

Empiirisiä tutkimuksia rahoituskriiseistä ja pankkiriskeistä

Eero Tölö

Runsaat kymmenen vuotta sitten, vuosina 2007–08 maailmaa kohtasi kansainvälinen finanssikriisi ja myöhemmin Euroopan velkakriisi. Näiden kriisien kustannukset ovat olleet huomattavat. Esimerkiksi finanssikriisin kustannus yksistään Yhdysvalloissa on joidenkin arvioiden mukaan ollut 70 000 dollaria kansalaista kohden (Barnichon ym. 2018). Kriisien aiheuttamat vahingot eivät ole yksinomaan taloudellisia, vaan myös yhteiskunnallis-poliittisia (lisää aiheesta kirjoittaa esim. Mukunda 2018). Sittemmin pankkisääntelyn kehikkoa on kehitetty pyrittäessä ehkäisemään finanssikriisien toistumista tulevaisuudessa. Uuden sääntelyn myötä esimerkiksi pankeille asetettuja pääomavaatimuksia on kiristetty. Samoin on

luotu uutta sääntelyä koskien heikkokuntoisten pankkien tukemista valtion varoista.

Väitöskirjani *Financial fragility – empirical studies on crises and reforms* käsittää neljä empiiristä tutkimusta, jotka liittyvät rahoituskriiseihin (erityisesti velkakriiseihin), niitä ehkäiseviin viimeaikaisiin uudistuksiin sekä pankkien välisiin lainamarkkinoihin. Kahdessa ensimmäisessä artikkelissa tutkitaan pankkikriisejä ennakoivia aikasarjaindikaattoreita. Artikkeleiden perimmäisenä motivaationa on että rahoitusmarkkinoiden sääntelijä (esimerkiksi keskuspankki tai muu viranomainen) pystyisi tunnistamaan tilanteet, joissa yksityisen sektorin velkaantuminen on liiallista ja tarvittaessa kiristämään rahoituksen saata-

VTT Eero Tölö (eero.tolo@fin.dep.no) toimii Norjan valtiovarainministeriössä vanhempana neuvonantajana. Kirjoitus perustuu tekijän Helsingin yliopistossa 19.4.2021 tarkastettuun väitöskirjaan *Financial fragility – Empirical studies on crises and reforms*. Vastaväittäjänä toimi professori Paul Wachtel New Yorkin yliopistosta (Stern School of Business) ja kustoksena professori Antti Ripatti Helsingin yliopistosta.

vuotta. Tällöin tarkoituksenmukainen aikajänne kriisien ennakoinnissa on vähintään kaksi vuotta, jotta toimenpiteet ehtisivät vaikuttaa ennen mahdollisen kriisin puhkeamista. Koska rahoituskriisejä tapahtuu verrattain harvoin, tutkimukset tyypillisesti nojaavat kansainvälisiin paneeliaineistoihin. Varhaisia vastaavia tutkimuksia ovat esimerkiksi Aasian velkakriisien vanavedessä tehdyt tutkimukset Kaminsky ja Reinhart (1999) sekä Caprio ja Klingebiel (1997).

Väitöskirjan ensimmäinen artikkeli (Tölä ym. 2018) on kattava tutkimus varhaisen varoituksen indikaattoreista. Keräämme suuren joukon aiemmin esitettyjä tai muutoin teoreettisesti motivoituja indikaattoreita sekä tutkimme, miten hyvin ne ennustavat Euroopassa viimeisen 40 vuoden aikana tapahtuneita rahoituskriisejä. Jäljempänä keskusteltavasta artikkelista poiketen tässä vertailussa keskitymme yksittäisten indikaattorien ennustuskyykyyn. Tällaisia yksittäisiä indikaattoreita valvovat viranomaiset tyypillisesti seuraavat muodostaessaan kokonaiskuvaa rahoitusjärjestelmän riskeistä. Indikaattoreiden toimivuutta testataan sekä otoksessa että otoksen ulkopuolella. Tuloksista voidaan lukea, mitkä indikaattorit, aikaisempien kriisien valossa, tarjoavat parhaan ennustekyvyn päätöksentekijöille. Yleisesti havaitsemme, että velkaantumisindekattorien ja velanhoitomenojen ohella monet markkinoiden hinnoitteluun perustuvat indikaattorit toimivat tehokkaasti. Esimerkiksi matalat riskilisät ja nopea asuntojen hintojen kasvu ovat historiallisesti lisänneet rahoituskriisin todennäköisyyttä.

Ensimmäisessä artikkelissa tutkitut indikaattorit liittyvät läheisesti Suomessakin pankeille asetettavaan niin kutsuttuun muuttuvaan lisäpääomavaatimukseen (etenkin kansainväli-

sissä yhteyksissä käytetään ilmaisua vastasyklinen pääomapuskuri eli *Countercyclical Capital Buffer*). Muuttuva lisäpääomavaatimus on osa finanssikriisin jälkeen käyttöön otettua Basel III -sääntelykehikkoa. Tämän pääomavaatimuksen määrä asetetaan kerran vuosineljänneksessä perustuen rahoitusmarkkinoilla havaittuihin riskeihin.

Varhaisen varoituksen indikaattorimallit voivat antaa tarkempia ennusteita silloin kun hyödynnetään samanaikaisesti useampaa ennustavaa muuttujaa. Tyypillisesti kirjallisuudessa monen ennustavan muuttujan avulla tehdyssä kriisinnustamisessa on käytetty logistista regressiota (myös probit). Väitöskirjan toisessa artikkelissa (Tölä 2020) tutkitaan, saadaanko mallien ennustekykä parannettua, kun hyödynnetään koneoppimisen alalla kehitettyjä neuroverkkomalleja. Ekonometrikon näkökulmasta neuroverkot toimivat universaaleina funktioaprosimaattoreina (ks. Kuan & White 2007) ja niiden estimointi ei ole kovin kaukana perinteisen mallin estimoinnista suurimman uskottavuuden menetelmällä. Neuroverkkojen mahdollinen etu on siinä, että ne saavat kiinni useampaan samanaikaiseen ennustemuuttujaan liittyvät monimutkaisemmat ennustesäännöt, mikäli toimivia sellaisia sääntöjä on. Ennustemallit on kuitenkin testattava huolellisesti otoksen ulkopuolella, jotta voidaan varmistua tulosten toistuvuudesta.

Toisen artikkelin tutkimuksessa havaitaankin että edistyneimmät neuroverkkomallit tuovat parannusta kriisiennusteisiin. Tulokset myös toistuvat otoksen ulkopuolella. Tutkimuksessa parhaiten menestyy *Long-Short Term Memory Recurrent Neural Network* -malli, jota hyödynnetään paljon myös mm. puheentunnistuksessa. Tämänkaltaisessa mallissa ei aina ole päivän selvää mikä ennustemuuttujista on rat-

kaisevassa asemassa ennusteen tarkkuuden kannalta. Tämän vuoksi tutkimus erottelee peliteoriasta peräisin olevalla Shapley-hajotelmamenetelmällä eri muuttujien roolin ennustuksen tuottamisessa. Tulokset näyttävät, että neuroverkkomallin hyödyt tulevat parhaiten esiin, kun ennustemuuttujia on useampia ja kun aikasarjaa hyödynnetään useamman viimeisimmän havainnon osalta samanaikaisesti. Mallin luonteen vuoksi tuloksia ajavia epälinearisuuksia on kuitenkin vielä vaikea hahmottaa käytännössä.

Kolmannessa artikkelissa (Tölä ym. 2017) jatketaan niin ikään riski-indikaattorien maailmassa, mutta tällä kertaa pankkienvälisen rahamarkkinoiden (*interbank market*) näkökulmasta. Pankkien välisillä rahamarkkinoilla pankit lainaavat toisilleen rahaa tasoittaakseen maksuliikenteeseen liittyvää likviditeetin tarvetta ja täyttääkseen keskuspankin asettaman vähimmäisvarantovaatimuksen. Eurojärjestelmässä pankkien väliset lainat tapahtuvat suurten maksujen TARGET2-maksujärjestelmässä. Tutkimuksessamme hyödynnetään algoritmia (Furfine 2001; Arciero ym. 2016), joka tunnistaa pankkienväliset lainat muiden maksujen joukosta maksujärjestelmässä. Muodostamme pankkikohtaisen, päivittäin laskettavan luottoriskimittarin hyödyntäen maksujärjestelmäaineistosta filteröityjen yön yli -lainojen hintoja (pankin yön yli -lainoistaan maksama keskimääräinen korko vähennettynä rahamarkkinoiden keskimääräisellä korolla).

Aiempi kirjallisuus on näyttänyt että lyhyestä maturiteetistaan huolimatta yön yli -lainat heijastelevat lainanottajapankin luottoriskiä (Furfine 2001). Kolmannessa artikkelissa tutkimme kuinka nopeasti yön yli -markkinat heijastelevat luottoriskiä vertailemalla hinnoittelutietoon, jota on saatavilla CDS-markkinoil-

ta. Vaikka CDS-markkina yön yli -markkinan tavoin toimii OTC-pohjaisesti, diileripankit julkaisevat osto- ja myyntinoteerauksia (lähinnä suuremmille pankeille). CDS-hintojen on näytetty ennakoivan esimerkiksi osakehintoja, ja niitä pidetään melko yleisesti nopeimpana julkisena luottoriskin mittarina.

Tutkimuksessamme hyödynnetään pääosin finanssikriisin jälkeistä aineistoa. Keskuspankin toimien johdosta TARGET2-järjestelmän likviditeetin määrä on ollut finanssikriisin jälkeen poikkeuksellisen korkea. Siten on lähtötilanteessa epäselvää, toimiiko riskin hinnoittelu yön yli -lainamarkkinoilla ylipäätään, ja onko lainatapahtumia riittävästi. Aineiston tarkastelussa havaitaan, että pankkien yön yli -lainakorkojen ja CDS-noteerausten välillä on vahva korrelaatio. Rahoitusjärjestelmän ylimääräisen likviditeetin kasvusta huolimatta tämä korrelaatio on erityisen vahva euroalueen velkakriisin aikana ja itse asiassa vähäisempi ennen finanssikriisiä. Teoriassa rahamarkkinoiden informaationsensitiivisyyden lisääntyminen rahoitusjärjestelmän riskien kasvaessa onkin odotettua (ks. Dang ym. 2015). Näytämme vielä tarkemmin virheenkorjausmallia käyttäen, että hinnanmuodostus tapahtuu pääosin CDS-markkinoilla. Yön yli -lainoista löytyy kuitenkin joitakin viitteitä lainanottajien taloudelliseen tilaan liittyvästä lainanantajien informaatiodusta verrattuna julkiseen CDS-markkinnaan. Nämä löydökset ovat vahvimpia, kun kyseessä on pidempiaikainen pankkienvälinen lainasuhde erityisesti rahoitusmarkkinoiden stressin ollessa korkea; sekä myös silloin kun kyseessä on heikompileatuinen pankki tai pankki, jonka CDS on mitattavissa erityisen epälikvidiksi.

Väitöskirjan viimeinen artikkeli (Tölä ym. 2021) tutkii pankkeja, jotka ovat ”liian suuria

kaatumaan” (engl. TBTF eli *Too-Big-To-Fail*). Esimerkiksi Bernanken (2010) arvion mukaan TBTF-toimijat tekivät vuoden 2008 rahoituskriisin huomattavasti pahemmaksi. Pankki on liian suuri kaatumaan, jos sen konkurssi vaarantaisi koko rahoitusjärjestelmän vakauden. Jos pankin velkojat odottavat, että valtio tulee pankin apuun, pankilla on vähemmän kannusteita toimia vastuullisesti markkinakurin puuttuessa. Finanssikriisin jälkeen EU:ssa on otettu käyttöön pankkien elvytys- ja kriisinvuorokausidirektiivi (engl. *Bank Recovery and Resolution Directive* eli BRRD), jonka yhtenä keskeisenä tarkoituksena on, että pankkien osakkeenomistajat ja luotottajat kantavat vastuuta.

Neljäs artikkeli tutkii TBTF-ongelman esiintymistä pankkien välisillä rahamarkkinoilla. Tutkimus hyödyntää vastaavaa yön yli-lainamarkkinadataa kuin edellinenkin artikkeli. Tutkiessamme pankkikohtaisia lainakorkoja määrääviä tekijöitä, havaitsemme lainaottavan pankin koon ylivoimaiseksi lainakorkoja määrääväksi tekijäksi. Suuret pankit saavat yksinkertaisesti edullisempaa rahoitusta. Tämä ”kokopremio”-tuloks säilyy, vaikka pyrimme kontrolloimaan lainanottajan kokoon mahdollisesti liittyvät skaalaeut, jotka näkyisivät pankin kannattavuudessa tai markkina-aseman, joka näkyisi pankin vastapuolien lukumäärässä. Lisäksi valtio-omisteisten ja muiden pankkien vertailu antaa viitteitä siitä että kokopremio liittyy ainakin osittain TBTF-etuun.

Tutkimme edelleen miten BRRD-sääntelykehikon käyttöönotto on vaikuttanut kokopremioon. *Differences-in-differences*-tapahtumatutkimus osoittaa että kokopremio keskimäärin pienenee tapahtuneiden pankkiresoluutioiden yhteydessä, kun velkojien vastuuta on toteutettu. Kokopremio ei kuitenkaan

reagoi tarkasti uuden BRRD-sääntelyn voimaantumispäivinä. Schäfer ym. (2016) ovat myös aiemmin havainneet, että markkinat reagoivat voimakkaammin toteutuneisiin *bail-in*-päätöksiin kuin säännösten implementointiaikatauluihin. Lisäksi tutkimuksessa tehty pidempiaikainen tarkastelu osoitti, että kokopremio olisi pienentynyt tilastollisesti merkittävästi pidemmällä aikavälillä, jolloin sääntelyuudistus näyttäisi korjanneen rahamarkkinoiden hinnoitteluväärityksiä. □

Kirjallisuus

- Arciero, L., Heijmans, R., Heuver, R., Massarenti, M., Picillo, C. ja Vacirca, F. (2016), “How to measure the unsecured money market? The Eurosystem’s implementation and validation using TARGET2 data”, *International Journal of Central Banking* 12: 247–280.
- Barnichon, R., Matthes, C. ja Ziegenbein, A. (2018), “The financial crisis at 10: Will we ever recover?”, *FRBSF Economic Letters*, August 13, 2018, <https://www.frbsf.org/economic-research/publications/economicletter/2018/august/financial-crisis-at-10-years-will-we-ever-recover/>.
- Bernanke, B. (2010), “Causes of the recent financial and economic crisis”, Financial Crisis Inquiry Commission, Washington, D. C., September 02, 2010, <https://www.federalreserve.gov/newsevents/testimony/bernanke20100902a.htm>.
- Caprio, G. ja Klingebiel, K. (1997), “Bank insolvencies: Bad luck, bad policy, or bad banking?”, teoksessa Bruno, M. ja Pleskovic, B. (toim.), *Annual World Bank Conference on Development Economics*, 79–104.

- Dang, T. V., Gorton, G. ja Holmström, B. (2015), “The information sensitivity of a security”, Working Paper, Columbia University, http://www.columbia.edu/~td2332/Paper_Sensitivity.pdf.
- Furfine, C. H. (2001) “Banks as monitors of other banks: Evidence from the overnight Federal Funds market”, *Journal of Business*, 74(1): 33–57.
- Kaminsky, G. ja Reinhart, C. (1999), “The twin crises: the causes of banking and balance-of-payments problems”, *American Economic Review* 89: 473–500.
- Kuan, C.-H. ja White, H. (2007), “Artificial neural networks: an econometric perspective”, *Econometric Reviews* 13: 1–91.
- Mukunda, G. (2018), “The social and political costs of the financial crisis, 10 years later”, *Harvard Business Review*, September 25, 2018.
- Schäfer, A., Schnabel, I. ja Weder di Mauro, B. (2016), “Bail-in expectations for European banks: actions speak louder than words”, CEPR Discussion Paper No. 11061.
- Tölö, E., Laakkonen, H., ja Kalatie, S., (2018), “Indicators used in setting the countercyclical capital buffer”, *International Journal of Central Banking* 14: 52–111.
- Tölö, E. (2020), “Predicting systemic financial crises with recurrent neural networks”, *Journal of Financial Stability* 49: 100746.
- Tölö, E., Jokivuolle, E., ja Virén, M. (2017), “Do banks’ overnight borrowing rates lead their CDS Price?”, *Journal of Financial Intermediation*, Vol. 31: 93–106.
- Tölö, E., Jokivuolle, E. ja Viren, M. (2021), “Have too-big-to-fail expectations diminished? Evidence from the European overnight interbank market”, *Journal of Financial Services Research* 60: 25–54.