

ผลกระทบที่ไม่สมมาตรของความเสียหายจากสภาพอากาศสุดขั้ว ต่อผลิตภาพแรงงาน ในสถานประกอบการภาคการผลิต และภาคบริการของไทย

Asymmetric Effects of Extreme Weather Damage on Labor Productivity in Thai Manufacturing and Service Firms

วิทวัส ชัดทาน

Wittawat Kadthan

คณะเศรษฐศาสตร์และการลงทุน มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

School of Economics and Investments, Bangkok University

* Email: wittawat.k@bu.ac.th

ส่งต้นฉบับบทความ : 11 ก.ค. 69 / ส่งบทความฉบับแก้ไข : 29 ส.ค. 69 / ตอบรับให้เผยแพร่ : 8 ก.ย. 69 / เผยแพร่ : 27 ต.ค. 69

การอ้างอิง: วิทวัส ชัดทาน (2569). ผลกระทบที่ไม่สมมาตรของความเสียหายจากสภาพอากาศสุดขั้วต่อผลิตภาพแรงงาน ในสถานประกอบการภาคการผลิตและภาคบริการของไทย. สิ่งแวดลอมไทย, ปีที่ 30 (ฉบับที่ 2).

<https://doi.org/10.35762/TE.2569007>

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าความเสียหายจากสภาพอากาศสุดขั้วสัมพันธ์กับผลิตภาพแรงงานของสถานประกอบการภาคการผลิตและภาคบริการของไทยแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจสถานประกอบการของธนาคารโลกในประเทศไทยปี 2568 (WBES Thailand 2025) ซึ่งครอบคลุมสถานประกอบการ 739 แห่งใน 6 อุตสาหกรรมและ 5 ภูมิภาค แบบจำลองที่ใช้คือแบบจำลองกำลังสองน้อยที่สุดที่มีตัวแปรปฏิสัมพันธ์ (Interaction term) ระหว่างความเสียหายจากภูมิอากาศกับภาคเศรษฐกิจ โดยควบคุมผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม ภูมิภาค และขนาดพื้นที่ตั้ง และใช้ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบทันทันต่อความแปรปรวนไม่คงที่ ผลการศึกษาพบว่า ผลต่างผลิตภาพแบบไม่มีเงื่อนไขระหว่างสถานประกอบการที่เสียหายกับที่ไม่เสียหายไม่นัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อแยกตามภาคเศรษฐกิจ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์เท่ากับ -0.788 ($p = 0.028$) กล่าวคือ สถานประกอบการภาคการผลิตมีผลิตภาพแรงงานลดลงสัมพันธ์กับความเสียหายมากกว่าภาคบริการประมาณร้อยละ 34 (เทียบเท่า -0.42 หน่วยลอการิทึม) ผลดังกล่าวยังคงอยู่เมื่อใช้ยอดขายเป็นตัวแปรผลลัพธ์ ดัดกรุงเทพมหานครออก และปรับค่าสุดโต่ง และเพิ่มขึ้นเป็น -1.03 ($p = 0.007$) เมื่อตัดอุตสาหกรรมอาหารออก นอกจากนี้ มูลค่าความเสียหายทางการเงินให้ผลในทิศทางเดียวกัน ($p = 0.012$) ขณะที่ขนาดสถานประกอบการ สถานภาพผู้ส่งออก และการถือหุ้นต่างชาติไม่ได้สร้างความแตกต่างเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างระหว่างภาคหายไปเมื่อใช้ยอดขายต่อค่าจ้างรวมเป็นตัวแปรผลลัพธ์ ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายผ่านปัจจัยแรงงานมากกว่าผ่านรายได้ ทั้งนี้ เนื่องจากข้อมูลเป็นภาคตัดขวางและความเสียหายเป็นข้อมูลที่สถานประกอบการรายงานเอง ผลที่ได้จึงเป็นความสัมพันธ์

เชิงเงื่อนไข (Conditional association) ดังนั้น นโยบายการปรับตัวด้านภูมิอากาศของไทยควรแยกเครื่องมือตามภาคเศรษฐกิจ โดยให้น้ำหนักกับการฟื้นฟูของภาคการผลิตมากขึ้น

คำสำคัญ : ความเสียหายจากภูมิอากาศ; ผลผลิตแรงงาน; ความไม่สมมาตรเชิงภาคเศรษฐกิจ; อุตสาหกรรมการผลิต; การสำรวจสถานประกอบการ

Abstract

This study examines whether extreme weather damage is associated with labor productivity differently in Thai manufacturing and service firms. Using the World Bank Enterprise Survey Thailand 2025 (WBES Thailand 2025), covering 739 firms in six industries and five regions, it estimates an OLS model with a damage-by-sector interaction, industry, region and locality-size fixed effects, and HC1 standard errors. The unconditional productivity gap between damaged and undamaged firms is not significant. With the sector interaction, the coefficient is -0.788 ($p = 0.028$), and manufacturing firms show a productivity shortfall roughly 0.42 log points (about 34 percent) larger than service firms conditional on exposure. The result holds with log sales as the outcome, without Bangkok, and after winsorization, and rises to -1.03 ($p = 0.007$) when food manufacturing is excluded. A monetary measure of damage gives a consistent interaction ($p = 0.012$), while firm size, exporter status, and foreign ownership add no further variation. The gap disappears when the outcome is sales per wage bill, which fits a labor-input channel rather than a revenue channel. Because the data are cross-sectional and damage is self-reported, the estimates are conditional associations. Adaptation policy in Thailand should distinguish between sectors and give more weight to restoring manufacturing capital.

Keyword: Climate damage; Labor productivity; Sectoral heterogeneity; Manufacturing; Thailand; Enterprise survey

1. บทนำ

ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศโลกเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นและรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงขึ้น ฝนที่ผันผวนมากขึ้น และอุทกภัย วาตภัย และภัยแล้งที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับสามทศวรรษก่อน การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ไม่ได้เป็นเพียงประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม แต่ยังกลายเป็นต้นทุนที่สถานประกอบการต้องแบกรับในการดำเนินกิจการ โดยธนาคารโลกประเมินว่า หากไม่มีการปรับตัวอย่างจริงจัง ผลผลิตมวลรวมในประเทศของเศรษฐกิจที่เปราะบางต่อภูมิอากาศอาจลดลงร้อยละ 7 ถึง 14 ภายในกลางศตวรรษนี้ (World Bank, 2025) สำหรับประเทศไทย ตัวเลขนี้ไม่ใช่เรื่องไกลตัว เช่น มหาอุทกภัยลุ่มเจ้าพระยาปี 2554 สร้างความเสียหายคิดเป็นร้อยละ 12.6 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ และความเสียหายส่วนใหญ่กระจุกตัวอยู่ในนิคม

อุตสาหกรรมภาคกลาง (World Bank, 2025) อย่างไรก็ตาม แม้ภัยพิบัติขนาดใหญ่จะได้รับความสนใจมาก แต่เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วที่มีขนาดเล็กกว่าและเกิดซ้ำบ่อยกลับยังไม่มีการบันทึกผลกระทบต่อผลิตภาพของสถานประกอบการแต่ละแห่งอย่างเป็นระบบ คำถามที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนจึงได้แก่ สถานประกอบการไทยที่ประสบความเสียหายจากสภาพอากาศมีผลิตภาพต่างจากสถานประกอบการที่ไม่เสียหายมากนักเพียงใด และความแตกต่างนั้นเท่ากันทุกภาคเศรษฐกิจ หรือกระจุกตัวอยู่ในบางภาค

หลักฐานระดับสถานประกอบการจากต่างประเทศพบว่า ความเสียหายจากภูมิอากาศลดผลิตภาพผ่านแรงงานเป็นหลัก และภาระมักตกอยู่กับภาคการผลิตมากกว่าภาคอื่น (Costa et al., 2024; Gagliardi et al., 2024) เช่นเดียวกับกรณีเวียดนาม ซึ่งวาตภัยและอุทกภัยลดการเติบโตของยอดขายต่อเนื่องนานถึงสามปี (Zhou & Botzen, 2021) นอกจากนี้ งานที่เปรียบเทียบระหว่างภาคเศรษฐกิจยังพบว่า หลังเกิดภัยพิบัติภาคการผลิตมีทุนถาวรเสียหายมากและฟื้นตัวช้า (Bertinelli & Strobl, 2020; Cole et al., 2019; Okubo & Strobl, 2021) อย่างไรก็ตาม งานกลุ่มหลังนี้วัดการอยู่รอดหรือการทำลายทุน ส่วนงานที่วัดผลิตภาพแรงงานก็ไม่ได้แยกภาคการผลิตกับภาคบริการไว้ในแบบจำลองเดียวกัน

สำหรับประเทศไทย งานระดับสถานประกอบการที่มีอยู่ศึกษาการปรับห่วงโซ่อุปทานหลังอุทกภัยปี 2554 โดยไม่ได้วัดผลิตภาพ (Hayakawa et al., 2015) ขณะที่งานทบทวนล่าสุดในประเทศรายได้น้อยและปานกลางพบว่า ภาคการผลิตกับภาคบริการสูญเสียรายได้ใกล้เคียงกันในปีที่อากาศร้อนผิดปกติ (Goicoechea & Lang, 2026) ซึ่งขัดกับหลักฐานด้านทุนถาวรข้างต้น ดังนั้น จึงยังไม่มีงานที่ใช้ข้อมูลสำรวจสถานประกอบการของไทยทดสอบว่า ความเสียหายจากสภาพอากาศเฉียบพลันสัมพันธ์กับผลิตภาพแรงงานต่างกันระหว่างสองภาคนี้หรือไม่

บทความนี้ใช้ข้อมูลจุลภาคจากการสำรวจสถานประกอบการของธนาคารโลกในประเทศไทยปี 2568 (World Bank Group, 2025) ซึ่งครอบคลุมสถานประกอบการภาคการผลิตและภาคบริการ 739 แห่ง โดยมีวัตถุประสงค์สามประการ ประการแรก เพื่อประมาณผลต่างผลิตภาพระหว่างสถานประกอบการที่เสียหายกับที่ไม่เสียหาย ประการที่สอง เพื่อทดสอบว่าผลต่างดังกล่าวแตกต่างกันระหว่างภาคการผลิตกับภาคบริการหรือไม่ โดยใช้ตัวแปรปฏิสัมพันธ์และผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม ภูมิภาค และขนาดพื้นที่ และประการที่สาม เพื่อทดสอบความคงทนของผล ทั้งด้วยตัวแปรผลลัพธ์ทางเลือก ตัวอย่างย่อย ตัวแปรความเสียหายเชิงมูลค่า และตัวแปรปฏิสัมพันธ์กับขนาดกิจการ การส่งออก และการถือหุ้นต่างชาติ ทั้งนี้ ผลการศึกษาจะช่วยเพิ่มหลักฐานระดับสถานประกอบการของไทยให้กับงานวิจัยจุลภาคด้านภัยพิบัติในอาเซียน ซึ่งยังมีอยู่ไม่มาก

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ความเสียหายจากภูมิอากาศและผลิตภาพของสถานประกอบการ: กลไกและหลักฐานสากล

หลักฐานระดับสถานประกอบการจากประเทศพัฒนาแล้วชี้ในทิศทางเดียวกันว่า ความเสียหายจากภูมิอากาศลดผลิตภาพ แต่กลไกที่แต่ละงานเสนอนั้นแตกต่างกันอยู่บ้าง

กล่าวคือ ข้อมูลบุคลากรระยะยาวของสถานประกอบการใน 14 ประเทศยุโรปพบว่า ภาวะโลกร้อนลดผลิตภาพปัจจัยรวม โดยการลดลงทั้งหมดมาจากผลิตภาพแรงงาน ขณะที่ผลิตภาพทุนแทบไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ สถานประกอบการภาคการผลิตที่ใช้ทุนเข้มข้นและใช้แรงงานปกคอสีน้ำเงินได้รับผลกระทบหนักที่สุด (Gagliardi et al., 2024)

ในทำนองเดียวกัน การศึกษาสถานประกอบการภาคการผลิตและภาคบริการ 2.7 ล้านแห่งใน 23 ประเทศพัฒนาแล้วพบว่า จำนวนวันที่อุณหภูมิเกิน 35 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น 10 วันต่อปี ทำให้ผลิตภาพแรงงานรายปีลดลงร้อยละ 0.3 โดยผลดังกล่าวไม่เป็นเส้นตรง คงอยู่ได้นานถึงสองปี และกระจุกตัวในสถานประกอบการขนาดเล็กที่มีผลิตภาพต่ำ (Costa et al., 2024) แม้งานนี้จะใช้อุณหภูมิสะสมเป็นตัวแปรบำบัด ซึ่งต่างจากดัชนีความร้อนรวมของ Gagliardi et al. (2024) แต่ก็พบกลไกด้านแรงงานเช่นเดียวกัน

สำหรับกรณีอุทกภัย การจับคู่ที่ตั้งของสถานประกอบการในจีนกับพื้นที่น้ำท่วมพบว่า อุทกภัยลดผลิตภาพปัจจัยรวมลงร้อยละ 9.3 โดยผลกระทบในสถานประกอบการขนาดเล็ก สถานประกอบการที่ไม่ใช่รัฐวิสาหกิจ และสถานประกอบการในพื้นที่ชายฝั่ง และเกิดผ่านทั้งช่องทางขนาดกิจการและช่องทางนวัตกรรม (Dong & Yao, 2025) งานนี้จึงเพิ่มช่องทางนวัตกรรมเป็นกลไกที่สาม นอกเหนือจากแรงงานและทุน

นอกจากนี้ การศึกษาสถานประกอบการกว่า 3.3 ล้านแห่งใน 24 ประเทศกำลังพัฒนาพบว่า สถานประกอบการในพื้นที่เปราะบางด้านภูมิอากาศทำกำไรได้น้อยกว่าและเข้าถึงสินเชื่อได้ยากกว่า (Cevik & Miryugin, 2023) ซึ่งสอดคล้องกับหลักฐานระดับมหภาคที่พบว่า ภัยพิบัติที่สร้างความเสียหายสูงทำให้เศรษฐกิจชะลอตัวรุนแรงกว่าในประเทศกำลังพัฒนาที่สถาบันอ่อนแอ (Noy, 2009) อีกทั้งผลของภัยพิบัติต่อการเติบโตยังแตกต่างกันตามประเภทภัยและภาคเศรษฐกิจ เช่น ภัยแล้งกระทบการเติบโตของภาคเกษตรในทางลบ ขณะที่อุทกภัยระดับปานกลางอาจมีผลบวกต่อการเติบโตของบางภาค (Fomby et al., 2013; Loayza et al., 2012) และภัยแล้งโดยเฉลี่ยทำให้ผลิตภัณฑมวลรวมในประเทศลดลงร้อยละ 2 ภายในสี่ปี โดยกระทบภาคเกษตร เหมือนแร่ และพลังงานเป็นพิเศษ (Kempf & Muller, 2025)

โดยสรุป งานกลุ่มนี้แตกต่างกันทั้งในด้านประเภทภัยพิบัติ ประเทศที่ศึกษา และตัวแปรผลลัพธ์ แต่ให้ข้อสรุปร่วมกันว่า ความเสียหายจากภูมิอากาศมีต้นทุนด้านผลิตภาพที่วัดได้ โดยเมื่อภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป กลไกด้านแรงงานจะพบบ่อยกว่ากลไกด้านทุน และผลมักรุนแรงในสถานประกอบการที่มีทรัพยากรจำกัด อย่างไรก็ตาม งานเกือบทั้งหมดใช้ความร้อนสะสมหรืออุทกภัยที่ระบุจากพิกัดภูมิศาสตร์ และยังไม่มีการทดสอบปฏิสัมพันธ์กับภาคเศรษฐกิจ

2.2 ความไม่สมมาตรเชิงภาคเศรษฐกิจของผลกระทบจากภัยพิบัติ: หลักฐานและข้อจำกัด

วรรณกรรมสายที่สองศึกษาความไม่สมมาตรระหว่างภาคเศรษฐกิจโดยตรง แต่ใช้ตัวแปรผลลัพธ์ต่างจากกลุ่มแรก ดังนั้น จึงต้องพิจารณาว่าผลลัพธ์เหล่านั้นเชื่อมโยงกับผลิตภาพแรงงานอย่างไร

ตัวอย่างเช่น หลังพายุไต้ฝุ่นฮายเกในญี่ปุ่น สถานประกอบการค้าปลีกและค้าส่งมีโอกาสอยู่รอดต่ำกว่าสถานประกอบการภาคการผลิต ขณะที่สถานประกอบการภาคการผลิตที่อยู่รอดได้ลงทุนปรับปรุงทุนให้ทันสมัย

ขึ้น (Okubo & Strobl, 2021) อย่างไรก็ดี งานนี้วัดการอยู่รอดของกิจการ ดังนั้น การที่ภาคการผลิตอยู่รอดได้มากกว่าจึงอาจหมายความว่า สถานประกอบการเหล่านี้ต้องลงทุนทดแทนทุนจำนวนมาก ซึ่งอาจดผลิตภาพต่อแรงงานในช่วงที่ปรับปรุงได้เช่นกัน

ในกรณีแผ่นดินไหวโกเบปี 2538 การวิเคราะห์ด้วยข้อมูลที่ตั้งโรงงานและการสำรวจความเสียหายระดับอาคารพบว่า ความเสียหายทางกายภาพเพิ่มโอกาสที่โรงงานจะปิดตัว โดยผลคงอยู่นานถึงเจ็ดปี และโรงงานที่มีผลิตภาพต่ำที่สุดปิดตัวมากที่สุด ส่วนโรงงานที่ยังดำเนินกิจการต่อมีผลิตภาพเพิ่มขึ้นชั่วคราวจากการทดแทนทุน (Cole et al., 2019) ทั้งนี้ งานนี้วัดผลิตภาพของโรงงานโดยตรง แต่ครอบคลุมเฉพาะภาคการผลิต

ในทำนองเดียวกัน วาตภัยในอินเดียทำลายสินทรัพย์ถาวรของสถานประกอบการภาคการผลิตขนาดกลางถึงร้อยละ 75.3 และโยกย้ายยอดขายไปสู่อุตสาหกรรมที่มีผลิตภาพสูงกว่า โดยสถานประกอบการที่มีผลิตภาพต่ำกว่าในอุตสาหกรรมเดียวกันสูญเสียยอดขายมากกว่าสัดส่วนปกติ (Bertinelli & Strobl, 2020) นอกจากนี้ หลักฐานที่ทดลองจากศรีลังกาหลังเหตุการณ์สึนามิพบว่า สถานประกอบการที่ได้รับเงินช่วยเหลือฟื้นฟูแบบสุ่มกลับสู่ระดับกำไรเดิมได้เร็วกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับเกือบสองปี (De Mel et al., 2012) ซึ่งแสดงว่าในประเทศกำลังพัฒนา ข้อจำกัดด้านเงินทุนมีบทบาทต่อการฟื้นตัวมากกว่าการตัดสินใจด้านแรงงาน

กล่าวโดยสรุป ยังไม่มีงานในสาขานี้ที่วัดผลิตภาพแรงงานของภาคการผลิตและภาคบริการไว้ในแบบจำลองเดียวกัน แม้การอยู่รอดของกิจการ การทำลายทุน และการโยกย้ายยอดขาย จะชี้ไปในทางเดียวกันว่าภาคการผลิตซึ่งพึ่งพาทุนถาวรน่าจะเสียหายมากกว่าภาคบริการที่พึ่งพาทำเลและทุนมนุษย์ก็ตาม ดังนั้น บทความนี้จึงทดสอบข้อสันนิษฐานดังกล่าวโดยใช้ผลิตภาพแรงงานเป็นตัวแปรผลลัพธ์

2.3 หลักฐานจากอาเซียน บริบทประเทศไทย และช่องว่างงานวิจัย

สำหรับอาเซียน หลักฐานระดับจุลภาคยังมีไม่มาก แต่ชี้ไปในทิศทางเดียวกับหลักฐานสากล เช่น ข้อมูลสำมะโนสถานประกอบการเวียดนามปี 2543-2557 ที่ประมาณด้วยวิธี Blundell-Bond generalized method of moments พบว่า วาตภัยและอุทกภัยลดอัตราการเติบโตของยอดขายต่อเนื่องนานถึงสามปี โดยวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมได้รับผลชัดเจนและยาวนานที่สุด (Zhou & Botzen, 2021) ส่วนในประเทศไทย งานที่ใช้ข้อมูลระดับสถานประกอบการมีน้อยมาก โดยงานที่ถูกอ้างอิงมากที่สุดศึกษาการปรับห่วงโซ่อุปทานของบริษัทร่วมทุนญี่ปุ่นหลังอุทกภัยปี 2554 และพบว่าสถานประกอบการขนาดเล็กที่เสียหายลดการจัดซื้อในประเทศ สถานประกอบการอายุน้อยย้ายแหล่งจัดหาไปญี่ปุ่น ส่วนสถานประกอบการอายุมากขึ้นไปนำเข้าจากจีน แต่งานนี้ไม่ได้วัดผลิตภาพโดยตรง (Hayakawa et al., 2015)

ทั้งนี้ การประเมินความเปราะบางด้านภูมิอากาศของไทยโดยธนาคารโลกชี้ว่า หากไม่มีการปรับตัว ไทยอาจสูญเสียผลิตภัณท์มวลรวมในประเทศร้อยละ 7 ถึง 14 ภายในปี 2593 โดยการสูญเสียผลิตภาพแรงงานจากความร้อนเป็นช่องทางทางเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุด และกรุงเทพมหานครกับลุ่มน้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมส่งออกหลักเป็นพื้นที่ที่เปราะบางที่สุด (World Bank, 2025)

ด้านนโยบาย แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (National Adaptation Plan: NAP) ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกับกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กำหนดภาคส่วนเป้าหมายไว้หกภาคส่วน ได้แก่ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เกษตรและความมั่นคงทางอาหาร การท่องเที่ยว สาธารณสุข การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และความมั่นคง (Ministry of Natural Resources and Environment et al., 2024) ภาคการผลิตและภาคบริการทั่วไปไม่ได้เป็นภาคส่วนเป้าหมายโดยตรงในแผนนี้

นอกจากนี้ ร่างพระราชบัญญัติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งคณะรัฐมนตรีเห็นชอบในหลักการเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2568 และอยู่ระหว่างการพิจารณาของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกาก่อนเสนอรัฐสภา กำหนดให้จัดตั้งกองทุนภูมิอากาศ (Climate Fund) ภายใต้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และเสริมความสามารถในการปรับตัวต่อภูมิอากาศ แหล่งเงินของกองทุนมาจากรายได้ของระบบซื้อขายสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มาตรการปรับราคาคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดน และเงินอุดหนุนจากรัฐ (International Carbon Action Partnership, 2025) อย่างไรก็ตาม ร่างกฎหมายนี้ยังไม่มีกลไกเฉพาะสำหรับภาคการผลิตที่เผชิญความเสียหายจากสภาพอากาศสุดขั้ว ช่องว่างเชิงนโยบายทั้งสองประการนี้จะนำมาอภิปรายอีกครั้งในหัวข้อ 5.2

