

## Proceedings

การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11

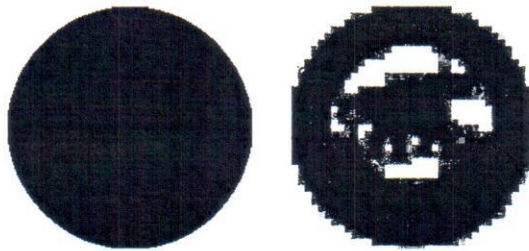
The 11<sup>th</sup> Conference on Energy Network of Thailand (E-NETT)

จัดโดย

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ร่วมกับ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ณ โรงแรมบางแสน เฮอริเทจ จังหวัดชลบุรี

วันที่ 17 - 19 มิถุนายน พ.ศ. 2558

รหัสบทความ	ชื่อเรื่อง	หน้า
RE-1-44	การควบคุมกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟสำหรับแหล่งพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมโยงระบบไฟฟ้าโดยใช้อัลกอริธึมการควบคุมแบบทำนายค่ากระแสไฟฟ้า เฉลิม จินาตุน, วันชัย ทรัพย์สิงห์, ทรงกลด ศรีปรารงค์ และชาญวิทย์ บุญช่วย	288
RE-1-45	ไฟโรไลซิสแบบเร็วของฟางข้าวในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดเบดแบบเบดไหลเวียน สุนทร สุทธิบาท	295
RE-1-46	การประเมินศักยภาพของระบบผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคาร สุมาลี กลางถิ่น, อีระเดช ชีวนันทชัย และสมุศล แซ่เฮง พิสิษฐ์สังฆการ	306
RE-1-47	การศึกษาการกำเนิดแรงดันไฟฟ้าจากกังหันลมแกนตั้งที่มีช่องลมคู่ ฉัตรชัย พรหมดี และชลธิ โปธิทอง	322
RE-1-48	ระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินสำหรับกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ด้วยวิธีถ่ายโพลอัดโนมิต ไวยเวทย์ นาเอก, ขวโรจน์ ใจสิน, ชูรัตน์ ธารารักษ์, เสริมสุข บัวเจริญ และยิ่งรักษ์ อรรถเวชกุล	331
RE-1-49	การประเมินศักยภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมแสงที่ใช้เฟรสเนลเลนส์และแผ่นสะท้อนเสริม นิรัตน์ พัฒนเสมากุล, พัฒนะ รักความสุข, สุรวุฒิ ช่วงโชติ, รุ่งโรจน์ สงค์ประกอบ และกฤษณพงศ์ กীরติกร	336
RE-1-50	การวิเคราะห์ศักยภาพลมนบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ภราดร หนูทอง, นุชรี กาวกระโทก และศิริรักษ์ เพิ่มพิพัฒน์	342
RE-1-51	การพัฒนาและทดสอบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดจิวแบบคอสโพลว์สำหรับพื้นที่ห่างไกล ฉัตรชัย งามสม, พัฒนะ รักความสุข, กฤษณพงศ์ กীরติกร, รุ่งโรจน์ สงค์ประกอบ และอุสาศ์ บุญบำรุง	351
RE-1-52	ผลกระทบของเกล็ดหินในการเผาไหม้แกลบร่วมกับฟางข้าวไทยในเตาเผาไหม้ตะกรับแบบขั้น ฐานิตย์ เมธียนานท์, ประสาน สติดยะเรือกักดี, วิชชุดา ชัยพร และสรารุณี สังวรกาญจน์	357
RE-1-53	ระบบบำบัดก๊าซชีวภาพด้วยวิธีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ นรงค์ฤทธิ์ เสนาจิตร และชาติชาย โสบุญ	367
RE-1-55	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำพลังงานลมแบบเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้ากำลัง ขนาด 750 W ณัฐพงษ์ ประพฤติ และพุทธพร เศวตสกุลานนท์	377
RE-1-57	เทคนิคการรักษาแรงดันไฟฟ้าสำหรับเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยการรับความร้อนแบบไม่ต่อเนื่อง ปิยพัฒน์ พานเมือง และชลธิ โปธิทอง	384
RE-1-59	การไฟโรไลซิสร่วมระหว่างน้ำมันเครื่องใช้แล้วกับพอลิสไตรีนโดยใช้ซีโอไลต์ที่ผ่าน การกระตุ้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ณัฐชา เพ็ชรยิ้ม, รินลดา สิริแสงสว่าง, วันเฉลิม พรพิเชษฐ์ และชลิตา ไม้เกตุ	391
RE-1-60	การศึกษาการปรับสภาพขานข้าวฟ่างหวานโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์และแคลเซียมไฮ ดรอกไซด์ สำหรับการผลิตเอทานอล สุนันท์ นวลเพ็ง, พิมพ์ชนก เลี้ยงพรหม, ปรียา แก้วนารี และJeffrey Nash	399
RE-1-61	รูปทรงความเข้มรังสีอาทิตย์และสหสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ กานต์ นัครวรายุทธ, รุ่งโรจน์ สงค์ประกอบ, อนวัช แสงสว่าง และชาย ชิวะเกตุ	410
RE-1-62	การศึกษาเชิงทดลองระบบการผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์	417



RE-1-46

## การประเมินศักยภาพของระบบผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคาร An Evaluation of a Rooftop Grid Connected Photovoltaic System

สุมาลี กลางถิ่น<sup>1</sup>, ชีรเดช ชีวนันทชัย<sup>1</sup> และ สุมล แซ่เฮง พิสิษฐ์สังฆการ<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ  
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการเผาไหม้และพลังงานทางเลือก ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง  
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

\*ผู้ติดต่อ: sumol.energy@hotmail.com, 02-555-2000#6427, 02-587-4350#6427

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การประเมินศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อบนระบบจำหน่าย โดยทดลองติดตั้งระบบจำนวน 3 โครงการคือ แบบแผงเอียง 17 องศาขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 17.9 kW แผงเอียง 13 องศาขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 17.9 kW และแบบแผงโค้งขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 20.0 kW อินเวอร์เตอร์ต่อตรงเข้าระบบเป็นแบบสามเฟส จากการวิจัยพบว่า ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้ 30.02, 29.13 และ 30.91 kW/day ตามลำดับ พลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 232.36, 226.56 และ 213.13 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพรวมของระบบเท่ากับ 11.25% 10.97% และ 10.16% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า แบบแผงเอียงทั้งสองโครงการคืนทุนในระยะเวลา 6 ปี 9 เดือน และเร็วกว่าแบบแผงโค้งซึ่งมีระยะเวลาคืนทุน 1 ปี 1 เดือน

**คำหลัก:** ประสิทธิภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์, พลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา, การเชื่อมต่อบนระบบจำหน่าย

### Abstract

The objective of this research is to measure performance of a rooftop grid connected photovoltaic system. Three installations were a 17.9 kW of 17 degrees inclined flat PV, a 17.9 kW of 13 degrees inclined flat PV and a 20.0 kW of curve PV. Grid connected inverter was 3-phase. From the research, it was shown that the inclined 17 degrees PV, the inclined 13 degrees PV and the curve PV were produced the electric power 30.02, 29.13 and 30.91 kW/day respectively. The average daily PV module energy was 232.36, 226.56 and 213.13 W/m<sup>2</sup> respectively. The overall photovoltaic system efficiency was 11.25% 10.97% and 10.16% respectively. From economic analysis, it was indicated that PBP of both inclined PV were 6 years and 9 months and faster than the curve PV for 1 year and 1 month.

**Keywords:** Photovoltaic System Efficiency, Solar Rooftop, Grid Connected System



## 1. บทนำ

ประเทศไทยเริ่มติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นครั้งแรกที่จังหวัดภูเก็ตเมื่อปี พ.ศ. 2526 มีขนาดกำลังการผลิต 11.34 kW โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) ต่อมาได้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องทั้งแบบไม่เชื่อมต่อบริษัทจำหน่าย แบบเชื่อมต่อบริษัทจำหน่าย และแบบผสมผสาน [1] จากข้อมูลการสำรวจของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (NEPO) เมื่อปี พ.ศ. 2543 พบว่า มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมทั้งสิ้นประมาณ 5.217 MWp โดยติดตั้งเพื่อใช้ในระบบโทรคมนาคม 36.5% ระบบประจุแบตเตอรี่ในหมู่บ้านห่างไกล 32.5% และระบบผลิตไฟฟ้าเข้าสู่สายส่งเพียง 5.3 % เท่านั้น

อย่างไรก็ตามการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อบริษัทมีความน่าสนใจมากเพราะมีต้นทุนที่ต่ำกว่า เมื่อพิจารณาถึงความสำเร็จของโครงการ Rooftop Grid Connected ใน ประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และยุโรป เช่น โครงการบ้านหนึ่งล้านหลังของสหรัฐอเมริกา โครงการบ้านหนึ่งแสนหลังของกลุ่มประเทศยุโรป และโครงการบ้านเจ็ดหมื่นหลังของประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น นำไปสู่โครงการขยายผลในประเทศไทย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตและสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติจึงได้ร่วมกันจัดทำโครงการ “สาธิตระบบผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน” จำนวน 10 หลังในปี พ.ศ. 2540 และขยายผลเพิ่มเติมในปี พ.ศ. 2545 - 2547 อีกจำนวน 50 หลัง [2]

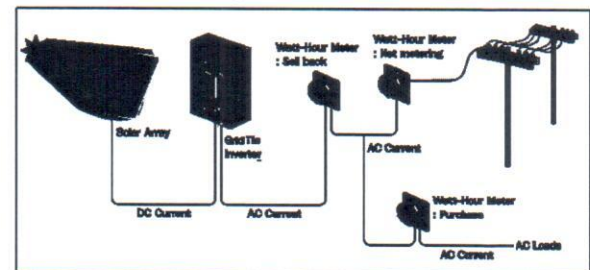
จากการเริ่มนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคามาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาการประเมินศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคาร (Solar Roof

Top) ที่เชื่อมต่อบริษัทจำหน่าย (Grid Connected System) โดยเปรียบเทียบรูปแบบของการติดตั้งบนหลังคาบ้านพักอาศัยและโรงงาน งานวิจัยนี้เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหาวิกฤติพลังงานได้ เพราะนอกจากจะตอบสนองนโยบายด้านพลังงานของประเทศแล้ว ยังเป็นประโยชน์โดยตรงต่อผู้วิจัยที่สนใจศึกษาด้านศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่งโดยมีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งสามารถนำความรู้จากงานวิจัยนี้ไปเผยแพร่ต่อชุมชนและวงการวิชาการต่อไป

## 2. วิธีดำเนินงานวิจัย

### 2.1 ส่วนประกอบของระบบ

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อบริษัทประกอบด้วย ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ ระบบควบคุมและแสดงผลรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1



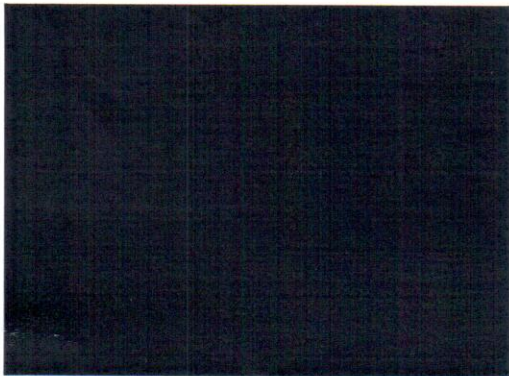
รูปที่ 1 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อบริษัท [3]

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในงานวิจัยนี้เป็นชนิดผลึกรวมซิลิกอน (Polycrystalline) ยี่ห้อ Suntech รุ่น 280(72) ขนาด 280 W ผลิตจากประเทศจีน สำหรับงานวิจัยนี้จะดำเนินการติดตั้งระบบจำนวน 3 โครงการ ประกอบด้วย โครงการที่ 1 แบบแผงเอียง 17 องศา ติดตั้งบนหลังคาโรงงานซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลบางเสาธง สมุทรปราการ จำนวน 64 แผ่น ขนาดกำลังการผลิต 17.9 kW โครงการที่ 2 แบบแผงเอียง 13 องศา ติดตั้งบนหลังคาโรงงานซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่เขตลาดกระบัง จำนวน 64 แผ่น ขนาดกำลังการผลิต 17.9 kW และ

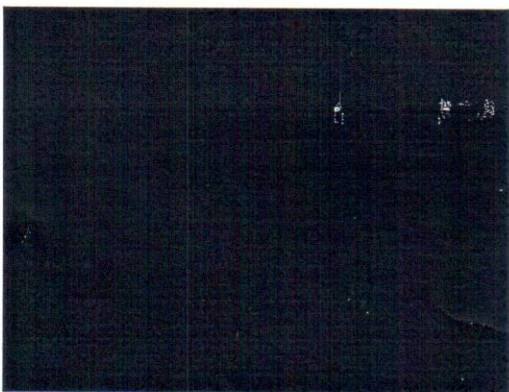


โครงการที่ 3 แบบแผงโค้ง ติดตั้งบนหลังคาบ้านพักอาศัยครอบคลุมบริเวณสระว่ายน้ำซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่เขตบางนา จำนวน 64 แผ่น ขนาดกำลังการผลิต 20.0 kW โดยติดตั้งแผงให้หันไปทางทิศใต้

พื้นที่การติดตั้งของหลังคาโรงงานในโครงการที่ 1 และ 2 มีขนาดเท่ากันคือ 128 ตารางเมตร ติดตั้งจำนวน 64 แผ่น คิดเป็นกำลังการผลิต 17.9 kW การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้แบ่งเป็น 2 อินพุต โดยที่ 1 อินพุตเท่ากับ 36 แผ่น แบ่งเป็น 2 String 1 String เท่ากับ 18 แผ่น นำมาต่ออนุกรมกันก่อนแล้วหลังจากนั้นจึงค่อยนำไปต่อแบบขนาน



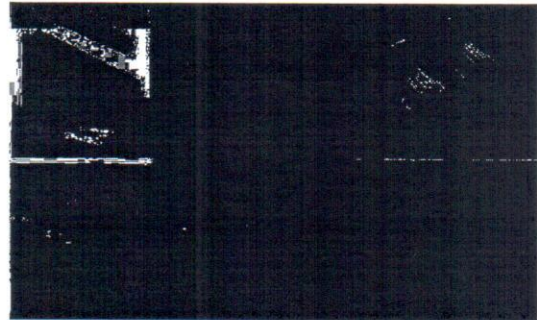
รูปที่ 2 รูปแบบการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ลักษณะเอียง 17 องศา



รูปที่ 3 รูปแบบการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ลักษณะเอียง 13 องศา

การติดตั้ง Solar Roof Top ของทั้งสองโครงการ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้น้ำฝนไหลลงจากหลังคาได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาต้องไม่ขวางทางเดินน้ำและมี

ระยะสูงกว่าหลังคาไม่มากเกินไป เพื่อป้องกันการเกิดปัญหากรณีมีลมพายุที่อาจก่อให้เกิดความเสียหาย อุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดแผ่นโซลาร์บนหลังคาประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ตัวยึดหลังคา (Roof Mounts) รางรองรับแผง (Rail Mounting) และตัวล็อกแผง (Module Fixings) ดังแสดงในรูป 4 ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การติดตั้งบนหลังคาจะมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่ากรณีอื่น



รูปที่ 4 อุปกรณ์ยึดแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา โรงงาน

หลังคาโรงงานทั้ง 2 โครงการเป็นหลังคาแผ่นเมทัลชีล ผู้ติดตั้งแผ่นจะใช้น็อตยึดติดกับหลังคาพร้อมรางอลูมิเนียมเพื่อเป็นตัวยึดแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ให้ระนาบกับหลังคา โดยข้อมูลความลาดเอียงของหลังคาหาได้จากแบบแปลนของโรงงานผู้ขอติดตั้งระบบ

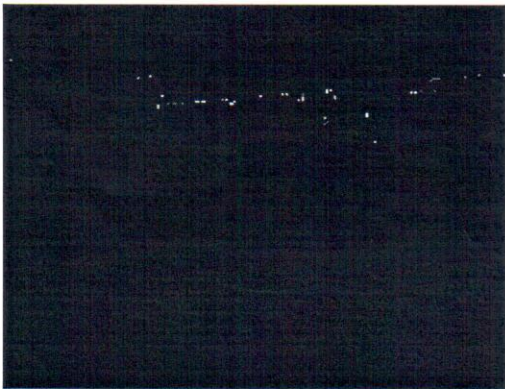


รูปที่ 5 รูปแบบการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ลักษณะโค้ง

การติดตั้งโครงการที่ 3 ครอบคลุมบนพื้นที่สระว่ายน้ำในลักษณะโค้ง เป็นการติดตั้งแบบบูรณาการตัว

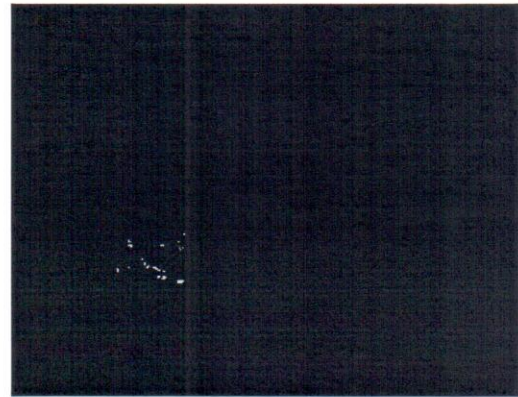


อาคาร (BPV) โดยนำไปติดตั้งหลังคา ซึ่งช่วยบังแดดและความสวยงาม โครงสร้างเป็นวัสดุอลูมิเนียมรูปแบบโค้งตามความต้องการของผู้ติดตั้งระบบ ความลาดเอียงของโครงสร้างจะถูกสร้างขึ้นเพื่อรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างเหมาะสม จากรูปที่ 6 แสดงฐานยึดโครงสร้างรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด 72 แผง พื้นที่การติดตั้ง 144 ตารางเมตร ติดตั้งแบบเจาะยึดกับพื้น และสร้างแท่นวางเพื่อถ่วงน้ำหนัก



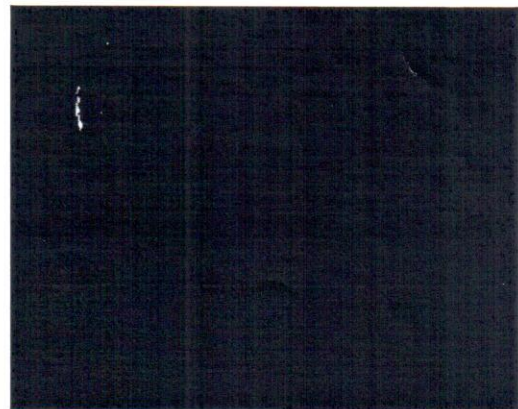
รูปที่ 6 ฐานยึดโครงสร้าง

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบต่อตรงเข้าระบบจำหน่าย รุ่น JFY 20000 TL ชนิด 3 เฟส เป็นอินเวอร์เตอร์ที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อนำไปใช้แทนไฟฟ้าภายในโครงการวิจัย จำนวน 1 เครื่อง แรงดันรับเข้า VDC 1000V, VDC<sub>mpt</sub> 250 - 800 V เป็นกระแสไฟสลับ 50.5 Hz แรงดัน 40 VAC, PAC 20000 W, IAC 29 A ต่อเฟส โดยเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์แต่ละเครื่องต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าของอาคาร มิเตอร์แสดงการผลิตไฟฟ้า เครื่องวัดกิโลวัตต์ชั่วโมงที่ใช้แสดงผลการผลิตไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันระบบ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับป้องกันการลัดวงจรด้านกระแสตรงและด้านกระแสสลับ รวมทั้งอุปกรณ์ป้องกันกระแสชุก (Surge Protection) ติดตั้งรวมกันในตัว ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 อินเวอร์เตอร์ขนาด 20 kW และมิเตอร์แสดงการผลิตไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันระบบ

ระบบควบคุมและแสดงผลการทำงานของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น การควบคุมอินเวอร์เตอร์เป็นไปตามฟังก์ชันของบริษัทผู้ผลิต โดยทำงานอัตโนมัติเมื่อความเข้มของแสงอาทิตย์เพียงพอในเวลาเช้า และหยุดทำงานอัตโนมัติในช่วงเวลาเย็น โดยมีอุปกรณ์การตรวจจับกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าทางด้านกระแสตรงและกระแสสลับ ซึ่งจะบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูลภายในอินเวอร์เตอร์ สำหรับการแสดงผลข้อมูลการผลิตไฟฟ้าของระบบจะใช้ซอฟต์แวร์ในการแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ บนจอมอนิเตอร์ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 เครื่องบันทึกค่าพลังงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

## 2.2 การทำงานของระบบ

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในงานวิจัยนี้จะใช้อินเวอร์เตอร์แบบต่อเข้าระบบอัตโนมัติ โดย



เมื่อความเข้มของแสงอาทิตย์เพียงพอชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตแรงดันกระแสตรง พบว่าตั้งแต่เวลาประมาณ 6.30 - 7.00 น. อินเวอร์เตอร์จะทำการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับและเมื่อความเข้มของแสงอาทิตย์ลดลงที่เวลาประมาณ 18.00 น. พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าจะหยุดทำงานเองโดยอัตโนมัติ เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะส่งผ่านเครื่องวัดกิโลวัตต์ชั่วโมงเพื่อแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ เนื่องจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อเข้าระบบต้องอาศัยการเชื่อมโยงของระบบจำหน่ายตลอดเวลา ดังนั้นหากเกิดปัญหาไฟฟ้าดับหรือขัดข้องผิดปกติ อินเวอร์เตอร์จะหยุดทำงานแบบอัตโนมัติทันที เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับอินเวอร์เตอร์และผู้ซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า

สำหรับการวัดและบันทึกข้อมูลเป็นระบบอัตโนมัติซึ่งติดตั้งอยู่ในอินเวอร์เตอร์ ประกอบไปด้วย ตัวเซ็นเซอร์กระแสและแรงดันไฟฟ้า โดยจะทำการวัดค่าดังกล่าวแล้วนำมาคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และทำการบันทึกค่าต่าง ๆ เก็บไว้ในตัวบันทึกข้อมูล (Data Logger) ภายในอินเวอร์เตอร์ การกำหนดช่วงเวลาการเก็บข้อมูลและการตั้งค่าเริ่มต้นในการบันทึกข้อมูลทำได้โดยสั่งผ่านซอฟต์แวร์ และเมื่อต้องการโหลดข้อมูลการผลิตไฟฟ้ามาทำการวิเคราะห์สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ดังกล่าวเช่นกัน โดยการสร้างไฟล์สำหรับเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปคำนวณหรือสร้างกราฟแสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามที่คุณศึกษาต้องการ [4]

### 2.3 การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ

การผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (1)

$$\text{พลังงานไฟฟ้า} = PV \times PSH \times \text{Derate Factor} \quad (1)$$

เมื่อ PV คือ พิกัดกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระบบ (kW) PSH คือ จำนวนชั่วโมงที่ความเข้ม

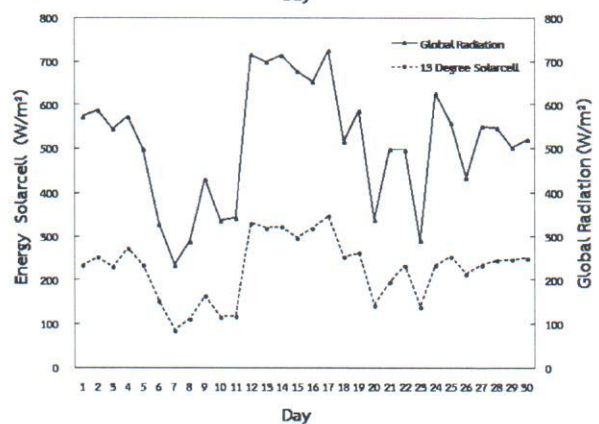
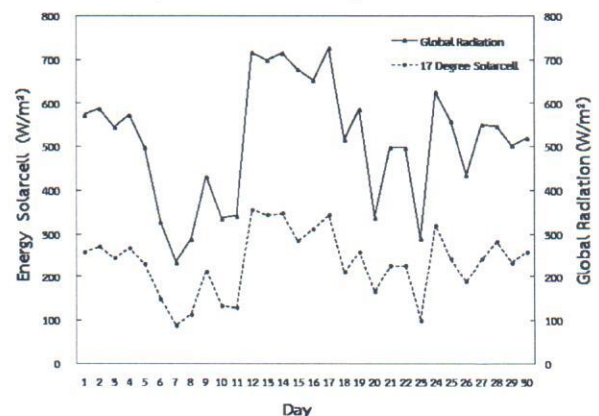
แสงอาทิตย์มากที่สุด (h/day) Derate Factor คือ Overall DC to AC Factor กำหนดให้ค่ามีค่า 0.77 [5-6]

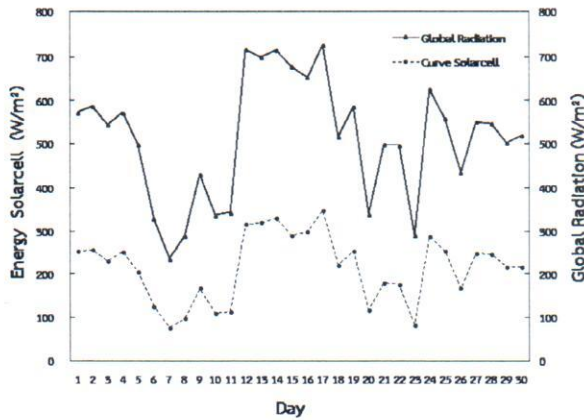
ค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2)

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ} &= \text{พลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์} \\ &\text{แสงอาทิตย์ (W/m}^2\text{/h)} / \text{ค่ารังสีรวมเฉลี่ย (W/m}^2\text{/h)} \\ &\times 100\% \quad (2) \end{aligned}$$

### 3. ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการทดสอบการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารแบบเชื่อมต่อบริษัทจำหน่าย เพื่อนำมาประเมินศักยภาพของการผลิตไฟฟ้า ในรูปแบบการติดตั้งบนหลังคาทั้ง 3 ลักษณะ คือ ลักษณะเอียง 17 องศา, 13 องศา และลักษณะโค้ง โดยทำการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ผ่านการบันทึกข้อมูลรายวันด้วยระบบอัตโนมัติ ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม จนถึง 30 ตุลาคม 2557





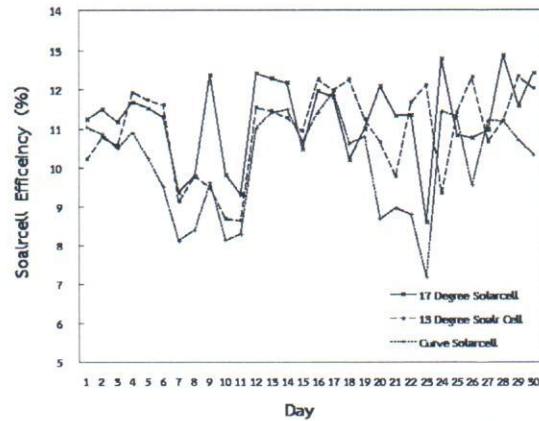
รูปที่ 9 พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้

ผลการทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ในช่วงเวลา 09.00 - 13.00 น. พบว่าแบบแผงเอียง 17 องศาสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์รวมคิดเป็น 30.02 kW/day แบบแผงเอียง 13 องศาสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์รวมคิดเป็น 29.13 kW/day และแบบแผงโค้งผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์รวมคิดเป็น 30.91 kW/day

เมื่อคิดเฉลี่ยต่อพื้นที่แผงจะเห็นว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 232.36, 226.56 และ 213.13 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ

โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 356.25, 348.44 และ 347.22 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 100, 85.94 และ 76.39 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 9

ซึ่งเมื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพรวมเฉลี่ยของระบบจะมีค่าเท่ากับ 11.25% 10.97% และ 10.16% ตามลำดับ ทั้งนี้อ้างอิงข้อมูลรังสี Global Radiation จากสถาบันกรมอุตุนิยมวิทยาพื้นที่เขตบางนา กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 10 ค่าประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อหาจุดคุ้มทุน พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของแบบแผงเอียง 17 องศาและ 13 องศา มีค่าเท่ากันคือ 6 ปี 9 เดือน ซึ่งระยะเวลาคืนทุนของแบบโค้งเท่ากับ 8 ปี เปรียบเทียบแล้วแบบเอียงคืนทุนเร็วกว่าแบบโค้ง 1 ปี 1 เดือน

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ต้นทุน

โครงการ	รูปแบบ	ค่าเฉลี่ยรวมรังสีไฟฟ้า (W/m²) ปี	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (W/m²) ปี	ขนาดพื้นที่	เงินลงทุน	จุดคุ้มทุน
1	แผงเอียง 17 องศา	232.36	11.25	18 ไร่	600,000	6 ปี 9 เดือน
	แผงเอียง 13 องศา	226.56	10.97	18 ไร่	600,000	6 ปี 9 เดือน
3	แผงโค้ง	213.13	10.16	20 ไร่	840,000	8 ปี

#### 4. สรุปผลการวิจัย

จากแนวโน้มความต้องการพลังงานที่สูงขึ้นในปัจจุบันจนทำให้พลังงานทดแทนมีบทบาทสำคัญและมีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า จากการประเมินศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าโดยการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา 3 ลักษณะดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ผลของการวิจัยพบว่า ค่าประสิทธิภาพรวมเฉลี่ยของระบบจะมีค่าเท่ากับ





11.25% 10.97% และ 10.16% ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อหาจุดคุ้มทุน พบว่าระยะเวลาคืนทุนของแบบแผงเอียง 17 องศาและ 13 องศา มีค่าเท่ากันคือ 6 ปี 9 เดือน ซึ่งระยะเวลาคืนทุนของแบบโค้งเท่ากับ 8 ปี เปรียบเทียบแล้วแบบเอียงคืนทุนเร็วกว่าแบบโค้ง 1 ปี 1 เดือน

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณวิทยา หอมอ่อน และ คุณสายชน ถึงสุข ที่ช่วยอนุเคราะห์ข้อมูลและการวิเคราะห์ของบริษัทผู้ผลิต

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2536). ระบบผลิตไฟฟ้าร่วมเซลล์แสงอาทิตย์และกังหันลมที่ภูเก็ต, สถาบันวิจัยและพัฒนา, กรุงเทพฯ
- [2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2540). โครงการสาธิตระบบผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน, สถาบันวิจัยและพัฒนา, กรุงเทพฯ
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2548). พลังงานแสงอาทิตย์, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.dede.go.th>, เข้าดูเมื่อวันที่ 24/04/2557.
- [4] นภัทร วัจนเทพินทร์ (2547), การวิจัยและพัฒนา ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารขนาด 5 kW แบบเชื่อมต่อเข้าระบบ, การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดนนทบุรี
- [5] มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ วิทยาเขตรังสิต การศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในหอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์, หน้า 39.
- [6] โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางดำเนินงานการมีส่วนร่วมรับรู้ของภาคประชาชนต่อการใช้ประโยชน์

จากพลังงานทางเลือก, เอกสารเผยแพร่ พลังงานทางเลือก รู้แล้ว เลือกได้, หน้า 21-24.



## Proceedings

การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11

The 11<sup>th</sup> Conference on Energy Network of Thailand (E-NETT)

จัดโดย

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ร่วมกับ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ณ โรงแรมบางแสน เฮอริเทจ จังหวัดชลบุรี

วันที่ 17 - 19 มิถุนายน พ.ศ. 2558

- 16:00 RE-1-69 การศึกษาประเมินความเหมาะสมโครงการติดตั้งทุ้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ใกล้ชายฝั่งทะเลจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ของประเทศไทยโดยใช้เกณฑ์ขั้นต่ำด้านผลตอบแทนร่วมกับศักยภาพพลังงานลม พนม ปริญา, วัชรกร เกตุเรน, ดุษฎี ศุขวัฒน์, ชวิน จันทระเสนาวงศ์ และณัฐวุฒิ ชยวานิช
- 16:15 EE-4-36 การศึกษาแนวทางการแก้ไขคุณภาพไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ระบบโครงข่ายอัจฉริยะ นิพนธ์ เกตุจ้อย, ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด, ฉัตรชัย ศิริสัมพันธ์วงศ์ และคงฤทธิ แม่นศิริ
- 16:30 ME-6-09 อิทธิพลของขนาดอนุภาคและความเร็วการกวนต่อการกระจายตัวของอนุภาคและความต้านทานการสีกหรือของอะลูมิเนียมเชิงประกอบที่เสริมแรงด้วยซิลิคอนคาร์ไบด์ รุ่งโรจน์ ยิ่งสง่า และนุชธนา พูลทอง
- 16:45 ME-6-10 การใช้ประโยชน์เก้าอี้ขานอ้อยและเก้าอี้ลอยในงานคอนกรีต ณัฐวงศ์ โพธิ์สุภานันท์, พงษ์ธร จุฬพันธ์ทอง, วัชรพงษ์ วงศ์เขียว, ปาณิสรา ดีเสื่อ และทองศักดิ์ โนนไชยา

**ห้องเสานำบรรยาย 2** วันพฤหัสบดีที่ 18 มิถุนายน 2558 เวลา 15:00 - 16:15 น.

สาขาบทความวิจัย พลังงานทดแทนและพลังงานรูปแบบใหม่, พลังงานประยุกต์

ประธานการนำเสนอบทความ ผศ.ดร.วีรชัย โยชนรินทร์

- 15:00 RE-1-74 การศึกษากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบใช้กระจกเงาและอะลูมิเนียม เพิ่มความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ฉัตรริยะ ศิริสัมพันธ์วงศ์, ปัญญา บัดตั้งทานัง และนิพนธ์ เกตุจ้อย
- 15:15 RE-1-76 การจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาบ้านเรือน: กรณีศึกษาศูนย์การเรียนรู้เครือข่ายสินธุ์-แพทอง จ.พัทลุง จอมภพ แววศักดิ์, ธเนศ ไชยชนะ และสมพล ชีวมงคลกานต์
- 15:30 RE-1-77 การเพิ่มค่าเสถียรภาพการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไบโอดีเซลจากน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสุปุดำโดยไฮโดรเจนชั้นบางส่วน นัฐวี ตีรณานนท์, ชนาภานต์ เพิ่มฉลาด, ลลิตา อัดนโถ และปิยนันท์ ศรีศิริ
- 15:45 RE-1-46 การประเมินศักยภาพของระบบผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคาร สุมาลี กลางถิ่น, อีระเดช ชีวนันทชัย และสุมล แซ่เฮง พิสิษฐ์สังฆการ
- 16:00 AE-2-09 การประยุกต์ใช้เทอร์โมไซฟอนในการควบคุมระบบหล่อเย็นของเครื่องจักรในอุตสาหกรรม กิตติ สถาพรประสาธน์ และอภิรัตน์ พงศ์มณี

**ห้องเสานำบรรยาย 3** วันพฤหัสบดีที่ 18 มิถุนายน 2558 เวลา 15:00 - 17:00 น.

สาขาบทความวิจัย พลังงานประยุกต์

ประธานการนำเสนอบทความ รศ.ดร.สมิท เอี่ยมสอาด

- 15:00 AE-2-11 การศึกษาพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์การอบแห้งกึ่งโอปิเซ นางสาวพัชราภรณ์ ยาบ่า และอุษาวดี ดันติวรานุรักษ์
- 15:15 AE-2-15 การเปรียบเทียบการระบายความร้อนแบบธรรมชาติและการระบายความร้อนแบบบังคับโดยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ธดรรฐ์ สุวรรณพุ่ม, ภูริต ธนะกิจเกษม และณัฐ กาศยปนนันท์



RE-1-45

## ไพโรไลซิสแบบเร็วของฟางข้าวในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดซ์เบดแบบเบดไหลเวียน Fast Pyrolysis of Rice Straw in a Circulating Fluidized Bed Reactor

สุนทร สุทธิบาท<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกลและวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี  
64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

\*ผู้ติดต่อ: suntorn\_su@hotmail.com, โทรศัพท์: 042-211040 ต่อ 1425, เบอร์โทรสาร: 042-221978

### บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาการผลิตน้ำมันชีวภาพจากฟางข้าวโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว ในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดซ์เบดแบบเบดไหลเวียน วัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่ทำปฏิกิริยาไพโรไลซิสที่มีต่อปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันชีวภาพที่ได้ อุณหภูมิที่เลือกใช้ในการศึกษามี 5 ระดับ ประกอบด้วย 350 400 450 500 และ 550°C เลือกใช้ขนาดอนุภาคของฟางข้าว 0.150-0.425 mm อัตราป้อนชีวมวลประมาณ 200 g/hr และใช้ทรายซิลิกาขนาดอนุภาค 0.150-0.425 mm เป็นวัสดุตัวกลางในการถ่ายโอนความร้อน อัตราการป้อนไนโตรเจนร้อนทั้งระบบประมาณ 8 L/min ใช้อากาศประมาณ 1.5 L/min จากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำมันชีวภาพจากไพโรไลซิสแบบเร็วของฟางข้าว ในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดซ์เบดแบบเบดไหลเวียนจะอยู่ในช่วง 400-450°C ได้ปริมาณน้ำมันชีวภาพสูงสุดประมาณ 53.35 wt.% ผลการวิเคราะห์พื้นฐานน้ำมันชีวภาพ พบว่า น้ำมันชีวภาพที่ได้มีปริมาณน้ำอยู่ในช่วง 29.5-34.6 wt.% ปริมาณของแข็งอยู่ในช่วง 0.87-1.07 wt.% ปริมาณเถ้า 0.01-0.03 wt.% ค่า pH อยู่ในช่วง 2.67-3.92 ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,077-1,203 kg/m<sup>3</sup> ความหนืดจลน์อยู่ในช่วง 15.2-20.2 cSt ค่าความร้อนต่ำ (LHV) มีค่าเท่ากับ 23.06 MJ/kg และจากการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารเคมีที่อยู่ในน้ำมันชีวภาพด้วยเทคนิค GC-MS พบว่า น้ำมันชีวภาพที่ได้มีปริมาณสารเคมีประเภทกรดอะซิติกสูงที่สุด และผลิตภัณฑ์ที่เป็นถ่านจะมีค่าความร้อนต่ำ (LHV) เท่ากับ 17.95 MJ/kg

RE-1-46

## การประเมินศักยภาพของระบบผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคาร An Evaluation of a Rooftop Grid Connected Photovoltaic System

สุมาลี กลางถิ่น<sup>1</sup>, วีระเดช ชิวมันท์ชัย<sup>1</sup> และ สมล แซ่เฮง พิสิษฐ์สังฆการ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ  
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการเผาไหม้และพลังงานทางเลือก ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง  
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

\* E-mail : sumol.energy@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 02-555-2000#6427, 02-587-4350 ต่อ 6427

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การประเมินศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อบริษัทจำหน่าย โดยทดลองติดตั้งระบบจำนวน 3 โครงการคือ แบบแผงเอียง 17 องศาขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 17.9 kW แผงเอียง 13 องศาขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 17.9 kW และแบบแผงโค้งขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 20.0 kW อินเวอร์เตอร์ต่อตรงเข้าระบบเป็นแบบสามเฟส จากการวิจัยพบว่า ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้ 30.02, 29.13 และ 30.91 kW/day ตามลำดับ พลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 232.36, 226.56 และ 213.13 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพรวมของระบบเท่ากับ 11.25% 10.97% และ 10.16% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า แบบแผงเอียงทั้งสองโครงการคืนทุนในระยะเวลา 6 ปี 9 เดือน และเร็วกว่าแบบแผงโค้งซึ่งมีระยะเวลาคืนทุน 1 ปี 1 เดือน

