บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยโดยอาศัยการทดลอง (Experimental Research or Model Simulation) โดยการจำลองอาคารทดสอบ เพื่อหาแนวทางการนำความเย็นจากผิวสัมผัสพื้นดินมาใช้ในอาคารซึ่งเป็นการศึกษาสภาพผิวดินที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากการนำสภาพแวดล้อมต่างๆ มาทดสอบโดยใช้สภาพแวดล้อมที่พบเห็นโดยทั่วไปเป็นตัวทดสอบคือ

1. สภาพดินทราย
2. สภาพดินแห้ง
3. สภาพดินเปียก
4. สภาพหญ้าแห้ง
5. สภาพหญ้าเปียก
6. สภาพผิวดินที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

โดยการติดตั้งสายเทอร์โมคัพเพิล การศึกษาอาศัยการประเมิน ประสิทธิภาพการนำความเย็นจากผิวสัมผัสดิน โดยเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารทุกๆ ชั่วโมง โดยการทดลองทำการเก็บข้อมูล 3 เดือน (ธันวาคม 2538- กุมภาพันธ์ 2539)

ผลการวิจัยพบว่า อุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่มีด้านนอกสัมผัสดินจะมีอ.ค่อนข้างจะคงที่และมีอุณหภูมิในช่วงที่ต่ำที่สุดใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของงานวิจัยที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิดินมีความเย็นใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก และสามารถนำความเย็นดังกล่าวมาลดความร้อนในอาคารได้ซึ่งผลของการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

พฤติกรรมของอุณหภูมิที่ผิวภายในอาคารที่มีผนังด้านนอกสัมผัสดิน

1. อุณหภูมิดินที่ผิวผนังภายในอาคารที่มีด้านนอกสัมผัสดินโดยทั่วไปมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วง 09.00-24.00น. โดยอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 22.5°C และอุณหภูมิจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วง 00.00-09.00น. ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 26°Cโดยเฉลี่ยอุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง 22.5-26°C ซึ่งอยู่ในช่วง Comfort Zone

2. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดินที่ผิวผนังภายในอาคารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงกลางคืน โดยเริ่มสูงขึ้นในช่วง 11.00น. จะสูงสุดในช่วง 03.00น. และมีอุณหภูมิลดลงในช่วงกลางวัน ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับอุณหภูมิอากาศ สามารถนำความเข้นดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบอาคารได้

ตารางที่ 5.1 อุณหภูมิสูงสุด ที่ผิวผนังภายในอาคารที่ระดับ 0.40 ม.จากพื้นอาคารที่ภายนอกสัมผัสดินปกคลุมด้วยหญ้าเปียก ของอุณหภูมิใต้ผิวดิน 0.60 เมตร

ผลการทดลอง	N		S		E		W	
	MAX	TIME	MAX	TIME	MAX	TIME	MAX	TIME
การทดลองครั้งที่ 1	24.30	06.00	26.50	06.00	25.60	05.00	25.30	04.00
การทดลองครั้งที่ 2	25.13	07.00	26.20	07.00	25.58	07.00	25.51	07.00
การทดลองครั้งที่ 3	25.31	06.00	25.60	06.00	25.77	06.00	25.20	06.00
การทดลองครั้งที่ 4	24.60	04.00	25.60	06.00	26.10	06.00	25.31	04.00
การทดลองครั้งที่ 5	24.30	04.00	25.90	05.00	25.60	05.00	25.30	04.00

ตารางที่ 5.2 อุณหภูมิต่ำสุด ที่ผิวผนังภายในอาคารที่ระดับ 0.40 ม.จากพื้นอาคารที่ภายนอกสัมผัสดินปกคลุมด้วยหญ้าเปียก ของอุณหภูมิใต้ผิวดิน 0.60 เมตร

ผลการทดลอง	N		S		E		W	
	MIN	TIME	MIN	TIME	MIN	TIME	MIN	TIME
การทดลองครั้งที่ 1	21.10	18.00	22.20	15.00	21.60	15.00	21.20	15.00
การทดลองครั้งที่ 2	22.82	15.00	23.50	15.00	22.73	15.00	23.45	14.00
การทดลองครั้งที่ 3	23.01	15.00	23.10	15.00	22.42	15.00	23.32	15.00
การทดลองครั้งที่ 4	22.32	16.00	23.10	16.00	22.16	16.00	23.11	16.00
การทดลองครั้งที่ 5	21.10	14.00	23.50	15.00	21.60	15.00	21.10	14.00

ตารางที่ 5.3 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวผนังภายในอาคารที่ระดับ 0.40 ม.จากพื้นอาคารที่ภายนอกสัมผัสดินปกคลุมด้วยหญ้าเปียก

ผลการทดลอง	MEAN			
	ทิศเหนือ	ทิศใต้	ทิศตะวันออก	ทิศตะวันตก
การทดลองครั้งที่ 1	22.87	23.92	23.04	22.75
การทดลองครั้งที่ 2	24.14	24.88	24.39	24.41
การทดลองครั้งที่ 3	24.34	24.56	24.36	24.61
การทดลองครั้งที่ 4	23.28	24.29	23.90	23.98
การทดลองครั้งที่ 5	22.87	25.09	23.04	22.75

ปัจจัยที่มีอิทธิพลอุณหภูมิที่ผิวภายในอาคารที่มีผนังด้านนอกสัมผัสดิน

จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าสภาพดินที่มีความชื้นจะมีอุณหภูมิดินใกล้เคียงอุณหภูมิกระเปาะเปียกจะทำให้ผิวที่สัมผัสดินนั้นมีอุณหภูมิเย็นลงตามอุณหภูมิดิน การนำความเย็นของผิวสัมผัสดินมาใช้ในอาคารในการวิจัยพบว่าการลดอุณหภูมิของผิวสัมผัสดินนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้

1. สภาพของผิวดิน
2. ความชื้นของอาคาร
3. ประเภทของดิน
4. ความลึกของดิน
5. ทิศของอาคาร

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าแต่ละทิศของอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพผิวดินที่แตกต่างกันสามารถจัดลำดับจากอุณหภูมิสูงสุดไปอุณหภูมิต่ำสุดดังนี้

ทิศเหนือ ดินแห้ง > หญ้าแห้ง > ดินเปียก > ทราย > หญ้าเปียก > พืชคลุมดิน

ทิศตะวันออก ทราย > ดินแห้ง > ดินเปียก > หญ้าแห้ง > หญ้าเปียก > พืชคลุมดิน

ทิศตะวันตก ทราย > ดินแห้ง > ดินเปียก > หญ้าแห้ง > หญ้าเปียก > พืชคลุมดิน

ทิศใต้ ดินแห้ง > ดินเปียก > ทราย > หญ้าแห้ง > หญ้าเปียก > พืชคลุมดิน

เมื่อนำมาเขียนให้เห็นถึงความแตกต่างของอิทธิพลจากสภาพของดินที่แตกต่างกัน สามารถเขียนได้ดังนี้

1. สภาพของผิวดิน

สภาพผิวดินที่แตกต่างกันจะทำให้อุณหภูมิที่ผิวผนังแตกต่างกันตามสภาพของดินที่สัมผัสคือ

ดินที่ปราศจากวัสดุปกคลุมจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารสูงกว่าดินที่มีพืชปกคลุม

ดินที่ปกคลุมด้วยพืชจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารต่ำกว่าดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าเปียก

แสดงให้เห็นว่าดินที่ปกคลุมด้วยร่มไม้ได้รับร่มเงา ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์โดยตรงจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในของอาคารต่ำกว่าดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุม และพบว่าต้นไม้สามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในดินและช่วยให้ดินมีอุณหภูมิคงที่

2 อิทธิพลความชื้นของดิน

ดินที่มีความชุ่มชื้นจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในที่ผิวภายนอกสัมผัสดินต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่มีผนังภายนอกสัมผัสกับดินที่มีความชื้นน้อยกว่าดังจะเห็นได้จากผลการทดลอง ดินแห้งและทรายจะเป็นกลุ่มที่มีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารสูงกว่า ดินเปียกและดินที่มีวัสดุคลุมดินซึ่งช่วยรักษาความชื้นในดิน

3 อิทธิพลจากชนิดของดิน

ดินที่ต่างชนิดกันจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่ด้านนอกสัมผัสดินแตกต่างชนิดกันจากการทดสอบพบว่า อุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่ถมด้วยทรายจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่ถมด้วยดิน ในขณะที่ดินจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในคงที่ แต่อุณหภูมิที่ผิวผนังภายในที่ถมด้วยทราย จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดแตกต่างกันมากกว่า สาเหตุหนึ่งเกิดจากลักษณะของดินที่แตกต่างกันดินจะมีความสามารถในการเก็บน้ำได้ดีกว่าทราย จึงทำให้อุณหภูมิของดินใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกและค่อนข้างคงที่

4 อิทธิพลของความลึกของดิน

จากการทดสอบและวิเคราะห์พบว่าที่ระดับความลึกที่มากขึ้นอุณหภูมิดินค่อนข้างจะคงที่มากขึ้น จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอกอาคารที่ได้ดินลึก 0.60 เมตร และที่ความลึก 1.00 เมตร ที่ตำแหน่งเดียวกัน พบว่าดินที่ระดับความลึก 1.00 เมตร จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่ความลึก 0.60 เมตรประมาณ 0.67-0.75°C

5. อิทธิพลของทิศ

ทิศแต่ละทิศมีผลต่ออุณหภูมิดินแตกต่างกัน โดยทางทิศใต้จะมีอุณหภูมิสูงที่สุดและทางทิศเหนือจะมีอุณหภูมิต่ำที่สุดโดยผลต่างของทิศทั้งสองทิศจะอยู่ระหว่าง 2-3°C โดยทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตกจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิทิศเหนือและทิศใต้

จากการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพผิวดินมีผลกระทบในแต่ละทิศไม่เท่ากัน โดยพบว่าทิศเหนือได้รับผลกระทบน้อย ทิศใต้ได้รับผลกระทบค่อนข้างมากโดยอุณหภูมิต่ำสุดของทิศที่นำมาทดสอบพบว่าไม่ต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก

ทิศใต้สามารถลดความเย็นลงได้ตามสมมติฐานโดยการใช้พืชคลุมดิน ป้องกันปริมาณแสงแดดที่ตกกระทบผิวดินโดยตรงรักษาความชุ่มชื้นในดินให้คงที่จะทำให้อุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก

ทิศเหนือมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่เนื่องจากเป็นทิศที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงปริมาณความชื้นในดินค่อนข้างคงที่ การรักษาปริมาณความชื้นในดินกระทำได้โดยผิวดินปกคลุมโดยใช้หญ้า

ทิศตะวันตกมีอุณหภูมิสูงในช่วง 10.00-15.00น.สามารถรักษาปริมาณความชื้นได้โดยผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและรดน้ำในช่วงเช้า เนื่องจากดินมี Time Lag ประมาณ 4-6 ชั่วโมง ทิศตะวันตกมีอุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงบ่ายประมาณ 15.00-19.00น.สามารถรักษาปริมาณความชื้นในดินให้คงที่ได้โดยผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและรดน้ำในช่วง 10.00-14.00น. เนื่องจากดินมีTime Lag ประมาณ 4-6 ชั่วโมง

เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่ภายนอกถมด้วยดินในสภาพที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคาร ที่ภายนอกถมด้วยดิน 1.00 เมตรมีสภาพของดินแตกต่างกัน ผลปรากฏว่าอุณหภูมิดังกล่าวมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคาร ที่ภายนอกถมด้วยดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าเปียกดังตารางเปรียบเทียบที่ 5.4

สภาพผิวดินที่เปรียบเทียบ	อุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่สัมผัสดิน
หญ้าเปียก และ ทราย	-(0.37-0.80)
หญ้าเปียก และ หญ้าแห้ง	-(0.25-0.47)
หญ้าเปียก และ ดินเปียก	-(0.43-0.80)
หญ้าเปียก และ ดินแห้ง	-(0.45-0.97)
หญ้าเปียก และ พืชคลุมดิน	+(0.63-1.56)

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงผลความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในที่สัมผัสดินในสภาพที่แตกต่างกัน

หมายเหตุ ค่าเป็น + หมายถึง อุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่ถมด้วยดินมีสภาพเป็นหญ้าเปียกที่มีอุณหภูมิสูงกว่า

ค่าเป็น - หมายถึง อุณภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารที่ถมด้วยดินมีสภาพเป็นหญ้าเปียกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

จากตารางพบว่าดินที่ปกคลุมด้วย พืชคลุมดินจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคาร(ที่ระดับ 0.40 เมตรจากพื้นอาคาร) ต่ำที่สุดหากเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคาร (ที่ระดับ 0.40 เมตรจากพื้นอาคาร) ที่ภายนอกถมด้วยทรายจะแตกต่างกันถึง 1.5-2 °C

เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคารที่มีผิวสัมผัสดิน

จากการวิจัยสรุปได้ว่าอุณหภูมิที่ผิวสัมผัสดินจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในอาคารด้านที่สัมผัสดินเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารเย็นลง โดยจากกราฟที่ 5.1 อุณหภูมิที่ระดับเหนือฝ้าเพดานจะมีอุณหภูมิสูงเนื่องจากความร้อนสะสมที่เกิดจากอุณหภูมิภายนอกอาคาร เมื่อทำการป้องกันอุณหภูมิจากภายนอกอาคารและจากฝ้าเพดานโดยการเพิ่มฉนวนใยแก้วหนา 2นิ้ว (Foil One Side) ที่ฝ้าเพดานที่ระดับ 2.40 เมตร พบว่าอุณหภูมิภาย

ในอาคารลดลงมีทิศทางเปลี่ยนแปลงของกราฟ ตรงข้ามกับอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร ทั้ง 4 การทดสอบ ดังกราฟที่ 5.2-5.5 และเมื่อทำการเปลี่ยนสภาพผิวดินในลักษณะต่าง และเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและอุณหภูมิภายในอาคารที่ผิวภายนอกสัมผัสดินที่มีสภาพผิวดินแตกต่างกัน ได้ผลการวิจัยดังนี้

สภาพผิวดินที่เปรียบเทียบ	ค่าความแตกต่างของช่วงอุณหภูมิสูงสุด	ค่าความแตกต่างของช่วงอุณหภูมิต่ำสุด
สภาพผิวดินที่มีสภาพเป็นหญ้าแห้ง	-9.0	+2.5
สภาพผิวดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก	-8.5	+2
สภาพผิวดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง	-8.5	+3
สภาพผิวดินที่มีสภาพเป็นพืชคลุมดิน	-10.0	+2.5

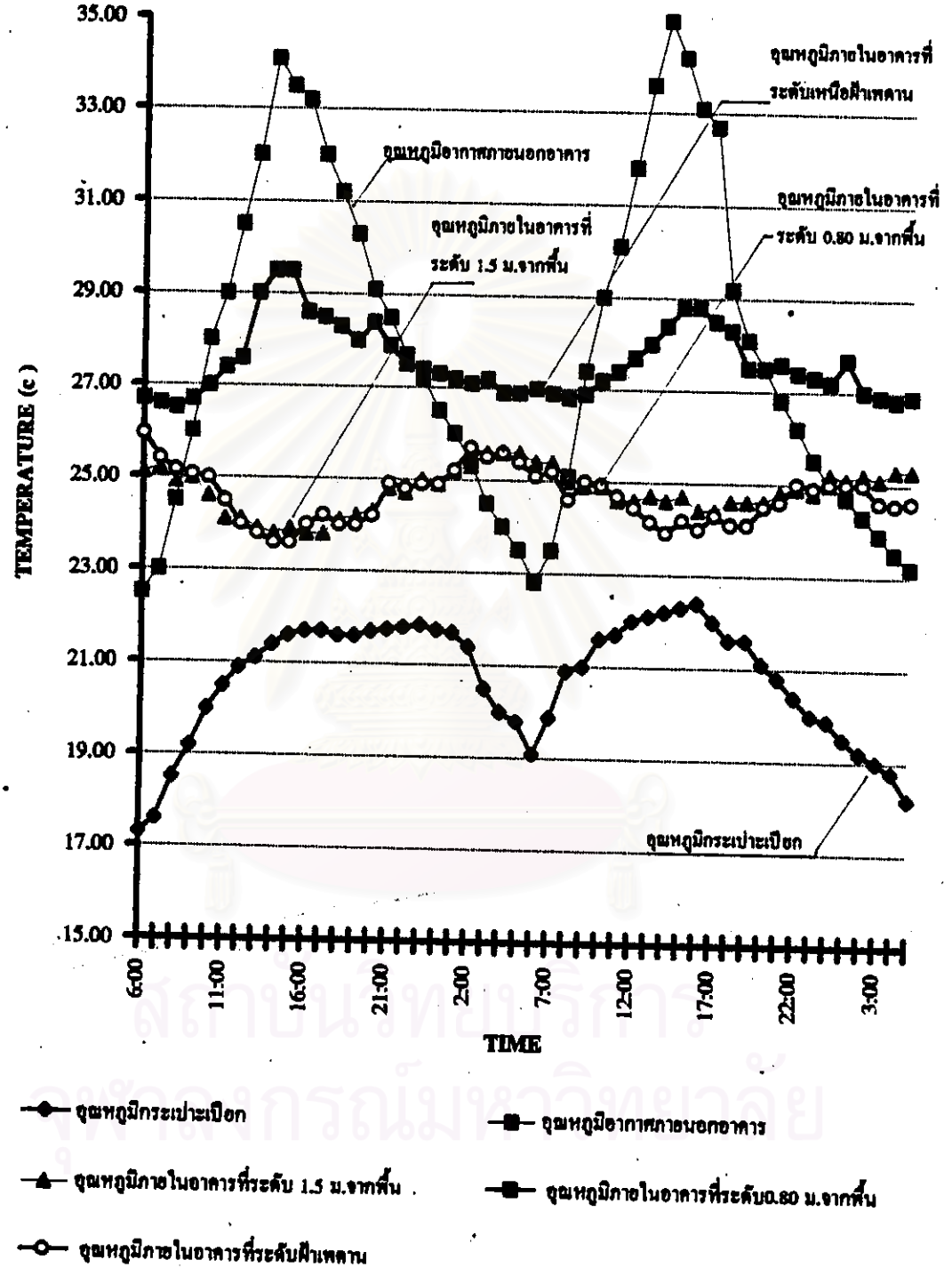
ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและอุณหภูมิภายในอาคารที่ผิวภายนอกสัมผัสดินที่มีสภาพผิวแตกต่างกัน

หมายเหตุ ค่าเป็น + หมายถึง อุณหภูมิภายในอาคารที่ระดับ 1.50 ม. จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร

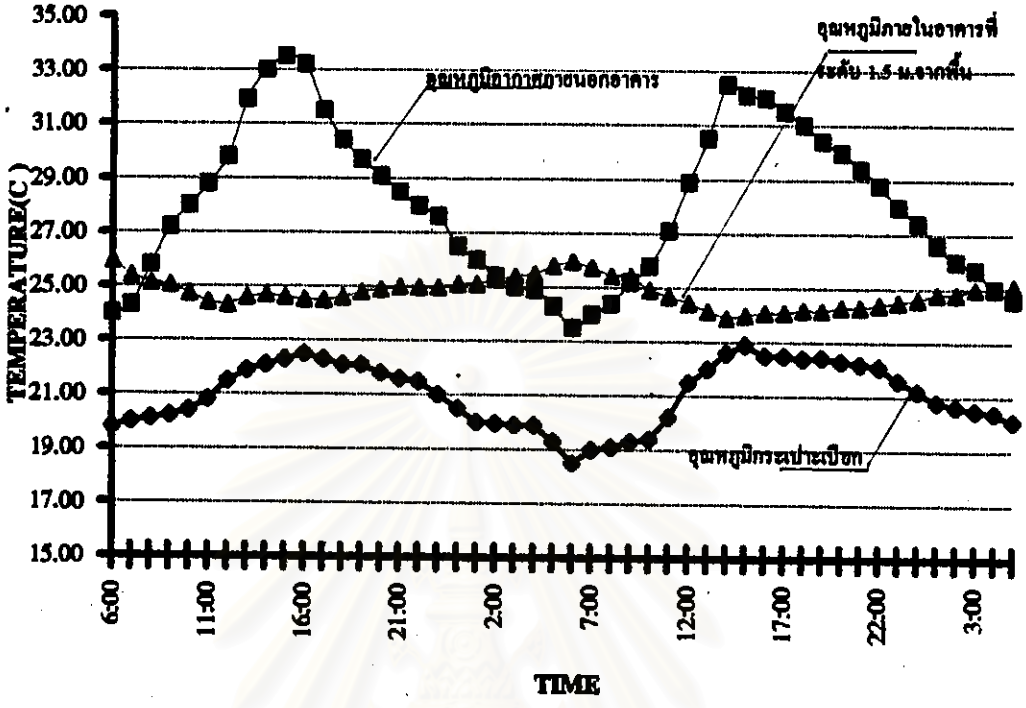
ค่าเป็น - หมายถึง อุณหภูมิภายในอาคารที่ระดับ 1.50 ม. จะมีอุณหภูมิ ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร

จากการวิจัยสรุปได้ว่าอาคารที่มีผิวสัมผัสดินเมื่อทำการลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาจากผนังที่ไม่ได้สัมผัสดิน และจากหลังคา ผนังที่สัมผัสดินจะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิภายในอาคาร(ที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นอาคาร) เนื่องจากผนังที่สัมผัสดินโดยรอบ ทำให้เกิด HEAT SINKภายในอาคารทำให้อุณหภูมิภายในอาคารเย็นลงกว่าปกติ เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอกอาคารกับอุณหภูมิภายในอาคารที่มีผิวผนังภายนอกสัมผัสดิน พบว่าในช่วงที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูงสุดที่เวลา 15.00 น. อุณหภูมิภายในอาคารจะเย็นกว่า อุณหภูมิอากาศภายนอก 8.5-10°C โดยเฉพาะผนังภายนอกที่สัมผัสดินที่ผิวดินเป็นพืชคลุมดินจะมีอุณหภูมิภายในอาคารเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารถึง 10°C และในช่วง 06.00น. อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าภายนอกอาคาร 2-3°C จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวภายในอาคารที่มีผิวผนังภายนอกสัมผัสดิน ดังกราฟที่ 5.6 พบว่าดินมี ระยะเวลาหน่วงของอุณหภูมิ 10-12 ชั่วโมง

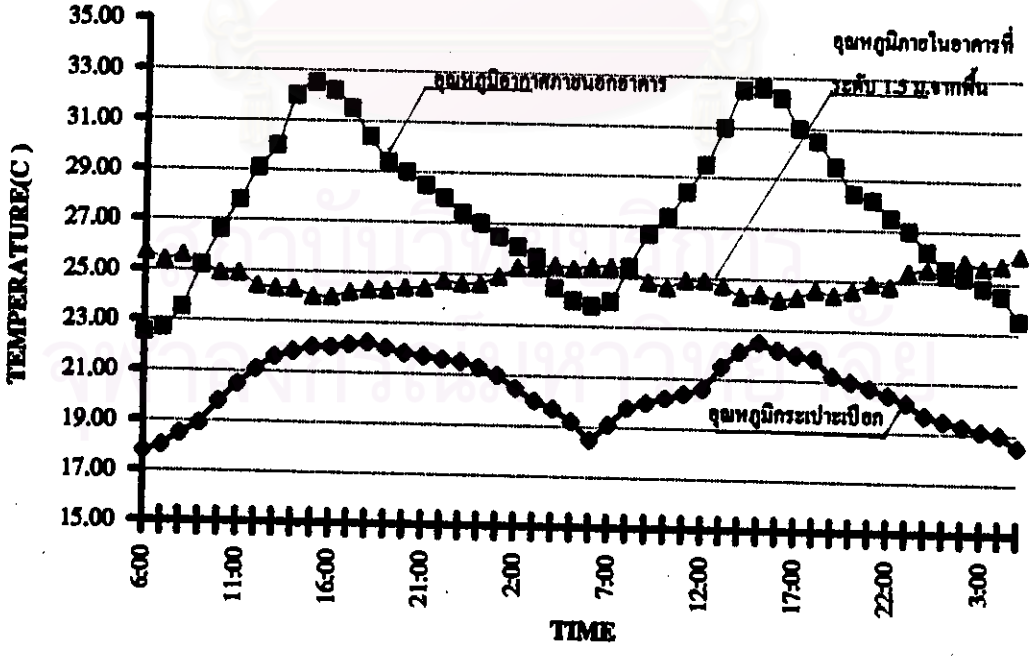
แผนภาพที่ 5.1 แสดงการเปรียบอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับแตกต่างกัน กับอุณหภูมิกระเปาะเปียก



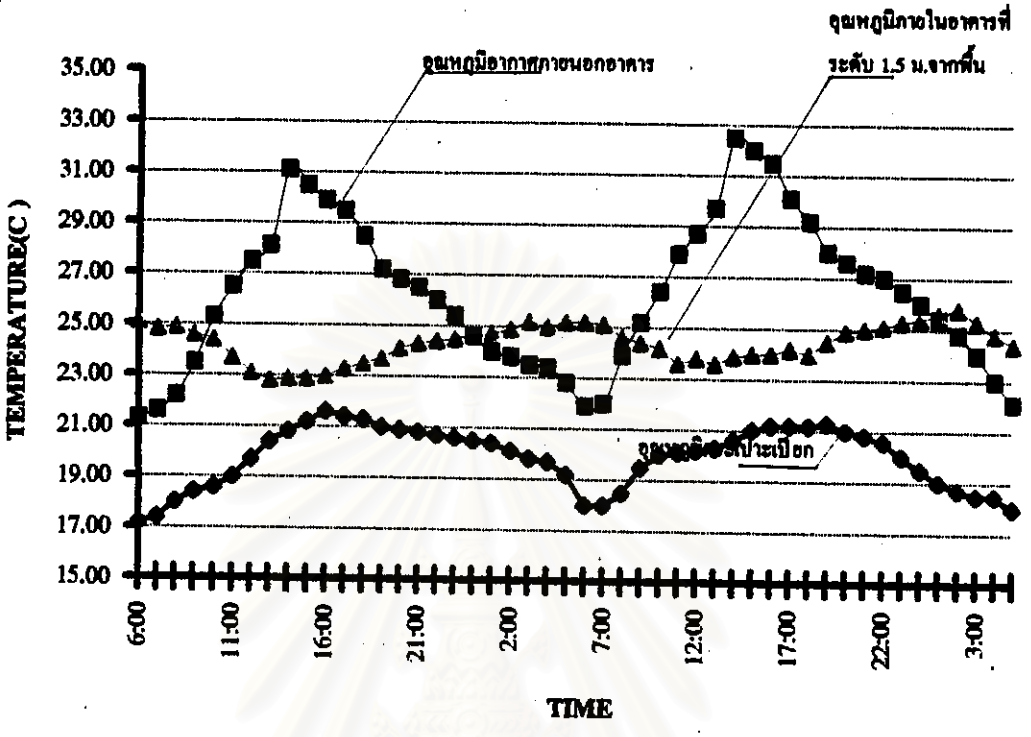
แผนภาพที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกอาคาร กับอุณหภูมิกระเปาะเปียก การทดลองที่ 2



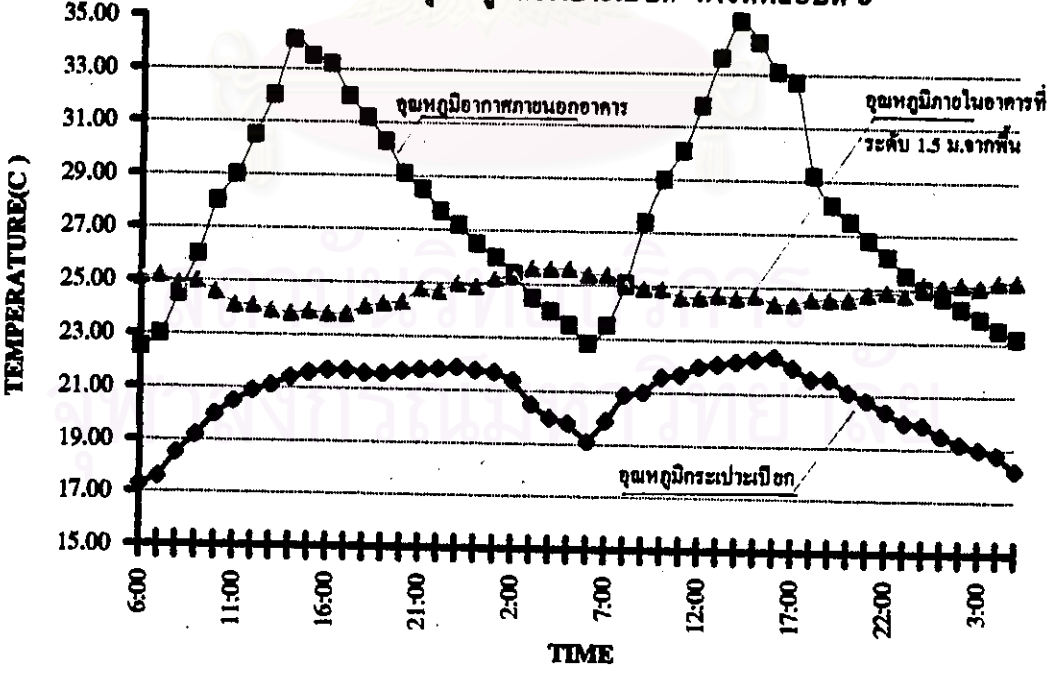
แผนภาพที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกอาคาร กับอุณหภูมิกระเปาะเปียก การทดลองที่ 3



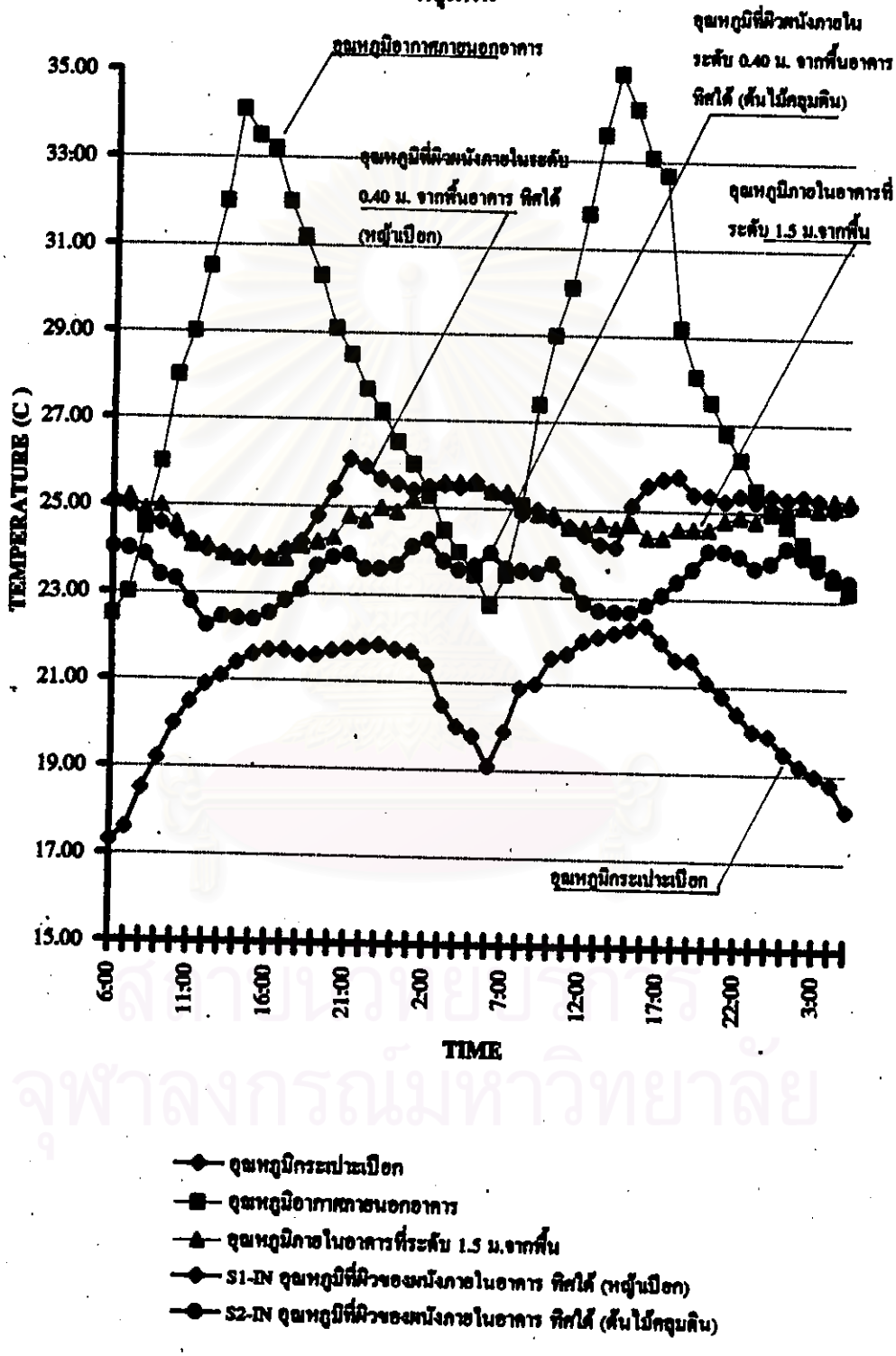
แผนภาพที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกอาคาร กับอุณหภูมิกระเปาะเปียก



แผนภาพที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกอาคาร กับอุณหภูมิกระเปาะเปียก การทดลองที่ 5



แผนภาพที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกระเปาะเปียก อุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกอาคาร และอุณหภูมิผิวผนังภายในอาคารที่สูง 0.40 จากพื้น ทางทิศใต้ ของผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าเปียกและต้นไม้คลุมดิน



ประโยชน์และการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

1. ความชื้นในดินจะทำให้ดินมีอุณหภูมิเย็นใกล้เคียงอุณหภูมิกระเปาะเปียก ในกรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินอุณภูมิดินจะคงที่ ที่ดินมีวัสดุปกคลุม ช่วยรักษาความชื้นภายในดิน และทำให้อุณหภูมิภายในดินคงที่

2. ดินมี Time Lag 10-12 ชั่วโมง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารได้ อาคารที่มีผิวสัมผัสดิน จะช่วยลดความร้อนในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารร้อน และ จะช่วยเพิ่มความอบอุ่นในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารเย็นตัวลง สามารลดระยะเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศลงได้

3. ผิวที่สัมผัสดินจะทำให้เกิด HEAT SINK ภายในอาคาร การออกแบบอาคารให้มีผิวสัมผัสดินมาก จะสามารถลดอุณหภูมิภายในอาคารได้

ข้อจำกัดในการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยในลักษณะการทดลอง(Experiment Research)ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ทดสอบทำให้ผลการวิจัยที่ได้มีขอบเขตดังนี้

1. การทดสอบไม่สามารถจัดทำพร้อมกันได้ทั้ง 5 การทดสอบ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของอุปกรณ์เครื่องมือที่มีอยู่ ดังนั้นการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลแต่ละการทดสอบ ทุกชั่วโมง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยกำหนดการเก็บข้อมูล จะเก็บข้อมูลเป็นช่อง ดังนั้นจากการเก็บข้อมูลที่ได้เก็บข้อมูลตั้งแต่การทดสอบที่ 1 ถึงการทดสอบที่ 5 เป็นระยะเวลา 3 เดือน เริ่มจาก วันที่ 6 มกราคม 2539 ถึง วันที่ 26 มีนาคม 2539 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ดังนั้นผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะถูกจำกัดเป็นข้อมูลเฉพาะของช่วงฤดูหนาว

2. การทดสอบไม่สามารถดำเนินการทดสอบต่อเนื่องได้เนื่องจาก

2.1 สภาพดินที่ถมให้กับอาคารทดลองต้องใช้ระยะเวลาในการทรุดตัวคงที่ 1-2 สัปดาห์

2.2 สภาพดินที่รดน้ำทำให้ดินมีการทรุดตัวมากขึ้นทำให้ต้องเพิ่มปริมาณดิน

2.3 สภาพดินที่ปลูกหญ้าต้องใช้ระยะเวลา 1 สัปดาห์เพื่อให้ต้นหญ้าสามารถเจริญงอกงามได้

