หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

แนวทางการแก้ไขปรับปรุงอาคาร

7.1 ขั้นตอนการปรับปรุงอาคาร

หลังจากที่ทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสำรวจอาคาร พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในอาคารอันเนื่องจากการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารนั้นมีมากมาย ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของปริมาณ คุณภาพ ปริมาณรังสีUV หรือแม้แต่ปริมาณรังสีInfrared การปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ไขเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ย่อมส่งผลกระทบต่อเรื่องอื่นๆด้วย เช่น หากทำการปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องคุณภาพของแสงธรรมชาติภายในอาคารโดยการใช้ผนังปิดบังสายตาบริเวณช่องแสง ก็จะส่งผลให้ปริมาณของแสงธรรมชาติและระดับรังสีUVที่เกิดขึ้นภายในอาคารเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และจากการศึกษาพบว่า สำหรับการจัดแสดงงานในอาคารพิพิธภัณฑ์นั้น คุณภาพของแสงเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพิพิธภัณฑ์จันเสน แสงบาดตาที่เกิดจากอัตราส่วนของระดับความสว่างที่ไม่เหมาะสมระหว่างองค์ประกอบต่างๆในมุมมอง หรือระหว่างช่องแสงต่อผนังที่ติดกันเป็นปัญหาใหญ่ที่เป็นอุปสรรคต่อการจัดแสดงงานที่มีคุณภาพ และสำหรับปัญหาในเรื่องปริมาณของแสงธรรมชาติที่ต่ำเกินไปนั้น สามารถใช้แสงประดิษฐ์ช่วยเสริมเพื่อให้เพียงพอต่อการมองเห็นและให้วัตถุเด่นชัดขึ้นได้ หากได้มีการวางแผนการใช้งานไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ จึงให้ความสำคัญในเรื่องของการแก้ไขปัญหาคุณภาพแสงเป็นหลัก และด้วยข้อจำกัดของอาคารที่มีลักษณะเป็นสถาปัตยกรรมไทยที่ถูกออกแบบไว้อย่างลงตัวแล้ว ประกอบกับเจตนารมณ์ของผู้ออกแบบและผู้เกี่ยวข้องในการก่อสร้างอาคารที่ไม่ต้องการให้ปรับเปลี่ยนรูปลักษณ์ภายนอกอาคาร จึงจำเป็นต้องหาแนวทางการปรับปรุงอาคาร เฉพาะในบริเวณที่จะไม่กระทบกระเทือนต่อรูปลักษณ์ภายนอกอาคาร และเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่สามารถใช้วิธีการเดียวกันได้ ดังนั้น ในการปรับปรุงอาคารจึงมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ลดปริมาณรังสีUV รังสีInfraredและแก้ไขแสงบาดตาที่เกิดขึ้นจากช่องแสงด้านข้างเหนือระดับสายตา รวมถึงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งและระนาบนอนบริเวณวัตถุและผนังจัดแสดงงาน โดยการใช้ผนังปิดบังช่องแสงนั้นให้พ้นจากสายตาในรูปแบบที่ช่วยบังคับทิศทางของแสงที่ผ่านเข้ามาสู่ภายในอาคารจากช่องแสงให้สะท้อนลงสู่ตู้และผนังจัดแสดงงาน ซึ่งจะช่วยทำให้ปริมาณรังสีUVลดลงจากการสะท้อนของแสง ในขณะเดียวกันสามารถป้องกันการเกิดแสงแดดส่องวัตถุอันเกิดจากช่องแสงได้ อีกด้วย ทำการตรวจสอบภายในหุ่นจำลองมาตราส่วน 1: 5 เพื่อหารูปแบบของผนังปิดบังสายตาที่เหมาะสมที่สุดแล้วจึงนำมาสรุปผลร่วมกับแนวทางการแก้ไขปรับปรุงอาคารในเรื่องอื่นๆในหุ่นจำลองมาตราส่วน 1: 20

2. ทำการแก้ไขปัญหาในเรื่องอื่นๆโดยการ

2.1 กั้นห้องที่ทางเข้าด้านหน้าอาคาร เพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องการปรับสายตาและระดับความส่องสว่างที่มากเกินไปบริเวณวัตถุใกล้ทางเข้าอาคาร

2.2 ปิดประตูทางเข้าอาคารด้านอื่นที่ไม่จำเป็น เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องการเกิดแสงบาดตาอันเกิดจากอัตราส่วนของระดับความส่องสว่างที่ไม่เหมาะสม ลดการเกิดแสงแดดส่องวัตถุในเวลาที่มีการเปิดใช้อาคารในช่วง

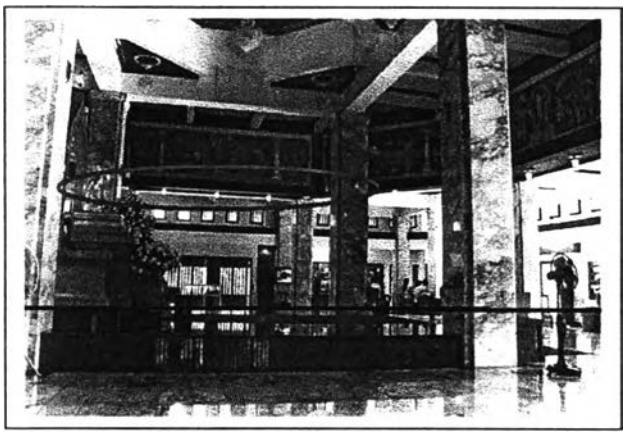
เวลาที่เกินจากเวลาทำการ ลดระดับความส่องสว่างที่บริเวณผนังภาพจิตรกรรมที่มากเกินไปในช่วงเวลาบ่าย และลดปริมาณรังสีUVที่เข้ามากจากทางประตู รวมถึงลดการเกิดแสงบาดตาที่เกิดจากการสะท้อนแสง

2.3 เนื่องจากในการใช้งานอาคาร มีการเลื่อนบานกระจกขึ้นเพื่อระบายอากาศ จึงเลื่อนตัวบานกระจกที่ช่องแสงด้านข้างระดับสายตาให้ปิดลงแล้วติดฟิล์มป้องกันรังสีUV เพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องอัตราส่วนระดับความสว่างที่ไม่เหมาะสมอันเกิดจากช่องแสงด้านข้าง

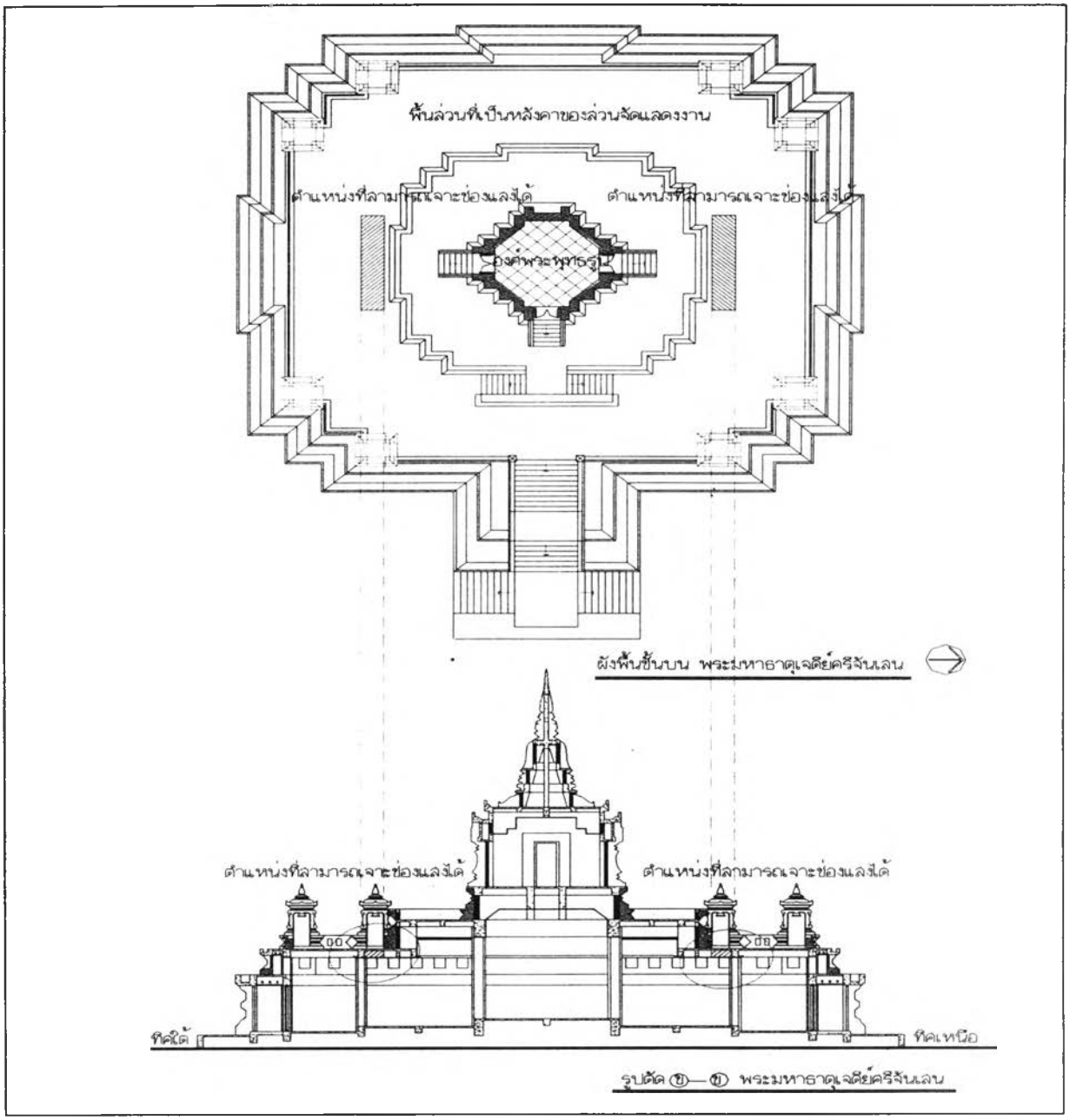
2.4 ปิดช่องแสงด้านข้างบริเวณผนังจัดแสดงทั้ง 4 มุม ที่เป็นไม้ฉลุตกแต่งลวดลาย เพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องอัตราส่วนระดับความสว่างที่ไม่เหมาะสมอันเกิดจากช่องแสงด้านข้าง ป้องกันการเกิดแสงแดดส่องวัตถุ

2.5 นำมาตรวจสอบร่วมกันกับการใช้ผนังปิดบังสายตาและทำการสรุปผล

และเนื่องจาก การใช้แสงธรรมชาติที่ดีสำหรับการจัดแสดงงานภายในอาคารพิพิธภัณฑ์ ควรเป็นแสงที่มาจากทางด้านบนเหนือระดับสายตาและเป็นแสงแบบ indirect light โดยที่ผู้เข้าชมจะต้องไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง และให้แสงผ่านการสะท้อนอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อลดปริมาณรังสีUV จึงพยายามหาวิธีการนำแสงจากทางด้านบนมาใช้ในการปรับปรุงอาคาร แต่หลังจากการที่ได้ตรวจสอบผังพื้นชั้น 2 พบว่า บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่ใช้สำหรับเวียนเทียนในบางโอกาส และใช้เป็นที่เดินชมทัศนียภาพรอบๆอาคาร จึงต้องหาตำแหน่งที่ไม่กีดขวางทางเดินและต้องคำนึงถึงความแข็งแรงทางด้านโครงสร้างด้วย และหลังจากที่ทำการพิจารณาหาตำแหน่งที่เหมาะสม พบว่า เป็นตำแหน่งที่ตรงกับบริเวณที่มีการออกแบบ ตกแต่งภายในไว้อย่างลงตัวแล้ว จึงไม่ทำการทดสอบแนวทางการใช้แสงธรรมชาติจากทางด้านบน เพื่อไม่เป็นการเปลี่ยนแปลงการตกแต่งภายในที่มีอยู่เดิม(ดูรูปที่ 7.1)



ก



ข

รูปที่ 7.1 ก-ข แสดงตำแหน่งที่สามารถเจาะช่องแสงด้านบนได้

7.2 การหาแนวทางการใช้ผนังปิดบังสายตาที่เหมาะสม

<u>หลักการและเหตุผล</u>

เนื่องจากแสงธรรมชาติที่ส่องผ่านเข้าสู่ภายในอาคารจากช่องแสงด้านข้างเหนือระดับสายตา เป็นแสงแบบ direct light ทำให้เกิดปัญหาต่างๆภายในอาคาร ดังนั้น การใช้ผนังปิดบังสายตาเพื่อทำให้แสงที่เข้าสู่ภายในอาคารเป็นแสงแบบ indirect light โดยการให้แสงผ่านการสะท้อนและกระจายลงสู่ผนังและตู้จัดแสดง เพื่อเพิ่มระดับความส่องสว่างและลดปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลต อีกทั้งยังสามารถช่วยปิดบังสายตาไม่ให้ผู้เข้าชมเห็นแหล่งกำเนิดแสงอันเป็นสาเหตุของการเกิดแสงบาดตา และเนื่องจากวัตถุที่จัดแสดงมีลักษณะเป็นชิ้นเล็กๆ รวมถึงมีการใช้วัสดุตกแต่งภายในที่หลากหลายอยู่ก่อนแล้ว ดังนั้นจึงใช้วัสดุที่มีผิวเรียบ สีขาว ค่าการสะท้อนแสง 72% ซึ่งคล้ายกับผนังส่วนใหญ่ที่มีอยู่ภายในอาคาร เพื่อไม่ทำให้เกิดความแตกต่างและเกิดบรรยากาศที่ขัดแย้งกัน รวมไปถึงไม่ทำให้เกิดความน่าสนใจมากกว่าวัตถุที่จัดแสดงด้วย

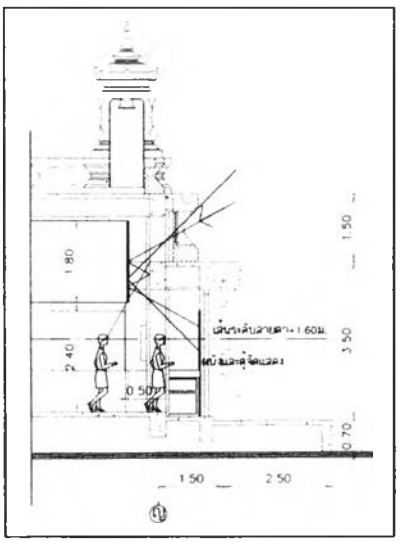
แนวทางการปรับปรุงที่ 1

หลักการและเหตุผล

เมื่อแสงธรรมชาติส่องผ่านช่องแสงเข้ามากระทบกับผนังปิดบังสายตาแล้วสะท้อนเข้าสู่ผนังและตู้จัดแสดง จะช่วยเพิ่มระดับความส่องสว่างระนาบนอนและระนาบตั้ง รวมถึงพยายามให้แสงผ่านการสะท้อนไปมาระหว่างคานและผนังปิดบังสายตาอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อลดปริมาณรังสีUV และได้คำนึงถึงระดับความส่องสว่างบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร จึงเว้นระยะห่างระหว่างผนังปิดบังสายตาและฝ้าเพดาน

แนวทางเลือกที่ 1.1

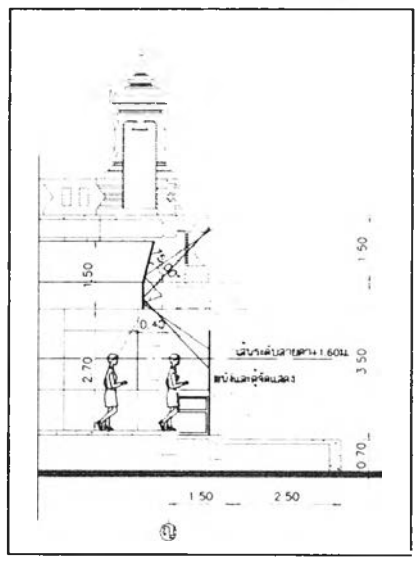
ลักษณะ เป็นผนังเบาแผ่นเรียบตรงตั้งฉากกับพื้น ความสูงของแผ่น 1.80ม. ติดตั้งสูงจากพื้น 2.40ม. ยาวตลอดผนังอาคารทุกด้าน เว้นระยะห่างจากคาน 0.50ม. ซึ่งเป็นระยะที่ผู้เข้าชมจะไม่สามารถมองเห็นช่องแสง อันเป็นสาเหตุของการเกิดแสงบาดตาได้



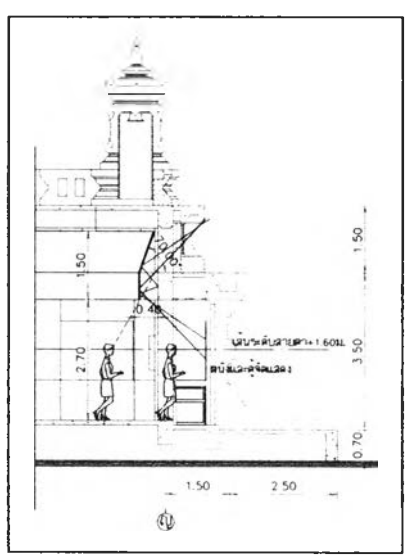
รูปที่ 7.2 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่1.1

แนวทางเลือกที่ 1.2และ1.3

ลักษณะ เป็นผนังเบาแผ่นเรียบ ส่วนบนเอียงเข้าหาผนังจัดแสดง ทำมุม 75 และ 70 องศากับผนังปิดบังสายตาส่วนล่างซึ่งตั้งฉากกับพื้นตามลำดับ ความสูงแผ่น 1.50ม. ติดตั้งสูงจากพื้น 2.70ม. ยาวตลอดผนังอาคารทุกด้านห่างจากคาน 0.40ม.



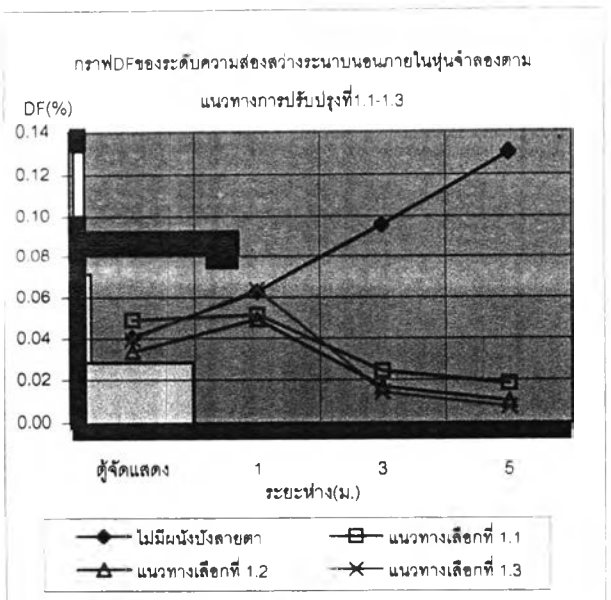
รูปที่ 7.3 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่1.2



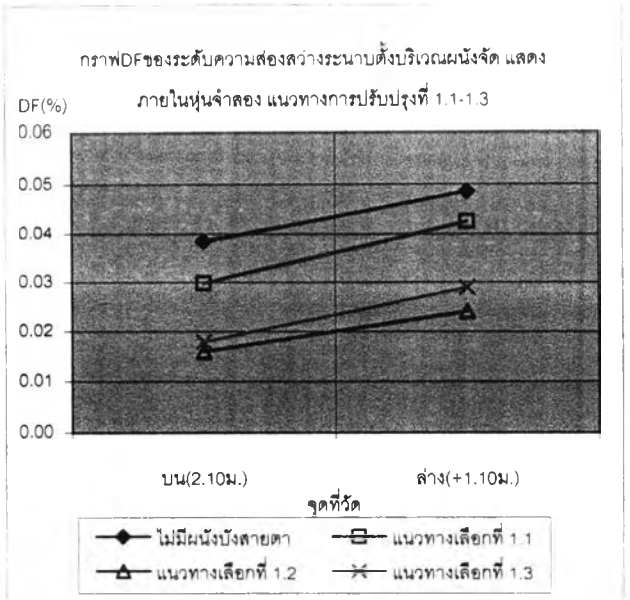
รูปที่ 7.4 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่1.3

สมมติฐาน

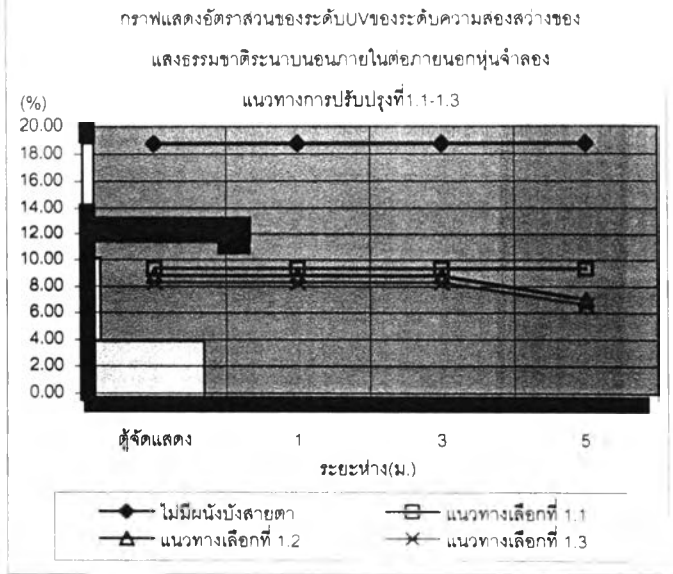
1. ผนังปิดบังสายตาสามารถช่วยสะท้อนแสงเข้าสู่ผนังและตู้จัดแสดง เพิ่มระดับความส่องสว่างระนาบนอนและระนาบตั้งให้มากขึ้น รวมถึงลดระดับรังสีUVให้น้อยกว่าการไม่มีผนังปิดบังสายตา
2. ผนังที่มีส่วนบนเอียง จะช่วยเพิ่มระดับความส่องสว่างที่ผนังและตู้จัดแสดงมากกว่าผนังที่ตรง



ก

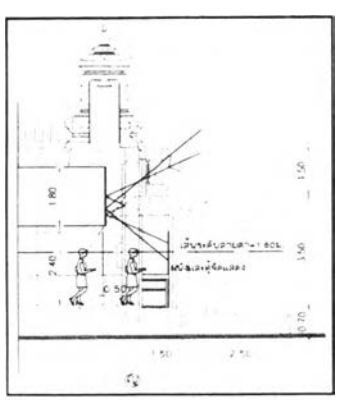


ข

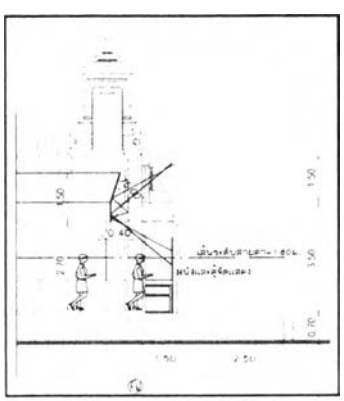


ค

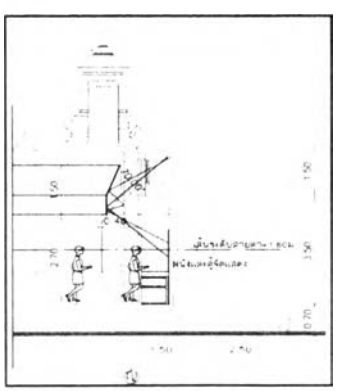
รูปที่7.5 ก-ค แสดงผลการตรวจสอบค่าระดับความสองสว่างระนาบนอน ระนาบตั้งและระดับUV ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 1.1-1.3



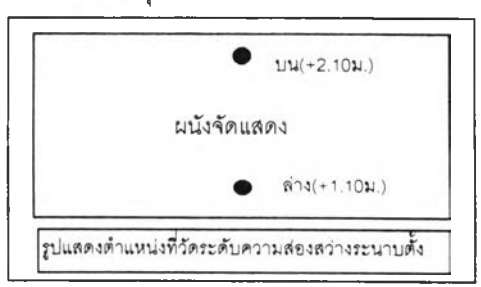
แนวทางเลือกที่ 1.1



แนวทางเลือกที่ 1.2



แนวทางเลือกที่ 1.3



ตารางที่7.1ก แสดงค่าDF ของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในหุ่นจำลองแนวทางปรับปรุงที่ 1.1-1.3 (มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.06	0.10	0.13
แนวทางเลือกที่ 1.1	0.05	0.05	0.02	0.02
แนวทางเลือกที่ 1.2	0.30	0.05	0.02	0.01
แนวทางเลือกที่ 1.3	0.04	0.06	0.01	0.01

ตารางที่7.1ข แสดงค่าDF ของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดง ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 1.1-1.3(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	บน(+2.10ม.)	ล่าง(+1.10ม.)
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.05
แนวทางเลือกที่ 1.1	0.03	0.04
แนวทางเลือกที่ 1.2	0.02	0.02
แนวทางเลือกที่ 1.3	0.02	0.03

ตารางที่7.1ค แสดงค่าอัตราส่วนของระดับUVของแสงธรรมชาติระนาบนอนภายในต่อภายนอกหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 1.1-1.3(มีหน่วยเป็นไม่โครวัตต์/ลูเมน)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	18.75	18.75	18.75	18.75
แนวทางเลือกที่ 1.1	9.38	9.38	9.38	9.38
แนวทางเลือกที่ 1.2	8.82	8.82	8.82	7.06
แนวทางเลือกที่ 1.3	8.33	8.33	8.33	6.67

สรุปผลการทดลอง

การใช้ผนังปิดบังสายตาแนวทางเลือกที่ 1.1 มีผลทำให้ระดับความส่องสว่างระนาบนอน ระนาบตั้ง และระดับรังสีUV ที่บริเวณวัตถุมากที่สุด แต่จากรูป จะพบว่า ระดับความส่องสว่างระนาบตั้งที่ได้ มีค่า DF 0.03 และ 0.04 น้อยกว่าการไม่ใช้ผนังปิดบังสายตาซึ่งมี DFเป็น 0.04 และ 0.05 เมื่อเทียบในตำแหน่งเดียวกันและ การให้ผนังปิดบังสายตามีส่วนบนเอียงนั้น ไม่ช่วยทำให้ระดับความส่องสว่างที่บริเวณวัตถุมากขึ้นแต่กลับตรงกันข้าม หากผนังมีส่วนบนที่เอียงเป็นองศาที่มาก ยิ่งทำให้ระดับความส่องสว่างน้อยลงมาก และหากพิจารณาดูที่ระดับUV บริเวณวัตถุ จะพบว่า ทั้ง 3 แนวทางนั้น มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่จะต่างกันตรงบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร คือ หากผนังยิ่งมีส่วนบนเอียง จะช่วยทำให้ระดับUVลดลงกว่าผนังตรง

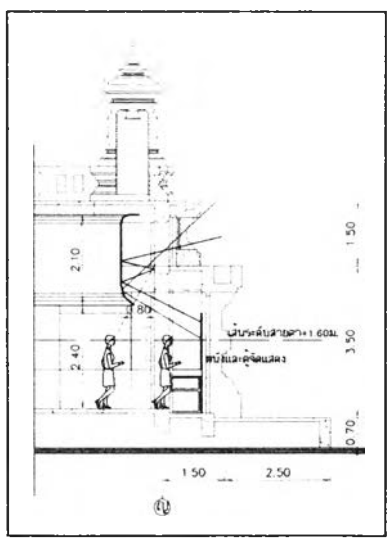
แนวทางการปรับปรุงที่ 2

หลักการและเหตุผล

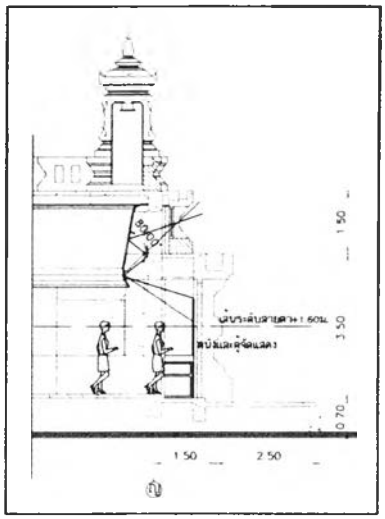
การใช้ผนังที่โค้งงอบริเวณด้านบนและล่าง เพื่อบังคับให้แสงสะท้อนเข้าสู่ผนังและตู้จัดแสดงให้ได้มากที่สุด และด้วยลักษณะที่โค้งงอจะช่วยเพิ่มระยะห่างระหว่างคานและผนังจัดแสดง ช่วยทำให้แสงธรรมชาติสะท้อนเข้าหาผนังได้มากกว่า

แนวทางเลือกที่ 2.1และ2.2

ลักษณะ ผนังเบาแผ่นเรียบ ความสูงของแผ่น 2.10ม. ส่วนบนและล่างงอเข้าหาผนังจัดแสดง ติดตั้งสูงจากพื้นภายใน 2.40 ม. ระยะห่างจากคาน 0.80 ม. ยาวตลอดผนังอาคารทุกด้าน ตัวแผ่นตั้งฉากกับพื้นและทำมุมกับพื้น 80 องศาตามลำดับ



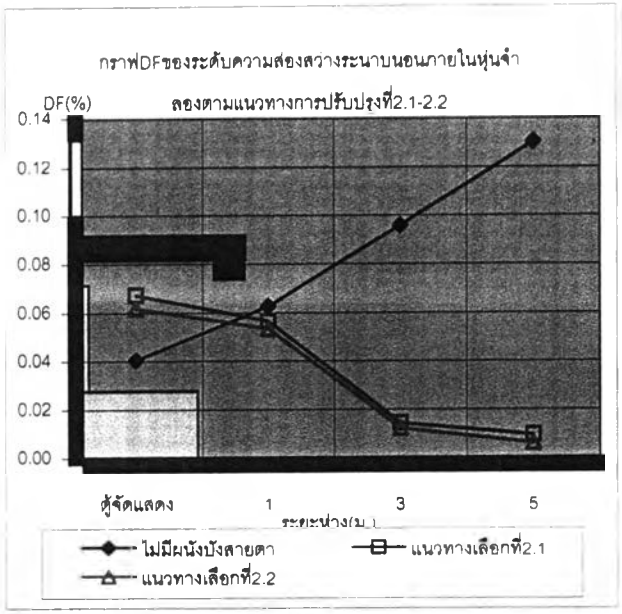
รูปที่7.6 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 2.1



