

Black & Scholes –hinnoittelumallin käyttäminen Suomen markkinoiden warrantteihin

Sara Paasonen

Tekijä Sara Paasonen	
Koulutusohjelma Liiketalous	
Opinnäytetyön nimi Black & Scholes -hinnoittelumallin käyttäminen Suomen markkinoiden warrantteihin	Sivu- ja liitesivumäärä 43 + 7
<p>Työn tavoitteena on selvittää poikkeavatko Suomen markkinoilla olevien warranttien hinnat Black & Scholes -hinnoittelumallista saataviin hintoihin. Työ on rajattu Suomen markkinoilla toimiviin warrantteihin, joiden kohde-etuutena on neljän yrityksen osakkeet. Tutkimuksen kohteena olevat warrantit ovat tavallisia ostowarrantteja.</p> <p>Rakenteeltaan työ lähtee suuremmasta kokonaisuudesta kohti tarkennettua aihetta. Tietoperustassa käsitellään sijoittamista johdannaisiin yleisesti, käydään läpi johdannaisten käyttötarkoitukset sekä esitellään johdannaistyyppit. Warrantit käsitellään omassa luvussaan, jossa paneudutaan niiden piirteisiin, tekijöihin, toteutustapoihin sekä niiden arvon muodostumiseen. Tietoperustan viimeinen kappale käsittelee warranttien hinnoittelua: mistä tekijöistä hinnoittelu muodostuu, käydään läpi volatilitiiteetti ja sen merkitys, esitellään kreikkalaiset kirjaimet sekä avataan Black & Scholes -hinnoittelumalli.</p> <p>Empiirisessä osassa perustellaan aineiston valinta, menetelmät ja tulokset. Tutkimuksessa on käytetty Microsoft Excel ja DerivaGem -ohjelmistoja. Volatilitiiteetti toimii ainoana muuttuvana tekijänä warranttien hinnoittelussa. Volatilitiiteettia pystyy mallintamaan eri tavoin, ja tässä tutkimuksessa sitä on haluttu testata historiallisten aineistojen perusteella sekä implisiittisillä volatilitiiteeteilla. Näitä laskettuja volatilitiiteetteja sijoitetaan Black & Scholes -hinnoittelumalliin, ja verrataan markkinoilla olevien hintoihin. Historiallisten aineistojen takia tutkimus perustuu ajanjaksolle 23.1.2015–23.1.2020.</p> <p>Tutkimuksessa selvitettiin erilaisten volatilitiiteettien käyttöä laskiessa hintoja warrantteille. Tutkimuksessa laskettiin historialliset ja implisiittiset volatilitiiteetit, ja implisiittisillä volatilitiiteeteilla päästiin samoihin hintoihin kuin markkinoilla oli. Negatiivinen riskitön korkokanta laskee warrantin hintaa, kun taas positiivinen nostaa. Black & Scholes -hinnoittelumallilla pystyttiin laskemaan samanlaisia hintoja kuin markkinoilla oli. Hinnoittelumalli soveltuu myös hintaskenaarioiden luomiseen.</p>	
Asiasanat Warrantit, hinnoittelu, johdannaiset, sijoittaminen	

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Tavoitteet ja aiheen rajausta	1
1.2	Opinnäytetyön rakenne	1
2	Johdannaiset sijoituskohteena	3
2.1	Sijoittaminen johdannaisiin	3
2.2	Sijoittajan käyttötarkoitukset johdannaisilla	4
2.3	Erilaiset johdannaiset	4
3	Warranttien ominaisuudet	7
3.1	Warrantit yleisesti	7
3.2	Warranttien toteutustavat	8
3.3	Arvon muodostuminen	10
4	Warranttien hinnoittelu	12
4.1	Hinnoittelun ominaisuudet	12
4.2	Warranttien volatiliiteetti	13
4.3	Kreikkalaiset kirjaimet	16
4.4	Black & Scholes -hinnoittelumalli	18
4.5	Black & Scholes -mallin oletukset ja virheet	19
5	Tutkimuksen toteutus ja tulokset	20
5.1	Tutkimuksen aineisto	20
5.2	Tutkimuksen menetelmä	22
5.3	Tutkimuksen tulokset	24
6	Pohdinta	37
6.1	Yhteenveto tuloksista	37
6.2	Jatkotutkimusideat	38
6.3	Työn luotettavuus ja oma oppiminen	39
	Lähteet	41
	Liite 1. Tutkimuksessa käytettyjen Koneen osakkeiden päätöskurssit ajalta 23.1.2015- 23.1.2020	44
	Liite 2. Tutkimuksessa käytettyjen Metson osakkeiden päätöskurssit ajalta 23.1.2015- 23.1.2020	45
	Liite 3. Tutkimuksessa käytettyjen Nesteen osakkeiden päätöskurssit ajalta 23.1.2015- 23.1.2020	47
	Liite 4. Tutkimuksessa käytettyjen Nokian osakkeiden päätöskurssit ajalta 23.1.2015- 23.1.2020	49

1 Johdanto

1.1 Tavoitteet ja aiheen raja

Tämän työn tavoitteena on tutkia warranttien hinnoittelua, ja mallintaa päästäänkö Black & Scholes -hinnoittelumallilla samoihin hintoihin kuin mitä Suomen markkinoiden warrantteilla on. Tavoitteena on saada selville, mitkä tekijät vaikuttavat warranttien hinnoitteluun, ja miten nämä tekijät näkyvät. Vertaillaan erilaisten volatiliteettien käyttöä warranttien hinnoitteluissa. Tavoitteena on saada kokonaisuudessaan laaja kuva warrantteista, niiden käyttäytymisestä, sekä Black & Scholes -hinnoittelumallista.

Tutkimuksen pääkysymykset:

1. Pystyykö Black & Scholes -hinnoittelumallia hyödyntämään markkinoilla olevien warranttien hinnoittelussa?
2. Kannattaako käyttää historiallista volatiliteettia vai implisiittistä volatiliteettia Black & Scholes -hinnoittelumallissa?

Aihe on rajattu maantieteellisesti Suomen markkinoilla toimiviin warrantteihin. Tutkimuskohteena olevat warrantit ovat plain vanilla ostowarrantteja eli tavallisia warrantteja. Tavallisiin ja muihin warranttien tyyppeihin paneudutaan myöhemmin tässä työssä. Warranttien kohde-etuutena toimivat neljän yrityksen osakkeet. Aikavälinä tutkimuksessa toimii 28.2.2015–28.2.2020, koska tutkimuksessa on käytetty historiallisia aineistoja, jotta saadaan pidemmän aikavälin historiallisen volatiliteetin tuloksia.

1.2 Opinnäytetyön rakenne

Tämä opinnäytetyö koostuu tietoperustasta ja empiirisestä osasta. Tietoperustassa lähdetään suuremmasta kokonaisuudesta kohti rajattua aihetta. Sijoittamista johdannaisiin tarkastellaan tietoperustan ensimmäisessä luvussa, sekä niiden käyttötarkoituksia, jonka jälkeen esitellään erilaiset johdannaiset. Kolmannessa luvussa käsitellään warrantteja, niiden yleisiä piirteitä, toteutustapoja sekä niiden arvon muodostumista. Neljännessä luvussa syvennytään warranttien hinnoitteluun, käydään läpi hinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä, esitellään volatiliteetti, käydään läpi kreikkalaiset kirjaimet eli warranttien teoreettiset arvot sekä esitellään Black & Scholes -hinnoittelumalli.

Empiirisessä osassa paneudutaan Black & Scholes -hinnoittelumalliin. Siellä esitellään tutkimuksessa käytetty aineisto, rajataan mistä ja miksi se on valittu. Tarkastellaan tarkemmin, mitä tutkimuksessa on tehty, ja millaisin menetelmin. Tutkimus osassa käydään läpi vaihe vaiheelta laskelmat historiallisen ja implisiittisen volatiliteetin laskemisesta sekä

tutkitaan Black & Scholes kaavan käyttöä. Empiirinen osa keskittyy volatilitettiin, sen erilaisiin laskelmiin ja mallintamistapoihin. Tutkitaan miten riskittömän korkokannan muutokset vaikuttavat warranttien hintoihin, sekä paneudutaan tutkittavien warranttien hintakehitykseen.

Pohdinta osuudessa tehdään tutkimuksesta yhteenveto. Käydään läpi tutkimuksen suurimmat ja tärkeimmät kohdat, sekä esitellään syyt tuloksille. Työn prosessi käydään vaihe vaiheelta läpi, sekä esitellään mahdollisia jatkotutkimuskohteita. Pohdinta osuudessa otetaan myös kantaa työn luotettavuuteen sekä pohditaan omaa oppimista.

2 Johdannaiset sijoituskohteena

Erilaiset sijoitusmahdollisuudet ovat lisääntyneet, ja Suomessa on alettu yhä enemmän kiinnostumaan sijoittamisesta. Väestöä on alkanut kiinnostamaan erilaiset sijoitusvaihtoehdot. Uudempiin ja monimutkaisempiin sijoituskohteisiin on myös ollut helpompi sijoittaa, koska sijoitustietoisuus on kasvanut kotitalouksissa. Kiinnostuksen lisääntymiseen on vaikuttanut väestön vaurastuminen. (Kallunki, Martikainen & Niemelä, 2011, 15-16) Tämä kappale käsittelee yleisesti johdannaisia ja niihin sijoittamista. Johdannaisinstrumentit käsitteenä on laaja ja kattaa sisälleen erilaisia sijoituskohteita. Käydään kappaleessa yleisellä tasolla läpi erilaiset johdannaiset sekä niiden rakenteet.

2.1 Sijoittaminen johdannaisiin

Johdannaiset ovat rahoitusinstrumentteja, joiden arvo muodostuu muiden sijoituskohteiden arvoista. Johdannaisten arvot voivat olla johdettuja esimerkiksi koroista, osakkeista, valuutoista tai raaka-aineista. Johdannaisten arvon muodostumisessa käytettävää toista sijoituskohdetta kutsutaan johdannaisten kohde-etuudeksi. (Kallunki ym. 2011, 117) Kohde-etuuksien kirjo on muuttunut monimuotoisemmaksi eksoottisten johdannaisten myötä. Eksoottisissa johdannaisissa kohde-etuutena voi olla esimerkiksi sääilmiö. Vipuvaikutus mahdollistaa johdannaisissa suuret voitot tai tappiot. (Sijoitustieto, 2015) Johdannaisilla ei tarvitse sitoutua kohde-etuuden kokonaisarvoon, joka luo tämän vipuvaikutuksen. Johdannaisissa hyödytään kohde-etuuden arvon nousuista sekä laskuista, jolloin vipuvaikutus vaikuttaa voiton ja tappion suuruuteen. (Erkkilä, 2017) Vipuvaikutusta käsitellään myöhemmin lisää tässä työssä. Johdannaisten piirteenä on, että niissä määritellään myynti- ja ostohinta ennen toteutumista sekä niiden toteutusajankohta, jolloin kauppa tehdään. Johdannaisten kaupantekohetkellä ei kumpikaan osapuoli maksa mitään, vaan sovitun päättymisajan jälkeen markkinoilla olevan hinnan ja sopimuksessa sovitun johdannaisten hinnan erotus maksetaan. (Kallunki ym. 2011, 117) Onnistuneessa johdannaisten sijoituksessa sijoittaja on osannut arvioida kohde-etuuden arvon muutokset (Parviainen & Järvinen, 2015, 73).

Johdannaissopimukset ovat joko vakioituneita tai vakioimattomia. Vakioituneissa kaupankäynti on julkista sekä valvottua. Vakioituneissa sopimuksissa kauppaa käydään yleensä yrityksien ja välitysliikkeiden välillä, ja kaupankäynti tapahtuu johdannaispörssissä. Vakioitumattomia sopimuksia kutsutaan OTC-sopimuksiksi, jotka eivät ole standardoituja. (Harsu, 2011; Tikka, Nykky, Virtanen, Heiniö & Linnanvirta, 2014, 289) Vakioituneissa sopimuksissa on tarkasti ennalta määrätty ehdot, ja vakioitumattomissa sopimuksissa välittäjät sopivat keskenään omat ehtonsa (Kallunki ym. 2011, 118).

Johdannaisiin ei kannata kokemattoman sijoittajan sijoittaa, koska johdannaiset ovat yleensä hyvin monimutkaisia ja sijoittajan tulee esimerkiksi tietää, miten niiden hinnat muodostuvat. Johdannaisissa on usein korkea riski, ja sijoittajan tulee osata arvioida mahdollisia riskitekijöitä. (Sijoittaja.fi 2019)

2.2 Sijoittajan käyttötarkoitukset johdannaisilla

Johdannaistenmarkkinat ovat kasvaneet vuosien myötä laajoiksi, ja markkinoilta löytyy paljon erilaisia sijoittajia, joilla on eri tarkoituksia sijoittaessaan. Johdannaisia löytyy paljon erilaisia, ja käyttötarkoituksia löytyy moneen eri tarpeeseen. Johdannaisissa on kolme pääsyytä miksi niitä käytetään, jotka käymme seuraavaksi läpi. (Hull, 2016, 27-34)

Suojaaminen on yksi johdannaisinstrumenttien käyttötarkoitus. Muutokset kohde-etuuk-sien hinnoissa tai kassavirroissa aiheuttavat sijoittajalle riskiä. Johdannaisten avulla näihin muutoksiin pystytään suojautumaan joko kokonaan tai osittain. Johdannaisten avulla saa-daan luotua asetelma, joka vähentää kohde-etuuden riskiä. Asetelmassa kohde-etuuden hinnalle luodaan tietty hintataso. Esimerkiksi sijoittajalla on yhtiön osakkeita, ja hän haluaa vähentää salkkunsaa riskiä suojaamalla niitä johdannaisten avulla. Sijoittaja tällöin ostaa tietyllä hinnalla osakkeen arvosta muodostuneita johdannaisia, jolla turvataan mahdolliset osakkeiden tappiot. Joten osakkeiden arvon laskiessa, nousee johdannaisten tuottama voitto. (Hull, 2016, 27-34; Sijoitustieto 2015; Tikka ym. 2014, 290)

Spekulaatio on toinen johdannaisten käyttötarkoitus. Spekulaatiossa sijoittaja arvelee, että hyödykkeen hinta menee joko ylös tai alas ja hyötyy näistä hinnanmuutoksista johdan-naisten avulla. Toisin kuin suojautumisessa sijoittaja haluaa tavoitella voittoja hintojen muutoksilla, joita sijoittaja itse yrittää ennakoita. (Hull, 2016, 30-32; Tikka ym. 2014, 290)

Sijoittaja voi johdannaisilla tavoitella arbitraasia, eli riskittömiä tuottoja. Arbitraasiin pääs-tään, kun myydään ja ostetaan kahdella tai useammalla eri markkinapaikalla samanaikai-sesti. Arbitraasiin voittoihin voi päästä myös kaupanteossa, jossa kohteena on yhdistet-tyjä instrumentteja. Arbitraasi perustuu siihen, että saadaan aikaan vastakkaisia asetel-mia. Hinnoitteluvirheet, eli ero hinnoissa ratkaisevat kuinka suuret voitot sijoittaja saa. (Hull, 2016, 27-34; Sijoitustieto 2015; Tikka ym. 2014, 290)

2.3 Erilaiset johdannaiset

Johdannaisten kirjo on laaja markkinoilla, käymme tässä kappaleessa läpi yleisimmät joh-dannaiset, sekä niiden tyypillisimmät piirteet. Johdannaiset jaetaan usein kahteen

pääryhmään. Pääryhmät ovat termiinityyppiset ja optiotyyppiset johdannaiset. (Harsu, 2011; Tikka ym. 2011, 292)

Termiinityyppisissä sopimuksissa sekä myyjä, että ostaja ovat molemmat velvollisia toteuttamaan kaupat. Sopimuksen osapuolet ovat yhdessä sopineet ajankohdan sekä hinnan kaupalle. (Harsu, 2011) Termiinityyppisistä johdannaisista esitellään termiinit, futuurit ja swapit.

Termiinit ovat sopimuksia, joiden hinta ja maksupäivä määritellään termiinisopimuksessa eli ne vakinaistetaan. Ennen sopimuksen erääntymispäivää ei rahasuorituksia suoriteta kummankaan osapuolen puolelta. (Määttä, 2016; Tikka ym. 2014, 292-294)

Futuurit ovat samanlaisia kuin termiinit, mutta erona on sopimuksen maksujen arvostus joka päivä uudestaan (Kallunki ym. 2011, 120-121; Tikka ym. 2014, 292-294). Futuureissa raha liikkuu päivittäin, ja usein futuurikaupoissa on vakuuksia. Futuureilla käydään kauppaa pörssissä. Yleisimmät termiini ja futuuri sopimukset liittyvät valuuttoihin, osakkeisiin, korkoihin ja hyödykkeisiin. (Tikka ym. 2014, 292-294)

Swap-sopimuksia käytetään korkoihin ja valuuttoihin. Swapeissa kaupanteon osapuolet vaihtavat kohde-etuuksia, ja molemmat osapuolet ovat velvollisia suorittamaan sovittun kaupan. Swap-sopimuksissa on ennalta määrätty hinnat ja erääntymispäivämäärät. Esimerkiksi korkoswapissa voidaan vaihtaa vaihtuvasta kiinteään tai kiinteästä vaihtuvaan korkoon. (Harsu, 2011; Kallunki ym. 2011, 121)

Optiotyyppisissä sopimuksissa velvoite toteuttaa kauppa koskee ainoastaan myyjäosapuolta eli sitä osapuolta, joka asettaa option. Ostajalla on sen sijaan oikeus toteuttaa sopimus ehtojen mukaisesti, mutta ei velvollisuutta. (Harsu, 2011; Tikka ym. 2011, 295-296)

Optioita on kahdenlaisia, amerikkalaisia ja eurooppalaisia. Amerikkalaisissa optioissa kauppa pystytään suorittamaan milloin vain, jo ennen eräpäivää. Eurooppalaisissa suoritetaan optiot ainoastaan näiden eräpäivinä. (Tikka ym. 2011, 295)

Option kohde-etuuksena voi toimia monenlaisia muuttujia. Sopimuksissa on tärkeää olla määriteltynä ostajan oikeudet ja myyjän velvoitteet. Optiotyyppiset johdannaiset jaetaan optioihin ja warrantteihin. Optiosopimukseen liittyy preemio, jonka ostaja maksaa myyjälle. Preemio tarkoittaa hintaa, joka optiosta maksetaan. Preemiota ei tarvitse maksaa heti sopimuksen vahvistuksen yhteydessä. Ostaja voi suorittaa preemiomaksun milloin vain, kunhan maksaminen tapahtuu ennen kuin sopimus päättyy. Preemio määräytyy option sen hetkisestä markkinahinnasta. Option markkinahinnassa on kaksi tekijää, jotka ovat perusarvo ja aika-arvo. Perusarvo muodostuu markkina-arvon ja toteutushinnan erotuksella, ja

aika-arvo muodostuu markkina-arvon ja perusarvon erotuksella. Aika-arvon suurin mahdollinen suuruus on silloin, kun määriteltynä olevan kohde-etuuden hinta ja option toteutushinta kohtaavat. Aika-arvosta tulee nolla, kun sopimus erääntyy. (Tikka ym. 2011, 295-296)

3 Warranttien ominaisuudet

Tässä luvussa käsitellään warrantteja yleisesti. Mitkä ovat niiden tavalliset piirteet ja miten ne eroavat optioista. Luvussa käydään läpi warranttien toteutustapoja ja millaisia rakenteita warrantteilla on, sekä sitä miten niiden arvo muodostuu.

3.1 Warrantit yleisesti

Warrantit ovat optiotyyppisiä johdannaisinstrumentteja. Sopimuksissa on määriteltynä hinta ja rajattu juoksuaika eli arvopaperin voimassaoloaika. Warranttien tarkoituksena on hyötyä sen kohde-etuuden arvon muutoksista. (Tikka ym. 2011, 296-297) Kohde-etuutena toimii jokin toinen sijoituskohde (Kallunki ym. 2011, 117). Warranttien arvo muodostuu kohde-etuuden arvosta (Määttä, 2016). Erilaisia kohde-etuuksia on valtavasti, mutta yleisimpiä kohde-etuuksia ovat valuutat, osakkeet ja indeksit (Nousiainen & Sundberg, 2013, 91).

Warrantit eroavat vain vähän optioista. Warrantit luokitellaan arvopapereiksi, ja optiot ovat sopimuksia kahden osapuolen välillä. (Ankelo, 2014a) Optioita on kaupankäynninkohteenä niin pörssissä kuin OTC-sopimuksina (Danske Bank, 2019). OTC-sopimuksilla käydään kauppaa OTC-markkinoilla, jotka eivät kuulu pörssin alaisuuteen, ja valvonta on vähäisempää. OTC-markkinoilla olevien arvopapereiden yritykset eivät ole listattuina. (Senttisijoittat.com, 2017) Pankki tai pankkiiriliikkeet asettavat warrantit kaupankäynninkohteiksi eli warrantteja ei voi lunastaa muulla kuin rahalla. Optioita sen sijaan voidaan lunastaa myös muilla tavoin. (Ankelo, 2014a) Warrantit ovat kuitenkin jälkimarkkinakelpoisia, eli sijoittaja voi myydä niitä eteenpäin (Järvinen & Parviainen, 2014, 63). Optioiden juoksuaajat ovat yleensä pidempiä kuin warranttien (Ankelo, 2014a). Warrantteilla on liikkeeseenlaskijan asettama markkinatakaus, ja niiden hintoja päivitetään jatkuvasti. (Blomster, 2017).

Plain vanilla -warrantit ovat niin sanottuja tavallisia warrantteja, joiden sopimuksissa ei ole erikoisia ehtoja (Järvinen & Parviainen, 2014, 158). Tavallisten warranttien lisäksi markkinoilla on myös turbowarrantteja. Turbowarrantteillekin on asetettu toteutushinta ja maturiteetti, eli aikarajoite kauan arvopaperi on voimassa, ja milloin se tulee realisoida. Juoksuaika voi päättyä myös aikaisemmin rajatason takia. Rajatasossa on asetettu tietty arvo, ja sen saavuttaessaan turbowarrantti erääntyy. Tavallisilla warrantteilla ei ole rajatasoja. (Ankelo, 2014b) Vipuvaikutus on suurempi turbowarrantteilla kuin tavallisilla warrantteilla, näin ollen niihin liittyy suurempi riski (Blomster, 2017). Tässä työssä tutkitaan vain tavallisia plain vanilla -warrantteja.

Markkinoilla olevien warranttien nimet voivat näyttää pitkiltä sekä hankalilta, mutta niistä sijoittaja saa nopeasti paljon tietoa. Kaikki warrantit nimetään samanlaisin perustein, jotta sijoittajien olisi helppo saada arvopaperien avaintiedot. Esimerkkinämme toimii tutkimuksessa käytetty warrantti NES0D17EP39.0000R0.200NDS. Nimen kolme ensimmäistä kirjainta kertovat kohde-etuuden, eli esimerkissä NES tarkoittaa Nestettä. Kirjainten jälkeinen numeron tarkoittaa vuotta, jolloin warrantti erääntyy. Esimerkissä on 0, joka tarkoittaa sen erääntyvän vuonna 2020. Erääntymisvuoden jälkeinen kirjain antaa kaksi tietoa kyseisestä johdannaisesta. Taulukosta 1 nähdään kirjaimen kuvastavan kuukautta, jolloin warrantti erääntyy, mutta kirjaimesta näkee myös, onko arvopaperi osto- vai myynti-warrantti. Esimerkkinä toimiva on siis ostowarrantti, joka erääntyy huhtikuussa. (Nordea, 2017; Sijoitus.org, 2012)

Taulukko 1. Aakkoskirjaimien merkitys warranttien nimessä mukaillen (Nordea, 2017; Sijoitus.org, 2012)

Kuukausi	Tammi-kuu	Helmi-kuu	Maalis-kuu	Huhti-kuu	Touko-kuu	Kesä-kuu	Heinä-kuu	Elo-kuu	Syys-kuu	Loka-kuu	Marras-kuu	Joulu-kuu
Ostowarrantti	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Myynti-warrantti	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X

Aakkoskirjaimen jälkeen nimessä on kaksi numeroa, jotka kuvastavat erääntymispäivää, eli esimerkin warrantti erääntyy 17. päivä. Esimerkki warrantti erääntyy siis 17.4.2020. Erääntymispäivän jälkeinen kirjain E kuvastaa, warrantin olevan eurooppalainen, toinen vaihtoehto olisi A-kirjain, jolloin warrantti olisi amerikkalainen. Kirjain P ja sen jälkeinen numerosarja on warrantin toteutushinta. Toteutushinnan jälkeinen kirjain R ja numerosarja kuvastaa warrantin suhdetta kohde-etuuteen, eli montako warranttia saa yhdellä osakkeella. Esimerkissä yhden osakkeen saa viidellä warrantilla. Warrantin nimen viimeiset kirjaimet kertovat liikkeellelaskijan, esimerkissä liikkeellelaskija on Nordea Bank Abp. (Sijoitus.org, 2012)

3.2 Warranttien toteutustavat

Warrantteja on kahdenlaisia: osto- ja myynti-warrantteja. Ostowarrantteissa ostajalla on oikeus ostaa, ja myyjällä velvollisuus toteuttaa kauppa. Myynti-warrantteissa ostajalla on

oikeus myydä, ja myyjällä velvollisuus ostaa. (Tikka, ym. 2011, 295-297) Warranteilla on kertoimet, joista selviää, montako warranttia tarvitaan ostaakseen tai myydäkseen valitun kohde-etuuden (Nousiainen & Sundberg, 2013, 91-92). Warrantin hinnan valuutta määräytyy kohde-etuuden kaupankäyntipaikan mukaisesti. Toteutushinnat eivät voi muuttua, vaan ehtoihin on kirjattu sovittu hinta. Poikkeuksena yhteisesti sovittu järjestely, kuten yrittösosto tai -myynti, jolloin hinta voidaan ostajan ja myyjän välillä sopia uudelleen. Optioiden mukaisesti warrantit voivat myös olla joko eurooppalaisia tai amerikkalaisia. Amerikkalaiset warrantit ovat yleensä kalliimpia kuin eurooppalaiset, koska amerikkalaisia warrantteja saa oikeudenhaltija lunastaa tai myydä milloin vain. (Nelskylä, 2009, 21-27)

Warranteissa suuren tuoton tai tappion takaa vipuvaikutus, joka lisää arvopaperin riskiä. Korkean riskin ansiosta sijoittajalla on mahdollisuus myös isoihin tuottoihin. Vipuvaikutuksen arvo on vaihteleva ja muuttuu, kun kohde-etuuden hinta eroaa warrantin toteutushinnasta. Vipu lasketaan jakamalla kohde-etuuden hinta ja warrantin hinta kerrottuna kertomella, kuten kaavasta 1 nähdään. (Sijoitustieto, 2014) Kertoimella tarkoitetaan sitä lukua, montako warranttia tarvitaan kattamaan sen kohde-etuus (Nousiainen & Sundberg, 2013, 91-92). Vipuvaikutuksen laskemisella saadaan selville, miten paljon tuotto eroaa, kun sijoittaa warrantteihin tai kun sijoittaisi suoraan warrantin kohde-etuuteen (Nelskylä, 2009, 39-40).

$$\frac{\text{Kohde-etuuden hinta}}{\text{(Warrantin hinta x kerroin)}} = \text{Vipuvaikutus} \quad (1)$$

Warrantit sopivat sijoitussalkun suojaamiseen. Myyntiwarrantit toimivat suojauksena, jos kohde-etuuden kurssi alkaisi laskemaan. Eli sijoittaja saa tuottoja myyntiwarrantin avulla, kun kohde-etuuden kurssi laskee. Suojauksessa myyntiwarrantteja ostetaan sen verran, kun kurssin arvioidaan laskevan, jotta sijoittaja ei kokisi tappiota. (Blomster, 2017; Nelskylä, 2009, 119-120)

Warrantit tuovat sijoittajalle monenlaisia etuja, mutta niillä kuten muillakin sijoituskohteilla on huonot puolensa. Sijoittajan on hyvä tiedostaa arvopaperin molemmat puolet, koska ne vaikuttavat riskiin, ja näin ollen vaikuttavat siihen sopivatko ne sijoittajalle sijoituskohteeksi. (Nelskylä, 2009, 28-38)

Warranteilla on paljon etuja, käydään ne seuraavaksi yleisellä tasolla läpi. Warrantteja on paljon erilaisia, ja kohde-etuuksien kirjo on laaja. Tämä mahdollistaa hyvät puitteet hajauttamiseen, jonka avulla sijoittaja voi vähentää sijoitussalkkunsu riskiä. Warranttien suurin etu on vipuvaikutuksen hyödyntäminen, warranttien mahdollinen korkea tuottavuus

perustuu vipuvaikutukseen. Sijoittajalle tuo turvaa warranttien kaupankäynti pörssissä, koska Finanssivalvonnan ja pörssin tulee hyväksyä arvopaperit, sekä valvoa takausta, joka turvaa hinnoittelua. (Nelskylä, 2009, 28-38)

Etuna warranteissa on, että sijoittaja tietää aina paljonko on maksimissaan menettämässä, jos sijoitus ei mene niin kuin oli ajatellut. Warranteilla on rajattu tappio toisin kuin esimerkiksi optioilla. Tuottopotentiaalia ei ole rajattu ostowarranteilla, ja myyntiwarranteilla se on vain vähän rajattu. Rajoittamaton tuottopotentiaali perustuu siihen, että kurssi voi nousta ilman rajoituksia. Warranteilla käydään kauppaa niin nousevilla kuin laskevilla markkinoilla, joka tuo sijoittajalle mahdollisuuksia muun muassa suojaukseen ja spekulointiin. Liikkeeseenlaskijat antavat arvopapereilleen markkinatakauksen, joka tekee warranteista likvidejä, eli helposti rahaksi muutettavia. Warranteilla on myös alhaiset kaupankäyntikustannukset, koska kaupankäynti tapahtuu oman välittäjän kanssa. (Nelskylä, 2009, 28-35)

Sijoittajan on hyvä tietää warranttien huonoista puolista. Johdannaisille omaista on mahdollisuudet suuriin tuottoihin, mutta samalla niissä on suuret riskit. Vaikka warrantit ovat arvopapereita, ne ovat silti myös johdannaisia, ja niihin sisältyy tekijöitä, jotka vaikuttavat niiden riskisyyteen. Johdannaisiin sijoittaessa tulee tietää oma riskiprofiilinsa, eli miten sieittää riskiä. Warrantit ovat luonteeltaan monimutkaisia, jotka vaativat sijoittajalta perehtyneisyyttä ja kokemusta, jotta sijoitukset olisivat tuottavia. Huonona puolena voidaan nähdä rajattu maturiteetti eli juoksuaika. Kohde-etuuksien arvot voivat heitellä paljon ja nopeasti, joten rajattu juoksuaika voi aiheuttaa sen, että arvopaperin päättymispäivä sijoittuu juuri huonolle jaksolle. Warranteilla ei ole oikeutta kohde-etuuden osinkoihin, eikä niillä ole vaikutusta kohde-etuuden yrityksen osakepääoman määrään. (Nelskylä, 2009, 18-38)

Riskit vaikuttavat arvopapereiden tuottoon ja hintaan. Osapuoliriski on mahdollinen warrantti-kaupoissa, vaikka liikkeeseenlaskijoina toimivat pörssissä noteeratut yritykset. Osapuoliriski tarkoittaa riskiä liittyen kaupanteon osapuoliin, eli esimerkiksi riskinä on mahdollinen maksukyvyttömyys kaupanteon toisella osapuolella, kuten ostajalla. Usein toisena osapuolena liikkeeseenlaskijan lisäksi on sijoittaja. Mahdollinen valuuttariski on olemassa silloin, kun warrantin kohde-etuus ei ole kotimainen. Valuuttojen arvojen muutokset aiheuttavat valuuttariskin. Markkinariskiä warrantit kohtaavat, koska kohde-etuuksien arvot liikkuvat nopeasti ja monesta syystä, sen takia warrantteihin sijoittavan tuleekin pysyä markkinoiden mukana. (Nelskylä, 2009, 147-152)

3.3 Arvon muodostuminen

Juoksuajan päätyttyä tarkastetaan, onko warrantilla arvoa. Jos warrantin toteutushinta on korkeampi kuin kohde-etuuden arvo samaisena päivänä, myyntiwarrantti tuottaa silloin

sijoittajalle, eikä ole arvoton. Jos toteutushinta on alempi kuin kohde-etuuden arvo, myyntiwarrantilla ei olisi arvoa. Ostowarranteissa arvoa syntyy, kun kohde-etuuden arvo on suurempi kuin warrantin toteutushinta. Jos toteutushinta olisi suurempi kuin kohde-etuuden arvo, ei ostowarrantilla olisi arvoa. Arvon sijoittaja saa nettoarvon tilityksenä tai arvosuuksina. (Nousiainen & Sundberg, 2013, 91-92) Warranteilla on nimitykset erilaisille tilanteille, kun niiden arvoja katsotaan. Eli millainen on arvon suhde toteutushintaan. In-the-money warrantti tarkoittaa, että arvopaperilla on perusarvoa, jolloin ostowarrantin kannalta kohde-etuuden arvo on suurempi kuin toteutushinta. Myyntiwarrantti on in-the-money, jos toteutushinta on suurempi kuin kohde-etuuden hinta. At-the-money tarkoittaa molempien warranttien kohdalla, että kohde-etuuden hinta ja toteutushinta ovat samansuuruisia. Out-of-the-money tarkoittaa sijoittajalle, ettei perusarvoa ole, eli sijoittaja ei silloin saisi tuottoja. Tällöin ostowarrantin arvo on kohde-etuuden arvoa pienempi ja myyntiwarrantilla toisinpäin. (Nelskylä, 2009, 43-44; Smart, Gitman & Joehnk, 2017, 590-591)

Nettoarvo ostowarranteille saadaan, kun kohde-etuuden hinnasta vähennetään warrantin toteutushinta. Myyntiwarranteissa nettoarvo muodostuu warranttiin sijoittaneelle, kun toteutushinnasta vähennetään kohde-etuuden hinta. Päätymispäivänä sijoittaja ei yleensä myy tai osta kohde-etuuttaan, vaan sijoittaja saa käteissuorituksen nettoarvontilityksenä. Warrantien kertoimet vaikuttavat paljonko sijoittaja saa käteissuoritusta yhdestä warrantista. (Nelskylä, 2009, 20-26)

Warrantin kokonaisarvo eli preemio rakentuu warrantin perusarvosta sekä sen aika-arvosta. Perusarvo ostowarranteille saadaan, kun kohde-etuuden hinnasta vähennetään toteutushinta. Perusarvo ei voi mennä negatiiviseksi. Perusarvoa laskiessa tulee huomioida warranttien kertoimet. Myyntiwarranttien perusarvo saadaan, kun toteutushinnasta vähennetään kohde-etuuden arvo. Molemmilla warranteilla on aika-arvoa siihen saakka, kunnes on arvopaperin päätymispäivä. Aika-arvoa muodostuu siitä, että onko kohde-etuuden hinta markkinoilla mennyt positiiviseen suuntaan sijoittajan kannalta. Lähestyessä päätymispäivää aika-arvo alenee nopeammin, koska suotuisalle kohde-etuuden hinnan muutokselle on vähemmän aikaa. (Nelskylä, 2009, 42-47)

4 Warranttien hinnoittelu

Käydään läpi warranttien hintoihin vaikuttavat tekijät sekä, miten tekijät vaikuttavat hintoihin. Esittelemme Black & Scholes -hinnoittelumallin sekä sen historian, rakenteen, käyttö-tarkoituksen ja virheet. Luvun asioita on havainnollistettu taulukoilla ja kaavoilla.

4.1 Hinnoittelun ominaisuudet

Warranttien hintaan vaikuttaa monen tekijän summa. Yhden tekijän muuttuessa, muuttuu myös warrantin hinta. Hintaan vaikuttavia tekijöitä on viisi: kohde-etuuden hinta, toteutus-hinta, maturiteetti, riskitön korkotaso, kohde-etuuden osingonjako ja volatilitteetti. (Hull, 2016, 248-252)

Taulukosta 2 nähdään, miten mikäkin muuttuja vaikuttaa warrantin hintaan. Selviää mitä tapahtuu, kun kyseinen muuttuja muuttuu, mutta muut pysyvät muuttumattomina. Plus-merkki tarkoittaa, että muuttujan kasvaessa hinta nousee. Miinusmerkki tarkoittaa, kun muuttuja kasvaa, niin warrantin hinta laskee.

Taulukko 2. Muuttujan vaikutus eurooppalaisiin warrantteihin mukaillen (Hull, 2016, 248-252; Knüpfer & Puttonen, 2018, 228-231; Nelskylä, 2009, 108)

Muuttuja	Eurooppalainen ostowarrantti	Eurooppalainen myynti warrantti
Kohde-etuuden hinnan nousu	+	-
Toteutushinnan nousu	-	+
Juoksuajan piteneminen	?	?
Volatilitteen nousu	+	+
Riskittömän korkotason nousu	+	-
Kohde-etuuden odotettu osin-gonjako	-	+

Kohde-etuuden hinnan nousu vaikuttaa ostowarrantin hintaan nousevasti, koska sijoittaja ansaitsee silloin suuremman tuoton. Myyntiwarrantin kohde-etuuden hinnan nousu vaikuttaa hintaan laskevasti, koska tuotto vähenee. Toteutushinnan kasvaessa ostowarrantin hinta laskee, koska silloin tuotto on pienempi ja myyntiwarrantilla nousee, koska tuottokin kasvaa. Toteutushinta on kuitenkin vakio, kun warrantin maturiteetti alkaa. Maturiteetin suhdetta hintaan ei tiedetä eurooppalaisilla warranteilla, eli jos juoksuaika pidentyisi, ei tiedettäisi varmaksi nousisiko vai laskisiko osto- tai myyntiwarrantin hinta. Yleensä hinta nousee molemmilla, kun juoksuaikaa pidennetään. Mutta esimerkiksi osakekurssin lasku suurien osinkojen ulosmaksujen takia voi aiheuttaa sen, että lyhyemmän juoksuajan omaava olisikin ollut parempi sijoitusvaihtoehto. Ajan kuluessa osto- ja myyntiwarrantien hinta laskee. Näiden syiden takia taulukkoon on merkitty ?, koska juoksuajan piteneminen ei vaikuta suoraan warrantin hintaa positiivisesti tai negatiivisesti. Riskittömän korkotason nousu ei vaikuta kovin selkeästi warrantin hintaan. Warranteissa maksusuoritus tehdään vasta, kun juoksuaika päättyy, näin ollen sijoittaja voi ostohinnan laittaa kasvamaan sen ajaksi korkoa. Sen takia ostowarrantin hinta on aina isompi, mitä suurempi on riskitön korkotaso, koska silloin saadaan isompi tuotto, kun ostohinnan suorittamista viivästytetään. Myyntiwarranteissa riskittömän korkotason nousu aiheuttaa hinnan laskua, koska tuotto saadaan vasta, kun maturiteetti päättyy. Korkojen nousu vaikuttaa myös samanlailla warrantteihin, jos ne ovat valuuttawarrantteja, ja ne toimivat vaihtokurssissa kotimaisilla korkomarkkinoilla. Ulkomaisten valuuttojen muutokset koroissa vaikuttavat vastakkaiset reaktiot warranttien hinnoissa kuin taulukosta 2 nähdään. Kohde-etuudesta voidaan jakaa osinkoja, ja tämä vaikuttaa warranttien hintaan vain, jos arvio osingosta ei ole mennyt niin kuin oli arvioitu. Warranteilla ei ole oikeutta osinkoihin, joten normaali osingonjako ei vaikuta hintaan, vaan arviot, mitä on odotettu osinkojen olevan. Tämän johtuu siitä, että eurooppalaiset warrantit hinnoitellaan niin, että huomioidaan odotetun osingonjaon jälkeinen hinta. Vaikutus osinkojen nostosta on ostowarranteilla negatiivinen ja myyntiwarranteilla positiivinen. (Hull, 2016, 248-252; Knüpfer & Puttonen, 2018, 228-231; Nelskylä, 2009, 107-108)

4.2 Warranttien volatiliteetti

Warranteista puhuessa on tärkeää huomioida volatiliteetti. Volatiliteetillä tarkoitetaan, kuinka nopeasti kohde-etuuden arvo vaihtelee ja kuinka paljon. Taulukosta 2 huomataan, että volatiliteetin nousu osto- kuin myyntiwarranteissa kasvattaa niiden hintaa. Tämä johtuu siitä, että volatiliteetin kasvaessa sijoituksen riski myös nousee. Normaalijakauma kertoo, millaisiin arvoihin warrantin arvo voi päättyä, kun sen maturiteetti loppuu. Jakauma on aina sitä suurempi, mitä isompi volatiliteetti on. Normaalijakauma saadaan muodostettua keskiarvon ja keskihajonnan avulla. Keskiarvo on volatiliteetti käyrän korkein kohta.

Keskihajonnan avulla saadaan selville, millä todennäköisyyksillä mihinkin arvoon päädytään. Warrantteihin keskihajontaa käytettäessä tulee ehdoiksi normaalijakaumalle, että tuotto pitkänajan kuluttua on nolla. Tämän takia keskiarvoksi tulee kohde-etuuden hinta. Normaalijakauma olettaa, että arvo voi mennä negatiiviseksi, mutta warranteissa arvo päättyy nollaan, koska suurin osa kohde-etuuksien hinnoista ei voi laskea alle nollan. Tämän takia usein puhutaan lognormaalijakaumasta, jossa arvo ei voi mennä negatiiviseksi. Lognormaalijakaumassa mahdollisuudet suurempaan positiivisen arvoon ovat suuremmat, ja arvon laskuun mahdollisuudet ovat pienemmät. (Nelskylä, 2009, 79-89)

Volatiliteetti on tuottojen hajonnan mittari. Volatiliteetteja on neljä erilaista. Näitä ovat historiallinen, tuleva, ennustettu ja implisiittinen volatiliteetti. Historiallisessa volatiliteetissa arvo muodostuu aikaisempien volatiliteettien perusteella. Laskettaessa historiallista volatiliteettia vertaillaan muutoksia ajankohdan perusteella, joka on sama vertailukohteilla. Volatiliteetin arvo muodostuu aikaisempien arvojen väliin, eli maksimi arvon nousun ja laskun välistä löytyy historiallinen volatiliteetti. (Nelskylä, 2009, 91-98; Sleutel, 2017) Tulevan volatiliteetin perustana voi olla historialliset volatiliteetit, koska tuleva volatiliteetti rakentuu sijoittajan omasta arviosta, ja siihen vaikuttaa erilaiset tiedot, joita sijoittaja on saanut. Ennustettu volatiliteetti tarkoittaa millaisia ennusteita tulevista volatiliteeteista on tehty. (Nelskylä, 2009, 91-98) Warranttien hinnoittelumallissa käytetään yleisesti implisiittistä volatiliteettia. Implisiittinen volatiliteetti muodostuu markkinoilla olevista odotuksista tulevasta volatiliteetista, ja siihen vaikuttaa kohde-etuuden tekijät. Tekijät aiheuttavat muutoksia hintaan, eli ne ovat riskitekijöitä. Markkinat siis muodostavat implisiittisen volatiliteetin. (Nelskylä, 2009, 91-98; Sleutel, 2017) Implisiittinen volatiliteetti kertoo sijoittajalle odotettujen muutoksien nopeuden, mutta ei sitä, mihin suuntaan hinta menee. Implisiittisen volatiliteetti täytyy iteroida tai laskea, koska sitä ei saa suoraan otettua mistään. Selvittäessä implisiittistä volatiliteettia käytetään arvopaperin muita jo tunnettuja tekijöitä sekä hinnoittelumallia. Hinnoittelumalleja käytettäessä tulee tietää warrantin hinta, jotta saataisiin selville implisiittinen volatiliteetti. (Sijoitustieto, 2018)

Historiallisen volatiliteetin laskemiseen tarvitaan esimerkiksi osakekurssien päätöskurssien arvot, kun kohde-etuutena toimivat osakkeet. Kaavoista 2,3 ja 4 havainnollistetaan historiallisen volatiliteetin laskeminen. Laskettaessa historiallista lasketaan ensin päivittäinen tuotto, joka saadaan luonnollisen logaritmin avulla kyseisen päivän päätöskurssin arvo jaettuna edellisen päivän päätöskurssin arvolla, kuten kaavasta 2 nähdään. Kaavassa 2 u_i on tuotto, joka kohde-etuudella on sillä hetkellä, \ln tarkoittaa luonnollista logaritmia ja S on päätöskurssi kyseisenä ajankohtana. (Hull, 2012, 303-307; Macroption, 2020)

$$u_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right) \quad (2)$$

Päivittäinen tuoton laskemisen jälkeen lasketaan tuottojen keskiarvo, joka on mallinnettu kaavassa 3. Kaavassa 3 N kuvaa lukumäärää havainnoista ja t ajanjaksoa. (Hull, 2012, 303-307; Macproption, 2020)

$$\bar{u} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \bar{u}_t \quad (3)$$

