies = f.read().splitlines()
        for company in companies:
            symbol = company.split(',')[0]
            print(symbol)
            df = yf.download(symbol, start="{}".format(firstDayOfYear), end="{}".format(setDate))
            df.to_csv('datasets/daily/{}.csv'.format(symbol))

    return {
        'code' : 'success'
    }
```

KUVA 14. Flaskin toiminta ja snapshot-skripti

5.3.3 Yfinance

Yfinance on vanhan Yahoo! finance API:n pohjalle tehty kirjasto, jonka avulla käyttäjä voi hakea osakekohtaista historiallista dataa (PyPI, 2021). Yahoo! finance:n API on poistettu käytöstä vuonna 2018 ja sen tilalle on tullut muita kirjastoja, kuten Yfinance tai RapidAPI, jotka antavat käyttäjälle mahdollisuuden hakea osakohtaista tietoa Yahoo! financesta.

Tässä työssä Yfinance:a käytettiin osakekohtaisen datan hakemiseen. Data tallennettiin snapshotina käyttäjän omalle työasemalle, josta sitä voitiin sitten analysoida TA-Libin avulla.

Yfinance hakee osakekohtaiset datat Ticker-moduuleina, joista löytyy funktiot eri tietojen käsittelyyn. Osakkeista voi sitten hakea eri tietoja, kuten hintahistoriaa, osinkojen jakoja, P/E lukuja ja muita osakkeisiin liittyviä tunnuslukuja. Kuvasta 15 voidaan tarkastella moduulien toimintaa ja niiden käsittelyä.

```
import yfinance as yf

msft = yf.Ticker("MSFT")

# get stock info
msft.info

# get historical market data
hist = msft.history(period="max")

# show actions (dividends, splits)
msft.actions

# show dividends
msft.dividends

# show splits
msft.splits
```

KUVA 15. Yfinance Ticker-moduuli (PyPI, 2021).

Moduuli kykenee myös hakemaan useamman osakkeen tiedot kerrallaan ja sille voidaan määritellä tarkka aikaväli, jolta dataa halutaan tarkastella. Kuvassa 16 haetaan tiedot S&P500 -rahastolle (SPY) sekä Apple Inc. osakkeelle (AAPL) ja asetetaan datan aikaväliksi tammikuu-huhtikuu.

```
import yfinance as yf
data = yf.download("SPY AAPL", start="2017-01-01", end="2017-04-30")
```

KUVA 16. Yfinance Ticker-moduuli usean symbolin noutaminen (PyPI, 2021).

5.4 Muut toiminnallisuudet

Koska toteutus perustuu pitkälti kynttilätikkujen kuvioiden ja trendiviivojen analysointiin, olisi hyvä saada web-sovellukseen näkyville osakkeen kaavio, josta näkee muodostuvan kynttilätikun kuvion sekä trendiviivat. Tähän apuna käytettiin Finviz -sivuston luomia kaavioita, joihin sivusto piirtää valmiit ja tarkat trendiviivat. Finvizin luoman kaavion voi upottaa HTML-elementtinä sovellukseen Kuvan 17 mukaisesti. URL-osoitteessa kohta `{{stock}}` ottaa vastaan parametrinä osakkeen, jonka kaavio halutaan saada.

