

วารสารธรรมเพื่อชีวิต

JOURNAL OF DHAMMA FOR LIFE

ISSN: 2822-048X

<https://soo8.tci-thaijo.org/index.php/dhammalife/index>

Original Research Article

Energy Management, Innovative Energy-Saving Technology, and BCG Model Influence on Gas Fuel-Saving Efficiency of Modern Industrial Factories in the Eastern Region

การบริหารจัดการพลังงาน นวัตกรรมเทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน และ
การใช้ BCG MODEL ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน
เชื้อเพลิงแก๊สของโรงงานอุตสาหกรรมยุคใหม่ในภาคตะวันออก

Thakon Sawatdikumthon^{1*} & Rungraditt Kongyoungyune²

ฐากร สวัสดิ์คำธร^{1*} และ รุ่งรัตติ คงยังยืน²

ARTICLE INFO

Name of Author &
Corresponding Author: *

1. Thakon Sawatdikumthon*

ฐากร สวัสดิ์คำธร
Faculty of Liberal Arts,
Krirk University, Thailand.
คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกริก
Email: thakono@gmail.com

2. Rungraditt Kongyoungyune

รุ่งรัตติ คงยังยืน
Faculty of Management and
Business, Chaopraya University,
Thailand.
คณะบริหารและการจัดการ มหาวิทยาลัย
เจ้าพระยา
Email: rungradit.k@cpu.ac.th

คำสำคัญ:

การบริหารจัดการพลังงาน, การจัดการนวัตกรรม,
โมเดลเศรษฐกิจ BCG, ประสิทธิภาพการประหยัด
พลังงาน, โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สใน
การผลิต, การลดก๊าซเรือนกระจก, ความยั่งยืนใน
ภาคอุตสาหกรรม

Keywords:

Energy Management, Innovation
Management, BCG Economic Model,
Energy Conservation Effectiveness, Gas-
Fueled Industrial Factories, Greenhouse
Gas Reduction, Industrial Sustainability

ABSTRACT

This research aims to examine the influence of energy management, innovation management, and the implementation of the BCG (Bio-Circular-Green Economy) model on the effectiveness of gas fuel energy conservation in industrial factories located in Eastern Thailand. The study emphasizes the critical role of integrating energy management, innovation management, and the application of the BCG economic model to promote efficient energy usage, minimize energy loss, and reduce greenhouse gas emissions.

The research employed path analysis to explore the structural relationships among the variables. Data were collected from 223 industrial factories using gas fuel. The statistical methods used included percentage, mean, standard deviation, and Pearson Product-Moment Correlation Coefficient.

The findings revealed that energy management, innovation management, and the implementation of the BCG model had a statistically significant positive impact on energy conservation effectiveness. Particularly, effective energy planning and green economy support were identified as key factors.

The analysis further indicated that energy management and innovation management exert both direct and indirect effects through the use of the BCG model, which emerged as the most influential factor in enhancing gas fuel energy



ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย
Thai Journal Citation Index Centre

<https://so08.tci-thaijo.org/index.php/dhammalife/index>

Article history:

Received: 17/06/2025

Revised: 30/08/2025

Accepted: 12/09/2025

Available online: 01/11/2025

How to Cite:

Sawatdikumthon, T. & Kongyoungyune, R. (2025). Energy Management, Innovative Energy-Saving Technology, and BCG Model Influence on Gas Fuel-Saving Efficiency of Modern Industrial Factories in the Eastern Region. *Journal of Dhamma for Life*, 31(4), 576-592.

conservation effectiveness among industrial factories in the eastern region of Thailand. Additionally, the adoption of circular economy and green economy concepts was found to reduce environmental impacts and enhance international competitiveness. The study recommends the development of policies that support technological innovation, encourage behavioral change in energy consumption, and promote collaboration between the public and private sectors to achieve sustainability in the industrial sector.

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management) ปัจจัยการจัดการนวัตกรรม (Innovation Management) ปัจจัยการใช้นโยบาย BCG Model (Bio-Circular-Green Economy) ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงแก๊ส ของโรงงานอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเน้นถึงบทบาทสำคัญของการบูรณาการระหว่างการบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management) การจัดการนวัตกรรม (Innovation Management) และการประยุกต์ใช้โมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียพลังงาน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของปัจจัยดังกล่าว โดยเก็บข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊ส 223 แห่ง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยการบริหารจัดการพลังงาน การจัดการนวัตกรรม และการใช้นโยบาย BCG Model มีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะการวางแผนพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและการสนับสนุนเศรษฐกิจสีเขียว

ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า การบริหารจัดการพลังงานและการจัดการนวัตกรรมส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมผ่านการใช้นโยบาย BCG Model ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงแก๊ส ของโรงงานอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกของประเทศไทย นอกจากนี้ การใช้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในระดับสากล การศึกษานี้เสนอแนะให้มีการพัฒนานโยบายที่สนับสนุนการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยี การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงาน และการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนเพื่อสร้างความยั่งยืนในภาคอุตสาหกรรม

บทนำ

โมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) เป็นแนวทางสำคัญของประเทศไทยในการฟื้นฟูเศรษฐกิจหลังวิกฤตโควิด-19 โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผ่านการใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ ควบคู่กับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กอบศักดิ์ ภูตระกูล, 2565) รัฐบาลได้ประกาศให้ BCG เป็นวาระแห่งชาติ ตั้งแต่ปี 2564 และได้บูรณาการแนวทางนี้ไว้ใน



ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย
Thai Journal Citation Index Centre

<https://so08.tci-thaijo.org/index.php/dhammalife/index>

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564) การเติบโตทางเศรษฐกิจในอดีตของไทยพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติมากเกินไป ส่งผลให้เกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ การใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจต่ำกว่าร้อยละ 3 ต่อปี ไม่เพียงพอที่จะนำประเทศหลุดพ้นจากกับดักรายได้ปานกลาง BCG จึงเป็นแนวทางการพัฒนาแบบองค์รวม โดยเน้นเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว เพื่อลดการปล่อยของเสีย เพิ่มการใช้ทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า และสร้างความยั่งยืนในทุกภาคส่วน (UNDP, 2021) อุตสาหกรรมเป้าหมาย เช่น เกษตรและอาหาร พลังงาน ยานยนต์ และการผลิต มีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ BCG เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน นวัตกรรมเทคโนโลยีประหยัดพลังงาน การรีไซเคิลในอุตสาหกรรมการผลิต และการปรับเปลี่ยนสู่ยานยนต์ไฟฟ้า (World Bank, 2021)

ภาคอุตสาหกรรมพลังงานยังเผชิญความท้าทายในการลดต้นทุนการผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (energy efficiency) โดยเฉพาะในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับเป้าหมายของยุทธศาสตร์พลังงานชาติ 2022–2036 ที่กำหนดให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการลดความเข้มของพลังงาน (Energy Intensity) ลงอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน, 2565)

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังเผชิญข้อจำกัดในหลายด้าน ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่ยังไม่ทั่วถึง ข้อจำกัดด้านองค์ความรู้ใน SMEs การพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ และระบบกฎหมายที่ยังไม่เอื้อต่อการลงทุนด้านเศรษฐกิจหมุนเวียน (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2565) เพื่อให้ BCG Model สามารถขับเคลื่อนอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ การยกระดับบุคลากรในภาคอุตสาหกรรมให้สามารถใช้ AI, Big Data และเทคโนโลยีดิจิทัล รวมถึงสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษา เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และระบบนิเวศนวัตกรรมสีเขียวให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย แนวทางการกำหนดนโยบายแบบบูรณาการระหว่าง BCG กับแผนพลังงานและสิ่งแวดล้อมจึงมีความจำเป็น เพื่อให้ทุกภาคส่วนโดยเฉพาะภาคเอกชนสามารถดำเนินธุรกิจที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้จริง เช่น การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับการลงทุนในนวัตกรรมที่ลดการปล่อยคาร์บอน หรือระบบคาร์บอนเครดิต (อบก., 2566)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการใช้นวัตกรรมในการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงในภาคการผลิตสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงก๊าซทั้ง NG และ LPG เนื่องด้วยผลจากการใช้เชื้อเพลิงในการภาคการผลิตมีปริมาณมากในแต่ละรอบการผลิต จึงเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิตโดยรวมที่มีมูลค่ามหาศาลในภาคโรงงานอุตสาหกรรมทั่วประเทศ การศึกษา “การจัดการพลังงาน นวัตกรรมเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานและการใช้ BCG MODEL ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการประหยัดเชื้อเพลิงแก๊สของโรงงานอุตสาหกรรมยุคใหม่ ในภาคตะวันออก” ในครั้งนี้ จึงเป็นไปตามรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจ BCG Model (Bio-Circular-Green Economy) ดังที่กล่าวมาข้างต้น

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดทฤษฎีการจัดการพลังงานแบบองค์รวม (Total Energy Management: TEM)

แนวคิด Total Energy Management (TEM) ของ Lyle Harris (1974) เป็นกรอบแนวคิดสากลที่ใช้ในการบริหารจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดต้นทุน และส่งเสริมความยั่งยืนขององค์กร แนวคิดนี้มุ่งเน้นให้การจัดการพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์องค์กร โดยมีหลักการพื้นฐาน 3 ประการ ได้แก่ (1) การวิเคราะห์และวางแผนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (2) การเชื่อมโยงการ



จัดการพลังงานกับวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์ขององค์กร และ (3) การใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือในการวิเคราะห์และจัดการพลังงาน แนวคิดดังกล่าวเป็นรากฐานให้กับมาตรฐานสากล เช่น ISO 50001 ซึ่งมุ่งเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในด้านการจัดการพลังงานขององค์กร เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. แนวคิดทฤษฎีการจัดการนวัตกรรมทางสังคม (Social Innovation Management Theory)

แนวคิดของ Howaldt, Kaletka, Schröder และ Zirngiebl (2018) ได้เสนอกรอบแนวคิดการจัดการนวัตกรรมทางสังคมที่ครอบคลุมทั้งในระดับองค์กรและระดับสังคม โดยมุ่งเน้นการสร้างการเปลี่ยนแปลงอย่างยั่งยืนผ่านการนำนวัตกรรมมาใช้แก้ไขปัญหาสังคมอย่างสร้างสรรค์ กรอบแนวคิดนี้ประกอบด้วย 5 มิติหลัก ได้แก่ (1) แนวคิดพื้นฐานของนวัตกรรมทางสังคมที่เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อแก้ปัญหาสังคม (2) ความเชื่อมโยงระหว่างนวัตกรรมทางสังคมกับโครงสร้างองค์กร (3) การพัฒนาโมเดลองค์กรใหม่ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม (4) การบูรณาการนวัตกรรมทางสังคมเข้าสู่กิจกรรมทางธุรกิจ และ (5) ผลกระทบของการนำองค์ความรู้และนวัตกรรมเข้าสู่สังคม แนวคิดดังกล่าวช่วยอธิบายบทบาทขององค์กรในการขับเคลื่อนนวัตกรรมทางสังคม เพื่อสร้างคุณค่าใหม่และส่งเสริมความยั่งยืนทั้งในระดับองค์กรและระดับสังคม

3. แนวคิดการใช้นโยบายเศรษฐกิจ BCG Model ในองค์กร

แนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ-หมุนเวียน-สีเขียว (Bio-Circular-Green Economy: BCG Model) เป็นกรอบนโยบายที่ได้รับการพัฒนาเพื่อขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจควบคู่กับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (สวทช., 2564; World Economic Forum, 2020; Ellen MacArthur Foundation, 2019) โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 ด้าน ได้แก่ (1) เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) คือ การใช้ทรัพยากรชีวภาพเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืน (2) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) คือ การออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียและใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด และ (3) เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) คือ การพัฒนาเศรษฐกิจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การนำนโยบาย BCG Model มาประยุกต์ใช้ในองค์กรสะท้อนถึงความสามารถขององค์กรในการดำเนินงานตามแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และเสริมสร้างความยั่งยืนในระยะยาว

4. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร (Energy Efficiency Theory)

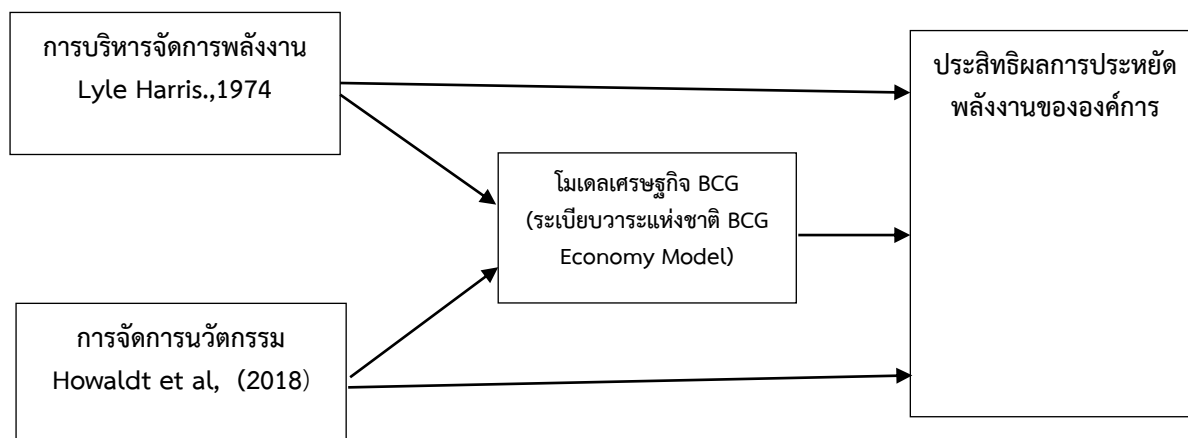
แนวคิดเรื่องประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กรเป็นแนวคิดสำคัญในการพัฒนาองค์กรอย่างยั่งยืน โดยอาศัยการบูรณาการระหว่างการจัดการพลังงาน นวัตกรรมเทคโนโลยี และพฤติกรรมของบุคลากร จากแนวคิดของนักวิชาการหลายท่าน ได้แก่ Vieira (2015) ที่เน้นการบริหารจัดการพลังงานขององค์กร (Organizational Energy Management), Debnath et al. (2019) ที่กล่าวถึงการบริหารประสิทธิภาพทางพลังงาน (Energy Efficiency Management), Klewitz et al. (2017) ที่เน้นการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อยกระดับประสิทธิภาพพลังงาน และ Choudhary et al. (2018) ที่กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของพนักงานเพื่อสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ แนวคิดเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการประหยัดพลังงานขององค์กรไม่ใช่เพียงการใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการบริหารจัดการเชิงระบบ การมีส่วนร่วมของบุคลากร และการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่ตระหนักถึงความยั่งยืน

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทั้ง 4 ด้าน สามารถสรุปได้ว่า การบริหารจัดการพลังงานอย่างยั่งยืนจำเป็นต้องอาศัยกรอบแนวคิดแบบองค์รวม (TEM) ที่บูรณาการเข้ากับแนวทางการจัดการนวัตกรรมทางสังคม (Social Innovation Management Theory) และนโยบายเศรษฐกิจ BCG Model เพื่อยกระดับประสิทธิภาพ



การใช้พลังงานขององค์กร แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ที่มุ่งสร้างสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยการบริหารจัดการพลังงาน ปัจจัยการจัดการนวัตกรรมปัจจัยการใช้ BCG Model และปัจจัยประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างปัจจัยการบริหารจัดการพลังงาน ปัจจัยการจัดการนวัตกรรม ปัจจัยการใช้ BCG Model และปัจจัยประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน
3. เพื่อศึกษาอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของปัจจัยการบริหารจัดการพลังงาน ปัจจัยการจัดการนวัตกรรม และปัจจัยการใช้ BCG Model ที่ส่งผลต่อปัจจัยประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน

สมมติฐานในการวิจัย

1. ปัจจัยการบริหารจัดการพลังงาน ปัจจัยการจัดการนวัตกรรมปัจจัยการใช้ BCG Model และปัจจัยประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน มีความสัมพันธ์กัน
2. ปัจจัยการบริหารจัดการพลังงาน ปัจจัยการจัดการนวัตกรรมและปัจจัยการใช้ BCG Model มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อปัจจัยนวัตกรรมการประหยัดพลังงาน ในโรงงานอุตสาหกรรมภาคตะวันออก

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊ส NG และ LPG จำนวนทั้งสิ้น 483 แห่ง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 219 แห่งนั้นได้ดำเนินการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane Taro (1973, p.127) และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) ในการเลือกกลุ่ม ผู้ที่จะตอบแบบสอบถามคือ ผู้บริหารระดับสูง ประกอบด้วย ผู้จัดการใหญ่ รองผู้จัดการใหญ่ ผู้ช่วยผู้จัดการใหญ่ หรือผู้บริหารระดับกลาง ประกอบด้วย รอง



ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย
Thai Journal Citation Index Centre

<https://so08.tci-thaijo.org/index.php/dhammalife/index>

หัวหน้าหน่วยงาน ผู้อำนวยการ ผู้จัดการ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากสถานประกอบการ ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามถือว่าเป็นตัวแทนของหน่วยงานนั้นๆ โดยนำแบบสอบถามให้สถานประกอบการที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 5 ชุดต่อ 1 สถานประกอบการ กำหนดการเก็บแบบสอบถามสถานประกอบการละไม่ต่ำกว่า 3 ชุดจึงนับเป็นหน่วยวิเคราะห์

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

การบริหารจัดการพลังงานในองค์กร ตามกรอบแนวคิดของ Lyle Harris (1974) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น ดังนี้ ด้านการวิเคราะห์และวางแผนพลังงานกับกลยุทธ์ ($\alpha = 0.92$) ด้านการเชื่อมโยงการจัดการกับกลยุทธ์ในการจัดการ ($\alpha = 0.97$) ด้านการใช้เทคโนโลยีในการจัดการและวางแผนพลังงาน ($\alpha = 0.95$)

การจัดการนวัตกรรมทางสังคม พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นในระดับสูงเช่นกัน ได้แก่ ด้านการทบทวนคตินวัตกรรมทางสังคม ($\alpha = 0.94$) ด้านการเชื่อมโยงนวัตกรรมกับองค์กร ($\alpha = 0.97$) ด้านการพัฒนาโมเดลองค์กรใหม่ ($\alpha = 0.89$) ด้านการนำเข้านวัตกรรมทางสังคมเข้าสู่โมเดลธุรกิจ ($\alpha = 0.96$) ด้านผลกระทบของการนำความรู้เข้าสู่องค์กรและการสร้างสังคมองค์กรที่โปร่งใส ($\alpha = 0.96$)

การใช้นโยบายเศรษฐกิจ BCG พบว่า การใช้นโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) ($\alpha = 0.98$) การใช้นโยบายเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ($\alpha = 0.95$) การใช้นโยบายเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ($\alpha = 0.94$)

ปัจจัยประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นในระดับสูงมาก ได้แก่ การบริหารจัดการพลังงานองค์กร ($\alpha = 0.96$) การบริหารความเป็นอยู่ทางพลังงาน ($\alpha = 0.96$) การวัดและการติดตามผลประสิทธิภาพของการประหยัดพลังงาน ($\alpha = 0.97$) การใช้นวัตกรรมเทคโนโลยี ($\alpha = 0.97$) และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของพนักงาน ($\alpha = 0.96$)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม (Research Questionnaire) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยในการสร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาทำเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่มีคำถามชนิดปลายปิดโดยแบ่งโครงสร้างของแบบสอบถามออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

แบบสอบถามตอนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating scale) เป็นคำถามเกี่ยวกับ ปัจจัยการบริหารจัดการพลังงานในองค์กร ของ Lyle Harris (1974) ที่พัฒนามาจาก "การจัดการพลังงานแบบองค์รวม (Total Energy Management) มี 3 ด้าน คือ 1) การวิเคราะห์และวางแผนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ 2) การเชื่อมโยงการจัดการพลังงานกับวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์ทางธุรกิจ 3) การใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือในการวิเคราะห์และการจัดการ ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ

แบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นแบบมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating scale) เป็นคำถามเกี่ยวกับปัจจัยการจัดการนวัตกรรมในองค์กร ของ Jürgen Howaldt, Christoph Kaletka, Antonius Schröder, และ Marthe Zirngiebl (2018) มี 5 ด้านคือ 1) การทบทวนแนวคิดหลักของนวัตกรรมทางสังคม 2) การเชื่อมโยงระหว่างนวัตกรรมทางสังคมและองค์กร 3) การพัฒนาโมเดลองค์กรใหม่ 4) การนำนวัตกรรมทางสังคมเข้าสู่

