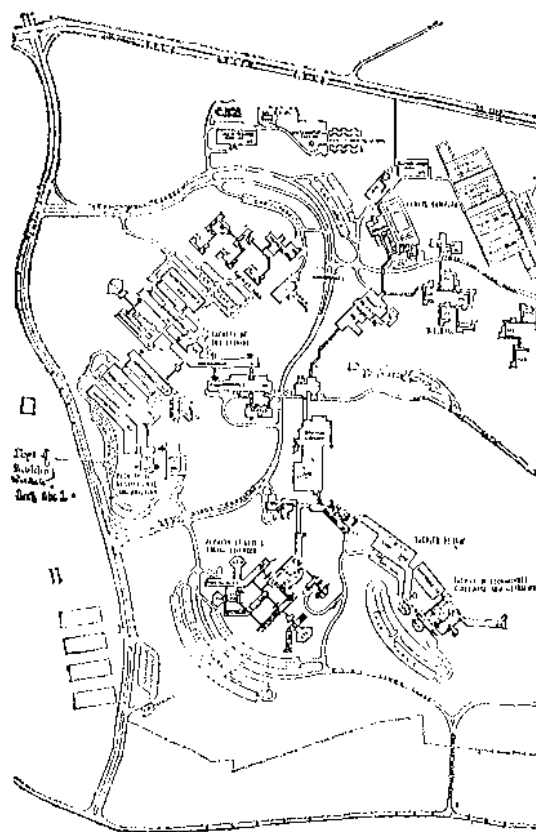


การฝึกอบรม ณ มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์

มาลี ศรีสุวรรณ

ผู้เขียนได้รับทุนรัฐบาลสิงคโปร์ภายใต้
แผนโคลัมโบ ไปฝึกอบรม ณ มหาวิทยาลัย
แห่งชาติสิงคโปร์ ระหว่างวันที่ 21 พฤศจิกายน
2526 ถึงวันที่ 21 เมษายน 2527 เกี่ยวกับ
เรื่อง *Building Science Topics* ในหัวข้อเรื่อง
Sun Control of Buildings, Thermal Design



แผนภาพที่ 1 แสดงผังแม่บทของมหาวิทยาลัย
(ด้านตะวันตก)

*of Building in the Tropics and Energy
Conservation in Building.*

มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์เป็นมหา-
วิทยาลัยใหม่ ซึ่งเพิ่งเปิดดำเนินการมาไม่กี่ปี
เอง ปัจจุบันเป็นมหาวิทยาลัยเพียงแห่งเดียวใน
สิงคโปร์ การเปิดสอนของคณะต่าง ๆ ในมหา-
วิทยาลัยยังไม่เต็มตามโครงการ อาคารต่าง ๆ จึง
อยู่ในระหว่างการก่อสร้างอีกมาก อาคารซึ่ง
สร้างเสร็จและเปิดใช้แล้วเป็นอาคารของคณะ
ต่าง ๆ ทางด้านตะวันตกของมหาวิทยาลัย (ดู
ภาพที่ 1) ซึ่งประกอบด้วย คณะสถาปัตยกรรม-
ศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสังคม-
ศาสตร์ คณะบัญชีและบริหารธุรกิจ พร้อมทั้ง
อาคารบริหารอื่น ๆ ได้แก่ หอสมุดกลาง ศูนย์
คอมพิวเตอร์ ศูนย์กีฬา หอพัก ศูนย์นัก
ศึกษา ฯลฯ โดยอาคารทั้งหมดเชื่อมต่อกันด้วย
ทางเดินซึ่งมีหลังคาคลุม ทั้งทางเดินช่วงสั้นและ
ช่วงยาว ซึ่งในการวางแผนแม่บทและการออกแบบ
อาคารสามารถใช้ระดับให้สัมพันธ์กันได้เป็น
อย่างดี รวมทั้งการนำภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้
ได้อย่างสอดคล้องกัน (รูปที่ 1-6)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ซึ่งผู้เขียนมารับ
การฝึกอบรมนี้ เป็นคณะหนึ่งที่เปิดทำการสอน

ในระยะแรกนี้ ประกอบด้วย 3 ภาควิชา คือ ภาควิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชา Building Science และภาควิชา Building and Estate Management แต่ละภาควิชาจะมีการเรียนการสอนที่แยกจากกัน ในส่วนบริหารของแต่ละภาควิชาก็จะแยกจากกันโดยมีส่วราชการของแต่ละภาควิชาเอง และมีสำนักงานคณะบดีเป็นศูนย์กลาง ส่วนนักศึกษาจะมีห้องปฏิบัติการที่แยกจากกัน แต่ใช้ห้องทดลองและห้องกิจกรรมอื่น ๆ ร่วมกัน

สำหรับการฝึกอบรมในครั้งนี้ ทางรัฐบาลสิงคโปร์ได้มอบให้ภาควิชา Building Sciences คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์เป็นผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับโครงการฝึกอบรม โดยหน่วยงานจากกระทรวงต่างประเทศของรัฐบาลสิงคโปร์เป็นผู้ประสานงานและเป็นผู้จัดการเกี่ยวกับที่พักของผู้เข้ารับการอบรม ผู้เขียนคิดว่าโครงการฝึกอบรมนี้คงเป็นโครงการใหม่และอยู่ในระยะเริ่มแรก เนื่องจากการจัดเตรียมโครงการยังไม่มีหลักเกณฑ์และขอบเขตที่แน่นอน โครงการที่ใช้ในการฝึกอบรมครั้งนี้เป็นโครงการที่กำหนดและปรับในภายหลัง โดยแบ่งการฝึกอบรมเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเป็นการฝึกอบรมปฏิบัติการในห้องทดลองและช่วงหลังเป็นการฝึกอบรมเฉพาะเรื่อง ตามหัวข้อที่กำหนดไว้ในกาให้ทุนและที่ผู้เข้ารับการอบรมสนใจเลือกเพิ่มเติมในลักษณะของการสัมมนา

การฝึกอบรมปฏิบัติการในห้องทดลอง เป็นการทดลองในเรื่องที่เกี่ยวกับแสงเสียงและความร้อน โดยเป็นการทดลองบนพื้นฐานเพื่อให้รู้จักวิธีใช้เครื่องมือต่าง ๆ และทำการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อนำมาคำนวณและสรุปพร้อมทั้งข้อคิดเห็นและเสนอแนะ การทดลองในช่วงนี้ใช้เวลามากกว่าที่ควรเนื่องจากห้องทดลองและเครื่องมือต่างๆ ที่ผู้เข้ารับการอบรมจะใช้นั้นต้องเป็นเวลาที่นักศึกษายังปัจจุบันไม่ได้ใช้ ซึ่งเรื่องนี้น่าจะเป็นสิ่งที่นำมาพิจารณาประกอบการกำหนดโครงการฝึกอบรมที่จะมีขึ้นต่อไป ห้องทดลองทุกห้องมีช่างเทคนิคประจำห้อง โดยเป็นผู้ดูแลและเก็บรักษาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งในเรื่องการเบิกใช้ ช่างเทคนิคส่วนใหญ่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือในห้องทดลองที่ตนรับผิดชอบ ผู้เขียนเองก็ได้อาศัยช่างเทคนิคเป็นผู้ช่วยอธิบายถึงเรื่องการใช้เครื่องมือในการทดลองบางเรื่อง จากการที่ในโครงการฝึกอบรมในช่วงแรก ๆ ไม่ได้กำหนดเวลาและผู้ให้การอบรมที่แน่นอน การปฏิบัติการในห้องทดลองบางเรื่อง จึงเป็นการฟังคำอธิบายร่วมกับนักศึกษา และทำการทดลองเองในภายหลัง

การฝึกอบรมปฏิบัติการในห้องทดลองเกี่ยวกับแสงประกอบด้วย

1. การทดลองเรื่องกฎแห่งความส่องสว่าง เพื่อให้เข้าใจถึงพื้นฐานของเรื่อง inverse square



รูปที่ 1

อาคารคณะสถาปัตย-
กรรมศาสตร์ซึ่งทางเข้า
หลักต้องเปลี่ยนระดับ
ประมาณ 5 เมตร



รูปที่ 2

ส่วนหนึ่งของหอพัก
ในมหาวิทยาลัย ซึ่งมี
บรรยากาศที่ร่มรื่นด้วย
ภูมิสถาปัตยกรรม

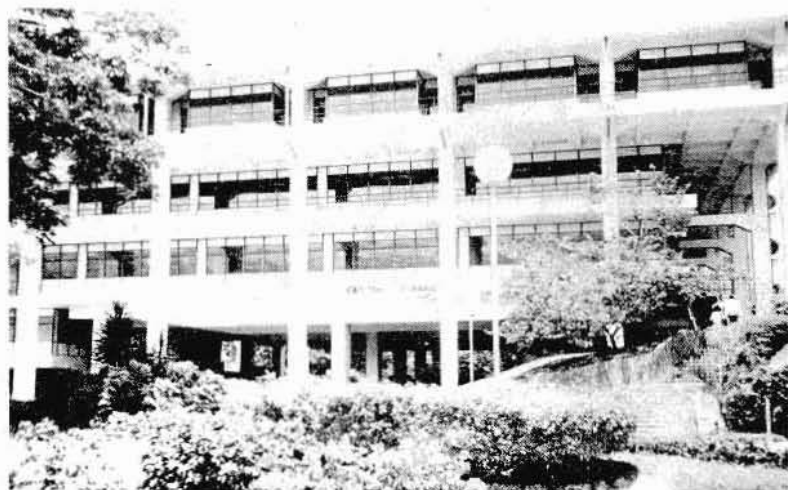


รูปที่ 3

ศาลาที่พักคอยรถเมล์
ภายในบริเวณมหาวิทยาลัย
มีทางเดิน ซึ่งมีหลัง
คาคลุมเชื่อมต่อกับ
อาคารเรียนต่าง ๆ



