รูปแบบการยอมรับและใช้งานสมาร์ทกริดเทคโนโลยีของผู้บริโภคในประเทศไทย

Pattern of Smart Grid Technology Acceptance and Adoption in Thailand Customer

ธนพล แสงสุวรรณ*
Thanapon Saengsuwan
วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร**
Wattanapong Rakwichian
บุญวัฒน์ วิจารณ์พล***
Bunyawat Vichanpol
เกศราพรรณ พันธุ์ศรีเกตุ คงเจริญ****
Ketsaraphan Punsrigate Khongjaroen

บทคัดย่อ

สมาร์ทกริดเทคโนโลยี (Smart Grid Technology : SGT) เป็นเทคโนโลยีทางการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน และเป็นการรวมเอาแหล่งพลังงานทดแทน เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) และระบบสายส่งเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศการใช้พลังงานแบบทันที (Real Time) เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน (Demand respond) ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีนี้ โดยใช้แบบจำลองการยอมรับใช้เทคโนโลยี (Technology Acceptance Model : TAM) ร่วมกับการรับรู้ถึงความเสี่ยง (Perceived risk) และแบบจำลองทฤษฎีคุณค่าตามความมุ่งหมาย (Value based Adoption Model : VAM) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือผู้ใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทั้งสี่เขตจำนวน 500 ราย และทำการวิเคราะห์การศึกษาโดยใช้แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural equation model : SEM) ผลการศึกษาพบว่าการรับรู้ประโยชน์ การรับรู้ความง่าย และการรับรู้คุณค่านั่นส่งผลโดยตรงต่อการยอมรับและใช้งานสมาร์ตกริดเทคโนโลยี ส่วนการรับรู้ความเสี่ยงไม่มีนัยสำคัญต่อการพิจารณาใช้งานเทคโนโลยีของผู้บริโภค โดยประเด็นเหล่านี้ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้งานในการใช้งานเทคโนโลยี ผลของการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลสำหรับออกกฎระเบียบ นโยบาย และออกแบบพัฒนาระบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน

คำสำคัญ : สมาร์ทกริดเทคโนโลยี / แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี / การยอมรับใช้สมาร์ทกริด / การยอมรับของผู้บริโภค

*นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพะเยา
**อาจารย์ประจำวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา
***อาจารย์ประจำวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา
****อาจารย์ประจำวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

ABSTRACT

Smart Grid Technology : SGT is a type of electrical energy management to increase the application efficiency and to integrate the sources of alternative energy, the information and communication technology, and the wire-transmitted system into the exchange of the real-time information of energy consumption in response to the user's demand. This research aimed to investigate the customers' smart grid technology acceptance and adoption through the technology acceptance model (TAM) together with the perceived risk and the simulation of value based adoption model (VAM). Data were collected from 500 samples of the PEA consumers in four regions, and analyzed by the simulation of structural equation model (SEM). The results revealed that the perception of benefit ease and the value has a direct effect on the customers' smart grid technology acceptance and adoption, while perception of risk had no significance to the decision of the technology users. The studied results could be the information for passing the regulation as well as law, and designing the system development conforming to the user's need.

Keyword : Smart grid technology / Technology acceptance model / Smart grid acceptance / Customer acceptance

บทนำ

สมาร์ทกริดเทคโนโลยี (Smart Grid Technology : SGT) เป็นเทคโนโลยีเป็นแนวทางหนึ่งในการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยในการบริหารจัดการพลังงาน และเป็นการใช้พลังงานทดแทนมาผลิตไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้สมาร์ตกริดเทคโนโลยีซึ่งเป็นโครงข่ายไฟฟ้าที่มีความชาญฉลาดโดยเป็นการรวมเอานวัตกรรมต่างๆ มาเชื่อมโยงผู้ผลิตและผู้บริโภคเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความมั่นคง ปลอดภัย เชื่อถือได้ มีคุณภาพในการผลิตและบริโภค (ETP, ม.ป.ป.) สมาร์ทกริดเทคโนโลยีเป็นการเชื่อมโยงเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information and Communication Technology : ICT) เข้ากับสายส่งไฟฟ้า และนำเทคโนโลยีการสื่อสารมาบริหารจัดการ ควบคุมการผลิต การจัดส่งพลังงานไฟฟ้า สามารถรองรับการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนที่สะอาดที่กระจายอยู่ทั่วไป (Distributed Energy Resource : DER) นอกจากนี้สมาร์ทกริดเทคโนโลยียังส่งเสริมระบบการจัดการพลังงาน (Energy Management System : EMS) สมาร์ทกริดเทคโนโลยีทำหน้าที่ส่งไฟฟ้าจากผู้ผลิตและผู้ให้บริการไปยังผู้บริโภคด้วยระบบการสื่อสารแบบสองทาง (Two-Way Communication) ซึ่งจะช่วยให้สามารถบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าได้ตามเวลาจริง (Real Time) เพื่อช่วยคำนวณการแจกจ่ายกระแสไฟของเมืองตามความต้องการ (Demand Respond : DR) ช่วยให้การจ่ายกระแสไฟฟ้ามีความเสถียร ลดปัญหาไฟดับในช่วงที่มีการใช้ไฟสูง ทั้งยังทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นพฤติกรรมและปรับลดการใช้พลังงานของตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมาร์ตกริดเทคโนโลยีประกอบด้วยเทคโนโลยีหลายอย่าง ได้แก่ เทคโนโลยีด้านการตรวจวัด การรับส่งสัญญาณข้อมูลและการทำงานร่วมกับอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าอื่นๆ (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, ม.ป.ป.) โดยองค์ประกอบทางด้านเทคโนโลยีของสมาร์ทกริดเทคโนโลยีทั้งหมด ประกอบด้วย เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology : ICT) เทคโนโลยีการผลิตพลังงานไฟฟ้า การส่งจ่ายไฟฟ้า (Distributed Generation) เทคโนโลยี

การควบคุมโครงข่ายไฟฟ้าอัตโนมัติ (Substation Automation) และเทคโนโลยีมิเตอร์อัจฉริยะ (Advanced Metering Infrastructure : AMI)

การบริหารจัดการพลังงานด้วยสมาร์ทกริดเทคโนโลยีสามารถช่วยลดการบริโภคพลังงานไฟฟ้าลงได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการจัดการแบบเดิมที่ไม่มีการบริหารจัดการพลังงาน (Chin & Lin, 2015) ในประเทศไทยสมาร์ตกริดเทคโนโลยียังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากยังคงมีประเด็นคำถามเกี่ยวกับเทคโนโลยีนี้มากมายเช่น ผลประโยชน์ที่แท้จริงที่ได้รับหลังจากติดตั้งเทคโนโลยีและอุปกรณ์เกี่ยวกับสมาร์ทกริดที่ใช้ในการบริหารจัดการพลังงาน และระบบนี้สามารถช่วยผู้บริโภคในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จริงหรือไม่ การใช้งานนั้นมีความยากง่ายแค่ไหน รวมทั้งความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งระบบนี้ที่มีการลงทุนที่สูง ซึ่งประเด็นปัญหาและคำถามที่ได้กล่าวมามีความสอดคล้องและใกล้เคียงกับระดับการยอมรับใช้งานเทคโนโลยีของผู้บริโภครวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องด้วย ซึ่งพฤติกรรมการใช้งานสามารถตรวจสอบด้วยการใช้ทฤษฎี และแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีชื่อเสียงและได้รับการยอมรับนำมาใช้ศึกษาพฤติกรรมการยอมรับใช้เทคโนโลยี โดยได้นำแบบจำลองการยอมรับใช้เทคโนโลยี (Technology acceptance model : TAM) การรับรู้ถึงความเสี่ยง (Perceived Risk) แบบจำลองทฤษฎีคุณค่าตามความมุ่งหมาย (Value based Adoption Model : VAM) มาวิเคราะห์หาตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบพฤติกรรมการยอมรับการใช้สมาร์ตกริดเทคโนโลยีของผู้บริโภคแต่เนื่องจากเทคโนโลยียังไม่ได้นำมาดำเนินการในประเทศในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้ความคาดหวังที่จะได้รับจากเทคโนโลยีมาแทนที่การยอมรับใช้งานเทคโนโลยีเพื่อศึกษาความคาดหวังของผู้บริโภคที่จะมีต่อตัวของเทคโนโลยีซึ่งจะนำไปสู่การยอมรับและใช้งานเทคโนโลยีในอนาคต

วิจัยครั้งนี้มีเป้าประสงค์คือรูปแบบการยอมรับและใช้งานสมาร์mกริดเทคโนโลยีของผู้บริโภคด้วยการใช้ทฤษฎีและแบบจำลองที่เกี่ยวกับการยอมรับใช้เทคโนโลยี (Chin & Lin, 2015) โดยทำการศึกษากำหนดองค์ประกอบตัวแปรและหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อสร้างแบบจำลอง และทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการเชิงโครงสร้าง (Structural equation model : SEM) การศึกษาครั้งนี้มีสำคัญอย่างมากเนื่องจากการส่งเสริมการใช้และการออกแบบเทคโนโลยีจะประสบผลสำเร็จหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับการตอบรับและการยอมรับในการใช้งานเทคโนโลยีนั้นๆ ของผู้ใช้งานเพื่อทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานการวิจัยครั้งนี้คือผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (Provincial Electricity Authority : PEA) ทั้ง 4 เขตภูมิภาคที่เป็นเจ้าของบ้าน ทำการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของทาโร ยามาเน่ (Yamane) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ได้จำนวน 500 ราย

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับใช้สมาร์ตกริดเทคโนโลยี

1. ทำการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ เอกสาร ตำรา บทความ วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับใช้สมาร์ตกริดเทคโนโลยีทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2. ทำการปรึกษาผู้เชี่ยวทางด้านสมาร์ตกริดเทคโนโลยีและทางด้านการตลาดและทางด้านสังคมศาสตร์เพื่อสอบถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่ศึกษาวิจัย

3. นำข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) มาสรุปเป็นตัวแปรที่จะทำการศึกษาและสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของการยอมรับใช้สมาร์mกริดเทคโนโลยี

4. นำตัวแปรและแบบจำลองที่ได้ไปสร้างแบบสอบถามที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลองสมาการเชิงโครงสร้าง (Structural equation model) ของการยอมรับใช้สมาร์mกริดเทคโนโลยี

1. รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามที่เก็บมาผ่านการตรวจสอบอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

2. ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อยืนยันองค์ประกอบตัวแปรด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis: CFA) เพื่อหาองค์ประกอบตัวแปรที่ส่งผลต่อการยอมรับและใช้งานสมาร์ทกริดเทคโนโลยีในประเทศไทย

3. ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีโดยใช้วิธีการวิเคราะห์อิทธิพล (Path analysis) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่จะส่งผลต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีในประเทศไทย

ผลการวิจัย

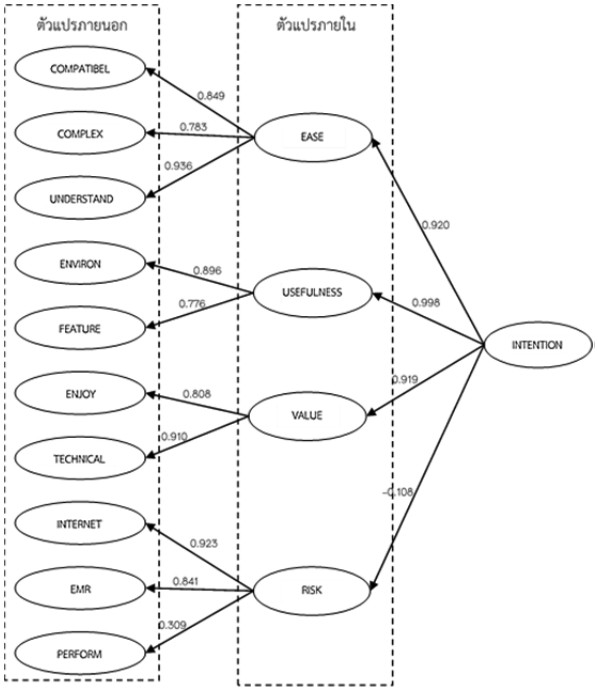
1. ผลการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีของผู้บริโภคในประเทศไทยมีทั้งหมด 14 ด้าน แบ่งเป็น ตัวแปรภายในมีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ความง่ายในการใช้งาน (EASE) ประโยชน์ในการใช้งาน (USEFULNESS) คุณค่าในการใช้งาน (VALUE) และความเสี่ยงในการใช้งาน (RISK) และตัวแปรภายนอกมีทั้งหมด 10 ด้าน ได้แก่ ความซับซ้อนในการใช้งาน (COMPELX) ความสอดคล้องกับเทคโนโลยีเดิม (COMPATIBEl) ความเข้าใจในการใช้งาน (UNDERSTAND) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ENVIRON) เนื้อหา เมนู และรูปแบบของโปรแกรม (FEATURE) ความเพลิดเพลินในการใช้งาน (ENJOY) คุณลักษณะทางเทคนิค (TECHNICAL)ความปลอดภัยทางอินเตอร์เน็ตและข้อมูลส่วนบุคคล (INTERNET) การแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR) และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ (PERFORM)

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 3 (Third Order Confirmatory Factor Analysis) ของการยอมรับใช้สมาร์ตกริดเทคโนโลยี

การวิเคราะห์นี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อทำการยืนยันตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรที่สังเกตไม่ได้ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่และเป็นการจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรที่สังเกตไม่ได้ที่มีต่อการยอมรับใช้เทคโนโลยี โดยผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 3 ของการยอมรับใช้สมาร์ตกริดเทคโนโลยี พบว่าค่าสถิติ Chi-Square มีค่าเท่ากับ 288.872 และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>.05$)มีค่าเท่ากับ 0.606 ค่า χ^2/df มีค่าเท่ากับ 0.976 ดัชนี GFI มีค่าเท่ากับ 0.964 ดัชนี AGFI มีค่าเท่ากับ 0.944 ดัชนี CFI มีค่าเท่ากับ 1.000 ค่า Standardized RMR มีค่าเท่ากับ 0.045 และค่า RMSEA มีค่าเท่ากับ 0.000 ค่าสถิติทั้งหมดผ่าเกณฑ์ตามที่กำหนด แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังแสดงในภาพที่ 1

โดยการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรองค์ประกอบมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง -0.108 ถึง 0.998 และความแปรปรวนที่อธิบายตัวแปรเท่ากับร้อยละ 1.2 ถึง 90.1 โดยปัจจัยภายในที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงที่สุด คือ ประโยชน์จากการใช้งาน มีค่าเท่ากับ 0.998 มีความแปรปรวนเท่ากับร้อยละ 90.1 รองลงมาคือ ความง่ายในการใช้งาน มีค่าเท่ากับ 0.920 มีความแปรปรวนเท่ากับร้อยละ 84.7 และน้อยที่สุดคือ ความเสี่ยงในการใช้งาน มีค่าเท่ากับ -0.108 มีความแปรปรวนเท่ากับร้อยละ 1.2 และปัจจัยภายนอกที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงที่สุด คือ ความเข้าใจในการใช้งาน มีค่าเท่ากับ 0.936 มีความแปรปรวนเท่ากับร้อยละ 87.6 รองลงมาคือ ความปลอดภัยทางอินเตอร์เน็ตและข้อมูลส่วนบุคคล มีค่าเท่ากับ 0.923 มีความแปรปรวนเท่ากับร้อยละ 0.852 และน้อยที่สุดคือ เนื้อหา เมนู และรูปแบบของโปรแกรม มีค่าเท่ากับ 0.776 มีความแปรปรวนเท่ากับร้อยละ 80.3 ตาม ตารางที่ 1



p-value=0.606, Chi-Square=288.872, df=296, RMSEA=0.000

ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 3 ของการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 3 ของการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี

ตัวแปรองค์ประกอบ	Standardized Factor Loading	SMC
COMPELX------>EASE	0.849	0.721
COMPATIBEL------>EASE	0.783	0.613
UNDERSTAND------>EASE	0.936	0.876
ENVIRON------>USEFULNESS	0.896	0.603
FEATURE------>USEFULNESS	0.776	0.803
ENJOY------>VALUE	0.808	0.653
TECHNICAL------>VALUE	0.910	0.829
INTERNET------>RISK	0.923	0.852
EMR------>RISK	0.841	0.707
PERFORM------>RISK	0.309	0.069
EASE------>INTENTION	0.920	0.847
USEFULNESS------>INTENTION	0.998	0.901
VALUE------>INTENTION	0.919	0.844
RISK------>INTENTION	-0.108	0.012

3. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลทางตรง (Direct Effect) อิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) และอิทธิพลรวม (Total Effect)

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลทางตรง (Direct Effect) อิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) และอิทธิพลรวม (Total Effect) ของตัวแปรองค์ประกอบปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ของผล (Effect Coefficient) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. กลุ่มตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีมี 3 ตัวแปร ได้แก่

1.1 ความง่ายในการใช้งาน มีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .302

1.2 คุณค่าในการใช้งาน มีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .468

1.3 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ มีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .177

2. กลุ่มตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีมี 10 ตัวแปร ได้แก่

2.1 ความง่ายในการใช้งานมีอิทธิพลทางอ้อมในทางลบต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ -.013

2.2 ประโยชน์ในการใช้งานมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .890

2.3 ความซับซ้อนในการใช้งานมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .433

2.4 ความสอดคล้องกับเทคโนโลยีเดิมมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .191

2.5 ความเข้าใจในการใช้งานมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .579

2.6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .258

2.7 เนื้อหา เมนู และรูปแบบของโปรแกรมมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .161

2.8 ความเพลิดเพลินในการใช้งานมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .112

2.9 คุณลักษณะทางเทคนิคมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .068

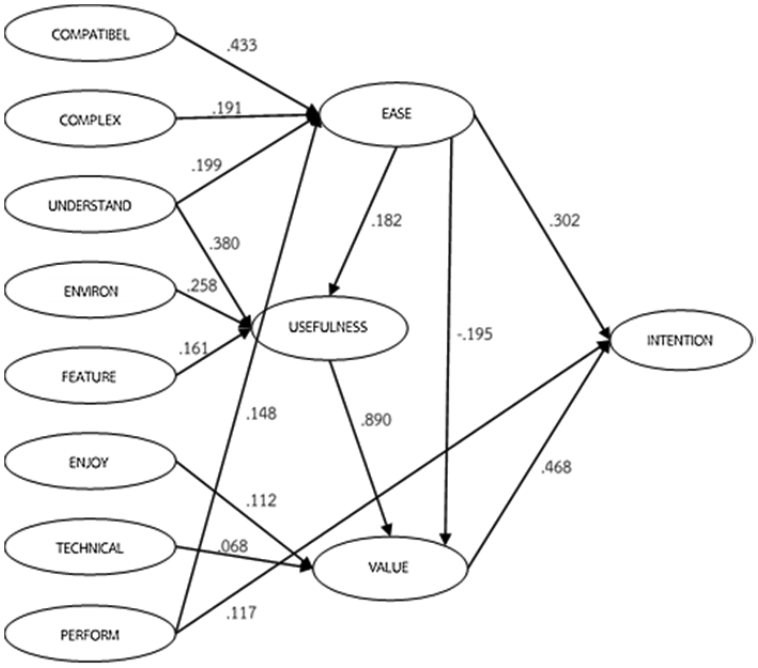
2.10 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์มีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกต่อการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ .148

3. ปัจจัยการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีได้รับอิทธิพลรวมสูงสุดจากตัวแปรประโยชน์ในการใช้งาน (.890) รองลงมาคือความเข้าใจในการใช้งาน (.579) คุณค่าในการใช้งาน (.468) ความซับซ้อนในการใช้งาน (.433) ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ (.325) ความง่ายในการใช้งาน (.289) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (.258) ความสอดคล้องกับเทคโนโลยี (.191) เนื้อหา เมนู และรูปแบบของโปรแกรม (.161) ความเพลิดเพลินในการใช้

งาน (.112) และคุณลักษณะทางเทคนิค (.068) ตามลำดับ โดยตัวแปรองค์ประกอบปัจจัยทั้ง 11 ตัวแปรร่วมกันทำนายการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีได้ร้อยละ 52

ตารางที่ 2 ขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวมของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

ตัวแปร	อิทธิพลทางตรง	อิทธิพลทางอ้อม				อิทธิพลรวม
		ผ่านความง่ายในการใช้งาน	ผ่านประโยชน์ในการใช้งาน	ผ่านคุณค่าในการใช้งาน	รวม	
ความง่ายในการใช้งาน	.302	-	.182	-.195	-.013	.289
ประโยชน์ในการใช้งาน	-	-	-	.890	.890	.890
คุณค่าในการใช้งาน	.468	-	-	-	-	.468
ความซับซ้อนในการใช้งาน	-	.433	-	-	.433	.433
ความสอดคล้องกับเทคโนโลยี	-	.191	-	-	.191	.191
ความเข้าใจในการใช้งาน	-	.199	.380	-	.579	.579
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	-	-	.258	-	.258	.258
เนื้อหา เมนู และรูปแบบของโปรแกรม	-	-	.161	-	.161	.161
ความเพลิดเพลินในการใช้งาน	-	-	-	.112	.112	.112
คุณลักษณะทางเทคนิค	-	-	-	.068	.068	.068
ประสิทธิภาพของอุปกรณ์	.177	.148	-	-	.148	.325



ภาพที่ 2 แสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยี

อภิปรายผล

จากงานวิจัยสามารถสรุปและอภิปรายได้ว่ามีตัวแปรองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการยอมรับและใช้งานสมาร์ตกริดเทคโนโลยีในประเทศไทยดังต่อไปนี้คือ ตัวแปรองค์ประกอบปัจจัยภายในมีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ประโยชน์ในการใช้งาน ความง่ายในการใช้งาน คุณค่าในการใช้งาน และความเสี่ยงในการใช้งาน เรียงตามลำดับความสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Fairus (2014) ได้เสนอว่าประโยชน์ในการใช้งาน ความง่ายในการใช้งาน และความเสี่ยงในการใช้งาน เป็นปัจจัยประกอบของการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีของผู้บริโภคและสามารถเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้บริโภคต่อสมาร์ทกริดเทคโนโลยีเนื่องจากผู้บริโภคมีการรับรู้ว่าตนสามารถที่จะได้รับประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีนี้ และงานของ Kim (2007) และคนอื่นๆ ที่ได้เสนอแบบจำลองทฤษฎีคุณค่าตามความมุ่งหมาย (Value based Adoption Model : VAM ได้ระบุว่า การรับรู้คุณค่าที่สูงมากจะทำให้การใช้งานเทคโนโลยีเพิ่มสูงขึ้นด้วย และตัวแปรองค์ประกอบปัจจัยภายนอกมีทั้งหมด 10 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจในการใช้งาน ความปลอดภัยทางอินเทอร์เน็ตและข้อมูลส่วนบุคคล คุณลักษณะทางเทคนิค เนื้อหา เมนู และรูปแบบของโปรแกรม ความซับซ้อนในการใช้งาน การแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ความเพลิดเพลินในการใช้งาน ความสอดคล้องกับเทคโนโลยีเดิม ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ เรียงตามลำดับความสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Chan., et al., (2014) และ SGCC (2010) ที่พบว่าความเข้าใจในการใช้งานจะช่วยเพิ่มความตั้งใจในการใช้งานให้มากขึ้น และงานของ Chou, et al., (2015) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาตัวชี้วัดเพื่อใช้วัดพฤติกรรมและนิสัยของผู้บริโภคต่อการใช้งานสมาร์ทมิเตอร์ในครัวเรือนพบว่า ความปลอดภัยทางอินเตอร์เน็ตและข้อมูลส่วนบุคคล คุณลักษณะทางเทคนิค เนื้อหา เมนู และรูปแบบของโปรแกรม ความซับซ้อนในการใช้งาน เป็นตัวแปรที่ส่งเสริมการใช้งานสมาร์ตกริดเทคโนโลยี และ

สอดคล้องกับ Ellabban & Abu (2016) ที่เสนอว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นองค์ประกอบปัจจัยภายนอกการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีของผู้บริโภค

