Analyysi

NGFS:n analyysimallit auttavat konkretisoimaan rahoitusjärjestelmän ilmastoriskien vaikutuksia

Rahoitusvakaus, Ilmasto | 09.11.2020 | Otso Manninen, Tatu Räsänen

KIRJOITTAJAT



Otso Manninen
Vanhempi ekonomisti



Tatu Räsänen
Ekonomisti

NGFS-verkoston kesällä 2020 julkaisema mallikokonaisuus ja skenaariot antavat työkalun rahoitusjärjestelmän ilmastoriskien analyysiin. Koko rahoitusjärjestelmän ilmastoriskien analysoinnin lisäksi skenaarioita voidaan käyttää esimerkiksi sektorikohtaisiin, arvopaperilajikohtaisiin tai yritystasoon kohdistuviin vaikutusarvioihin. Analyysiä voidaan myös hyödyntää pankkien taseen, kannattavuuden ja liiketoimintamallien ilmastoriskien arvioinnissa. Tässä artikkelissa pureudutaan tarkemmin skenaariotyökalun analyysimalleihin sekä skenaarioiden välisiin eroihin.



Rahoitussektorin ilmastoriskien mallintaminen on haastavaa ilmastonmuutokseen liittyvän epävarmuuden ja pitkän aikahorisontin takia. Skenaariomallinnus näyttää tällä hetkellä parhaalta mahdolliselta tavalta arvioida riskejä, sillä skenaarioilla voidaan tarkastella useita erilaisia mahdollisia tulevaisuuden kehityskulkuja. Skenaariomallinnus ei siis yritäkään mallintaa vain todennäköisiä tapahtumia, vaan nimenomaan mahdollisia tapahtumia. Valitsemalla skenaariot sopivasti pystytään haarukoimaan riskeille erilaisia vaihteluvälejä ja löytämään yhtymäkohdat ja eroavaisuudet eri skenaarioiden väliltä.

Skenaariomallinnuksessa on valtava määrä oletuksia, jotka on tehtävä mallia määriteltäessä. Koska rahoitussektorin ilmastoriskien skenaariomallinnus on vielä verrattain uutta ja koska yhtenäisiä standardeja mallinnukseen ei vielä ole, on jokaisen täytynyt tähän asti kehittää omat mallinsa itse lähes alusta asti. NGFS on pyrkinyt helpottamaan tätä mallinnuksen ongelmaa julkaisemalla oman skenaariomallinsa, ja sillä mallinnetut skenaariot kaikkien saataville.[1] Tämän on tarkoitus madaltaa eri toimijoiden kynnystä tehdä skenaarioanalyysiä omista lähtökohdistaan. Skenaariomallinnuksen periaatteisiin ja NGFS:n skenaariomalleihin liittyviin kehitystarpeisiin voit tutustua tarkemmin artikkelissa Skenaariomallinnus auttaa ilmastoriskien tunnistamisessa ja mittaamisessa.

NGFS:n mallikehikko on vielä kehitysvaiheessa, ja tavoitteena on kehittää sitä seuraavien vuosien aikana monipuolisemmaksi ja helpommin käytettäväksi erityisesti koko rahoitusjärjestelmän analyysin osalta. Skenaariomallien hyödyntämiseksi käyttäjän on vielä usein tarpeellista tehdä omia valintoja analyysissä käytettävien mallien ja itse tehtävän lisämallinnuksen suhteen. Esimerkiksi tutkimuksen kannalta olennaisten ilmastoriskien määrä sekä tarkasteltavan sektorin tai yrityksen ilmastoriskien erityispiirteet vaikuttavat olennaisesti siihen, kuinka laaja-alaista skenaarioanalyysin ja käytettävien tilastojen tulisi kattavuudeltaan olla. Esimerkiksi listattujen energiayhtiöiden markkinariskien analysoinnissa tarvitaan syvälle menevää sektorikohtaista analyysiä, mutta ilmastotekijöistä aiheutuvien IT-palvelusektorin luottokannan luottoriskien analysointiin voi riittää kevyempi tarkastelu.

