Analyysi

Skenaariomallinnus auttaa ilmastoriskien tunnistamisessa ja mittaamisessa

Rahoitusvakaus, Ilmasto | 09.11.2020 | Otso Manninen, Tatu Räsänen

KIRJOITTAJAT



Otso Manninen
Vanhempi ekonomisti



Tatu Räsänen
Ekonomisti

Erilaiset skenaariomallit ovat osoittautumassa finanssisektorin ilmastoriskien mallintamisessa hyödyllisiksi työkaluiksi. Skenaariomallinnus mahdollistaa finanssialan toimijoiden riskien ja haavoittuvuuksien hahmottamisen erilaisten, tulevaisuudessa mahdollisten kehityskulkujen valossa. Yksi tällainen työkalu on laajan mallivalikoiman ja suuren määrän skenaarioita sisältävä NGFS:n mallikehikko. Yksi tämän mallikehikon merkittävimmistä eduista on siirtymäriskien ja fyysisten riskien samanaikainen huomioiminen.



Ilmastonmuutos on yksi aikamme megatrendeistä. Ilmastonmuutos, sen hillitseminen sekä vaikutusten mallintaminen koskevat myös rahoitusjärjestelmän toimijoita. Ilmastonmuutoksen

etenemisen ja ilmastonmuutoksesta maapallon elinoloihin aiheutuvien peruuttamattomien vaikutusten vuoksi Pariisin ilmastosopimuksessa sovittiin kunnianhimoisista tavoitteista, joiden avulla maapallon keskilämpötilan nousu pysähtyisi selvästi alle +2 °C tasoon suhteessa esiteolliseen aikaan. Lisäksi sopimuksen allekirjoittaneet maat pyrkivät toimiin, joiden avulla maapallon keskilämpötilan nousu voitaisiin rajata +1,5 °C tasolle esiteolliseen aikaan nähden.

Ilmastonmuutos aiheuttaa rahoitusjärjestelmälle kahdenlaisia riskejä: siirtymäriskejä ja fyysisiä riskejä. Siirtymäriskit ovat ilmastonmuutosta hillitsevistä toimista yhteiskunnan eri toimijoiden olemassa olevaan liiketoimintaan kohdistuvia riskejä. Fyysisillä riskeillä puolestaan tarkoitetaan ilmaston lämpenemisestä aiheutuvaa kohonnutta riskiä fyysisen pääoman, kansanterveyden ja tuottavuuden sekä maanviljelyksen haittavaikutuksien toteutumiselle.

Koska ilmastonmuutoksen vaikutukset ja erityisesti niiden aikataulu ovat epävarmoja, liittyy riskien mallintamiseen runsaasti hankaluuksia. Skenaariomallinnuksessa valitaan erilaisia tulevaisuuden kehityskulkuja ja katsotaan, mitä ne tarkoittaisivat tarkastelun kohteena oleville toimijoille. Jokseenkin keskivertovaikutuksia antavien skenaarioiden ohella työkalussa voidaan muuttujien ääriarvoja sisältävien skenaarioiden avulla löytää erilaiset vaikutusten ääripäät, eli tilanteet, joissa suurimmat muutokset toteutuisivat.

Skenaarioanalyysin monien hyvien puolien lisäksi mallinnukseen liittyy myös haasteita. Koska skenaarioanalyysi on toistaiseksi rahoitussektorin ilmastoriskien arvioinnissa verraten uusi ja vähän käytetty menetelmä, liittyy menetelmään edelleen kehitettävää. Tähän asti jokainen toimija on joutunut lähes alusta asti itse luomaan, arvioimaan ja perustelemaan käyttämänsä skenaariot ja skenaariomallit. Mallintamisessa vaaditun suuren työmäärän takia menetelmien käyttö ei ole tähän saakka näyttäytynyt välttämättä kovin houkuttelevana.

Yksi analyysia helpottava ratkaisu on keskuspankkien ja valvojien ”The Network for Greening the Financial System (NGFS)”-ilmastoverkoston[1] analyysityökalu, jonka mallikehikko[2] on luotu yhteistyössä akateemisen tutkimusyhteisön kanssa. Analyysityökalusta löytyviä skenaarioita voidaan hyödyntää muun muassa finanssialan toimijoiden ja rahoitusjärjestelmän ilmastoriskien stressitesteihin, rakenteellisten muutosten vaikutusten tutkimukseen tai keskuspankin oman sijoitustoiminnan riskien arviointiin. Esimerkiksi yksittäisen pankin on olennaista tutkia, kuinka suuret ovat ilmastonmuutoksen myötä yleistyvistä äärimmäisistä sääoloista aiheutuvat fyysiset riskit pankin myöntämien asuntolainojen vakuuksille (kuten asuinkiinteistöille ja metsille). Tätä varten skenaariotyökalusta voidaan hakea fyysisiä riskejä aiheuttavien myrskytuhojen vahinkolaskelmien todennäköisyysestimaatit. Yhdistämällä estimaatit pankin vakuusportfolion tietoihin voidaan arvioida pankilla asuntolainojen vakuuksina oleviin kiinteistöihin kohdistuvien fyysisten riskien kokonaismäärää.

Tässä artikkelissa kuvaillaan NGFS:n uutta skenaariomallinnusta ja skenaariomalleihin vielä liittyviä kehitystarpeita. Artikkeli pohjautuu pitkälti NGFS:n englanniksi julkaisemaan laajaan materiaaliin[3]. Artikkelin tarkoituksena on tutustuttaa kotimaiset finanssialan toimijat ja tutkijat NGFS:n työkalun luomiin mahdollisuuksiin ilmastoriskien vaikutusten arvioinnissa, ja lisätä tämän eteenpäin katsovan riskienarviointikehikon käyttöä ilmastonmuutoksen tuomien riskien vaikutusten arvioimiseksi myös kotimaassa. Mallikehikkoon ja skenaarioihin voi tutustua oppimismoduulien avulla täältä.

NGFS:n skenaariotyökalu ja mallikokonaisuus

NGFS:n skenaariotyökalu koostuu kymmenien keskuspankkien, finanssivalvojien sekä useiden arvostettujen tutkimuslaitosten osin jo aiemmin tehdystä mallinnustyöstä. Moniin aiempiin malleihin verrattuna tämä työkalupaketti on monipuolisempi, laajempi ja tarkempi. Työkalu on ensisijaisesti tehty keskuspankkien ja finanssivalvojien käytettäväksi, mutta se on julkaistu vapaasti kaikkien käyttöön. Esimerkiksi suomalaiset finanssialan toimijat ja tutkijat voivat hyödyntää tehtyä työtä omien arvioidensa pohjaksi.

Skenaariotyökalun analyysimallivalikoima voidaan jakaa karkeasti kolmeen itsenäiseen mallikokonaisuuteen. Nämä mallikokonaisuudet ovat: i) globaalin tarkastelun muutosanalyysimalli, ii) energiantuotannon ja yleisten ilmastovaikutusten sekä globaalin biosfäärin hallinnan -mallikehikko, sekä iii) alueellinen investointien, teknologisen kehityksen sekä maataloustuotannon ja sen ilmastovaikutusten -mallikokonaisuus. Näihin mallikokonaisuuksiin tutustutaan tarkemmin artikkelissa NGFS:n analyysimallit auttavat konkretisoimaan rahoitusjärjestelmän ilmastoriskien vaikutuksia.

Mallivalikoiman ohella kehikko kokoaa yhteen huomattavan määrän tilastodataa. Nämä tilastotiedot voidaan jaotella karkeasti kahteen kokonaisuuteen:

1. Siirtymäriskeistä ja fyysisistä riskeistä aiheutuvien makrotaloudellisten vaikutusten kokonaisuuteen.
2. Fyysistä riskeistä aiheutuvien vahinkojen kokonaisuuteen.

Malleilla luodut skenaariot havainnollistavat ilmastonmuutoksen hillitsemisen onnistumista

Analyysin helpottamiseksi NGFS:n mallikehikolla on luotu skenaarioita, joilla kuvataan ilmastomuuttujien, kuten päästöjen määrän ja lämpötilan nousun, odotettuja kehityskulkuja ilmastoriskien kokonaiskuvan muodostamiseksi. Skenaariot eivät ole ennusteita todennäköisimmistä tapahtumista, vaan ne on muodostettu ajatellen ilmastoriskien vaikutusten

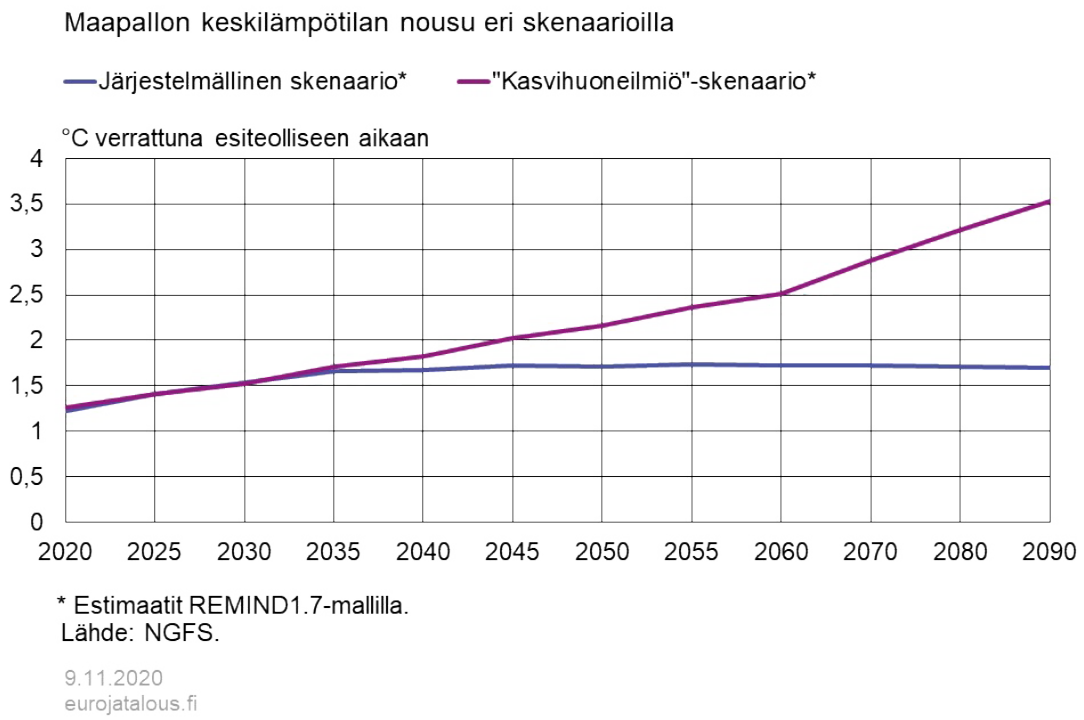
analysoinnin tarpeita eri kehityskuluilla. Skenaarioiden eroja havainnollistamaan on koottu kolme pääskenaariota nk. siirtymälle eli pitkän aikavälin kehityskululle kohti vähähiilistä yhteiskuntaa. Näitä pääskenaarioita ovat:

1. Järjestelmällisen siirtymän skenaario,
2. Sekavan siirtymän skenaario, ja
3. "Kasvihuoneilmiö"-skenaario.

Pääskenaariot eroavat erityisesti siinä, kuinka päästöjen määrän oletetaan kehittyvän vuoteen 2070 mennessä ja kuinka paljon maapallon keskilämpötilan oletetaan nousevan. *Järjestelmällisessä siirtymäskenaariossa* hiilidioksidipäästöjen määrä onnistutaan painamaan nollaan ennen vuotta 2070. Tämän myötä maapallon keskilämpötilan nousu onnistuttaisiin pysäyttämään alle +2 °C tason, mikä on Pariisin sopimuksen tavoite. *Sekavan siirtymän skenaariossa* ilmastopolitiikan poliittisten päätösten tekeminen aikataulussa puolestaan epäonnistuu, eikä tarvittavia päätöksiä synny tavoitevuoteen 2030 mennessä. Skenaariossa joudutaankin tilanteeseen, jossa päätöksenteon viivästymisen takia päästöjen nollataso on tarpeen saavuttaa jo aikaisemmin vuonna 2050, jotta maapallon keskilämpötilan nousun hillitseminen alle +2 °C tason olisi mahdollinen. Koska ilmaston lämpenemisen hillitsemiseen pyritään päätöksenteon hitaudesta huolimatta, muutokset ovat radikaalimpia ja tapahtuvat lopulta osin poliittisen päätöksenteon onnistumisen ja osin markkinoiden kautta tapahtuvan sopeutumisen myötä. Vaikutukset alkavatkin näkyä sekavan siirtymän skenaariossa vuodesta 2030 eteenpäin siten, että hiilidioksidipäästöjä joudutaan vähentämään huomattavan nopeasti vuoden 2030 jälkeen verrattuna järjestelmällisen siirtymän skenaarioon. *”Kasvihuoneilmiö”-skenaario* on skenaarioista pessimistisin. Tässä skenaariossa ilmastopoliittisten päätösten puuttuminen johtaisi maailmaan, jossa päästöt kasvaisivat ainakin vuoteen 2080 saakka ja jossa maapallon keskilämpötila nousisi yli +3 °C tason. Pääskenaarioiden ohella skenaariot sisältävät viisi vaihtoehtoista täydentävää skenaariota.

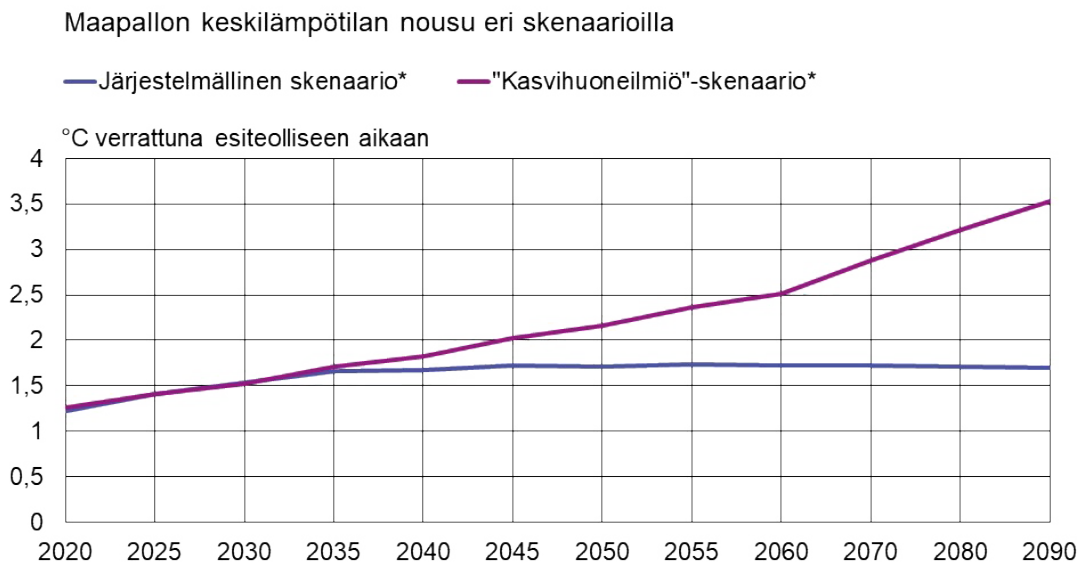
Pääskenaarioiden eroja voidaan visualisoida esimerkiksi vuodessa maapallolla syntyneiden päästöjen määrän vertailun avulla. Kuviosta 1 voidaan nähdä vuosittain syntyneiden hiilidioksidipäästöjen kehitys kullakin pääskenaariolla. Kuvio 1 korostaa erityisesti päästöjen määrän vähentämisen ajoituksen merkitystä ilmaston lämpenemisen pysäyttämiseksi alle +2 °C tasoon. *Järjestelmällisen siirtymän skenaariossa* heti vuonna 2020 aloitetun päästöjen vähentämisen myötä hiilidioksidipäästöt painuvat nollaan vuonna 2059. Sen sijaan *sekavan siirtymän skenaariossa* poliittisten päätösten viivästyminen aiheuttaa sen, että tavoitteeseen pääsemiseksi päästöjä on jo lähtökohtaisesti vähennettävä jyrkemmin. Nopeamman toteutuksen vuoksi hiilidioksidipäästöjen nollataso saavutettaisiin kuitenkin jo vuonna 2050.

Kuvio 1.



Päästöjen määrän ohella skenaarioiden eroja voidaan havainnollistaa vertailemalla sitä, kuinka paljon maapallon keskilämpötila tulisi niiden toteutuessa nousemaan tämän vuosituhannen loppua kohti. Tällöin vertailu tapahtuu *"kasvihuoneilmiö"-skenaarion*, sekä samaan lopputulemaan eri keinoin päätyvien *järjestelmällisen ja sekavan siirtymän skenaarion* välillä. Kuvio 2 havainnollistaakin, kuinka maapallon keskilämpötila tulisi nousemaan huomattavasti yli Pariisin ilmastosopimuksen tavoitetason (alle +2 °C verrattuna esiteolliseen aikaan) ilman ilmastonmuutosta hillitsevistä poliittisista päätöksistä sopuun pääsemistä.

Kuvio 2.



Yhdistelemällä skenaarioista saatavat estimaatit rahoitussektorin tietoihin voidaan hahmottaa finanssialan toimijoiden riskejä ja haavoittuvuuksia

Mallikehikkoa ja skenaarioita voi käyttää monipuolisesti joko järjestelmätason tai rajatummin yksittäisen kansantalouden indikaattorin, sektorikohtaisten, arvopaperilajikohtaisten tai yrityskohtaisten ilmastoriskien vaikutusarvioihin. Analyysiä voidaan lisäksi hyödyntää pankkien taseen, kannattavuuden ja liiketoimintamallien ilmastoriskien arvioinnissa. Euroopan keskuspankin tuoreen tutkimuksen[4] mukaan lähes kolme neljästä pankista Euroopassa on jo sisällyttänyt ilmastoriskien tunnistamisen prosesseihinsa, mutta silti vain yksi kolmasosa pankeista mainitsee pankilla olevan olennaisia ilmastoriskejä tänä päivänä.

NGFS:n skenaariotyökalun avulla rahoitusjärjestelmän ilmastoriskejä voidaan vaivattomimmin mallintaa ylhäältä alaspäin eli top down -lähestymistavalla. Top down -lähestymistavassa päätetään ensin korkean tason suuret linjat ja edetään sen jälkeen pienempiin yksityiskohtiin. Näin esimerkiksi keskuspankin tai pankkivalvojan on mahdollista muodostaa karkean tason muutosennusteet siirtymäriskien ja fyysisten riskien vaikutuksista pankkien taseisiin yhdistämällä pankkien jo nykyisin raportoimat tasetiedot skenaariotyökalusta saataviin tietoihin.

Käytännössä tämä tapahtuu siten, että ensin valitaan skenaariot, joiden vaikutuksia halutaan tarkastella. Tämän jälkeen skenaariotyökalusta otetaan valituille skenaariolle valmiit estimaatit makrotaloudellisten indikaattoreiden (kuten esimerkiksi bruttokansantuotteen, työttömyyden) kehitykselle. Tähän saakka mallinnustyö onnistuu skenaariotyökalun nykyversiolla ilman lisämallinnustarpeita. Tämän jälkeen keskuspankin tai pankkivalvojan tulee kuitenkin omalla lisämallinnuksella johtaa makrotaloudellisten indikaattoreiden muutoksista aiheutuvat muutokset pankkien yksittäisille tase-erille. Yksi toteutustapa tässä kohdassa tarvitulle lisämallinnukselle on laskea sektorikohtaisesti, kuinka haavoittuvainen esimerkiksi energiasektori on ilmastonmuutokselle verrattuna kansantalouteen keskimäärin. Tällaista mallinnusta on tehnyt muun muassa Hollannin keskuspankki. Pankille ja pankkisektorille aiheutuvat kokonaisvaikutukset saadaan puolestaan laskemalla yhteen yksittäisten tase-erien muutokset ja vertaamalla tulosta lähtötilanteeseen.

Mallien kehittäminen ja käyttö vaativat vielä lisää tilastotietoja

NGFS:n mallikehikko on vielä kehitysvaiheessa, ja tavoitteena on kehittää sitä seuraavien vuosien aikana monipuolisemmaksi ja helpommin käytettäväksi erityisesti rahoitusjärjestelmän analyysikysymyksissä. Analyysityökalun hyödyntämisessä käyttäjälle jää vielä usein lisämallinnustarpeita. Esimerkiksi työhön osallistuvien keskuspankkien projekteissa kehitetään lisämalleja ilmastonvaikutuksen rahoitusjärjestelmää koskevien vaikutusarvioiden tarkentamiseksi. Mallipuutteiden ohella analyysityökalun käyttäminen rahoitusjärjestelmän skenaarioanalyysiin tai stressitesteihin vaatii monissa maissa vielä tilastojen täyttämistä, sillä tilastodata ei kaikilta osin ole riittävän yksityiskohtaista ja saatavissa riittävän pitkältä ajalta kattavan analyysin tekemiseksi. Myös ilmastoriskejä sisältävien vastuiden määrän, sekä vihreiden ja ruskeiden finanssituotteiden riski-tuottoprofiilin tilastoinnin kattavuus on vielä puutteellista.

Mallikehikon ensimmäisessä julkaisuversiossa on jo muutamia Suomen maakohtaisten ilmastoriskien analyysiin sopivia välineitä. Siirtymiä havainnollistavalla globaalin tarkastelun analyysimallilla[5] saadaan Suomea koskevia maakohtaisia tuloksia eri skenaarioihin. Sen sijaan muiden mallikokonaisuuksien osalta tulokset jäävät toistaiseksi vielä Euroopan tarkkuudelle. Tämän ohella fyysistä riskeistä aiheutuvien vahinkojen arviolaskelmissa on vielä puutteita Suomen osalta. Suomea koskevia sektorikohtaisia arviolaskelmia voidaan kuitenkin jo saada muun muassa Itämeren kalatalouden osalta sekä paikallistasolla metsätalouden ja kansanterveyden osalta.

Työ NGFS:n skenaariopaketin kehittämiseksi jatkuu

Nyt julkaistu skenaariopaketti on vasta ensimmäinen askel työkalun kehittämisessä. Paketin

sisältö on osin rajoittunut ja se soveltuu paremmin joidenkin kysymysten pohdintaan kuin toisten - tällä hetkellä työkalu toimii sitä paremmin, mitä yleisemmän/laajemman tason tarkastelukokonaisuudesta on kyse.

NGFS jatkaa työtään skenaariomallin ja skenaarioiden kehittämiseksi. Suunnitelmana on, että jatkossa työkalua laajennetaan paremmin eri analyyseihin sopivaksi. Suunnitelmissa on seuraavat viisi uudistusta:

1. Lisätään erilaisia riskejä skenaariomalleihin
2. Lisätään uusia maantieteellisiä alueita ja tarkennetaan sektorikohtaista jaottelua
3. Lisätään todennäköisyysarvioita erilaisiin akuutteihin ilmastovaikutuksiin
4. Lisätään makrotaloudellisia muuttujia, jotka mahdollistavat sektorikohtaisen mallinnuksen suoraviivaisemmin ja parantaen sektorikohtaisten tulosten tarkkuutta
5. Parannetaan NGFS:n skenaariotietokantaa ja -portaalia

Tällä hetkellä NGFS kerää käyttäjiltä kokemuksia ja palautetta skenaariomallien toimivuudesta ja työkalun käytettävyydestä. Toiveissa on, että rahoitussektorin toimijat ja tutkijat katsoisivat, miten NGFS:n skenaariopaketti auttaa heitä heidän omissa riskiarvioissaan ja mitä lisämuutoksia tarvittaisiin, jotta työkalun hyödyllisyys paranisi oleellisesti.

Viitteet

1. Network for Greening the Financial System -verkosto on kansainvälinen 75 keskuspankista/finanssivalvojasta ja 13 tarkkailijasta koostuva kansainvälinen yhteistyöverkosto, joka on perustettu jakamaan parhaita käytäntöjä, kehittämään ilmastoriskien hallintaa finanssialalla ja tukemaan rahoitusjärjestelmää muutoksessa kohti kestävää talousjärjestelmää. Suomen Pankki on ollut verkoston jäsenenä kesästä 2018 alkaen. ↑
2. NGFS:n mallikehikko on vapaasti kaikkien halukkaiden ladattavissa. ↑
3. NGFS. (2019) "First Comprehensive Report - A Call for Action Climate Change as a Source of Financial Risk." April 2019., NGFS. (2020a) "Climate Scenario Database - Technical Documentation." June 2020., NGFS. (2020b) "Climate Scenarios for Central Banks and Supervisors." June 2020. ja NGFS. (2020c) "Guide to Climate Scenario Analysis for Central Banks and Supervisors. June 2020. Materiaalit voit ladata täältä: https://www.ngfs.net/en/publications/ngfs-climate-scenarios. ↑
4. Euroopan keskuspankki (EKP). 2020. "ECB report on banks' ICAAP practices". August 2020. Haettu 12.8.2020: https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.reportbanksicaappractices202007~fc93bf05d9.en.pdf. ↑
5. GCAM-malli on vanhin siirtymiä havainnollistavista arviointimalleista, jonka kehitystyö on aloitettu jo 40 vuotta sitten. Malli perustuu aina lähtökohtaisesti globaalin 32 maantieteellisen alueen ympärille, mutta lisäksi mallissa voidaan suurelta osin ottaa myös ↑

tarkempi aluetason tarkastelukulma saaden mallista maakohtaisia tuloksia.

Tässä artikkelissa esitetyt mielipiteet ovat kirjoittajien omia eivätkä välttämättä edusta Suomen Pankin näkemystä.

Asiasanat

ilmastonmuutos, ilmastoriskit, rahoitusjärjestelmän vakaus, skenaario