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างภายในแบบจำลองการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีในประเทศไทยพบว่า ปัจจัยการยอมรับใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีได้รับอิทธิพลรวมสูงสุดจากตัวแปรประโยชน์ในการใช้งาน รองลงมาคือความเข้าใจในการใช้งาน, คุณค่าในการใช้งาน, ความซับซ้อนในการใช้งาน, ประสิทธิภาพของอุปกรณ์, ความง่ายในการใช้งาน, ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม, ความสอดคล้องกับเทคโนโลยี, เนื้อหา เมนู และรูปแบบของโปรแกรม, ความเพลิดเพลินในการใช้งาน, และต่ำสุดคือคุณลักษณะทางเทคนิค แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานให้ความสำคัญกับประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้งานเทคโนโลยีเช่น ประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และการช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้า มีความง่ายในการใช้งาน ไม่มีความซับซ้อนหรือการใช้งานที่ต้องใช้ความพยายามมาก และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ความมีการทดสอบหรือผ่านการทดสอบตามมาตรฐานที่กำหนดในประเทศ หรือมีการรับรองจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือเพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือ ความแม่นยำในการตรวจวัด อายุการใช้งานของอุปกรณ์ โดยการออกแบบเนื้อหาและเมนูในการใช้งานควรมีความง่ายในการใช้งานเข้าใจได้ง่ายสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องมีภูมิหลังหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องมากนัก เช่นในตัวมอนิเตอร์แสดงผลภายในบ้านควรออกแบบให้สามารถอ่านค่าต่างๆได้ง่ายและทำความเข้าใจได้ง่าย และผู้ใช้งานสามารถเพลิดเพลินไปกับการใช้งานไม่มีความยุ่งยากหรือความเบื่อหน่ายหลังจากได้ทดลองใช้งานแล้ว รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาผลิตต้องมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งในปัจจุบันนั้นผู้บริโภคส่วนใหญ่จะใส่ใจด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความมีการแสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถของเทคโนโลยีว่าสามารถช่วยลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมได้มากน้อยเพียงใด

ถึงอย่างไรก็ตามแม้ว่าตัวแปรความเสี่ยงในการใช้งาน ตัวแปรความปลอดภัยทางอินเทอร์เน็ตและข้อมูลส่วนบุคคล และตัวแปรการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่มีอิทธิพลต่อการยอมรับใช้สมาร์ตกริดเทคโนโลยีในประเทศไทยอาจเป็นเพราะว่า สื่อ องค์ความรู้ และงานวิจัยที่มีอยู่ภายในประเทศยังไม่การนำเสนอผลกระทบหรือความเสี่ยงที่เกิดจากการใช้งานเทคโนโลยีนี้ รวมทั้งยังไม่มีการให้ความรู้เกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดจากการใช้สมาร์ทกริดเทคโนโลยีและเทคโนโลยีทางพลังงานทดแทนต่างๆ ทำให้ผู้บริโภคยอมรับและใช้งานเทคโนโลยีโดยไม่ได้สนใจในความเสี่ยงต่อการใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่เสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัยในครั้งนี้ และได้ให้ข้อมูลในส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัยในครั้งนี้ และสำนักวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่ได้ให้คำแนะนำทางด้านสถิติการวิจัยขั้นสูงที่ใช้งานวิจัยนี้ และดร.กฤตภาส มงคลธำรงกุล ที่ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

เอกสารอ้างอิง

Chan-Kook Park, Hyun Jaekim & Yang-Soo Kim. (2014). A study of factors enhancing smart grid consumer engagement. **Energy Policy, 72**, 211-218.

ETP. (n.d.). **European Technology Platform Smart Grids (2010) Strategic deployment document for Europe's electricity networks of the future**. [Online]. Available : http://www.smartgrids.eu/documents/SmartGrids_SDD_FINAL_APRIL2010.pdf. [2016, March 18].

Fairus Abu., et al. (2014). Technology Acceptance Model (TAM): Empowering Smart Customer to Participate in Electricity Supply System. **Journal of Technology Management and Technopreneurship, 2**(1), 85-94.

Jacky Chin, & Shu-Chiang Lin. (2015). Investigating Users' Perspectives in Building Energy Management System with an extension of Technology Acceptance Model : A Case Study in Indonesian Manufacturing Companies. The Third Information Systems International Conference. **Procedia Computer Science, 72**, 31-39.

Jui-Sheng Chou., et al. (2015). Cross-country review of smart grid adoption in residential buildings. **Renewable and Sustainable Energy, 48**, 192-213.

Kim, H., Chan, HC. & Gupta, S. (2007). Value-based adoption of mobile internet : an empirical investigation. **Decision Support Systems, 43**, 111-126.

Omar Ellabban & Haitham Abu-Rub. (2016). Smart grid customers' acceptance and Engagement : An overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews, 65**, 1285-1298.

SGCC (Smart Grid Consumer Collaborative). (2010). **Consumer Voice : Results of Baseline Focus Groups**. SGCC, Atlanta.