Kaavojen 2 ja 3 laskemisen jälkeen saadaan laskettua historiallinen volatilitteetti kaavan 4 avulla. (Hull, 2012, 303-307; Macproption, 2020)

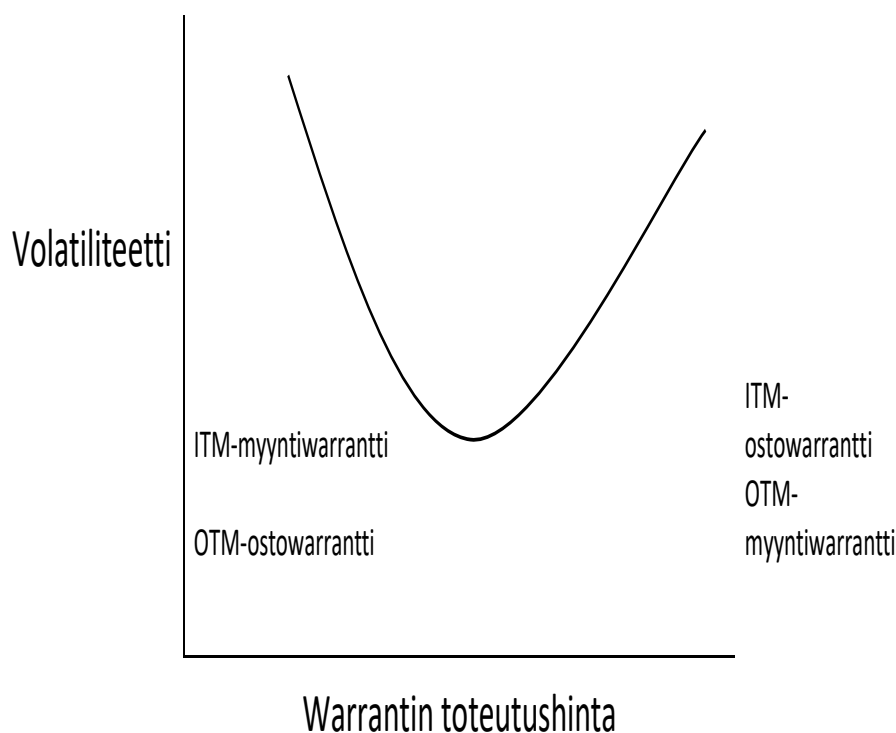
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (u_i - \bar{u})^2} \quad (4)$$

Käytettäessä päätöskurssien päivittäisiä arvoja, tulee kaavasta 4 saatu tulos kertoa nelijuuren kaupan tekopäivillä, esimerkiksi yhden vuoden kaupan tekopäiviä on 252, kuten kaavassa 5. Näin saadaan vuotuinen volatilitteetti. (Hull, 2012, 303-307; Macproption, 2020)

$$\sigma_{pa} = \sigma \sqrt{252} \quad (5)$$

Implisiittinen volatilitteetti aiheuttaa volatilitteetin vinouma, jota kutsutaan myös volatilitteetin viistoksi. Tämä aiheuttaa erilaisen hinnan warranteille, joilla on sama maturiteetti, mutta eri toteutushinta. Epävarmuus liittyen osakkeeseen ja erot warranttien hinnoissa selittävät, miksi implisiittinen volatilitteetti voi vaihdella. (Nelskylä, 2009, 98-99; Sleutel, 2017; Wolfinger, 2018) Hinnoittelussa apuna toimii volatilitteetin muodostama käyrä, jossa on vinouma ja niin sanottu hymy, joka näkyy kuvassa 1. Hymystä nähdään volatilitteetin muodostama käyrä, josta voidaan huomata, milloin toteutushinta nousee ja millaisille warranteille. Kuvassa 1 lyhenteet ITM tarkoittaa in-the-money ja OTM on out-of-the-money. Käyrä

muodostuu, kun eri toteutushinnoille katsotaan volatiliteetin arvoa. Käyrästä voi tulla erilaisia, koska markkinatakaajat tekevät ne itse. Käyrää on vaikea muodostaa täysin oikeaksi. (Nelskylä, 2009, 98-99) Kuvassa 1 näkyy, kun volatiliteetti on korkea in-the-money -myyntiwarranteilla ja out-of-the-money -ostowarranteilla on toteutushinta pienempi kuin in-the-money ostowarranteilla tai out-of-the-money myyntiwarranteilla. In-the-money myyntiwarrantien implisiittinen volatiliteetti on suurempi silloin, kun sen hinta on alle toteutushinnan ja sama on out-of-the-money ostowarranteille. Käyrän matalimmassa kohdassa on volatiliteetti pienin mahdollinen, ja siellä kohdilla on toteutushinta. Implisiittinen volatiliteetti nousee jälleen, kun toteutushinta ohitetaan, ja siellä on in-the-money ostowarrantit ja out-of-the-money myyntiwarrantit. (Nelskylä, 2009, 98-99; Wolfinger, 2018)



Kuva 1. Volatiliteetin muodostama vinouma ja erilaisten warrantien toteutushinnat volatiliteetin mukaan mukaillen (Nelskylä, 2009, 99)

4.3 Kreikkalaiset kirjaimet

Kreikkalaiset kirjaimet on otettu merkitsemään warrantien teoreettisia arvoja. Niitä ovat delta, gamma, theta, vega ja rho. Nämä arvot kertovat, miten jokin yksittäinen tekijä vaikuttaa warrantin hintaan. Delta kertoo miten warrantin hinta muuttuu, kohde-etuuden hinnan muuttuessa. Arvo ostowarranteilla liikkuu nollan ja ykkösen välillä, kun taas myyntiwarrantilla arvo liikkuu nollan ja miinus yhden välillä. Yksi on 100 % ja 0,1 on 10 %. Mitä suurempi ostowarrantin deltan arvo on, sen tuottoisampi warrantti, ja se liikkuu

samanlailla kuin kohde-etuutensa. Arvon ollessa yksi, warrantti liikkuu arvoltaan täysin samanlailla kuin kohde-etuutensa. Warrantti ei voi arvollaan olla suurempi kuin kohde-etuutensa, mutta prosentuaalisesti tuotto voi olla kohde-etuuden tuottoa suurempi, koska warrantti on kohde-etuuttaan halvempi. Myyntiwarrantteilla arvo on miinusmerkkinen, koska warrantin arvon laskiessa on kohde-etuuden hinta noussut, ja warrantin arvon noustessa kohde-etuus laskenut. Myyntiwarrantilla arvo liikkuu samalla lailla kuin ostowarrantteilla, mutta miinusmerkkisenä. Deltaa pystyy myös hyödyntämään todennäköisyyttä laskettaessa kun mietitään, onko warrantilla arvoa maturiteetin päätyttyä. Todennäköisyys ei kuitenkaan anna tarkkoja prosentteja warrantin arvosta. (Nelskylä, 2009, 107-112; Sleutel, 2016)

Gamma ilmaisee, miten deltan arvo muuttuu, kun kohde-etuuden arvo liikkuu. Gamma ei ole negatiivinen osto- tai myyntiwarrantteilla. Gamman avulla pystytään mittaamaan warrantin riskiä suhteessa kohde-etuutensa muutoksiin. (Nelskylä, 2009, 112-114; Sleutel, 2016) Gamman arvon ollessa pieni, on riski vähäinen, koska deltan arvo ei reagoi herkästi muutoksiin kohde-etuuden hinnassa. Gamman ollessa suuri, on riskikin suurempi, ja silloin deltan arvoon vaikuttaa herkemmin hintojen muutokset kohde-etuudessa. (Sleutel, 2016)

Theta kertoo, kuinka aika vaikuttaa warrantin hintaan. Ajan kuluessa osto- ja myyntiwarranttien arvo laskee. Thetan arvo ilmoitetaan rahayksikössä, jossa warrantti on. Thetan arvo ilmoitetaan paljonko warrantin arvo laskee yhdessä päivässä. Arvo on aina negatiivinen, lukuun ottamatta tilannetta, jossa jaetaan odotettua suurempaa osinkoa tai osingonjakoa ei tapahdu ollenkaan. Tämä johtuu siitä, että hinnoittelussa otetaan huomioon odotetut osingonjaot, ja se voi johtaa thetan muuttumisen positiiviseksi. (Nelskylä, 2009, 114-115)

Vega mittaa volatiliteetin muutoksia kohde-etuudessa, ja kuinka se näkyy warranttien hinnoissa. Vega on aina positiivinen arvo. Kuten taulukosta 2 nähdään, volatiliteetin nousu näkyy osto- ja myyntiwarranttien hinnoissa nousuna. Volatiliteetti ilmoitetaan prosentteina, ja kun volatiliteetti ylittää tietyn prosenttimäärän, nousee warrantin arvo tietyn määrän mukaisesti. Vegan arvo laskee aina mitä lähempänä ollaan toteutuspäivää, koska sitä vähemmän aikaa volatiliteetilla on muuttua. Warrantin arvo on herkempi volatiliteetin muutoksille, mitä enemmän on aikaa toteutuspäivään, koska silloin on enemmän aikaa muuttaa warrantin arvoa. Vegan arvo on sitä suurempi, mitä herkemmin kohde-etuus reagoi volatiliteetin muutoksille. (Nelskylä, 2009, 115-116)

Rhon arvolla saadaan selville, miten warrantin hinta reagoi muutoksiin markkinakoroissa. Markkinakoroilla on vaikutusta ainoastaan warranttien arvoon, kun pääoma on sidottuna

sijoitukseen, eikä näin ollen korkoa tule kerrytettyä. Mahdollisten korkojen saaminen koituu warrantin hinnalle tappioksi, eli se mitä pääoma voisi tuottaa markkinakoroilla koituu warrantin tappioksi. Taulukosta 2 nähdään, miten riskittömän korkojen nosto vaikuttaa osto- ja myynti warrantteihin. Korkojen nousu tai lasku ei kuitenkaan merkittävästi vaikuta warranttien hintaan. (Nelskylä, 2009, 117)

4.4 Black & Scholes -hinnoittelumalli

Black & Scholes -optioiden hinnoittelumalli tuli julkisuuteen vuonna 1973 Journal of Political Economy -lehdessä. Hinnoittelumallin takana olivat **Fischer Black** ja **Myron Scholes**. Hinnoittelumallista on myös tehty Black-Scholes-Merton -malli, **Robert Mertonin** vaikuttaessa mallin laajenemiseen ja kehittymiseen. Ennen Black & Scholes -hinnoittelumallia optioiden hinnoittelulle ei ollut yksinkertaista mallia. Tämän takia optiot olivat vain ammattilaisten käytössä. Hinnoittelumalli toi yksinkertaisemman tavan laskea optioiden hintoja, ja kaavan julkistamisen jälkeen optioiden markkinat kasvoivat valtavasti. Malli on edelleen käytössä ympäri maailman. Hinnoittelumalli on tehty alun perin eurooppalaisille optioille, mutta siitä on tehty erilaisia variaatioita vastaamaan erilaisia kohteita. (Mandelbrot & Hudson, 2016, 110-115; Nelskylä, 2009, 76-78) Hinnoittelumallin tekijöinä ovat kohde-etuuden hinta, option toteutushinta, riskitön korkokanta, kohde-etuuden volatilitteetti ja arvopaperin juoksuaika (Hull, 2016, 332-333).

Kaavasta 6 nähdään, miten myynti warrantin hinta muodostuu ja kaavassa 7 nähdään, miten ostowarrantin hinta muodostuu Black & Scholes -hinnoittelumallin avulla. Kaavoissa 6, 7, 8 ja 9 S_0 on kohde-etuuden nykyinen hinta, $N(d)$ ovat normaalijakaumia, ja joiden laskeminen avataan kaavoissa 8 ja 9. K on warrantin toteutushinta, ja e on Neperin luku, joka kuvastaa logaritmin kantalukua. r on riskitön korkokanta, T on warrantin voimassaoloaika. Kaavoissa 8 ja 9 \ln on luonnollinen logaritmi, ja σ on volatilitteetti, jota kohde-etuuden hinnalla on. (Hull, 2016, 314-328; Fabozzi, 2010, 674-675)

$$\text{Ostowarrantin hinta} = S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2) \quad (6)$$

$$\text{Myynti warrantin hinta} = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (7)$$

jossa,

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (8)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (9)$$

4.5 Black & Scholes -mallin oletukset ja virheet

Black & Scholes -hinnoittelumallilla on tiettyjä oletuksia, jotka voivat vääristää warrantin oikeaa hintaa. Mallin oletuksia voidaan kutsua myös virheiksi, koska kyseisiä tulisi huomioida laskennassa, jotta saataisiin mahdollisimman realistinen hinta warrantille. Käymme yleiset oletukset tässä luvussa läpi. Empiirisessä osassa voimme näitä oletuksia käyttää apuna tutkimuksen tulosten analysoinnissa.

Mallin oletuksena on, että volatiliteetti ja lyhytaikainen riskitön korko ovat vakioita, ja ne tunnetaan koko maturiteetin ajan. Tämä aiheuttaa jo ongelmia reaalisen hinnan muodostumiseen, koska riskitön korko voi vaihtua markkinoilla, ja volatiliteetti ei myöskään yleensä pysy samana koko juoksuaikaa. (Hull, 2016, 322-324; Krznaric, 2016, 1-2) Riskitön korko toimii perustana muille koroille, ja siitä johdetaan muille hinnat. Se ei ole kuitenkaan täysin riskitön, mutta se on markkinoiden vähäisin riskin kohde. Markkinariskin tason pystyy riskittömän koron hinnalla havaitsemaan. (Pankkiasiat.fi, 2020) Volatiliteetti onkin hinnoittelumallin hankalin osa, koska se ei ole havaittavissa suoraan, kuten muut mallin tekijät. Malli olettaa myös, ettei kohde-etuudesta makseta osinkoja maturiteetin aikana. Myöskään transaktiokustannuksia eli myymisestä ja ostamisesta tulevia kuluja tai veroja ei ole mallissa huomioitu. (Hull, 2016, 322-324; Krznaric, 2016, 1-2)

Osakekurssit käyttäytyvät normaalijakauman tavoin hinnoittelumallissa. Malli soveltuu ainostaan eurooppalaisille warranteille, koska amerikkalaisia warrantteja pystytään lunastamaan milloin vain ja malli ei ota tätä huomioon. Markkinat ovat mallin mukaan likvidit, eli warrantteja pystyy ostamaan ja myymään milloin vain. Oletuksena on myös, ettei sijoittaja pysty saamaan arbitraasi-mahdollisuuksia eli riskitöntä voittoa. (Hull, 2016, 322-324; Krznaric, 2016, 1-2)

5 Tutkimuksen toteutus ja tulokset

Luvussa käsitellään tutkimuksessa käytettyä aineistoa, mistä aineisto on otettu ja miksi. Osiossa käydään läpi millaisia menetelmiä on käytetty tutkimuksessa vaihe vaiheelta, sekä millaisia tuloksia tutkimus antoi. Menetelmiä ja tuloksia on havainnollistettu kuvilla ja taulukoilla.

5.1 Tutkimuksen aineisto

Nasdaq OMX Nordic valikoitui sivustoksi, josta tutkimuksessa käytettäviä warrantteja tarkastellaan, koska siellä oli tutkimushetkellä eniten Suomen markkinoilla toimivia warrantteja listattuna. Nasdaq OMX Nordicin -sivulla sai rajattua helposti markkina-alueen, warranttityypit, liikkeellelaskijan ja kohde-etuuden. Tutkimuksessa kohteena ovat pelkästään ostowarrantit, joiden kohde-etuutena toimivat osakkeet. Kohde-etuuksien yrityksinä ovat Kone Oyj, Metso Oyj, Neste Oyj ja Nokia Oyj. Nämä yritykset valikoituvat sen kautta, että niillä oli eniten voimassa olevia warrantteja Nasdaq Nordicin -sivulla. Tutkimukseen haluttiin myös valita eri alojen suomalaisia yrityksiä, jotta tutkimus olisi laajempi. Kaikki tutkittavat warrantit ovat plain vanilla -ostowarrantteja.

Jokaiselta kohde-etuuden yritykseltä otettiin tutkittavaksi kaksi warranttia. Kaikilla yrityksillä, lukuun ottamatta Nokiasa, oli tutkimushetkellä voimassa olevia warrantteja kaksi. Nokian osakkeita kohde-etuutena käyttäviä warrantteja oli enemmän kuin kaksi listattuna. Nokialta otettiin tutkittavaksi kuitenkin vain kaksi warranttia, jotta tutkittavien määrä olisi sama kaikilla yrityksillä. Tutkimusvaiheessa ongelmaksi nousi Metso Oyj osakkeita kohde-etuutena pitävät warrantit. Markkinoilla oli kaksi Metson osakkeita kohde-etuutena käyttäviä warrantteja, mutta toisesta ei ollut hintatietoja, joten Metson osalta tutkitaan ainoastaan yhtä warranttia. Warranttien pitkien nimien takia tutkimuksessa puhutaan A- ja B-warranteista, kunkin yrityksen kahden warrantista viitattaessa. Taulukosta 3 näkyvät niiden viralliset nimet. Taulukkoon 3 on koottu tutkimuksen warranttien avaintiedot, ja siihen on laitettu nimen lisäksi alkamis- ja päättymispäivät, lunastushinnat ja liikkeellelaskijat.

Taulukko 3. Tutkimuksessa käytettävien warranttien avaintiedot.

Warrantti	Nimi	Alkamis- päivä	Päättymis- päivä	Lunastus- hinta	Liikkeellelas- kija
Kone A	KNE0D17EP62.0000R0.200NDS	24.1.2020	17.4.2020	62,00	Nordea Bank Abp
Kone B	KNE0D17EP64.0000R0.200NDS	24.1.2020	17.4.2020	64,00	Nordea Bank Abp
Metso A	MET0D17EP38.0000R0.200NDS	24.1.2020	17.4.2020	38,00	Nordea Bank Abp
Neste A	NES0D17EP37.0000R0.200NDS	24.1.2020	17.4.2020	37,00	Nordea Bank Abp
Neste B	NES0D17EP39.0000R0.200NDS	24.1.2020	17.4.2020	39,00	Nordea Bank Abp
Nokia A	NOK0D17EP3.90000R0.200NDS	24.1.2020	17.4.2020	3,90	Nordea Bank Abp
Nokia B	NOK0F18EP3.50000R0.200NDS	20.11.2019	18.6.2020	3,50	Nordea Bank Abp

Tutkittavilla warranteilla on samat ensimmäiset kaupantekopäivät eli 24.1.2020, paitsi Nokian B warrantilla. Nokian B-warrantin alkamispäivä on 20.11.2019, tämän päättymispäivä on myös eri kuin muilla, se päättyy 18.06.2020. Muiden päättymispäivät ovat 17.4.2020. Kaikkien warranttien liikkeellelaskijana toimii Nordea Bank Abp, ja markkinapaikkana toimii Suomen markkinat. Saman yritysten warrantit eroavat tutkimuksien osalta ainoastaan lunastushinnoiltaan, kuten taulukosta 3 huomataan, lukuunottamatta Nokian alkamis- ja päättymispäiviä.

Historiallisten volatiliteettien laskemiseen käytetty aineisto on otettu Kauppalehden yritys-kohtaisilta sivuilta. Osakkeiden historiallisista tiedoista on otettu päätöskurssien arvot. Ajankohdaksi valikoitui 23.1.2015–23.1.2020, koska tutkimuksessa käytettävien warranttien ensimmäinen kaupantekopäivä on 24.1.2020, joten historiallisia volatiliteetteja laskettaessa on haluttu ottaa arvot ennen ensimmäisiä kaupantekopäiviä, lukuunottamatta Nokian osakkeita kohde-etuutena käyttävää B-warranttia. Tutkimuksessa haluttiin käyttää samoja päivämääriä vertailun vuoksi, joten Nokian osakkeita kohde-etuutena käyttävä B-warrantille laskettiin samoilla päivämäärillä historialliset volatiliteetit. Käytettäväksi valittiin viiden, kolmen ja yhden vuoden ajanjaksot, jotta saadaan vertailukelpoisia arvoja, ja nähdään miten historiallinen volatiliteetti muuttuu, kun ajanjakso pitenee tai lyhenee. Arvot on pyöristetty kahden desimaalin tarkkuudella.

Riskittömän koron ollessa negatiivinen tällä hetkellä, haluttiin tutkimukseen laittaa laskelmiin niin negatiivisella korolla saadut tulokset niin kuin tulokset, kun riskitön korko on 0%. Tutkimuksessa halusin tuoda esille negatiivisen koron vaikutukset warranttien hinnoitteluun, sekä myös laskea enemmän normaalin tason mukaisella arvolla. Riskitön korko on otettu Suomen Pankin sivuilta, joissa on Suomen valtion viitelainojen korot listattuna. Korot ovat listattuina sivulla päivämäärien mukaan, ja laskelmiin valittiin se päivä, jota käytetään muissakin laskelmissa kyseiselle warrantille.

5.2 Tutkimuksen menetelmä

Black & Scholes -hinnoittelumallissa kaikki tekijät tiedetään paitsi volatilitteetti. Warrantin volatilitteetti on monimutkainen, vaikeasti laskettava tekijä. Volatilitteetteja löytyy erilaisia, joten tutkimuksessa haluttiin päästä näitä vertailemaan keskenään. Tutkimuksessa katsotaan mikä kyseisistä volatilitteeteista on mahdollisimman lähellä markkinoilla olevien warranttien volatilitteetteja. Tutkimuksessa tutkitaan warrantteja, joiden kohde-etuutena ovat osakkeet. Tutkimuksessa on käytetty Microsoft Exceliä ja DerivaGem -ohjelmistoja.

Tutkimuksessa halusin selvittää valitsemieni yritysten warranttien historialliset volatilitteetit. Historiallinen volatilitteetti lasketaan valitsemieni yritysten osakkeiden päätöskurssien avulla. Kauppalehden sivulta saa kunkin yrityksen osakkeiden päätöskurssit kymmeneltä vuodelta. Otin vertailun kohteeksi tutkimukseeni yhden, kolmen ja viiden vuoden historialliset volatilitteetit. Laskin historiallisia volatilitteetteja kolmelle eri ajanjaksolle, jotta tutkimuksessa pystyisi vertailemaan myös näiden tulosten välisiä eroja, ja tekemään tutkimuksesta luotettavamman. Laitoin Microsoft Exceliin kunkin yrityksen osakekurssien päätösarvot päivämäärineen ajalta 23.1.2015–23.1.2020. Laskin kaavan 2 mukaisesti luonnollisen logaritmin kaavalla kyseisen päivän osakkeen päätöskurssin jaettuna edellisen päivän päätöskurssilla. Luonnollista logaritmia käytetään, jotta saadaan linkitettyä päivittäiset tuotot ja laskettua niistä realistisemmat volatilitteetit. Tämän jälkeen tuotoille laskettiin keskihajonta. Keskihajonta laskettiin suoraan Microsoft Excelin kaavasta keskihajonta.s, johon sijoitettiin ajanjakson luonnollisten logaritmien tulokset. Keskihajonnan luku kerrottiin neliöjuuri kerrottuna kaupantekopäivillä, jotta saatiin yhden, kolmen ja viiden vuoden tuottojen historialliset volatilitteetit. (Hull, 2012, 303-307; Macroption, 2020) Viiden vuoden määräksi tuli 1256 päivää, kolmelle vuodelle 752 päivää ja yhdelle vuodelle 250 päivää. Kaikilla yrityksillä käytettiin näitä samoja kaupantekopäivien arvoja.

Tutkimuksen haasteellisin osuus oli keksiä keinoa laskea warranteille implisiittiset volatilitteetit. Ratkaisu ongelmaan löytyi **John C. Hullin** kirjasta *Options, futures and other*

derivatives, jossa kirjoittaja suosittelee käyttämään DerivGem -ohjelmistoa implisiittisen volatiliteetin laskemiseen. Internetistä sai ilmaiseksi ladattua DerivGem 2.00 version, joka on Microsoft Excel -pohjainen. Ohjelmistossa pitää alussa ottaa muokkaus ja makrot käyttöön, jotta sinne saadaan syötettyä omia lukuja. Tutkimuksessani käytettyjen warranttien kohde-etuutena toimivat osakkeet, joten DerivGem -ohjelmistosta valittiin Equity_FX_Index_Futures_Options -välilehti. Tämä valittiin myös sen takia, että välilehdellä lasketaan optioille arvoja. (Hull, 2012, 818-819)

Underlying Data	
Underlying Type:	Equity
Stock Price:	46,90
Volatility (% per year):	48,78 %
Risk-Free Rate (% per year):	-0,24 %
Calculate	

Option Data	
Option Type:	Analytic: European
	<input checked="" type="checkbox"/> Implied Volatility
Time to Exercise:	0,0712329
Exercise Price:	62,00
	<input type="radio"/> Put
	<input checked="" type="radio"/> Call

Price:	0,04
Delta (per \$):	0,0187642
Gamma (per \$ per \$):	0,0075109
Vega (per %):	0,005741
Theta (per day):	-0,0053803
Rho (per %):	0,0005984

Kuva 2. Kuvakaappaus DerivGem -ohjelmistosta jossa laskettu Koneen osakkeita kohde-etuutena käyttävän A-warrantin implisiittinen volatiliteetti

Kuvassa 2 on kuvakaappaus ohjelmistosta, ja esimerkkinä laskettuna Koneen A-warrantin implisiittinen volatilitiitti, kun riskitön korkokanta on -24% . Kaikille warranteille laskettiin samalla tavalla ohjelmistosta implisiittiset volatilitiitit. Kohde-etuuden tietoihin valittiin tyypiksi osakepääoma warranttien kohde-etuuksien takia, ja osakkeen hinnaksi laitoin lasketun päivän päätöskurssin, joka esimerkissä on 23.3.2020 46,90 euroa. Volatilitiittikenttä jää tyhjäksi, koska siihen ilmestyy implisiittinen volatilitiitti, kun kaikki muut arvot ovat syötettyinä. Riskittömän korkokantaan on laitettu lasketun päivän riskitön korkotaso, joka esimerkissä oli $-0,24\%$. Option dataan laitetaan warrantin arvoja, ja valikosta on valittuna analyyttinen eurooppalainen, koska tutkimuksen kohteena olevat warrantit ovat eurooppalaisia, ja analyyttisellä saadaan laskettua implisiittinen volatilitiitti. Osto-option laatikkoon laitetaan ruksi. Vastaavasti myyntioptiona laskettaessa laitettaisiin myynti laatikkoon ruksi. Juoksuaikaan laitetaan päivämäärien määrä lasketusta päivästä arvopaperin erääntymiseen jaettuna 365. Esimerkissä on 26 päivää erääntymiseen, joten luvuksi saatiin 0,0712329. Lunastushinnat löytyvät warrantin nimestä tai sen tiedoista. Laskettaessa implisiittistä volatilitiittia tulee volatilitiitti laatikko jättää tyhjäksi, ja laittaa sisällä volatilitiitti laatikkoon ruksi. Laskiessa implisiittistä volatilitiittia tulee hinta-kohtaan laittaa lasketun päivän warrantin hinta. Tämän jälkeen painetaan laske, ja volatilitiitti-laatikkoon ilmestyy implisiittinen volatilitiitti, option hinnan alle tulee myös kreikkalaisten kirjaimien arvot. (Hull, 2012, 818-819)

Volatilitiittien laskemisen jälkeen, warranteille laskettiin hinnat. Tutkimuksen pääaiheena on Black & Scholes -hinnoittelumallin käyttökelpoisuus Suomen markkinoiden warranteille. Laskemisen apuna käytettiin Microsoft Exceliä, jonne ensin laitettiin warrantin hintaan vaikuttavat tekijät: warrantin lunastushinnan, osakkeen päätöskurssin, juoksuajan, riskittömän koron sekä volatilitiitin. Laskin ensin kaavat 8 ja 9, koska näitä tarvitsi kaavaan 6, josta saa hinnan ostowarranteille. Microsoft Excelissä tuli käyttää kaavoja EKS-PONENTTI, NORM.JAKAUMA.NORMIT ja LUONNONLOG -laskelmissa, jotta saatiin käytettyä Black & Scholes -hinnoittelukaavaa oikein.

5.3 Tutkimuksen tulokset

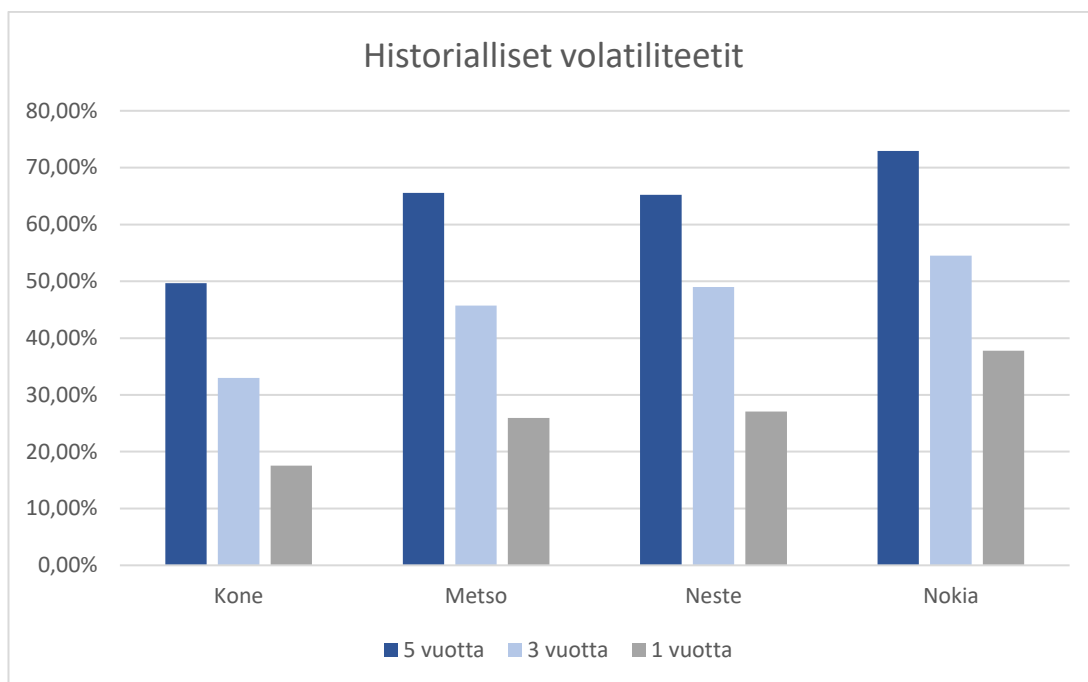
Tähän kappaleeseen on koottu yhteen tutkimuksista saadut tulokset. Ensin käydään läpi tulokset historiallisista volatilitiiteista, ja syitä niiden tuloksille. Avataan DerivaGem -ohjelmistosta saatujen implisiittisten volatilitiittien tulokset sekä esitellään riskittömän korkokannan muutokset laskelmissa. Lopuksi tarkastellaan saatuja hintoja Black & Scholes -hinnoittelumallista. Tuloksiin on myös laitettu tutkittavien warranttien hinnankehityksen kaaviot kuvakaappauksina Nasdaqin warranttien sivuilta. Tuloksia on havainnollistettu taulukoilla sekä kaavioilla.

Taulukko 4. Tutkittavien yritysten historialliset volatiliteetit

Vuotta	Kone	Metso	Neste	Nokia
5	49,67 %	65,55 %	65,24 %	72,94 %
3	33,01 %	45,70 %	49,01 %	54,53 %
1	17,55 %	25,97 %	27,09 %	37,76 %

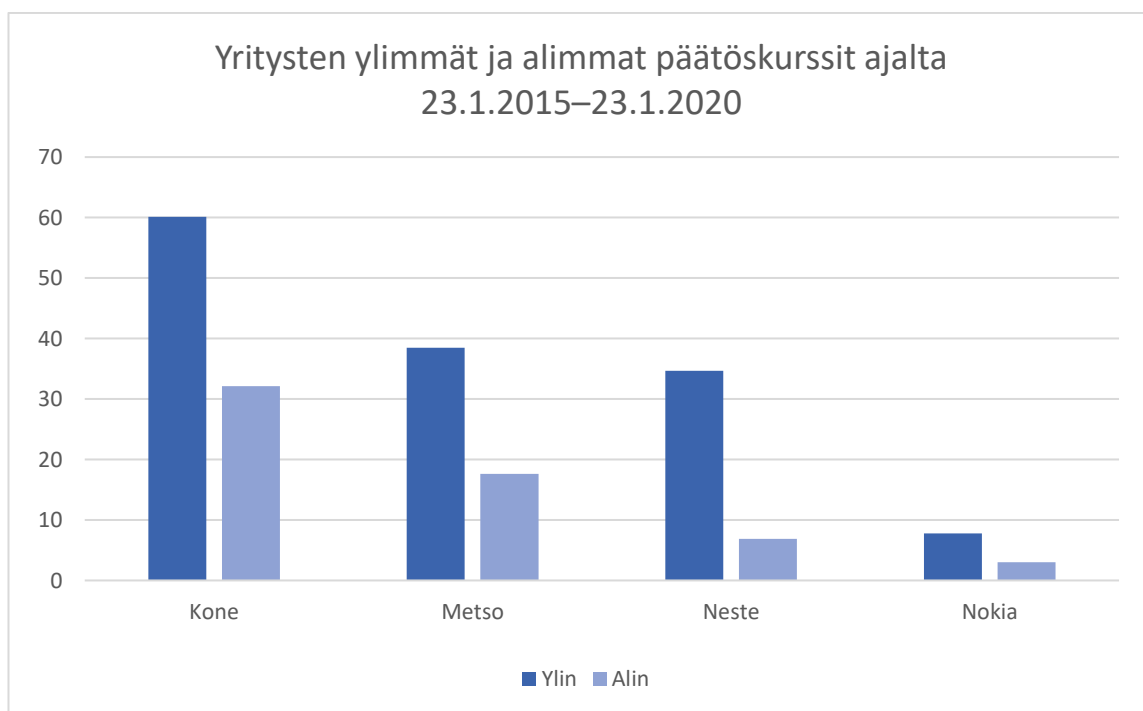
Taulukkoon 4 on koottu kaikkien yritysten lasketut historialliset volatiliteetit. Taulukosta 4 löytyy viiden, kolmen ja yhden vuoden päätöskursseista lasketut arvot prosenteissa. Tuloksista huomataan, kuinka kaikkien historialliset volatiliteetit kasvavat mitä pidemmältä aikaväliltä niitä tarkastellaan. Kaikista suurimman historiallisen volatiliteetin omaa Nokia, jonka se on saanut viiden vuoden ajanjaksolta. Nokialla on kaikilta ajanjaksoilta suurimmat volatiliteetit verraten muihin yritysten volatiliteetteihin. Pienimmät volatiliteetit jokaiselta ajanjaksolta mitattuna löytyvät Koneelta. Kone on ainut, jonka yhden vuoden volatiliteetti on alle 20 %. Metson ja Nesteen volatiliteetit ovat hyvin samansuuruisia koko ajan. Kaikilla implisiittiset volatiliteetit kasvavat tasaisesti, millään ei ole suuria eroja vuosien erotuksien välillä.

Kaavio 1. Historialliset volatiliteetit viiden, kolmen ja yhden vuoden ajalta



Kaaviosta 1 voidaan visuaalisesti huomata yritysten erot historiallisista volatiliteeteista. Kaavio 1 on johdettu taulukon 4 tiedoista. Yritysten omien volatiliteettien vertailusta huomataan tasaiset erot vuosien välillä. Kaikilla volatiliteetti on sitä suurempi, mitä pidempi tarkasteluväli on. Jotta tuloksille saataisiin selityksiä, tulee katsoa yritysten osakkeiden päätöskursseja, sekä muita historiallisia tietoja.

Kaavio 2. Yritysten päätöskurssien ylimmät ja alimmat arvot ajalta 23.1.2015–23.1.2020



Kaavioon 2 on laitettu tutkittavien yritysten ylimmät ja alimmat päätöskurssien arvot euroissa aikaväliltä 23.1.2015–23.1.2020. Kaaviosta 2 nähdään Koneen alin päätöskurssi kyseiseltä ajanjaksolta, joka on 32,11 € ja ylin 60,12 €. Koneen päätöskurssi on kasvanut vuodesta 2015 vuoteen 2020 tasaisesti, lukuun ottamatta joidenkin päivien laskuja. Tasaisen kasvun takia, historialliset volatiliteetitkin ovat laskeneet maltillisesti. Jos päätöskurssit olisivat heilahdelleet paljon, olisi volatiliteettikin suurempi (Sijoitusvinkki 2015).

Metson päätöskursseissa on paljon vaihteluita. Vuodesta 2015 noin vuoteen 2017 ovat päätöskurssit laskeneet, mutta vuodesta 2017 ovat ne lähteneet nousemaan vuotta 2020 lähestyessä. Kasvu ei ole ollut tasaista, vaan päätöskurssien nousut ovat heilahdelleet aika ajoin. Päätöskurssien heilahdukset eivät ole olleet isoja, joten volatiliteetti on pysynyt kurissa. Metson alin päätöskurssi ajanjaksolta on 17,62 € ja ylin 38,46 €, kuten kaaviosta 2 huomataan.

Tarkastellessa kaaviosta 2 Nestettä, sen alin päätöskurssi on ajanjaksolta 6,86 € ja ylin 34,66 €. Nesteen päätöskurssit ovat kasvaneet suhteellisen tasaisesti, mutta päätöskurssit ovat heilahdelleet edes takaisin useasti, mutta erot ovat kuitenkin olleet pieniä. Viimeisen vuoden aikana heilahtelut ovat olleet pienempiä kuin kolmen ja viiden vuoden aikajaksolta katsottuna.

Nokia on ainut yrityksistä, jonka päätöskurssit eivät ole kasvaneet tasaisesti. Nokian alin päätöskurssin ajanjaksolta on 3,03 € ja ylin 7,77 €. Nokian päätöskurssit ovat pyörineet paljon samojen arvojen ympärillä, eikä siellä ei ole suuria nousuja tai laskuja. Nokian päätöskursseista huomaa myös sen, että jokin tietty arvo on pysynyt aina vähän aikaa hallitsevana, kunnes se on vaihtunut. Tämän takia Nokian historialliset volatiliteetit ovat pysyneet tasaisina.

Alimmat päätöskurssit ovat vuonna 2015 Nesteellä, Koneella ja Metsolla alimmat arvot ovat vuonna 2016. Nokialla sen sijaan alin arvo on vuonna 2019, Nokian päätöskursseista mielenkiintoista muihin verrattuna on sen arvojen laskeminen, muilla päätöskurssit ovat kasvaneet pääsääntöisesti. Ylimmät arvot vuonna 2020 saivat Kone ja Neste. Nokian ylin arvo on vuonna 2015, ja Metson vuonna 2019.

DerivaGem -ohjelmistosta lasketut implisiittiset volatiliteetit on koottu taulukkoon 5. Taulukossa K0 tarkoittaa 0 % riskitöntä korkokantaa ja KR tarkoittaa korkokannan reaaliaikaisuutta eli lasketun päivän valtion obligaatioiden korkoa. Arvot on laitettu kahden desimaalin tarkkuudella.

Taulukko 5. Implisiittiset volatiliteetit laskettuna DerivaGem -ohjelmistolla

Implisiittiset volatiliteetit	Kone	Metso	Neste	Nokia
Warrantti A, KO	48,76 %	34,09 %	11,30 %	30,83 %
Warrantti A, KR	48,78 %	34,17 %	11,47 %	30,96 %
Warrantti B, KO	51,33 %	-	18,17 %	13,67 %
Warrantti B, KR	51,39 %	-	18,30 %	13,97 %

Taulukosta 5 huomataan erot yritysten välisistä implisiittisistä volatiliteeteista, kuin myös saman yrityksen eri warranttien välillä sekä saman warrantin erot, kun riskittömät korkokannat muuttuvat. Implisiittisen volatiliteettien muodostumiseen on vaikuttanut kohde-etuutena olevan yrityksen päätöskurssin arvo, riskitön korkokanta, warrantin juoksuaika, lunastushinta sekä warrantin hinta. Koneen osakkeita kohde-etuutena käytävällä A-warrantilla on pienimmät erot samalle warrantille lasketuissa implisiittisissä volatiliteeteissa, ne eroavat vain 0,02 prosenttiyksikköä. Suurin ero tarkasteltaessa saman warrantin implisiittisiä on kohde-etuutena Nokian osakkeita käytävällä B-warrantilla 0,30 prosenttiyksikköä.

Taulukosta 5 huomataan, että riskittömän korkokannan muutokset aiheuttavat vain pieniä eroja implisiittisissä volatiliteeteissa saman warrantin kesken. Toisaalta pienet erot ovat ymmärrettäviä, koska riskitön korkokanta on ollut alle 1 % negatiivinen. Riskitön korkokanta on valtion obligaatioista katsottuna -0,24 % kaikilla muilla paitsi Koneen osakkeita kohde-etuutena käytävillä, joilla se oli -0,61 % katsottuna 23.3.2020.

Seuraavissa kappaleissa käsitellään yrityskohtaisesti millaisia hintoja Black & Scholes -hinnoittelumallista saatiin warranteille erilaisilla volatiliteeteilla. Taulukoissa 6, 7, 8 ja 9 toistuvat samat lyhenteet. IV on lyhenne implisiittisestä volatiliteetista ja HV tarkoittaa historiallista volatiliteettiä. HV perässä oleva numero tarkoittaa monenko vuoden ajalta historiallinen volatiliteetti on laskettu. Taulukoiden K tarkoittaa riskitöntä korkokantaa, ja perässä oleva prosentti korkokannan tasoa. Lyhenteitä on käytetty taulukoiden

yksinkertaistamiseksi. Hinnoista on laitettu pyöristetyt luvut kuin myös todelliset luvut, jotta pystyisi näyttämään riskittömän korkokannan vaikutukset warranttien hintoihin. Kaikki hinnat ovat euroissa, mutta yksinkertaistamisen takia €-merkit jätetty pois.

Taulukko 6. Warranttien hinnat Black & Scholes -hinnoittelumallista erilaisilla volatiliteeteilla ja riskittömillä koroilla, joiden kohde-etuutena ovat Koneen osakkeet

Volatiliteetti	Kone A hinta	Kone B hinta
IV, K0%	0,0398669828035565 ≈ 0,04	0,0300130883428995≈ 0,03
IV, K -0,24%	0,039981659452543 ≈ 0,04	0,030173215660636≈ 0,03
HV1, K0%	0,00 ≈ 0,00	0,00 ≈ 0,00
HV1, K-0,24%	0,00 ≈ 0,00	0,00 ≈ 0,00
HV3, K0%	0,000989 ≈ 0,00	0,000251742 ≈ 0,00
HV3, K-0,24%	0,000982 ≈ 0,00	0,000249815 ≈ 0,00
HV5, K0%	0,0454639288573491≈ 0,05	0,0232499940272424≈ 0,02
HV5, K-0,24%	0,0453058521502592≈ 0,05	0,0231631692707233≈ 0,02

Taulukkoon 6 on merkitty warranttien hinnat, joiden kohde-etuutena ovat Koneen osakkeet. Warrantti A:n markkinahinta 23.3.2020 oli 0,04 € ja B:n 0,03 €. Molemmilla warrantteilla implisiittiset volatiliteetit päätyivät oikeaan hintaan. Desimaaleja tarkastellessa A:n kohdalla lähemmäksi 0,04 € pääsi implisiittinen, jossa käytettiin -0,24 %. B:llä 0 % riskitön korko pääsi lähemmäksi oikeaa hintaa. Toisaalta Nasdaq -sivuilla hinnat on laitettu vain kahden desimaalin tarkkuudella, joten näissä tuloksissa ei voi vertailla täysin luotettavasti kumpi implisiittisistä volatiliteeteista olisi lähempänä markkinoiden hintaa. Hinnoissa, joissa on käytetty historiallisia volatiliteetteja, saatiin mielenkiintoisia tuloksia. Vuoden ja kolmen vuoden volatiliteeteilla saatiin nolla tuloksia, koska niiden hinnat olivat niin pieniä. Yhden vuoden laskuista ei saatu edes kolmen vuoden historiallisen volatiliteetin muotoista tulosta. Viiden vuoden historialliset volatiliteetit pääsivät hyvin lähelle markkinoiden hintaa: A:lla se oli 0,01 € suurempi ja B:llä 0,01 € pienempi.

Taulukko 7. Warrantin hinnat Black & Scholes -hinnoittelumallista erilaisilla volatiliteeteilla ja riskittömällä koroilla, jonka kohde-etuutena on Metson osakkeet

Volatiliteetti	Metso A Hinta
IV, K0%	0,0200107536171732≈ 0,02
IV, K -0,61%	0,019996915462876≈ 0,02
HV1, K0%	0,00178139070767759≈ 0,002
HV1, K -0,61%	0,00173182355153251≈ 0,002
HV3, K0%	0,114830982076308≈ 0,11
HV3, K -0,61%	0,113582168819659≈ 0,11
HV5, K0%	0,487669095882376≈ 0,48
HV5, K -0,61%	0,484628390642256≈ 0,48

Taulukosta 7 löytyy warrantin hinnat, jonka kohde-etuutena toimii Metson osakkeet. 3.3.2020 warrantin markkinahinta oli 0,02 €. Implisiittisillä volatiliteeteilla lasketut hinnat pääsivät samaan tulokseen kuin markkinoiden hinta. Historiallisilla volatiliteeteilla ei päästy lähellekään markkinoiden hintaa. Yhden vuoden volatiliteetti oli liian pieni ja kolmen sekä viiden vuoden liian suuri. Liian pieni volatiliteetti aiheutti alhaisemman hinnan kuin markkinoiden hinta ja vastaavasti suurempi volatiliteetti suuremman hinnan. Tämän takia viiden ja kolmen vuoden historiallisissa volatiliteeteissa, jossa käytettiin riskittömänä korkokantana -0,61 %, päästiin lähemmäksi markkinahintaa. Yhden vuoden volatiliteetilla 0 % korko oli lähempänä markkinoiden hintaa.

Taulukko 8. Warranttien hinnat Black & Scholes -hinnoittelumallista erilaisilla volatiliteteilla ja riskittömällä koroilla, joiden kohde-etuutena ovat Nesteen osakkeet

Volatiliteteetti	Neste A hinta	Neste B Hinta
IV, K0%	0,25013546650815≈ 0,25	0,14002289984543≈ 0,14
IV, K -0,61%	0,24986578737306≈ 0,25	0,140098103888356≈ 0,14
HV1, K0%	1,009998082224420≈ 1,01	0,437626991532392≈ 0,44
HV1, K-0,61%	0,999120209473023≈ 1,00	0,431672527003873≈ 0,43
HV3, K0%	2,12341599476259≈ 2,12	1,41570927478814≈ 1,42
HV3, K-0,61%	2,11173180273868≈ 2,11	1,40675430626417≈ 1,41
HV5, K0%	2,95364392398358≈ 2,95	2,21411078190305≈ 2,21
HV5, K-0,61%	2,94189591580258≈ 2,94	2,20429520905233≈ 2,20

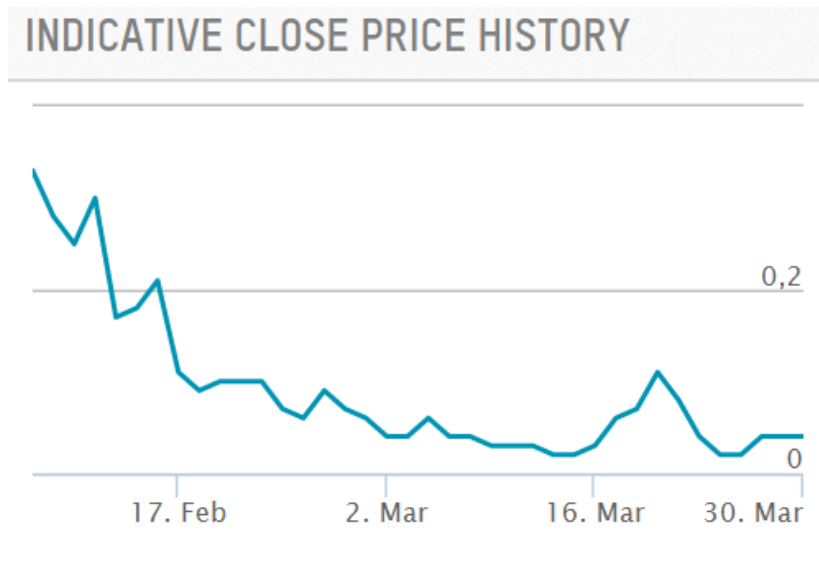
Taulukkoon 8 on laitettu warranttien hinnat, joiden kohde-etuutena toimivat Nesteen osakkeet. A:n markkinahinta 3.3.2020 oli 0,25 € ja B:llä 0,14 €. Implisiittisillä volatiliteteeteilla on Black & Scholes -hinnoittelumallilla molemmissa warranteissa saatu samat hinnat kuin markkinoiden hinnat olivat. Historiallisilla volatiliteteeteilla lasketut hinnat olivat paljon suurempia kuin markkinoiden hinnat. Historialliset volatiliteteetit suurenevat laskelmissa, ja koska implisiittisten volatiliteteetti oli pienempi, kasvavat hintaerot suuremmiksi mitä pidemmän aikajakson volatiliteteetilla laskee. Negatiivinen korko laskee warranttien hintaa. Eri-laista on muiden yritysten tuloksiin, että Nesteen warranteissa riskittömän korkokannan muuttuessa myös hinnat ovat muuttuneet. Eli tuloksista ei löydy samoja hintoja, paitsi implisiittisistä. Syy tähän löytyy pyöristyksistä, hinnat eroavat toisistaan vain vähän, mutta pyöristys on aina osunut juuri niin, että hinnoista on tullut eri.

Taulukko 9. Warranttien hinnat Black & Scholes -hinnoittelumallista erilaisilla volatiliteeteilla ja riskittömillä koroilla, joiden kohde-etuutena ovat Nokian osakkeet

Volatiliteetti	Nokia A Hinta	Nokia B Hinta
IV, K0%	0,019990473≈ 0,02	0,059994182≈ 0,06
IV, K -0,61%	0,020009723≈ 0,02	0,059971301≈ 0,06
HV1, K0%	0,038824506≈ 0,04	0,234999955≈ 0,23
HV1, K-0,61%	0,038413271≈ 0,04	0,232458241≈ 0,23
HV3, K0%	0,098972076≈ 0,10	0,358688414≈ 0,36
HV3, K-0,61%	0,098343165≈ 0,10	0,356148797≈ 0,36
HV5, K0%	0,177193548≈ 0,18	0,493952591≈ 0,49
HV5, K-0,61%	0,176430616≈ 0,18	0,491473033≈ 0,49

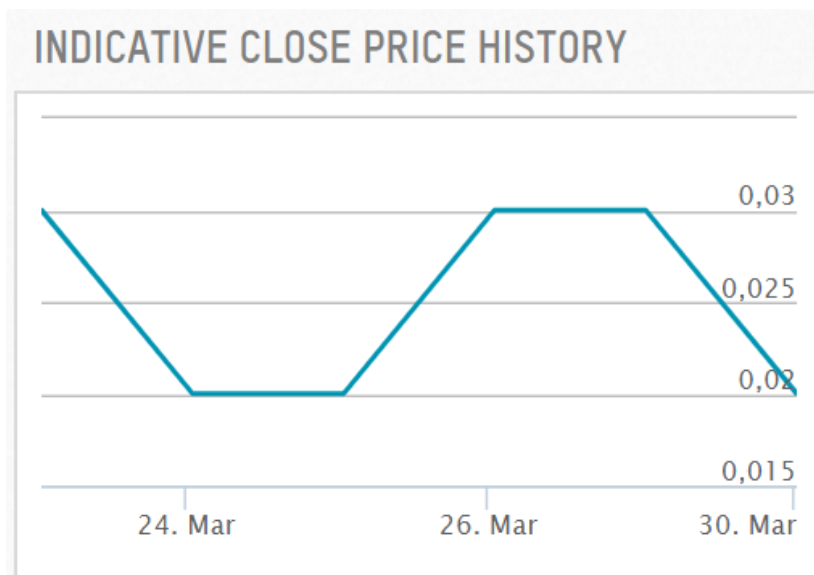
Taulukosta 9 löytyvät warranttien hinnat, joissa kohde-etuutena ovat Nokian osakkeet. A-warrantin markkinahinta 3.3.2020 oli 0,02 € ja 0,06 € oli B:n. Implisiittisillä volatiliteeteilla lasketut hinnat vastasivat markkinoiden hintoja molemmilla warranteilla. Warrantti A:n yhden vuoden historiallinen volatiliteetti ei ollut kovin kaukana implisiittisestä, joten hintakin on vain 0,02 € liian suuri. B-warrantilla oli pidempi juoksuaika, kuin muiden yritysten warranteilla. B:llä historiallisten volatiliteettien perusteella laskettujen hinnat ovat paljon suurempia kuin markkinoiden hinta.

Hintojen kehityksen mallintamisen vuoksi tutkimukseen on lisätty kuvakaappaukset tutkimuksessa käytettyjen warranttien päätöshintojen historioista. Kuvakaappaukset on otettu Nasdaqin sivuilta, jossa jokaiselle warranteille on tehty kuvien 3, 4, 5, 6, 7, 8 ja 9 mukaiset kaaviot. Nasdaq on kirjannut kaikille warranteille suuntaa antavat päätöshinnat. Kuvissa ei näy päiväkohtaisia hintoja tarkasti, mutta jokaisessa kuvassa käsitellään hinnat yleisesti antaen esimerkkejä päiväkohtaisista hinnoista. Tarkasteluhetkellä warranttien päättymispäivä on ollut lähellä, paitsi warrantti B:llä, jonka kohde-etuutena ovat Nokian osakkeet.



Kuva 3. Warrantti A:n hinnankehitys, jonka kohde-etuutena ovat Koneen osakkeet (Nasdaq OMX Nordic. 2020. KNE0D17EP62.0000R0.200NDS, Indicative close price history)

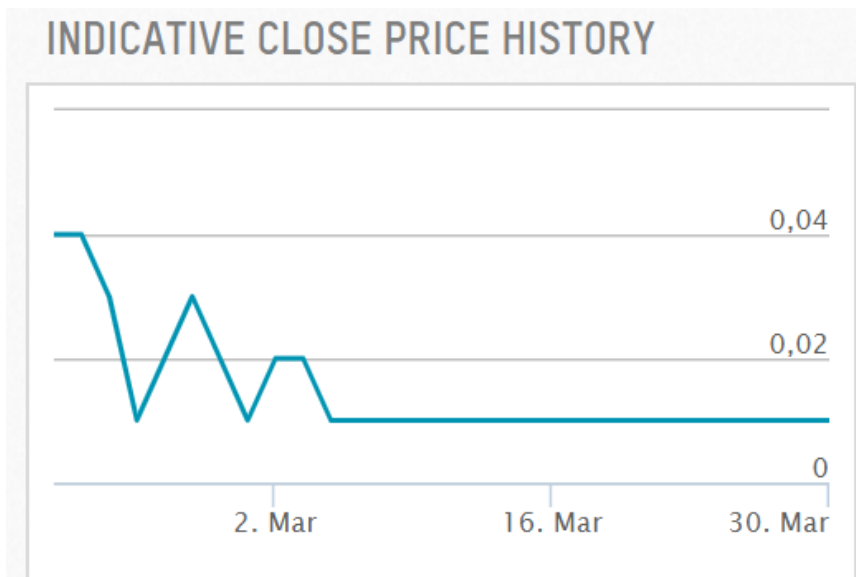
Kuvassa 3 on Koneen osakkeita kohde-etuutena käyttävä warrantti A:n historiatiedot sen hinnoista. Korkeimmillaan hinta on ollut 0,33 €, tämä hinta on saatu 6.2.2020, ja se on aikaisin hintatieto tästä warrantista. Kuvasta 3 nähdään, kuinka hinnat laskevat, kun lähestytään päättymispäivää. Poikkeuksena muutamien päivien hinnan nousut sekä maaliskuun puolessa välissä oleva pyrähdys.



Kuva 4. Warrantti B:n hinnankehitys, jonka kohde-etuutena ovat Koneen osakkeet (Nasdaq OMX Nordic. 2020. KNE0D17EP64.0000R0.200NDS, Indicative close price history)

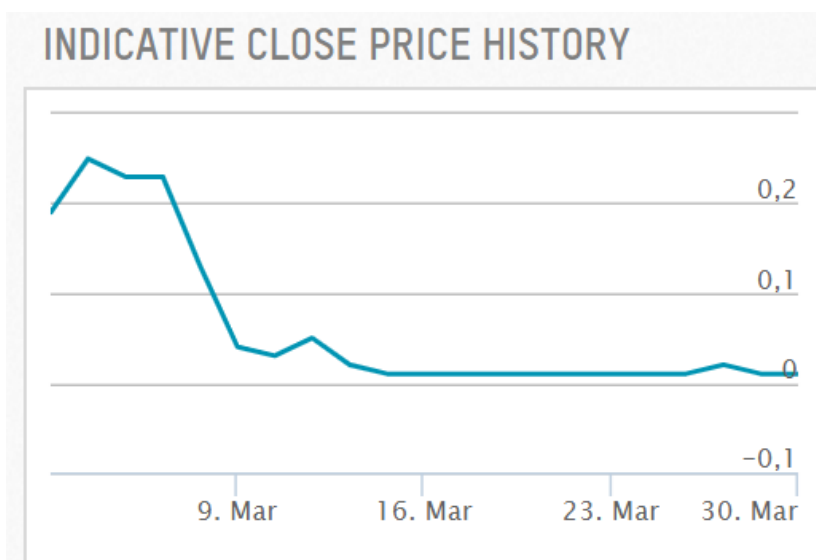
Kuvassa 4 on aikaväli pienempi kuin esimerkiksi kuvassa 3. Warrantti B:llä, jonka kohde-etuutena ovat Koneen osakkeet, hintatietoja oli saatavilla vain lähtien 23.3.2020. Hinta on

poikkeillut 0,02 € ja 0,03 € välillä, ja sama hinta on aina pysynyt kerralla kaksi päivää samana. Nasdaq on laittanut suuntaa antavaksi päätöshinnaksi 0,01 €. Joten jos tämä ennuste pitää paikkaansa, myös tämän warrantin hinta laskee alas, kun saavutetaan päättämispäivä.



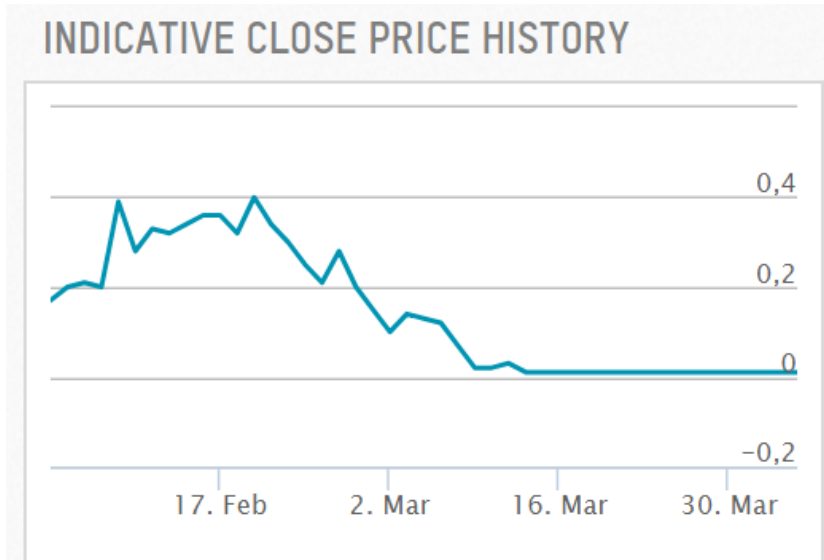
Kuva 5. Warrantti A:n hinnankehitys, jonka kohde-etuutena ovat Metson osakkeet (Nasdaq OMX Nordic. 2020. MET0D17EP38.0000R0.200NDS, Indicative close price history)

Metson osakkeina kohde-etuutena pitävä warrantti A:ssa mielenkiintoista on, että sen hinta on pysynyt 0,01 € maaliskuun alusta, kuten kuvasta 5 huomataan. Korkeimmillaan sen hinta on ollut 0,04 €, jonka se on saanut 19.2.2020 ja 20.2.2020. Warrantin hinta on laskenut 0,01 € pisteeseen asti lähestyessä päätöspäivää. Päätöshinnaksi on arvioitu 0,01 €, jonka tasolla se tarkasteluhetkellä jo on.



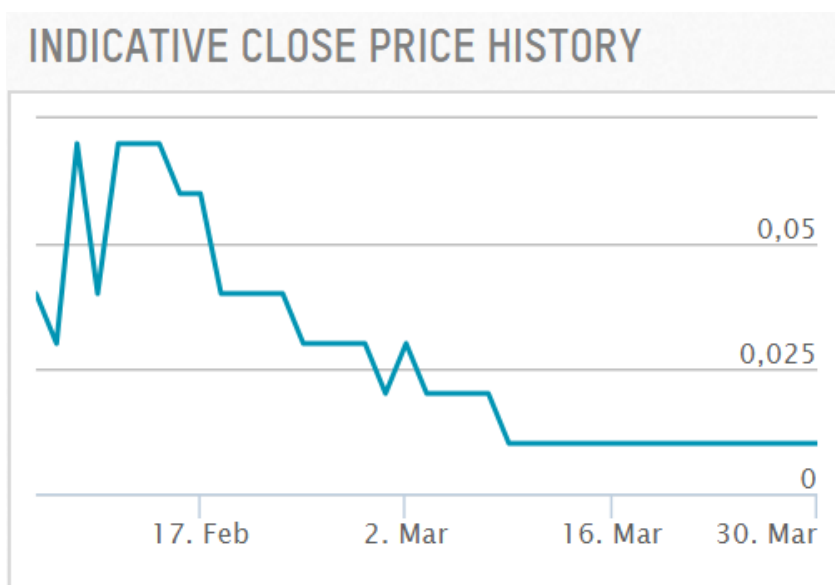
Kuva 6. Warrantti A:n hinnankehitys, jonka kohde-etuutena ovat Nesteen osakkeet (Nasdaq OMX Nordic, 2020, NES0D17EP37.0000R0.200NDS, Indicative close price history)

Kuva 6 mallintaa Nesteen osakkeiden kohde-etuutena käyttävän warrantti A:n hinnankehitystä. Hinta on alussa ollut korkeimmillaan 0,25 € ja ensimmäinen hinta on 0,19 €, joka saatiin 2.3.2020. Hinta on laskenut lähestyessä päättymispäivää, ja se onkin pysynyt kauan muutamia heittoja lukuun ottamatta samassa hinnassa 0,01 €. 0,01 € on myös merkattu suuntaa antavaksi päätöshinnaksi.



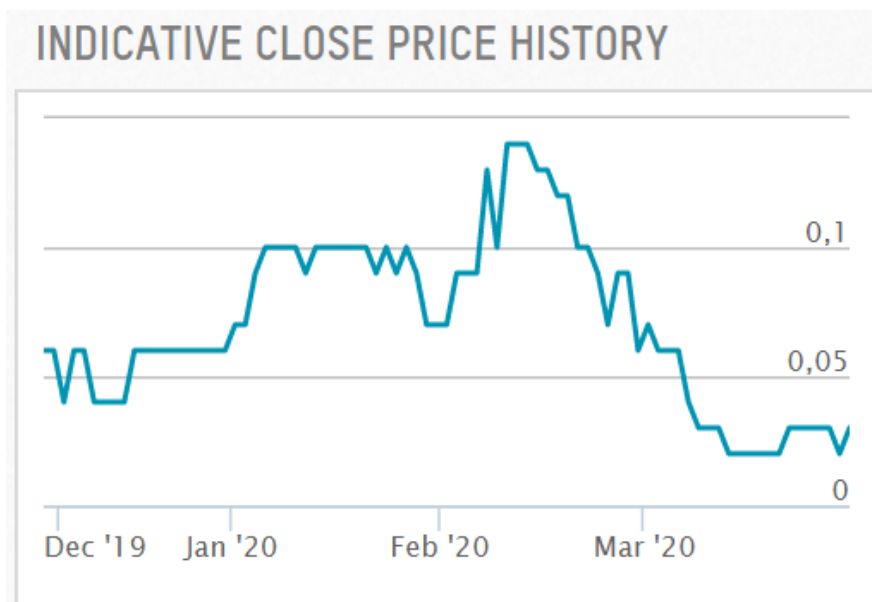
Kuva 7. Warrantti B:n hinnankehitys, jonka kohde-etuutena ovat Nesteen osakkeet (Nasdaq OMX Nordic. 2020. NES0D17EP39.0000R0.200NDS, Indicative close price history)

Kuvassa 7 näkyy warrantti B:n hintojen historialliset tiedot, kohde-etuutena toimivat Nesteen osakkeet. Korkeimmillaan hinta on ollut 0,39 € ja viimeisin hinta, joka on myös alin, on 0,01 €. Alin hinta toimii myös suuntaa antavana päätöshintana. Kuten kuvassa 5, 6 ja 8 on tässäkin viimeisin hinta pysynyt pitkään samana.



Kuva 8. Warrantti A:n hinnankehitys, jonka kohde-etuutena ovat Nokian osakkeet osakkeet (Nasdaq OMX Nordic. 2020. NOK0D17EP3.90000R0.200NDS, Indicative close price history)

Warrantti A, jonka kohde-etuutena toimivat Nokian osakkeet, löytyy sen hintahistoria kuvasta 8. Korkein hinta on 0,07 €, ja alin 0,01 €, jossa se on pitkään ollut lähestyessä päättymispäivää. Suuntaa antava päättymishinta on myös tällä warrantilla 0,01 €. Hintatietojen alussa on warrantilla ollut hinnanheilauteluita 0,03 € ja 0,07 € välillä, mutta helmikuun puolessa välissä on sen hinta lähtenyt asteittain laskemaan kohti 0,01 € arvoa.



Kuva 9. Warrantti B:n hinnankehitys, jonka kohde-etuutena ovat Nokian osakkeet (Nasdaq OMX Nordic, 2020. NOK0F18EP3.50000R0.200NDS, Indicative close price history)

Viimeisempänä hintahistoria kuvassa 9 näkyy warrantti B, jonka kohde-etuutena toimivat Nokian osakkeet. Warrantti B:llä on pidempi aikaväli tarkastelussa kuin muilla tutkimuksen warranteilla, sillä on myös pisin juoksuaika kokonaisuudessaan. Yhtenäistä tällä warrantilla on muiden kanssa, se että senkin hinta alkaa lopussa alenemaan kohti suuntaa antavaa päätöshintaa, joka on 0,03 €. Tämä warrantti on ainoana tarkasteltavista mennyt suuntaa antavan päätöshinnan alapuolelle, alimmillaan hinta on ollut 0,02 €. Toisaalta tämän warrantin päättymispäivään on enemmän aikaa kuin muiden tutkittavien, ja sekin on silti nyt jo suuntaa antavassa arvossaan.

6 Pohdinta

Pohdintaluvussa käydään läpi yhteenveto saaduista tuloksista, miksi tulokset ovat sellaiset ja saadaan ratkaisu pääkysymykseen. Luvussa käydään myös läpi erilaisia jatkotutkimusideoita ja arvioidaan myös työn luotettavuutta ja omaa oppimista.

