บทที่ 3

สมมติฐานและระเบียบวิธีการวิจัย

ในการทดลองการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยการปลูกหญ้าปกคลุมมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย และเพื่อทดสอบสมมติฐานดังนี้

3.1 สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยการปลูกหญ้าปกคลุม โดยจะทำการศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิ (ΔT) ของอุณหภูมิระหว่างอากาศภายนอกและภายใน ($^{\circ}C$) ของห้องกรณีศึกษาทั้ง 4 ห้อง และเพื่อนำไปเปรียบเทียบและประเมินหาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (conduction heat gain) ผ่านหลังคา คสล. ของแต่ละห้องต่อไป ทั้งนี้เพื่อจะได้ใช้ในการวิเคราะห์ พร้อมทั้งสามารถเสนอแนะแนวทางในการประยุกต์ใช้การลดการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยการปลูกหญ้าปกคลุมได้ต่อไป โดยได้กำหนดสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. รูปแบบวัสดุที่เป็นองค์ประกอบของสวนหลังคาแบบไม่ใช้งาน(extensive green roof) ที่แตกต่างกันนั้น มีผลทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิ (ΔT) ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในของแต่ละห้องกรณีศึกษามีค่าแตกต่างกัน

2. สวนหลังคาแบบไม่ใช้งาน(extensive green roof) นั้นสามารถช่วยลดอุณหภูมิ ($^{\circ}C$) ภายในของห้องกรณีศึกษาได้ซึ่งถือเป็น passive design ได้อีกวิธีหนึ่ง

3. สวนหลังคาแบบไม่ใช้งาน(extensive green roof) ที่ปกคลุมหลังคานั้นสามารถช่วยลดอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (conduction heat gain) ผ่านหลังคา คสล.ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหลังคา คสล. ที่ไม่มีสิ่งปกคลุมอยู่เลย

3.2 ระเบียบวิธีการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาถึงการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยการปลูกหญ้าปกคลุม จะทำการเก็บข้อมูลจากอาคารกรณีศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนในการวิจัย ดังนี้

3.2.1 ขั้นตอนเตรียมการวิจัย

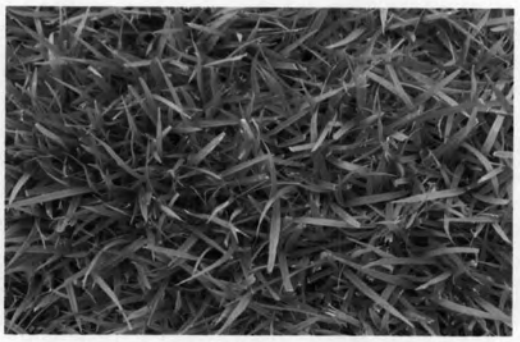
ขั้นตอนในการเตรียมวิจัยนั้นประกอบไปด้วย

1.1 การเลือกพืชคลุมดินและวัสดุต่างๆที่จะนำมาเป็นองค์ประกอบของสวนหลังคาแบบไม่ใช้งาน

1.2 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

1.1 การเลือกพืชคลุมดินและวัสดุต่าง ๆที่จะนำมาปลูกเป็นสวนหลังคาแบบไม่ใช้งาน (extensive green roof)

ขั้นตอนในการเลือกพืชคลุมดิน นั้นจะต้องคำนึงถึงความสามารถของพืชพรรณด้วยว่าสามารถที่จะทนต่อสภาวะอากาศและแดดที่ร้อนจัดได้หรือไม่ เนื่องจากต้องอยู่บนหลังคาอาคาร ซึ่งทั้งนี้จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนั้นพบว่าหญ้านวลน้อย (Manila Lawngrass)เป็นหญ้าพื้นเมืองของไทย โดยเป็นหญ้าที่นิยมปลูกกันมากและนิยมปลูกกลางแจ้งมากที่สุด(คู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549:2 - 22) สามารถขึ้นได้ดีในดินเกือบทุกชนิด และยังปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดีได้ง่าย นอกจากนี้ยังทนต่อร้อนและแห้งแล้งอีกด้วย ดังนั้นในการวิจัยนี้จะเลือกใช้หญ้านวลน้อยมาใช้เป็นตัวแทนของพืชคลุมดินสำหรับสวนหลังคาแบบไม่ใช้งานนี้



รูปที่ 3.1 แสดงหญ้านวลน้อย

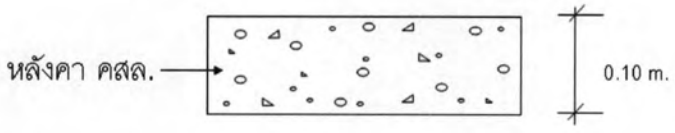
ที่มา : พรรณเพ็ญ ฉายปรีชา. การจัดสวน. พิมพ์ครั้งที่ 8, กรุงเทพมหานคร: บ้านและสวน, 2550.

ส่วนขั้นตอนในการเลือกวัสดุต่างๆที่จะนำมาเป็นองค์ประกอบของสวนหลังคาแบบไม่ใช้งาน(extensive green roof) นี้นั้นผู้วิจัยเลือกรูปแบบองค์ประกอบของสวนหลังคา 3 รูปแบบมาใช้เปรียบเทียบกับหลังคา คสล. ซึ่งไม่มีสิ่งปกคลุมเลยโดยรูปแบบขององค์ประกอบในการศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

รูปแบบที่ 1 หลังคา คสล. ที่ไม่มีการปกคลุมด้วยวัสดุต่างๆแต่อย่างใด

ตารางที่ 3.1 แสดงลำดับชั้นของวัสดุของหลังคา คสล. รูปแบบที่ 1

ลำดับชั้นของวัสดุ	รูปแบบที่ 1
1	หลังคา คสล.



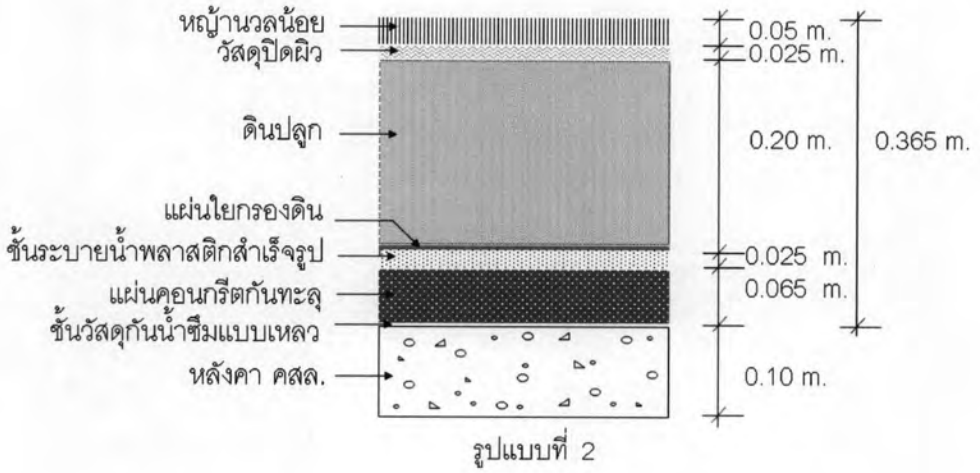
รูปที่ 3.2 แสดงหลังคา คสล. รูปแบบที่ 1

รูปแบบที่ 2 หลังคา คสล. จะปกคลุมด้วยองค์ประกอบต่างๆซึ่งได้มาจากแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร (พชร เลิศปิติวัฒนา, 2547) และปลูกหญ้านวลน้อยเป็นพืชคลุมดิน

ตารางที่ 3.2 แสดงลำดับชั้นขององค์ประกอบของวัสดุสวนหลังคา รูปแบบที่ 2

ลำดับชั้นของวัสดุ	รูปแบบที่ 2
1	หลังคา คสล.
2	วัสดุกันน้ำซึมแบบเหลว
3	แผ่นคอนกรีตกันทะลุ
4	ชั้นระบายน้ำพลาสติกสำเร็จรูป
5	แผ่นใยกรองดิน
6	ดินปลูก
7	วัสดุปิดผิว เช่น ใบไม้แห้ง
8	หญ้านวลน้อย

หมายเหตุ ชั้นระบายนั้นโดยทั่วไปจะใช้ก้อนกรวด เศษหินแตก ซึ่งมีน้ำหนักมาก ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะใช้ชั้นระบายน้ำสังเคราะห์พลาสติกเข้ามาทดแทนเพื่อช่วยลดน้ำหนักให้กับโครงสร้างของอาคารกรณีศึกษา

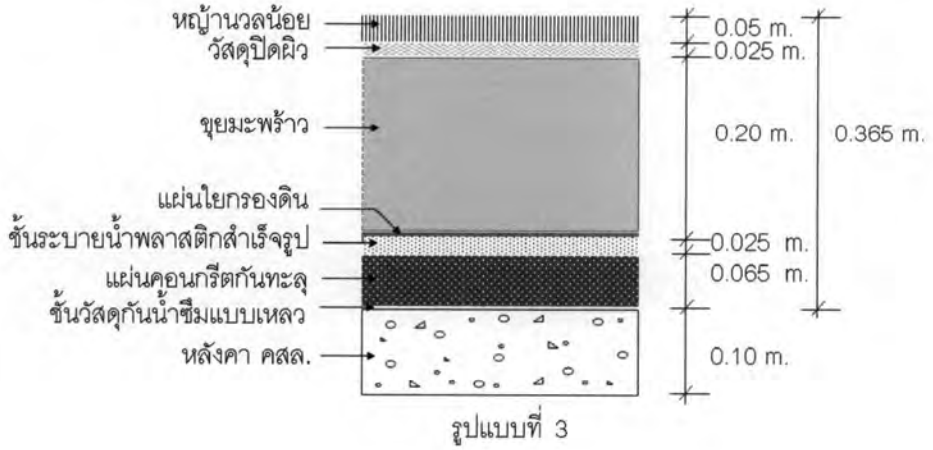


รูปที่ 3.3 แสดงหลังคา คสล. รูปแบบที่ 2

รูปแบบที่ 3 เป็นการประยุกต์ใช้องค์ประกอบต่างๆซึ่งได้มาจากแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร (พชร เลิศปิติวัฒนา, 2547) มาใช้แต่ปรับเปลี่ยนวัสดุดินปลูกไปเป็นขุยมะพร้าว ทั้งนี้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุทดแทนดินปลูกโดยเป็นวัสดุปลูกที่เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งมีราคาถูกและน้ำหนักเบาด้วย (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2551)

ตารางที่ 3.3 แสดงลำดับชั้นขององค์ประกอบของวัสดุสวนหลังคา รูปแบบที่ 3

ลำดับชั้นของวัสดุ	รูปแบบที่ 3
1	หลังคา คสล.
2	วัสดุกันน้ำซึมแบบเหลว
3	แผ่นคอนกรีตกันทะลุ
4	ชั้นระบายน้ำพลาสติกสำเร็จรูป
5	แผ่นใยกรองดิน
6	ขุยมะพร้าว
7	วัสดุปิดผิว เช่น ใบไม้แห้ง
8	หญ้านวลน้อย