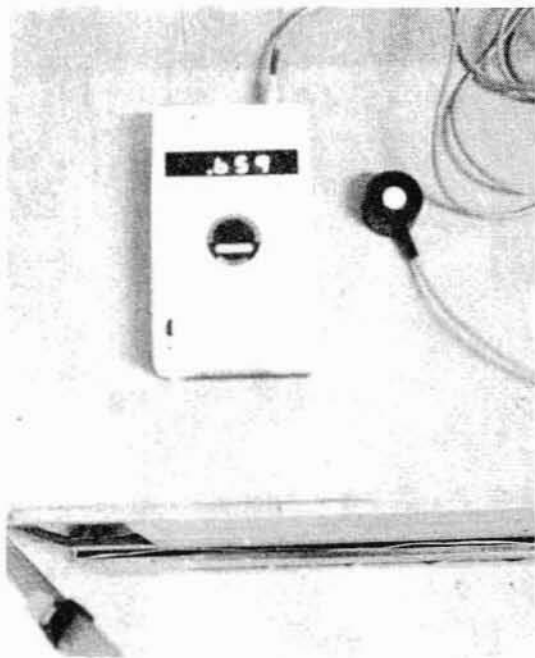
รูปที่ 4
อาคารเรียนคณะสถา-
ปัตยกรรมศาสตร์



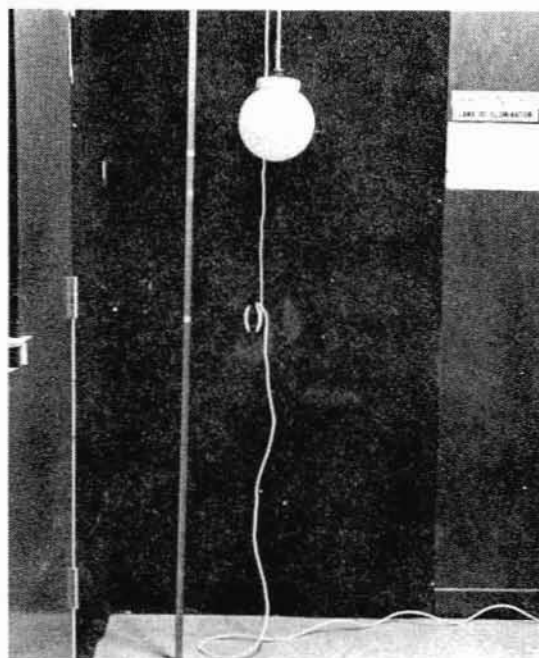
รูปที่ 5
หอสมุดกลาง



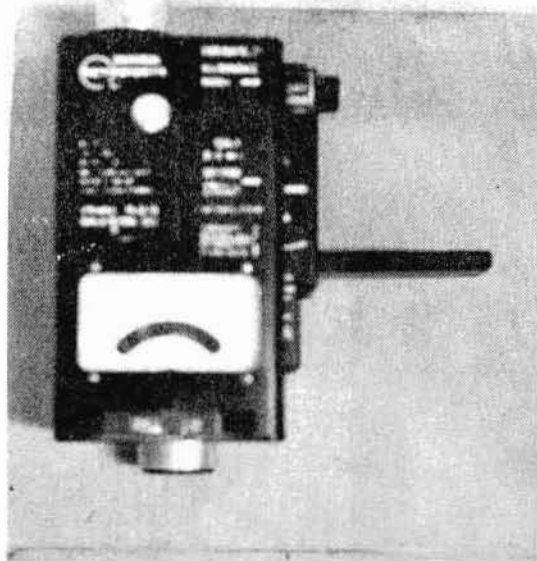
รูปที่ 6
ศูนย์คอมพิวเตอร์



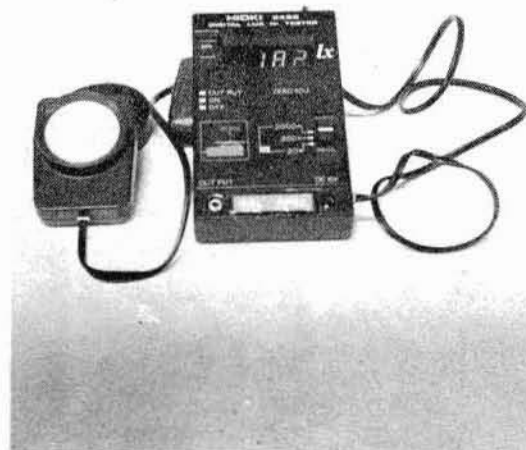
รูปที่ 7
light Messtechnik pocket luxmeter



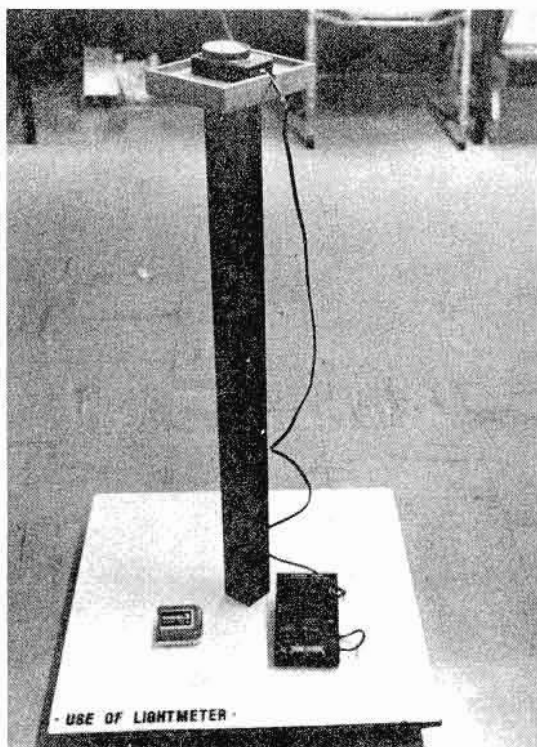
รูปที่ 8
โคมไฟกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว



รูปที่ 9
Hagner universal photometer

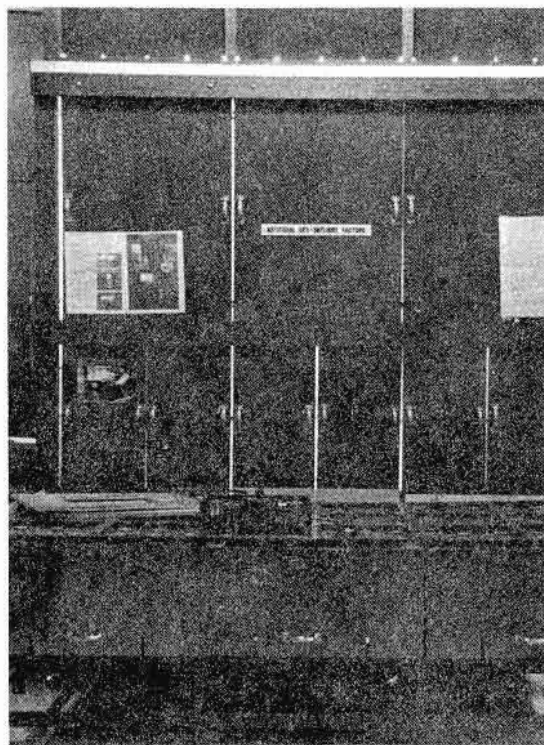


รูปที่ 10
Hioki lightmeter with photo cell



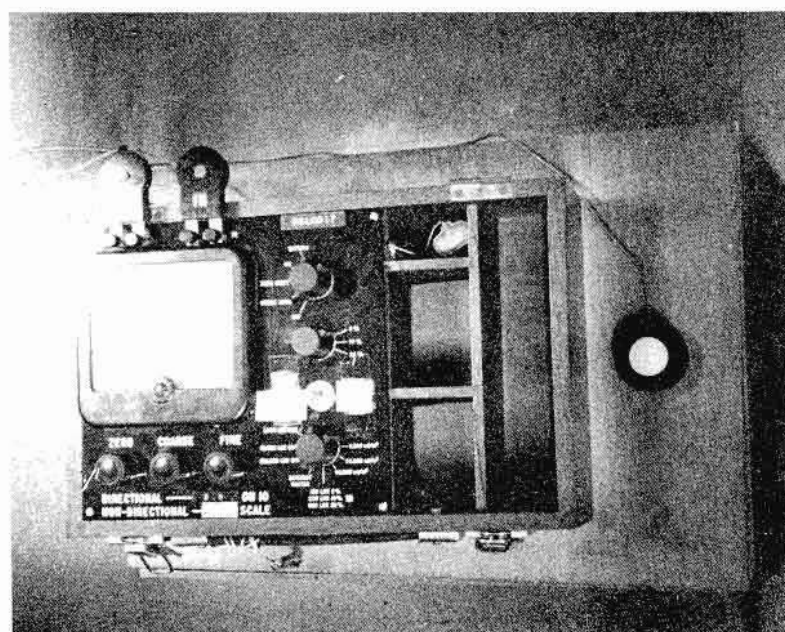
รูปที่ 11

photo cell บนที่วาง Hioki lightmeter และสายวัด



รูปที่ 12

rectilinear artificial sky



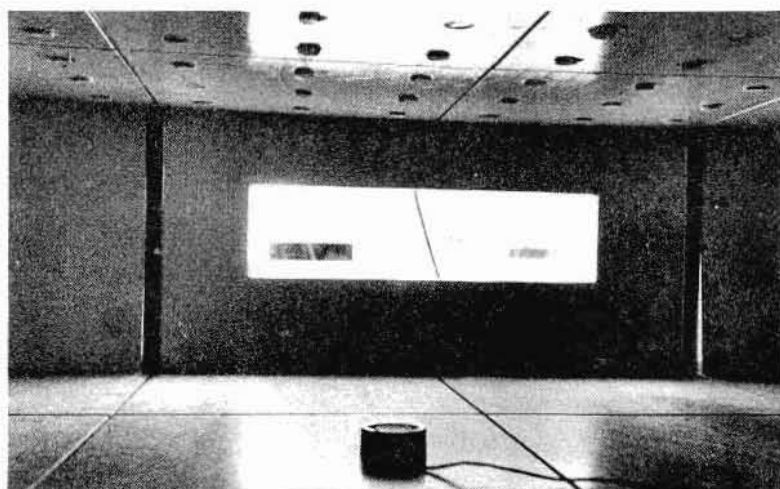
รูปที่ 13

Megatron BRE. day light photometer with photo cell



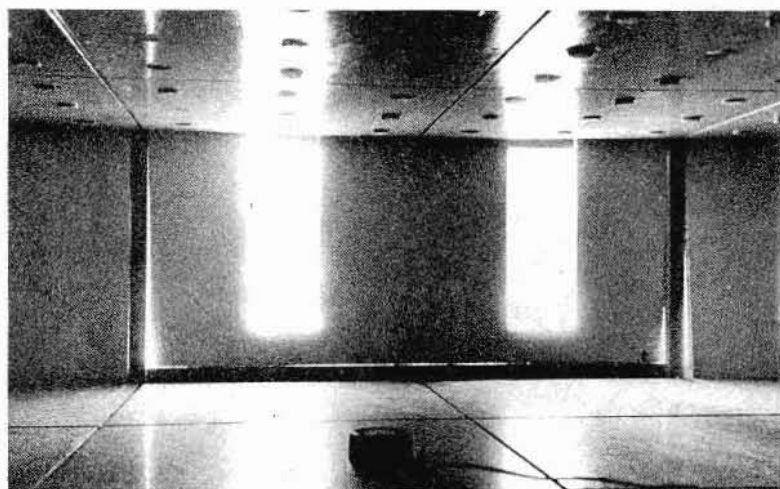
รูปที่ 14

ช่องเปิด 1 ช่อง ด้านบน
ติดฝ้าเพดาน



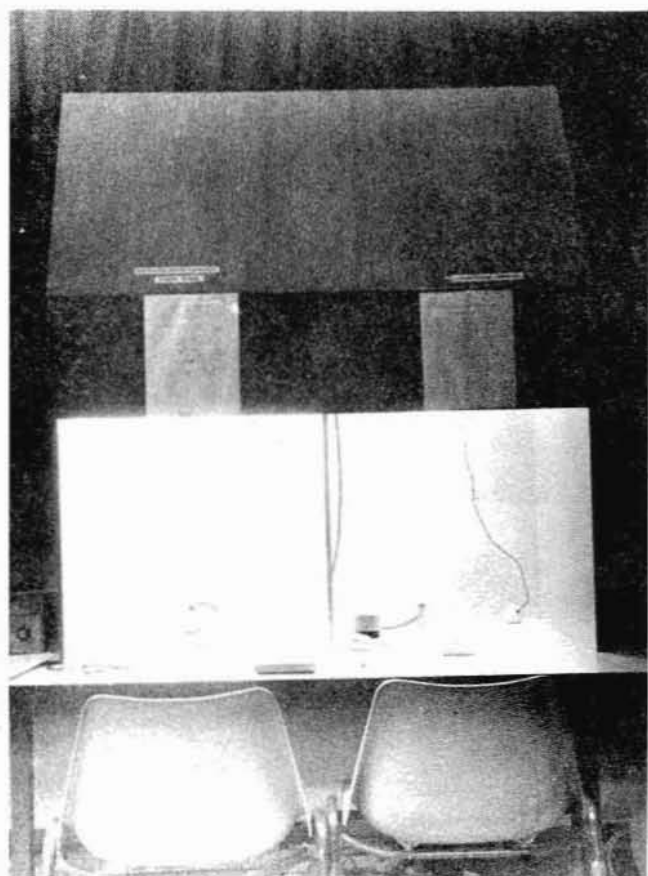
รูปที่ 15

ช่องเปิด 1 ช่อง กลาง
ผนัง



รูปที่ 16

ช่องเปิด 2 ช่อง ด้านบน
ติดฝ้าเพดาน



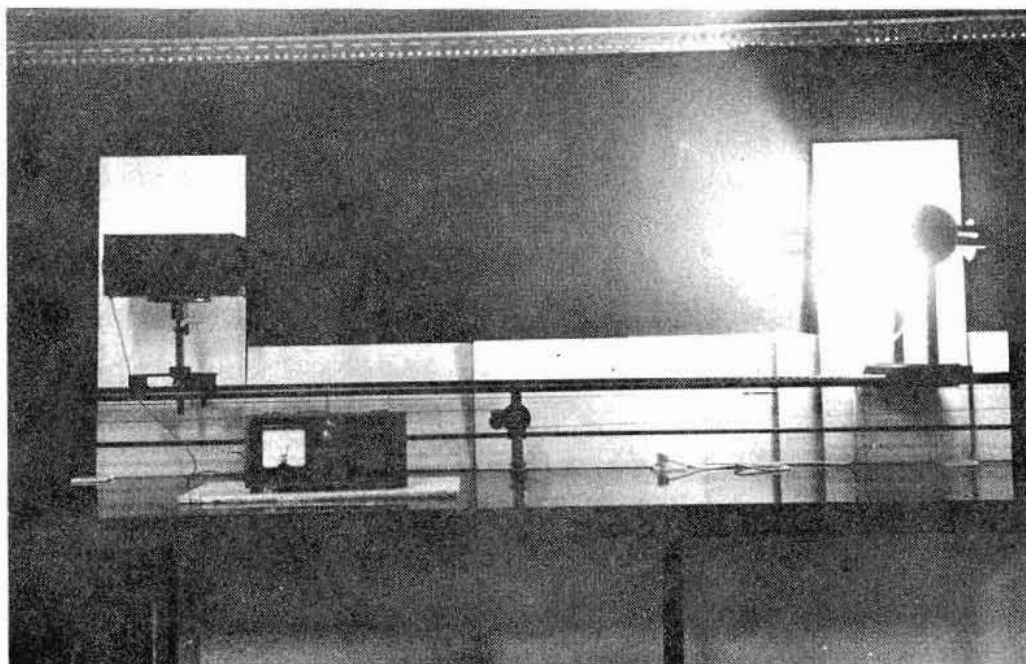
รูปที่ 17

โต๊ะซึ่งติดตั้งไฟชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้
ในการทดลองเรื่องสีภายใต้แสงไฟ

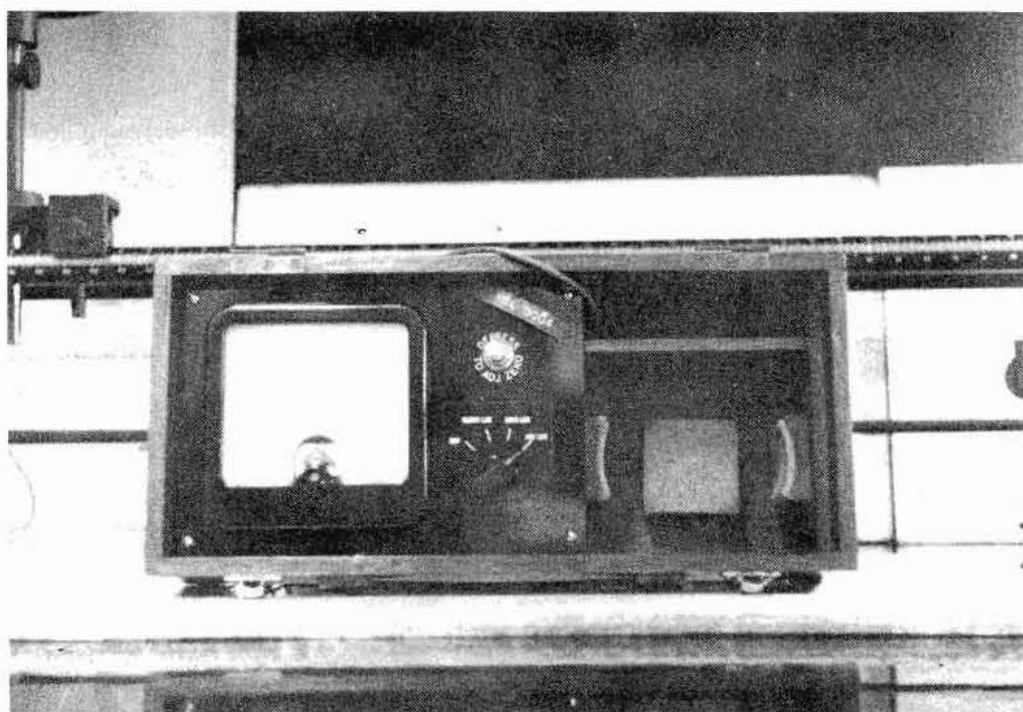


รูปที่ 18

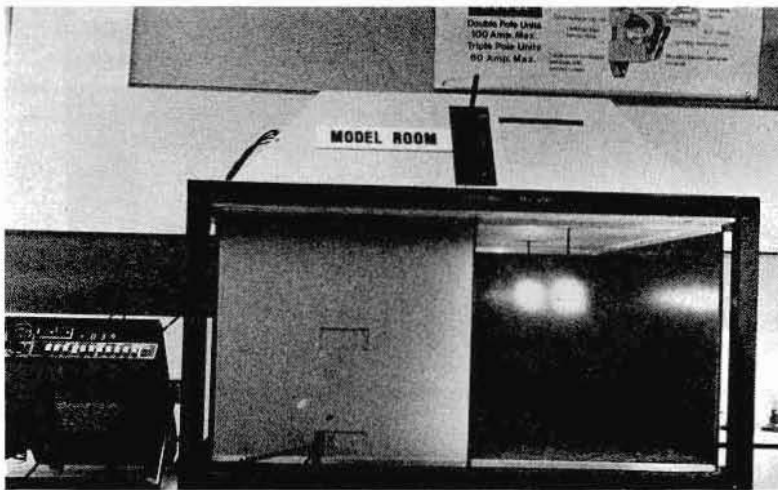
EEL-Corning Reflectance
Spectrometer, Unigalvo
และแผ่นกระเบื้อง



รูปที่ 19 โต๊ะยาว 2 เมตรติดตั้ง ดวงไฟและส่วนสะท้อนแสง

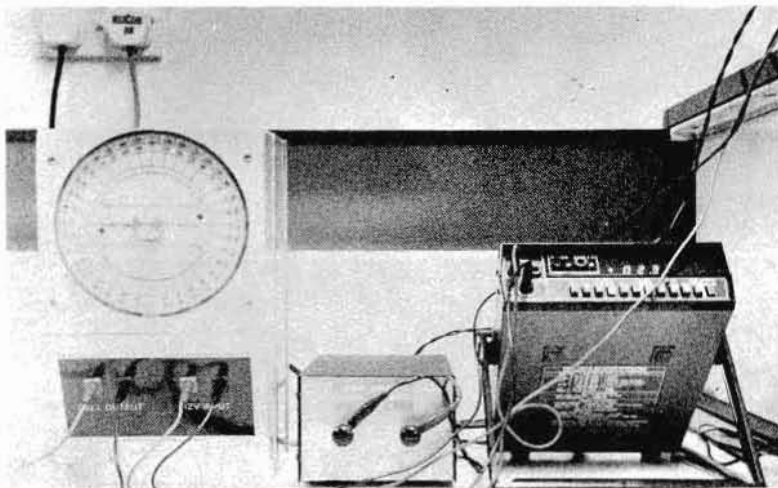


รูปที่ 20 illuminance meter and photo cell



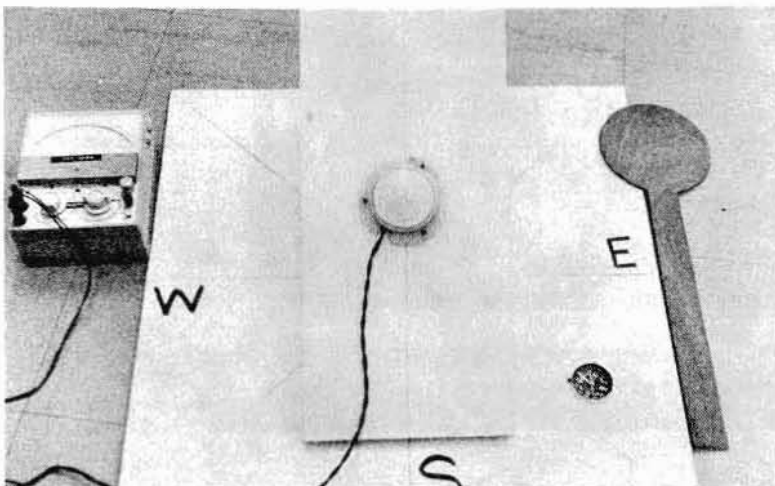
รูปที่ 21

ห้องจำลองซึ่งในภาพ
แสดงการใช้ผนังด้านสี
เข้มภายใน กันห้องเป็น
2 ห้อง และหลอดไฟใน
ระดับสูง



รูปที่ 22

8000A digital multimeter,
เครื่องกำเนิดพลังงาน
และห้องจำลองเล็ก



รูปที่ 23

lintronic dome type
solarimeter บนระนาบ
เอียงทำมุม 30° เข้ม
ทิศ, ไม้บังแดดและ
D.C.millivoltmeter

และ cosine laws ของความส่องสว่างจากจุดกำเนิดแสง และความสัมพันธ์ของความส่องสว่างกับดวงไฟ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย เครื่องวัดความสว่างของดวงไฟ (Hagner universal photometer) เครื่องวัดความส่องสว่าง (light Messtechik pocket luxmeter) โคมไฟกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว 100 วัตต์ (รูปที่ 7-9)

2. การทดลองเรื่องความส่องสว่างในห้อง เพื่อหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของความส่องสว่างในห้อง โดยการวัดหาค่าความส่องสว่างตามจุดต่างๆ ที่กำหนดไว้จากการคำนวณและนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนมาตรฐานว่ามากน้อยกว่าเพียงไร เพื่อปรับค่าความส่องสว่างของห้องที่จุดต่าง ๆ ให้มีค่าความส่องสว่างที่เหมาะสม เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย เครื่องวัดความส่องสว่าง (Hicki lightmeter with photo cell) สายวัดและที่สำหรับวาง photo cell โดยใช้ระดับสูงจากพื้น 85 เซนติเมตร (รูปที่ 10, 11)

3. การทดลองเรื่อง artificial sky-daylight factor เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์และเปลี่ยนแปลงระหว่างการเจาะช่องเปิดในลักษณะต่าง ๆ กับเปอร์เซ็นต์ของแสงอาทิตย์ที่ได้รับตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในห้องที่ใช้ทดลอง การทดลองในเรื่องนี้ประกอบด้วยห้องฟ้าจำลอง หุ่นของห้องที่ต้องการทดลอง และเครื่องวัดอัตราส่วนแสงอาทิตย์ (Megatron BRE Daylight

photometer with photo cell) (รูปที่ 12, 13) การทดลองในเรื่องนี้นำมาใช้ประโยชน์เป็นแนวทางในด้านกาออกแบบช่องเปิดของห้องให้ได้เปอร์เซ็นต์ของแสงอาทิตย์ให้สอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอย ภายในห้องได้ ในการทดลองนี้ใช้หุ่นของห้องที่มีการเจาะช่องเปิดใน 3 ลักษณะ โดยให้พื้นที่ของส่วนที่เจาะช่องเปิดเท่ากันหมด (รูปที่ 14-16)

4. การทดลองเรื่องแสงและสี เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติของแสงไฟชนิดต่าง ๆ รวมทั้งความเปลี่ยนแปลงของสีภายใต้แสงไฟชนิดต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับสีจากแสงธรรมชาติ การทดลองในเรื่องนี้ประกอบด้วยโต๊ะ ซึ่งติดตั้งไฟชนิดต่าง ๆ เครื่องมือที่ใช้วัดเปรียบเทียบค่าการสะท้อนแสงของสี (EEL-Corning Reflectance Spectrometer, Unigalvo) และแผ่นกระเบื้องสีต่าง ๆ (รูปที่ 17, 18) การทดลองในเรื่องนี้นำไปใช้ประกอบการพิจารณาออกแบบเกี่ยวกับการใช้สีภายใต้แสงไฟชนิดต่าง ๆ หรือการใช้ไฟในที่ที่กำหนดสีไว้แล้วให้ได้บรรยากาศตามที่ออกแบบไว้

5. การทดลองเรื่อง intensity distribution เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของการกระจายแสงของดวงไฟ โดยการวัดหาค่าอัตราส่วนของความส่องสว่างและความเข้มของการกระจายแสงของดวงไฟแล้วนำมาคำนวณและพลอตในกราฟ polar curve การทดลองนี้ประกอบด้วย โต๊ะยาว 2 เมตร ติดตั้งดวงไฟ และส่วน

สะท้อนแสงซึ่งเป็นเครื่องมือสำเร็จรูป เครื่องวัดความส่องสว่าง (illuminance meter and photo cell) โดยโต๊ะและส่วนประกอบต่าง ๆ ทาสีดำหมด (รูปที่ 19, 20)

6. การทดลองเรื่องแสงสว่างในห้องจำลอง โดยใช้ห้องจำลองขนาด 60×60 และสูง 30 เซนติเมตร กั้นกลางห้องด้วยผนังที่ปรับได้ ผนังทาสีเหลืองและน้ำดาล ซึ่งสามารถสะท้อนแสงได้ 70 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พร้อมทั้งไฟติดที่เพดานห้อง 4 ดวง ซึ่งสามารถปรับระดับได้ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย เครื่องมือวัดความส่องสว่าง (8000 A. digital multimeter) เครื่องกำเนิดพลังงาน และห้องจำลองเล็กที่ติดตั้งไฟในตำแหน่งที่คงที่ (รูปที่ 21, 22) จุดประสงค์ของการทดลองก็เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของแสงสว่างในห้องที่มีการใช้สีของผนังต่างกันกับระยะที่ต่างกันของดวงไฟ และพื้นที่ของห้องที่มีขนาดต่างกัน ซึ่งจากการทดลองนี้จะเห็นได้ชัดถึงค่าความแตกต่างกันของแสงสว่างในห้องที่มีสีอ่อนและสีเข้มรวมทั้งค่าที่เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของห้อง และจำนวนดวงไฟ

การฝึกอบรมปฏิบัติการในห้องทดลองเกี่ยวกับความร้อน ประกอบด้วย

1. การทดลองเรื่องการวัดค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เพื่อศึกษาถึงวิธีการวัด และคำนวณหาค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในระนาบ

ต่าง ๆ กัน คือระนาบนอน ตั้ง และเอียงทำมุม 30° ตามทิศทาง 8 ทิศ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย lintronic dome type solarimeter, D.C. millivoltmeter, เข็มทิศแผ่น ระนาบนอนที่กำหนดทิศ 8 ทิศ แผ่นระนาบตั้งและเอียงทำมุม 30° และแผ่นไม้สำหรับบังแดด (รูปที่ 23, 24)

2. การทดลองเรื่องการวัดค่าความสบายของความร้อน จุดประสงค์ของการทดลองเพื่อให้เข้าใจและเรียนรู้ถึงวิธีการปรับค่าความสบายในที่ต่าง ๆ ที่อยู่นอกระดับความสบาย เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้นและกระแสลม

3. การทดลองเรื่องการวัดคุณสมบัติของอากาศ โดยการใช้ sling psychrometer (รูปที่ 25) ในที่ต่าง ๆ ที่กำหนดให้และนำมาใช้หาค่าอื่น ๆ จาก psychrometric chart

