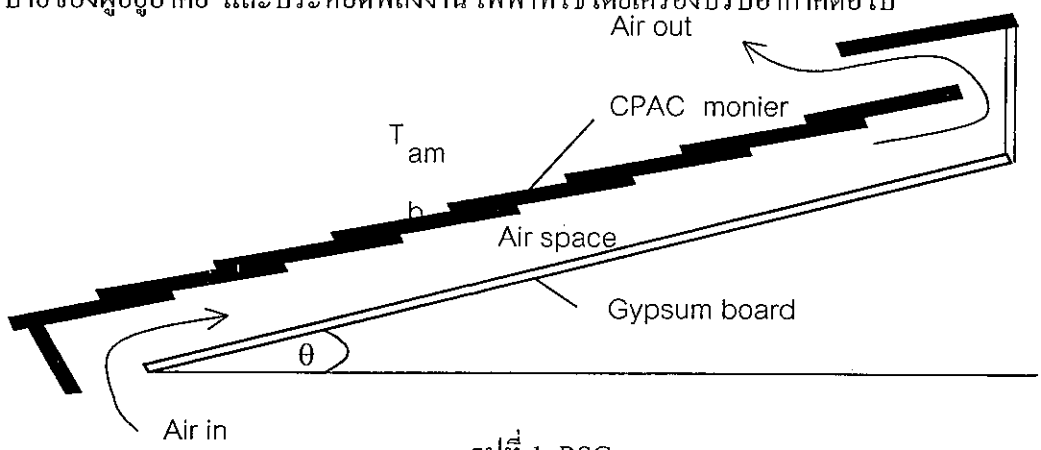
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน[1]

ปัจจุบันโครงสร้างของบ้านที่พักอาศัยในประเทศไทยส่วนมักจะมีลักษณะที่ปิดทึบ ทำให้มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ภายในช่องหลังคามาก และจะส่งผ่านความร้อนในส่วนนี้เข้าสู่ภายในบ้านตลอดเวลาอุณหภูมิภายในบ้านจึงสูง บ้านพักอาศัยส่วนใหญ่จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อความสบายของผู้อยู่อาศัย ซึ่งส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอัตราที่สูงตามไปด้วย

เนื่องจากในประเทศไทยมีแสงแดดมากตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงสามารถนำหลักการของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ (Solar Chimney; SC) มาประยุกต์ใช้เพื่อหาทางระบายความร้อนออกจากช่องหลังคาโดยไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า อีกทั้งโครงสร้างของ SC ยังเป็นฉนวนกันความร้อนจึงช่วยกั้นความร้อนเข้าสู่บ้านด้วย ซึ่งรูปแบบของ SC นั้นมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นำมาประยุกต์ใช้กับหลังคาคือหลังคารับรังสีอาทิตย์ (Roof Solar Collector; RSC) ซึ่ง RSC จะอาศัยอิทธิพลของแรงลอยตัวของอากาศ เมื่ออากาศภายในปล่อง RSC ได้รับความร้อนที่ผ่านมาโดยการนำความร้อนจากหลังคาด้านนอก อากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิดแรงลอยตัวไหลออกจากทางช่องเปิดด้านบนและเหนี่ยวนำอากาศเข้ามาทางช่องเปิดด้านล่าง ซึ่งเป็นการระบายอากาศตามธรรมชาติดังรูปที่ 1

อนึ่งโครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยของอาจารย์ นินนาท ราชประดิษฐ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร เรื่อง"การระบายอากาศร้อนภายในช่องหลังคารับรังสีอาทิตย์แบบอากาศออกด้านข้าง" ซึ่งเป็นการศึกษาและทดลองสมรรถนะของ RSC ที่จะทำการดัดแปลงให้เข้ากับโครงสร้างหลังคาของบ้านพักอาศัยเพื่อระบายความร้อนออกจากช่องหลังคา โดยให้อากาศร้อนออกทางด้านข้างของ RSC และช่องเปิดด้านล่างของ RSC อยู่ภายในช่องหลังคา สำหรับใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหรือปรับปรุงโครงสร้างของหลังคาของบ้านพักอาศัยเดิม เพื่อความสบายของผู้อยู่อาศัย และประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยเครื่องปรับอากาศต่อไป



รูปที่ 1. RSC

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง[2]

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์มีหลายรูปแบบ วิธีการหนึ่งคือการใช้ปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นการนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มาทำให้เกิดการระบายอากาศตามธรรมชาติ มีงานวิจัยในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลกเพื่อนำปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับโครงสร้างของอาคาร เช่น Arumi และ Houmanesh ได้ใช้ผนัง Trombe Wall ซึ่งประกอบด้วยกระจก และผนังของคอนกรีตโดยมีช่องอากาศอยู่ตรงกลางเพื่อทดลองการทำความอบอุ่นในฤดูหนาว และลดอุณหภูมิภายในบ้านเพื่อทำให้เกิดความสบายในฤดูร้อนที่เมือง Austin , Texus พบว่าห้องขนนาดกว้าง 3 m ยาว 6 m สูง 3 m สามารถประหยัดพลังงาน 7,000 Btu/hr ในฤดูหนาว และลดการใช้พลังงาน 92% ในฤดูร้อน และควรทาสีผนังคอนกรีตด้วยสีดำ Bunsal ได้สร้างสมการจากหลักความแตกต่างของความดัน (Stack Pressure) ซึ่งความสูงของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ ความหนาแน่นของอากาศภายในและภายนอกปล่อง รวมถึงขนาดของช่องเปิดทางเข้าและทางออกมีผลต่ออัตราการระบายอากาศ ทำให้สามารถคำนวณปริมาณการระบายอากาศที่เกิดจากปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ได้ จากการวิจัยพบว่าห้องขนาดกว้าง 4 m ยาว 4 m และสูง 4 m พื้นที่ผิวรับรังสีอาทิตย์ของ Solar Chimney มีขนาด 2.25 m^2 ระยะห่างของช่องอากาศมีค่าเท่ากับ 15 cm จะให้อัตราการระบายอากาศในช่วง 0.03-0.10 m^3/s ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 100-1000 W/m^2 นอกจากนี้ Awbi พบว่า Trombe Wall และ Roof Collector จะมีอัตราการระบายอากาศที่ใกล้เคียงกัน โดย Roof Collector จะให้อัตราการระบายอากาศที่สูงกว่า Trombe Wall เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจาก Roof Collector รับรังสีอาทิตย์ได้ดีกว่า Yelder, DU และ Bilgen ได้ทำการลดความร้อนสูญเสียออกจากผนัง Trombe Wall โดยใช้ฉนวนคั่นกลางระหว่างผนังกระจกและผนังคอนกรีต เพื่อลดการพาความร้อนและการแผ่รังสีของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์

เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนและมีแสงอาทิตย์ส่องตลอดทั้งปี ดั้งนั้น รศ.ดร. โจเซฟ เคดารี และคณะที่ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ด้านอาคาร (Building Scientific Research Center, BSRC) คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าธนบุรี จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อนำปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับบ้านพักอาศัยให้เหมาะกับประเทศไทย โดยเริ่มทำการทดลองด้วยการสร้างเฉพาะโครงสร้างของหลังคาที่มีลักษณะเป็นหลังคา 2 ชั้น ประกอบด้วย หลังคาด้านบน ช่องว่างอากาศ และมีแผ่นปิดด้านล่าง โดยโครงสร้าง หลังคาด้านบนจะใช้วัสดุ 3 ชนิดคือกระเบื้องซีแพคโมเนีย แผ่นกระเบื้องลอนคู่ แอสเบสทอส (Asbestos Undulating Sheet) และสังกะสี (Small Undulating Zine Sheet) ส่วนแผ่นปิดด้านล่างใช้วัสดุ 2 ชนิด คือ แผ่นยิบซั่มและไม้อัด จากการทดลองพบว่าวัสดุที่เหมาะสำหรับหลังคาที่ใช้เป็นตัวรับรังสีอาทิตย์ ประกอบด้วยหลังคาด้านบนเป็นกระเบื้องซีแพคโมเนียสีเข้ม ส่วนแผ่นปิดด้านล่างควรเป็นแผ่นยิบซั่มนอกจากนี้ยังมีการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่ามุมเอียงของหลังคารับ

รังสีอาทิตย์มีอิทธิพลต่ออัตราการระบายอากาศแบบธรรมชาติ จากผลการศึกษาค่าของมุมเอียงที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 20-60 องศา กับแนวระดับและความยาวที่เหมาะสมของชุดหลังคา ที่เป็นตัวรับรังสีอาทิตย์จะอยู่ระหว่าง 100-200 cm ส่วนขนาดของช่องอากาศจะอยู่ในช่วง ไม่เกิน 14 cm

