บทที่ 5

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์โดยเฉพาะในด้านการผลิตไฟฟ้าด้วยขบวนการทางความร้อนเพื่อทดแทนพลังงานที่ได้จากน้ำมัน การศึกษานี้ได้มุ่งที่จะปรับปรุงวิธีการจัดรูปทรงของผิวสะท้อนแสงที่ใช้กับฮีลิโอสแตทที่ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งทำให้แสงสะท้อนเข้าสู่ตัวรับได้มากที่สุดในรอบปี เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพรวมของโรงไฟฟ้าแบบนี้ให้สูงขึ้น การศึกษาดังกล่าวได้ดำเนินการตั้งแต่การกำหนดระบบการบอกตำแหน่งต่าง ๆ ขึ้นเพื่อความสะดวกในการเขียนสมการและขั้นตอนในการคำนวณค่าในแต่ละส่วน, การศึกษาวิธีการแมพปิ้งเพื่อใช้ในการหาตำแหน่งที่อยู่ในระบบแกนพิกัดจากระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบหนึ่งได้ การศึกษาทฤษฎีการวิเคราะห์ทางเวกเตอร์เพื่อนำไปใช้หาทิศทางและตำแหน่งที่รังสีสะท้อนตกกระทบ ตลอดจนใช้หาทิศทางของหน่วยเวกเตอร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาชนิดและระบบการหมุนตามของฮีลิโอสแตท การหาสมการเพื่อกำหนดรูปทรงของผิวสะท้อนแสงและวิธีการคำนวณหารูปทรงของผิวสะท้อนแสงที่ให้ค่าปริมาณพลังงานเข้าสู่ตัวรับได้สูงสุดในรอบปี จากการศึกษาดังกล่าวได้ดำเนินการจัดทำโปรแกรมหาค่าการเปลี่ยนแปลงของมุมรังสีตกกระทบ โปรแกรมหารูปทรงของผิวสะท้อนแสง และโปรแกรมที่นำค่าการกำหนดรูปทรงมาคำนวณหาปริมาณพลังงานทั้งส่วนที่เข้าและออกนอกตัวรับในแต่ละวัน ตลอดจนค่าการแจกแจงค่าความเข้มของรังสีที่ตกบนระนาบช่องรับแสง

สรุปผลการวิจัย

ผลที่ได้จากโปรแกรมทั้งสามสามารถสรุปผลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยได้ดังนี้

ก. <u>มุมรังสีตกกระทบ</u> ผลจากโปรแกรมหาค่ามุมรังสีตกกระทบในภาคผนวก ข. ซึ่งพิมพ์ค่ามุมรังสีตกกระทบที่เวลาและมุมฤดูกาลต่าง ๆ ของฮีลิโอสแตททั้ง 8 ตำแหน่ง เมื่อ

นำค่ามุมรังสีตกกระทบที่ต่ำสุดในแต่ละมุมฤดูกาลมาเปรียบเทียบกันดังตารางที่ 5.1 โดยเรียงหมายเลขฮีลิโอสแตทตามรูปที่ 5.1 จะได้

ตารางที่ 5.1 ค่ามุมตกกระทบต่ำสุดที่เวลาและมุมฤดูกาลต่าง ๆ ของฮีลิโอสแตท

หมายเลขฮีลิโอสแตท	เวลา	ค่ามุมตกกระทบต่ำสุดที่มุมฤดูกาล (องศา)		
		-23.45°	0.0°	23.45°
1	12.00	41.68	29.95	18.23
2	15.00	32.39	20.67	8.97
3	15.00	16.49	4.84	7.06
4	14.00	2.42	9.76	21.43
5	12.00	4.49	16.21	27.94
6	10.00	2.34	9.76	21.45
7	9.00	16.49	4.84	7.06
8	9.00	32.39	20.67	8.97

1. ค่ามุมรังสีตกกระทบต่ำสุดที่มุมฤดูกาลต่าง ๆ ของฮีลิโอสแตทในแต่ละตำแหน่งจะอยู่ในเวลาเดียวกัน

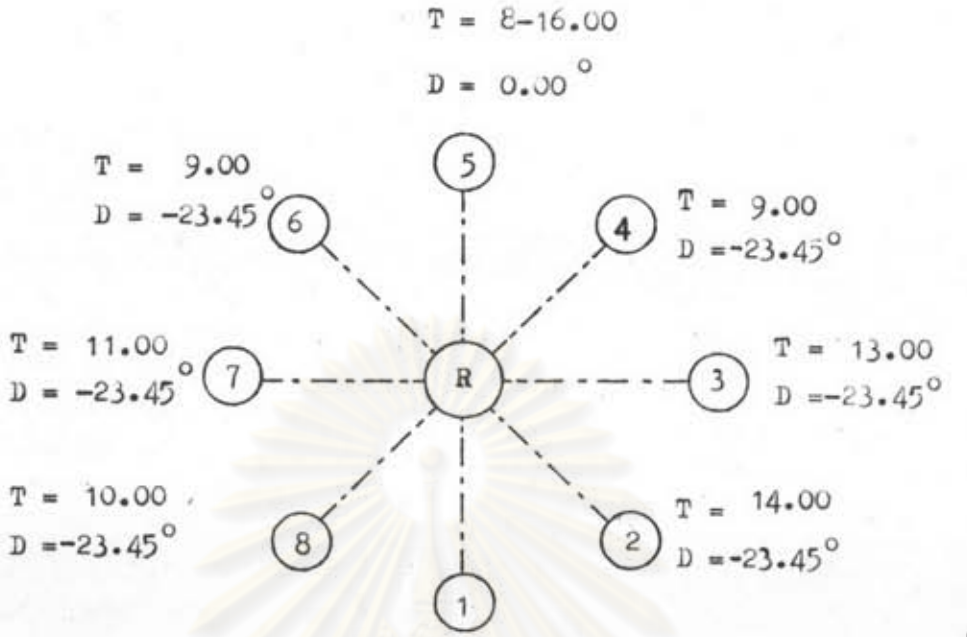
2. ค่ามุมฤดูกาลที่ให้ค่ามุมรังสีตกกระทบที่ต่ำสุดนั้นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของฮีลิโอสแตท เช่น ด้านทิศใต้ของหอรับแสง (หมายเลข 1) ให้ค่ามุมฤดูกาล 23.45° ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก (หมายเลข 3 และ 7) ให้ค่ามุมฤดูกาลเท่ากันคือ 0.0° ส่วนด้านทิศเหนือ (หมายเลข 5) ให้ค่ามุมฤดูกาล -23.45° เป็นต้น

3. ฮีลิโอสแตทที่ตั้งอยู่ด้านทิศใต้และทิศเหนือของหอรับแสงจะให้ค่าแตกต่างของมุมรังสีตกกระทบที่อยู่ในช่วงเวลา 8.00 ถึง 16.00 น. น้อยกว่าค่าที่ได้จากฮีลิโอสแตทตำแหน่งอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลให้การจัดส่วนโค้งของผิวสะท้อนแสงที่เวลาออกแบบต่าง ๆ มีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย

ข. <u>เวลาและมุมฤดูกาลที่ใช้จัดรูปทรงของผิวสะท้อนแสง</u> ผลที่ได้จากโปรแกรมหารูปทรงของผิวสะท้อนแสงพอสรุปได้ดังนี้

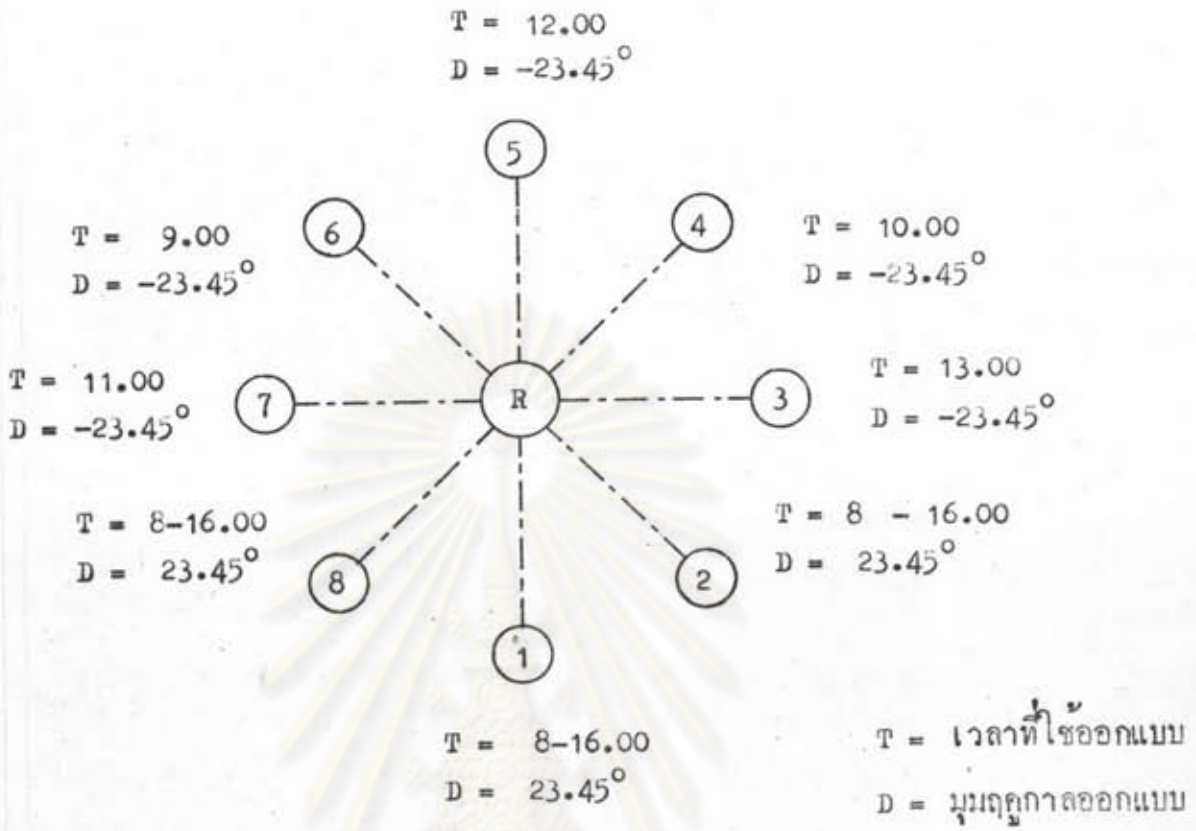
1. มุมฤดูกาลที่ใช้ออกแบบจะมีค่าเท่ากัน สำหรับฮีลิโอสแตทหมายเลข 2,3,4,6,7 และ 8 ซึ่งมีค่าเท่ากับ −23.45 องศา ส่วนฮีลิโอสแตทหมายเลข 1 และ 5 มีค่ามุมฤดูกาลแตกต่างกันคือที่ค่าเท่ากัน 23.45 และ 0.0 องศา ตามลำดับ ดังรูปที่ 5.1

2. เวลาที่ใช้ออกแบบจะเปลี่ยนตามตำแหน่งที่ตั้งของฮีลิโอสแตท ผลจากโปรแกรมดังรูปที่ 5.1 พบว่าฮีลิโอสแตทหมายเลข 1 และ 5 ให้ค่าเวลาที่ใช้จัดรูปทรงหลายค่า เนื่องจากบริเวณที่ตั้งของฮีลิโอสแตทดังกล่าวอยู่ในบริเวณด้านทิศใต้และทิศเหนือของหอรับแสงซึ่งให้ค่ามุมรังสีตกกระทบสูงสุด และต่ำสุดไม่แตกต่างกันมากเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น ๆ และเนื่องจากการแบ่งพื้นที่เล็กบนผิวกระจกซึ่งใช้ NE = 3 นั้น เป็นค่าที่ไม่ละเอียดพอในการหาปริมาณพลังงานที่เข้าสู่ตัวรับเป็นผลให้ค่าปริมาณพลังงานที่สะท้อนเข้าสู่ตัวรับมีค่าเท่ากันเมื่อใช้ค่ารัศมีของช่องรับแสงเท่ากับ 1.75 เมตร แต่เมื่อลดค่ารัศมีดังกล่าวเป็น 1.50 เมตร จะได้ค่ามุมฤดูกาลและเวลาที่ใช้ออกแบบเปลี่ยนไป ดังรูปที่ 5.2 แสดงว่าขนาดของช่องรับแสงมีผลต่อลักษณะรูปทรงของผิวสะท้อนแสงที่ใช้ ฉะนั้นในการหารูปทรงของผิวสะท้อนแสง ก่อนอื่นต้องหาขนาดที่เหมาะสมของช่องรับแสงก่อนจึงจะสามารถกำหนดส่วนโค้งที่ใช้ปรับผิวสะท้อนแสงได้