4. การทดลองเรื่องการวัดค่าของอุณหภูมิที่พื้นผิว เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติของการรับความร้อนของวัสดุก่อสร้างหลัก คือ คอนกรีต ไม้ และเหล็กโดยการเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของอุณหภูมิที่พื้นผิวโดยการใช้ thermocouple และนาฬิกาสำหรับจับเวลา (รูปที่ 26)

การฝึกอบรมปฏิบัติการในห้องทดลองเกี่ยวกับเสียง ประกอบด้วย

1. การทดลองเรื่องการใช้ cathode-ray oscilloscope เพื่อศึกษาถึงความถี่ของ arbitrarily applied signal เครื่องมือที่ใช้ประกอบ

ด้วย B & K sine random generator type 1024 (รูปที่ 27) และ Tektronik cathode-ray oscilloscope (รูปที่ 28)

2. การทดลองเรื่อง sound level และ loudness ในที่ที่มีระดับความดังของเสียงต่างกัน เพื่อศึกษาถึงระดับเสียงที่ octave band ตั้งแต่ 31.5 ถึง 16,000 H_z และนำมาคำนวณหาค่า loudness เป็น sone และ phon เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย B & K precision sound level meter type 2203 (รูปที่ 29)

3. การทดลองเรื่อง standing waves และ acoustic absorption โดยการใช้เครื่องมือ B & K sine random generator type 1024 และ B & K standing wave apparatus type 4002 (รูปที่ 30, 31) เพื่อศึกษาถึง absorption coefficient ของวัสดุต่างๆ

4. การทดลองเรื่อง reverberation time และ acoustic absorption ของห้อง เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของ reverberation time และการดูดเสียงของห้องที่มีความถี่ 125 ถึง 4000 H_z โดยการใช้เครื่องมือ frequency spectrometer, B & K level recorder, B & K sound level meter, tape recorder (รูปที่ 32, 33) Webley pistol 0.38, $\frac{1}{2}$ " - condenser microphone และ reverberation time protractor.

5. การทดลองเรื่อง airborne sound insulation ระหว่างห้องกำเนิดเสียงและห้องที่รับเสียงที่มีความถี่ 125 ถึง 4000 H_z การทดลองในเรื่องนี้ประกอบด้วย microphone ในห้องกำเนิดเสียง (รูปที่ 34) microphone preamplifier, power amplifier, microphone channel selector, sine-random generator, measuring amplifier, band pass filter และ level recorder ในห้องที่รับเสียง (รูปที่ 35)

6. การทดลองเรื่อง impact sound transmission ที่ความถี่ของ octave band 63 ถึง 4000 H_z โดยใช้เครื่อง tapping machine ในห้องกำเนิดเสียงเมื่อ tapping machine ตั้งบนพื้นคอนกรีต และพื้นคอนกรีตที่ปูพรม และใช้เครื่องมือ measuring amplifier, band pass filter ในห้องรับเสียง (รูปที่ 36) จุดประสงค์ของการทดลองเพื่อศึกษาถึงระดับความแตกต่างของเสียงที่เกิดจาก impact sound transmission.

การฝึกอบรมปฏิบัติการในห้องทดลองดังกล่าวมาแล้วนี้ ผู้เขียนคิดว่าเป็นเรื่องที่มีประโยชน์ ถึงแม้ว่าเรื่องส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องขั้นพื้นฐาน แต่การได้ทดลองปฏิบัติโดยการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำให้สามารถเข้าใจถึงเรื่องเหล่านั้นได้ดีขึ้น ซึ่งผู้เขียนคิดว่าสำนักศึกษาของเรามีโอกาสได้ศึกษาในลักษณะการปฏิบัติการในห้องทดลอง

เช่นนี้บ้างก็คงจะทำให้สามารถเข้าใจถึงเรื่องต่างๆ เหล่านี้มากขึ้น นอกเหนือจากการเรียนเฉพาะ ภาควิชาอย่างเดียว และคงจะนำความรู้จากการทดลองต่าง ๆ เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในงาน ออกแบบสถาปัตยกรรมได้ต่อไป

สำหรับการฝึกอบรมในช่วงหลังมีโครงการ ที่แน่นอนขึ้นทั้งกำหนดเวลาและผู้ที่ให้การอบรม ในลักษณะการสัมมนา ซึ่งมีทั้งการบรรยาย และการปฏิบัติการในห้องทดลองหลังการสัมมนา โดยแบ่งการสัมมนาออกตามหัวข้อดังนี้

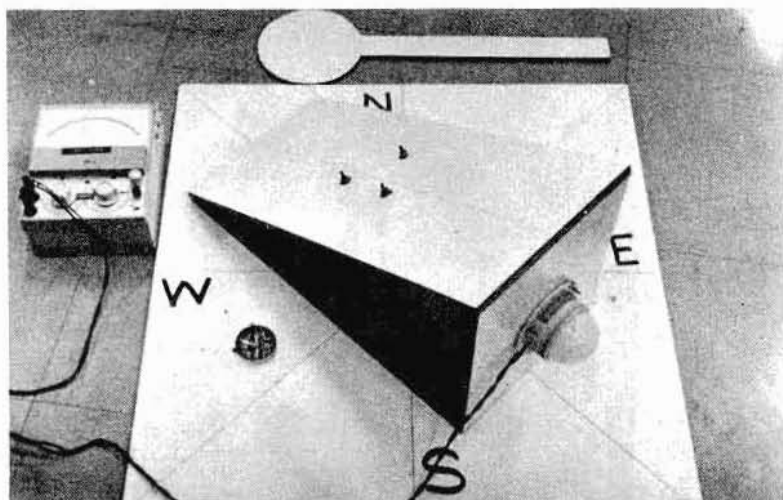
1. เรื่องการให้แสงตามธรรมชาติและ วิทยาศาสตร์ในการออกแบบงานทางสถาปัตยกรรม โดยการบรรยายและคำนวณพร้อมทั้งทำการทดลองเกี่ยวกับการวัดหาค่าแสงธรรมชาติในห้องฟ้าจำลอง (รูปที่ 37) และประเมินคุณภาพของการให้แสงสว่างในห้องบรรยายของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และห้องพักของผู้เข้ารับการอบรม จุดประสงค์ของการสัมมนาในเรื่องนี้ เพื่อศึกษาถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบการให้แสง การประหยัดพลังงานในการให้แสง ความร้อนที่เกิดจากแสงสว่าง และการประมาณการใช้แสงธรรมชาติในอาคาร

2. เรื่อง building acoustics noise control เป็นการสัมมนาซึ่งประกอบด้วยการบรรยายและการบรรยายประกอบภาพสไลด์ ในเรื่องความสามารถในการดูดเสียงของวัสดุและส่วนประกอบของอาคาร, การป้องกันเสียงรบกวนภายใน

นอกอาคาร, เสียงในห้องที่ปิดหมดทุกด้าน และการออกแบบห้องสำหรับใช้ประชุมและดนตรี

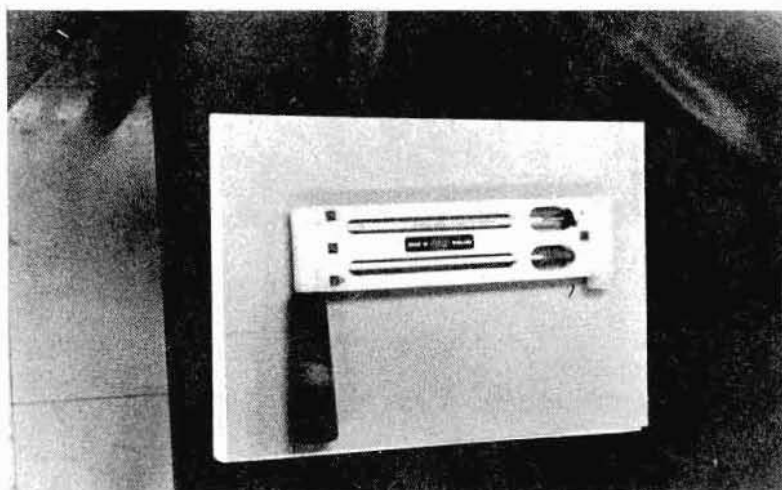
3. เรื่องการบังกันแดดสำหรับอาคาร เป็นการสัมมนาซึ่งประกอบด้วยการบรรยาย การคำนวณ และการทดลอง โดยทำการคำนวณหาค่ามุม Solar Altitude และ Azimuth ที่ latitude 8° N. เพื่อนำไปใช้ในการหาทางเดินดวงอาทิตย์ เพื่อทำ sun chart รวมทั้งการคำนวณหาค่ามุมทางตั้ง และทางนอน ที่ทำกับอาคาร และ angle of incidence ในระนาบต่าง ๆ เพื่อไปใช้ในการหาค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่ latitude 8° N. ส่วนการทดลองนั้นเป็นการทดลองใช้เครื่องมือ Heliodon (รูปที่ 38) เพื่อศึกษาถึงการให้แสงกันแดดในลักษณะต่าง ๆ และการใช้ sundial diagram

4. เรื่องการออกแบบป้องกันความร้อนในอาคารในเขตร้อน โดยเน้นถึงเรื่องการระบายอากาศ รวมทั้งการศึกษาถึงลักษณะความเคลื่อนไหวของอากาศ เป็นการสัมมนาซึ่งประกอบด้วย การบรรยาย การคำนวณ และการทดลองเช่นเดียวกัน การทดลองในเรื่องนี้เป็นการทดลองในห้องทดลอง wind tunnel เพื่อศึกษาถึงแรงลมและลักษณะทิศทางการเคลื่อนไหวของกระแสลม โดยการศึกษาจาก wind velocity coefficient ตามจุดต่างๆ ในห้องของหุ่นจำลองที่ใช้ในการทดลอง โดยใช้เครื่องมือ Anemotherm air meter เป็นเครื่องวัด wind velocity coefficient (รูปที่ 39, 40)



