

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความต้านทานภายในต่อประสิทธิภาพ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

Changing of Internal Resistance effected on Photovoltaic Module Efficiency

จิตติพร เจาจะจง และนิพนธ์ เกตุจ้อย*

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

โทร 055 96 3188 โทรสาร 055 96 3188 E-mail: niponk@nu.ac.th

Titiporn Chorchong and Nipon Ketjoy *

School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

Tel: 055 96 3188 Fax: 055 96 3188 E-mail: titiporn_ant@hotmail.com

* Corresponding author: niponk@nu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาการลดลงของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เนื่องจากความต้านทานอนุกรมและความต้านทานขนั้ดที่เปลี่ยนแปลงไปโดยทำการศึกษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมซิลิคอน (p-Si) ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน (a-Si) และไฮบริดซิลิคอน (HIT) ของระบบสาธิตสถานีผลิตไฟฟ้ากระแสสลับจากเซลล์แสงอาทิตย์ ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยใช้ข้อมูลซึ่งเก็บ ปี 2550 และ 2551 เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานภายในทั้งสองตัว จากการศึกษาพบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si, a-Si และ HIT มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความต้านทานอนุกรมประมาณ 2.12 2.19% และ 8.20% ต่อปีตามลำดับ และมีอัตราการลดลงของความต้านทานขนั้ด เท่ากับ 0.05% 0.00% และ 0.23 % ต่อปีตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานภายในทั้งสอง ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si, a-Si และ HIT ลดลงเฉลี่ยต่อปี 1.26% 0.41% และ 1.44% ต่อปีตามลำดับ

Abstract

This article presents a study about the parameters that affect efficiency of solar photovoltaic module. The propose of this study is determine the variables that affect the efficiency in producing electricity, with emphasis on the change in the series and shunt resistance. The study has considered 3 types of PV modules: Polycrystalline Silicon Solar Cell (p-Si), Amorphous Silicon Solar Cell (a-Si), Hybrid Silicon Solar Cell (HIT) of demonstration power plant installed at Naresuan University, Phitsanulok, Thailand. This study used data from 2007 and 2008. It is observed in the solar

cell types p-Si, a-Si and HIT that their series resistance increased by 2.12% 2.19% and 8.20% per year respectively, whereas the shunt resistance reduced by 0.05% 0.00% and 0.23 % per year respectively. The observed changes in internal resistances shows that the solar cells types p-Si, a-Si and HIT had their efficiency reduced by 1.26% 0.41% and 1.44% per year in the order.

1. บทนำ

ประเทศไทยมีแหล่งทรัพยากรพลังงานทดแทน ประกอบด้วยพลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานจากก๊าซชีวภาพและพลังงานจากแสงอาทิตย์ สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์นั้น พื้นที่ของประเทศไทยซึ่งมีที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรนั้น มีรังสีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี และศักยภาพสูงปริมาณมหาศาล ซึ่งในปัจจุบันมีการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์หลายแห่งเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่สูงมากขึ้นตลอดเวลา ในขณะนี้จึงมีการสร้างโรงไฟฟ้ารองรับจำนวน 7 แห่งในประเทศ มีกำลังการผลิตกว่า 9.6 MW ทั้งนี้การติดตั้งโรงไฟฟ้านั้นจะต้องคำนึงถึงขนาดของโรงไฟฟ้าตามกำลังผลิตไฟฟ้า ศักยภาพรังสีแสงอาทิตย์ที่พอเพียงในการผลิตและที่ตั้งที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้า การเลือกใช้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมก็มีความจำเป็นเนื่องจากลักษณะของสเปกตรัมรังสีอาทิตย์ที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่นั้น ก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด และเมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการติดตั้งใช้งานไปในระยะเวลาหนึ่ง ก็ย่อมมีการลดลงของประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากผลการวิจัยของณัฐวุฒิ ขาวสะอาด [1] พบว่า เมื่อใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปเป็นระยะเวลา 3 ปี แผงเซลล์แสงอาทิตย์

ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน จะมีอัตราการลดลงของประสิทธิภาพเฉลี่ยรายปีมากกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมซิลิคอน

ดังนั้นหากสามารถทราบถึงอัตราการลดลง ตัวแปรที่มีผลต่อการลดลงของประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความเหมาะสมกับลักษณะของสเปกตรัม ก็จะสามารถประเมินกำลังติดตั้งและการบำรุงรักษาให้สามารถมีการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุด [2], [3], [5]

2. วิธีการศึกษา

2.1 การศึกษาตัวแปรที่มีผลทำให้มีการลดลงของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การศึกษาตัวแปรที่มีผลทำให้มีการลดลงของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทำการศึกษาค่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งการศึกษานี้จะมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานอนุกรม ที่เป็นตัวแทนความต้านทานของรอยต่อพีเอ็น (p-n junction) ความต้านทานของขั้วไฟฟ้า ความต้านทานที่รอยต่อของสารกึ่งตัวนำและขั้วไฟฟ้า เป็นต้น และความต้านทานชนิดที่เป็นตัวแทนของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการรั่วของกระแสไฟฟ้าที่ขอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หรือผลึกที่นำมาใช้ในการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สมบูรณ์ โดยใช้ PV Analyzer ในการเก็บข้อมูล จากนั้นนำการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานทั้ง 2 ชนิดมาพิจารณาว่ามีผลต่อกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างไร

2.2 การลดลงของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เกิดจากตัวเซลล์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีดังนี้

2.2.1 เกิดจากการสึกกร่อนของรอยต่อหรือเกิดจากการลดลงของแรงยึดเหนี่ยวโครงสร้างเซลล์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ค่าความต้านทานอนุกรมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น ความต้านของรอยต่อ p-n ความต้านทานของขั้วไฟฟ้า ความต้านทานที่รอยต่อของสารกึ่งตัวนำและขั้วไฟฟ้า เป็นต้น ค่าความต้านทานอนุกรมเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ไหลในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ลดลง โดยที่ กำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถเขียนเป็นสมการหาได้ดังนี้ [4]

$$P_m = (V_{mp} - I_{mp} R_s) I_{mp} \quad (1)$$

$$= P_{mp} \left(1 - \frac{I_{mp}}{V_{mp}} R_s\right) \quad (2)$$

$$= P_{mp} \left(1 - \frac{I_{sc}}{V_{oc}} R_s\right) \quad (3)$$

$$\Delta R_s = V / I \quad (4)$$

เมื่อ

P_m คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายออกมาในขณะที่มีภาระทางไฟฟ้า (W)

V_{mp} คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายออกมาในขณะที่มีภาระทางไฟฟ้า (V)

I_{mp} คือ ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายออกมาในขณะที่มีภาระทางไฟฟ้า (A)

R_s คือ ค่าความต้านทานอนุกรมของเซลล์แสงอาทิตย์ (Ohm)

ΔV คือ ค่าความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตได้ (V)

I คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ (A)

I_{sc} คือ ค่ากระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่เกิดการลัดวงจร (A)

V_{oc} คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่ไม่มีภาระทางไฟฟ้า (V)

2.2.2 เกิดจากการเสื่อมของโลหะผสมที่อยู่ระหว่างรอยต่อพีเอ็น (p-n junction) ทำให้ค่าความต้านทานชนิดลดลง ความต้านทานชนิดที่เกิดจากการเกิดรั่วของกระแสไฟฟ้าที่ขอบของเซลล์แสงอาทิตย์ หรือเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของผลึก ซึ่งการลดลงของความต้านทานชนิดจะมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ลดลง โดยที่ กำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ [4]

$$P_m = \left(I_{mp} - \frac{V_{mp}}{R_{sh}}\right) V_{mp} \quad (5)$$

$$= P_{mp} \left(1 - \frac{V_{mp}}{I_{mp} R_{sh}}\right) \quad (6)$$

$$= P_{mp} \left(1 - \frac{V_{oc}}{I_{sc} R_{sh}}\right) \quad (7)$$

$$\Delta R_{sh} = V / \Delta I \quad (8)$$

เมื่อ

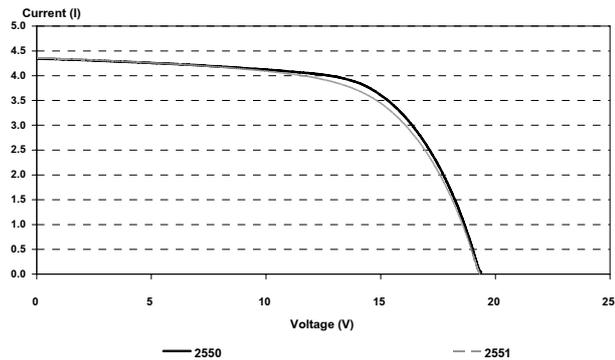
R_{sh} คือ ค่าความต้านทานชนิดของโลหะผสมที่อยู่ระหว่างรอยต่อพีเอ็น (Ohm)

V คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ (V)

ΔI คือ ค่าความแตกต่างของเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ (A)

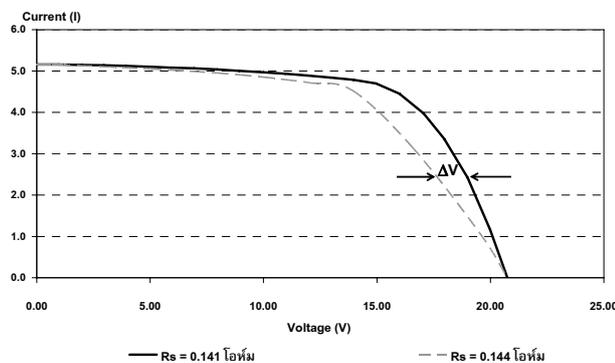
3. ผลการศึกษา

สำหรับ IV-Curve ในปี 2550 และปี 2551 เป็นค่าเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งในระบบทั้งหมด 45 แผง จึงทำให้เกิดการสูญเสียในการเชื่อมต่อระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้ IV-Curve แตกต่างค่อนข้างมาก จาก IV-Curve ในปี 2550 พบว่ามีแรงดันไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 14.54 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 3.74 แอมแปร์ และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 54.45 วัตต์ และ IV-Curve ในปี 2551 พบว่ามีแรงดันไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 14.43 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 3.60 แอมแปร์ และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 52.06 วัตต์ จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาผ่านแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะมีสมบัติเอาต์พุตที่เปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานภายในของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si ซึ่งแสดงให้เห็นในภาพ 2 และ 3 ตามลำดับ



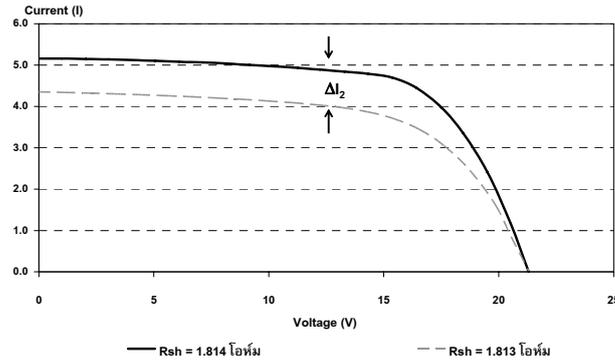
รูปที่ 1 ความแตกต่าง IV-Curve ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si ในปี 2550 และปี 2551

จากรูปที่ 2 แสดงความแตกต่างของ IV-Curve ที่มีแรงดันไฟฟ้าต่างกัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานอนุกรมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si ซึ่งจากกฎของโอห์ม กล่าวไว้ว่า "สารใดที่มีความต้านทานสูงจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อย" ในปี 2550 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีความต้านทานอนุกรมเท่ากับ 0.141 โอห์ม/แผง และในปี 2551 มีความต้านทานอนุกรมเท่ากับ 0.144 โอห์ม/แผง แสดงว่าความต้านทานอนุกรมเพิ่มขึ้น ทำให้กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไหลออกมาได้น้อยลง จึงส่งผลทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงตามไปด้วย ซึ่งจะตรงกับกฎของโอห์มที่กล่าวไว้ข้างต้น



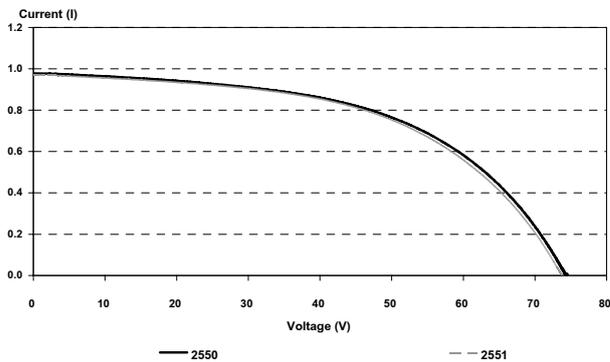
รูปที่ 2 ความแตกต่างของ IV-Curve ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน อนุกรมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si

จากรูปที่ 3 แสดงความแตกต่างของ IV-Curve ที่มีกระแสไฟฟ้าต่างกันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานชั้นของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si ซึ่งจากกฎของโอห์มกล่าวไว้ว่า "สารใดที่มีความต้านทานน้อยจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก" ในปี 2550 แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความต้านทานชั้น เท่ากับ 1.814 โอห์ม และในปี 2551 มีความต้านทานชั้น เท่ากับ 1.813 โอห์ม แสดงว่าเมื่อความต้านทานชั้นลดลง กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านความต้านทานชั้นได้มากขึ้น จึงทำให้กระแสไฟฟ้าที่จะไหลออกนอกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง ซึ่งตรงกับกฎของโอห์มที่กล่าวไว้ข้างต้น



รูปที่ 3 ความแตกต่างของ IV-Curve ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานชั้นของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si

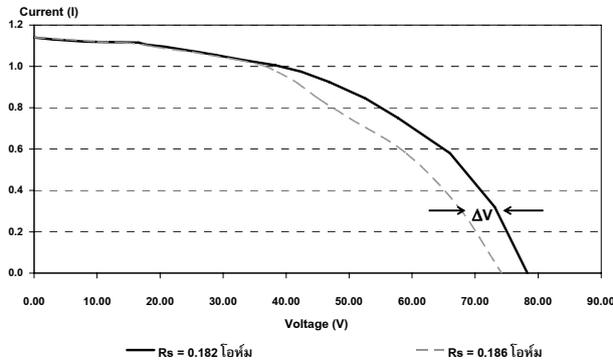
จากรูปที่ 4 สำหรับ IV-Curve ในปี 2550 พบว่ามีแรงดันไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 51.81 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 0.74 แอมแปร์ และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 38.34 วัตต์ และ IV-Curve ในปี 2551 พบว่ามีแรงดันไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 50.63 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 0.74 แอมแปร์และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 37.66 วัตต์ จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาผ่านแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะมีสมบัติเอาต์พุตที่เปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานภายในของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si ซึ่งแสดงให้เห็นในรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ตามลำดับ



รูปที่ 4 ความแตกต่าง IV-Curve ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si ในปี 2550 และปี 2551

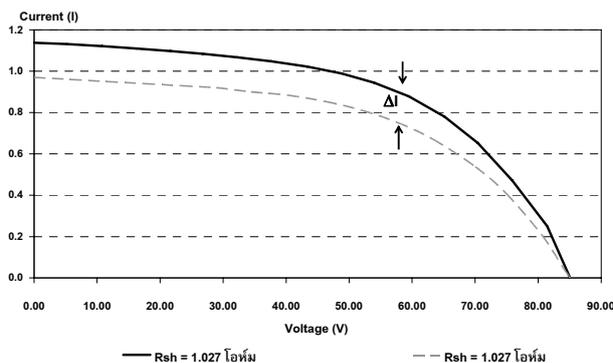
จากรูปที่ 5 แสดงความแตกต่างของ IV-Curve ที่มีแรงดันต่างกัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานอนุกรมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si ในปี 2550 แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความต้านทาน

อนุกรมเท่ากับ 0.182 โอห์ม และในปี 2551 มีความต้านทานอนุกรมเท่ากับ 0.186 โอห์ม แสดงว่าเมื่อความต้านทานอนุกรมเพิ่มขึ้น ซึ่งมีพฤติกรรมเหมือนกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si คือ เมื่อความต้านทานอนุกรมเพิ่มขึ้น ทำให้กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไหลออกมาได้น้อยลง จึงส่งผลทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงตามไปด้วย



รูปที่ 5 ความแตกต่างของ IV-Curve ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานอนุกรมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si

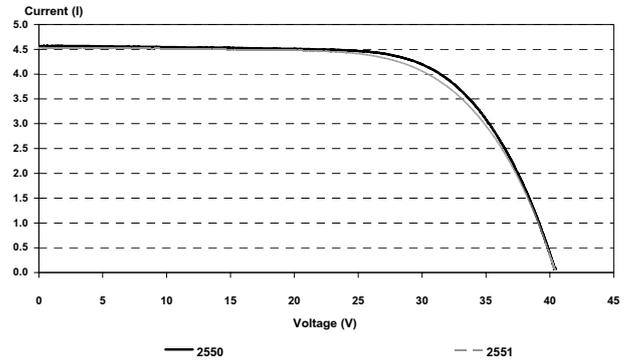
จากรูปที่ 6 แสดงความแตกต่างของ IV-Curve ที่มีกระแสไฟฟ้าต่างกันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานชั้นของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si ในปี 2550 แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความต้านทานชั้นเท่ากับ 1.027 โอห์ม และในปี 2551 มีความต้านทานชั้นเท่ากับ 1.027 โอห์มแสดงว่าเมื่อความต้านทานชั้นลดลง ซึ่งมีพฤติกรรมเหมือนกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si คือ เมื่อความต้านทานชั้นลดลง กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านความต้านทานชั้นได้มากขึ้น จึงทำให้กระแสไฟฟ้าที่จะไหลออกนอกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง



รูปที่ 6 ความแตกต่างของ IV-Curve ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานชั้นของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si

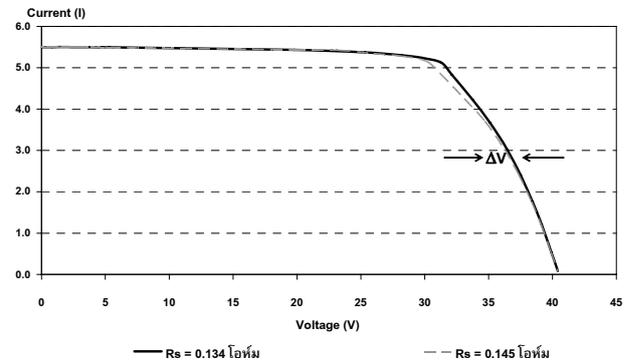
จากภาพ 7 จาก IV-Curve ในปี 2550 พบว่ามีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 30.57 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 4.12 แอมแปร์และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 126.15 วัตต์ และ IV-Curve ในปี 2551 พบว่ามีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 30.19 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 4.03 แอมแปร์และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 121.84 วัตต์ จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาผ่านแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะมีสมบัติเอาต์พุตที่

เปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานภายในของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si ซึ่งแสดงให้เห็นภาพ 9 และ 10 ตามลำดับ



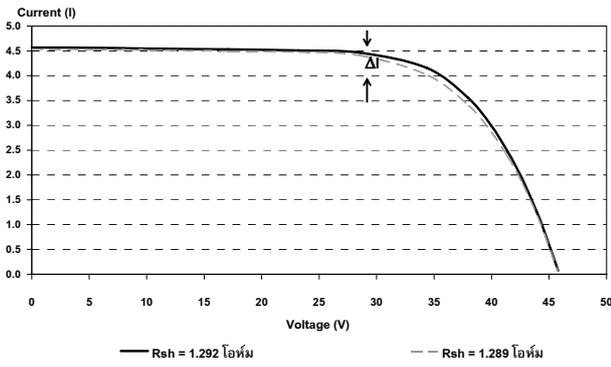
รูปที่ 7 ความแตกต่าง IV-Curve ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด HIT ในปี 2550 และปี 2551

จากรูปที่ 8 แสดงความแตกต่างของ IV-Curve ที่มีแรงดันไฟฟ้าต่างกันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานอนุกรมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด HIT ในปี 2550 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีความต้านทานอนุกรมเท่ากับ 0.134 โอห์ม/แผง และในปี 2551 มีความต้านทานอนุกรมเท่ากับ 0.145 โอห์ม/แผงแสดงว่าความต้านทานอนุกรมเพิ่มขึ้น ทำให้กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไหลออกมาได้น้อยลง จึงส่งผลทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงตามไปด้วย



รูปที่ 8 ความแตกต่างของ IV-Curve ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานอนุกรมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด HIT

จากรูปที่ 9 แสดงความแตกต่างของ IV-Curve ที่มีกระแสไฟฟ้าต่างกันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานชั้นของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด HIT ในปี 2550 แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความต้านทานชั้นเท่ากับ 1.292 โอห์ม และในปี 2551 มีความต้านทานชั้นเท่ากับ 1.289 โอห์ม แสดงว่าเมื่อความต้านทานชั้นลดลง กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านความต้านทานชั้นได้มากขึ้น จึงทำให้กระแสไฟฟ้าที่จะไหลออกนอกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง



รูปที่ 9 ความแตกต่างของ IV-Curve ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานชั้นของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด HIT

ตาราง 1 แรงดันไฟฟ้าสูงสุด กระแสไฟฟ้าสูงสุด กำลังไฟฟ้าสูงสุด ความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้น ในปี 2550 และปี 2551 ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด p-Si

ปี	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V)	กระแสไฟฟ้าสูงสุด (A)	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Wp)	ความต้านทานอนุกรม (โอห์ม/แผง)	ความต้านทานชั้น (โอห์ม/แผง)
2550	14.54	3.74	54.45	0.141	1.814
2551	14.43	3.60	52.06	0.144	1.813

จากตาราง 1 แสดงแรงดันไฟฟ้าสูงสุด กระแสไฟฟ้าสูงสุด กำลังไฟฟ้าสูงสุด ความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้น ในปี 2550 และปี 2551 ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด p-Si พบว่า ค่าความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้นมีอัตราการเปลี่ยนแปลง

ตาราง 2 แรงดันไฟฟ้าสูงสุด กระแสไฟฟ้าสูงสุด กำลังไฟฟ้าสูงสุด ความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้น ในปี 2550 และปี 2551 ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด a-Si

ปี	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V)	กระแสไฟฟ้าสูงสุด (A)	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Wp)	ความต้านทานอนุกรม (โอห์ม/แผง)	ความต้านทานชั้น (โอห์ม/แผง)
2550	51.81	0.74	38.34	0.182	1.027
2551	50.63	0.74	37.60	0.186	1.027

จากตาราง 2 แสดงแรงดันไฟฟ้าสูงสุด กระแสไฟฟ้าสูงสุด กำลังไฟฟ้าสูงสุด ความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้น ในปี 2550 และปี 2551 ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด a-Si พบว่า ค่าความต้านทานอนุกรมมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมากกว่าความต้านทานชั้น

ตาราง 3 แรงดันไฟฟ้าสูงสุด กระแสไฟฟ้าสูงสุด กำลังไฟฟ้าสูงสุด ความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้น ในปี 2550 และปี 2551 ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด HIT

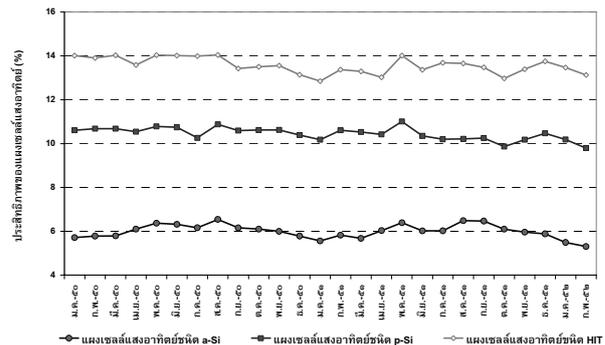
ปี	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V)	กระแสไฟฟ้าสูงสุด (A)	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Wp)	ความต้านทานอนุกรม (โอห์ม/แผง)	ความต้านทานชั้น (โอห์ม/แผง)
2550	30.57	4.12	126.15	0.134	1.292
2551	30.19	4.03	121.84	0.145	1.289

จากตาราง 3 แสดงแรงดันไฟฟ้าสูงสุด กระแสไฟฟ้าสูงสุด กำลังไฟฟ้าสูงสุด ความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้น ในปี 2550 และปี 2551 ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด HIT พบว่า ค่าความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้นมีอัตราการเปลี่ยนแปลง

ตาราง 4 อัตราการเพิ่มขึ้นของความต้านทานอนุกรมและการลดลงของความต้านทานชั้น ตั้งแต่ปี 2550 จนถึงปี 2551

ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	อัตรา การเพิ่มขึ้นของความต้านทานอนุกรม (Ohm/ปี)	อัตรา การเพิ่มขึ้นของความต้านทานชั้น (%/ปี)	อัตรา การลดลงของความต้านทานชั้น (Ohm/ปี)	อัตรา การลดลงของความต้านทานชั้น (%/ปี)
p-Si	0.021	2.12	0.0005	0.05
a-Si	0.021	2.19	0.0000	0.00
HIT	0.082	8.20	0.0023	0.23

จากตาราง 4 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานอนุกรมและความต้านทานชั้นของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 ชนิด โดยพิจารณาตั้งแต่ปี 2550 จนถึงปี 2551 พบว่า ค่าความต้านทานอนุกรมโดยเฉลี่ยรายปีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมากกว่าความต้านทานชั้นโดยเฉลี่ยรายปี



รูปที่ 10 ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากรูปที่ 10 แสดงประสิทธิภาพเฉลี่ยรายเดือนในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และจากตาราง 5 ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เฉลี่ยรายปี พบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลงเมื่อพิจารณาตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 จนถึงเดือนธันวาคม 2551 จากการศึกษาพบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si จะมีอัตราการลดลงของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าหลังติดตั้งใช้งานประมาณร้อยละ 0.82 คิดเป็นอัตราการลดลง

เฉลี่ยในแต่ละปีเป็นร้อยละ 0.41 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si จะมีอัตราการลดลงของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าหลังติดตั้งใช้งานร้อยละ 2.52 คิดเป็นอัตราการลดลงเฉลี่ยในแต่ละปีประมาณร้อยละ 1.26 และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด HIT จะมีอัตราการลดลงของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าหลังติดตั้งใช้งานร้อยละ 2.88 คิดเป็นอัตราการลดลงเฉลี่ยในแต่ละปีประมาณร้อยละ 1.44

ตาราง 5 ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ปี	Eff(a-Si) (%)	Rate (%)	Eff(p-Si) (%)	Rate (%)	Eff(HIT) (%)	Rate (%)
2550	6.05	0.00	10.61	0.00	13.76	0.00
2551	6.00	0.82	10.35	2.52	13.38	2.88
ค่าเฉลี่ย	6.03	0.41	10.48	1.26	13.57	1.44

4. สรุป

เมื่อมีการติดตั้งผ่านไปในช่วงเวลา 4 ปี แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si a-Si และ HIT มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความต้านทานอนุกรมเท่ากับ 2.12 2.19 และ 8.20 % ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึงความต้านทานชนิดที่เป็นตัวแทนของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการรั่วของกระแสไฟฟ้าที่ขอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หรือผลึกที่นำมาใช้ในการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สมบูรณ์ เมื่อมีการติดตั้งผ่านไปในช่วงเวลา 4 ปี แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si a-Si และ HIT มีอัตราการลดลงของความต้านทานชนิดเท่ากับ 0.05 0.00 และ 0.23 % ตามลำดับ ความต้านทานอนุกรมโดยเฉลี่ยรายปีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมากกว่าความต้านทานชนิดโดยเฉลี่ยรายปี และความต้านทานทั้ง 2 ชนิดนั้นส่งผลทำให้ลักษณะสมบัติเอาพุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานภายในทั้งสอง ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si, a-Si และ HIT ลดลงเฉลี่ยต่อปี 1.26% 0.41% และ 1.44% ต่อปีตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2551 และปี 2552 และขอขอบพระคุณคณาจารย์ นักวิจัยของวิทยาลัยพลังงานทดแทนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องคำแนะนำ และข้อมูลสนับสนุนในการศึกษา ทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ณัฐวุฒิ ชาวสะอาด. (2549). การศึกษาการลดลงของประสิทธิภาพรายปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- [2] จิตติพร เจาะจง นิพนธ์ เกตุจ้อย และวัฒนพงษ์ รัชวีเชียร. การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดไฮบริดซิลิคอน

หลังการติดตั้งใช้งานในระยะยาว. การประชุมทางวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1, 2551.

[3] จิตติพร เจาะจง นิพนธ์ เกตุจ้อย และวัฒนพงษ์ รัชวีเชียร. การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลังการติดตั้งใช้งานในระยะยาว. การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ครั้งที่ 1, 2551.

[4] S.R.Wenham, M.A. Green, M.E. Watt. (1994) .DEGRADTION AND FAILURE MODES. Applied Photovoltaics. National Library of Australia.

[5] ณัฐวุฒิ ชาวสะอาด นิพนธ์ เกตุจ้อย และวัฒนพงษ์ รัชวีเชียร. การศึกษาการลดลงของประสิทธิภาพรายปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 4 , 2551.