```

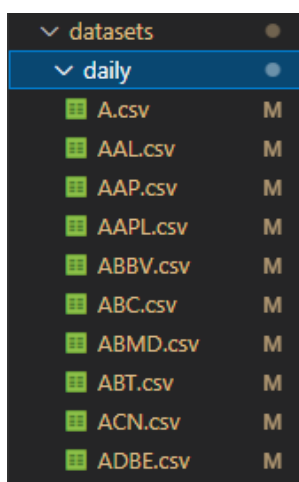
```

KUVA 17. Finviz-kaavion upotus

6 TESTAUS

Web-sovellus aukeaa tyhjänä kehitysympäristöön osoitteeseen 127.0.0.1:5000 ja käyttäjä joutuu ensin hakemaan tuoreet osakkeiden hintatiedot kirjoittamalla URL-osoitteeksi 127.0.0.1:5000/snapshot. Tämä ajaa kuvan 14 mukaisen skriptin, joka hakee kaikki S&P 500-indeksin sisältämät osakkeet ja niiden tuoreimmat hinnat ja tallentaa ne paikallisesti käyttäjän projektihakemistossa olevaan tiedostoon snapshotina (Kuva 18).

Snapshot, tai ns. tilannekuva, on tapa merkitä tietojoukko sellaiseksi, kuin se oli olemassa jonain tiettyinä ajankohtana historiassa. Tässä tapauksessa tilannekuva osakkeiden hintatiedoista tallennetaan datasets/daily -kansioon, josta jokaista osaketta ja sen tietoja voidaan tarkastella yksitellen.



KUVA 18. Tiedosto, johon data tallennetaan

Seuraavaksi käyttäjä joutuu valitsemaan alavetovalikosta haluamansa kynttilätikun kuvion (Kuva 19). Valinnan jälkeen käyttäjä voi painaa Scan -näppäintä ja sovellus listaa kaikki ne S&P 500-indeksin osakkeet, joihin kyseinen kuvio on muodostunut.

Pattern analysis

Select the type of pattern

Two Crows
scan

- Two Crows
- Three Black Crows
- Three Inside Up/Down
- Three-Line Strike
- Three Outside Up/Down
- Three Stars In The South
- Three Advancing White Soldiers
- Abandoned Baby
- Advance Block
- Belt-hold
- Breakaway
- Closing Marubozu
- Concealing Baby Swallow
- Counterattack
- Dark Cloud Cover
- Doji
- Doji Star
- Dragonfly Doji
- Engulfing Pattern
- Evening Doji Star

KUVA 19. Kynttilätikkujen kuvioiden alasetoivalikko

Sovellus onnistuneesti listaa kaikki valitun kuvion osakkeet ja antaa käyttäjälle tiedon siitä, mikä osake on kyseessä ja myös tiedon siitä, onko kyseessä myyntisignaali (bullish) vai ostosignaali (bearish). Kaaviossa myös näkyy piirrettynä trendiviivat osakkeelle (Kuvat 20 ja 21).



KUVA 20. Bearish Evening Doji Star -signaali

Doji

symbol

company name
3M Company

signal
bullish



KUVA 20. Bullish Doji Star -signaali

7 TULOKSET

Sovellus ja algoritmi toimi, kuten pitikin. Algoritmi osasi ilmoittaa oikein kynttilätikkujen kuviot ja trendiviivat ovat paikkansa pitäviä. Kuvasta 22 ja 23 voidaan havainnoida aikaisemmin raportissa käsiteltyjä Engulfing -kuvioita (ks. 17 ja 18), joita algoritmi ilmoitti tietyistä osakkeista. Kuvista nähdään, että signaalit ovat muodostuneet viimeisenä kynttilätikkuna käyrän oikeaan laitaan.



KUVA 21. Bearish engulfing -signaali



KUVA 22. Bullish engulfing -signaali

Myös trendiviivat ovat paikkansa pitäviä ja piirretty oikein. Kuvasta 24 voidaan tarkastella kaavion lilaa ja sinistä trendiviivaa, joille on valittu oikeat pohjat ja huiput käyrältä.



KUVA 23. Kaavion trendiviivat

7.1 Sovelluksen hyödyllisyys

Vaikka algoritmi ja sovellus toimi kuten niiden pitikin, ei niiden käytännön hyödyllisyyttä näe, ellei sitä simuloi oikeaa osakemarkkinaa vasten. Kirjasin käsin 40 signaalia eri osakkeista ja otin ne tarkastelun alle kuukauden ajaksi, joissa seurasin niiden kurssien kehitystä. Näistä signaaleista 90 % oli voitollisia, ja 10 % oli virheellisiä signaaleita. Tuotto on laskettu kuukauden ajalta syntyneen maksimaalisen mahdollisen voiton perusteella.

Tarkastelun alla oli vain tietyjä kynttilätikun kuvioita (Taulukko 2), jotta sain hyvä kuvan siitä, onko erilaisten kuvioiden käyttämisessä mitään eroa. Kuten taulukosta 2 voidaan havaita, jokainen kuvio on ollut keskimääräisesti tuottava ja selvästi parhaimpana signaalina on ollut Engulfing-kuvio. Kuten aiemmin työssä käytiin läpi, osa kuvioista merkitsee nousevia ja osa laskevia kursseja. Engulfing-kuvioille on olemassa Bullish ja Bearish -signaalit, jotka yhdistin yhdeksi signaaliksi tarkastelun helpottamiseksi.

TAULUKKO 2. Tiettyjen kynttilätikkukuvioiden tuotot

Kuvio	Tuotto%	Monta päivää kului
Dragonfly Doll	2.37%	7.33
Engulfing	12.28%	25.75
Inverted Hammer	7.26%	15.25
Hanging man	8.94%	25.25

Lisätarkastelua varten olen taulukkoon 3 eritellyt Engulfing -kuvion Bullish (osto) ja Bearish (myynti) -signaalit. Kuvioista 60 % oli myyntisignaaleita ja 40 % oli ostosignaaleja. Taulukosta 3 voimme tarkastella osto- ja myyntisignaalien eroavaisuuksia tuotoissa ja päivämäärissä.

TAULUKKO 3. Osto- ja myyntisignaalien eroavaisuudet

Tyyppi	Tuotto%	Monta päivää kului
Bearish	4.55%	23
Bullish	17.20%	28.5

8 YHTEENVETO JA POHDINTA

Työn tarkoituksena oli perehtyä osakemarkkinoiden algoritmeihin ja teknisen analyysin perusteisiin, sekä toteuttaa opitun tiedon pohjalta web-sovellus, joka algoritmien avulla muodostaa yksinkertaisia teknisen analyysin signaaleita. Työ toteutettiin Python-ohjelmoinnilla ja sen apuna käytettiin valmiita kirjastoja, jotka nopeuttivat työn etenemistä.

Algoritmi toimii kuten pitääkin ja teknisen analyysin signaalit olivat paikkansa pitäviä. Kuten työssä käytiin läpi, kynttilätikut itsessään eivät ole välttämättä toimintavarmoja tai kerro osakkeen arvon muutoksen jatkuvuudesta. Trendiviivat yhden vuoden ajanjaksolta ovat yleensä suhteellisen varmoja, mutta niiden toimivuutta on vaikea arvioida lyhyellä ajanjaksolla.

Jatkokehityskohteena voisi olla MACD- ja RSI-indikaattorien lisäys sovellukseen, jotta signaaleista saisi vielä tarkempia ja hyödyllisempiä. Nämä indikaattorit voisivat antaa tarkempaa tietoa siitä, milloin osakkeen trendimuutos tulee tarkalleen tapahtumaan ja loppumaan, joten sijoittaja pystyy suunnittelemaan strategiaansa tarkemmin. Myös yksittäisen osakkeen tarkkailu voisi olla hyvä lisäys, ettei koko S&P 500-indeksiä tarvitsisi käydä läpi joka kerta. Toistaiseksi data tallennetaan käyttäjän omaan projektihakemistoon, josta data korvataan aina uudella hakemisen yhteydessä. Tähän voisi käyttää jotain ulkoista palvelinta, mihin datan voisi tallentaa ja automatisoida päivittymään esimerkiksi joka ilta pörssin sulkeutumisen jälkeen. Työ oli kuitenkin suunnitellusti rajoitettu näin, ettei siitä tule liian laajaa ja raskasta.

Mikäli sovelluksesta saisi tehtyä tarpeeksi tarkan jatkokehittämällä, voisi sitä jatkossa käyttää automatisoidun kaupankäyntivälineen rakentamisessa. Tällainen järjestelmä voisi ottaa signaaleja vastaan algoritmilta ja niiden perusteella tehdä nopeita toimeksiantoja pörssiin ja "scalpata" osakkeita jatkuvalla syötöllä. Tällainen järjestelmä olisi kuitenkin kallis ja aikaa vievä, ja se sisältäisi suuria riskejä mm. virheiden kannalta.

Työ sujui hyvin ilman suurempia ongelmia ja aikataulussa oli helppo pysyä. Työn aikataulusta noin 60 % meni osakemarkkinoiden ja teknisen analyysin toiminnan opetteluun. Loput ajasta käytin toteutuksen suunnitteluun, Pythonin opetteluun ja sovelluksen koodaamiseen.

Olen tyytyväinen työn lopputulokseen ja kokonaisvaltaiseen prosessiin, joka työn tekemiseen meni. Opin todella paljon osakemarkkinoiden toiminnasta ja teknisestä analyysistä, sekä algoritmien toiminnasta ja Python-ohjelmoinnista. Työ voi tulevaisuudessa avata uusia ovia mahdollisuuksille, kuten ohjelmistokehitykselle sijoitusmaailmassa.

LÄHTEET

- Aldridge, I. (2013). High-frequency trading: a practical guide to algorithmic strategies and trading systems. Haettu 23. 10. 2021
- Chen, J. (2005). Investopedia. Haettu 08. 11. 2021 osoitteesta <https://www.investopedia.com/terms/s/stockmarket.asp>
- Chen, J. (2005). Investopedia. Haettu 13. 11. 2021 osoitteesta <https://www.investopedia.com/terms/a/algorithmictrading.asp>
- Chen, J. (2006). Investopedia. Haettu 10. 11. 2021 osoitteesta <https://www.investopedia.com/terms/t/technicalindicator.asp>
- Cormen, L. R. (2009). Introduction to algorithms. The MIT Press. Haettu 02. 11. 2021
- Corporate Finance Institute. (2020). Stock analysis. Haettu 08. 10. 2021 osoitteesta <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/trading-investing/stock-analysis/>
- E. Napoletano, B. C. (2021). Forbes. Haettu 28. 10. 2021 osoitteesta <https://www.forbes.com/advisor/investing/what-are-stocks/>
- Google. (2021). Google. Haettu 05. 11. 2021 osoitteesta www.google.fi
- Hayes, A. (2003). Investopedia. Haettu 05. 11. 2021 osoitteesta <https://www.investopedia.com/terms/t/technicalanalysis.asp>
- iD Tech. (2020). What are libraries in coding. Haettu 03. 11. 2021 osoitteesta <https://www.idtech.com/blog/what-are-libraries-in-coding>
- Investopedia. (2018). Investopedia. Haettu 11. 11. 2021 osoitteesta <https://www.investopedia.com/trading/candlestick-charting-what-is-it/>
- Mitchell, C. (2018). Investopedia. Haettu 11. 11. 2021 osoitteesta <https://www.investopedia.com/trading/candlestick-charting-what-is-it/>
- Mordor Intelligence. (2020). Algorithmic trading market. Haettu 25. 9. 2021 osoitteesta <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/algorithmic-trading-market>
- MuleSoft. (2021). What is an API. Haettu 28. 10. 2021 osoitteesta <https://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-an-api>
- Nordnet. (2020). Mitä lyhyeksi myynti tarkoittaa. Haettu 21. 10. 2021 osoitteesta <https://www.nordnet.fi/faq/666-mitae-lyhyeksi-myynti-tarkoittaa>
- Osuuspankki. (ei pvm). Osakerahastot. Haettu 09. 11. 2021 osoitteesta <https://www.op.fi/henkiloasiakkaat/saastot-ja-sijoitukset/osakerahastot>
- Pring, M. J. (2014). Technical analysis explained. McGraw-Hill Education. Haettu 04. 11. 2021
- PyPI. (19.. 9 2021). Yfinance. Haettu 03. 11. 2021 osoitteesta <https://pypi.org/project/yfinance/>
- Python Software Foundation. (2012). What is Python? Haettu 15. 10. 2021 osoitteesta <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>
- Pythonbasics. (2010). What is flask. Haettu 24. 10. 2021 osoitteesta <https://pythonbasics.org/what-is-flask-python/>
- Sijoitustieto. (2015). Johannaiset. Haettu 04. 11. 2021 osoitteesta <https://www.sijoitustieto.fi/johdannaiset>

TA-Lib. (1999). TA-Lib : Technical Analysis Library. Haettu 15. 10. 2021 osoitteesta <https://www.ta-lib.org/>

Technopedia. (2014). Software development environment SDE. Haettu 20. 10. 2021 osoitteesta <https://www.techopedia.com/definition/21970/software-development-environment-sde>

TechTarget. (2021). What are the types of APIs and their differences. Haettu 28. 10. 2021 osoitteesta <https://searcharchitecture.techtarget.com/tip/What-are-the-types-of-APIs-and-their-differences>

Teresa, P. (2020). Sijoitusrahastot. Haettu 04. 11. 2021 osoitteesta <https://sijoitusrahastot.org/sp500/>

U.S. Securities and Exchange Commission. (2018). Staff Report on Algorithmic Trading in U.S. Capital Markets. Haettu 13. 11. 2021 osoitteesta https://www.sec.gov/files/Algo_Trading_Report_2020.pdf

Zuss, N. (2021). IFLR. Haettu 24. 10. 2021 osoitteesta <https://www.iflr.com/article/b1sjckt2md0cg2/primer-high-frequency-trading>

KUVALUETTELO

KUVA 1. Kaupankäynnin jakautuminen (Aldridge, 2013).	8
KUVA 2. Ultranopean kaupankäynnin käyttötarkoitukset (Aldridge, 2013).	9
KUVA 3. S&P 500-indeksin kurssi (Google, 2021)	12
KUVA 4. Alphabet Inc:n osakekurssi (Google, 2021)	12
KUVA 5. Osakekaavio ja sen RSI-indikaattori	15
KUVA 6. Osakekaavio ja sen MACD-indikaattori	16
KUVA 7. Kynttilätikkukaavio ja viivakaavio	17
KUVA 8. Kynttilätikut	17
KUVA 9. Bearish engulfing -kuvio (Investopedia, 2018).	18
KUVA 10. Bullish engulfing -kuvio (Investopedia, 2018).	19
KUVA 11. Laskevan trendiviivan trendimuutos (Pring, 2014).	20
KUVA 12. Nousevan trendiviivan trendimuutos (Pring, 2014).	20
KUVA 13. Trendiviivan muutos ja konsolidointi (Pring, 2014).	21
KUVA 14. Flaskin toiminta ja snapshot-skripti	24
KUVA 15. Yfinance Ticker-moduuli (PyPI, 2021).	25
KUVA 16. Yfinance Ticker-moduuli usean symbolin noutaminen (PyPI, 2021).	25
KUVA 17. Finviz-kaavion upotus	25
KUVA 18. Tiedosto, johon data tallennetaan	26
KUVA 19. Kynttilätikkujen kuvioiden alasvetovalikko	27
KUVA 20. Bullish Doji Star -signaali	28
KUVA 21. Bearish engulfing -signaali	29
KUVA 22. Bullish engulfing -signaali	29
KUVA 23. Kaavion trendiiviat	29