



รายงานการวิเคราะห์

เรื่อง วิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตศึกษาย่านมัทรี (ปี พ.ศ. 2547-2561)

ธนวิทย์ จุนจำ : สถาปนิก



งานออกแบบและภูมิสถาปัตย์
กลุ่มงานอาคารสถานที่และบริการ กองกลาง สำนักงานอธิการบดี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

คำนำ

รายงานการวิเคราะห์ เรื่อง วิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี (ปี พ.ศ. 2547-2561) ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อวิเคราะห์การออกแบบ โครงสร้างหลังคาอาคารเรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2561 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างเดิม แนวทางการออกแบบที่เหมาะสม ตามหลักวิศวกรรมโครงสร้าง ตลอดจนวิเคราะห์ความมั่นคงปลอดภัยของระบบหลังคาภายใต้ สภาพแวดล้อมในพื้นที่ และสอดคล้องกับมาตรฐานงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานครั้งนี้ ได้ศึกษาทั้งข้อมูลเชิงประวัติของอาคาร การเปรียบเทียบวัสดุ รูปแบบโครงสร้างที่ใช้งานจริงในแต่ละช่วงเวลา ตลอดจนปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบ เช่น น้ำหนัก บรรทุก ลม ฝน และการทำงานของอาคาร โดยใช้หลักการวิเคราะห์ตามมาตรฐานวิศวกรรม เช่น มยผ. และมาตรฐาน AISC/ASCE ที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิเคราะห์รายงานการวิเคราะห์ฉบับนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นแนวทางและองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ นักศึกษาด้านวิศวกรรม รวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการ บำรุงรักษาและปรับปรุงโครงสร้างอาคารเรียนให้มีความมั่นคง แข็งแรง และปลอดภัยต่อผู้ใช้งานในระยะยาว

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ รวมถึงผู้ให้ ข้อมูลและสนับสนุนเอกสารในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ฉบับนี้เป็นอย่างสูง หากมีข้อผิดพลาด ประการใดในรายงานฉบับนี้ ผู้จัดทำขอน้อมรับไว้ด้วยความเคารพ และยินดีรับคำแนะนำเพื่อนำไป ปรับปรุงต่อไป

ผู้จัดทำ
ธนวิทย์ ชุนฉ่ำ
สถาปนิก

สารบัญ

หน้า

คำนำ	(1)
สารบัญ	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตาราง	(4)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตของการวิเคราะห์	2
คำจำกัดความเบื้องต้น	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์	4
แนวคิด ทฤษฎี	4
งานวิจัย และงานวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 เกณฑ์และวิธีการดำเนินการวิเคราะห์	23
ขั้นตอนการดำเนินงาน	23
กลุ่มตัวอย่าง	23
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	24
การเก็บรวบรวมข้อมูล	24
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	24
การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ	24
เทคนิคที่นำมาใช้การวิเคราะห์	25
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	26
ผลการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาอาคารเรียน ว่ามีกี่แบบ กี่รูปทรง	26
ผลการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาตามสภาพปัญหา	32
ผลการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาจากจำนวนชั้นของอาคารเรียน	33
วิเคราะห์รูปแบบหลังคาจากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคารทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา	39
บทที่ 5 สรุป และ ข้อเสนอแนะ	50
สรุปผลการวิเคราะห์	50
ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	59

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	5
2.2	5
2.3	11
2.4	12
2.5	13
2.6	14
2.7	15
2.8	16
2.9	17
4.1	30
4.2	30
4.3	31
4.4	31
4.5	31
4.6	40
5.1	58
5.2	58

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณสารพิษที่ยอมให้มีได้ (ข้อ 4.3)	7
2.2 ระยะดึงของอาคารใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ	8
2.3 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของหลังคาแต่ละประเภท	18
4.1 รูปแบบและรูปทรงของหลังคาอาคารเรียน	27
4.2 สรุปจำนวนแบบและรูปทรงหลังคาอาคารเรียน	30
4.3 สรุปการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาตามสภาพปัญหา	32
4.4 ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากจำนวนชั้นของอาคารเรียน	33
4.5 ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 (หลังคาแบบทรงจั่ว)	34
4.6 วิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 (หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น)	35
4.7 วิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น)	36
4.8 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 4 (หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์)	37
4.9 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 5 (หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน)	38
4.10 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา	39
4.11 วิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา	40
4.12 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 (ทรงจั่ว) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา	43
4.13 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 (หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา	43
4.14 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา	44
4.15 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 4 (หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา	46
4.16 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 5 (หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา	46
4.17 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคา อายุการก่อสร้าง ปีที่ซ่อม ปัญหาที่เกิด	47
5.1 แนวทางการออกแบบหลังคาเพื่อลดความร้อนในอาคารเรียน	56

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์เป็นสถาบันระดับอุดมศึกษาที่มุ่งเน้นให้การศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นอย่างต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในด้านการพัฒนาทางการศึกษา การวางแผนจัดการศึกษา และตระหนักถึงความสำคัญที่จะพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของมหาวิทยาลัยฯ เพื่อให้สามารถรองรับแผนการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากในปัจจุบันสภาพภายในมหาวิทยาลัยฯ มีอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ที่ค่อนข้างแออัดทำให้ยากต่อการบริหาร-บริการให้มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการรองรับการขยายตัวทางการศึกษาในอนาคต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์จึงได้มีดำริในการขยายพื้นที่การศึกษาไปยังบริเวณตำบลย่านมัทรี อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 500 ไร่ตามผังแม่บท 20 ปี (สมบัติ และคณะ 2547 ผังแม่บท 20 ปี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์เขตการศึกษาย่านมัทรี พ.ศ. 2547-2567 :ก) จากเหตุผลดังกล่าวทำให้เกิดการก่อสร้างอาคารเรียนและอาคารประกอบตาม ผังแม่บทที่จัดทำขึ้น อาคารเรียนและอาคารประกอบถือเป็นอาคารขนาดใหญ่มีงานระบบต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย รวมถึงงบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้างสูง ทั้งยังมีการใช้งานอาคารที่แตกต่างกันออกไป เช่น อาคารเรียน อาคารปฏิบัติการ อาคารศูนย์ประชุม อาคารสนามกีฬา แต่อาคารเรียนมีปริมาณมากที่สุดถึง 10 อาคารเรียน (2547-2559) รูปแบบของอาคารเรียนนั้นส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน แต่มีรูปแบบหลังคาที่มีความหลากหลาย แต่องค์ประกอบของรายละเอียดแตกต่างกัน

ทั้งนี้จากรูปแบบหลังคาที่มีความหลากหลายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์เขตการศึกษาย่านมัทรี และปัจจุบันที่มีการก่อสร้างมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2547-ปัจจุบันและมีอาคารเรียนถึง 11 อาคารเรียนที่เปิดทำการเรียนการสอน ทำให้เห็นถึงสภาพปัญหาจากการใช้งานจริงเมื่อสร้างอาคารแล้วเสร็จ เช่น ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยนกพิราบ จากสภาพปัญหาดังกล่าว ทำให้ในแต่ละปีต้องจัดสรรงบประมาณเข้าไปซ่อมแซมอย่างต่อเนื่อง จากสภาพปัญหาดังกล่าวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาที่เกิดความเสียหายต่อการใช้งานอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์เขตการศึกษาย่านมัทรี

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิเคราะห์จึงมีความสนใจในเขียนผลงานการวิเคราะห์ เรื่อง วิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์การออกแบบ รูปแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ว่ามีการใช้รูปแบบใดบ้าง
2. เพื่อวิเคราะห์การออกแบบ รูปแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ที่พบมากที่สุด
3. เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน ของรูปแบบหลังคาแต่ละทรงในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี
4. เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบหลังคา ที่ใช้ในพื้นที่อาคารเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบผลวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ว่ามีการออกแบบ หลังคา ที่รูปแบบ
2. ได้ทราบผลวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ที่พบรูปแบบหลังคามากที่สุด
3. ได้นำผลการวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ที่พบปัญหาจากการใช้งานนำมาปรับปรุงแก้ไข และเป็นข้อมูลในการออกแบบหลังคาอาคารเรียนที่เหมาะสมกับการใช้งาน
4. ได้นำผลการวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ที่เหมาะสมกับอาคารเรียนในพื้นที่การศึกษาย่านมัทรี นำมาใช้ในการออกแบบหลังคาอาคารเรียนในปัจุบันประมาณต่อไป

ในการออกแบบหลังคาอาคารเรียน เพื่อผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีหลักการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การวางผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม
- 2) การออกแบบหลังคาอาคารเรียน
- 3) การเลือกใช้วัสดุหลังคา
- 4) การประหยัดพลังงาน

ขอบเขตของการวิเคราะห์

1. เฉพาะพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์เขตการศึกษาย่านมัทรี
2. เฉพาะอาคารเรียน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ที่ก่อสร้างแล้วเสร็จช่วงปี 2547-2561 และเปิดทำการเรียนการสอน รวม 11 อาคาร

คำจำกัดความเบื้องต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี หมายถึง มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์พื้นที่การศึกษาที่ขยายไปยังบริเวณตำบลย่านมัทรี อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 500 ไร่

อาคารเรียน หมายถึง อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนและการปฏิบัติการรูปแบบหลังคา หมายถึง หลังคาที่มีความหลากหลายทางรูปแบบ เช่นหลังคาทรงจั่ว หลังคาทรงปั้นหยา หลังคาจั่วผสมปั้นหยา หลังคาจั่วซ้อน

สภาพปัญหา หมายถึง ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยสัตว์ปีกตระกูลนกต่าง ๆ

หลังคา หมายถึง สิ่งปกคลุมสวบนของอาคารสำหรับป้องกันแดดและฝน รวมทั้งโครงสร้างหรือสิ่งใดซึ่งประกอบขึ้นเพื่อยึดเหนี่ยวสิ่งปกคลุมนี้ให้มั่นคงแข็งแรง

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์

เนื่องจากการวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี นั้นเป็นการวิเคราะห์ที่เกิดจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงทั้งนี้อาจส่งผลโดยตรงจากผู้ออกแบบ รูปแบบหลังคา หรือสภาพปัญหาที่เกิดจากการใช้งานเป็นหลัก ทำให้เกิดแนวคิดวิเคราะห์ โดยการเก็บข้อมูลจากสภาพหน้างานจากภาพถ่าย วิเคราะห์จากแบบก่อสร้าง และวิเคราะห์งบประมาณในการซ่อมแต่ละปี

แนวคิด ทฤษฎี

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4592 (พ.ศ. 2556) ออกตามความในพระราชบัญญัติ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 257 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมกระเบื้อง คอนกรีตเสริมประกอบสำหรับมุงหลังคา

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องคอนกรีตเสริมประกอบสำหรับมุงหลังคา

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการของกระเบื้อง คอนกรีตเสริมประกอบสำหรับ มุงหลังคา ที่ใช้ประกอบการมุงหลังคาในแนวดลาดเอียง โดยไม่จำกัดสี ผิวกระเบื้อง

2. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 กระเบื้องคอนกรีตเสริมประกอบสำหรับมุงหลังคา (concrete fitting for roofing) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "กระเบื้องเสริมประกอบ" หมายถึง วัสดุมุงหลังคาที่มีลักษณะอื่น ๆ ซึ่งแตกต่างจากกระเบื้องคอนกรีต มุงหลังคาตาม มอก.535 เช่น ครอบสันหลังคา ครอบปิดจั่วครอบ สามทาง และอาจมีรูยึดขึ้นกระเบื้องเสริมประกอบด้วยก็ได้ ใช้ประกอบการมุงหลังคา ทำจากคอนกรีต ซึ่งเป็นส่วนผสมของปูนซีเมนต์มวลผสมคอนกรีต และน้ำ

2.2 ครอบสันหลังคา (angle ridge) หมายถึง วัสดุมุงหลังคาปิดส่วนยอดจั่วของหลังคา

2.3 ครอบปิดจั่ว (angle ridge end) วัสดุมุงหลังคาปิดส่วนปลายสุดของครอบสันหลังคา

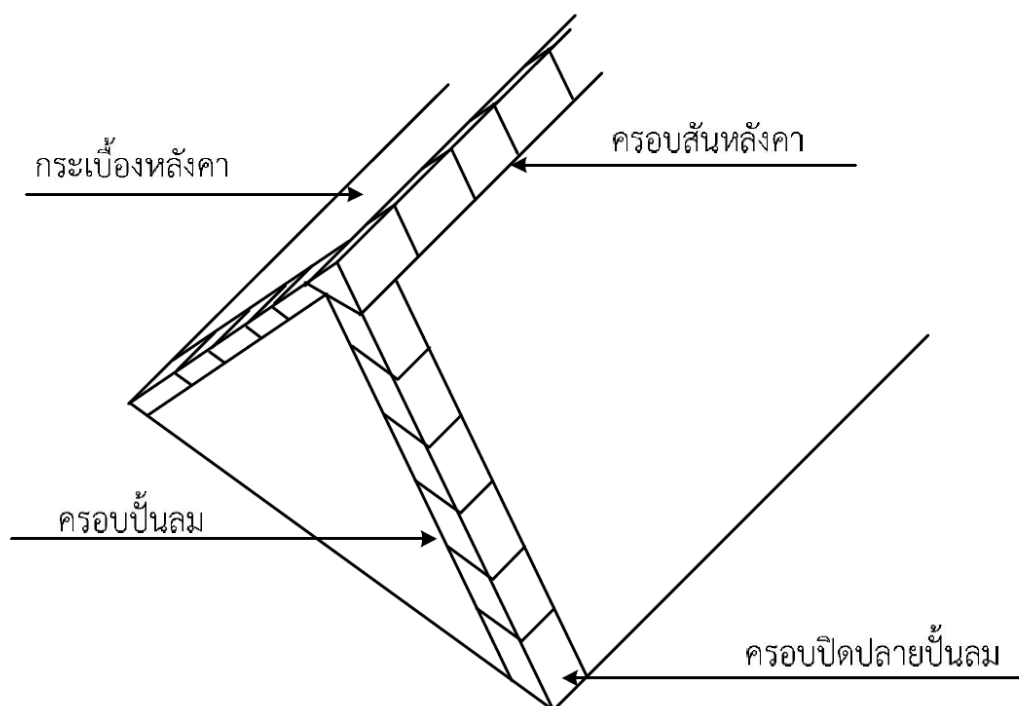
2.4 ครอบตะเข้สัน (angle hip) หมายถึง วัสดุมุงหลังคาปิดส่วนยอดจั่วของตะเข้

2.5 ครอบปิดปลายตะเข้สัน (angle hip end) หมายถึง วัสดุมุงหลังคาปิดส่วนปลายสุดของครอบตะเข้สัน

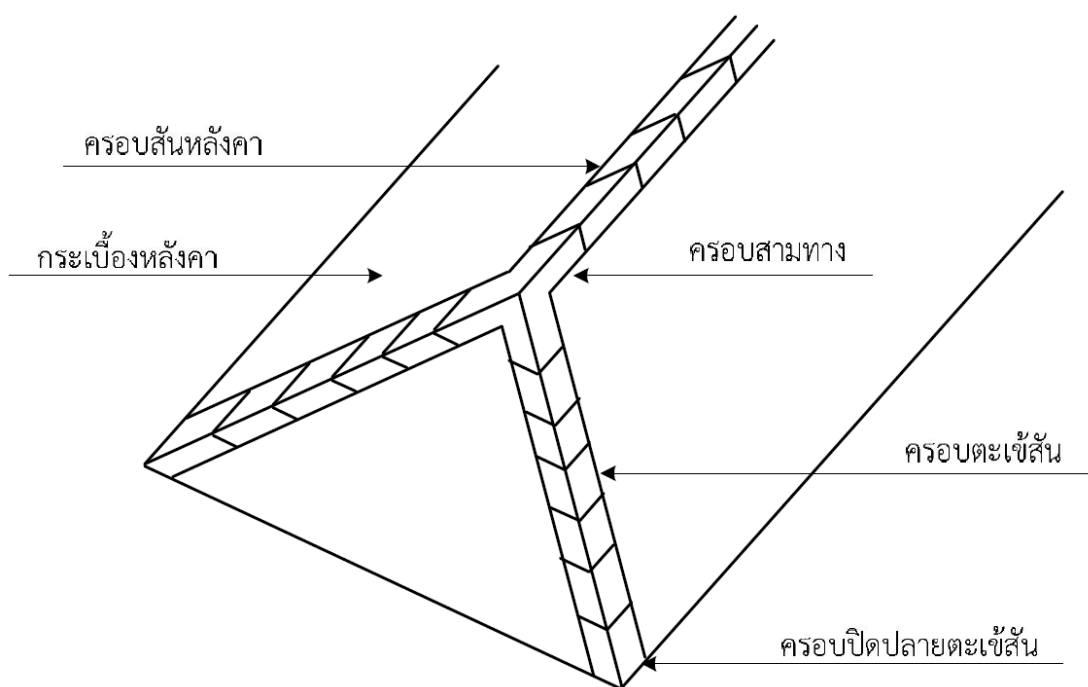
2.6 ครอบปั้นลม (verge) หมายถึง วัสดุมุงหลังคาปิดด้านข้างของหลังคา

2.7 ครอบปิดปลายปั้นลม (verge end) หมายถึง วัสดุมุงหลังคาปิดส่วนปลายสุดของ ครอบปั้นลม

2.8 ครอบสามทาง (hip tile) หมายถึง วัสดุมุงหลังคาปิดส่วนยอดจั่วของตะเข้และปลายสุดของครอบ สันหลังคา



ภาพที่ 2.1 ครอบสันหลังคา ครอบปั้นลม ครอบปิดปลายปั้นลม ครอบปิดจั่วครอบสามทาง
ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4592 (พ.ศ. 2556)



ภาพที่ 2.2 ครอบสันหลังคา ครอบสามทาง ครอบตะเข้สัน ครอบปิดปลายตะเข้สัน
ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4592 (พ.ศ. 2556)

3. วัสดุและการทำ

3.1 วัสดุ

3.1.1 ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

- (1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตาม มอก.15 เล่ม 1
- (2) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน ตาม มอก.849
- (3) ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ตาม มอก.2594

3.2 มวลผสมคอนกรีต (aggregate)

มวลผสมคอนกรีตที่ใช้ต้องเป็นทราย กรวด หินย่อย หรือวัสดุอย่างอื่น ที่มีสมบัติเหมาะสมในการทำกระเบื้อง หรือตาม มอก. 566

3.3 น้ำ

ต้องเป็นน้ำปราศจากสารใดที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของกระเบื้อง

3.4 ส่วนผสมอื่น ๆ (ถ้ามี)

สี สารกันซึม หรือสารอื่น ๆ ที่นำมาใช้ต้องเป็นสารที่เหมาะสมสำหรับใช้กับคอนกรีต และต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง สำหรับสีนั้นต้องปราศจากตะกั่วหรือสิ่งที่เป็นพิษซึ่งเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคน้ำฝนซึ่งรองจากหลังคา

3.5 การทำ

3.5.1 ต้องผสมคอนกรีตด้วยเครื่องผสมคอนกรีต เพื่อให้เนื้อคอนกรีตมีส่วนผสมสม่ำเสมอ และต้องขึ้นรูป ต่อเนื่องกันทั้งแผ่น

3.5.2 ให้ช่วงวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตทุกครั้ง ส่วนน้ำอาจวัดเป็นปริมาตรได้

3.5.3 ต้องใช้เครื่องเขย่า (vibrator) หรือเครื่องมืออื่น ๆ เพื่อให้คอนกรีตมีเนื้อแน่นสม่ำเสมอ

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

ผิวของกระเบื้องเสริมประกอบจะเรียบหรือหยาบก็ได้ แต่ต้องไม่แตก ไม่นูน ไม่เว้า หรือมีตำหนิอื่นใด ที่เป็นอุปสรรคต่อการใช้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.2 การดูดซึมน้ำ (water absorption)

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.1 แล้ว กระเบื้องทุกแผ่นต้องมีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกิน 10%

4.3 ผลที่เกิดขึ้นกับน้ำ

ปริมาณสารพิษที่ยอมให้มีได้ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดในตารางที่ 2.1

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม BS 6920 : Section 2.6

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารพิษที่ยอมให้มีได้ (ข้อ 4.3)

สารพิษ	เกณฑ์ปริมาณสารพิษที่ยอมให้มีได้ สูงสุด (mg/dm ³)
ปรอท	0.001
ตะกั่ว	0.05
สารหนู	0.05
ซินีเนียม	0.01
โครเนียม	0.05
ไซยาไนด์	0.2
แคดเนียม	0.01
แบเรียม	1.0