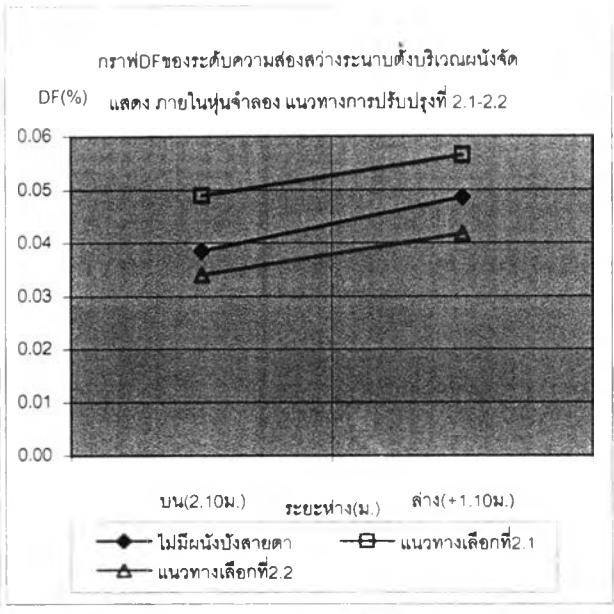
รูปที่7.7 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 2.2

<u>สมมติฐาน</u>

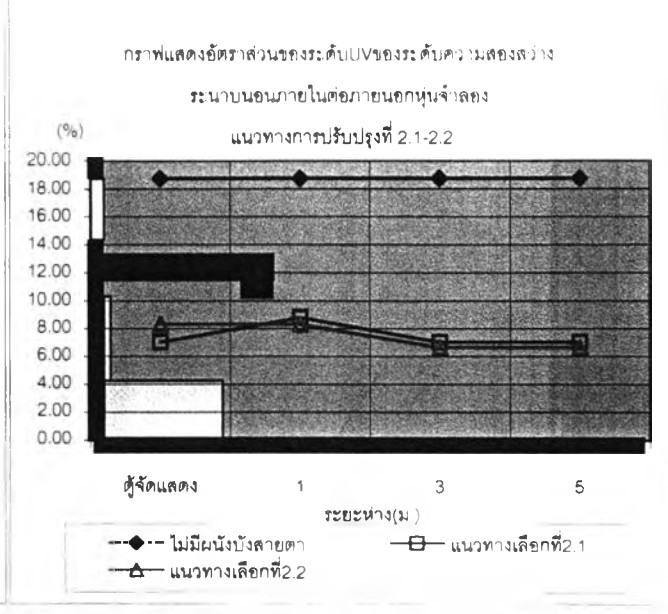
1. ผนังที่โค้งงอเข้าหาผนังจัดแสดงทั้งส่วนบนและล่าง ช่วยเพิ่มระดับความส่องสว่างมากกว่าผนังที่ไม่มีส่วนบนและล่างโค้งงอ
2. การโค้งงอเฉพาะส่วนบนและล่างของผนังไม่มีผลต่อปริมาณรังสีUV
3. ผนังที่ทำมุม 80 องศากับพื้น ช่วยเพิ่มระดับความส่องสว่างมากกว่าผนังที่ตั้งฉาก



ก

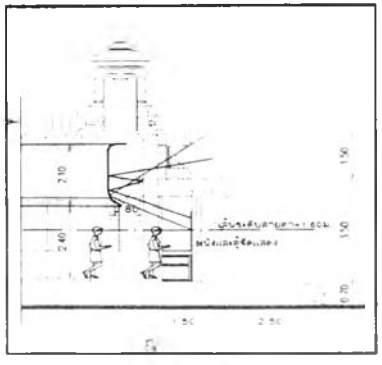


ข

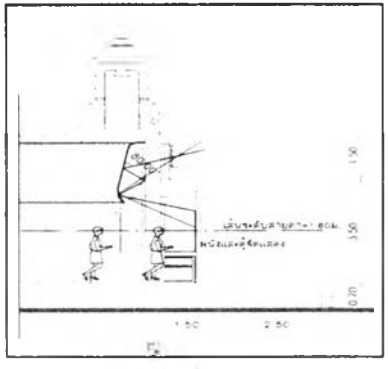


ค

รูปที่7.8 ก-ค แสดงผลการตรวจสอบค่าระดับความสองสว่างระนาบบนอน ระนาบตั้งและระดับUV ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 2.1-2.2



แนวทางเลือกที่2.1



แนวทางเลือกที่2.2

ตารางที่7.2ก แสดงค่าDF ของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในหุ่นจำลองแนวทางปรับปรุงที่2.1-2.2(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.06	0.10	0.13
แนวทางเลือกที่2.1	0.07	0.06	0.01	0.01
แนวทางเลือกที่2.2	0.06	0.05	0.01	0.01

ตารางที่7.2ข แสดงค่าDF ของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดง ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 2.1-2.2(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	บน(+2.10ม.)	ล่าง(+1.10ม.)
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.05
แนวทางเลือกที่2.1	0.05	0.06
แนวทางเลือกที่2.2	0.03	0.04

ตารางที่7.2ค แสดงค่าอัตราส่วนของระดับUVของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในต่อภายนอกหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 2.1-2.2(มีหน่วยเป็นไม่โครวัตต์/ลูเมน)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	18.75	18.75	18.75	18.75
แนวทางเลือกที่2.1	7.06	8.82	7.06	7.06
แนวทางเลือกที่2.2	8.33	8.33	6.67	6.67

สรุปผลการทดลอง

แนวทางการปรับปรุงทั้ง 2 แนวทางมีผลทำให้ระดับความส่องสว่างระนาบนอนบริเวณวัตถุมากกว่า แต่บริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคารน้อยกว่าการไม่ใช้ผนังปิดบังสายตา และระดับความส่องสว่างของแนวทางการปรับปรุงที่ 2.1 ทำให้ระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณวัตถุมากกว่าและระดับรังสี UV ก็น้อยกว่าการไม่ใช้ผนังปิดบังสายตาและแนวทางการปรับปรุงที่ 2.2 แสดงว่า การเอียงผนังมีผลทำให้ระดับความส่องสว่างบริเวณวัตถุลดลง แต่ระดับรังสี UV เพิ่มขึ้นกว่าผนังตรง และสำหรับบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร ทั้ง 2 แนวทางให้ผลใกล้เคียงกัน

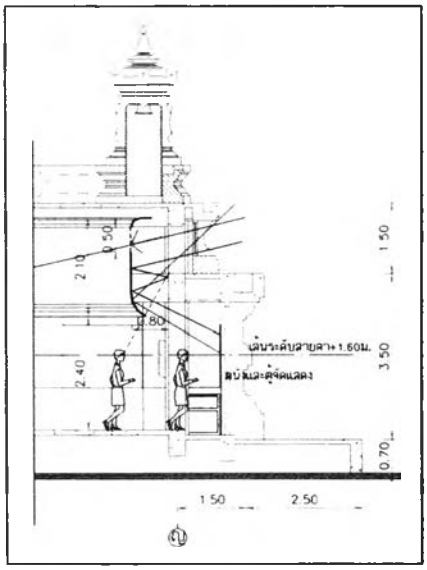
แนวทางการปรับปรุงที่ 3

หลักการและเหตุผล

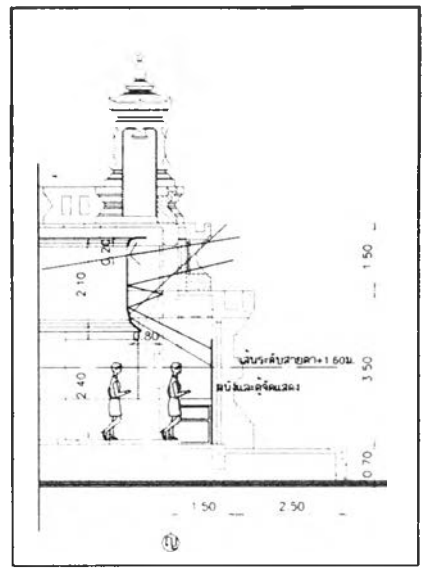
ใช้หลักการเดียวกันกับแนวทางการปรับปรุงที่ 2 แต่คำนึงถึงระดับความส่องสว่างส่วนที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร โดยการเจาะช่องแสงที่ผนังปิดบังสายตา บริเวณที่คาดว่าจะมีผลต่อการสะท้อนแสงเข้าหาผนังจัดแสดงน้อย

แนวทางการปรับปรุงที่ 3.1และ3.2

ลักษณะ เป็นผนังเบาคล้ายกับแนวทางเลือกที่ 2.1 แต่เจาะช่องแสงสูง 0.50และ0.25ม.ตามลำดับ ติดกระจกสีชามีค่าการยอมให้แสงส่องผ่าน 27.85 % ชนิดที่สามารถกันรังสีUV เพื่อป้องกันการเกิดแสงบาดตาและระดับรังสีUV เกิน 75 ไมโครวัตต์/ลูเมน



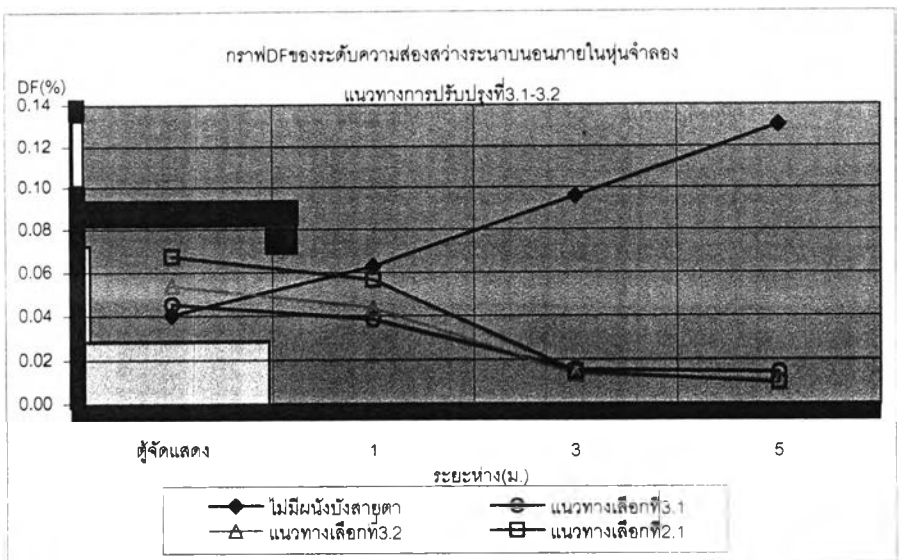
รูปที่7.9 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 3.1



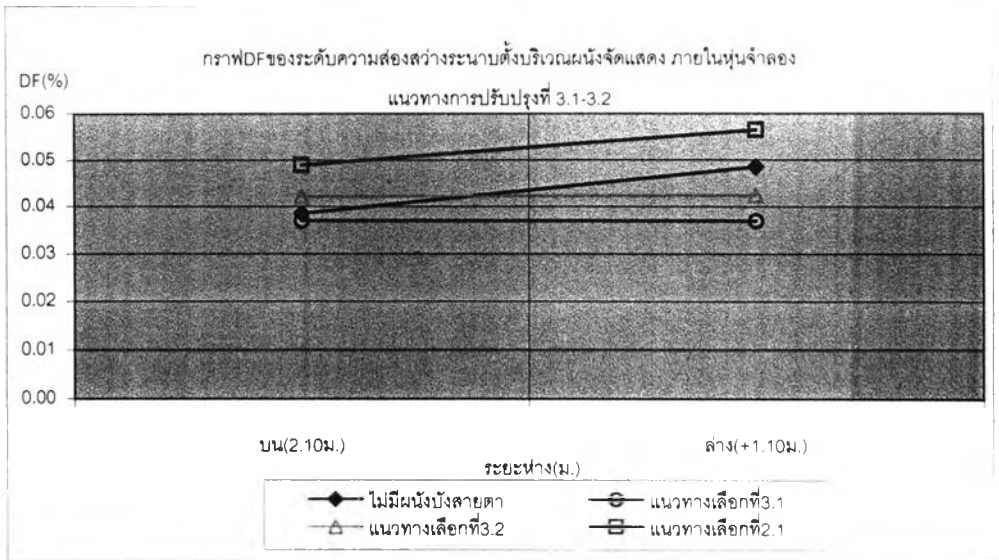
รูปที่7.10 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 3.2

<u>สมมติฐาน</u>

1. การเจาะช่องแสงที่ผนังปิดบังสายตาไม่มีผลต่อระดับความส่องสว่างบริเวณวัตถุ แต่มีผลทำให้ระดับความส่องสว่างบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคารเพิ่มมากขึ้น

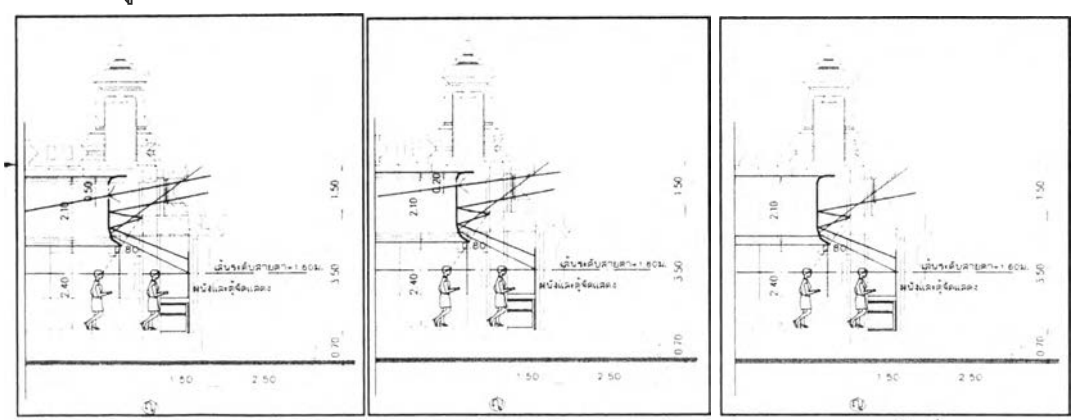


ก

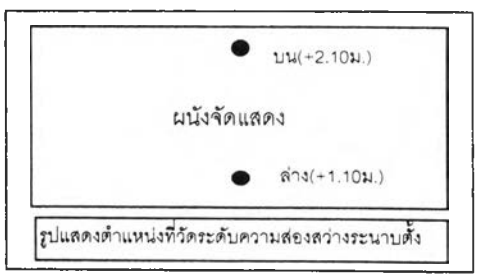


ข

รูปที่7.11 ก-ข แสดงผลการตรวจสอบค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอน ระนาบตั้งและระดับUV ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 3.1-3.2



แนวทางเลือกที่3.1 แนวทางเลือกที่3.2 แนวทางเลือกที่2.1



ตารางที่7.3ก แสดงค่าDF ของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในหุ่นจำลอง แนวทางปรับปรุงที่3.1-3.2(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.06	0.10	0.13
แนวทางเลือกที่3.1	0.05	0.04	0.02	0.01
แนวทางเลือกที่3.2	0.05	0.04	0.01	0.01
แนวทางเลือกที่2.1	**0.07**	**0.06**	**0.01**	**0.01**

ตารางที่7.3ข แสดงค่าDF ของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 3.1-3.2(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	บน(+2.10ม.)	ล่าง(+1.10ม.)
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.05
แนวทางเลือกที่3.1	0.04	0.04
แนวทางเลือกที่3.2	0.04	0.04
แนวทางเลือกที่2.1	0.05	0.06

เนื่องจากกระจกที่ใช้ที่ช่องแสงของแนวทางเลือก3.1และ3.2เป็นกระจกที่กันUV ดังนั้นค่าUVที่ได้จะเหมือนกับแนวทางการปรับปรุงที่ 2.1 จึงไม่นำมาทดสอบ

สรุปผลการทดลอง

การเจาะช่องแสงที่ผนังปิดบังสายตามีผลให้ระดับความส่องสว่างระนาบนอนและระนาบตั้งบริเวณวัตถุลดลงแต่ระดับความส่องสว่างระนาบนอนบริเวณที่ลึกเข้าไปให้ผลใกล้เคียงกับผนังปิดบังสายตาที่ไม่เจาะช่องแสง ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

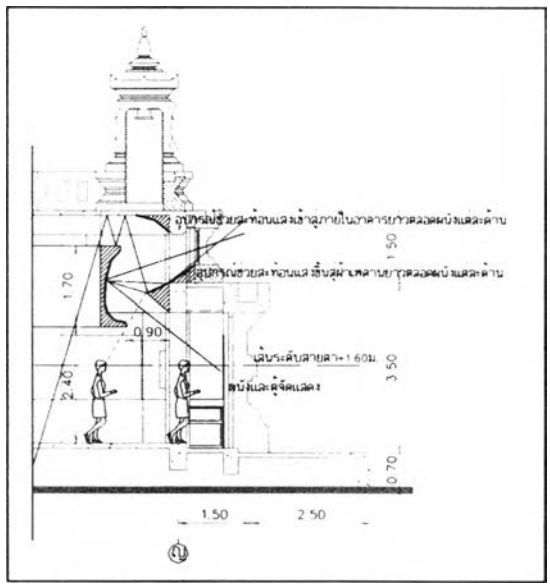
แนวทางการปรับปรุงที่ 4

หลักการและเหตุผล

เพิ่มระดับความส่องสว่างบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร โดยการใช้อุปกรณ์ช่วยให้แสงสะท้อนขึ้นสู่ฝ้าเพดานแล้วสะท้อนลงสู่ภายในอาคาร

แนวทางเลือกที่ 4.1

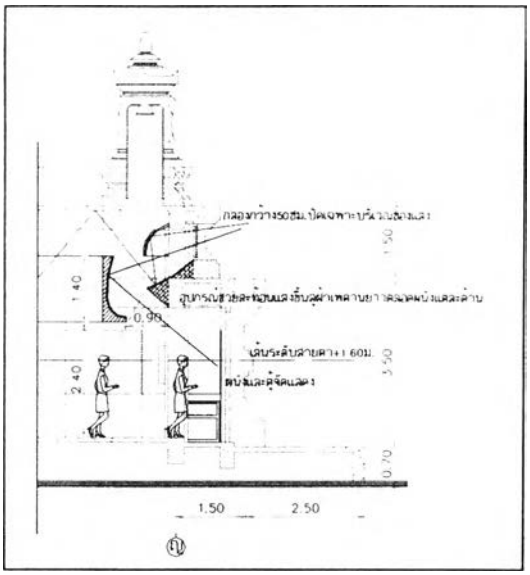
ลักษณะ คล้ายแนวทางเลือกที่ 3.1 ความสูงของแผ่น 1.70 ม. ติดตั้งสูงจากพื้น 2.40 ม.ระยะห่างจากคาน 0.90 ม. มีอุปกรณ์ช่วยสะท้อนแสงลักษณะเป็นผิวเรียบโค้งที่ใต้ช่องแสง และใต้ฝ้าเพดาน



รูปที่7.12 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 4.1

แนวทางเลือกที่ 4.2

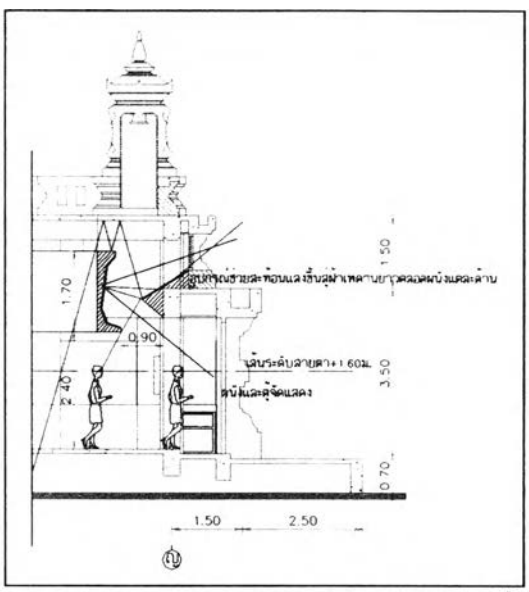
ลักษณะ คล้ายแนวทางเลือกที่ 4.1 แต่ตัวผนังมีส่วนโค้งงอเฉพาะส่วนล่าง ความสูงของแผ่น 1.40 ม. มีกลองกว้าง 0.50 ม. ปิดที่ส่วนบนของช่องแสงเพื่อป้องกันการมองเห็น



รูปที่7.13 **แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่** 4.2

<u>แนวทางเลือกที่</u> 4.3

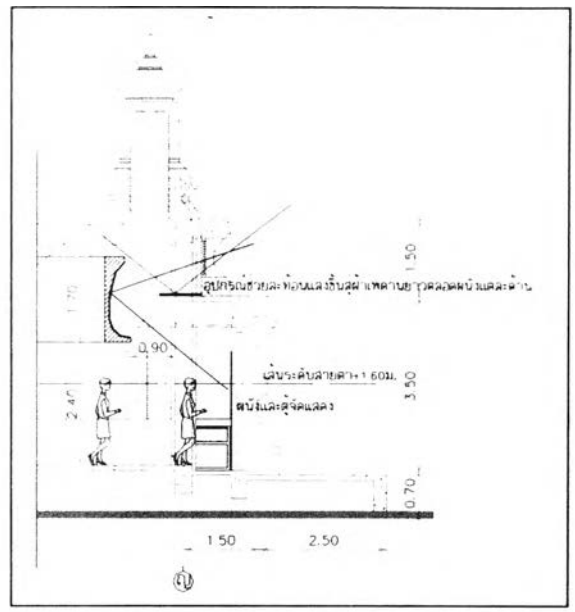
<u>ลักษณะ</u> คล้ายกับแนวทางเลือกที่ 4.2 **แต่ไม่มีอุปกรณ์ช่วยสะท้อนแสงที่ฝ้าเพดาน**



รูปที่7.14 **แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่** 4.3

แนวทางเลือกที่ 4.4

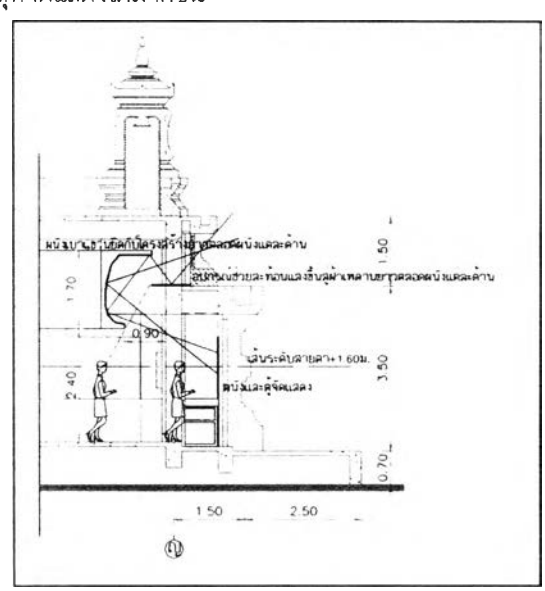
ลักษณะ คล้ายแนวทางเลือกที่ 4.3 แต่อุปกรณ์ที่ช่วยสะท้อนแสงแผ่นเรียบและวางลงบนคาน



รูปที่7.15 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 4.4

แนวทางเลือกที่ 4.5

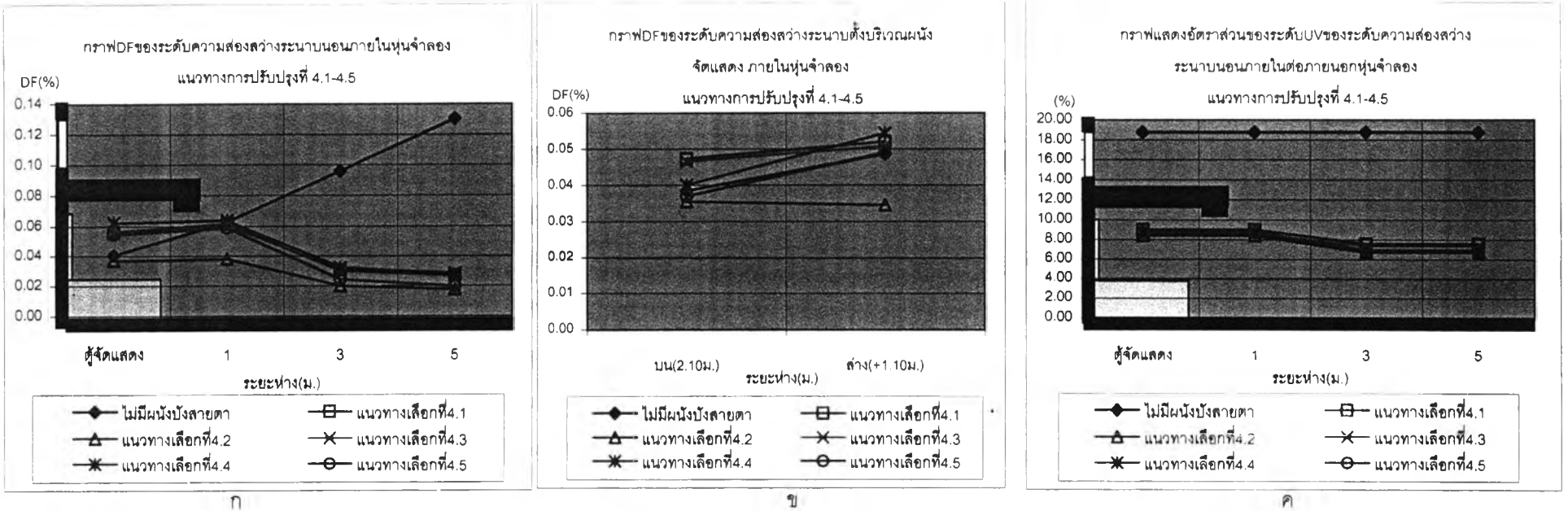
ลักษณะ คล้ายกับแนวทางเลือกที่ 4.4 แต่ตัวแผ่นปิดบังสายตามีส่วนบนที่งอเข้าหาผนังจัดแสดงที่ยาวกว่า เพื่อบังคับให้แสงตกลงบริเวณวัตถุที่จัดแสดงได้มากขึ้น



รูปที่7.16 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 4.5

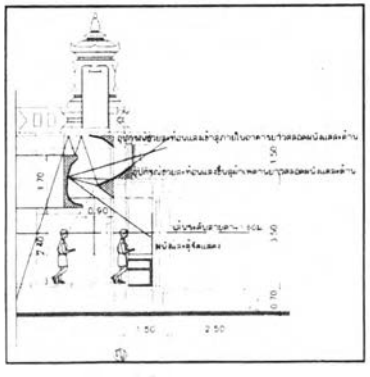
สมมติฐาน

1. การใช้อุปกรณ์สะท้อนแสงช่วยเพิ่มระดับความส่องสว่างบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคารโดยไม่ทำให้ระดับความส่องสว่างบริเวณวัตถุลดลง
2. การใช้อุปกรณ์ช่วยสะท้อนแสงที่ใต้ช่องแสงเป็นแผ่นโค้งหรือแผ่นเรียบแบนให้ผลไม่แตกต่างกัน
3. การยื่นส่วนบนของผนังปิดบังสายตาให้ยาวเข้าหาผนังจัดแสดงมากขึ้น ช่วยเพิ่มระดับความส่องสว่างบริเวณวัตถุให้มากขึ้น

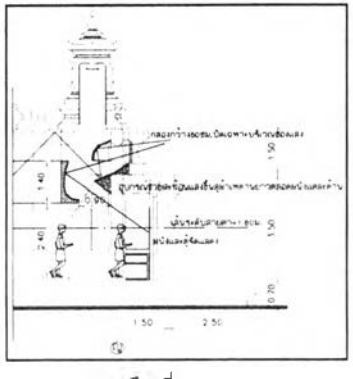


ก ข ค

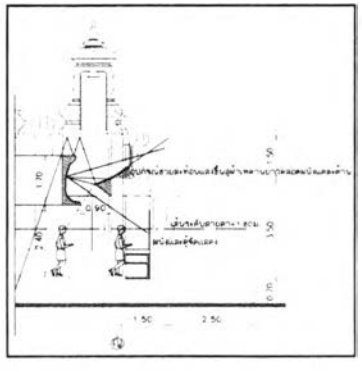
รูปที่7.17 ก-ค แสดงผลการตรวจสอบค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอน ระนาบตั้งและระดับUV ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 4.1-4.5



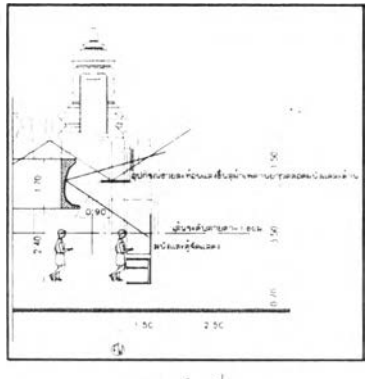
แนวทางเลือกที่4.1



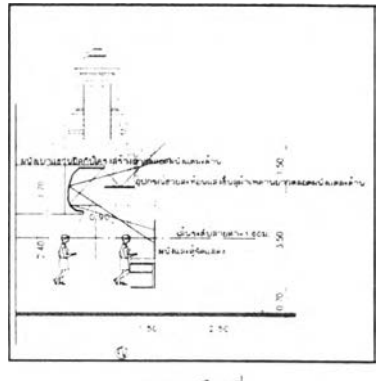
แนวทางเลือกที่4.2



แนวทางเลือกที่4.3



แนวทางเลือกที่4.4



แนวทางเลือกที่4.5

ตารางที่7.4กแสดงค่าDF ของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในหุ่นจำลอง แนวทางปรับปรุงที่ 4.1-4.5(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.06	0.10	0.13
แนวทางเลือกที่4.1	0.06	0.06	0.03	0.03
แนวทางเลือกที่4.2	0.04	0.04	0.02	0.02
แนวทางเลือกที่4.3	0.06	0.06	0.03	0.03
แนวทางเลือกที่4.4	0.06	0.06	0.03	0.03
แนวทางเลือกที่4.5	0.05	0.06	0.02	0.02

ตารางที่7.4ข แสดงค่าDaylight Factor ของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดง ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 4.1-4.5(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	บน(+2.10ม.)	ล่าง(+1.10ม.)
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.05
แนวทางเลือกที่4.1	0.05	0.05
แนวทางเลือกที่4.2	0.04	0.03
แนวทางเลือกที่4.3	0.05	0.05
แนวทางเลือกที่4.4	0.04	0.05
แนวทางเลือกที่4.5	0.04	0.05

ตารางที่7.4ค แสดงค่าอัตราส่วนของระดับUVของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในต่อภายนอกหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 4.1-4.5(มีหน่วยเป็นไม่โครวัตต์/ลูเมน)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	18.75	18.75	18.75	18.75
แนวทางเลือกที่4.1	9.04	9.04	7.63	7.63
แนวทางเลือกที่4.2	8.44	8.44	6.78	6.78
แนวทางเลือกที่4.3	8.59	8.59	7.41	7.41
แนวทางเลือกที่4.4	8.78	8.78	7.03	7.03
แนวทางเลือกที่4.5	8.73	8.73	6.96	6 96

สรุปผลการทดลอง

จากรูป 7.17 แสดงว่าอุปกรณ์ที่ช่วยสะท้อนแสงที่ฝ้าเพดานและการยื่นส่วนบนของผนังปิดบังสายตาให้ยาวเข้าหาผนังมากขึ้น ไม่มีผลต่อระดับความส่องสว่างทั้งระนาบตั้ง ระนาบนอนบริเวณวัตถุและบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร และลักษณะของอุปกรณ์ช่วยสะท้อนแสงที่ใต้ช่องแสงที่เป็นแผ่นโค้งหรือแผ่นเรียบก็ให้ผลเหมือนกันในเรื่องของระดับความส่องสว่างระนาบนอนแต่ให้ผลต่างกันในเรื่องของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งโดยอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่นโค้งทำให้บริเวณส่วนบนของผนังจัดแสดงมีระดับความส่องสว่างระนาบตั้งสูงกว่า และทั้ง 5 แนวทางให้ผลเหมือนกันในเรื่องระดับรังสีUV คือสามารถช่วยทำให้ลดน้อยลงกว่าการไม่ใช้ผนังปิดบังสายตาในอัตราส่วนที่เท่าๆกัน

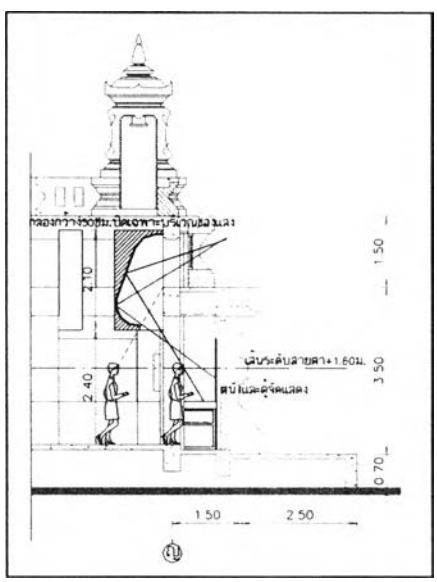
แนวทางการปรับปรุงที่ 5

หลักการและเหตุผล

คำนึงถึงความสะดวกในการติดตั้ง จึงออกแบบให้มีลักษณะเป็นกล่องกว้าง 0.50 ม. ปิดเฉพาะบริเวณที่เป็นช่องแสงและภายในมีลักษณะที่ช่วยบังคับให้ทิศทางของแสงสะท้อนลงสู่ตู้และผนังจัดแสดง

แนวทางเลือกที่ 5.1

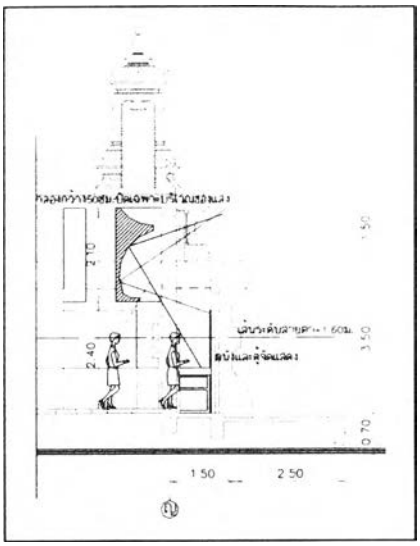
ลักษณะ ตัวกล่องทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สูง 2.10 ม. มีส่วนบนปิดทึบและส่วนล่างเปิดเพื่อให้แสงสะท้อนลงสู่ตู้จัดแสดง ภายในมีลักษณะเอียงลงสู่ตู้จัดแสดง



รูปที่7.18 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 5.1

แนวทางเลือกที่ 5.2

ลักษณะ เป็นกล่องคล้ายแนวทางเลือกที่ 5.1 แต่มีส่วนบนเปิด ภายในมีผิวโค้ง 2 ทางเพื่อให้แสงสะท้อนขึ้นสู่ฝ้าเพดานและลงสู่ตู้และผนังจัดแสดง

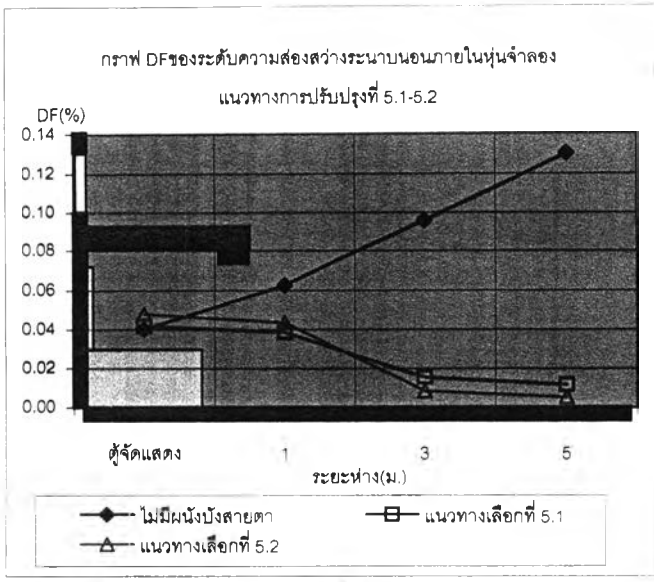


หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

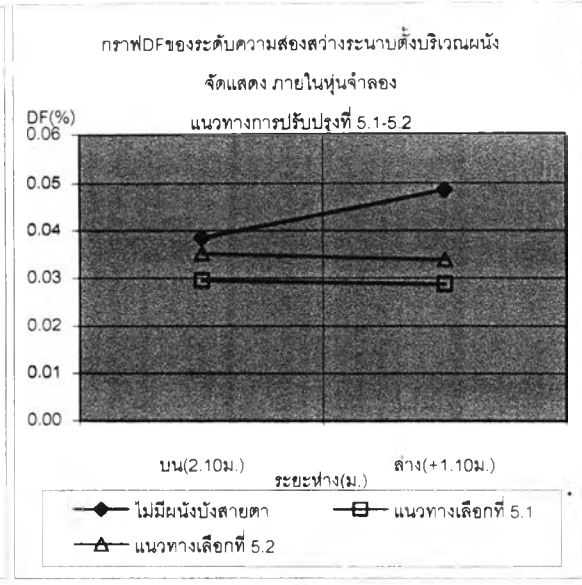
รูปที่7.19 แสดงลักษณะของผนังปิดบังสายตาของแนวทางเลือกที่ 5.2

สมมติฐาน

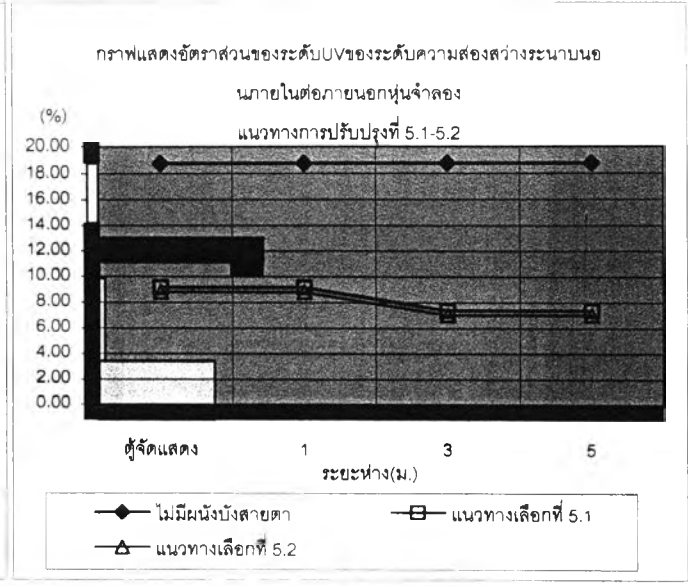
1. การใช้กล่องปิดบังสายตาทำให้ระดับความส่องสว่างบริเวณวัตถุมากกว่าการใช้ผนังปิดบังสายตา
2. กล่องที่ภายในเป็นผิวโค้งช่วยสะท้อนแสง 1 ทางหรือ 2 ทางให้ผลที่บริเวณวัตถุไม่แตกต่างกัน แต่บริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร กล่องที่มีผิวโค้งช่วยสะท้อนแสง 2 ทางจะทำให้ระดับความส่องสว่างมากกว่า



ก

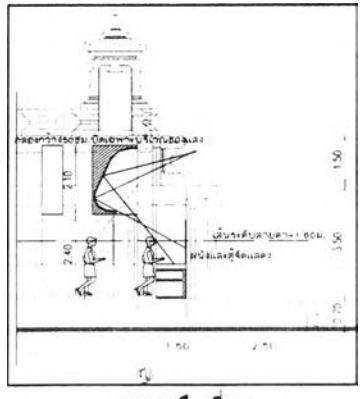


ข

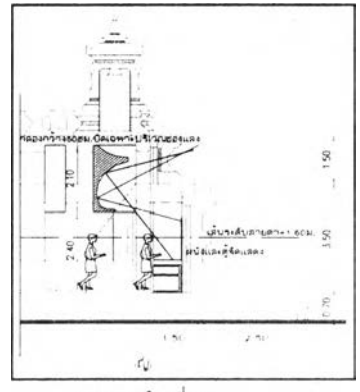


ค

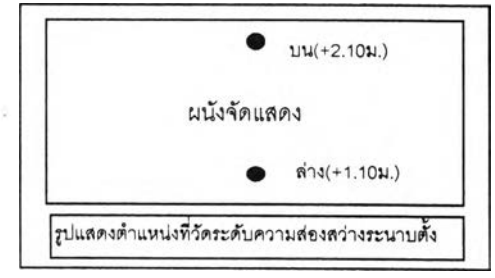
รูปที่7.20 ก-ค แสดงผลการตรวจสอบค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอน ระนาบตั้งและระดับUV ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 5.1-5.2



แนวทางเลือกที่ 5.1



แนวทางเลือกที่ 5.2



ตารางที่7.5ก แสดงค่าDF ของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในหุ่นจำลอง แนวทางปรับปรุงที่ 5.1-5.2(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.06	0.10	0.13
แนวทางเลือกที่ 5.1	0.04	0.04	0.02	0.01
แนวทางเลือกที่ 5.2	0.05	0.04	0.01	0.01

ตารางที่7.5ข แสดงค่าDFของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดง ภายในหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 5.1-5.2(มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	บน(+2.10ม.)	ล่าง(+1.10ม.)
ไม่มีผนังบังสายตา	0.04	0.05
แนวทางเลือกที่ 5.1	0.03	0.03
แนวทางเลือกที่ 5.2	0.04	0.03

ตารางที่7.5ค แสดงค่าอัตราส่วนของระดับUVของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในต่อภายนอกหุ่นจำลอง แนวทางการปรับปรุงที่ 5.1-5.2(มีหน่วยเป็นไมโครวัตต์/ลูเมน)

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30 ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังบังสายตา	18.75	18.75	18.75	18.75
แนวทางเลือกที่ 5.1	9.15	9.15	7.39	7.39
แนวทางเลือกที่ 5.2	8.82	8.82	7.06	7.06

สรุปผลการทดลอง

การใช้กล่องปิดบังสายตาที่ภายในมีผิวโค้งสะท้อน 2 ทางมีผลทำให้ระดับความส่องสว่างบริเวณวัตถุและบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคารมากกว่าที่มีผิวสะท้อน 1 ทาง แต่ระดับรังสีUVลดลงเป็นอัตราส่วนที่เท่าๆกัน

สรุปผลการหาแนวทางการปรับปรุงผนังปิดบังสายตาที่เหมาะสมที่สุด

จากการทดลองแนวทางการปรับปรุงทั้งหมด นำแนวทางที่ดีที่สุดในแต่ละเรื่องมาสรุปได้ดังตารางที่7.6ก-ค และพบว่า ในแต่ละเรื่องที่นำมาพิจารณา ทุกแนวทางให้ผลที่ใกล้เคียงกันหรือแทบจะไม่ต่างกันมากนัก ดังนั้นจึงทำการให้คะแนนเกี่ยวกับความสะดวกในการจัดทำและติดตั้ง ฯลฯ เพื่อช่วยในการพิจารณาดังตารางที่ 7.7

ตารางที่ 7.6ก แสดงค่า DFของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในหุ่นจำลอง ของแนวทางที่เลือกนำมาพิจารณา

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30ม.(ตู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังปิดบังสายตา	0.04	0.06	0.10	0.13
แนวทางเลือกที่ 1.1	0.05	0.05	0.02	0.02
แนวทางเลือกที่ 1.3	0.04	0.06	0.01	0.01
แนวทางเลือกที่2.1	0.07	0.06	0.01	0.01
แนวทางเลือกที่4.1	0.06	0.06	0.03	0.03
แนวทางเลือกที่4.2	0.04	0.04	0.02	0.02
แนวทางเลือกที่4.3	0.06	0.06	0.03	0.03
แนวทางเลือกที่4.4	0.06	0.06	0.03	0.03
แนวทางเลือกที่ 5.2	0.05	0.04	0.01	0.01

ตารางที่ 7.6ข แสดงค่าDFของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดง ภายในหุ่นจำลอง ของแนวทางที่เลือกนำมาพิจารณา

รูปแบบผนังปิดบังสายตา	บน(+2.10ม.)	ล่าง(+1.10ม.)
ไม่มีผนังปิดบังสายตา	0.04	0.05
แนวทางเลือกที่ 1.1	0.03	0.04
แนวทางเลือกที่ 1.3	0.02	0.03
แนวทางเลือกที่2.1	0.05	0.06
แนวทางเลือกที่4.1	0.05	0.05
แนวทางเลือกที่4.2	0.04	0.03
แนวทางเลือกที่4.3	0.05	0.05
แนวทางเลือกที่4.4	0.04	0.05
แนวทางเลือกที่ 5.2	0.04	0.03

ตารางที่ 7.6ค แสดงค่าอัตราส่วนของระดับUVของระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในอาคารต่อภายนอกหุ่นจำลองของแนวทางที่เลือกนำมาพิจารณา

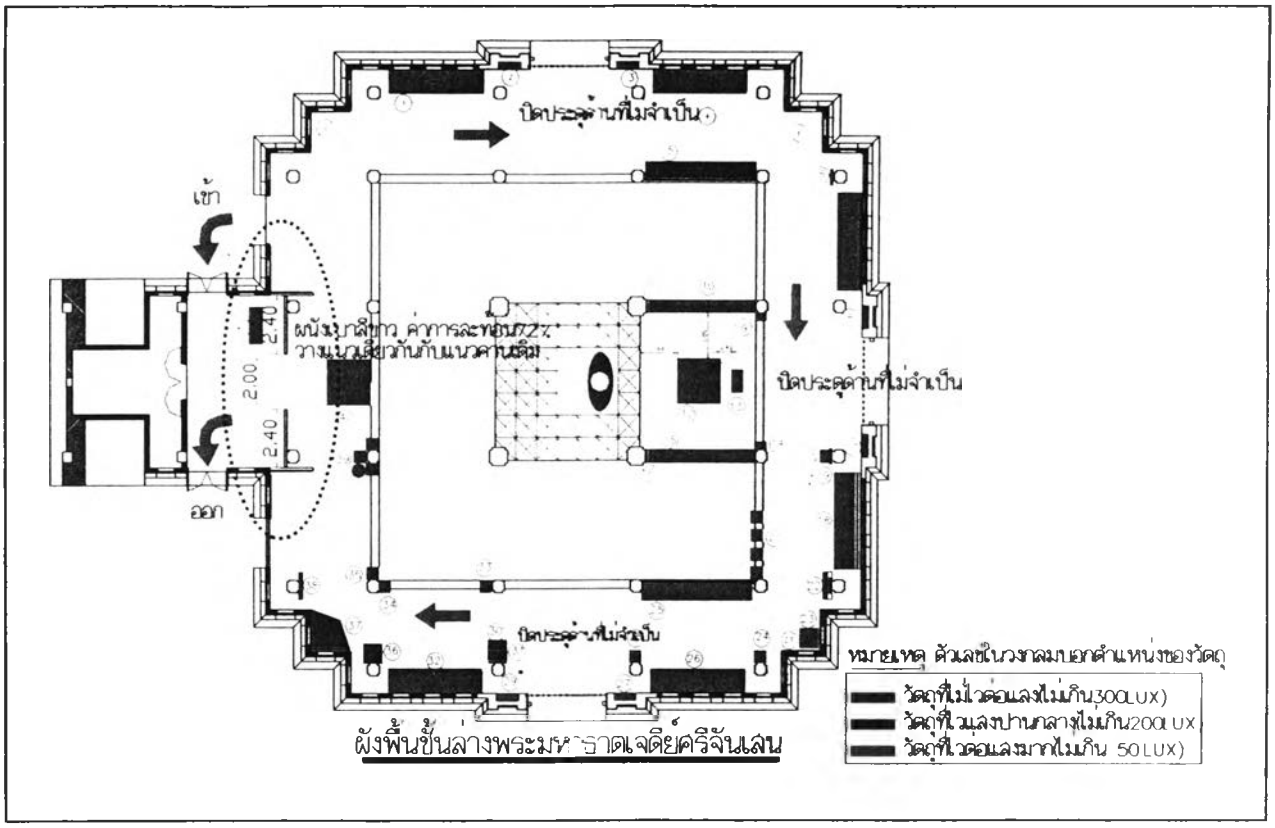
รูปแบบผนังปิดบังสายตา	0.30ม.(ผู้จัดแสดง)	1.00ม.	3.00ม.	5.00ม.
ไม่มีผนังปิดบังสายตา	18.75	18.75	18.75	18.75
แนวทางเลือกที่ 1.1	9.38	9.38	9.38	9.38
แนวทางเลือกที่ 1.3	8.33	8.33	8.33	6.67
แนวทางเลือกที่2.1	7.06	8.82	7.06	7.06
แนวทางเลือกที่4.1	9.04	9.04	7.63	7.63
แนวทางเลือกที่4.2	8.44	8.44	6.78	6.78
แนวทางเลือกที่4.3	8.59	8.59	7.41	7.41
แนวทางเลือกที่4.4	8.78	8.78	7.03	7.03
แนวทางเลือกที่ 5.2	8.82	8.82	7.06	7.06

ตารางที่ 7.7 แสดงตารางการให้คะแนนแนวทางการปรับปรุงผนังปิดบังสายตา

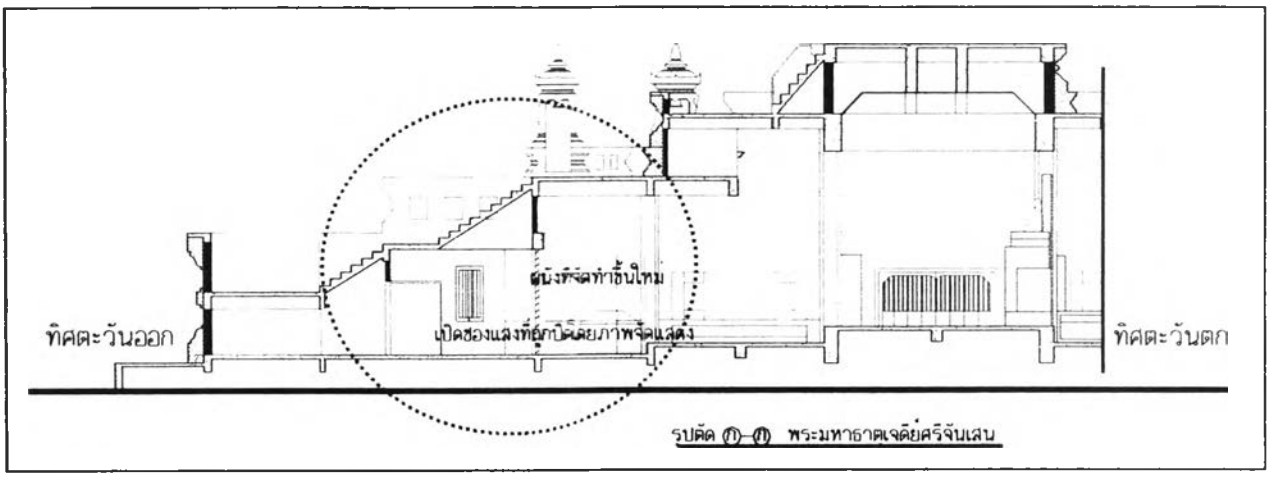
หัวข้อที่นำมาพิจารณา	คะแนนเต็ม	แนวทางการปรับปรุงที่							
		1.1	1.3	2.1	4.1	4.2	4.3	4.4	5.2
ระดับความส่องสว่างระนาบนอนบริเวณวัตถุ	5	3	2	5	4	2	4	4	3
ระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณวัตถุ	5	2	1	5	4	2	4	3	2
ระดับความส่องสว่างระนาบนอนบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร	4	2	2	2	4	2	3	3	1
ระดับรังสีUVที่วัตถุ	5	3	4	5	3	4	4	4	4
ระดับรังสีUVบริเวณที่ลึกเข้าไปภายในอาคาร	4	2	3	4	4	5	4	4	4
ความสะดวกในการติดตั้งและจัดทำ	3	3	2	2	1	0.5	1	1.5	1
งบประมาณ	2	2	2	2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ความสวยงาม	2	1	0.5	2	0.5	0.5	1	1	0.5
รวม	30	18	16.5	27	21	16.5	21.5	21	16

จากตารางที่ 7.7 สรุปได้ว่า แนวทางที่เหมาะสมที่สุดคือ แนวทางการปรับปรุงที่ 2.1

7.3 ลักษณะการปรับปรุงอาคารโดยการกั้นห้องที่บริเวณภายใน ใกล้ทางเข้าอาคาร



ก



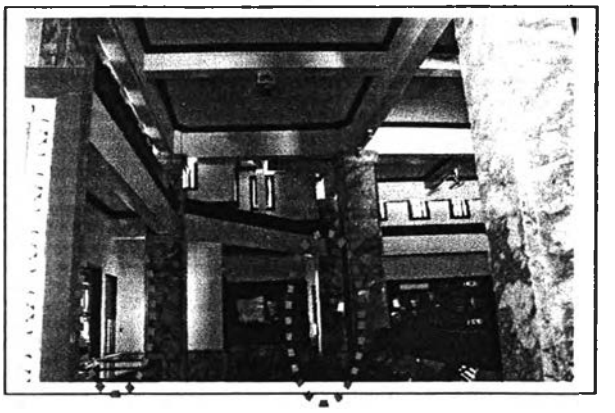
ข

รูปที่ 7.21ก-ข **แสดงลักษณะและตำแหน่งของการกั้นห้องที่บริเวณโถงใกล้ทางเข้าด้านหน้าอาคาร**

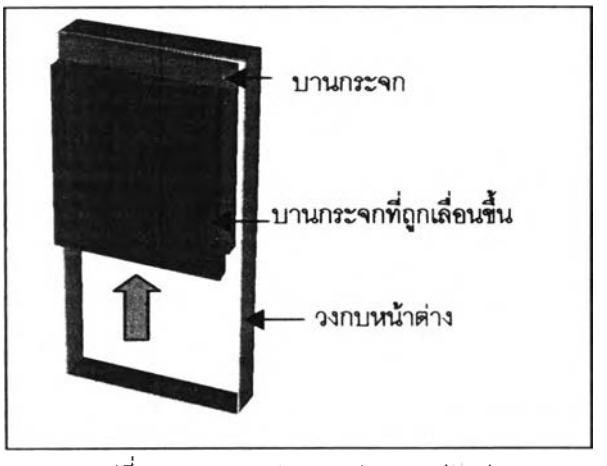
จากรูป 7.21ก-ข **ทำการกั้นผนังใกล้ทางเข้าอาคารให้เป็นห้องเพื่อให้ผู้เข้าชมมีช่วงเวลาในการปรับสายตา และปิดทางเข้าอื่นที่ไม่จำเป็น เพื่อควบคุมให้ผู้เข้าชมเข้า-ออกทางประตูด้านหน้า แล้วให้ผู้เข้าชมเดินชมโดยวนจากซ้ายไปขวาเหมือนกับลักษณะการเดินชมเดิมที่ผู้ออกแบบได้ตั้งใจไว้ ทำการย้ายตำแหน่งผนังจัดแสดงที่จัดแสดงใกล้ทางเข้าอาคารไปไว้ที่ผนังที่จัดทำขึ้นใหม่ ทำให้เห็นช่องแสงด้านข้างระดับสายตาที่เคยถูกผนังจัดแสดงปิดไว้ ช่วยเพิ่มระดับความสองสว่างภายในและภายนอกให้เกิดความใกล้เคียงกันได้**

7.4 **ลักษณะการปรับปรุงอาคารโดยการเลื่อนบานกระจกที่ช่องแสงด้านข้างระดับสายตา แล้วติดฟิล์มป้องกันรังสีUV**

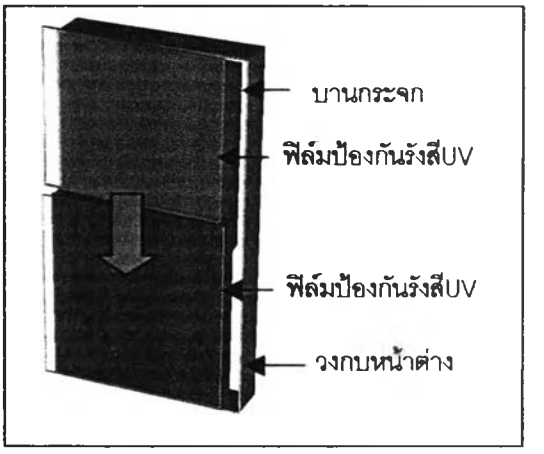
ทำการเลื่อนบานกระจกของช่องแสงด้านข้างลง ดังรูปที่ 7.21ค-จ



รูปที่ 7.21ค แสดงบางส่วนของช่องแสงด้านข้างภายในอาคาร บริเวณที่ทำการปรับปรุง



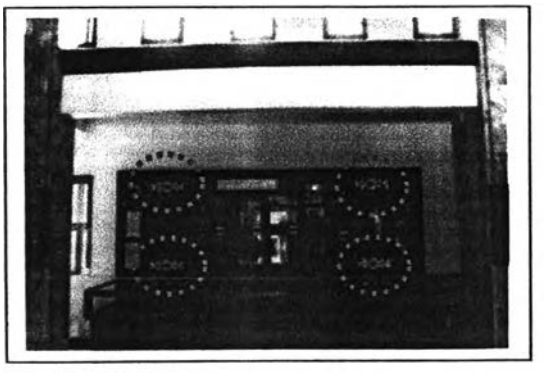
รูปที่ 7.21 ง แสดงช่องแสงก่อนการปรับปรุง



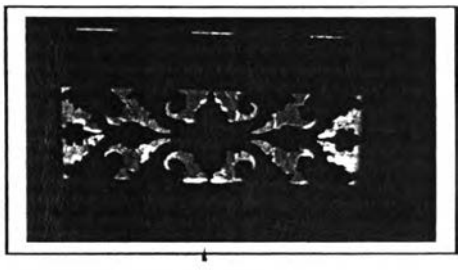
รูปที่ 7.21 จ แสดงช่องแสงภายหลังการปรับปรุง

7.5 **ลักษณะการปรับปรุงอาคารโดยการปิดช่องแสงด้านข้างที่เป็นผนังไม้ฉลุบริเวณผนังจัดแสดงทั้ง 4 มุม**

ทำการปิดช่องแสงด้านข้างบริเวณผนังจัดแสดงที่มีผนังโปร่งไม้ฉลุปิดทับอีกทีหนึ่ง โดยการใช้ไม้อัดบางวางตรงกลางระหว่างตัวผนังไม้ฉลุและอกเลา ดังรูปที่ 7.21ฉ-ฌ จะทำให้ผู้เข้าชมสามารถมองเห็นตัวผนังโปร่งไม้ฉลุได้เหมือนเดิม โดยที่ไม่ทำให้เกิดความไม่สบายตา

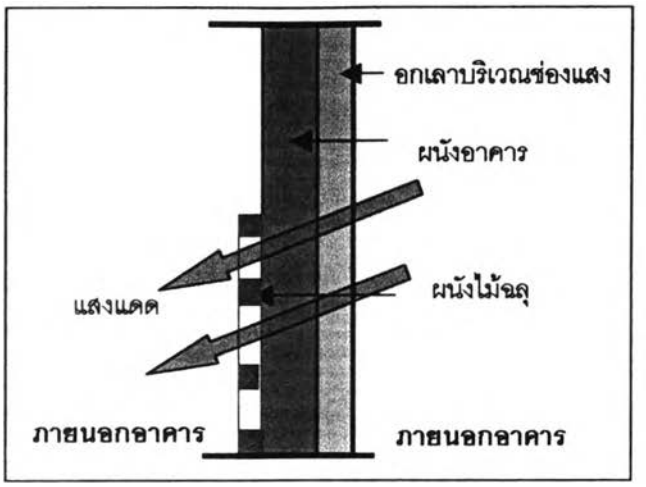


ฉ



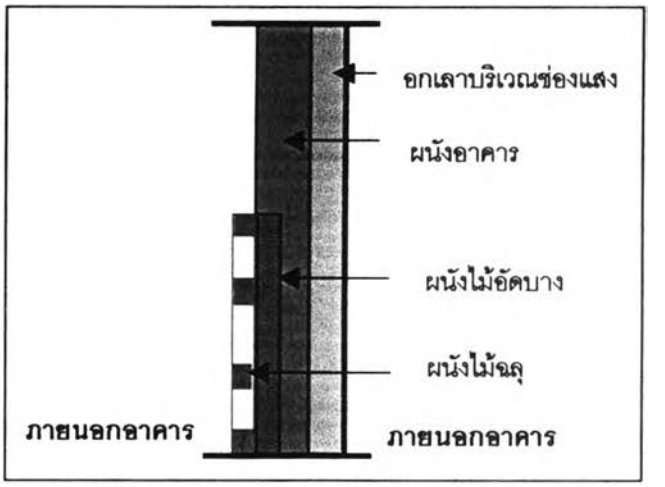
ช

รูปที่ 7.21ฉ-ช แสดงบางส่วนของช่องแสงที่ทำการปรับปรุง



ข

รูปที่ 7.21 **ข แสดงรูป**ก่อนการปรับปรุงโดยการบุผนังไม้อัด

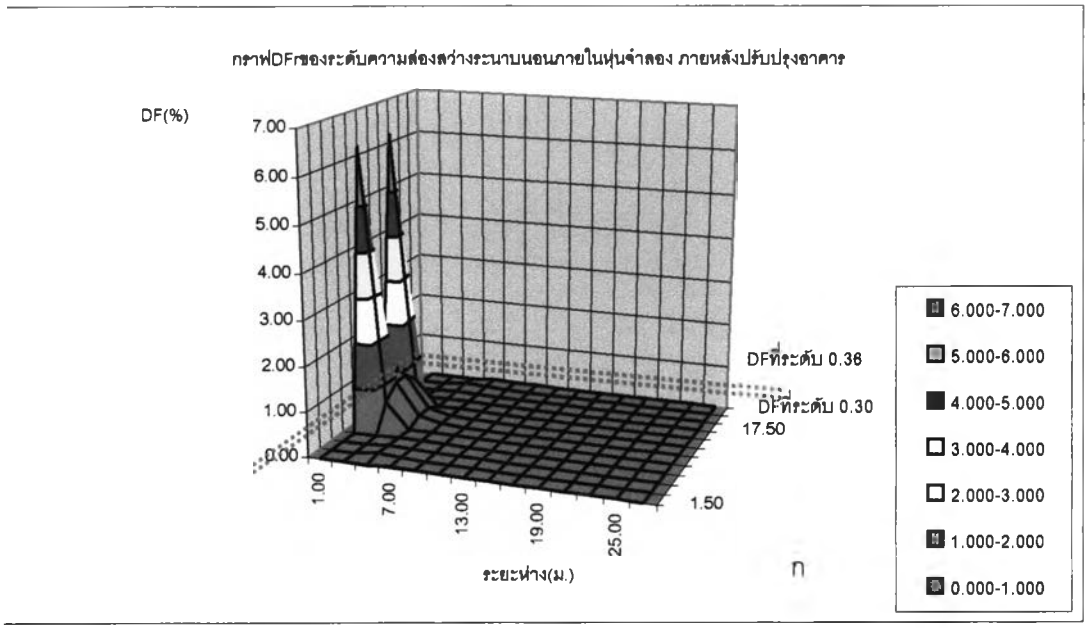


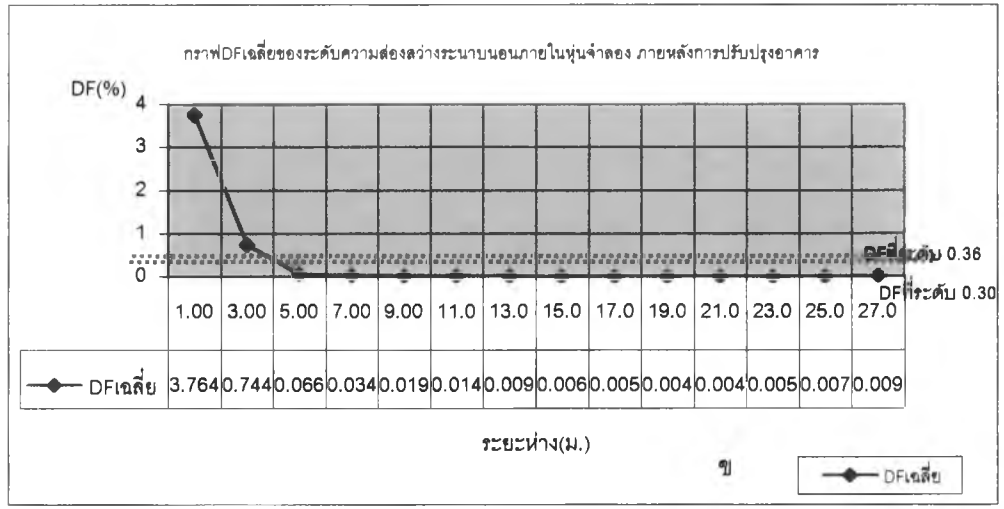
ฌ

รูปที่ 7.21**ฌ แสดงรูป**ภายหลังการปรับปรุงโดยการบุผนังไม้อัด

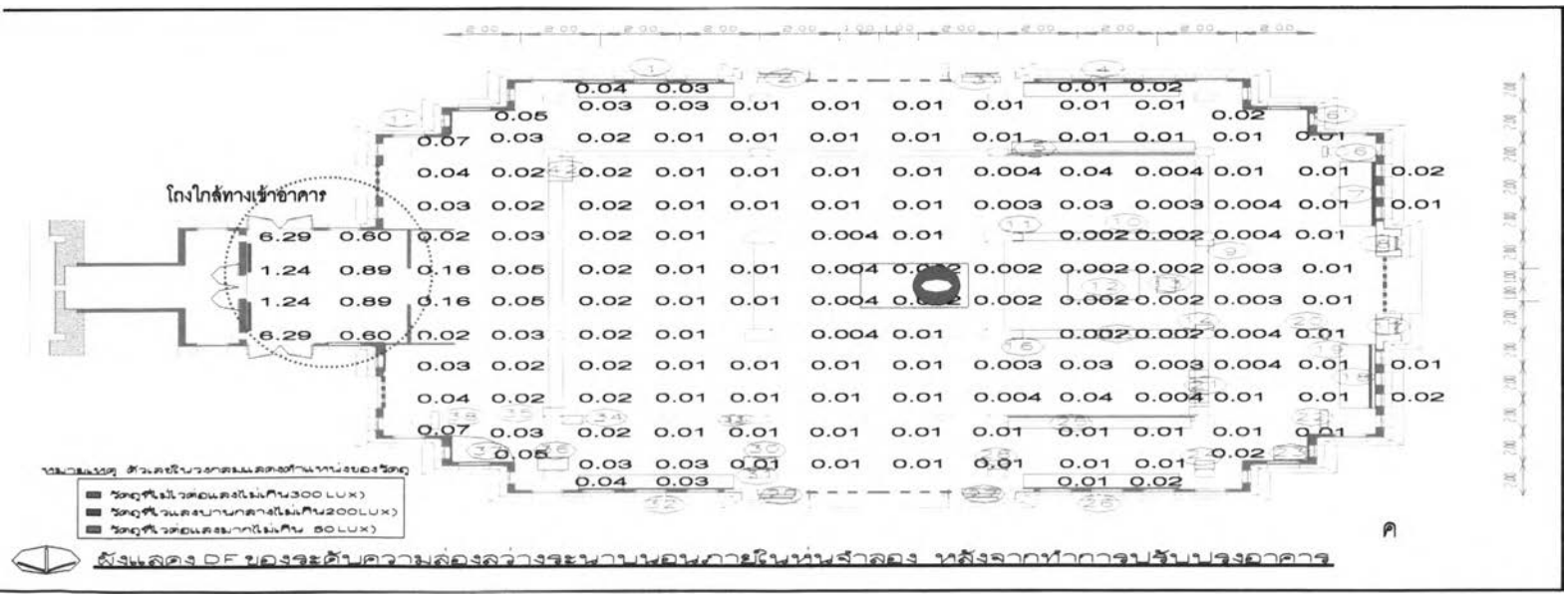
7.6 การตรวจสอบผลการผสมผสานแนวทางการปรับปรุงทุกแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหา

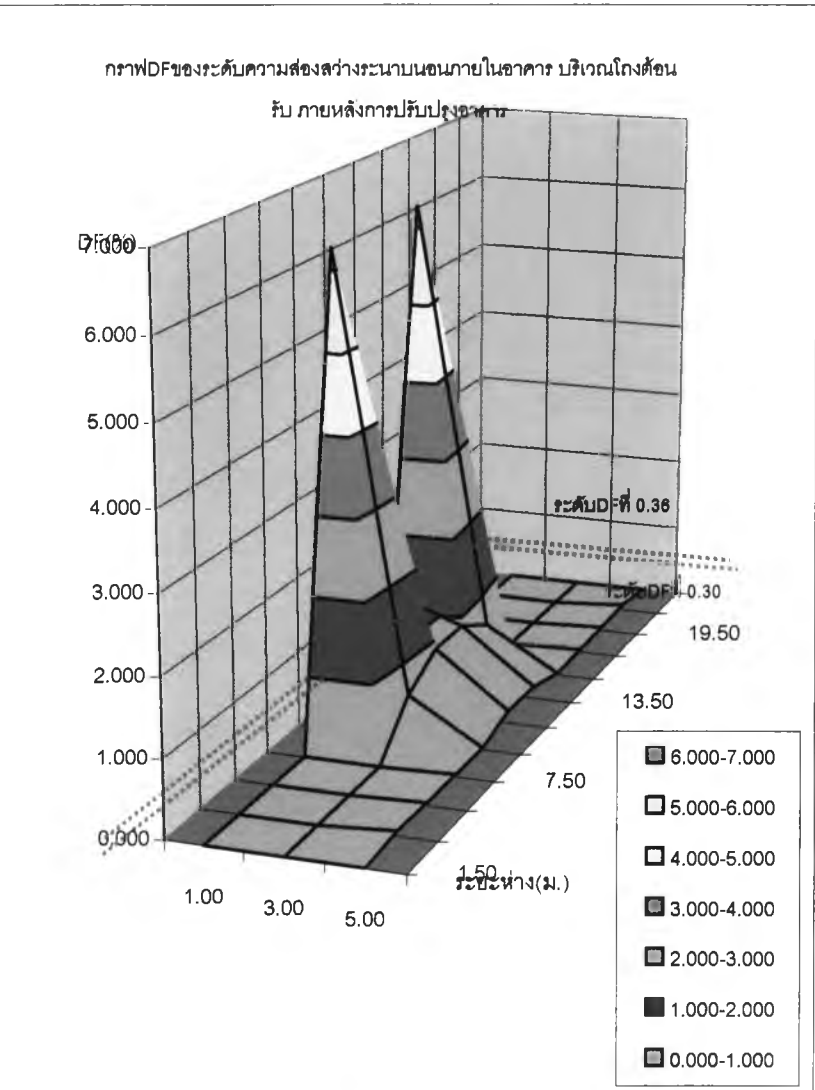
หลังจากที่ได้รูปแบบผนังปิดบังสายตาที่บริเวณช่องแสงด้านข้างเหนือระดับสายตาแล้ว นำมาผสมผสานกับแนวทางการปรับปรุงอาคารอื่นๆที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ "ขั้นตอนการปรับปรุงอาคาร" ทำให้ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



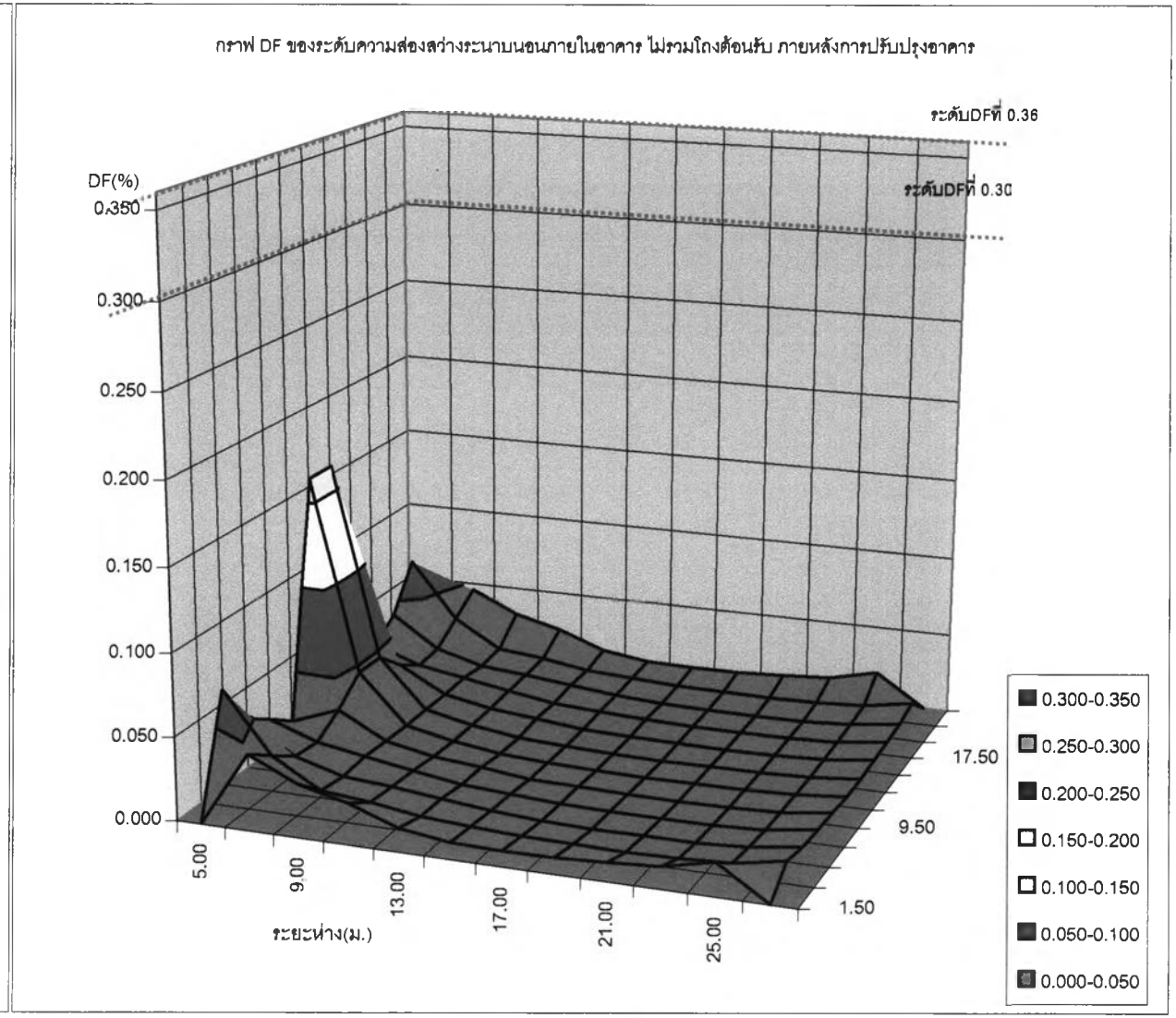


รูปที่ 7.22ก-ค แสดงผลการตรวจสอบอาคารเรื่องระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในหุ่นจำลอง หลังจากปรับปรุงอาคาร



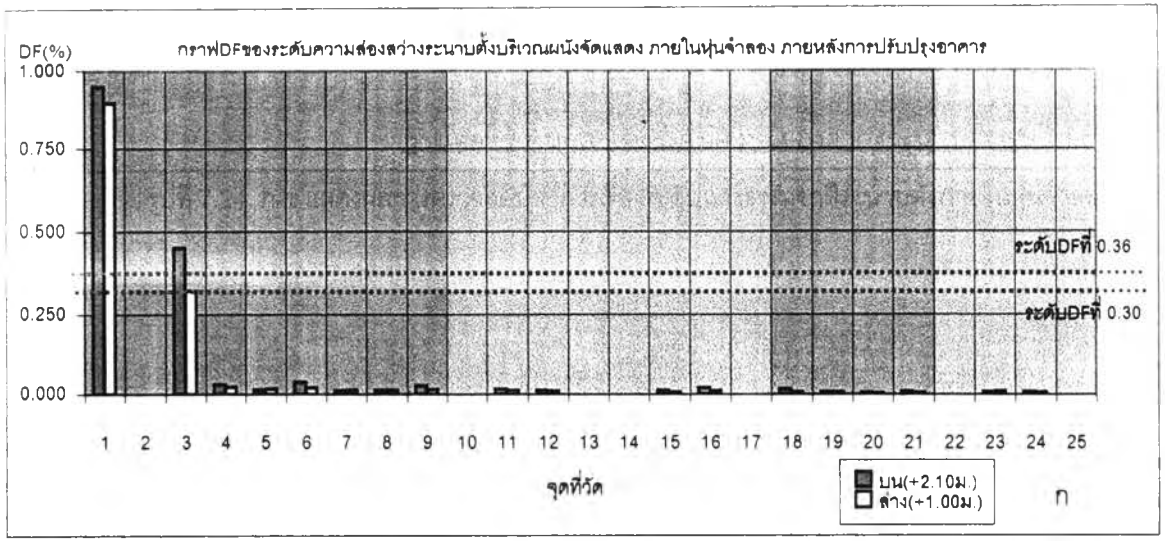


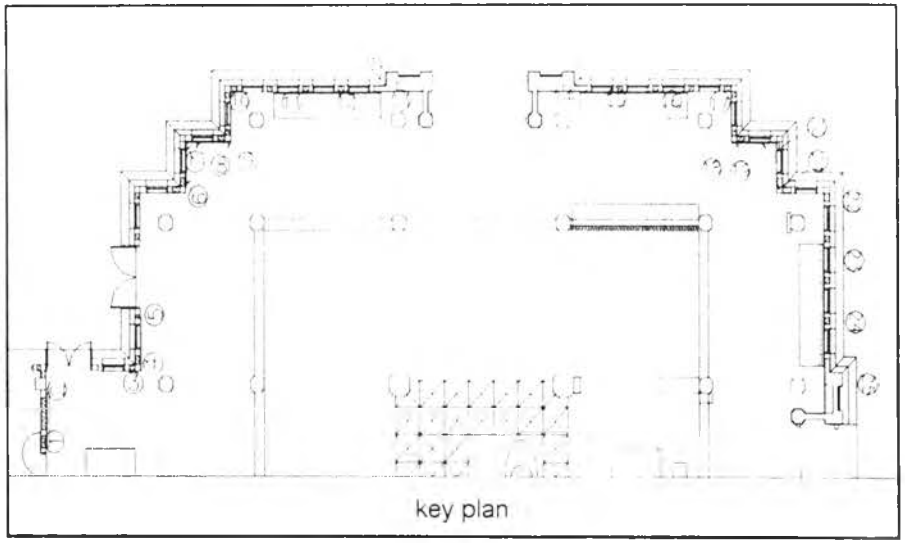
ก

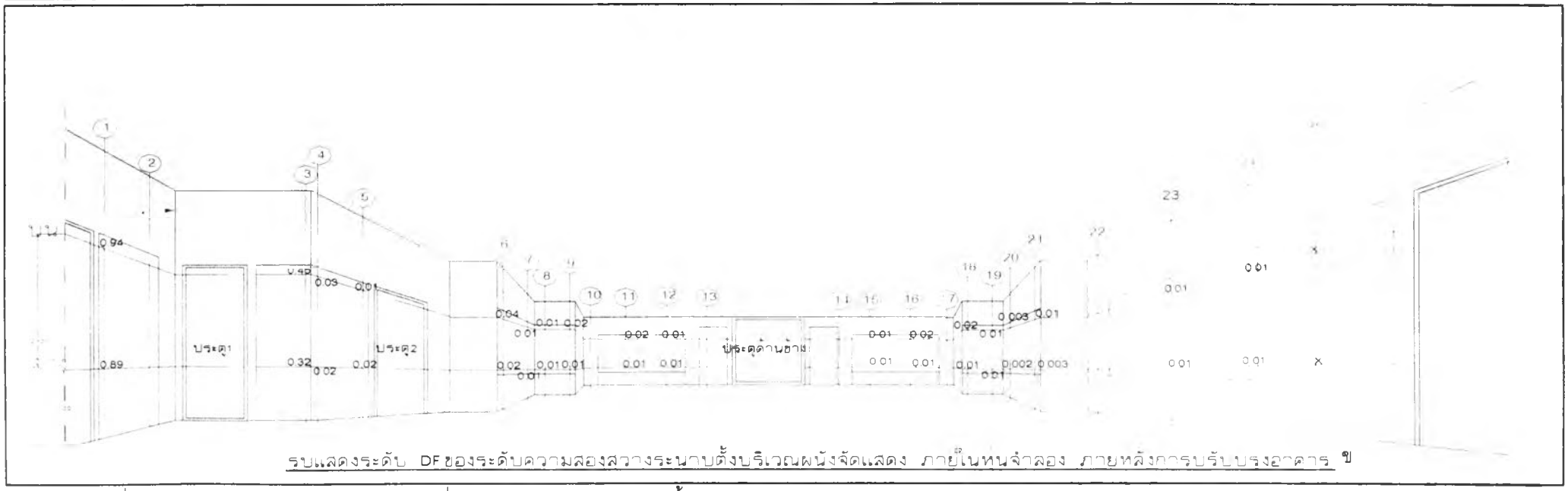


ข

รูปที่ 7.23ก-ข แสดงผลการตรวจสอบอาคารเรื่องระดับความส่องสว่างระนาบนอน เฉพาะบริเวณส่วนโถงใกล้ทางเข้าและบริเวณส่วนจัดแสดงงาน ภายในหุ่นจำลอง ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

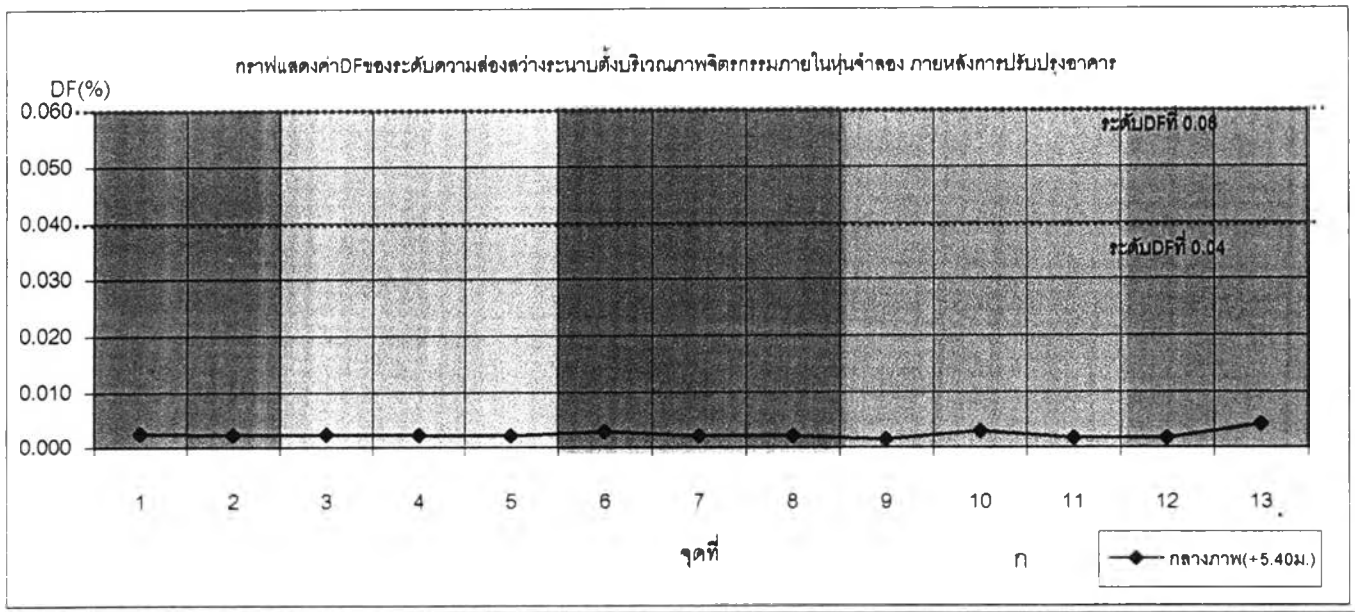


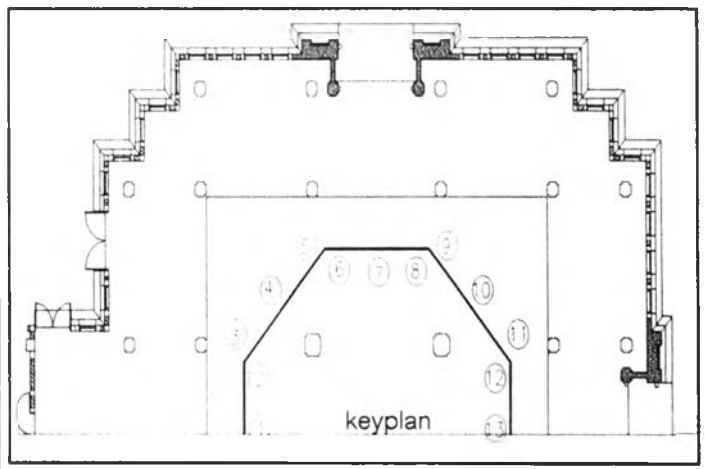


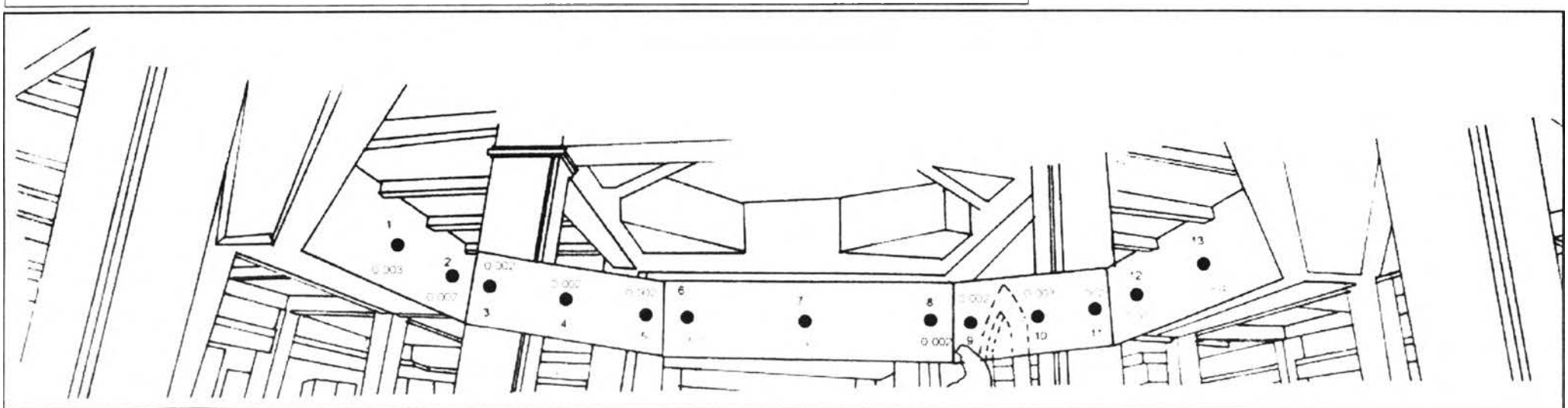


รูปแสดงระดับ DF ของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดง ภายในหุ่นจำลอง ภายหลังการปรับปรุงอาคาร ข

รูปที่ 7.24 ก-ข แสดงผลการตรวจสอบอาคารเรื่องระดับแสงธรรมชาติระนาบตั้งภายในหุ่นจำลอง ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

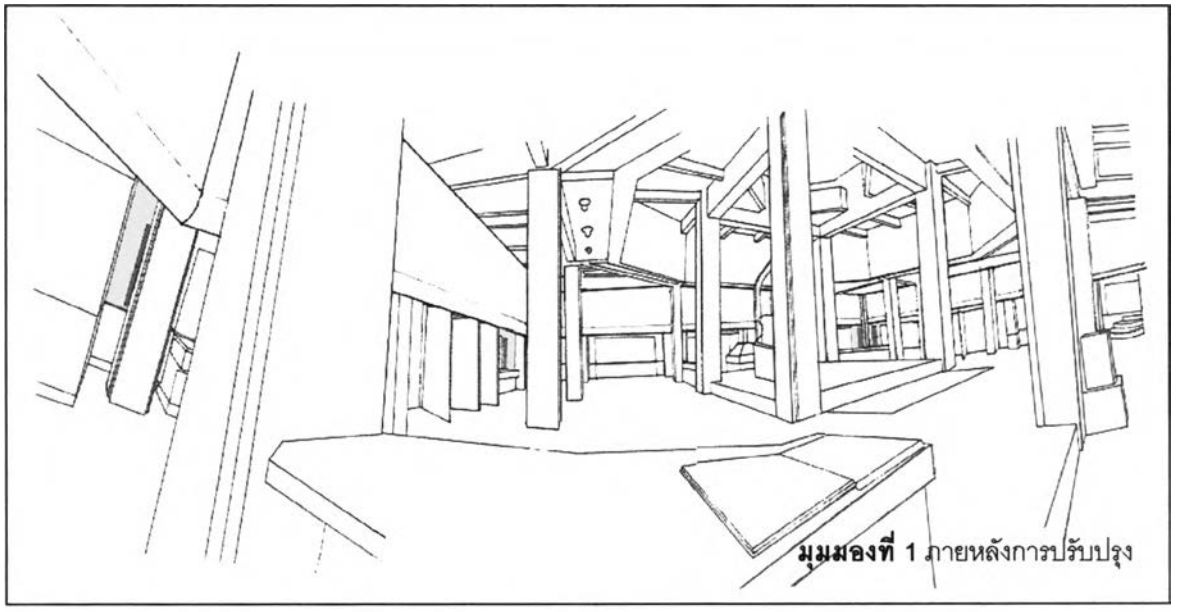




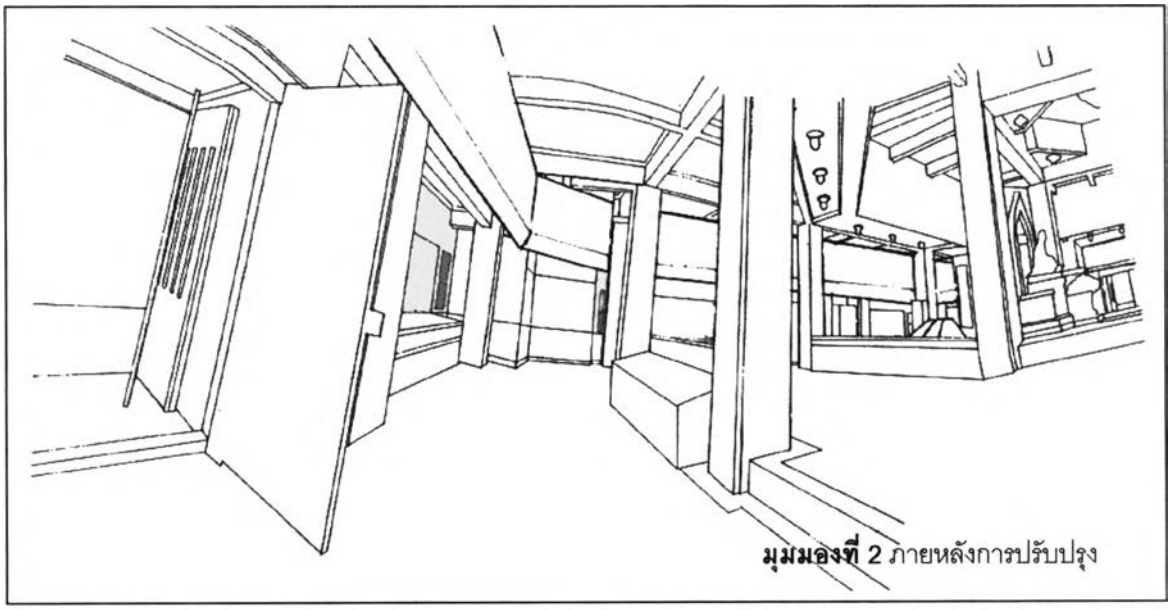


รูป7.25 ข แสดงทัศนียภาพและระดับ DF ของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณภาพจิตรกรรม ภายในหุ่นจำลอง ภายหลังการปรับป หมายเหตุ ตัวเลขสีน้ำเงินบอกตำแหน่งของจุดที่วัด

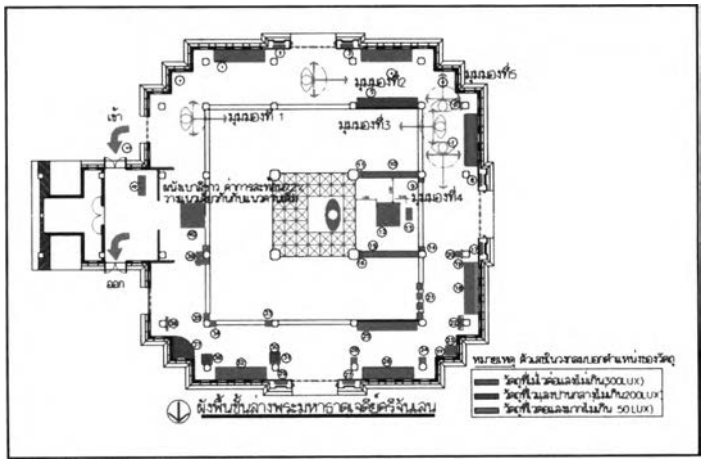
รูปที่ 7.25 ก-ข แสดงผลการตรวจสอบอาคารเรื่องระดับความส่องสว่างระนาบตั้งที่บริเวณภาพจิตรกรรม ภายในหุ่นจำลอง ภายหลังการปรับปรุงอาคาร



ก



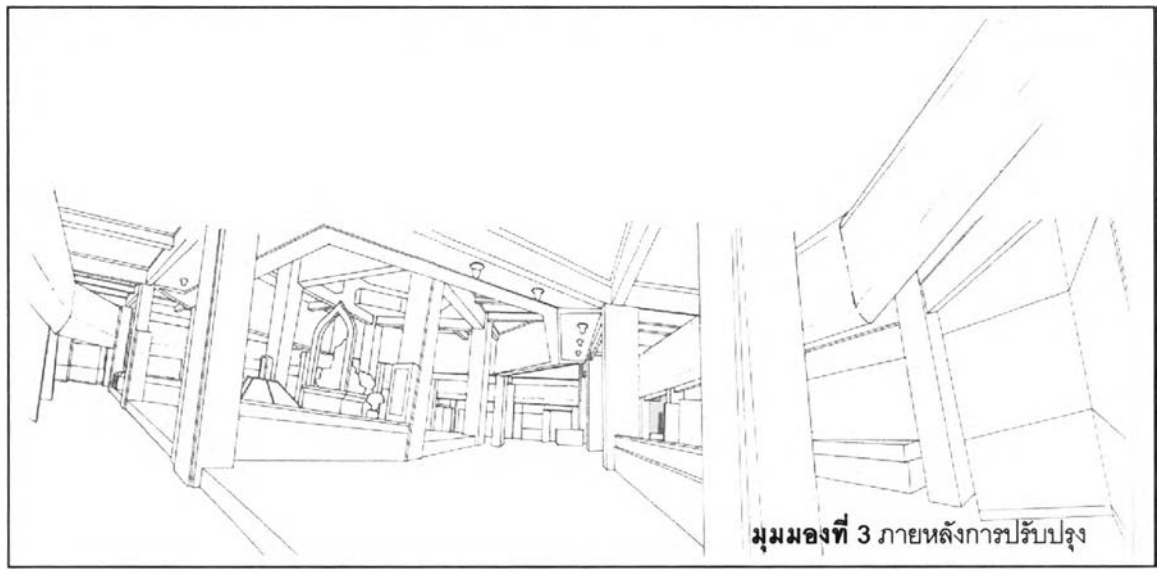
ข



สัญลักษณ์แสดงระดับความสว่าง

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

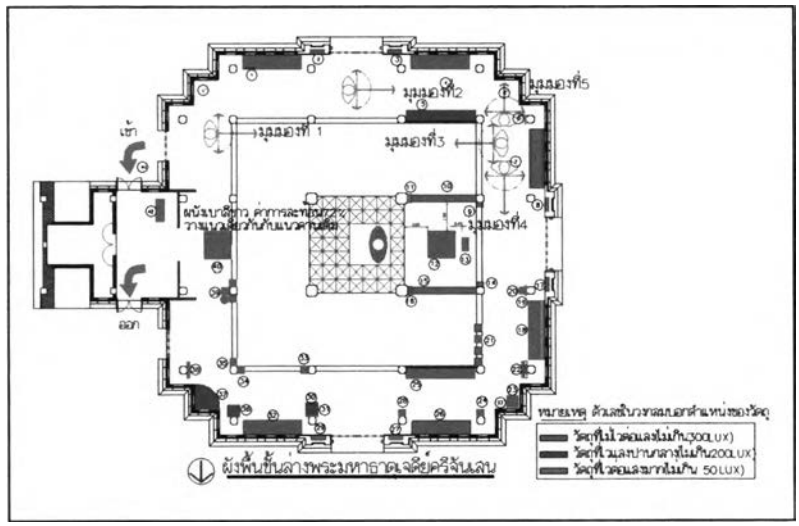
รูปที่ 7.26ก-ข แสดงผลจากการตรวจสอบอาคารเรื่อง brightness contrast ratio ของมุมมองที่ 1-2 หัวข้อเรื่องช่องแสงและผนังที่ติดกันภายในมุมมอง ภายหลังการปรับปรุงอาคาร



ค

ง

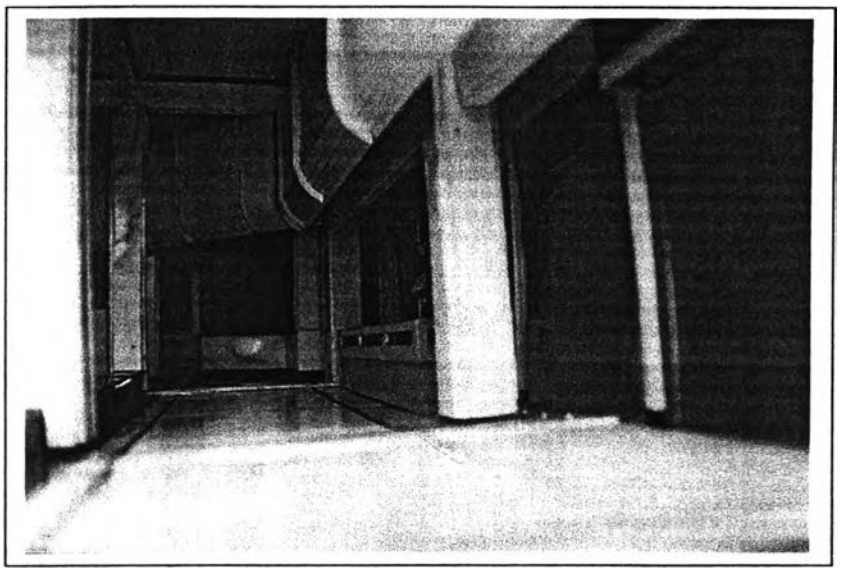
จ



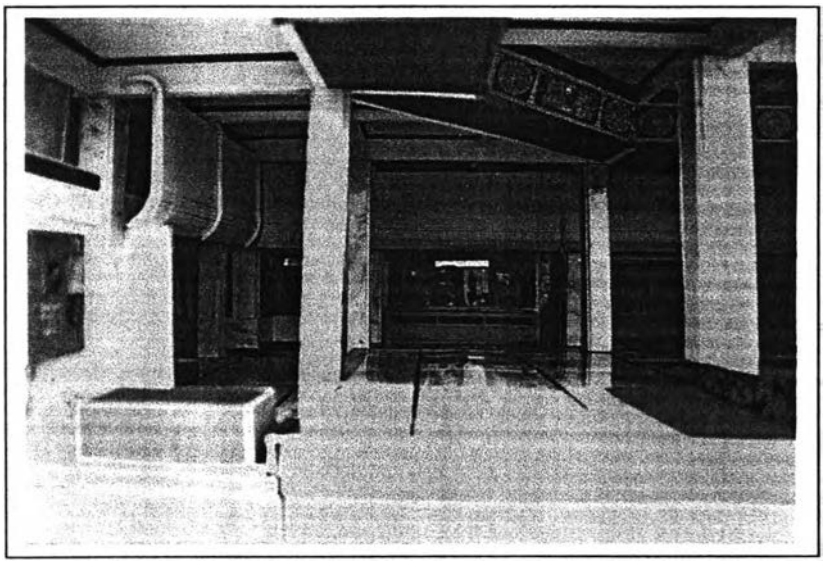
สัญลักษณ์แสดงระดับความสว่าง

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

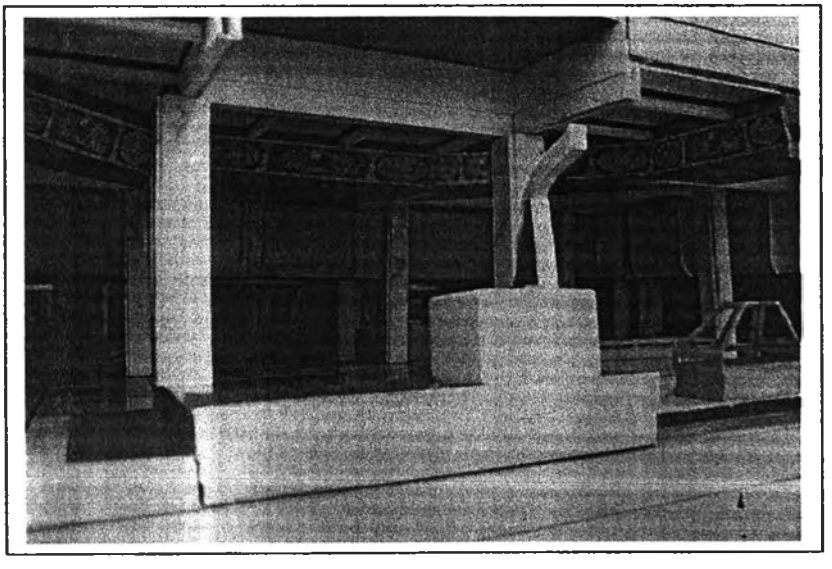
รูปที่7.26 ค-จ แสดงผลจากการตรวจสอบอาคารเรื่อง brightness contrast ratioของแสงธรรมชาติ ของมุมมองที่ 3-5 หัวข้อเรื่องช่องแสงและผนังที่ติดกันภายในมุมมอง ภายหลังการปรับปรุงอาคาร



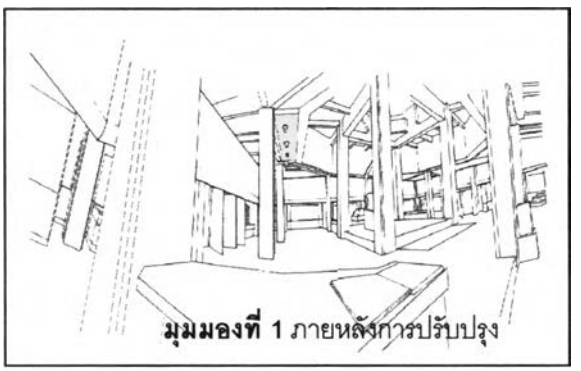
รูปที่ 7.26 ฉ แสดงทัศนียภาพภายในหุ่นจำลองภายหลังการปรับปรุงอาคาร



รูปที่ 7.26 ช แสดงทัศนียภาพภายในหุ่นจำลองภายหลังการปรับปรุงอาคาร



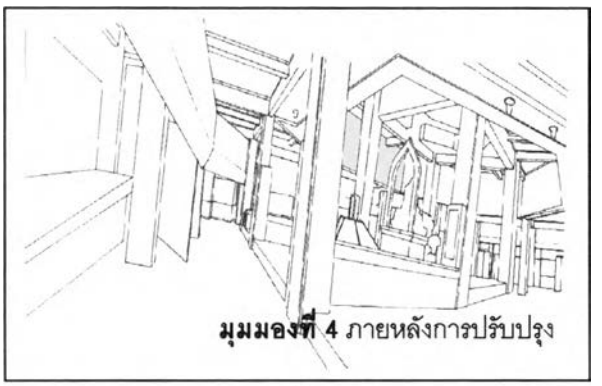
รูปที่ 7.26 ซ แสดงทัศนียภาพภายในหุ่นจำลองภายหลังการปรับปรุงอาคาร



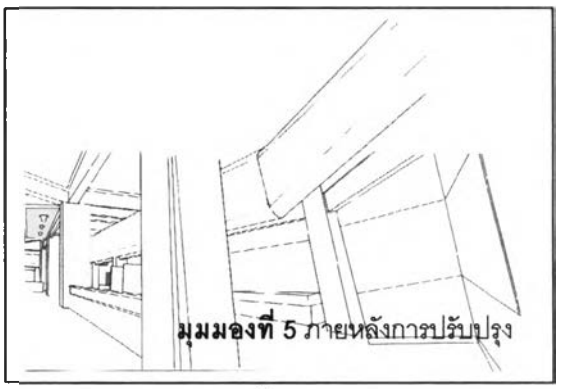
ก

ข

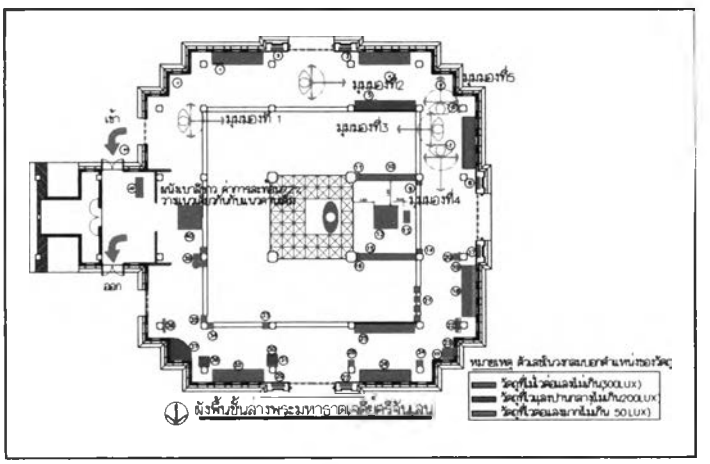
ค



ง



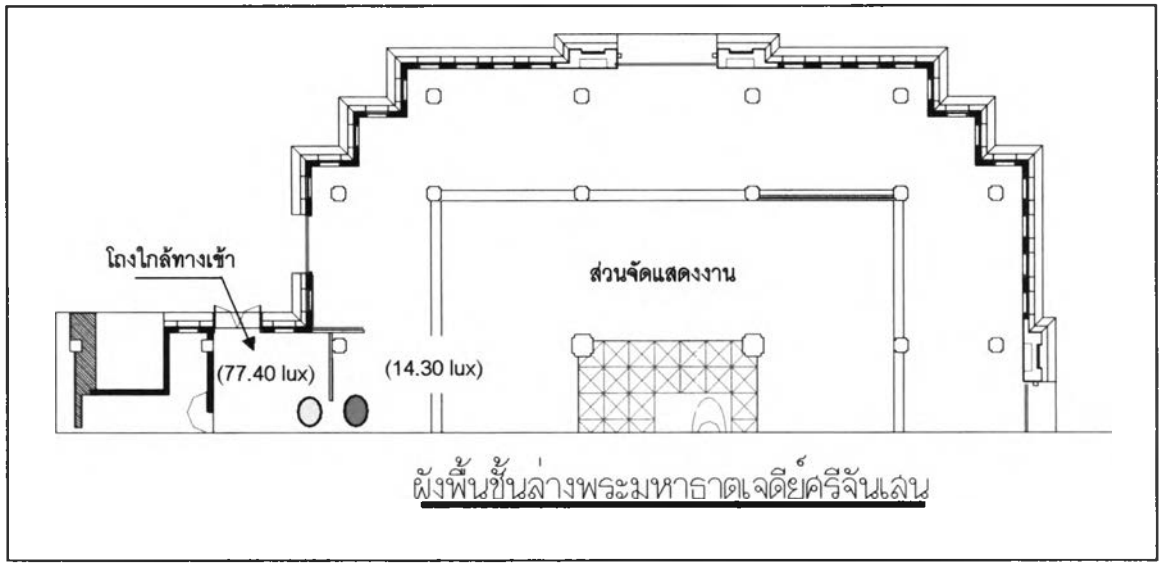
จ



สัญลักษณ์แสดงระดับความสว่าง

ช่วงระดับความสว่าง	สี
ค่าต่ำสุดในมุมมอง(X=1)	
ค่าสูงสุดในมุมมองไม่เกิน 40X	
ค่าสูงสุดในมุมมองเกิน40X	

รูปที่ 7.27ก-จ แสดงผลจากการตรวจสอบอาคารเรื่อง brightness ccntrast ratio ของแสงธรรมชาติ ของมุมมองที่ 1-5 หัวข้อเรื่องความแตกต่างของความสว่างมากที่สุดและน้อยที่สุดภายในมุมมอง ภายหลังการปรับปรุงอาคาร



รูปที่ 7.27ฉ แสดงผลการตรวจสอบอาคารเรื่อง eye adaptation ภายในหุ่นจำลอง หลังการปรับปรุงอาคาร

7.6.1 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการปรับปรุงอาคาร

1. ระดับความส่องสว่างระนาบนอนที่บริเวณโถงใกล้ทางเข้าอาคาร

เนื่องจากบริเวณนี้ไม่มีโบราณวัตถุ จึงไม่จำเป็นต้องควบคุมระดับความส่องสว่างให้เหมาะสมกับวัตถุแต่ต้องมีระดับความส่องสว่างเพียงพอต่อการมองเห็น และจากรูป 7.22-7.23 พบว่า บริเวณดังกล่าว มี DFอยู่ในช่วง 0.60-6.29 ซึ่งมากกว่า 0.36 แสดงว่า ระดับความส่องสว่างในส่วนนี้มีระดับเกินกว่า 300 lux เพียงพอต่อการมองเห็น

2. ระดับความส่องสว่างระนาบนอนบริเวณส่วนจัดแสดงงาน

จากรูปที่ 7.22-7.23 พบว่า การปรับปรุงอาคารมีผลทำให้ระดับความส่องสว่างต่ำกว่าเดิมมาก คือ มีDF อยู่ในช่วง 0.01-0.07 ดังนั้น จึงควรใช้แสงประดิษฐ์ช่วยเสริม

3. ระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดงงานภายในส่วนจัดแสดงงาน

ในส่วนนี้ จะเริ่มตั้งแต่จุดที่ 4-จุดที่25 และพบว่ามี DF ต่ำมากเช่นกัน คือมีDFอยู่ในช่วง 0.01-0.03 ซึ่งต่ำกว่าระดับ DF ที่ต้องการคือ 0.36

4. ระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังภาพจิตรกรรม

จากรูปที่ 7.25 พบว่า ทุกจุดมีระดับ DF ไม่เกิน 0.06 คือมี DF อยู่ในช่วง 0.001-0.004 ซึ่งถือว่าต่ำมาก

5. uniformity ของระดับความส่องสว่างระนาบตั้งที่บริเวณผนังภาพจิตรกรรม

จากสมการ DFmax : DFmin ต้องไม่เกิน3 และจากรูปที่ 7.25 จะได้ 0.004/0.002 = 0.002 แสดงว่ามี uniformity ที่เหมาะสม

6. brightness contrast ratio

จากรูปที่ 7.26-7.27 พบว่าภายในมุมมองไม่มีค่าความสว่างของช่องแสงด้านข้างต่อผนังที่ติดกันเกิน 20 ต่อ1 และค่าความสว่างที่มากที่สุดต่อที่น้อยที่สุดเกิน 40ต่อ1เลย แสดงว่าการแก้ไขปรับปรุงอาคารสามารถแก้ไขปัญหาในส่วนนี้ได้

7. eye adaptation

จากการจัดให้มีโถงใกล้ทางเข้า-ออก ทำให้ผู้เข้าชมมีเวลาในการปรับสายตาก่อนเข้าสู่ส่วนจัดแสดงงาน และ หลังจากการตรวจสอบความแตกต่างของระดับความส่องสว่างของทั้ง 2 บริเวณ (ดูรูปที่ 7.27ฉ) จะได้ 77.40 / 14.30 = 5.41 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่น้อยมาก (สำหรับความแตกต่างของระดับความสว่างไม่สามารถวัดได้เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเครื่องมือและหุ่นจำลอง)

7.6.2 สรุปผลที่ได้จากการปรับปรุงอาคาร

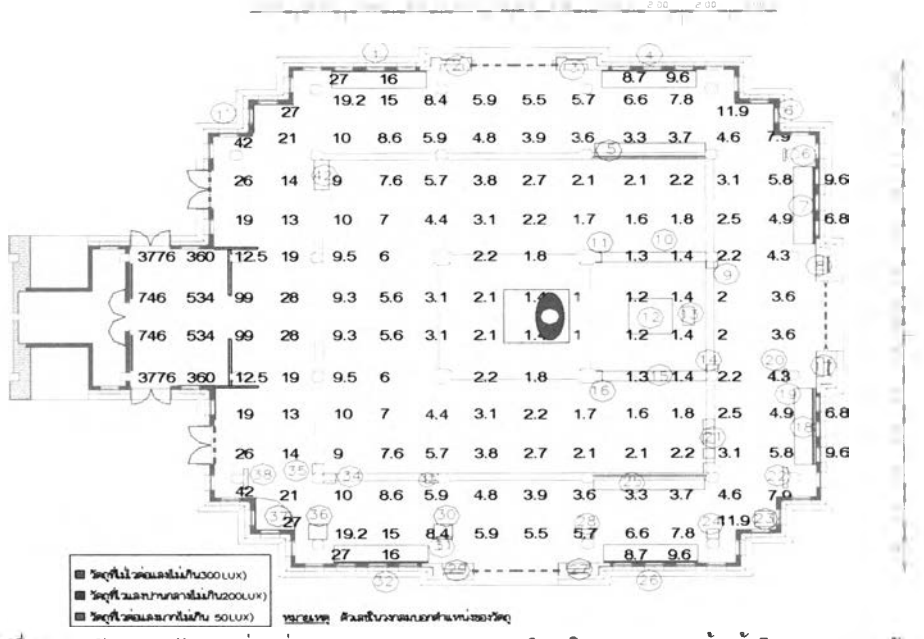
หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ไขปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากแสงธรรมชาติ จะพบว่า ในเรื่องของคุณภาพ ระดับรังสี Infrared อันเนื่องมาจากแสงแดด ระดับปริมาณรังสี UV เราสามารถแก้ไขได้แล้ว แต่ในเรื่องของระดับความส่องสว่างที่ต่ำเกินไปนั้น ไม่สามารถแก้ไขให้มากขึ้นจนเหมาะสมต่อการจัดแสดงได้ และการเพิ่มขนาดหรือเจาะช่องแสงเพิ่มขึ้นไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของรูปแบบทางสถาปัตยกรรมไทย ที่หากทำการเจาะช่องแสงเพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดความไม่เหมาะสมได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้แสงประดิษฐ์ช่วยเสริม และเนื่องจาก แสงธรรมชาติ เป็นแสงที่ควบคุมได้ยาก แล้วแต่สภาพท้องฟ้าและสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น หากต้องการให้ได้ผลที่ดีที่สุด จึงควรใช้ระบบอัตโนมัติที่ช่วยควบคุมปริมาณของระดับความส่องสว่างให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ในทุกเวลาและทุกสภาพท้องฟ้า

7.7 การคำนวณระดับความส่องสว่างเพื่อเป็นแนวทางในการใช้แสงประดิษฐ์ช่วยเสริม

จากค่า DF ของระดับความส่องสว่างระนาบนอนที่เกิดขึ้นภายหลังการปรับปรุงอาคาร นำมาเข้าสมการ DF เพื่อหาค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในอาคาร โดยการใช้ค่าระดับความส่องสว่างเฉลี่ยในสภาพท้องฟ้า overcast sky ที่เกิดขึ้นจริง ของปี พ.ศ. 2541 ที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา (ดูตารางภาคผนวก ฉ-2) คือ 42,042 lux เป็นระดับความส่องสว่างภายนอกอาคาร ทำให้ได้ค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในอาคารที่เกิดขึ้นภายหลังการปรับปรุงอาคาร (สมการที่ 1) ดังรูปที่ 7.28

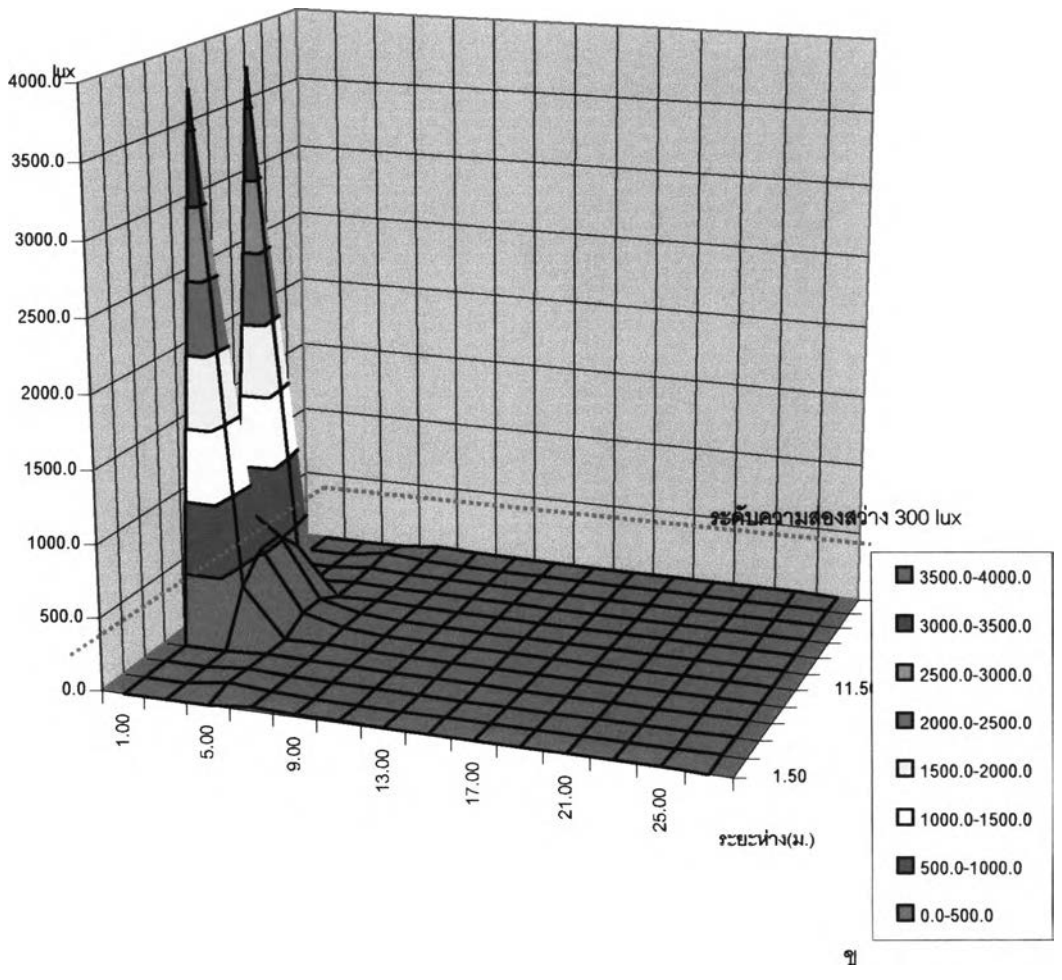
นำค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอนภายในอาคารที่ได้มารวมกับค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงประดิษฐ์ที่ได้จากการสำรวจอาคารจริง (ดูรูปที่ 7.29)จะได้ระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ภายในอาคาร ภายหลังการปรับปรุงอาคาร (สมการที่ 2) ดังรูปที่ 7.30