กิจกรรมธุรกิจ 5) ผลกระทบของการนำความรู้เข้าสู่องค์กรและสังคมองค์การมีการสื่อสารที่เปิดกว้างและโปร่งใส ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 19 ข้อ

แบบสอบถามตอนที่ 3 เป็นแบบมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating scale) เป็นคำถามเกี่ยวกับ ปัจจัยการใช้นโยบายในองค์กร ปัจจัย BCG Model โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน มี 3 ด้าน คือ 1) ใช้นโยบายเศรษฐกิจชีวภาพในองค์กร 2) การใช้นโยบายเศรษฐกิจหมุนเวียนในองค์กร 3) ระดับการใช้นโยบายเศรษฐกิจสีเขียวในองค์กร ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ

แบบสอบถามตอนที่ 4 เป็นแบบมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating scale) เป็นคำถามเกี่ยวกับปัจจัยประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กรประยุกต์จากงานวิจัยของนักวิชาการ 5 แนวทาง คือ 1) ด้านการบริหารจัดการพลังงานองค์กร 2) ด้านการบริหารความเป็นอยู่ทางพลังงาน 3) การวัดและการติดตามผลประสิทธิภาพของการประหยัดพลังงาน 4) การใช้นวัตกรรมเทคโนโลยี และ 5) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของพนักงาน ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 24 ข้อ

4. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ดังนี้

1. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 10 ท่าน โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา โดยใช้ค่า S-CVI (Scale Content Validity Index) ค่าเฉลี่ย CVI = 9.49 ค่า S-CVI = 0.95

2. หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยทดลองใช้แบบสอบถามกับพนักงาน ซึ่งมีใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ จำนวน 30 คน ได้ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.95

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการแจกแบบสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการจัดทำหนังสือพร้อมแบบสอบถามส่งให้กลุ่มประชากรผ่านระบบ Google form โดยทำรหัส ในชุดแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พร้อมชี้แจงรายละเอียดความมุ่งหมายของการวิจัย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มประชากรจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊ส ที่ส่งกลับคืนมาทาง Google form จากการเก็บข้อมูลจริงเพื่อเพิ่มความแม่นยำของผลลัพธ์และลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากอัตราการตอบกลับต่ำ Yamane (1973) จึงส่งแบบสอบถามเกินกว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ โดยสามารถเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง และได้รับแบบสอบถามตอบกลับจำนวน 821 ชุด จากโรงงาน 223 แห่ง ซึ่งเป็นจำนวนที่มากกว่าที่กำหนดไว้ การใช้กลุ่มตัวอย่างที่มากกว่าค่าที่แนะนำจึงเป็นการช่วยให้เกิดความแม่นยำเพิ่มขึ้น ขนาดตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง (sampling error) และเพิ่มความแม่นยำของผลการวิจัย (Creswell & Creswell, 2018) และเมื่อได้รับแบบสอบถามกลับมาทำการตรวจสอบความถูกต้องความสมบูรณ์ของแบบสอบถามเพื่อนำแบบสอบถามไปประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมานในการวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1) ทำการหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่อยู่ในปัจจัยการบริหารจัดการพลังงานในองค์กร ปัจจัยการจัดการนวัตกรรมในองค์กร ปัจจัยการใช้นโยบายในองค์กร BCG Model ปัจจัยประสิทธิผลการ



ประหยัพลังงานขององค์กร 2) ใช้การหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) 3) ใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 4) ใช้การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และอิทธิพลตามกรอบแนวคิดในภาพรวมที่ได้นำเสนอในภาพที่ 1 และรวมถึงการคำนวณหาค่าอิทธิพลทางตรง (Direct Effect) อิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) และอิทธิพลรวม (Total Effect) เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของปัจจัยการบริหารจัดการพลังงานในองค์กร ปัจจัยการจัดการนวัตกรรมในองค์กร ปัจจัยการใช้นโยบายในองค์กร BCG Model ที่ส่งผลต่อปัจจัยประสิทธิผลการประหยัพลังงานขององค์กร

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์รายปัจจัย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการบริหารจัดการพลังงานของโรงงาน (TE)

การบริหารจัดการพลังงานของโรงงาน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	อันดับ
1. การวิเคราะห์และวางแผนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	3.74	1.10	มาก	1
2. การเชื่อมโยงการจัดการพลังงานกับวัตถุประสงค์ และยุทธศาสตร์	3.63	1.15	มาก	2
3. การใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือในการวิเคราะห์และการจัดการ	3.15	1.39	ปานกลาง	3
รวม	3.51	1.13	มาก	-

จากตารางที่ 1 พบว่าปัจจัยประสิทธิผลการประหยัพลังงานขององค์กร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่ 3.63 ด้านการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของพนักงาน ซึ่งเป็นด้านที่มีคะแนนสูงสุด ($\bar{X} = 3.70$) และด้านที่มีคะแนนต่ำสุดคือการวัดและการติดตามผลประสิทธิภาพของการประหยัพลังงาน ($\bar{X} = 3.53$)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการจัดการนวัตกรรมองค์กร (NM)

การจัดการนวัตกรรมองค์กร	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	อันดับ
1. การทบทวนแนวคิดหลักของนวัตกรรมทางสังคม (NS)	3.55	1.25	มาก	1
2. การเชื่อมโยงระหว่างนวัตกรรมทางสังคมและองค์กร (NO)	3.51	1.26	มาก	3
3. การพัฒนาโมเดลองค์กรใหม่ (DO)	3.49	1.25	ปานกลาง	4
4. การนำนวัตกรรมทางสังคมเข้าสู่กิจกรรมธุรกิจ (SB)	3.55	1.26	มาก	2
5. ผลกระทบการนำความรู้เข้าสู่องค์กรและสังคมองค์กรมีการสื่อสารที่เปิดกว้างและโปร่งใส (OS)	3.43	1.31	ปานกลาง	5
รวม	3.51	1.24	มาก	-



จากตารางที่ 2 พบว่าปัจจัยการบริหารจัดการพลังงานในองค์กร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ การวิเคราะห์และวางแผนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ($\bar{X} = 3.74$) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ การใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือในการวิเคราะห์และการจัดการ ($\bar{X} = 3.15$)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการใช้นโยบาย BCG MODEL ในองค์กร (BCG)

การใช้นโยบาย BCG MODEL ในองค์กร	$\bar{X}$	S. D.	ระดับ	อันดับ
1. การใช้นโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) ในองค์กร	3.21	1.34	ปานกลาง	3
2. การใช้นโยบายเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ในองค์กร	3.54	1.18	มาก	2
3. การใช้นโยบายเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ในองค์กร	3.69	1.17	มาก	1
รวม	3.48	1.18	ปานกลาง	-

จากตารางที่ 3 พบว่าปัจจัยการจัดการนวัตกรรมในองค์กร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 เท่ากันกับปัจจัยการบริหารจัดการพลังงานในองค์กร ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ การทบทวนแนวคิดหลักของนวัตกรรมทางสังคม ($\bar{X} = 3.55$) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ การพัฒนาโมเดลองค์กรใหม่ ($\bar{X} = 3.31$)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร (EF)

ประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร	$\bar{X}$	S. D.	ระดับ	อันดับ
1. การบริหารจัดการพลังงานองค์กร (Vieira, 2015) (OE)	3.69	1.23	มาก	2
2. การบริหารประสิทธิภาพทางพลังงาน (Debnath et al., 2019) (EE)	3.66	1.29	มาก	3
3. การวัดและการติดตามผลประสิทธิภาพของการประหยัดพลังงาน (Kemp and Foxon, 2017) (EM)	3.53	1.32	มาก	5
4. การใช้นวัตกรรมเทคโนโลยี (Klewitz et al., 2017) (TI)	3.55	1.30	มาก	4
5. การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของพนักงาน (Choudhary et al., 2018) (BC)	3.70	1.23	มาก	1
รวม	3.63	1.24	มาก	-

จากตารางที่ 4 พบว่าปัจจัยการใช้โมเดลเศรษฐกิจ BCG มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในบรรดาปัจจัยทั้งหมด คือ 3.48 ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ นโยบายด้านเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ($\bar{X} = 3.69$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ นโยบายด้านเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ($\bar{X} = 3.21$)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation) ระหว่างตัวแปร

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้ประกอบการตอบคำถามการวิจัยและวัตถุประสงค์ในการศึกษา ข้อ 2 และทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 คือการศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างการบริหารจัดการพลังงาน การจัดการนวัตกรรม ด้านการใช้ BCG Model และประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน ของกลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สภาคตะวันออก จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างตัวแปร

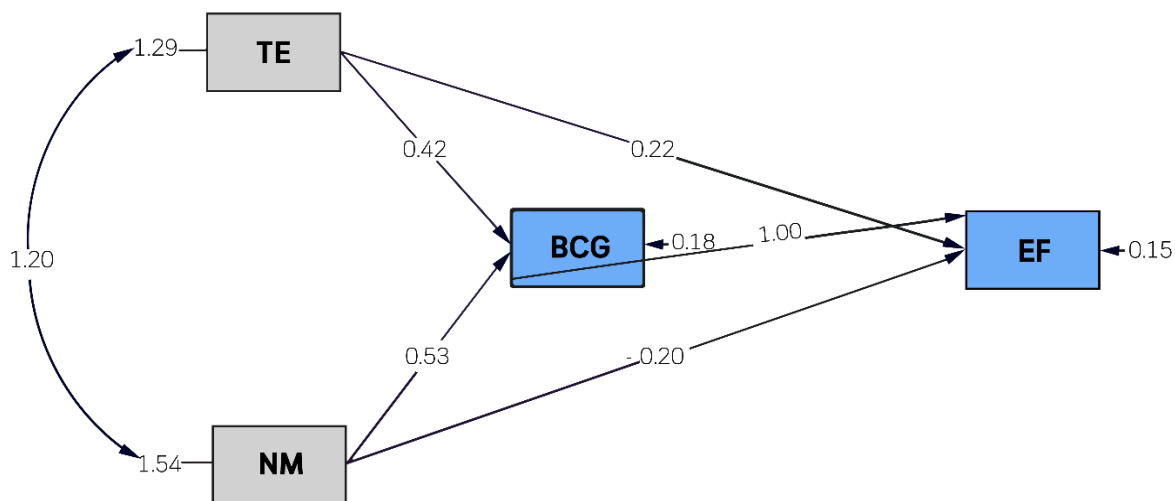
ตัวแปร	การบริหารจัดการพลังงาน	การจัดการนวัตกรรม	การใช้ BCG Model	ประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน
การบริหารจัดการพลังงาน	1	.870**	.854**	.854**
การจัดการนวัตกรรม		1	.908**	.832**
การใช้ BCG Model			1	.944**
ประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน				1

** หมายถึงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความมั่นใจที่ร้อยละ 99 หรือมี P-Value น้อยกว่า 0.01

จากการวิเคราะห์ตารางค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าตัวแปรหลักทั้งสี่ ได้แก่ การบริหารจัดการพลังงาน การจัดการนวัตกรรมในองค์กร นโยบายเศรษฐกิจ BCG และประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน มีความสัมพันธ์ในระดับสูงทุกคู่ตัวแปร โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2-tailed) แสดงถึงโครงสร้างความสัมพันธ์ที่มั่นคงและเอื้อต่อกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนี้

การบริหารจัดการพลังงานมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการจัดการนวัตกรรมในองค์กร ($r = .870$) และการนำนโยบายเศรษฐกิจ BCG มาปรับใช้ ($r = .854$) ทั้งยังสัมพันธ์กับประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน ($r = .854$) ในระดับสูงมาก นอกจากนี้ การจัดการนวัตกรรมในองค์กรมีความสัมพันธ์สูงสุดกับการใช้นโยบายเศรษฐกิจ BCG ($r = .908$) และสัมพันธ์กับประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน ($r = .832$) อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างการนำนโยบายเศรษฐกิจ BCG และประสิทธิผลการประหยัดพลังงานมีค่าสูงที่สุด ($r = .944$) ซึ่งให้เห็นว่าการบูรณาการแนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียวมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน ผลการวิเคราะห์สนับสนุนสมมติฐานที่ว่า ตัวแปรทั้งสี่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญในเชิงบวกระดับสูง

ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลระหว่างตัวแปร



Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

แผนภาพที่ 2 แสดงค่าอิทธิพล (Path Analysis) และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

TE = การบริหารจัดการพลังงานในองค์กร ; NM = การจัดการนวัตกรรมในองค์กร ; BCG = การใช้โมเดลเศรษฐกิจ BCG ในองค์กร ; EF = ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในองค์กร

ตารางที่ 6 แสดงค่าอิทธิพลรวม (TE) อิทธิพลทางตรง (DE) และอิทธิพลทางอ้อม (IE)

ตัวแปรทำนาย	(TE) การบริหารจัดการ พลังงาน ในองค์กร			(NM) การจัดการนวัตกรรม ในองค์กร			(BCG) การใช้โมเดล เศรษฐกิจ BCG ในองค์กร			R ²
ตัวแปรถูก ทำนาย	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	
(BCG) การใช้ โมเดลเศรษฐกิจ BCG ในองค์กร	0.42**	0.42**		0.53**	0.53**	-				0.87**
(EF) ประสิทธิภาพการ ประหยัด พลังงาน ในองค์กร	0.64**	0.22**	0.42**	0.33**	-	0.53**	1.00**	1**	-	0.90**
					0.20**					

TE = Total Effect, DE = Direct Effect, IE = Indirect Effect, R² = Structural Equations, ** = p<0.01



ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย
Thai Journal Citation Index Centre

<https://so08.tci-thaijo.org/index.php/dhammalife/index>

อิทธิพลทางตรง (Direct Effects: DE) การบริหารจัดการพลังงานในองค์กร มีอิทธิพลทางตรงต่อโมเดลเศรษฐกิจ BCG เท่ากับ ($\beta = 0.42$) และมีอิทธิพลทางตรงต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร เท่ากับ ($\beta = 0.22$) การจัดการนวัตกรรมในองค์กร มีอิทธิพลทางตรงต่อโมเดลเศรษฐกิจ BCG เท่ากับ ($\beta = 0.53$) และมีอิทธิพลทางตรงต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร เท่ากับ ($\beta = -0.20$) โมเดลเศรษฐกิจ BCG มีอิทธิพลทางตรงต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($\beta = 1.00$)

อิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effects: IE) การบริหารจัดการพลังงานในองค์กร มีอิทธิพลทางอ้อมต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร ผ่านโมเดลเศรษฐกิจ BCG ($\beta = 0.42$) การจัดการนวัตกรรมในองค์กร มีอิทธิพลทางอ้อมต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร ผ่านโมเดลเศรษฐกิจ BCG ($\beta = 0.53$) ทั้ง การบริหารจัดการพลังงานในองค์กร และ การจัดการนวัตกรรมในองค์กรไม่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อโมเดลเศรษฐกิจ BCG เนื่องจาก โมเดลเศรษฐกิจ BCG เป็นตัวแปรที่ถูกรับอิทธิพลโดยตรง

อิทธิพลโดยรวม (Total Effects: TE) การบริหารจัดการพลังงานในองค์กร มีอิทธิพลโดยรวมต่อโมเดลเศรษฐกิจ BCG ($\beta = 0.42$) และมีอิทธิพลโดยรวมต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร ($\beta = 0.64$) การจัดการนวัตกรรมในองค์กร (NM) มีอิทธิพลโดยรวมต่อโมเดลเศรษฐกิจ BCG ($\beta = 0.53$) และมีอิทธิพลโดยรวมต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร ($\beta = 0.33$) โมเดลเศรษฐกิจ BCG (BCG) มีอิทธิพลโดยรวมต่อประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร ($\beta = 1.00$)

ตัวแปร โมเดลเศรษฐกิจ BCG สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 87% ($R^2 = 0.87$) ตัวแปรประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 90% ($R^2 = 0.90$) โมเดลนี้สามารถอธิบายผลได้อย่างแม่นยำและมีความสอดคล้องดีมากกับข้อมูลเชิงประจักษ์

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้สรุปได้ว่า "ประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน" เป็นปัจจัยสำคัญอันดับหนึ่ง ($\bar{X} = 3.63$) โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของพนักงาน ($\bar{X} = 3.70$) ซึ่งสนับสนุนแนวคิดของ Choudhary et al. (2018) และ ปภัสสร หงส์จินดา (2017) ที่ระบุว่า การสร้างความตระหนักรู้และการมีส่วนร่วมของพนักงานมีผลอย่างยิ่งต่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ด้านการวัดและติดตามผลการประหยัดพลังงาน ยังคงต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม ($\bar{X} = 3.53$) ตามข้อเสนอของ Kemp and Foxon (2017) ในด้าน "การบริหารจัดการพลังงานในองค์กร" ($\bar{X} = 3.51$) จุดแข็งคือการวางแผนการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบ ($\bar{X} = 3.74$) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Total Energy Management และแนวทางการจัดการพลังงานเชิงกลยุทธ์ของ Harris (1974) แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ ($\bar{X} = 3.15$) ตามข้อค้นพบของ Chen และ Li (2021) และ อำนวย คำธณ (2019) สำหรับ "การจัดการนวัตกรรมในองค์กร" ($\bar{X} = 3.51$) พบว่าการทบทวนแนวคิดนวัตกรรมทางสังคมเป็นจุดแข็ง ($\bar{X} = 3.55$) ตามแนวคิดของ Howaldt et al. (2018) และ จิรวัฒน์ หอมาน (2020) ที่ชี้ว่า นวัตกรรมทางสังคมสามารถเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวขององค์กรได้ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโมเดลองค์กรใหม่ยังต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติม ($\bar{X} = 3.31$) สุดท้าย "การใช้นโยบาย BCG Model" ($\bar{X} = 3.48$) พบว่าการพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ได้รับการส่งเสริม ($\bar{X} = 3.69$) สอดคล้องกับแนวคิดของ World Economic Forum (2020) และยุทธศาสตร์ชาติ แต่เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) ยังขาดการบูรณาการอย่างเป็นรูปธรรม ($\bar{X} = 3.21$) ซึ่งตรงกับข้อค้นพบของ ธนวัฒน์ นาคสมบัติ (2021)



การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมต้องอาศัยการบูรณาการหลายปัจจัย ทั้งพฤติกรรมบุคลากร การวางแผนพลังงาน การส่งเสริมนวัตกรรม และการขับเคลื่อนนโยบาย BCG Model เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันและการพัฒนาที่ยั่งยืนในระยะยาว

อภิปรายผลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 4 ได้แก่ การบริหารจัดการพลังงาน การจัดการนวัตกรรม การใช้นโยบาย BCG Model และประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สในภาคตะวันออกของประเทศไทย พบว่าทุกคู่ตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

การใช้นโยบาย BCG Model มีความสัมพันธ์สูงที่สุดกับประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน ($r = .944$) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการเศรษฐกิจชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว มีผลโดยตรงต่อการลดการใช้พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (Geissdoerfer et al., 2017; สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์, 2565) การจัดการนวัตกรรมมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการใช้ BCG Model ($r = .908$) แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ BCG โดยเฉพาะในด้าน Bio Economy และ Green Technology (Howaldt et al., 2018; Chen & Li, 2021) การบริหารจัดการพลังงานสัมพันธ์กับการจัดการนวัตกรรม ($r = .870$) และการใช้ BCG Model ($r = .854$) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าองค์กรที่มีระบบบริหารพลังงานที่ดีมีแนวโน้มสร้างนวัตกรรมและบูรณาการแนวคิด BCG ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Smith et al., 2019; Prasertsan et al., 2019; Geissdoerfer et al., 2017) การบริหารจัดการพลังงานยังมีความสัมพันธ์สูงกับประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน ($r = .854$) สนับสนุนว่าการวางแผนและการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบช่วยลดการใช้พลังงานได้จริง (Vieira, 2015; IEA, 2020; Prasertsan et al., 2019) ในด้านการจัดการนวัตกรรมและประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน ($r = .832$) แม้มีค่าน้อยที่สุดในกลุ่ม แต่ยังคงแสดงว่านวัตกรรมมีบทบาทในการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (Choudhary et al., 2018; Smith et al., 2019)

ผลการศึกษายืนยันสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 อย่างชัดเจนว่า การบูรณาการการบริหารพลังงาน นวัตกรรม และนโยบายเศรษฐกิจ BCG ส่งเสริมซึ่งกันและกันในการยกระดับประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนในอนาคต

อภิปรายผลอิทธิพลระหว่างตัวแปร

ผลการศึกษาตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 และยอมรับสมมติฐานข้อ 2 ที่ที่ว่า ปัจจัยการบริหารจัดการพลังงาน ปัจจัยการจัดการนวัตกรรม ปัจจัยการใช้ BCG Model มีอิทธิพลต่อปัจจัยประสิทธิผลการประหยัดพลังงาน จากการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้โมเดล SEM Path Analysis พบว่าประสิทธิผลการประหยัดพลังงานขององค์กร ได้รับอิทธิพลโดยตรงและโดยอ้อมจากปัจจัยสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ การบริหารจัดการพลังงานในองค์กร การจัดการนวัตกรรมในองค์กร และการใช้โมเดลเศรษฐกิจ BCG โดยเฉพาะโมเดล BCG ที่ส่งผลโดยตรงในระดับสูงสุด ($\beta = 1.00, p < 0.01$) สะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของโมเดลเศรษฐกิจ BCG ในการผลักดันองค์กรไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับแนวนโยบายของประเทศไทยตามแผน BCG Economy Model (สวทช., 2564) และแนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียนในระดับสากล (World Economic Forum, 2020)



โดยการบริหารจัดการพลังงานในองค์กร ส่งผลต่อ ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในองค์กร ทั้งทางตรง ($\beta = 0.22$) และทางอ้อมผ่าน BCG ($\beta = 0.42$) โดยมีผลรวมของอิทธิพล สูงถึง ($\beta = 0.64$) แสดงให้เห็นว่าการบริหารพลังงานอย่างมีระบบตั้งแต่การวางแผน การตรวจวัด และการมีส่วนร่วมของบุคลากรภายในองค์กร มีบทบาทสำคัญต่อการประหยัดพลังงานอย่างแท้จริง งานวิจัยของ พิทยา พันธุ์สมบัติ (2562) สนับสนุนข้อค้นพบนี้ โดยระบุว่า การจัดการพลังงานในโรงงานที่มีการประเมินผลและการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมสามารถลดต้นทุนพลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับแนวคิด Total Energy Management ของ Harris (1974) และ Vieira (2015)

ในส่วนของการจัดการนวัตกรรมในองค์กร แม้ว่าจะมีอิทธิพลโดยรวมต่อ ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในองค์กร ในระดับปานกลาง ($\beta = 0.33$) แต่กลับพบอิทธิพลทางตรงเชิงลบ ($\beta = -0.20$) ซึ่งอาจสะท้อนถึงปัญหาการสื่อสารภายในองค์กร หรือการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงจากพนักงานในบางกรณี อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอิทธิพลทางอ้อมผ่าน BCG ($\beta = 0.53$) พบว่า NM สามารถส่งเสริมประสิทธิภาพด้านพลังงานได้ หากมีการบูรณาการนวัตกรรมเข้ากับระบบเศรษฐกิจสีเขียวอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับงานของ Howaldt et al. (2018) และ สมชาติ โชติการ (2563) ที่เน้นว่านวัตกรรมจะเกิดผลได้จริงต้องได้รับการสนับสนุนในเชิงโครงสร้าง ทั้งด้านนโยบาย บุคลากร และวัฒนธรรมองค์กร และสุดท้าย ค่าความแปรปรวนของโมเดลแสดงให้เห็นความแม่นยำที่สูง (R^2 ของ BCG = 0.87, EF = 0.90) แสดงว่าโมเดลนี้มีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงโครงสร้างของการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Thanarak et al. (2021) ในการศึกษาการจัดการพลังงานและนวัตกรรม

การประยุกต์ใช้โมเดลเศรษฐกิจ BCG ร่วมกับการบริหารจัดการพลังงานและการจัดการนวัตกรรม เป็นแนวทางสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในองค์กร โดยเฉพาะการสร้างการมีส่วนร่วม การวางแผนเชิงกลยุทธ์ และการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งควรได้รับการส่งเสริมและขยายผลในระดับนโยบายเพื่อขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ

สรุป

การวิจัยเรื่อง “การบริหารจัดการพลังงาน นวัตกรรมเทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน และการใช้ BCG Model ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงแก๊สของโรงงานอุตสาหกรรมยุคใหม่ในภาคตะวันออก” มีเป้าหมายหลักเพื่อศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงแก๊สในภาคอุตสาหกรรม โดยเน้นการบูรณาการแนวคิดการบริหารจัดการพลังงาน การจัดการนวัตกรรม และการประยุกต์ใช้โมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจที่ประเทศไทยให้ความสำคัญในยุคหลังโควิด-19 เพื่อสร้างความสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สในภาคตะวันออกจำนวน 223 แห่ง พบว่า ปัจจัยการบริหารจัดการพลังงาน การจัดการนวัตกรรม และการใช้นโยบาย BCG Model มีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงแก๊สอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การวางแผนพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและการสนับสนุนเศรษฐกิจสีเขียวเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดการสูญเสีย และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อค้นพบสำคัญ การบริหารจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบตามแนวคิด Total Energy Management (TEM) ช่วยให้โรงงานสามารถวางแผน วิเคราะห์ และใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดต้นทุน และสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์กร การจัดการนวัตกรรม โดยเฉพาะนวัตกรรมทางสังคมและ

เทคโนโลยีใหม่ ๆ มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตและการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ช่วยให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่ยั่งยืน การประยุกต์ใช้ BCG Model เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียวในภาคอุตสาหกรรม ช่วยลดการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษา รวมถึงการพัฒนา นโยบายที่สนับสนุนการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยี และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงาน เป็นแนวทางสำคัญในการสร้างความยั่งยืนในภาคอุตสาหกรรม

โดยสรุป การวิจัยนี้ยืนยันว่าการบูรณาการการบริหารจัดการพลังงาน การจัดการนวัตกรรม และการประยุกต์ใช้ BCG Model เป็นกลยุทธ์สำคัญที่ช่วยยกระดับประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงแก๊สในโรงงานอุตสาหกรรมยุคใหม่ของภาคตะวันออก ทั้งนี้ การดำเนินนโยบายที่เอื้อต่อการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม การสร้างความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ และการส่งเสริมแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว จะเป็นกุญแจสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยสู่ความยั่งยืนในระยะยาว

ข้อเสนอแนะ

แนวทางขยายผลสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนของอุตสาหกรรมไทย จากผลการศึกษาที่เน้นโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สในภาคตะวันออกของประเทศไทย พบว่าการจัดการนวัตกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิด BCG Model มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในองค์กร เพื่อขยายองค์ความรู้ และนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนในภาคอุตสาหกรรมไทย จึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต ดังนี้

1) ขยายขอบเขตการวิจัยครอบคลุมทุกหน่วยงานที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊ส ควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้หลากหลาย เพื่อเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานและค้นหานวัตกรรมที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ข้ามอุตสาหกรรม ช่วยให้การกำหนดนโยบายมีฐานข้อมูลที่รอบด้านยิ่งขึ้น