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่กระเบื้องเสริมประกอบทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้อย่างชัดเจน ชัดเจนและถาวร

(1) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

5.2 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ก

7. การทดสอบ

7.1 การดูดซึมน้ำ

7.1.1 เครื่องมือ

7.1.1.1 ตู้อบ ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 100°C ถึง 110°C และมีที่ระบายอากาศออกสู่ภายนอก

7.1.1.2 เครื่องชั่ง ที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 g

7.1.2 วิธีเตรียมตัวอย่าง

7.1.2.1 นำกระเบื้องเสริมประกอบตัวอย่าง 3 แผ่น แช่ลงในน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 h เมื่อครบแล้วยกออก ทดสอบกระเบื้องเสริมประกอบในภาวะอ้อมด้วยน้ำทันที

7.1.3 วิธีทดสอบ

7.1.3.1 ชั่งชิ้นทดสอบที่อ้อมด้วยน้ำแต่ละชิ้น แล้วบันทึกมวลไว้เป็นมวลเมื่ออ้อมตัว

7.1.3.2 อบชิ้นทดสอบในตู้อบระบายอากาศที่อุณหภูมิ 100°C ถึง 110°C เป็นเวลา 24 h

7.1.3.3 นำออกมาวางให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ซั่งอีกครั้งหนึ่ง แล้วบันทึกมวลไว้เป็นมวลเมื่อแห้ง

7.1.4 การคำนวณและรายงานผล

7.1.4.1 การคำนวณหาการดูดซึมน้ำ

$$A = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1}$$

เมื่อ A คือ การดูดซึมน้ำเป็นร้อยละ (เศษส่วนโดยมวล)

m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบเมื่อแห้ง เป็นกรัม

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบเมื่ออิ่มตัว เป็นกรัม

7.1.4.2 การรายงานผล

ให้รายงานการดูดซึมน้ำของชิ้นทดสอบทุกแผ่น

กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

หมวด 1 ลักษณะของอาคาร

ข้อ 8 ป้ายหรือสิ่งที่สูงขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายบนหลังคาหรือดาดฟ้าของอาคารต้องไม่ล้ำออกนอกแนวผนังรอบนอกของอาคาร และส่วนบนสุดของป้ายหรือสิ่งที่สูงขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายต้องสูงไม่เกิน 6 เมตรจากส่วนสูงสุดของหลังคาหรือดาดฟ้าของอาคารที่ติดตั้งป้ายนั้น

หมวด 2 ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ส่วนที่ 1 วัสดุของอาคาร

ข้อ 17 ห้องแถว ตึกแถว หรือบ้านแถวที่สร้างติดต่อกัน ให้มีผนังกันไฟทุกระยะไม่เกินห้าคูหา ผนังกันไฟต้องสร้างต่อเนื่องจากพื้นดินจนถึงระดับดาดฟ้าที่สร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ กรณีที่เป็นหลังคาสร้างด้วยวัสดุไม่ทนไฟให้มีผนังกันไฟสูงเหนือหลังคาไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ตามความลาดของหลังคา

ส่วนที่ 2 พื้นที่ภายในอาคาร

ข้อ 22 ห้องหรือส่วนของอาคารที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ต้องมีระยะดังไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ระยะดังของอาคารใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

ประเภทการใช้อาคาร	ระยะดัง
1. ห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัย บ้านแถว ห้องพักโรงแรม ห้องเรียนนักเรียนอนุบาล ครั้วสำหรับอาคารอยู่อาศัย ห้องพักคนไข้พิเศษ ช่องทางเดินในอาคาร	2.60 เมตร
2. ห้องที่ใช้เป็นสำนักงาน ห้องเรียน ห้องอาหาร ห้องโถงภัตตาคาร โรงงาน	3.00 เมตร

ตารางที่ 2.2 ระยะตั้งของอาคารใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ (ต่อ)

ประเภทการใช้อาคาร	ระยะตั้ง
3. ห้องขายสินค้า ห้องประชุม ห้องคนใช้รวม คลังสินค้า โรงครัว ตลาด และอื่น ๆ ที่คล้ายกัน	3.50 เมตร
4. ห้องแถว ตึกแถว	
4.1 ชั้นล่าง	3.50 เมตร
4.2 ตั้งแต่ชั้นสองขึ้นไป	3.00 เมตร
5. ระเบียง	2.20 เมตร

ระยะตั้งตามวรรคหนึ่งให้วัดจากพื้นถึงพื้น ในกรณีของชั้นใต้หลังคาให้วัดจากพื้นถึงยอดฝาดหรือยอดผนังอาคาร และในกรณีของห้องหรือส่วนของอาคารที่อยู่ภายในโครงสร้างของหลังคา ให้วัดจากพื้นถึงยอดฝาดหรือยอดผนังของห้องหรือส่วนของอาคารดังกล่าวที่ไม่ใช่โครงสร้างของหลังคา

ห้องในอาคารซึ่งมีระยะตั้งระหว่างพื้นถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไป จะทำพื้นชั้นลอยในห้องนั้นก็ได้โดยพื้นชั้นลอยดังกล่าวนั้นต้องมีเนื้อที่ไม่เกินร้อยละสี่สิบของเนื้อที่ห้อง ระยะตั้งระหว่างพื้นชั้นลอยถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และระยะตั้งระหว่างพื้นห้องถึงพื้นชั้นลอยต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ด้วย

ห้องน้ำ ห้องส้วม ต้องมีระยะตั้งระหว่างพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า 2 เมตร

หมวด 4 แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร

ข้อ 43 ให้อาคารที่สร้างตามข้อ 41 และข้อ 42 ต้องมีส่วนต่ำสุดของกันสาดหรือส่วนยื่นสถาปัตยกรรมสูงจากระดับทางเท้าไม่น้อยกว่า 3.25 เมตร ทั้งนี้ไม่นับส่วนตบแต่งที่ยื่นจากผนังไม่เกิน 50 เซนติเมตร และต้องมีท่อรับน้ำจากกันสาดหรือหลังคาต่อแนบหรือฝังในผนังหรือเสาอาคารลงสู่ท่อสาธารณะหรือบ่อพัก

งานวิจัย และงานวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง

1. คุณลักษณะของที่ว่างทางสถาปัตยกรรมในสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น: แนวทางการศึกษาสู่การออกแบบสถาปัตยกรรมร่วมสมัย

เจนยูท ล่อใจ อรศิริ ปาณินท์ และเกรียงไกร เกิดศิริ ได้ให้กรอบแนวคิดการศึกษาที่ว่างทางสถาปัตยกรรม การศึกษาสถาปัตยกรรมภายหลังจากการเกิดขึ้นของคำว่า “Space” จึงสนใจไปในกายภาพซึ่งเป็นรูปธรรมจับต้องได้ง่ายของรูปทรง เป็นการแยกองค์ประกอบหรือเรื่องราวต่าง ๆ ของที่ว่างทางสถาปัตยกรรมออกจากกัน กลายเป็นการทำความเข้าใจและพูดถึงที่ว่างด้วยองค์ประกอบทางกายภาพ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเท่านั้น แต่หากเข้าใจในความหมายของที่ว่างว่าเป็นสิ่งซึ่งมีนิยามขยายกว้างออกไปมากกว่าลักษณะทางกายภาพแล้ว ก็คงไม่เป็นการเสียหายที่จะเริ่มศึกษาที่ว่างทางสถาปัตยกรรมจากองค์ประกอบทางกายภาพต่าง ๆ ซึ่งสามารถมองเห็นและจับต้องได้ง่ายกว่า เพราะโดยพื้นฐานตามสัญชาตญาณของมนุษย์นั้นก็เริ่มปลูกสร้างสถาปัตยกรรมจากการหยิบก้อนหิน กิ่งไม้ หรือวัตถุใกล้ตัว สรรค์สร้าง เรียนรู้และพัฒนาจนเป็นรูปลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมที่หลากหลายแปลกตา แตกต่างจากอดีตเป็นอันมากหนังสือที่เป็นตำราพื้นฐานสำคัญเล่มหนึ่ง คือ “Form Space & Order” โดย Francis D.K. Ching (2007) ได้แบ่งแยกเนื้อหาทางสถาปัตยกรรมออกตามประเด็นต่าง ๆ โดยได้อธิบายให้เห็นความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของเนื้อหาทางสถาปัตยกรรมแต่ละส่วน ตั้งแต่องค์ประกอบพื้นฐานมาจนถึงเรื่องราวของความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของรูปทรงและที่ว่างทางสถาปัตยกรรม ด้วยการค่อยๆ สร้างความเข้าใจไปในเนื้อหาแต่ละช่วงตอน ซึ่งพอจะสรุปเป็นหลักเกณฑ์ในการมองที่ว่างทางสถาปัตยกรรมได้ 2 ส่วนดังนี้

1) ส่วนของที่ว่าง (Space)

- ส่วนของระบบที่ว่าง 3 มิติ คือปริมาตรที่ว่างซึ่งเกิดจากการรองรับความต้องการลักษณะต่าง ๆ จัดเรียงเป็นลำดับความสัมพันธ์ของที่ว่าง
- ส่วนระบบของที่ว่างจากการสัญจร คือความสามารถในการเคลื่อนไหวเข้าไปถึงพื้นที่ในแต่ละส่วน

2) ส่วนของรูปทรง (Form) คือองค์ประกอบของที่ว่างทางกายภาพ แบ่งเป็น

- ระบบขององค์ประกอบทางโครงสร้าง เช่น เสา, แนวเสา - คาน
- ระบบของส่วนปิดล้อม เช่น ผนัง, แผ่นพื้น - พื้นหลังคา

องค์ประกอบของที่ว่างทั้ง 2 ส่วน เมื่อก่อรูปขึ้นนั้นจะมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อกัน สอดคล้องต่อบริบทแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ผู้คนที่อยู่และเกี่ยวข้องในสถาปัตยกรรมนั้น, สถานที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบตลอดจนลักษณะทางสังคม - วัฒนธรรม

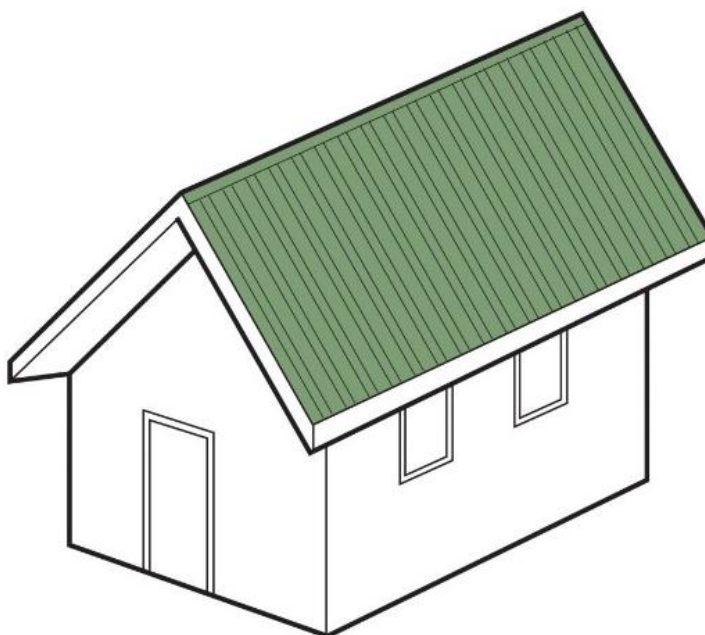
2. รูปทรงหลังคาในงานก่อสร้าง

2.1 หลังคาจั่ว (Gable Roof) เป็นหลังคาที่เกิดจากการนำด้านสูงของหลังคาเพิงมาแขงมาชนกันให้เกิดสันหลังคา (Ridge) สามารถกันแดดกันฝนได้ดีในด้านที่มีชายคายื่น ส่วนหน้าจั่วหรือด้านสกัดมักมีปัญหาเรื่องการป้องกันแดดและฝน ซึ่งเราอาจทำชายคาเฉพาะจุดเพิ่มบริเวณเหนือหน้าต่างและประตูเพื่อป้องกันแดดและฝน หลังคาจั่วนิยมใช้กับบ้านในเมืองไทยและบ้านเมืองร้อนทั่วไป การสร้างหลังคาจั่วควรออกแบบให้มีความลาดชันที่พอเหมาะ เพื่อให้น้ำฝนไหลลงได้สะดวกและควรระวังรอยต่อบริเวณสันหลังคา เพราะเป็นจุดที่น้ำฝนรั่วซึมได้ง่าย

ศูนย์ข้อมูลก่อสร้างไทย, (2563) หลังคาจั่ว เป็นรูปแบบหลังคาที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในงานสถาปัตยกรรมทั้งไทยและต่างประเทศ โดยเฉพาะในบ้านพักอาศัย ลักษณะของหลังคาจั่วคือมีด้านลาดเอียงสองด้านที่บรรจบกันที่แนวสันหลังคา (ridge) ซึ่งเมื่อมองจากด้านหน้าอาคารจะเห็นเป็นรูปสามเหลี่ยมเรียกว่า “หน้าจั่ว”

ชัยวัฒน์, (2559) คุณลักษณะของหลังคาจั่วมีความเรียบง่าย แต่มีประสิทธิภาพในการระบายน้ำฝน และสามารถระบายอากาศภายในบ้านได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการออกแบบช่องลมบริเวณหน้าจั่ว ซึ่งสอดคล้องกับภูมิปัญญาพื้นถิ่นของไทย เช่น บ้านไม้ใต้ถุนสูงในภาคกลางและภาคเหนือ ที่มักใช้หลังคาจั่วเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านและลดความร้อนภายในบ้าน

Allen & Iano, (2013) จุดเด่นของหลังคาจั่วคือการก่อสร้างที่ไม่ซับซ้อน ใช้วัสดุน้อยกว่าหลังคาแบบอื่น และประหยัดต้นทุนมากกว่า ในขณะเดียวกันยังสามารถดัดแปลงวัสดุให้เหมาะสมกับภูมิภาค เช่น กระเบื้องซีเมนต์ แผ่นสังกะสี หรือกระเบื้องดินเผา อย่างไรก็ตาม หลังคาจั่วมีจุดอ่อนในเรื่องของแรงลม โดยเฉพาะลมที่พัดปะทะหน้าจั่วโดยตรง ซึ่งอาจส่งผลต่อโครงสร้างหลังคาหากไม่มีการออกแบบให้แข็งแรงพอ ดังนั้นในพื้นที่ที่มีพายุหรือแรงลมจัด อาจพิจารณาใช้รูปแบบหลังคาอื่น เช่น หลังคาปั้นหย่าที่ต้านลมได้ดีกว่า



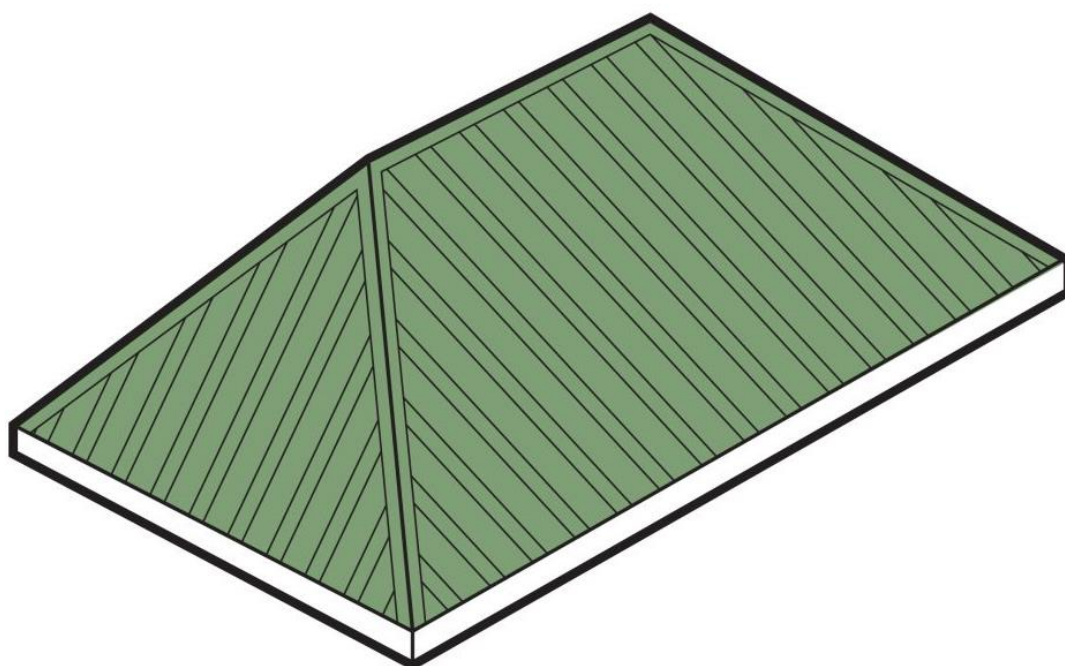
ภาพที่ 2.3 หลังคาจั่ว (Gable Roof)

ที่มา : <https://www.baanlaesuan.com/241089/ideas/house-ideas/roof-4/>

2.2 หลังคาปั้นหยา (Hip Roof) เป็นหลังคาที่พัฒนามาจากหลังคาจั่ว แต่มีชายคาลาดเอียงทั้งสี่ด้าน สามารถกันแดดกันฝนได้รอบ เหมาะกับสภาพภูมิอากาศของเมืองไทยที่ร้อนและมีฝนตกชุก การก่อสร้างหลังคาปั้นหยาจะยุ่งยากกว่าหลังคาจั่ว เพราะมีรอยต่อของสันหลังคาหรือตะเข้สันมากกว่า

ศูนย์ข้อมูลก่อสร้างไทย, (2563) หลังคาปั้นหยา (เป็นหนึ่งในรูปแบบของหลังคาที่นิยมใช้ทั้งในงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นและงานก่อสร้างร่วมสมัย โดยเฉพาะในบริบทของภูมิประเทศเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย ลักษณะเด่นของหลังคาปั้นหยาคือมีด้านลาดเอียงทั้งสี่ด้าน บรรจบกันที่สันหลังคาด้านบน ซึ่งแตกต่างจากหลังคาทรงจั่วที่มีเพียงสองด้าน การลาดเอียงทั้งสี่ด้านนี้มีผลดีต่อการระบายน้ำฝน และสามารถต้านทานแรงลมได้ดีกว่าหลังคาประเภทอื่น

ชัยวัฒน์, (2559) โครงสร้างของหลังคาปั้นหยาประกอบด้วยส่วนสำคัญ ได้แก่ สันหลังคา (ridge) มุมสัน (hip) และชายคาที่ยื่นออกจากตัวอาคาร ลักษณะการออกแบบเช่นนี้นอกจากจะช่วยป้องกันน้ำฝนและลมแล้ว ยังทำให้หลังคาดูมั่นคง สมดุล และสวยงามในเชิงรูปทรง อย่างไรก็ตาม การก่อสร้างหลังคาปั้นหยาต้องใช้วัสดุและโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่าหลังคาทรงจั่ว จึงมักมีต้นทุนที่สูงกว่า



ภาพที่ 2.4 หลังคาปั้นหยา (Hip Roof)

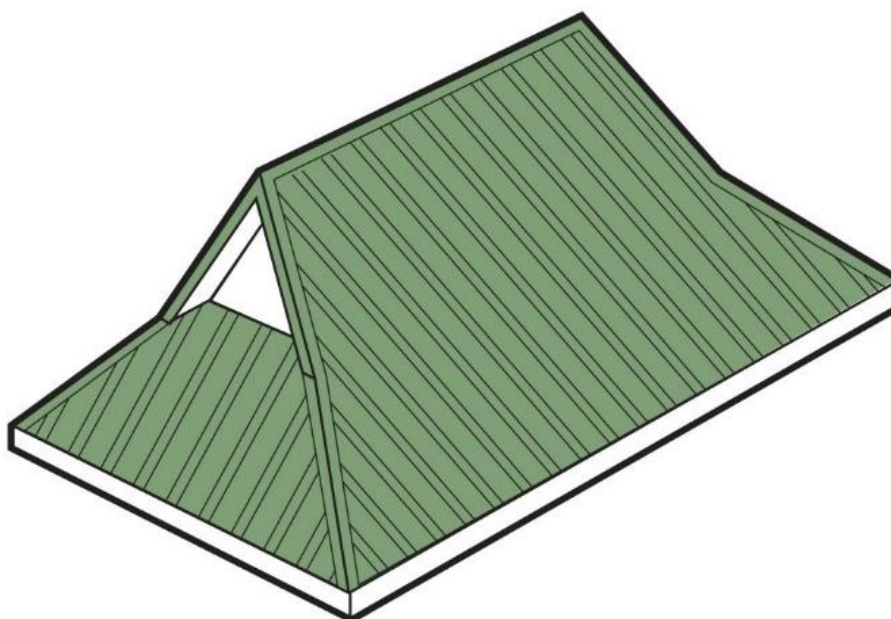
ที่มา : <https://www.baanlaesuan.com/241089/ideas/house-ideas/roof-4/>