นำค่าระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับการจัดแสดงงานภายในอาคาร(ดูรูปที่ 7.31) มาลบกับค่าระดับความส่องระนาบนอนของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ภายในอาคาร ภายหลังการปรับปรุงอาคาร จะได้ค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงประดิษฐ์ที่ต้องการใช้เสริม (สมการที่ 3) ดังรูปที่ 7.32



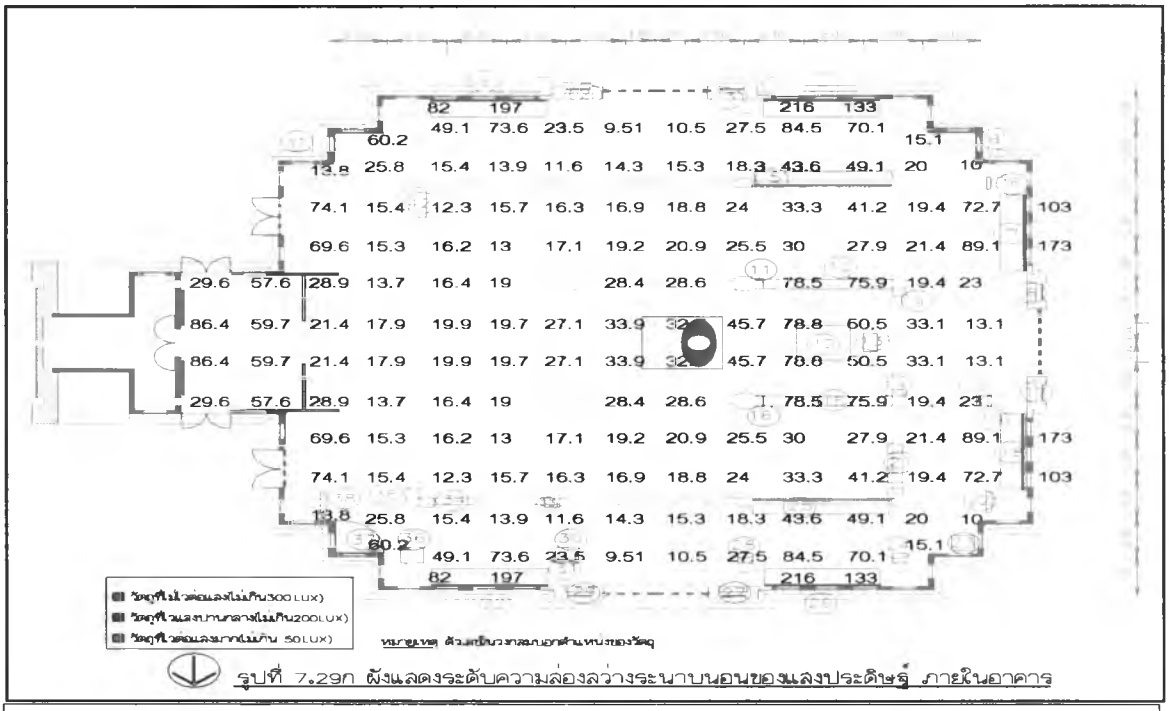
รูปที่ 7.28ก ผังแสดงระดับความส่องสว่างระนาบบนของแสงธรรมชาติภายในอาคาร สภาพห้องฟ้ามีเมฆมาก ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

กราฟระดับความส่องสว่างระนาบบนของแสงธรรมชาติภายในอาคาร ภายหลังการปรับปรุงอาคาร สภาพห้องฟ้ามีเมฆมาก

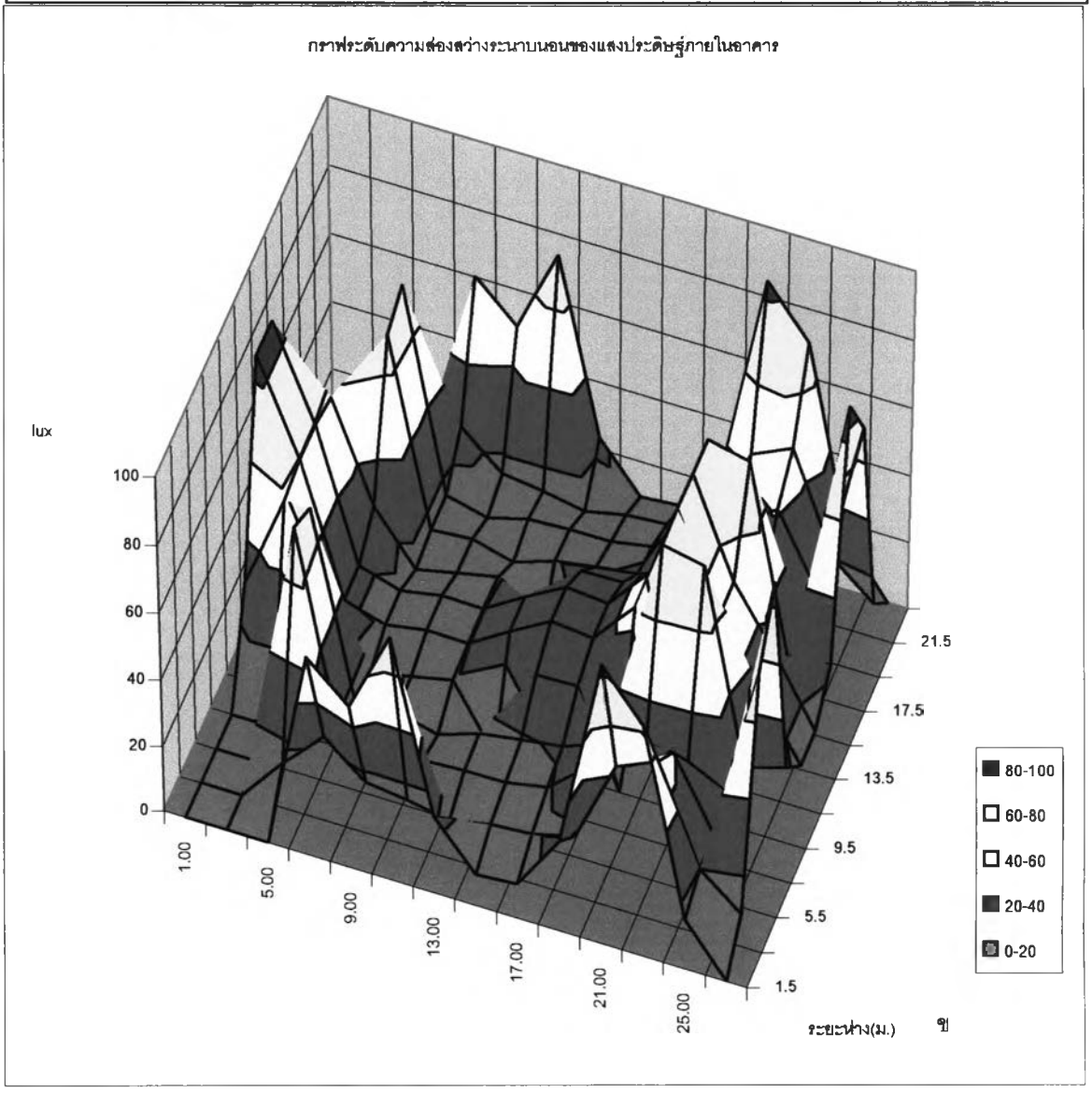


ข

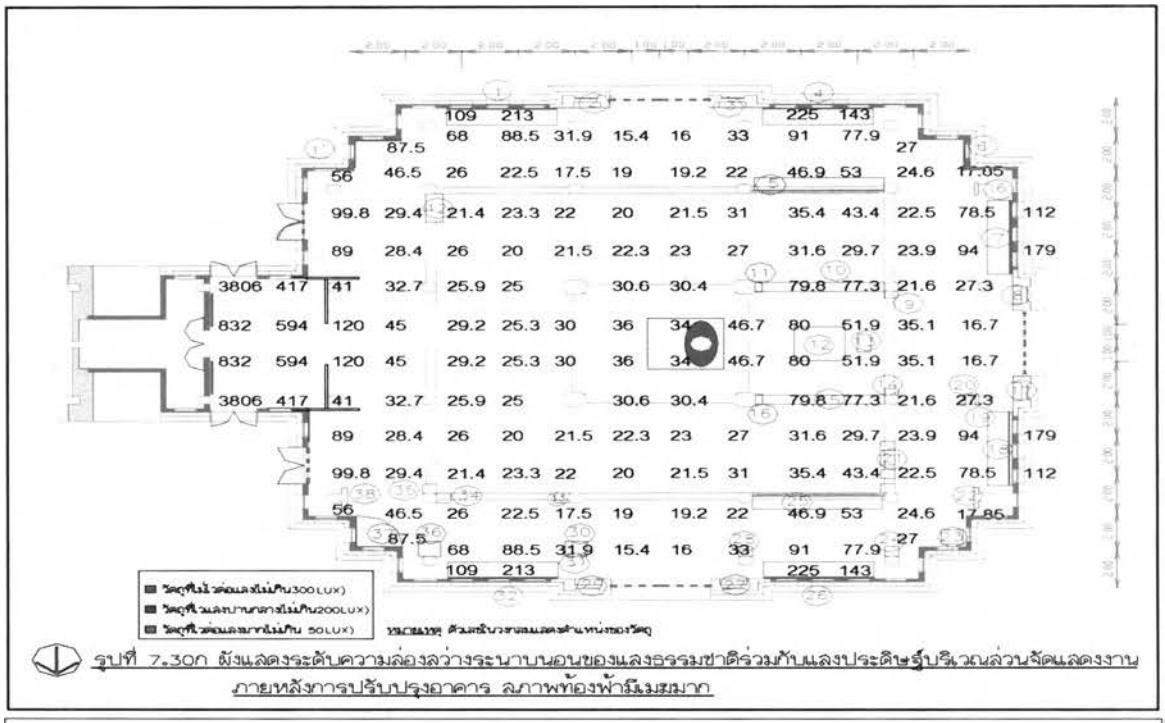
รูปที่ 7.28ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบบนของแสงธรรมชาติภายในอาคาร
ภายหลังการปรับปรุงอาคาร สภาพห้องฟ้ามีเมฆมาก



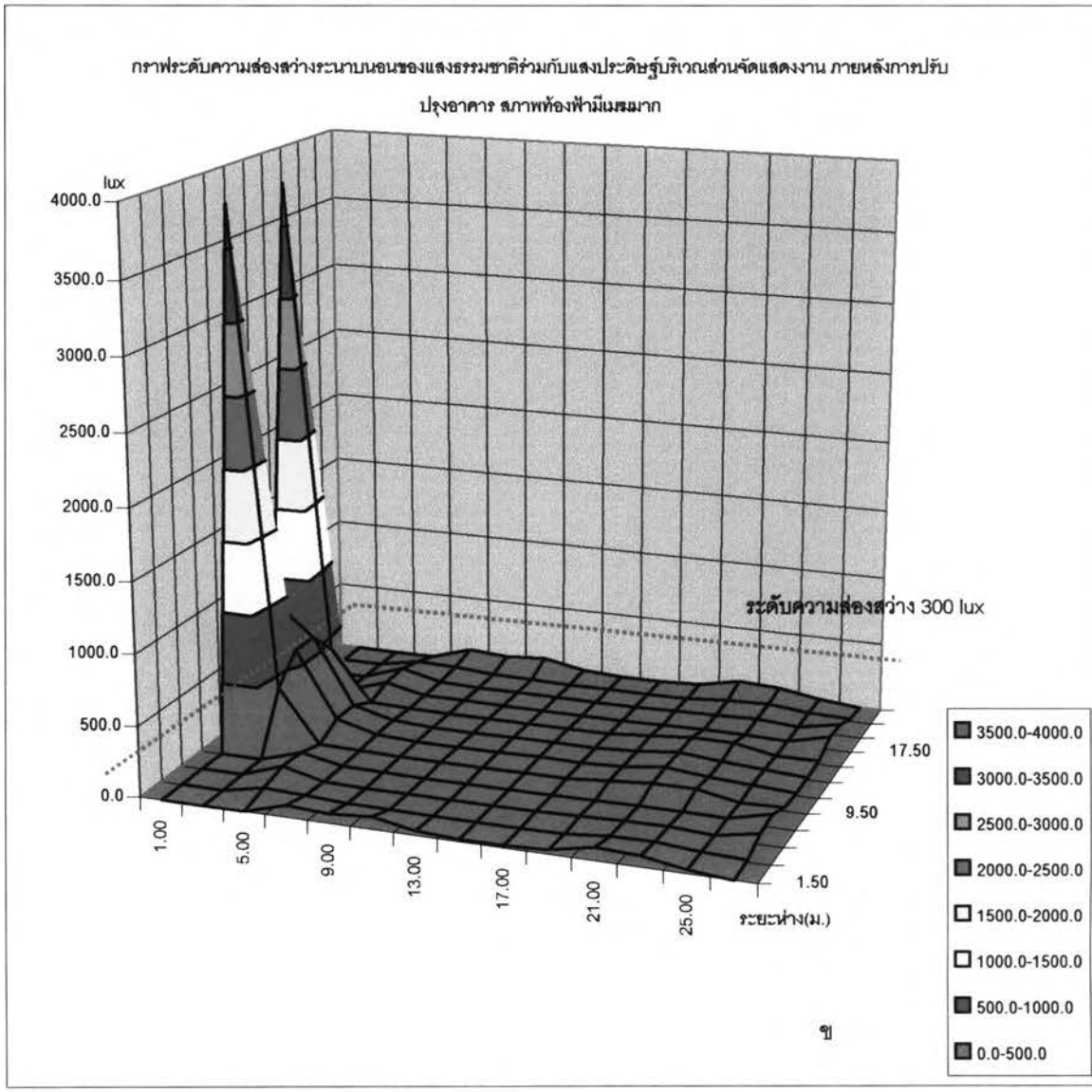
รูปที่ 7.29ก ผังแสดงระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงประดิษฐ์ ภายในอาคาร



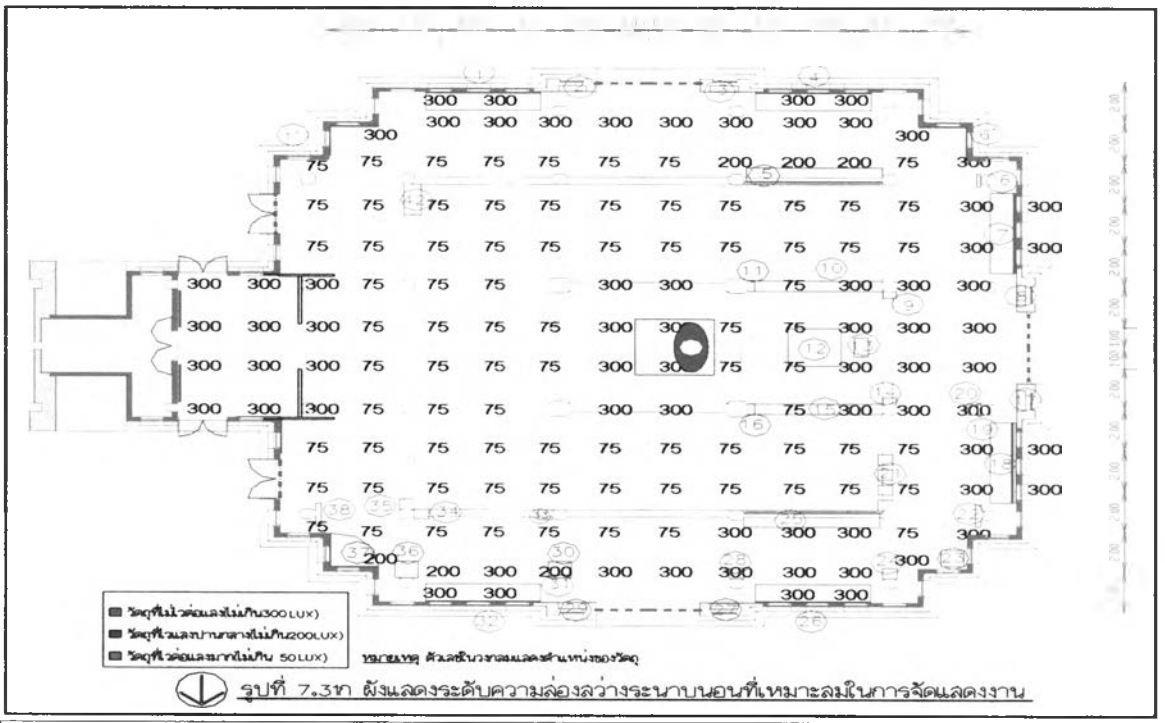
รูปที่ 7.29ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงประดิษฐ์ภายในอาคาร ที่ได้จากการสำรวจ



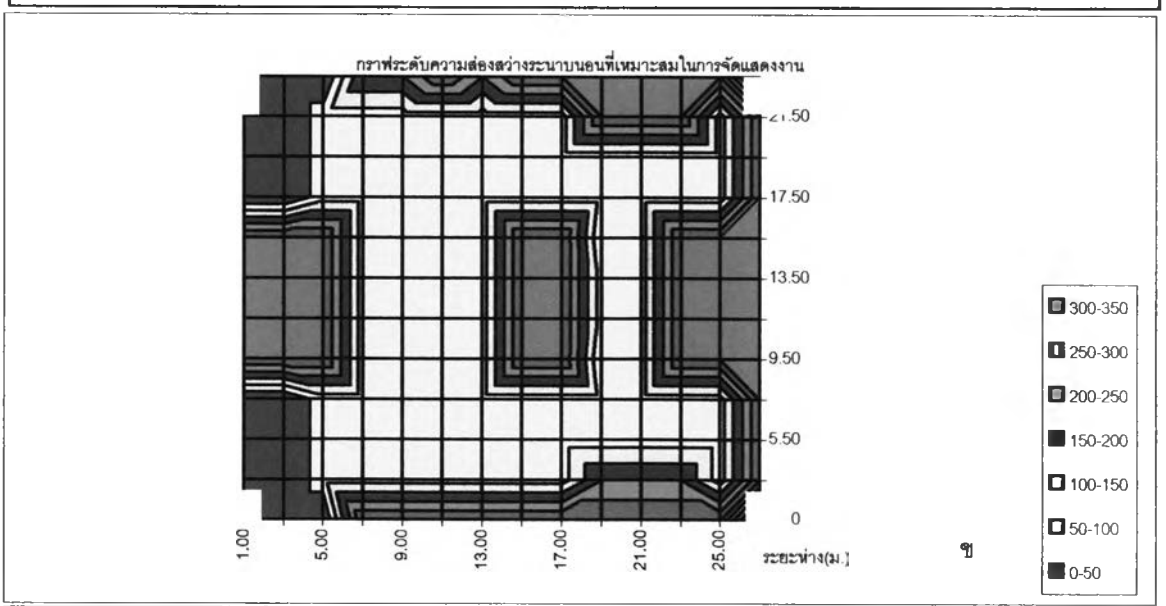
รูปที่ 7.30ก ผังแสดงระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์บริเวณส่วนจัดแสดงงาน ภายหลังการปรับปรุงอาคาร สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก

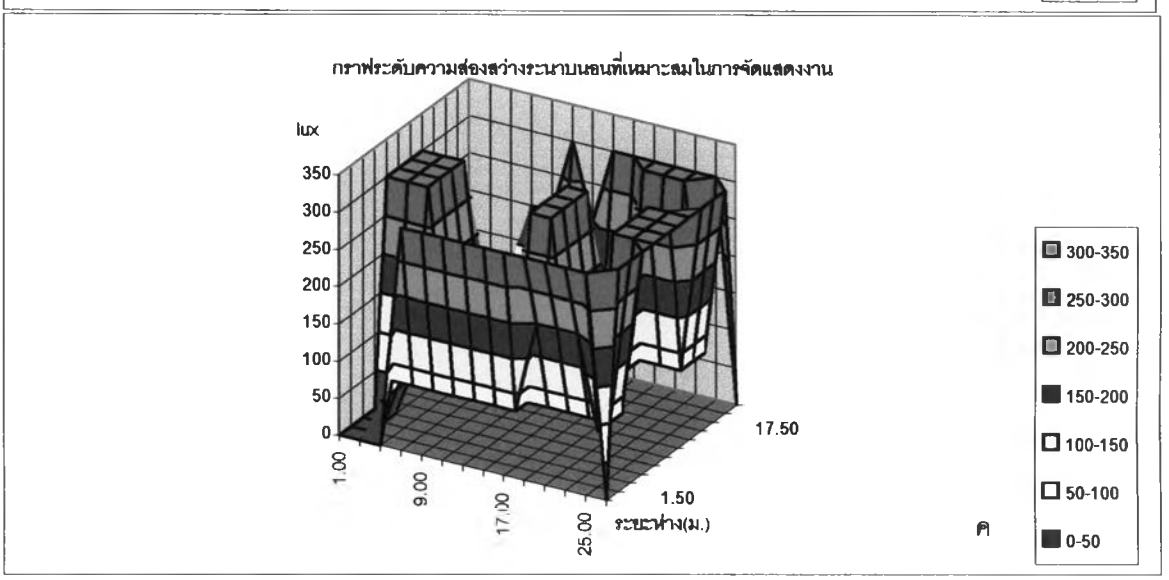


รูปที่ 7.30ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ภายในอาคาร ภายหลังการปรับปรุงอาคาร สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก

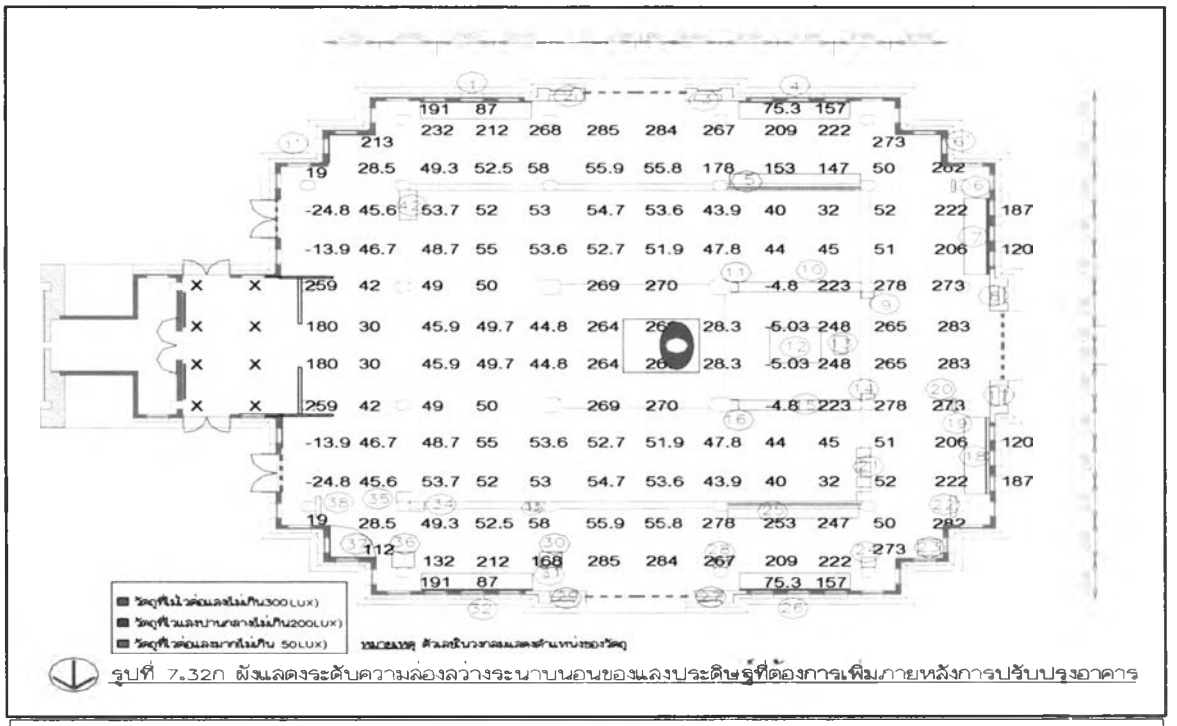


รูปที่ 7.31ก ผังแสดงระดับความส่องสว่างระนาบนอนที่เหมาะสมในการจัดแสดงงาน

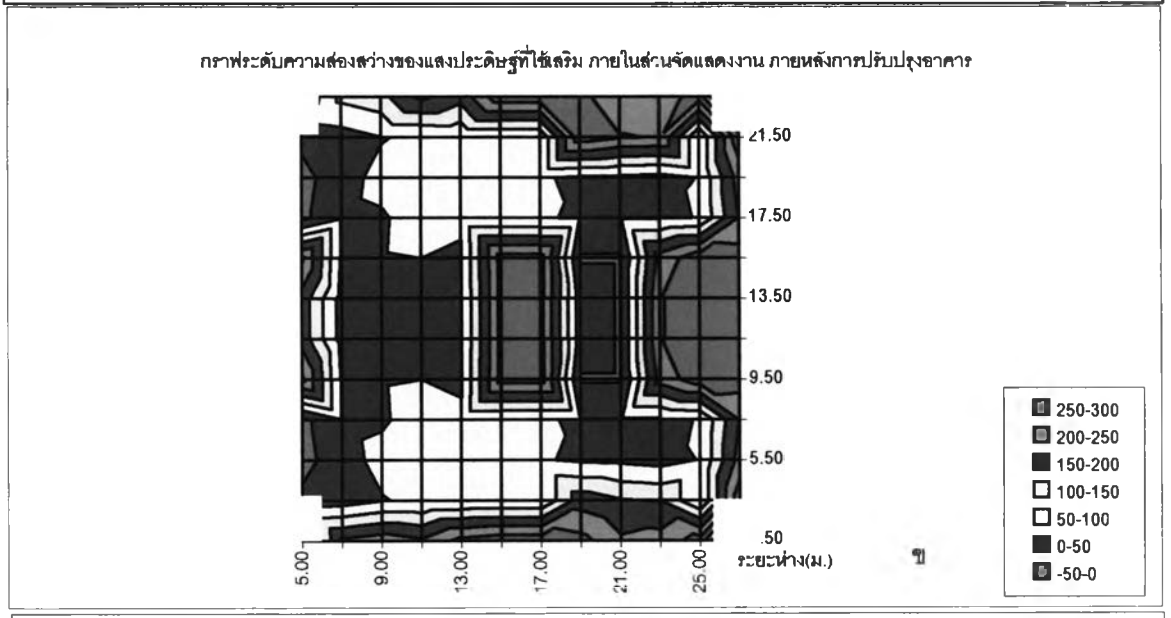


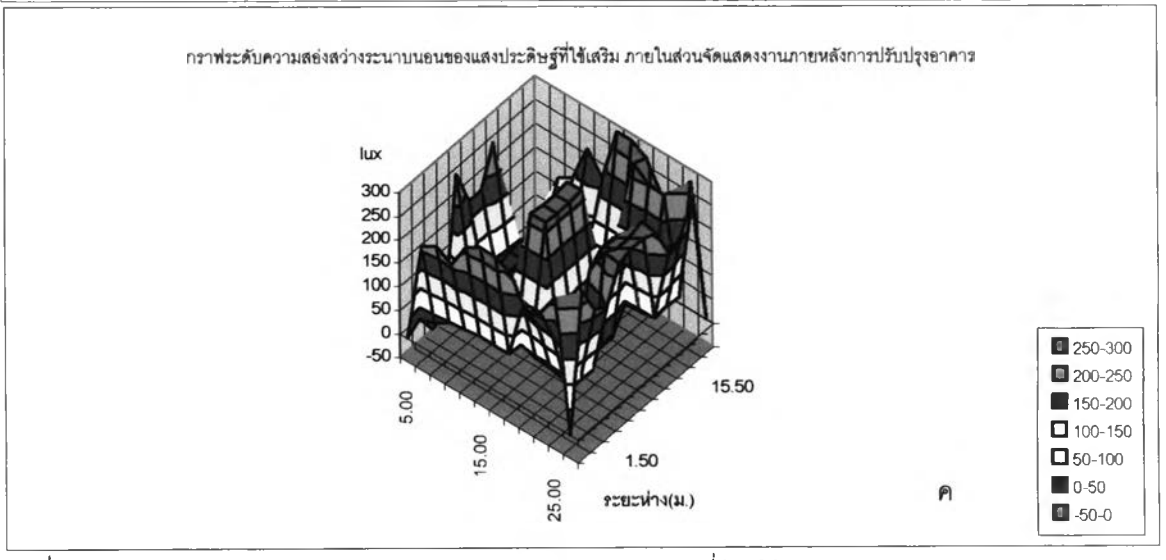


รูปที่ 7.31ก-ค แสดงระดับความส่องสว่างระนาบนอนที่เหมาะสมในการจัดแสดงงาน



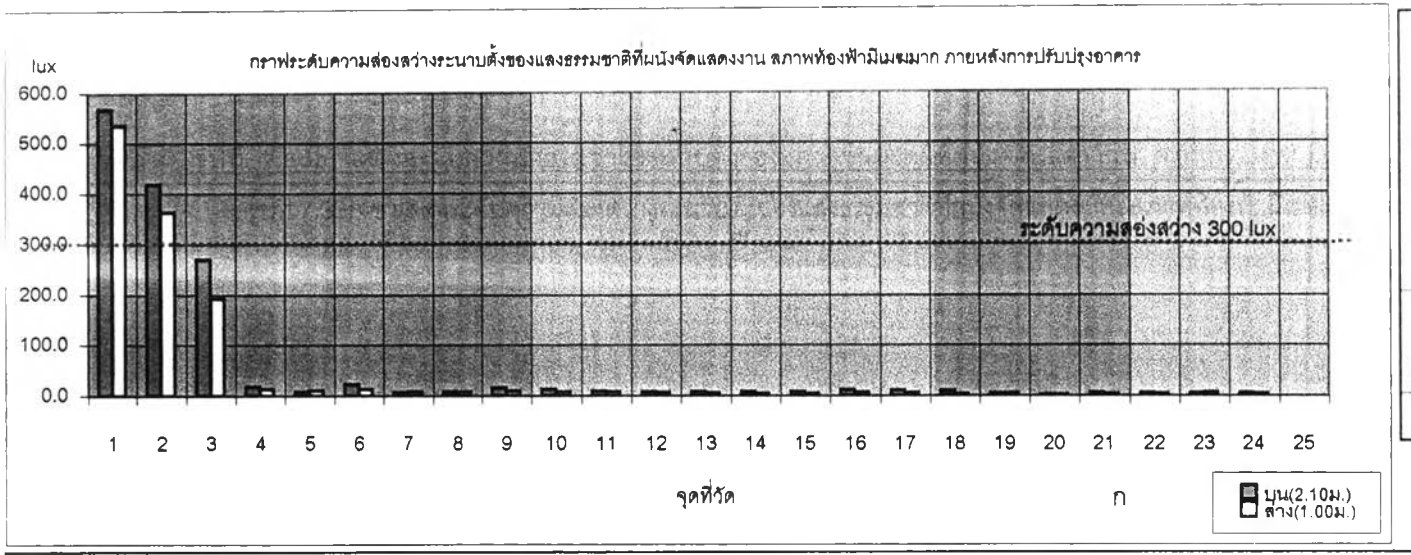
รูปที่ 7.32ก ผังแสดงระดับความส่องสว่างระนาบบนอนของแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มภายหลังการปรับปรุงอาคาร

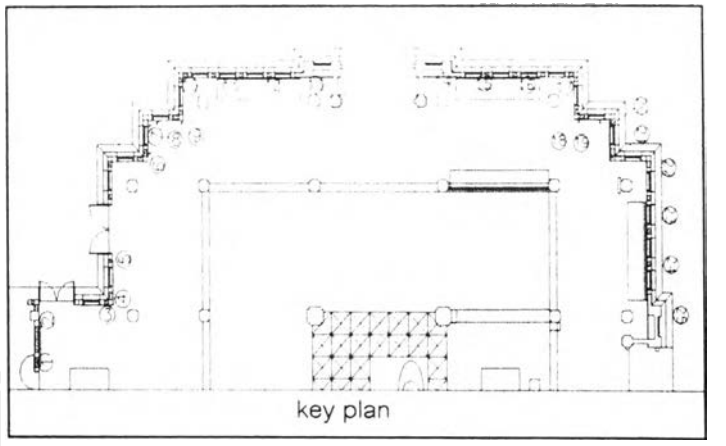


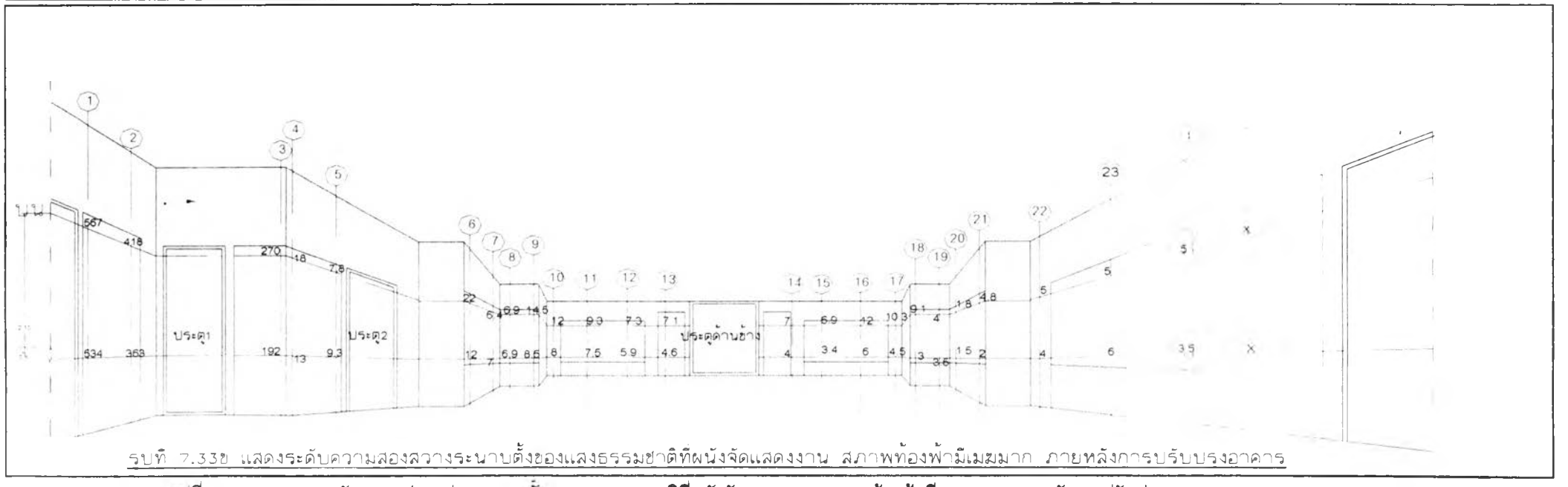


รูปที่ 7.32ก-ค แสดงระดับความส่องสว่างระนาบบนอนของแสงประดิษฐ์ที่ต้องใช้เสริม

ภายในส่วนจัดแสดงงาน ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

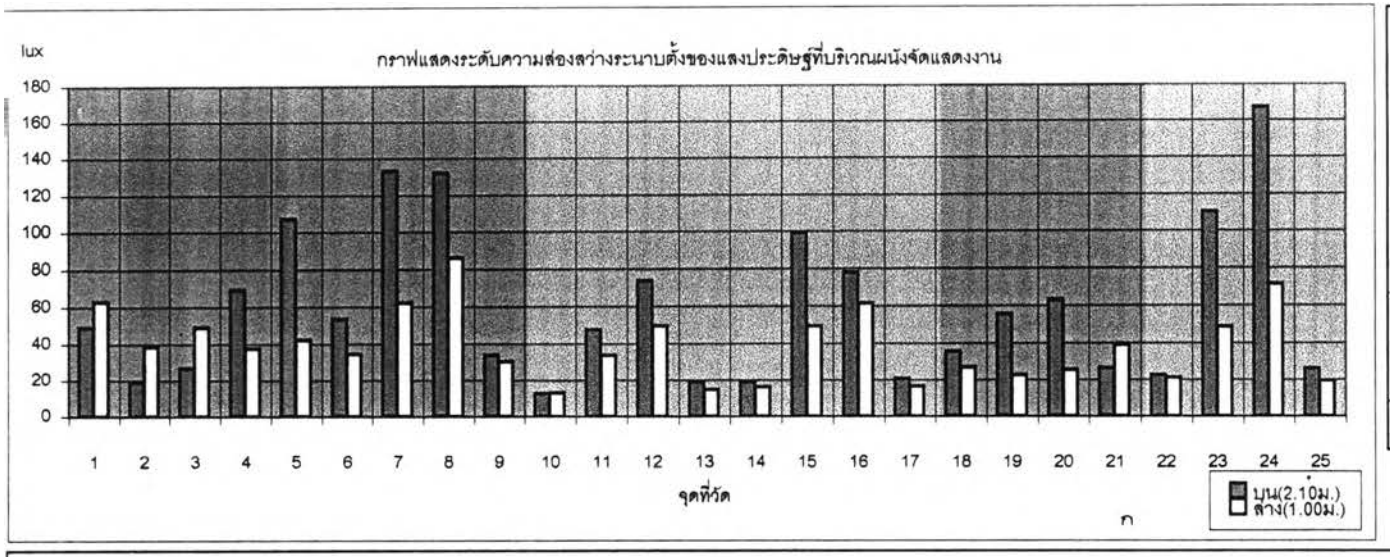


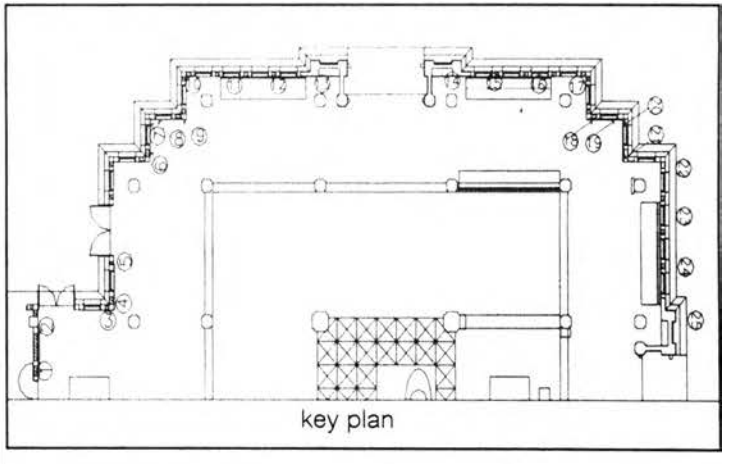


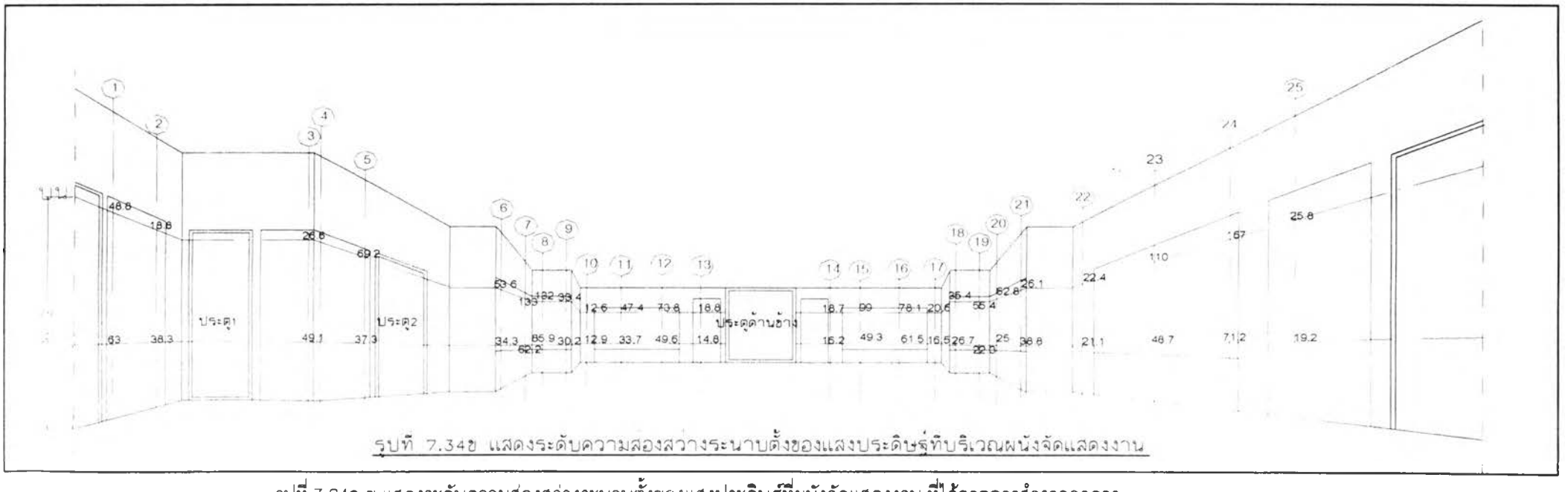


รูปที่ 7.33ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงธรรมชาติที่ผนังจัดแสดงงาน สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

รูปที่ 7.33ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงธรรมชาติที่ผนังจัดแสดงงาน สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

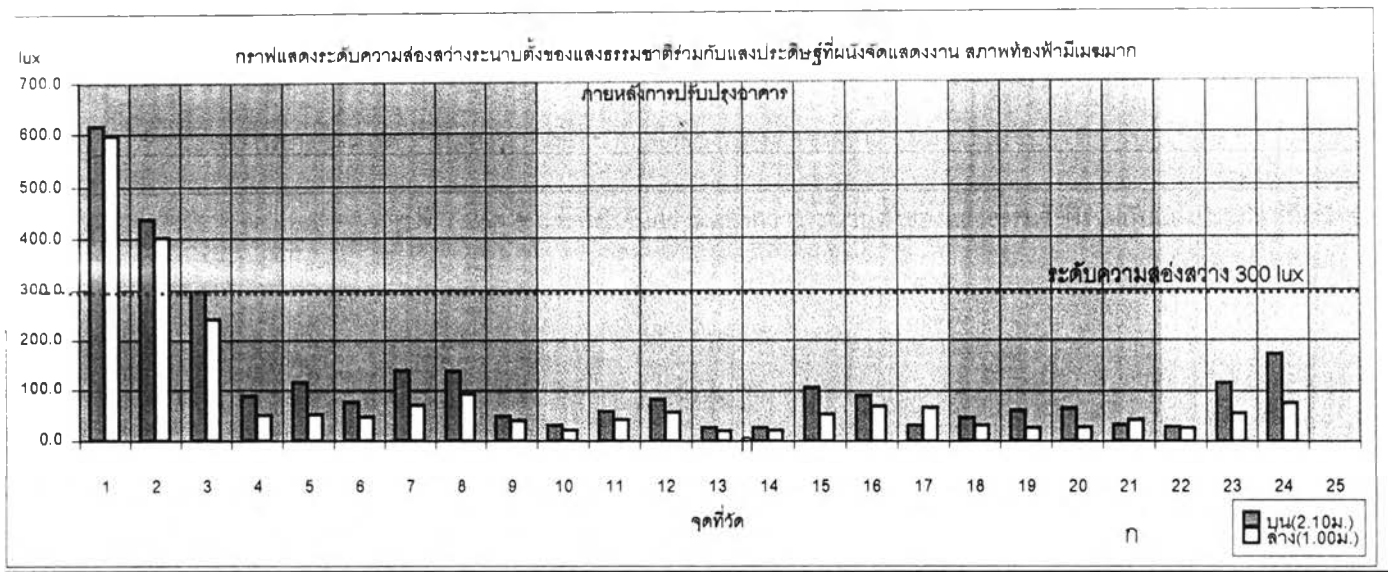


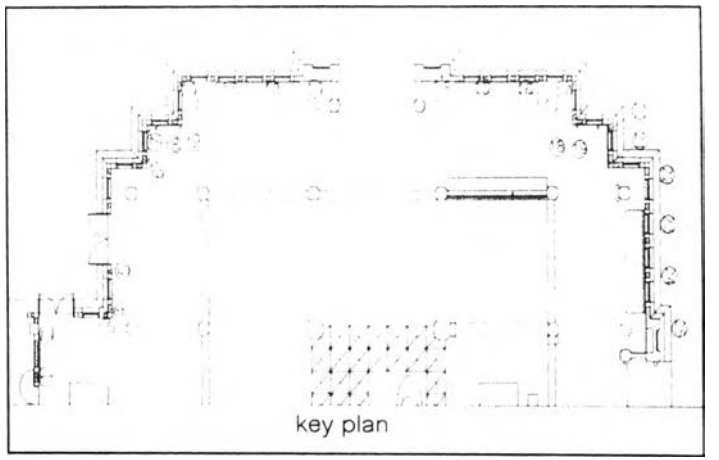


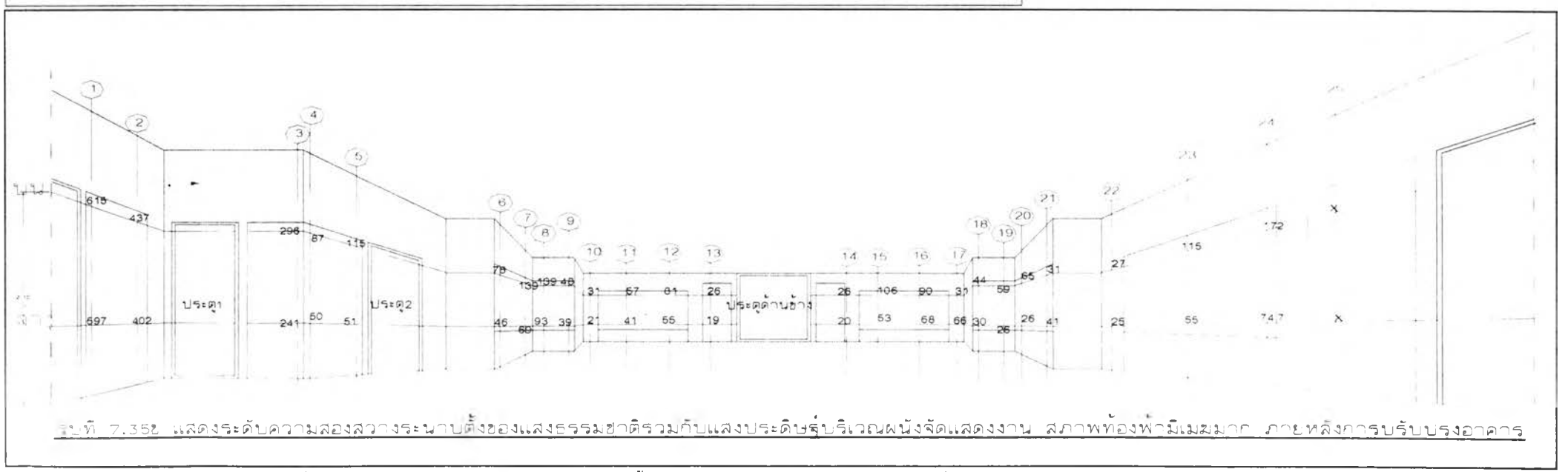


รูปที่ 7.34ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงประดิษฐ์ที่บริเวณผนังจัดแสดงงาน

รูปที่ 7.34ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงประดิษฐ์ที่ผนังจัดแสดงงาน ที่ได้จากการสำรวจอาคาร

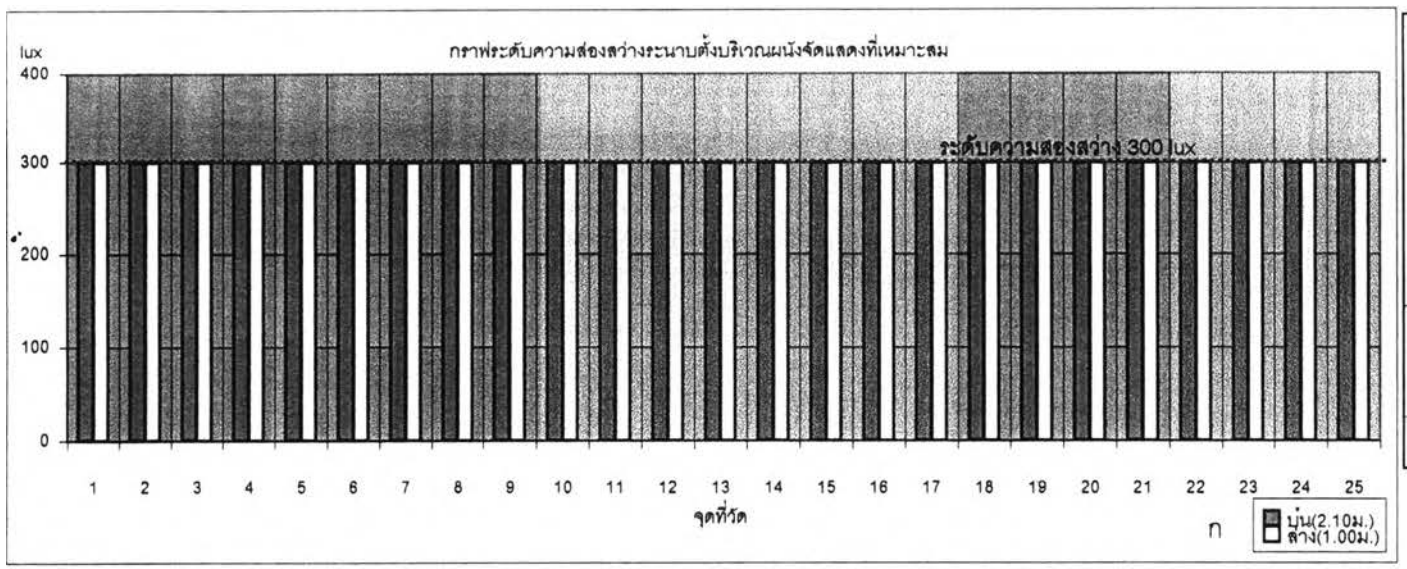


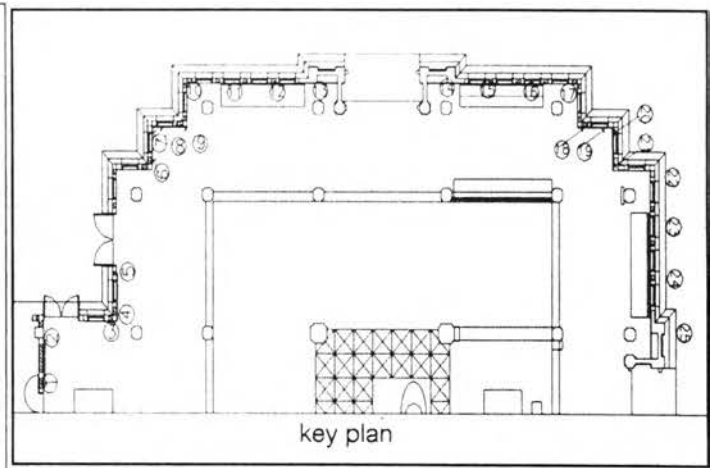


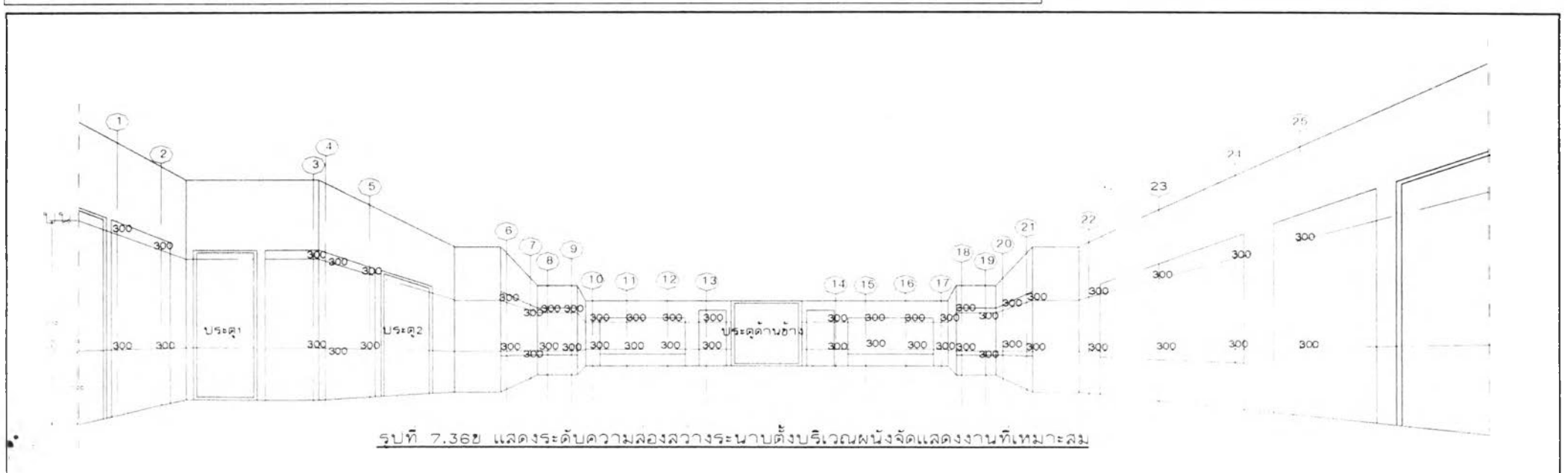


รูปที่ 7.35ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์บริเวณผนังจัดแสดงงาน สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

รูปที่ 7.35ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ที่ผนังจัดแสดงงาน สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

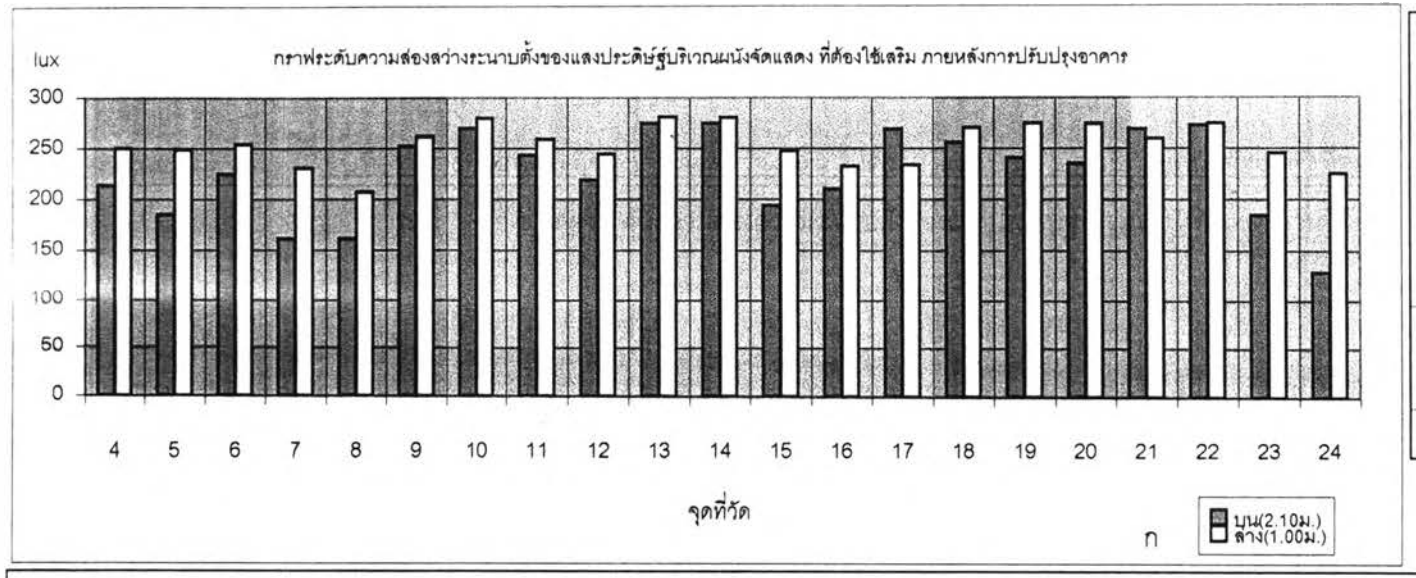


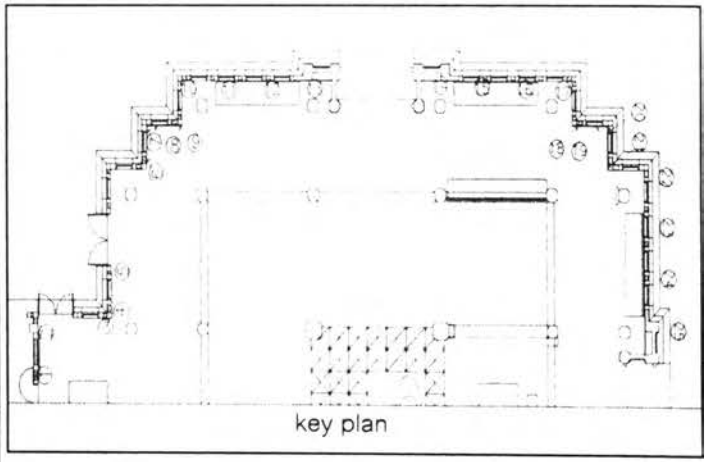


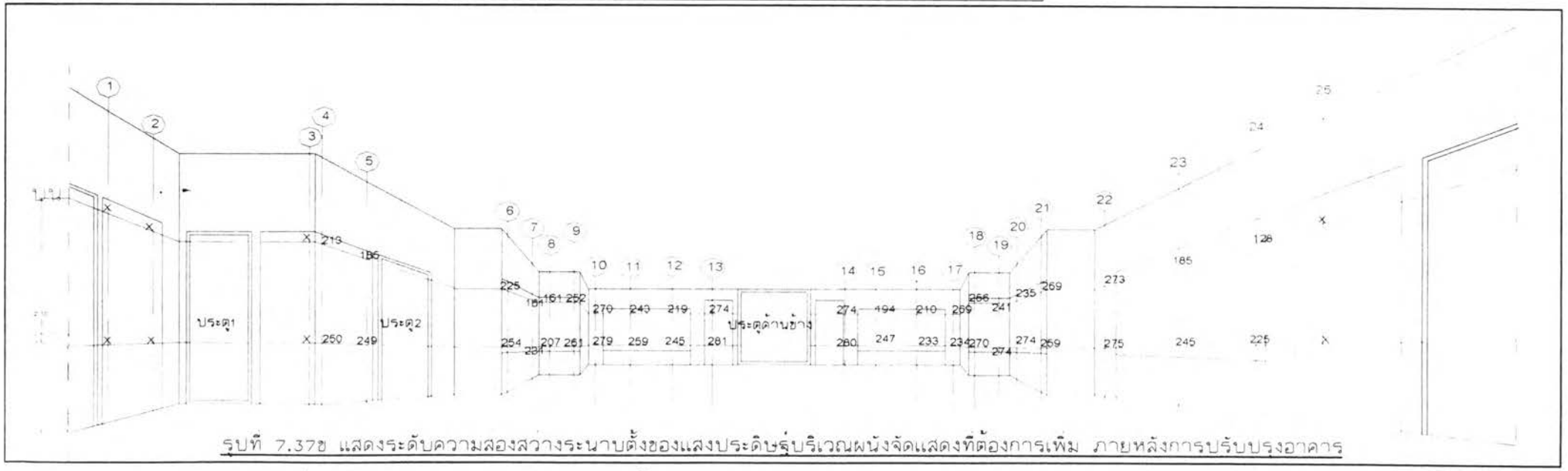


รูปที่ 7.36ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดงงานที่เหมาะสม

รูปที่ 7.36ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจัดแสดงงานที่เหมาะสม