2.4 ต้นไม้ที่ปลูกคลุมดินต้องใช้ระยะเวลา 1 สัปดาห์เพื่อให้ต้นไม้เจริญงอกงาม

2.5 จากการทดลองได้ติดตั้งสายเทอร์โมคัพเพิลผิดพลาดในช่วงแรกทำการกำหนดการทดลองที่ควรเริ่มจากดินแห้งเป็นดินเปียกและหญ้าแห้งเป็นหญ้าเปียกนั้นต้องเปลี่ยนแปลงจากหญ้าเปียกเป็นหญ้าแห้ง และดินเปียกเป็นดินแห้งทำให้ต้องใช้ระยะเวลา 2 สัปดาห์ในการทิ้งช่วงเวลาให้ความชื้นในดินลดลง

2.6 ในช่วงการทดลองได้มีฝนตกลงมา 2-3 ครั้งในเดือนกุมภาพันธ์ทำให้การทดสอบต้องเลื่อนออกไป แล้วเสร็จในช่วง 5-6 มีนาคม การทดลองโดยใช้แบบสอบถามและ Comfort Meter ไม่สามารถเตรียมการได้ทันเนื่องจากเลยช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลวิจัย

2. ข้อจำกัดในการศึกษาตัวแปร

การทดสอบจำเป็นจะต้องลดตัวแปรที่จะศึกษาให้จำกัดในจำนวนตัวแปรที่ศึกษาได้ในระยะเวลาที่จำกัด ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกศึกษาเฉพาะตัวแปรอุณหภูมิอากาศภายนอก,อุณหภูมิอากาศภายใน,ความชื้นสัมพันธ์,สภาพและชนิดของดินที่ผิวดินแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีตัวแปรอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรดังกล่าว เช่น Solar Radiation ,Wind เป็นต้น ซึ่งในการวิจัยอื่นๆ สามารถนำมาเป็นหัวข้อในการศึกษาในรายละเอียดได้ต่อไป

3. ข้อจำกัดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ในการทดสอบจะเป็นการทดสอบในระบบปิด ไม่มีการถ่ายเทอุณหภูมิอากาศโดยทางตรงและทางอ้อม ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการป้องกันความร้อนจากผนัง และหลังคา โดยการสร้างห้องทดลองจะทำการใส่ฉนวนใยแก้วที่ผนังและหลังคาเพื่อลดอิทธิพลอุณหภูมิภายนอกจากผนังและอุณหภูมิที่สะสมเหนือฝ้าเพดานเพื่อให้ผลที่ได้จากการทดสอบเกิดจากอิทธิพลผิวผนังที่สัมผัสดิน

4. ข้อจำกัดเรื่องทิศทางของอาคาร

ในระหว่างการก่อสร้างอาคารเกิดความผิดพลาดในการวางตัวอาคารทดสอบ ทำให้ทิศเหนือของอาคารจะทำมุม 10° ไปทางทิศตะวันตก ตามรูป 4.2 แต่เพื่อให้ง่ายต่อการรายงานผลและการวิเคราะห์ ทางผู้วิจัยยังคงกำหนดให้เป็นเหนือเช่นเดิม โดยจะไม่กล่าวถึงมุมที่เอียง 10° ไปทางทิศตะวันตก

<u>ข้อผิดพลาดที่พบในการวิจัย</u>

1. ติดตั้งสายเทอร์โมคัพเพิล ต้องศึกษาการติดตั้งให้ถูกต้อง
2. การฝังสายเทอร์โมคัพเพิลในดินต้องทาสีกันสนิมก่อน

3. การทดสอบต้องตัดตัวแปรที่ทำให้เกิดความชื้นออกจะต้องทำการป้องกันผิวดินจากฝนที่เกิดขึ้น

4. สภาพห้องทดลองที่เปิด-ปิดบ่อยครั้งจะทำให้ปริมาณความร้อนในห้องทดลองเปลี่ยนแปลง

5. การทดสอบในช่วงแรกปริมาณความร้อนของหลังคาจะมีปริมาณสูงมากทำให้ต้องเพิ่มฝ้าเพดานอีก ชั้น เพื่อลดอิทธิพลจากหลังคา

6. ห้องทดลองที่สร้างได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม เช่นด้านตะวันตกได้รับร่มเงาจากอาคารข้างเคียงทิศใต้ได้รับร่มเงาจากอาคารทำให้การทดลองมีข้อจำกัด

7. การก่อสร้างอาคารที่ทำให้ทิศที่ตั้งเอียง 10 องศา (ทวนเข็มนาฬิกา)

<u>ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป</u>

ในการทำวิจัยในหัวข้อเดียวกันนี้ควรจะศึกษาในเรื่องที่ต่อเนื่องกับงานวิจัยนี้ ดังนี้

1. ทดสอบสภาพความลึกของดินที่แตกต่างกันที่นำมาถมผนังทั้ง 4 ทิศ
2. ทดสอบการถมดินที่ลึกมากกว่า 1 เมตร
3. ทดสอบวัสดุที่เป็นตัวนำความเย็นชนิดอื่น(ผนัง)
4. ทดสอบปริมาณลมที่พัดผ่านผิวดินมีผลต่ออุณหภูมิในดินหรือไม่
5. การทดสอบควรจะควบคุมระยะเวลาการทดลองให้แน่นอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย