การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตแก๊สไฮโดรเจนที่ให้พลังงานด้วยระบบ PV/T
Efficiency Assessment of a Hydrogen Production System Energized by a PV/T System

บุณย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว[1*] มานพ แย้มแฟง[1] และ อิศกฤตา โลหพรหม[2]

[1] ห้องปฏิบัติการการเผาไหม้และพลังงานแสงอาทิตย์ (CASE Lab.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ เขตสาธร แขวงทุ่งมหาเมฆ กรุงเทพฯ 10120
*ติดต่อ: boonrit.p@en.rmutt.ac.th, 02-5493564

บทคัดย่อ

การปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพของระบบนั้นจำเป็นต้องทราบประสิทธิภาพขั้นต้นของระบบก่อนที่จะทำการปรับปรุง รวมถึงต้องทราบจุดอ่อนของระบบเพื่อให้สามารถปรับปรุงได้ตรงจุดซึ่งจะทำให้การดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพเป็นผลดี บทความนี้นำเสนอผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตแก๊สไฮโดรเจนที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนที่ผลิตมาจากระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic-Thermal Hybrid System, PV/T) โดยนำเสนอทั้งการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบย่อยและระบบโดยรวม ระบบย่อยประกอบด้วยระบบ PV/T และระบบผลิตแกสไฮโดรเจนด้วยกระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานร่วมกับแผงน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรียบที่ถูกประกอบเป็นชุดเดียวกัน พื้นที่รับแสงรวม 100 ตารางเมตร และใช้น้ำเป็นสารตัวกลาง โดยติดตั้งทำมุมกับระนาบ 14° และหันหน้าไปทางทิศใต้ เป็นแหล่งป้อนพลังงานไฟฟ้าและความร้อนให้กับกระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า จากผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพรวมของระบบย่อยทั้งสองค่อนข้างต่ำใกล้เคียงกันคือประมาณ 7% จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพรวมของระบบมีค่าต่ำด้วยมีค่าประมาณ 0.06% เท่านั้น

คำหลัก: การผลิตแกสไฮโดรเจน; การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า; ระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนร่วมพลังงานแสงอาทิตย์.

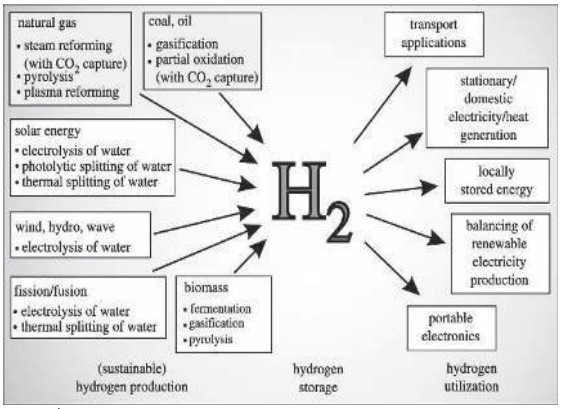
Abstract

To improve the efficiency of any systems, both individual sub-system and also overall-system efficiencies should be firstly known before implementation of effective improving process. This paper presents an experimental study on the efficiency assessment of a hydrogen production system which energized, both electricity and heat, by a Solar Photovoltaic-Thermal Hybrid, (PV/T) system. Both individual sub-system and overall-system efficiencies were presented in this paper. The sub-system consist of a PV/T system and an electrolysis hydrogen production system. The PV/T system used in this study comprise of 75 poly-crystalline Silicon solar photovoltaic modules (total effective area of 100 m^2) equipped with built-in solar water heating system. All of collectors has a single glass cover and were tilted at 14° and facing due south. The electricity and hot water from the PV/T system was supplied for the electrolysis hydrogen production reactor. The experimental results show that both mentioned sub-system yielded so low efficiencies about 7% and therefore the overall-system efficiency obtained was also low at about 0.06%.

Keywords: *Hydrogen production; Electrolysis; Photovoltaic thermal system*.

1. บทนำ

ในช่วงสองสามปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ไฮโดรเจนได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากนักวิจัยทั่วโลก เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาระบบพลังงานยั่งยืนเพื่ออนาคต ทั้งในด้านการลดมลพิษและแก้ปัญหาวิกฤตการณ์พลังงาน และที่สำคัญแม้ว่าไฮโดรเจนจะไม่สามารถหาได้ในธรรมชาติ แต่มันเป็นเหมือนตัวกลางในการส่งผ่านพลังงานที่สามารถผลิตได้จากหลากหลายแหล่งพลังงานที่แตกต่างกันทั้งพลังงานฟอสซิลและหมุนเวียน กักเก็บด้วยวิธีและระบบที่ไม่ยุ่งยากเมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้า อีกทั้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบโดยไม่ปลดปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม [1] ดังนั้นด้วยคุณสมบัติที่เป็นเหมือนตัวกลางในการส่งผ่านพลังงานได้หลากหลายรูปแบบพลังงานและสามารถผลิตได้จากวัสดุป้อนที่หลากหลาย รวมถึงน้ำที่มีอยู่มากมหาศาลบนโลกใบนี้ จึงทำให้แนวทางการบริหารจัดการพลังงานผ่านวัฏจักรไฮโดรเจนเป็นแนวทางที่สร้างความสมดุลของแหล่งพลังงานได้เป็นอย่างดีทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้พลังงาน นอกจากนี้ ไฮโดรเจนเป็นพลังงานสะอาดที่มีค่าความร้อนสูง [1-5] สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนในด้านต่างๆ เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงและเซลเชื้อเพลิง (Fuel Cell) เป็นต้น ดังนั้นพลังงานไฮโดรเจนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งแนวทางการผลิต กักเก็บ และการใช้ประโยชน์จากไฮโดรเจนแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แนวทางการผลิต กักเก็บ และการใช้ไฮโดรเจน [1]

ไฮโดรเจนที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะอยู่ในรูปของสารประกอบที่รวมอยู่กับธาตุอื่นๆ เท่านั้น เช่น ออกซิเจนในน้ำ คาร์บอนและออกซิเจนในสารอินทรีย์ และเป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นต้น ดังนั้นการผลิตแกสไฮโดรเจนส่วนใหญ่จึงเป็นการแยกไฮโดรเจนออกจากสารเหล่านี้โดยการใช้พลังงานในการแยก ซึ่งกระบวนการผลิตที่ดีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางคือการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเกือบทั้งหมดเป็นการศึกษาด้วยระบบขนาดเล็กในห้องทดลอง

ประเทศไทยตั้งอยู่ประมาณละติจูดที่ 14 องศาเหนือ ซึ่งใกล้เส้นศูนย์สูตรจึงมีศักยภาพที่จะใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดีและเนื่องจากประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนการใช้ประโยชน์ของพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อนจึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าประเทศที่มีสภาพอากาศเย็น ซึ่งหากเพิ่มความเข้มข้นของความร้อนนี้ก็สามารถนำไปใช้ในระบบต้นกำลังผลิตกระแสไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับเซล-แสงอาทิตย์ จากข้อมูลพบว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สูงคือได้รับรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีในช่วง 18-20 MJ/m^2-day [6]

จากการศึกษาของ [7] ซึ่งได้ศึกษาเชิงทดลองเกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต่อสมรรถนะของระบบผลิตแกสไฮโดรเจนผ่านกระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในช่วงอุณหภูมิ 270 ถึง 353 K ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิของสารอิเล็กโทรไลต์แปรผันตรงกับอัตราการผลิตแกสไฮโดรเจน

ระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นระบบที่ถูกออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์หลักสองประการ คือ เพื่อลดอุณหภูมิการทำงานของเซลแสงอาทิตย์เนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานและอายุการใช้งานของเซลแสงอาทิตย์จะแปรผกผันกับอุณหภูมิ และเพื่อนำความร้อนที่ได้จากการลดอุณหภูมิไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบสูงขึ้น

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อดีของระบบ PV/T ที่ผลิตได้ทั้งไฟฟ้าและน้ำร้อนนำมาใช้ในระบบผลิตแกสไฮโดรเจนด้วยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า เนื่องจากประสิทธิภาพของระบบนี้จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิของสารละลายอิเล็กโตรไลต์ จึงเป็นการใช้พลังงานที่ผลิตได้จากระบบ PV/T อย่างคุ้มค่าทั้งพลังงานไฟฟ้าและความร้อน โดยบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเชิงวิเคราะห์เกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบ เพื่อให้ทราบว่าจุดอ่อน

ของระบบอยู่ตรงไหน เพื่อให้สามารถปรับปรุงได้ตรงจุด ซึ่งจะทำให้การดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพเป็นผลดี โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบทั้งระบบย่อยและระบบโดยรวม

2. ระบบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

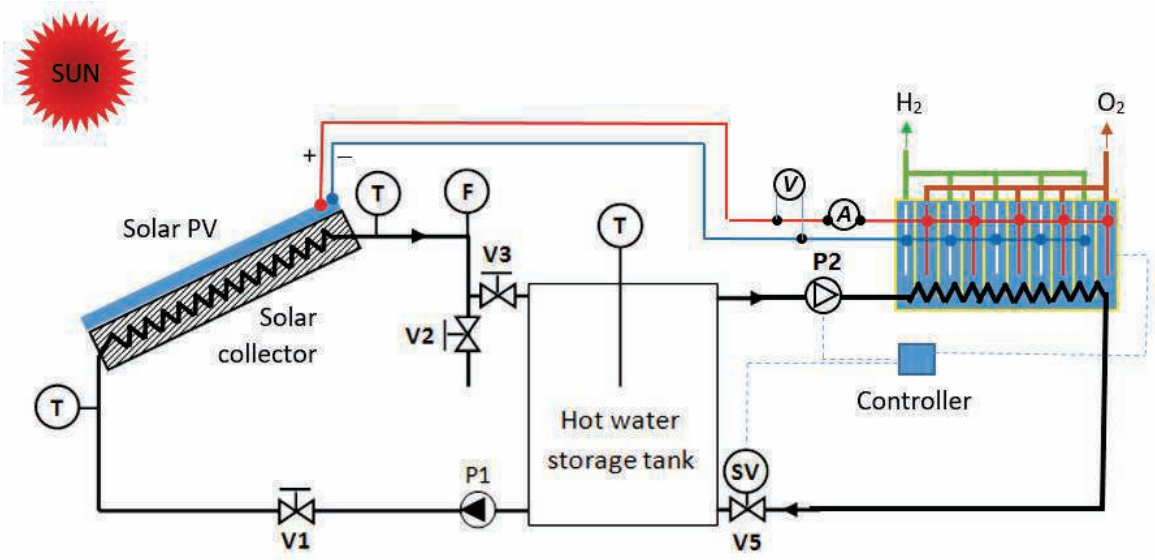
รูปที่ 1 แสดงแผนผังของระบบผลิตแก๊สไฮโดรเจนที่ให้พลังงานด้วยระบบ PV/T ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยระบบย่อย 2 ระบบคือ ระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนร่วมพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบผลิตไฮโดรเจน ต้นแบบที่ใช้ในการศึกษานี้ใช้กระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนร่วมแสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนร่วมพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิคอนที่ทำงานร่วมกับแผงสะสมความร้อนผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรียบ (Flat Plate Hot Water Solar Collector) ที่ถูกประกอบเป็นชุดเดียวกัน และถังน้ำร้อน (ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3) ซึ่งระบบ PV/T นี้ใช้งานมาแล้ว 8 ปี มีพื้นที่รับแสงรวม 100 m^2 และใช้น้ำเป็นสารตัวกลาง โดยติดตั้งและทดสอบระบบที่ตำแหน่งละติจูด 14°2’ เหนือ ลองจิจูด 100°43’ ตะวันออก แผงทุกแผงมีฝาปิดกระจกชั้นเดียว (single glass cover) และทุกแผงหันหน้าไปทางทิศใต้ (faced due south) ทำมุมเอียงกับแนบระนาบ (tilted) 14° ทดลองในช่วงเวลา 9.00น.-17.00น.

รูปที่ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำงานร่วมกับแผงผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรียบที่ใช้ในการศึกษา

รูปที่ 3 ถังเก็บน้ำร้อนที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 1 แผนผังของระบบที่ใช้ในการศึกษานี้

2.2 ระบบผลิตไฮโดรเจนด้วยวิธีแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

ระบบผลิตไฮโดรเจนต้นแบบที่ใช้ในการศึกษานี้ใช้กระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ดังแสดงดังรูปที่ 4 โดยผนังของถังปฏิกรณ์ทำจากแผ่นอะคิลิคหนา 10 mm ปริมาตร 100X52X40 cm^3 ขั้วอิเล็กโทรดทำจากแผ่นสแตนเลส 304 หนา 2 mm โดยแกสไฮโดรเจนและออกซิเจนที่ผลิตได้มีการกักเก็บแยกออกจากกัน โดยการศึกษานี้จะใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์และสภาวะการทำงานที่ดีที่สุดที่รายงานไว้ใน [8]

รูปที่ 4 โครงสร้างของถังปฏิกรณ์ต้นแบบ

2.3 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์บันทึกข้อมูล

บันทึกค่ารังสีแสงอาทิตย์ด้วยไพราโนมิเตอร์ (Pyranometer) ยี่ห้อ EKO รุ่น S11107.064 ร่วมกับอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Data Logger) ยี่ห้อ GRAPHTEC รุ่น GL 820 (ดังรูปที่ 5) โดยที่ติดตั้งในระนาบเดียวกับแผงสะสมความร้อนและบันทึกค่าทุกๆ 1 นาที

รูปที่ 5 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ

การทดสอบสมรรถนะของระบบทำตามมาตรฐานการทดสอบแผงสะสมความร้อนแสงอาทิตย์ของ ISO 9459-2 [9] โดยมีขั้นตอนการทดลองดังเสนอไว้ใน [10]

3.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ PV/T

- พลังงานไฟฟ้า

การทดสอบสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทำการทดสอบเพื่อหาค่าปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ (output electrical energy) และประสิทธิภาพของแผงเซลแสงอาทิตย์ในช่วงสภาวะคงตัว โดยต่อวงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 1 ประสิทธิภาพของแผงเซลแสงอาทิตย์จากสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ

$$E_{elec} = V \times I \times t \quad (1)$$

$$\eta_{PV} = \frac{E_{elec}}{A_c \times G_T \times t} \quad (2)$$

โดยที่

E_{elec} = พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลาทดสอบ [J]
V = แรงดันไฟฟ้าขณะที่ทำการทดสอบ [volt]
I = กระแสไฟฟ้าขณะที่ทำการทดสอบ [amp]
t = เวลาที่ใช้ในการทดสอบ [sec]
A_c = พื้นที่รับแสงของแผง [m]
G_T = ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ [W/m^2]

- พลังงานความร้อน

เป็นการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยพิจารณาจากอัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ผลิตได้ (output heat) ต่อพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นที่รับแสงทั้งหมดในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบระบบ โดยคำนวณจากสมการที่ (3) และ (4) [11] ตามลำดับ

$$Q_u = \dot{m} \times c_p\left(T_{c,o} - T_{c,i}\right) \times t \quad (3)$$

และ

$$\eta_c = \dot{Q}_u/(A_c \times G_T \times t) \quad (4)$$

โดยที่

Q_u = อัตราการผลิตความร้อน [J]
$\dot{m}$ = อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำร้อน [kg/s]

c_p = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำร้อน
= 4.19 kJ/kg. °C
$T_{c,o}$ = อุณหภูมิที่ทางออกของแผง [°C]
$T_{c,i}$ = อุณหภูมิที่ทางเข้าของแผง [°C]
η_c = ประสิทธิภาพของแผงเก็บความร้อน
A_c = พื้นที่รับแสงของแผงเก็บความร้อน [m]
G_T = ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ [W/m^2]

ประสิทธิภาพของระบบ PV/T โดยรวม คำนวณได้จากสมการที่ (5)

$$\eta_{PVT} = \frac{E_{elec}+Q_u}{A_c \times G_T \times t} \quad (5)$$

3.2 ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฮโดรเจน

เป็นการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของค่าอัตราการผลิตไฮโดรเจนในหน่วยความร้อนโดยเฉลี่ย (คำนวณจากสมการที่ (6)) ต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าปฏิกรณ์ (คำนวณจากสมการที่ (7) ในช่วงสภาวะคงตัว การกักเก็บแกสไฮโดรเจนทำโดยการแทนที่น้ำแล้วจดบันทึกเพื่อหาปริมาตรของแกสที่ผลิตในแต่ละช่วงเวลา

$$E_{H2} = V_{H2} \times HV_{H2} \quad (6)$$

และ

$$\eta_{reac} = \frac{E_{H2}}{V \times I \times t} \quad (7)$$

โดยที่

E_{H2} = พลังงานไฮโดรเจนที่ผลิตได้ [J]
V_{H2} = ปริมาตรของแกสไฮโดรเจนที่ผลิตได้ [ml]
HV_{H2} = ค่าความร้อนของแกสไฮโดรเจน
= 11.71 J/ml
η_{rea} = ประสิทธิภาพของปฏิกรณ์ผลิตไฮโดรเจน [-]
V = ความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงทดสอบ [V]
I = กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงทดสอบ [amp]
t = เวลาที่ใช้ในการทดสอบ [sec]

3.3 ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฮโดรเจนโดยรวม

ประสิทธิภาพของระบบผลิตแก๊สไฮโดรเจนที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนที่ผลิตมาจากระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยรวม (Overall System Efficiency) คำนวณได้จากสมการที่ (8)

$$\eta_{overall} = \frac{E_{H2}}{A_c \times G_T \times t} \quad (8)$$

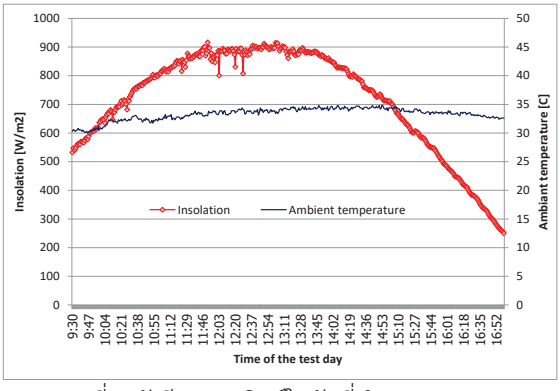
3. ผลการทดลอง

การทดสอบสมรรถนะของระบบผลิตไฮโดรเจนที่เสนอนี้ได้ดำเนินการทดสอบเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 วัน ซึ่งโดยทั่วไปสามารถทำการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบโดยใช้ข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลที่มีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ใกล้เคียงกัน แต่เพื่อแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะรายวัน บทความนี้จะนำเสนอสมรรถนะของระบบเป็นรายวันในช่วงที่เข้าสู่สภาวะคงตัวมากที่สุดเท่านั้น ซึ่งมาตรฐาน ASHRAE 93-1986 กำหนดสภาวะคงตัวไว้ดังนี้:

Solar radiation : >790 W/m²; ±32 W/m²
Inlet water temperature : ±1 °C
Ambient temperature : ±1.5 °C

3.1 ประสิทธิภาพของระบบ PV/T

รูปที่ 6 แสดงค่าของความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เวลาต่างๆ ตลอดทั้งวันที่ทำการทดลอง จากกราฟแสดงให้เห็นว่าค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (insolation) สูงสุดมีค่าประมาณ 916 W/m^2 อุณหภูมิบรรยากาศอยู่ในช่วงประมาณ 30-35 °C

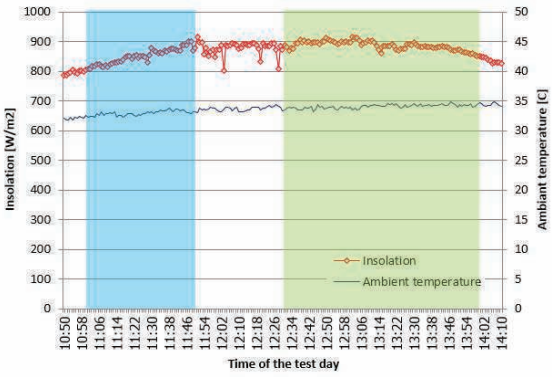


รูปที่ 6 รังสีแสงอาทิตย์ในวันที่ทำการทดสอบ

ในการทดสอบปฏิกรณ์ผลิตแกสไฮโดรเจนใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นอิเล็กโทรไลต์ เนื่องจากทดสอบแล้วพบว่าให้ผลดีกว่าสารละลายอื่น [8] อีกทั้งยังหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดและราคาถูก โดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายเท่ากับ 17% (โดยมวล) เป็นความเข้มข้นที่ผลิตแก๊สได้ดีที่สุด ระยะห่างของ

อิเล็กโทรดที่เหมาะสมที่สุดคือ 10 cm และจากการทดลองโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์กระแสตรงขนาดพื้นที่รับแสง 100 m^2 พบว่าการผลิตไฮโดรเจนโดยใช้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลแสงอาทิตย์มีความเป็นไปได้

จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการคำนวณด้วยสมการที่ (3) และ (4) พบว่าในช่วงเวลาที่ระบบเข้าใกล้สภาวะคงตัวมากที่สุด (ช่วง 11:00-11:50 และ 12:30-14:00 แสดงดังรูปที่ 7) ระบบมีประสิทธิภาพดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 7 ในช่วงเวลาที่ระบบเข้าใกล้สภาวะคงตัวมากที่สุด

