



ปัจจัยการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของประเทศไทย Factors of the Promotion of Power Generation from Solar Rooftop in Thailand

สุภาวดี หนูสิน วิสาชา ภูจินดา และสมพจน์ กรรณนุช
คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
118 ถนนเสรีไทย แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
Supawadee Nusin, Wisakha Phoochinda and Sompote Kunnoot
School of Environmental Development Administration,
National Institute of Development Administration
118, Seri Thai Rd., Khlong Chan, Bang Kapi, Bangkok 10240
Email : Supawadee_nusin@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของประเทศไทย ในกรณีขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและการไฟฟ้านครหลวง โดยการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคเดลฟาย ซึ่งรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ 19 ท่าน และวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบ CIPP-I Model พบว่ามีปัจจัยด้านบริบท เช่น การขยายตัวของเมือง ความต้องการไฟฟ้า ราคาไฟฟ้า การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ความชัดเจนของนโยบายภาครัฐ กฎระเบียบไม่ซับซ้อน ด้านปัจจัยนำเข้า เช่น ความตระหนัก ความต้องการมีส่วนร่วม การประกันคุณภาพ มาตรฐานอุปกรณ์และการติดตั้ง ด้านกระบวนการ เช่น ระบบควบคุมเสถียรภาพทางไฟฟ้า ระบบเก็บสะสมพลังงาน ระบบสมาร์ตกริด และการรองรับความผันผวนของกระแสไฟฟ้า การประมวลผลเชิงระบบ ด้านผลลัพธ์ เช่น การขยายตัวของพลังงานหมุนเวียน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน ลดการสูญเสียในระบบ ด้านผลกระทบ เช่น ลดความต้องการโรงไฟฟ้าใหม่ ความมั่นคงและความหลากหลายด้านพลังงาน เพิ่มการจ้างงาน เศรษฐกิจขยายตัว เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบายและวางแผนด้านพลังงานอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา การวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย ปัจจัยการส่งเสริม การผลิตไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียน

Abstract

The objective of this research is to study the factors that promote the production of rooftop solar power in Thailand, that in case of selling electricity to the Provincial Electricity



Authority and the Metropolitan Electricity Authority by qualitative research with the Delphi technique, that collects opinions from 19 experts and analyses data according to the framework of CIPP-I Model and found that there were contextual factors such as urban expansion, electricity demand, electricity price, objection to new power plant and technology advancement, clarity of government policies, the rules that not complicated. There were inputs such as awareness, participation, assurance and equipment and installation standards. There were process aspects such as electrical stability control system, energy storage system, smart grid system, to accommodate the fluctuation of electricity and systematic processing. There were results such as the expansion of renewable energy, increase the efficiency of energy production and reduce losses in the system. There were effects such as reducing the need for new power plants, stability, and energy diversity, increase employment and economic. The results of this research can be used as an information to make decisions about sustainable energy policy and planning.

Keywords : Solar Rooftop, Delphi, Factors affecting, electricity generation, renewable energy

บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เช่นเดียวกับประเทศไทยที่มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่ามีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายใน 2 เดือนแรกของปี 2563 มีปริมาณ 15,486 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อน ร้อยละ 4.5 คิดเป็นมูลค่า 211,456 ล้านบาท และมีแนวโน้มการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ การจัดหาหรือการผลิตพลังงานจึงมีความสำคัญทั้งในด้านการตอบสนองความต้องการใช้เพื่อการอุปโภค และการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ โดยปัจจุบันรัฐบาลได้สนับสนุนให้มีการผลิต Solar Rooftop พร้อมมีมาตรการจูงใจเช่น Feed in tariff คือ การออกมาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยรับซื้อไฟฟ้าในอัตราพิเศษ เพื่อเร่งการลงทุนในการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ภายใต้การดำเนินงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) มีผู้จัดแจ้งการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 2,935.019 MW (สำนักงาน กกพ., 2563) ในขณะที่ต่างประเทศ เช่น ประเทศอินเดียมีนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในปี 2019 มีกำลังการผลิตที่ 34,831.384 MW ประเทศญี่ปุ่น มีกำลังการผลิตที่ 61,840 MW และประเทศออสเตรเลีย มีกำลังการผลิตที่ 15,928 MW (International Renewable Energy Agency, 2020)

อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์ในอดีตพบว่าประเทศไทยมีอุปสรรคในด้านการบริหารจัดการ เริ่มตั้งแต่การประกาศแผนการรับซื้อไฟฟ้า การยื่นใบสมัคร และการขอใบอนุญาตตามข้อกำหนด ประกอบกับมีข้อกำหนดทางกฎหมายและมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการจำนวนมาก ดังเช่น การศึกษาการพัฒนาการผลิตไฟฟ้า



จากแสงอาทิตย์บนหลังคาในประเทศไทย ที่ทำการศึกษาโดย Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) (2014) พบว่า การบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop ของประเทศไทย ที่ผ่านมาประสบปัญหาในการบริหารจัดการในกระบวนการขออนุญาต รวมถึงการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และมีอุปสรรคในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ประกอบการกับหน่วยงานภาครัฐ ที่ใช้ระยะเวลายาวนานเกินไป ประกอบกับกระบวนการบริหารจัดการยังไม่มีกำหนดให้ชัดเจนเพียงพอ และยังประสบปัญหาความไม่แน่นอนของแผนการรับซื้อไฟฟ้า ทำให้สูญเสียความพร้อมในการเข้าร่วมโครงการ ปัญหาในการยื่นใบสมัครต่อหน่วยงานผู้จ่ายไฟ (กฟภ./กฟน.) ที่ต้องยื่นใบสมัครเพื่อขอเข้าร่วมโครงการด้วยตัวเอง และปัญหาในการคัดเลือกผู้สมัครที่ในทางปฏิบัติมีความแตกต่างกับขั้นตอนที่กำหนดไว้ตามกฎหมาย รวมถึงการบริหารจัดการและการขออนุญาตตามข้อกำหนด เช่น ต้องขอใบอนุญาตดัดแปลงอาคารและการออกใบรับรองอุปกรณ์แปลงไฟที่ทำให้การดำเนินโครงการล่าช้าออกไป อีกทั้งมีข้อกำหนดตามกฎหมายและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำนวนมากทำให้เป็นอุปสรรคในการดำเนินโครงการ (พิพัฒน์ นนทธารณ์ และคณะ, 2550) สอดคล้องกับการศึกษาของ ชูติมา อยู่ดี และเสถียรภาพ นาสลวง (2562) ที่ทำการศึกษามาตรการทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่ามาตรการทางกฎหมายที่มีอยู่ไม่มีความชัดเจน รวมทั้งนโยบายของรัฐบาลมีความไม่แน่นอนทำให้เป็นอุปสรรคต่อการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ดังนั้น เพื่อให้เกิดการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในอนาคต สามารถตอบสนองความต้องการใช้พลังงานของประชาชน ทั้งในภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม และอื่นๆ (ปิติพีร์ รวมเมฆ, 2557) ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในปัจจุบัน เพื่อกำหนดแนวทางและการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยในอนาคตที่มีประสิทธิภาพนำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals (SDGs) ในเป้าหมายที่ 7 คือ การสร้างหลักประกันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ที่ยั่งยืนในราคาที่ย่อมเยา (Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all) ก่อให้เกิดการดำเนินโครงการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop อย่างยั่งยืนสืบไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของประเทศไทย

ทบทวนวรรณกรรม

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียนที่เป็นทางเลือกหนึ่งในการตอบสนองทั้งด้านความต้องการใช้พลังงานและลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอันก่อให้เกิดมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้หลายประเทศมีนโยบายในการพัฒนาพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนขึ้น โดยมีปัจจัยในการส่งเสริมให้เกิดการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาประกอบด้วย ปัจจัยด้านบริบท คือสถานการณ์หรือสภาวะแวดล้อมในปัจจุบันที่ส่งเสริมให้เกิด Solar



Rooftop อันเนื่องมาจากการเติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็วของชุมชนเมืองในปัจจุบันทำให้มีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น จากรายงานขององค์กรพลังงานหมุนเวียนนานาชาติ (International Renewable Energy Agency - IRENA) ระบุว่า ไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียนมีแนวโน้มราคาถูกกว่าไฟฟ้าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยี ประกอบกับการส่งเสริมของภาครัฐในประเทศต่างๆ ส่งผลให้ต้นทุนพลังงานหมุนเวียนของโลกลดต่ำลง จนอาจมีแนวโน้มถูกกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล บริษัทดังกล่าวจึงส่งผลให้มีการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์มากยิ่งขึ้น

ปัจจัยนำเข้า คือ ความพอเพียงของทรัพยากรในการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop และจากการศึกษาของ Islam & Meade (2013) ในเรื่องผลของการติดตั้ง Solar Rooftop สำหรับการผลิตไฟฟ้าในครัวเรือนกล่าวว่าปัจจุบันภาครัฐให้การสนับสนุนโครงการดังกล่าวที่เรียกว่า Feed-in tariff ก่อให้เกิดโครงการติดตั้ง Solar Rooftop มากยิ่งขึ้น ประกอบกับพบว่าการติดตั้ง Solar Rooftop ในครัวเรือนสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานสิ้นเปลืองได้

ปัจจัยด้านกระบวนการ คือ การพัฒนา แก๊ซ ปรับปรุงให้เกิดการดำเนินการที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop ที่มีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านนโยบาย/แผนงาน/โครงการ สอดคล้องกับ Zhang, Sufang, & He, Yongxiu (2013) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์การพัฒนาและนโยบายพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศจีน พบว่าอุตสาหกรรมพลังงานแสงอาทิตย์ของจีนมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งปี 2010 มีการชะลอตัวของการเติบโต เนื่องจากขาดแรงจูงใจที่เพียงพอ ทำให้รัฐบาลทำการวิเคราะห์นโยบายแรงจูงใจพลังงานแสงอาทิตย์ของจีนโดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการ Feed in Tariff (FIT) เพื่อส่งเสริมตลาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศ สอดคล้องกับ Kaufmann & Vaid (2016) ที่ทำการศึกษาเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโลกอนาคต โดยค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียนและความยั่งยืน พบว่าการให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีและเงินอุดหนุน เพื่อสนับสนุนโครงการดังกล่าว มีส่วนช่วยผลักดันให้สามารถขยายโครงการไปยังพื้นที่ต่างๆ ได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการติดตั้ง Solar Rooftop มีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูง

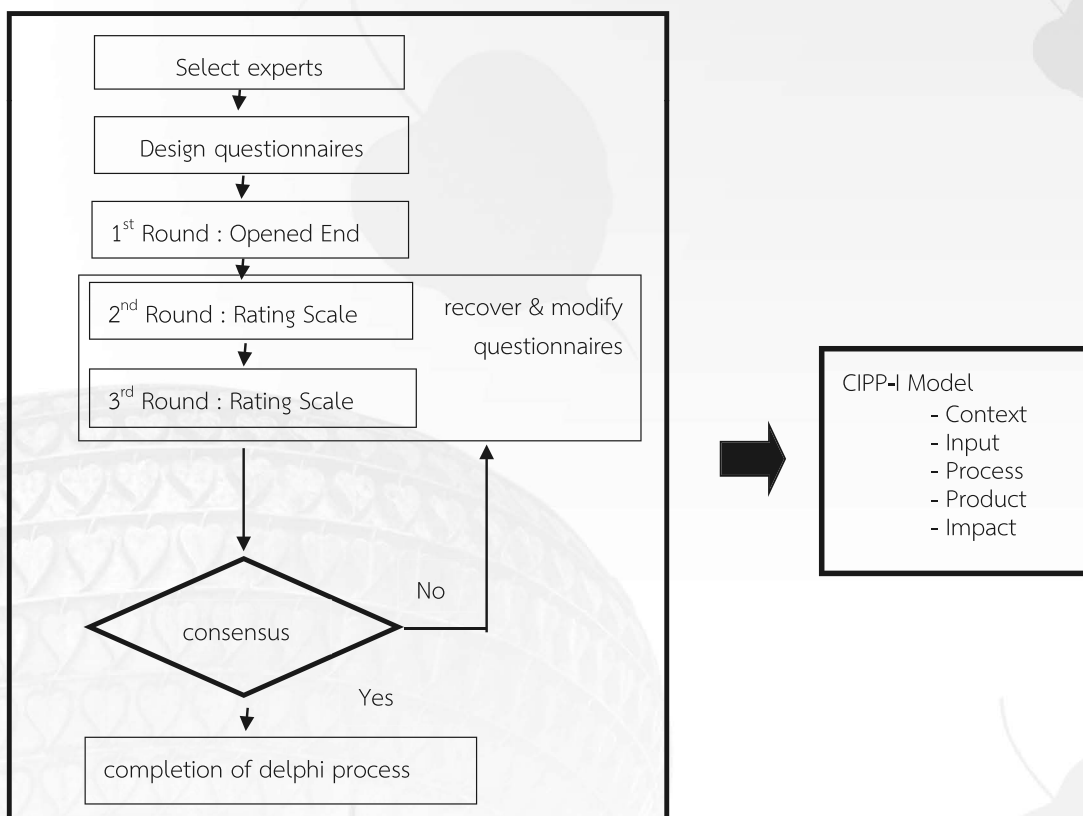
ปัจจัยด้านผลผลิต/ผลลัพธ์ คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop สามารถบรรลุวัตถุประสงค์หรือความต้องการของผู้ติดตั้งระบบฯ ได้ ดังการศึกษาของ Kar, Sharma & Roy (2016) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาตลาดพลังงานแสงอาทิตย์ในอินเดีย ได้พบข้อจำกัดในการติดตั้งหลังคาพลังงานแสงอาทิตย์ มีข้อจำกัดในด้านงบประมาณ เนื่องจากใช้เงินลงทุนในการติดตั้งระบบสูงและมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบที่สูงด้วยเช่นกัน ประกอบกับในบางพื้นที่ไม่มีกำลังซื้อเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากมีราคาสูง ดังนั้นการพัฒนาระบบตลาดพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่ต้องพิจารณาไปพร้อมกับความสมดุลและความคุ้มค่าในด้านอื่นๆ

ปัจจัยด้านกระทบ คือ ผลที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop เช่น Chaianong, Bangviwat, & Menke (2019) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจของการติดตั้ง Solar Rooftop พบว่าการดำเนินโครงการติดตั้ง Solar Rooftop นั้นมีข้อจำกัดในด้านค่าใช้จ่ายในการอัปเกรดระบบสายส่ง ประกอบกับการสูญเสียพลังงานในระบบสายส่ง ซึ่งภาครัฐหรือผู้ดำเนินโครงการพึงตระหนักใน