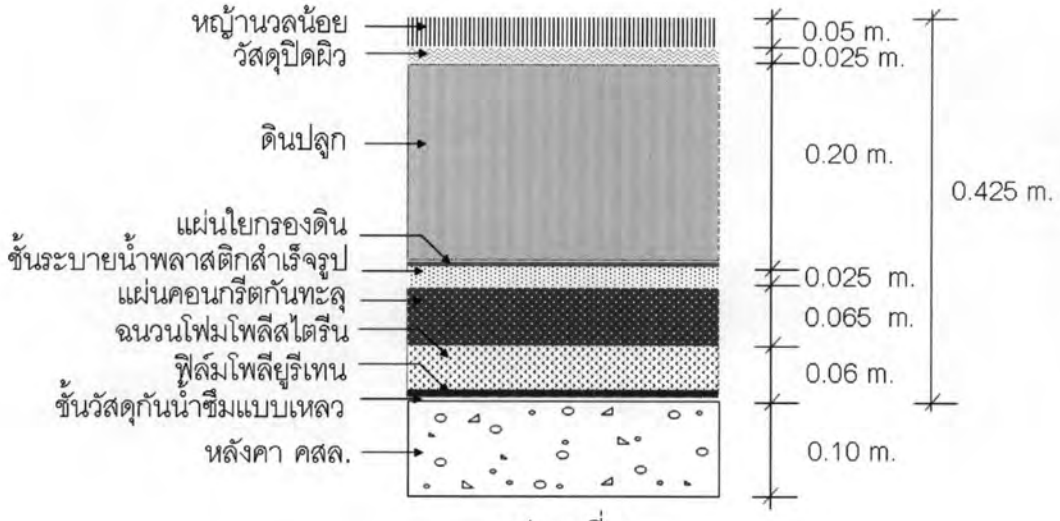
รูปแบบที่ 3

รูปที่ 3.4 แสดงหลังคา คสล. รูปแบบที่ 3

รูปแบบที่ 4 หลังคา คสล. จะปกคลุมด้วยองค์ประกอบต่างๆซึ่งได้มาจากแนวทางการออกแบบสวนหลังคาแบบของ Theodore Osmundson, 1999

ตารางที่ 3.4 แสดงลำดับชั้นขององค์ประกอบของวัสดุสวนหลังคา รูปแบบที่ 4

ลำดับชั้นของวัสดุ	รูปแบบที่ 4
1	หลังคา คสล.
2	วัสดุกันน้ำซึมแบบเหลว
3	ฟิล์มโพลียูรีเทน
4	ฉนวนโฟมโพลีสไตรีน
5	แผ่นคอนกรีตกันทะลุ
6	ชั้นระบายน้ำพลาสติกสำเร็จรูป
7	แผ่นใยกรองดิน
8	ดินปลูก
9	วัสดุปิดผิว เช่น ใบไม้แห้ง
10	หญ้านวลน้อย



รูปแบบที่ 4

รูปที่ 3.5 แสดงหลังคา คสล. รูปแบบที่ 4

1.2 การเก็บข้อมูลและเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลในการวิจัยนั้น ตัวแปรที่จะทำการเก็บข้อมูลนั้นมีจุดที่จะติดตั้งสายสัญญาณดังนี้ คือ

1.2.1 อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร

1.2.1.1 อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปราะแห้ง) โดยจะติดตั้งสายสัญญาณพื่อเก็บค่าอุณหภูมิภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตร จากระดับพื้นหลังคา คสล.

1.2.1.2 อุณหภูมิที่ผิวด้านบนหลังคา คสล.

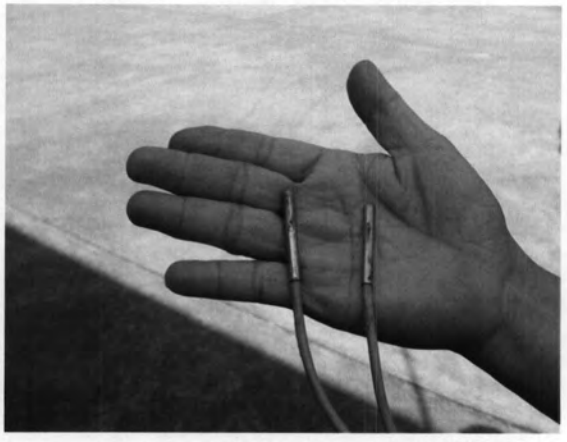
1.2.2 อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร

1.2.2.1 อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร (อุณหภูมิกระเปราะแห้ง) โดยจะติดตั้งสายสัญญาณพื่อเก็บค่าอุณหภูมิภายในอาคารที่ระดับ 1.00 เมตร จากระดับพื้นห้องกรณีศึกษา

1.2.2.2 อุณหภูมิที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้องกรณีศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล สำหรับการเก็บข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้นั้นจะเก็บข้อมูลที่เป็นอุณหภูมิ ดังนั้นจึงเลือกใช้ แสดงเครื่อง HOBO ซึ่งเป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบ data logger โดยจะมีสายสัญญาณและหัวตรวจวัดอุณหภูมิ สำหรับใช้ต่อไปยังจุดต่างๆที่ต้องการวัดเก็บค่าอุณหภูมิที่ต้องการโดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะถูกบันทึกและนำมาทำการประมวลผลโดยซอฟท์แวร์ที่มีชื่อว่า Boxcarpro version 3.1

รูปที่ 3.6 แสดงเครื่อง HOBO



รูปที่ 3.7 แสดงหัวตรวจวัดอุณหภูมิ

รูปที่ 3.8 แสดงหัวสายสัญญาณที่ไว้สำหรับต่อเข้ากับเครื่องเก็บค่าอุณหภูมิ

อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะทำการเก็บข้อมูลจริงนั้น จะต้องทำการเทียบมาตรฐานของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และทำการปรับตั้งค่าตัวประกอบของเครื่องมือแต่ละชุดเพื่อให้ได้มาตรฐานเดียวกัน

การวัดอุณหภูมิจากสถานที่ที่ทำการศึกษานั้นจะแสดงข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ข โดยระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเรื่องค่าอุณหภูมิต่างๆนั้นจะเก็บเป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง เท่านั้น

ขั้นตอนการวิจัย

การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลที่ได้จากตรวจวัดเพื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกรณีศึกษา โดยกำหนดการศึกษาเปรียบเทียบ ดังนี้

1. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตรจากพื้นหลังคา คสล. และอุณหภูมิที่ผิวด้านบนหลังคา คสล. ของห้องกรณีศึกษาทุกห้อง

2. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหูมิอากาศภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นหลังคา คสล. และอุณหภูมิที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้องกรณีศึกษา ของห้องกรณีศึกษาทุกห้อง

3. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหูมิอากาศภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นหลังคา คสล. และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.00 เมตร จากระดับพื้นห้องกรณีศึกษา ของห้องกรณีศึกษาทุกห้อง

การวิเคราะห์ผลการวิจัย

การวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกรณีศึกษา โดยกำหนดการศึกษาเปรียบเทียบ ดังนี้

1. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตรจากพื้นหลังคา คสล. และอุณหภูมิที่ผิวด้านบนหลังคา คสล. ของห้องกรณีศึกษาทุกห้อง, ศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตรจากพื้นหลังคา คสล. และอุณหภูมิที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้องกรณีศึกษา ของห้องกรณีศึกษาทุกห้อง, ศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตรจากพื้นหลังคา คสล. และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.00 เมตร จากระดับพื้นห้องกรณีศึกษา ของห้องกรณีศึกษาทุกห้อง โดยเปรียบเทียบเชิงสถิติ

2. ศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวด้านบนหลังคา คสล., อุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้อง และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในอาคาร ของห้องกรณีศึกษาทุกห้อง

3. ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อนของหลังคา คสล. ของห้องกรณีศึกษาทุกห้อง

สถานที่ที่ใช้ในการศึกษาทดลอง

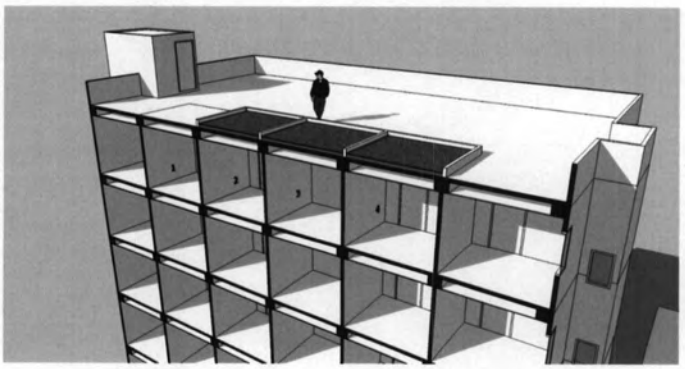
สถานที่ที่ใช้ทำการทดลองนั้นเป็นอาคารประเภทหอพัก คสล. สูง 6 ชั้น ซึ่งตั้งอยู่ที่ เลขที่ 80 ซอยพูลทรัพย์สิน ถนนรามคำแหง 24 แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240 อย่างไรก็ตาม ห้องแต่ละห้องที่ใช้ทำการศึกษาซึ่งเป็นห้องกรณีศึกษานั้นพื้นห้องเป็นพื้น คสล. หนา 0.10 ม.ปิดผิวพื้นด้วยกระเบื้องยาง ผนังโดยรอบเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 ม. ความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน เท่ากับ 2.40 ม. ฝ้าเพดานยิปซั่มหนา 9 มม. ฉาบเรียบทาสี มีช่องว่างระหว่างฝ้าเพดานกับหลังคา คสล. 0.40 ม. (เดิมไม่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่หลังคา) และมีหลังคา คสล. หนา 0.10 ม. เหมือนกันทุกห้อง

รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะทั่วไปของอาคารกรณีศึกษา

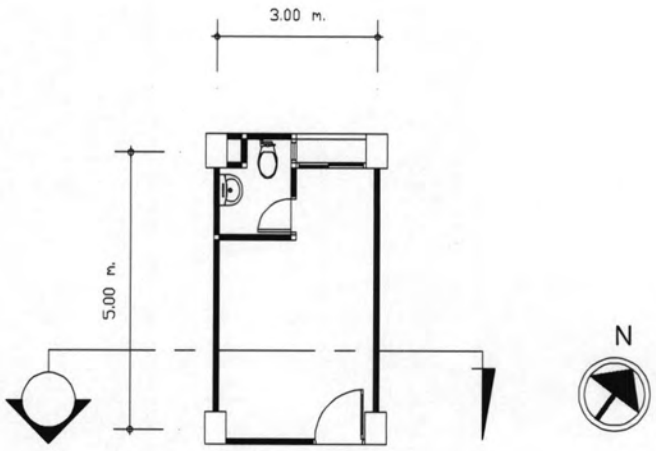
รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะทั่วไปของห้องภายในอาคารกรณีศึกษา มุมมองจากระเบียงนอกห้อง

รูปที่ 3 .11 แสดงลักษณะทั่วไปของห้องภายในอาคารกรณีศึกษา มุมมองจากประตูหน้าห้อง

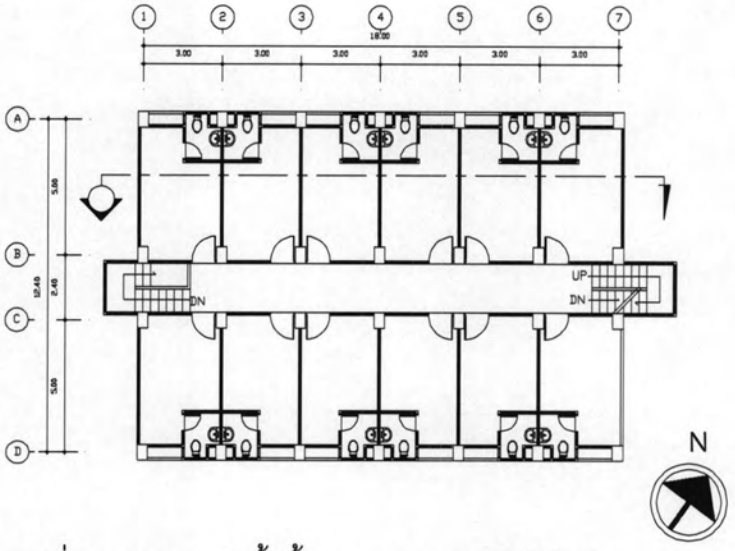
รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะทั่วไปของหลังคา คสล. ดาดฟ้าด้านบนห้องชั้น 6 ของอาคารกรณีศึกษา