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของระบบ PV/T

ส่วนที่พิจารณา (สมการที่ใช้)	ประสิทธิภาพ
- ระบบเซลแสงอาทิตย์ ผลิตไฟฟ้า (2)	8.29%
- ระบบผลิตน้ำร้อน (4)	17.68%
- ระบบ PV/T โดยรวม (5)	25.97%
- ปฏิกรณ์ผลิตแกสไฮโดรเจน (7)	7.01%
- ระบบผลิตแกสไฮโดรเจนด้วย PV/T (8)	0.06%

4. สรุปผลการศึกษา

ระบบผลิตแก๊สไฮโดรเจนที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนที่ผลิตมาจากระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ถูกทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของระบบทั้งการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบย่อยและระบบโดยรวม ผลการศึกษาพบว่าระบบมีประสิทธิภาพของเซลแสงอาทิตย์มีค่าค่อนข้างต่ำเท่ากับ 8.29% ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ในปริมาณที่น้อยนี้ถูกนำไปใช้ในการผลิตแกสไฮโดรเจนด้วยวิธีแยกน้ำด้วยไฟฟ้า จึงผลิตไฟฟ้าได้ในปริมาณต่ำ ประกอบกับปฏิกรณ์ก็มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำเท่ากับ 7.01% แม้ว่าจะมีการเพิ่มอุณหภูมิของอิเล็กโตรไลต์โดยใช้น้ำร้อนจากระบบผลิตน้ำร้อนซึ่งมีประสิทธิภาพสูงประมาณ 25.97% จึงมีปริมาณมากเกินความต้องการ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพเชิงพลังงานของระบบที่เสนอมีค่าต่ำมากเพียง 0.06% เท่านั้น ซึ่งจุดที่ต้องปรับปรุงคือให้ดีขึ้นเพื่อให้ประสิทธิภาพรวมสูงขึ้นนั้น จำเป็นต้องปรับปรุงทั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลแสงอาทิตย์และปฏิกรณ์ผลิตแกสไฮโดรเจน ซึ่งระบบย่อยทั้งสองมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทขอความขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยและเผยแพร่บทความครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] P.P Edwards, V.L Kuznetsov, W.I.F David, Hydrogen energy, Hydrogen Energy.**29**, 677–685. doi:10.1016/j.ijhydene.2003.09.006.

[2] Md Mamoon Rashid, Mohammed K. Al Mesfer, Hamid Naseem, Mohd Danish, ydrogen Production by Water Electrolysis: A Review of Alkaline Water Electrolysis, PEM Water Electrolysis and High Temperature Water Electrolysis, International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249 – 8958, Volume 4 (3), 2015.

[3] Mario Conte, Francesco Di Mario, Agostino Iacobazzi, Antonio Mattucci, Angelo Moreno and Marina Ronchetti, Energies 2009, 2, 150-179; doi:10.3390/en20100150.

[4] Tetsuhiko Maeda, Yuji Nagata, Naruki Endo & Masayoshi Ishida (2016) Effect of water electrolysis temperature of hydrogen production system using direct coupling photovoltaic and water electrolyzer, Journal of International Council on Electrical Engineering, 6:1, 78-83, DOI: 10.1080/22348972.2016.1173783.

[5] M.Hassen Sellamia, K. Loudiyi, Electrolytes behavior during hydrogen production by solar

energy, Renewable and Sustainable Energy Reviews 70 (2017) 1331–1335.

[5] Boonrit Prasartkaew and Amnaj Ngernplabpla, Investigation on the Performance of a Paraboloids Heliostat for Concentrated Central Receiver Solar Collector, 2013 International Conference on Frontiers of Environment, Energy and Bioscience (ICFEEB 2013), Beijing, China, October 24-25, 2013.

[7] A.L. Yuvaraj and D. Santhanaraj, A Systematic Study on Electrolytic Production of Hydrogen Gas by Using Graphite as Electrode, Materials Research, 2014, 17(1), pp. 83-87.

[8] อิศกฤตา โลหพรหม, ณัฐธพงษ์ มณีทิพย์ และ บุณย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว, การผลิตแก๊สไฮโดรเจนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28, 15-17 ตุลาคม 2557.

[9] ISO. (1995). Domestic water heating systems_Part 2, outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems. *ISO 9459-2*.

[10] พงษ์ศักดิ์ พูลศรี, มานพ แย้มแฟง, จักรวาล บุญหวาน และ บุณย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว, การศึกษาสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28, 15-17 ตุลาคม 2557.

[11] Duffie, J.A. and Beckman, W.A. (1991). Solar Engineering of Thermal Processes, second ed. John Wiley, New York.