6.1 Yhteenveto tuloksista

Warranttien avaintiedoista saadaan otettua hintaan vaikuttavat tekijät. Volatiliteetti täytyi laskea, koska sitä ei saanut suoraan avaintiedoista. Tämän takia tutkimuksen pääaiheeksi nousi volatiliteetin mallintaminen ja tutkiminen. Tutkimuksessa päädyttiin asettelemaan vastakkain historiallinen ja implisiittinen volatiliteetti. Lisänäkemystä warranttien hinnoitteluun toi riskittömän korkokannan tutkiminen sekä yleisesti warranttien hintojen kehittyminen. Tutkimuksen pääkysymyksenä oli kuitenkin, että pystyykö Black & Scholes -hinnoittelumallilla mallintamaan Suomen markkinoilla olevien warranttien hintoja.

Historialliset volatiliteetit noudattivat kaikilla yrityksillä samanlaista kaavaa, kaikilla volatiliteettien prosenttimäärä kasvoi, mitä pidemmältä ajalta niitä laskettiin. Historiallisissa volatiliteeteissa oli kaikilla tasaisia eroja vuosien välillä. Yritysten välillä oli kuitenkin saatu erilaisia tuloksia, joita selittää päätöskurssien erot. Yritykset saivat suurempia historiallisia volatiliteetin arvoja, jos päätöskursseissa oli paljon vaihteluita ja suuruuseroja. Pienimmät volatiliteetit sai Kone, jolla oli kaikista tasaisimmin kasvaneet päätöskurssit. Suurimmat volatiliteetit olivat Nokialla, jolla oli päätöskurssien päiväarvoilla myös eniten vaihteluita.

Implisiittiset volatiliteetit laskettiin kahdella tavalla kaikille tutkimuksessa käytettäville warranteille. Laskelmissa muutettiin riskitöntä korkokantaa, koska haluttiin tutkia, miten korkokannan muutos vaikuttaisi hintaan. Riskitön korkokanta oli tarkastelu hetkellä negatiivisena, joten myös sen takia haluttiin nähdä millaisiin tuloksiin päästään positiivisella korkokannalla. Riskitön korkokanta oli laskelmissa warranteilla, joiden kohde-etuutena toimi Koneen osakkeet $-0,24\%$ ja muilla tutkittavilla $-0,61\%$. Vaihtoehtoisissa laskelmissa korko oli 0% . Erot korkokannan muutoksien volatiliteeteissa olivat pieniä, koska korkokannan muutoksetkaan eivät olleet suuria.

Implisiittisiä volatiliteetteja käytettäessä saatiin pyöristettyinä samoja hintoja, vaikka käytettiin 0% korkokantaa tai negatiivista korkoa. Historiallisia volatiliteetteja käytettäessä laskelmissa, saatiin pyöristettyinä samoja tuloksia korkokannoilla, paitsi Nesteen tuloksissa. Nesteen osakkeita kohde-etuutena käytettävien warranttien pyöristykset menivät niin, että korkokannan muuttuessa saatiin eri hinta warrantille. Volatiliteetin ollessa suurempi kuin volatiliteetti, jolla saisi markkinoita vastaavan hinnan warrantille, oli parempi

vaihtoehto käyttää negatiivista korkokantaa. Jos volatilitteetti olisi pienempi kuin markkinahintaisen volatilitteetti, päästäisiin lähemmäksi oikeaa hintaa 0 % korkokannalla. Eli negatiivinen korko laskee warrantin hintaa, kun taas positiivinen kasvattaa.

Black & Scholes -hinnoittelumallilla laskettaessa implisiittisellä volatilitteeteilla saatiin jokaisessa tutkittavassa warrantissa sama hinta kuin niiden markkinahinnat. Historiallisia volatilitteetteja käytettäessä ei saatu millään tutkittavalla samaa hintaa kuin markkinoidenhinnat. Warrantit, joiden kohde-etuutena toimivat Koneen osakkeet, päästiin viiden vuoden historiallisella volatilitteetillä lähelle markkinoiden hintaa, niin A-warrantilla kuin B-warrantilla. Laskelmissa käytetyt implisiittiset volatilitteetit olivat käyttökelpoisimpia kuin historialliset volatilitteetit, koska historialliset volatilitteetit perustuvat menneisiin tuloihin, ja jotka eivät katso eteenpäin kuten implisiittinen volatilitteetti. Implisiittisiä volatilitteetteja laskiessa tuli warrantin markkinahinta tietää, ja sitä käytettiin laskelmissa, toisin kuin historiallisia volatilitteetteja laskiessa.

Black & Scholes -hinnoittelumallilla laskiessa päästiin implisiittisiä volatilitteetteja käytettäessä samoihin hintoihin kuin markkinoiden hinnat, markkinat tutkimuksen mukaan käyttäytyvät Black & Scholes -mallin mukaisesti. Hinnoittelumalli on tutkimuksen mukaan kelvollinen laskemaan warranttien hintoja, vaikkakin implisiittisen volatilitteetin laskelmissa tiedettiin warranttien markkinahinnat. Markkinahinnan tietäminen aiheuttaa sen, että DerivaGem-ohjelmisto ei voi laskea implisiittistä volatilitteettia väärin, kunhan muutkin tekijät tiedetään. Hinnoittelumalli soveltuu hyvin skenaarioiden laskemiseen. Warrantteihin sijoittaja sijoittaa sen mukaan, miten sijoittaja näkee hinnan menevän. Hinnoittelumallilla pystyy laskemaan erilaiset skenaariot, ja pystyy näkemään, miten mikäkin tekijä vaikuttaa warrantin hintaa. Toisaalta tutkimuksessa käytettiin lyhytaikaisia warrantteja, ja laskelmissa ei otettu huomioon mahdollisia osingon jakoja, jotka vaikuttavat hintoihin. Laskelmissa käytetyt tekijät ovat hinnoittelumallissa vakioita, esimerkiksi volatilitteetti harvoin pysyy samana, mikä voi aiheuttaa vääriä tuloksia.

Tutkimuksen loppuun halusin koota tutkittavien warranttien hintakehitykset, josta käy ilmi monien warranttien hintojen olevan alussa korkeimmillaan, ja lähestyessä päättymispäivää hinnat laskevat lähelle nollaa. Tarkasteluhetkellä päättymispäivät olivat lähellä, ja sen takia suurimman osan hinnat olivat hyvin alhaalla. Monilla hinta oli pysynyt pitkään samassa, ja ne vastasivat Nasdaqin suuntaa antavia päättymishintoja.

6.2 Jatkotutkimusideat

Warranttien jatkotutkimusideat ovat loputtomia niiden monimutkaisuuden ja monien käytötarkoituksien takia. Warrantteja on tutkittu suhteellisen paljon maailmalla, mutta Suomen

markkinoilla niiden tutkiminen on jäänyt vähäiseksi. Maailmalla tehtyjä tutkimuksia voisi hyödyntää laittamalla Suomen markkinoiden warrantit tutkimuksien kohteiksi, ja katsoa saako näistä samanlaisia tuloksia. Tässä tutkimuksessa on tutkittu ostowarrantteja, ja olisi kiinnostavaa nähdä, miten myyntiwarrantteista tehdyt tutkimukset eroaisivat tuloksillaan.

Erilaisten warranttien, kuten turbowarranttien tutkiminen ja vertaileminen voisivat sopia jatkoaiheeksi. Keskenään voisi vertailla turbowarrantteja ja plain vanilla -warrantteja sekä sitä eroavatko niiden hinnoittelut keskenään. Työssä tutkittiin warrantteja, joiden kohde-etuutena toimivat osakkeet, jatkotutkimuksena voisi toimia, miten hinnoittelut eroavat erilaisilla kohde-etuuksilla. DerivaGem -ohjelmistossa on vaihtoehtoja erilaisten kohde-etuuksien optioiden hintojen laskemiseksi.

Tutkimuksessa käytettiin pelkästään Black & Scholes -hinnoittelumallia, mutta warranttien ja muiden johdannaisien hinnoitteluun on kehitetty monia muita erilaisia malleja. Näiden mallien vertaileminen keskenään olisi sopiva jatkotutkimusidea, esimerkiksi voi vertailla saman markkinan warrantteja, ja sitä millaisia hintoja erimallit antavat.

6.3 Työn luotettavuus ja oma oppiminen

Työn luotettavuutta on jatkuvasti tarkkailtu. Aineiston etsimisessä on käytetty mahdollisimman luotettavia ja tunnettuja sivustoja sekä kirjallisia lähteitä. Laajuuteen on haluttu panostaa ottamalla lähteitä mahdollisimman monista erilaisista paikoista. Osa lähteistä on vanhoja, mutta mistään ei löytynyt näitä kumoavia tai korvaavia tietoja. Varsinkin suomalaisia nykypäivänä kirjoitettuja lähteitä oli vaikea löytää. Luotettavuuteen on vaikuttanut empiirisessä osassa se, että tieto tutkimuksen tekemiseen on otettu muualtakin kuin vain yhdestä lähteestä, ja tätä menetelmää on haluttu myös käyttää tietoperustassa. Tutkimuksessa käytetty DerivaGem -ohjelmisto on löydetty kirjallaisista lähteistä, joten luotettavuutta lisää muista lähteistä saadut suositukset.

Tutkimuksen prosessi on ollut pitkä. Prosessi alkoi aiheen pohdinnalla, ja halusin aiheeni olevan itseäni kiinnostava, monipuolinen ja toteutettava. Tärkeää oli, että oppisin mahdollisimman paljon uutta, joten halusin aiheeni olevan suhteellisen tuntematon itselleni. Pohdinta vaihe oli pitkä, ja aihe-ehdotuksia oli monia, mutta vaikeuksia tuotti niiden toteuttavuus. Sijoitusmaailma ja varsinkin erilaiset sijoitustuotteet ovat aina kiinnostaneet minua. Johdannaiset nousivat esiin, koska ne olivat itselleni tuntemattomia vielä silloin. Aloinkin tutkimaan johdannaisia internetistä, ja törmäsin erilaisiin malleihin niiden laskemiseksi. Löysin erilaisia tutkimuksia maailmalta, jossa oli tutkittu warrantteja ja näiden hinnoitteluja. Sainkin sieltä idean, että lähtisin tutkimaan warrantteja, jotka toimivat Suomen markkinoilla.

Aihevalinnan jälkeen alkoi tiedonkeruu. Halusin löytää mahdollisimman paljon luotettavia eripohjaisia lähteitä. Alun perin oli tärkeää käyttää niin suomalaisia kuin ulkomaalaisia kirjoja, tutkimuksia ja internetsivuja. Alussa lähteiden löytäminen oli haastavaa, joten hain apua kouluni kirjastosta, jossa järjestettiin henkilökohtaisia tapaamisia, joissa opetettiin käyttämään erilaisia alustoja tiedonhakuun. Opinnäytetyöprosessin aikana opin, miten löytää luotettavia lähteitä.

Aihe oli minulle alussa tuntematon, joten aikaa meni paljon uuden oppimiseen. Aikatauluni eivät pitäneet suunnitelluistani, ja jouduinkin useaan kertaan uudelleen aikatauluttamaan. Prosessin aikana aikatauluttaminenkin alkoi luonnistua paremmin. Ongelmaksi prosessin aikana alkoi muodostua sen toteutettavuus, matemaattisesti itselleni vaikeat kaavat, ja varsinkin implisiittisen volatilitiitin mallintaminen toi haasteita, sekä vaikeutti aikataulussa pysymistä. Opinnäytetyön prosessi oli kaiken kaikkiaan monipuolinen ja haastava, mutta opettava.

Lähteet

Ankelo, J. Sijoitustieto 2014a. Mikä on warrantti? Luettavissa: <https://www.sijoitustieto.fi/warrantit> Luettu: 01.03.2019

Ankelo, J. Sijoitustieto. 2014b. Piensijoittajan johdannaismarkkinat. Luettavissa: <https://www.sijoitustieto.fi/blogit/napsus/piensijoittajan-johdannaismarkkina> Luettu: 02.03.2019

Blomster, H. 2017. Warrantti -mikä se on ja mitä sillä voi tehdä? Luettavissa: <https://www.salkunrakentaja.fi/2017/05/warrantti/> Luettu: 27.02.2019

Danske Bank. 2019. Tietoja osakeoptioista. Luettavissa: https://danskebank.fi/PDF/MiFid/Tietoja_osakeoptioista.pdf Luettu: 20.4.2020

Erkkilä, J. 2017. Mikä sijoitustuote on hinnanerosopimus eli CFD?. Luettavissa: <https://www.salkunrakentaja.fi/2017/01/mika-hinnanerosopimus-eli-cfd/> Luettu: 20.10.2019

Fabozzi, F. 2010. Bond markets, analysis and strategies. Upper Saddle River. Pearson Education.

Harsu, P. 2011. Tilisanomat. Johdannaiset ja suojaus -käsittely kirjanpidossa ja verotuksessa. Luettavissa: <https://tilisanomat.fi/kirjanpito-ja-verotus/johdannaiset-ja-suojaus-kasittely-kirjanpidossa-ja-verotuksessa> Luettu: 07.02.2019

Hull, J. 2016. Fundamentals of Futures and Options Markets. Pearson. Boston.

Hull, J. 2012. Options, futures and other derivatives. Pearson. Boston.

Järvinen, S. & Parviainen, A. 2014. Pääomaturvattu sijoittaminen. Talentum. Helsinki.

Kallunki, J. Martikainen, M. & Niemelä, J. 2011. Ammattimainen sijoittaminen. Talentum. Helsinki.

Knüpfer, S. & Puttonen, V. 2018. Moderni rahoitus. Alma Talent. Helsinki.

Krznaric, M. 2016. Comparison of Option Price from Black-Scholes Model to Actual Values. Luettavissa: https://ideaexchange.uakron.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1410&context=honors_research_projects Luettu: 24.04.2019

Kyynäräinen, T. 2015. Mihin warrantit katosivat pörssistä? Luettavissa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/mihin-warrantit-katosivat-porssista/cfed2410-0efd-3052-a8c0-723d1877562c> Luettu: 27.04.2019

Macroption, 2020, Historical Volatility Calculation Luettavissa: <https://www.macroption.com/historical-volatility-calculation/> Luettu: 14.3.2020

Mandelbrot, B. & Hudson, R. 2016. Huonosti käyttäytyvät osakkeet -Fraktaalinen näkemys riskistä, vararikosta ja tuotosta. Talentum Pro. Helsinki.

Määttä, T. 2016. Vero. Johdannaisten verotus. Luettavissa: https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/48914/johdannais-ten_verotu/ Luettu: 08.02.2019

Nasdaq OMX Nordic. 2020. KNE0D17EP62.0000R0.200NDS, INDICATIVE CLOSE PRICE HISTORY, Luettavissa: <http://www.nasdaqomxnordic.com/etp/warrants/warrantinfo?Instrument=HEX188914&st=Plainvanillawarrants&ec=2100> , Luettu: 12.4.2020

Nasdaq OMX Nordic. 2020. KNE0D17EP64.0000R0.200NDS. INDICATIVE CLOSE PRICE HISTORY. Luettavissa: <http://www.nasdaqomxnordic.com/etp/warrants/warrantinfo?Instrument=HEX188915&st=Plainvanillawarrants&ec=2100> , Luettu: 12.4.2020

Nasdaq OMX Nordic. 2020. MET0D17EP38.0000R0.200NDS. INDICATIVE CLOSE PRICE HISTORY. Luettavissa: <http://www.nasdaqomxnordic.com/etp/warrants/warrantinfo?Instrument=HEX188921&st=Plainvanillawarrants&ec=2100> , Luettu: 12.4.2020

Nasdaq OMX Nordic. 2020. NES0D17EP37.0000R0.200NDS. INDICATIVE CLOSE PRICE HISTORY. Luettavissa: <http://www.nasdaqomxnordic.com/etp/warrants/warrantinfo?Instrument=HEX188887&st=Plainvanillawarrants&ec=2100> , Luettu: 12.4.2020

Nasdaq OMX Nordic. 2020. NES0D17EP39.0000R0.200NDS. INDICATIVE CLOSE PRICE HISTORY. Luettavissa: <http://www.nasdaqomxnordic.com/etp/warrantit/warrantinfo?Instrument=HEX188888> , Luettu: 12.4.2020

Nasdaq OMX Nordic. 2020. NOK0D17EP3.90000R0.200NDS. INDICATIVE CLOSE PRICE HISTORY. Luettavissa: <http://www.nasdaqomxnordic.com/etp/warrants/warrantinfo?Instrument=HEX188890&st=Plainvanillawarrants&ec=2100> , Luettu: 12.4.2020

Nasdaq OMX Nordic. 2020. NOK0F18EP3.50000R0.200NDS. INDICATIVE CLOSE PRICE HISTORY. Luettavissa: <http://www.nasdaqomxnordic.com/etp/warrants/warrantinfo?Instrument=HEX185555&st=Plainvanillawarrants&ec=2100> , Luettu: 12.4.2020

Nelskylä, M. 2009. Warrantti -joka miehen johdannainen. WSOYpro Oy. Helsinki.

Nordea, 2017. Warrantit -Potkua sijoitusportfolioosi. Markkinointimateriaali. Luettavissa: <https://www.nordea.fi/Images/58-167111/Warrantit.pdf> Luettu: 4.4.2020

Nousiainen, S. & Sundberg, S. 2013. Sijoituspalveluopas. Hansaprint Oy. Vantaa.

Pankkiasiat.fi, 2020. Riskitön korko. Luettavissa: <https://pankkiasiat.fi/riskiton-korko> Luettu: 1.3.2020

Parviainen, A. & Järvinen, S. 2015. Sijoittamalla miljonääriksi. Talentum. Helsinki.

Senttisijoittajat.com. 2017. OTC Markets -Senttisijoittajan päämarkkinat. Luettavissa: <http://www.senttisijoittaja.com/2017/02/19/otc-markets-senttisijoittajan-paamarkkinat/> Luettu: 20.4.2020

Sijoittaja.fi. Johdannaiset. Luettavissa: <https://www.sijoittaja.fi/sijoittaminen/mihin-voi-sijoittaa/johdannaiset/> Luettu: 05.02.2019.

Sijoitus.org. 2012. Warranttiopas. Luettavissa: <http://www.sijoitus.org/warranttiopas.php> Luettu: 4.4.2020

Sijoitustieto. 2015. Johdannaiset -Suojausta, spekulointia ja arbitraasia. Luettavissa: <https://www.sijoitustieto.fi/johdannaiset> Luettu: 01.03.2019.

Sijoitustieto. 2014. Johdannaismarkkina sijoittajan vinkkelistä. Luettavissa: <https://www.sijoitustieto.fi/blogit/napsus/johdannaismarkkina-sijoittajan-vinkke-lista> Luettu: 01.03.2019

Sijoitustieto. 2018. Volatiliteetti - Markkinoiden pelkokerroin. Luettavissa: <https://www.sijoitustieto.fi/volatiliteetti> Luettu: 21.03.2019

Sijoitusvinkki. 2015. Osake markkinoiden riski ja volatiliteetti. Luettavissa: <http://sijoitusvinkki.com/2015/03/osakemarkkinoiden-riski-ja-volatiliteetti/> Luettu: 22.3.2020

Sleutel, Y. 2017. Historiallinen ja implisiittinen volatiliteetti optiokaupassa. Luettavissa: <https://www.lynxbroker.fi/tietopalvelu/artikkelit/volatiliteetti-optiokaupassa/> Luettu: 13.03.2019

Sleutel, Y. 2016. Kreikkalaiset kirjaimet optioissa. Luettavissa: <https://www.lynxbroker.fi/tietopalvelu/artikkelit/kreikkalaiset-kirjaimet-optioissa/> Luettu: 15.03.2019

Smart, S. Gitman, L. Joehnk, M. 2017. Fundamentals of investing. Pearson. Harlow.

Tikka, M. Nykky, U. Virtanen, P. Heiniö, S. & Linnanvirta, R. 2014. Rahoitusinstrumentit -yrityksen kirjanpito, tilinpäätös ja verotus. Sanoma Pro Oy. Helsinki.

Wolfinger, M. 2018. Learn About Volatility Skew. Luettavissa: <https://www.thebalance.com/volatility-skew-1-2536780> Luettu: 21.03.2019

Liite 1. Tutkimuksessa käytettyjen Koneen osakkeiden päätöskurssit ajalta 23.1.2015-

23.1.2020

[illegible]

2016	4.1.	5.1.	7.1.	8.1.	11.1.	12.1.	13.1.	14.1.	15.1.	18.1.	19.1.	20.1.	21.1.	22.1.	25.1.	26.1.	27.1.	28.1.	29.1.				
	37.66	37.70	36.52	36.31	36.60	37.49	38.34	37.94	37.25	37.28	37.50	36.43	36.95	37.63	37.83	38.60	39.33	38.80	40.37				
	1.2.	2.2.	3.2.	4.2.	5.2.	8.2.	9.2.	10.2.	11.2.	12.2.	15.2.	16.2.	17.2.	18.2.	19.2.	22.2.	23.2.	24.2.	25.2.	26.2.	29.2.		
	40.68	39.47	40.23	40.70	40.89	39.44	39.29	38.99	37.43	37.36	38.42	38.30	39.56	39.96	40.34	41.20	40.67	39.78	40.47	41.14	40.95		
	1.3.	2.3.	3.3.	4.3.	7.3.	8.3.	9.3.	10.3.	11.3.	14.3.	15.3.	16.3.	17.3.	18.3.	21.3.	22.3.	23.3.	24.3.	29.3.	30.3.	31.3.		
	41.89	40.88	41.44	41.38	42.00	40.14	40.30	40.06	40.54	42.49	42.04	42.14	42.31	42.55	42.63	41.89	42.09	41.53	41.95	43.29	42.36		
	1.4.	4.4.	5.4.	6.4.	7.4.	8.4.	11.4.	12.4.	13.4.	14.4.	15.4.	18.4.	19.4.	20.4.	21.4.	22.4.	25.4.	26.4.	27.4.	28.4.	29.4.		
	41.00	40.92	40.59	40.73	40.19	41.37	41.24	41.38	41.26	41.62	42.13	41.94	43.13	43.07	40.47	40.16	39.93	39.79	39.90	39.83	39.84		
	2.5.	3.5.	4.5.	6.5.	9.5.	10.5.	11.5.	12.5.	13.5.	16.5.	17.5.	18.5.	19.5.	20.5.	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	30.5.	31.5.		
	39.64	39.55	38.94	39.05	38.83	39.20	39.47	39.35	39.61	39.75	39.55	39.88	39.17	39.95	39.76	40.37	40.33	41.51	41.53	41.52	42.48		
	1.6.	2.6.	3.6.	6.6.	7.6.	8.6.	9.6.	10.6.	13.6.	14.6.	15.6.	16.6.	17.6.	20.6.	21.6.	22.6.	23.6.	27.6.	28.6.	29.6.	30.6.		
	42.03	41.34	41.16	41.60	41.90	41.53	41.47	40.61	39.64	38.95	39.37	38.89	39.23	40.43	40.45	40.60	41.30	38.69	39.67	40.66	41.25		
	1.7.	4.7.	5.7.	6.7.	7.7.	8.7.	11.7.	12.7.	13.7.	14.7.	15.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	25.7.	26.7.	27.7.	28.7.	29.7.		
	41.62	41.41	40.61	40.21	40.56	41.21	42.30	42.47	42.84	42.88	43.04	42.89	44.63	45.48	45.06	45.37	45.76	45.67	46.22	45.80	45.29		
	1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	5.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	15.8.	16.8.	17.8.	18.8.	19.8.	22.8.	23.8.	24.8.	25.8.	26.8.	29.8.	30.8.	31.8.
	45.07	44.95	44.51	45.12	45.63	46.08	47.50	47.51	47.73	47.36	47.33	46.24	45.86	46.75	46.42	46.47	46.73	46.32	45.97	46.74	46.58	45.62	45.05
	1.9.	2.9.	5.9.	6.9.	7.9.	8.9.	9.9.	12.9.	13.9.	14.9.	15.9.	16.9.	19.9.	20.9.	21.9.	22.9.	23.9.	26.9.	27.9.	28.9.	29.9.	30.9.	
	44.87	45.29	45.40	45.56	45.80	45.43	44.45	44.49	43.96	44.21	44.72	44.41	44.99	44.93	45.49	46.50	46.55	46.40	46.56	45.69	44.93	45.17	
	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	10.10.	11.10.	12.10.	13.10.	14.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	31.10.		
	44.84	45.19	45.00	44.77	44.78	44.84	44.51	44.48	43.97	43.98	43.89	43.93	44.05	43.84	43.66	43.61	43.67	43.40	42.14	42.17	41.93		
	1.11.	2.11.	3.11.	4.11.	7.11.	8.11.	9.11.	10.11.	11.11.	14.11.	15.11.	16.11.	17.11.	18.11.	21.11.	22.11.	23.11.	24.11.	25.11.	28.11.	29.11.	30.11.	
	41.20	40.92	40.95	40.61	41.09	41.11	42.00	42.10	41.40	40.63	41.26	41.01	41.43	41.31	41.43	41.38	41.79	41.77	41.70	41.40	41.17	41.56	
	1.12.	2.12.	5.12.	7.12.	8.12.	9.12.	12.12.	13.12.	14.12.	15.12.	16.12.	19.12.	20.12.	21.12.	22.12.	23.12.	27.12.	28.12.	29.12.	30.12.			
	41.64	41.02	41.24	41.15	40.55	41.27	41.14	40.42	40.90	41.80	41.95	41.91	42.02	42.52	42.25	42.40	42.47	42.53	42.42	42.57			

2017	2.1.	3.1.	4.1.	5.1.	9.1.	10.1.	11.1.	12.1.	13.1.	16.1.	17.1.	18.1.	19.1.	20.1.	23.1.	24.1.	25.1.	26.1.	27.1.	30.1.	31.1.				
	42.84	43.29	43.35	43.23	43.00	43.06	43.51	43.28	43.60	43.57	42.97	42.90	43.24	43.39	43.30	44.88	45.11	42.53	41.30	41.43	41.90				
	1.2.	2.2.	3.2.	6.2.	7.2.	8.2.	9.2.	10.2.	13.2.	14.2.	15.2.	16.2.	17.2.	20.2.	21.2.	22.2.	23.2.	24.2.	27.2.	28.2.					
	41.63	40.62	40.72	40.54	40.24	40.40	40.12	40.52	41.01	41.25	41.60	41.64	41.62	41.52	41.55	41.55	41.50	41.51	41.87	42.26					
	1.3.	2.3.	3.3.	6.3.	7.3.	8.3.	9.3.	10.3.	13.3.	14.3.	15.3.	16.3.	17.3.	20.3.	21.3.	22.3.	23.3.	24.3.	27.3.	28.3.	29.3.	30.3.	31.3.		
	40.53	40.74	40.66	40.80	40.58	40.40	40.24	40.18	40.00	40.06	40.20	40.27	40.32	40.33	40.36	40.22	40.95	41.12	40.97	41.01	40.90	40.91	41.16		
	3.4.	4.4.	5.4.	6.4.	7.4.	10.4.	11.4.	12.4.	13.4.	18.4.	19.4.	20.4.	21.4.	24.4.	25.4.	26.4.	27.4.	28.4.							
	41.41	41.79	41.96	42.25	42.37	42.46	42.67	43.04	43.47	43.05	43.04	43.61	43.45	44.77	44.27	44.11	42.84	42.06							
	2.5.	3.5.	4.5.	5.5.	8.5.	9.5.	10.5.	11.5.	12.5.	15.5.	16.5.	17.5.	18.5.	19.5.	22.5.	23.5.	24.5.	26.5.	29.5.	30.5.	31.5.				
	42.59	42.35	42.48	42.62	42.24	42.72	42.71	42.72	43.00	42.93	42.94	42.27	42.77	43.02	43.28	43.37	44.15	44.20	44.25	44.08	44.11				
1.6.	2.6.	5.6.	6.6.	7.6.	8.6.	9.6.	12.6.	13.6.	14.6.	15.6.	16.6.	19.6.	20.6.	21.6.	22.6.	26.6.	27.6.	28.6.	29.6.	30.6.					
44.01	44.61	44.27	44.58	44.84	44.72	45.20	45.38	46.72	46.90	46.46	46.51	47.06	47.15	46.61	46.37	46.65	46.06	45.77	44.60	44.54					
3.7.	4.7.	5.7.	6.7.	7.7.	10.7.	11.7.	12.7.	13.7.	14.7.	17.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	24.7.	25.7.	26.7.	27.7.	28.7.	31.7.					
44.86	44.70	45.26	44.98	45.91	45.77	45.28	45.87	45.71	46.07	45.89	45.49	43.44	44.08	43.80	43.25	43.03	43.93	43.85	43.81	44.01					
1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	14.8.	15.8.	16.8.	17.8.	18.8.	21.8.	22.8.	23.8.	24.8.	25.8.	28.8.	29.8.	30.8.	31.8.			
44.28	44.33	44.74	45.25	45.24	44.99	44.87	44.60	44.19	44.54	44.23	44.45	44.48	44.24	43.99	44.22	44.21	44.05	44.26	44.08	43.85	45.10	45.58			
1.9.	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	8.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.	15.9.	18.9.	19.9.	20.9.	21.9.	22.9.	25.9.	26.9.	27.9.	28.9.	29.9.					
45.49	45.49	45.31	45.48	45.76	45.80	46.60	47.19	47.15	47.35	47.10	47.01	46.80	46.87	47.09	46.68	46.11	45.84	45.64	45.93	44.80					
2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	9.10.	10.10.	11.10.	12.10.	13.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	30.10.	31.10.				
44.94	45.76	45.66	45.58	45.34	45.44	45.41	45.57	45.58	45.66	45.66	45.91	45.83	45.42	45.66	46.35	46.03	46.01	47.06	47.64	46.74	46.47				
1.11.	2.11.	3.11.	6.11.	7.11.	8.11.	9.11.	10.11.	13.11.	14.11.	15.11.	16.11.	17.11.	20.11.	21.11.	22.11.	23.11.	24.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.				
46.16	46.09	46.34	46.20	46.11	45.59	44.95	45.04	44.74	44.65	44.31	44.40	44.37	44.68	44.24	44.16	43.74	43.66	43.42	43.64	43.51	43.24				
1.12.	4.12.	5.12.	7.12.	8.12.	11.12.	12.12.	13.12.	14.12.	15.12.	18.12.	19.12.	20.12.	21.12.	22.12.	27.12.	28.12.	29.12.								
43.50	43.98	43.90	44.32	44.15	43.94	44.15	44.32	43.81	43.64	44.04	44.70	44.39	44.56	44.69	44.94	44.72	44.78								

2018	2.1.	3.1.	4.1.	5.1.	8.1.	9.1.	10.1.	11.1.	12.1.	15.1.	16.1.	17.1.	18.1.	19.1.	22.1.	23.1.	24.1.	25.1.	26.1.	29.1.	30.1.	31.1.	
	44.74	45.15	45.55	45.88	45.99	46.73	46.56	45.79	44.97	45.01	44.89	44.30	44.70	45.33	45.56	45.99	45.79	45.24	45.17	45.50	45.56	46.10	
	1.2.	2.2.	5.2.	6.2.	7.2.	8.2.	9.2.	12.2.	13.2.	14.2.	15.2.	16.2.	19.2.	20.2.	21.2.	22.2.	23.2.	26.2.	27.2.	28.2.			
	46.65	46.70	46.25	44.68	44.30	42.58	42.30	43.11	42.95	43.66	44.35	45.38	44.73	45.00	45.27	45.09	44.88	45.05	42.96	42.59			
	1.3.	2.3.	5.3.	6.3.	7.3.	8.3.	9.3.	12.3.	13.3.	14.3.	15.3.	16.3.	19.3.	20.3.	21.3.	22.3.	23.3.	26.3.	27.3.	28.3.	29.3.		
	41.83	40.78	41.12	40.98	41.03	41.58	41.65	41.16	40.95	40.77	41.12	40.72	40.43	40.61	40.46	40.09	40.07	39.60	40.09	40.19	40.53		
	3.4.	4.4.	5.4.	6.4.	9.4.	10.4.	11.4.	12.4.	13.4.	16.4.	17.4.	18.4.	19.4.	20.4.	23.4.	24.4.	25.4.	26.4.	27.4.	30.4.			
	39.71	39.24	40.21	39.97	40.02	40.14	40.05	40.15	40.37	40.53	40.55	40.30	40.58	40.75	40.32	39.50	40.77	42.41	41.71	41.26			
	2.5.	3.5.	4.5.	7.5.	8.5.	9.5.	11.5.	14.5.	15.5.	16.5.	17.5.	18.5.	21.5.	22.5.	23.5.	24.5.	25.5.	28.5.	29.5.	30.5.	31.5.		
	40.99	40.29	40.88	41.67	42.12	42.10	41.84	41.39	41.03	41.49	41.81	41.90	41.98	42.92	42.54	42.53	42.52	42.50	42.24	42.41	42.35		
	1.6.	4.6.	5.6.	6.6.	7.6.	8.6.	11.6.	12.6.	13.6.	14.6.	15.6.	18.6.	19.6.	20.6.	21.6.	25.6.	26.6.	27.6.	28.6.	29.6.			
	42.83	43.04	43.04	44.50	44.34	44.24	44.31	44.33	44.48	44.57	44.62	44.39	44.05	44.49	44.46	44.43	43.20	42.96	43.28	43.66			
	2.7.	3.7.	4.7.	5.7.	6.7.	9.7.	10.7.	11.7.	12.7.	13.7.	16.7.	17.7.	18.7.	19.7.	20.7.	23.7.	24.7.	25.7.	26.7.	27.7.	30.7.	31.7.	
	43.00	43.28	43.02	43.11	43.30	43.74	44.56	44.08	43.68	43.90	44.47	47.98	48.20	47.30	47.40	47.71	47.21	47.63	48.23	47.60	47.38	46.79	
	1.8.	2.8.	3.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	13.8.	14.8.	15.8.	16.8.	17.8.	20.8.	21.8.	22.8.	23.8.	24.8.	27.8.	28.8.	29.8.	30.8.	31.8.
	47.00	46.54	47.05	46.75	47.10	47.27	47.02	46.56	46.34	45.86	44.83	45.34	45.84	46.72	46.60	46.56	45.97	45.72	46.87	46.86	46.87	47.19	46.51
	3.9.	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.	17.9.	18.9.	19.9.	20.9.	21.9.	24.9.	25.9.	26.9.	27.9.	28.9.			
	46.48	45.84	45.47	45.15	45.31	45.32	45.15	45.29	45.34	45.86	45.87	46.42	46.44	46.86	47.40	47.00	46.35	45.25	46.49	46.02			
	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	12.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	22.10.	23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	29.10.	30.10.	31.10.
	44.86	44.05	44.59	43.96	43.56	43.05	43.42	42.78	41.40	41.56	40.73	42.16	41.78	41.09	40.95	40.97	39.91	39.73	40.60	42.56	41.96	42.49	43.02
	1.11.	2.11.	5.11.	6.11.	7.11.	8.11.	9.11.	12.11.	13.11.	14.11.	15.11.	16.11.	19.11.	20.11.	21.11.	22.11.	23.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.	31.11.
	43.91	44.30	43.45	43.50	44.08	43.93	43.41	43.35	43.97	43.85	43.34	43.23	42.86	42.65	42.89	42.60	42.69	43.52	43.61	43.89	44.37	43.76	
	3.12.	4.12.	5.12.	7.12.	10.12.	11.12.	12.12.	13.12.	14.12.	17.12.	18.12.	19.12.	20.12.	21.12.	27.12.	28.12.							
	44.36	43.44	42.90	42.00	41.49	41.99	42.72	43.14	42.55	41.93	42.05	42.56	42.38	41.44	41.98	41.64							
2019	2.1.	3.1.	4.1.	7.1.	8.1.	9.1.	10.1.	11.1.	14.1.	15.1.	16.1.	17.1.	18.1.	21.1.	22.1.	23.1.	24.1.	25.1.	28.1.	29.1.	30.1.	31.1.	
	41.84	41.77	42.38	42.24	43.40	43.70	43.44	43.31	42.34	42.87	43.33	43.28	43.98	44.23	44.10	44.35	42.73	43.02	42.22	42.40	41.80	42.39	
	1.2.	4.2.	5.2.	6.2.	7.2.	8.2.	11.2.	12.2.	13.2.	14.2.	15.2.	18.2.	19.2.	20.2.	21.2.	22.2.	25.2.	26.2.	27.2.	28.2.			
	42.81	43.20	44.17	44.72	44.47	43.64	43.61	43.46	43.93	44.02	44.55	44.72	44.40	44.75	44.64	44.60	44.85	44.87	43.08	42.97			
	1.3.	4.3.	5.3.	6.3.	7.3.	8.3.	11.3.	12.3.	13.3.	14.3.	15.3.	18.3.	19.3.	20.3.	21.3.	22.3.	25.3.	26.3.	27.3.	28.3.	29.3.		
	43.68	44.11	43.59	43.45	43.69	42.88	43.54	43.96	43.81	44.57	44.55	44.70	45.30	45.18	44.87	44.31	44.13	44.40	44.48	44.66	44.96		
	1.4.	2.4.	3.4.	4.4.	5.4.	8.4.	9.4.	10.4.	11.4.	12.4.	15.4.	16.4.	17.4.	18.4.	23.4.	24.4.	25.4.	26.4.	29.4.	30.4.			
	46.57	46.86	47.36	47.31	47.93	47.24	46.91	47.50	47.39	47.43	47.40	47.55	47.38	48.07	48.15	48.24	49.85	48.90	49.01	48.86			
	2.5.	3.5.	6.5.	7.5.	8.5.	9.5.	10.5.	13.5.	14.5.	15.5.	16.5.	17.5.	20.5.	21.5.	22.5.	23.5.	24.5.	27.5.	28.5.	29.5.	31.5.		
	48.90	48.62	48.36	48.64	48.67	48.01	49.64	49.02	49.09	48.83	51.26	51.34	51.40	51.78	51.92	51.16	51.06	50.88	50.44	49.53	48.81		
	3.6.	4.6.	5.6.	6.6.	7.6.	10.6.	11.6.	12.6.	13.6.	14.6.	17.6.	18.6.	19.6.	20.6.	24.6.	25.6.	26.6.	27.6.	28.6.				
	49.10	49.27	49.32	49.20	49.27	49.59	50.34	50.34	50.50	50.10	50.40	51.20	50.98	51.48	51.40	51.66	51.92	52.10	51.90				
	1.7.	2.7.	3.7.	4.7.	5.7.	8.7.	9.7.	10.7.	11.7.	12.7.	15.7.	16.7.	17.7.	18.7.	19.7.	22.7.	23.7.	24.7.	25.7.	26.7.	29.7.	30.7.	31.7.
	51.92	51.94	52.50	52.42	51.68	51.44	51.22	51.10	50.22	50.26	50.76	50.92	51.26	51.12	51.70	51.40	51.78	51.70	52.12	52.18	52.16	51.94	51.60
	1.8.	2.8.	5.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.	16.8.	19.8.	20.8.	21.8.	22.8.	23.8.	26.8.	27.8.	28.8.	29.8.	30.8.	
	52.16	51.72	51.18	51.26	51.00	51.42	52.00	51.90	52.10	50.46	50.30	50.96	52.00	51.20	52.32	51.86	51.60	50.94	51.16	50.78	51.88	52.60	
	2.9.	3.9.	4.9.	5.9.	6.9.	9.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	16.9.	17.9.	18.9.	19.9.	20.9.	23.9.	24.9.	25.9.	26.9.	27.9.	30.9.		
	53.14	53.22	53.90	54.16	55.44	54.68	53.46	52.42	53.00	52.52	52.00	52.10	52.00	52.34	51.50	51.34	51.30	51.20	51.74	52.40	52.24		
	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	21.10.	22.10.	23.10.	24.10.	25.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.
	51.92	51.18	51.38	52.00	52.10	51.82	52.30	52.04	52.60	52.42	53.46	53.14	52.40	52.70	53.08	53.44	54.18	55.04	56.34	56.86	57.22	57.62	57.04
	1.11.	4.11.	5.11.	6.11.	7.11.	8.11.	11.11.	12.11.	13.11.	14.11.	15.11.	18.11.	19.11.	20.11.	21.11.	22.11.	25.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.		
	57.30	57.82	58.02	57.78	57.54	56.80	56.74	57.04	57.24	57.10	57.62	56.96	56.74	56.88	55.84	55.76	56.66	57.10	57.26	56.86	56.82		
	2.12.	3.12.	4.12.	5.12.	9.12.	10.12.	11.12.	12.12.	13.12.	16.12.	17.12.	18.12.	19.12.	20.12.	23.12.	27.12.	30.12.						
	55.80	56.26	56.86	56.88	57.24	57.10	56.96	56.44	57.26	57.72	58.10	57.68	58.32	59.06	59.02	59.14	58.28						
2020	2.1.	3.1.	7.1.	8.1.	9.1.	10.1.	13.1.	14.1.	15.1.	16.1.	17.1.	20.1.	21.1.	22.1.	23.1.								
	58.48	58.60	58.76	58.72	58.84	58.66	58.72	59.40	59.92	59.28	60.12	59.86	59.36	59.20	59.16								

Liite 2. Tutkimuksessa käytettyjen Metson osakkeiden päätöskurssit ajalta 23.1.2015-23.1.2020

2015	23.1.	26.1.	27.1.	28.1.	29.1.	30.1.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible]

2017	2.1.	3.1.	4.1.	5.1.	9.1.	10.1.	11.1.	12.1.	13.1.	16.1.	17.1.	18.1.	19.1.	20.1.	23.1.	24.1.	25.1.	26.1.	27.1.	30.1.	31.1.		
	12.40	12.14	12.00	11.33	10.96	11.00	10.90	11.00	11.00	10.86	10.99	11.09	11.41	11.30	11.26	11.39	10.81	10.84	10.91	10.69	10.75		
	1.2.	2.2.	3.2.	6.2.	7.2.	8.2.	9.2.	10.2.	13.2.	14.2.	15.2.	16.2.	17.2.	20.2.	21.2.	22.2.	23.2.	24.2.	27.2.	28.2.			
	10.64	10.75	10.94	10.99	10.38	10.88	11.32	11.54	11.47	11.48	11.48	11.51	11.61	11.54	11.58	11.55	11.49	11.35	11.41	10.96			
	1.3.	2.3.	3.3.	6.3.	7.3.	8.3.	9.3.	10.3.	13.3.	14.3.	15.3.	16.3.	17.3.	20.3.	21.3.	22.3.	23.3.	24.3.	27.3.	28.3.	29.3.	30.3.	31.3.
	11.26	11.26	11.31	11.23	11.27	11.28	11.25	11.27	11.30	11.20	11.35	11.56	11.55	11.54	11.78	12.10	12.16	12.09	11.99	12.07	12.27	12.29	12.19
	3.4.	4.4.	5.4.	6.4.	7.4.	10.4.	11.4.	12.4.	13.4.	18.4.	19.4.	20.4.	21.4.	24.4.	25.4.	26.4.	27.4.	28.4.					
	12.32	12.50	12.50	12.21	12.25	12.31	12.24	12.44	12.52	12.46	12.47	12.66	12.54	12.48	12.43	12.56	12.03	12.50					
	2.5.	3.5.	4.5.	5.5.	8.5.	9.5.	10.5.	11.5.	12.5.	15.5.	16.5.	17.5.	18.5.	19.5.	22.5.	23.5.	24.5.	26.5.	29.5.	30.5.	31.5.		
	12.65	12.73	12.79	12.88	12.74	12.58	12.62	12.57	12.55	12.62	12.54	12.53	12.44	12.40	12.40	12.50	12.47	12.27	12.23	12.05	11.80		
	1.6.	2.6.	5.6.	6.6.	7.6.	8.6.	9.6.	12.6.	13.6.	14.6.	15.6.	16.6.	19.6.	20.6.	21.6.	22.6.	26.6.	27.6.	28.6.	29.6.	30.6.		
	11.97	11.81	11.58	11.59	11.60	11.59	11.63	11.48	11.64	11.62	11.60	11.83	11.94	11.90	11.84	11.60	11.51	11.56	11.51	11.48	11.50		
	3.7.	4.7.	5.7.	6.7.	7.7.	10.7.	11.7.	12.7.	13.7.	14.7.	17.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	24.7.	25.7.	26.7.	27.7.	28.7.	31.7.		
	11.58	11.55	11.50	11.59	11.65	11.86	11.84	11.97	12.18	12.31	12.23	12.22	12.21	12.60	12.50	12.36	12.30	12.47	12.43	12.33	12.21		
	1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	14.8.	15.8.	16.8.	17.8.	18.8.	21.8.	22.8.	23.8.	24.8.	25.8.	28.8.	29.8.	30.8.	31.8.
	12.33	12.34	11.71	11.80	11.63	11.60	11.55	11.67	11.59	11.72	11.74	11.69	11.65	11.54	11.61	11.63	11.59	11.70	11.93	11.89	12.05	12.26	12.35
	1.9.	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	8.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.	15.9.	18.9.	19.9.	20.9.	21.9.	22.9.	25.9.	26.9.	27.9.	28.9.	29.9.		
	12.33	12.22	12.02	12.12	12.10	12.01	12.06	12.15	12.18	12.03	11.99	12.06	11.99	12.09	12.27	12.30	12.53	12.55	12.21	12.30	12.32		
	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	9.10.	10.10.	11.10.	12.10.	13.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	30.10.	31.10.	
	12.57	12.63	12.37	12.61	12.65	13.00	13.05	13.15	13.01	13.05	12.91	13.13	13.35	13.47	13.95	14.10	14.18	14.07	15.33	16.15	16.55	15.94	
	1.11.	2.11.	3.11.	6.11.	7.11.	8.11.	9.11.	10.11.	13.11.	14.11.	15.11.	16.11.	17.11.	20.11.	21.11.	22.11.	23.11.	24.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.	
	15.93	16.18	16.27	16.32	16.33	16.26	16.17	16.01	16.13	16.23	16.25	16.72	16.62	16.67	17.00	17.02	16.93	16.90	16.67	17.10	16.87	17.40	
	1.12.	4.12.	5.12.	7.12.	8.12.	11.12.	12.12.	13.12.	14.12.	15.12.	18.12.	19.12.	20.12.	21.12.	22.12.	27.12.	28.12.	29.12.					
	17.37	17.37	17.32	16.92	17.00	17.30	17.23	17.10	17.30	17.22	17.48	17.72	17.87	18.02	17.85	17.98	18.02	17.78					

2018	2.1.	3.1.	4.1.	5.1.	8.1.	9.1.	10.1.	11.1.	12.1.	15.1.	16.1.	17.1.	18.1.	19.1.	22.1.	23.1.	24.1.	25.1.	26.1.	29.1.	30.1.	31.1.	
	17.78	18.07	17.79	17.53	18.24	18.11	18.37	18.82	18.72	18.71	18.59	18.79	19.31	19.45	19.64	19.35	18.86	18.60	18.55	18.40	18.18	18.56	
	1.2.	2.2.	5.2.	6.2.	7.2.	8.2.	9.2.	12.2.	13.2.	14.2.	15.2.	16.2.	19.2.	20.2.	21.2.	22.2.	23.2.	26.2.	27.2.	28.2.			
	18.71	18.31	18.43	18.15	19.01	19.03	19.25	19.65	19.34	19.03	19.33	19.64	19.41	19.59	19.93	19.89	20.59	20.25	20.22	20.08			
	1.3.	2.3.	5.3.	6.3.	7.3.	8.3.	9.3.	12.3.	13.3.	14.3.	15.3.	16.3.	19.3.	20.3.	21.3.	22.3.	23.3.	26.3.	27.3.	28.3.	29.3.		
	19.67	19.09	19.65	19.65	19.74	20.13	19.84	19.71	19.52	19.41	19.27	19.11	19.03	19.12	19.30	19.02	19.07	18.86	19.05	18.61	18.87		
	3.4.	4.4.	5.4.	6.4.	9.4.	10.4.	11.4.	12.4.	13.4.	16.4.	17.4.	18.4.	19.4.	20.4.	23.4.	24.4.	25.4.	26.4.	27.4.	30.4.			
	18.82	18.41	18.72	18.21	18.39	18.89	18.53	18.51	18.31	18.12	18.27	17.99	18.46	18.23	18.33	18.14	17.95	20.97	23.11	23.30			
	2.5.	3.5.	4.5.	7.5.	8.5.	9.5.	11.5.	14.5.	15.5.	16.5.	17.5.	18.5.	21.5.	22.5.	23.5.	24.5.	25.5.	28.5.	29.5.	30.5.	31.5.		
	22.09	21.67	22.10	21.65	21.87	22.22	22.45	22.48	22.73	22.41	22.37	22.81	23.47	23.44	22.75	22.41	22.33	22.53	22.43	22.75	23.21		
	1.6.	4.6.	5.6.	6.6.	7.6.	8.6.	11.6.	12.6.	13.6.	14.6.	15.6.	18.6.	19.6.	20.6.	21.6.	25.6.	26.6.	27.6.	28.6.	29.6.			
	23.21	23.50	23.57	23.40	23.73	23.63	23.54	23.06	22.19	22.33	22.17	22.22	21.91	21.83	21.84	21.84	22.09	22.05	22.21	22.40			
	2.7.	3.7.	4.7.	5.7.	6.7.	9.7.	10.7.	11.7.	12.7.	13.7.	16.7.	17.7.	18.7.	19.7.	20.7.	23.7.	24.7.	25.7.	26.7.	27.7.	30.7.	31.7.	
	22.01	21.81	21.63	21.77	21.91	22.07	22.49	22.27	22.46	22.35	21.98	22.07	22.17	22.47	22.41	22.53	22.35	22.63	22.83	23.51	23.47	23.54	
	1.8.	2.8.	3.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	13.8.	14.8.	15.8.	16.8.	17.8.	20.8.	21.8.	22.8.	23.8.	24.8.	27.8.	28.8.	29.8.	30.8.	31.8.
	23.70	23.49	23.63	24.41	24.86	24.67	24.84	24.96	25.05	25.31	24.72	24.53	24.30	24.39	24.54	24.77	24.57	24.84	24.92	25.37	25.15	24.99	24.93
	3.9.	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.	17.9.	18.9.	19.9.	20.9.	21.9.	24.9.	25.9.	26.9.	27.9.	28.9.			
	24.75	24.47	23.93	23.53	23.68	23.79	24.29	24.39	24.16	24.25	23.87	23.77	24.23	24.12	24.03	24.19	24.17	24.24	24.17	23.73			
	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	12.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	22.10.	23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	29.10.	30.10.	31.10.
	23.92	23.75	24.36	25.06	24.51	24.50	24.25	24.15	23.22	23.10	23.17	23.94	23.81	23.89	23.49	23.39	22.19	22.21	22.16	24.48	24.21	24.21	24.25
	1.11.	2.11.	5.11.	6.11.	7.11.	8.11.	9.11.	12.11.	13.11.	14.11.	15.11.	16.11.	19.11.	20.11.	21.11.	22.11.	23.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.	
	23.67	23.85	24.37	24.19	24.05	24.21	23.69	23.90	23.81	23.61	23.59	23.99	23.39	23.16	23.30	22.89	22.63	22.57	23.03	23.43	23.21	23.01	
	3.12.	4.12.	5.12.	7.12.	10.12.	11.12.	12.12.	13.12.	14.12.	17.12.	18.12.	19.12.	20.12.	21.12.	27.12.	28.12.							
	23.59	23.51	23.21	23.00	22.59	22.80	24.18	23.73	23.95	23.53	23.42	23.57	22.59	22.36	22.24	22.45							

2019	2.1.	3.1.	4.1.	7.1.	8.1.	9.1.	10.1.	11.1.	14.1.	15.1.	16.1.	17.1.	18.1.	21.1.	22.1.	23.1.	24.1.	25.1.	28.1.	29.1.	30.1.	31.1.		
	23.07	23.38	24.93	24.63	25.06	25.24	25.35	25.50	25.53	25.91	26.31	26.07	26.29	26.80	26.33	26.31	27.01	26.88	26.45	26.64	27.00	26.71		
	1.2.	4.2.	5.2.	6.2.	7.2.	8.2.	11.2.	12.2.	13.2.	14.2.	15.2.	18.2.	19.2.	20.2.	21.2.	22.2.	25.2.	26.2.	27.2.	28.2.				
	26.77	27.27	27.40	28.15	28.49	28.83	28.88	29.09	28.80	29.01	29.13	29.09	28.74	28.73	28.85	28.84	28.72	29.13	28.83	28.17				
	1.3.	4.3.	5.3.	6.3.	7.3.	8.3.	11.3.	12.3.	13.3.	14.3.	15.3.	18.3.	19.3.	20.3.	21.3.	22.3.	25.3.	26.3.	27.3.	28.3.	29.3.			
	30.17	30.25	30.33	30.37	30.26	29.83	30.77	31.00	30.89	31.63	31.51	31.81	32.11	31.12	31.47	31.33	31.17	31.40	32.37	31.55	31.67			
	1.4.	2.4.	3.4.	4.4.	5.4.	8.4.	9.4.	10.4.	11.4.	12.4.	15.4.	16.4.	17.4.	18.4.	23.4.	24.4.	25.4.	26.4.	29.4.	30.4.				
	31.97	32.55	32.62	32.39	32.86	33.20	32.72	32.81	32.56	32.62	32.76	32.47	31.92	32.21	32.97	32.21	32.22	31.54	29.91	29.44				
	2.5.	3.5.	6.5.	7.5.	8.5.	9.5.	10.5.	13.5.	14.5.	15.5.	16.5.	17.5.	20.5.	21.5.	22.5.	23.5.	24.5.	27.5.	28.5.	29.5.	31.5.			
	29.00	29.43	28.94	28.75	28.28	28.23	28.82	28.26	29.28	29.78	30.75	31.83	31.90	32.58	32.13	31.19	30.95	31.26	31.24	30.22	30.26			
	3.6.	4.6.	5.6.	6.6.	7.6.	10.6.	11.6.	12.6.	13.6.	14.6.	17.6.	18.6.	19.6.	20.6.	24.6.	25.6.	26.6.	27.6.	28.6.					
	30.19	29.86	29.72	29.55	30.12	30.50	31.24	30.81	31.11	30.87	29.57	29.52	29.15	29.44	28.87	29.20	30.08	31.18	29.84					
	1.7.	2.7.	3.7.	4.7.	5.7.	8.7.	9.7.	10.7.	11.7.	12.7.	15.7.	16.7.	17.7.	18.7.	19.7.	22.7.	23.7.	24.7.	25.7.	26.7.	29.7.	30.7.	31.7.	
	30.41	29.87	30.35	30.56	29.77	29.74	29.88	30.19	30.50	30.70	30.72	30.42	29.49	30.69	30.50	30.84	31.56	30.59	29.43	28.98	29.00	29.99		
	1.8.	2.8.	5.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.	16.8.	19.8.	20.8.	21.8.	22.8.	23.8.	26.8.	27.8.	28.8.	29.8.	30.8.		
	29.94	30.52	29.91	30.18	29.60	30.40	30.83	30.72	30.78	30.00	29.89	29.86	30.48	29.53	29.62	29.24	28.40	28.39	28.91	28.26	28.83	28.64		
	2.9.	3.9.	4.9.	5.9.	6.9.	9.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	16.9.	17.9.	18.9.	19.9.	20.9.	23.9.	24.9.	25.9.	26.9.	27.9.	30.9.			
	29.00	28.55	29.15	28.73	28.67	28.39	28.43	28.40	28.82	27.98	28.22	28.77	28.93	29.27	29.68	29.95	29.45	29.29	29.48	30.13	30.37			
	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	21.10.	22.10.	23.10.	24.10.	25.10.	28.10	29.10	30.10	31.10.	
	29.65	28.61	29.20	28.62	29.38	28.80	28.87	29.03	29.39	28.80	28.55	28.36	29.09	29.06	29.15	29.76	31.50	32.35	32.65	32.80	32.66	32.94	32.36	
1.11.	4.11.	5.11.	6.11.	7.11.	8.11.	11.11.	12.11.	13.11.	14.11.	15.11.	18.11.	19.11.	20.11.	21.11.	22.11.	25.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.				
32.54	32.99	32.90	32.55	32.10	31.69	31.59	31.56	31.20	31.00	31.05	31.56	31.32	30.95	31.01	31.01	30.75	30.85	30.43	30.56	30.68				
2.12.	3.12.	4.12.	5.12.	9.12.	10.12.	11.12.	12.12.	13.12.	16.12.	17.12.	18.12.	19.12.	20.12.	23.12.	24.12.	30.12.								
30.14	29.71	29.76	29.51	28.46	28.32	28.14	28.04	28.16	28.23	29.00	29.62	29.88	30.27	30.92	31.17	31.02								
2020	2.1.	3.1.	7.1.	8.1.	9.1.	10.1.	13.1.	14.1.	15.1.	16.1.	17.1.	20.1.	21.1.	22.1.	23.1.									
	31.19	31.44	31.00	30.64	30.72	31.73	32.45	33.55	34.24	34.66	33.83	34.30	34.43	34.34	34.36									

23.1.2020

49

2018	2.1.	3.1.	4.1.	5.1.	8.1.	9.1.	10.1.	11.1.	12.1.	15.1.	16.1.	17.1.	18.1.	19.1.	22.1.	23.1.	24.1.	25.1.	26.1.	29.1.	30.1.	31.1.	
	3.91	3.99	4.04	4.06	4.07	4.11	4.03	4.00	4.00	4.03	4.04	4.05	3.96	3.97	3.98	4.01	3.97	3.90	3.88	4.00	3.98	3.88	
	1.2.	2.2.	5.2.	6.2.	7.2.	8.2.	9.2.	12.2.	13.2.	14.2.	15.2.	16.2.	19.2.	20.2.	21.2.	22.2.	23.2.	26.2.	27.2.	28.2.			
	4.33	4.40	4.42	4.40	4.53	4.43	4.38	4.47	4.46	4.52	4.57	4.66	4.63	4.66	4.69	4.68	4.69	4.79	4.84	4.80			
	1.3.	2.3.	5.3.	6.3.	7.3.	8.3.	9.3.	12.3.	13.3.	14.3.	15.3.	16.3.	19.3.	20.3.	21.3.	22.3.	23.3.	26.3.	27.3.	28.3.	29.3.		
	4.75	4.65	4.75	4.71	4.75	4.79	4.79	4.82	4.76	4.71	4.71	4.68	4.66	4.68	4.66	4.54	4.51	4.43	4.47	4.45	4.49		
	3.4.	4.4.	5.4.	6.4.	9.4.	10.4.	11.4.	12.4.	13.4.	16.4.	17.4.	18.4.	19.4.	20.4.	23.4.	24.4.	25.4.	26.4.	27.4.	30.4.			
	4.45	4.40	4.48	4.45	4.45	4.49	4.50	4.54	4.51	4.51	4.75	4.75	4.75	4.86	4.84	4.87	4.94	4.90	4.95	4.98			
	2.5.	3.5.	4.5.	7.5.	8.5.	9.5.	11.5.	14.5.	15.5.	16.5.	17.5.	18.5.	21.5.	22.5.	23.5.	24.5.	25.5.	28.5.	29.5.	30.5.	31.5.		
	4.84	4.86	5.09	5.23	5.28	5.30	5.35	5.29	5.26	5.26	5.27	5.28	5.29	5.27	5.17	5.18	5.18	5.14	5.07	5.09	4.94		
	1.6.	4.6.	5.6.	6.6.	7.6.	8.6.	11.6.	12.6.	13.6.	14.6.	15.6.	18.6.	19.6.	20.6.	21.6.	25.6.	26.6.	27.6.	28.6.	29.6.			
	4.99	5.07	5.03	4.97	4.96	4.93	4.97	5.01	5.15	5.24	5.22	5.15	5.11	5.12	5.07	4.95	4.97	4.99	4.87	4.93			
	2.7.	3.7.	4.7.	5.7.	6.7.	9.7.	10.7.	11.7.	12.7.	13.7.	16.7.	17.7.	18.7.	19.7.	20.7.	23.7.	24.7.	25.7.	26.7.	27.7.	30.7.	31.7.	
	4.85	4.87	4.82	4.85	4.90	4.96	5.05	4.98	5.03	5.00	5.00	4.97	5.16	5.13	5.11	5.07	5.07	5.07	4.82	4.70	4.73	4.65	
	1.8.	2.8.	3.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	13.8.	14.8.	15.8.	16.8.	17.8.	20.8.	21.8.	22.8.	23.8.	24.8.	27.8.	28.8.	29.8.	30.8.	31.8.
	4.68	4.61	4.62	4.63	4.65	4.67	4.67	4.58	4.56	4.57	4.50	4.56	4.58	4.61	4.63	4.69	4.74	4.80	4.88	4.92	4.89	4.84	4.80
	3.9.	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.	17.9.	18.9.	19.9.	20.9.	21.9.	24.9.	25.9.	26.9.	27.9.	28.9.			
	4.80	4.77	4.63	4.65	4.65	4.66	4.63	4.58	4.69	4.73	4.83	4.67	4.68	4.75	4.71	4.73	4.73	4.85	4.78				
	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	12.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	22.10.	23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	29.10.	30.10.	31.10.
	4.82	4.75	4.73	4.77	4.67	4.63	4.64	4.50	4.44	4.50	4.54	4.68	4.72	4.85	4.86	4.86	4.78	4.68	4.70	4.86	4.91	4.91	5.00
	1.11.	2.11.	5.11.	6.11.	7.11.	8.11.	9.11.	12.11.	13.11.	14.11.	15.11.	16.11.	19.11.	20.11.	21.11.	22.11.	23.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.	
	5.03	5.11	5.13	5.12	5.21	5.19	5.17	5.11	5.20	5.13	5.06	5.11	5.04	4.89	4.90	4.79	4.86	4.87	4.87	4.82	4.84	4.86	
	3.12.	4.12.	5.12.	7.12.	10.12.	11.12.	12.12.	13.12.	14.12.	17.12.	18.12.	19.12.	20.12.	21.12.	27.12.	28.12.							
	4.95	4.85	4.76	4.90	4.95	5.13	5.27	5.28	5.28	5.22	5.12	5.13	5.05	5.00	4.83	5.03							
2019	2.1.	3.1.	4.1.	7.1.	8.1.	9.1.	10.1.	11.1.	14.1.	15.1.	16.1.	17.1.	18.1.	21.1.	22.1.	23.1.	24.1.	25.1.	28.1.	29.1.	30.1.	31.1.	
	5.01	4.91	5.10	5.21	5.26	5.33	5.29	5.27	5.24	5.25	5.17	5.22	5.30	5.34	5.26	5.31	5.43	5.74	5.63	5.70	5.68	5.51	
	1.2.	4.2.	5.2.	6.2.	7.2.	8.2.	11.2.	12.2.	13.2.	14.2.	15.2.	18.2.	19.2.	20.2.	21.2.	22.2.	25.2.	26.2.	27.2.	28.2.			
	5.40	5.27	5.30	5.32	5.24	5.39	5.47	5.44	5.57	5.54	5.57	5.54	5.40	5.35	5.39	5.44	5.41	5.40	5.34	5.32			
	1.3.	4.3.	5.3.	6.3.	7.3.	8.3.	11.3.	12.3.	13.3.	14.3.	15.3.	18.3.	19.3.	20.3.	21.3.	22.3.	25.3.	26.3.	27.3.	28.3.	29.3.		
	5.33	5.33	5.38	5.35	5.34	5.34	5.42	5.43	5.40	5.47	5.62	5.56	5.58	5.47	5.52	5.24	5.16	5.13	5.14	5.05	5.07		
	1.4.	2.4.	3.4.	4.4.	5.4.	8.4.	9.4.	10.4.	11.4.	12.4.	15.4.	16.4.	17.4.	18.4.	23.4.	24.4.	25.4.	26.4.	29.4.	30.4.			
	5.12	5.15	5.25	5.25	5.26	5.24	5.18	5.17	5.18	5.21	5.00	5.01	5.08	5.14	5.12	5.16	4.70	4.77	4.76	4.68			
	2.5.	3.5.	6.5.	7.5.	8.5.	9.5.	10.5.	13.5.	14.5.	15.5.	16.5.	17.5.	20.5.	21.5.	22.5.	23.5.	24.5.	27.5.	28.5.	29.5.	31.5.		
	4.59	4.58	4.56	4.47	4.45	4.36	4.34	4.27	4.27	4.23	4.41	4.44	4.49	4.57	4.59	4.41	4.47	4.55	4.52	4.42	4.48		
	3.6.	4.6.	5.6.	6.6.	7.6.	10.6.	11.6.	12.6.	13.6.	14.6.	17.6.	18.6.	19.6.	20.6.	24.6.	25.6.	26.6.	27.6.	28.6.				
	4.46	4.46	4.43	4.41	4.44	4.37	4.53	4.48	4.45	4.39	4.40	4.45	4.47	4.55	4.42	4.37	4.40	4.35	4.37				
	1.7.	2.7.	3.7.	4.7.	5.7.	8.7.	9.7.	10.7.	11.7.	12.7.	15.7.	16.7.	17.7.	18.7.	19.7.	22.7.	23.7.	24.7.	25.7.	26.7.	29.7.	30.7.	31.7.
	4.41	4.45	4.49	4.50	4.48	4.47	4.43	4.45	4.48	4.48	4.49	4.58	4.53	4.55	4.58	4.58	4.60	4.63	4.97	5.07	5.04	4.92	4.88
	1.8.	2.8.	5.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.	16.8.	19.8.	20.8.	21.8.	22.8.	23.8.	26.8.	27.8.	28.8.	29.8.	30.8.	
	4.92	4.81	4.75	4.76	4.70	4.82	4.80	4.75	4.78	4.62	4.58	4.63	4.71	4.65	4.65	4.58	4.52	4.50	4.48	4.44	4.45	4.50	
	2.9.	3.9.	4.9.	5.9.	6.9.	9.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	16.9.	17.9.	18.9.	19.9.	20.9.	23.9.	24.9.	25.9.	26.9.	27.9.	30.9.		
	4.49	4.45	4.45	4.49	4.54	4.53	4.56	4.61	4.68	4.69	4.64	4.61	4.63	4.67	4.79	4.68	4.65	4.58	4.53	4.59	4.65		
	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	21.10.	22.10.	23.10.	24.10.	25.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.
	4.49	4.40	4.40	4.43	4.48	4.48	4.48	4.51	4.62	4.56	4.57	4.62	4.71	4.71	4.71	4.71	4.72	3.62	3.45	3.29	3.22	3.24	3.29
	1.11.	4.11.	5.11.	6.11.	7.11.	8.11.	11.11.	12.11.	13.11.	14.11.	15.11.	18.11.	19.11.	20.11.	21.11.	22.11.	25.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.		
	3.28	3.25	3.23	3.29	3.25	3.23	3.21	3.20	3.19	3.03	3.12	3.13	3.11	3.07	3.07	3.12	3.16	3.13	3.17	3.18	3.21		
	2.12.	3.12.	4.12.	5.12.	9.12.	10.12.	11.12.	12.12.	13.12.	16.12.	17.12.	18.12.	19.12.	20.12.	23.12.	27.12.	30.12.						
	3.14	3.15	3.19	3.15	3.13	3.13	3.14	3.23	3.22	3.26	3.27	3.27	3.25	3.28	3.28	3.28	3.30						
2020	2.1.	3.1.	7.1.	8.1.	9.1.	10.1.	13.1.	14.1.	15.1.	16.1.	17.1.	20.1.	21.1.	22.1.	23.1.								
	3.46	3.45	3.58	3.62	3.63	3.65	3.67	3.63	3.66	3.77	3.75	3.77	3.72	3.71	3.67								