บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

จากการพัฒนาการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของระบบเศรษฐกิจและสังคมทั่วโลก ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงต่อวิถีชีวิตของมนุษย์อย่างมากมาย การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรเป็นเหตุสำคัญในการเพิ่มผลผลิตและอาคารที่พักอาศัยของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันรูปแบบหลังคาและการเลือกใช้วัสดุปกคลุมหลังคาของอาคารโดยทั่วไปในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น เช่น ในประเทศไทย มักมีสิ่งผิดพลาดและเกิดปัญหามากขึ้น สาเหตุส่วนหนึ่งเนื่องมาจากการรับแนวทางการก่อสร้างมาจากตะวันตกที่ไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบประเทศไทยมาใช้ แต่ความต้องการควบคุมสภาพอากาศภายในอาคารยังเป็นสิ่งที่ต้องการ เพื่อให้ผู้ใช้อาคารเกิดสภาวะน่าสบาย ดังนั้นหลังคาของอาคารซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนตัวสกัดกั้นผลกระทบโดยตรงจากอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศภายนอกกับสภาพแวดล้อมภายในอาคาร จึงควรเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการทำหน้าที่ดังกล่าว โดยควรเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดี มีความแข็งแรงทนทาน มีอายุการใช้งานยาวนาน สามารถทำการก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดทั้งราคา และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานนอกเหนือจากการผสมผสานการออกแบบเพื่อให้อาคารใช้พลังงานได้น้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพมากที่สุดแล้วยังต้องคำนึงถึงสภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร และวิธีการป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร โดยปกติแล้วปริมาณความร้อนจากภายนอกอาคารจะถ่ายเทเข้าสู่อาคารผ่านทางเปลือกอาคาร (Building Envelope) ซึ่งประกอบด้วยผนังอาคารและหลังคา โดยเปลือกอาคารจะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกัน (Barrier) จากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ฝน ลม แสงแดด ความชื้น เสียง เป็นต้น

หลังคาจัดได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของเปลือกอาคารที่ได้รับความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์มากที่สุด เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะตกกระทบลงบนพื้นผิวเปลือกอาคารในแนวระนาบมากกว่าในแนวดิ่ง นอกจากนี้หลังคายังมีพื้นที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เปลือกอาคารในส่วนที่เป็นผนังอาคารในแต่ละด้าน ทำให้ปริมาณความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกสามารถถ่ายเทเข้าสู่อาคารโดยผ่านทางหลังคาได้มากกว่าส่วนอื่นๆ ของอาคาร เมื่อหลังคาของอาคารสะสมความร้อนไว้จนมีอุณหภูมิสูงระดับหนึ่ง ก็จะถ่าย

เทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารและสภาพแวดล้อมโดยรอบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เมื่อมีปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารแล้วจะส่งผลกระทบต่อภาระการปรับอากาศ (Cooling Load) ของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ทำให้เกิดการใช้พลังงานในการขจัดปริมาณความร้อนที่เพิ่มมากขึ้น ตลอดจนสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิของผู้ใช้อาคาร

พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยผ่านทางหลังคาของอาคารนั้น จะมีการส่งผ่านความร้อนที่เหมาะสมไว้ในตัววัสดุหลังคา โดยการนำความร้อนผ่านมวลสารของวัสดุหลังคา และการพาความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ภายในอาคารจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับมวลสาร ความสามารถในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ตลอดจนคุณสมบัติในด้านต่างๆ ของวัสดุ เช่น ความสามารถในการดูดซึมรังสี ความสามารถในการสะท้อนรังสี ความสามารถในการคายรังสี เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การเลือกใช้วัสดุปกคลุมหลังคาของอาคารที่แตกต่างกัน ก็จะมีความสามารถในการสะสมความร้อนที่ตัววัสดุและการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารในอัตราที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของมวลสาร (Thermal Mass) และการกักเก็บความร้อน เพราะวัสดุที่มีมวลสารต่างกัน จะมีความสามารถในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ที่แตกต่างกัน จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อภาระการปรับอากาศสูงสุด (Peak Cooling Load) ของอาคาร ทำให้สามารถช่วยในการเพิ่มหรือลดอัตราการใช้พลังงานของอาคารได้

ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารโดยผ่านทางหลังคานั้น มีอยู่ด้วยกันหลายปัจจัย เช่น ลักษณะโครงสร้างของหลังคา, การเลือกใช้วัสดุมุงหลังคา, ชนิด-ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุมุงหลังคา, ลักษณะช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศให้ช่องใต้หลังคา, การมีระบบการป้องกันการแผ่รังสีความร้อน (Radiant Barrier System) ในช่องใต้หลังคา-ตำแหน่งการติดตั้งของฉนวนกันความร้อนและของฝ้าเพดาน, และลักษณะรูปทรงและความลาดเอียงของหลังคา เป็นต้น โดยมีรายละเอียดของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ดังนี้

การเลือกใช้วัสดุมุงหลังคา ลักษณะผิวและสีสำหรับด้านที่รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ก็มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารทางหลังคาด้วยเหมือนกัน ดังเช่น การเลือกใช้แผ่นหลังคาเหล็ก ที่มีผิวเป็นมันและสีขาว จะทำให้แสงอาทิตย์สะท้อนกลับได้ค่อนข้างมาก และดูดซึมได้น้อย ประกอบกับผิวด้านล่างเป็นฟอยล์ มีค่า Emissivity ต่ำ ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตัวอาคารไม่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกมากนัก สีภายนอก และลักษณะพื้นผิวของหลังคา จะมีอิทธิพลต่อปริมาณการแผ่รังสีความร้อนที่ถูกดูดซึมในหลังคาตอนกลางวัน และการสูญเสียความร้อน จากการแผ่รังสีคลื่นยาวของหลังคาตอนกลางคืน ซึ่งจะมีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอก และอุณหภูมิภายใน

หลังคา ตัวอย่างเช่น บ้านที่มีหลังคาโบกปูนทาสีขาว อุณหภูมิผิวใต้ฝ้าเพดานจะต่ำกว่าอากาศด้านบนตลอดช่วงเวลากลางวันเสมือนว่า หลังคาเป็นเครื่องทำความเย็นให้แก่ตัวอาคาร โดยทั่วไปอุณหภูมิผิวภายนอกหลังคาโบกปูนสีขาว จะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก (B.Givoni, Man Climate and Architecture, 1969)

ชนิด-ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุมุงหลังคา มีผลกระทบอย่างมากต่ออุณหภูมิในหลังคาและความสามารถในการสะสมความร้อน (Heat Capacity) ของวัสดุหลังคา ก็มีผลต่อช่วงเวลาในการถ่ายเทความร้อนของหลังคาด้วย เช่น หลังคาประเภท Lightweight จะมีปริมาณสะสมความร้อนในช่วงเย็น หรือกลางคืน น้อยกว่าหลังคาประเภท Heavyweight

ลักษณะช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศให้ช่องใต้หลังคา ก็มีส่วนเป็นเสมือนฉนวนกันความร้อนให้แก่หลังคา เมื่อเทียบกับทิศทางของระนาบหลังคา การถ่ายเทความร้อนลงทางหลังคา หรือฝ้าเพดานในแนวระนาบจะมีค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวหลังคา หรือฝ้าเพดานนั้นมากที่สุด เมื่อเทียบกับทิศอื่น (Benjamin Stein, John J. Roynolds, Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, 8th Edition, USA, 1992) หลังคาที่มีช่องระบายอากาศที่ปีกชายคา บุตะแกรงเหล็กฉีกทำให้การไหลเวียนของลมภายใต้หลังคาสะดวกขึ้น เป็นการช่วยระบายอากาศร้อนภายใต้หลังคาออกไป (สุนทร บุญญาธิการ, รศ.ดร., วารสารสถาปัตยกรรม ฉบับเดือนกรกฎาคม, 2536)

การมีระบบการป้องกันการแผ่รังสีความร้อน (Radiant Barrier System) ในช่องใต้หลังคา การใช้ฉนวนกันความร้อน เพื่อป้องกันความร้อนไม่ให้ถ่ายเทสู่พื้นที่ใช้สอยเบื้องล่าง ดังนั้นการวางตำแหน่งของฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม คือ การวางฉนวนกั้นระหว่างพื้นที่ใช้สอย (โดยเฉพาะพื้นที่ส่วนที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ) กับห้องใต้หลังคา เพราะจะช่วยควบคุมความร้อนเข้าสู่พื้นที่ใช้สอยได้มากที่สุด

ลักษณะรูปทรงและความลาดเอียงของหลังคา การออกแบบรูปทรงของหลังคาอาคารคำนึงถึงความสามารถที่จะเอื้ออำนวยต่อการระบายอากาศได้โดยสะดวก โดยใช้หลังคาที่มีความชันมากกว่า 30 องศา เพื่อให้เกิดความกดอากาศต่ำที่แรงมากเพียงพอ จะช่วยดึงให้กระแสลมพัดผ่านตลอดทั่วทั้งอาคาร ทำให้สามารถใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพในกรณีที่ต้องการ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ก็ต่อเมื่อสภาพอากาศภายนอกเอื้ออำนวยเท่านั้น จากการศึกษาพบว่าอยู่ที่ช่วงเวลาประมาณ 20.00 น. ถึง 6.00 น. ของวันรุ่งขึ้น การยื่นของหลังคาในแต่ละด้านจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์แต่ละส่วนของหลังคา โดยทั่วไปหลังคาจะมีชายคายื่นออก

มาเพื่อให้สามารถกันแดดได้ตั้งแต่เวลา 8 โมงเช้า จนถึง 4 โมงเย็น และบางส่วนจะยื่นออกไปคลุมพื้นที่ใช้งานส่วนที่เป็นระเบียงด้วย (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ล้วนมีผลในการเพิ่มภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศเป็นอย่างมากในกรณีพื้นที่ใช้สอยนั้นมีการปรับอากาศ จึงเห็นได้ว่าการลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารโดยผ่านทางหลังคานั้น นอกจากจะช่วยให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในภาวะน่าสบายแล้ว ยังเป็นการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยตรงอีกด้วย สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบหลังคาในประเทศไทย ในแง่ของการประหยัดพลังงานยังมีอยู่น้อยมาก การออกแบบหลังคาโดยมากไม่มีงานวิจัยเป็นฐานข้อมูล รูปแบบหลังคาที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ บางรูปแบบก็ใช้กันมากเนื่องจากเป็นที่นิยม หรือเลียนแบบมาจากต่างประเทศที่มีอากาศหนาว บางรูปแบบทางผู้ผลิตกล่าวว่าป้องกันความร้อนได้ดีก็หลงเชื่อและนำมาใช้ รวมทั้งประเทศไทยของเราก็มีรูปแบบหลังคาพื้นถิ่นมาแต่สมัยโบราณอีกด้วยเช่นกัน

1.2 ความสำคัญของการวิจัย

จากการวิเคราะห์ถึงปัญหาพบว่า หากสามารถนำเอาหลักการและกระบวนการต่างๆ ที่สามารถช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพของหลังคามาใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงออกแบบหลังคายุคใหม่ โดยคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของลักษณะโครงสร้างของหลังคา, ลักษณะรูปทรงและความลาดเอียงของหลังคา, ลักษณะช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศให้ช่องใต้หลังคา, การใช้วัสดุกันความร้อนและตำแหน่งที่ติดตั้ง, และการเลือกใช้วัสดุมุงหลังคา เป็นต้น ก็จะสามารถทำให้เกิดพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนที่ดีขึ้นได้ อีกทั้งยังจะช่วยลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวด้านบนและด้านล่างของหลังคาอาคารกับตัวผู้ใช้อาคาร และลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและอากาศภายในอาคารได้ดีอีกด้วย ทำให้สามารถช่วยลดภาระในการปรับอากาศและการใช้พลังงานในอาคารให้ลดน้อยลง

ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุปกคลุมหลังคาอาคารที่สามารถทำให้เกิดพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนที่เหมาะสมและลดปริมาณความร้อนเข้าสู่หลังคาอาคารได้ ก็จะสามารถช่วยลดภาระการปรับอากาศภายในอาคารด้วยเช่นกัน ซึ่งถ้าหากสามารถเลือกใช้วัสดุปกคลุมหลังคาอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศได้ ก็จะช่วยลดอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนจากหลังคาอาคารกับตัวผู้ใช้อาคาร (Mean Radiant Temperature) และช่วยให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารใกล้เคียงกับขอบเขตของสภาวะน่าสบายมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศลง

ได้ หรือในบางกรณีอาจทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในขอบเขตของสภาวะน่าสบายโดยอาจจะไม่ต้องมีการปรับอากาศก็ได้

ความสำคัญของปัญหาในการป้องกันความร้อนที่แทรกซึมผ่านหลังคาเข้ามาภายในอาคารดังกล่าว เป็นเหตุจูงใจของการศึกษาเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในการประหยัดพลังงานที่สมบูรณ์แบบ โดยงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาให้ทราบถึงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนที่แทรกซึมผ่านเข้ามาทางหลังคาของอาคาร และหาแนวทางในการป้องกันความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคารทางหลังคา เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานในอาคารและช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานมากขึ้น การศึกษาจะใช้วิธีการทดสอบจากอาคารจริงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลสรุปที่ได้จะสามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาในการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร ในการเลือกใช้วัสดุปกคลุมหลังคาที่เหมาะสม เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานและมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นอย่างประเทศไทยต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ เป็นการดำเนินงานเพื่อที่จะหาแนวทางในการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารที่เหมาะสมที่จะใช้ในประเทศไทย เพื่อช่วยให้เกิดการลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารทางหลังคา ทั้งนี้จำเป็นที่จะต้องศึกษารวบรวมเสียก่อนว่ามีปัจจัย (FACTOR) ใดบ้าง ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารทางหลังคา โดยทำการพิจารณาทางด้านการต้านทานความร้อนเท่านั้น รวมทั้งในด้านของความสามารถในการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าให้กับอาคาร ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและค้นคว้าหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่างๆ มาทำการทดสอบ ในแง่ของคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางหลังคาของอาคารของวัสดุปกคลุมหลังคาที่นิยมใช้กันอยู่ในประเทศไทย

2. ศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมและผลกระทบที่เกิดจากความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางหลังคาของอาคารของวัสดุปกคลุมหลังคาในสภาวะที่มีการปรับอากาศ เพื่อค้นคว้าหาแนวทางในการช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าให้น้อยลง

3. ศึกษาและวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก (Weighting) ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของหลังคาในอาคาร เพื่อกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างระดับ (Scaling) ในการให้คะแนนตัวชี้วัด (Indicator) ถึงศักยภาพในการประหยัดพลังงานของการออกแบบหลังคาของอาคารในลักษณะต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. ศึกษาแนวทางในการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร และทดสอบหาข้อดีและข้อจำกัดต่างๆ ของแบบประเมิน เพื่อนำไปปรับปรุงในการนำไปประยุกต์ใช้งานสำหรับอาคารต่างๆ ในประเทศไทย

5. ศึกษาวิเคราะห์และนำเสนอแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร เพื่อช่วยในการออกแบบเลือกใช้วัสดุปกคลุมหลังคาที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย เพื่อช่วยทำให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างสูงสุด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลที่เกิดจากความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางหลังคาของอาคารของวัสดุปกคลุมหลังคาแต่ละชนิด ซึ่งเป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมการต้านทานความร้อนของวัสดุที่นิยมใช้ในการก่อสร้างหลังคาของอาคารในประเทศไทยตามลักษณะการใช้งานของอาคารแต่ละชนิด ในสภาวะที่มีการปรับอากาศ โดยเลือกทำการทดสอบเฉพาะประเภทและขนาดของอาคารดังต่อไปนี้

   - อาคารบ้านพักอาศัย ประกอบด้วย
     - บ้านเดี่ยวขนาดเล็ก ขนาดพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 100 ตารางเมตร
     - บ้านเดี่ยวขนาดกลาง ขนาดพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 101 - 200 ตารางเมตร
     - บ้านเดี่ยวขนาดใหญ่ ขนาดพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 201 - 400 ตารางเมตรขึ้นไป

2. ทำการศึกษาเฉพาะหลังคาส่วนที่ทึบแสงเท่านั้น

3. การศึกษากระทำโดยการเก็บข้อมูลจากอาคารจริงเป็นหลัก โดยเน้นที่อาคารที่เป็นลักษณะดังกล่าวข้างต้น โดยพิจารณาจากองค์ประกอบโครงสร้างและองค์ประกอบร่วม เป็นต้นว่า มีการคำนึงถึงลักษณะโครงสร้างของหลังคา, มีการเลือกใช้วัสดุมุงหลังคา, มีการคำนึงช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศให้ช่องใต้หลังคา, มีการใช้วัสดุกันความ

ร้อนและตำแหน่งที่ติดตั้ง, มีรูปทรงของหลังคาที่มีความลาดเอียง ที่แตกต่างกัน เช่น หลังคาจั่ว หลังคาปั้นหยา เป็นต้น

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่เกี่ยวกับการหาแนวทางในการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร ได้สรุปวิธีดำเนินการวิจัยโดยแบ่งการวิจัยออกเป็นขั้นตอน โดยแยกตามลักษณะของรูปแบบการใช้งานของหลังคาในอาคารประเภทต่างๆ ที่คัดเลือกมา การทดสอบส่วนนี้เป็นการทดสอบที่เกี่ยวเนื่องกับประสิทธิภาพการใช้งานของหลังคาในอาคาร เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานเป็นหลัก ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการต้านทานความร้อนของวัสดุปกคลุมหลังคาชนิดต่างๆ โดยศึกษาถึงพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางหลังคาที่ไปทำการทดสอบ และผลที่ได้จากการทดสอบสามารถแสดงให้เห็นค่าปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางหลังคาได้ เสร็จแล้วนำไปเปรียบเทียบกับวัสดุปกคลุมหลังคาของอาคารที่ทำการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้พลังงาน ว่าสามารถช่วยในการประหยัดพลังงานให้กับอาคาร และลดอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหลังคาของอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยทำการศึกษาองค์ประกอบทางด้านเทคนิคและคุณสมบัติในการออกแบบหลังคาของอาคาร, ลักษณะคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างหลังคาที่มีการใช้ในระบบการก่อสร้างทั่วไปควบคู่ไปกับทำการศึกษาองค์ประกอบด้านเทคนิคการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้พลังงาน

2. ศึกษารวบรวมข้อมูลและทำการจัดหมวดหมู่ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหลังคาของอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงาน ที่มีประโยชน์ต่อการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร โดยทำการศึกษาข้อมูลและเอกสารทางวิชาการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการใช้งานหลังคาของอาคารพักอาศัย ที่กำหนดไว้ข้างต้น ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวกับเทคนิคของการออกแบบหลังคาเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารบ้านพักอาศัยที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นอย่างประเทศไทย เพื่อที่จะทำการศึกษาหาตัวแปรที่เหมาะสมในการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาให้กับอาคารพักอาศัยต่อไป

3. ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และทางสถิติ ซึ่งสามารถที่จะแบ่งการศึกษาออกเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

   - ศึกษาวิเคราะห์เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร โดยการนำตัวแปรที่ได้จากการศึกษาจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ตามรูปแบบของการใช้งานหลังคาของอาคารบ้านพักอาศัยที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการเลือกกลุ่มอาคารตัวอย่างที่จะทำการศึกษาของอาคารบ้านพักอาศัยที่สร้างในระบบการก่อสร้างแบบทั่วไปที่นิยมใช้กันอยู่ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับอาคารบ้านพักอาศัยที่มีการสร้างตามแนวความคิดเพื่อการประหยัดพลังงานที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าประหยัดพลังงานได้จริงมาเป็นกรณีศึกษา และทำการวิเคราะห์หาสัดส่วนในการทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานของหลังคาอาคารในรูปแบบต่างๆ ภายในอาคารบ้านพักอาศัย จากนั้นก็ทำการหาสัดส่วนการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานอันเนื่องมาจากหลังคาที่เกิดขึ้นภายในอาคาร และนำสัดส่วนดังกล่าวมาเป็นค่าน้ำหนักที่จะใช้เป็นตัวคูณ สำหรับใช้คูณกับค่าระดับที่กำหนดของแบบประเมินค่าการใช้พลังงานของหลังคาอาคาร

   - เมื่อได้ค่าน้ำหนักของสัดส่วนของการใช้พลังงานอันเนื่องมาจากหลังคาในแต่ละรูปแบบของอาคารบ้านพักอาศัยแล้ว ก็ทำการแจกแจงและแยกหมวดหมู่ของตัวแปรตามลักษณะกลุ่มของตัวแปร และนำไปศึกษาและวิเคราะห์ถึงอิทธิพลของตัวแปรย่อยที่มีต่อการใช้พลังงานในอาคาร โดยใช้การคำนวณด้วยระบบคอมพิวเตอร์โปรแกรม Excel ในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารบ้านพักอาศัย เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักของตัวแปรย่อยในแต่ละกลุ่ม สำหรับการนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารต่อไป

   - กำหนดกฎเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการให้ค่าระดับ (Scaling) ของตัวแปรต่างๆ ที่ได้ทำการจัดหมวดหมู่ไว้แล้ว โดยมีการกำหนดให้มีระดับคะแนนที่ใช้ในการประเมินค่าของตัวแปร แบ่งออกเป็น 5 ระดับคะแนน คือ 1,2,3,4 และ 5 ตามลำดับ แนวทางในการสร้างเกณฑ์ประเมินนั้น ส่วนหนึ่งจะเป็นการนำเกณฑ์ที่มีการศึกษาและวิจัยมาแล้วนำมาใช้ และอีกส่วนหนึ่งสร้างเกณฑ์หรือมาตรฐานขึ้นมาเอง โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมในเชิงวิชาการ

เพื่อเลือกคุณสมบัติของตัวชี้วัด (Indicator) ความสามารถหรือศักยภาพในการประหยัดพลังงานในแต่ละกลุ่มของตัวแปร

- นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดค่าน้ำหนัก (Weighting) ของตัวแปรต่างๆ แล้วนำเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดค่าระดับของตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการประหยัดพลังงานของตัวแปรต่างๆ มาสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารในอาคารบ้านพักอาศัย ผลที่ได้จากคะแนนรวมที่เกิดจากการนำค่าระดับที่ได้จากตัวแปรมาคูณกับค่าน้ำหนักที่ได้กำหนดไว้ จะมีผลคะแนนรวมเท่ากับ 100 คะแนน โดยการกำหนดตัวเลขที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการประหยัดพลังงานแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่ 1,2,3,4 และ 5 ดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1	มีระดับคะแนนตั้งแต่	0	ถึง	20	คะแนน
ระดับที่ 2	มีระดับคะแนนตั้งแต่	21	ถึง	40	คะแนน
ระดับที่ 3	มีระดับคะแนนตั้งแต่	41	ถึง	60	คะแนน
ระดับที่ 4	มีระดับคะแนนตั้งแต่	61	ถึง	80	คะแนน
ระดับที่ 5	มีระดับคะแนนตั้งแต่	81	ถึง	100	คะแนน

4. ทดสอบแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร เพื่อทำการสรุปผลการใช้งานของแบบประเมินที่ได้จากขั้นตอนทั้งหมดข้างต้น โดยทำการทดสอบแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารที่สร้างขึ้น แล้วทำการเก็บข้อมูลจากอาคารบ้านพักอาศัยที่มีการใช้ระบบการก่อสร้างหลังคาแบบธรรมดาทั่วไปในปัจจุบัน แล้วนำมาเปรียบเทียบข้อมูลกับอาคารบ้านประหยัดพลังงานที่มีการนำเทคนิคการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน ที่ถูกออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้พลังงาน พร้อมทั้งนำผลที่ได้จากการทดสอบแบบประเมินมาทำการวิเคราะห์ถึงศักยภาพในการใช้งาน เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารบ้านพักอาศัยที่ใช้ระบบการก่อสร้างทั่วไปในปัจจุบัน

5. ทำการสรุปผลการทดสอบหาข้อดี – ข้อเสีย เพื่อนำไปประยุกต์ใช้และหาแนวทางในการออกแบบหลังคาของอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมกับประเทศไทยต่อไปในอนาคต

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบเพื่อเป็นการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารบ้านพักอาศัยที่ได้กำหนดไว้ ทางด้านเกี่ยวกับคุณสมบัติจำเพาะของวัสดุในด้านความสามารถในการป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคาของอาคาร ซึ่งจะจัดผลออกมาในรูปของปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร และมูลค่าของกระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการขจัดความร้อนของวัสดุปกคลุมหลังคาแต่ละชนิด ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คาดว่าจะสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในด้านต่างๆ ได้ดังนี้

1. สามารถทราบถึงตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านเข้ามาทางหลังคาชนิดต่างๆ ของอาคารที่นิยมใช้กันอยู่ในประเทศไทย

2. สามารถทราบถึงพฤติกรรมและปริมาณของความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคาเข้ามาภายในอาคารทำให้ส่งผลกระทบต่อภาระการปรับอากาศของอาคาร เพื่อค้นคว้าหาแนวทางในการช่วยทำให้เกิดการประหยัดพลังงานในอาคารให้ได้มากที่สุด

3. สามารถได้แบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารและนำแบบประเมินที่ได้มาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินค่าการใช้วัสดุปกคลุมหลังคาเพื่อการประหยัดพลังงาน และเป็นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบวัสดุปกคลุมหลังคาเพื่อการประหยัดพลังงานให้กับอาคารบ้านพักอาศัยต่อไป

4. สามารถทราบถึงวิธีการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขวัสดุปกคลุมหลังคาทั่วไปที่นิยมใช้กันอยู่ให้มีความสามารถในการต้านทานความร้อนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยทำให้อัตราการสิ้นเปลืองการใช้กระแสไฟฟ้าภายในอาคารลดลง

5. ผลสรุปของการวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสนับสนุนการตัดสินใจในการออกแบบวัสดุปกคลุมหลังคายุคใหม่ที่เหมาะสมกับการใช้งานของอาคารในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นอย่างประเทศไทย ซึ่งช่วยทำให้เกิดการประหยัดพลังงานของอาคารอย่างสูงสุด