การหาแนวทางแก้ไข การศึกษาปัจจัยในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาจึงมีความสำคัญ ทำให้สามารถกำหนดแนวทางการส่งเสริมในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ Griffiths & Mills (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่องศักยภาพของ Solar Rooftop ในระบบพลังงานของสาธารณรัฐอาหรับเอมิเรตส์ พบว่า Solar Rooftop ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ สร้างคุณภาพชีวิตและคุณภาพอากาศ และเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน สามารถช่วยลดการใช้กำลังโหลดของโรงไฟฟ้าในภูมิภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด โดยเป็นการสร้างโอกาส/ทางเลือกในการใช้พลังงานให้เพิ่มขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคเดลฟายเพื่อระดมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาข้อสรุปของการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในอนาคต เนื่องจากเทคนิคเดลฟายใช้สำหรับการวิจัยที่มุ่งในการรวบรวมการพิจารณาการตัดสินใจและสร้างความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในเรื่องที่เกี่ยวกับความเป็นไปได้ในอนาคต (Jensen, 1996) โดยนำประเด็นที่ได้มาสรุปโดยใช้กรอบ CIPP-I Model เนื่องจากสามารถครอบคลุมในทุกประเด็นปัจจัยการส่งเสริมที่ทำให้นโยบาย หรือการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงาน



แสงอาทิตย์ประสบความสำเร็จ ซึ่งนอกจากปัจจัยด้านบริบท ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลผลิตแล้ว ผู้วิจัยได้เพิ่มปัจจัยด้านกระทบ (Impact) เข้ามาด้วย เพื่อให้สามารถกำหนดปัจจัยในการพัฒนาขยายผลให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วิธีการวิจัย

1. กำหนดประเด็นปัญหาของการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา
2. คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟายในครั้งนี้ มีจำนวน 19 คน มีอัตราความคลาดเคลื่อนในช่วง 0.50 – 0.48 (Macmillan, 1971)
3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 รอบ คือ

รอบที่ 1 : ใช้การสัมภาษณ์ซึ่งเป็นการถามอย่างกว้างๆ ครอบคลุมประเด็นปัญหาของการวิจัย ประกอบด้วย การส่งเสริม Solar Rooftop ในปัจจุบัน ความสามารถในการนำเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในประเทศไทย ภาวะเปรียบเทียบในการติดตั้ง Solar Rooftop เป็นอย่างไร การติดตั้ง Solar Rooftop มีผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบอย่างไร จะดำเนินการติดตั้ง Solar Rooftop หรือไม่ เหตุใดจึงติดตั้งและเหตุใดจึงไม่ติดตั้ง เพื่อเก็บรวบรวมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน แล้วนำความคิดเห็นดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ เพื่อกำหนดกรอบของปัญหาในรอบถัดไป

รอบที่ 2 : เป็นการพัฒนาจากคำตอบที่ได้จากการสัมภาษณ์ในรอบที่ 1 โดยการรวบรวมความคิดเห็นที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเขาด้วยกัน หลังจากนั้นจึงสร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ส่งกลับไปยังผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมอีกครั้ง เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญออกความคิดเห็น ในลักษณะของการจัดระดับความสำคัญในคำถามแต่ละข้อ รวมทั้งระบุเหตุผลที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยลงในช่องว่างท้ายของคำถาม การวิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถามรอบนี้ จะทำการหาค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ หรือค่า IR (Interquartile Range)

รอบที่ 3 : แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า เป็นการพัฒนาคำตอบจากแบบสอบถามรอบที่ 2 โดยพิจารณาจาก ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ถ้าพบค่า IR มีค่าน้อย แสดงว่าความคิดเห็นที่ได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ค่อนข้างสอดคล้องกัน สามารถสรุปความได้ แต่ถ้าค่า IR มีค่ามาก แสดงว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดค่อนข้างกระจัดกระจาย ยังไม่สามารถสรุปความใด ๆ ได้ จะต้องสร้างแบบสอบถามฉบับใหม่เป็นรอบที่ 3 โดยมีข้อคำถามเดียวกันกับแบบสอบถามรอบที่ 2 แต่เพิ่มตำแหน่งของค่ามัธยฐาน ค่า IR และเขียนเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่ผู้เชี่ยวชาญผู้นั้นได้ตอบในแบบสอบถามรอบที่ 2 ลงไป แล้วส่งกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญคนเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ยืนยันคำตอบเดิมหรือเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่



4. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากได้คำตอบจากผู้เชี่ยวชาญที่สอดคล้องกันไปทิศทางเดียวกัน โดยพิจารณาจากค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เป็นหลัก เพื่อสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบ CIPP-I Model เพื่อทราบปัจจัยในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยอาศัยการสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ ให้เสนอรายชื่อบุคคล (Snow ball) ซึ่งควรได้รับการเลือกสรรให้เป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และได้ออกแบบสอบถามตามประเด็นปัญหาที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญคือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย โดยใช้เทคนิคเดลฟาย ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดจำนวน 19 ท่าน สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานราชการ จำนวน 10 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญจากรัฐวิสาหกิจ และอื่นๆ จำนวน 4 ท่าน 3) ผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทผู้ผลิต/ติดตั้ง/นำเข้าและจำหน่าย Solar cell จำนวน 2 ท่าน 4) ผู้ดำเนินโครงการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop ที่ร่วมโครงการฯ และขายไฟฟ้าให้การไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด เป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา จากเอกสาร งานวิจัย และบทความที่เกี่ยวข้อง นำมาสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อใช้สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

2. แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale)

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย โดยใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าสถิติค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) และค่ามัธยฐาน (Median) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ความสอดคล้องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) (จุดประสงค์ แก้วใส, 2540 : 50)

0.01-0.99 หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกันสูงมาก

1.00-1.50 หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกันสูง

1.51 ขึ้นไป หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกันต่ำหรือไม่มีความสอดคล้องกัน

2) ค่ามัธยฐาน (Median) เป็นค่าของข้อมูลที่มีตำแหน่งอยู่ตรงกลาง เพื่อตรวจสอบว่าความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีระดับคะแนนอยู่ตรงตำแหน่งกลางในแต่ละข้อคำถามของแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่ามากน้อยเพียงใด ซึ่งจากแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผู้วิจัยได้นำน้ำหนักคะแนนดังนี้ (เพ็ญพร ไชยนาพงษ์, 2536 : 57-58)

5 หมายถึง แนวโน้มมีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุด

4 หมายถึง แนวโน้มมีโอกาสเป็นไปได้มาก



- 3 หมายถึง แนวโน้มมีโอกาสเป็นไปได้ปานกลาง
2 หมายถึง แนวโน้มมีโอกาสเป็นไปได้น้อย
1 หมายถึง แนวโน้มมีโอกาสเป็นไปได้น้อยที่สุด

ค่ามัธยฐานที่ได้จากคำตอบของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด สามารถแปลความหมายตามเกณฑ์ของผู้วิจัยได้ดังนี้

- ค่ามัธยฐานตั้งแต่ 4.50 ขึ้นไป หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อความนั้นมีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุด
- ค่ามัธยฐานตั้งแต่ 3.50-4.49 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อความนั้นมีโอกาสเป็นไปได้มาก
- ค่ามัธยฐานตั้งแต่ 2.50-3.49 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อความนั้นมีโอกาสเป็นไปได้ปานกลาง
- ค่ามัธยฐานตั้งแต่ 1.50-2.49 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อความนั้นมีโอกาสเป็นไปได้น้อย
- ค่ามัธยฐานต่ำกว่า 1.50 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อความนั้นมีโอกาสเป็นไปได้น้อยที่สุด