จากผลการศึกษาข้างต้นได้นำไปสู่การสร้างบ้านจำลองขึ้นที่ชั้นดาดฟ้า อาคารคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ขนาดกว้าง 3.5 m ยาว 3.45 m สูง 2 m โดยตัวบ้านจะมีปริมาตรประมาณ 25 m^3 และโครงสร้างของหลังคาเป็นหลังคารับรังสีอาทิตย์ (RSC) เพื่อศึกษาจากสภาวะจริงโดยโครงสร้าง RSC จะประกอบด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียช่องว่างอากาศและแผ่นยิบซั่ม เอียงทำมุม 25 องศา กับแนวระดับ และได้ทำการทดลองเปลี่ยนขนาดช่องอากาศและความยาวของ RSC ต่างๆ กัน พบว่าช่องอากาศขนาด 14 cm และความยาวอยู่ในช่วง 1.5-2 m จะมีอัตราการระบายอากาศดีที่สุด ต่อมาได้มีการศึกษาการประยุกต์ใช้ หลักการของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์กับผนังบ้านเพื่อช่วยลดการสะสมความร้อน และทำให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในบ้านพักอาศัยโดยใช้วัสดุหลายๆ แบบมาสร้างเป็นผนังบ้าน และพบว่ารูปแบบผนัง Trombe Wall แบบดัดแปลง (Modified Trombe Wall, MTW) ซึ่งประกอบด้วยผนังก่ออิฐ ฉาบปูน ช่องว่างอากาศ และแผ่นยิบซั่ม มีความเหมาะสมที่จะใช้ในประเทศไทยเนื่องจากมีอัตราการระบายอากาศเพียงพอสำหรับการระบายอากาศได้ อีกทั้งยังสามารถก่อสร้างได้ง่ายและมีราคาถูก สำหรับขนาดที่เหมาะสมของช่องเปิดของทางเข้าและทางออกของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ควรมีขนาดที่เท่ากัน และมีพื้นที่ประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่หน้าตัดของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ ภายหลังได้มีการศึกษาโดยคำนวณเพื่อประเมินความสามารถของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ในการลดภาระการทำความเย็น พบว่าสามารถลดภาระการทำความเย็น 25-45% เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างของบ้านปกติทั่วไป

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า การใช้หลักการของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์กับหลังคาและผนังบ้าน สามารถเพิ่มอัตราการระบายอากาศและยังลดปริมาณ ความร้อนที่สะสมอยู่ภายในบ้าน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการนำ RSC มาใช้ระบายความร้อนภายในช่องหลังคา รวมถึงการศึกษาทดลองถึงรูปแบบของ RSC ที่มีช่องทางออกอยู่ทางด้านข้าง ที่สามารถนำมาประยุกต์เข้ากับบ้านพักอาศัยได้ง่าย

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาหลังคาแบบ SO-RSC

1.3.2 ทดสอบสมรรถนะในการระบายอากาศร้อนภายในช่องหลังคาแบบ SO-RSC

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ (Solar chimney)

1.4.2 เขียนโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) สำหรับการถ่ายเทความร้อนแบบ 1 มิติ (One dimensional) ของหลังคาแบบ SO-RSC โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic Version 6.0

1.4.3 สร้างหลังคาบ้านจำลอง ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 2 เมตร มีมุมเอียงของหลังคา 25 องศา จำนวน 2 หลัง โดยหลังแรกเป็นหลังคาแบบปกติ และอีกหลังเป็นหลังคาแบบ SO-RSC

1.4.4 ทดลองและบันทึกข้อมูล

1.4.5 เปรียบเทียบผลการลดอุณหภูมิภายในช่องหลังคาแบบ SO-RSC กับหลังคาแบบปกติ

1.4.6 เปรียบเทียบผลการทดลองจริงกับผลการคำนวณจากโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบการทำงานของหลังคาแบบSO-RSC รวมถึงสมรรถนะการระบายอากาศ ความสามารถในการลดอุณหภูมิของหลังคา สำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างของหลังคาบ้านพักเพื่อความสบายของผู้อยู่อาศัยและประหยัดพลังงานในการปรับสภาวะอากาศ