อีกด้านหนึ่ง งานทบทวนล่าสุดที่สังเคราะห์ข้อมูลสถานประกอบการ 160,000 แห่งใน 134 ประเทศ พบว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศรายได้ต่ำและปานกลางสูญเสียรายได้ร้อยละ 12 ในปีที่อากาศร้อนผิดปกติ โดยภาคการผลิตกับภาคบริการได้รับผลกระทบใกล้เคียงกัน (Goicoechea & Lang, 2026) ข้อค้นพบนี้ขัดกับหลักฐานด้านทุนถาวรในหัวข้อ 2.2 ดังนั้น ทิศทางของความไม่สมมาตรระหว่างภาคจึงยังเป็นคำถามเปิด ประกอบกับไทยยังไม่มีหลักฐานจากข้อมูลสำรวจสถานประกอบการในเรื่องนี้

2.4 จากช่องว่างงานวิจัยสู่กลยุทธ์เชิงประจักษ์

บทความนี้เลือกใช้ผลิตภาพแรงงานเป็นตัวแปรผลลัพธ์ เนื่องจากงานในหัวข้อ 2.1 พบว่าแรงงานเป็นช่องทางหลักที่ความเสียหายจากภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อสถานประกอบการ (Costa et al., 2024; Gagliardi et al., 2024) ขณะที่งานในหัวข้อ 2.2 วัดการอยู่รอดหรือการทำลายทุน ดังนั้น ผลิตภาพแรงงานจึงเป็นตัวเชื่อมวรรณกรรมสองสายนี้เข้าด้วยกัน

ตัวแปรความเสียหายในบทความนี้เป็นข้อมูลที่สถานประกอบการรายงานเอง (Self-reported) ซึ่งต่างจากงานสากลส่วนใหญ่ที่ระบุจากพิกัดภูมิศาสตร์ ข้อดีคือได้ความเสียหายที่สถานประกอบการรับรู้จริง โดยงานที่ใช้ไฟฟ้าดับซึ่งสถานประกอบการรายงานเองเป็นตัวแปรบำบัดพบว่า ตัวแปรลักษณะนี้อธิบายความแตกต่างของผลิตภาพปัจจัยรวมได้ (Apeti & Ly, 2024) ส่วนข้อเสียคือเสี่ยงต่อความคลาดเคลื่อนในการวัด (Measurement error) จากอคติในการจดจำ (Recall bias) และอคติในการรายงาน ซึ่งจะอภิปรายในหัวข้อ 3.2.1

ตัวแปรปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายกับภาคเศรษฐกิจเป็นวิธีมาตรฐานในการทดสอบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบำบัดกับตัวแปรผลลัพธ์แตกต่างกันระหว่างกลุ่มย่อยหรือไม่ (Balli & Sorensen, 2013) โดยบทความนี้ปรับตัวแปรให้มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ก่อนสร้างตัวแปรปฏิสัมพันธ์ตามข้อเสนอของ Balli and Sorensen (2013) เพื่อลดความสัมพันธ์ร่วมเชิงเส้น ส่วนการแบ่งภาคการผลิตกับภาคบริการนั้น ใช้ความเข้มข้นของทุนถาวรเป็นเส้นแบ่งตามหลักฐานในหัวข้อ 2.2 ทั้งนี้ ความหลากหลายภายในแต่ละภาคจะอภิปรายในหัวข้อ 4.4.1

ตัวแปรควบคุมระดับสถานประกอบการ ได้แก่ ขนาดกิจการ อายุกิจการ การถือหุ้นต่างชาติ สถานภาพผู้ส่งออก ใบบรรอง ISO ผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิง การมีผู้สอบบัญชีภายนอก และรายจ่ายด้านวิจัยและพัฒนา ซึ่งงานทบทวนที่ใช้ข้อมูลสำรวจสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ (Business climate survey) พบว่า ตัวแปรเหล่านี้สัมพันธ์กับผลิตภาพและการเติบโตของสถานประกอบการในประเทศกำลังพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ (Dethier et al., 2011)

ส่วนผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม ภูมิภาค และขนาดพื้นที่ (Locality size) มีไว้เพื่อวัดความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่อาจสัมพันธ์กับทั้งความเสี่ยงด้านภูมิอากาศและผลิตภาพพื้นฐาน เช่น อุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมอาจมีผลิตภาพพื้นฐานต่างจากอุตสาหกรรมอื่นอยู่แล้ว ด้วยเหตุนี้ สมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์จึงมาจากความแปรผันภายในอุตสาหกรรม ภูมิภาค และขนาดพื้นที่เดียวกัน ซึ่งเป็นแนวทางเดียวกับ Apeti and Ly (2024) และ Goicoechea and Lang (2026)

กล่าวโดยรวม วรรณกรรมข้างต้นรองรับการใช้ข้อมูลสำรวจสถานประกอบการวัดผลิตภาพ (Dethier et al., 2011) การใช้ตัวแปรความเสียหายที่สถานประกอบการรายงานเอง (Apeti & Ly, 2024) และการใช้ตัวแปรปฏิสัมพันธ์ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (Balli & Sorensen, 2013) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อมูลเป็นภาคตัดขวางและความเสียหายไม่ได้เกิดแบบสุ่ม สมประสิทธิ์ที่ได้จึงเป็นความสัมพันธ์เชิงเงื่อนไขหลังควบคุมตัวแปรที่สังเกตได้ ซึ่งจะอภิปรายในหัวข้อ 5.3

3. วิธีการศึกษา

3.1 ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้มาจากการสำรวจสถานประกอบการของธนาคารโลกในประเทศไทยรอบปี 2568 (World Bank Enterprise Survey Thailand 2025 หรือ WBES Thailand 2025) (World Bank Group, 2025) ซึ่งสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นจากสถานประกอบการเอกชนนอกภาคเกษตร (World Bank, 2023) โดยครอบคลุมภาคการผลิต ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์ และการผลิตอื่น และภาคบริการ ได้แก่ ค้าปลีก โรงแรม และบริการอื่น ตัวอย่างเริ่มต้นมีทั้งหมด 813 แห่ง เมื่อตัดข้อมูลที่ขาดหายในตัวแปรผลลัพธ์ ตัวแปรบำบัด ภาคเศรษฐกิจ และตัวแปรควบคุมแล้ว คงเหลือตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ 739 แห่ง ซึ่งกระจายอยู่ใน 5 ภูมิภาค ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ และแบ่งตามขนาดพื้นที่ตั้งออกเป็น 4 กลุ่ม

3.2 ตัวแปรผลลัพธ์และตัวแปรบำบัด

ตัวแปรผลลัพธ์คือ ln(ผลิตภาพแรงงาน) ซึ่งคำนวณจากลอการิทึมธรรมชาติของยอดขายรายปีหารด้วยจำนวนพนักงานประจำเต็มเวลา ส่วนตัวแปรบำบัด (climate_hit) เป็นตัวแปรทวิลักษณ์ที่มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อสถานประกอบการรายงานว่าประสบความเสียหายจากสภาพอากาศสุดขั้ว อาทิ อุทกภัย วาตภัย ภัยแล้ง หรืออุทกภัยสุดขั้วในช่วงเวลาอ้างอิง โดยมีสถานประกอบการ 62 แห่งจาก 739 แห่ง (ร้อยละ 8.4) ที่รายงานความเสียหายดังกล่าว สำหรับตัวแปรภาคเศรษฐกิจ (mfg) มีค่าเท่ากับ 1 สำหรับภาคการผลิต และเท่ากับ 0 สำหรับภาคบริการ ทั้งนี้ ภาคการผลิตประกอบด้วยการแปรรูปอาหาร ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์ และการผลิตอื่น

3.2.1 ข้อจำกัดของตัวแปรความเสียหายที่แสดงด้วยตนเอง

ตัวแปร climate_hit มาจากคำถามที่ให้ผู้ตอบของสถานประกอบการ (โดยทั่วไปคือเจ้าของหรือผู้บริหารระดับสูง) ระบุว่าสถานประกอบการเคยประสบความเสียหายทางกายภาพจากสภาพอากาศสุดขั้วในช่วงเวลาอ้างอิงหรือไม่ ดังนั้น ข้อมูลนี้จึงมีข้อจำกัดสำคัญสามประการ

ประการแรก อคติในการจดจำ (Recall bias) อาจทำให้สถานประกอบการที่ประสบเหตุการณ์เชิงลบอื่นในช่วงเดียวกันรายงานความเสียหายจากภูมิอากาศคลาดเคลื่อน ประการที่สอง แบบสอบถามไม่ได้ถามถึงความรุนแรง ระยะเวลาของความเสียหาย หรือผู้ประเมินความเสียหาย ตัวแปรทวิลักษณ์นี้จึงรวมเหตุการณ์ที่รุนแรงต่างกันมากไว้ในกลุ่มเดียวกัน

ประการที่สาม อคติในการรายงานอาจสัมพันธ์กับลักษณะของสถานประกอบการเอง กล่าวคือ ตารางที่ 1 แสดงว่ากลุ่มที่รายงานความเสียหายมีสัดส่วนผู้ส่งออกและการตรวจสอบบัญชีโดยผู้สอบบัญชีภายนอกสูงกว่า ซึ่งอาจเป็นเพราะสถานประกอบการที่มีระบบบันทึกข้อมูลดีกว่าสามารถสังเกตและรายงานความเสียหายได้ครบถ้วนกว่า

ด้วยเหตุนี้ หัวข้อ 4.3 จึงทดสอบเพิ่มเติมโดยใช้มูลค่าความเสียหายที่รายงานแทนตัวแปรทวิลักษณ์เพื่อดูว่าผลการศึกษาไวต่อวิธีวัดความเสียหายมากน้อยเพียงใด

3.2.2 การรวมภัยพิบัติหลายประเภทไว้ในตัวแปรเดียว

ตัวแปร climate_hit รวมความเสียหายจากอุทกภัย วาตภัย ภัยแล้ง และอุทกภัยสุดขั้วไว้ด้วยกัน แม้ภัยแต่ละประเภทจะมีกลไกต่างกันก็ตาม กล่าวคือ อุทกภัยมักทำลายเครื่องจักร วัตถุดิบคงคลัง และโครงสร้างพื้นฐาน อุทกภัยสุดขั้วกระทบร่างกายและสมาธิของแรงงาน ส่วนภัยแล้งกระทบอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำมาก อย่างไรก็ตาม คำถามวิจัยของบทความนี้สนใจความเสียหายจากสภาพอากาศในภาพรวม ดังนั้น การรวมภัยทั้งสี่ประเภทไว้ในตัวแปรเดียวจึงเหมาะสมกับคำถามนี้

ทั้งนี้ WBES Thailand 2025 ไม่ได้บันทึกประเภทของภัยพิบัติแยกรายชนิด จึงไม่สามารถแบ่งกลุ่มย่อยตามประเภทภัยได้ แต่แบบสำรวจมีคำถามเรื่องมูลค่าความเสียหายทางการเงิน ซึ่งสถานประกอบการที่เสียหาย 55 แห่ง จาก 62 แห่ง ตอบคำถามนี้ โดยมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยของภาคการผลิตอยู่ที่ประมาณ 253,125 บาท (มัธยฐาน 50,000 บาท) ต่ำกว่าภาคบริการซึ่งเฉลี่ยประมาณ 836,452 บาท (มัธยฐาน 150,000 บาท)

กล่าวคือ ภาคการผลิตมีผลิตภาพแรงงานลดลงมากกว่า ทั้งที่มูลค่าความเสียหายต่ำกว่า ดังนั้น ความแตกต่างจึงน่าจะมาจากความสามารถในการปรับตัวของแต่ละภาคมากกว่าขนาดของความเสียหาย อย่างไรก็ตาม ข้อมูลมูลค่าความเสียหายมีตัวอย่างน้อยและเบ้ขวามาก ตัวเลขนี้จึงใช้ประกอบการตีความเท่านั้น

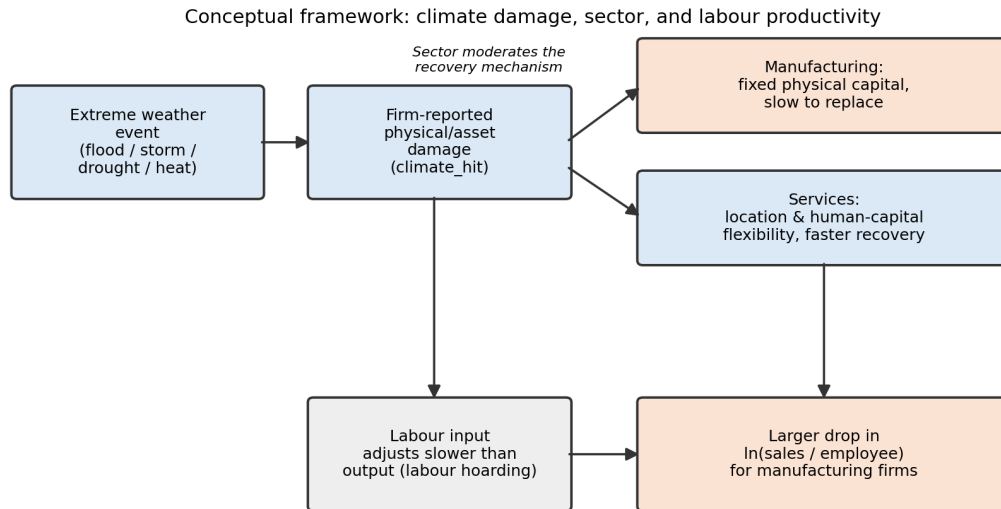
3.3 กลยุทธ์เชิงประจักษ์

แบบจำลองเชิงประจักษ์เป็นการถดถอยภาคตัดขวางด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ของ $\ln(\text{ผลิตภาพแรงงาน})$ บนตัวแปรความเสียหายจากภูมิอากาศ ตัวแปรหุ่นภาคการผลิต และตัวแปรปฏิสัมพันธ์ของสองตัวแปรนี้ รวมทั้งเวกเตอร์ตัวแปรควบคุมระดับสถานประกอบการ และผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม ภูมิภาค และขนาดพื้นที่ โดยใช้ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบทนทานต่อความแปรปรวนไม่คงที่ (HC1) ซึ่งสมการหลักมีรูปแบบดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Climate}_i + \beta_2 \cdot \text{Mfg}_i + \beta_3 \cdot (\text{Climate}_i \times \text{Mfg}_i) + X_i'\gamma + \delta_{\text{industry}} + \delta_{\text{region}} + \delta_{\text{locality}} + \varepsilon_i$$

โดยที่ Y_i คือ $\ln(\text{ผลิตภาพแรงงาน})$ ของสถานประกอบการ i Climate_i คือตัวแปรความเสียหายจากภูมิอากาศ Mfg_i คือตัวแปรหุ่นภาคการผลิต และ $\text{Climate}_i \times \text{Mfg}_i$ คือตัวแปรปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรนี้ X_i คือเวกเตอร์ตัวแปรควบคุมระดับสถานประกอบการ ได้แก่ $\ln(\text{ขนาดสถานประกอบการ})$ (จำนวนพนักงานประจำเต็มเวลา) $\ln(\text{อายุสถานประกอบการ})$ การถือหุ้นต่างชาติเกินร้อยละ 10 สถานภาพผู้ส่งออก การได้รับใบรับรอง ISO ผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิง การมีผู้สอบบัญชีภายนอก และการมีรายจ่ายด้านวิจัยและพัฒนา ส่วน δ_{industry} δ_{region} และ δ_{locality} คือผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม ภูมิภาค และขนาดพื้นที่ตามลำดับ สัมประสิทธิ์ที่บทความนี้สนใจคือ β_3 ซึ่งวัดว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายกับผลิตภาพของภาคการผลิตต่างจากของภาคบริการเท่าใด ส่วนผลรวม $\beta_1 + \beta_3$ คือผลต่างของผลิตภาพที่สัมพันธ์กับความเสียหายในภาคการผลิต

รูปที่ 1 สรุปกรอบแนวคิดของบทความ โดยเริ่มจากเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว ผ่านความเสียหายที่สถานประกอบการรายงานเอง ไปสู่กลไกที่ต่างกันระหว่างภาคเศรษฐกิจ กล่าวคือ ทุนถาวรในภาคการผลิตเทียบกับความยืดหยุ่นด้านทำเลและทุนมนุษย์ในภาคบริการ และสิ้นสุดที่ผลต่างของผลิตภาพแรงงานที่สังเกตได้ในแบบจำลอง ทั้งนี้ กรอบเส้นประแสดงกลไกการกักตุนแรงงาน ซึ่งเป็นคำอธิบายที่สอดคล้องกับผล แต่ยังไม่ได้ทดสอบโดยตรง



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของบทความ: ความเสียหายจากภูมิอากาศ ภาคเศรษฐกิจ และผลิตภาพแรงงาน

3.4 การทดสอบความคงทนของผลการศึกษา

บทความนี้ทดสอบความคงทนของผลด้วยแบบจำลองทางเลือกเจ็ดแบบ แบบที่หนึ่งใช้ $\ln(\text{ยอดขาย})$ เป็นตัวแปรผลลัพธ์ ซึ่งให้สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์เท่ากับแบบจำลองหลัก เนื่องจาก $\ln(\text{ขนาดสถานประกอบการ})$ อยู่ในแบบจำลองแล้ว ส่วนแบบที่สองใช้ $\ln(\text{ยอดขาย/ค่าจ้างรวม})$ เพื่อแยกช่องทางปัจจัยแรงงานออกจากช่องทางรายได้

แบบที่สามตัดกรุงเทพมหานครออก เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีโครงสร้างภาคเศรษฐกิจและความเสี่ยงด้านภูมิอากาศต่างจากภูมิภาคอื่น โดยรูปที่ 4 แสดงว่าสถานประกอบการในกรุงเทพมหานครรายงานความเสียหายต่ำกว่าร้อยละ 5 ทั้งสองภาค ขณะที่เป็นที่ตั้งของผู้ส่งออกและอุตสาหกรรมที่ใช้ทุนเข้มข้นจำนวนมาก ดังนั้น แบบนี้จึงเป็นการทดสอบความไว (Sensitivity analysis) ว่าผลการศึกษามาจากสถานประกอบการกลุ่มนี้หรือไม่

แบบที่สี่ปรับค่าตัวแปรผลลัพธ์ที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 และ 99 (Winsorization) เพื่อลดอิทธิพลของค่าสุดโต่งที่อาจมาจากการรายงานยอดขายหรือจำนวนพนักงานผิดพลาด โดยไม่ตัดข้อมูลออก ส่วนแบบที่ห้าตัดอุตสาหกรรมอาหารออก เพื่อพิจารณาเฉพาะภาคการผลิตที่ไม่ใช่อาหารซึ่งใช้ทุนเข้มข้นกว่า

แบบที่หกใช้ $\ln(\text{มูลค่าความเสียหายทางการเงิน} + 1)$ แทน climate_hit ส่วนแบบที่เจ็ดเพิ่มตัวแปรปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายกับขนาดสถานประกอบการ (วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเทียบกับขนาดใหญ่) สถานภาพผู้ส่งออก และการถือหุ้นต่างชาติที่ละตัวแปร (Heterogeneity) เพื่อดูว่าความไม่สมมาตรระหว่างภาคยังคงอยู่หรือไม่เมื่อควบคุมมิติเหล่านี้ ทั้งนี้ ทุกแบบใช้ตัวแปรควบคุมและผลคงที่ชุดเดียวกับแบบจำลองหลัก

สำหรับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ทุกแบบจำลองใช้ตัวประมาณ HC1 ซึ่งเหมาะกับตัวอย่างขนาดกลาง ($n = 739$) ที่ไม่มีจุดอิทธิพลสูง (High-leverage points) จำนวนมาก นอกจากนี้ หัวข้อ 4.1 ยังรายงานเมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Correlation matrix) และหัวข้อ 4.2.1 รายงานค่า Variance Inflation Factor (VIF)

4. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

4.1 ลักษณะตัวอย่างเชิงพรรณนา

ตารางที่ 1 แสดงสถิติเชิงพรรณนาและผลการทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ย (Welch's t-test) จำแนกตามสถานะความเสียหาย พบว่าสองกลุ่มมีขนาดและอายุใกล้เคียงกัน ($p > 0.10$) แต่กลุ่มที่เสียหายมีสัดส่วนผู้ส่งออก ($p = 0.042$) ผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิง ($p < 0.001$) และการมีผู้สอบบัญชีภายนอก ($p = 0.030$) สูงกว่า รวมทั้งมีรายจ่ายด้านวิจัยและพัฒนาสูงกว่าที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 10 ($p = 0.084$) ดังนั้นแบบจำลองหลักจึงควบคุมตัวแปรเหล่านี้ไว้ทั้งหมด

ตารางที่ 1 สถิติเชิงพรรณนาจำแนกตามสถานะความเสียหายจากภูมิอากาศ

ตัวแปร	ไม่เสียหาย (n=678) ค่าเฉลี่ย (SD)	เสียหาย (n=62) ค่าเฉลี่ย (SD)	รวม (n=740) ค่าเฉลี่ย (SD)	ค่า t	ค่า p
ln(ผลิตภาพแรงงาน)	13.704 (1.396)	13.486 (1.723)	13.686 (1.426)	-0.967	0.337
ln(ขนาดสถานประกอบการ)	3.394 (1.293)	3.307 (1.338)	3.387 (1.296)	-0.495	0.622
อายุสถานประกอบการ (ปี)	24.423 (13.851)	27.226 (14.807)	24.658 (13.945)	1.434	0.156
ถือหุ้นต่างชาติ (>ร้อยละ 10)	0.062 (0.241)	0.065 (0.248)	0.062 (0.242)	0.078	0.938
ผู้ส่งออก	0.125 (0.331)	0.242 (0.432)	0.135 (0.342)	2.071	0.042**
ใบรับรอง ISO	0.260 (0.439)	0.274 (0.450)	0.261 (0.439)	0.245	0.807
ผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิง	0.485 (0.500)	0.710 (0.458)	0.504 (0.500)	3.667	<0.001**
งบการเงินผ่านผู้สอบบัญชีภายนอก	0.274 (0.447)	0.419 (0.497)	0.286 (0.452)	2.215	0.030**
รายจ่ายด้านวิจัยและพัฒนา	0.077 (0.266)	0.161 (0.371)	0.084 (0.277)	1.755	0.084*
สัดส่วนภาคการผลิต	0.491 (0.500)	0.435 (0.500)	0.486 (0.500)	-0.839	0.404

หมายเหตุ: สถิติจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประมาณการ $n = 740$ t-stat และ p-value มาจาก Welch's two-sample t-test ระหว่างกลุ่มที่เสียหายกับกลุ่มที่ไม่เสียหาย ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

ตารางที่ 2 สถิติเชิงพรรณนาจำแนกตามภาคเศรษฐกิจ

ตัวแปร	ภาคบริการ (n=380) ค่าเฉลี่ย (SD)	ภาคการผลิต (n=360) ค่าเฉลี่ย (SD)
ln(ผลิตภาพแรงงาน)	13.765 (1.340)	13.601 (1.509)
ln(ขนาดสถานประกอบการ)	3.193 (1.192)	3.592 (1.369)
ถือหุ้นต่างชาติ (>ร้อยละ 10)	0.039 (0.195)	0.086 (0.281)
ผู้ส่งออก	0.097 (0.297)	0.175 (0.380)
ใบรับรอง ISO	0.142 (0.350)	0.386 (0.488)
ผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิง	0.553 (0.498)	0.453 (0.498)
งบการเงินผ่านผู้สอบบัญชีภายนอก	0.311 (0.463)	0.261 (0.440)
รายจ่ายด้านวิจัยและพัฒนา	0.068 (0.253)	0.100 (0.300)

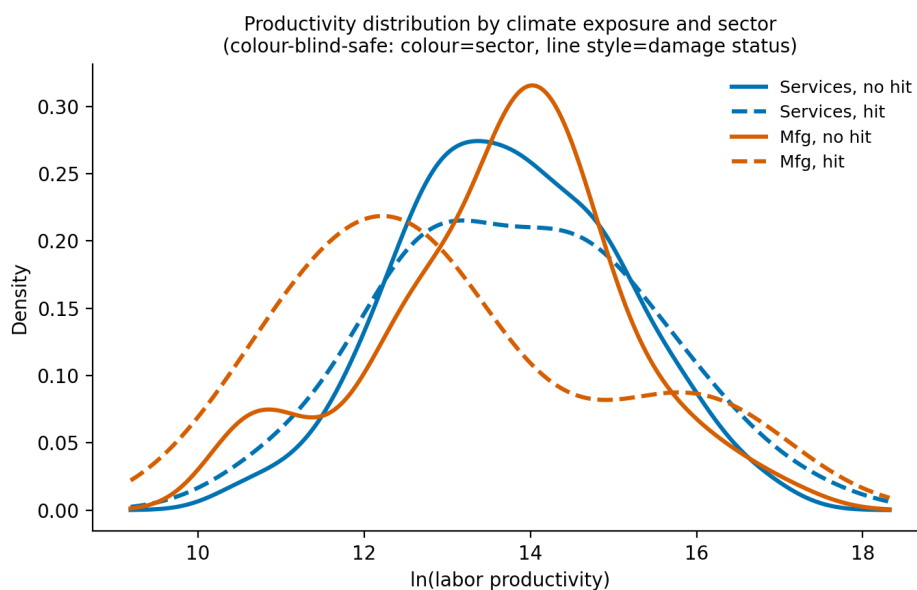
ตารางที่ 2 จำแนกตัวอย่างตามภาคเศรษฐกิจ โดยสถานประกอบการภาคการผลิตมีขนาดใหญ่กว่า และมีสัดส่วนผู้ส่งออกและไ้รับรอง ISO สูงกว่า (ไ้รับรอง ISO ร้อยละ 38.6 เทียบกับร้อยละ 14.2) ขณะที่ภาคบริการมีผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิงมากกว่าเล็กน้อย

ตารางที่ 3 เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรหลัก

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
(1)	1.00	-0.04	-0.06	0.40	0.26	0.17	0.14	0.34	-0.09	0.11	0.11
(2)	-0.04	1.00	-0.03	-0.02	0.06	0.00	0.09	0.01	0.12	0.09	0.08
(3)	-0.06	-0.03	1.00	0.15	0.12	0.10	0.11	0.28	-0.10	-0.05	0.06
(4)	0.40	-0.02	0.15	1.00	0.30	0.28	0.40	0.61	0.00	0.15	0.28
(5)	0.26	0.06	0.12	0.30	1.00	0.04	0.15	0.24	-0.00	0.08	0.10
(6)	0.17	0.00	0.10	0.28	0.04	1.00	0.29	0.24	-0.15	-0.00	0.10
(7)	0.14	0.09	0.11	0.40	0.15	0.29	1.00	0.36	0.06	0.18	0.18
(8)	0.34	0.01	0.28	0.61	0.24	0.24	0.36	1.00	-0.02	0.09	0.22
(9)	-0.09	0.12	-0.10	0.00	-0.00	-0.15	0.06	-0.02	1.00	0.11	0.02
(10)	0.11	0.09	-0.05	0.15	0.08	-0.00	0.18	0.09	0.11	1.00	0.18
(11)	0.11	0.08	0.06	0.28	0.10	0.10	0.18	0.22	0.02	0.18	1.00

หมายเหตุ: n = 740 ตัวแปร ได้แก่ (1) ln(ผลิตภาพแรงงาน) (2) ความเสียหายจากภูมิอากาศ (3) ภาคการผลิต (4) ln(ขนาดสถานประกอบการ) (5) ln(อายุสถานประกอบการ) (6) การถือหุ้นต่างชาติ (7) ผู้ส่งออก (8) ไ้รับรอง ISO (9) ผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิง (10) การมีผู้สอบบัญชีภายนอก (11) รายจ่ายด้านวิจัยและพัฒนา

รูปที่ 2 แสดงการกระจายของ ln(ผลิตภาพแรงงาน) ของสี่กลุ่ม โดยสี่แสดงภาคเศรษฐกิจ เส้นทึบแสดงกลุ่มที่ไม่เสียหาย และเส้นประแสดงกลุ่มที่เสียหาย จะเห็นได้ว่าการกระจายของภาคบริการแทบไม่ต่างกันระหว่างกลุ่มที่เสียหายกับไม่เสียหาย ขณะที่การกระจายของภาคการผลิตที่เสียหายเลื่อนไปทางซ้ายอย่างชัดเจน



รูปที่ 2 การกระจายตัวของผลิตภาพแรงงานจำแนกตามความเสียหายจากภูมิอากาศและภาคเศรษฐกิจ

(Distribution of Labor Productivity by Climate Damage and Sector)

ที่มา: คำนวณโดยผู้เขียนจากข้อมูล WBES Thailand 2025

4.2 ผลการประมาณแบบจำลองหลัก: ความสัมพันธ์ที่ไม่สมมาตรระหว่างความเสียหายจากภูมิอากาศกับผลิตภาพ

ตารางที่ 4 แสดงผลจากแบบจำลองหลัก โดยสัมประสิทธิ์ของความเสียหายจากภูมิอากาศไม่มีนัยสำคัญ (0.369, ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.253, $p = 0.145$) ส่วนตัวแปรหุ่นภาคการผลิตถูกดูดซับโดยผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม ขณะที่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายกับภาคการผลิตเป็นลบและมีนัยสำคัญที่ระดับร้อยละ 5 (-0.788, ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.357, $p = 0.028$) และผลรวมเชิงเส้นของภาคการผลิตเท่ากับ -0.418 (ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.256, $p = 0.102$)

กล่าวคือ เมื่อรายงานความเสียหาย สถานประกอบการภาคการผลิตมีผลิตภาพแรงงานต่ำกว่าภาคบริการประมาณร้อยละ 34 (เทียบเท่า -0.42 หน่วยลอการิทึม) หลังควบคุมตัวแปรที่สังเกตได้ อย่างไรก็ตาม ตัวแปรที่ไม่ได้สังเกต (Omitted variables) เช่น คุณภาพการบริหารจัดการหรือทำเลที่ตั้งที่ละเอียดกว่าระดับขนาดพื้นที่ อาจสัมพันธ์กับการรายงานความเสียหายและผลิตภาพพื้นฐาน ซึ่งจะอภิปรายในหัวข้อ 4.2.1

ในเชิงตีความ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์บอกว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายกับยอดขายต่อพนักงานของภาคการผลิตต่างจากของภาคบริการเพียงใด ค่าที่เป็นลบจึงหมายความว่า เมื่อเผชิญความเสียหายในลักษณะใกล้เคียงกัน ภาคการผลิตพื้นผลผลิตต่อแรงงานได้ช้ากว่า เนื่องจากเครื่องจักรและอาคารที่เสียหายต้องใช้เวลาซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ ในทางกลับกัน ธุรกิจบริการสามารถปรับตัวได้เร็วกว่าโดยการย้ายทำเลหรือเปลี่ยนวิธีทำงาน

ตารางที่ 4 ผลการประมาณแบบจำลองหลัก: ความเสียหายจากภูมิอากาศ ภาคเศรษฐกิจ และผลิตภาพแรงงาน

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์	ค่าคลาดเคลื่อน	ค่า p
ความเสียหายจากภูมิอากาศ (β_1)	0.369	0.253	0.145
ความเสียหาย $\times$ ภาคการผลิต (β_3)	-0.788**	0.357	0.028
ผลรวมของภาคการผลิต ($\beta_1 + \beta_3$)	-0.418	0.256	0.102
ln(ขนาดสถานประกอบการ)	0.226***	0.045	<0.001
ln(อายุสถานประกอบการ)	0.260***	0.070	<0.001
ถือหุ้นต่างชาติ (>ร้อยละ 10)	0.409**	0.162	0.012
ผู้ส่งออก	-0.225	0.141	0.110
ใบรับรอง ISO	0.538***	0.130	<0.001
ผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิง	-0.102	0.096	0.288
งบการเงินผ่านผู้สอบบัญชีภายนอก	0.402***	0.103	<0.001
รายจ่ายด้านวิจัยและพัฒนา	-0.039	0.158	0.805
ผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม	มี	-	-
ผลคงที่ระดับภูมิภาค	มี	-	-
ผลคงที่ระดับขนาดพื้นที่	มี	-	-
จำนวนตัวอย่าง	739	-	-
Adjusted R ²	0.299	-	-

หมายเหตุ: ตัวแปรตามคือ ln(ยอดขาย/จำนวนพนักงานประจำเต็มเวลา) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบ HC1 * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ ตัวแปรหุ่นภาคการผลิตถูกดูดซับโดยผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม ผลรวมของภาคการผลิตได้จากการทดสอบผลรวมเชิงเส้น $\beta_1 + \beta_3 = 0$

4.2.1 การตรวจสอบความสัมพันธ์ร่วมเชิงเส้น (VIF) และปัญหาตัวแปรที่ไม่ได้สังเกต

ตารางที่ 5 แสดงค่า VIF ของตัวแปรอธิบายทุกตัวในแบบจำลองหลัก คำนวณจากแบบจำลองเดียวกับตารางที่ 4 โดยไม่รวมตัวแปรหุ่นภาคการผลิต เพราะถูกดูดซับโดยผลคงที่ระดับอุตสาหกรรม

จากตาราง climate_hit และตัวแปรปฏิสัมพันธ์มีค่า VIF เท่ากับ 2.14 และ 1.98 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่นิยมใช้ ($VIF > 10$) มาก

ตัวแปรควบคุมส่วนใหญ่มีค่า VIF ต่ำกว่า 2.5 ยกเว้น ln(ขนาดสถานประกอบการ) และ ln(อายุสถานประกอบการ) ที่มีค่าประมาณ 14.2 ทั้งคู่ ทั้งนี้ สองตัวแปรนี้มีสหสัมพันธ์กันเพียง 0.30 (ตารางที่ 3) ดังนั้นค่า VIF ที่สูงจึงมาจากความสัมพันธ์กับผลคงที่จำนวนมาก ซึ่งบางกลุ่มมีตัวอย่างน้อย อย่างไรก็ตาม ทั้งสองเป็นตัวแปรควบคุม และสัมประสิทธิ์ยังเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญ ค่า VIF นี้จึงไม่กระทบ β_1 และ β_3

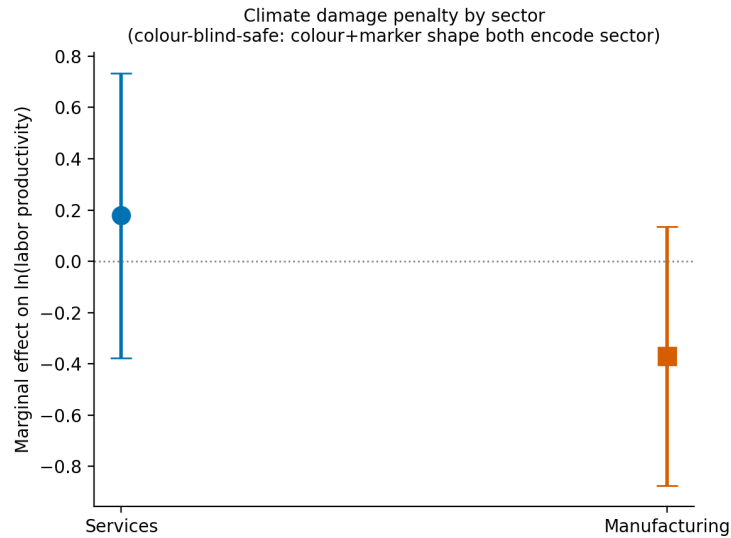
ตารางที่ 5 ค่า Variance Inflation Factor ของตัวแปรอธิบายในแบบจำลองหลัก

ตัวแปร	VIF
ความเสียหายจากภูมิอากาศ (β_1)	2.14
ความเสียหาย × ภาคการผลิต (β_3)	1.98
ln(ขนาดสถานประกอบการ)	14.17
ln(อายุสถานประกอบการ)	14.20
การถือหุ้นต่างชาติ	1.30
ผู้ส่งออก	1.62
ใบรับรอง ISO	2.37
ผู้บริหารสูงสุดเป็นเพศหญิง	2.29
งบการเงินผ่านผู้สอบบัญชีภายนอก	1.63
รายจ่ายด้านวิจัยและพัฒนา	1.26
ตัวแปรหุ่นผลคงที่ อุตสาหกรรม/ภูมิภาค/ขนาดพื้นที่ (ช่วง)	1.07 - 2.74

หมายเหตุ: คำนวณจากแบบจำลองในตารางที่ 2 (n = 740) ค่าที่มากกว่า 5 แสดงด้วยตัวสีแดง

อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่สำคัญกว่าความสัมพันธ์ร่วมเชิงเส้นคืออคติจากตัวแปรที่ไม่ได้สังเกต (Omitted variable bias) เช่น คุณภาพการบริหารจัดการ การเข้าถึงข้อมูลเตือนภัย หรือทำเลที่ตั้งที่ละเอียดกว่าระดับขนาดพื้นที่ อาจสัมพันธ์กับทั้งโอกาสที่จะประสบหรือรายงานความเสียหายและผลิตภาพพื้นฐาน ซึ่ง WBES Thailand 2025 ไม่มีข้อมูลเหล่านี้ ดังนั้น หากสถานประกอบการภาคการผลิตที่บริหารจัดการได้ไม่ดีมีแนวโน้มประสบและรายงานความเสียหายมากกว่า ค่า β_3 ก็จะรวมความแตกต่างด้านคุณภาพของสถานประกอบการไว้ส่วนหนึ่งด้วย

รูปที่ 3 แสดงผลส่วนเพิ่มของความเสียหายต่อผลิตภาพแรงงานจากแบบจำลองที่ประมาณแยกตามภาค โดยใช้ตัวแปรควบคุมและผลคงที่ชุดเดียวกัน พบว่าภาคบริการมีผลส่วนเพิ่ม 0.178 (ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.283, $p = 0.529$) และภาคการผลิต -0.369 (ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.258, $p = 0.152$) โดยขอบบนของช่วงความเชื่อมั่นของภาคการผลิตสูงกว่าศูนย์เล็กน้อย ทั้งนี้ ค่าแยกภาคทั้งสองไม่นับสำคัญเพราะตัวอย่างย่อยมีขนาดเล็กกว่า ส่วนผลต่างระหว่างสองค่านี้ทดสอบด้วย β_3 ในตารางที่ 4 ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับร้อยละ 5 ($\beta_3 = -0.788$, $p = 0.028$)



รูปที่ 3 ผลส่วนเพิ่มของความเสียหายจากภูมิอากาศต่อผลิตภาพแรงงาน จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ
ที่มา: คำนวณโดยผู้เขียนจากข้อมูล WBES Thailand 2025

4.3 ความคงทนของผลการศึกษา

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบความคงทน โดย ln(ยอดขาย) (แบบที่ 1) ให้ค่า -0.788 ($p = 0.028$) เทียบกับแบบจำลองหลัก การตัดกรุงเทพมหานครออก (แบบที่ 3) ให้ค่า -0.776 ($p = 0.036$) และการปรับค่าสุดโต่ง (แบบที่ 4) ให้ค่า -0.773 ($p = 0.029$) ส่วนการตัดอุตสาหกรรมอาหารออก (แบบที่ 5) ทำให้สัมประสิทธิ์เพิ่มเป็น -1.030 ($p = 0.007$) และผลรวมของภาคการผลิตเป็น -0.681 ($p = 0.020$) ทั้งนี้ ผลหายไปเฉพาะในแบบที่ (2) ซึ่งใช้ ln(ยอดขาย/ค่าจ้างรวม) (-0.031, $p = 0.911$) นอกจากนี้ เมื่อใช้ ln(มูลค่าความเสียหายทางการเงิน + 1) แทน climate_hit (แบบที่ 6) สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์ยังคงเป็นลบและมีนัยสำคัญ (-0.083, $p = 0.012$)

ตารางที่ 6 การทดสอบความคงทน: สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์ในแบบจำลองทางเลือก

แบบจำลอง	สัมประสิทธิ์ของ ตัวแปรปฏิสัมพันธ์	ค่าคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	ค่า p	ผลรวมของภาคการ ผลิต
(1) ln(ยอดขาย) ตัวแปรควบคุมชุดเดิม	-0.788**	0.357	0.028	-0.418 ($p=0.102$)
(2) ln(ยอดขาย/ค่าจ้างรวม)	-0.031	0.274	0.911	+0.128 ($p=0.540$)
(3) ไม่รวมกรุงเทพมหานคร	-0.776**	0.369	0.036	-0.409 ($p=0.120$)
(4) ปรับค่าสุดโต่งที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 1/99	-0.773**	0.353	0.029	-0.418 ($p=0.103$)
(5) ไม่รวมอุตสาหกรรมอาหาร	-1.030***	0.380	0.007	-0.681** ($p=0.020$)
(6) ln(มูลค่าความเสียหาย + 1) × ภาคการผลิต	-0.083**	-	0.012	-

หมายเหตุ: แต่ละแถวรายงานสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์ (ความเสียหาย × ภาคการผลิต) และผลรวมของภาคการผลิต $\beta_1 + \beta_3$ จากแบบจำลองที่ประมาณแยกกัน โดยใช้ตัวแปรควบคุมและผลคงที่ชุดเดียวกับแบบจำลองหลัก ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบ HC1 * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ แถวที่ (6) ใช้ ln(มูลค่าความเสียหาย + 1) เป็นตัวแปรความเสียหายแบบต่อเนื่องแทนตัวแปรทวิลักษณ์ สัมประสิทธิ์จึงมีหน่วยต่างจากแถวที่ (1)-(5) และเปรียบเทียบกันโดยตรงไม่ได้

4.3.1 ความแตกต่างของผลตามขนาดสถานประกอบการ สถานภาพผู้ส่งออก และการถือหุ้นต่างชาติ

หัวข้อนี้เพิ่มเติมตัวแปรปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายกับขนาดสถานประกอบการ (วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเทียบกับขนาดใหญ่ตามเกณฑ์การแบ่งชั้นของ WBES) สถานภาพผู้ส่งออก และการถือหุ้นต่างชาติ เข้าไปในแบบจำลองหลักที่ละตัวแปร โดยใช้วิธีนี้แทนการแบ่งตัวอย่างย่อย เนื่องจากมีสถานประกอบการที่เสียหายเพียง 62 แห่ง และในจำนวนนี้เป็นสถานประกอบการต่างชาติเพียง 4 แห่ง ผลในตารางที่ 7 แสดงว่าตัวแปรปฏิสัมพันธ์ทั้งสามไม่นัยสำคัญ ($p > 0.35$) ขณะที่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์กับภาคการผลิตยังมีนัยสำคัญในทุกแบบ (-0.77 ถึง -0.83) อย่างไรก็ตาม ผลของการถือหุ้นต่างชาติมีอำนาจการทดสอบ (Statistical power) ต่ำ เพราะตัวอย่างที่เสียหายมีน้อย

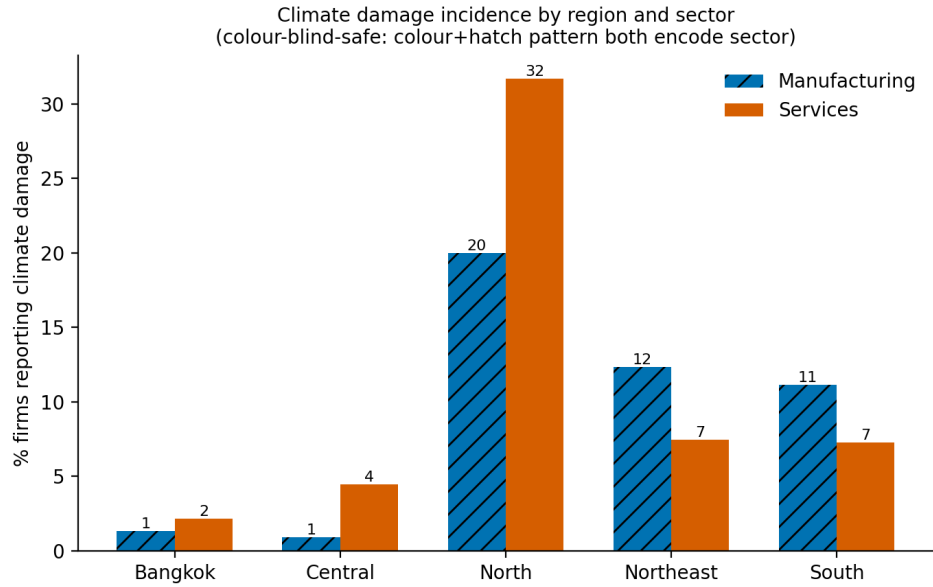
ตารางที่ 7 ความแตกต่างของผล (Heterogeneity): ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายจากภูมิอากาศกับมิติอื่นนอกจากภาคเศรษฐกิจ

มิติที่ทดสอบ (Z)	ความเสียหาย × ภาคการผลิต	ความเสียหาย × Z	ค่า p (ความเสียหาย × Z)
ขนาด: SME เทียบกับขนาดใหญ่	-0.827**	-0.109	0.783
ผู้ส่งออกเทียบกับไม่ส่งออก	-0.808**	+0.097	0.815
ถือหุ้นต่างชาติเทียบกับในประเทศ	-0.774**	-0.441	0.374

หมายเหตุ: แต่ละแถวมาจากแบบจำลองที่ประมาณแยกกัน โดยเพิ่มตัวแปร Z และตัวแปรความเสียหาย × Z เข้าไปในแบบจำลองหลัก (สมการที่ 1) และใช้ตัวแปรควบคุมและผลคงที่ชุดเดียวกัน คอลัมน์ที่สองคือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์หลัก (ความเสียหาย × ภาคการผลิต) หลังควบคุม Z แล้ว ** $p < 0.05$

4.4 สัดส่วนความเสียหายและผลิตภาพจำแนกตามอุตสาหกรรมและภูมิภาค

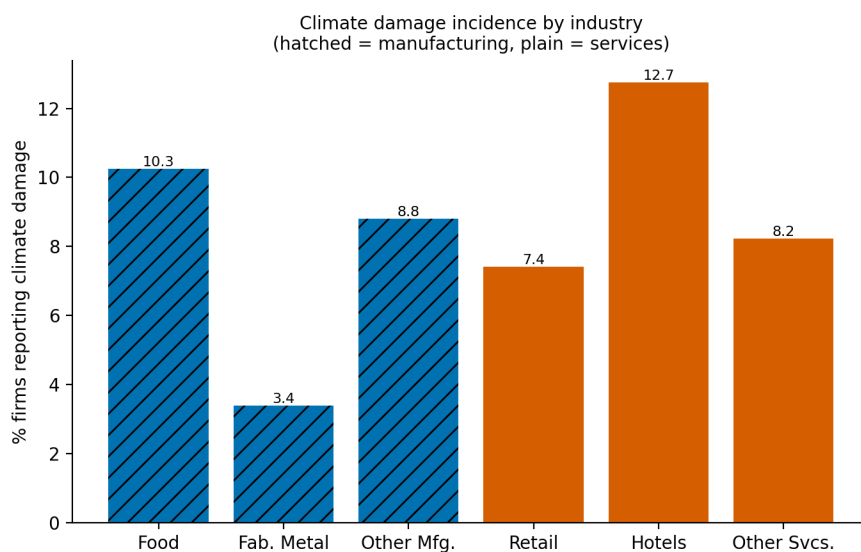
รูปที่ 4 แสดงสัดส่วนสถานประกอบการที่รายงานความเสียหายตามภูมิภาคและภาคเศรษฐกิจ โดยภาคเหนือมีสัดส่วนสูงสุด คือภาคบริการร้อยละ 32 และภาคการผลิตร้อยละ 20 รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ ซึ่งภาคการผลิตรายงานความเสียหายร้อยละ 12 และ 11 ตามลำดับ สูงกว่าภาคบริการที่ร้อยละ 7 ในทั้งสองภูมิภาค ส่วนกรุงเทพมหานครและภาคกลางมีสัดส่วนต่ำกว่าร้อยละ 5 ทั้งสองภาค



รูปที่ 4 สัดส่วนสถานประกอบการที่ประสบความเสียหายจากภูมิอากาศ จำแนกตามภูมิภาคและภาคเศรษฐกิจ
ที่มา: คำนวณโดยผู้เขียนจากข้อมูล WBES Thailand 2025

4.4.1 สัดส่วนความเสียหายและผลิตภาพจำแนกรายอุตสาหกรรม

รูปที่ 5 และตารางที่ 8 แสดงสัดส่วนความเสียหายและผลิตภาพเฉลี่ยของหกอุตสาหกรรม ในภาคการผลิต ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์และการผลิตอื่นมีผลต่างดัดแปลงมาก (-1.77 และ -1.18 หน่วยลอการิทึมตามลำดับ) ขณะที่อุตสาหกรรมอาหารมีค่าเป็นบวก (+0.38 จากสถานประกอบการที่เสียหาย 12 แห่ง) ซึ่งสอดคล้องกับแบบที่ (5) ในตารางที่ 6 ที่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์ใหญ่ขึ้นเมื่อตัดอุตสาหกรรมอาหารออก ส่วนในภาคบริการ ค่าปัสกมีผลต่างดัดแปลงเป็นบวก (+1.20 จาก 8 แห่ง) ขณะที่โรงแรมและบริการอื่นมีค่าใกล้เคียงศูนย์ (-0.31 และ -0.08 ตามลำดับ)



รูปที่ 5 สัดส่วนสถานประกอบการที่ประสบความเสียหายจากภูมิอากาศ จำแนกรายอุตสาหกรรม
ที่มา: คำนวณโดยผู้เขียนจากข้อมูล WBES Thailand 2025

ตารางที่ 8 ผลภาพแรงงานเฉลี่ยจำแนกรายอุตสาหกรรมและสถานะความเสียหาย

อุตสาหกรรม	ไม่เสียหาย: ค่าเฉลี่ย ln(ผลผลิตภาพ)	เสียหาย: ค่าเฉลี่ย ln(ผลผลิตภาพ)	ผลต่างดิบ
อาหาร	13.614 (n=105)	13.993 (n=12)	+0.379
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	13.755 (n=114)	11.985 (n=4)	-1.770
การผลิตอื่น	13.568 (n=114)	12.392 (n=11)	-1.176
ค้าปลีก	13.909 (n=100)	15.106 (n=8)	+1.197
โรงแรม	13.400 (n=89)	13.088 (n=13)	-0.312
บริการอื่น	13.868 (n=156)	13.784 (n=14)	-0.083

หมายเหตุ: ตัวเลขในตารางนี้เป็นค่าเฉลี่ยดิบที่ยังไม่ควบคุมตัวแปรอื่น แสดงเพื่อประกอบการอธิบายรูปแบบเชิงพรรณนาเท่านั้น มิใช่ผลจากแบบจำลองถดถอย

อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างภายในภาคเหล่านี้มาจากสถานประกอบการที่เสียหายเพียง 4 ถึง 14 แห่งต่ออุตสาหกรรม ซึ่งน้อยเกินกว่าจะประมาณแบบจำลองถดถอยแยกรายอุตสาหกรรมได้ ดังนั้น บทความนี้จึงใช้การแบ่งภาคการผลิตกับภาคบริการเป็นแบบจำลองหลักตามเหตุผลเรื่องทุนถาวรในหัวข้อ 2.2 และ 2.4 โดยค่าในตารางที่ 4 เป็นค่าเฉลี่ยของอุตสาหกรรมที่ค่อนข้างหลากหลาย

4.5 ผลต่างผลิตภาพแบบไม่มีเงื่อนไข: ความหมายและข้อควรระวังในการตีความ

หากเปรียบเทียบสถานประกอบการที่เสียหายกับที่ไม่เสียหายโดยไม่ควบคุมตัวแปรอื่น ผลต่างผลิตภาพเท่ากับ -0.22 หน่วยลอการิทึมและไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้เพราะกลุ่มที่เสียหายมีสัดส่วนผู้ส่งออก การตรวจสอบบัญชี ผู้บริหารเพศหญิง และรายจ่ายวิจัยและพัฒนาสูงกว่า (ตารางที่ 1) จึงน่าจะมีผลิตภาพพื้นฐานสูงกว่า กล่าวคือ ความแตกต่างเชิงองค์ประกอบนี้กลบผลต่างของผลิตภาพที่เกี่ยวกับความเสียหายไว้ ซึ่งคล้ายกับที่ Cevik and Miryugin (2023) พบว่า ข้อจำกัดของสถานประกอบการที่เผชิญความเสี่ยงด้านภูมิอากาศจะเห็นชัดหลังควบคุมลักษณะที่สังเกตได้แล้ว

4.6 กลไกการปรับตัวด้านแรงงานและนัยเชิงทฤษฎี

ความไม่สมมาตรที่พบสอดคล้องกับคำอธิบายด้านต้นทุนการปรับทุนถาวร กล่าวคือ สถานประกอบการภาคการผลิตพึ่งพาสินทรัพย์ทางกายภาพที่ไม่สามารถทดแทนได้ทันที ขณะที่ภาคบริการปรับตัวได้ง่ายกว่าด้วยทำเลและทุนมนุษย์ (Bertinelli & Strobl, 2020; Cole et al., 2019)

อย่างไรก็ตาม WBES Thailand 2025 ไม่มีตัวแปรที่วัดการทดแทนทุน ความยืดหยุ่นด้านทำเล หรือระยะเวลาฟื้นฟูทุน กลไกนี้จึงเป็นการตีความจากรูปแบบของผล นอกจากนี้ ยังมีคำอธิบายอื่นที่ข้อมูลไม่สามารถแยกได้ เช่น อำนาจต่อรองของแรงงานหรือโครงสร้างสัญญาจ้างที่ต่างกันระหว่างภาค

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับหลักฐานจากยุโรปที่พบว่า ภาวะโลกร้อนกระทบผลิตภาพแรงงานมากกว่าผลิตภาพทุน (Gagliardi et al., 2024) และหลักฐานจากเวียดนามที่ผลของภัยพิบัติรุนแรงในสถานประกอบการขนาดเล็ก (Zhou & Botzen, 2021) แต่แตกต่างจาก Goicoechea and Lang (2026) ที่พบผลใกล้เคียงกันระหว่างสองภาค ซึ่งอาจเป็นเพราะงานดังกล่าวใช้อุณหภูมิสะสม ขณะที่บทความนี้ใช้ความเสียหายเฉียบพลัน

ในด้านความคงทน สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์ในแบบจำลองทางเลือกส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง -0.77 ถึง -0.83 และเพิ่มเป็น -1.03 เมื่อตัดอุตสาหกรรมอาหารออก แสดงว่าผลต่างของผลิตภาพกระจุกตัวในผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์และการผลิตอื่นซึ่งใช้ทุนเข้มข้นกว่าอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับข้อโต้แย้งเรื่องการทำลายทุนของ Bertinelli and Strobl (2020) และกรณีแผ่นดินไหวโกเบที่โรงงานซึ่งเสียหายมีผลิตภาพลดลงต่อเนื่อง (Cole et al., 2019)

เมื่อใช้ $\ln(\text{ยอดขาย/ค่าจ้างรวม})$ เป็นตัวแปรผลลัพธ์ (แบบที่ 2 ในตารางที่ 6) สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์เหลือเพียง -0.031 ($p = 0.911$) แสดงว่าผลต่างของผลิตภาพแรงงานไม่ได้มาจากรายได้ที่ลดลงเพียงอย่างเดียว คำอธิบายที่เป็นไปได้คือ สถานประกอบการภาคการผลิตที่เสียหายยังคงเก็บแรงงานไว้ แม้ผลผลิตต่อแรงงานจะลดลง ค่าจ้างรวมจึงลดลงตามผลผลิตในสัดส่วนใกล้เคียงกัน ดังนั้น อัตราส่วนผลผลิตต่อค่าจ้างจึงแทบไม่เปลี่ยน ทั้งนี้ สถานประกอบการมักเก็บแรงงานไว้ในช่วงที่เผชิญข้อก้ำกึ่งชั่วคราวเมื่อต้นทุนการปรับตัวสูง (Giupponi & Landais, 2023) และหลักฐานจากศรีลังกาก็พบว่าการเข้าถึงเงินทุนกำหนดการฟื้นตัวมากกว่าการตัดสินใจด้านแรงงาน (De Mel et al., 2012) ดังนั้น ข้อมูลระยะยาวหรือข้อมูลระดับแรงงานรายบุคคลจะช่วยให้ทดสอบกลไกการกักตุนแรงงานนี้ได้

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

5.1 บทสรุปผลการศึกษา

บทความนี้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายจากสภาพอากาศสุดขั้วกับผลิตภาพแรงงานของสถานประกอบการภาคการผลิตและภาคบริการของไทย โดยใช้ข้อมูลการสำรวจสถานประกอบการของธนาคารโลกปี 2568 ผลการศึกษาพบว่า ผลต่างผลิตภาพแบบไม่มีเงื่อนไขระหว่างสถานประกอบการที่เสียหายกับที่ไม่เสียหายเท่ากับ -0.22 หน่วยลอการิทึมและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากความแตกต่างเชิงองค์ประกอบของสถานประกอบการทั้งสองกลุ่ม แต่เมื่อแยกตามภาคเศรษฐกิจ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปฏิสัมพันธ์เท่ากับ -0.788 ($p = 0.028$) กล่าวคือ สถานประกอบการภาคการผลิตมีผลิตภาพลดลงสัมพันธ์กับความเสียหายมากกว่าภาคบริการประมาณร้อยละ 34 ขณะที่ภาคบริการไม่มีความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญ ผลดังกล่าวคงอยู่เมื่อเปลี่ยนตัวแปรผลลัพธ์เป็น $\ln(\text{ยอดขาย})$ ตัดกรุงเทพมหานครออก ปรับค่าสุดโต่ง และใช้มูลค่าความเสียหาย และเพิ่มเป็น -1.03 ($p = 0.007$) เมื่อตัดอุตสาหกรรมอาหารออก นอกจากนี้ ขนาดสถานประกอบการ การส่งออก และการถือหุ้นต่างชาติไม่ได้สร้างความแตกต่างเพิ่มเติม

5.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ทั้งนี้ แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (NAP) ไม่มีภาคการผลิตหรือภาคบริการทั่วไปเป็นภาคส่วนเป้าหมาย (หัวข้อ 2.3) ขณะที่ร่างพระราชบัญญัติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งคณะรัฐมนตรีเห็นชอบในหลักการเมื่อเดือนธันวาคม 2568 กำหนดให้มีกองทุนภูมิอากาศ แต่ยังไม่มีการจัดสรรงบประมาณสำหรับผลตอบแทนจากความเสียหายเฉียบพลัน ดังนั้น ผลของบทความนี้จึงใช้ประกอบการออกแบบกฎหมายลำดับรองและมาตรการระดับกระทรวงได้ โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กระทรวงอุตสาหกรรมและกรมโรงงานอุตสาหกรรมในด้านการฟื้นฟูของภาคการผลิต สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) ในด้านวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมซึ่งรับผิดชอบ NAP และกองทุนภูมิอากาศ

ประการแรก เครื่องมือปรับตัวที่ใช้แบบเดียวกันทุกภาคเศรษฐกิจไม่สอดคล้องกับรูปแบบความเสี่ยงที่พบ ดังนั้น มาตรการฟื้นฟูทางกายภาพควรให้น้ำหนักกับภาคการผลิตมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์และการผลิตอื่นที่ไม่ใช่อาหาร ทั้งนี้ ก่อนใช้เป็นเกณฑ์จัดสรรงบประมาณควรตรวจสอบกับข้อมูลที่มีสถานประกอบการเสียหายมากกว่า 62 แห่ง

ประการที่สอง สำหรับภาคการผลิต มาตรการหลังภัยพิบัติที่ช่วยรักษาการจ้างงานน่าจะตรงจุดกว่าการชดเชยรายได้เพียงอย่างเดียว โดยมาตรการทำงานระยะสั้น (Short-time work) ในประเทศพัฒนาแล้วช่วยรักษาแรงงานและเร่งการฟื้นตัวได้ (Giupponi & Landais, 2023) อย่างไรก็ตาม สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทย ควรเริ่มจากโครงการนำร่องที่มีการประเมินผลควบคู่ไปด้วย

ประการที่สาม สถานประกอบการที่เสียหายยังขายสินค้าได้ แต่มีข้อจำกัดด้านแรงงาน ดังนั้น การสนับสนุนสินเชื่อจึงควรมาพร้อมกับเงินทุนเพื่อการปรับตัว ทั้งนี้ สถานประกอบการที่เปราะบางด้านภูมิอากาศในประเทศกำลังพัฒนามักเข้าถึงสินเชื่อได้ยากกว่า (Cevik & Miryugin, 2023) กองทุนภูมิอากาศตามร่างพระราชบัญญัติฯ จึงอาจใช้รักษาความต่อเนื่องของสินเชื่อให้สถานประกอบการภาคการผลิตที่เสียหายนอกเหนือจากการกีดกันการลดก๊าซเรือนกระจก

5.3 ข้อจำกัดของการศึกษาและทิศทางการวิจัยในอนาคต

การศึกษานี้มีข้อจำกัดสี่ประการ ประการแรก ข้อมูลเป็นภาคตัดขวางและความเสียหายไม่ได้เกิดแบบสุ่ม ดังนั้น ตัวแปรที่ไม่ได้สังเกต เช่น คุณภาพการบริหารจัดการหรือทำเลที่ตั้ง อาจสัมพันธ์กับทั้งโอกาสที่จะรายงานความเสียหายและผลิตภาพพื้นฐาน (หัวข้อ 4.2.1) สัมประสิทธิ์ที่ได้จึงเป็นความสัมพันธ์เชิงเงื่อนไข

ประการที่สอง ความเสียหายเป็นตัวแปรทวิลักษณ์ที่สถานประกอบการรายงานเอง จึงอาจคลาดเคลื่อนจากอคติในการจดจำและอคติในการรายงาน (หัวข้อ 3.2.1) แม้มูลค่าความเสียหายในหัวข้อ 4.3 จะให้ผลในทิศทางเดียวกัน แต่ก็มาจากการรายงานของสถานประกอบการเช่นกัน

ประการที่สาม ข้อมูลภาคตัดขวางไม่สามารถแยกผลระยะยาวออกจากผลระยะสั้น และไม่สามารถทดสอบกลไกการกักตุนแรงงาน (หัวข้อ 4.6) ได้

ประการที่สี่ การแบ่งภาคการผลิตกับภาคบริการแบบกว้างอาจลดความหลากหลายภายในภาค เช่น ตารางที่ 8 แสดงว่าอุตสาหกรรมอาหารและค้าปลีกมีผลต่างดิบต่างจากอุตสาหกรรมอื่นในภาคเดียวกัน แต่เนื่องจากตัวอย่างที่เสียหายมีเพียง 62 แห่ง จึงไม่สามารถทดสอบรายอุตสาหกรรมด้วยแบบจำลองถดถอยได้

สำหรับงานวิจัยในอนาคต อาจเชื่อมข้อมูลสำรวจสถานประกอบการกับข้อมูลความเสี่ยงภูมิอากาศเชิงพิภภูมิศาสตร์ เพื่อลดปัญหาการรายงานเอง ใช้ข้อมูลระยะยาวเพื่อติดตามเส้นทางการฟื้นตัว เชื่อมกับทะเบียนราชการเพื่อดูองค์ประกอบแรงงานและค่าจ้าง ซึ่งจะช่วยให้ทดสอบกลไกการกักตุนแรงงานได้ และเก็บตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้นเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์รายอุตสาหกรรม

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณคณะเศรษฐศาสตร์และการลงทุน มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่สนับสนุนเวลาและทรัพยากรในการจัดทำบทความนี้ ขอขอบคุณหน่วยงานสำรวจสถานประกอบการของธนาคารโลกที่เปิดเผยมูลข้อมูลการสำรวจสถานประกอบการประเทศไทยปี 2568 เพื่อการวิจัย และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสามท่านสำหรับข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงบทความ

เอกสารอ้างอิง

- Apeti, A. E., & Ly, A. (2024). Power constraints and firm-level total factor productivity in developing countries. *Energy*, 309, 132871. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.132871>
- Balli, H. O., & Sorensen, B. E. (2013). Interaction effects in econometrics. *Empirical Economics*, 45(1), 583-603. <https://doi.org/10.1007/s00181-012-0604-2>
- Bertinelli, L., & Strobl, E. (2020). In the eye of the storm: Firms and capital destruction in India (IMF Working Paper WP/20/203). International Monetary Fund.
- Cevik, S., & Miryugin, F. (2023). Rogue waves: Climate change and firm performance. *Comparative Economic Studies*, 65(1), 1-30. <https://doi.org/10.1057/s41294-022-00189-0>
- Cole, M. A., Elliott, R. J. R., Okubo, T., & Strobl, E. (2019). Natural disasters and spatial heterogeneity in damages: The birth, life and death of manufacturing plants. *Journal of Economic Geography*, 19(2), 373-408. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbx037>
- Costa, H., Franco, G., Unsal, F., Mudigonda, S., & Caldas, M. P. (2024). The heat is on: Heat stress, productivity and adaptation among firms (OECD Economics Department Working Papers No. 1828). OECD Publishing.
- De Mel, S., McKenzie, D., & Woodruff, C. (2012). Enterprise recovery following natural disasters. *The Economic Journal*, 122(559), 64-91. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02475.x>
- Dethier, J.-J., Hirn, M., & Straub, S. (2011). Explaining enterprise performance in developing countries with business climate survey data. *The World Bank Research Observer*, 26(2), 258-309. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkq007>
- Dong, X., & Yao, J. (2025). Flood disasters, firm total factor productivity and adaptation behaviors. *China Economic Review*, 94, 102570. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2025.102570>

- Fomby, T., Ikeda, Y., & Loayza, N. V. (2013). The growth aftermath of natural disasters. *Journal of Applied Econometrics*, 28(3), 412-434. <https://doi.org/10.1002/jae.1273>
- Gagliardi, N., Grinza, E., & Rycx, F. (2024). The productivity impact of global warming: Firm-level evidence for Europe (IZA Discussion Paper No. 17241). Institute of Labor Economics.
- Giupponi, G., & Landais, C. (2023). Subsidizing labour hoarding in recessions: The employment and welfare effects of short-time work. *The Review of Economic Studies*, 90(4), 1963-2005. <https://doi.org/10.1093/restud/rdac069>
- Goicoechea, A., & Lang, M. (2026). Firm-level adaptation to climate change in low- and middle-income countries. *The World Bank Research Observer*, 41(1), 157-189. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkaf001>
- Hayakawa, K., Matsuura, T., & Okubo, F. (2015). Firm-level impacts of natural disasters on production networks: Evidence from a flood in Thailand. *Journal of the Japanese and International Economies*, 38, 244-259. <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2015.10.001>
- International Carbon Action Partnership. (2025). Thailand. ICAP Emissions Trading Worldwide. <https://icapcarbonaction.com/en/ets/thailand>
- Kempf, A., & Muller, M. (2025). Macroeconomic impact of weather disasters: A global and sectoral analysis (BIS Working Papers No. 1292). Bank for International Settlements.
- Lepore, C., & Fernando, R. (2023). Global economic impacts of physical climate risks (IMF Working Paper WP/23/183). International Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9798400254147.001>
- Loayza, N., Olaberria, E., Rigolini, J., & Christiaensen, L. (2012). Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Development*, 40(7), 1317-1336. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.03.005>
- Ministry of Natural Resources and Environment, Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, & Department of Climate Change and Environment. (2024). Thailand's National Adaptation Plan (NAP). https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NAP_THAILAND_2024.pdf
- Noy, I. (2009). The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development Economics*, 88(2), 221-231. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2008.02.005>
- Okubo, T., & Strobl, E. (2021). Natural disasters, firm survival, and growth: Evidence from the Ise Bay Typhoon, Japan. *Journal of Regional Science*, 61(3), 597-624. <https://doi.org/10.1111/jors.12523>
- World Bank. (2023). Enterprise Surveys: Methodology. World Bank Group. <https://www.enterprisesurveys.org/en/methodology>
- World Bank. (2025). Thailand Country Climate and Development Report. World Bank Group. <https://www.worldbank.org/en/country/thailand/publication/th-ccdr>
- World Bank Group. (2025). World Bank Enterprise Survey in Thailand, 2025. Enterprise Analysis Unit. <https://www.enterprisesurveys.org/en/world-bank-enterprise-survey-in-thailand-2025>
- Zhou, F., & Botzen, W. J. W. (2021). Firm level evidence of disaster impacts on growth in Vietnam. *Environmental and Resource Economics*, 79(2), 277-322. <https://doi.org/10.1007/s10640-021-00562-0>