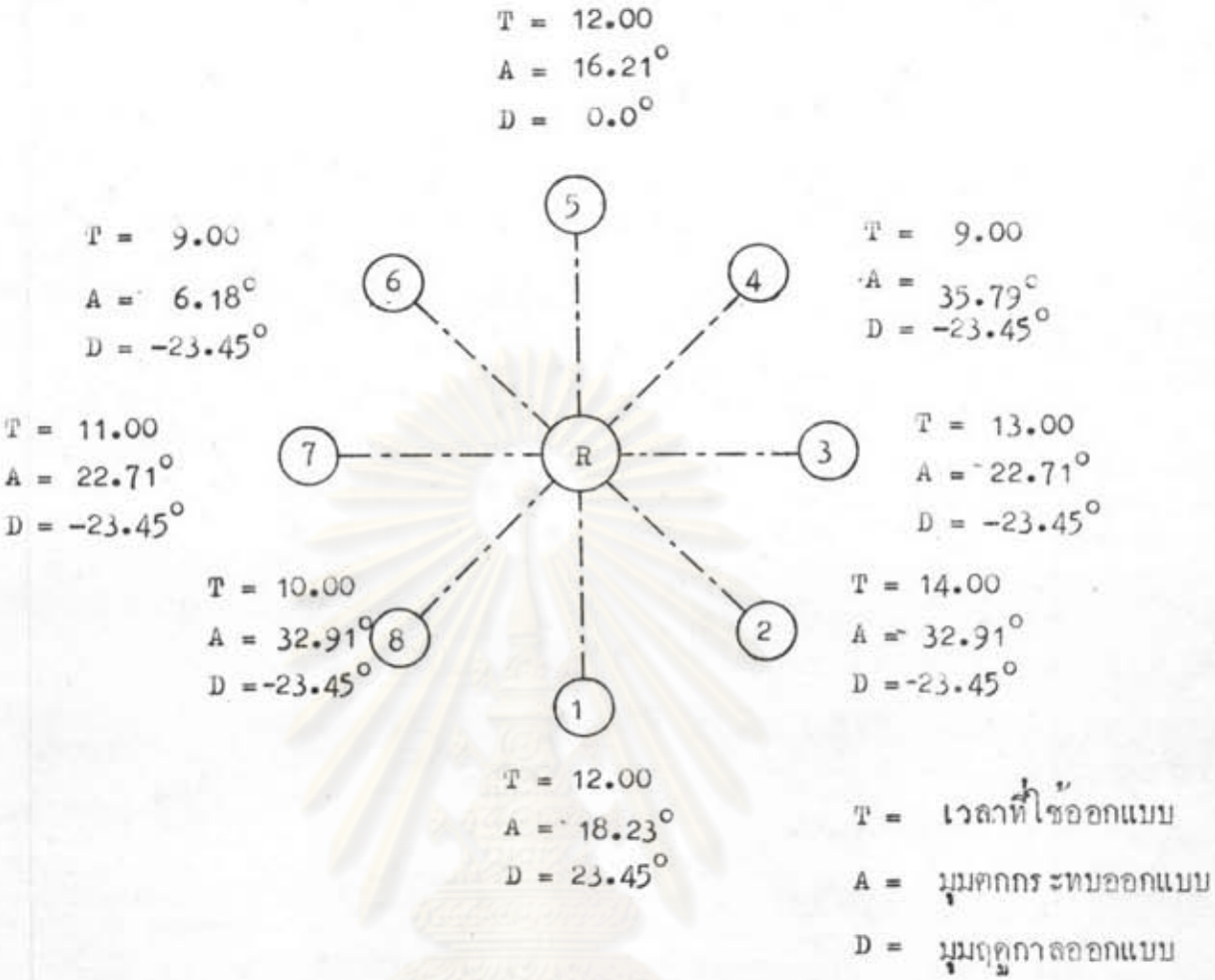
รูปที่ 5.1 เวลาและมุมฤดูกาลที่ใช้ออกแบบผิวสะท้อนแสง
เมื่อใช้ค่ารัศมีที่ช่องรับแสงเท่ากับ 1.75 เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 เวลาและมุมฤดูกาลที่ใช้ออกแบบผิวสะท้อนแสง
เมื่อใช้ค่ารัศมีที่ของรับแสงเท่ากับ 1.50 เมตร

3. ค่ามุมตกกระทบออกแบบ (ψ_s) ของฮีลิโอสแตทในแต่ละหมายเลขหาได้โดยการนำค่ามุมฤดูกาลและเวลาที่ใช้กำหนดรูปทรงของผิวสะท้อนแสงไปเทียบหาค่ามุมรังสีตกกระทบดังรูปที่ 5.3 สำหรับฮีลิโอสแตทหมายเลข 1 และ 5 จากรูปที่ 5.1 นั้น ให้ค่าเวลาหลายค่าจึงได้กำหนดค่าเวลาที่ให้ค่ามุมรังสีตกกระทบน้อยที่สุดที่ ตามตารางที่ 5.1 จะได้เวลาเท่ากับ 12.00 น. เท่ากัน