2.3 หลังคามนิลา (Hip Gable Roof) เป็นหลังคาปั้นหย่าที่ปรับให้ด้านสกัดมีหน้าจั่วทั้งสองด้านบริเวณช่วงบนของหลังคา เพื่อรูปทรงที่สวยงามและการระบายอากาศใต้หลังคาที่ดี หลังคาชนิดนี้เป็นแบบหลังคาของบ้านเรือนไทยภาคกลาง เนื่องจากเหมาะกับภูมิประเทศเขตร้อนที่มีฝนตกชุก หลังคามนิลา นอกจากจะมีชายคากันแดดกันฝนทั้งสี่ด้านแล้ว ยังสามารถระบายอากาศร้อนใต้หลังคาออกทางหน้าจั่วได้ด้วย

ศูนย์ข้อมูลก่อสร้างไทย, (2563) หลังคามนิลา หรือที่เรียกในทางวิชาการว่า หลังคาปั้นหย่าผสมจั่ว (Hip Gable Roof) เป็นรูปแบบหลังคาที่ผสมผสานลักษณะของหลังคาจั่ว (Gable Roof) และหลังคาปั้นหย่าหรือปั้นยา (Hip Roof) เข้าด้วยกัน โดยทั่วไปจะมีโครงสร้างหลักเป็นหลังคาปั้นหย่าซึ่งลาดเอียงทั้งสี่ด้าน แต่ส่วนปลายของด้านบนหรือด้านหน้า-หลังจะเสริมด้วยหน้าจั่วเพื่อเพิ่มพื้นที่ระบายอากาศหรือความสวยงาม

ชัยวัฒน์, (2559) ลักษณะเฉพาะของหลังคามนิลาคือมีความยืดหยุ่นในการออกแบบ โดยเฉพาะในบริบทของบ้านพักอาศัยเขตร้อน เช่น ประเทศไทย ซึ่งจำเป็นต้องระบายอากาศใต้หลังคาเพื่อให้ภายในอาคารเย็นสบาย หน้าจั่วที่เสริมเข้ามาจะช่วยให้ลมสามารถไหลเวียนได้ดี และเพิ่มแสงธรรมชาติในบางกรณี

Allen & Iano, (2013) ในด้านโครงสร้าง หลังคามนิลาจะซับซ้อนกว่าหลังคาจั่วหรือหลังคาปั้นหย่าแบบเดี่ยว เนื่องจากต้องออกแบบทั้งส่วนลาดเอียงและโครงสร้างจั่วให้สัมพันธ์กันอย่างแข็งแรงและสอดคล้อง การใช้งานรูปแบบนี้จึงมักพบในบ้านขนาดกลางถึงใหญ่ หรืออาคารที่ต้องการความสวยงามควบคู่กับฟังก์ชันการระบายอากาศ เช่น อาคารสำนักงาน หรือบ้านจัดสรรระดับพรีเมียม แม้จะมีข้อดีด้านรูปลักษณ์และการใช้งาน แต่หลังคามนิลาก็มีข้อเสียในด้านต้นทุนการก่อสร้างที่สูง และต้องการช่างที่มีทักษะในการติดตั้งหลังคารูปทรงผสมนี้ จึงต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับบริบทของงบประมาณและฟังก์ชันการใช้งานของอาคาร



ภาพที่ 2.5 หลังคามนิลา (Hip Gable Roof)

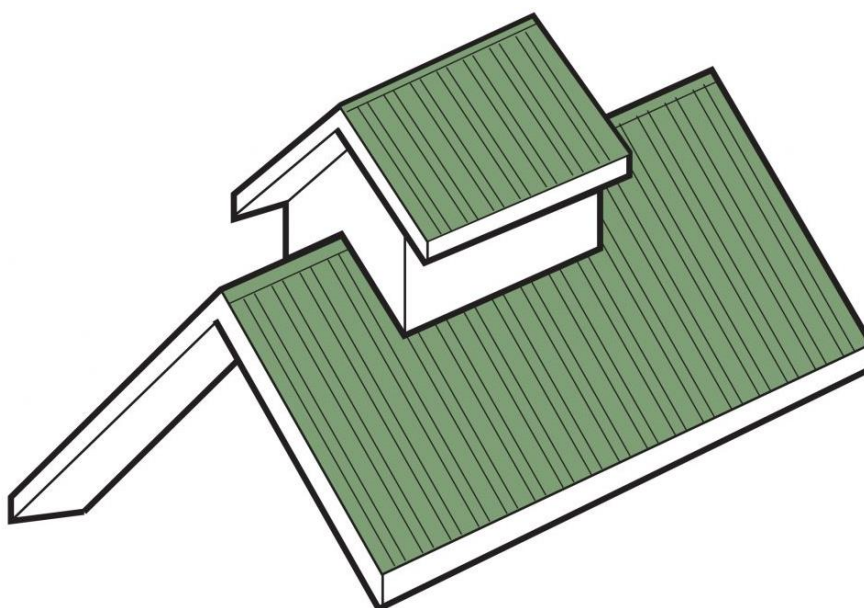
ที่มา : <https://www.baanlaesuan.com/241089/ideas/house-ideas/roof-4/>

2.4 หลังคาสองชั้น (Monitor Roof) เป็นหลังคาที่มีลักษณะการยกซ้อนกันของหลังคาตามชื่อที่ใช้เรียก มีรูปทรงที่สวยงาม สามารถระบายอากาศและนำแสงสว่างเข้ามาในอาคารได้ดี บางครั้งจะเห็นหลังคาที่ทับซ้อนกันมากกว่าสองชั้น เช่น หลังคาของชาวไทยใหญ่ที่มีการยกซ้อนกันหลายชั้น ปัญหาของหลังคาชนิดนี้คือ การก่อสร้างที่ยุ่งยากมากพอ ๆ กับรูปทรง (ซึ่งจะแปรผันตามความซับซ้อนของจำนวนชั้นหลังคา) และมักมีปัญหาเรื่องการรั่วซึมของน้ำฝนบริเวณรอยต่อของชั้นหลังคา

ศูนย์ข้อมูลก่อสร้างไทย, (2563) หลังคาสองชั้น หรือที่รู้จักในภาษาอังกฤษว่า Monitor Roof เป็นรูปแบบหลังคาที่มีลักษณะเฉพาะโดยมี “หลังคาลอย” ยกตัวขึ้นจาก “หลังคาหลัก” ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่า โดยทั่วไปส่วนที่ยกขึ้นจะติดตั้งหน้าต่างหรือช่องเปิดไว้ด้านข้าง เพื่อเพิ่มการระบายอากาศและการรับแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร

Allen & Iano, (2013) ลักษณะเด่นของหลังคาสองชั้นคือการออกแบบให้มีการไหลเวียนของอากาศภายในที่ดีมาก โดยเฉพาะในอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงงาน อาคารเกษตร โรงยิม หรือห้องโถงที่ต้องการความสว่างและการถ่ายเทอากาศที่มีประสิทธิภาพ การที่มีระดับของหลังคาสองชั้นยังช่วยลดความร้อนสะสมภายในอาคาร โดยอากาศร้อนสามารถลอยตัวขึ้นสู่ด้านบนและถูกระบายออกทางช่องเปิดที่จัดไว้

ชัยวัฒน์, (2559) ในบริบทของภูมิอากาศเขตร้อน เช่น ประเทศไทย มีการประยุกต์ใช้หลังคาสองชั้นในอาคารพื้นถิ่นบางประเภท เช่น ยุ้งข้าว โรงเรือน และอาคารสาธารณะ ซึ่งต้องการคุณสมบัติด้านการระบายอากาศโดยไม่ต้องพึ่งพาพลังงานกลหรือเครื่องปรับอากาศ อย่างไรก็ตาม หลังคาสองชั้นมีข้อเสียในด้านความซับซ้อนของโครงสร้างและความยุ่งยากในการกันน้ำรั่วซึมที่บริเวณรอยต่อระหว่างหลังคาชั้นบนและหลังคาหลัก จึงต้องมีการออกแบบระบบรางน้ำและกันซึมที่มีคุณภาพสูง เพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพในระยะยาว



ภาพที่ 2.6 หลังคาสองชั้น (Monitor Roof)

ที่มา : <https://www.baanlaesuan.com/241089/ideas/house-ideas/roof-4/>

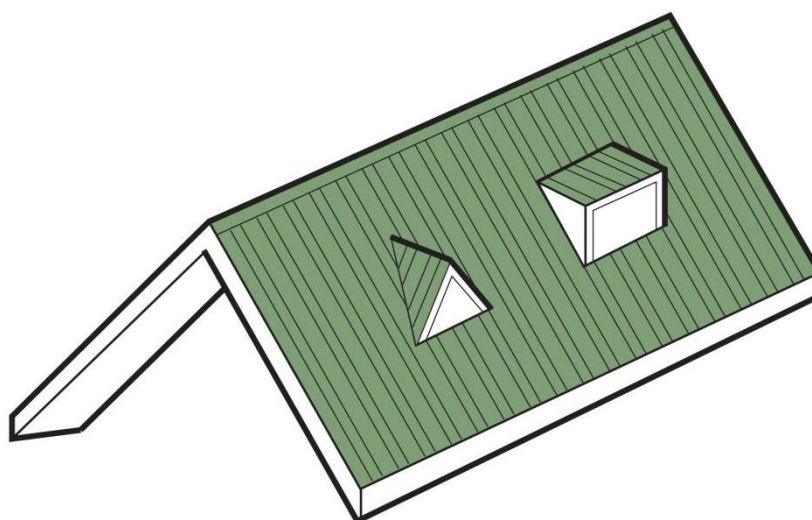
2.5 หลังคาตอร์เมอร์ (Dormer Roof) เป็นหลังคาขนาดเล็กที่เจาะยื่นออกจากหลังคาใหญ่ เพื่อเป็นช่องแสงและระบายอากาศ นิยมใช้ควบคู่กับหลังคาชนิดอื่น ๆ ของบ้านในประเทศที่มีอากาศหนาว แม้ห้องใต้หลังคาจะไม่เหมาะกับบ้านในเมืองไทย แต่เราสามารถนำหลังคาตอร์เมอร์มาประยุกต์ใช้กับหลังคาในบ้านเราด้วยการทำเป็นช่องระบายอากาศใต้หลังคา ดังนั้นจึงมักพบเห็นบ้านที่มีหลังคาประเภทนี้ในเมืองไทยพอสมควร การทำหลังคาตอร์เมอร์ค่อนข้างยุ่งยาก ต้องระวังเรื่องปัญหาการรั่วซึมของน้ำฝนบริเวณรอยต่อของโครงสร้าง

ศูนย์ข้อมูลก่อสร้างไทย, (2563) ในบริบทของประเทศไทย แม้หลังคาตอร์เมอร์จะไม่ใช่องค์ประกอบดั้งเดิมในบ้านพื้นถิ่น แต่ในบ้านสมัยใหม่ โดยเฉพาะบ้านที่มีชั้นลอยใต้หลังคาหรือมีห้องใต้หลังคา (Attic) เริ่มมีการนำตอร์เมอร์มาใช้อย่างแพร่หลาย เพื่อเพิ่มฟังก์ชันของพื้นที่เดิมที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่

Allen & Iano, (2013) หลังคาตอร์เมอร์ เป็นองค์ประกอบเสริมของหลังคาหลักที่ยื่นออกจากพื้นผิวลาดของหลังคา โดยมักประกอบด้วยหน้าต่างและมีหลังคาย่อยปกคลุมอยู่ด้านบน จุดประสงค์ของการใช้ตอร์เมอร์คือเพื่อเพิ่มพื้นที่ใช้สอยบริเวณใต้หลังคา รวมทั้งเพื่อรับแสงธรรมชาติและช่วยระบายอากาศในห้องใต้หลังคาหรือชั้นลอย

Ching, (2014) รูปแบบของตอร์เมอร์มีหลายประเภท เช่น ตอร์เมอร์ทรงจั่ว (Gable Dormer), ตอร์เมอร์ทรงปั้นหยา (Hip Dormer) และตอร์เมอร์แบบโค้ง (Segmental or Eyebrow Dormer) ซึ่งสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถาปัตยกรรมของอาคารและพื้นที่ภายใน ตัวอย่างเช่น ในบ้านสไตล์ยุโรปหรือบ้านแบบโคโลเนียลจะนิยมใช้ตอร์เมอร์เพื่อเพิ่มความหรูหราและช่วยเปิดมุมมองภายนอก

ชัยวัฒน์, (2559) ข้อดีของหลังคาตอร์เมอร์คือการเพิ่มพื้นที่แนวตั้งและแสงสว่างในห้องใต้หลังคา โดยไม่ต้องขยายอาคารด้านล่าง อย่างไรก็ตาม ต้องระวังเรื่องการออกแบบรอยต่อระหว่างตอร์เมอร์กับหลังคาหลัก เพราะอาจเป็นจุดอ่อนที่เสี่ยงต่อการรั่วซึมหากไม่ได้รับการกันน้ำอย่างถูกต้อง



ภาพที่ 2.7 หลังคาตอร์เมอร์ (Dormer Roof)

ที่มา : <https://www.baanlaesuan.com/241089/ideas/house-ideas/roof-4/>

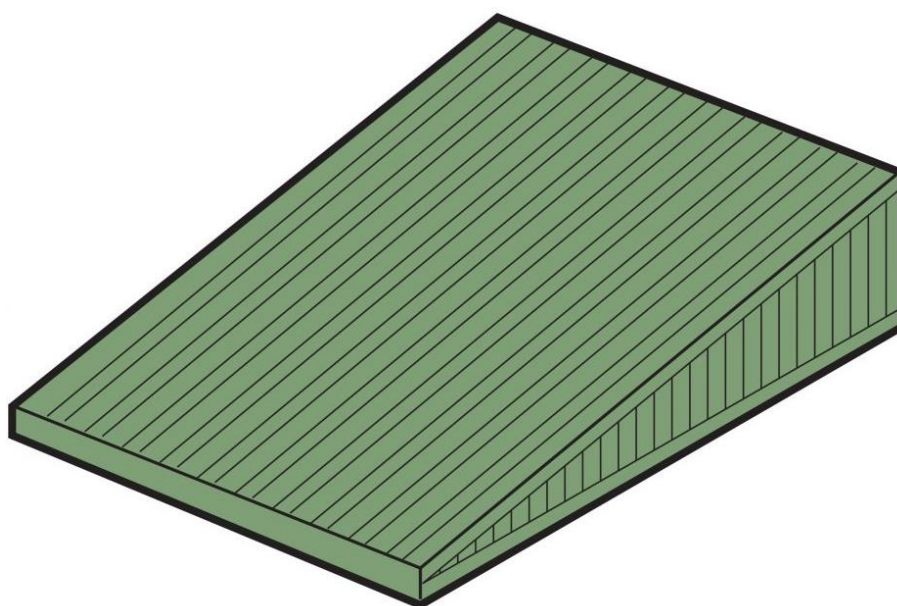
2.6 หลังคาเพิงหมาแหงน (Lean-to or Pitched Roof) เป็นหลังคารูปแบบเรียบง่ายมีความลาดเอียงด้านเดียว เป็นแบบหลังคาที่เกิดจากการสร้างบ้านหรือที่พักชั่วคราวแบบง่าย ๆ การใช้หลังคาเพิงหมาแหงนต้องออกแบบให้ด้านที่ลาดเอียงหันไปหาแสงแดดหรือทิศที่มีฝนสาด แต่อย่างไรก็ดี หลังคาประเภทนี้ไม่สามารถป้องกันแดดและฝนได้ดีเท่าไรนัก สำหรับบ้านที่ใช้หลังคาเพิงหมาแหงนอาจแก้ปัญหาเรื่องแดดด้วยการทำแผงกันแดดด้านข้างเพิ่ม รูปแบบ

ศูนย์ข้อมูลก่อสร้างไทย, (2563) หลังคาเพิงหมาแหงน (Lean-to Roof หรือ Pitched Roof) เป็นรูปแบบหลังคาที่มีผิวลาดเอียงด้านเดียว โดยมักพาดจากจุดสูงด้านหนึ่งไปยังจุดต่ำอีกด้านหนึ่ง มีลักษณะเรียบง่าย เหมาะกับอาคารขนาดเล็ก โรงเรือน หรือส่วนต่อเติมของอาคารที่ต้องการประหยัดวัสดุและลดความซับซ้อนในการก่อสร้าง

Allen & Iano, (2013) หลังคาแบบนี้มีความนิยมมากในสถาปัตยกรรมร่วมสมัย (Modern Architecture) และแนวคิดแบบมินิมัล (Minimalist Design) เนื่องจากให้ความรู้สึกเรียบง่ายแต่ทันสมัย สามารถสร้างความแตกต่างในรูปลักษณ์ของอาคารได้อย่างมีเอกลักษณ์ โดยเฉพาะในบ้านพักอาศัยที่ต้องการการระบายน้ำฝนอย่างรวดเร็ว

Ching, (2014) ข้อดีของหลังคาเพิงหมาแหงนคือความประหยัดด้านวัสดุและแรงงาน ก่อสร้าง โครงสร้างหลังคาไม่ซับซ้อน น้ำหนักเบา และสามารถใช้ร่วมกับวัสดุที่หลากหลาย เช่น กระเบื้องลอน ไม้ สังกะสี หรือแผ่นเมทัลชีท อีกทั้งยังเอื้อให้สามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพหากวางหลังคาเอียงไปทางทิศที่รับแสงแดดได้ดี

ชัยวัฒน์, (2559) อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของหลังคาเพิงหมาแหงนคือการระบายอากาศภายในอาคารที่อาจทำได้ไม่ดีเท่าหลังคาประเภทที่มีช่องเปิดด้านบน เช่น หลังคาจั่วหรือหลังคาสองชั้น อีกทั้งยังต้องออกแบบระบบกันซึมบริเวณรอยต่อผนังและหลังคาให้รัดกุม โดยเฉพาะในกรณีที่มีความลาดเอียงไม่มาก ซึ่งอาจทำให้น้ำฝนไหลไม่ทันและเกิดการรั่วซึมได้



ภาพที่ 2.8 หลังคาเพิงหมาแหงน (Lean-to or Pitched Roof)

ที่มา : <https://www.baanlaesuan.com/241089/ideas/house-ideas/roof-4/>

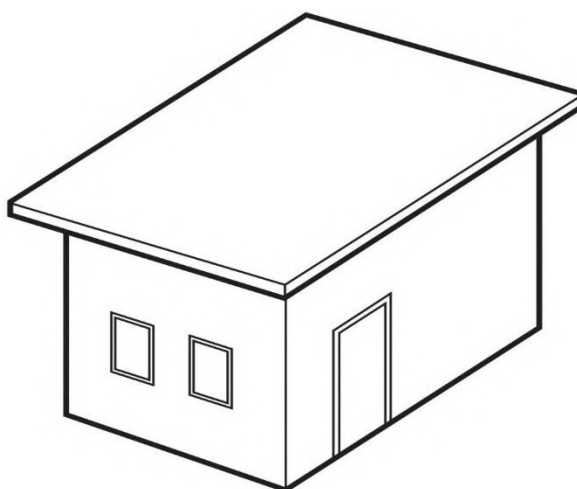
2.7 หลังคาแบน (Flat Roof) เป็นหลังคาที่มีรูปแบบแบนราบ (แต่ต้องสร้างให้มีความลาดเอียงเล็กน้อยเพื่อระบายน้ำด้วย) เป็นหลังคาที่นิยมใช้กับบ้านแถบเมืองร้อนแห้งแล้งที่มีลมพายุ เพื่อป้องกันไม่ให้หลังคาถูกพายุพัดปลิวได้ ข้อดีของหลังคาแบนคือ สามารถขึ้นไปใช้งานบนหลังคาได้ หลังคาแบนก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึม ข้อควรระวังสำหรับบ้านที่เลือกใช้หลังคาชนิดนี้ก็ต้องออกแบบและก่อสร้างบริเวณรอยต่อหลังคาให้ดี เพราะเป็นจุดที่มีปัญหาเรื่องน้ำรั่วซึมได้ง่าย ความร้อนเป็นอีกปัญหาหนึ่งของหลังคาประเภทนี้ เพราะรูปแบบหลังคาที่เปิดรับแสงแดดระหว่างวันได้อย่างเต็มที่ จึงควรใช้ฉนวนกันความร้อนควบคู่ไปกับหลังคาแบนด้วย (แต่หากต้องการเพียงรูปทรงของหลังคาแบน เราอาจทำหลังคาแบบอื่นที่สามารถป้องกันฝนและแดดได้ดีกว่า แล้วก่อผนังขึ้นมาปิดส่วนของหลังคาเพื่อให้ได้หน้าตาลักษณะบ้านคล้ายกับหลังคาแบน

ศูนย์ข้อมูลก่อสร้างไทย, (2563) อย่างไรก็ตาม หลังคาแบนมีข้อจำกัดด้านการระบายน้ำฝน ซึ่งอาจเกิดปัญหาน้ำขังหรือน้ำรั่วซึมได้ง่าย หากไม่มีการออกแบบระบบกันซึมหรือทางระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีฝนตกชุก เช่น ประเทศไทย จำเป็นต้องใช้วัสดุกันซึมคุณภาพสูง เช่น แผ่นเมมเบรนกันน้ำ หรือระบบฉนวนกันร้อนและกันความชื้น

Allen & Iano, (2013) หลังคาแบน (Flat Roof) เป็นรูปแบบหลังคาที่มีลักษณะเกือบเรียบเสมอกันตลอดทั้งผืน โดยทั่วไปจะมีความลาดเอียงเล็กน้อยเพียง 1-5 องศา เพื่อช่วยให้น้ำฝนไหลไปยังจุดระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังคาแบนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในงานสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ โดยเฉพาะในอาคารพาณิชย์ อาคารสูง หรือบ้านสไตล์โมเดิร์น

Ching, (2014) ข้อดีของหลังคาแบนคือการใช้งานพื้นที่ด้านบนได้อย่างคุ้มค่า เช่น การทำดาดฟ้า สวนลอยฟ้า หรือพื้นที่นั่งเล่นกลางแจ้ง รวมทั้งสามารถติดตั้งระบบต่าง ๆ ได้สะดวก เช่น แผงโซลาร์เซลล์ ถังเก็บน้ำ หรือระบบเครื่องกลอาคาร นอกจากนี้ยังมีความเรียบง่ายในรูปทรง ทำให้ดูทันสมัยและประหยัดวัสดุโครงสร้างเมื่อเทียบกับหลังคาที่มีความลาดชันสูง

ชัยวัฒน์, (2559) ในด้านภูมิสถาปัตย์ หลังคาแบนยังเอื้อต่อแนวคิดอาคารเขียว (Green Building) เพราะสามารถรองรับการติดตั้ง “หลังคาเขียว” (Green Roof) หรือระบบจัดการน้ำฝนแบบยั่งยืน (Sustainable Urban Drainage Systems: SUDs) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.9 หลังคาแบน (Flat Roof)

ที่มา : <https://www.baanlaesuan.com/241089/ideas/house-ideas/roof-4/>

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของหลังคาแต่ละประเภท

ประเภทหลังคา	ข้อดี	ข้อเสีย
หลังคาจั่ว	<ul style="list-style-type: none"> - ระบายน้ำฝนได้ดี - ระบายอากาศดี - โครงสร้างไม่ซับซ้อน 	<ul style="list-style-type: none"> - รับแรงลมด้านข้างไม่ดี - เสี่ยงต่อการปลิวหรือพังในพื้นที่ลมแรง
หลังคาปั้นหย่า	<ul style="list-style-type: none"> - แข็งแรง ต้านลมดีเยี่ยม - น้ำฝนไหลออกทุกทิศ - รูปทรงสมดุล สวยงาม 	<ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างซับซ้อน - ต้นทุนก่อสร้างสูง
หลังคามนิลา	<ul style="list-style-type: none"> - รวมข้อดีของจั่ว+ปั้นหย่า - ระบายอากาศดี - ดูสง่างาม 	<ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างซับซ้อนยิ่งขึ้น - ใช้วัสดุและค่าแรงมาก
หลังคาสองชั้น	<ul style="list-style-type: none"> - ระบายอากาศและรับแสงได้ดีมาก - เหมาะกับอาคารขนาดใหญ่ 	<ul style="list-style-type: none"> - จุดเสี่ยงการรั่วซึมที่รอยต่อ - โครงสร้างซับซ้อน
หลังคาโดมเมอร์	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มพื้นที่ใต้หลังคา - เพิ่มแสงและอากาศภายใน - สวยงามคลาสสิก 	<ul style="list-style-type: none"> - เสี่ยงต่อการรั่วซึม - เพิ่มความยุ่งยากในการออกแบบและติดตั้ง
หลังคาเพิงหมาแหงน	<ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างง่าย - ประหยัดวัสดุ - เหมาะกับบ้านสมัยใหม่ - ติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้ดี 	<ul style="list-style-type: none"> - ระบายอากาศไม่ดีนัก - อาจเกิดน้ำขังถ้าเอียงไม่พอ
หลังคาแบน	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้พื้นที่ด้านบนได้ - ติดตั้งระบบต่าง ๆ สะดวก - เหมาะกับอาคารโมเดิร์น 	<ul style="list-style-type: none"> - น้ำขังง่ายหากออกแบบไม่ดี - เสี่ยงรั่วซึมสูง - ต้องกันซึมดีมาก

3. การลดปริมาณการใช้วัสดุหลังคาทรงจั่วให้เหลือน้อยที่สุดในขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรมประเมินระยะห่างระหว่างแป

ไพจิตร ผาวัน, และวริศรา เลิศไพฑูรย์พันธ์, (2566) ได้ศึกษาวิธีการลดปริมาณการใช้วัสดุหลังคาทรงจั่วให้เหลือน้อยที่สุดในขั้นตอนการออกแบบ โดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรมประเมินระยะห่างระหว่างแป” เป็นงานวิจัยเชิงวิเคราะห์ที่มุ่งเน้นการออกแบบโครงสร้างหลังคาโดยใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ร่วมกับการประมวลผลด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) เพื่อหาค่าระยะห่างระหว่างแปที่เหมาะสมที่สุดสำหรับลดปริมาณการใช้วัสดุหลังคาประเภทกระเบื้องลอนคู่ในอาคารเรียนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 4 ชั้น

ผลการศึกษาระบุว่า การใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ร่วมกับโมเดลสามมิติในระดับ LOD350 สามารถลดปริมาณวัสดุได้อย่างแม่นยำ และช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณแบบ 2 มิติทั่วไป ทำให้สามารถลดเศษวัสดุที่เหลือใช้ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยในกรณีศึกษาพบว่าปริมาณกระเบื้องที่ใช้จริงสามารถลดลงได้ถึง 0.79% เมื่อเปรียบเทียบกับการออกแบบตามวิธีดั้งเดิม นอกจากนี้ยังเสนอแนะให้พิจารณาการนำอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมไปประยุกต์ใช้กับรูปทรงหลังคาและวัสดุอื่น ๆ เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของแนวทางการประหยัดทรัพยากร

งานวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางการออกแบบอาคารเรียนในเขตการศึกษา ย่านมัทรี ซึ่งมีเป้าหมายในการวิเคราะห์และพัฒนาโครงสร้างหลังคาให้เหมาะสมทั้งในด้านรูปแบบ โครงสร้าง ความคุ้มค่าในการใช้วัสดุ และการตอบสนองต่อข้อกำหนดทางวิศวกรรมและสภาพภูมิอากาศเฉพาะพื้นที่ งานวิจัยนี้จึงสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางประกอบในการออกแบบและประเมินผลการใช้วัสดุในโครงการของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ได้อย่างเหมาะสม

4. เทคโนโลยีการก่อสร้างหลังคาในปัจจุบันที่ประยุกต์ใช้ในหลังคาสถาปัตยกรรมไทย กรณีศึกษา : ผลงานศิลปินแห่งชาติ

บุริศร์ วรรณวรพร, ไตรวัฒน์ วิริยศิริ และเผ่า สุวรรณศักดิ์ศรี (2562) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง “เทคโนโลยีการก่อสร้างหลังคาในปัจจุบันที่ประยุกต์ใช้ในหลังคาสถาปัตยกรรมไทย: กรณีศึกษา ผลงานศิลปินแห่งชาติ” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบ แนวความคิด และกระบวนการในการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างหลังคาในยุคปัจจุบันมาประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรมไทย ผ่านการวิเคราะห์ผลงานการออกแบบของศิลปินแห่งชาติ จำนวน 3 ท่าน รวมทั้งสิ้น 15 อาคาร

ผลการวิจัยพบว่า การเลือกใช้ระบบโครงสร้างและวัสดุของหลังคามีความหลากหลายตามลักษณะการใช้สอยของอาคาร โดยมีการประยุกต์ใช้ระบบโครงสร้างหลังคาทั้งแบบดั้งเดิมและแบบสมัยใหม่ อาทิ ระบบโครงสร้างไม้ คอนกรีตเสริมเหล็ก และโครงถักเหล็ก รวมถึงการออกแบบเพื่อรองรับปัญหาน้ำฝนรั่วซึม และการซ่อมบำรุงหลังคาในอนาคตอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ การออกแบบยังคงรักษาเอกลักษณ์ของสถาปัตยกรรมไทย โดยผสมผสานกับเทคโนโลยีปัจจุบันอย่างกลมกลืน

เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับหัวข้อการศึกษาวิจัย “วิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี” พบว่า งานวิจัยของบุริศร์และคณะมีแนวทางที่สามารถนำมาปรับใช้ในการพัฒนาแนวทางออกแบบหลังคาอาคารเรียนเชิงร่วมสมัย โดยเฉพาะในด้านการเลือกใช้ระบบโครงสร้างหลังคาให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของพื้นที่

การศึกษา ซึ่งต้องคำนึงถึงความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ การบำรุงรักษาในระยะยาว ตลอดจนความเหมาะสมทางด้านงบประมาณและเทคนิคการก่อสร้าง

5. แนวทางการออกแบบอาคารเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้กรณีศึกษา: อาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์

ชูพงษ์ ทองคำสมุทร. (2553) ได้กล่าวถึงปัจจัยทางด้านกายภาพของอาคารเรียนที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเลือกอาคาร 40 ปี โรงเรียนสาธิตศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นกรณีศึกษา ซึ่งเป็นอาคารเรียนที่มีการใช้งานจริงมาอย่างยาวนาน งานวิจัยใช้กระบวนการวิเคราะห์ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยเน้นการประเมินองค์ประกอบของการออกแบบที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เช่น การไหลเวียนของอากาศ การเข้าถึงแสงธรรมชาติ การจัดแปลนห้องเรียน พื้นที่ใช้สอย การควบคุมเสียงรบกวน รวมถึงความยืดหยุ่นของพื้นที่ในการใช้งานที่หลากหลาย

นอกจากนี้การออกแบบอาคารเรียนยังต้องคำนึงถึงรูปแบบการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในให้สามารถรองรับกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย ในกรณีของอาคารนี้มีการเรียนการสอนทั้งรูปแบบการสอนแบบบรรยาย (Lecture Type) รูปแบบสัมมนากลุ่มย่อย (Group Seminar Type) รูปแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Experimental Type) และรูปแบบการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ (Computer-Learning Type)

ซึ่งที่ว่างภายในอาคารสามารถรองรับรูปแบบกิจกรรมกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ได้จากเนื้อหาที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่าแนวทางในการออกแบบอาคารเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้โดยอาศัยการเสริมสร้างสภาวะน่าสบายที่มีความเหมาะสมต่อกระบวนการเรียนรู้นั้น สถาปนิกหรือผู้ออกแบบต้องมีความเข้าใจในอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง ทั้งนี้และทั้งนั้นก็เพื่อการออกแบบอาคารในเชิงบูรณาการที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการได้เป็นอย่างดี

ทั้งนี้ การประยุกต์แนวทางการออกแบบหลังจากงานสถาปัตยกรรมไทยไปสู่บริบทของอาคารเรียนในระดับอุดมศึกษา โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร อาทิ พื้นที่ย่านมัทรี จังหวัดนครสวรรค์ จะสามารถช่วยส่งเสริมให้อาคารมีความเหมาะสมทั้งในเชิงกายภาพและเชิงวัฒนธรรม อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Architecture) ซึ่งเป็นแนวโน้มสำคัญของงานสถาปัตยกรรมร่วมสมัย

6. แนวทางการออกแบบหน่วยการเรียนรู้เอนกประสงค์สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กในพื้นที่ทุรกันดาร ประเทศไทย

กิติคุณ เตชะวิเชียร, (2560) ได้ศึกษาแนวทางการออกแบบหน่วยการเรียนรู้เอนกประสงค์สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กในพื้นที่ทุรกันดาร ประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการออกแบบอาคารเรียนที่มีลักษณะยืดหยุ่นต่อการใช้งาน มีความเหมาะสมกับบริบททางภูมิศาสตร์ และสามารถรองรับการเรียนรู้ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร

การศึกษายังชี้ให้เห็นว่าการออกแบบพื้นที่เรียนรู้ในโรงเรียนขนาดเล็กควรให้ความสำคัญกับความสามารถในการใช้งานแบบเอนกประสงค์ โดยเน้นการออกแบบที่สามารถรองรับทั้งกิจกรรมการเรียนภายในและกิจกรรมชุมชนภายนอกได้ในอาคารเดียวกัน นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการใช้วัสดุท้องถิ่น การออกแบบให้เหมาะสมกับภูมิอากาศ และสามารถก่อสร้างได้ด้วยงบประมาณจำกัด

โดยเฉพาะในด้านการออกแบบหลังคา ผู้ออกแบบเลือกใช้ระบบหลังคาที่มีความลาดชันเหมาะสมเพื่อช่วยในการระบายน้ำและลดการสะสมความร้อน เช่น หลังคาทรงจั่ว หรือหลังคาเพิงหมาแหงนที่มีชายคายื่นยาว เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดและแสงแดด ขณะเดียวกันควรเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย และสามารถดูแลรักษาได้ในระยะยาว เช่น แผ่นเมทัลชีทชนิดสะท้อนความร้อน หรือวัสดุโปร่งแสงบางส่วนเพื่อให้แสงธรรมชาติเข้าถึงภายในอาคาร

จากแนวคิดในงานวิจัยนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาการออกแบบหลังคาอาคารเรียนในเขตการศึกษาอำเภอมัทรี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากบริบทของพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะกึ่งชนบทและอยู่ในเขตภูมิอากาศที่มีฝนตกชุกบางช่วงของปี จึงจำเป็นต้องมีระบบหลังคาที่มีประสิทธิภาพในการระบายน้ำ ทนต่อสภาพอากาศ และรองรับการใช้งานของผู้เรียนได้อย่างยืดหยุ่นและคุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจ

7. แนวทางการออกแบบอย่างมีส่วนร่วมของที่พักออาศัยสำหรับนักศึกษาในสถาบันการศึกษาส่วนภูมิภาค: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดลวิทยาเขตนครสวรรค์

กสิณ ประสิทธิ์โชค (2564) ได้ดำเนินการศึกษา แนวทางการออกแบบอย่างมีส่วนร่วมของที่พักออาศัยสำหรับนักศึกษาในสถาบันการศึกษาส่วนภูมิภาค: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดลวิทยาเขตนครสวรรค์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบอาคารที่พักออาศัยที่ตอบสนองต่อความต้องการของนักศึกษาในภูมิภาค ผ่านกระบวนการ “การออกแบบอย่างมีส่วนร่วม” (Participatory Design) ซึ่งเปิดโอกาสให้กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ และผู้เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการออกแบบ

งานวิจัยเน้นศึกษาสภาพแวดล้อมของพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ วิถีชีวิตของผู้ใช้งานจริง และข้อจำกัดทางกายภาพและงบประมาณของสถานศึกษาในต่างจังหวัด เพื่อนำไปสู่การออกแบบที่เหมาะสมในมิติของ การใช้สอยพื้นที่, สุขภาวะของผู้พักออาศัย, ความยืดหยุ่นของพื้นที่, และประสิทธิภาพด้านพลังงาน

องค์ประกอบหนึ่งที่ได้รับการให้ความสำคัญคือ “ระบบหลังคา” ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสบายทางอุณหภูมิ การระบายอากาศ และคุณภาพชีวิตของผู้พักอาศัย โดยผู้วิจัยแนะนำให้เลือกใช้หลังคาที่มีลักษณะลาดเอียงเหมาะสมกับสภาพอากาศ เช่น หลังคาทรงจั่วหรือทรงเพิงหมาแหงน เพื่อช่วยระบายน้ำฝนและรับลมธรรมชาติ นอกจากนี้ยังเน้นการออกแบบชายคาที่ยื่นยาวเพื่อป้องกันแดดและฝนสาด และการเลือกใช้วัสดุที่ระบายความร้อนได้ดี เช่น เมทัลชีทชนิดสะท้อนความร้อน หรือวัสดุฉนวนผสมฉนวน

แนวคิด ทฤษฎี A นำรูปแบบหลังคาแต่ละชนิดมาจัดกลุ่มว่ามีรูปแบบหลังคาไหนบ้าง แยกแยะว่ามีกี่ชนิด มีกี่รูปแบบ

แนวคิด ทฤษฎี B เมื่อได้แยกแยะรูปแบบหลังคาว่ามีกี่รูปแบบแล้ว ให้ทำการวิเคราะห์ว่ารูปแบบหลังคาไหนมีสภาพปัญหาบ้าง

แนวคิด ทฤษฎี C เมื่อวิเคราะห์ทราบว่ารูปแบบไหนมีสภาพปัญหา ให้ทำการวิเคราะห์ต่อว่าปัจจัยที่เกิดขึ้นเกิดจากสิ่งใดบ้าง ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยนกพิราบ

บทที่ 3

เกณฑ์และวิธีการดำเนินการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหารูปแบบหลังคาอาคารเรียนที่เหมาะสมกับพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ผู้วิเคราะห์ดำเนินการตามลำดับต่อไปนี้

- ขั้นตอนการดำเนินงาน
- กลุ่มตัวอย่าง
- เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- การเก็บรวบรวมข้อมูล
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
- การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ
- เทคนิคที่นำมาใช้การวิเคราะห์

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการดำเนินการวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ผู้วิเคราะห์ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดเรื่องที่จะทำการวิเคราะห์
2. ศึกษาข้อมูลเอกสารมาตรฐานงานก่อสร้าง แนวคิด ทฤษฎีด้านงานก่อสร้างงานวิเคราะห์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์
4. กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์
5. สร้างเครื่องมือในการสำรวจ และเก็บข้อมูล
6. สำรวจและเก็บข้อมูลของรูปแบบหลังคาอาคารเรียน
7. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิเคราะห์
8. เขียนรายงานการวิเคราะห์
9. จัดทำรูปเล่มผลงานเชิงวิเคราะห์ฉบับสมบูรณ์

กลุ่มตัวอย่าง

ในงานวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรีนี้ ได้เลือกอาคารเรียน จำนวน 11 อาคาร ดังนี้

1. อาคาร 1 สาขาวิชารัฐศาสตร์
2. อาคาร 2 สาขาวิชานิติศาสตร์
3. อาคาร 3 สาขาวิชาดนตรี
4. อาคาร 4 คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
5. อาคาร 5 สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

6. อาคาร 6 โรงงานแปรรูปอาหารและผลิตภัณฑ์
7. อาคาร 7 สาขาวิชาโลจิสติกส์
8. อาคาร 8 สาขาวิชาเทคโนโลยีการกีฬา
9. อาคาร 9 คณะครุศาสตร์
10. อาคาร 11 อาคารเรียนรวม
11. อาคาร 12 คณะวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิเคราะห์ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงเอกสารเชิงภาคสนาม และเชิงสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งด้านรูปแบบการออกแบบ เทคนิคทางวิศวกรรม และความคิดเห็นจากผู้ใช้งานจริง โดยเครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบบันทึกการสำรวจแบบสัมภาษณ์ และเอกสารแบบแปลนและรายงานการออกแบบ ได้สร้างขึ้นจากโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel เพื่อเก็บรวบรวมและใช้วิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ถ่ายภาพรูปแบบหลังคาปัจจุบันทั้ง 11 อาคารเรียน
2. วิเคราะห์เอกสาร แบบก่อสร้าง รูปแบบหลังคาอาคารเรียนไหนมีสภาพปัญหาที่พบบ่อย
3. วิเคราะห์เอกสารการของบประมาณประจำปีรูปแบบหลังคาอาคารเรียนที่มีสภาพปัญหามากจนต้องสำรวจและของบประมาณซ่อมอยู่เสมอ
4. เอกสารบันทึกแจ้งซ่อมรายปีเกี่ยวกับการซ่อมแซมปรับปรุงหลังคา
5. เอกสารการของบประมาณประจำปีเกี่ยวกับการซ่อมแซมปรับปรุงหลังคา

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิเคราะห์ได้ใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ

1. การแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution)
2. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ

นำรูปแบบหลังคาแต่ละชนิดมาจัดกลุ่มว่ามีรูปแบบหลังคาไหนบ้าง แยกแยะว่ามีกี่ชนิด มีกี่รูปแบบเมื่อได้แยกแยะรูปแบบหลังคาว่ามีกี่รูปแบบแล้ว ให้ทำการวิเคราะห์ว่ารูปแบบหลังคา แบบไหนมีสภาพปัญหาอย่างไรบ้าง

นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์และจากภาพถ่ายหน้างานจริงรูปแบบหลังคาอาคารเรียนมาวิเคราะห์ร่วมว่าเกิดปัญหาอย่างไรบ้าง

เมื่อวิเคราะห์ทราบแล้วว่ารูปแบบหลังคาแบบไหนมีสภาพปัญหาอย่างไร ให้ทำการวิเคราะห์ต่อว่าปัจจัยที่เกิดขึ้นเกิดจากสิ่งใดบ้าง ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยนกพิราบ

นำเสนอการวิเคราะห์โดยการจัดทำตารางดังนี้

1. ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาอาคารเรียน ว่ามีกี่แบบ กี่รูปทรง
2. ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาตามสภาพปัญหา

ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบต่าง ๆ มีสภาพปัญหาจากปัจจัยอะไรบ้าง ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาอื่น ๆ จากการถูกทำลายโดยนกพิราบ หรือไม่ว่าอะไรจากการสำรวจ

3. ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากจำนวนชั้น ของอาคารเรียน

ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบต่าง ๆ จำนวนชั้น ของอาคารเรียน มีสภาพปัญหาจากปัจจัยอะไรบ้าง ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยนกพิราบหรือไม่ว่าอะไรจากการสำรวจ

4. ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบต่าง ๆ สภาพตำแหน่ง ที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา ของอาคารเรียน มีสภาพปัญหาจากปัจจัยอะไรบ้าง ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยนกพิราบ หรือไม่ว่าอะไรจากการสำรวจ

5. ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จาก อายุการก่อสร้าง

ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบต่าง ๆ อายุการก่อสร้าง รูปแบบหลังคา ของอาคารเรียน มีสภาพปัญหาจากปัจจัยอะไรบ้าง ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยนกพิราบ หรือไม่ว่าอะไรจากการสำรวจ

6. ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการสร้างโครงหลังคาและวัสดุผนังหลังคา

ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 วัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการสร้างโครงหลังคาและวัสดุผนังหลังคารูปแบบหลังคา ของอาคารเรียน มีสภาพปัญหาจากปัจจัยอะไรบ้าง ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยนกพิราบ หรือไม่ว่าอะไรจากการสำรวจ

เทคนิคที่นำมาใช้การวิเคราะห์

เทคนิคการเปรียบเทียบรูปแบบโดยการจัดกลุ่มของรูปแบบหลังคา หาความคล้ายคลึงกันของรูปแบบหลังคา หาความแตกต่าง จะทำให้ทราบถึงรูปแบบหลังคาที่นักออกแบบนิยมรูปแบบหลังคา โดยผลจากการจัดทำตารางวิเคราะห์ต่าง ๆ 6 ตารางใหญ่ จะทำให้ได้ผลการวิเคราะห์แบบบูรณาการ ทั้งด้านรูปแบบที่เหมาะสม เพราะสามารถทราบถึงปัญหาได้จากตารางการวิเคราะห์ทราบถึงความสูงของอาคารมีผลต่อสภาพการชำรุดของหลังคาหรือไม่ สภาพที่ตั้งอาคารส่งผลต่อรูปแบบหลังคาอย่างไร ทั้งยังทิศทางการวางหน้าจั่วของหลังคาเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง อายุของอาคารเรียนที่ทำการก่อสร้างมาอย่างยาวนานนั้นส่งผลต่อการชำรุดมากน้อยแค่ไหนเมื่อเทียบกับรูปแบบหลังคาที่ปรากฏ ท้ายสุดตารางวิเคราะห์ที่เราได้จัดทำโดยใช้เทคนิควิเคราะห์เปรียบเทียบนี้จะส่งผลต่อรูปแบบ และวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสมแท้จริง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ผู้วิเคราะห์ได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสารแบบแปลน รายงานการออกแบบ โครงสร้าง แบบก่อสร้าง รูปแบบหลังคา งบประมาณ และการสัมภาษณ์ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูล คือ การแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปแบบการบรรยาย ตารางรายงานข้อมูล ตาม วัตถุประสงค์

ผลการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาอาคารเรียน ว่ามีกี่แบบ กี่รูปทรง

ผู้วิเคราะห์ได้รวบรวมข้อมูลและการสำรวจสภาพจริงของหลังคาอาคารเรียนภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์รูปแบบ หลังคาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารเรียน ผลการวิเคราะห์พบว่า อาคารเรียนมีการออกแบบหลังคา หลากหลายรูปแบบ ซึ่งผู้วิเคราะห์สามารถสรุปจำนวนแบบและรูปทรงหลังคาได้ ดังนี้





ผลการวิเคราะห์รูปแบบ รูปทรงหลังคาอาคารเรียน

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบหลังคาของอาคารเรียนในภายในมหาวิทยาลัย ราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี พบว่า อาคารเรียนในภายในมหาวิทยาลัยมี จำนวน 11 อาคาร ซึ่งแต่ละอาคารสามารถจำแนก รูปแบบ รูปทรงของหลังคาอาคารเรียนออกเป็น 5 รูปแบบ ซึ่งประกอบด้วย





1. หลังคาแบบทรงจั่ว
2. หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น
3. หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น
4. หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์
5. หลังคาแบบทรงอื่น ๆ หลังคาทรงเพิงหมาแหงน

ทั้งนี้ รูปแบบ รูปทรงของหลังคามีความแตกต่างกันทั้งในด้านการออกแบบทางสถาปัตยกรรมและ ลักษณะการใช้งานจริง โดยสามารถสรุปผลการจำแนกและจัดประเภทดังกล่าวได้ดัง ตารางที่ 4.1




ตารางที่ 4.1 รูปแบบและรูปทรงของหลังคาอาคารเรียน

อาคารที่	หลังคาแบบทรงจั่ว	หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น	หลังคาแบบทรงมโนลาซ้อนชั้น	หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์	หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน
1					
2					
3					
4					

ตารางที่ 4.1 รูปแบบและรูปทรงของหลังคาอาคารเรียน (ต่อ)

อาคารที่	หลังคาแบบทรงจั่ว	หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น	หลังคาแบบทรงมณีนีลาซ้อนชั้น	หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์	หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน
5					
6					
7					
8					

ตารางที่ 4.1 รูปแบบและรูปทรงของหลังคาอาคารเรียน (ต่อ)

อาคารที่	หลังคาแบบทรงจั่ว	หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น	หลังคาแบบทรงมโนลาซ้อนชั้น	หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์	หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน
9					
11					
12					
รวม	2	1	5	1	2

จากตารางที่ 4.1 พบว่าหลังคาอาคารเรียนทั้ง 11 อาคาร มีด้วยกัน 5 แบบ คือ หลังคาแบบทรงจั่ว หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์ และหลังคาแบบทรงเพิงหมาแหงน โดยหลังคาแต่ละแบบมีจำนวนดังนี้

1. หลังคาแบบทรงจั่ว จำนวน 2 อาคาร
2. หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น จำนวน 1 อาคาร
3. หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น จำนวน 5 อาคาร
4. หลังคาแบบทรงปั้นหยาซ้อนชั้น จำนวน 1 อาคาร
5. หลังคาแบบทรงเพิงหมาแหงน จำนวน 2 อาคาร

ตารางที่ 4.2 สรุปจำนวนแบบและรูปทรงหลังคาอาคารเรียน

หลังคา	อาคาร											รวม	ร้อยละ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		
แบบทรงจั่ว			✓			✓						2	18.18
แบบทรงจั่วซ้อนชั้น	✓											1	9.09
แบบทรงมนิลาซ้อนชั้น		✓		✓			✓		✓	✓		5	45.45
แบบทรงดอร์เมอร์					✓							1	9.09
เพิงหมาแหงน								✓			✓	2	18.18

จากตารางที่ 4.2 พบว่า หลังคาอาคารเรียน 11 อาคาร โดยหลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น มีจำนวนมากที่สุด คือ 5 อาคาร คิดเป็นร้อยละ 45.45 รองลงมาหลังคาแบบทรงจั่วและหลังคาแบบทรงเพิงหมาแหงน ที่มีจำนวนเท่ากันคือ 2 อาคาร คิดเป็นร้อยละ 18.18



ภาพที่ 4.1 หลังคาแบบทรงจั่ว



ภาพที่ 4.2 หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น



ภาพที่ 4.3 หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น



ภาพที่ 4.4 หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์



ภาพที่ 4.5 หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน

ผลการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาตามสภาพปัญหา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์สภาพปัญหาหลังคาอาคารเรียน พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถจำแนกออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลม ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงทำลายของวัตุระเบิด ปัญหาหลังคาชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ และปัญหาหลังคาอื่น ๆ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สรุปการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาตามสภาพปัญหา

สภาพปัญหา \ รูปแบบหลังคา	ทรงจั่ว	ทรงจั่ว ซ้อนชั้น	ทรงมนิลา ซ้อนชั้น	ทรง ดอร์เมอร์	ทรงเพิง หมาแหงน
1. รั่วซึม	✓	✓	✓	✓	✓
2. ชำรุดจากแรงลม	-	✓	✓	-	-
3. ชำรุดจากแรงทำลายวัตุ ระเบิด	✓	✓	✓	✓	✓
4. ชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ	✓	✓	✓	✓	✓
5. อื่น ๆ	-	✓	✓	✓	✓
รวม	3	5	5	4	4

หมายเหตุ - หมายถึง อาคารที่ไม่พบปัญหา

✓ หมายถึง อาคารที่พบปัญหา

จากตารางที่ 4.3 สามารถวิเคราะห์สรุปสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับหลังคาอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ดังนี้

1. หลังคาแบบทรงจั่ว พบปัญหาน้อยที่สุด จำนวน 3 ปัญหา ได้แก่

1) รั่วซึม 2) ชำรุดจากแรงทำลายวัตุระเบิด 3) ชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ

โดยไม่พบปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลม และปัญหาอื่น ๆ

2. หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์ และ หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน พบปัญหา รองลงมา จำนวน 4 ปัญหา ได้แก่ รั่วซึม ชำรุดจากแรงลม ชำรุดจากแรงทำลายวัตุระเบิด ชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ และปัญหาอื่น ๆ โดยไม่พบปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลม

3. หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น และ หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น พบปัญหามากที่สุด จำนวน 5 ปัญหา รั่วซึม ชำรุดจากแรงลม ชำรุดจากแรงทำลายวัตุระเบิด ชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ และปัญหาอื่น ๆ

ผลการวิเคราะห์รูปแบบหลังคาจากจำนวนชั้นของอาคารเรียน

ผู้วิเคราะห์ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ การออกแบบหลังคา รูปแบบหลังคา จำนวนชั้นของอาคาร โครงสร้างอาคาร การรับน้ำหนัก และสัดส่วนทางสถาปัตยกรรม ของอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ซึ่งผู้วิเคราะห์ได้จำแนกตามจำนวนชั้นของอาคารเรียน ซึ่งประกอบด้วยอาคารเรียนจำนวนทั้งสิ้น 11 อาคาร ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากจำนวนชั้นของอาคารเรียน

หลังคาแบบ จำนวนชั้น	ทรงจั่ว	ทรงจั่ว ซ้อนชั้น	ทรงมนิลา ซ้อนชั้น	ทรง ดอร์เมอร์	ทรงเพิงหมา แหงน	รวม (อาคาร)
1 ชั้น	(อาคาร 6)		(อาคาร 7)			2 อาคาร
2 ชั้น				(อาคาร 5)		1 อาคาร
3 ชั้น	(อาคาร 3)				(อาคาร 12)	2 อาคาร
4 ชั้น					(อาคาร 8)	1 อาคาร
5 ชั้น		(อาคาร 1)	(อาคาร 2, 4, 9)			4 อาคาร
6 ชั้น			(อาคาร 11)			1 อาคาร
รวม	2	1	5	1	2	11 อาคาร

จากตารางที่ 4.4 สามารถวิเคราะห์รูปแบบหลังคาจากจำนวนชั้น ของอาคารเรียนได้ดังนี้

1. หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น รูปแบบหลังคาที่พบมากที่สุด มีจำนวนชั้น ตั้งแต่ 1 ชั้น ถึง 6 ชั้น โดยเฉพาะอาคารเรียนที่มี 5 ชั้น พบมากถึง 3 อาคาร (อาคาร 2, 4 และ 9)
 2. หลังคาแบบทรงจั่ว พบจำนวน 2 อาคาร ได้แก่ อาคาร 3 (3 ชั้น) และอาคาร 6 (1 ชั้น)
 3. หลังคาแบบทรงเพิงหมาแหงน พบจำนวน 2 อาคาร ได้แก่ อาคาร 8 (4 ชั้น) และอาคาร 12 (3 ชั้น)
 4. หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น พบเพียง 1 อาคาร มีจำนวน 5 ชั้น
 5. หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์ ไม่ปรากฏในข้อมูลที่ให้มาในตารางนี้
- อาคารเรียน 5 ชั้น จำนวน 4 อาคาร เป็นจำนวนชั้นของอาคารเรียนมากที่สุด
 อาคารเรียน 3 ชั้น จำนวน 2 อาคาร เป็นจำนวนชั้นของอาคารเรียนรองลงมา
 อาคารเรียน 1 ชั้น จำนวน 2 อาคาร เป็นจำนวนชั้นของอาคารเรียนรองลงมา
 อาคารเรียน 2 ชั้น จำนวน 1 อาคาร/อาคารเรียน 3 ชั้น จำนวน 1 อาคาร/อาคารเรียน 4
 ชั้น จำนวน 1 อาคาร
 อาคารเรียน 6 ชั้น จำนวน 1 อาคาร

การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 (หลังคาแบบทรงจั่ว)

การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 (หลังคาแบบทรงจั่ว) จากการรวบรวมข้อมูลและสำรวจข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี พบว่า มีการใช้งานหลังคาแบบทรงจั่ว จำนวน 2 อาคาร ได้แก่ อาคาร 3 (3 ชั้น) และอาคาร 6 (1 ชั้น) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหลังคาทรงจั่วถูกเลือกใช้งานกับอาคารที่มีขนาดและจำนวนชั้นไม่สูงมาก โดยเฉพาะอาคารเรียนที่มีลักษณะเป็นแนวยาว หรือมีพื้นที่ใช้งานไม่ซับซ้อน ผู้วิเคราะห์ยังได้เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาของหลังคาแบบที่ 1 (หลังคาแบบทรงจั่ว) ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 (หลังคาแบบทรงจั่ว)

สภาพปัญหา	รายการ	หลังคาแบบทรงจั่ว
ปัญหาหลังคารั่วซึม	เกิดจากรูน้ำที่ติดไว้ผิดตำแหน่ง เกิดรูทำให้น้ำรั่ว	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 6) 1 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 3) 3 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลม	แรงลมทำให้กรอบสันจั่วหลังคาหลุดออกจากการยึด	<input type="checkbox"/> (อาคาร 6) 1 ชั้น <input type="checkbox"/> (อาคาร 3) 3 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงทำลายวัตถุระเบิด	อาคารสูง 4 ชั้นสันสะเทือนจากแรงทำลายวัตถุระเบิดอาจทำให้แผ่นหลังคาและนอตยึดเคลื่อนตัวได้	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 6) 1 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 3) 3 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ	ลูกยางรองนอตที่ยึดหลังคาเสื่อมสภาพซิลิโคนบริเวณหัวนอตสึกตัวหมดอายุ	<input type="checkbox"/> (อาคาร 6) 1 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 3) 3 ชั้น
ปัญหาหลังคาอื่น ๆ	นกพิราบเข้าพักอาศัย บริเวณช่องระบายอากาศและทำลายฝ้าเพดาน	<input type="checkbox"/> (อาคาร 6) 1 ชั้น <input type="checkbox"/> (อาคาร 3) 3 ชั้น

หมายเหตุ ☐ อาคารที่ไม่พบปัญหา
☒ อาคารที่พบปัญหา

จากตารางที่ 4.5 พบว่า รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 (หลังคาแบบทรงจั่ว) แม้จะมีข้อดีในด้านการระบายน้ำและการก่อสร้างที่ง่าย แต่ยังพบปัญหาในบางประเด็น ได้แก่

1. ปัญหาหลังคารั่วซึม
2. ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง
3. ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงทำลายวัตถุระเบิด
4. ปัญหาหลังคาชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ
5. ปัญหาหลังคาอื่น ๆ

ซึ่งอาคารที่พบปัญหา ได้แก่

1. อาคาร 6 หลังคาแบบทรงจั่ว 1 ชั้น มีปัญหาหลังคารั่วซึม
2. อาคาร 3 หลังคาแบบทรงจั่ว 3 ชั้น มีปัญหาหลังคารั่วซึม และ ปัญหาหลังคาชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ

หลังคาแบบทรงจั่ว 1 ชั้น พบปัญหาน้อยที่สุด

การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 (หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น)

จากการรวบรวมข้อมูลและสำรวจข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขต การศึกษาย่านมัทรี พบว่า มีการใช้งานหลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น จำนวน 1 อาคาร ได้แก่ อาคาร 1 (5 ชั้น) ซึ่งลักษณะเด่นของหลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้นคือ มีความสูงโปร่ง สามารถระบายความร้อน ออกจากตัวอาคารได้ดี เหมาะสำหรับอาคารขนาดใหญ่หรืออาคารที่ต้องการแสดงเอกลักษณ์ทาง รูปทรง ผู้วิเคราะห์ยังได้เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาของหลังคาแบบที่ 2 (หลังคาแบบทรงจั่วซ้อน ชั้น) ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 วิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 (หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น)

สภาพปัญหา	รายการ	หลังคา แบบทรงจั่วซ้อนชั้น
ปัญหาหลังคารั่วซึม	เกิดจากรูน้ำที่อุดไว้ผิดตำแหน่ง เกิดรูทำให้น้ำรั่ว	(อาคาร 1) 5 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลม	แรงลมทำให้ครอบสันจั่วหลังคาหลุดออกจากการยึด	(อาคาร 1) 5 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงทำลายวัตถุระเบิด	อาคารสูง 5 ชั้นสั่นสะเทือนจากแรงทำลายวัตถุระเบิดอาจทำให้แผ่นหลังคาและนอตยึดเคลื่อนตัวได้	(อาคาร 1) 5 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ	ครอบสันที่ยึดติดผนังหลุดทำให้น้ำเข้าไปในอาคารลงไปในฝ้าเพดานชั้นล่าง	(อาคาร 1) 5 ชั้น
ปัญหาหลังคาอื่น ๆ	นกพิราบเข้าพักอาศัย บริเวณช่องระบายอากาศ อยู่อาศัยบริเวณซ้อนชั้นหลังคา และเข้าไปทำลายฝ้าเพดาน	(อาคาร 1) 5 ชั้น

จากตารางที่ 4.6 พบว่า รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 (หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น) แม้จะมีข้อดีด้านการระบายอากาศและความงามเชิงสถาปัตยกรรม แต่จากกรณีศึกษาอาคารเรียนที่ใช้งานจริง พบว่ารูปแบบนี้มีแนวโน้มเกิดปัญหาครบทุกมิติ

การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น)

จากการรวบรวมข้อมูลและสำรวจข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขต การศึกษาย่านมัทรี พบว่า มีการใช้งานหลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น จำนวน 5 อาคาร ได้แก่ อาคาร 7 (1 ชั้น) อาคาร 2 อาคาร 4 และอาคาร 9 (5 ชั้น) อาคาร 11 (6 ชั้น) ซึ่งมีลักษณะเด่น คือการซ้อนชั้นหลายระดับช่วยระบายอากาศใต้หลังคาที่ดี ผู้วิเคราะห์ยังได้เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพ ปัญหาของหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น) ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 วิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น)

สภาพปัญหา	รายการ	หลังคา แบบทรงมนิลาซ้อนชั้น
ปัญหาหลังคารั่วซึม	เกิดจากรูน้ำที่อุดไว้ผิดตำแหน่ง เกิดรูทำให้น้ำรั่ว	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 7) 1 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 2, 4, 9) 5 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 11) 6 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจาก แรงลม	แรงลมทำให้กรอบสันจั่วหลังคาหลุดออกจากการยึด	<input type="checkbox"/> (อาคาร 7) 1 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 2, 4, 9) 5 ชั้น <input type="checkbox"/> (อาคาร 11) 6 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจาก แรงทำลายวัตุระเบิด	อาคารสูง สั่นสะเทือนจากแรงทำลายวัตุระเบิด อาจทำให้แผ่นหลังคาและนอตยึดเคลื่อนตัวได้	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 7) 1 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 2, 4, 9) 5 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 11) 6 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจาก วัสดุเสื่อมสภาพ	ลูกยางรองนอตที่ยึดหลังคาเสื่อมสภาพ ซิลิโคนบริเวณหัวนอตสึกตัวหมดอายุ เชิงชายชำรุดสึกหรอบริเวณช่วงซ้อนหลังคา	<input type="checkbox"/> (อาคาร 7) 1 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 2, 4, 9) 5 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 11) 6 ชั้น
ปัญหาหลังคาอื่น ๆ	นกพิราบเข้าพักอาศัย บริเวณช่องระบายอากาศ อยู่ อาศัยบริเวณซ้อนชั้นหลังคา และเข้าไปทำลายฝ้า เพดาน	<input type="checkbox"/> (อาคาร 7) 1 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 2, 4, 9) 5 ชั้น <input type="checkbox"/> (อาคาร 11) 6 ชั้น

หมายเหตุ ☐ อาคารที่ไม่พบปัญหา

☒ อาคารที่พบปัญหา

จากตารางที่ 4.7 พบว่า รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น) แม้จะมีข้อดีในด้านการระบายอากาศได้ดี แต่ยังมีพบปัญหาในหลายมิติ ได้แก่

1. อาคาร 5 ชั้น หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น พบปัญหาทุกปัญหา พบปัญหาทุกมิติ
2. อาคาร 6 ชั้น หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น หาปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงทำลายวัตุระเบิด และปัญหาหลังคาชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ
3. อาคาร 1 ชั้น หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น พบปัญหาปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงทำลายวัตุระเบิด ไม่พบปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลมที่ความสูงของอาคาร 1 ชั้น เนื่องจากมีแรงลมปะทะไม่มากเพราะมีความสูงของอาคารไม่มากนัก

การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 4 (หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์)

จากการรวบรวมข้อมูลและสำรวจข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี พบว่า มีการใช้งานหลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น จำนวน 1 อาคาร ได้แก่ อาคาร 5 (2 ชั้น) ซึ่งมีลักษณะเด่น คือการซ้อนชั้นหลายระดับช่วยระบายอากาศใต้หลังคาที่ดี ผู้วิเคราะห์ยังได้เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาของหลังคาแบบที่ 4 (หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 4 (หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์)

สภาพปัญหา	รายการ	หลังคา แบบทรงดอร์เมอร์
ปัญหาหลังคารั่วซึม	เกิดจากรูนอตที่ยึดไว้ผิดตำแหน่ง เกิดรูทำให้น้ำรั่ว น้ำไม่ระบายบริเวณรางน้ำตะเข้ราง	(อาคาร 5) 2 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจาก แรงลม	ไม่พบปัญหา	(อาคาร 5) 2 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจาก แรงทำลายวัตถุระเบิด	อาคาร สั่นสะเทือนจากแรงทำลายวัตถุระเบิดอาจ ทำให้แผ่นหลังคาและนอตยึดเคลื่อนตัวได้	(อาคาร 5) 2 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจาก วัสดุเสื่อมสภาพ	ลูกยางรองนอตที่ยึดหลังคาเสื่อมสภาพ ซิลิโคนบริเวณหัวนอตสึกตัวหมดอายุ เชิงชายชำรุดสึกหรอบริเวณช่วงซ้อนหลังคา	(อาคาร 5) 2 ชั้น
ปัญหาหลังคาอื่น ๆ	นกพิราบเข้าพักอาศัย บริเวณช่องระบายอากาศ อยู่ อาศัยบริเวณซ้อนชั้นหลังคา และเข้าไปทำลายฝ้า เพดาน	(อาคาร 5) 2 ชั้น

จากตารางที่ 4.8 สรุปได้ว่าหลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น ไม่พบปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลมที่ความสูงของอาคาร 2 ชั้น เนื่องจากหลังคาทรงดอร์เมอร์มีองศาหลังคาที่ลดการปะทะแรงลม และมีความสูงของอาคารไม่มากนัก

การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 5 (หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน)

จากการรวบรวมข้อมูลและสำรวจข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขต การศึกษาย่านมัทรี พบว่า มีการใช้งานหลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน จำนวน 2 อาคาร ได้แก่ อาคาร 8 (3 ชั้น) อาคาร 12 (3 ชั้น) หลังคามีลักษณะลาดเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง มีจุดเด่นคือ ความเรียบง่ายของโครงสร้าง ใช้วัสดุน้อยกว่าเมื่อเทียบกับหลังคาทรงอื่น และสามารถระบายน้ำฝนได้ดี ผู้วิเคราะห์ยังได้เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาของหลังคาแบบที่ 5 (หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน) ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 5 (หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน)

สภาพปัญหา	รายการ	หลังคา แบบทรงดอร์เมอร์
ปัญหาหลังคารั่วซึม	เกิดจากรูน้ำที่อุดไว้ผิดตำแหน่ง เกิดรูทำให้น้ำรั่วซึม ไม่ระบายบริเวณรางน้ำตะเข้ราง (อาคาร8) 3 ชั้น การออกแบบเว้นช่องว่างให้น้ำเข้ามาได้ (อาคาร12) 3 ชั้น	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 8) 3 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 12) 3 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลม	ครอบสันหลุดออกจากแรงลม(อาคาร8) 3 ชั้น	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 8) 3 ชั้น <input type="checkbox"/> (อาคาร 12) 3 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงทำลายวัตถุระเบิด	อาคาร สันสะท้อนจากแรงทำลายวัตถุระเบิดอาจทำให้แผ่นหลังคาและนอตยึดเคลื่อนตัวได้	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 8) 3 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 12) 3 ชั้น
ปัญหาหลังคาชำรุดจากวัสดุเสื่อมสภาพ	ลูกยางรองนอตที่ยึดหลังคาเสื่อมสภาพซีลีโคนบริเวณหัวนอตสึกตัวหมดอายุซีลีโคนรางน้ำหมดอายุ(อาคาร8) 3 ชั้น	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 8) 3 ชั้น <input type="checkbox"/> (อาคาร 12) 3 ชั้น
ปัญหาหลังคาอื่น ๆ	นกพิราบเข้าพักอาศัยบริเวณช่องรางระบายน้ำอยู่อาศัยบริเวณซอกชั้นหลังคาและเข้าไปทำลายฝ้าเพดาน (อาคาร8) 3ชั้น	<input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 8) 3 ชั้น <input checked="" type="checkbox"/> (อาคาร 12) 3 ชั้น

หมายเหตุ ☐ อาคารที่ไม่พบปัญหา

☒ อาคารที่พบปัญหา

จากตารางที่ 4.9 สรุปได้ว่าหลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น ไม่พบพบปัญหาหลังคาชำรุดจากแรงลมที่ความสูงของอาคาร 3 ชั้น (อาคาร12) เนื่องจากหลังคาหลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน มีองศาหลังคาที่ลดการปะทะแรงลม เพราะมีความสูงของดั่งไม่มากนัก และอาคาร 12 มีครอบคอนกรีตป้องกันไว้ทั้ง 3 ด้าน

วิเคราะห์รูปแบบหลังคาจากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคารทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี จำนวน 11 อาคาร แต่ละอาคารการวางผังในทิศทางที่แตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

ที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผัง	อาคาร											รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	
ทิศเหนือ	–	–	✓	–	–	–	✓	–	–	–	–	2
ทิศใต้	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	1
ทิศตะวันออก	–	–	–	–	✓	–	–	–	–	✓	–	2
ทิศตะวันตก	–	–	–	–	–	✓	–	✓	–	–	–	2
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	–	–	–	✓	–	–	–	–	–	–	–	1
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	✓	–	–	–	–	–	–	–	✓	–	–	2
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	–	✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1

หมายเหตุ ✓ อาคารที่หันไปตามทิศ

จากตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาจากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา พบว่า การวางอาคารจะวางอาคารหันหน้าไปตามแนวนอนหลักและวางตามของผังมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ส่งผลให้ทิศทางการวางผังของอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัยนั้นมีทิศทางที่แตกต่างกัน จึงทำให้ไม่พบอาคารที่วางผังรูปแบบหลังคาไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ผังบริเวณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี



ภาพที่ 4.6 แผนผังมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี

การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาจากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

ผู้วิเคราะห์รวบรวมข้อมูล รูปแบบหลังคาแบบต่าง ๆ สภาพตำแหน่ง ที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา ของอาคารเรียน และได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ก่อให้เกิดสภาพปัญหาต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 วิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
1	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบจั่วซ้อนชั้น กรอบสันจั่ว ทิศเหนือ-ใต้ หลุด หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว กรอบสันกลางหลังคาหมดอายุชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว
2	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น กรอบสันจั่ว ทิศใต้ หลุด หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว ช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศมีนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว

ตารางที่ 4.11 วิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา (ต่อ)

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
3		✓			หลังคาแบบทรงจั่ว ทิศใต้ ได้รับแรงลมพัดทำให้ได้รับผลจากฝน
4	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น ครอบสันจั่วทิศเหนือ-ใต้ หลุด หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว ช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศมีนกพิราบเข้าไปพักอาศัย ขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว
5		✓		✓	หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์ ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาที่มีมุข หลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว ลูกยางสกรูยึดหมดยุ
6		✓			หลังคาแบบทรงจั่ว ทิศใต้ ได้รับแรงลมพัดทำให้ได้รับผลจากฝน มีร่องรอยจากการสั่นสะเทือนจากการทำลายวัตถุระเบิดหลังคารั่ว
7	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว ช่วงซ้อนชั้นหลังคามีนกพิราบเข้าไปพักอาศัย ขับถ่ายลงบนหลังคาช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่วหลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว วัสดุเสื่อมสภาพบริเวณครอบสัน ปัญหาโครงสร้างอาคารโดยรวมได้ เช่น การมุงหลังคาลาดชันไม่ได้ระดับ หรือมุงไม่สนิท ทำให้น้ำฝนเข้าไปใต้แผ่นกระเบื้อง ฯลฯ
8	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน รางน้ำรั่วทางทิศเหนือเนื่องจากวัสดุต่อแผ่นรางน้ำหมดยุ หลังคาเปิดโล่งลมพัดพาน้ำฝนเข้าได้ทุกทิศทาง ครอบสันทิศตะวันตกหลุดจากการแรงลมและวัสดุเสื่อมสภาพ

ตารางที่ 4.11 วิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา (ต่อ)

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
9		✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น ครอบสันจั่วทิศเหนือ-ใต้ หลุด หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว ช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศมีนกพิราบเข้าไปพักอาศัย ขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว
11		✓		✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว ช่วงซ้อนชั้นหลังคามีนกพิราบเข้าไปพักอาศัย ขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว
12		✓			หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน เกิดการรั่วจากจุดที่ไม่มีหลังคาคลุม น้ำขังลงพื้นดาดฟ้าแล้วซึมลงผ้าเพดาน
รวม	5	11	6	8	

หมายเหตุ ✓ ทิศที่อาคารพบปัญหาการชำรุด

จากตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

1. หลังคาทิศใต้เกิดการชำรุดมากที่สุด เพราะเป็นทิศทางที่ได้รับแรงลมและฝนประจำถิ่นแรงลมทำให้พัดครอบสันหลังคาชำรุดออกได้และหลังคาทิศใต้ต้องปะทะแรงลมและฝนมากกว่าทิศอื่น
2. หลังคาทิศตะวันตกเกิดการชำรุดรองลงมา เพราะเป็นทิศทางที่ได้รับแรงลมและฝนประจำถิ่น รวมถึงแดดที่แรงในช่วงตอนบ่าย มีผลต่อการสึกหรอของลูกยางรองน็อต สกรู ยึดหลังคา
3. หลังคาทิศตะวันออกเกิดการชำรุด เนื่องจากได้รับแรงปะทะจากแรงลมประจำถิ่นไม่มากเท่าทิศใต้และทิศตะวันตก ส่วนใหญ่พบในรูปแบบหลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้นช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศมีนกพิราบเข้าไปพักอาศัย ขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว
4. หลังคาทิศเหนือเกิดการชำรุดน้อยที่สุด เนื่องจากได้รับแรงปะทะจากแรงลมประจำถิ่นไม่มากเท่าทิศใต้และทิศตะวันตกส่วนใหญ่พบในรูปแบบหลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้นช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศมีนกพิราบเข้าไปพักอาศัย ขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจาก

หลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว ส่วนหลังคาอาคาร 8 รางน้ำรั่วทางทิศเหนือ เนื่องจากวัสดุต่อแผ่นรางน้ำหมดอายุ

5. หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้นมีการชำรุดมากที่สุดทุกทิศทาง หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั่ว ช่วงซ้อนชั้นหลังคามีนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่วหลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 (ทรงจั่ว) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
3		✓			หลังคาแบบทรงจั่ว ทิศใต้ได้รับแรงลมพัดทำให้ได้รับผลกระทบจากฝน
6		✓			

หมายเหตุ ✓ ทิศที่อาคารพบปัญหาการชำรุด

จากตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 (ทรงจั่ว) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

1. อาคาร 3 การวางแผนหลังคาหันหน้าไปทางทิศเหนือ วางหน้าจั่วด้านสกัดไปทางทิศตะวันออกกับทิศตะวันตก หลังคาแบบทรงจั่ว ทิศใต้ ได้รับแรงลมพัดทำให้ได้รับผลกระทบจากฝน
2. อาคาร 6 การวางแผนหลังคาหันหน้าไปทางทิศเหนือ วางหน้าจั่วด้านสกัดไปทางทิศตะวันออกกับทิศตะวันตก หลังคาแบบทรงจั่วทิศใต้ ได้รับแรงลมพัดทำให้ได้รับผลกระทบจากฝน

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 (หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
1	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบจั่วซ้อนชั้น ครอบสันจั่วทิศเหนือ-ใต้ หลุดหลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั่วครอบสันกลางหลังคาหมดอายุชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว

หมายเหตุ ✓ ทิศที่อาคารพบปัญหาการชำรุด

จากตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 (หลังคาแบบทรงจั่วซ้อนชั้น) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

อาคาร 1 การวางแผนหลังคาเป็นตัวย่อหันหน้าจั่วไปทางทิศเหนือ และทิศตะวันตก มีทางเข้าอาคารหันหน้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ หลังคาแบบจั่วซ้อนชั้น ครอบสันจั่ว ทิศเหนือ-ใต้ หลุด หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว ครอบสันกลางหลังคาหมดอายุชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
2	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น ครอบสันจั่วทิศใต้หลุดหลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้วช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงไปในผ้าเพดานช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่วหลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว
4	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น ครอบสันจั่วทิศเหนือ-ใต้หลุดหลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้วช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศมีนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงไปในผ้าเพดานช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่วหลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว
7	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้วช่วงซ้อนชั้นหลังคามีนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงบนหลังคา ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่วหลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ววัสดุเสื่อมสภาพบริเวณครอบสันปัญหาโครงสร้างอาคารโดยรวมได้เช่น การมุงหลังคาลาดชันไม่ได้ระดับหรือมุงไม่สนิททำให้น้ำฝนเข้าไปใต้แผ่นกระเบื้อง ฯลฯ

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น) จากสภาพ
ตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา (ต่อ)

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
9		✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น กรอบสันจั่วทิศเหนือ-ใต้หลุดหลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้วช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศมีนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงไปในผ้าเพดานช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่วหลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว
11		✓		✓	หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้วช่วงซ้อนชั้นหลังคามีนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่วหลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว

หมายเหตุ ✓ ทิศที่อาคารพบปัญหาการชำรุด

จากตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 (หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

1. หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้นส่วนใหญ่จะได้รับผลกระทบชำรุด ทุกทิศทางเนื่องจากมีช่องระบายอากาศซ้อนชั้น และจุดเชื่อมต่อลดชั้น หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น กรอบสันจั่ว ทิศเหนือ-ใต้ หลุด หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว ช่วงซ้อนชั้นหลังคาร่องระบายอากาศมีนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว

2. หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น หน้าจั่วปิดทึบ และไม่มีช่องระบายอากาศ (อาคาร 11) เกิดปัญหาน้อยกว่า หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้นชนิดมีช่องระบายอากาศ (อาคาร 2 /อาคาร 4/อาคาร 9) หลังคาซ้อนชั้นบริเวณช่วงรอยต่อรั้ว ช่วงซ้อนชั้นหลังคามีนกพิราบเข้าไปพักอาศัยขับถ่ายลงไปในผ้าเพดาน ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่ว

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 4 (หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
5		✓		✓	หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์ ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาที่มีมุข หลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัด ทำให้รั่ว ลูกยางสกรูน็อตหมดอายุ

หมายเหตุ ✓ ทิศที่อาคารพบปัญหาการชำรุด

จากตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 4 (หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

หลังคาแบบทรงดอร์เมอร์ ช่วงตะเข้รางรับน้ำจากหลังคาที่มีมุขหลังคาเกิดการรั่ว หลังคาชำรุดจากแรงลมพัดทำให้รั่วทิศใต้ ลูกยางสกรูน็อตหมดอายุ หากไม่มีมุขหลังคาปัญหาหลังคาที่ตะเข้รางจะไม่เกิดขึ้นอันเกิดจากรอยต่อ การวางแนวหลังคาอาคารไปทางทิศตะวันออก ตะวันตก แนวรั่วทิศใต้ เพราะมีมุขและมีตะเข้รางทางทิศใต้

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 5 (หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา

อาคาร	ทิศ				ปัญหาการชำรุด
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
8	✓	✓	✓	✓	หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน รางน้ำรั่วทางทิศเหนือเนื่องจากวัสดุต่อแผ่นรางน้ำหมดอายุหลังคาเปิดโล่งลมพัดพาน้ำฝนเข้าได้ทุกทิศทาง ครอบสันทิศตะวันตกหลุดจากการแรงลมและวัสดุเสื่อมสภาพ รวมถึงการเข้ามาพักอาศัยของนกพิราบที่เข้ามาได้ทุกทิศทาง
12		✓			หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน เกิดการรั่วจากจุดที่ไม่มีหลังคาคลุมน้ำซังลงพื้นคาดฟ้าแล้วซึมลงฝ้าเพดาน

หมายเหตุ ✓ ทิศที่อาคารพบปัญหาการชำรุด

จากตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบที่ 5 (หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน) จากสภาพตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางผังรูปแบบหลังคา สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน อาคาร 8 รางน้ำรั่วทางทิศเหนือเนื่องจากวัสดุต่อแผ่นรางน้ำหมดอายุ หลังคาเปิดโล่งลมพัดพาน้ำฝนเข้าได้ทุกทิศทาง ครอบสันทิศตะวันตกหลุดจากการแรงลมและวัสดุเสื่อมสภาพ เป็นการออกแบบหลังคาที่ไม่เหมาะสม ถึงแม้จะมีการระบายอากาศที่ดีแต่มีปัญหาและผลกระทบอื่น ๆ ตามมาอีกมากมายรวมถึงการเข้ามาพักอาศัยของนกพิราบที่เข้ามาได้ทุกทิศทาง
2. หลังคาแบบทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน อาคาร 12 เนื่องจากมีผนังทึบปิดล้อมทั้ง 3 ด้าน ทำให้เกิดการขังร้อนน้อย และเกิดการรั่วจากจุดที่ไม่มีหลังคาคลุม น้ำขังลงพื้นดาดฟ้าแล้วซึมลงฝ้าเพดาน

ตารางวิเคราะห์รูปแบบหลังคา จาก อายุการก่อสร้าง

การวิเคราะห์รูปแบบหลังคาแบบต่าง ๆ อายุการก่อสร้าง รูปแบบหลังคา ของอาคารเรียน มีสภาพปัญหาจากปัจจัยอะไรบ้างปัญหาหลังคารั่วซึม ปัญหาหลังคาถูกแรงลมพัดจนหลุดร่วง ปัญหาจากการถูกทำลายโดยนกพิราบ หรือไม่อย่างไรจากการสำรวจ

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคา อายุการก่อสร้าง ปีที่ซ่อม ปัญหาที่เกิด

อาคาร	รูปแบบหลังคา	ปีที่ก่อสร้าง	อายุอาคาร	ปีที่ซ่อมหลังคา	หมายเหตุ
1	หลังคาแบบที่ 2 ทรงจั่วซ้อนชั้น	เริ่มสร้าง 29/6/2550 สร้างเสร็จ 25/1/2552	16 ปี	2566 2567	- ซ่อมแซมเปลี่ยนครอบสันหลังคา กลาง ครอบสันจั่ว ปิดช่องระบายอากาศหน้าจั่ว - ซ่อมสันหลังคากลาง ทาน้ำยากันซึมบริเวณดาดฟ้าที่วางถังน้ำ
2	หลังคาแบบที่ 3 ทรงมโนลาซ้อนชั้น	เริ่มสร้าง 28/3/2551 สร้างเสร็จ 29/10/2552 อายุใช้งาน	16 ปี	2565 2566 2567	- นำรางรับน้ำเชิงชายออกเนื่องจากมีนกพิราบไปอยู่อาศัยและทำให้อุดตันระบายน้ำฝนไม่ได้ - ซ่อมแซมเปลี่ยนครอบสันจั่ว ปิดช่องระบายอากาศทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก เปลี่ยนแผ่นหลังคาทิศตะวันออก - ซ่อมแซมเปลี่ยนแผ่นหลังคา ทาน้ำยากันซึมบริเวณดาดฟ้าที่วางถังน้ำ

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคา อายุการก่อสร้าง ปีที่ซ่อม ปัญหาที่เกิด (ต่อ)

อาคาร	รูปแบบหลังคา	ปีที่ก่อสร้าง	อายุอาคาร	ปีที่ซ่อมหลังคา	หมายเหตุ
3	หลังคาแบบที่ 1 ทรงจั่ว	เริ่มสร้าง 28/3/2546 สร้างเสร็จ 28/1/2547	21 ปี	2558	- ซ่อมแซมเปลี่ยน ครอบสันจั่ว เปลี่ยนแผ่นหลังคาทิศเหนือได้
4	หลังคาแบบที่ 3 ทรงมนิลาซ้อนชั้น	เริ่มสร้าง 29/9/2549 สร้างเสร็จ 30/4/2551	17 ปี	2566	- นำรางรับน้ำเชิงชายออกเนื่องจากมี นกพิราบไปอยู่อาศัยและทำให้อุดตัน ระบายน้ำฝนไม่ได้
5	หลังคาแบบที่ 4 ทรงดอร์เมอร์	เริ่มสร้าง 29/12/2548 สร้างเสร็จ 29/11/2549	19 ปี	2566	- ซ่อมแซมรางน้ำตะเข้รางให้สอดเข้า ไปให้ลึกขึ้นกันน้ำไหลย้อน ทำการ เปลี่ยนแผ่นหลังคา
6	หลังคาแบบที่ 1 ทรงจั่ว	เริ่มสร้าง 12/9/2549 สร้างเสร็จ 14/8/2550	18 ปี	2565	- ซ่อมแซมทำการเปลี่ยนแผ่นหลังคา ใหม่หมดทั้งหลัง
7	หลังคาแบบทรง แบบที่ 3 มนิลา ซ้อนชั้น	เริ่มสร้าง 10/7/2552 สร้างเสร็จ 7/2/2553	15 ปี	2561 2567	- ซ่อมแซมตะเข้สันโดยใช้คอนกรีต เข้าทำการอุด - ซ่อมแซมเปลี่ยนแผ่นกระเบื้อง หลังคาที่ขยับเลื่อนจากกระแนงทำการใส่ ครอบสันกระเบื้องใหม่พร้อมวัสดุกันซึม แทนครอบสันตะเข้ที่ชำรุด ทำการยิง ซิลิโคนในจุดรอยต่อกระเบื้อง
8	หลังคาแบบที่ 5 ทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมา แหงน	เริ่มสร้าง 18/6/2552 สร้างเสร็จ 14/10/2553	15 ปี	2565 2567	- ซ่อมแซมรางน้ำโดยการเปลี่ยนราง น้ำใหม่ยิงซิลิโคนกันน้ำไหลย้อน - ซ่อมแซมหลังคาทำการเปลี่ยน แผ่น หลังคาทิศตะวันตกเฉียงใต้และทำการ ติดตั้งครอบสันแผ่นหลังคาใหม่
9	หลังคาแบบที่ 3 ทรงมนิลาซ้อนชั้น	เริ่มสร้าง 29/8/2554 สร้างเสร็จ 27/3/2556	12 ปี	2565 2567	- ซ่อมแซมปิดช่องระบายอากาศหน้า จั่วทิศเหนือและทิศตะวันตก - ซ่อมแซมหลังคาทำการเปลี่ยนแผ่น หลังคาจัดทำโครงหลังคาคลุมบริเวณ ดาดฟ้าที่วางถังน้ำ ทาน้ำยากันซึม

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคา อายุการก่อสร้าง ปีที่ซ่อม ปัญหาที่เกิด (ต่อ)

อาคาร	รูปแบบหลังคา	ปีที่ก่อสร้าง	อายุอาคาร	ปีที่ซ่อมหลังคา	หมายเหตุ
11	หลังคาแบบที่ 3 ทรงมนิลาซ้อนชั้น	เริ่มสร้าง 26/9/2557 สร้างเสร็จ 15/6/2560	8 ปี	2566	- ซ่อมแซมโดยการยิงซิลิโคนในจุดรอยต่อกระเบื้องที่รั่ว
				2567	- ซ่อมแซมโดยการยิงซิลิโคนในจุดรอยต่อกระเบื้องที่รั่ว
12	หลังคาแบบที่ 5 ทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมา แหงน	เริ่มสร้าง 6/2/2561 สร้างเสร็จ 24/3/2562	6 ปี	2566	- ซ่อมแซมโดยจัดทำโครงหลังคาคลุมบริเวณคาดฟ้าทนายักษ์กันซึม

จากตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์รูปแบบหลังคา อายุการก่อสร้าง ปีที่ซ่อม ปัญหาที่พบกับอาคารเรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ทั้ง 11 อาคาร ผลจากการวิเคราะห์พบว่า รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 ทรงจั่วซ้อนชั้น จำนวน 1 อาคาร (อาคาร 1) รูปแบบหลังคาแบบที่ 3 ทรงมนิลาซ้อนชั้น จำนวน 5 อาคาร (อาคาร 2 อาคาร 4 อาคาร 7 อาคาร 9 และอาคาร 11) และหลังคาแบบที่ 5 ทรงอื่น ๆ ทรงแบบเพิงหมาแหงน จำนวน 2 อาคาร (อาคาร 8 และอาคาร 12) พบปัญหารั่วซึมมาก และต้องจัดสรรงบประมาณในการซ่อมอยู่เสมอ ซึ่งเกิดจากสภาพปัญหาหลังคาที่มีการซ้อนชั้นทำให้เกิดการรั่วของหลังคา รวมถึงระยะเวลาในการก่อสร้างหลังคา ที่มีระยะเวลาการใช้งานตั้งแต่ 6 - 17 ปี ขึ้นไปมักจะพบปัญหาการรั่วซึม

หลังคาที่ใช้วัสดุผนังแผ่นเหล็กรีดลอน (เมทัลชีท) เริ่มพบปัญหาการรั่วซึมตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (อาคาร 12)

หลังคาที่ใช้วัสดุผนังเป็นกระเบื้องหลังคาแผ่นเรียบเริ่มพบปัญหาการรั่วซึมตั้งแต่ 7 ปีขึ้นไป (อาคาร 7 และอาคาร 11)

หลังคาทรงจั่วเดิมใช้กระเบื้องลอนคู่ผนังหลังคาเริ่มพบปัญหาการรั่วซึมตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป (อาคาร 3 และอาคาร 6)

สรุปผลจากการวิเคราะห์หลังคาแบบที่ 1 ทรงจั่ว มีความทนทานกว่าหลังคาแบบอื่นเมื่อเทียบระยะเวลาการใช้งานที่เท่ากัน

บทที่ 5

สรุป และ ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบหลังคาอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาอำเภอมโนรมย์ ซึ่งเป็นอาคารเรียนจำนวน 11 หลังที่ก่อสร้างระหว่างปี พ.ศ. 2547 – 2561 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบหลังคาที่ใช้จริง วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของแต่ละแบบ รวมถึงศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน และประเมินความเหมาะสมเชิงพื้นที่ของการออกแบบหลังคาในบริบทดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์พบว่า อาคารเรียนในพื้นที่มีการใช้รูปแบบหลังคาหลากหลายประเภท ได้แก่ หลังคาทรงจั่ว (Gable Roof), หลังคาทรงจั่วซ้อนชั้น, หลังคาทรงมนิลาซ้อนชั้น (Hip-Gable Roof), หลังคาทรงดอร์เมอร์ (Dormer Roof) และหลังคาแบบเพิงหมาแหงน (Lean-to Roof) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการออกแบบให้สอดคล้องกับฟังก์ชันของอาคารและสภาพแวดล้อม แต่ในขณะเดียวกันก็สะท้อนถึงความหลากหลายที่อาจขาดการบูรณาการภาพรวมในเชิงกลยุทธ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่ารูปแบบหลังคาที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุดคือ **หลังคาทรงจั่ว** ซึ่งมีข้อดีในด้านการระบายน้ำฝนได้ดี ระบายอากาศได้ง่าย โครงสร้างไม่ซับซ้อน และก่อสร้างได้รวดเร็ว อย่างไรก็ตาม แม้จะเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศเขตร้อนของประเทศไทย แต่กลับพบว่ามีปัญหาจากการใช้งานจริง โดยเฉพาะในส่วนของ **รอยต่อบริเวณสันหลังคาและจั่ว** ที่เป็นจุดเสี่ยงต่อการรั่วซึม รวมถึงการรับแรงลมที่ปะทะด้านหน้าของอาคารในบางทิศทาง ทำให้วัสดุหลังคาบางส่วนเกิดการชำรุดหรือหลุดร่วง และความเสียหายจากสัตว์ปีก

ขณะเดียวกัน หลังคาแบบทรงมนิลาซ้อนชั้น เป็นรูปแบบหลังคาที่พบมากที่สุด แม้จะมีความสวยงามและเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศ แต่กลับมีความซับซ้อนด้านโครงสร้าง และมีรอยต่อมาก ส่งผลต่อความเสี่ยงในการรั่วซึม หากขาดการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งยังต้องใช้งบประมาณและวัสดุมากกว่ารูปแบบหลังคาทั่วไป จึงอาจไม่เหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจหากนำมาใช้เป็นรูปแบบมาตรฐานในอาคารเรียนทั่วไป

นอกจากนี้ การวางผังอาคารและทิศทางของหลังคามีผลโดยตรงต่อการรับลมและแสงแดด เช่น อาคารที่หันด้านจั่วไปทางทิศใต้หรือทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะต้องเผชิญกับแสงแดดและลมประจำฤดู ทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในอาคาร และเสี่ยงต่อการหลุดของวัสดุหลังคาในฤดูมรสุม ซึ่งปัญหานี้สามารถลดลงได้หากมีการออกแบบทิศทางอาคารอย่างสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ และมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนหรือช่องระบายอากาศอย่างมีระบบ

การออกแบบหลังคาอาคารเรียนในเขตการศึกษาอำเภอมโนรมย์นั้น แม้จะมีการใช้รูปแบบหลากหลายและมีความพยายามในการปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง แต่ยังพบข้อจำกัดหลายประการที่ควรนำไปสู่การปรับปรุงแนวทางการออกแบบในอนาคต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน ความปลอดภัย และความคุ้มค่าในการลงทุนระยะยาว

ทั้งนี้ยังพบว่ารูปแบบหลังคาบางประเภทแม้จะมีความสวยงามและรองรับฟังก์ชันการใช้งานที่ดี เช่น หลังคาซ้อนชั้น หรือดอร์เมอร์ แต่มีความซับซ้อนด้านโครงสร้าง ใช้วัสดุและงบประมาณมาก และเสี่ยงต่อการชำรุดหากขาดการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ยังพบว่า ทิศทางของอาคาร และการวางผังอาคาร มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของหลังคา ทั้งในด้านการรับแสง ลม ฝน และการระบายอากาศ โดยเฉพาะอาคารที่หันหน้าจั่วรับแดดหรือฝนโดยตรง จะเผชิญปัญหาเกี่ยวกับความร้อนสะสมและการชำรุดของโครงหลังคาเร็วกว่าปกติ ซึ่งมีหลายปัจจัยที่เป็นสาเหตุสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ผสมผสานหลายแบบเกินไป

ปกติเราจะพบหลังคาได้ใน 6 รูปแบบ คือ แบบจั่ว แบบมนิลา แบบปั้นหย้า แบบเพิงแหงน แบบแบน และแบบโค้ง การออกแบบ ที่ใช้หลังคา หลายรูปแบบ ผสมอยู่รวมกัน มากเกินไป อาจเพิ่มความน่าสนใจ ให้กับอาคารได้ก็จริง แต่มันก็เป็นการ เพิ่มรอยต่อ ระหว่างโครงสร้าง ของหลังคา ให้เพิ่มมากขึ้น ตามไปด้วย ซึ่งรอยต่อ โครงสร้างหลังคา พวกนี้เองที่มักจะ เป็นสาเหตุ ที่ทำให้เกิดน้ำรั่วได้ง่าย

2. เลือกใช้หลังคาแบน

หลังคาทุกรูป แบบมีโอกาสรั่วซึม แต่หลังคาแบน (Flat Slab) นั้นมีโอกาสรั่วมากที่สุด ถ้าต้องการ ใช้หลังคารูปแบบนี้ ก็ควรต้องให้ความสนใจ เป็นพิเศษในบางจุด เช่น รอยต่อระหว่าง ผนังหลังคา และคาน ถ้าหล่อคอนกรีต ผิดวิธีอาจทำให้เกิดรอยร้าว และรั่วซึมได้ นอกจากนี้ การเจาะท่อระบายน้ำ และท่อแอร์ ก็อาจทำให้เกิด ปัญหารั่วซึม ได้เช่นกัน

3. องศาความชัน

เนื้อหาหลังคา ที่มีความชันน้อยเกินไป หรือการออกแบบ ความชันไม่เหมาะสม สมกับชนิดของกระเบื้อง มุงหลังคา มักทำให้เกิดการรั่วซึม จากแรงลมที่พัด เอาฝนสาดเข้ามา ที่หลังคาได้ และด้วยความชันที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้การระบายน้ำ และการป้องกัน การรั่วซึม นั้นบกพร่องตามไปด้วย หลังคาปกติ จะมีความลาดชัน 30-45 องศา หากเลือกใช้กระเบื้องโมเนียร์ (Monier Roof Tiles) ต้องมุงให้มีความชัน ไม่น้อยกว่า 17-18 องศา

4. โครงสร้างไม่แข็งแรง

การเลือกใช้ โครงสร้างหลังคา ที่ไม่ได้มาตรฐาน มีโอกาสทำให้เกิด ปัญหาหลังคาแอ่นตัวได้ จะทำให้กระเบื้องเคลื่อนตัว ตามมาด้วยปัญหาการรั่วซึม และต้องมาซ่อมแซม โครงสร้างก่อนเวลาอันควร

5. จุดรอยต่อรอยแยก

ส่วนประกอบ ที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก มีรอยแยก จากการไม่ได้หล่อ และเสริมเหล็กให้แข็งแรง ได้มาตรฐาน เช่น ปีกนก และคียบูน ซึ่งนอกจาก จะต้องมีการเสริม เพื่อช่วยดึงแล้ว การหล่อคอนกรีต ที่ไม่ได้มาตรฐาน จะช่วยลดความเสี่ยง เรื่องรอยร้าว และปัญหารั่วซึมได้และเมื่อเรารู้สาเหตุ การออกแบบ ที่อาจจะทำให้ เกิดปัญหา การรั่วซึม จากหลังคา เหล่านี้ไปแล้ว ในครั้งหน้า เมื่อเรา ต้องออกแบบ หลังคาบ้านพักอาศัย ของตนเอง เราก็ควรจะรอบคอบ และหมั่นตรวจสอบ การก่อสร้าง หลังคาบ้านของเรา เพื่อป้องกัน ปัญหา ที่อาจจะเกิดตามมา ได้นั่นเอง

ประเภทของหลังคาอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี

ในปัจจุบันอาคารเรียนในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี ส่วนใหญ่ได้เลือกใช้วัสดุหลังคาประเภทเมทัลชีท เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างหลังคา ซึ่งจากข้อมูลสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ประโยชน์ของการใช้หลังคาเมทัลชีท

1.1 ด้านประสิทธิภาพและคุณสมบัติของวัสดุ

น้ำหนักเบา หลังคาเมทัลชีทมีน้ำหนักเบากว่าวัสดุหลังคาแบบดั้งเดิม เช่น กระเบื้องลอนคู่หรือซีเมนต์ ทำให้ลดภาระโครงสร้าง ลดขนาดเสาและคานได้

ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว เหมาะกับการก่อสร้างที่ต้องการความรวดเร็ว โดยเฉพาะอาคารเรียนหรืออาคารใช้สอยที่มีหลายยูนิต

กันน้ำดี แผ่นเมทัลชีทมีลักษณะเป็นแผ่นยาวต่อเนื่อง ไม่ซึมน้ำเหมือนกระเบื้องที่มีรอยต่อ

ทนต่อสภาพอากาศ ทนแดด ฝน ความชื้นสูง ซึ่งสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลางตอนบน

1.2 ด้านการบำรุงรักษาและต้นทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบหลังคาแบบอื่น เช่น หลังคากระเบื้องที่ต้องมีโครงสร้างซับซ้อน

ดูแลรักษาง่าย ไม่เปราะแตกง่ายเหมือนกระเบื้อง และสามารถล้างทำความสะอาดหรือลงสีเพิ่มเติมได้ในระยะยาว

อายุการใช้งานยาวนาน โดยเฉพาะเมื่อเคลือบกันสนิม เช่น แบบ Galvalume หรือเคลือบสีพิเศษ

1.3 ด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม

เข้ากับสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ หลังคาเมทัลชีทสามารถขึ้นรูปตามแนวลาดเอียง โค้ง หรือแนวระนาบเรียบ จึงตอบโจทย์การออกแบบอาคารที่เน้นความเรียบง่าย ทันสมัย

สีสันทันและผิวสัมผัสหลากหลาย สามารถเลือกสีให้กลมกลืนกับภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยได้

1.4 ด้านการใช้งาน

เหมาะสมกับอาคารเรียนหรืออาคารสำนักงานที่มีการใช้งานต่อเนื่อง ไม่ต้องปิดปรับปรุงบ่อยครั้ง

รองรับการขยายตัวของพื้นที่ได้ง่าย เมื่อมีการสร้างอาคารเพิ่มเติมสามารถเลือกใช้วัสดุแบบเดียวกันเพื่อความต่อเนื่อง

1.5 ด้านความคุ้มค่า

เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน เมทัลชีทให้ความคุ้มค่าทั้งด้านวัสดุ การบำรุงรักษา และเวลาในการติดตั้ง

ยังสามารถรองรับการติดตั้ง ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ซึ่งเหมาะกับแนวโน้มการประหยัดพลังงานของอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาย่านมัทรี

2. ข้อควรระวังและข้อจำกัด

เสียงดังขณะฝนตก หากไม่มีการบุฉนวนหรือฝ้าเพดานกันเสียง จะเกิดเสียงดังรบกวน นำความร้อนได้เร็ว หากไม่บุฉนวน ความร้อนจะถ่ายเทเข้าสู่อาคารโดยตรง ต้องดูแลป้องกันสนิม โดยเฉพาะบริเวณรอยเจาะหรือขอบที่สัมผัสน้ำฝน ขยาย-หดตัวจากอุณหภูมิ ต้องออกแบบให้มีรอยต่อยืดหยุ่น หรือเว้นระยะอย่าง

เหมาะสม

3. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ในงานราชการและอาคารเรียน

3.1 ควรเลือกใช้ เมทัลชีทบุฉนวน ในอาคารเรียนหรือสำนักงานที่มีการใช้งานช่วง กลางวัน

3.2 ควรออกแบบให้มี ช่องระบายอากาศธรรมชาติ เพื่อช่วยลดความร้อนสะสม

3.3 ควรเลือกแผ่นสีอ่อนหรือเคลือบสะท้อนแสง (Cool Roof) เพื่อสะท้อนรังสีความร้อนจากแสงแดด

3.4 ควรติดตั้งระบบกันรั่ว เช่น ครอบขอบหลังคา รางน้ำ ซิลิโคนกันน้ำ และตรวจสอบ รอยต่อสกรูอย่างสม่ำเสมอ

3.5 เหมาะสำหรับอาคารที่ต้องการก่อสร้างเร็ว ใช้งบประมาณจำกัด และต้องการ หลังคาที่ยืดหยุ่นต่อรูปแบบทางสถาปัตยกรรม

การออกแบบหลังคาเมทัลชีทอย่างเหมาะสมจะช่วยให้อาคารมีความคงทน ประหยัด พลังงาน และเหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทย โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาร่วมกับระบบฉนวน การระบายอากาศ และการติดตั้งที่ถูกต้อง จะช่วยให้หลังคาประเภทนี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน ทั้งในอาคารเรียน อาคารราชการ และบ้านพักอาศัยในระยะยาว

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว ผู้จัดทำขอเสนอแนะแนวทางเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างหลังคาอาคารเรียน ดังนี้

1. ควรเลือกใช้รูปแบบหลังคาที่เหมาะสมกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นของประเทศไทย โดยเฉพาะรูปแบบที่สามารถระบายอากาศและระบายน้ำฝนได้ดี เช่น หลังคาทรงจั่ว หรือหลังคาจั่วผสมปั้นหยา ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนสะสม และลดความเสี่ยงต่อการรั่วซึมในฤดูฝน
2. การวางทิศทางของอาคารและหลังคาควรสอดคล้องกับทิศทางลมและแสงแดด โดยควรออกแบบให้อาคารหันด้านแคบไปทางทิศตะวันตก และใช้ชายคาหรือกันสาดในด้านที่รับแดดจัด พร้อมทั้งติดตั้งช่องเปิดระบายอากาศบริเวณสันจั่ว เพื่อช่วยระบายความร้อนใต้หลังคาอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ควรพิจารณาเลือกใช้วัสดุผนังหลังคาที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง และทนทานต่อสภาพอากาศ เช่น แผ่นเมทัลชีทที่ติดตั้งระบบกันความร้อน (PU Foam/PE Foam) และระบบกันซึมที่ได้มาตรฐาน เพื่อลดภาระโครงสร้างและเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานในระยะยาว
4. แนวทางการออกแบบอาคารควรคำนึงถึงหลักการประหยัดพลังงาน (Energy Conservation Design) เช่น การใช้ระบบระบายอากาศแบบ Stack Effect, การวางช่องเปิดในทิศที่รับลมธรรมชาติ และการเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนหรือหลังคาสะท้อนความร้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารโดยรวม
5. ควรจัดให้มีแผนการตรวจสอบและบำรุงรักษาหลังคาเป็นระยะ โดยเฉพาะบริเวณรอยต่อ สันหลังคา และขอบชายคา ซึ่งมักเป็นจุดอ่อนที่เกิดการชำรุดได้ง่าย พร้อมทั้งวางแผนสำรองงบประมาณสำหรับการซ่อมบำรุงและปรับปรุงวัสดุที่เสื่อมสภาพตามระยะเวลาใช้งาน
6. ในการออกแบบอาคารใหม่ ควรมีการประเมินต้นทุนรวม (Life Cycle Cost) ซึ่งครอบคลุมทั้งค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง บำรุงรักษา และประสิทธิภาพการใช้งานในระยะยาว เพื่อให้การลงทุนด้านอาคารเรียนมีความยั่งยืน และลดภาระงบประมาณในการซ่อมแซมในอนาคต
7. ควรนำผลการวิเคราะห์นี้ไปใช้เป็นแนวทางต้นแบบ (Prototype Design) สำหรับการออกแบบอาคารเรียนในโครงการถัดไป โดยเฉพาะการใช้แบบแปลนหลังคาที่ได้รับการพิสูจน์ว่ามีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจริง และได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานในพื้นที่

แนวทางการแก้ไขและป้องกันการสะสมความร้อนของอาคารเรียน

จากการวิเคราะห์พบว่า สภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครสวรรค์และพื้นที่โดยรอบมีลักษณะภูมิอากาศร้อนชื้น ซึ่งมีแสงแดดจัดเกือบตลอดทั้งปี อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันมักสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส และมีฝนตกชุกในช่วงฤดูฝน ดังนั้น การออกแบบสถาปัตยกรรมโดยเฉพาะ “ระบบหลังคา” ซึ่งเป็นองค์ประกอบของอาคารที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดมากที่สุด จึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการลดความร้อนสะสมภายในอาคาร

เพื่อให้การใช้งานอาคารเรียนมีประสิทธิภาพและช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมในสถานศึกษา รวมถึงการจัดการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับภูมิอากาศ ผู้วิเคราะห์เสนอแนวทางการแก้ไขและป้องกันการสะสมความร้อนของอาคารเรียนตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ โดยสามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

1. การเลือกใช้รูปแบบหลังคาที่ช่วยลดความร้อนจากแสงแดด

หลังคาเป็นพื้นผิวของอาคารที่รับแสงแดดโดยตรงมากที่สุดในแต่ละวัน โดยเฉพาะในช่วงเวลาตั้งแต่สายถึงบ่าย การเลือกใช้ รูปแบบหลังคาที่เหมาะสม จึงสามารถลดปริมาณการสะสมความร้อนภายในอาคารได้อย่างมีนัยสำคัญ รายละเอียดของรูปแบบหลังคาที่เหมาะสม ได้แก่

หลังคาทรงจั่ว (Gable Roof) มีลักษณะลาดเอียงสองด้าน ทำให้เมื่อแสงแดดส่องมาทิศใดทิศหนึ่ง จะมีอีกด้านอยู่ในร่มเงา ช่วยลดการรับความร้อนโดยตรง และสามารถติดตั้งช่องลมบริเวณหน้าจั่ว เพื่อช่วยระบายอากาศร้อนภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลังคาปั้นหย้า (Hip Roof) เป็นหลังคาที่ลาดเอียงทั้งสี่ด้าน ช่วยลดการรับความร้อนจากทุกทิศทาง และสามารถป้องกันน้ำฝนได้รอบตัวอาคาร มีความเหมาะสมกับสภาพอากาศที่มีลมและฝนบ่อยครั้ง

หลังคาทรงมนิลาหรือฮิปจั่ว (Hip-Gable Roof) เป็นการผสมผสานข้อดีของหลังคาทรงจั่วและปั้นหย้า โดยมีชายคาครอบตัวอาคาร และสามารถเปิดช่องระบายอากาศที่บริเวณหน้าจั่วได้เหมาะสมสำหรับอาคารเรียนที่ต้องการระบบถ่ายเทอากาศตามธรรมชาติ

หลังคาเพิงหมาแหงน (Lean-to Roof) มีความลาดเอียงด้านเดียว เหมาะสำหรับอาคารขนาดเล็กหรืออาคารเสริม ควรออกแบบให้ลาดเอียงไปทางทิศใต้หรือทิศตะวันตกเฉียงใต้ เพื่อสร้างร่มเงาและลดการรับแสงแดดโดยตรง

หลังคาสองชั้น (Double-Slope หรือ Monitor Roof) เป็นการออกแบบให้หลังคามีสองระดับต่างความสูง ทำให้สามารถใช้พื้นที่ที่ต่างระดับกันนั้นบังแดดซึ่งกันและกัน และช่วยเสริมการระบายอากาศได้เป็นอย่างดี

หลังคาแบน (Flat Roof หรือ Slab Roof) ซึ่งมักทำจากคอนกรีตเสริมเหล็ก จะดูดซับและสะสมความร้อนตลอดวัน อีกทั้งไม่มีพื้นที่ใต้หลังคาสำหรับถ่ายเทอากาศ จึงควรหลีกเลี่ยงในการใช้กับอาคารเรียนในพื้นที่ร้อนชื้น เว้นแต่จะมีการออกแบบร่วมกับระบบฉนวนกันความร้อนหรือ “หลังคาเขียว” (Green Roof) อย่างเหมาะสม

2. การวางทิศทางหลังคาและผนังอาคารให้สัมพันธ์กับแสงแดดและลมประจำถิ่น

การวางผังอาคารควรคำนึงถึงทิศทางแสงและลม โดยพิจารณาให้ ด้านที่มีช่องเปิดหรือหน้าจั่วหันไปในทิศที่ได้รับลมมวล เช่น ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และหลีกเลี่ยงการหันด้านจั่วหรือผนังใหญ่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะรับแสงแดดรุนแรงในช่วงบ่าย ทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในอาคาร

3. การออกแบบช่องระบายอากาศใต้หลังคา

ควรมีการออกแบบระบบระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคา เช่น ช่องลมหน้าจั่ว ช่องลมบริเวณสันหลังคา หรือการใช้ช่องระบายอากาศแบบหมุน (Turbine Ventilator) เพื่อให้อากาศร้อนสามารถลอยตัวขึ้นและระบายออกจากอาคารได้ ลดความจำเป็นในการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ

4. การเลือกใช้วัสดุผนังหลังคาที่สะท้อนความร้อนและมีฉนวนกันความร้อนในตัว

วัสดุผนังหลังคาที่ใช้ควรมีคุณสมบัติสะท้อนความร้อน หรือมีฉนวนกันความร้อนติดตั้งภายใน เช่น เมทัลชีทเคลือบสีสะท้อนแสง (Cool Roof) หรือแผ่นกระเบื้องเคลือบพิเศษ ซึ่งช่วยลดการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน

5. การเพิ่มชายคายื่นและพื้นที่ร่มเงา

การออกแบบให้หลังคามีชายคายื่นออกจากตัวอาคารอย่างน้อย 1 เมตร จะช่วยป้องกันแสงแดดไม่ให้ตกกระทบกับผนังอาคารโดยตรง ช่วยลดความร้อนและยืดอายุการใช้งานของวัสดุผนัง อีกทั้งยังสามารถป้องกันฝนสาดบริเวณหน้าต่างและประตูได้เป็นอย่างดี

สรุปการออกแบบระบบหลังคาที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ ไม่เพียงแต่ช่วยลดความร้อนและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมให้เกิด สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาผู้เรียน มีผลต่อสมาธิ ความสบายกาย และประสิทธิภาพทางการศึกษา ดังนั้น การบูรณาการแนวทางออกแบบหลังคาเชิงพลังงานและภูมิสถาปัตยกรรมเข้ากับแบบแปลนอาคารเรียนในเขตการศึกษาย่านมัทรี จึงเป็นแนวทางสำคัญที่ควรดำเนินการอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ

ตารางที่ 5.1 แนวทางการออกแบบหลังคาเพื่อลดความร้อนในอาคารเรียน

องค์ประกอบการออกแบบ	แนวทาง/ตัวเลือก	คำอธิบายเพิ่มเติม	ข้อเสนอแนะการนำไปใช้
1. รูปแบบหลังคา	<ul style="list-style-type: none"> - หลังคาทรงจั่ว - หลังคาปั้นหย่า - หลังคามะนิลา - หลังคาเพิงหมาแหงน 	รูปแบบที่ลาดเอียงเหมาะกับการระบายน้ำฝนและสร้างเงาบังแดดได้ดี โดยเฉพาะหลังคาที่มีจั่วหรือปั้นหย่าจะสามารถเปิดช่องลมระบายอากาศใต้หลังคาได้	ควรเลือกใช้รูปแบบหลังคาที่เหมาะสมกับทิศทางลมและแดด เช่น หลังคาจั่วหันหน้าสู่ทิศเหนือ/ใต้ เพื่อลดความร้อนโดยตรง
2. วัสดุผนังหลังคา	<ul style="list-style-type: none"> - เมทัลชีทเคลือบสะท้อนความร้อน - แผ่นหลังคาแบบ Sandwich Panel - กระเบื้องซีเมนต์บุฉนวน 	วัสดุมีผลต่อการสะท้อนความร้อนและการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร วัสดุสะท้อนแสงสีอ่อนช่วยลดความร้อนได้มากกว่า	ควรเลือกวัสดุที่มีค่าการสะท้อนแสง (Solar Reflectance Index: SRI) สูง และติดตั้งฉนวนกันความร้อนควบคู่

ตารางที่ 5.1 แนวทางการออกแบบหลังคาเพื่อลดความร้อนในอาคารเรียน (ต่อ)

องค์ประกอบการ ออกแบบ	แนวทาง/ตัวเลือก	คำอธิบายเพิ่มเติม	ข้อเสนอแนะการ นำไปใช้
3. การระบายอากาศ ใต้หลังคา	<ul style="list-style-type: none"> - ช่องลมหน้าจั่ว - พัฒาระบายอากาศแบบหมุน - ช่องระบายอากาศตามแนวสันหลังคา 	อากาศร้อนสะสมใต้หลังคาจะลอยตัวขึ้น หากไม่มีช่องทางระบาย จะทำให้อุณหภูมิในห้องเรียนสูงเกินมาตรฐาน	ควรออกแบบให้มีช่องลมทั้งรับและระบาย และควรใช้แรงลมธรรมชาติร่วมด้วยเพื่อลดการใช้ไฟฟ้า
4. การเว้นช่องอากาศใต้ฝ้า	<ul style="list-style-type: none"> - ฝ้าหลุมระบายอากาศ - ช่องเว้นอากาศ (Air Gap) ระหว่างฝ้ากับหลังคา 	ช่องว่างช่วยให้เกิดฉนวนอากาศธรรมชาติ ลดการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาสู่ภายใน	เว้นช่องสูงอย่างน้อย 30 ซม. และเลือกวัสดุฝ้าที่ไม่อมความร้อน
5. การออกแบบ ชายคา/กันสาด	<ul style="list-style-type: none"> - ชายคายื่นยาว \geq 1.00 เมตร - ติดตั้งแผงกันแดดแนวตั้ง/เฉียง 	ป้องกันแสงแดดไม่ให้กระทบผนังอาคารโดยตรง ลดการส่งผ่านความร้อนสู่ภายใน	ออกแบบให้ทิศตะวันตกและใต้มีชายคายื่นเป็นพิเศษ และควรใช้วัสดุที่ทนแดด - ฝน
6. ภูมิทัศน์รอบอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> - ปลูกต้นไม้ให้ร่มเงา - ผนังเขียว (Green Wall) - ลานทางเดินร่มเงา 	ต้นไม้และพืชคลุมดินช่วยลดซับความร้อนจากแสงแดดและลดอุณหภูมิรอบอาคาร	ปลูกไม้ยืนต้นทางทิศตะวันตก และใช้พรรณไม้ท้องถิ่นเพื่อการดูแลรักษาง่าย
7. ระบบหลังคาเขียว (Green Roof)	<ul style="list-style-type: none"> - ปลูกหญ้าหรือพืชคลุมบนหลังคาแบน - ระบบปลูกพืชพร้อมชั้นกั้นน้ำและกั้นราก 	หลังคาเขียวช่วยลดซับความร้อน ลด Urban Heat Island และเพิ่มฉนวนธรรมชาติ	ใช้ได้เฉพาะในอาคารที่ออกแบบให้รับน้ำหนักได้ และต้องมีระบบกันซึมที่มีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 5.1 แบบจำลองรูปแบบหลังคา อาคารปฏิบัติการวิชาชีพ



ภาพที่ 5.2 แบบหลังคา อาคารปฏิบัติการวิชาชีพ

ผลจากการวิเคราะห์การออกแบบหลังคาอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เขตการศึกษาอำเภอมัธยม (ปี พ.ศ. 2547-2561) ฉบับนี้ ซึ่งผู้วิเคราะห์ได้นำผลจากการวิเคราะห์มา พัฒนาการออกแบบหลังคาอาคารปฏิบัติการวิชาชีพ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อำเภอย่านมัทรี ซึ่งแล้วเสร็จ ในปี พ.ศ. 2567

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2561). **มาตรฐานและแนวทางการติดตั้งฉนวนกันความร้อนในอาคาร**. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2563). **คู่มือการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น**. กรุงเทพมหานคร: สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2561). **มาตรฐานการออกแบบและคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคาร (มยผ.1201-61)**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพัฒนาแบบแผน กรมโยธาธิการและผังเมือง.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2560). **มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการป้องกันภัยจากลมพายุ (มยผ.1301-57)**. กรุงเทพมหานคร: สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2566). **รายงานสภาพอากาศเฉลี่ยรายปี จังหวัดนครสวรรค์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.tmd.go.th>
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2564). **แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและระบบหลังคาเพื่อลดความร้อนในอาคาร**. สืบค้นจาก <https://www.egat.co.th>
- กิตติคุณ เตชะวิเชียร. (2560). **แนวทางการออกแบบหน่วยการเรียนรู้เนกประสงค์สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กในพื้นที่ทุรกันดาร ประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- เจนยุทธ์ ล่อใจ อรศิริ ปาณินท์ และเกรียงไกร เกิดศิริ. (2558). **คุณลักษณะของที่ว่างทางสถาปัตยกรรมในสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น: แนวทางการศึกษาสู่การออกแบบสถาปัตยกรรมร่วมสมัย**. วารสารวิชาการ การออกแบบสภาพแวดล้อม. 2(2). 61-78.
- ชัยวัฒน์ วงศ์ศิริ. (2559). **รูปแบบหลังคาในงานสถาปัตยกรรมไทยและการเลือกใช้**. วารสารสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นไทย. 3(2). 45-58.
- ชูพงษ์ ทองคำสมุทร. (2553). **แนวทางการออกแบบอาคารเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้กรณีศึกษา: อาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. ขอนแก่น: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ธีรพงษ์ ศรีโพธิ์. (2561). **การวิเคราะห์การออกแบบหลังคาเพื่อระบายความร้อนในอาคารเรียนระดับมัธยมศึกษา เขตภาคกลางตอนบน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บุริศร์ วรรณวรพร ไตรวัฒน์ วิริยศิริ เผ่า สุวรรณศักดิ์ศรี. (2562). **เทคโนโลยีการก่อสร้างหลังคาในปัจจุบันที่ประยุกต์ใช้ในหลังคาสถาปัตยกรรมไทย กรณีศึกษา : ผลงานศิลปินแห่งชาติ**. ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประวิทย์ แก้วเขียว. (2561). **“การออกแบบโครงสร้างหลังคาเหล็กในอาคารเรียนเขตร้อนชื้น”**. วารสารวิศวกรรมโยธาแห่งประเทศไทย. 24(1). หน้า 45-53.

- พิชานันท์ สวัสดิ์เอื้อ. (2561). “การศึกษาหน้าที่ของผู้ควบคุมงานตามสัญญาจ้างภายใต้ระเบียบ
กระทรวงการคลัง”. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ไพจิตร ผาวัน และวรวิสร เลิศไพฑูรย์พันธ์. (2566). การลดปริมาณการใช้วัสดุหลังคาทรงจั่วให้
เหลือน้อยที่สุดในขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรมประเมินระยะห่างระหว่างแป.
การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 28. ภูเก็ต
- ศราวุธ จินตชาติ. (2567). รู้ข้อดี ข้อด้อย 12 รูปแบบหลังคาถั่วก่อนสร้างบ้าน. สืบค้นจาก
<https://www.baanlaesuan.com/241089/ideas/house-ideas/roof-4/>
- ศูนย์ข้อมูลก่อสร้างไทย. (2563). คู่มือองค์ประกอบสถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่น. กรุงเทพฯ: สำนักงาน
พัฒนาเทคโนโลยีอาคาร.
- สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.). (2558). คู่มือการออกแบบโครงสร้างเหล็กตาม
มาตรฐาน AISC. กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.
- สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2562). แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมที่
สอดคล้องกับภูมิอากาศ (Passive Design). กรุงเทพฯ: สมาคมฯ.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). (2560). โครงการวิจัยการออกแบบหลังคาบ้านประหยัด
พลังงาน. รายงานวิจัย.
- Allen, E., & Iano, J. (2013). *Fundamentals of building construction: Materials and
methods*. (6th ed.). Wiley.
- American Institute of Steel Construction (AISC). (2016). *Steel Construction Manual*,
15th Edition. Chicago: AISC.
- Ching, F. D. K. (2014). *Architecture: Form, Space, and Order* (4th ed.). Wiley.
- Computers and Structures, Inc. (2020). *SAP2000 Integrated Software for Structural
Analysis and Design*. Berkeley, California.
- SCG. (2567). 3 ปัจจัย สร้างสภาวะอยู่สบายให้กับบ้าน. สืบค้นจาก
<https://www.scgsmartliving.com/ideas/3-ปัจจัย-สร้างสภาวะอยู่สบายให้กับบ้าน>.



งานออกแบบและภูมิสถาปัตยกรรม
กลุ่มงานอาคารสถานที่และบริการ กองกลาง สำนักงานอธิการบดี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์



[https://president.nsrุ.ac.th](https://president.nsrु.ac.th)