

# Tutkimuksia makrotalouden ja rahoitusmarkkinoiden välisestä vuorovaikutuksesta

**Annika Lindblad**

Makrotalouden ja rahoitusmarkkinoiden välinen suhde on moninainen. Olosuhteet rahoitusmarkkinoilla voivat vaikuttaa makrotalouteen, kuten esimerkiksi finanssikriisien aikana on nähty. Toisaalta myös makrotaloudelliset olosuhteet voivat vaikuttaa rahoitusmarkkinoihin. Makrotaloudellinen ympäristö heijastuu esimerkiksi taloudellisten toimijoiden mielialaan, mikä vaikuttaa kansainvälisten sijoittajien riskinottohalukkuuteen ja eri sijoitusvaihtoehtojen suhteelliseen houkuttelevuuteen, esimerkiksi odotettuun osinkovirtaan tai odotettuihin diskonttokorkoihin.

Väitöskirjassani tutkin makrotalouden ja rahoitusmarkkinoiden välisiä vuorovaikutussuhteita. Tärkeässä roolissa sen kahdessa en-

simmäisessä luvussa on osakemarkkinoiden volatiliteetti. Kolmannessa luvussa keskiössä on osakemarkkinoiden ja valuuttakurssien välinen korrelaatio.

Viime vuosina korkean frekvenssin rahoitusmarkkinadatan saatavuus on parantunut, ja sitä myöten myös kiinnostus sen käyttöön tutkimuksessa on lisääntynyt. Kykymme mallintaa ja ennustaa volatiliteettia tai korrelaatioita hyvin lyhyellä aikavälillä, jopa päivän sisäisesti, ei kuitenkaan ole poistanut tarvetta ymmärtää, miten rahoitusmarkkinat käyttäytyvät pidemmällä aikavälillä kuten useiden kuukausien tai jopa vuosien mittaan. On luonnollista ajatella, että korkealla frekvenssillä mitattu ja mallinnettu volatiliteetti tai korrelaatio liikkuu

Kirjoitus perustuu Helsingin yliopistossa 29.11.2019 tarkastettuun väitöskirjaan *Evaluating macro-finance interactions using mixed frequency methods*. Vastaväittäjänä toimi professori Christian Conrad (University of Heidelberg) ja kustoksena professori Markku Lanne (Helsingin yliopisto). VTT Annika Lindblad (annika.lindblad@bof.fi) toimii ekonomistina Suomen Pankissa. Artikkelissa esitetyt näkemykset ovat kirjoittajan omia eivätkä välttämättä vastaa Suomen Pankin kantaa.

matalamman frekvenssin omaavan trendikomponentin ympärillä. Trendikomponentin voidaan vuorostaan ajatella riippuvan makrotaloudellisesta ympäristöstä. Näin ollen lyhyen aikavälin lähestymistapa ja pidemmän aikavälin makrotaloudellinen näkökulma täydentäisivät toisiaan.

Volatiliteetin ja korrelaatioiden mallintamiseen on monia vaihtoehtoja. Väitöskirjassani käytän yksiulotteisia ja moniulotteisia GARCH-malleja (Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), joita on täydennetty niin kutsutuilla mixed data sampling, eli MIDAS -komponenteilla. Ghysels, Santa-Clara ja Valkanov (2004) esittelivät MIDAS-kehikon, joka mahdollistaa eri taajuuksilla mitatun datan käyttämisen samassa mallissa. MIDAS-mallikehikon yksi hyödyllinen ominaisuus on, että tilastoinformaatiota ei tarvitse aggregoida matalimmalle yhteiselle frekvenssille. Engle, Ghysels ja Sohn (2013) esittelivät yksiulotteisen GARCH-MIDAS-mallin volatilitteetille. Colacito, Engle ja Ghysels (2011) vuorostaan kehittivät moniulotteisen DCC-MIDAS-mallin (Dynamic Conditional Correlation -malli MIDAS polynomilla) korrelaatioille.<sup>1</sup> Conrad, Loch ja Rittler (2014) laajensivat mallin sisältämään makrotaloudellisia muuttujia.

GARCH-MIDAS-malli mahdollistaa matalataajuisen trendikomponentin erottamisen päivätason datasta käyttämällä esimerkiksi kuu-kausitasolla kerättyä makrotaloudellista informaatiota. Tämän seurauksena matalan frekvenssin komponentti voidaan tulkita pitkän aikavälin trendinä, jonka ympärillä lyhyen aikavälin komponentti vaihtelee. Pidemmän aikavälin mallinnus- ja ennustamisnäkökulmasta on

kiinnostavaa pystyä erottelemaan eri frekvenssin komponentit ja pystyä ennustamaan esimerkiksi volatilitteetin trendikomponenttia. Koska pitkän aikavälin komponentti perustuu makrotaloudelliseen ympäristöön, voi näin ollen olla mahdollista parantaa pitkän aikavälin rahoitusmarkkinaennusteiden tarkkuutta makrotaloudellista informaatiota käyttäen.

Väitöskirjassani arvioin empiirisesti, tarjoaako makrotaloudellisten muuttujien sisältämä informaatio hyödyllistä tietoa rahoitusmarkkinoiden volatilitteetin ja korrelaatioiden ymmärtämiseksi pidemmällä aikavälillä. Analysoin makrotaloudellisten olosuhteiden vaikutusta osakemarkkinoiden volatilitteettiin sekä osakemarkkina- ja valuuttamarkkinatuottojen väliin korrelaatioihin. Väitöskirjani keskittyy siis kasvattamaan ymmärrystä volatilitteetin ja korrelaatioiden pitkän aikavälin vaihtelusta, joka voidaan linkittää makrotaloudelliseen ympäristöön. Kaksi ensimmäistä artikkelia keskittyvät Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden volatilitteettiin ja sen pitkän aikavälin ennustamiseen, kun taas kolmas artikkeli tarkastelee neljän merkittävän talousalueen välisiä korrelaatioita.

Ensimmäisessä artikkelissa tutkin makrotaloudellisten muuttujien ja kyselytutkimuksiin perustuvien luottamuslukujen merkitystä osakemarkkinavolatilitteetin mallintamisessa ja ennustamisessa GARCH-MIDAS mallien avulla. Aiempi kirjallisuus on löytänyt useita hyödyllisiä ennakoivia indikaattoreita osakemarkkinoiden volatilitteetille, alkaen menneestä toteutuneesta volatilitteetista ja sisältäen sekä makrotaloudellista informaatiota että finanssimarkkinamuuttujia, sekä useasta muuttujasta pääkomponenttianalyysin avulla muodostettuja faktoreita. GARCH-MIDAS-malleja käyttävä kirjallisuus on keskittynyt sisällyttämään yhden selittävän muuttujan kerrallaan malliin.

<sup>1</sup> *Tarkempi kuvaus DCC-mallista löytyy esimerkiksi kirjasta Engle (2009).*

Valtaosa muuttujista onnistuu erottamaan volatilitteetissa merkittävän trendikomponentin.

On kuitenkin ilmeistä, että eri taloudelliset muuttujat poimivat erilaisen pitkän aikavälin trendin, riippuen muuttujan suhteesta volatilitteettiin. Pitkän aikavälin volatilitteettiennusteita voidaan siten pyrkiä parantamaan sisällyttämällä erityyppisiä muuttujia samanaikaisesti GARCH-MIDAS-malliin. Artikkelissa keskitytään vertailemaan makrotaloudellisten muuttujien ja kyselyihin perustuvien luottamuslukujen ennustekykyä.

Koska tavoitteena on parantaa mallien reaaliaikaista ennustekykyä, täytyy käytetyn informaatiojoukon vastata mahdollisimman hyvin sitä informaatiojoukkoa, joka olisi ollut käytössä ennusteen tekohetkellä. Siksi käytän niin pitkälle kuin mahdollista makrotaloudellisia tilastoja jotka ottavat revisiot huomioon reaaliaikaisesti. Tämä johtaa parempaan estimoituun sovitteeseen ja hieman tarkempiin ennusteisiin kuin esimerkiksi sellaisen datan käyttö, joka koostuu ensimmäisistä tilastojulkaisuista.

Tulosten mukaan eteenpäin katsovat muuttujat ovat tärkeitä, riippumatta siitä, ovatko ne makrotaloudellisia muuttujia vai luottamuslukuja. Makrotaloudellisten muuttujien ja luottamuslukujen sisältämän informaation yhdistäminen parantaa usein mallien selityskykyä ja myös mallien ennustekyky paranee monessa tapauksessa. Ennusteparannusten tilastollinen merkittävyys on kuitenkin heikko, eivätkä tulokset näin ollen voimakkaasti puolla useiden muuttujien sisällyttämistä malleihin.

Väitöskirjani toisessa artikkelissa arvioin, kuinka makrotaloudellisten muuttujien ja rahoitusmarkkinamuuttujien kyky ennustaa Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden volatilitteettia on muuttunut yli ajan, ja miten nämä muutok-

set liittyvät taloudelliseen ympäristöön. Tarkoituksena on parantaa pitkän aikavälin reaaliaikaisia volatilitteettiennusteita tunnistamalla ne aikaperiodit tai olosuhteet, jolloin taloudelliset muuttujat tarkentavat näitä ennusteita.

Useat julkaistut tukimukset vertailevat volatilitteettiennusteiden keskimääräistä tarkkuutta pitkien vertailuperiodien yli. Harva tutkimus on kuitenkin arvioinut, kuinka ennustetarkkuus muuttuu ajassa. Koska GARCH-MIDAS-malli on käytännössä GARCH-malli, jossa pitkän aikavälin komponentti on eroteltu makrotaloudellisen datan perusteella, voidaan makrotaloudellisen informaation vaikutus ennustetarkkuuteen päätellä vertailemalla GARCH-MIDAS-mallien ennusteita GARCH-mallin ennusteisiin.

GARCH-MIDAS-mallien ennustetarkkuus ei eroa merkittävästi GARCH-mallin ennustetarkkuudesta kun ennusteita vertaillaan pitkällä ajanjaksolla. Tämä voi johtua siitä, että mallit todella ennustavat samankaltaisesti yli ajan, mikä viittaisi siihen, että pitkän aikavälin komponentin määrittäminen talousmuuttujien avulla ei ole tärkeää volatilitteettia ennustettaessa. Toisaalta samankaltainen ennustetarkkuus voi myös olla seurausta siitä, että mallien välinen suhteellinen ennustetarkkuus vaihtelee yli ajan, mutta on keskimäärin, pitkän aikavälin yli tarkasteltuna, samankaltaista. Kun tavoitteena on määrittellä paras ennustemalli, on tärkeä selvittää, kumpi selitys on ilmiön taustalla.

Tulosten perusteella on selvää, että GARCH-MIDAS-mallien suhteellinen ennustetarkkuus vaihtelee ajassa, varsinkin silloin kun ennusteita tehdään pitkän aikavälin kuten kuuden tai kahdentoista kuukauden horisontilla. Koska pitkän aikavälin komponentti riippuu makrotaloudellisista tekijöistä tai rahoitusmarkkinamuuttujista, on mahdollista, että

mallien ennustekyky riippuu myös taloustilanteesta tai rahoitusmarkkinaympäristöstä. Etenkin silloin kun volatilitteetti on matalaa, taloudelliset muuttujat parantavat mallien ennustetarkkuutta merkittävästi. Taloudelliset muuttujat parantavat myös ennustetarkkuutta erityisesti silloin kun ennustehorisontti on pitkä.

Miten tätä informaatiota voisi hyödyntää parhaan ennustemallin löytämiseksi? Esimerkiksi erilaiset ennusteiden yhdistämisen strategiat parantavat systemaattisesti ennusteita. Toisaalta parhaan ennustemallin valinta esimerkiksi aiemman ennustekyvyn perusteella ei tuota merkittäviä ennusteparannuksia. Ennusteparannusten tilastollinen merkitsevyys riippuu myös käytetystä tappiofunktioista.

Väitöskirjani viimeisessä artikkelissa tarkastelen, kuinka osakemarkkina- ja valuuttakurssituottojen välinen korrelaatio muuttuu yli ajan ja miten makrotaloudelliset muuttujat vaikuttavat pitkän aikavälin korrelaatioon. Yhdysvaltojen lisäksi tarkastelen kysymystä euroalueella, Japanissa ja Isossa-Britanniassa. Kysymys on mielenkiintoinen, sillä aiemman teoreettisen ja empiirisen kirjallisuuden perusteella sekä positiivinen että negatiivinen yhteys valuuttamarkkinoiden ja osakemarkkinoiden välillä on mahdollinen. Koska sekä osakemarkkinoihin että valuuttakursseihin vaikuttavat muun muassa kansainvälisten sijoittajien sijoitussalkkujen muutokset, voidaan olettaa, että makrotaloudellinen tilanne ja rahoitusmarkkinaympäristö vaikuttavat matalan frekvenssin korrelaatiokomponenttiin.

Artikkelissa arvioin, miksi ja miten pitkän aikavälin korrelaatio muuttuu ajassa. Painopiste on etenkin kahdessa aiemmin kirjallisuudessa esillä olleessa teoriassa, jotka liittyvät sijoittajien sijoitussalkkujen uudelleentasapainottamismotiiveihin. Ensin tarkastelen niin sanottua turvasatamakanavaa, joka liittyy rahoitusmarkkinoiden riskinottohalukkuuteen. Toiseksi tarkastelen tuottokanavaa, joka liittyy korkeampien tuottojen etsintään ja tätä kautta kytkeytyy esimerkiksi keskuspankkien epätavanomaiseen rahapolitiikkaan ja etenkin määrälliseen keventämiseen. Tutkin artikkelissa myös korrelaatioiden herkkyyttä makrotaloudelliselle ympäristölle, kuten suhdannetilanteelle ja korkoeroille.

Tulosten mukaan samankaltaiset muuttujat, kuten korkoerot sekä riskinottohalukkuutta ja epätavanomaista rahapolitiikkaa kuvaavat muuttujat, vaikuttavat korrelaatioihin useilla markkinoilla, mutta eri tavalla ja eri mekanismien kautta. Esimerkiksi Yhdysvalloissa teorit turvasatamakysynnästä että tuottojen etsinnästä saavat tukea, kun siellä sekä korkeampi markkinavolatilitteetti että keskuspankin määrällinen keventäminen vahvistavat negatiivista korrelaatiota. Japanissa etenkin korkoerosuhteessa Yhdysvaltoihin vaikuttaa osake- ja valuuttamarkkinoiden korrelaatioon: negatiivinen korrelaatio vahvistuu, kun korkoerosuhteessa Yhdysvaltoihin supistuu. Tämän havainnon taustalla voi esimerkiksi vaikuttaa jenin tärkeä rooli rahoitusvaluuttana muun muassa niin kutsutuissa carry trade -strategioissa (eli korkoerokaupassa). □

## **Lähteet**

- Colacito, R., Engle, R. F. and Ghysels E. (2011), A component model for dynamic correlations, *Journal of Econometrics* 164: 45–59.
- Conrad, C., Loch, K. and Rittler, D. (2014), On the macroeconomic determinants of long-term volatilities and correlations in us stock and crude oil markets, *Journal of Empirical Finance* 29: 26–40.
- Engle, R. F. (2009), *Anticipating Correlations: A New Paradigm for Risk Management*, Princeton: Princeton University Press.
- Engle, R. F., Ghysels, E. and Sohn, B. (2013), Stock market volatility and macroeconomic fundamentals. *The Review of Economics and Statistics* 95(3): 776–797.
- Ghysels, E., Santa-Clara, P. and Valkanov, R. (2004), The MIDAS touch: Mixed data sampling regression models, EFA Meeting 2009, Bergen.