รูปที่ 5.3 ค่ามุมตกกระทบออกแบบของฮีลิโอสแตท ในตำแหน่งต่าง ๆ

ค. <u>ปริมาณพลังงานที่สะท้อนเข้าตัวรับ</u> เมื่อใช้ฮีลิโอสแตทชนิดกระจกแผ่นราบประกอบจำนวน 16 บาน จัดรูปทรงให้สามารถสะท้อนแสงไปรวมกันที่ตัวรับ ณ เวลาและมุมฤดูกาลที่ได้กำหนดดังรูปที่ 5.3 จะให้ค่าปริมาณพลังงานรวมทั้งหมดที่เข้าตัวรับเท่ากับ 4717.91 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากฮีลิโอสแตท 8 ชุด ในวันทั้ง 4 ของปี คือ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน, 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม จากเวลา 8.00 น. ถึง 16.00 น. แต่เมื่อใช้ฮีลิโอสแตทชนิดกระจกแผ่นราบเดี่ยว (NCUR = 0) จะให้ค่าปริมาณพลังงานรวมทั้งหมดที่

เข้าตัวรับเพียง 2031.64 กิโลวัตต์–ชั่วโมง เท่านั้น ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการใช้ฮีลิโอสแตทชนิดกระจกแผ่นราบประกอบประมาณ 2.3 เท่าเมื่อใช้ขนาดของช่องรับแสงเท่ากัน

ง. <u>ค่าการแจกแจงความเข้มของรังสี</u> ผลจากโปรแกรมในภาคผนวก ฉ. ได้แสดงค่าการแจกแจงความเข้มของรังสีและตำแหน่งที่ตกกระทบบนระนาบช่องรับแสงที่เวลาเที่ยงในวันทั้ง 4 ของปี พบว่าตำแหน่งที่รังสีตกกระทบและค่าความเข้มของรังสีที่ได้รับสำหรับฮีลิโอสแตทชนิดกระจกแผ่นราบประกอบนั้นจะได้ตำแหน่งของรังสีตกกระทบรวมกันเป็นกลุ่มอยู่ตรงกลางช่องรับแสง ค่าความเข้มที่สูงจะอยู่ในบริเวณส่วนกลางของช่องรับแสง และมีค่าน้อยลงเมื่อห่างออกมาโดยตำแหน่งทั้งหมดของรังสีตกกระทบจะอยู่ภายในช่องสี่เหลี่ยมขนาด 4 เมตร คูณ 4 เมตร และมีค่าความเข้มสูงสุดประมาณ 5642.20 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร (564.22 w/cm^2) ในวันที่ 21 มีนาคม ซึ่งต่างกับผลที่ได้จากฮีลิโอสแตทชนิดกระจกแผ่นราบเดี่ยวที่ให้ตำแหน่งของรังสีตกกระทบกระจายไปทั่วระนาบช่องรับแสงขนาด 10เมตร คูณ 10เมตร ทำให้ต้องใช้ขนาดของช่องรับแสงใหญ่กว่าประมาณ 2.5 และให้ค่าความเข้มของรังสีสูงสุดเพียง 469.65 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ในวันที่ 21 มีนาคม จากผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการใช้ฮีลิโอสแตทชนิดกระจกแผ่นราบประกอบจะช่วยลดขนาดของช่องรับแสงให้เล็กลง ทำให้ประสิทธิภาพของตัวรับสูงขึ้น นอกจากนี้ค่าความเข้มของรังสีที่สูงกว่าเป็นผลให้อุณหภูมิของของไหลทำงาน (Working Fluid) สูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพของกังหัน (Turbine) เพิ่มขึ้นอีกด้วย

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของโรงไฟฟ้าแสงอาทิตย์ระบบตัวรับกลางซึ่งต้องอาศัยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากโปรแกรมอื่น ๆ ก่อน เช่น โปรแกรมที่กำหนดตำแหน่ง, ขนาดและจำนวนฮีลิโอสแตทที่ใช้และโปรแกรมกำหนดตำแหน่งและขนาดของตัวรับเป็นต้น ฉะนั้นข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้จึงเป็นเพียงข้อมูลที่กำหนดขึ้นเพื่อตรวจสอบการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของโปรแกรมเท่านั้น เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวใช้เวลาในการคำนวณไม่ต่ำกว่า 45 นาที จึงควรลดเวลาในการคำนวณให้น้อยลงโดยการคำนวณแบบหยาบเพื่อหาค่าโดยประมาณก่อน แล้วจึงคำนวณค่าละเอียดอีกครั้ง นอกจากนี้ควรจะทดลองวิธีการหาส่วนโค้งของผิวสะท้อนแสงจากค่ามุมตกกระทบออกแบบเปรียบเทียบกับแบบเดิมเพื่อหาวิธีที่ให้ค่าปริมาณพลังงานเข้าสู่ตัวรับสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย