บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของวัสดุตกแต่งภายในต่อการสะสมความร้อนและความชื้นภายในอาคาร ซึ่งผลของการวิจัยต้องการทราบถึงวัสดุตกแต่งภายในแต่ละชนิดที่มีผลต่อการสะสมความร้อนและความชื้นภายในอาคาร เพื่อใช้เป็นข้อมูลและเป็นแนวทางในการออกแบบเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานให้แก่อาคาร ซึ่งผลจากการวิจัยสามารถทำให้เข้าใจถึงคุณสมบัติของวัสดุตกแต่งภายในที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ ความสามาถในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายในแต่ละชนิด ค่าการจุความร้อน ตลอดจนคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของวัสดุที่มีผลต่อการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่ง ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมกับการใช้งาน

จากการศึกษาพบว่า วัสดุตกแต่งภายในแต่ละชนิดที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต องค์ประกอบของวัสดุ ตลอดจนความเหมาะสมกับการใช้งานซึ่งเป็นปัจจัยประการสำคัญ มีความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นที่แตกต่างกันของ จากการทดลองหากเปรียบเทียบน้ำหนักของวัสดุเมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ พบว่าวัสดุพรมใยขนแกะความหนาแน่น 2 ½ ปอนด์มีผลต่างของน้ำหนักเท่ากับ 103.536 กรัม/ตรม.ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด แสดงว่าวัสดุชนิดนี้มีความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นได้สูง เป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณความร้อนแฝง(Latent Load) ที่เกิดขึ้นจากการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุนั้นสูงตามไปด้วย โดยมีค่าเท่ากับ 227.779 Btu./m^2 ทำให้มีผลต่อภาระการทำงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารเพิ่มขึ้น ในขณะที่พรมอัดเรียบ มีผลต่างของน้ำหนักเท่ากับ0.826 กรัม/ตรม.ซึ่งมีปริมาณน้อยที่สุด แสดงถึงความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นน้อย ปริมาณความร้อนแฝง(Latent Load) ที่เกิดขึ้นจากการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุนั้นจึงลดน้อยลงตามไปด้วย โดยมีค่าเท่ากับ 12.50 Btu./m^2 ทำให้มีผลต่อภาระการทำงานของระบบปรับอากาศลดลง

ปริมาณความร้อนสัมผัส(Sensible Load) ที่เกิดจากการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายในขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญคือ มวลสารของวัสดุซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มปริมาณความร้อนสัมผัส(Sensible Load)ของวัสดุภายในอาคาร จากการทดลองพบว่ายิปซั่มบอร์ด หนา 10

มม.ทาสี เป็นวัสดุที่มีมวลสารมากที่สุดเท่ากับ 18.242 ปอนด์/ตรม. มีปริมาณความร้อนสัมผัสเท่ากับ 103.39 Btu./m^2 ทำให้มีผลต่อภาระการทำงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารสูงขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่ผ้าลินิน เป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อยที่สุดเท่ากับ 0.235 ปอนด์/ตรม. มีปริมาณความร้อนสัมผัสเท่ากับ 1.64 Btu./m^2 ทำให้มีผลต่อภาระการทำงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารลดน้อยลงตามไปด้วย

จากการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนแฝง(Latent Load)และความร้อนสัมผัส(Sensible Load) ที่เกิดจากการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายในพบว่า วัสดุตกแต่งภายในทั้ง 6 ประเภทมีความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นต่างกันซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารที่แตกต่างกันด้วย โดยสามารถจัดลำดับความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นมากไปหาน้อยได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 แสดงการจัดลำดับความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุแต่ละประเภท จากมากไปหาน้อย

ชนิดของวัสดุ	Total Load (Btu./m^2)	ชนิดของวัสดุ	Total Load (Btu./m^2)
วัสดุประเภทพรม		วัสดุประเภทผ้า	
1. พรมใยขนแกะ 21/2 ปอนด์	331.68	1. ผ้ายีนส์	82.71
2. พรมใยไนลอน 2ปอนด์	225.53	2. ผ้าฝ้าย	64.95
3. พรมใยไนลอน 2 ½ ปอนด์	222.47	3. ผ้าขนสัตว์	47.73
4. พรมใยขนแกะ 2 ปอนด์	176.93	4. ผ้าไหม	39.91
5. พรมใยอะคิลิค 2 ½ ปอนด์	165.01	5. ผ้าลินิน	16.90
6. พรมใยอะคิลิค 2 ปอนด์	162.95	วัสดุโครงสร้าง	
7. พรมใยPolypropylene 2 ปอนด์	138.70	1. ไม้อัดหนา 4 มม.	299.18
8. พรมใยPolypropylene 2 ½ ปอนด์	134.25	2. ยิปซั่มบอร์ดหนา 10 มม ทาสี	269.79
9. พรมอัดลูกฟูก	48.44	3. ยิปซั่มบอร์ดหนา 10 มม.	205.75
10. พรมวิทยาศาสตร์	42.98	วัสดุประเภทวอลล์เปเปอร์	
11. พรมอัดเรียบ	23.88	1. วอลล์เปเปอร์ชนิดผ้า	125.91
วัสดุบุเฟอร์นิเจอร์		2. วอลล์เปเปอร์ชนิดไวนิล	44.27
1. หนังแท้	67.92	3. วอลล์เปเปอร์ชนิดกระดาษ	37.52
2. ผ้าบุชนิดพิมพ์ลาย	61.52	4. วอลล์เปเปอร์ชนิดโฟม	32.47
3. หนังสังเคราะห์	56.39	หนังสือ	ปริมาณความร้อน (Btu./0.002ลบม.)
4. ผ้าทอผสมพิมพ์ลาย	46.79	1. หนังสือเก่า 0.0012 ลบม./เล่ม	13.38
5. ผ้าบุชนิดทอ (ไม่กันไฟ)	41.45	2. หนังสือใหม่ 0.0008 ลบม./เล่ม	22.77
6. ผ้าบุชนิดทอ (กันไฟ)	35.28		
7. ผ้าบุกำมะหยี่	32.86		

วัสดุแต่ละชนิดมีพฤติกรรมในการสะสมความร้อนและความชื้นที่แตกต่างกัน จากการทดลองเมื่อนำวัสดุวางไว้ภายในห้องปรับอากาศเพื่อรีดความชื้น พบว่าพรมใยขนแกะความหนาแน่น 2 ½ ปอนด์มีพฤติกรรมในการรีดความชื้นได้เร็ว และมีปริมาณมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับไม้อัด หนา 4 มม. วัสดุหนังแท้ ไม้อัดและหนังสือ มีพฤติกรรมในการรีดความชื้นได้ช้าและมีปริมาณน้อยแต่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ในทางกลับกันเมื่อนำวัสดุวางไว้ภายนอกห้องปรับอากาศเพื่อสะสม

ความชื้น พบว่าวัสดุประเภทพรมใยขนแกะความหนาแน่น 2 ½ ปอนด์มีพฤติกรรมในการสะสมความชื้นได้เร็ว และมีปริมาณมากที่สุด ในขณะที่หนังสือและหนังแท้ มีพฤติกรรมการสะสมความชื้นได้ช้าแต่มีลักษณะต่อเนื่องอย่างเป็นลำดับ เมื่อศึกษาจากพฤติกรรมการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุแต่ละชนิดช่วยในการประหยัดพลังงานภายในอาคาร วัสดุควรมีพฤติกรรมในการรีดความชื้นได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณมาก เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ และควรสะสมความชื้นได้ช้าและมีปริมาณน้อย เมื่อปิดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะช่วยลดภาระการทำงานของระบบปรับอากาศลงได้เป็นอย่างมาก จากการทดลองพบว่าหนังสือและหนังแท้มีพฤติกรรมที่เหมาะสมในการนำมาตกแต่งภายในอาคารเพื่อช่วยประหยัดพลังงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพรมใยขนแกะ ความหนาแน่น 2 ½ ปอนด์และไม้อัด หนา 4 มม.

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุแต่ละชนิด วัสดุที่มีความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นได้มาก จะมีปริมาณความร้อนภายในอาคารสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่มีความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นได้น้อย จะมีปริมาณความร้อนภายในอาคารต่ำ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการรีดความชื้นและทำความเย็นให้แก่ภายในอาคารน้อยลง ดังนั้นในการออกแบบตกแต่งภายในเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานสามารถนำข้อมูลที่ได้นี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อความเหมาะสม

จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำมาเป็นข้อจำกัดในการออกแบบเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานภายในอาคารได้ ถึงแม้จะเป็นเพียงส่วนน้อยของพลังงานทั้งหมดที่เข้ามาภายในอาคาร แต่หากวัสดุตกแต่งภายในอาคารมีปริมาณมากแล้ว อาจมีผลต่อการเพิ่มภาระการทำงานให้แก่ระบบปรับอากาศภายในอาคารได้ จึงเปรียบเทียบการจำลองการตกแต่งภายในก่อนและหลังการประยุกต์เพื่อประหยัดพลังงาน ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ห้องประชุม พื้นที่ 32 ตารางเมตร ความสูงจากพื้นถึงผนัง 3.00 เมตร มีการตกแต่งภายในโดยใช้วัสดุตกแต่งภายในมากมายหลายชนิด โดยที่มีอุณหภูมิอากาศภายในห้องเท่ากับ24°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50% และอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องเท่ากับ 36.1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 56% โดยใช้ค่าอุณหภูมิอากาศจาก ASHRAE โดยมีรายละเอียดในการตกแต่งดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานรวมที่เกิดจากการใช้วัสดุตกแต่งภายในห้องประชุม

ประเภท	รายละเอียด	พื้นที่ m^2	Total Load Btu.
1. พื้น	พรมใยขนแกะ ความหนาแน่น 2 1/2 ปอนด์	32	10613.76
2. เพดาน	ยิปซั่มบอร์ด ทาสี	32	8633.28
3. ผนัง	วอลล์เปเปอร์ชนิดผ้า	30	3777.30
4. วัสดุตกแต่งทั่วไป	หนังสือ ประมาณ 100 เล่ม	0.01 ลบม.	113.85
5. ผ้าม่าน	ผ้าฝ้าย	20	954.60
6. เฟอร์นิเจอร์	ผ้าบุหนังแท้	18	1222.56
		พลังงานรวม	25315.35
		ต้องใช้เครื่องปรับอากาศ(ตัน/ชม.)	2.11

จากตัวอย่างการตกแต่งภายในห้องประชุม พื้นที่ 32 ตรม. โดยใช้วัสดุดังกล่าวมาแล้วในข้างต้น พบว่ามีค่าพลังงานรวม ที่เกิดจากการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายในข้างต้นเท่ากับ 25315.35 Btu. หรือต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 2.11 ตัน/ชม. ซึ่งเป็นปริมาณที่มากเกินไปสำหรับการทำงานของระบบปรับอากาศ ในทางปฏิบัติ หากนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้มาประยุกต์ใช้ในการตกแต่งภายในห้องดังตัวอย่างในข้างต้น โดยเปลี่ยนแปลงวัสดุตกแต่งภายในบางชนิด โดยคำนึงถึงความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุน้อยที่สุด แต่ยังคำนึงถึงความสวยงามและความพอใจของผู้อาศัยเป็นประการสำคัญด้วย สามารถเปลี่ยนแปลงการตกแต่ง โดยประยุกต์ใช้วัสดุที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน และช่วยลดการสะสมของพลังงานภายในอาคารให้น้อยลง ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานรวมที่ลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนวัสดุในการตกแต่งภายในใหม่

ประเภท	รายละเอียด	พื้นที่ m^2	Total Load Btu.
1. พื้น	พรมใยPolypropylyne 2 ½ ปอนด์	32	4296.00
2. เพดาน	ยิปซั่มบอร์ด ทาสี	32	8633.28
3. ผนัง	วอลล์เปเปอร์รนิดโฟม	30	974.10
4. วัสดุตกแต่งทั่วไป	หนังสือ ประมาณ 50 เล่ม	0.005 ลบม.	56.92
5. ผ้าม่าน	ผ้าสิโน	20	338.00
6. เฟอร์นิเจอร์	ผ้าหนิดทอ(กันไฟ)	18	635.04
		พลังงานรวม	14933.34
		เครื่องปรับอากาศ(ตัน/ชม.)	1.24

จากการเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งภายในของห้องประชุมใหม่ โดยคำนึงถึงความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุแต่ละชนิด เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงาน สามารถลดปริมาณพลังงานรวมที่เกิดจากการสะสมความร้อนและความชื้นเท่ากับ 14933.34 Btu. ซึ่งช่วยลดภาระการทำงานของระบบปรับอากาศจากเดิมได้ลงเหลือเพียง 1.24 ตัน/ชม.

จากการวิจัยนี้สามารถนำผลมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ในปัจจุบันได้โดยผู้ออกแบบสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาประกอบในการออกแบบ เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานภายในอาคาร เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานอย่างสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบปัญหาและข้อคิดบางประการคาดว่าจะมีประโยชน์ และเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะทำการวิจัยต่อไป โดยสามารถรวบรวมเป็นข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ในการตกแต่งภายในอาคาร มีมากมายหลายชนิดซึ่งแตกต่างกันออกไปตามประเภทของการใช้งาน ในการวิจัยนี้ได้คัดเลือกวัสดุที่นิยมใช้ในการตกแต่งภายในอาคารโดยเน้นวัสดุตกแต่งที่มีน้ำหนักเบา และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ซึ่งเป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้นในจำนวนวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งภายในอาคารทั้งหมด ซึ่งยังมีวัสดุอีกมากมายหลายชนิดที่ควรนำมาศึกษาเพิ่มเติมให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

2. ในการเลือกใช้วัสดุตกแต่งภายใน เพื่อช่วยลดการสะสมความร้อนและความชื้นภายในอาคาร จะช่วยลดภาระในการทำงานของระบบปรับอากาศได้เพียงอย่างเดียวและเป็นเพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับภาระการทำงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารทั้งหมด และเนื่องจากวัสดุตกแต่งภายในมีมากมายหลายชนิด และมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในซึ่งเป็นส่วนผสมทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการยากที่จะหาหลักเกณฑ์มาเป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นได้อย่างชัดเจน

3. เมื่อเปรียบเทียบการทำงานจริงในช่วงเวลาทำงาน ซึ่งมีการเปิดเครื่องปรับอากาศเพื่อรีดความชื้นตลอดเวลาทำงาน และปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาหลังเลิกงาน ซึ่งทำให้เกิดการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุในช่วงเวลานั้นด้วย ในการวิจัยนี้ต้องการจำลองสภาพในการทำงานจริง โดยนำวัสดุวางไว้ภายนอกห้องปรับอากาศในเวลากลางคืน เพื่อให้วัสดุได้ดูดซับความชื้น และนำไว้ภายในห้องปรับอากาศในเวลากลางวัน เพื่อให้วัสดุถูกรีดความชื้น ทำให้ทราบเพียงค่าอุณหภูมิสูงสุดของอากาศภายนอกในเวลากลางคืนเท่านั้น ซึ่งในการคำนวนหาค่า Peak Load ของระบบปรับอากาศจำเป็นต้องทราบค่าอุณหภูมิสูงสุดของอากาศของวันซึ่งอยู่ในช่วงเวลากลางวัน และเนื่องจากระยะเวลาที่กำหนด ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีอย่างจำกัด จึงไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมงได้ แนวทางการศึกษาต่อไปควรทำการทดลองตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งภายในและภายนอกห้องปรับอากาศ เพื่อให้ทราบค่าอุณหภูมิสูงสุดของวันที่เป็นจริงมากที่สุด

4. พฤติกรรมในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุที่ได้จากการวิจัย เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของวัสดุทุก 20 นาที ทำให้สามารถเข้าใจถึงพฤติกรรมของวัสดุได้เพียงระดับหนึ่ง

เท่านั้น หากทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของวัสดุให้ละเอียดมากกว่านี้ เช่น ทุก 5 นาที จะทำให้ทราบถึงพฤติกรรมในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุแต่ละชนิดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. จากการวิจัยกำหนดให้ศึกษาพฤติกรรมของวัสดุทดลองช่วงละ 12 ชั่วโมง พบว่าวัสดุบางชนิดมีพฤติกรรมในการสะสมความร้อนและความชื้นอย่างต่อเนื่องจนเกินช่วงเวลาที่กำหนด ทำให้ไม่สามารถเห็นถึงพฤติกรรมของวัสดุบางชนิดได้อย่างสิ้นสุด ในการศึกษาขั้นต่อไปควรทำการศึกษาพฤติกรรมของวัสดุในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุอย่างต่อเนื่องจนกว่าวัสดุจะมีพฤติกรรมคงที่

6. ในการวิจัยนี้ยังไม่สามารถหาวัสดุที่ดีที่สุดที่จะช่วยให้อยู่ในภาวะน่าสบายภายในอาคารได้ แต่สามารถให้คำตอบได้ว่า วัสดุประเภทใดมีความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นได้สูง มีพฤติกรรมและผลอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุตกแต่งภายในที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

จากข้อเสนอแนะข้างต้น ผู้ที่จะทำการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งต่อไป ทั้งนี้เพื่อผลของการวิจัยที่สมบูรณ์และนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย