

Implisiittisen volatiliteetin mallintaminen ja ennustaminen*

Katja Ahoniemi

Post-doc-tutkija

Helsingin kauppakorkeakoulu

Volatiliteetti on yleinen sijoitusten riskin mittari, sillä se kuvastaa, miten paljon esimerkiksi osakekurssit vaihtelevat. Osakekurssien lasku ja osakemarkkinoiden volatiliteetin nousu on kerännyt palstatilaa finanssikriisin syentyessä. Volatiliteetti on myös yksi seuratuimmista tekijöistä optiomarkkinoilla. Erityisesti ammattimaiset optiosijoittajat pyrkivät ennustamaan, mihin suuntaan markkinoiden volatiliteetti on menossa. Tämä johtuu siitä, että volatiliteetti vaikuttaa runsaasti optioiden arvoihin – varsinkin silloin, kun option toteutushinta on lähellä kohde-etuuden senhetkistä markkinahintaa. Jos jonkin option hinnassa katsotaan olevan liian paljon (tai liian vähän) volatiliteettia, on se merkki mahdollisesti voitollisesta sijoitusstrategiasta.

Optioiden hinnoittelussa käytettyä volatiliteettia kutsutaan implisiittiseksi volatiliteetiksi silloin, kun volatiliteetti ratkaistaan optioiden

markkinahintojen ja optiohinnoittelukaavan avulla. Yleisimmin käytetään Black-Scholes-kaavaa tai sen laajennuksia, vaikka osaa kaavan oletuksista pidetäänkin epärealistisina.

Implisiittinen volatiliteetti voidaan tulkita markkinoiden odottamaksi tulevaksi volatiliteetiksi. Toisin sanoen, esimerkiksi kuukauden päästä erääntyvän option implisiittinen volatiliteetti vastaa markkinoiden odotusta option kohde-etuuden tuottojen volatiliteetista seuraavan kuukauden aikana. Se on tämän vuoksi kiinnostava paitsi optiosijoittajille, myös kaikille muillekin sijoittajille, jotka ovat kiinnostuneita salkkunsaa arvon tulevasta vaihteluista. Aiemmat tieteelliset tutkimukset ovat osoittaneet, että implisiittinen volatiliteetti on myös käytännössä erittäin hyvä tulevan volatiliteetin ennustaja. Muiden tekijöiden, kuten esimerkiksi historiallisten havaintojen avulla laskettujen volatiliteettiennusteiden, lisääminen ennustemalliin osoittautuu yleensä tarpeettomaksi, jos ennustemallissa on implisiittinen volatiliteetti mukana.

Oman väitöskirjani neljä esseettä eivät pyri vastaamaan tähän perinteiseen tutkimuskysymykseen. En siis tarkastele, miten hyvin impli-

* Tämä kirjoitus perustuu 27.2.2009 Helsingin kauppakorkeakoulussa tarkastettuun väitöskirjaani ”Modeling and Forecasting Implied Volatility”. Vastaväittäjänä toimi professori Giampiero Gallo (Università di Firenze) ja kustoksena professori Pekka Ilmakunnas (Helsingin kauppakorkeakoulu).

siittäinen volatiliteetti ennustaa tulevaa tuottojen volatiliteettia. Sitä vastoin pyrin mallintamaan ja ennustamaan implisiittistä volatiliteettia itseään. Tämä lähestymistapa on perusteltu, koska jos implisiittinen volatiliteetti on paras ennuste tulevalle tuottojen volatiliteetille, on myös implisiittisen volatiliteetin ennustamisessa lisäarvoa sijoittajille. Lisäksi, kuten mainittu, volatiliteetti vaikuttaa runsaasti optioiden arvoihin, joten optiosijoittaja voi hyötyä hyvistä implisiittistä volatiliteettia koskevista ennusteista. Periaatteena tällöin on, että jos implisiittisen volatiliteetin ennustetaan nousevan, optioidenkin arvojen odotetaan nousevan – ja päinvastoin laskun tapauksessa.

Kaikkien väitöskirjani esseiden rakenne on karkeasti ottaen samanlainen. Rakennan aikasarjamallin implisiittiselle volatiliteetille, ja lasken mallista ennusteita. Ennusteita arvioin kahdella eri mittarilla: miten hyvin malli ennustaa tulevan implisiittisen volatiliteetin arvon, ja ennen kaikkea, miten hyvin malli ennustaa sen muutoksen suunnan. Toisin sanoen, minua kiinnostaa, meneekö implisiittisen volatiliteetin arvo seuraavana päivänä ylös vai alas. Erityisesti tällä muutoksen suunnalla voi olla potentiaalisesti arvoa optiosijoittajille. Jos tiivistän tutkimukseni tärkeimmän tuloksen yhteen lauseeseen, niin pystyn jokaisessa esseessä toteamaan, että implisiittisen volatiliteetin muutoksen suunnassa on ennustettavuutta. Suunnan pystyy ennustamaan oikein reilusti yli 50 prosentissa niistä päivistä, joille ennusteet lasketaan. 50 prosentin tarkkuuteen pääsisi pitkässä juoksussa kolikkoa heittämällä, joten sen tason ylittäminen on olennaista.

Ensimmäisessä esseessä käytetään aineistona sellaisista optioista laskettua implisiittistä volatiliteettia, joiden kohde-etuutena on yhdysvaltalainen osakeindeksi S&P 500. Tarkem-

min sanoen, aineistona on VIX-indeksi, jota laskee Chicagon optiopörssi. VIX on ammattimaisten sijoittajien keskuudessa erittäin laajalti seurattu indeksi, ja sitä pidetään eräänlaisena sijoittajien sentimentin mittarina. Viimeaikaiset finanssikriisin aiheuttamat myllerrykset osakemarkkinoilla ovat nostaneet VIX-indeksin arvon uusiin ennätyslukemiin. VIX-indeksi edustaa myös uutta aaltoa implisiittisen volatiliteetin laskennassa: sen arvo ei perustu mihinkään optiohinnoittelukaavaan, vaan se lasketaan ns. mallivapaasti suoraan optioiden hinnoista.

Käytän ensimmäisessä esseessä hyvin perinteisiä aikasarjamallinnuksen menetelmiä, eli ARMA- ja GARCH-malleja. Implisiittisen volatiliteetin heilahtelut ovat välillä rauhallisempia, välillä rajumpia, joten myös GARCH-ominaisuuden huomioon ottaminen on tulosten valossa tärkeä osa mallia. Kun implisiittisen volatiliteetin suunnan ennustettavuus on todettu, lasken millaisia tuottoja sijoittaja saisi, jos kävisi kauppaa ennusteisiini perustuen. Näissä laskelmissa käytän todellisia optioiden markkinahintoja. En kuitenkaan ota kantaa siihen, voisiko sijoittaja tehdä niin sanotusti ylisuuria tuottoja ennusteiden avulla. Pyrin optiokauppasimulaatiolla kuitenkin varmistamaan, että ennustetarkkuuden perusteella valittu ennustemalli vaikuttaa parhaalta mallilta myös optio- tuottojen valossa. Lisäksi tällä tavalla voidaan tarkastella tulosten taloudellista merkitystä.

Toinen, kolmas ja neljäs essee poikkeavat menetelmiltään ensimmäisestä. Näissä esseissä käytän uudentyyppisiä aikasarjamalleja, niin sanottuja multiplikatiivisia malleja. Multiplikatiivisessa mallissa ehdollisen odotusarvon yhtä lö kerrotaan virhetermillä. Tämän vuoksi virhetermijakauman on oltava sellainen, että volatiliteetti ei koskaan saa negatiivisia arvoja. Multiplikatiivisilla malleilla on saatu olemassa

olevassa kirjallisuudessa lupaavia tuloksia volatiliteetin mallinnuksessa. Oma tutkimukseni on kuitenkin ensimmäinen, jossa näitä malleja käytetään implisiittiseen volatiliteettiin.

Toisen ja kolmannen esseiden aineisto on sama. Aineisto on laskettu optioista, joiden kohde-etuutena on japanilainen osakemarkkinaindeksi Nikkei 225. Toisessa esseessä mallinnan kahta aikasarjaa: yksi on laskettu osto-optioista, toinen myyntioptioista. Näiden kahden aikasarjan pitäisi teoriassa olla yhtenevät, sillä markkinoilla voidaan olettaa olevan jokaisena ajanhetkenä vain yksi odotus tulevalle volatiliteetille. Empiirisesti kuitenkin havaitaan, että implisiittisen volatiliteetin arvo on osto- tai myyntioptioista laskettuna hieman erilainen. Selitykseksi tälle ilmiölle tarjotaan useimmiten osto- ja myyntioptioiden erilaista kysynnän ja tarjonnan dynamiikkaa sekä rajoitteita arbitraasille (esimerkiksi kaupankäyntikustannukset). Toisen esseiden tulokset osoittavat, että Japanin osakemarkkinoiden implisiittisen volatiliteetin suunnassa on enemmän ennustettavuutta kuin Yhdysvaltain markkinoilla. Tulos on sikäli looginen, että kaupankäynnin voidaan olettaa olevan kaikkein tehokkainta Yhdysvalloissa.

Kolmannessa esseessä rakennetaan uusi, kaksikulotteinen malli, jossa mallinnetaan molempia japanilaisen implisiittisen volatiliteetin aikasarjoja yhtä aikaa. Tulokset osoittavat, että yhteismallinnus parantaa selvästi yhden päivän päähän laskettuja muutoksen suunnan ennusteita. Parhaimmillaan päästään jo yli 70 prosentin tarkkuuteen kahden vuoden mittaisella out-of-sample -ennustejaksolla. Kaksikulotteisen mallin avulla lasketut impulssivasteet osoittavat, että myyntioptioiden implisiittinen volatiliteetti toipuu nopeammin shokeista kuin osto-optioiden implisiittinen volatiliteetti. Tämän

voidaan tulkita johtuvan siitä, että myyntioptioilla on enemmän kysyntää ja niiden hinnoittelu siksi tehokkaampaa. Suurempi kysyntä perustuu siihen, että institutionaaliset sijoittajat käyttävät myyntioptioita salkkujensa suojaamiseen. Vastaavaa kysynnän lähettä osto-optioille ei ole.

Neljännessä esseessä optioiden kohde-etuus on dollarin ja euron välinen valuuttakurssi. Jälleen käytetään kahta aikasarjaa, ja osoittautuu, että osto- ja myyntioptioista laskettua implisiittistä volatiliteettia kannattaa mallintaa kaksikulotteisella mallilla: näin ennusteet paranevat. Kolmannen ja neljännen esseiden tulokset yhdessä siis viittaavat siihen, että osto- ja myyntioptioista laskettujen aikasarjojen välillä on niin voimakkaita yhteyksiä, että ne kannattaa huomioida ennustemallissa.

Kolmen jälkimmäisen esseiden multiplikatiivisissa malleissa on myös se yhteinen piirre, että ne ovat useamman regiimin malleja. Tämä tarkoittaa sitä, että implisiittisen volatiliteetin oletetaan käyttäytyvän eri tavalla rauhallisissa markkinaolosuhteissa kuin hyvin levottomissa markkinaolosuhteissa. Kun käytetty aikasarjamalli sallii kaksi tai useampia regiemejä, niin erilaisille markkinaolosuhteille sallitaan erilainen dynamiikka. On helppoa esimerkiksi olettaa, että viimeaikaiseen markkinan heittelyyn ei istu sellainen malli, joka on estimoitu käyttäen aineistoa ajalta, jolloin osakemarkkina oli tasaisen nouseva.

Toisen, kolmannen ja neljännen esseiden tulokset osoittavat, että useamman regiimin salliminen on tarpeen. Toisessa ja kolmannessa esseessä lasketaan yksi todennäköisyys rauhallisemman ajan regiimille ja yksi todennäköisyys levottomampien markkinoiden regiimille. Molempien maailmantilojen todennäköisyys pysyy siis ajan kuluessa samana. Neljännessä esseessä

laajennetaan mallia siten, että jokaiselle päivälle lasketaan erikseen nämä eri maailman tilojen todennäköisyydet. Tässä käytetään apuna USD/EUR-valuuttakurssin muutoksia: jos valuutassa on tapahtunut iso heilahdus, mallin odotetaan olevan levottomammassa regiimissä.

Kertaan vielä lopuksi tutkimukseni päätulokset. Implisiittistä volatilitteettia voidaan mallintaa menestyksekkäästi sekä perinteisin aikasarjamenetelmin että myös uuden sukupolven malleilla. Implisiittisen volatilitteetin käyttäyty-

minen on luonteeltaan sellaista, että on eduksi huomioida erikseen rauhalliset ja levottomat markkinaolosuhteet. Kun parhaista malleista lasketaan ennusteita, on implisiittisen volatilitteetin muutoksen suunnassa selkeää ennustettavuutta. Tästä tuloksesta voivat hyötyä sekä optiosijoittajat että periaatteessa kaikki muutkin sijoittajat, joita kiinnostaa ennustaa omien sijoitustensa tulevia riskejä. Tulevaksi tutkimuskysymykseksi jää, voiko väitöskirjan mallien ennusteiden avulla tehdä konsistentisti tuottoa optiomarkkinoilla. □