

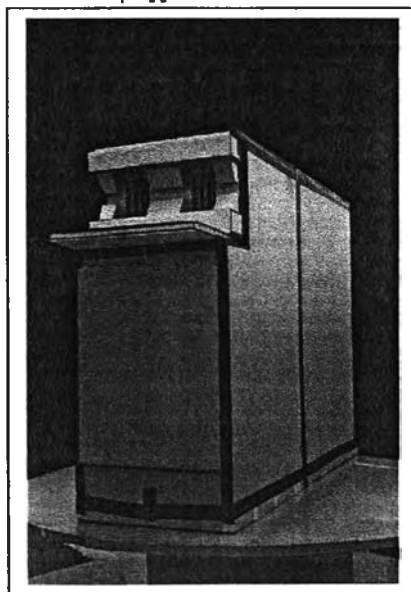
หุ่นจำลองที่ใช้ในการวิจัย

4.1 หุ่นจำลองที่ใช้ในการตรวจสอบ(model)

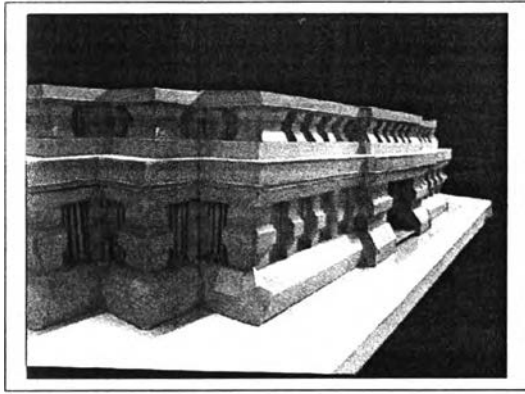
ในการศึกษาปรับปรุงอาคารที่มีการใช้งานอยู่นั้น การพิจารณาการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบใดๆของทั้งภายในและภายนอกอาคารมีความไม่สะดวกในการทำการศึกษหรือไม่สามารถทำได้ในบางกรณี ดังนั้นเพื่อความสะดวก จึงเลือกใช้การสร้างหุ่นจำลอง โดยมีเกณฑ์ดังนี้

1. มาตรฐานของหุ่นจำลองต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับการทดสอบ ซึ่งหากมีขนาดเล็กเกินไป อาจทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น รวมถึงอาจไม่สามารถนำเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบเข้าไปทำการตรวจสอบภายในหุ่นจำลองได้ และหากหุ่นจำลองมีขนาดใหญ่เกินไป ความแข็งแรงของหุ่นจำลอง การเคลื่อนย้าย และความสะดวกในการปรับเปลี่ยนรูปแบบของหุ่นจำลองก็จะไม่สามารถทำได้ในเวลาและงบประมาณที่จำกัดซึ่งสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้กำหนดมาตรฐานของหุ่นจำลองเป็น 2 มาตรฐานคือ

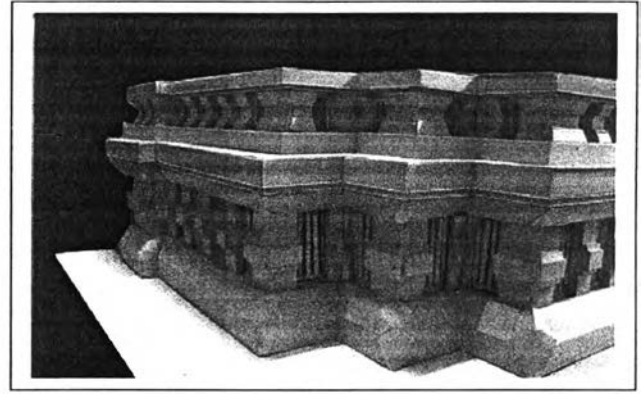
- หุ่นจำลองมาตรฐาน 1:5 เป็นหุ่นจำลองที่จำลองส่วนหนึ่งของผนังจัดแสดงงาน เนื่องจากเครื่องUV monitorมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถวัดปริมาณรังสีUVในหุ่นจำลองมาตรฐานที่เล็กกว่านี้ได้อย่างแม่นยำ รวมถึง เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบแนวทางการปรับปรุงอาคารโดยใช้ผนังปิดบังสายตา แล้วนำผลการปรับปรุงที่ดีที่สุดมาผสมผสานกับแนวทางการปรับปรุงอาคารเรื่องอื่นๆต่อไป (ดูรูปที่ 4.1)
- หุ่นจำลองมาตรฐาน 1:20 เป็นหุ่นจำลองที่จำลองสภาพของอาคารจริงครึ่งอาคารโดยใช้กระจกเงาปิดเพื่อให้เกิดการสะท้อน ให้สามารถจำลองลักษณะอาคารได้ทั้งอาคาร เนื่องจากอาคารมีลักษณะสมมาตร เพื่อใช้ในการตรวจสอบการผสมผสานกันจากการนำแนวทางการปรับปรุงอาคารด้านต่างๆ (ดูรูปที่ 4.2 ก-ข)



รูปที่ 4.1 แสดงทัศนียภาพภายนอกของหุ่นจำลองมาตรฐาน 1:5



ก



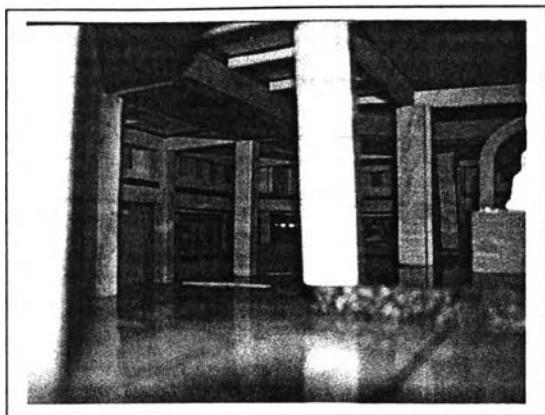
ข

รูปที่ 4.2 ก-ข แสดงทัศนียภาพภายนอกของหุ่นจำลองมาตราส่วน 1: 20

- 2 วัสดุที่ใช้ทำโครงหุ่นจำลอง คือกระดาษชานอ้อยชนิดหนาประมาณ 2.2 มม. และกระดาษกล่อง ซึ่งเป็นวัสดุทึบแสงและมีน้ำหนักเบา มีความสะดวกในการตัด บูด้วยกระดาษที่มีลักษณะคล้ายวัสดุจริง ประกอบเพื่อให้หุ่นจำลองมีขนาด รูปร่างตามต้องการ ในขณะที่เดียวกันก็มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการเคลื่อนย้าย

วัสดุ	อาคารจริง		หุ่นจำลอง		เปรียบเทียบค่าความแตกต่าง(%) (กำหนดให้วัสดุที่ใช้ในอาคารจริงเป็น 100%)
	ค่าการสะท้อน(%)	ค่าการส่งผ่าน(%)	ค่าการสะท้อน(%)	ค่าการส่งผ่าน(%)	
พื้นหินอ่อนนอกอาคาร, ฐานองค์พระ	40.85	-	40.80	-	99.88
ผนังภายนอก	32.60	-	30	-	92.02
ผนังภายในสีนวล	71.47	-	71	-	99.34
ผนังภายในและฝ้าเพดานสีขาว	72	-	71	-	98.60
พื้นและผนังหินอ่อนสีขาว	49.98	-	50	-	100.04
พื้นหินอ่อนสีน้ำตาล	26.22	-	26	-	99.16
พรม, พื้นตู้จัดแสดงสีแดง, ฝ้าเพดานสีแดง	17	-	19	-	111.76
ผนังรูปภาพจิตรกรรม	26.33	-	30	-	113.93
ผนังบอร์ดไม้, ฝ้าเพดานไม้, ตู้จัดแสดงไม้	23.71	-	25	-	105.44
บอร์ดสีเทา	26.33	-	25.99	-	110.14
บอร์ดและพื้นตู้จัดแสดงสีน้ำเงิน	16.76	-	18	-	107.40
องค์พระ	52.44	-	59	-	112.50
กระจกสีขาที่ช่องแสงด้านข้าง	-	28.39	-	27.85	98.10
กระจกใสที่ช่องแสงเหนือระดับสายตา	-	76.95	-	75	97.45