(เพ็ญพร ไชยนาพงษ์, 2536 : 57-58)

ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยทำให้ทราบปัจจัยการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ในการกำหนดนโยบายและกรอบการดำเนินงานต่อไปในอนาคต โดยสรุปประเด็นปัจจัยการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของประเทศไทยในรอบที่ 1 ตามตารางที่ 1 สรุปผลการเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคเดลฟายรอบที่ 2 และรอบที่ 3 ตามตารางที่ 2 และผลการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย โดยใช้สถิติพรรณนา ตามตารางที่ 3 รายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สรุปปัจจัยส่งเสริมการดำเนินโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของประเทศไทยที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 1

ประเด็น											ผู้เชี่ยวชาญ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
											ด้านบริบท								
1.ความต้องการไฟฟ้าในเขตเมือง / การเติบโตของเมือง / ประชากรในเมือง					✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓		
2.ราคาไฟฟ้า/ ราคาน้ำมัน					✓										✓				
3.การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่	✓	✓				✓	✓				✓				✓	✓	✓		
4.อุปกรณ์ด้านพลังงานแสงอาทิตย์																			
ราคาถูกลง/ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี	✓	✓									✓							✓	



ตารางที่ 1 สรุปปัจจัยส่งเสริมการดำเนินโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของประเทศไทยที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 1 (ต่อ)

ประเด็น	ผู้เชี่ยวชาญ																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ด้านบริษัท																		
5.การได้รับแสงจากดวงอาทิตย์	✓							✓							✓		✓	✓
6.แผน AEDP / นโยบาย / กฎหมาย / ระเบียบ / สิ่งจูงใจ			✓		✓	✓	✓										✓	✓
ด้านปัจจัยนำเข้า																		
1.นวัตกรรมทางสังคม / ความตระหนัก / ความเข้าใจ		✓				✓	✓								✓		✓	✓
2.การมีส่วนร่วมของภาคครัวเรือน				✓		✓				✓					✓			
3.การจัดหาอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ / การประกันคุณภาพอุปกรณ์				✓				✓		✓	✓				✓		✓	
4.การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์ / การฝึกอบรมทักษะในการติดตั้ง	✓		✓							✓	✓						✓	✓
ด้านกระบวนการ																		
1.ระบบควบคุมเสถียรภาพทางไฟฟ้า/ระบบเก็บสะสมพลังงาน											✓				✓	✓	✓	
2.การอำนวยความสะดวกด้านสมาร์ต กริดของ กฟน. และ กฟภ.		✓	✓			✓				✓	✓	✓			✓		✓	
3.ความกระชับของกระแสไฟฟ้า/ความผันผวน (การกระชาก / การตก) / การรวบรวมข้อมูล / การประมวลผล / การแก้ไขระบบด้วยตนเอง				✓			✓	✓		✓								
ด้านผลผลิต/ผลลัพธ์																		
1.การขยายการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์			✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
2.เพิ่มส่วนแบ่งของพลังงานหมุนเวียน		✓	✓			✓									✓		✓	✓
3.เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน		✓	✓	✓			✓	✓		✓					✓			
4.ลดการสูญเสียพลังงานในระบบ														✓	✓			
ด้านผลกระทบ																		
1. ลดความต้องการโรงไฟฟ้าใหม่	✓						✓			✓		✓	✓		✓			✓
2. ความมั่นคงด้านพลังงาน/ความหลากหลาย							✓								✓	✓	✓	
3. เพิ่มการจ้างงาน						✓	✓				✓				✓		✓	✓
4. การใช้ทรัพยากรในประเทศเพิ่มขึ้น (แสงอาทิตย์)		✓					✓	✓							✓			✓
5. สร้างภาพลักษณ์ที่ดี / สภาพแวดล้อมที่สะอาด / การได้รับความชื่นชมจากประชาชน / การยอมรับ		✓						✓			✓							
6. เกิดการขยายทางเศรษฐกิจ															✓			✓



ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลรอบที่ 2 และรอบที่ 3 ด้วยแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale)

ตารางที่ 2 สรุปผลการเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคเดลฟายรอบที่ 2 และรอบที่ 3

ประเด็น	ระดับความคิดเห็นรอบที่ 2					ระดับความคิดเห็นรอบที่ 3				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ด้านบริบท										
1.ความต้องการไฟฟ้าในเขตเมือง / การเติบโตของเมือง / ประชากรในเมือง	0	0	5.26	26.31	68.42	0	0	5.26	26.31	68.42
2.ราคาไฟฟ้า / ราคาน้ำมัน	0	5.88	10.52	26.31	63.15	0	5.26	26.31	68.42	5.26
3.การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่	0	0	21.05	31.57	47.36	0	0	21.05	31.57	47.36
4.อุปกรณ์ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ราคาถูก / ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี	0	0	31.57	57.89	10.52	0	0	31.57	57.89	10.52
5.การได้รับแสงจากดวงอาทิตย์	0	0	21.05	42.10	36.84	0	0	21.05	42.10	36.84
6.แผน AEDP / นโยบาย / กฎหมาย / ระเบียบ / สิ่งจูงใจ	0	10.52	26.31	63.15	0	0	10.52	26.31	63.15	0
ด้านปัจจัยนำเข้า										
1.นวัตกรรมทางสังคม / ความตระหนัก / ความเข้าใจ	0	5.26	26.31	68.42	0	0	5.26	26.31	68.42	0
2.การมีส่วนร่วมของภาคครัวเรือน	0	0	57.89	31.57	10.52	0	0	57.89	31.57	10.52
3.การจัดหาอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ / การประกันคุณภาพอุปกรณ์	0	0	21.05	36.84	42.10	0	0	21.05	36.84	42.10
4.การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์ / การฝึกอบรมทักษะในการติดตั้ง	0	0	36.84	63.15	0	0	0	36.84	63.15	0
ด้านกระบวนการ										
1.ระบบควบคุมเสถียรภาพทางไฟฟ้า/ระบบเก็บสะสมพลังงาน	0	0	21.05	42.10	36.84	0	0	21.05	42.10	36.84
2.การอำนวยความสะดวกด้านสมรรถ ทริคของ กฟน. และ กฟภ.	0	5.26	57.89	36.84	0	0	0	63.15	36.84	0
3.ความกระเพื่อมของกระแสไฟฟ้า/ความผันผวน (การกระชาก / การตก) / การรวบรวมข้อมูล / การประมวลผล / การแก้ไขระบบด้วยตนเอง	0	10.52	51.89	31.57	0	0	10.52	51.89	31.57	0
ด้านผลผลิต/ผลลัพธ์										
1.การขยายการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	0	5.26	5.26	57.89	31.57	0	0	10.52	57.89	31.57
2.เพิ่มส่วนแบ่งของพลังงานหมุนเวียน	0	5.26	15.78	47.36	31.57	0	5.26	15.78	47.36	31.57
3.เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน	0	26.31	52.63	21.05	0	0	26.31	52.63	21.05	0
4.ลดการสูญเสียพลังงานในระบบ	5.26	5.26	15.78	47.36	26.31	0	5.26	21.05	47.36	26.31



ตารางที่ 2 สรุปผลการเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคเดลฟายรอบที่ 2 และรอบที่ 3 (ต่อ)

ด้านผลกระทบ										
1. ลดความต้องการโรงไฟฟ้าใหม่	0	0	31.57	57.89	10.52	0	0	31.57	57.89	10.52
2. ความมั่นคงด้านพลังงาน/ความหลากหลาย	0	0	21.05	42.10	36.84	0	0	21.05	42.10	36.84
3. เพิ่มการจ้างงาน	0	0	15.78	47.36	36.84	0	0	15.78	47.36	36.84
4. การใช้ทรัพยากรในประเทศเพิ่มขึ้น (แสงอาทิตย์)	0	0	15.78	47.36	36.84	0	0	15.78	47.36	36.84
5. สร้างภาพลักษณ์ที่ดี / สภาพแวดล้อมที่สะอาด / การได้รับความชื่นชมจากประชาชน / การยอมรับ	0	0	21.05	42.10	36.84	0	0	21.05	42.10	36.84
6. เกิดการขยายทางเศรษฐกิจ	0	0	10.52	63.15	26.31	0	0	5.26	68.42	26.31

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคเดลฟาย จำนวน 3 รอบ พบว่าค่ามัธยฐานของคำตอบของผู้เชี่ยวชาญในรอบสุดท้ายมีค่าตั้งแต่ 3 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็น่าปัจจัยที่ได้จากการศึกษามีความเป็นไปได้ในระดับปานกลางถึงมากที่สุดในการส่งเสริมฯ และมีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับ 1.00 ซึ่งถือว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกันสูง ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัจจัยการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาภายใต้กรอบ CIPP-I Model ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยด้านบริบท ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลผลิต/ผลลัพธ์ และผลกระทบ สามารถแสดงผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ผลการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย โดยใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics)

ประเด็น		ความเหมาะสม / ความเป็นไปได้		
		Mdn.	IR.	การพิจารณา
ด้านบริบท	ความต้องการไฟฟ้าในเขตเมือง / การเติบโตของเมือง / ประชากรในเมือง	5	1	ใช่
	ราคาไฟฟ้า / ราคาน้ำมัน	5	1	ใช่
	การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่	4	1	ใช่
	อุปกรณ์ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ราคาถูกลง/ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี	4	1	ใช่
	การได้รับแสงจากดวงอาทิตย์	4	1	ใช่
	แผน AEDP / นโยบาย / กฎหมาย / ระเบียบ / สิ่งจูงใจ	4	1	ใช่
	นวัตกรรมทางสังคม / ความตระหนัก / ความเข้าใจ	4	1	ใช่
ด้านปัจจัยนำเข้า	การมีส่วนร่วมของภาคครัวเรือน	3	1	ใช่
	การจัดหาอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ / การประกันคุณภาพอุปกรณ์	4	1	ใช่
	การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์ / การฝึกอบรมทักษะในการติดตั้ง	4	1	ใช่
	ระบบควบคุมเสถียรภาพทางไฟฟ้า/ระบบเก็บสะสมพลังงาน	4	1	ใช่
ด้านกระบวนการ	การอำนวยความสะดวกด้านสมารถ กริดของ กฟน. และ กฟภ.	3	1	ใช่
	ความกระตือรือร้นของกระแสไฟฟ้า/ความผันผวน (การกระชาก / การตก) / การรวบรวมข้อมูล / การประมวลผล / การแก้ไขระบบด้วยตนเอง	3	1	ใช่



ตารางที่ 3 ผลการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย โดยใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics) (ต่อ)

ประเด็น		ความเหมาะสม / ความเป็นไปได้		
		Mdn.	IR.	การพิจารณา
ด้าน ผลผลิต/ ผลลัพธ์	การขยายการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	4	1	ใช่
	เพิ่มส่วนแบ่งของพลังงานหมุนเวียน	4	1	ใช่
	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน	3	1	ใช่
	ลดการสูญเสียพลังงานในระบบ	4	1	ใช่
	ลดความต้องการโรงไฟฟ้าใหม่	4	1	ใช่
	ความมั่นคงด้านพลังงาน/ความหลากหลาย	4	1	ใช่
ด้าน ผลกระทบ	เพิ่มการจ้างงาน	4	1	ใช่
	การใช้ทรัพยากรในประเทศเพิ่มขึ้น (แสงอาทิตย์)	4	1	ใช่
	สร้างภาพลักษณ์ที่ดี / สภาพแวดล้อมที่สะอาด / การได้รับความชื่นชมจาก	4	1	ใช่
	ประชาชน / การยอมรับ			
	เกิดการขยายทางเศรษฐกิจ	4	1	ใช่

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาด้วยเทคนิคเดลฟายสามารถสรุปปัจจัยในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในปัจจุบัน ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 สรุปผลการศึกษาด้วยเทคนิคเดลฟาย

รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
	ด้านบริบท	
1. ความต้องการไฟฟ้าในเขตเมือง / การเติบโตของเมือง/ ประชากรในเมือง	ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการต้องการไฟฟ้าในเขตเมือง หรือการขยายตัวของชุมชนเมือง ชุมชนและประชากรเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เนื่องจากเป็นอุปสงค์ของผู้บริโภคไฟฟ้า และราคาเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้ามีราคาสูง ประกอบกับกระแสการต่อต้านโรงไฟฟ้าของประชาชนในปัจจุบัน เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 68.42 63.15 และ 47.36	ผลการรวบรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย ในประเด็นราคาเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้ามีราคาสูง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้น้ำหนักในคะแนนปัจจัยดังกล่าวเพิ่มขึ้น เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 68.42 ในส่วนของประเด็นอื่นๆ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเหมือนในรอบที่ 2
2. ราคาไฟฟ้า / ราคาน้ำมัน		
3. การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่		
4. อุปกรณ์ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ราคาถูกลง/ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี	ตามลำดับ อีกทั้งการกำหนดแผน นโยบายของภาครัฐ กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง รวมถึงขั้นตอนในการขออนุญาต อุปกรณ์ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีราคาที่ถูกลง และประเทศไทยได้รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์มากทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ดี เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.15 57.89 และ 42.10 ตามลำดับ เป็นแรงจูงใจให้ติดตั้ง solar rooftop มากยิ่งขึ้น	
5. การได้รับแสงจากดวงอาทิตย์		
6. แผน AEDP / นโยบาย / กฎหมาย / ระเบียบ / สิ่งจูงใจ		



ตารางที่ 4 สรุปผลการศึกษด้วยเทคนิคเดลฟาย (ต่อ)

รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
ด้านปัจจัยนำเข้า		
1. นวัตกรรมทางสังคม / ความตระหนัก / ความเข้าใจ	ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าผู้ดำเนินโครงการควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี ระเบียบ ขั้นตอนในการเข้าร่วมโครงการ รวมทั้ง	ผลการรวบรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 3 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเหมือนในรอบที่ 2
2. การมีส่วนร่วมของภาคครัวเรือน	บริษัทผู้ติดตั้งระบบผ่านการรับรองมีมาตรฐานรองรับการดำเนินงาน	
3. การจัดหาอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ / การประกันคุณภาพอุปกรณ์	เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 68.42 และ 63.15 ตามลำดับ ประกอบกับเห็นว่าการมีส่วนร่วมของประชาชนในการใช้พลังงานหมุนเวียนมีความสำคัญในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.89	
4. การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์ / การฝึกอบรมทักษะในการติดตั้ง	อีกทั้งราคาในการติดตั้งเป็นแรงจูงใจหนึ่งในการติดตั้งการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และมาตรฐานในการติดตั้งระบบฯ เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42.10	
ด้านกระบวนการ		
1. ระบบควบคุมสเถียรภาพทางไฟฟ้า/ระบบเก็บสะสมพลังงาน	ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการปฏิบัติตามมาตรฐาน Gird code เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 42.10 ตลอดจนการอำนวยความสะดวกของ กฟน. และ กฟภ. เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.89 และการควบคุม power ripple การมีระบบการประมวลผล เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.89 ที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้ง solar rooftop ในปัจจุบัน	ผลการรวบรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย ในประเด็นการอำนวยความสะดวกของ กฟน. และ กฟภ. ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้น้ำหนักในคะแนนปัจจัยดังกล่าวเพิ่มขึ้น เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 63.15 ในส่วนของประเด็นอื่นๆ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเหมือนในรอบที่ 2
2. การอำนวยความสะดวกด้านสมรรถกิริยาของ กฟน. และ กฟภ.		
3. ความกระเพื่อมของกระแสไฟฟ้า/ความผันผวน (การกระชาก / การตก) / การรวบรวมข้อมูล / การประมวลผล / การแก้ไขระบบด้วยตนเอง		
ด้านผลผลิต/ผลลัพธ์		
1. การขยายการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการขยายตัวของการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ การเพิ่มส่วนแบ่งด้านพลังงานหมุนเวียน และความสามารถในการลดการสูญเสียพลังงานในระบบสายส่ง เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 57.89 47.36 และ 47.36 ตามลำดับ และมีความคิดเห็นว่าการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าในระบบ เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 52.63 โดยผลลัพธ์เหล่านี้เป็นปัจจัยในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้	ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเหมือนในรอบที่ 2 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีการปรับเปลี่ยนระดับความคิดเห็นในรายละเอียดเพียงเล็กน้อย ในประเด็นการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ก่อให้เกิดการขยายตัวและสามารถลดการสูญเสียพลังงานในระบบสายส่ง เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมาก เหมือนในรอบที่ 2
2. เพิ่มส่วนแบ่งของพลังงานหมุนเวียน		
3. เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน		
4. ลดการสูญเสียพลังงานในระบบ		



ตารางที่ 4 สรุปผลการศึกษาด้านเทคนิคเดลฟาย (ต่อ)

รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
ด้านผลกระทบ		
1. ลดความต้องการโรงไฟฟ้าใหม่	ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถ	ผลการรวบรวมระดับความคิดเห็น
2. ความมั่นคงด้านพลังงาน/ความหลากหลาย	ลดความต้องการโรงไฟฟ้าใหม่ โดยเป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 57.89 อีกทั้งสร้างความมั่นคง เพิ่มความหลากหลายด้าน	ของผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย
3. เพิ่มการจ้างงาน	พลังงาน ก่อให้เกิดการจ้างงาน และเป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงาน	ในการประเมินการสร้างการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่ง
4. การใช้ทรัพยากรในประเทศเพิ่มขึ้น (แสงอาทิตย์)	แสงอาทิตย์ที่มีอยู่ เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 42.10	ผู้เชี่ยวชาญให้น้ำหนักในคะแนนปัจจัยดังกล่าวเพิ่มขึ้น เป็นปัจจัยที่
5. สร้างภาพลักษณ์ที่ดี / สภาพแวดล้อมที่สะอาด / การได้รับความชื่นชมจากประชาชน / การยอมรับ	47.36 และ 47.36 ตามลำดับ ในขณะที่เกี่ยวกับการติดตั้ง Solar Rooftop ทำให้สิ่งแวดล้อมสะอาด สร้างภาพลักษณ์ที่ดีและการยอมรับจากสาธารณะ เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 42.10	สำคัญในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 68.42 ในส่วนของประเด็นอื่นๆ
6. เกิดการขยายทางเศรษฐกิจ	และสร้างการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เป็นปัจจัยที่สำคัญในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 63.15 ในการจูงใจให้เกิดการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา	ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเหมือนในรอบที่ 2

อภิปรายผล

ปัจจัยในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของประเทศไทย ประกอบด้วย

ด้านบริบท

1. ความต้องการไฟฟ้าในเขตเมือง / การเติบโตของเมือง / ประชากรในเมืองเป็นปัจจัยสำคัญเนื่องจากมีระบบสาธารณูปโภคในการอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตจำนวนมากซึ่งล้วนแล้วแต่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนระบบทั้งสิ้น การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาจึงสามารถตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าในเขตเมืองได้ ประกอบกับปัจจุบันชุมชนเมืองมีการเติบโตหรือขยายตัวมากขึ้น ทางเลือกในการประหยัดค่าใช้จ่ายของคนเมืองปัจจุบันคือการติดตั้ง Solar Rooftop ซึ่งจะเห็นได้จากธุรกิจบ้านจัดสรรที่หันมาติดตั้ง Solar Rooftop มากขึ้น

2. ราคาไฟฟ้า/ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีแนวโน้มราคาถูกลงกว่าไฟฟ้าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้ไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์มีราคาถูกกว่าไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าในปัจจุบันจะส่งผลให้ประชาชนทำการติดตั้ง Solar Rooftop มากยิ่งขึ้น

3. การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ อันเนื่องมาจากความต้องการใช้ไฟฟ้าและกระแสต่อต้านการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ในปัจจุบัน การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถเป็นทางเลือกในการลดการสร้างโรงไฟฟ้าได้ เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด และเป็นพลังงานสะอาดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยเป็นที่ยอมรับของสาธารณะ

4. อุปกรณ์ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ราคาถูกลง/ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี หากราคาอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ถูกลงก็จะสามารถดึงดูดให้ผู้สนใจติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น



ประกอบกับปัจจุบันสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้ทำการค้นคว้าวิจัยการผลิตแบตเตอรี่ที่มีต้นทุนต่ำ เพื่อกักเก็บพลังงานไว้ใช้เองได้

5. การได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้ได้รับแสงแดดในปริมาณมาก การผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop จึงทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปัญหาความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในฤดูร้อน (ช่วง peak) ได้เป็นอย่างดี

6. แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก/ นโยบาย/ กฎหมาย/ ระเบียบ/ สิ่งจูงใจ

โดยแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) มีการกำหนดกรอบที่ชัดเจนในแต่ละปี พร้อมติดตามความก้าวหน้าการติดตั้งจริงและการจ่ายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง และมีนโยบายส่งเสริมการลงทุน (BOI) ที่เหมาะสม ปรับปรุงระเบียบและกฎหมายให้มีความสอดคล้องตามบริบทของการติดตั้งการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop โดยลดความซับซ้อนและความยุ่งยากในการดำเนินการขออนุญาต พร้อมกับมี one stop service ในการให้บริการและสิทธิประโยชน์ที่จูงใจ เช่น การลดหย่อนภาษีให้กับผู้ติดตั้ง Solar Rooftop จากการศึกษาของ Hamilton, White, Lammers & Myerchin (2012) ได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากร ชุมชนและสภาพภูมิอากาศต่อการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแถบอาร์กติก โดยพบว่าประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่สภาพอากาศต่างกันก็มีการใช้พลังงานต่างกัน สอดคล้องกับประเทศไทยที่มีสภาพอากาศร้อนทำให้มีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณมาก ประกอบกับ Ansolabehera & Konisky (2009) ได้ทำการศึกษาทัศนคติของประชาชนที่มีต่อการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ เนื่องจากสหรัฐฯ ต้องมีการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่หลายร้อยแห่ง พบว่าชาวอเมริกันต่อต้านการสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติและโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เนื่องจากกังวลเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้น ทั้งนี้ O'shaughnessy & Margolis (2018) ได้ทำการศึกษามูลค่าการตลาดของพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าราคาติดตั้งระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ในที่อยู่อาศัยได้ลดลงอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา แต่ก็มีลูกค้าแค่บางกลุ่มที่เข้าถึงได้ การกำหนดราคาค่าติดตั้งระบบฯ จึงมีความสำคัญ นอกจากนี้ การศึกษาของ Sarawut Ninsawat & Mohammad Dalower Hossain (2016) พบว่าการได้รับแสงแดดมีอิทธิพลต่อปริมาณการผลิตไฟฟ้าได้อีกด้วย ปัจจัยเหล่านี้จึงส่งผลกระทบต่อความสามารถในการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่นั้นๆ รวมทั้ง Jung & Tyner (2014) ได้ทำการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจและนโยบายสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในรัฐอินเดีย พบว่ารัฐบาลมีนโยบายด้านพลังงานทางเลือกที่มีประสิทธิภาพทำให้สามารถส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศได้เป็นอย่างดี

ด้านปัจจัยนำเข้า

1. นวัตกรรมทางสังคม/ ความตระหนัก/ ความเข้าใจ ปัจจุบันประชาชนมีความตระหนักในการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกของการใช้พลังงานที่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากเทคโนโลยีที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ประกอบกับในปัจจุบันมีนวัตกรรมด้านการประหยัดพลังงาน เช่น ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริดจ์ กระเบื้องหลังคาโซลาร์เซลล์ การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จึงสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย



2. การมีส่วนร่วมของภาคครัวเรือน กล่าวคือ ประชาชนต้องการมีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง หรือขายให้กับการไฟฟ้า เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าของครัวเรือนได้ และหากมีการขายไฟฟ้าเข้าระบบของการไฟฟ้าก็จะเป็นการสร้างรายได้ให้กับครัวเรือน

3. การจัดหาอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์/ การประกันคุณภาพอุปกรณ์ เป็นแรงจูงใจหนึ่งในการติดตั้งการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop เพราะหากอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์มีราคาไม่สูง จะเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงของประชาชนได้มากขึ้น ในขณะที่เดียวกันอุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องมีการรับประกันคุณภาพทั้งในด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัยด้วย

4. การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์/ การฝึกอบรมทักษะในการติดตั้ง โดยผู้บริโภคสามารถตรวจสอบการได้รับมาตรฐานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้ด้วยตัวเอง ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าอุปกรณ์ที่ใช้ทุกชิ้นมีการรับรองมาตรฐาน ประกอบกับปัจจุบันประสบปัญหาการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop ที่ไม่ได้มาตรฐาน ในอนาคตหากผู้ติดตั้งมี Certification ในการติดตั้ง ก็คงดึงดูดความสนใจในการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop มากยิ่งขึ้น

Levison & Oehme (2019) ได้ทำการศึกษาเรื่องการยอมรับทางสังคมเกี่ยวกับเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศเคนย่า พบว่ามีการนำเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้าเพื่อทำการเกษตร เพราะประชาชนมีความเข้าใจและให้การยอมรับเทคโนโลยีดังกล่าว สร้างการมีส่วนร่วมของการอนุรักษ์พลังงานจากภาคครัวเรือน ประกอบกับต้องมีการติดตั้งระบบที่ได้มาตรฐานและมีความปลอดภัย (Hoke, Giraldez, Palmintier, Ifuku, Asano, Ueda & Symko-Davies, 2018) เป็นแรงจูงใจให้เกิดการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มากยิ่งขึ้น

ด้านกระบวนการ

1. ระบบควบคุมเสถียรภาพทางไฟฟ้า/ระบบเก็บสะสมพลังงาน โดยมีระบบสมาร์ทกริดสำหรับบริหารจัดการพลังงาน เพื่อควบคุมเสถียรภาพทางไฟฟ้า พร้อมทั้งมีการพัฒนาระบบเก็บสะสมพลังงานหรือจัดเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพและราคาไม่แพง

2. การอำนวยความสะดวกด้านสมาร์ทกริดของ กฟน. และ กฟภ. จะส่งเสริมให้เกิดการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้น เนื่องจากสามารถมองเห็นการใช้ไฟในภาพรวมและวางระบบสายส่งได้ครอบคลุมความต้องการ

3. ความกระเพื่อมของกระแสไฟฟ้า/ ความผันผวน (การกระชาก/ การตก)/ การรวบรวมข้อมูล/ การประมวลผล/ การแก้ไขระบบด้วยตนเอง การไฟฟ้าสามารถลดความกระเพื่อมของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานทดแทนได้ เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop เข้าระบบโครงข่ายของการไฟฟ้า จะส่งผลต่อเสถียรภาพหรือความสม่ำเสมอหรือการกระเพื่อมของกระแสไฟฟ้า (ripple) ทางไฟฟ้า เช่น แดดจ๊าแล้วสลับเป็นไม่มีแดด หากมีการใช้ไฟในปริมาณมาก ไฟก็จะดับ อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าของประชาชนในพื้นที่นั้นๆ การส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนจึงควรดำเนินการควบคู่ไปกับการพัฒนาระบบสมาร์ทกริด เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างมี



ประสิทธิภาพ รวมถึงมีการประมวผลเพื่อทำการแก้ไขระบบได้อย่างรวดเร็ว สร้างความเสถียรให้กับพื้นที่รอบๆ พื้นที่ติดตั้ง Solar Rooftop

Jarmakiewicz, Parobczak & Maślanka (2017) ได้ทำการศึกษาการควบคุมมาตรฐานทางไฟฟ้า พบว่าการควบคุมมาตรฐานทางไฟฟ้ามีความสำคัญต่อความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า เป็นปัจจัยที่ควรพิจารณาในการผลิตพลังงาน และจะต้องมีการอำนวยความสะดวกด้านสมรรถ กริดของ กฟน. และ กฟภ. ซึ่งหากมีความพร้อมในปัจจุบันดังกล่าว ก็จะสามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ในทุกพื้นที่ของประเทศ

ด้านผลผลิต/ผลลัพธ์

1. การขยายการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าหากมีการเติบโตของอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์ และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยมากขึ้น จะทำให้ประชาชนมีโอกาในการเข้าถึงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop มากขึ้น อันเนื่องมาจากการแข่งขันตามกลไกการตลาด

2. เพิ่มส่วนแบ่งของพลังงานหมุนเวียน เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิงที่กำลังจะหมดไปในอนาคต จึงมีผู้สนใจผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop มากขึ้น

3. เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ทำให้ประชาชนในพื้นที่ห่างไกลสามารถเข้าถึงการใช้ไฟฟ้าได้ และเกิดการใช้พลังงานที่ผลิตในพื้นที่ ซึ่งถือว่าเป็นการใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า (ใช้พลังงานที่ไหน ผลิตไฟฟ้าที่นั่น)

4. ลดการสูญเสียพลังงานในระบบ โดยหากมีการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop ในพื้นที่ที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้า จะสามารถลดการสูญเสียพลังงานในระบบสายส่งได้

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกมีกำลังการผลิตติดตั้งรายปี 98.80 GWp และกำลังการผลิตติดตั้งสะสม 402.5 GWp (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2561) และปัจจัยสำคัญในการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา คือ สามารถเพิ่มส่วนแบ่งของพลังงานหมุนเวียน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานในระบบ และสามารถลดการสูญเสียพลังงานในระบบสายส่ง (Greulich, Höffler, Würfel, & Rein, 2013)

ด้านผลกระทบ

1. การลดความต้องการโรงไฟฟ้าใหม่ เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าของประชาชนได้ ทำให้ไม่ต้องทำการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ (โรงไฟฟ้าถ่านหิน)

2. ความมั่นคงด้านพลังงาน/ ความหลากหลาย คือ การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงาน สามารถลดการนำเข้าพลังงานและน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า สร้างทางเลือกที่หลากหลายในการใช้พลังงาน

3. เพิ่มการจ้างงาน การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถก่อให้เกิดการจ้างงานเป็นวงกว้าง ตัวอย่างเช่นการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในบังคลาเทศ ทำให้เกิดการจ้างงานและกระตุ้นเศรษฐกิจในระดับท้องถิ่น โดยการติดตั้งระบบโซลาร์โฮม 3.6 ล้านครัวเรือนทำให้เกิดการจ้างงานโดยตรง 115,000 ตำแหน่ง และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีกกว่า 50,000 ตำแหน่ง เป็นต้น



4. การใช้ทรัพยากรในประเทศเพิ่มขึ้น (แสงอาทิตย์) เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ การผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Rooftop จึงเป็นการใช้พลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่ทั่วไปอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

5. สร้างภาพลักษณ์ที่ดี/ สภาพแวดล้อมที่สะอาด/ การได้รับความชื่นชมและการยอมรับจากประชาชน เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาด ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จึงสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี และเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์การใช้พลังงาน สร้างความชื่นชมและการยอมรับในระดับสากลได้

6. เกิดการขยายทางเศรษฐกิจ การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ก่อให้เกิดการลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียน ส่งผลต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้ประชาชนสามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ในวงกว้าง

เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์สามารถเพิ่มส่วนแบ่งด้านพลังงาน และสร้างความมั่นคงให้กับระบบพลังงานของประเทศ (Griffiths & Mills, 2016) ประกอบกับ Zhang, Chen, Liu, Yang & Xu (2017) ได้ทำการศึกษาอัตราการจ้างงานจากอุตสาหกรรมแสงอาทิตย์ พบว่าอุตสาหกรรมแสงอาทิตย์ทำให้มีการจ้างงานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1) สามารถนำผลที่ได้จากการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของประเทศไทย

2) ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบสมรรถนะหรือระบบบริหารจัดการไฟฟ้าของประเทศที่มีประสิทธิภาพเพื่อรองรับการพัฒนาพลังงานทดแทนในอนาคต

บรรณานุกรม

ชุตินา อยู่ดี และเสถียรภาพ นาสลวง. (2562). มาตรการทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์. *วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 6(1), 1-19.

ปิติพิรุณ รวมเมฆ. (2557). ปัจจัยแห่งความสำเร็จในการพัฒนาโครงการพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ยั่งยืน. *วารสารนักบริหาร*, 34(1), 122-129.

พิพัฒน์ นนทนารณ, สุมาลี วงษ์จิตติ, ประจักษ์ ทรัพย์มณี, ชนิด เผ่าพันธุ์ดี, และอนุวัฒน์ ยอดวงศ์. (2550). การวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อศึกษาโครงสร้างระบบพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย. ขอนแก่น: วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Ansolabehere, S., & Konisky, D. (2009). Public Attitudes Toward Construction of New Power Plants. *Public Opinion Quarterly*, 73(3), 566-577.



- Chaianong, A., Bangviwat, A., & Menke, C. (2019). A Framework for Evaluating Economic Impacts of Rooftop PV Systems with or without Energy Storage on Thai Distribution Utilities and Ratepayers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 73, 1-6.
- Greulich, J., Hoeffler, H., Wuerfel, U., & Rein, S. (2013). Numerical power balance and free energy loss analysis for solar cells including optical, thermodynamic, and electrical aspects. *Journal of Applied Physics*, 114(20), 204504.
- Griffiths, S., & Mills, R. (2016). Potential of rooftop solar photovoltaics in the energy system evolution of the United Arab Emirates. *Energy Strategy Reviews*, 9, 1-7.
- Hamilton, L., White, C., Lammers, D., & Myerchin, M. (2012). Population, climate, and electricity use in the Arctic integrated analysis of Alaska community data. *Population and Environment*, 33(4), 269-283.
- Hoke, A., Giraldez, J., Palmintier, B., Ifuku, E., Asano, M., Ueda, R., & Symko-Davies, M. (2018). Setting the Smart Solar Standard: Collaborations Between Hawaiian Electric and the National Renewable Energy Laboratory. *IEEE Power and Energy Magazine*, 16(6), 18-29.
- International Renewable Energy Agency. (2020). *Solar energy*. Retrieved June 2, 2020, from Country Rankings: Capacity of solar energy Website: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>
- Islam, T., & Meade, N. (2013). The impact of attribute preferences on adoption timing: The case of photo-voltaic (PV) solar cells for household electricity generation. *Energy Policy*, 55, 521-530.
- Jarmakiewicz, J., Parobczak, K., & Maslanka, K. (2017). Cybersecurity protection for power grid control infrastructures. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 18, 20-33.
- Jensen, C. (1996). *Delphi in Depth: Power Techniques from the Experts Berkeley*. Berkeley, CA: McGraw-Hill.
- Jo, J. H., Carlson, J., Golden, J. S., & Bryan, H. (2010). Sustainable urban energy: Development of a mesoscale assessment model for solar reflective roof technologies. *Energy Policy*, 38(12), 7951-7959.



- Jung, J., & Tyner, W. (2014). Economic and policy analysis for solar PV systems in Indiana. *Energy Policy*, 74, 123-133.
- Kar, S. K., Sharma, A., & Roy, B. (2016). Solar energy market developments in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 121-133.
- Kaufmann, R. K., & Vaid, D. (2016). Lower electricity prices and greenhouse gas emissions due to rooftop solar: empirical results for Massachusetts. *Energy Policy*, 93, 345-352.
- Levison, E., & Oehme, S. (2019). *Social acceptance of solar technology: A field study among coffee co-operatives' members in rural Kenya*. degree of Bachelor, etrieved from <http://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1117245&dsid=8451>
- Macmillan, T. T. (1971). *The delphi technique*. Paper Presented at the annual meeting of the California Junior Colleges Associations Committee on Research and Development, California, United States of America.
- Ninsawat, S., & Mohammad, D. H. (2016). Identifying Potential Area and Financial Prospects of Rooftop Solar Photovoltaics (PV). *Sustainability*, 8(10), 1068.
- O'shaughnessy, E., & Margolis, R. (2018). The value of price transparency in residential solar photovoltaic markets. *Energy Policy*, 119, 406-412.
- Zhang, S., & He, Y. (2013). Analysis on the development and policy of solar PV power in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 393-401.
- Zhang, S., Chen, Y., Liu, X., Yang, M., & Xu, L. (2017). Employment effects of solar PV industry in China: A spreadsheet-based analytical model. *Energy Policy*, 109, 59-65.