2) ศึกษาซ้ำในบริบทเดิมเมื่อเวลาผ่านไป ควรทำการวิจัยซ้ำเพื่อประเมินความต่อเนื่องของผลลัพธ์ ทั้งด้านการประหยัดพลังงาน การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และผลกระทบจากเทคโนโลยีหรือนโยบายใหม่

3) ออกแบบการศึกษาแบบระยะยาว (Longitudinal Study) การวิจัยระยะยาวจะช่วยติดตามพัฒนาการขององค์กรที่นำเทคโนโลยีประหยัดพลังงานมาใช้ และสะท้อนถึงความยั่งยืนของแนวทางดังกล่าวได้อย่างชัดเจน

4) เพิ่มการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อเข้าใจประเด็นเชิงลึก การศึกษาปัจจัยซับซ้อน เช่น การยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ความท้าทายในองค์กร และวัฒนธรรมองค์กร ผ่านการวิจัยเชิงคุณภาพ จะช่วยเสริมข้อมูลเชิงลึกให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5) ขยายการศึกษาไปยังอุตสาหกรรมอื่น ควรศึกษาภาคอุตสาหกรรมที่มีลักษณะการผลิตต่างกัน เช่น อุตสาหกรรมเกษตร อาหาร หรือโรงงานพลังงานหมุนเวียน เพื่อเปรียบเทียบและพัฒนาโมเดลการจัดการพลังงานที่เหมาะสมในแต่ละบริบท

6) เพิ่มปัจจัยด้านองค์กรและนโยบายในการวิเคราะห์ การบูรณาการปัจจัยใหม่ เช่น วัฒนธรรมองค์กร ภาวะผู้นำ และการสนับสนุนจากภาครัฐ จะช่วยให้การวิเคราะห์มีความรอบด้านมากขึ้น และสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศ

ข้อเสนอแนะเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้และแนวทางการบริหารจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทยให้มีประสิทธิภาพ พร้อมสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ตอบโจทย์เศรษฐกิจสีเขียวและการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคตอย่างเป็นรูปธรรม

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง แก๊สในโรงงานอุตสาหกรรมภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยมุ่งเน้นการบูรณาการระหว่างการบริหารจัดการพลังงาน การจัดการนวัตกรรม และการใช้นโยบายตามแนวคิด BCG Model (Bio-Circular-Green Economy) ผลการวิเคราะห์เชิงโครงสร้าง พบว่า ทั้งสามปัจจัยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ และส่งผลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะการใช้แนวคิดเศรษฐกิจสีเขียวและเศรษฐกิจหมุนเวียน ซึ่งช่วยลดการสูญเสียพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งยังส่งเสริมศักยภาพการแข่งขันในระดับสากล

โดยการพัฒนานโยบายที่สนับสนุนเทคโนโลยีประหยัดพลังงาน การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมภายในองค์กร และการส่งเสริมความร่วมมือภาครัฐ-เอกชน จะเป็นกุญแจสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยไปสู่ความยั่งยืนอย่างแท้จริง งานวิจัยนี้จึงสามารถเป็นแนวทางเชิงนโยบายและแนวปฏิบัติในการบริหารจัดการพลังงานขององค์กรอุตสาหกรรม เพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจสีเขียวในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- กอบศักดิ์ ภูตระกูล. (2565). *BCG Model: อนาคตใหม่ของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล.
- จิรวรรณ หอมาน. (2020). นวัตกรรมทางสังคมเพื่อการปรับตัวขององค์กรในยุคการเปลี่ยนแปลง. *วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, 15(2), 45–58.
- ธนวัฒน์ นาคสมบัติ. (2021). การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพในประเทศไทย: โอกาสและความท้าทาย. *วารสารเศรษฐศาสตร์การเมือง*, 9(1), 25–40.
- พิทยา พันธุ์สมบัติ. (2562). การจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหาร. *วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร*, 16(2), 1–15.
- สมชาติ โชติการ. (2563). นวัตกรรมทางสังคม: พลังขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืน. *วารสารพัฒนาสังคม*, 22(1), 87–108.
- สวทช. (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ). (2564). *BCG Model: เศรษฐกิจชีวภาพ-หมุนเวียน-สีเขียว เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน. (2565). *ยุทธศาสตร์พลังงานชาติ พ.ศ. 2565–2580*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (CEA). (2565). *BCG Economy Model: แนวทางการขับเคลื่อนประเทศไทยด้วยเศรษฐกิจสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566–2570)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- อบก. (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)). (2566). *แนวทางการใช้ระบบคาร์บอนเครดิตในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- อำนวย คำธณ. (2019). การใช้เทคโนโลยีเพื่อการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม. *วารสารพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม*, 7(1), 55–68.
- Chen, Y., & Li, S. (2021). Green innovation and sustainable development: Empirical evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123–478.



- Choudhary, A., Mathur, S., & Jain, K. (2018). Achieving energy efficiency in industries through innovative technologies: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1678–1697. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.282>
- Debnath, K. B., Mourshed, M., & Keane, M. M. (2019). Sustainability and resilience in energy systems: A life cycle management perspective. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 35, 258–270.
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the picture: How the circular economy tackles climate change*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Harris, L. (1974). *Total energy management*. Industrial Press.
- Howaldt, J., Kaletka, C., & Schröder, A. (2018). Social innovation and its relationship to social change: Verifying existing social theories in reference to social innovation and its relationship to social change. *Athens Journal of Social Sciences*, 5(2), 123–144.
- Kemp, R., & Foxon, T. (2017). Technological transitions and system innovations. In *Handbook of sustainable innovation* (pp. 10–22). Edward Elgar Publishing.
- Klewitz, J., Zeyen, A., & Hansen, E. G. (2017). Intermediaries driving eco-innovation in SMEs: A qualitative investigation. *European Journal of Innovation Management*, 20(2), 233–257.
- Prasertsan, S., Rerkkriangkrai, W., & Chaisomphob, T. (2019). Energy management for sustainable industry in Thailand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 27–40.
- Thanarak, P., Chanthong, W., & Pimonsathean, Y. (2021). Applying structural equation modeling (SEM) to assess energy management practices in the Thai manufacturing sector. *Energy Reports*, 7, 4990–5001.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2021). *Thailand's bio-circular-green economic model: An inclusive and sustainable pathway to prosperity*. Bangkok: UNDP Thailand.
- Vieira, E. (2015). *Energy efficiency: Towards the end of demand growth*. Academic Press.
- Vieira, E. (2015). Organizational energy management: A multidimensional perspective. *Journal of Cleaner Production*, 105, 163–178.
- World Bank. (2021). *Thailand economic monitor: The road to recovery*. Washington, DC: World Bank Group.
- World Economic Forum. (2020). *The circular economy imperative: How to build resilient, thriving economies*. Retrieved from <https://www.weforum.org>
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis* (3rd ed.). Harper and Row.