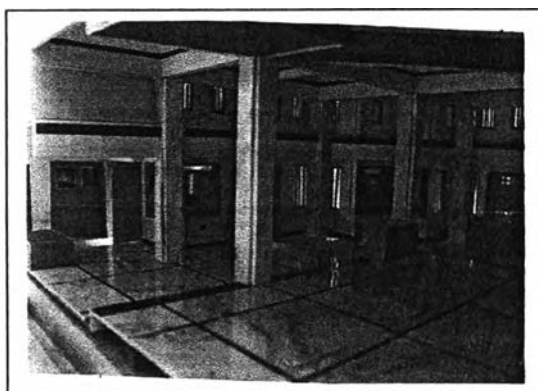
ตารางที่ 4.1 แสดงวัสดุที่ใช้ในการทำหุ่นจำลองเปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้ในอาคารจริง



ก

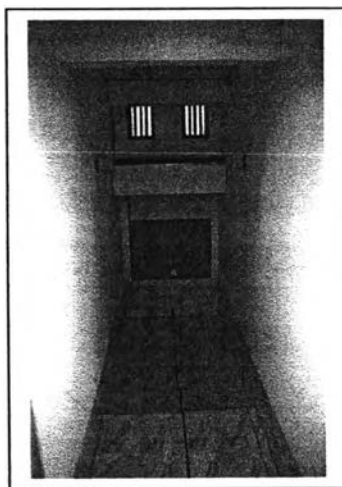


ข



ค

รูปที่ 4.3 ก-ค แสดงทัศนียภาพภายในหุ่นจำลองมาตราส่วน 1 : 20



รูปที่ 4.4 แสดงทัศนียภาพภายในหุ่นจำลองมาตราส่วน 1 : 5

- 3 ทำการทดสอบในห้องsky dome ยกเว้นการตรวจสอบปริมาณรังสีUVทำการทดสอบในสภาพท้องฟ้าจริง

- 4.4.1 ตำแหน่งการตั้งหุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบ กำหนดให้ระดับของความสูงของหุ่นจำลองได้รับอิทธิพลจากภายนอกใกล้เคียงกับสภาพของที่ตั้งจริง อันได้แก่อาคารข้างเคียง ต้นไม้โดยรอบอาคาร โดยพิจารณามุมกระทำของสภาพแวดล้อมที่กระทำต่ออาคารจริงเป็นหลัก
- 4.4.2 ตำแหน่งที่ทำการวัดภายในหุ่นจำลอง กำหนดให้เป็นจุด ความสูงและระยะเดียวกันกับที่ทำการตรวจสอบอาคารจริง ตามอัตราส่วนของหุ่นจำลอง
- 4.4.3 เครื่องมือที่ใช้วัดค่าระดับความส่องสว่างภายในหุ่นจำลอง ใช้เครื่องมือวัดแสงตัวเดียวกันกับขั้นตอนที่ทำการตรวจสอบอาคาร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง โดยติดตั้งตัวรับแสง(sensor)ไว้ภายในหุ่นจำลอง ส่วนจอแสดงผลจะอยู่ภายนอก ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อค่าระดับความส่องสว่างและการกระจายแสงภายในหุ่นจำลอง
- 4.4.4 ในการวัดค่าความสว่าง(brightness) ภายในหุ่นจำลอง จะทำการวัดโดยการเจาะช่องเพื่อให้ศีรษะสามารถรอดเข้าไปในหุ่นจำลองได้ โดยตำแหน่งที่เจาะเป็นตำแหน่งเดียวกันกับที่ตรวจสอบอาคารจริง จากนั้นทำการตรวจสอบโดยใช้ luminance meter ด้วยขั้นตอนเดียวกันกับการตรวจสอบจากอาคารจริง
- 4.4.5 ในการตรวจสอบปริมาณรังสีUVภายในหุ่นจำลอง จะทำการตรวจสอบภายในหุ่นจำลอง มาตราส่วน 1: 5 โดยการนำเครื่องมือเข้าไปในหุ่นจำลอง หันหัวsensor ไปยังบริเวณที่ต้องการวัดหรือแหล่งกำเนิดแสงเช่น ช่องแสง ตามตำแหน่งต่างๆที่เป็นตำแหน่งเดียวกับจุดที่วัดระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติระนาบนอนภายในอาคารจริง
- 4.4.6 ในการตรวจสอบปริมาณรังสีinfrared ทำการตรวจสอบโดยใช้มมโพรไฟล์ของตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กระทำกับอาคารจริง โดยอาศัยมุมกระทำจากตารางภาคผนวก จ. แสดงตำแหน่งและมุมของดวงอาทิตย์ของเส้นรุ้ง 16 องศาเหนือ จากนั้นทำการพิจารณาว่าในช่วงเวลาใดที่แสงแดดส่องเข้าสู่ภายในอาคาร

4.2 การทดลองเปรียบเทียบหุ่นจำลองกับอาคารจริง

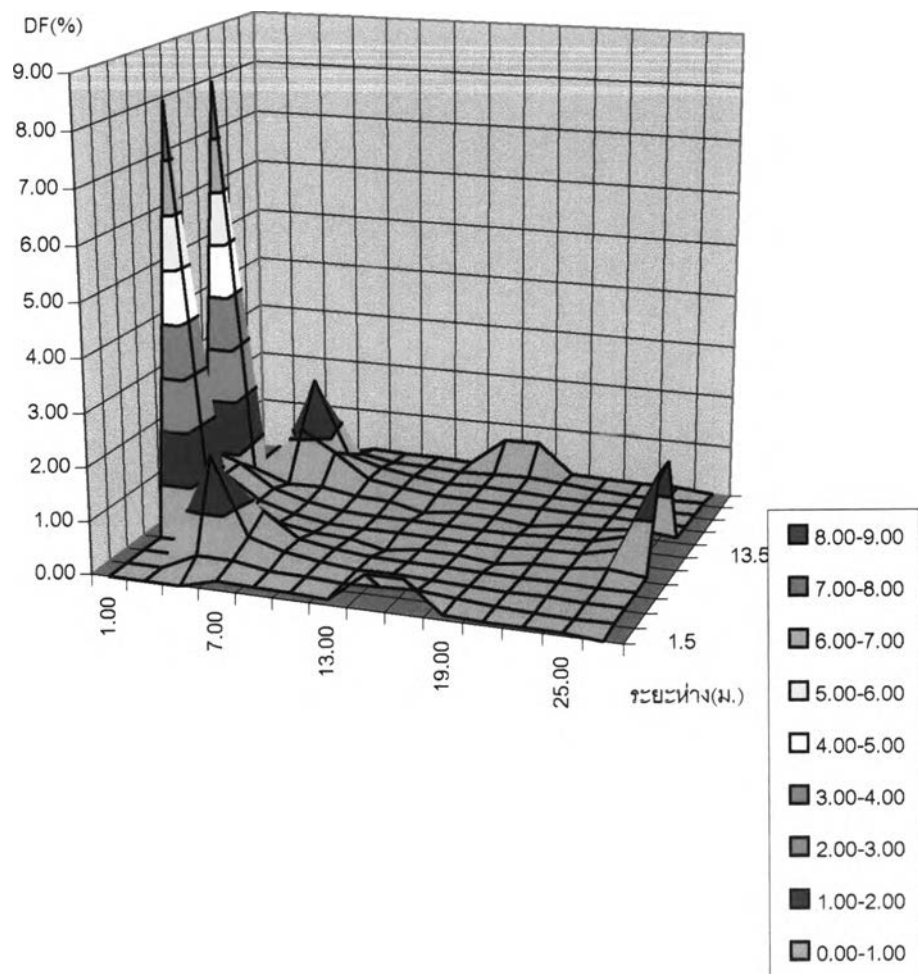
เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงอาคารพิพิธภัณฑ์เพื่อให้สามารถใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณที่ทำให้เกิดความสบายตา ดังนั้นหุ่นจำลองที่ใช้ทำการวิจัยจึงต้องมีลักษณะการกระจายของแสงธรรมชาติหรือปัญหาต่างๆเหมือนอาคารจริงในวันที่มีสภาพท้องฟ้าแบบ overcast sky เพื่อให้สามารถใช้เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการตรวจสอบหุ่นจำลองในห้อง sky dome ได้ โดยมีหัวข้อที่ใช้ทดสอบเปรียบเทียบดังนี้

- ระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงธรรมชาติภายในอาคาร
- ระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติระนาบตั้งภายในอาคาร บริเวณผนังจัดแสดงงาน
- ระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติระนาบตั้งภายในอาคาร บริเวณผนังภาพจิตรกรรม
- อัตราส่วนระดับความสว่าง(brightness contrast ratio) ขององค์ประกอบต่างๆภายในอาคาร

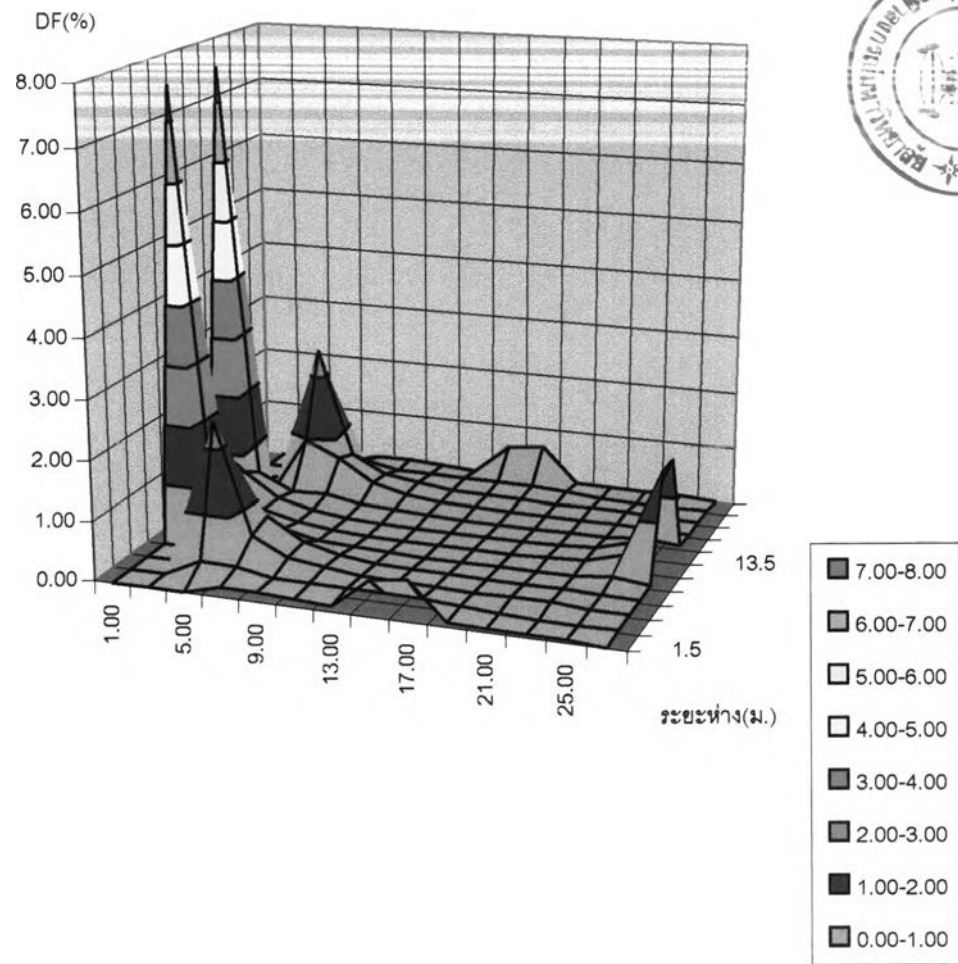
นำผลที่ได้จากการตรวจสอบหุ่นจำลองในเรื่องของระดับความส่องสว่างมาเปรียบเทียบกับอาคารจริงโดยใช้วิธี DF ให้มีค่าความต่างกันไม่เกิน 30% ทุกจุด เนื่องจากอาคารมีลวดลายและการตกแต่งภายในที่ใช้วัสดุหลายชนิดประกอบกับมีการย้อม และสำหรับการเปรียบเทียบเรื่องอัตราส่วนของระดับความสว่าง(brightness contrast ratio) ใช้ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นภายในหุ่นจำลองเทียบกับอาคารจริงเป็นเกณฑ์ เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำหุ่นจำลองเป็นกระดาษ ไม่ใช่วัสดุจริง จึงทำให้ค่าความสว่างที่วัดได้ต่างจากค่าที่วัดได้จากอาคารจริง

รูปที่ 4.5ก เปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบหุ่นจำลองในเรื่องระดับความส่องสว่างระนาบนอนกับอาคารจริง

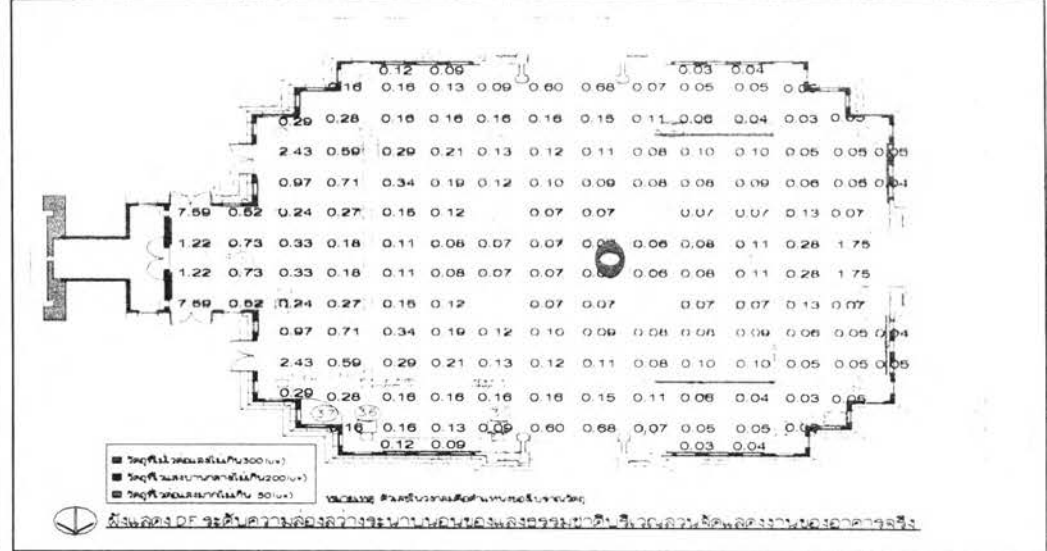
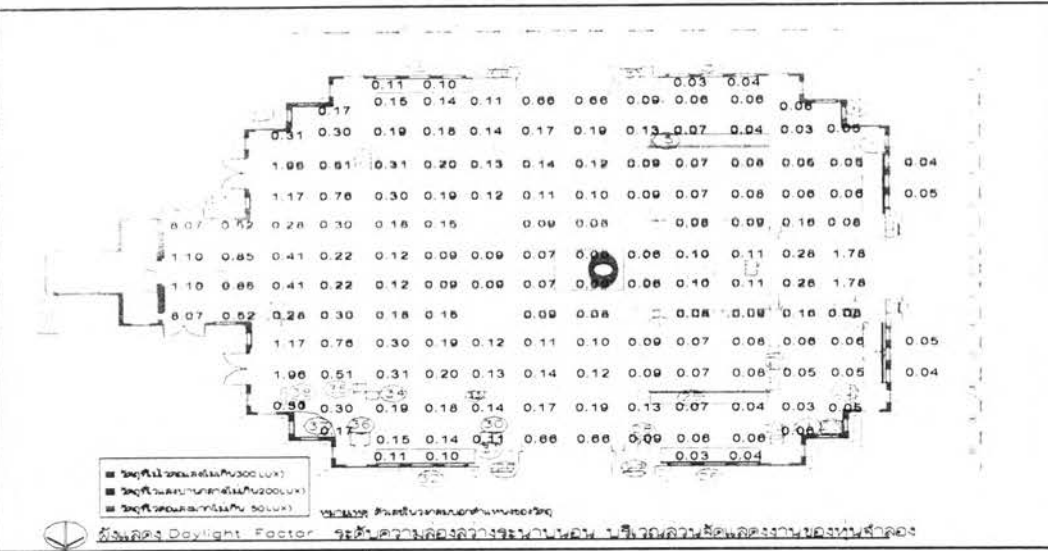
กราฟDFระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในหุ่นจำลอง



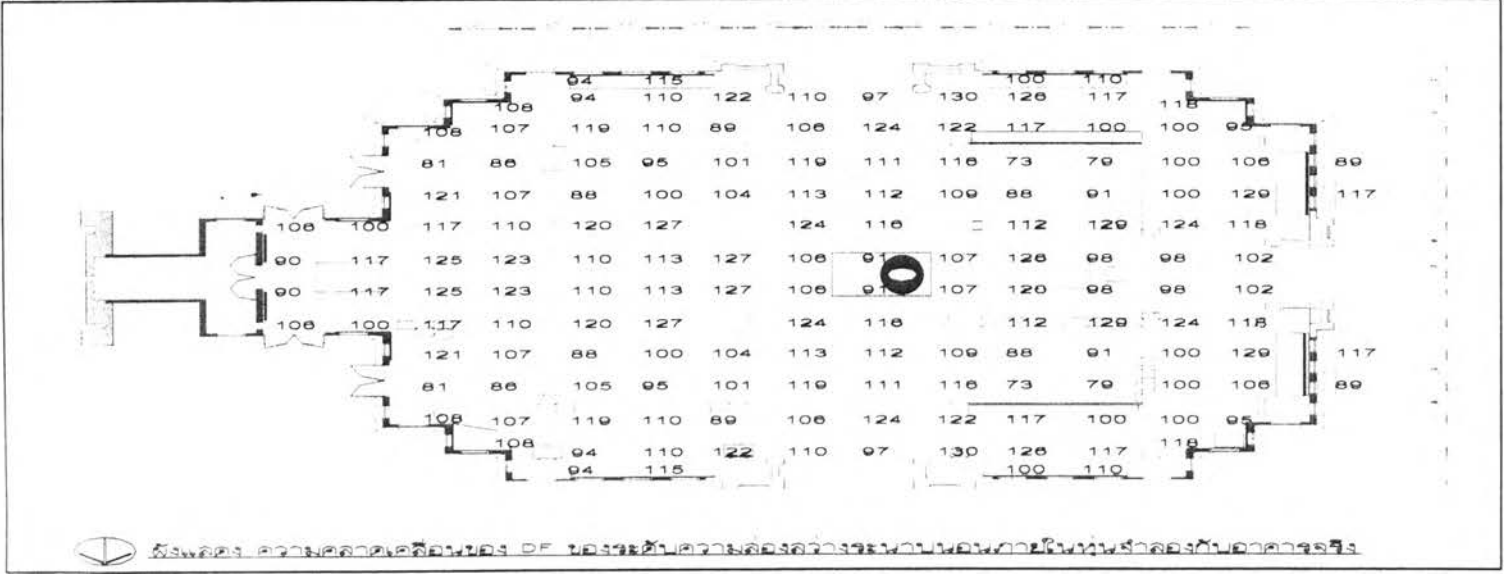
กราฟDFระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติระนาบนอนภายในอาคารจริง



รูปที่ 4.5ข เปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบหุ่นจำลองในเรื่องระดับความส่องสว่างระนาบนอนกับอาคารจริง



รูปที่ 4.5ค แสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของระดับDaylight Factorของระดับความส่องสว่างระนาบนอนของหุ่นจำลอง



ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 130%
 ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด 73%
 กำหนดให้อาคารจริงเป็น 100%
 เฉลี่ยทั่วทั้งอาคารมีค่าความคลาดเคลื่อน 5 %

ตารางที่ 4.2ก แสดงค่าDFของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งที่ผนังจัดแสดงภายในหุ่นจำลอง

หมายเหตุ จุดที่มีค่าเป็น 0 คือจุดที่ไม่สามารถวัดได้จากหุ่นจำลอง

จุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
บน(+2.10ม.)	1.06	0.00	0.63	0.29	0.18	0.26	0.13	0.18	0.26	0.00	0.14	0.13	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.06	0.04	0.03	0.03	0.00	0.07	0.07	0.00
ล่าง(+1.00ม.)	1.22	0.00	0.40	0.25	0.17	0.24	0.13	0.16	0.24	0.00	0.12	0.13	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.07	0.05	0.00

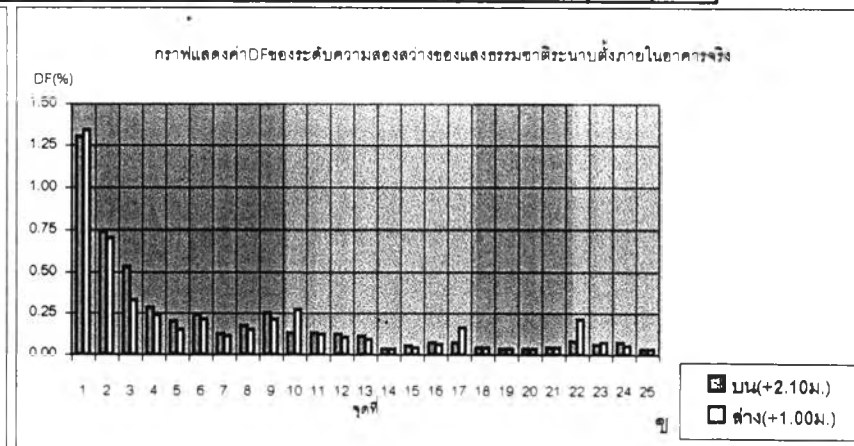
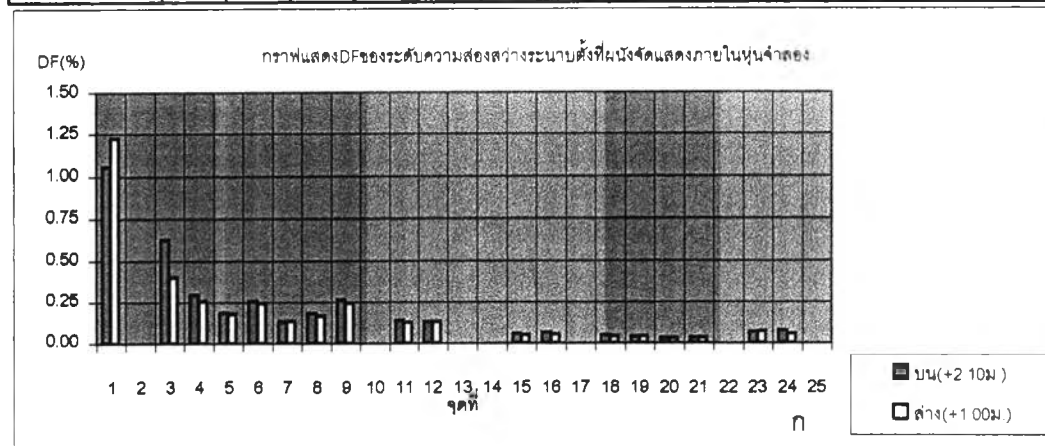
ตารางที่ 4.2ข แสดงค่าDFระดับแสงธรรมชาติระนาบตั้งภายในอาคารจริง

จุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
บน(+2.10ม.)	1.30	0.74	0.53	0.28	0.20	0.24	0.12	0.17	0.25	0.13	0.13	0.12	0.11	0.03	0.05	0.07	0.07	0.04	0.03	0.03	0.04	0.08	0.06	0.07	0.03
ล่าง(+1.00ม.)	1.34	0.70	0.33	0.24	0.15	0.21	0.11	0.15	0.21	0.27	0.12	0.10	0.09	0.03	0.04	0.06	0.16	0.04	0.03	0.03	0.04	0.21	0.07	0.05	0.03

ตารางที่ 4.2ค แสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่าDFระดับแสงธรรมชาติระนาบตั้งภายในหุ่นจำลอง

(กำหนดให้อาคารจริงเป็น 100%)

จุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
บน(+2.10ม.)	81.1	0.0	118.3	104.2	90.9	106.1	108.2	105.9	104.5	0.0	104.3	106.8	0.0	0.0	108.0	89.6	0.0	117.0	119.9	91.2	82.1	0.0	109.1	106.1	0.0
ล่าง(+1.00ม.)	91.3	0.0	121.1	105.1	116.3	114.6	120.3	107.5	115.0	0.0	103.9	126.4	0.0	0.0	113.2	86.8	0.0	101.5	123.1	85.3	74.0	0.0	100.5	109.4	0.0



รูปที่ 4.6 ก-ข กราฟแสดง DF ของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งที่ผนังจัดแสดงงานภายในหุ่นจำลองและอาคารจริง

หากกำหนดให้ผลที่วัดได้จากอาคารจริงเป็น 100%

ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่วัดได้จากหุ่นจำลองเมื่อเทียบกับอาคารจริงจะเป็น 126%

ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดที่วัดได้จากหุ่นจำลองเมื่อเทียบกับอาคารจริงจะเป็น 74.03%

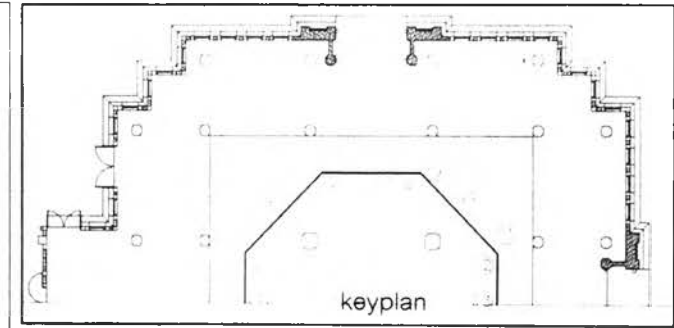
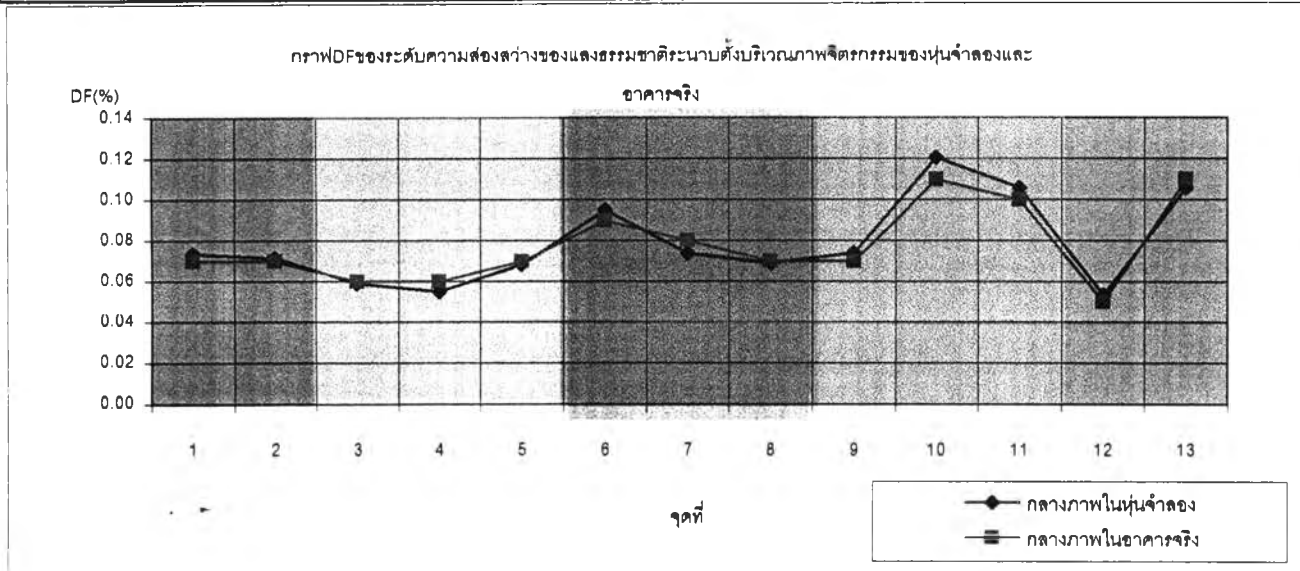
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทุกจุดเป็น 1%

ตารางที่ 4.3ก แสดงค่าDFระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณภาพจิตรกรรมภายในหุ่นจำลองและอาคารจริง

จุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กลางภาพในหุ่นจำลอง	0.07	0.07	0.06	0.05	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07	0.12	0.11	0.05	0.11
กลางภาพในอาคารจริง	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.09	0.08	0.07	0.07	0.11	0.10	0.05	0.11

ตารางที่ 4.3ข แสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของDFของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณภาพจิตรกรรมภายในหุ่นจำลอง (กำหนดให้ค่าDFที่วัดได้จากอาคารจริงเป็น 100%)

จุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ความคลาดเคลื่อนของหุ่นจำลอง	105.47	102.36	98.02	91.44	97.67	105.63	92.38	98.82	106.08	109.64	105.95	106.89	96.42



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบหุ่นจำลองในเรื่องระดับความส่องสว่างระนาบตั้งกับอาคารจริง

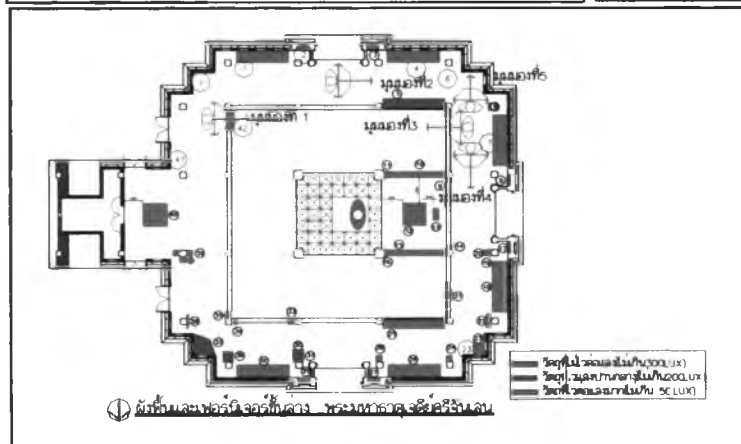
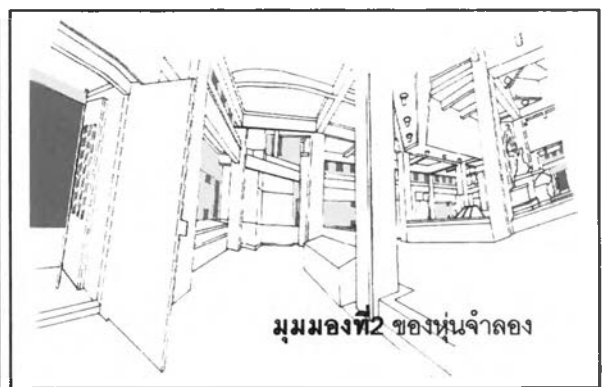
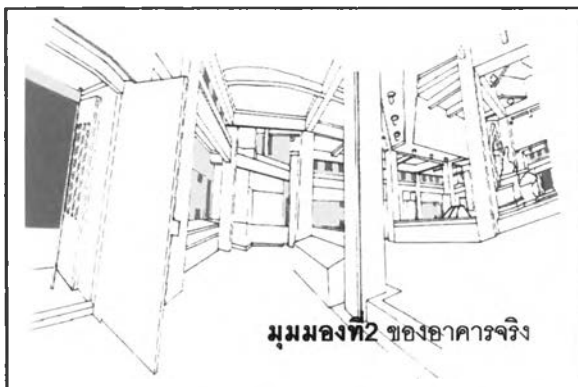
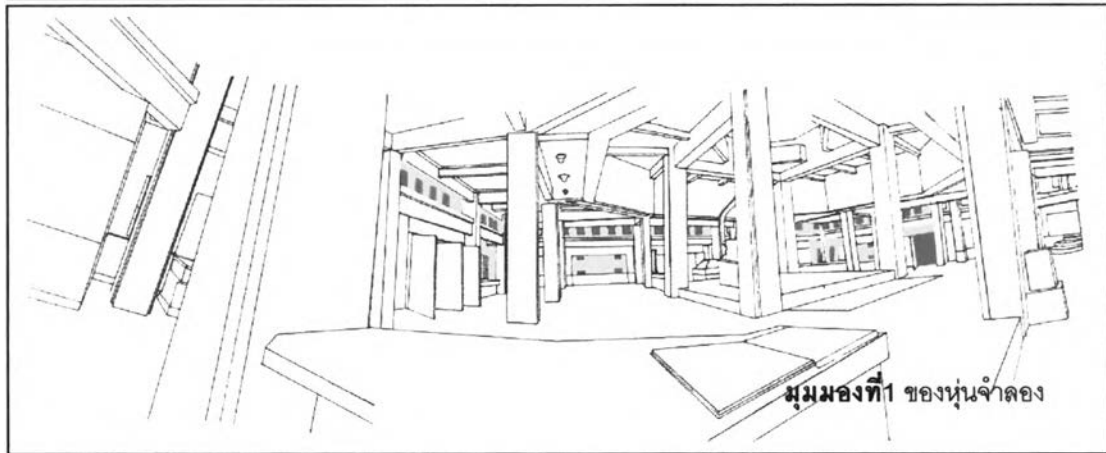
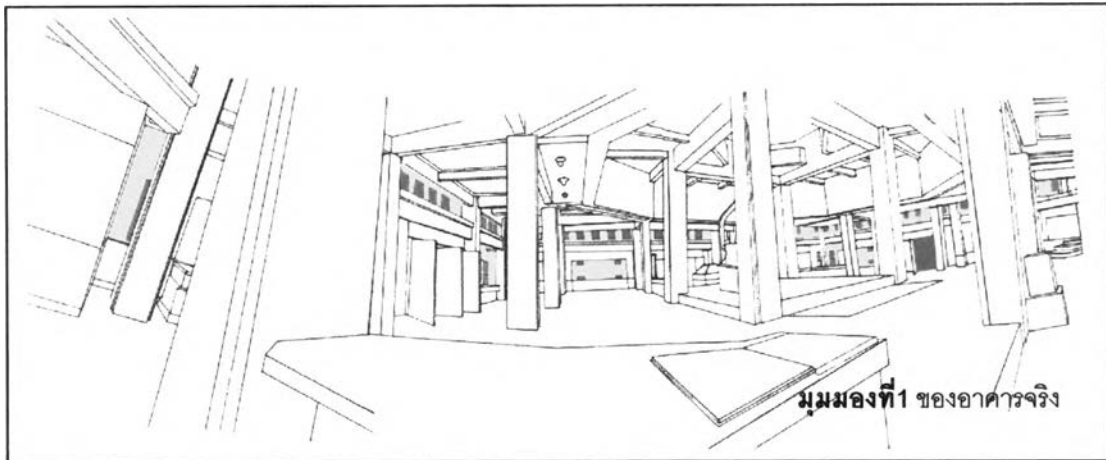
(กำหนดให้อาคารจริงเป็น 100%)

หากกำหนดให้ผลที่วัดได้จากอาคารจริงเป็น 100%

ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่วัดได้จากหุ่นจำลองเมื่อเทียบกับอาคารจริงจะเป็น 126.4%

ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดที่วัดได้จากหุ่นจำลองเมื่อเทียบกับอาคารจริงจะเป็น 74%

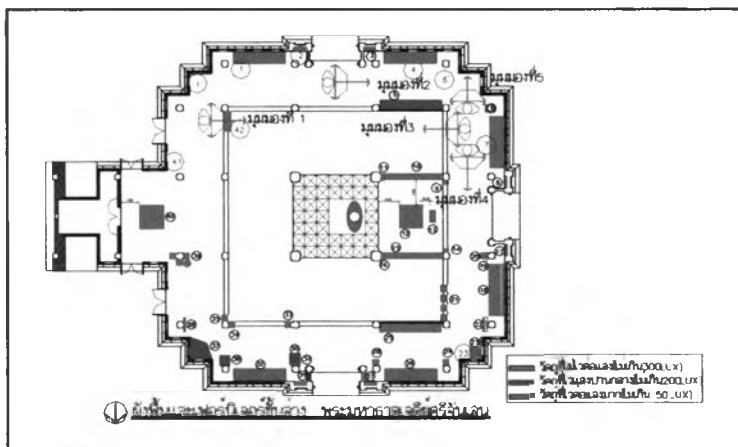
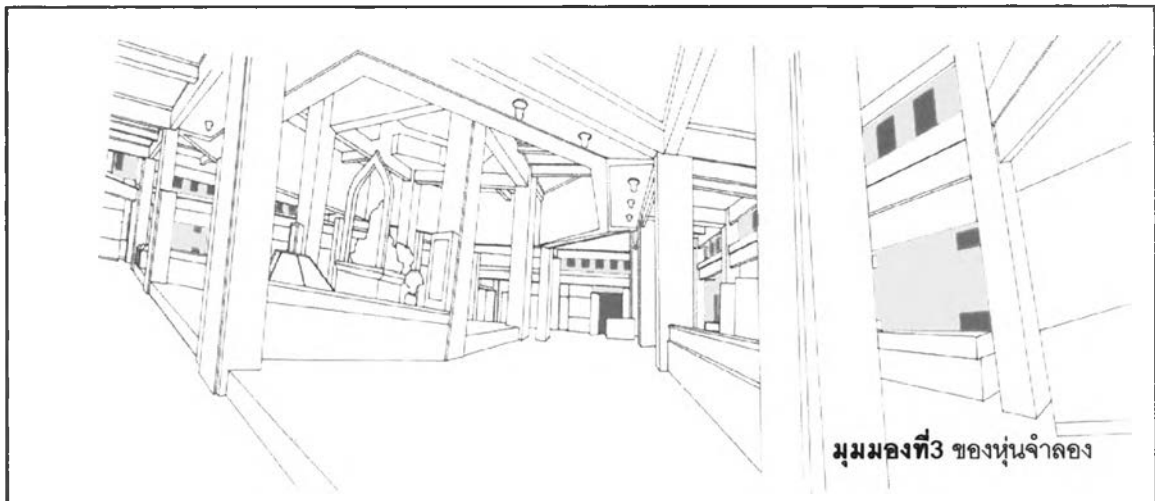
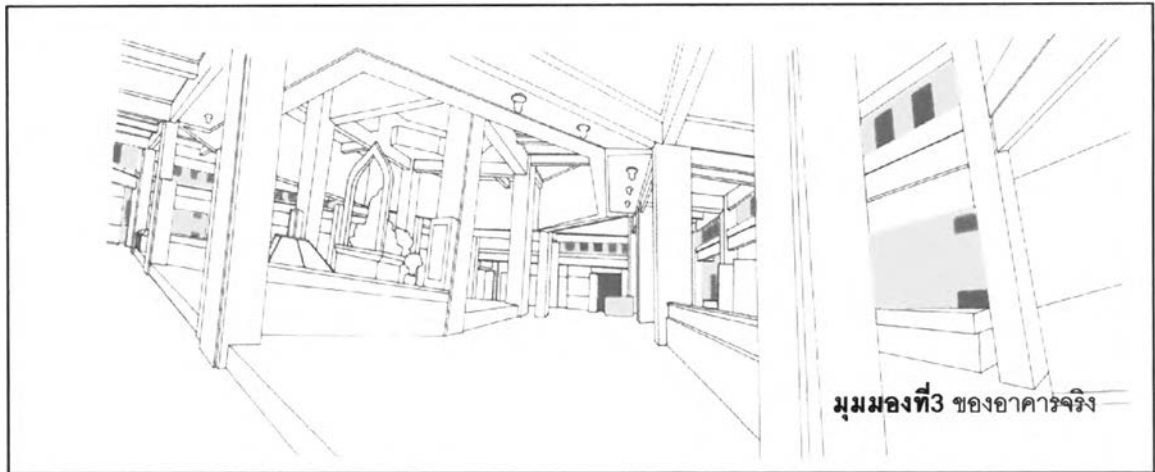
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทุกจุดเป็น 1%



สัญลักษณ์แสดงระดับความสว่าง

ช่วงระดับความสว่าง	สี
ผนังข้างช่องแสง(X=1)	□
ช่องแสงไม่เกิน 20X	■
ช่องแสงเกิน 20X	▨

รูปที่ 4.8n แสดงอัตราส่วนความสว่าง(brightness contrast ratio)ของช่องแสงต่อผนังที่ติดกัน ที่วัดได้จากหุ่นจำลองและอาคารจริง

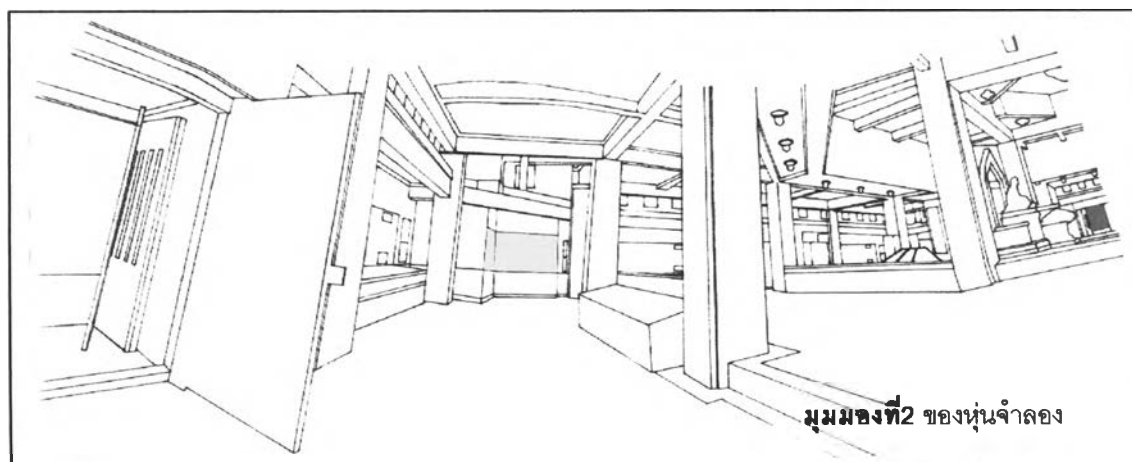
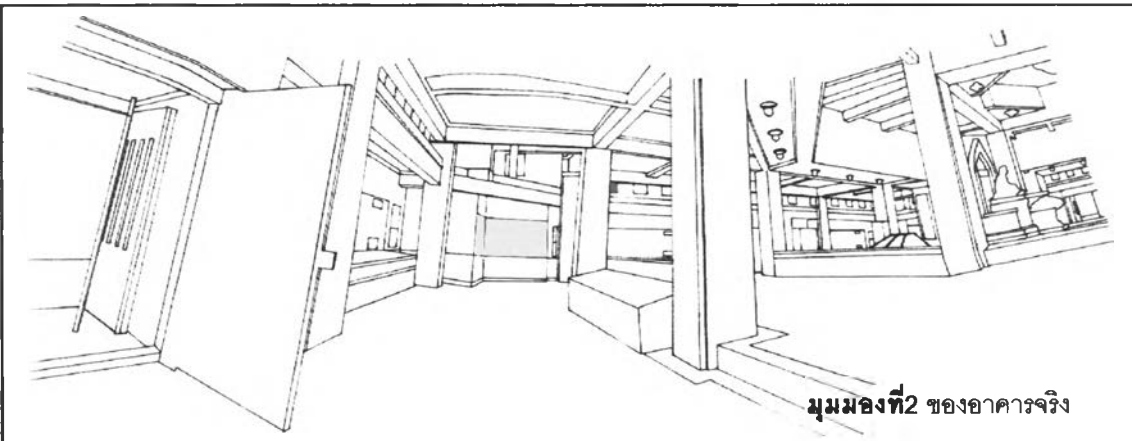
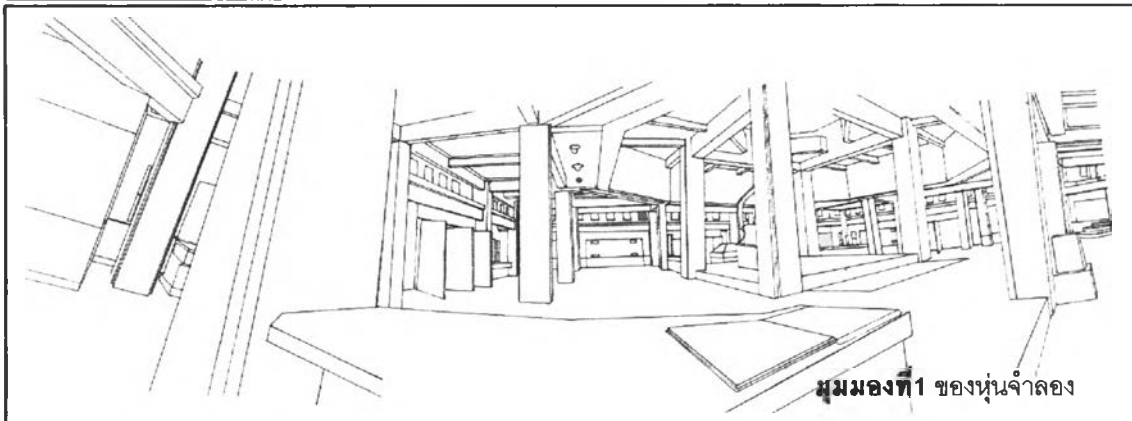
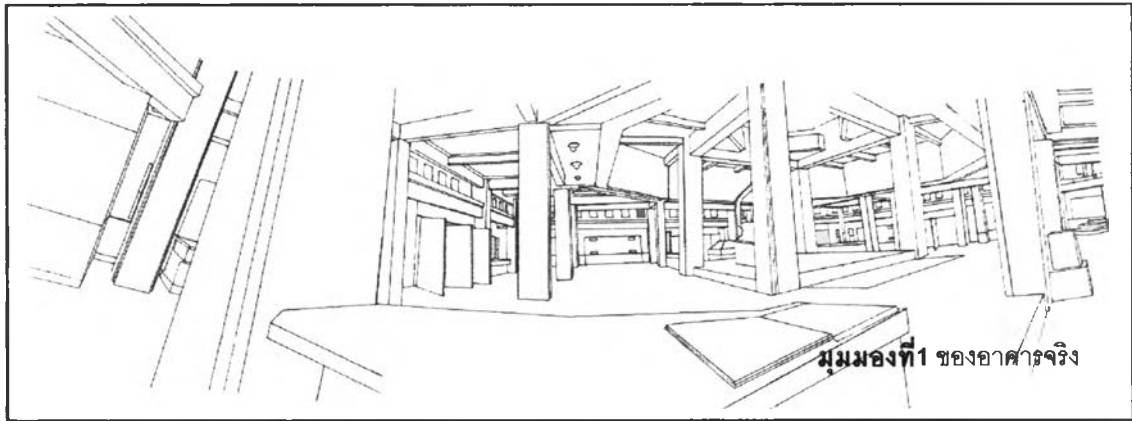


สัญลักษณ์แสดงระดับความสว่าง

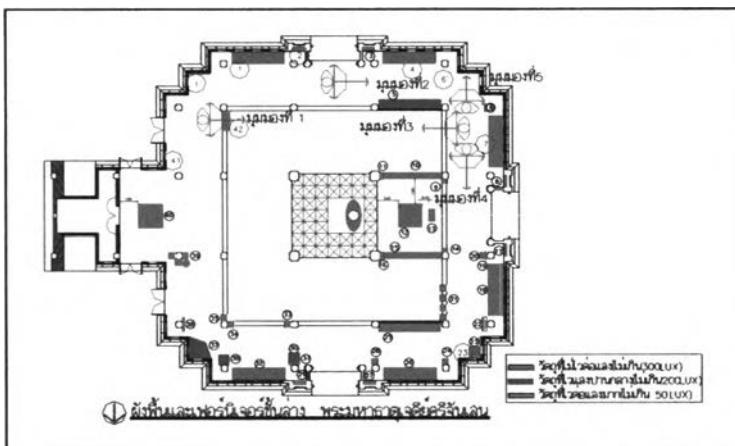
ช่วงระดับความสว่าง	สี
ผนังข้างช่องแสง(X=1)	□
ช่องแสงไม่เกิน 20X	■
ช่องแสงเกิน 20X	■

รูปที่ 4.8ข แสดงอัตราส่วนความสว่าง(brightness contrast ratio)ของช่องแสงต่อผนังที่ติดกัน ที่วัดได้จากหุ่นจำลองและอาคารจริง

จากรูปที่ 4.8 ก-ข จะพบว่าปัญหาในเรื่องของอัตราส่วนความสว่าง(brightness contrast ratio) ของช่องแสงต่อผนังที่ติดกันเกิน 20 : 1 ที่เกิดขึ้นภายในหุ่นจำลองมีลักษณะคล้ายกันกับที่เกิดขึ้นในอาคารจริง



รูปที่ 4.9n แสดงอัตราส่วนความสว่าง(brightness contrast ratio)ของช่องแสงต่อผนังที่ติดกัน ที่วัดได้จากหุ่นจำลองและอาคารจริง



สัญลักษณ์แสดงระดับความสว่าง

ช่วงระดับความสว่าง	สี
ค่าต่ำสุดในมุมมอง($X=1$)	□
ค่าสูงสุดมุมมองไม่เกิน 40X	■
ค่าสูงสุดมุมมองเกิน 40X	■

รูปที่ 4.9ข แสดงอัตราส่วนความสว่าง(brightness contrast ratio)ของช่องแสงต่อผนังที่ติดกัน ที่วัดได้จากหุ่นจำลองและอาคารจริง

จากรูปที่ 4.9 ก-ข จะพบว่าปัญหาในเรื่องของอัตราส่วนความสว่าง(brightness contrast ratio) ขององค์ประกอบที่มากที่สุดต่อน้อยที่สุดเกิน 40 : 1 ที่เกิดขึ้นภายในหุ่นจำลองมีลักษณะคล้ายกันกับที่เกิดขึ้นในอาคารจริง