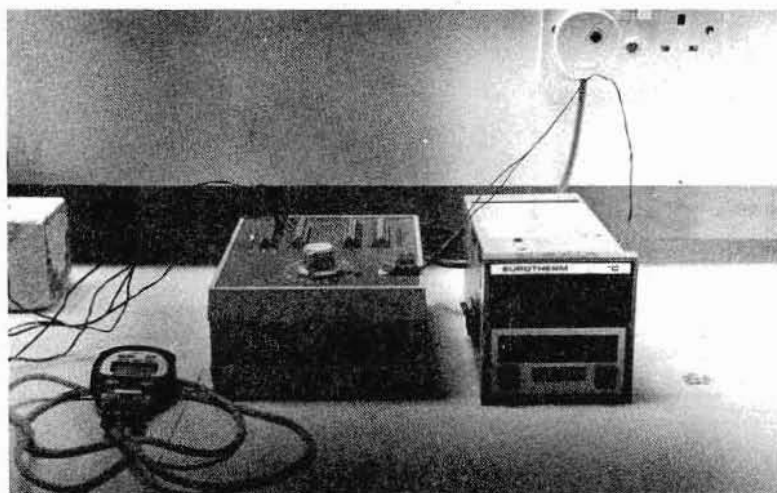
รูปที่ 24

lintronic dome type
solarimeter บนระนาบตั้ง



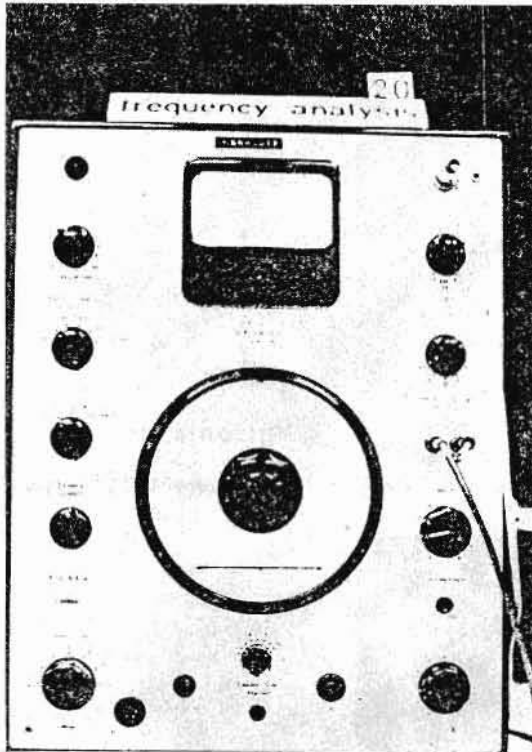
รูปที่ 25

sling psychrometer



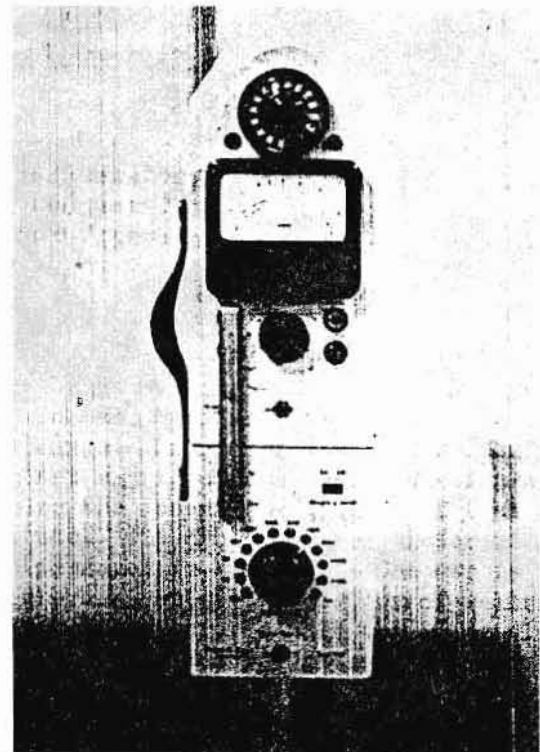
รูปที่ 26

thermocouple และนาฬิกา
จับเวลา



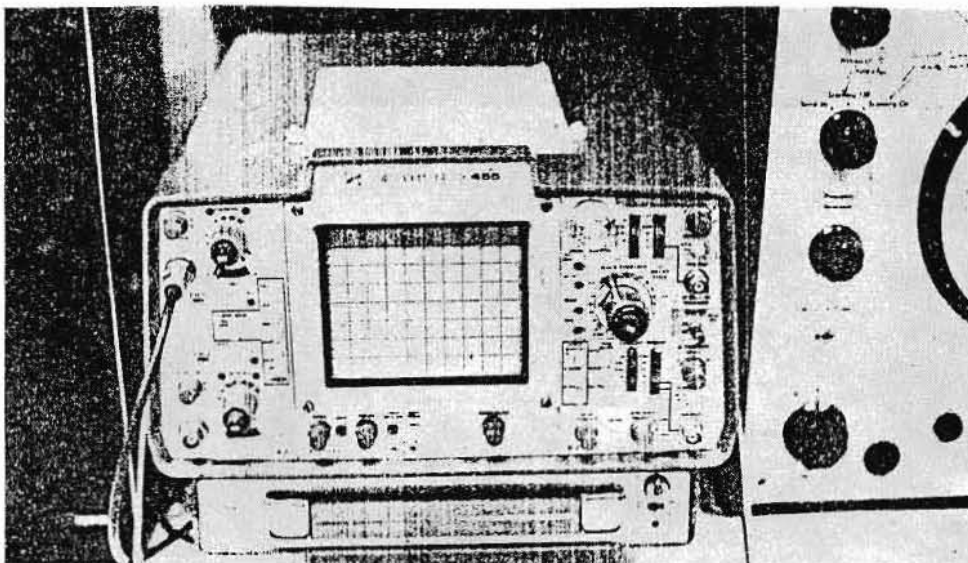
รูปที่ 27

B & K sine random generator type 1024

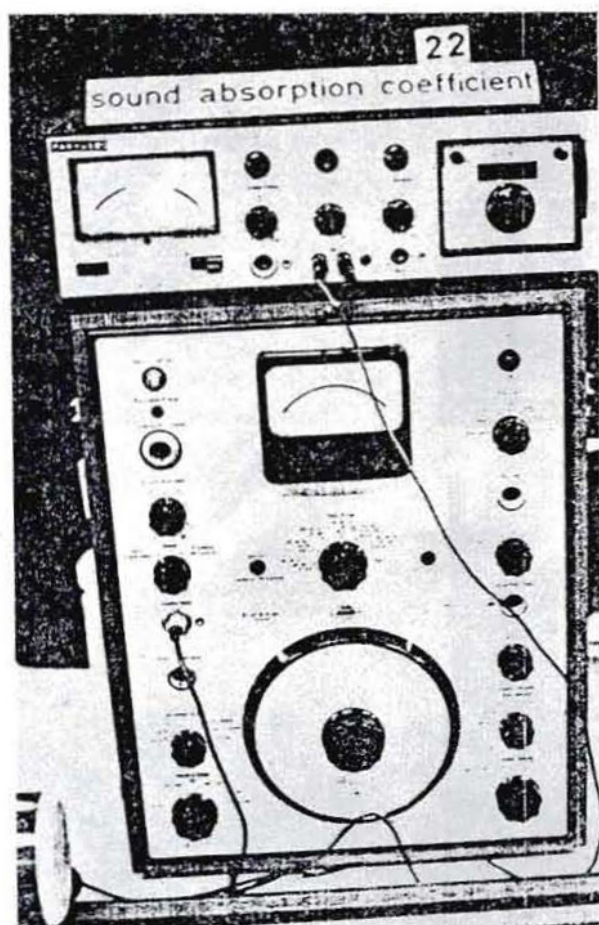


รูปที่ 29

B & K precision sound level meter type 2203

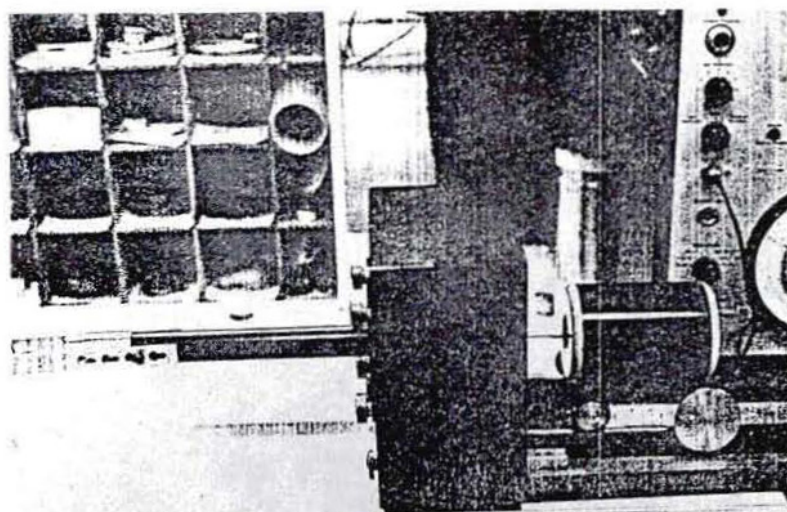


รูปที่ 28 tektronix cathode-Ray oscilloscope



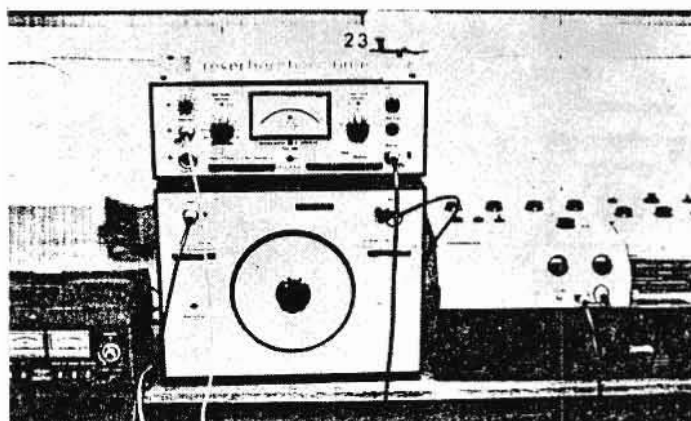
รูปที่ 30

B & K sine random enerator type
1024



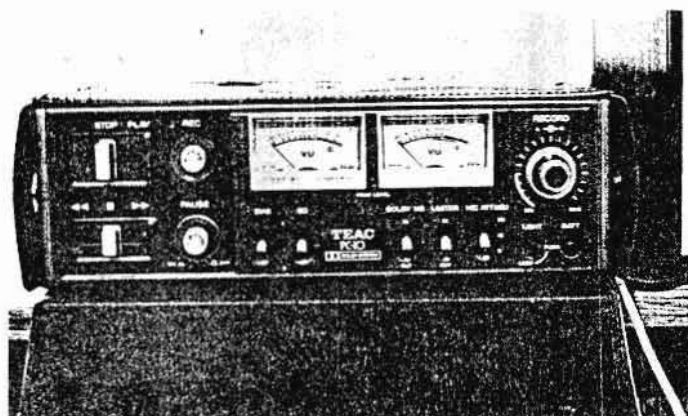
รูปที่ 31

standing wave apparatus
type 4002.



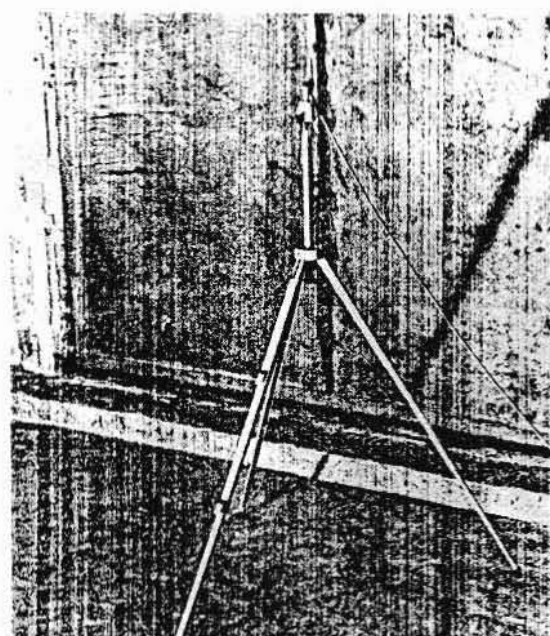
รูปที่ 32

B & K frequency spectrometer
B & K level recorder
B & K sound level meter



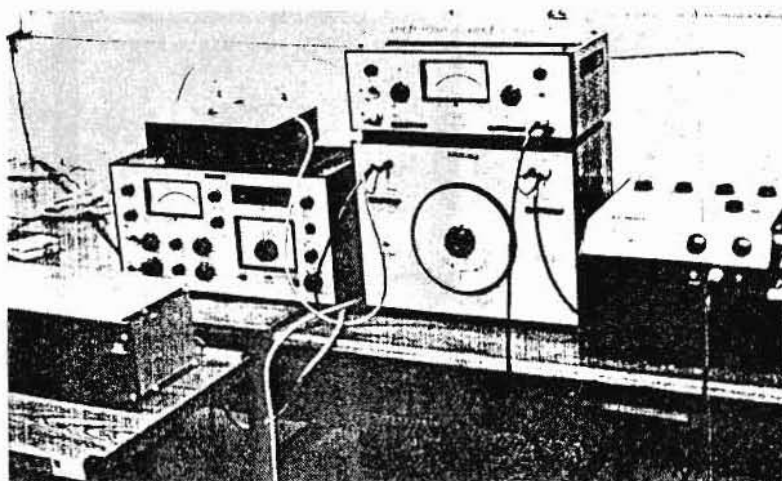
รูปที่ 33

tape recorder



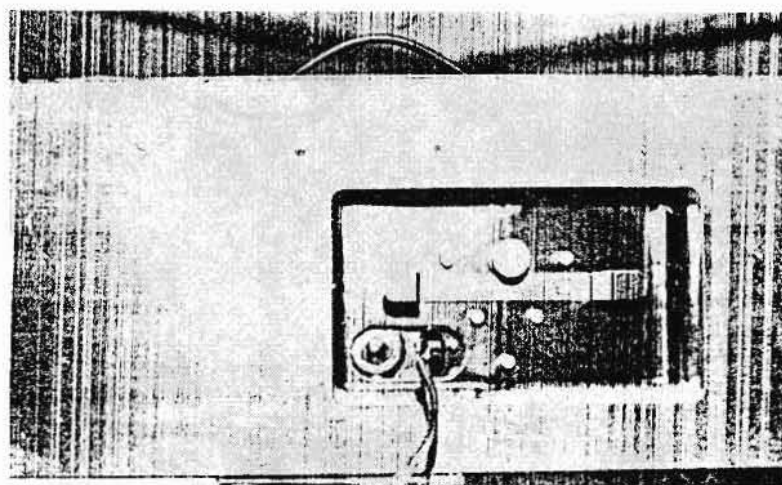
รูปที่ 34

microphone ในห้องกำเนิดเสียง



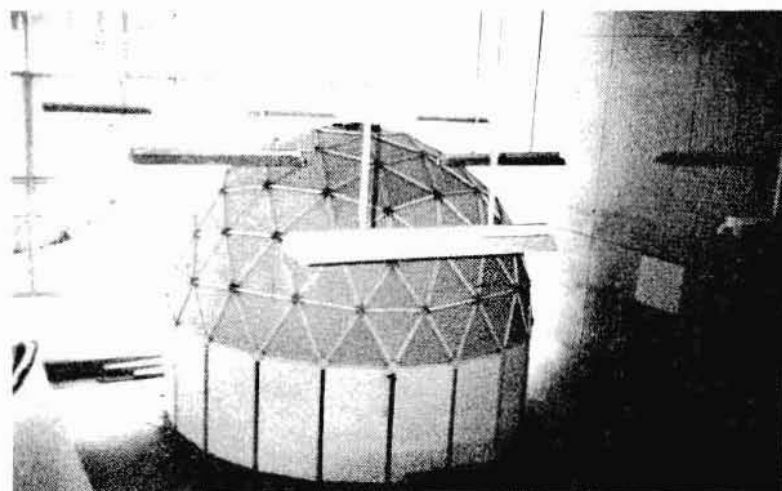
รูปที่ 35

measuring amplifier,
band pass filter



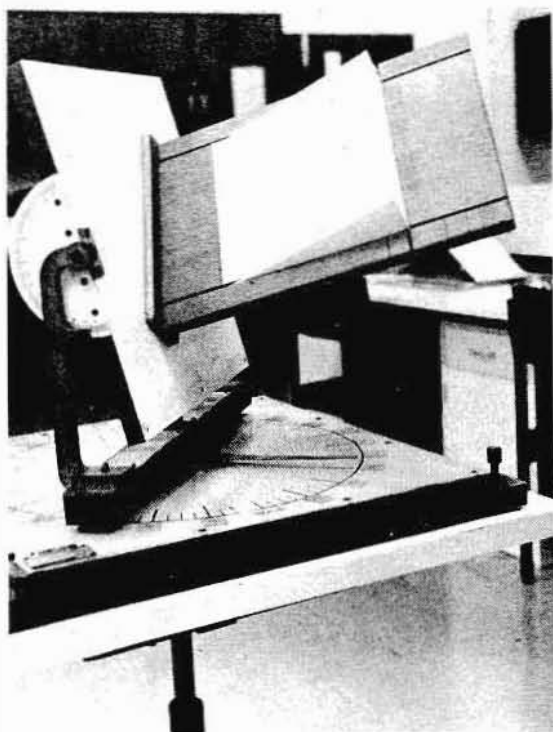
รูปที่ 36

tapping machine



รูปที่ 37

ห้องฟ้าจำลอง



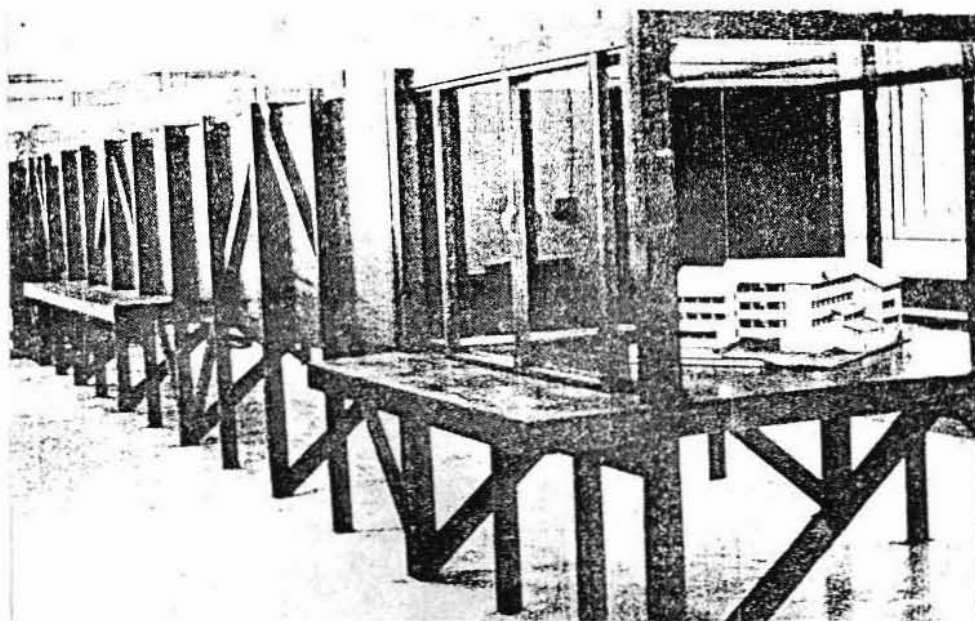
รูปที่ 38

เครื่องมือ helidon พร้อมทั้งหุ่นแผงกันแดดที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 39

Anemotherm air meter



รูปที่ 40 wind tunnel และหุ่นของอาคารที่ใช้ในการทดลอง



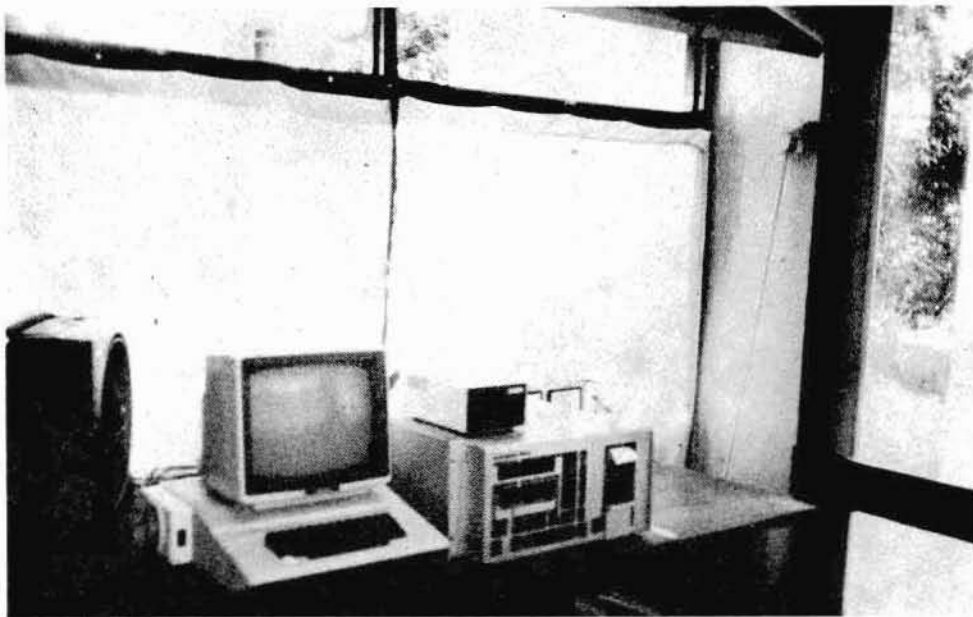
รูปที่ 41 กำแพงบานเลื่อนทางด้านทิศตะวันตกของตัวบ้าน



รูปที่ 42 หลังคาและปล่องสีกาเห็นได้ชัดจากด้านหน้าของอาคาร



รูปที่ 43 หลังคาแบบทางด้านซ้ายคือที่เก็บน้ำเหนือห้องนอน หลังคาทางด้านหน้าติดตั้งเครื่องรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ปรับมุมได้ ส่วนหลังคาทางด้านหลังติดตั้งเครื่องรับที่ติดตั้งเป็นแผ่นเรียบ เอียงตามแนวหลังคา



รูปที่ 44 เครื่องเก็บข้อมูล auto data nine และ 48K computer พร้อมทั้ง disk drive

5. เรื่องการประหยัดพลังงานในอาคาร เป็นการสัมมนาเกี่ยวกับทวาระประหยัดพลังงานในอาคาร โดยเน้นในเรื่องการออกแบบอาคาร การให้เครื่องกล การบริหารและการดำเนินงาน

การสัมมนาตามหัวข้อต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ผู้เขียนคิดว่าเป็นเรื่องที่มีประโยชน์มากเพราะนอกจากจะเป็นการเพิ่มพูนความรู้ให้กับผู้เข้ารับการอบรมแล้วผู้เข้ารับการอบรมโดยเฉพาะผู้เขียนสามารถนำความรู้ที่ได้มานี้มาใช้ในการเรียนการสอนในเรื่องเหล่านี้โดยตรงและไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมต่อไป

นอกเหนือจากการฝึกอบรมดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้เขียนยังมีโอกาสได้ศึกษาถึงเรื่องบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ ที่สร้างขึ้นเพื่อการศึกษาและวิจัย ณ มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ ซึ่งบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นนี้ทั้งการใช้ระบบ active และ passive การใช้ระบบ passive ประกอบด้วยการทำส่วนเก็บน้ำที่หลังคาเหนือห้องนอน การทำหน้าต่างโดยการบังคับทิศทาง การเข้าและออกของกระแสลม การทำกำแพงบานเลื่อนอีกชั้นทางด้านทิศตะวันตกของอาคารเพื่อป้องกันแดด (รูปที่ 41) การทำหลังคาและปล่องสีดำ (รูปที่ 42) เพื่อให้ความร้อนได้หลังคาย่อยตัวไปทางปล่องทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศระหว่างเพดานห้องและหลังคาเพื่อทำให้เกิดการระบายนํ้าอากาศในห้องโดยผ่านช่องเปิด

ของปล่องที่พื้น ส่วนการใช้ระบบ active นี้ใช้ solar collector ทั้งแบบแผ่นเรียบติดตั้งและแบบปรับมุมได้บนหลังคา (รูปที่ 43) เพื่อเก็บความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้เครื่องปรับอากาศภายในห้องโดยการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งระบบ active นี้ ในช่วงที่ผู้เขียนเข้ารับการอบรม ณ มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ ยังไม่เริ่มการทดลอง ส่วนระบบ passive อยู่ในระหว่างการทดลองและเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยต่อไปโดยใช้เครื่องมือเก็บข้อมูลอัตโนมัติ เป็นตัวเก็บข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ ที่ทำการทดลอง โดยเครื่องนี้จะเก็บข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนต่าง ๆ ทุก 30 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง (รูปที่ 44) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเครื่องระบบ passive นี้ประกอบด้วย

- Autodata Nine.
- 48 K Computer With Disk Drive.
- Vaisala Wind Measurement.
- Kruz Air Velocity Measurement System.
- Comfy Test.
- Glissile Recorder Model 301.
- Thermo Hydrograph.
- Heatflow Sensor.
- Dome Solarimeter.

การเก็บข้อมูลจากการทดลองระบบ passive นี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ๆ แรกเป็นการเก็บข้อมูลจากการทดลองในส่วนของที่เก็บนํ้าบนหลังคา

ห้องนอนเพื่อวิจัยถึงการใช้น้ำเป็นตัวช่วยให้เกิดความสบายในห้องนอนข้างล่าง ส่วนที่สองเป็นการเก็บข้อมูลจากการทดลองในเรื่องความชื้นที่ช่วยให้เกิดการระบายอากาศในห้อง ซึ่งผลจากการทดลองยังอยู่ในระหว่างการวิจัย ซึ่งผู้เขียนเองยังไม่มีโอกาสทราบ แต่เท่าที่ผู้เขียนได้มีโอกาสศึกษาในเรื่องนี้ เห็นว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และน่าจะมีการวิจัยและทดลองในสถาบันการศึกษาในเมืองเราเกี่ยวกับเรื่องนี้บ้าง เพราะผู้เขียนคิดว่าผลที่ได้จากการวิจัยเรื่องนี้จะนำมาใช้เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ในด้านการออกแบบอาคารพักอาศัยให้เกิดความสบายแก่ผู้ใช้อาศัยโดยการออกแบบให้สอดคล้องและนำประโยชน์จากสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติมาใช้ให้เหมาะสม

การฝึกอบรม ณ มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ครั้งนี้ ผู้เขียนคิดว่าเนื้อหาทางวิชาการที่ได้รับจากการฝึกอบรมมีประโยชน์ดี แต่การกำหนดโครงการและขอบเขตของเรื่องที่ทำการอบรมควรจะให้แก่นนอนและมีมาตรฐานที่แน่นอนมากกว่านี้ เพราะเป็นการฝึกอบรมที่มีหัวข้อเรื่องที่กำหนดไว้ในการให้ทุนแก่นนอนแล้ว จึงควรจัดเตรียมโครงการที่แน่นอนเพื่อให้ผู้เข้า

รับการอบรมในโครงการนี้ได้รับการอบรมที่มีมาตรฐานเดียวกันต่อไป ทางด้านรัฐบาลสิงคโปร์ซึ่งเป็นผู้ให้ทุนก็ควรจัดบุคลากรในหน่วยงานที่ต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการประสานงานในโครงการฝึกอบรมนี้ให้พอเพียงและมีประสิทธิภาพ ทั้งควรจะมีการติดตามและดูแลเกี่ยวกับสภาพรองที่พักของผู้เข้ารับการอบรมด้วยเพราะจากประสบการณ์ที่ได้รับ เจ้าของที่พักส่วนใหญ่จะเอาเปรียบผู้พักมากในทุก ๆ ด้าน ถ้าเป็นไปได้ควรจะมีการจัดที่พักที่เป็นสัดส่วนเพื่อให้การฝึกอบรมได้ผลเต็มที่ รวมทั้งการให้ visa ให้สอดคล้องกับระยะเวลาของทุนที่ผู้ฝึกอบรมได้รับด้วย

ผู้เขียนหวังว่า เรื่องราวที่น่าเสนอมานี้คงให้ประโยชน์กับผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการฝึกอบรมเรื่อง Building Science Topics บ้างไม่มากนัก โดยเฉพาะเรื่องต่าง ๆ ที่ทำการทดลองในห้องทดลองของภาควิชา Building Science นั้น ผู้เขียน คิดว่ามีประโยชน์ต่อการศึกษาทางสถาปัตยกรรม ซึ่งในทางเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ควรมีการปฏิบัติการในห้องทดลองควบคู่ไปกับภาคทฤษฎีเพื่อให้เข้าใจถึงเรื่องเหล่านี้ได้ดีขึ้น และสามารถนำไปใช้ประกอบการออกแบบทางสถาปัตย์กรรมให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติให้ได้ผลมากที่สุด