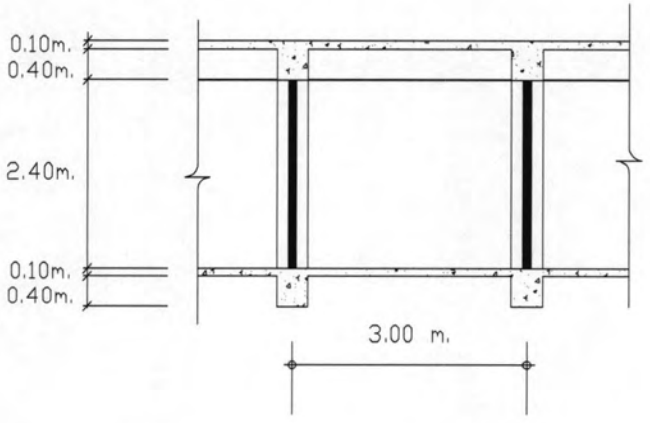
รูปที่ 3.13 แสดงรูปภาพจำลองรูปตัดซึ่งแสดงลักษณะทางกายภาพของอาคารกรณีศึกษา



รูปที่ 3.14 แสดงผังทั่วไปของห้องกรณีศึกษา



รูปที่ 3.15 แสดงผังพื้นชั้น 6 ของอาคารกรณีศึกษา



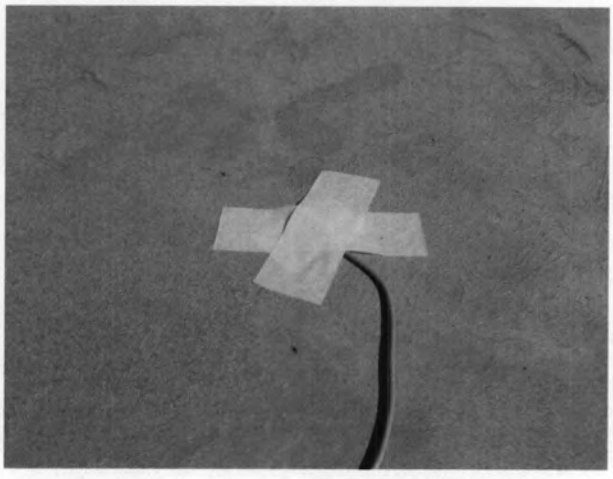
รูปที่ 3.16 แสดงรูปตัดของห้องกรณีศึกษา

รูปที่ 3.17 แสดงการเตรียมแบ่งพื้นที่การปลูกหญ้าปกคลุมหลังคา ซึ่งอยู่ด้านบนของหลังคา คสล. ดาดฟ้าด้านบนห้องชั้น 6 ของอาคารกรณีศึกษา

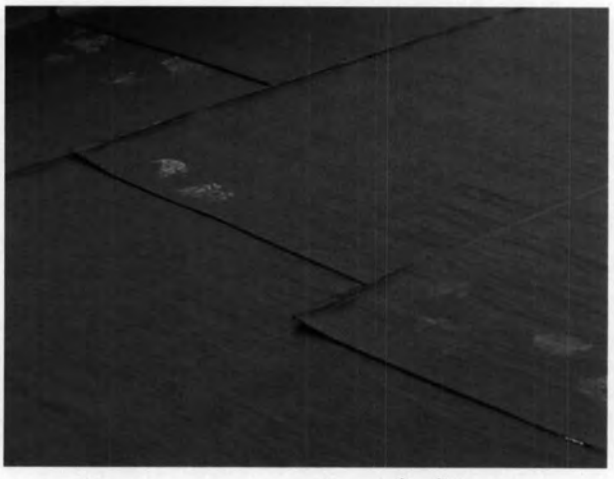
รูปที่ 3.18 แสดงการเตรียมแบ่งพื้นที่การปลูกหญ้าปกคลุมหลังคา ซึ่งอยู่ด้านบนของหลังคา คสล. ดาดฟ้าด้านบนห้องชั้น 6 ของอาคารกรณีศึกษา

รูปที่ 3.19 แสดงการทาชั้นน้ำยากันซึมของหลังคา คสล. ดาดฟ้าด้านบนห้องชั้น 6 ของอาคารกรณีศึกษา

รูปที่ 3.20 แสดงการทาชั้นน้ำยากันซึมของหลังคา คสล. ด้านบนของห้องกรณีศึกษา



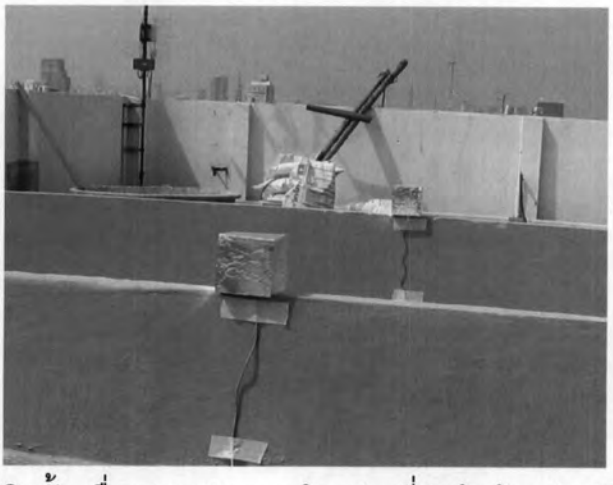
รูปที่ 3.21 แสดงการติดตั้งหัวตรวจวัดอุณหภูมิด้านบนหลังคา คสล. ดาดฟ้า ของห้องกรณีศึกษา



รูปที่ 3.22 แสดงการปูแผ่นกันกระแทรกหลังจากที่ได้ทาชั้นน้ำยากันซึมของหลังคา คสล. ดาดฟ้าด้านบนห้องชั้น 6 ของห้องกรณีศึกษาที่ 4

รูปที่ 3.23 แสดงการปูแผ่นกันกระแทรกหลังจากที่ได้ทาชั้นน้ำยากันซึมของหลังคา คสล.

รูปที่ 3.24 แสดงการติดตั้งฉนวนโพลิสไตรีนโฟม หลังจากที่ได้ปูแผ่นกันกระแทรก ด้านบนหลังคา คสล.ห้องชั้น 6 ของห้องกรณีศึกษาที่ 4



รูปที่ 3.25 แสดงการติดตั้งเครื่อง HOBO ภายในกล่องที่ห่อหุ้มด้วยฟอยส์ ด้านบนหลังคา คสล.ห้องชั้น 6 ของห้องกรณีศึกษา

รูปที่ 3.26 แสดงการเทคอนกรีตเพื่อเป็นชั้นคอนกรีตกันทะลุ หนา 6.5 ซม.

รูปที่ 3.27 แสดงแผ่นระบายน้ำสำเร็จรูป

รูปที่ 3.28 แสดงการติดตั้งแผ่นระบายน้ำสำเร็จรูปภายในกระบะปลูกแต่ละกระบะ

รูปที่ 3.29 แสดงการติดตั้งแผ่นใยกรองดินภายในกระบะปลูกแต่ละกระบะ

รูปที่ 3.30 แสดงการจัดใส่ดินและใบไม้แห้งภายในกระบะปลูกด้านบนห้องกรณีศึกษาที่ 2

รูปที่ 3.31 แสดงการจัดใส่ขุยมะพร้าวภายในกระบะปลูก กระบะด้านบนห้องกรณีศึกษาที่ 3

รูปที่ 3.32 แสดงการจัดใส่ดินปลูกภายในกระบะปลูก กระบะด้านบนห้องกรณีศึกษาที่ 4

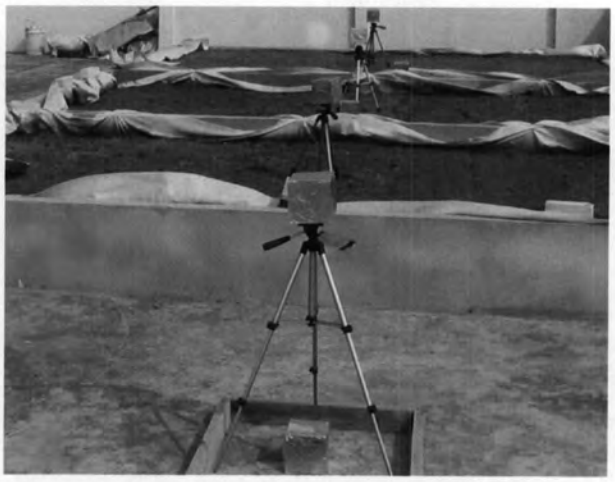
รูปที่ 3.33 แสดงการดำเนินปลูกหญ้านวลน้อยภายในกระบะปลูก กระบะด้านบนห้องกรณีศึกษาที่ 2, 3 และ 4

รูปที่ 3.34 แสดงการติดตั้งหัวตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณด้านล่างฝ้าเพดาน ภายในห้องกรณีศึกษา

รูปที่ 3.35 แสดงการติดตั้งกล่องที่ห่อหุ้มด้วยฟอยส์ครอบเครื่อง HOBO และหัวตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณด้านล่างฝ้าเพดาน ภายในห้องกรณีศึกษา

รูปที่ 3.36 แสดงการติดตั้งกล่องที่ห่อหุ้มด้วยฟอยส์ครอบเครื่อง HOBO และหัวตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณด้านล่างฝ้าเพดานและหัวตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้องกรณีศึกษา

รูปที่ 3.37 แสดงการติดตั้งกล่องที่ห่อหุ้มด้วยฟอยส์ครอบเครื่อง HOBO สำหรับชุดหัวตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณด้านบนหลังคา คสล.และหัวตรวจวัดอุณหภูมิภายนอกห้องกรณีศึกษา



รูปที่ 3.38 แสดงการติดตั้งกล่องที่ห่อหุ้มด้วยฟอยส์ครอบเครื่อง HOBO สำหรับชุดหัวตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณด้านบนหลังคา คสล.และหัวตรวจวัดอุณหภูมิภายนอกห้องกรณีศึกษา

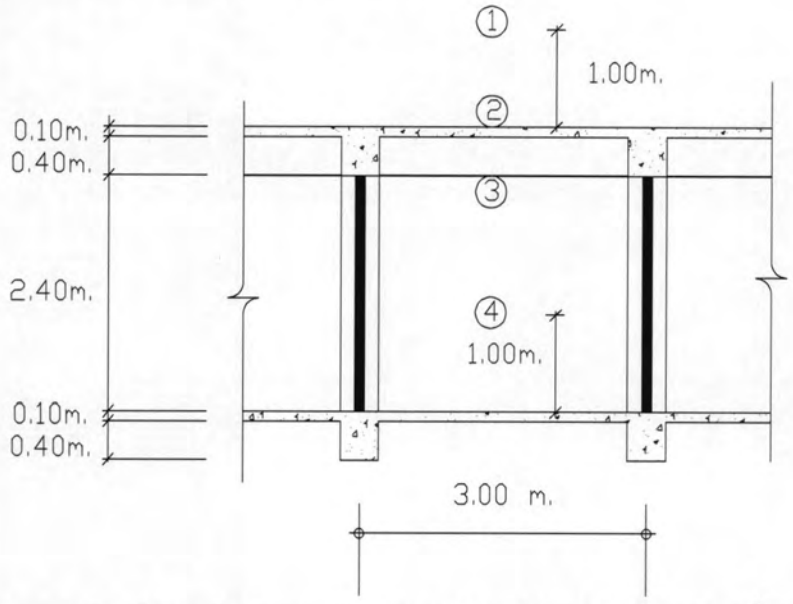
รูปที่ 3.39 แสดงการติดตั้งกล่องที่ห่อหุ้มด้วยฟอยส์ครอบเครื่อง HOBO และหัวตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณด้านบนหลังคา คสล.ห้องกรณีศึกษาห้องที่ 1

รูปที่ 3.40 แสดงเครื่องมือ TC B480 ซึ่งใช้ประเมินหาค่า THERMAL CONDUCTIVITY ของวัสดุ (ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551)

จากห้องภายในอาคารกรณีศึกษานั้นได้กำหนดรูปแบบของสวนหลังคาและตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกรณีศึกษา ดังนี้

ห้องกรณีศึกษาห้องที่ 1

ห้องที่ 1 ใช้รูปแบบที่ 1 คือ หลังคา คสล. จะไม่มีการปกคลุมด้วยวัสดุแต่อย่างใด และมีตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศดังนี้ คือ

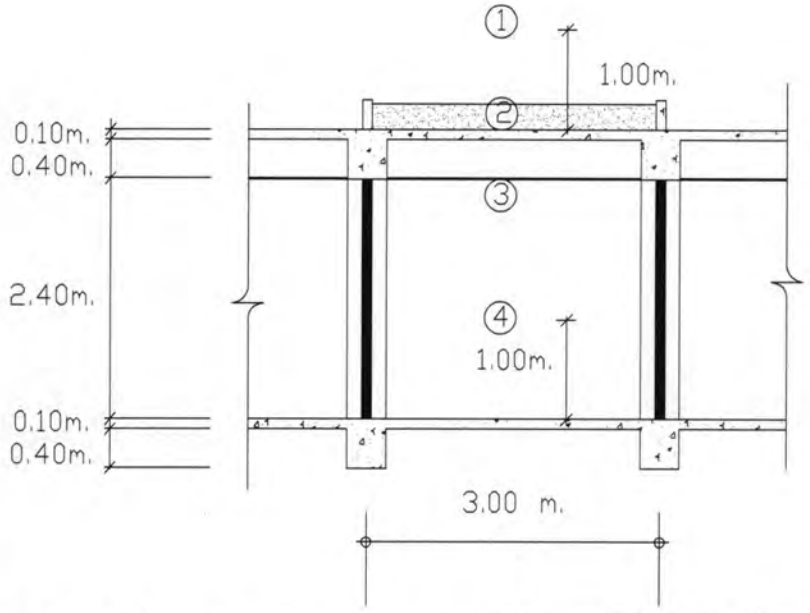


รูปที่ 3.41 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิของห้องกรณีศึกษาห้องที่ 1

ตำแหน่งที่ 1 อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร
ตำแหน่งที่ 2 อุณหภูมิที่ผิวด้านบนหลังคา คสล. ห้องกรณีศึกษา
ตำแหน่งที่ 3 อุณหภูมิที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้องกรณีศึกษา
ตำแหน่งที่ 4 อุณหภูมิอากาศภายในห้องกรณีศึกษา

ห้องกรณีศึกษาห้องที่ 2

ห้องที่ 2 ใช้รูปแบบที่ 2 คือ หลังคา คสล. จะปกคลุมด้วยองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งได้มาจากแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร (พชร เลิศปิติวัฒนา, 2547) และมีตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศดังนี้

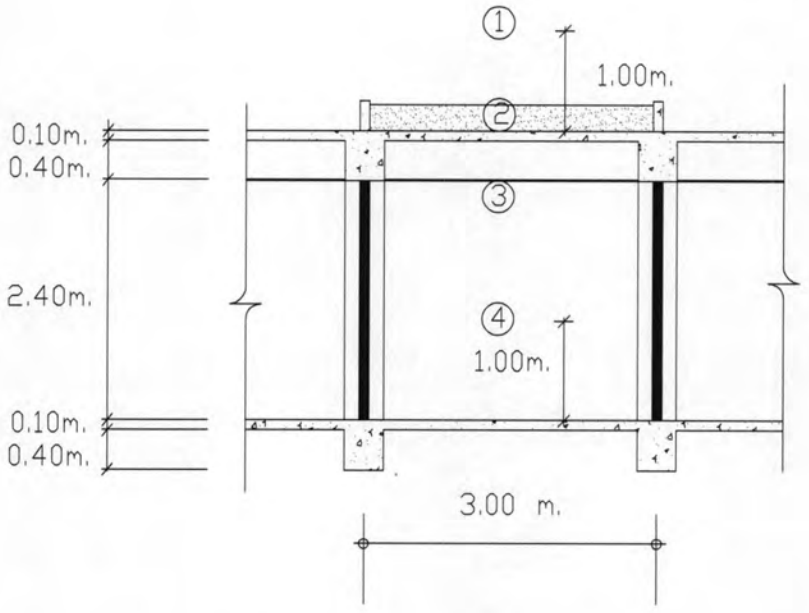


รูปที่ 3.42 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิของห้องกรณีศึกษาห้องที่ 2

ตำแหน่งที่ 1 อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร
ตำแหน่งที่ 2 อุณหภูมิที่ผิวด้านบนหลังคา คสล. ห้องกรณีศึกษา
ตำแหน่งที่ 3 อุณหภูมิที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้องกรณีศึกษา
ตำแหน่งที่ 4 อุณหภูมิอากาศภายในห้องกรณีศึกษา

ห้องกรณีศึกษาห้องที่ 3

ห้องที่ 3 ใช้รูปแบบที่ 3 คือ เป็นการประยุกต์ใช้องค์ประกอบต่างๆซึ่งได้มาจากแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร (พชร เลิศปิติวัฒนา, 2547) มาใช้แต่ปรับเปลี่ยนวัสดุดินปลูกไปเป็นขุยมะพร้าว ทั้งนี้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุทดแทนดินปลูกโดยเป็นวัสดุปลูกที่เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งมีราคาถูกและน้ำหนักเบาด้วย (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2551) และมีตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศ ดังนี้

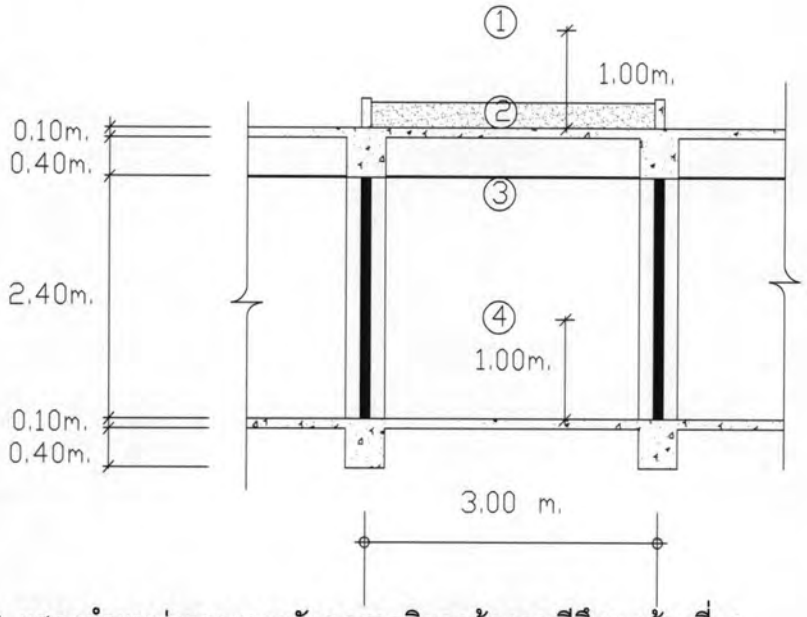


รูปที่ 3.43 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิของห้องกรณีศึกษาห้องที่ 3

ตำแหน่งที่ 1 อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร
ตำแหน่งที่ 2 อุณหภูมิที่ผิวด้านบนหลังคา คสล. ห้องกรณีศึกษา
ตำแหน่งที่ 3 อุณหภูมิที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้องกรณีศึกษา
ตำแหน่งที่ 4 อุณหภูมิอากาศภายในห้องกรณีศึกษา

ห้องกรณีศึกษาห้องที่ 4

ห้องที่ 4 ใช้รูปแบบที่ 4 คือ หลังคา คสล. จะปกคลุมด้วยองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งได้มาจากแนวทางการออกแบบสวนหลังคาแบบของ Theodore Osmundson, 1999 และมีตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศดังนี้



รูปที่ 3.44 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิของห้องกรณีศึกษาห้องที่ 4

ตำแหน่งที่ 1 อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร
ตำแหน่งที่ 2 อุณหภูมิที่ผิวด้านบนหลังคา คสล. ห้องกรณีศึกษา
ตำแหน่งที่ 3 อุณหภูมิที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้องกรณีศึกษา
ตำแหน่งที่ 4 อุณหภูมิอากาศภายในห้องกรณีศึกษา

ในบทนี้เป็นการกำหนดรูปแบบของการทดลอง รวมทั้งการกำหนดตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิจากสถานที่จริง โดยในบทต่อไปจากนี้จะเป็นขั้นตอนที่นำไปสู่การทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้และการวิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัย ซึ่งจะนำเสนอโดยใช้การเปรียบเชิงสถิติ เพื่อการเปรียบเทียบหาความแตกต่างกันของอุณหภูมิในแต่ละห้อง อีกทั้งจะนำเสนอในแง่ของการหาอัตราการถ่ายเทความร้อนของหลังคารูปแบบต่างๆ ที่ใช้วัสดุในการทำสวนหลังคาที่แตกต่างกันอีกด้วย

ข้อจำกัดของระยะเวลาการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลการทดลองพร้อมๆ กันในทุกๆห้องกรณีศึกษาทุกๆ เวลา 1 ชั่วโมงติดต่อกัน โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 6.00 น. ของ วันที่ 4 มกราคม 2552 ถึง เวลา 17.00 น. ของ วันที่ 5 มกราคม 2552 ทั้งนี้เนื่องจากมีระยะเวลาอันจำกัดในการใช้อาคารกรณีศึกษา ดังนั้นผลการวิจัยที่ได้จากการเก็บข้อมูลนั้นจึงเป็นข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวเท่านั้น

ข้อจำกัดในการศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาจากอาคารกรณีศึกษาจริง ซึ่งห้องกรณีศึกษาที่หาได้นั้นมีจำนวน 4 ห้องและด้วยลักษณะทางกายภาพของห้องกรณีศึกษารวมทั้งระยะเวลาที่จำกัดนั้นจึงได้ศึกษาเฉพาะอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร, อุณหภูมิที่ผิวด้านบนหลังคา คสล. ห้องกรณีศึกษา, อุณหภูมิที่ผิวด้านล่างฝ้าเพดานภายในห้องกรณีศึกษา และ อุณหภูมิอากาศภายในห้องกรณีศึกษา เท่านั้น

ข้อจำกัดในการวิเคราะห์ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยในระบบเปิด คือ ทำการเก็บข้อมูลจากห้องกรณีศึกษาที่มีการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกโดยตรงและโดยอ้อม และไม่มีการป้องกันความร้อนจากผนัง ดังนั้นผลการวิจัยอาจผิดพลาดได้ด้วยอิทธิพลจากตัวแปรอื่นที่ไม่ได้ทำการศึกษา