



วารสารวิชาการ พลังงานทดแทน สู่ชุมชน

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2567

J-REC BY TRECA



J-REC
**JOURNAL OF
RENEWABLE ENERGY
FOR COMMUNITY**

ISSN 2773-8639 (Online)

วารสารวิชาการ

พลังงานทดแทน สู่ชุมชน J-REC

JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY
FOR COMMUNITY



วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นเอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการและงานวิจัยด้านพลังงานหมุนเวียนในเครือข่ายพลังงานของประเทศไทย
2. เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติและผลงานวิชาการใหม่ๆ พลังงานทดแทนระหว่างนักวิจัยและผู้ใช้ทั้งภาครัฐและเอกชน
3. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนคณาจารย์บุคลากรทางการศึกษานักศึกษาและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทำงานด้านพลังงานหมุนเวียนที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ
4. เพื่อเป็นแหล่งรวมรายงานผลงานวิจัยและบทความวิชาการที่มีคุณภาพและมีคุณค่าของพลังงานทดแทนสู่การใช้งานจริงเพื่อความยั่งยืนด้านพลังงานของประเทศ



เจ้าของลิขสิทธิ์ สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย

ที่ตั้งสมาคมฯ ศูนย์วิจัยและบริการด้านพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 ม.1 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12110

โทร. 0-2549-3497 www.reca.or.th/jrec

วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชน

พิมพ์ออกเผยแพร่ 3 ฉบับต่อปี ตั้งแต่ เดือนมกราคม-เมษายน พฤษภาคม-สิงหาคม และกันยายน-ธันวาคม ติดต่อขอรับเป็นสมาชิกได้โดยตรงที่ สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย

วัตถุประสงค์สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชน แห่งประเทศไทย

1. เพื่อส่งเสริมความร่วมมือทางด้านวิชาการระหว่างภาครัฐภาคเอกชนและภาคประชาชนในด้านพลังงานทดแทนการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมเพื่อชุมชนต่างๆทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ
2. เพื่อจัดหาทุนเพื่อสนับสนุนการศึกษาวิจัยฝึกอบรมการดำเนินโครงการด้านพลังงานทดแทนให้กับภาครัฐภาคเอกชนและภาคประชาชนจากแหล่งทุนทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ
3. ไม่ดำเนินการส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมใดๆ ที่มุ่งไปสู่การดำเนินงานทางการเมือง
4. ไม่ดำเนินการให้มีการจัดตั้งโต๊ะบิลเลียดหรือกระทำการอันผิดต่อขนบธรรมเนียมและจารีตประเพณีที่ดีของสังคมไทย
5. เพื่อส่งเสริมให้สมาคมมีรายได้จากโควต้าสลากกินแบ่งรัฐบาลหรือสลากการกุศลของรัฐบาลที่พิมพ์ออกจำหน่ายเพื่อนำรายได้มาใช้จ่ายดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของสมาคม
6. เพื่อส่งไม้กิจกรรมทางสังคมด้านสาธารณะประโยชน์ด้านต่างๆรวมถึงกิจกรรมเพื่อการจัดสวัสดิการให้กับสมาชิก

หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันทั่วโลกต้องเผชิญกับปัญหาด้านพลังงานที่รุนแรงกว่าในอดีตมากอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานและราคาพลังงานเชื้อเพลิงที่มีการปรับตัวอยู่ในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง ผลกระทบที่สำคัญจากปัญหาดังกล่าวคือ ความมั่นคงทางด้านการจัดหาพลังงานขณะเดียวกันการใช้พลังงานที่สูงขึ้นก็ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจนเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (GreenHouseEffects) ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศโลกอย่างรุนแรง ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาด้านพลังงานดังกล่าวจึงได้มีแนวคิดในการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนกันมากขึ้นโดยเฉพาะพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่มีการนำมาใช้เป็นระยะเวลายาวนานไม่ก่อให้เกิดมลพิษแสงอาทิตย์ยังเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนอีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่มีวันหมดสิ้น

จุดมุ่งหมายสำคัญ

การทำงานกันทั้งส่วนภาครัฐและประชาชนในการใช้พลังงานทดแทน การอนุรักษ์พลังงานและใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมของชุมชนในประเทศไทย ตลอดจนการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่าง ๆ มาใช้เป็นพลังงานทดแทนเพื่อความเหมาะสมและให้เกิดความยั่งยืนของชุมชนและประชาชนในประเทศไทย

วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชน

JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY FOR COMMUNITY

คณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการสู่ชุมชน

คณะกรรมการที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

กองบรรณาธิการ

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัช โยชนรินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รองบรรณาธิการ

นายกสมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย (รศ.ดร. พิสิษฐ์ มณีโชติ)

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ

กรรมการสมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย (ผศ.ดร.จิรวดี ผลประเสริฐ)

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ

ศาสตราจารย์ ดร.ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์

ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช

รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต เรืองรุ่งชัยกุล

รองศาสตราจารย์ ดร. ประพิศาริ ธนารักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรจิตต์ เศรษฐพรพงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา ศรีประภาคา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วารุณี อริยะวิริยะนันท์

ดร.ชานนท์ บุญมีพิพิธ

เลขานุการ

นางสาวกิ่งกานต์ พันธวานิชย์

ผู้ช่วยเลขานุการ

นางสาวธัญญลักษณ์ ชิดโคกกรวด

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ศาสตราจารย์ ดร.ทงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์

รองศาสตราจารย์ ดร. วิรัชย์ โธณินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต เรืองรุ่งชัยกุล

รองศาสตราจารย์ ดร. พิสิษฐ์ มณีโชติ

รองศาสตราจารย์ ดร. ธวัช สุริวงษ์

รองศาสตราจารย์ ดร. ประพิธาร์ ธนารักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา ศรีประภาคาร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ สอนสารี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัทยา ทองสาร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิ์ชาติ อาจกล้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรจิตต์ เศรษฐพรรค

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรวดี ผลประเสริฐ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิกราน หอมดวง

ว่าที่ร้อยโท ดร.ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ

ดร.ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด

ดร.กอบศักดิ์ ศรีประภา

ดร.พัชรินทร์ เยวรัตน์

ดร.พัฒนโชค สายอ้าย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สวทช.

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชนโดยความร่วมมือของเครือข่ายสมาชิกสมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย (TRECA) ซึ่งเป็นฉบับที่ 2 ของปีที่ 7 และนับเป็นการตีพิมพ์วารสารในรูปแบบออนไลน์ปีที่ 4 ISSN 2773-8639 (Online) วารสารฉบับนี้เป็นเนื้อหาของบทความทางวิชาการที่มุ่งสร้างผลงานที่เด่นทางด้านการวิจัยและมุ่งสู่การใช้งานจริงซึ่งได้รวบรวมความรู้ทางวิชาการที่สามารถถ่ายทอดให้แก่สังคมทางด้านพลังงานทดแทนในสาขาต่างๆ เพื่อทำให้วารสารนี้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนวิชาการและแนวความคิดในแวดวงวิชาการทั้งผู้วิจัยและผู้ใช้งาน อันเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างผลงานทางวิชาการสู่ชุมชนและสังคม โดยดำรงไว้ซึ่งความเป็นตัวตนทางวิชาการของผู้เขียนและวัตถุประสงค์ของสมาคมฯ ที่ทรงคุณค่าบทความในวารสารฉบับนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 10 บทความ ซึ่งในแต่ละบทความมีความเป็นไปได้ในทิศทางเดียวกันของรูปแบบพลังงานทดแทนต่างๆ ครอบคลุมกระบวนการในการวิจัยและการศึกษาสู่ภาคการใช้งาน ผู้อ่านจะได้รับความรู้ที่หลากหลายจากการอ่านวารสารฉบับนี้ในแนวทางที่จะจุดประกายความคิดหรือการต่อยอดความคิดทางด้านพลังงานทดแทนสาขาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอ่านอย่างวิพากษ์และตั้งคำถามเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนในทางวิชาการอย่างสร้างสรรค์ อันจะช่วยให้ความรู้และความคิดเดิมถูกแพร่ขยายออกไปได้อย่างกว้างขวาง อีกทั้งให้วารสารฉบับนี้เป็นแหล่งความรู้ในทุกระดับภาคส่วนของทุกคนในสังคมไทยโดยไม่ยึดติดตนเองและอยู่กับความรู้ความคิดเพียงบางมุมบางด้านเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เขียนและผู้อ่านมีความเป็นตัวตนทางวิชาการที่พร้อมจะพัฒนาตนเองอยู่เสมออย่างไม่หยุดนิ่ง และท้ายที่สุดแล้วความรู้ความคิดที่ถูกต่อขยายออกไปนั้นก็必将นำไปสู่การปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศนทางความคิดของสังคมและชุมชนอย่างกว้างขวาง อันจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิชาการของสังคมเพื่อความยั่งยืนของประเทศชาติ กองบรรณาธิการขอขอบพระคุณคณะทำงานทุกท่าน คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิชาการและทุกภาคส่วนที่ได้สละเวลาอันมีค่าอ่านบทความ เพื่อความถูกต้องทางวิชาการ และเป็นวารสารที่ดีต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งนี้หากผู้อ่านมีความประสงค์จะตีพิมพ์บทความสามารถขอความกรุณาโปรดจัดเตรียมต้นฉบับให้เป็นไปตามรูปแบบของวารสารและส่งบทความทางออนไลน์ที่ www.reca.or.th/jrec เพื่อการพิจารณาและตีพิมพ์ในวารสารฉบับต่อไป

กองบรรณาธิการ

สารบัญ

นวัตกรรมด้านพลังงาน

การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.....	9
การพัฒนาอิฐก้อนด้วยเศษวัสดุเหลือทิ้งจากต้นกล้วย.....	20
ผลการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	
ชนิดสีส่นสวยงามที่ติดตั้งร่วมกับอาคาร (BIPV).....	31
การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกด้วยกระบวนการไพโรไลซิส	
เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน.....	38

พลังงานเพื่อการเกษตร

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและเศรษฐศาสตร์การอบแห้งพืชวงศ์ขิง	
โดยใช้เครื่องอบแห้งถาดหมุนอินฟราเรด.....	45
ผลกระทบของอุณหภูมิกระบวนการทอดรีแพคชันที่มีผล	
ต่อคุณสมบัติเชื้อเพลิงกากกาแฟ.....	57

พลังงานเพื่อชุมชน

Effect of the Fresh Elephant Manure Leachate-to-Water Ratio	
on the Kinetics of Biogas Production During	
the Mesophilic Anaerobic Digestion of Elephant Manure.....	68
เปรียบเทียบค่าความร้อนถ่านอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 5	
สายพันธุ์ห้วยบง 80 และสายพันธุ์ข้ามร่อง.....	79

การบริหารจัดการพลังงานชุมชน

การจัดการแบบมีส่วนร่วมของชุมชนสำหรับลดต้นทุนการผลิต	
ข้าวฮางอกด้วยเตาเศรษฐกิจประยุกต์.....	87
ระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต	
โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์.....	98

ระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลในพื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตจากพลังงานแสงอาทิตย์

Long-range wireless communication system to area without internet service provider signal form solar energy

จตุรงค์ ธงชัย^{1*} และ ธนิตร์น ยอดดำเนิน²
Jaturong Thongchai^{1*} and Thanirat Yoddamnern²

^{1,2} สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 62000

^{1,2} Department of Computer Technology Faculty of Industrial Technology
Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet 62000

¹Corresponding author: Tel.: 086-9356945. E-mail address: Jaturong_t@kpru.ac.th

Received: 28 March 2024, Revised: 10 June 2024, Accepted: 29 August 2024, Published online: 30 August 2024

Abstract

This research aims to study long-distance wireless communication systems in areas without internet service provider signals, utilizing solar energy. The system efficiency is determined through three steps: The first step involves a point-to-point long distance wireless communication system with the main host station installed on a 30 cm high pole. The signal is emitted in a straight line at a sweeping angle of 5 to 7 degrees, covering a distance of 24 kilometers to the substation. The results show that the signal intensity value is -27 dBm, and the overall communication efficiency value is 99.1%. The second step features a multi-point long distance wireless communication system. This system consists of a signal distribution station installed on a 15-meter high steel pole, divided into three parts. The first part receives signals from the host station. A set of equipment that broadcasts signals to receivers in each household, covering an area of 10 kilometers. The signal intensity value is -26.8 dBm, and the overall communication efficiency value is 98.6%. The second part involves providing internet access for users in three households, connecting from the substation to the residences. All user positions have a signal intensity of no less than -65 dBm and a noise value of no more than -98 dBm, with an overall communication efficiency value of no less than 98.1%. The final step overall, the system achieves a satisfactory performance ($\bar{X}$ = 4.42 , S.D = 0.67). The developed system uses electricity from solar energy to work. which consists of solar panels , control charger, battery and inverter.

Keywords: long-distance wireless communication, without internet service provider signals, solar energy

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพอยู่ 3 ระบบ คือ 1) ระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลแบบจุดต่อจุด เป็นสถานีแม่ข่ายหลักติดตั้งบนเสาสูง 30 เมตร ลักษณะการยิงสัญญาณเป็นเส้นตรงยิงสัญญาณเป็นมุมกวาด 5 – 7 องศา ระยะทางยิงสัญญาณไปยังสถานีย่อย 24 กิโลเมตร ผลปรากฏว่า ค่าความเข้มของสัญญาณเท่ากับ -27 dBm, ค่าประสิทธิภาพการสื่อสารโดยรวม เท่ากับ 99.1 % ระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลแบบหลายจุด เป็นสถานีกระจายสัญญาณทำการติดตั้งบนเสาท่อน้ำเหล็กสูง 15 เมตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกรับสัญญาณจากสถานีแม่ข่าย ส่วนที่สองเป็นชุดอุปกรณ์กระจายสัญญาณไปยังตัวรับสัญญาณของผู้ใช้งานในแต่ละหลังคาเรือน ครอบคลุมพื้นที่ขนาด 10 ตารางกิโลเมตร ค่าความเข้มของสัญญาณเท่ากับ -26.8 dBm, ค่าประสิทธิภาพการสื่อสารโดยรวม เท่ากับ 98.6 % 2) ระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้ใช้งาน จำนวน 3 หลังคาเรือนจากสถานีกระจายสัญญาณมายังบ้านที่พักอาศัย โดยตำแหน่งผู้ใช้งานทั้งหมดมีความเข้มของสัญญาณไม่น้อยกว่า -65 dBm, ค่าสัญญาณรบกวนไม่เกิน -98 dBm, ค่าการสื่อสารโดยรวมไม่น้อยกว่า 98.1 % 3) ความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับพอใจมาก ($X\text{-Bar} = 4.42$, $S.D = 0.67$) ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในการทำงาน ซึ่งประกอบไปด้วย แผงโซลาร์เซลล์ คอนโทรลชาร์จเจอร์ แบตเตอรี่ และอินเวอร์เตอร์

คำสำคัญ: การสื่อสารไร้สายทางไกล, ไร้สัญญาณของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต, พลังงานแสงอาทิตย์

บทนำ

ในประเทศไทยนั้นมีการใช้งานระบบสื่อสารไร้สายมานานกว่า 10 ปีแล้ว ซึ่งร้อยละ 50 นั้นเป็นการสื่อสารบนโทรศัพท์มือถือ อีกร้อยละ 30 คือการสื่อสารระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ และร้อยละ 20 ที่เหลือคือการใช้ระบบสื่อสารเฉพาะทาง เช่น การสื่อสารเพื่อการควบคุมระยะไกล, การสื่อสารการจัดเก็บข้อมูลระยะไกล, การสื่อสารอินเทอร์เน็ต เป็นต้น สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายระยะไกลแบบติดตั้งเสาอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor Antenna) นั้นค่อนข้างเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อันเนื่องมาจากค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์มีราคาถูกกว่าในอดีต โดยสามารถดัดแปลงอุปกรณ์ Wireless Access Point หรือ Wireless Router ที่มีอยู่ในบ้านหรือสำนักงานเพื่อนำไปใช้การเชื่อมต่อระยะไกล โดยปกติการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายที่ระยะทางมากกว่า 300 เมตร ขึ้นไป จะนิยมใช้ในรูปแบบของเครือข่ายไร้สาย อันเนื่องมาจากสาเหตุที่สาย UTP ไม่สามารถเชื่อมต่อได้เกินกว่า 100 เมตร, การติดตั้งแบบสายยุ่งยาก ดูแลรักษาลำบาก ถ้าจะเชื่อมต่อด้วย Optical Fiber ก็มีราคาสูงเกินไป เพราะจะต้องใช้อุปกรณ์สวิตช์หรือใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณ (Media Converter) เข้ามาช่วยในการเชื่อมต่อ ดังนั้นจึงเล็งเห็นความสำคัญของการเชื่อมต่อแบบไร้สาย เพราะราคาพอสมควร ติดตั้งง่าย รวดเร็ว และสามารถกระจายจุดการเชื่อมต่อได้มากกว่า และรวดเร็วกว่าแบบสาย

ซึ่งในเขตชนบทพื้นที่ห่างไกลมีประชาชนอาศัยอยู่กระจัดกระจายกันไม่เกิน 20 หลังคาเรือนต่อจุด เว้นระยะห่างกันเป็นกลุ่มชุมชนและยังไม่มีอินเทอร์เน็ตเข้าถึง เนื่องจากทางผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตมีค่าใช้จ่ายในการเดินสายไปยังพื้นที่ดังกล่าวสูงมากเนื่องจากระยะทางที่ไกล และผู้ที่ใช้บริการมีน้อย จึงไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงทำให้มีโอกาสน้อยมากในการติดตั้งระบบให้กับชุมชนนั้นๆ จากเหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบให้การเรียนรู้ในพื้นที่ที่ไม่มีอินเทอร์เน็ต เกิดข้อจำกัดไม่ทันต่อเหตุการณ์ ไม่สามารถนำมาใช้ในการศึกษา การวิจัย การประกอบอาชีพและประโยชน์ในด้านอื่นๆได้ จึงเกิดแนวความคิดในการสร้างระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ห่างไกลที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้กับชุมชนที่ทางผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตไม่สามารถเดินสายสัญญาณหรือ

ให้บริการได้ โดยรับส่งสัญญาณในระยะไกลจากสถานีแม่ข่ายไปยังสถานีลูกข่ายได้ และเพิ่มจุดกระจายสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ อีกทั้งยังสะดวกต่อการใช้งานอีกด้วย

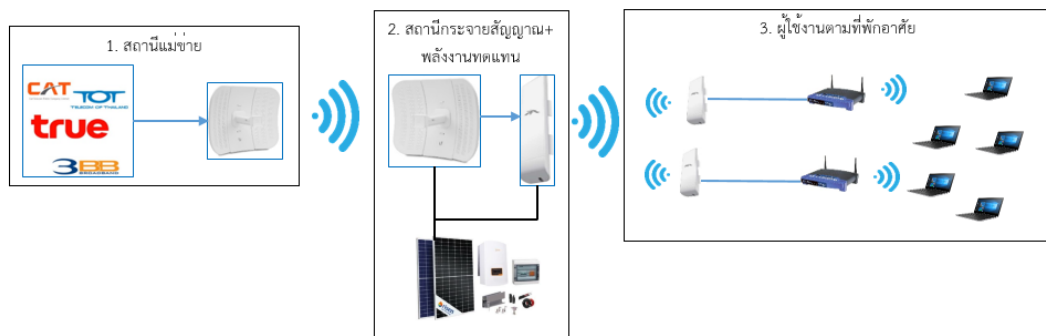
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

วิธีการวิจัย

1. ขั้นตอนในการทำวิจัย

การวิจัยเรื่อง ระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีการออกแบบภาพรวมของระบบไว้ 3 ส่วนคือ สถานีแม่ข่ายทำหน้าที่รับสัญญาณอินเทอร์เน็ตมาจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (ISP) จากนั้นส่งสัญญาณระยะไกลไปยังสถานีกระจายสัญญาณเพื่อกระจายสัญญาณต่อไปยังที่พักอาศัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โดอะแกรมระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ที่มา : ผู้วิจัย)

โดยมีการติดตั้งเสาสัญญาณสถานีแม่ข่ายเพื่อส่งสัญญาณไปยังสถานีกระจายสัญญาณ ซึ่งเสาสัญญาณในลักษณะนี้ต้องเป็นเสาที่มีความสูงมาก เพื่อหลบสิ่งกีดขวางในการสื่อสารไร้สายเพื่อไม่ให้สัญญาณขาดหายตอนรับส่งข้อมูล ใช้เป็นตัวต้นทางกำลังสูงให้แก่ตัวปลายทางที่อยู่ห่างไกลออกไป (Transmitter of Point-To-Point Telecommunication) ซึ่งนิยมใช้เสาสูง 30 เมตร และ 60 เมตร [1] แต่ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเสาสูง 60 เมตร มีราคาสูง จึงเลือกเป็นแบบ 30 เมตร ก็เพียงพอแล้ว เนื่องจากไม่มีสิ่งกีดขวางหรือบดบังการรับส่งสัญญาณแบบ Line of sight นี้

ในการติดตั้งเสาสัญญาณ 30 เมตรนั้นมีข้อควรคำนึงหลักๆ คือ

- 1) พื้นดินในการติดตั้งเสาต้องไม่ใกล้แหล่งน้ำที่อาจทำให้เกิดลมหรือไอน้ำได้
- 2) ต้องดูความลึกตามสภาพดินที่จะติดตั้งเสาวัดดินแข็ง ดินเหนียว หรือดินทราย
- 3) การคำนวณหาความยาวของ ลวดสายไวร์ (Gry wires) ในการตั้งเสาวิทยุสื่อสาร ตามสมการ วัดจากฐาน (จุดที่ตั้งเสา) ถึงฐานอีกฝั่งที่จัดจบลวดสายไวร์ Gry wires มาตรฐานในการตั้งเสา คือ 1 ใน 3 คือ เสาสูง 30 เมตรควรฐานห่างจากจุดกลาง 10 เมตร [3]
- 4) ยึดสามด้านเท่าๆกันแบ่งมุมต้องเท่ากันทุกมุม โดยคำนวณจากเส้นรอบวงของรูปทรงวงกลม คือ 360 องศา จำนวน 3 มุม จะได้แต่ละมุมคือ $360/3 = 120$ องศา แต่ถ้าพื้นที่บังคับก็ร่นความกว้างของจุดยึดได้ไม่เกิน 10%

5) แบ่งสายลวดกายไวร์ในแต่ละช่วงระดับความสูงเดียวกันให้เท่ากัน และควรเผื่อความยาวของลวดกายไวร์ไว้อย่างน้อย 1 เมตรเพื่อใช้ในการจับยึดแคมป์ ตามสมการดังนี้

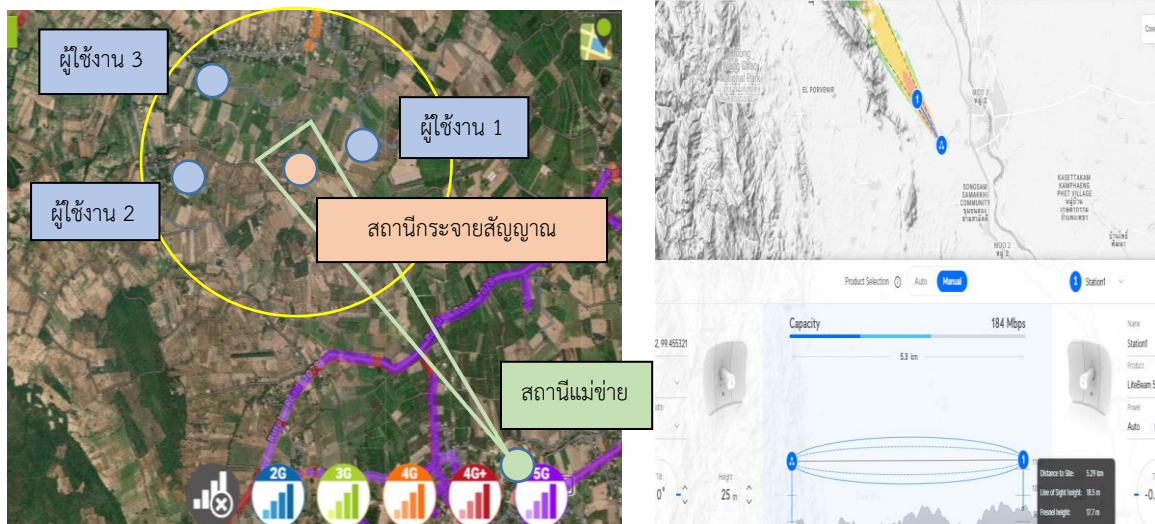
$$\text{ความยาวของลวดกายไวร์} = \sqrt{\text{ความสูงที่จับเสา}^2 + \text{ความห่างจากโคนเสา}^2} \quad (1)$$

โดยขั้นตอนการก่อสร้างและติดตั้งเสาสัญญาณสถานีแม่ข่าย ดำเนินการดังนี้ 1) ขุดดินและเทปูนฐานเสา 2) ติดตั้งเสาเข้ากับฐาน 3) ยึดเสาทั้ง 3 ด้านด้วยสายกายไวร์และติดตั้งอุปกรณ์แบบจุดต่อจุดไว้นายอดเสาหันไปทางพื้นที่ที่ต้องการดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ก่อสร้างและติดตั้งเสาสัญญาณสถานีแม่ข่าย
(ที่มา : ผู้วิจัย)

ในการเลือกพื้นที่ติดตั้งสถานีกระจายสัญญาณ ต้องทำการสำรวจหาพื้นที่ที่สัญญาณโทรศัพท์ และสัญญาณอินเทอร์เน็ตอ่อนหรือไม่มีสัญญาณเลย ด้วยเว็บไซต์ <https://www.nperf.com/th/> เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน จึงเลือกพื้นที่หมู่บ้านที่อาศัยกันอยู่เป็นกลุ่มๆ ล้อมรอบด้วยพื้นที่เกษตรกรรม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
(ที่มา : ผู้วิจัย)

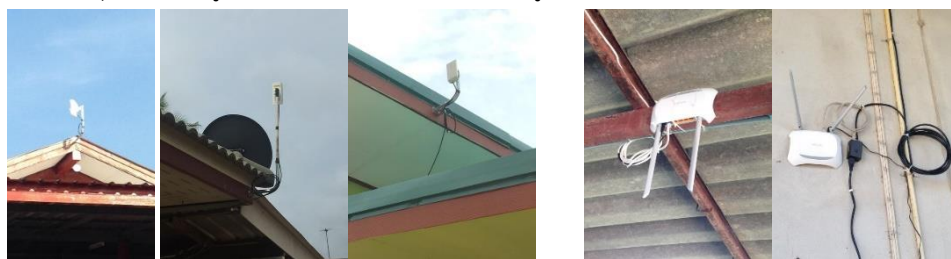
จากภาพที่ 3 จะเห็นว่า ต.บ้านใหม่สุวรรณภูมิ อ.เมือง จ.กำแพงเพชร มีคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์ดี มีทั้งคลื่น 5G 4G และ 4G+ ทางผู้วิจัยจึงเลือกจุดนี้เพื่อติดตั้งสถานีส่งที่ เพื่อส่งไปยังสถานีกระจายสัญญาณ ซึ่งห่างกันประมาณ 7.5 กิโลเมตร ติดตั้งไว้ที่หมู่บ้านพงษ์ใหญ่ ต.นครชุม อ.เมือง จ.กำแพงเพชร เป็นบ้านคนผู้พักอาศัยแถบชนช้ายของแผนที่และทำการกระจายสัญญาณเพื่อให้บริการกับผู้ที่ต้องการใช้งานบ้านอื่นต่อไป

ในการติดตั้งเสาอุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีแม่ข่ายและอุปกรณ์กระจายสัญญาณ จะใช้เสาท่อเหล็กแป๊ปในการต่อกันจำนวน 3 ท่อนๆ ละ 5 เมตร เลือกขนาดที่สามารถสวมเข้ากันได้นำมาต่อเข้าด้วยกันและยึดโคนฐานด้วยน็อตที่อัดไว้กับปูนที่พื้น หลังจากขึ้นเสาเสร็จก็ทำการติดตั้งกับสายกายไวร์ทั้ง 3 ด้าน ซึ่งได้เลือกกระยะการจับเสาที่ความสูง 9 เมตร ณ จุดกึ่งกลางเสา และที่ความสูง 13 เมตร ณ จุดปลายเสา เหลือไว้ 2 เมตร [3] เพื่อติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การติดตั้งเสาอุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีแม่ข่ายและอุปกรณ์กระจายสัญญาณ
(ที่มา : ผู้วิจัย)

การติดตั้งอุปกรณ์ของผู้ใช้งานตามหลังคาเรือนเสาสัญญาณจะเป็นแบบอิสระแล้วแต่ความสะดวกของผู้ใช้งาน ปลายทาง ซึ่งเป็นด้านของยูสเซอร์แล้วโดยไม่เกี่ยวข้องกับระบบพอร์รับสัญญาณได้จะทำการกระจายสัญญาณอีกทีด้วยตัวแอดเซสพอยต์ให้ครอบคลุมพื้นที่ๆ อยู่อาศัย ดังนั้นการติดตั้งจึงมีหลายรูปแบบ เช่น ชายคาบ้าน เสาเหล็ก ใต้หลังคา ฯลฯ



ก) อุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีกระจายสัญญาณ

ข) อุปกรณ์วางภายในหลังคาเรือน

ภาพที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ของผู้ใช้งานตามหลังคาเรือน
(ที่มา : ผู้วิจัย)

การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ในสถานีกระจายสัญญาณ ส่วนประกอบสำคัญของระบบโซลาร์เซลล์นี้ประกอบไปด้วยแผงโซลาร์เซลล์ เครื่องควบคุมการจ่ายไฟ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า และแบตเตอรี่ [2] ดังภาพที่ 6



ก) Solar cell

ข) Control Charger

ค) Battery

ง) Inverter

จ) Wireless Station

ภาพที่ 6 ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยโซลาเซลล์

โดยการคำนวณการใช้พลังงานของสถานีกระจายสัญญาณมีอยู่ 2 อุปกรณ์ได้แก่ Ubiquiti LiteBeam 5AC ใช้กำลังไฟฟ้า 7 วัตต์ใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน และ Ubiquiti NanoStation 5AC Loco ใช้กำลังไฟฟ้า 8.5 วัตต์ใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จะได้

$$\begin{aligned}\text{ค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า} &= (\text{ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า} \times \text{จำนวนที่ใช้} \times \text{จำนวนชั่วโมง}) / 5 / \quad (2) \\ &\text{ค่าสูญเสียพลังงานของอินเวอร์เตอร์} \\ &= ((7 \times 1 \times 24) + (8.5 \times 1 \times 24)) / 5 / 0.9 \\ &= (168 + 204) / 0.5 / 0.9 \\ &= 82.667 \text{ W/h}\end{aligned}$$

จากนั้นคำนวณหาความจุของแบตเตอรี่โดย

$$\begin{aligned}\text{กระแสไฟฟ้าที่ใช้} &= \text{ค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า} / \text{แรงดันของแบตเตอรี่} \quad (3) \\ &= 82.667 / 12 \\ &= 6.889 \text{ Ah}\end{aligned}$$

หากตั้งสมมติฐานว่าไม่มีแดดจำนวน 3 วัน แต่ระบบยังต้องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

$$\begin{aligned}\text{ขนาดความจุของแบตเตอรี่} &= \text{กระแสไฟฟ้าที่ใช้} \times \text{จำนวนวันที่ใช้งาน} / \text{เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่เก็บของ} \quad (4) \\ &\text{แบตเตอรี่ (DOD)} \\ &= 6.889 \times 3 / 80\% \\ &= 25.834 \text{ Ah}\end{aligned}$$

เนื่องจากแบตเตอรี่ขนาด 12V 25.834 Ah ไม่มีขาย จึงใช้แบตเตอรี่ขนาด 12V 20Ah จำนวน 2 ก้อนต่อขนานกัน ได้ 12V 40Ah จากนั้นคำนวณหาขนาดของแผงโซลาร์เซลล์โดย

$$\begin{aligned}\text{ขนาดของแผงโซลาร์เซลล์} &= \text{รวมจำนวนพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในหนึ่งวัน} / \text{ชั่วโมงแสงอาทิตย์} \quad (5) \\ &= 82.667 / 5 \\ &= 16.533 \text{ W}\end{aligned}$$

เนื่องจากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 16.533 W ไม่มีขาย จึงใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 20 W จากนั้นคำนวณหาขนาดของอินเวอร์เตอร์โดย

$$\begin{aligned}\text{ขนาดของอินเวอร์เตอร์} &= 1.25 \times \text{จำนวนกำลังงาน(W)รวมของโหลด AC} \quad (6) \\ &= 1.25 \times 15.5 \\ &= 7.33 \text{ W}\end{aligned}$$

เนื่องจากอินเวอร์เตอร์ขนาด 7.33W ไม่มีขาย จึงใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 100W เนื่องจากมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย

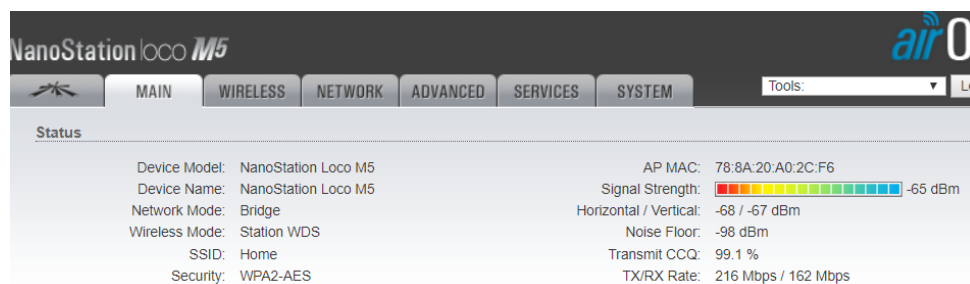
2.เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในการวิจัยเรื่องระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลสู่พื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีการหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผ่านการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม(IOC)

ของแบบสอบถามที่ผ่านการประเมินผู้เชี่ยวชาญแล้ว และใช้ค่าเฉลี่ย (X-bar) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ในการวิเคราะห์และแปลความหมายของแบบสอบถาม

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ในการทดสอบประสิทธิภาพนั้นทางตัวเฟรมแวร์ในตัวอุปกรณ์รับส่งระยะไกลของ Ubiquiti Networks นี้ได้มีฟังก์ชันการใช้งานสำหรับหาประสิทธิภาพระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลได้อย่างน่าเชื่อถือ โดยเข้าไปที่หน้าหลัก Main ที่แสดงรายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์ที่เราใช้งานไม่ว่าจะเป็นรุ่น เวอร์ชันของเฟรมแวร์ ความถี่ที่ใช้ในการเชื่อมต่อรูปแบบการเข้ารหัส รวมไปถึงประสิทธิภาพในการรับส่งสัญญาณ ทางผู้วิจัยได้นำค่าที่สนใจในการหาประสิทธิภาพ คือ Signal Strength ที่บ่งบอกความเข้มของสัญญาณ, Noise Floor ค่าสัญญาณรบกวน และ Transmit CCQ ค่าการสื่อสารโดยรวม ดังภาพที่ 7 และได้ผลดังตารางที่ 1



ภาพที่ 7 การอ่านค่าเพื่อหาประสิทธิภาพระบบสื่อสารไร้สาย
(ที่มา : ผู้วิจัย)

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพระบบสื่อสารไร้สายระยะไกล

ลำดับ	Signal Strength	Noise Floor	Transmit CCQ
สถานีแม่ข่าย - สถานีกระจายสัญญาณ	-27 dBm	-102 dBm	96 %
สถานีกระจายสัญญาณ - ผู้ใช้งานหลังคาเรือนที่ 1	-65 dBm	-98 dBm	99 %
สถานีกระจายสัญญาณ - ผู้ใช้งานหลังคาเรือนที่ 2	-59 dBm	-98 dBm	99 %
สถานีกระจายสัญญาณ - ผู้ใช้งานหลังคาเรือนที่ 3	-65 dBm	-98 dBm	98 %

ในส่วนของการทดสอบระบบอินเทอร์เน็ตที่จุดผู้ใช้งานจำนวน 3 หลังคาเรือน ที่ระยะทาง 325.73 เมตร 1.08 กิโลเมตร และ 1.52 กิโลเมตร ตามลำดับ จากสถานีกระจายสัญญาณสู่ที่พักอาศัยโดยตั้งจำกัดความเร็วที่ upload/download เท่ากับ 4/4 Mbps ดังภาพที่ 8 และได้ผลสรุปดังตารางที่ 2



ภาพที่ 8 การอ่านค่าเพื่อหาประสิทธิภาพระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้ใช้งาน
(ที่มา : ผู้วิจัย)

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้ใช้งาน

ผู้ใช้งาน	Upload	Download
ผู้ใช้หลังคาเรือนที่ 1	3.52 Mb/s	3.99 Mb/s
ผู้ใช้หลังคาเรือนที่ 2	3.36 Mb/s	3.92 Mb/s
ผู้ใช้หลังคาเรือนที่ 3	3.60 Mb/s	3.86 Mb/s

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลในพื้นที่ไร้สัญญาณผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ได้แบ่งเป็น 3 ส่วนย่อย คือ สถานีแม่ข่าย สถานีกระจายสัญญาณ และจุดรับสัญญาณตามที่פקอาศัย โดยประสิทธิภาพระบบสื่อสารไร้สายระยะไกลจากสถานีแม่ข่ายไปยังสถานีกระจายสัญญาณ ค่าการสื่อสารโดยรวมเท่ากับร้อยละ 96, ความเข้มของสัญญาณเท่ากับ -27 dBm, ค่าสัญญาณรบกวนเท่ากับ -102 dBm ส่วนสถานีกระจายสัญญาณไปยังที่พักอาศัยค่าการสื่อสารโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 98.67 และประสิทธิภาพระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้ใช้งานเฉลี่ยเท่ากับ 3.4/3.9 Mb/s
2. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับพอใจมาก ($\bar{X}$ = 4.42 , S.D = 0.67)
3. ความคุ้มค่าในการใช้ระบบโซลาร์เซลล์ พบว่าอุปกรณ์ Ubiquiti LiteBeam 5AC ใช้กำลังไฟฟ้า 7 วัตต์ใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน และ Ubiquiti NanoStation 5AC Loco ใช้กำลังไฟฟ้า 8.5 วัตต์ ใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้ใช้งาน

อุปกรณ์	การบริโภค กำลังไฟฟ้า (W)	จำนวนหน่วย ที่ใช้ต่อวัน (หน่วย)	ค่าไฟที่ ใช้ต่อวัน (บาท)	ค่าไฟที่ใช้ ต่อปี (บาท)
Ubiquiti LiteBeam 5AC	7	0.168	0.39396	143.7954
Ubiquiti NanoStation 5AC Loco	8.5	0.204	0.47838	174.6087
รวม	15.5	0.372	0.87234	318.4041

$$\begin{aligned}
 \text{ลงทุนระบบโซลาร์เซลล์ไป} &= \text{แบตเตอรี่}(780 \times 2 = 1,560 \text{ บาท}) + \text{แผงโซลาร์เซลล์}(250 \text{ บาท}) + \text{อินเวอร์เตอร์}(320 \text{ บาท}) + \\
 &\quad \text{คอนโทรลชาร์จเจอร์}(105 \text{ บาท}) \\
 &= 2,235 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

เมื่อกำนวนจุดคุ้มทุนพบว่าหากใช้ไฟจากการไฟฟ้าจะต้องจ่ายค่าไฟฟ้า เป็นเงิน 318.4041 บาท ต่อปี (เรทการใช้ไฟไม่เกิน 150 หน่วย/เดือน = 2.345 บาท/หน่วย) แต่ลงทุนซื้ออุปกรณ์โซล่าเซลล์เป็นเงิน 2,235 บาท ซึ่งจะใช้ระยะเวลาคืนทุนคือ 7 ปี แต่ระบบจะต้องมีเครื่องสำรองไฟ(UPS) เพื่อป้องกันไฟตกซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์เกิดการเสียหายได้อยู่แล้ว หากตัดค่าแบตเตอรี่ที่จะต้องซื้อออกไปเพราะต้องหากเทียบกับแล้ว ทำให้ไม่ต้องซื้อเครื่องสำรองไฟ(UPS) ทำให้ใช้เงินซื้ออุปกรณ์เพียง 675 บาท ทำให้ระยะการคืนทุนอยู่ที่ประมาณ 2 ปี 2 เดือน สำหรับชุดจ่ายกระแสไฟฟ้าหรือชุดโซล่าเซลล์

เอกสารอ้างอิง

- [1] อำนาจ มีมงคล และอรอนพ ชันธิกุล. (2553). ออกแบบและติดตั้งเครือข่าย Wireless LAN พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.
- [2] บรรจบ สุขประภาภรณ์. (2556). พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการออกแบบระบบโซล่าเซลล์. Solar Energy Application. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. สืบค้นจาก <http://www.ind.crru.ac.th/articleind/33.pdf>
- [3] พิชัย ภักดีพานิชเจริญ. (2536). ทฤษฎีและการใช้ความถี่ย่านไมโครเวฟ. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดสำนักพิมพ์พิสิสเซ็นเตอร์.

วารสารวิชาการ

พลังงานทดแทน สู่ชุมชน



J-REC

JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY
FOR COMMUNITY



สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12110 อีเมล : treca.2012@gmail.com โทร