Tämän artikkelin tarkoituksena on tutustua tarkemmin NGFS:n skenaariotyökalun mallikokonaisuuteen ja skenaarioiden välisiin eroihin. Tämän ohella artikkelissa käydään lyhyesti läpi skenaariotyökalun ensimmäisen kehitysversion yleisimpiä, siirtymäriskien[2] ja fyysisten riskien[3] mallintamiseen liittyviä, yksinkertaistuksia ja puutteita. Skenaarioihin voi tutustua ja ne voi ladata täältä. Mallikehikkoa ja skenaarioita esitteleviin oppimismoduuleihin puolestaan pääsee täältä.

Siirtymien mallinnuksella kokonaiskuva ilmastonmuutosta hillitsevien toimien vaikutuksista rahoitusjärjestelmään

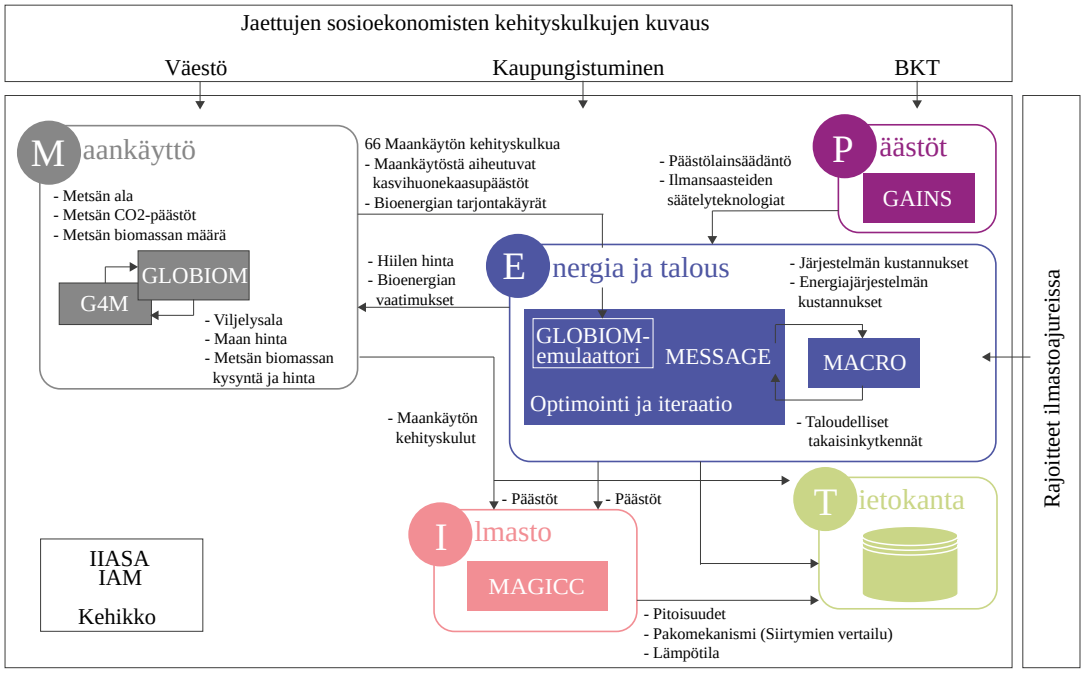
Siirtymien mallintaminen tapahtuu IAM-arviointimallien avulla. Suuret määrät eri ilmastoraporttien dataa sisältävät IAM-arviointimallit koostuvat kolmesta mallikokonaisuudesta, jotka ovat GCAM, MESSAGE-GLOBIOM ja REMIND-MAgPIE. Kaikkien näiden arviointimallien perusrakenteena on, että ne liittävät yhteen makrotalouden, maanviljelyn, maankäytön, energiantuotannon, veden ja ilmastojärjestelmät. Vaikka näissä arviointimalleissa on paljon yhtymäkohtia, mallien eroavat taustaoletukset ja rajoitteet on hyvä tiedostaa. Periaatteessa mitä tahansa näistä kolmesta mallikokonaisuudesta käyttäen saa relevantteja tuloksia ilmastoriskien kvantifioimiseksi. Sopivan mallin valinta liittyykin siihen, miten tarkkaan rajatun maantieteellisen alueen osalta tuloksia halutaan saada. Eri mallien välillä on lisäksi eroja konversioteknologioiden[4] määrässä ja teknologisessa kehityksessä yli ajan, sekä mallin dynaamisuudessa ylipäätään.

