

ผลลัพธ์และผลกระทบจากงานวิจัยด้านการจัดการขยะของประเทศไทย ในปีงบประมาณ 2563-2564

Outcomes and Impacts of Research on Waste Management in Thailand in the Fiscal Years 2020-2021

อารีญา โอบิเดียกัว, นภสม สิ้นเพิ่มสุขสกุล*

Areeya Obidiegwu, Nopasom Siphurmsukskul*

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Faculty of Economics, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

เสาวลักษณ์ ศรีนาค

Saowaluk Srinark

สถาบันวิจัยพัฒนาและสาธิตการศึกษา นครนายก ประเทศไทย
Educational Research Development and Demonstration Institute,
Nakhon Nayok, Thailand

* Corresponding author E-mail: nopasom@gmail.com

Received 7 August 2024; Revised 18 December 2024; Accepted 20 December 2024

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: การลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเป็นบทบาทสำคัญของภาครัฐเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ แต่เนื่องจากงบประมาณของรัฐมีอยู่จำกัด จึงควรใช้ผลจากการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลลัพธ์และผลกระทบของโครงการวิจัยด้านการจัดการขยะและของเสียว่าก่อให้เกิดผลประโยชน์กับสังคม โดยเฉพาะทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ในระดับใด

วิธีดำเนินการวิจัย: คณะผู้วิจัยทำการประเมินเส้นทางสู่ผลกระทบของงานวิจัย ปัจจัยนำเข้า ผลผลิตผลลัพธ์ และผลกระทบของทั้งแผนงานวิจัย และการประเมินผลกระทบในระดับโครงการ กรณีศึกษาในเชิงลึก 5 โครงการ โดยการวิเคราะห์ส่วนเกินทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ของงานวิจัย

ผลการวิจัย: แผนงานวิจัยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติในช่วงปีงบประมาณ 2563-2564 มีทุนวิจัยรวม 153.11 ล้านบาท จากการศึกษา พบว่า แผนงานวิจัยมีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในการบรรลุเป้าหมายของแผนงานวิจัยที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ แต่มีเพียงโครงการบางส่วนที่มีศักยภาพในการสร้างผลกระทบ เนื่องจากข้อจำกัดด้านการนำไปใช้ประโยชน์ สะท้อนให้เห็นถึงความไม่ยั่งยืนของการลงทุนด้านการวิจัย โครงการกรณีศึกษาทุกโครงการสามารถสร้างผลประโยชน์ในทางบวกได้ คู่คุณค่ากับการลงทุนวิจัย โดยมีโครงการที่สร้างประโยชน์สุทธิสูงสุดถึง 22.7 ล้านบาท โครงการวิจัยในแต่ละสาขาย่อยสามารถสร้างผลกระทบทาง

เศรษฐกิจและทางสิ่งแวดล้อมในสัดส่วนที่ต่างกัน สะท้อนให้เห็นถึงระดับของประโยชน์สาธารณะของโครงการวิจัย

ข้อเสนอแนะ : หน่วยบริหารและจัดการทุนวิจัย (PMU) ของโครงการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมควรมุ่งเน้นมาตรการผลักดันการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น โดยเฉพาะงานวิจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่มีประโยชน์เชิงสาธารณะมากกว่าผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีการใช้ประโยชน์สูงกว่าอยู่แล้ว การนำผลงานวิจัยเหล่านี้ไปในเชิงนโยบายหรือในพื้นที่สาธารณะจำเป็นต้องมีกลไกที่เป็นรูปธรรมที่ทำให้เกิดความเชื่อมโยงที่ชัดเจนกับผู้ใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : ผลกระทบจากงานวิจัย, การจัดการขยะ, ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

Abstract

Background and Objectives: Investment in research and development (R&D) is a critical function of government in driving multifaceted national development. Given the constraints of public budgets, R&D expenditure should be efficiently utilized to maximize societal welfare. This study aimed to evaluate the outputs and outcomes of a waste management research program (Zero Waste) to determine its economic and environmental impacts on the society.

Methodology: Research impact pathway, project inputs, outputs, outcomes, and impacts of the whole research program were evaluated. An in-depth research impact analysis of the 5 case studies were also conducted, analyzing the economic surplus generated from the utilization of the research.

Results: The research program received funding from the National Research Council of Thailand during the fiscal years 2020-2021, with a total allocation of 153.11 million Baht. The program efficiently allocated resources to achieve its objectives, which align with the national environmental strategies. However, only a subset of research projects demonstrated potential for generating significant impacts, with constraints in the utilization of research outputs, indicating a low level of sustainability in research investment. All selected research projects yielded positive net present values that justified the research investment, with the highest net benefit of THB 22.7 million. Research projects across different sub-fields produced varying proportions of economic and environmental impacts, reflecting the degree of public good characteristics of the research outputs.

Recommendations: Program Management Units (PMUs), especially those involving the environmental research domain, should focus on measures that enhance research utilization and knowledge transfer. This is particularly important for research projects generating high

environmental impacts with greater positive externalities than research with relatively higher economic impacts, which tend to have higher adoption rates. To improve the utilization of these research findings in public policy domains, concrete mechanisms are necessary to create clear linkages with end-users, such as policymakers or relevant government agencies.

Keywords: Research Impact, Waste Management, Environmental Impact

Introduction

การลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเป็นบทบาทสำคัญของภาครัฐเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ อย่างไรก็ตามเนื่องจากรัฐมีบทบาทหน้าที่ที่หลากหลาย ทั้งการสนับสนุนการศึกษา สิ่งแวดล้อม การสาธารณสุข สาธารณูปโภคพื้นฐาน ความมั่นคงของชาติ ฯลฯ และในแต่ละปีภาครัฐมีงบประมาณที่จำกัด (งบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 เท่ากับ 3.4 ล้านล้านบาท [1]) ดังนั้นเพื่อให้การใช้งบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด การลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐควรที่จะได้รับการประเมินว่าก่อให้เกิดผลประโยชน์กับสังคมหรือไม่ และในระดับใด โดยในการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย (Research Impact Assessment: RIA) นั้น ไม่ว่าจะเป็นการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นกับเศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อม ก็คือการการประเมินว่างานวิจัยแต่ละชิ้นนั้นสร้างสวัสดิการสังคม (Social welfare) เป็นมูลค่าที่เป็นตัวเงินเท่าไร (การใช้สวัสดิการสังคม หรือ Social welfare เป็นเป้าหมายของงานวิจัยสอดคล้องกับมุมมอง Anthropocentric ของเศรษฐศาสตร์ที่ให้สวัสดิการของมนุษย์เป็นศูนย์กลาง [2]) มูลค่าที่ประเมินได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนของงานวิจัย เพื่อหาข้อสรุปว่าการลงทุนงานวิจัยดังกล่าวสร้างผลกระทบในด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมที่คุ้มค่ากับเงินที่ลงทุนทำวิจัยหรือไม่ ความท้าทายคือการที่สวัสดิการหรืออรรถประโยชน์ (Utility) ของมนุษย์นั้นเป็นสิ่งที่จับต้องไม่ได้ (Subjective concept) ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า และยากที่จะเปรียบเทียบกันระหว่างบุคคล [3] ดังนั้น ในการประเมินผลกระทบจากงานวิจัย จึงมีความจำเป็นต้องใช้ตัวชี้วัด ที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสวัสดิการสังคมที่เป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์สินค้า “งานวิจัย” ในทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ เราสามารถวัดระดับสวัสดิการของมนุษย์ที่ได้รับจากสินค้าจากการพิจารณาราคาตลาดของสินค้านั้น [4] แนวคิดนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทำ RIA ของงานวิจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจ เช่น หากงานวิจัยที่ก่อให้เกิดการผลิตสินค้าใหม่ขึ้น สามารถช่วยขยายเป็นตัวชี้วัดระดับสวัสดิการที่สังคมได้รับจากงานวิจัยขึ้นดังกล่าว แนวคิดนี้เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่าการประเมินโดยใช้ราคาตลาด (Market valuation) การประเมินผลกระทบงานวิจัยหลายด้านใช้ราคาตลาดเป็นตัวชี้วัดผลกระทบ เช่นงานวิจัยด้านการเกษตร [5] งานวิจัยเชิงสุขภาพ [6-7] หรืองานเชิง Capacity building program [8]

อย่างไรก็ดี งานวิจัยที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็งานวิจัยที่ทำให้เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ หรืองานวิจัยที่ทำให้เกิดการฟื้นฟูคุณภาพของสิ่งแวดล้อม มักประสบปัญหาการประเมินผลกระทบของงานวิจัย เนื่องจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมมักไม่มีราคาตลาดเพื่อใช้ในการชี้วัดการเปลี่ยนแปลง

ของสวัสดิการ การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสังคมจากงานวิจัยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องประยุกต์ใช้กลุ่มวิธีเฉพาะสำหรับการประเมินที่เรียกว่า การประเมินมูลค่าโดยไม่ใช้ราคาตลาด (Non-market valuation) ควบคู่ไปด้วย [9] จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าในประเทศไทยยังขาดงานวิจัยที่ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากงานวิจัย โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นงานวิจัยที่ใช้ market valuation เพื่อประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจของงานวิจัยแต่เพียงอย่างเดียว [10-11] งานวิจัยชิ้นนี้ประยุกต์ใช้ทั้ง market valuation และ non-market valuation ในการประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมของแผนงานวิจัยและนวัตกรรมด้านการจัดการขยะและของเสีย (Zero Waste) ซึ่งเป็นแผนงานที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ระหว่างปีพ.ศ. 2563-2564 โดยเป็นแผนงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาวัตกรรมการจัดการขยะและของเสีย ภายใต้แผนงานที่ 2 ด้านทุนท้าทายไทยด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แพลตฟอร์มที่ 2 (การวิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อตอบโจทย์ท้าทายของสังคม) โปรแกรมที่ 7 โจทย์ท้าทายด้านทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและการเกษตร แผนงานนี้ประกอบด้วย 55 โครงการได้รับงบประมาณทั้งสิ้น 153.11 ล้านบาท วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การประเมินคุณภาพและผลกระทบทางเศรษฐกิจของแผนงานวิจัย Zero Waste หัวข้อที่ 2 จะอธิบายกรอบแนวคิดและทฤษฎี หัวข้อที่ 3 อธิบายวิธีการศึกษา หัวข้อที่ 4 นำเสนอผลการศึกษา และหัวข้อสุดท้ายนำเสนอสรุปและข้อเสนอแนะ

Theoretical Background

ในระดับของภาพรวม การประเมินคุณภาพของแผนงานวิจัยใช้กรอบการประเมินความสำเร็จของโครงการของ OECD (2019) [12] โดยพิจารณาตัวชี้วัด 6 ด้าน ได้แก่ ความสอดคล้อง (Relevance) ความเชื่อมโยง (Coherence) ความมีประสิทธิภาพ (Effectiveness) ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) ผลกระทบ (Impact) และความยั่งยืน (Sustainability) ของทุกโครงการในแผนงานวิจัย การวิเคราะห์ความสอดคล้อง คือ การตรวจสอบว่าโครงการวิจัยในแผนงานนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของชาติ และเป้าหมายของแผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) หรือไม่ ตัวชี้วัดด้านความเชื่อมโยง คือ การวิเคราะห์ว่างานวิจัยในแผนงานมีความสอดคล้องและมีการดำเนินงานที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ไม่ซ้ำซ้อนกันหรือไม่ ด้านความมีประสิทธิภาพ คือการพิจารณาว่าเมื่อประสานงานวิจัยในแผนงานรวมเข้าด้วยกันแล้ว สามารถตอบวัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัยได้หรือไม่ ด้านความมีประสิทธิภาพเป็นการประเมินว่าโครงการวิจัยได้ใช้ทรัพยากรวิจัยอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ด้านผลกระทบของโครงการเป็นการประเมินว่าโครงการวิจัยสามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ และความยั่งยืนของโครงการพิจารณาจากผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการสามารถคงอยู่อย่างต่อเนื่องหลังจากโครงการสิ้นสุดหรือไม่

การประเมินผลกระทบในระดับโครงการ ใช้แนวทางการวิเคราะห์เส้นทางสู่ผลกระทบของงานวิจัย (Impact pathway) โดยวิเคราะห์ว่าปัจจัยนำเข้านำไปสู่ผลกระทบของโครงการวิจัยได้อย่างไร โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยนำเข้า (Inputs) ผลผลิต (Outputs) ผลลัพธ์ (Outcomes) และผลกระทบ (Impact) ที่เกิดจากงานวิจัย [13] โดยเริ่มจากการระบุปัจจัยนำเข้าของงานวิจัย ได้แก่ งบประมาณวิจัย จำนวนนักวิจัยและหน่วยงานภาคีที่มีส่วนร่วมกับโครงการวิจัย ตามด้วยการระบุผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย ได้แก่ ผลงานตีพิมพ์ในระดับชาติหรือนานาชาติ

องค์ความรู้หรือเทคโนโลยีใหม่ สำหรับผลลัพธ์จากงานวิจัยนั้นจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีผู้ปฏิบัติงานไปใช้ประโยชน์และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านการผลิตหรือบริโภค โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นจะนำไปสู่ผลกระทบของงานวิจัยหรือการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์งานวิจัยเป็นวงกว้าง

การประเมินผลกระทบเชิงปริมาณในระดับโครงการ ใช้กรอบแนวคิดส่วนเกินทางเศรษฐกิจ (Economic surplus) ในทางทฤษฎีส่วนเกินทางเศรษฐกิจสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของสวัสดิการสังคมจากงานวิจัย [13] โดยงานวิจัยอาจเป็นงานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเส้นอุปสงค์ เช่น งานวิจัยที่พัฒนาสินค้าชนิดใหม่ หรือพัฒนาคุณภาพสินค้าที่มีอยู่แล้ว หรืออาจเป็นงานที่ส่งผลต่อเส้นอุปทาน เช่น งานวิจัยที่ก่อให้เกิดนวัตกรรมการผลิตที่ส่งผลต่อการลดต้นทุน หรือเพิ่มยอดขาย เป็นต้น นอกเหนือจากการคำนวณส่วนเกินทางเศรษฐกิจแล้ว งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้การประเมินมูลค่าโดยไม่ใช้ราคาตลาด เพื่อประเมินผลกระทบที่ไม่มีราคาตลาดของงานวิจัย เช่น งานวิจัยที่ก่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วการประเมินมูลค่าโดยไม่ใช้ราคาตลาดนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มใช้ข้อมูลความชอบเปิดเผย (Revealed preference approach) และกลุ่มใช้ข้อมูลการรายงานความชอบ (Stated preference approach) [14] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยหนึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหลายด้าน เช่น งานวิจัยที่ลดปริมาณขยะทะเลจะส่งผลกระทบต่อลดก๊าซเรือนกระจก ลดมลพิษจากน้ำชะขยะที่ซึมลงสู่ใต้ดินและส่งผลกระทบต่อปริมาณสัตว์ในดิน การใช้เครื่องมือประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมข้างต้นต้องใช้เวลาเก็บข้อมูลเฉพาะซึ่งเป็นจำใช้เวลานานและงบประมาณสูง ไม่เหมาะกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากงานวิจัย แนวทางการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในกรณีนี้ คือ วิธีการถ่ายโอนมูลค่า (Benefit transfer methods)

วิธีการถ่ายโอนมูลค่าเป็นการนำมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสิ่งแวดล้อมใน “บริบทเบื้องต้น” ที่หาได้จากการทบทวนวรรณกรรม มาปรับใช้ให้เป็นตัวแทนของมูลค่าของสิ่งแวดล้อมใน “บริบทเป้าหมาย” [15] ดังนั้นข้อดีของวิธีการถ่ายโอนมูลค่าก็คือ มีค่าใช้จ่ายในการศึกษาน้อย เนื่องจากไม่ต้องทำการสำรวจเพื่อหามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในบริบทเป้าหมาย แต่นำผลการประเมินมาปรับใช้กับบริบทที่ต้องการได้ทันที วิธีการถ่ายโอนมูลค่าที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นการถ่ายโอนมูลค่าแบบหน่วย (Value transfer) [15] คือการนำตัวเลขมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่ประเมินได้ในบริบทเบื้องต้นมาปรับใช้ในบริบทเป้าหมาย การปรับค่ามูลค่าแสดงในสมการที่ 1

$$WTP_j = WTP_i \cdot \left[\frac{GDP, PPP_j}{GDP, PPP_i} \right] \cdot \left[\frac{CPI_0}{CPI_1} \right] \quad (1)$$

โดยที่ WTP_j คือ ค่าความเต็มใจจ่าย (willingness to pay) ณ บริบทเป้าหมาย WTP_i คือ ค่าความเต็มใจจ่าย ณ บริบทเบื้องต้น GDP, PPP_j คือ รายได้ประชาชาติต่อหัวที่ปรับกำลังการซื้อแล้วของประเทศบริบทเป้าหมาย GDP, PPP_i คือ รายได้ประชาชาติต่อหัวที่ปรับกำลังการซื้อแล้วของประเทศบริบทเบื้องต้น CPI_0 คือ ดัชนีราคาผู้บริโภคในปีปัจจุบัน และ CPI_1 คือ ดัชนีราคาผู้บริโภคในปีที่ทำการศึกษานี้ บริบทเบื้องต้น หลังการปรับค่าด้วยสมการที่ 1 แล้ว ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้ก็จะสามารถนำไปรวมกับผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจด้านอื่นจากโครงการวิจัยได้ทันที

การประเมินผลกระทบจากงานวิจัย สามารถประเมินเมื่อผลกระทบเกิดขึ้นแล้ว (Ex-post evaluation) หรือคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดในอนาคต (Ex-ante evaluation) กรอบการเปรียบเทียบต้นทุนวิจัยและผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ของโครงการวิจัยใช้แนวทางการวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุน (Benefit-cost analysis) หมายถึงการเปรียบเทียบต้นทุนกับผลกระทบโครงการด้วยการคำนวณ 3 ตัวชี้วัด ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์และต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) และ อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) โดยโครงการวิจัยจะได้รับการพิจารณาว่าสร้างผลกระทบที่ต่อเมื่อค่า $NPV > 0$, $BCR > 1$ และ IRR สูงกว่าค่าเสียโอกาสของเงินทุนวิจัยซึ่งโดยปกติใช้ที่อัตรา 5% [13]

Research Methods

การศึกษานี้ทำการประเมินผลกระทบของแผนงานวิจัย Zero Waste ใน 2 ระดับ คือ ระดับภาพรวมของแผนงานและระดับโครงการกรณีศึกษา สำหรับการประเมินระดับภาพรวมแผนงานวิจัย ผู้ประเมินรวบรวมข้อมูล จากฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศวิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (NRIS) ซึ่งมีข้อมูลงบประมาณวิจัย ระยะเวลาวิจัย ผลการวิจัย และจากฐานข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องเพื่อประเมินคุณภาพและความสำเร็จของแผนงานวิจัยตามกรอบของ OECD [12] หลังจากนั้นจะเป็นการวิเคราะห์ผลประโยชน์เชิงวิชาการจากโครงการวิจัย (อาทิ บทความตีพิมพ์ระดับชาติและนานาชาติ การนำเสนอผลงานในที่ประชุมระดับชาติและนานาชาติ การเสริมสร้างและพัฒนาบุคลากรการวิจัย การจดสิทธิบัตร) โดยอ้างอิงการวิเคราะห์ตามกรอบการประเมินผลกระทบจากงานวิจัยและพัฒนา [13, 16]

สำหรับการประเมินระดับโครงการกรณีศึกษา คณะผู้วิจัยและ วช. ทำการคัดเลือก 5 โครงการเด่นของแผนงานวิจัย โดยโครงการเด่นในที่นี้หมายความถึงโครงการวิจัยที่คาดว่าจะมีการใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรมหรือมีผู้ใช้ประโยชน์ที่ชัดเจนและเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังเป็นโครงการที่มีระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level, TRL) ตั้งแต่ระดับ 5 ขึ้นไป และมีระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางสังคม (Societal Readiness Level, SRL) ตั้งแต่ระดับ 4 ขึ้นไป การวิเคราะห์เริ่มจากการจัดทำเส้นทางสู่ผลกระทบจากงานวิจัย ที่แสดงความเชื่อมโยงของผลผลิตไปสู่การเกิดผลลัพธ์และผลกระทบ โดยคณะผู้วิจัยสัมภาษณ์หัวหน้าโครงการวิจัยที่ได้รับคัดเลือกในประเด็นของการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ เพื่อใช้คาดการณ์ระดับการยอมรับเทคโนโลยี (adoption study) ของผู้ใช้ประโยชน์ลำดับต่อไป (Next users) จากนั้น นักวิจัยสัมภาษณ์ผู้ใช้ประโยชน์งานวิจัยเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์หรืออุปทาน ที่เกิดขึ้นจากผลการวิจัยโดยเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่มี และไม่มีงานวิจัย (with and without research project) เพื่อใช้คำนวณส่วนเกินทางเศรษฐกิจ [13, 16] และในกรณีที่งานวิจัยนั้นมีผลกระทบทางสังคมหรือสิ่งแวดล้อม คณะผู้วิจัยจะใช้วิธีการถ่ายโอนมูลค่า (Benefit transfer methods) เพื่อหามูลค่าของผลกระทบทางสังคมหรือสิ่งแวดล้อมดังกล่าว และท้ายที่สุดแล้วจะนำผลประโยชน์ทั้งหมดมารวมกัน และเปรียบเทียบกับต้นทุนของงานวิจัยเพื่อมาคำนวณ 3 ตัวชี้วัด (NPV BCR IRR) โดยใช้ อัตราคิดลดที่ 5% เนื่องจากเป็นอัตราคิดลดที่ใช้กันโดยทั่วไปในงานวิจัยที่ประเมินผลกระทบจากงานวิจัย

[10-11, 13, 16] และในปี พ.ศ. 2565 เป็นปีฐานในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันเนื่องจากเป็นปีที่ทำการประเมิน

Results

การนำเสนอผลการศึกษาในส่วนนี้จะเริ่มจากการประเมินปัจจัยนำเข้า ผลผลิต ผลการประเมินตัวชี้วัดตามกรอบ OECD และผลการประเมินโครงการกรณีศึกษา 5 โครงการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ปัจจัยนำเข้า

ปัจจัยนำเข้าในที่นี้หมายถึงความรวมถึงบววิจัยและจำนวนนักวิจัยในแต่ละโครงการ แผนงานวิจัยและนวัตกรรมด้านการจัดการขยะและของเสีย (Zero Waste) เป็นแผนงานที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งประกอบด้วย 5 โครงการ ได้รับงบประมาณทั้งสิ้น 153.11 ล้านบาท โดยเฉลี่ยต่อโครงการได้รับทุนวิจัย 2.7 ล้านบาท นักวิจัยต่อโครงการเฉลี่ย 3.7 คน Table 1

Table 1 Inputs overview of the Zero Waste research program

Research program	Budget (Baht)	Budget per project (Baht)	Granted period per project (month)	Researchers per project
Zero Waste	153,106,000	2,783,745	16.4	3.7

Source: Own data

หากจำแนกโครงการวิจัยตามประเด็นการวิจัย 5 กลุ่ม (Table 2) จะพบว่าโครงการวิจัยด้านการบริหารจัดการของเสียเชิงนโยบายและปฏิบัติได้รับงบประมาณสนับสนุนมากที่สุด (ร้อยละ 34 ของงบประมาณแผนงาน) โดยเฉลี่ย 4.7 ล้านบาทต่อโครงการ รองลงมาได้แก่ โครงการวิจัยด้านการจัดการขยะมูลฝอยติดเชื้อ ได้รับงบประมาณร้อยละ 30 ของงบประมาณทั้งแผนงานหรือเฉลี่ย 3.3 ล้านบาทต่อโครงการ ตามด้วยงานวิจัยด้านการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การจัดการกากของเสียอุตสาหกรรม และการจัดการมูลฝอยติดเชื้อตามลำดับ

Table 2 The 5 research areas within the Zero Waste research program

Research area	Number of projects	Budget	
		Total (Baht)	Average (Baht)/project
Waste management policy/practices	11 20.0%	52,012,143 (33.9%)	4,728,376
Community waste management	14 (25.5%)	45,702,857 (29.85%)	3,264,549
Agricultural waste management	12 21.8%	23,925,000 (15.6%)	1,993,750
Industrial waste management	13 (23.6%)	17,458,000 (11.4%)	1,342,923
Hazardous waste management	5 9.1%	14,008,000 (9.2%)	2,801,600
Total	55* 100%	153,106,000 100%	2,783,745

Source: Own data

ผลผลิต

สำหรับการวิเคราะห์ผลผลิตของแผนงานวิจัยนั้น จะเริ่มจากการศึกษาหาความพร้อมของเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRL) และระดับความพร้อมด้านสังคม (Societal Readiness Level: SRL) ของโครงการวิจัย ผลการศึกษาสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1 โดยจะเห็นได้ว่าโครงการวิจัยส่วนใหญ่มีระดับ TRL ที่ระดับ TRL 4 หมายถึงการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยหรือมีการสาธิตต้นแบบในระดับในห้องปฏิบัติการ [17] รองลงมาคือ TRL 3 ระดับพิสูจน์แนวคิดของเทคโนโลยี (proof of concept) และ TRL 7 ระดับสาธิตการใช้เทคโนโลยีต้นแบบให้มีประสิทธิภาพตามสิ่งแวดล้อมของการทำงาน ตามลำดับ ในส่วนของระดับ SRL ของแผนงานวิจัยนั้น โครงการวิจัยมีระดับ SRL ที่อยู่ในช่วงไม่เกิน 4 ซึ่งให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องไม่สูงมากนัก [17] โครงการวิจัยในแผนงาน Zero Waste สร้างผลผลิตแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต้นแบบสำหรับการจัดการขยะทั่วไปและขยะติดเชื้อมีจำนวน 20 โครงการหรือคิดเป็นร้อยละ 37 ของจำนวนโครงการทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ผลผลิตที่เป็นแนวทาง มาตรการหรือนโยบาย ในการจัดการขยะ จำนวน 15 โครงการหรือร้อยละ 27 ของโครงการทั้งหมด ผลผลิตด้านองค์ความรู้และฐานข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณขยะ จำนวน 10 โครงการหรือร้อยละ 18 ของโครงการทั้งหมด และผลผลิตอีกสองกลุ่ม ได้แก่ ผลผลิตในเชิงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำขยะในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ และ

โครงการที่ปรับปรุงหรือพัฒนาเทคโนโลยีเดิมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการขยะมีประเภทละ 5 โครงการ หรือร้อยละ 9 ของโครงการทั้งหมด ดังแสดงใน Figure 1

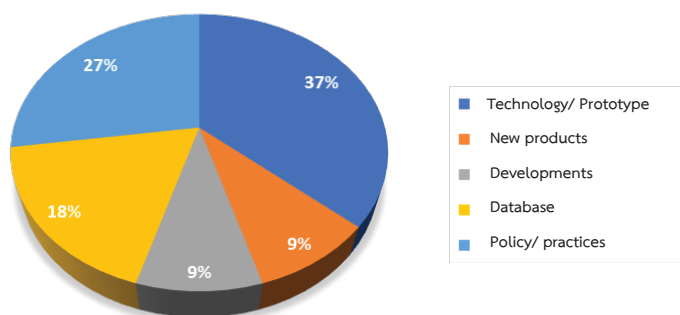
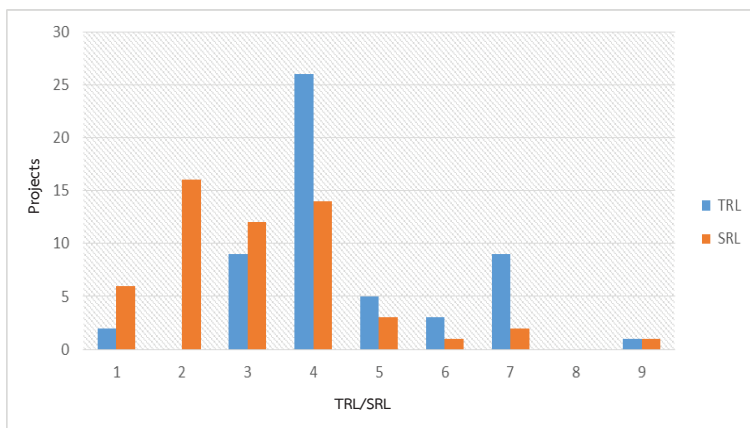


Figure 1 Research projects according to their TRL and SRL scores

นอกจากนี้ แผนงานวิจัย Zero Waste ยังสร้างผลผลิตเชิงวิชาการ อาทิ หนังสือ ตำรา คู่มือ สื่อสิ่งพิมพ์ วารสารวิชาการและการประชุมวิชาการ รวมกัน 171 ชิ้นงาน เมื่อพิจารณาตามรูปแบบผลงานทางวิชาการ ส่วนใหญ่เป็นการเผยแพร่ในสื่อ เช่น วิทยุทัศน์ โทรทัศน์ วิทยุ อินเทอร์เน็ต จำนวน 67 ชิ้นงาน รองลงมา คือบทความระดับนานาชาติ จำนวน 36 ชิ้นงาน การประชุมทางระดับชาติจำนวน 27 ชิ้นงาน และระดับนานาชาติจำนวน 26 ชิ้นงาน

ผลการประเมินตามกรอบ OECD

การวิเคราะห์ความสำเร็จโครงการตามตัวชี้วัด OECD (2019) [15] พบว่าทุกโครงการวิจัยในแผนงาน Zero Waste มีความสอดคล้องกับเป้าหมายยุทธศาสตร์ของชาติและวัตถุประสงค์ของแผนงาน (Relevance) ทุกโครงการมีหัวข้อวิจัยที่ไม่ซ้ำซ้อนกัน (Coherence) และมีความสามารถในการตอบวัตถุประสงค์หลักของ

แผนงานวิจัยได้ (Effectiveness) นอกจากนี้ผลจากการวิเคราะห์ยังพบว่าทุกโครงการสามารถดำเนินการได้ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Efficiency) อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ผลกระทบ (impact) ของโครงการนั้น พบว่าโครงการส่วนใหญ่ในแต่ละกลุ่มหัวข้อวิจัยสามารถสร้างผลกระทบได้ (ยกเว้นกลุ่มขยะอุตสาหกรรมที่เพียง 38% ของโครงการที่สามารถสร้างผลกระทบได้) สำหรับความยั่งยืนของผลกระทบ (Sustainability) พบว่ามีเพียงส่วนน้อยที่สร้างผลกระทบอย่างยั่งยืน โดยในบางกลุ่มงานวิจัยจะไม่มีโครงการที่สามารถสร้างผลกระทบอย่างยั่งยืน ในขณะที่กลุ่มหัวข้ออื่นมีโครงการวิจัยที่สร้างผลกระทบได้อย่างยั่งยืนตั้งแต่ 7-25% รายละเอียดของผลการวิเคราะห์ความสำเร็จถูกนำเสนอไว้ใน Table 3

Table 3 Evaluation results using OECD indicators

Indicators	Research projects on community waste (n=14)	Research projects on industrial waste (n=13)	Research projects on hazardous waste (n=5)	Research projects on agricultural waste (n=12)	Research projects on policy (n=11)
Relevance	100%	100%	100%	100%	100%
Coherence	100%	100%	100%	100%	100%
Effectiveness	100%	100%	100%	100%	100%
Efficiency	100%	100%	100%	100%	100%
Impact	49.99%	38.46%	100%	74.99%	72.72%
Sustainability	7.14%	7.69%	-	25%	18.18%

หมายเหตุ: Impact มีการใช้ประโยชน์ในวงกว้างของกลุ่มเป้าหมายเกิดการเปลี่ยนแปลง มีการจดสิทธิบัตร/ขายนวัตกรรม Sustainability มีความยั่งยืน

ที่มา: คณะผู้วิจัย

ผลการประเมินผลกระทบของโครงการวิจัยเชิงลึก

โครงการวิจัยเด่น 5 โครงการที่ทำการประเมินผลกระทบในเชิงลึก ประกอบด้วย 1) โครงการเศรษฐศาสตร์พฤติกรรมในการจัดการขยะ: การแทรกแซงทางสังคมเพื่อการออกแบบนโยบายที่มีประสิทธิผล 2) โครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตพลังงานธุรกิจเหมืองบ่อขยะ 3) โครงการระบบบริหารจัดการของเหลือชีวมวลเป็นศูนย์เพื่อใช้ในโรงงานไฟฟ้า 4) โครงการพัฒนาชุดผลิตภัณฑ์น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีสารประกอบคลอรีนเป็นส่วนประกอบด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมีสำหรับบำบัดมูลฝอยติดเชื้อภายในสถานประกอบการด้านสาธารณสุข และ 5) โครงการข้อเสนอแนวทางการกำหนดและการจัดเก็บค่าการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศไทย โดยมีงบประมาณ

ของ 5 โครงการรวมกันทั้งสิ้น 22,560,028 บาท ผลการคำนวณตัวชี้วัดผลประโยชน์สุทธิแสดงใน Table 4

Table 4 Impacts of the 5 case studies

Case studies	NPV (mil Baht)	BCR	IRR (%)	Economic value (%)	Environmental value (%)
Applying behavioral economics to waste management	6.1	3.63	40	83.36	16.64
Improving the capacity of Refuse Derived Fuel	22.7	5.57	86	100.00	NA [*]
Developing platform to manage sugarcane residue	0.34	1.05	6	84.55	15.45
Developing disinfectant to treat hazardous waste	0.13	1.03	7	4.20	95.80
Estimating fee for the electronic waste management	0.21	1.11	7	47.29	52.71

* Environmental impact from RDF is negative because electricity produced from RDF emit greenhouse gases more than the electricity produced from other sources [18]

จาก Table 4 จะเห็นได้ว่าทั้ง 5 โครงการกรณีศึกษาสามารถสร้างส่วนเกินทางเศรษฐกิจได้คุ้มค่ากับการลงทุนวิจัยทุกโครงการ โดยโครงการที่เป็นตัวแทนของกลุ่มการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรม หรือโครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตพลังงานธุรกิจเหมืองบ่อขยะสร้างผลกระทบวัดด้วย BCR (SROI) ได้สูงสุดเท่ากับ 5.57 คิดเป็น NPV เท่ากับ 22.7 ล้านบาท และ IRR เท่ากับ 86% รองลงมาคือโครงการตัวแทนกลุ่มการจัดการขยะและของเสียอันตรายชุมชน หรือโครงการเศรษฐศาสตร์พฤติกรรมในการจัดการขยะ: การแทรกแซงทางสังคมเพื่อการออกแบบนโยบายที่มีประสิทธิผล สร้างผลกระทบวัดด้วย BCR (SROI) ได้เท่ากับ 3.63 คิดเป็น NPV เท่ากับ 6.1 ล้านบาท และ IRR เท่ากับ 40% โครงการในกลุ่มอื่นก็สามารถสร้างผลกระทบได้แต่จะต่ำกว่าโครงการใน 2 กลุ่มข้างต้น

เมื่อแจกแจงผลกระทบรวมให้อยู่ในรูปผลกระทบทางเศรษฐกิจและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม พบว่า 5 โครงการกรณีศึกษามีสัดส่วนผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยโครงการตัวแทนกลุ่มการจัดการขยะจากครัวเรือนและชุมชนสร้างผลกระทบทางเศรษฐกิจคิดเป็น 83% สูงกว่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่ระดับ 17% อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งใกล้เคียงกับโครงการตัวแทนกลุ่มการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและกลุ่มการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมที่สร้างผลกระทบทางเศรษฐกิจมากกว่าด้านสิ่งแวดล้อม สะท้อนให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยใน 3 ด้านนี้มีแรงจูงใจทางเศรษฐกิจเป็นหลัก ในขณะที่งานวิจัย

ด้านการจัดการมูลฝอยติดเชื้อและการจัดการของเสียเชิงนโยบายสร้างผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่า ด้านทางเศรษฐกิจซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์จากงานวิจัยของสองกลุ่มนี้มุ่งเน้นประโยชน์สาธารณะเป็นหลัก

Conclusions and Recommendations

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อประเมินคุณภาพและผลกระทบทางเศรษฐกิจของแผนงานวิจัย Zero Waste ที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ระหว่างปี พ.ศ. 2563-2564 ผลการประเมินแผนงานพบว่า โครงการวิจัยในแผนส่วนใหญ่เป็นโครงการวิจัยขนาดกลาง ส่วนใหญ่มีความพร้อมของเทคโนโลยีในระดับการสาธิตในห้องปฏิบัติการ (TRL 4) และมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนได้เสียระดับต่ำ (SRL 2) เมื่อวัดผลสำเร็จของแผนงานด้วยกรอบ OECD พบว่าทุกโครงการในแผนงานมีเป้าหมายสอดคล้องกับเป้าหมายยุทธศาสตร์ของชาติ มีความสอดคล้องและไม่ซ้ำซ้อนกัน รวมถึงมีความสามารถในการตอบวัตถุประสงค์หลักของแผนงาน และสามารถดำเนินการได้ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โครงการส่วนใหญ่มีศักยภาพในการสร้างผลกระทบและความยั่งยืน

ผลการประเมิน 5 โครงการกรณีศึกษาพบว่า ทุกกรณีศึกษาสามารถสร้างผลลัพธ์และผลกระทบในรูปของส่วนเกินทางเศรษฐกิจได้คุ้มค่างบประมาณวิจัยที่ลงทุนไป โครงการวิจัยด้านการจัดการขยะจากครัวเรือนและชุมชน การจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและกลุ่มการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรม สร้างผลกระทบทางเศรษฐกิจในสัดส่วนที่สูงกว่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ งานวิจัยด้านการจัดการมูลฝอยติดเชื้อและการจัดการของเสียเชิงนโยบายสร้างผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่า ด้านทางเศรษฐกิจ

อย่างไรก็ดีงานวิจัยนี้มีข้อจำกัด คือ แผนงานวิจัยและนวัตกรรมด้านการจัดการขยะและของเสียเป็นแผนงานวิจัยที่มุ่งให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมนั้นมักจะใช้เวลา (เช่น มากกว่า 5 ปี) ในการก่อให้เกิดผลกระทบ ดังนั้นการประเมินผลกระทบจากงานวิจัยในแผนงานด้านนี้ ควรทำหลังจากงานวิจัยเสร็จสิ้นไปแล้วอย่างน้อย 5 ปี เพื่อที่จะสามารถทำการประเมินแบบ ex-post (ซึ่งมักจะมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า ex-ante) ได้ จากผลการศึกษาข้างต้นนำไปสู่ข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการจัดการบริหารงบประมาณสนับสนุนงานวิจัยของ วช. ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้แผนงานวิจัยมีประสิทธิภาพในการหนุนเสริมมาตรการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย ภายใต้แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559-2564) แผนงานวิจัยควรมุ่งจัดสรรทุนวิจัยด้านการลดขยะจากแหล่งกำเนิดอื่น ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้วัสดุที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ สำหรับมาตรการเพิ่มศักยภาพการจัดการขยะควรมุ่งงานวิจัยด้านการพัฒนากฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยและของเสียอันตราย และในส่วนของมาตรการส่งเสริมและขับเคลื่อนการจัดการขยะนั้น ควรส่งเสริมงานวิจัยด้านปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเยาวชนในการจัดการมูลฝอยที่บ้านรวมถึงการพัฒนาหลักสูตรเกี่ยวกับการ

จัดการขยะในระดับโรงเรียน

2. โครงการวิจัยบางโครงการยังมีการนำไปใช้ (Adoption) อยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะโครงการ ระบบบริหารจัดการของเหลือชีวมวลเป็นศูนย์เพื่อใช้ในโรงไฟฟ้า ในอนาคต วช. ควรนำข้อมูล Adoption มาพิจารณา ร่วมด้วย เพื่อพิจารณาอนุมัติโครงการที่นักวิจัยจะขอในอนาคต ว่าในอดีตงานวิจัยมี adoption rate เป็นอย่างไร เพื่อวางมาตรการส่งเสริมการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ให้ได้มากขึ้น

3. เพื่อส่งเสริมการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในอนาคต ควรมีกกลไกหรือหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการสนับสนุนและผลักดันการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะงานวิจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในสัดส่วนที่มากกว่าผลกระทบทางเศรษฐกิจ การนำงานวิจัยไปในเชิงนโยบายหรือในพื้นที่สาธารณะ จำเป็นต้องมีกลไกที่ทำให้เกิดความเชื่อมโยงที่ชัดเจนกับผู้ใช้ประโยชน์เช่น ผู้กำหนดนโยบายหรือหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง

4. วช. ควรดำเนินการสนับสนุนทุนวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อยอดสำหรับโครงการวิจัยเดิมและโครงการวิจัยใหม่ อีกทั้งพิจารณาถึงขนาดของเม็ดเงินลงทุนและความต่อเนื่องของการสนับสนุนทุนวิจัยให้กับโครงการวิจัยที่มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจสังคมในวงกว้างเพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง

Acknowledgements

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัย

References

1. Budget Bureau, 2024, Act Budget for Fiscal Year 2024, Budget Bureau [Online], Available: <https://www.bb.go.th/topic-detail.php?id=16627&mid=545&catID=1448>. [19 September 2024] (In Thai)
2. Goralnik, L. and Nelson, M.P., 2012, "Anthropocentrism," in Encyclopedia of Applied Ethics (Second Edition), Elsevier, Amsterdam.
3. Varian, H., 2010, Intermediate Microeconomics, W.W. Norton and Company, New York, 739 p.
4. Bockstael, N.E. and FreemanIII, A.M., 2005, "Welfare Theory and Valuation" pp. 517-570, in K.G. Maler and J.R. Vincent (Eds.), Handbook of Environmental Economics, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 642 p.
5. Weißhuhn, P., Helming, K., and Ferretti, J., 2018, "Research Impact Assessment in Agriculture- A Review of Approaches and Impact Areas," Research Evaluation, 27 (1), pp. 36-42.

6. Deloitte Access Economics, 2012, Extrapolated Returns on Investment in NHMRC Medical Research, Australian Society for Medical Research, Canberra, 8 p.
7. Buxton, M. and Hanney, S., 1996, "How Can Payback from Health Service Research be Assessed," *Journal of Health Service Policy*, 1 (1), pp. 35-43.
8. ACIAR., 2009, A Framework for Assessing of the Impact of Capacity Building, Australian Centre for International Agricultural Research, Australia, 11 p.
9. Hanley, N. and Barbier, E.B., 2009, Pricing Nature, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, 353 p.
10. Premashthira, A., Kuldilok, K. and Limsombunchai, V., 2023, "Outcomes and Impacts of Investment in Research and Development of Biochemical Energy and Biodegradable Plastics," *Journal of Research and Development*, 46 (4), pp. 337-352.
11. Seneerattanaprayul, J. and Praneetvatakul, S., 2023, "Assessment of Academic Outputs and Outcomes from Medical Science Research," *The Journal of Research and Academics*, 7 (3), pp. 161-176.
12. OECD, 2019, Better Criteria for Better Evaluation (Revised Evaluation Criteria Definitions and Principles for Use), OECD, 13 p.
13. Vijitsrikamol, V., 2021, Evaluating Research and Development Impacts: Basic Principles and Practices, Knowledge Network Institute of Thailand, Bangkok, 210 p. (In Thai)
14. Sanglestsawai, S., 2022, Economic Valuation of Natural Resources and the Environment Direct Methods for Measuring Satisfaction, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
15. Navrud, S. and Ready, R., 2007, Environmental Value Transfer, Issues and Methods, Springer, Dordrecht, 290 p.
16. Isvilanonda, S., Pananurak, P. and Praneetvatakul, S., 2015, Assessing the Impact of Research on Agriculture and Agro-industry, Knowledge Network Institute of Thailand. Bangkok, 215 p. (In Thai)
17. TSRI Thailand Science Research and Innovation, 2020, Manual for Agencies Receiving Budgets from the Science Promotion Fund Research and Innovation Fiscal Year 2020-2022, Zeno Publishing, Bangkok, 95 p. (In Thai)
18. Longo S., Cellura, M. and Girardi, P., 2020, "Life Cycle Assessment of Electricity Production from Refuse Derived Fuel: A Case Study in Italy," *Science of the Total Environment*, 738 (2020), pp. 1-13.