นวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่

Innovative evaluating system for development of area-based sustainable community energy

Received: June 15, 2019
Revised: September 27, 2019
Accepted: October 4, 2019

ปิยะ นาควัชระ (Piya Narkwatchara)*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชน เพื่อให้ชุมชนสามารถใช้วัตถุดิบหรือแหล่งกำเนิดพลังงานตามธรรมชาติในการผลิตพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ทราบองค์ประกอบและกระบวนการในการประเมินและพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานของชุมชนในทุกขั้นตอน พัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่ รวมถึงตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีตัวแปรสังเกตได้ 39 ตัวแปร เก็บข้อมูล 436 ราย ด้วยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิและการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายตามลำดับ จากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่ได้รับรางวัลการจัดการพลังงานครบวงจรยอดเยี่ยมในแต่ละภูมิภาค คือ 1) ชุมชนคลองน้ำไหล จังหวัดกำแพงเพชร 2) ชุมชนท่ามะนาว จังหวัดลพบุรี 3) ชุมชนหัวนา จังหวัดหนองบัวลำภู และ 4) ชุมชนทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ทำการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์สมการโครงสร้างของแบบจำลองที่สร้างขึ้น

ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแบบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยองค์ประกอบปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการ ปัจจัยระหว่างการดำเนินงาน สามารถอธิบายตัวแปรการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืนได้ในระดับมาก นอกจากนี้พบว่าการพัฒนาพลังงานชุมชนให้เกิดความยั่งยืน ควรให้น้ำหนักกับปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการมากที่สุด โดยเฉพาะด้านการสื่อสารองค์การ รองลงมาเป็นการประสานงาน และวัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ เนื่องจากมีอิทธิพลโดยตรงและอิทธิพลทางอ้อมต่อการพัฒนาพลังงานชุมชน ผลจากการวิจัยยังพบว่าช่วงก่อนเริ่มโครงการพลังงานชุมชน ต้องคำนึงถึงศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ ตามลำดับ เพราะมีอิทธิพลโดยตรงต่อขั้นตอนการเริ่มต้นโครงการพลังงานชุมชนและยังส่งผลทางอ้อมต่อการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : โมเดลเชิงสาเหตุ พลังงานทดแทน พลังงานชุมชน การพัฒนาอย่างยั่งยืน

* อาจารย์ ดร. ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Lecturer Dr., Department of Public Administration, Faculty of Political science and Law, Burapha University

Abstract

This research aims to study the sustainability of community energy. So that the community can use raw materials or natural energy sources to generate energy in various forms, components, and processes for evaluating and developing the sustainability of the energy of communities at every step. Then develop a model of the innovative evaluating system for development of area-based sustainable community energy. Including verify the consistency of the model developed with empirical data with 39 observed Variables, the sample size was 436 derived from stratified sampling and simple random sampling respectively, from the local government organization that won the best energy management award in each region (Kamphaeng Phet, Lop Buri, Nong Bua Lam Phu, and Nakhon Si Thammarat). Perform descriptive statistical analysis, confirmatory factor analysis (CFA) and structural equation model Analysis (SEM).

The finding showed that the model was consistent with empirical data. All factors; factors before the project implementation and factors during operation can explain variables of sustainable community energy development at a high level. In addition, it was found that the development of community energy for sustainability should give the most weight to the factors during the project implementation. Especially organizational communication followed by coordination and creative organizational culture. Because of direct influence and indirect influence on community energy development. The results of the research also found that before the start of the community energy project must consider respectively the potential of renewable energy of the community Industry and economic systems. Because it has a direct influence on the process of starting a community energy project and indirect affects sustainable community energy development.

Keywords: Causal model, Renewable energy, Energy community, Sustainable development

บทนำ

พลังงานทดแทนจะต้องถูกพัฒนาและนำมาใช้งานให้เร็วขึ้นกว่าปัจจุบันมากกว่า 6 เท่า เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายตามที่วางไว้ในข้อตกลงปารีส โดยการรักษาอุณหภูมิโลกให้มีอัตราที่สูงขึ้นน้อยกว่า 2 องศาเซลเซียสซึ่งมีความเป็นไปได้ทางเทคนิค สิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์ทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม แต่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงจากแผนและนโยบายปัจจุบันของนานาประเทศกลับไม่เป็นเช่นนั้น (IRENA, 2018) หากพิจารณาในเอกสารของ IRENA (2018) ที่กล่าวถึง Global Energy Transformation: A roadmap to 2050 พบว่าแนวโน้มความต้องการด้านพลังงานสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง คาดการณ์ว่าจากข้อมูลในปี 2015 ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 20,204 TWh/yr จะกลายเป็น 41,508 TWh/yr และสัดส่วนวัตถุดิบหรือแหล่งพลังงานที่จะนำมาใช้สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเดิมที่อาศัยแหล่งพลังงานทดแทนเพียงร้อยละ 24 จะสูงขึ้นเป็น ร้อยละ 85 ในปี 2050 โดยแหล่งพลังงานทดแทนที่มีการนำมาใช้มากขึ้นได้แก่ พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม ตามลำดับ

จากแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2561-2580 พบว่าเพื่อสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานในระยะยาว ได้มีการวางแผนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งต้นกำเนิดพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นจากโรงไฟฟ้าตามนโยบายการส่งเสริมภาครัฐ ซึ่งกำลังไฟฟ้าผลิตได้ จำนวน 520 MW และโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนตามนโยบายการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน จำนวน 18,176 MW ซึ่งเป็นพลังงานที่จะผลิตได้ตามแผน ณ สิ้นปี 2580 (EPPO, 2018b) ส่วนสถานการณ์ด้านพลังงานในปัจจุบันของประเทศไทยพบว่าการใช้ไฟฟ้า ปี 2560 มีการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 185,124 GWh เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 1.2 ส่วนศักยภาพในการผลิตไฟฟ้า ปี 2560 มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจำนวน 201,166 GWh เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8 จำแนกเป็นการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ เพิ่มขึ้นร้อยละ 32.2 พลังงานหมุนเวียน และไฟฟ้านำเข้าจากต่างประเทศ เพิ่มขึ้นร้อยละ 19.2 และ 23.2 ตามลำดับ ขณะที่การผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลลดลง อาทิ ก๊าซธรรมชาติลดลงร้อยละ 4.0 จากถ่านหินลิกไนต์ ลดลงร้อยละ 3.7 และจากน้ำมันลดลงร้อยละ 32.8 (EPPO, 2018a) จากข้อมูลข้างต้นถึงแม้สัดส่วนการนำพลังงานทดแทนมาใช้จะมีมากขึ้นก็ตาม แต่ยังคงอยู่ห่างไกลจากเป้าหมายของแผนในระดับประเทศและระดับนานาชาติถึงแม้จะมีการกำหนดแนวทางไว้แล้ว

จะเห็นได้ว่าในระดับนโยบายมีการกำหนดเป้าหมายไว้อย่างชัดเจน แต่ในทางปฏิบัติเราจะสามารถก้าวไปถึงจุดนั้นได้อย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานเพื่อให้สามารถนำแหล่งวัตถุดิบประเภทพลังงานทดแทนมาผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ หากพิจารณาแนวคิดนวัตกรรมแบบเกลียว (Helix innovation) ตามแนวคิดของ Campbell and Carayannis (2010) จะพบว่าองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กัน อาทิ มหาวิทยาลัยและงานวิจัย อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ แนวนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง การสื่อสารและวัฒนธรรม ตลอดจนสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติของสังคม สิ่งเหล่านี้ช่วยให้การดำเนินงานเกิดความยั่งยืน

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาปัจจัยองค์ประกอบและกระบวนการในการประเมินและพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชน และนำองค์ความรู้ที่ค้นพบมาพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงโครงการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งเชื้อเพลิงทดแทนในชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและกระบวนการในการประเมินและพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานของชุมชนในขั้นตอนเริ่มโครงการ ขั้นตอนการดำเนินโครงการ และขั้นตอนสร้างผลผลิต
2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่
3. เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์

แนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากองค์ความรู้พื้นฐานในสถาบันการศึกษาจนกลายมาสู่นวัตกรรมที่สนองตอบความต้องการในด้านต่าง ๆ ซึ่งต่อยอดแนวคิด ทฤษฎี ให้มีความสมบูรณ์ขึ้น หรือเป็นจุดเปลี่ยนแนวคิดทฤษฎีเดิมไปสู่แนวคิดทฤษฎีใหม่ ดังปรากฏในผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับ นวัตกรรมแบบเกลียว (Helix innovation) ของ Campbell and Carayannis (2010); (Carayannis, Grigoroudis, Campbell, Meissner, & Stamati, 2018) อีกสององค์ประกอบที่สำคัญที่ควรพิจารณาคือ อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิตมีส่วนสำคัญต่ออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอุปกรณ์และระบบที่เกี่ยวกับการนำมาใช้ในโครงการพลังงานชุมชน รวมถึงการเมืองและนโยบายภาครัฐที่ช่วยขับเคลื่อนทั้งในทางตรงและทางอ้อมให้โครงการประสบความสำเร็จได้อย่างยั่งยืน

ส่วนศักยภาพด้านพลังงานทดแทนขึ้นอยู่กับปริมาณของแหล่งกำเนิดพลังงานซึ่งปริมาณของวัตถุดิบต้องมากเพียงพอที่จะนำมาใช้แปรรูปเป็นพลังงานได้อย่างต่อเนื่อง (Tantranont, Yaowarat, Pattarapremcharoen, & Thanarak, 2018) ชนิดแหล่งกำเนิดพลังงานความมีความหลากหลายของวัตถุดิบหรือแหล่งกำเนิดพลังงาน ทำให้สามารถผลิตพลังงานได้อย่างผสมผสานจากแหล่งพลังงานที่ต่างกัน เกิดความต่อเนื่องในการใช้งานตลอดวัน (Bernaciak, Bernaciak, Zasada, & Lis, 2017) ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการ (Tantranont et al., 2018) และ ความสามารถของสมาชิกในโครงการผ่านการบ่มเพาะจากการอบรม การทดลองปฏิบัติ รวมถึงทักษะพิเศษเฉพาะบุคคล (Ric & Chris, 2017)

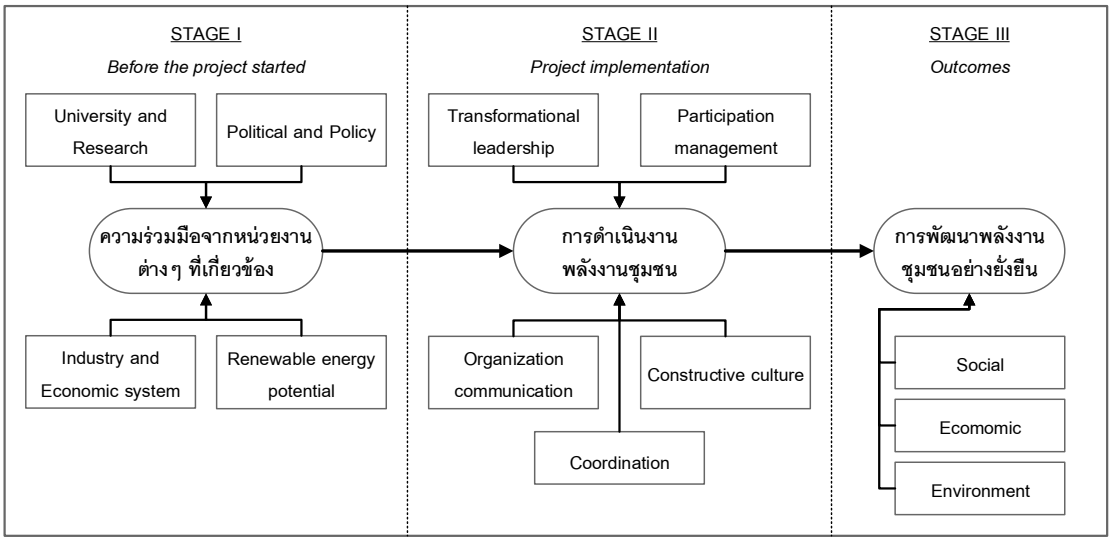
องค์ประกอบด้านภาวะผู้นำของชุมชนจากการศึกษาของ Schieltz (2013) กล่าวถึงภาวะผู้นำในการเปลี่ยนแปลง โดยผู้นำมักจะแสดงออกในลักษณะการมีอิทธิพลอย่างมีอุดมการณ์แก่สมาชิก การสร้างแรงบันดาลใจในการทำงาน การกระตุ้นทางปัญญา และการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชาโดยคำนึงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล ส่วนแนวคิดด้านการมีส่วนร่วมของ Cohen and Uphoff (1977) ที่ได้กล่าวถึงการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมายตามภารกิจ ตั้งแต่การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน การมีส่วน

ร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล โดยช่องทางการติดต่อสื่อสารในองค์การตามแนวคิด Thayer, Johannesen, and Hardt (1980) กล่าวถึงการสื่อสารภายในตัวบุคคล ระหว่างบุคคล ตลอดจนเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในกระบวนการติดต่อสื่อสาร

การประสานงาน (Coordination) ได้แนวคิดจากการศึกษาของ Miles, Snow, Meyer, and Coleman Jr (1978) กล่าวถึงหลักการประสานงานว่าเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานในองค์กร การประสานงานที่ดีจะทำให้หน่วยงานดำเนินการได้ในทิศทางเดียวกันเป็นไปตามที่ได้วางแผนไว้ ประกอบด้วย โครงสร้าง ระบบ บุคลากร และกลยุทธ์ ส่วนวัฒนธรรมลักษณะสร้างสรรค์ ได้แนวคิดจาก R. Cooke and Lafferty (1989) เป็นองค์กรที่มีลักษณะของการให้ความสำคัญกับค่านิยมในการทำงาน ซึ่งลักษณะพื้นฐานของวัฒนธรรมองค์กรเชิงสร้างสรรค์ แบ่งเป็น 4 มิติ คือ มิติมุ่งความสำเร็จ มิติมุ่งสัจการแห่งตน มิติมุ่งบุคคล และมิติมุ่งไมตรีสัมพันธ์ ส่วนองค์ประกอบด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน ได้แนวคิดจากการศึกษาของ Campbell and Carayannis (2010) Giddings, Hopwood, and O'brien (2002) Maqbool (2018) กล่าวถึงแนวทางการจัดการทรัพยากรเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมุ่งพิจารณาองค์ประกอบรวมสามด้าน ได้แก่ ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อม

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทนและพลังงานชุมชน สิ่งเหล่านี้บูรณาการเป็นตัวแบบนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่ ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

จากตัวแบบนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาเพื่อความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่ตามกรอบแนวคิดในการวิจัยที่ข้างต้น ผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 (H_1) ตัวแบบนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาเพื่อความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่ ตามสมมติฐานที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สมมติฐานที่ 2 (H_2) ปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน

สมมติฐานที่ 3 (H_3) ปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่ ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนสำหรับการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนากรอบแนวคิดตัวแบบนวัตกรรมระบบการประเมิน

เพื่อพัฒนาตัวแปรและกรอบแนวคิดให้สมบูรณ์และตรวจสอบยืนยันโมเดลสมมติฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากแหล่งข้อมูลแบบทุติยภูมิจึงนำวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) มาใช้ด้วยเทคนิควิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เลือกผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากต้องการผู้ที่มีความรู้หรือมีข้อมูลอันเกี่ยวข้องในเรื่องพลังงานชุมชน จำนวน 5 ท่านจากบริบทที่หลากหลาย การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจำแนกชนิดข้อมูล (Typological analysis) ด้วยการวิเคราะห์คำหลัก (Domain analysis) กับการวิเคราะห์สารบบ (Taxonomy analysis) เพื่อปรับปรุงโมเดลตามคำแนะนำ จนสามารถสรุปปัจจัยและโมเดลสมมติฐานที่เหมาะสม

ระยะที่ 2 การพัฒนาตัวแบบนวัตกรรมระบบการประเมิน

จากตัวแบบสมมติฐานในระยะที่ 1 ผู้วิจัยนำกรอบแนวคิดดังกล่าวมาวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) โดยเป็นการวิจัยเชิงสำรวจและค้นหาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลที่ดีที่สุด (Goodness of Fit Causal Relationship) กำหนดตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น (Basic assumption) ตามข้อตกลงในการใช้สถิติ และวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) ด้วยโปรแกรมสถิติทางสังคมศาสตร์ และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis: CFA) รวมถึงการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (Structural Equation Model Analysis: SEM)

ประชากร ประกอบด้วย คณะกรรมการพลังงานชุมชน อาสาสมัครพลังงานชุมชน (อส.พน.) สมาชิกวิสาหกิจชุมชนลดใช้พลังงาน ผู้ใช้ประโยชน์จากพลังงานชุมชน รวมถึงเจ้าหน้าที่รัฐที่เกี่ยวข้องกับพลังงานชุมชน พิจารณาจากโครงการพลังงานชุมชนที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐจนประสบความสำเร็จเป็นที่ประจักษ์ และได้รับรางวัลสุดยอดคนพลังงาน “สาขาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) จัดการพลังงานครบวงจรยอดเยี่ยม” ในแต่ละภูมิภาค ประกอบด้วย 1) พลังงานชุมชนคลองน้ำไหล จังหวัดกำแพงเพชร 2) พลังงาน

ชุมชนท่ามะนาว จังหวัดลพบุรี 3) พลังงานชุมชนหัวนา จังหวัดหนองบัวลำภู และ 4) พลังงานชุมชนทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ประชากรรวม 40,758 คน

กลุ่มตัวอย่าง คำนวณจากแนวคิดของ Lindeman, Merenda, and Gold (1980) กำหนดขนาดของตัวอย่างประมาณ 10 เท่าของตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variables) สำหรับการวิจัยนี้มีตัวแปรสังเกตได้จำนวน 39 ตัวแปร จึงมีกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำไม่น้อยกว่า 390 ตัวอย่าง ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามจำนวน 440 ชุด ได้รับแบบสอบถามตอบกลับ 436 ชุด กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบแยกชั้นหรือแบบชั้นภูมิ (Stratified sampling) ตามสัดส่วนของประชากรในแต่ละชุมชน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยกำหนดเลขหมายให้กับประชากรและทำการสุ่มเลือกตัวอย่างต่อไป

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ แบบสอบถามได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) ด้วยวิธีการของ Rovinelli and Hambleton (1977) ผลการวิเคราะห์ทุกข้อคำถามมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าแบบสอบถามมีความตรงตามเนื้อหา จากนั้นทดสอบหาความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (Cronbach, 1951) ข้อคำถามมีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป ซึ่งแสดงว่าตัววัดหรือคุณลักษณะ (Attributes) ของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีความเชื่อมั่นน่าเชื่อถือที่จะใช้ศึกษา (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2014) ผลการวิเคราะห์รายด้าน ได้แก่ มหาวิทยาลัยและงานวิจัย เท่ากับ .892 อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ เท่ากับ .893 การเมืองและนโยบายภาครัฐ เท่ากับ .820 ศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน เท่ากับ .929 ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง เท่ากับ .915 การบริหารงานแบบมีส่วนร่วม เท่ากับ .921 การสื่อสารองค์การ เท่ากับ .889 การประสานงาน เท่ากับ .897 วัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ เท่ากับ .876 และการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน เท่ากับ .900

การตรวจสอบข้อมูล ข้อมูลถูกนำมาตรวจสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติวิเคราะห์ เพื่อยืนยันคุณลักษณะที่สอดคล้องกับเทคนิควิธีทางสถิติที่เลือกใช้ ขั้นแรกตรวจสอบก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ การตรวจสอบข้อมูลขาดหาย การตรวจสอบค่าสุดโต่ง และการตรวจสอบข้อมูลว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร ขั้นที่สองการตรวจสอบก่อนการวิเคราะห์ระดับพหุ ได้แก่ การตรวจสอบภาวะร่วมเส้นตรงพหุ และการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นของข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ออกแบบขั้นตอนการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปด้วยค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variation) ค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis)

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อทดสอบว่าตัวแบบสมการในแต่ละองค์ประกอบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่

3. ทดสอบตัวแบบจำลองสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้าง (SEM) โดยประเมินความกลมกลืนของตัวแบบกับข้อมูลประจักษ์ในภาพรวม ค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินความกลมกลืน ได้แก่ดัชนี CFI, RFI, SRMR, RMSEA, GFI, AGFI และ CMIN/df (Hair et al., 2014; เสรี ชัดแช้ม,

2547) จากนั้นประเมินความกลมกลืนของผลลัพธ์ในส่วนประกอบสำคัญในตัวแบบ โดยวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) (Jöreskog & Sörbom, 1993; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณกำลังสอง (Square Multiple Correlation: R^2)

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 58.03 รองลงเป็นเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 41.97 โดยมีอายุในช่วงระหว่าง 51 – 60 ปี มากที่สุด รองลงมา 41 – 50 ปี และ อายุมากกว่า 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 35.55, 22.70 และ 17.66 ตามลำดับ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลักคือเกษตรกร รองลงมาคือค้าขาย และเจ้าหน้าที่รัฐ/รัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 57.8, 13.30 และ 10.78 ตามลำดับ ซึ่งมีรายได้เฉลี่ยระหว่าง 5,000 – 10,000 บาท รายได้น้อยกว่า 5,000 บาท และ 10,001 – 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 49.08, 19.96 และ 11.01 ตามลำดับ

ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบประถมศึกษา รองลงมาจบมัธยมต้น และมัธยมปลาย/ปวช. คิดเป็นร้อยละ 55.73, 12.85 และ 11.93 ตามลำดับ บทบาทในโครงการส่วนใหญ่คือผู้ใช้ประโยชน์จากพลังงานชุมชน รองลงมาเป็นสมาชิกกลุ่มฯ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานชุมชน และอาสาสมัครพลังงานชุมชน คิดเป็นร้อยละ 43.81, 27.52 และ 10.09 ตามลำดับ โดยมีระยะเวลาที่ได้เข้าร่วมโครงการพลังงานชุมชนมากที่สุด 3 – 4 ปี รองลงมาน้อยกว่า 1 ปี และ 1 – 2 ปี คิดเป็นร้อยละ 39.22, 24.77 และ 23.62 ตามลำดับ ส่วนวัสดุและแหล่งพลังงานธรรมชาติส่วนใหญ่ได้จากมูลสัตว์/ขยะเปียก รองลงมาเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และพลังงานจากแสงแดดที่แรงและสม่ำเสมอ คิดเป็นร้อยละ 46.06, 35.28 และ 13.71 ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลวัตถุดิบและพลังงานที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มีการตรวจวัดหรือสังเกตแต่ไม่ได้บันทึกข้อมูล รองลงมาไม่มีการตรวจวัดหรือสังเกต และมีการตรวจวัดหรือสังเกตและได้ทำการบันทึกข้อมูล คิดเป็น ร้อยละ 63.07, 28.21 และ 8.72 ตามลำดับ โดยพลังงานทดแทนที่นำมาใช้เป็นหลักคือพลังงานแสงอาทิตย์ รองลงมาเป็นพลังงานชีวมวล และพลังงานชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 41.41, 27.93 และ 21.53 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ระดับองค์ประกอบ

1. องค์ประกอบของปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน 4 ปัจจัย ได้แก่ มหาวิทยาลัยและงานวิจัย (University and research) อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ (Industry and economic system) การเมืองและนโยบายภาครัฐ (Political and Policy) และศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน (Renewable energy potential) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และระดับของปัจจัย เป็นเครื่องมือประกอบการอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลอธิบายได้ดังตารางที่ 1

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 - 3431

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และระดับองค์ประกอบของปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน

	องค์ประกอบของปัจจัยความสำเร็จ	$\bar{X}$	SD	CV	SI	KI	ระดับ
1	**มหาวิทยาลัยและงานวิจัย**	**3.95**	**.64**	**.16**	**-.89**	**1.56**	**มาก**
	1.1 องค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัย	3.91	.77	.20	-.89	1.77	มาก
	1.2 เทคโนโลยีและนวัตกรรม	3.89	.76	.20	-.63	.88	มาก
	1.3 ห้องปฏิบัติการทดสอบ	3.99	.74	.19	-.57	.78	มาก
	1.4 การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี	4.02	.86	.21	-.92	1.25	มาก
2	**อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ**	**3.87**	**.66**	**0.17**	**-1.02**	**2.12**	**มาก**
	2.1 ราคาอุปกรณ์มีความเหมาะสม	3.81	.77	0.20	-.83	1.64	มาก
	2.2 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์	3.86	.78	0.20	-.67	1.13	มาก
	2.3 การติดตั้งและซ่อมบำรุง	3.91	.81	0.21	-.86	1.52	มาก
	2.4 ราคาพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล	3.89	.76	0.20	-.46	0.44	มาก
3	**การเมืองและนโยบายภาครัฐ**	**3.81**	**.71**	**.19**	**-.75**	**.81**	**มาก**
	3.1 นโยบาย	3.64	.76	.21	-.75	.53	มาก
	3.2 กฎข้อบังคับ	3.68	.82	.22	-.62	.89	มาก
	3.3 แผนงาน	3.82	.74	.19	-.78	.76	มาก
	3.4 การสนับสนุนจากภาครัฐ	3.68	.81	.22	-.72	.71	มาก
4	**ศักยภาพพลังงานทดแทนของชุมชน**	**3.88**	**.70**	**.18**	**-.93**	**1.41**	**มาก**
	4.1 ปริมาณของแหล่งกำเนิดพลังงาน	3.79	.83	.22	-.90	1.59	มาก
	4.2 ชนิดแหล่งกำเนิดพลังงาน	3.88	.83	.21	-.72	.98	มาก
	4.3 ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้	3.89	.82	.21	-.62	.69	มาก
	4.4 ความเชี่ยวชาญของสมาชิกชุมชน	3.94	.80	.20	-.66	1.00	มาก

มหาวิทยาลัยและงานวิจัย ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.95, CV = 0.16) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า ด้านการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.02, CV = 0.21) รองลงมาคือ ห้องปฏิบัติการทดสอบ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.99, CV = 0.19) และองค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัย ($\overline{X}$ = 3.91, CV = 0.20)

อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.87, CV = 0.17) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า การติดตั้งและซ่อมบำรุง อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.91, CV = 0.21) รองลงมาคือ ราคาพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.89, CV = 0.20) และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ($\overline{X}$ = 3.86, CV = 0.20)

การเมืองและนโยบายภาครัฐ ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.81, CV = 0.19) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า ด้านการวางแผนงาน อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.82, CV = 0.19) รองลงมาเท่ากันคือ ด้านกฎข้อบังคับ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.68, CV = 0.22) และการสนับสนุนจากภาครัฐ ($\overline{X}$ = 3.68, CV = 0.22)

ศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.88, CV = 0.18) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า ความเชี่ยวชาญของสมาชิกในชุมชน อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.94, CV = 0.20) รองลงมาคือ ปริมาณพลังงานที่ลดได้ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.89, CV = 0.21) และชนิดของแหล่งกำเนิดพลังงาน ($\overline{X}$ = 3.88, CV = 0.21)

2. องค์ประกอบของปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน 5 ปัจจัย ได้แก่ ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Transformational leadership) การบริหารงานแบบมีส่วนร่วม (Participation management) การสื่อสารองค์การ (Organization communication) การประสานงาน (Coordination) วัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ (Constructive culture) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และระดับของปัจจัย เป็นเครื่องมือประกอบการอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลอธิบายได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และระดับองค์ประกอบของปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน

	องค์ประกอบของปัจจัยความสำเร็จ	$\bar{X}$	SD	CV	SI	KI	ระดับ
5	**ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง**	**3.97**	**.64**	**.16**	**-.77**	**1.32**	**มาก**
	5.1 การมีอิทธิพลอย่างมีอุดมการณ์	3.93	.68	.17	-.51	.84	มาก
	5.2 การสร้างแรงบันดาลใจ	3.98	.70	.18	-.57	.78	มาก
	5.3 การกระตุ้นทางปัญญา	3.99	.71	.18	-.61	.65	มาก
	5.4 การคำนึงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล	3.97	.78	.20	-.65	.64	มาก
6	**การบริหารงานแบบมีส่วนร่วม**	**3.92**	**.61**	**.16**	**-.98**	**2.16**	**มาก**
	6.1 การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ	3.90	.71	.18	-.59	.98	มาก
	6.2 การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน	3.83	.71	.19	-.50	.93	มาก
	6.3 การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์	3.97	.70	.18	-.88	1.54	มาก
	6.4 การมีส่วนร่วมในการประเมินผล	3.97	.72	.18	-.69	1.12	มาก
7	**การสื่อสารองค์การ**	**4.00**	**.63**	**.16**	**-.95**	**2.17**	**มาก**
	7.1 การสื่อสารภายในบุคคล	3.93	.71	.18	-.67	1.30	มาก
	7.2 การสื่อสารระหว่างบุคคล	3.99	.76	.19	-.65	.57	มาก
	7.3 การสื่อสารภายในองค์การ	4.02	.67	.17	-.74	1.56	มาก
	7.4 เทคโนโลยีการสื่อสาร	4.06	.71	.17	-.98	2.02	มาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

	องค์ประกอบของปัจจัยความสำเร็จ	$\bar{X}$	SD	CV	SI	KI	ระดับ
8	**การประสานงาน**	**3.98**	**.66**	**.17**	**-.96**	**1.86**	**มาก**
	8.1 ด้านโครงสร้าง	3.95	.71	.18	-.73	1.29	มาก
	8.2 ด้านระบบ	3.98	.74	.19	-.74	.86	มาก
	8.3 ด้านบุคลากร	3.99	.72	.18	-.80	1.6	มาก
	8.4 ด้านกลยุทธ์	4.00	.74	.19	-.74	1.19	มาก
9	**วัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์**	**4.00**	**.66**	**.17**	**-1.05**	**2.30**	**มาก**
	9.1 การมุ่งเน้นความสำเร็จ	4.01	.76	.19	-.73	.98	มาก
	9.2 การมุ่งเน้นสัจการแห่งตน	3.97	.73	.18	-.87	1.84	มาก
	9.3 การมุ่งเน้นบุคคลและการสนับสนุน	3.99	.75	.19	-.90	1.65	มาก
	9.4 การมุ่งไมตรีสัมพันธ์	4.03	.73	.18	-.83	1.39	มาก

ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.97, CV = 0.16) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า การกระตุ้นทางปัญญา อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.99, CV = 0.18) รองลงมาคือ การสร้างแรงบันดาลใจ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.98, CV = 0.18) และการคำนึงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล ($\overline{X}$ = 3.97, CV = 0.20)

การบริหารงานแบบมีส่วนร่วม ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.92, CV = 0.16) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่าสูงสุดเท่ากันคือ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.97, CV = 0.18) และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.97, CV = 0.18) รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ($\overline{X}$ = 3.90, CV = 0.18)

การสื่อสารองค์การ ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.00, CV = 0.16) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า เทคโนโลยีการสื่อสาร อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.06, CV = 0.17) รองลงมาคือ การสื่อสารภายในองค์การ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.02, CV = 0.17) และการสื่อสารระหว่างบุคคล ($\overline{X}$ = 3.99, CV = 0.19)

การประสานงาน ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.98, CV = 0.17) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า ด้านกลยุทธ์ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.00, CV = 0.19) รองลงมาคือ ด้านบุคลากร อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.99, CV = 0.18) และด้านระบบ ($\overline{X}$ = 3.98, CV = 0.19)

วัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.00, CV = 0.17) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า การมุ่งไมตรีสัมพันธ์ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.03, CV = 0.18) รองลงมาคือ การมุ่งเน้นความสำเร็จ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.01, CV = 0.19) และการมุ่งเน้นบุคคลและการสนับสนุน ($\overline{X}$ = 3.99, CV = 0.19)

3. องค์ประกอบของการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน 3 ปัจจัย ได้แก่ สังคม (Social) เศรษฐกิจ (Economic) และสิ่งแวดล้อม (Environment) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และระดับของปัจจัย เป็นเครื่องมือประกอบการอธิบาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอธิบายได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และระดับองค์ประกอบของการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน

	ความสำเร็จของโครงการ	$\bar{X}$	SD	CV	SI	KI	ระดับ
10	**การพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน**	4.05	.63	.16	-1.18	2.95	**มาก**
	10.1 สังคม	4.02	.70	.17	-1.00	1.86	มาก
	10.2 เศรษฐกิจ	4.05	.68	.17	-1.14	2.75	มาก
	10.3 สิ่งแวดล้อม	4.07	.69	.17	-.89	1.46	มาก

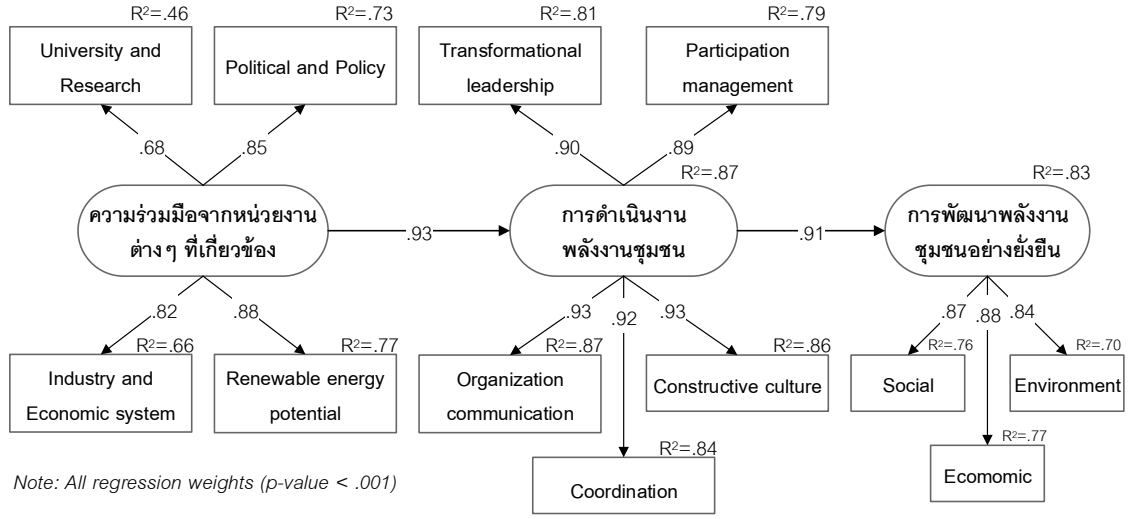
การพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.05, CV = 0.16) หากพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า ด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.07, CV = 0.17) รองลงมาคือ ด้านเศรษฐกิจ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.05, CV = 0.17) และด้านสังคม ($\overline{X}$ = 4.02, CV = 0.17)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบรวมทุกตัวแปรแฝง ปรากฏว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จากค่า χ^2 = 1072.534, CMIN/df = 1.689, df = 635, p= .000, CFI = .971, GFI = .887, RFI = .921, AGFI = .861, RMSEA = .040 และ SRMR = .027 เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่า ตัวบ่งชี้มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .65 ถึง .90 และทุกตัวแปรบ่งชี้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงว่าตัวบ่งชี้ทุกตัวเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของโมเดลในภาพรวม

1. การวิเคราะห์เชิงสาเหตุของโมเดลสมมติฐาน (Hypothesized model)

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่ ตามโมเดลสมมติฐาน (Hypothesized model) โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ดังนี้



ภาพที่ 2 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน

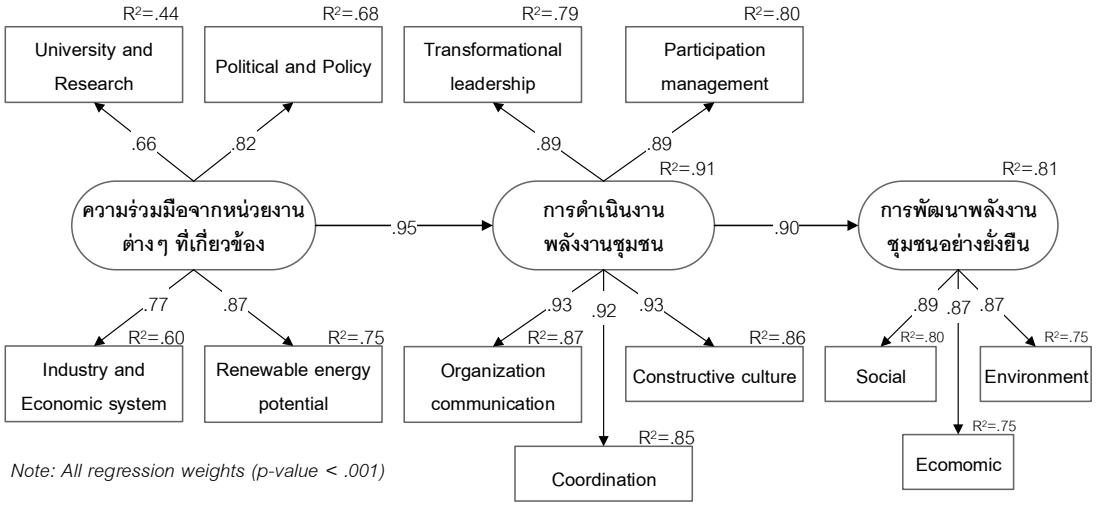
จากผลการพิจารณาดัชนีข้างต้นเข้าเกณฑ์การวัด 4 เกณฑ์ คือ ดัชนี CFI ดัชนี RFI ดัชนี SRMR และดัชนี GFI ส่วนดัชนีที่ไม่เข้าเกณฑ์ คือ ดัชนี CMIN/df ดัชนี RMSEA และดัชนี AGFI ดังค่าสถิติเทียบกับเกณฑ์ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความสอดคล้องและกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ของโมเดลสมมติฐาน

MODEL	χ^2	*CMIN/df*	*CFI*	*RFI*	*SRMR*	*RMSEA*	*GFI*	*AGFI*
All factors	217.298	4.179	.970	.951	.025	.085	.922	.883
Criterion		<3.00	>.92	>.92	≤.09	≤.08	>.90	>.90
Result		ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

2. การวิเคราะห์เชิงสาเหตุของโมเดลปรับแก้ (Adjusted model)

ผู้วิจัยดำเนินการเพิ่มเส้นความสัมพันธ์ความคลาดเคลื่อน ตามโปรแกรมแนะนำที่มีค่าสูงสุดเข้าไปและทำการประมวลผลทีละเส้น และพิจารณาความเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีความกลมกลืนที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งพิจารณาว่าเส้นความสัมพันธ์ความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มเข้าไปนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ หากไม่มีนัยสำคัญก็จะนำเส้นความสัมพันธ์ความคลาดเคลื่อนเส้นนั้นออก จนได้โมเดลที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และเส้นความสัมพันธ์ความคลาดเคลื่อน ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น



ภาพที่ 3 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามการปรับแก้

จากผลการพิจารณาดัชนีข้างต้นเข้าเกณฑ์การวัดทุกเกณฑ์แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นอย่างดี ดังค่าสถิติเทียบกับเกณฑ์ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าความสอดคล้องและกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ของโมเดลปรับแก้

MODEL	χ^2	*CMIN/df*	*CFI*	*RFI*	*SRMR*	*RMSEA*	*GFI*	*AGFI*
All factors	135.026	2.935	.984	.966	.020	.067	.952	.918
Criterion		<3.00	>.92	>.92	≤.09	≤.08	>.90	>.90
Result		ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของโมเดลปรับแก้ พบว่า ปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน (X1) ได้รับอิทธิพลรวม (TE) และอิทธิพลทางตรง (DE) มาจากศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน (Renewable energy potential) มากที่สุด รองลงมาคือ อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ (Industry and Economic system) การเมืองและนโยบายภาครัฐ (Political and Policy) ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลของตัวแปรเหตุไปยังตัวแปรผลของโมเดลปรับแก้ ชุดที่ 1

ตัวแปรผล	**ปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน (X1)**		
ตัวแปรเหตุ	**DE**	**IE**	**TE**
มหาวิทยาลัยและงานวิจัย (F1)	.66	-	.66
อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ (F2)	.82	-	.82
การเมืองและนโยบายภาครัฐ (F3)	.77	-	.77
ศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน (F4)	.87	-	.87

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของโมเดลปรับแก้ พบว่า ปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน (X2) ได้รับอิทธิพลรวม (TE) และอิทธิพลทางตรง (DE) มาจาก ปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มากที่สุด รองลงมาคือ การสื่อสารองค์การ (Organization communication) ส่วนการประสานงาน (Coordination) และวัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ (Constructive culture) เท่ากัน

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลของตัวแปรเหตุไปยังตัวแปรผลของโมเดลปรับแก้ ชุดที่ 2

ตัวแปรผล	**ปัจจัยระหว่างดำเนินโครงการพลังงานชุมชน (X2)**		
ตัวแปรเหตุ	**DE**	**IE**	**TE**
ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง (F5)	.89	-	.89
การบริหารงานแบบมีส่วนร่วม (F6)	.89	-	.89
การสื่อสารองค์การ (F7)	.93	-	.93
การประสานงาน (F8)	.92	-	.92
วัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ (F9)	.92	-	.92
ปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน (X1)	.95	-	.95

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของโมเดลปรับแก้ พบว่า การพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน (X3) ได้รับอิทธิพลรวม (TE) และอิทธิพลทางตรง (DE) มาจากปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มากที่สุด และได้รับอิทธิพลรวม (TE) และอิทธิพลทางอ้อม (IE) จากปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน ดังรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลของตัวแปรเหตุไปยังตัวแปรผลของโมเดลปรับแก้ ชุดที่ 3

ตัวแปรผล	**การพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน (X3) (Energy community sustainability)**		
ตัวแปรเหตุ	**DE**	**IE**	**TE**
ปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน (X1)	-	.86	.86
ปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน (X2)	.90	-	.90

ผลการวิจัยนี้สนับสนุนว่า การพัฒนาพลังงานชุมชนให้เกิดความยั่งยืน ควรให้น้ำหนักกับปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการสื่อสารองค์การ (Organization communication) รองลงมาเป็นการประสานงาน (Coordination) และวัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ (Constructive culture) เนื่องจากมีอิทธิพลโดยตรงและอิทธิพลทางอ้อมต่อการพัฒนาพลังงานชุมชนให้เกิดความยั่งยืน

นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงก่อนเริ่มโครงการพลังงานชุมชน ต้องคำนึงถึงศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน (Renewable energy potential) อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ (Industry and Economic system) ตามลำดับ เพราะมีอิทธิพลโดยตรงต่อขั้นตอนการเริ่มต้นโครงการพลังงานชุมชน นอกนี้ยังส่งผลทางอ้อมต่อการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน

3. การทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างปัจจัยภายในโมเดล

สมมติฐานที่ 1 (H_1) ที่กล่าวว่า ตัวแบบนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานชุมชนเชิงพื้นที่ ตามสมมติฐานที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การวิจัยนี้ยอมรับสมมติฐานดังกล่าว เพราะผลการทดสอบค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (CMIN/df = 2.935) ดัชนีวัดความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI = .984) ค่าดัชนีวัดความสัมพันธ์ (RFI = .966) ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (RMSEA = .067) ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน (SRMR = .020) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI = .952) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนปรับแก้แล้ว (AGFI = .918) ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกดัชนี จึงสรุปได้ว่าโมเดลที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

สมมติฐานที่ 2 (H_2) ที่กล่าวว่า ปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน การวิจัยนี้ยอมรับสมมติฐานดังกล่าว เพราะผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในโมเดลแสดงให้เห็นว่า มีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (β = .95, $p<.001$) โดยมีองค์ประกอบปัจจัย ได้แก่ มหาวิทยาลัยและงานวิจัย อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ การเมืองและนโยบายภาครัฐ และศักยภาพด้านพลังงานทดแทนชุมชน

สมมติฐานที่ 3 (H_3) ที่กล่าวว่า ปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน การวิจัยนี้ยอมรับสมมติฐานดังกล่าว เพราะผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในโมเดลแสดงให้เห็นว่า มีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (β = .90, $p<.001$) โดยมีองค์ประกอบปัจจัย ได้แก่ ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง การบริหารงานแบบมีส่วนร่วม การสื่อสารองค์การ การประสานงาน และวัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานเชิงพื้นที่ ปรากฏว่าแบบจำลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นอย่างดี โดยข้อค้นพบจากการวิจัยสามารถอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดังนี้

ตัวแปรปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มีอิทธิพลทางตรงต่อปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน โดยส่งผลในทิศทางบวกแสดงว่าในขั้นตอนการเตรียมการเพื่อเริ่มโครงการ หากมีองค์ประกอบที่สนับสนุนต่อการเริ่มดำเนินโครงการที่ดี คอยช่วยเหลือส่งเสริม อาทิ มหาวิทยาลัยและงานวิจัย อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ การเมืองและนโยบายภาครัฐ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Campbell and Carayannis (2010); Carayannis et al. (2018) ศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน จะช่วยเสริมใน

ทางบวกต่อช่วงการดำเนินโครงการพลังงานชุมชนให้เป็นไปอย่างราบรื่นตามแผนที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bernaciak et al. (2017); Ric and Chris (2017); Tantranont et al. (2018)

ตัวแปรปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน มีอิทธิพลทางตรงต่อการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน โดยส่งผลในทิศทางบวกแสดงว่าในขั้นตอนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน หากมีองค์ประกอบที่สนับสนุนต่อการดำเนินโครงการที่ดี คอยช่วยเหลือส่งเสริม ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวคิดของที่ได้ศึกษาไว้ก่อนแล้ว อาทิ ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Schieltz, 2013)การบริหารงานแบบมีส่วนร่วม (Cohen & Uphoff, 1977) การสื่อสารองค์การ (Thayer et al., 1980) การประสานงาน Miles et al. (1978) วัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ (R. A. Cooke & Szumal, 2000) จะช่วยเสริมในทางบวกต่อการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน อันประกอบด้วยมิติด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับแนวคิดของ Campbell and Carayannis (2010); Giddings et al. (2002); Maqbool (2018)

จากการศึกษาโมเดลเชิงสาเหตุของนวัตกรรมระบบการประเมินเพื่อการพัฒนาความยั่งยืนของพลังงานเชิงพื้นที่ พบว่าองค์ประกอบของตัวแบบทุกด้านอันประกอบด้วยปัจจัยก่อนการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน และปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชน สามารถอธิบายตัวแปรการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน ในระดับมาก สอดคล้องกับแนวคิดของ Elizabeth and Anthony (2015) นอกจากนี้ผลการวิจัยนี้สนับสนุนว่า การพัฒนาพลังงานชุมชนให้เกิดความยั่งยืน ควรให้น้ำหนักกับปัจจัยระหว่างการดำเนินโครงการพลังงานชุมชนมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการสื่อสารองค์การ รองลงมาเป็นการประสานงาน และวัฒนธรรมองค์การเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยะ นาควัชระ (2560) เนื่องจากมีอิทธิพลโดยตรงและอิทธิพลทางอ้อมต่อการพัฒนาพลังงานชุมชนให้เกิดความยั่งยืน สอดคล้องกับแนวคิดของ Elvis Modikela (2018) ผลจากการวิจัยยังพบว่าช่วงก่อนเริ่มโครงการพลังงานชุมชน ต้องคำนึงถึงศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน อุตสาหกรรมและระบบเศรษฐกิจ ตามลำดับเพราะมีอิทธิพลโดยตรงต่อขั้นตอนการเริ่มต้นโครงการพลังงานชุมชน ซึ่งเป็นไปตามแนวทางของ IRENA (2015) นอกจากนี้ยังส่งผลทางอ้อมต่อการพัฒนาพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากชุมชนที่ประสบความสำเร็จเป็นที่ประจักษ์ และได้รับรางวัลสุดยอดคนพลังงาน “สาขาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) จัดการพลังงานครบวงจรยอดเยี่ยม” นั้นก็เป็นสิ่งยืนยันถึงความสำเร็จและแนวทางที่เหมาะสมต่อโครงการพลังงานชุมชน อันเป็นแบบอย่างที่ดีต่อชุมชนอื่นที่คิดจะริเริ่มโครงการหรือดำเนินการอยู่ต่อไป

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. การสร้างพื้นฐานที่ดีก่อนการเริ่มดำเนินโครงการพลังงานชุมชน ด้วยการกำหนดกลยุทธ์เพื่อการพัฒนาศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน ซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบอันสำคัญต่อการผลิตพลังงานทดแทนในชุมชน ผ่านการค้นหาและเสริมสร้างศักยภาพต้นทุนด้านพลังงานที่ชุมชนมีอยู่ เพื่อก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและมีความยั่งยืนสืบไป

2. การส่งเสริมระหว่างขับเคลื่อนโครงการพลังงานชุมชน ด้วยการกำหนดกลยุทธ์สร้างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงให้กับสมาชิกในชุมชน ในด้านต่าง ๆ เช่น การมีอิทธิพลอย่างมีอุดมการณ์ การสร้างแรงบันดาลใจ การกระตุ้นทางปัญญา รวมถึงการคำนึงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล เพื่อสร้างและยกระดับความสามารถด้านทรัพยากรมนุษย์ของโครงการ

3. ระหว่างดำเนินโครงการควรมีการกำหนดกลยุทธ์เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามแนวทางการบริหารงานแบบมีส่วนร่วม เช่น การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างเกื้อกูลและสอดคล้องต้องกันในทุกมิติ

ข้อเสนอแนะในทางปฏิบัติ

1. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนประเภทอื่น ที่มีต้นทุนวัตถุดิบหรือเหลือใช้คล้ายกันและสามารถหาได้ในพื้นที่ มาทดลองปรับใช้ในเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการนำมาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตพลังงานใช้ภายในชุมชน เพื่อเพิ่มทางเลือกและความสามารถในการนำทรัพยากรอันเหลือใช้นอกจากเดิม มาเป็นแหล่งพลังงานทดแทนได้อย่างหลายหลากและเหมาะสม

2. การสร้างช่องทางการสื่อสารในรูปแบบใหม่ด้วย “โมบาย แอพพลิเคชั่น” สำหรับติดตั้งและใช้งานในสมาร์ทโฟนทั้งในระบบ iOS และ Android เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์สองทางอย่างทันทีทันใดระหว่างผู้ส่งข่าวสารและผู้รับข่าวสารตลอดจนผู้สนใจทั่วไป เพื่อเป็นการกระตุ้นการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกัน ตลอดจนเผยแพร่ความสำเร็จของโครงการพลังงานชุมชน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาตัวแบบการประเมินที่เหมาะสมในโครงการพลังงานชุมชนอื่นที่มีการนำวัตถุดิบที่เป็นต้นกำเนิดพลังงานทั้งที่ได้จากธรรมชาติและเชื้อเพลิงฟอสซิล เพื่อสำรวจองค์ประกอบที่เพิ่มเติมและความแปรเปลี่ยนของอิทธิพลในปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของชุมชน ในเชิงลึกต่อไปด้วยระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เนื่องจากการวิจัยพบว่ามีอิทธิพลสูงต่อการขับเคลื่อนโครงการในแง่ของต้นทุนวัสดุหรือแหล่งพลังงานที่นำมาใช้ ซึ่งในแต่ละพื้นที่มีศักยภาพที่แตกต่างกันไป ดังนั้นหากทราบแนวทางจะช่วยให้ผู้บริหารได้กำหนดวางแผนการใช้ประโยชน์รวมถึงแนวทางในการพัฒนาส่งเสริมได้อย่างถูกต้องต่อไป

References

Bernaciak, A., Bernaciak, A., Zasada, K., & Lis, A. (2017). Possibilities of Satisfying the Energy Needs of Rural Community Residents with Renewable Energy Sources – the Case of Poland. *Acta Regionalia et Environmentalica, Vol* 14*, Iss* 2*, Pp* 59-63 (2017)(2), 59.

Campbell, D. F. J., & Carayannis, E. G. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and How Do Knowledge, Innovation and the Environment Relate To Each Other? : A Proposed Framework for a Trans-disciplinary Analysis of Sustainable Development and Social Ecology. In.

Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., Campbell, D. F. J., Meissner, D., & Stamati, D. (2018). The ecosystem as helix: an exploratory theory-building study of regional co-opetitive entrepreneurial ecosystems as Quadruple/Quintuple Helix Innovation Models. *R&D Management,* 48(1), 148-162.

Cohen, J. M., & Uphoff, N. T. (1977). *Rural development participation : concepts and measures for project design, implementation and evaluation*: New York : The Rural Development Committee Center for International Studies, 1977.

Cooke, R. A., & Szumal, J. L. (2000). Using the Organizational Culture Inventory to understand the operating cultures of organizations. *Handbook of organizational culture and climate,* 4, 1032-1045.

Cooke, R., & Lafferty, J. (1989). Organizational Cultural Inventory (OCI). *Human Synergistics, Plymouth, MI*.

Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika,* 16(3), 297.

Elizabeth, T., & Anthony, M. V. (2015). Community Renewable Energy Networks in urban contexts: the need for a holistic approach. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, Vol* 8*, Pp* 31-42 (2015), 31. doi:10.5278/ijsepm .2015.8.4

Elvis Modikela, N. (2018). Community acceptance challenges of renewable energy transitions: A tale of two solar parks in Limpopo, South Africa. *Journal of Energy in Southern Africa, Vol* 29*, Iss* 1*, Pp* 34-40 (2018)(1), 34.

EPPO. (2018a). *Energy Statistics of Thailand* 2018. Bangkok: Energy Policy and Planning Office.

EPPO. (2018b). *Power Development Plan (PDP*2018). Bangkok: Energy Policy and Planning Office.

Giddings, B., Hopwood, B., & O'brien, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable development,* 10(4), 187-196.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (7 ed.): Pearson.

IRENA. (2015). *RENEWABLE ENERGY PROSPECTS: UNITED STATES OF AMERICA*. Abu Dhabi: The International Renewable Energy Agency.

IRENA. (2018). *Global Energy Transformation: A roadmap to* 2050. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL* 8: *Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*: Scientific Software International.

Lindeman, R. H., Merenda, P. F., & Gold, R. C. (1980). *Introduction to bivariate and multivariate analysis*. Glenview, IL: Scott Foresman.

Maqbool, R. (2018). Efficiency and effectiveness of factors affecting renewable energy projects; an empirical perspective. *Energy,* 158, 944-956.

Miles, R. E., Snow, C. C., Meyer, A. D., & Coleman Jr, H. J. (1978). Organizational strategy, structure, and process. *Academy of management review,* 3(3), 546-562.

Nonglak Wiratchai. (1999). Mo̍den̄litren̄: Sathiti wikhro̱ samrap kān̄wic̆hai (Phim khrang thī̄ 3). Bangkok: Chulalongkorn University.

Piya Narkwatchara. (2017). Bǣpc̆hamlo̱ng patc̆hai khwām̄samret kho̱ng khrōngkān̄ phalangngān̄ chumchon tonbǣp. Wārasān̄ wichākān̄ *Veridian E-Journal, Silpakorn University,* 10(1), 128-143.

Ric, A., & Chris, A. (2017). The success of multi-sector participation in the management of revenue for beneficiary communities of South African renewable energy companies – sub-model A. *Journal of Energy in Southern Africa, Vol* 28*, Iss* 1*, Pp* 63-75 (2017)(1), 63.

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research,* 2, 49-60.

Schieltz, K. M. (2013). Effects of motivating operations on academic performance and problem behavior maintained by escape from academic tasks.

Seree Chadcham. (2004). Kān̄ wikhro̱ ʻongprakop̄ chœ̄ng yūnyan . Wārasān̄ wic̆hai læ watphon kān̄suksā̄, 2(1) , 15 - 42.

Tantranont, N., Yaowarat, P., Pattarapremcharoen, M., & Thanarak, P. (2018). *Indicators and criteria for assessing achievement of renewable energy utilization in communities*: School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University.

Thayer, L., Johannesen, R. L., & Hardt, H. (1980). *Ethics, morality, and the media : reflections on American culture*: New York : Hastings House, c1980.