Vuosikymmenten kehityshistorian GCAM-malli

Vanhin siirtymiä havainnollistavista arviointimalleista on globaalin tarkastelun muutosanalyysimalli (GCAM, Global Change Analysis Model), (kts. kuvio 1), jonka kehitystyö on aloitettu jo 40 vuotta sitten. Mallin suurimmat hyödyt ovat mallin pitkä kehityshistoria ja käyttökokemukset, sekä käytettävissä olevien maantieteellisten alueiden suuri kokonaismäärä mallissa. Tämä mahdollistaa jo paikoin varsin tarkankin maakohtaisen mallinnuksen. Esimerkiksi maanviljelyn ja maankäytön, sekä vesiekosysteemin analyysissä voi GCAM-mallista saada jo maakohtaisia tuloksia Suomenkin tasolla. Malli perustuu lähtökohtaisesti globaalin 32 maantieteellisen alueen ympärille, mutta lisäksi mallilla voidaan suurelta osin tehdä myös tarkempia aluetason tarkasteluita, jolloin mallista saadaan maakohtaisia tuloksia. Aluetason tarkastelussa maanviljelyn ja maankäytön tarkastelu on olemassa kaikkiaan 384 eri alueelta ja vesiekosysteemien tarkastelu kaikkiaan 235 alueelta. GCAM-malli ei kuitenkaan ole luonteeltaan kaikkein dynaamisin, sillä malli ei anna kokonaistaloudellisesti optimaalista lopputulosta. Lisäksi malli ottaa konversioteknologiat huomioon vain eksogeenisina muuttujina.

Kuvio 1.

Yleiskatsaus IIASA:n IAM-mallikehikosta



Lähde: Fricko et. al. 2017. “The marker quantification of the Shared Socioeconomic Pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century.” Global Environmental Change.

9.11.2020
eurojatalous.fi

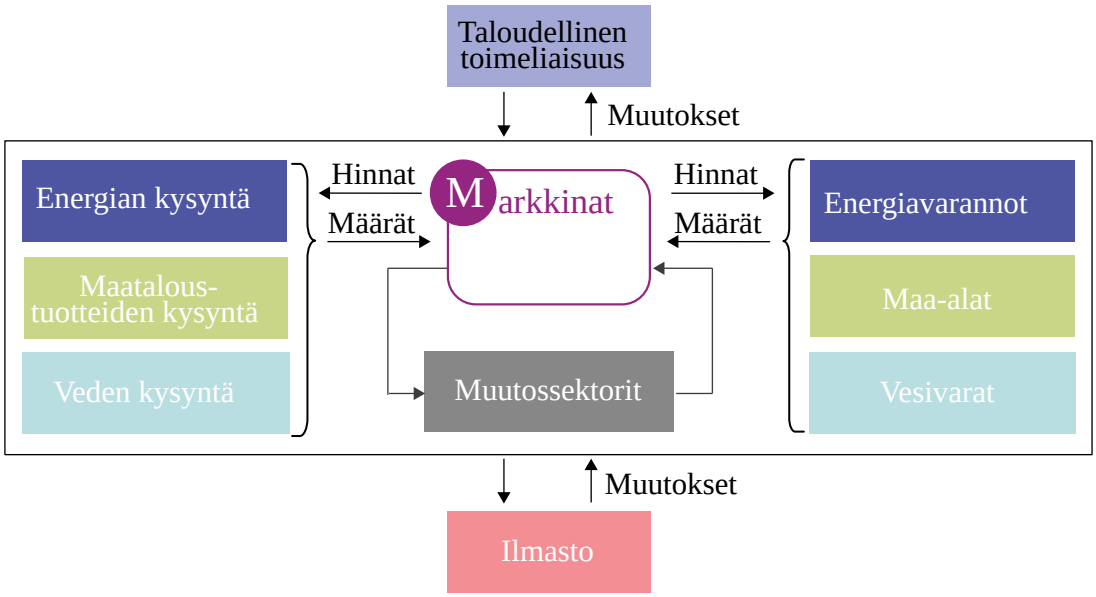
Kokonaistaloudellisia tasapainotuloksia MESSAGE-GLOBIOM-mallikehikolla

Energiantuotannon ja yleisten ilmastovaikutusten sekä globaalin biosfäärin hallinnan -mallikehikko (MESSAGE-GLOBIOM eli Model for Energy Supply Systems and their General Environmental Impact & Global Biosphere Management Model) on kaikkiaan viiden mallin muodostama kokonaisuus ilmastoriskien laskentaan (kts. kuvio 2). Mallikehikon sisältämät viisi mallia ovat energiamalli MESSAGE, maankäytön malli GLOBIOM, ilmansaasteiden ja kasvihuonepäästöjen malli GAINS, aggregaattitason makrotalousmalli MACRO ja pelkistetty ilmastomalli MAGICC. Mallikokonaisuudesta saatavat tulokset kertovat, kuinka yhteiskunnan energiantarpeet voitaisiin täyttää mahdollisimman pienillä kustannuksilla, mutta huomioiden samalla bioenergian saatavuuden ja kustannukset sekä päästöjen sitoutumisen. Mallikehikon suurimpana hyötynä on, että se antaa ainoana mallikokonaisuutena yleisen tasapainon tuloksia. Sen sijaan huonona puolena MESSAGE-GLOBIOM-mallikokonaisuudelle on, että se on esimerkiksi GCAM-mallia karkeajakoisempi maantieteelliseltä jaottelultaan sisältäen vain 11 globaalin tason aluetta. GCAM-mallin tapaan myös MESSAGE-GLOBIOM-mallikehikossa teknologinen kehitys on

mukana vain eksogeenisena muuttujana.

Kuvio 2.

Kaavamainen esitys GCAM-mallista



Lähde: Network for Greening the Financial System. 2020. "Climate Scenario Database - Technical Documentation."

9.11.2020
eurojatalous.fi

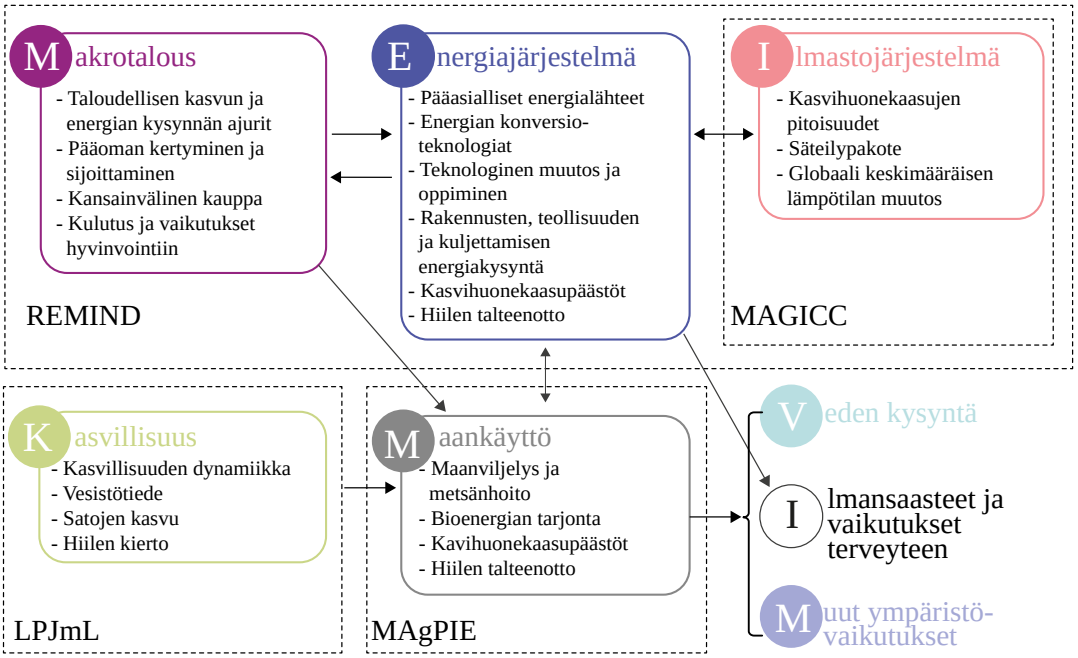
Malleista tulevaisuuteen katsovin REMIND-MAgPIE

Alueellinen investointien ja teknologisen kehityksen sekä maataloustuotannon ja sen ilmastovaikutusten -mallikokonaisuuden (REMIND-MAgPIE eli Regional Model of Investments and Development & Model of Agricultural Production and its Impact on the Environment) - ideana pähkinän kuoressa on, että REMIND-malli antaa bioenergian kokonaistarpeen määrän ja MAgPIE-malli kertoo hinnat bioenergian kokonaistarpeelle ja päästöille (kts. kuvio 3). Mallikokonaisuuden suurimpana hyötynä on, että siinä on IAM-arviointimalleista eniten tulevaisuuteen katsovia komponentteja. Esimerkiksi teknologinen kehitys mukautuu mallissa osittain ajan myötä, sillä aurinko- ja tuulienergian sekä akkujen kehitys on otettu malliin mukaan endogeenisiksi muuttujiksi. REMIND-MAgPIE-mallikokonaisuus on myöskin ainoa, jossa kasvillisuuden kehityksen mallintamiseen on lisätty oma mallinsa (LPJmL-malli). REMIND-MAgPIE-mallissa on osittain samoja komponentteja kuin jo edellä esitellyssä MESSAGE-GLOBIOM-mallissa, kuten pelkistetty ilmastomalli MAGICC. REMIND-MAgPIE ei kuitenkaan anna kauttaaltaan yleisen

tasapainon tuloksia, sillä mallikokonaisuudesta vain REMIND-malli on yleisen tasapainon malli. Sen sijaan MAgPIE ja siihen liittyvät osat antavat vain osittaisen tasapainon tuloksia. REMIND-MAgPIE-mallin maantieteellinen tarkkuus on myöskin varsin karkea, sillä se sisältää vain 11 globaalin tarkastelun aluetta.

Kuvio 3.

Yleiskatsaus REMIND-MagPIE-kehikon rakenteesta



Lähde: Network for Greening the Financial System. 2020. "Climate Scenario Database - Technical Documentation."

9.11.2020
eurojatalous.fi

Arviointimallien ja skenaarioiden yksinkertaistuksia ja puutteita

Siirtymäriskien arvioinnin kannalta suurimmat puutteet malleissa liittyvät tehtyihin yksinkertaistuksiin ja oletuksiin pitkän ajan kehityskulkujen, kuten sosioekonomisen muuttoliikkeen ja konflikteihin ajautumisen, jatkumisesta vakiona yli ajan. Siirtymien mallintamiseen olennaisesti vaikuttavan päästöjen hinnan oletetaan malleissa kehittyvän siten, että ilmaston lämpeneminen pysähtyisi +2 °C tasoon. Todellisuudessa päästöoikeuksien hinta ei kuitenkaan ole aina ilmaston lämpenemisen rajoittamisen kannalta optimaalinen. Päästöoikeuksien hintaan vaikuttavat olennaisesti valtioiden poliittiset päätökset sekä uuden teknologian saatavuuden ja käyttöönoton kustannukset, jotka on skenaarioissa mallin

yksinkertaistamiseksi sivuutettu. Näitä päästöoikeuksien hintaan vaikuttavia taustatekijöitä voitaisiin mallintaa realistisemmin päästöoikeuksien varjohinnan tarkemman mallintamisen avulla.

Koska analyysityökalun siirtymiä havainnollistavat IAM-arviointimallit keskittyvät päästöjen määrän riittävään vähentämiseen ilmaston lämpenemisen hillitsemiseksi alle +2 °C tason, ja koska ne eivät laske yhteen ilmaston lämpenemisestä aiheutuvia vahinkoja, eivät ne sovi hyöty-kustannusanalyysin tekemiseen eivätkä hiilen käytön sosiaalisten kustannusten laskemiseen.

Eri skenaarioiden välillä on lisäksi huomattavia eroja siinä millaisia taustaoletuksia ja yksinkertaistuksia tulevista kehityskulkueroista on siirtymissä tehty. Esimerkiksi maa- ja metsätalouden osalta malleissa on tehty yksinkertaistuksia niiden vaikutuksessa siirtymien toteutumiseen. Kaikissa malleissa metsittymisen odotetaan kääntävän metsät ja maankäytön hiilinieluiksi. Arviot maatalouden ja maankäytön aiheuttamista päästöistä kuitenkin vaihtelevat huomattavasti eri skenaarioissa riippuen siitä, miten päästöjen talteenotto bioenergian tuotannossa onnistuu. Myös vihreiden investointien ja energiantuotannon osalta skenaarioiden väliset erot ovat huomattavat.

Fyysisten riskien mallinnus täydentää kokonaiskuvaa ilmaston lämpenemisen vaikutuksista

NGFS:n analyysityökalua täydentää lisäksi tietokanta[5], jonka avulla saadaan tietoa ilmaston lämpenemisen aiheuttamista tuhoista. Tietokantaan kytkeytyviä taustamalleja on kaikkiaan jo yli 100. Tietokannan taustamallit ovat vaihtelevasti globaalin, alueellisen tai paikallisen tason laajuisia, ja osa niistä on vain sektorikohtaiseen tarkasteluun suunniteltuja. Tietokannan taustamallien tavoitteena on kvantifioida fyysisten riskien toteutumistodennäköisyyksiä ja tuhojen laajuutta kullakin siirtymäskenaariolla. Taustamallien avulla saatavat numeeriset estimaatit tuhoille auttavat muodostamaan tarkempaa kuvaa ilmaston lämpenemisen aiheuttamista riskeistä, joita ovat lämpötilan noususta aiheutuvat riskit, rankkasateista ja tulvista aiheutuvat riskit, viljasatoihin ja ruoantuotannon turvallisuuteen kohdistuvat riskit ja muut fyysiset riskit. Muihin fyysisiin riskeihin lukeutuvat mm. lämpöaaltojen, syklonien ja meriveden nousun aiheuttamat riskit.

Fyysisten riskien pitkän ajan kehityskulkujen analysointia vaikeuttaa äärimmäisten sääolojen tietojen puuttuminen tietokannasta. Skenaariotyökalun seuraavassa kehitysvaiheessa tähän on kuitenkin tulossa parannus, kun myös äärimmäisten sääolojen akuutit muutokset sekä todennäköisyysestimaatit muutoksista seuraaville taloudellisille tappioille saadaan mukaan tietokantaan. Tietokannasta saatavat todennäköisyysestimaatit kuitenkin aliarvioivat vielä

toistaiseksi fyysisten riskien odotettua kokonaislaajuutta. Tämä aliarviointi johtuu siitä, etteivät mallit ota huomioon keikahduspisteiden aiheuttamia epätodennäköisiä, mutta toteutuessaan mullistavia kehityskulkuja. Keikahduspisteitä ovat muun muassa mannerjään sulaminen, sademetsien tuhoutuminen ja ikiroudan sulaminen.

Viitteet

1. Tutustu NFGS:n materiaalipakettiin: 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. Ks. https://www.ngfs.net/en/publications/ngfs-climate-scenarios. ↑
2. Siirtymäriskit ovat ilmastonmuutosta hillitsevistä toimista yhteiskunnan eri toimijoiden olemassa olevaan toimintaan kohdistuvia riskejä, kuten hiilidioksidipäästöjä aiheuttavan liiketoiminnan kannattavuuden heikkenemiseen, ja tällaiseen liiketoimintaan sidotun pääoman arvon vähenemiseen. ↑
3. Fyysisillä riskeillä tarkoitetaan ilmaston lämpenemisestä aiheutuvaa kohonnutta riskiä fyysisen pääoman, kansanterveyden ja tuottavuuden, sekä maanviljelyksen haittavaikutuksien toteutumiseen. ↑
4. Konversioteknologialla (Conversion technology) tarkoitetaan teknologisia innovaatioita, joiden avulla luonnonvaroista, kuten hiilestä, raakaöljystä, maakaasusta tai uraanista, syntyvä primäärienergia voidaan muuttaa sähköksi tai lämmöksi. ↑
5. ISIMIP-tietokannalla tarkoitetaan kansainvälisen Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project -tiedeyhteisöprojektin puitteissa muodostettua fyysistä riskeistä aiheutuvien vahinkojen tietokantakokonaisuutta. ISIMIP-tietokanta ja ohjeet tietokannan käyttöön löytyvät täältä: https://www.isimip.org/outputdata/isimip-data-on-the-esgf-server/. ↑

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

Asiasanat

ilmastonmuutos, ilmastoriskit, rahoitusjärjestelmän vakaus, skenaario