บทที่ 5
บทสรุป และข้อเสนอแนะ

บทสรุป

จากวัตถุประสงค์การศึกษา เรื่องการใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจกสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวกระจก

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวกระจก จะแบ่งเป็น ปัจจัยจากสภาวะแวดล้อมภายนอก และปัจจัยจากคุณสมบัติของกระจกได้แก่

อิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ จากการศึกษาพบว่า เมื่อมีอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงกลางวัน อุณหภูมิผิวของกระจกจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ โดยจะมีอุณหภูมิผิวสูงสุดในช่วง 12.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด และจะลดลงในจนมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ในช่วงกลางคืน ซึ่งไม่มีรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบ

ค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของกระจก เมื่อมีรังสีจากดวงอาทิตย์ตกกระทบกับพื้นผิวหลังคากระจก รังสีส่วนหนึ่งจะถูกดูดซับไว้ภายในเนื้อกระจก ทำให้อุณหภูมิของหลังคากระจก เปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ที่ดูดซับไว้โดยหลังคากระจก และความสามารถในการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของกระจก

ค่าการกระจายรังสี เมื่อมีรังสีจากดวงอาทิตย์ตกกระทบกับพื้นผิวหลังคากระจก กระจกจะมีการกระจายรังสีดวงอาทิตย์ออกมา ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ที่กระจายออกมาจากผิวหลังคากระจก และความสามารถในการกระจายรังสีดวงอาทิตย์ของกระจก

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกระจก ค่าการกระจายรังสีเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจก แต่ไม่สามารถหาค่าของการกระจายรังสีได้ จึงสามารถพิจารณาจากความสัมพันธ์ของค่าการกระจายรังสี กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกระจกแทน

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก เมื่อกระจกมีค่าการดูดซับรังสี และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกัน ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกแตกต่างกันไป

2. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวหลังคากระจกที่มี ค่า SC ค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ และค่าการแปลงรังสีหรือค่า U - Value ต่างกัน

กระจกที่มีค่า SC ต่างกัน พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวภายนอก และภายในจะแตกต่างกัน กล่าวคือ กระจกที่มีอุณหภูมิผิวต่ำ คือกระจกที่มีค่า SC มาก ในขณะที่กระจกที่มีอุณหภูมิผิวสูง คือกระจกที่มีค่า SC น้อย แสดงให้เห็นว่ากระจกที่มีค่า SC น้อย จะมีอุณหภูมิผิวที่สูง ซึ่งมีผลต่อสภาวะน่าสบายภายในห้องทางด้าน MRT (Mean Radiant Temperature) ทำให้การแผ่รังสีความร้อนจากกระจกให้กับผู้ที่อยู่ใต้แผ่นกระจกนั้นมากกว่ากระจกที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์น้อย

กระจกที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ (α) ต่างกัน พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวภายนอกและภายในจะแตกต่างกัน กล่าวคือ กระจกที่มีอุณหภูมิผิวต่ำ คือกระจกที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์น้อย ในขณะที่กระจกที่มีอุณหภูมิผิวสูง คือกระจกที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์มาก แสดงให้เห็นว่ากระจกที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์มาก จะมีอุณหภูมิผิวที่สูง ซึ่งมีผลต่อสภาวะน่าสบายภายในห้องทางด้าน MRT (Mean Radiant Temperature) ทำให้การแผ่รังสีความร้อนจากกระจกให้กับผู้ที่อยู่ใต้แผ่นกระจกนั้น มากกว่ากระจกที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์น้อย

ค่าการแปลงรังสี (ε) หรือสามารถพิจารณาจากค่า U - Value ของกระจกที่ต่างกัน พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวภายนอก และภายในจะแตกต่างกัน กล่าวคือ กระจกที่มีอุณหภูมิผิวต่ำ คือกระจกที่มีค่าการแปลงรังสี หรือค่า U - Value มาก ส่วนกระจกที่มีอุณหภูมิผิวสูง คือกระจกที่มีค่าการแปลงรังสีน้อย แสดงให้เห็นว่ากระจกที่มีค่าการแปลงรังสี หรือค่า U - Value มาก จะมีอุณหภูมิผิวที่ต่ำ ซึ่งมีผลต่อสภาวะน่าสบายภายในห้องทางด้าน MRT (Mean Radiant Temperature) ทำให้การแผ่รังสีความร้อนจากกระจกให้กับผู้ที่อยู่ใต้แผ่นกระจกนั้น น้อยกว่ากระจกที่มีค่าการแปลงรังสี หรือค่า U - Value น้อย

แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวกระจก จะสัมพันธ์กับค่าการแปลงรังสี หรือค่า U - Value แต่ในกรณีที่กระจกมีค่า U - Value เท่ากัน ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวกระจกคือ ค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ ดังนั้นในการพิจารณาอุณหภูมิผิวหลังคากระจก จึงควรพิจารณาค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์และค่าการแปลงรังสี หรือค่า U - Value ควบคู่กันไป

3. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ที่ไม่ใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิว

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจกของห้องทดลองที่ไม่ปรับอากาศ พบว่า อุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายนอก จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายใน เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายในที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจกของห้องทดลองที่ปรับอากาศ พบว่า อุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายนอก จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายใน เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายในที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายนอกและภายใน พบว่า อุณหภูมิผิวหลังคากระจกของห้องทดลองที่ไม่ปรับอากาศ จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวหลังคากระจกของห้องทดลองที่ปรับอากาศ เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายในที่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิอากาศภายในของห้องทดลองที่ไม่ปรับอากาศ จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในของห้องทดลองที่มีการปรับอากาศ

4. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ที่ใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิว

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายนอก พบว่า กระจกที่ต่างกันจะอุณหภูมิผิวภายนอกใกล้เคียงกัน เนื่องจากอิทธิพลของน้ำที่ใช้เพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจกของห้องทดลองที่ไม่ปรับอากาศ พบว่า อุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายนอก จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายใน เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายในที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจกของห้องทดลองที่ปรับอากาศ พบว่า อุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายนอก จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายใน เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายในที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจกภายใน พบว่า อุณหภูมิผิวหลังคากระจกของห้องทดลองที่ไม่ปรับอากาศ จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวหลังคากระจกของห้องทดลองที่ปรับอากาศ เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายในที่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิอากาศภายในของห้องทดลองที่ไม่ปรับอากาศ จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในของห้องทดลองที่มีการปรับอากาศ

5. ผลจากการใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ของห้องทดลองที่ไม่มีการปรับอากาศ พบว่า น้ำสามารถลดอุณหภูมิผิวภายนอกได้สูงสุดประมาณ 13-24 องศาเซลเซียส แตกต่างกันตามชนิดของหลังคากระจก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ของห้องทดลองที่ไม่มีการปรับอากาศ พบว่า น้ำสามารถลดอุณหภูมิผิวภายในได้สูงสุดประมาณ 14-24 องศาเซลเซียส แตกต่างกันตามชนิดของหลังคากระจก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ของห้องทดลองที่ปรับอากาศ พบว่า น้ำสามารถลดอุณหภูมิผิวภายนอกได้สูงสุดประมาณ 12-23 องศาเซลเซียส แตกต่างกันตามชนิดของหลังคากระจก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ของห้องทดลองที่ปรับอากาศ พบว่า น้ำสามารถลดอุณหภูมิผิวภายในได้สูงสุดประมาณ 7-21 องศาเซลเซียส แตกต่างกันตามชนิดของหลังคากระจก

จากความสามารถที่แตกต่างกันของน้ำในการลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก พบว่า ในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศภายในห้องทดลอง น้ำจะสามารถลดอุณหภูมิผิวได้มากกว่าสภาวะที่ปรับอากาศภายในห้องทดลอง

แม้ว่าการใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก จะช่วยลดอุณหภูมิกระจกได้แต่อุณหภูมิผิวกระจกในช่วงกลางวัน ยังคงสูงเกินกว่าสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) อยู่มาก ทำให้อิทธิพลของ MRT หรือการแผ่รังสีความร้อนจากกระจก ให้กับผู้ที่อยู่ใต้แผ่นกระจกนั้นยังคงมีอยู่

ข้อเสนอแนะ

1. ในระหว่างทำการศึกษา จะพบปัญหาและอุปสรรคระหว่างการดำเนินการศึกษาดังนี้

   1.1 การศึกษาเรื่องการใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก เป็นการศึกษาในเชิงทดลอง และปฏิบัติการในสภาวะแวดล้อมจริง ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จากสภาพดินฟ้าอากาศ อาทิ ลักษณะท้องฟ้า ความชื้นสัมพัทธ์ แสงแดด กระแสลม ฯลฯ ซึ่งไม่มีความคงที่แน่นอน จึงไม่สามารถควบคุมตัวแปรที่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของหลังคากระจกเหล่านั้นได้ การเก็บข้อมูลบางช่วงจึงมีอุปสรรค ข้อมูลที่ได้ไม่ดีพอ ทำให้ต้องเก็บข้อมูลเหล่านั้นใหม่

   1.2 วัสดุที่ใช้ในการจัดสร้างห้องทดลอง การใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก เป็นวัสดุมวลเบา แม้ว่าจะมีลักษณะเป็นฉนวน แต่มีหลังคาเป็นกระจก ที่มีพื้นที่มาก ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ห้องทดลองโดยผ่านทางหลังคากระจกสูงมาก เครื่องปรับอากาศที่ใช้ จึงต้องมีขนาดใหญ่ เพื่อรองรับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างมากในช่วงที่มีอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ ในขณะที่ในเวลา

กลางคืน ไม่มีอิทธิพลจากรังสีดวง ทำให้เครื่องปรับอากาศมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นมาก การควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองจึงกระทำได้ยาก

1.3 น้ำหนักโดยรวมของห้องทดลองที่จัดสร้างขึ้นค่อนข้างน้อย วัสดุที่ใช้ในการจัดสร้างส่วนใหญ่เป็นวัสดุมวลเบา การหน่วงเวลา (Time Lag) จึงน้อย การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอิทธิพลภายนอก จึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมวลสารที่มีอยู่ดูดซับความร้อนที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงได้ไม่มากพอ การควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในให้ค่อนข้างคงที่ จึงกระทำได้ยาก

1.4 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิผิวกระจก จะต้องติดตั้งให้ถูกต้อง กล่าวคือ การติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิผิวกระจก จะต้องแนบสนิทกับผิวกระจกที่สุด และต้องป้องกันมิให้อุปกรณ์ที่ใช้ได้รับความร้อนจากแหล่งอื่น เช่น การสัมผัสกับอากาศภายนอก การสัมผัสกับน้ำที่ใช้ในการลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก เป็นต้น นอกจากอุณหภูมิผิวกระจกอย่างเดียวเท่านั้น

1.5 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของตัวอย่างกระจก เป็นค่าที่ได้จากการทดสอบในสภาวะ ที่กำหนดขึ้นตามมาตรฐานต่าง ๆ ซึ่งอาจไม่ตรงกับสภาพแวดล้อมที่ทำการศึกษา รวมทั้งมาตรฐานการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ข้อมูลไม่ตรงกับความเป็นจริง นอกจากนั้น ข้อมูลทางด้านเทคนิคบางอย่าง มิได้เคยมีการทดสอบมาก่อน ข้อมูลที่มีอยู่จึงไม่เพียงพอสำหรับการศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรม การเปลี่ยนของตัวอย่างกระจก

2. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวกระจกประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ค่าการเปล่งรังสี (ε) ค่าการดูดซับรังสี (α) ค่ารังสีดวงอาทิตย์ และความเร็วลม แต่ในการศึกษาครั้งนี้ มีเพียงข้อมูลค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของกระจกเท่านั้น ดังนั้น ในการศึกษาเพื่อให้สามารถทำนายพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวกระจกได้ใกล้เคียงความเป็นจริง จึงควรมีการเก็บข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ และความเร็วลม รวมทั้ง ควรมีการทดสอบที่ได้มาตรฐาน เพื่อให้ทราบค่า ε ของกระจกที่จะนำมาศึกษา

3. ปัจจุบันกระจกมีอยู่มากมายหลายประเภท ซึ่งไม่สามารถทำการศึกษาได้ทั้งหมด การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นเพียงตัวอย่างส่วนหนึ่งของการใช้หลังคากระจก และระยะเวลาที่ศึกษาเป็นเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ไม่สามารถเป็นตัวแทนของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้ครบทุกสภาวะอากาศ รวมทั้งทิศทางในการตั้งวางของหลังคากระจกได้ทั้งหมด

4. การใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจกมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวของหลังคากระจก รวมทั้งพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านทางหลังคากระจก ซึ่งยังมิได้ทำการศึกษา อาทิ การเปลี่ยนแปลงอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำที่ผ่านหลังคากระจก การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำที่ผ่านหลังคากระจก การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนพื้นที่ของน้ำที่ผ่านหลังคากระจก เป็นต้น

5. เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ควรจะมีลักษณะที่เหมาะสม สามารถสัมผัสกับผิวกระจกได้มากที่สุด สะดวกในการติดตั้ง และที่ต้องคำนึงอีกประการคือ การที่อุปกรณ์ในการวัดบางอย่างอาจจะต้องสัมผัสกับน้ำโดยตรง จึงควรพิจารณาเลือกใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่สามารถสัมผัสกับน้ำได้โดยตรง หรือควรหาวิธีป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากการสัมผัสกับน้ำที่ใช้