

# Pankkikriisien ennustaminen: tämänhetkinen tarkkuus ja jäljellä olevat ongelmat

Kim Ristolainen

Pankkikriisien seurauksena tehtävistä pankkien pelastustoimenpiteistä syntyvät suorat kustannukset ovat tutkimuksesta riippuen olleet keskimäärin 7–10 % maan bruttokansantuotteesta 1970-luvun jälkeen tapahtuneissa kriiseissä. Luotonannon ja tuotannon supistumisesta seuraavien epäsuorien kustannusten on arvioitu olevan jopa 23 % bruttokansantuotteesta. Voidaan siis todeta pankkikriisien kustannuksien olevan merkittäviä, minkä takia niiden ennakointi ja ennaltaehkäisy on tärkeää talouspoliittisille päättäjille sekä viranomaisille, kuten keskuspankeille. Jotta viranomaiset voivat harjoittaa rahoitusvakautta edistävää politiikkaa, jonka tavoitteena on estää negatiivisesti reaalitalouteen vaikuttavat rahoitusjärjestelmän häiriöt, heidän on kyettävä myös ennustamaan näiden uhkien todennäköisyys mahdollisimman tarkasti.

Taloustieteeseen syntyi 1990-luvun merkittävien rahoituskriisien motivoimana uusi tutkimussuunta, joka keskittyi niin sanottuihin varhaisten ennusmerkkien malleihin (*early warning systems*). Näiden mallien tarkoitus on

nimensä mukaisesti varoittaa tulevista rahoituskriiseistä hyvissä ajoin. Monessa empiirisessä tutkimuksessa on havaittu pankkikriisien kanssa korreloivia yksittäisiä tekijöitä, joita voisi mahdollisesti hyödyntää kriisien ennustamisessa. Yksi näistä potentiaalisista pankkikriisi-indikaattoreista on luotonannon kasvu. Jokainen luottobuumi ei kuitenkaan päädy pankkikriisiin, mikä yhdessä vain yhtä kriisi-indikaattoria hyödyntävien mallien (Kaminsky ja Reinhart 1999) huonon ennustetarkkuuden kanssa implikoi monimuuttujamallien käytön tarpeellisuutta. Monen muuttujan informaatioita hyödyntävä logit-regressio onkin sittemmin vakiintunut niin sanotuksi *benchmark*-malliksi varhaisten ennusmerkkien malleihin perustuvassa kirjallisuudessa (Demirguc-Kunt ja Detragiache 1998, Caggiano ym. 2014). Näiden ja muiden kilpailevien mallien toimivuutta on arvioitu luonnollisesti niiden ennustetarkkuudella eli sillä kuinka hyvin malli pystyy erottelemaan pankkikriisit talouden normaaleista hetkistä. Malleille ominainen piirre on ollut talousteorioista poimittujen makrotalous- ja

Kirjoitus perustuu Turun yliopistossa 28.4.2017 tarkastettuun väitöskirjaan *Essays on Early Warning Indicators of Banking Crises*. Väitöstilaisuudessa vastaväittäjinä oli professori Panu Kalmi (Vaasan yliopisto) ja kustoksena toimi professori Heikki Kauppi (Turun yliopisto). VTT Kim Ristolainen (kkrist@utu.fi) työskentelee post doc -tutkijana Turun kauppakorkeakoulussa.

finanssimuuttujien lineaarisilla yhdistelmillä tehtävä ennuste ja valitettavasti sen suhteellisen huono tarkkuus.

Eri mallien ennustekyvyn vertailussa on kirjallisuudessa viime aikoina yleistynyt uusi mittari *Area Under the ROC Curve* (AUC). AUC-arvo voidaan tulkita mallin todennäköisyytenä antaa korkeampi pankkikriisin todennäköisyys satunnaisesti valitulle kriisihavainnolle kuin talouden normaalille periodille. Kun täydellisesti ennustavan mallin AUC-mittarin arvo on 1, pankkikriisien ennustemallit ovat tähän saakka parhaimmillaan ylittäneet noin 0,7 ja 0,8 välillä oleviin AUC-arvoihin, mikä kuulostaa jo lupaavalta.

Perinteisten mallien heikkous on ollut muuttujien lineaaristen yhdistelmien käyttö kriisien ja talouden normaalien periodien eroteluun. Yksinkertaisena esimerkkinä voidaan käyttää luotonannon kasvua, jonka on havaittu erittäin usein korreloivan pankkikriisien kanssa, sekä talouskasvua, jonka voimakas heikentyminen voidaan nähdä huonojen lainojen suhteelliseen määrään vaikuttavana sokkina. Näitä kahta muuttujaa hyödyntävä logit-regressio antaisi signaalin pankkikriisistä esimerkiksi silloin, kun luotonannon kasvu menee tietyn rajan yli samalla kun talouskasvu laskee tietyn rajan alle. Tämä on sinänsä hyvä lähtökohta pankkikriisien ennustamiselle, mutta muun muassa huonojen ennusteiden valossa voidaan olettaa, että havaintojen erottelu pitäisi tehdä epälineaarisella mallilla.

Vaikka yleisesti olisi niin, että pankkikriisin todennäköisyys kasvaisi teorian mukaisesti luotonannon kasvaessa ja talouskasvun hidastuessa, niin saattaa silti olla tilanteita, joissa tämän suuntainen kehitys ei yleisesti kasvattaisi kriisin todennäköisyyttä. Perinteiset mallit eivät kykene tunnistamaan tämän kaltaista ti-

lannetta, koska jaotteluongelma on tällöin epälineaarinen – pelkkä suora ei riitä jaottelemaan kriisejä ja normaaleja havaintoja tarpeeksi tarkasti. Yleensäkin taloustieteissä käytetään usein lineaarisia malleja niiden helpon tulkinnan takia. Myös makrotalouden analysoinnissa työhevosina olevat DSGE-mallit linearisoidaan steady staten ympärillä ja tarkastelu tehdään edustavan agentin toiminnan perusteella. Voidaankin pohtia onko tämä mielekäs tapa tutkia pankkikriisejä, jotka ovat talouden normaalista tilasta vahvasti poikkeavia tapahtumia ja joiden luonne on pohjimmiltaan epälineaarinen; paholainen liikkuu jakaumien häntäpäisessä, *the devil is in the tails*.

Keinotekoinen neuroverkosto on epälineaarinen tilastollinen malli, jota on käytetty monella eri tieteenalalla aikaisemmin. Malli muistuttaa rakenteeltaan ihmisen aivoja, ja se kykenee oppimaan monimutkaisia suhteita muuttujien välillä.

Väitöskirjan ensimmäisessä artikkelissa sovelletaan kyseistä mallia ensimmäistä kertaa pankkikriisien ennustamiseen 33 vuoden kuukausitason havainnoilla 18:sta eri maasta. Neuroverkoston toimivuutta arvioitiin vertaamalla sen ennustetuloksia perinteisen logit-regression tuloksiin. Neuroverkosto pystyi jaottelemaan nämä kaksi eri talouden tilaa sille annetuista uusista havainnoista vanhojen havaintojen informaation perusteella merkittävästi tarkemmin kuin perinteinen malli – AUC arvot olivat 0,63 ja 0,86 neuroverkoston hyväksi. Neuroverkostomallia käyttävä talouspoliittinen päättäjät ennustaa siis 23 prosenttiyksikköä suuremmalla todennäköisyydellä tulevan talouden kuukauden oikein. Neuroverkosto pystyi myös ennustamaan suuren osan tutkimukseen valituista kahdeksasta merkittävästä 1990-luvun pankkikriisistä informaatiolla, jo-

ka oli saatavilla kolme vuotta ennen kunkin kriisin alkua. Neuroverkostomallin *out-of-sample*-ennusteen AUC-arvot ylittivät viiden kriisin tapauksessa 0,97 tason, joka on jo erittäin lähellä täydellistä ennustetta. Kolmelle muulle kriisille AUC-arvot olivat 0,87 ja 0,93 välillä, mikä voidaan laskea myös erittäin hyväksi ennustetarkkuudeksi.

### **Pankkikriisien ennustamisessa on edelleen paljon ratkaisemattomia ongelmia**

Kun kirjallisuudessa on keskitytty vain parhaan ennustetarkkuuden omaavan mallin kehittämiseen, itse pankkikriisin oletettu oikea määritelmä on jäänyt ilman tarkempaa empiiristä tutkimusta. Pankkikriisi on yleensä määritelty subjektiivisesti ”peukalosäännöllä”, mistä johtuen sama kriisi saattaa päättyä eri ajankohtana eri tutkimuksissa. Myös ennustehorisontti (*pre-crisis period*), joka kuvaa sitä kuinka monta kuukautta aikaisemmin ennustemuuttujat hälyttävät tulevasta kriisistä, on subjektiivisesti määritelty yleensä yhden tai kahden vuoden pituiseksi ilman sen suurempia perusteluja. Väitöskirjan viimeisessä artikkelissa havaittiin pankkikriisien ennustemallien *out-of-sample*-ennusteiden olevan erittäin sensitiivisiä näiden kahden muuttujan määrittelyille tarkasteltaessa 16 euroalueeseen kuuluvan maan pankkikriisien historiaa 1970-luvun alusta eteenpäin. Parhaimmat ennusteet saatiin silloin, kun ennustehorisontti asetettiin pidemmäksi kuin kirjallisuudessa on yleensä oletettu (3–6 vuoden välille) ja silloin, kun pankkikriisien oletettiin loppuneen noin vuotta myöhemmin kuin vertailukohteena olleessa Detkenin ym. (2014) kokoamassa kriisimääritelmässä. Näiden tulosten

perusteella voidaan todeta kriisien juurien yltävän kauemmas kuin on yleensä oletettu.

Koska pankkikriisi on tapahtumaan perustuva kriisityyppi, ekonometrisessa mallinnuksessa se määritellään jatkuvan muuttujan sijasta binäärisenä kriisimuuttujana, joka saa joko arvon 1 tai 0, kriisi tai ei kriisi. Binäärisen kriisimuuttujan käyttö ennustemallissa olettaa, että kaikki havaitut kriisit ovat olleet vakavuudeltaan samanlaisia. Voidaanko olettaa, että esimerkiksi kolme vuosineljännestä kestäneen pankkikriisin takana on ollut samat tekijät (kriisi-indikaattorit) kuin kuusi vuotta kestäneen kriisin? Samalla euromaiden datalla tehty tilastollinen analyysi paljastaa, että kriisi-indikaattoreiden suhteellinen merkityksellisyys pankkikriisien ennustamisessa vaihtuu, kun kriiseillä oletetaan olevan eri vakavuustasoja niiden keston perusteella. Tämä on merkittävä ongelma, sillä talouspoliittinen päättäjä voi tietyllä määritelmällä tehtävän ennusteen perusteella olettaa, että inflaatiolla on suurin vaikutus kriisin syntyyn, kun toisen määritelmän käyttäjä sanoo vastaavaa luotonannon kasvusta tai pörssikursseista.

### **Osakekurssi - ja pankkitase-informaatiota hyödyntävä teoreettinen riskimittari maksukyvyttömyydelle päihittää useasti pelkän markkinainformaation**

Globaalin finanssikriisin jälkipohdinnoissa nousi esiin markkinoiden sokeus pankkien huonon tilan tunnistamisessa ja vielä enemmän niiden konkurssiriskin arvioinnissa. Pahamaineiset luottovakuutus sopimukset (*credit default swap*) saivat huomiota uhkapelivälinei-

nä kriisin edetessä. Näiden sopimusten markkinahinnan muutoksia pidetään yleisesti markkinoiden mielipiteenä sopimukseen liittyvän yrityksen konkurssiriskin muutoksesta. Mertonin (1974) teoreettiseen malliin pohjautuva mittari, *distance-to-default* (D2D), käyttää yrityksen pörssikurssi- ja taseinformaatiota laskeakseen kuinka kaukana yrityksen maksukyvyttömyys on.

Väitöskirjan toinen tutkimus tarkasteli näiden kahden konkurssiriskimittarin suhdetta 37 suurelle euroopalaiselle pankille vuodesta 2006 eteenpäin. Paneelimuotoista VAR-mallia hyödyntävä analyysi osoittaa, että *distance-to-default* indikoi pankkien konkurssiriskin muutokset kuukautta aikaisemmin kuin luottovakuutus sopimuksen hinta. Tämä ennakointi oli erityisen voimakasta finanssikriisin puhkeamisen jälkeisenä aikana kriisimaiden pankeille sekä niille pankeille, joilla oli huono luottokelpoisuus. Lisäksi ennakointikyky parani niinä kuukausina, jolloin havaittiin erityistä markkinamyllerrystä. *Distance-to-default*-mittarin etuna voidaan nähdä myös sen käytännöllisyys. Kun vain suurimpien pankkien luottovakuutus sopimuksilla käydään aktiivista kauppaa, *distance-to-default*-luku on laskettavissa kaikille pankeille, joiden osakkeilla käydään kauppaa pörssissä.

Väitöskirjaan sisältyvien tutkimusten tuloksista voidaan esittää seuraavia johtopäätöksiä ja talouspoliittisia suosituksia. Ensinnäkin neuroverkostomalleja pitää käyttää vähintäänkin perinteisten mallien rinnalla tai peräti niiden tilalla pankkikriisien ennustamisessa. Toiseksi pelkkä markkinainformaatio (esim. osakekurssit, luottovakuutus sopimusten hinnat jne.) ei ole aina paras mahdollinen mittari pankkien konkurssiriskille, vaan teoreettinen tase- ja markkinainformaatiota käyttävä mitta-

ri voi olla hyödyllisempi erityisesti kriisiaikoina huonoille pankeille. Kolmanneksi ennustemallien ennustehorisonttien pitäisi olla pidempiä, ja ne pitäisi myös määritellä jokaiselle kriisi-indikaattorille erikseen. Ei voida esimerkiksi olettaa, että jokainen muuttuja sisältää informaatiota tulevasta kriisistä vain ja ainoastaan kaksi vuotta ennen kriisiä. Viimeiseksi, itse kriisin määrittelyyn liittyen pitäisi tehdä paljon empiiristä tutkimusta, koska sillä on selvästi paljon vaikutusta ennustetarkkuuteen, indikaattorien suhteellisen merkitysvyyteen kriisin selittämisessä ja edelleen talouspoliittiseen päätöksen tekoon.

## Kirjallisuus

- Caggiano, G., Calice, P. ja Leonida, L. (2014), “Early warning systems and systemic banking crises in low income countries: A multinomial logit approach”, *Journal of Banking & Finance* 47(C): 258–269.
- Demirguc-Kunt, A. ja Detragiache, E. (1998), “The determinants of banking crises in developing and developed countries”, *IMF Staff Papers* 45(1): 81–109.
- Detken, C., Weeken, O., Alessi, A., Bonfim, D., Boucinha, M., Castro, C., Frontczak, S., Giordana, G., Giese, N., Jahn, J., Kakes, J., Klaus, B., Lang, J. H., Puzanova, N. ja Welz, P. (2014), “Operationalising the countercyclical capital buffer: indicator selection, threshold identification and calibration options”, ESRB Occasional Paper No. 5.
- Kaminsky, G. ja Reinhart, C. M. (1999), “The twin crises: the causes of banking and balance of payments problems”, *American Economic Review* 89(3): 473–500.
- Merton, R.C. (1974), “On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates”, *The Journal of Finance* 29: 449–470.