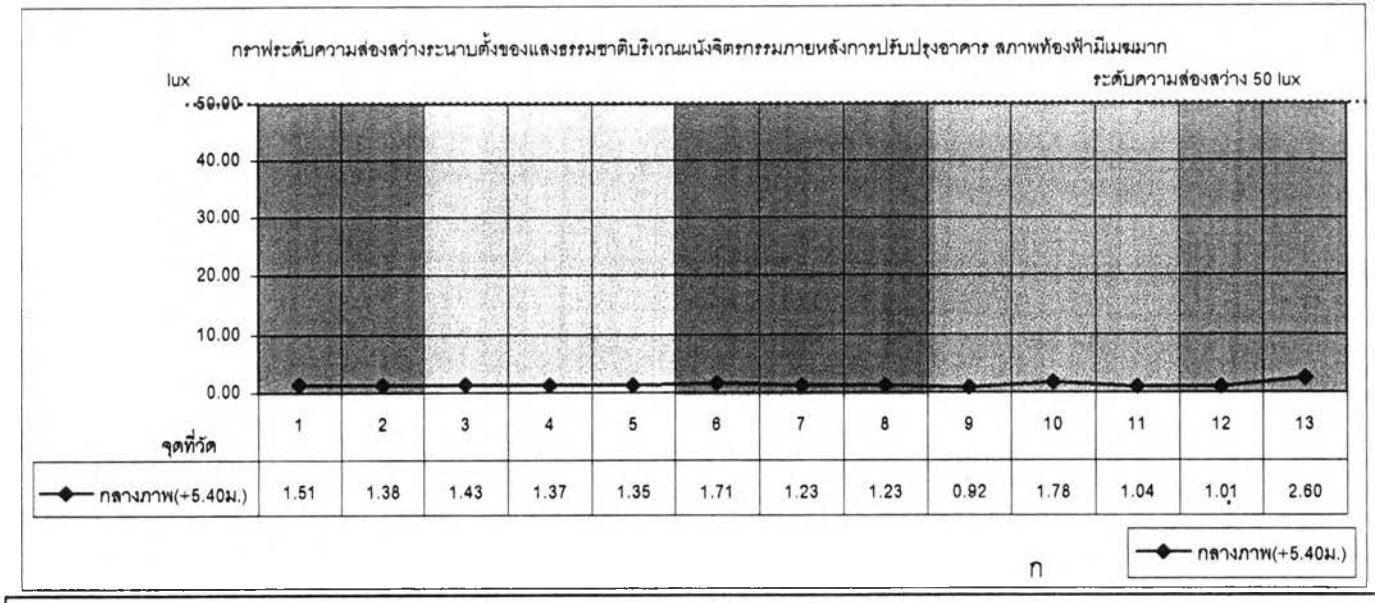


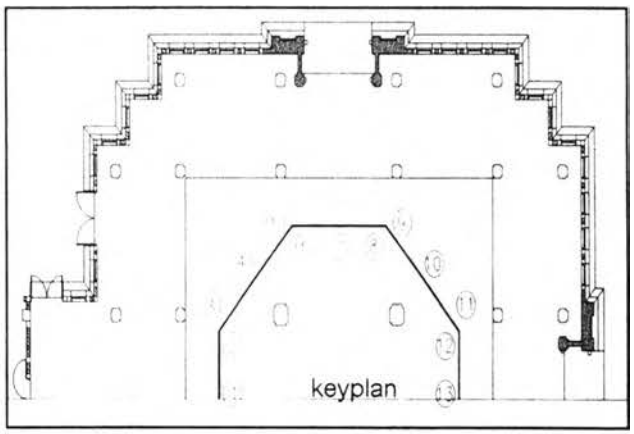


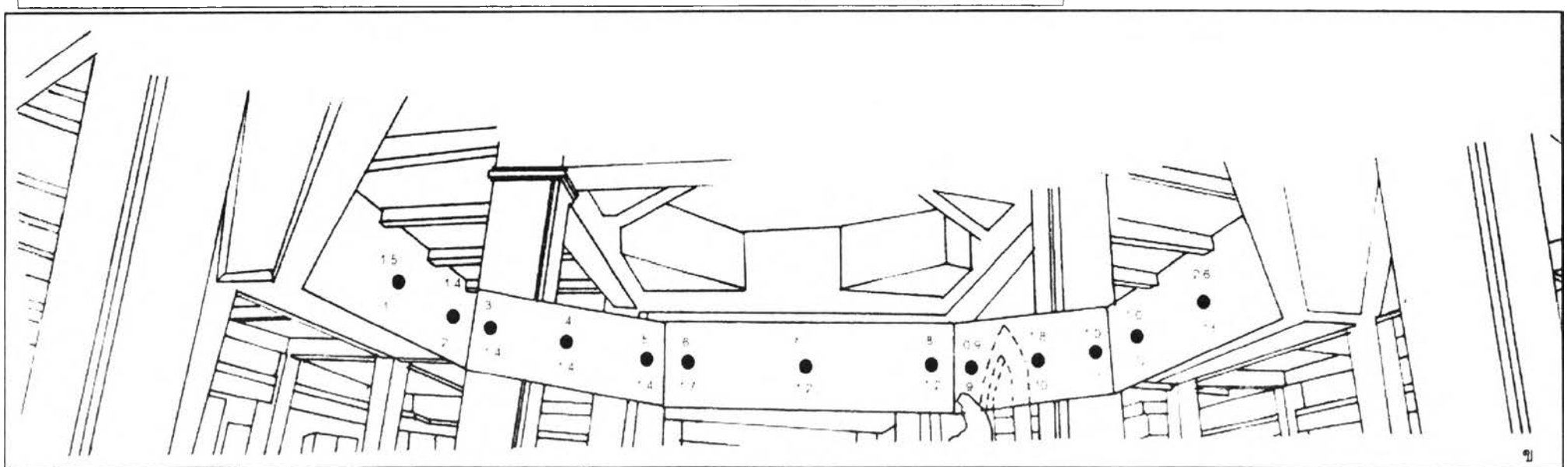


รูปที่ 7.37ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงประดิษฐ์บริเวณผนังจัดแสดงที่ต้องการเพิ่ม ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

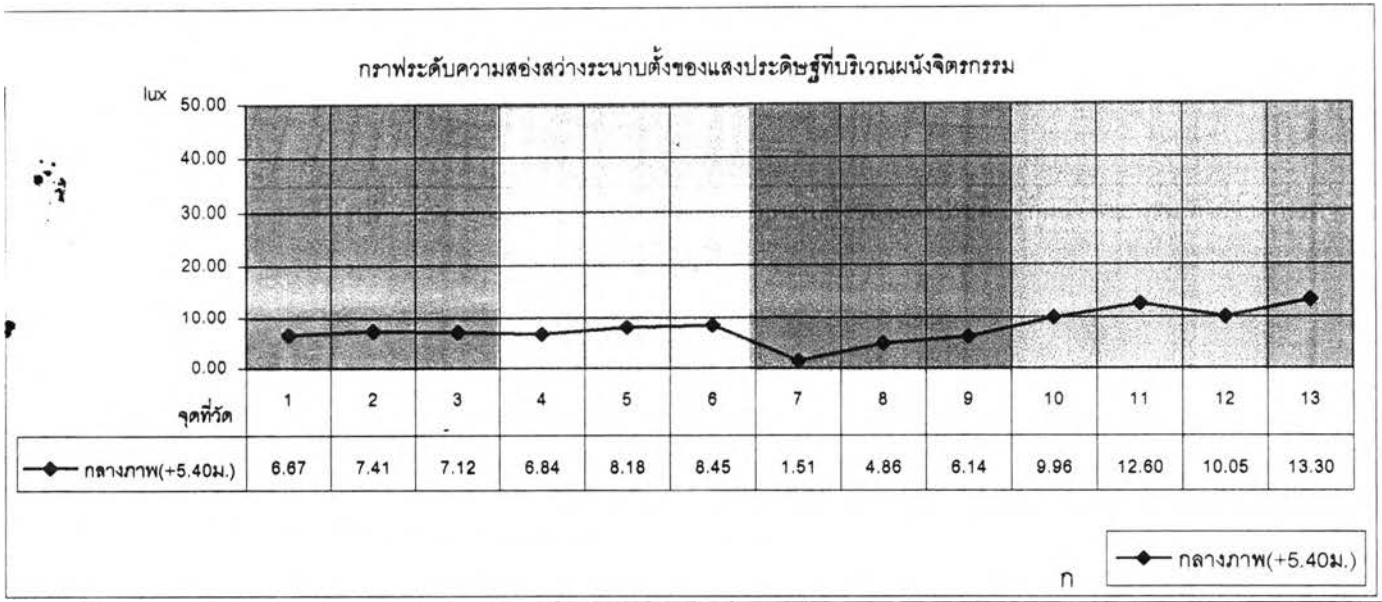
รูปที่ 7.37ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงประดิษฐ์บริเวณผนังจัดแสดงงานที่ต้องการเพิ่มภายหลังการปรับปรุงอาคาร

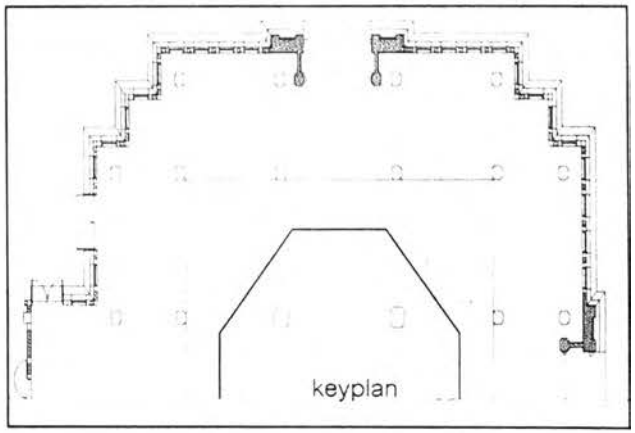


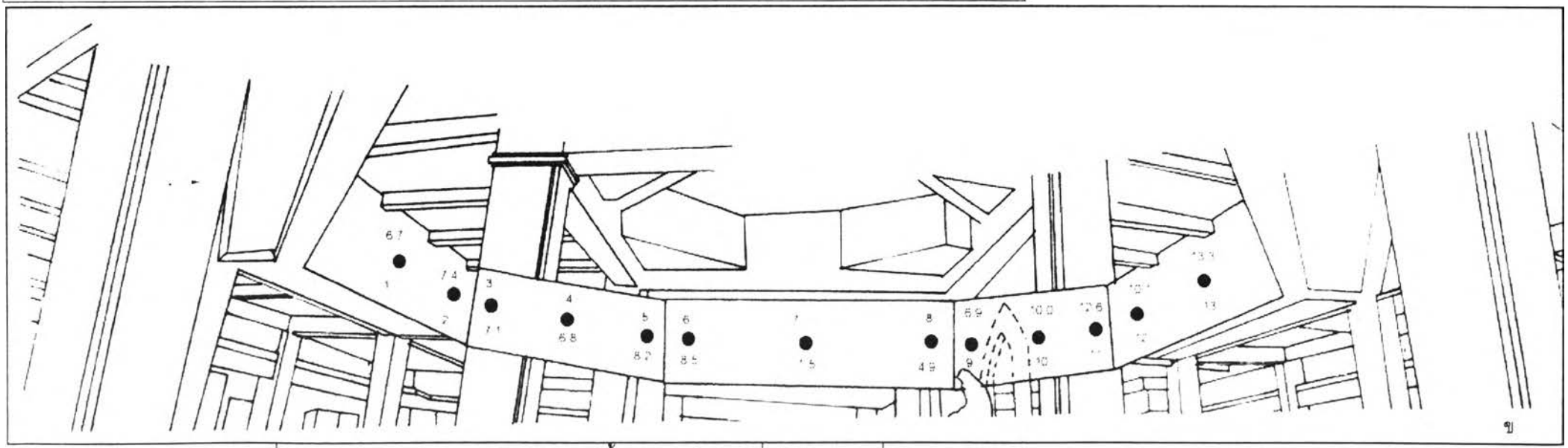




รูปที่ 7.38ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงธรรมชาติที่ผนังจิตรกรรม สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ภายหลังการปรับปรุงอาคาร



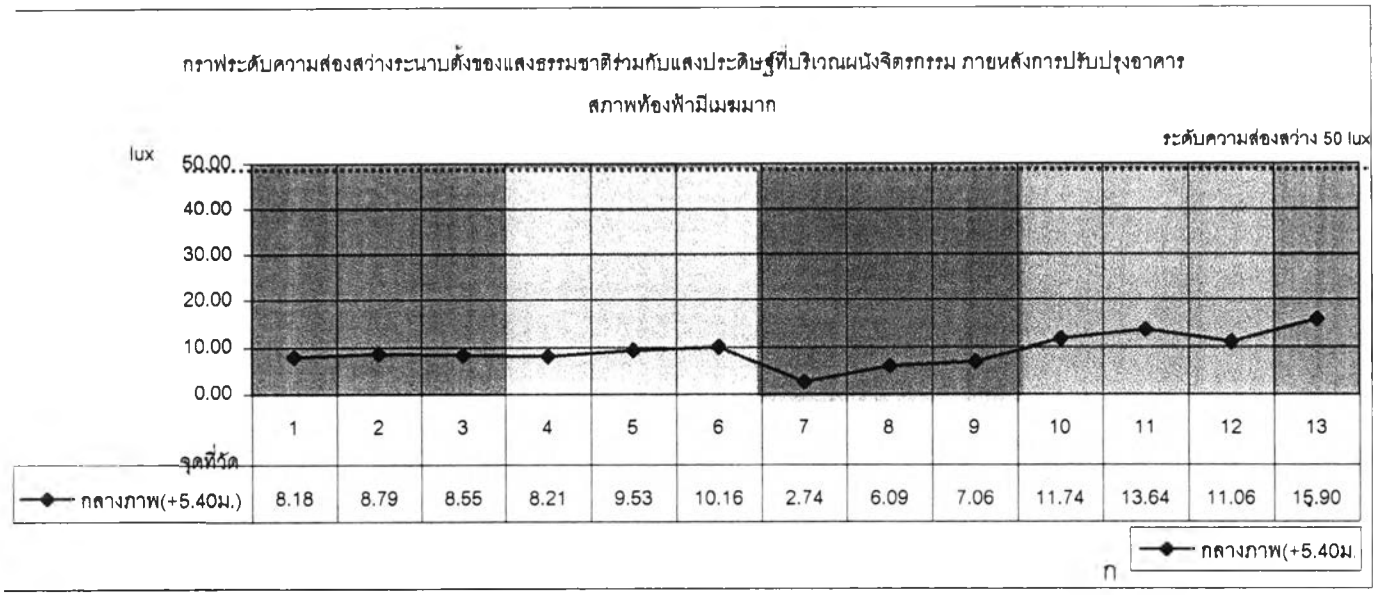


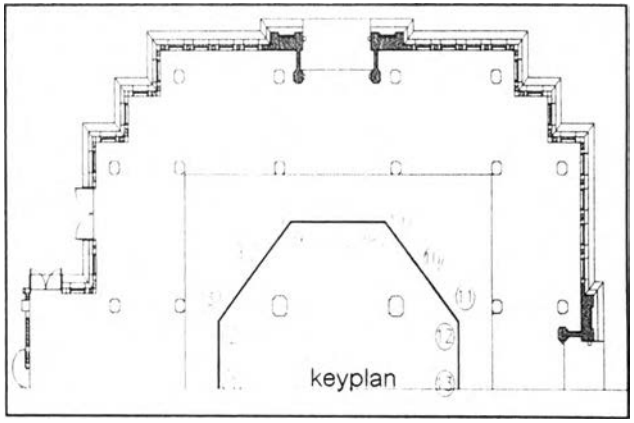


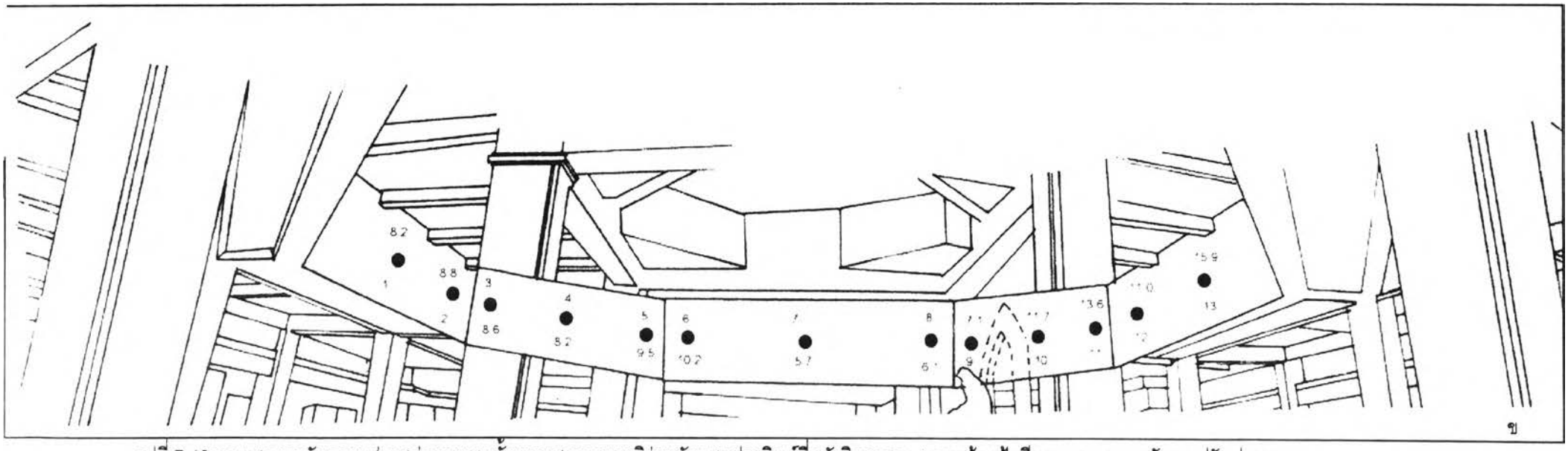
รูปที่ 7.39ก-ข แสดงระดับความสองสว่างระนาบตั้งของแสงประดิษฐ์ที่ผนังจิตรกรรม ที่ได้จากการสำรวจอาคาร

กราฟระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ที่บริเวณผนังจิตรกรรม ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

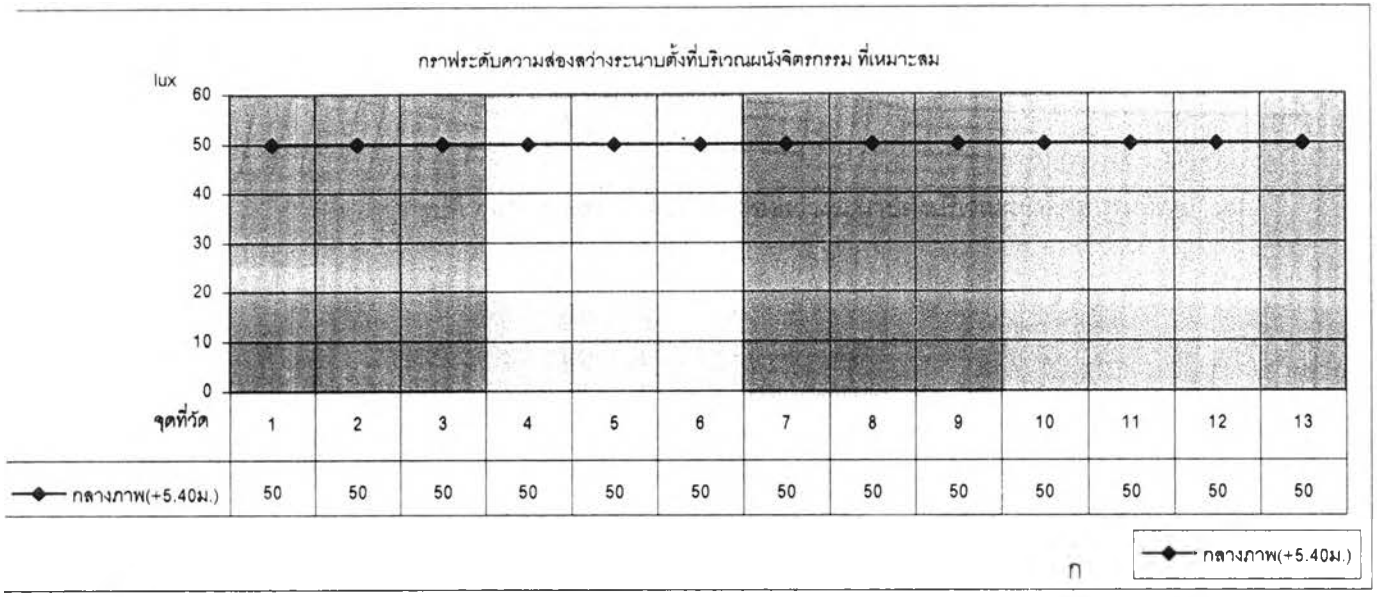
สภาพห้องฟ้ามีเมฆมาก

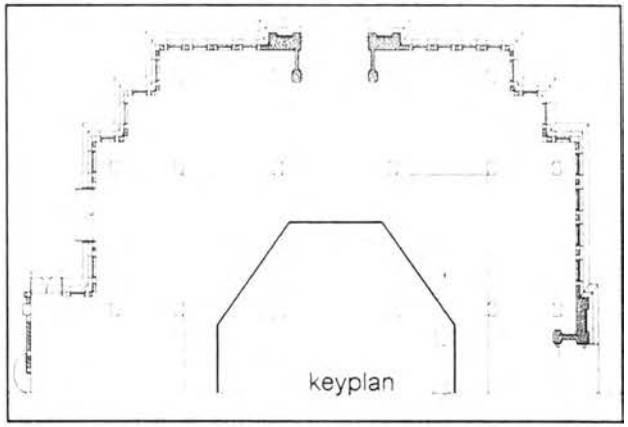


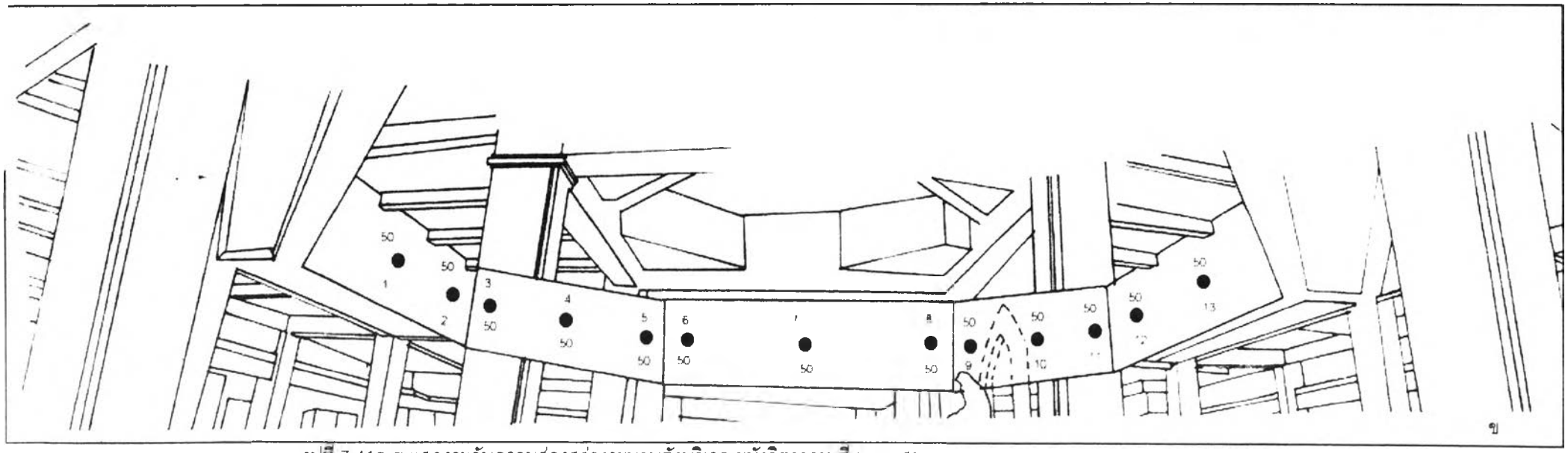




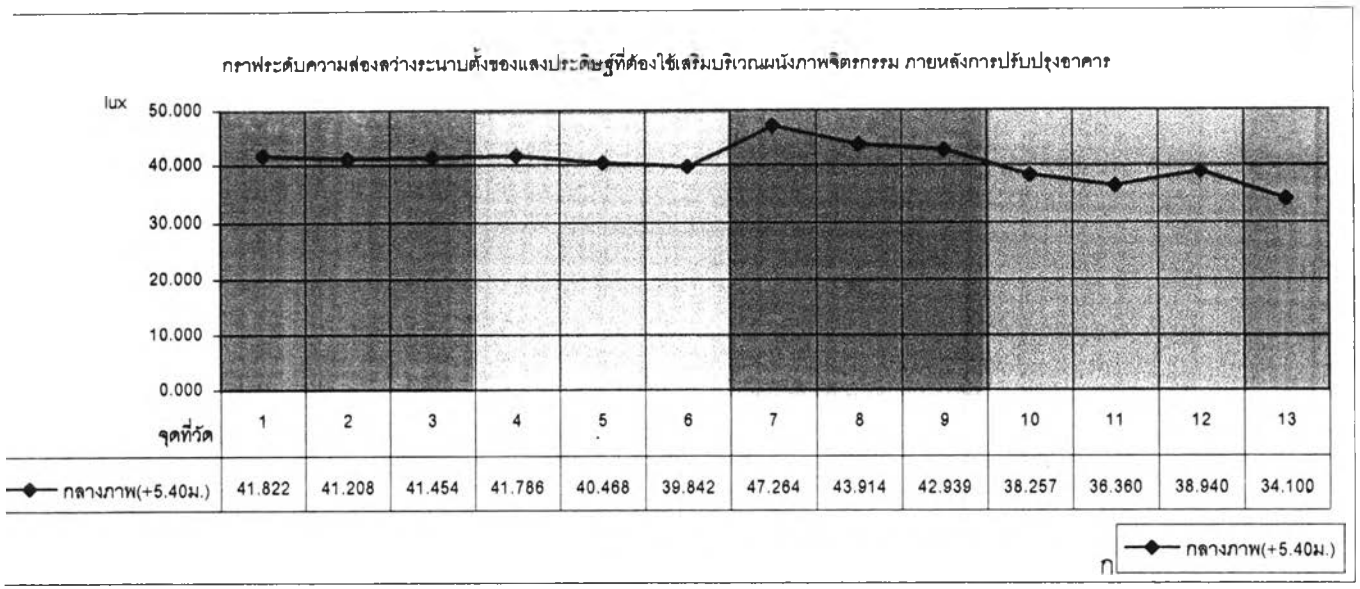
รูปที่ 7.40ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ที่ผนังจิตรกรรม สภาพห้องฟ้ามีเมฆมาก ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

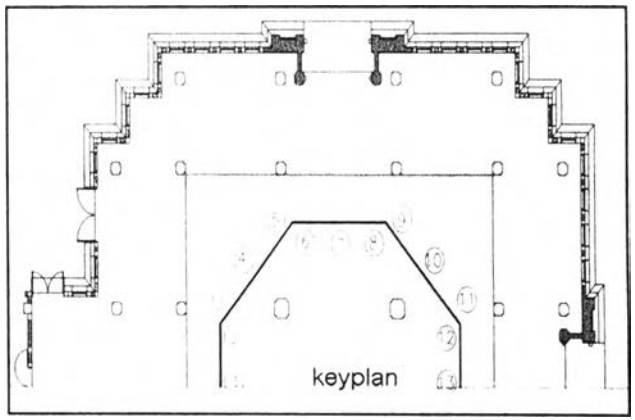


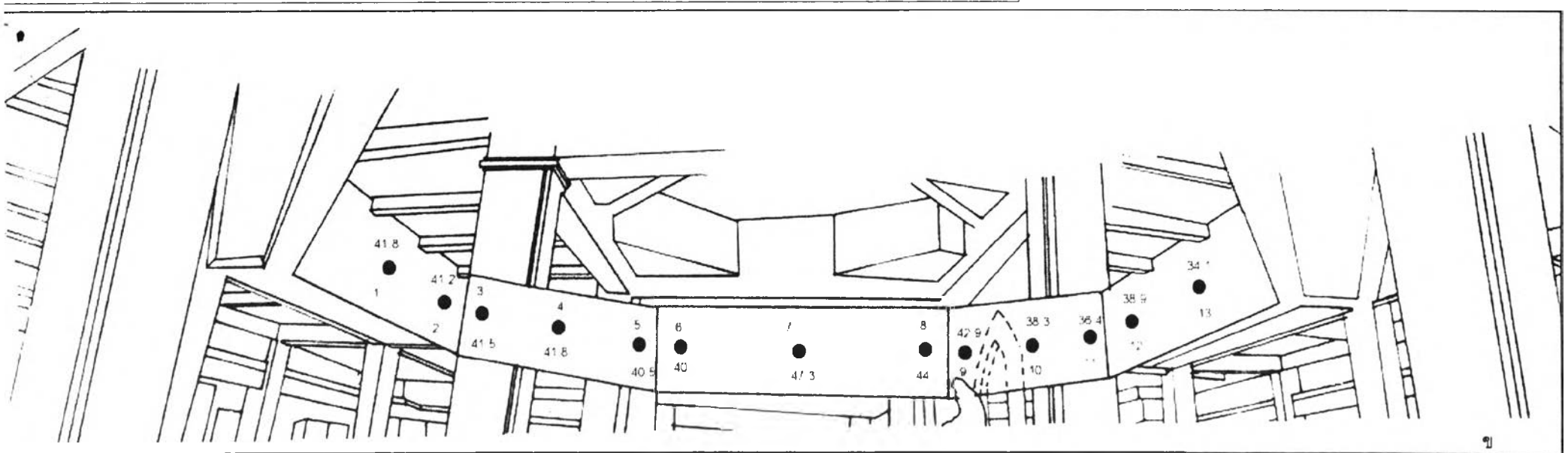




รูปที่ 7.41ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งบริเวณผนังจิตรกรรมที่เหมาะสม







รูปที่ 7.42ก-ข แสดงระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงประดิษฐ์ที่ต้องใช้เสริมบริเวณผนังจิตรกรรม ภายหลังการปรับปรุงอาคาร

จากวิธีการดังกล่าวสามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

ระดับความส่องสว่างภายในอาคารที่เกิดขึ้นภายหลังการปรับปรุงอาคาร (lux)

= DF * 42,042/100 ---------สมการที่ 1

ระดับความส่องสว่างจากสมการที่1 + ระดับความส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ (lux)

= ระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ภายหลังการ ปรับปรุงอาคาร (lux) ---------สมการที่ 2

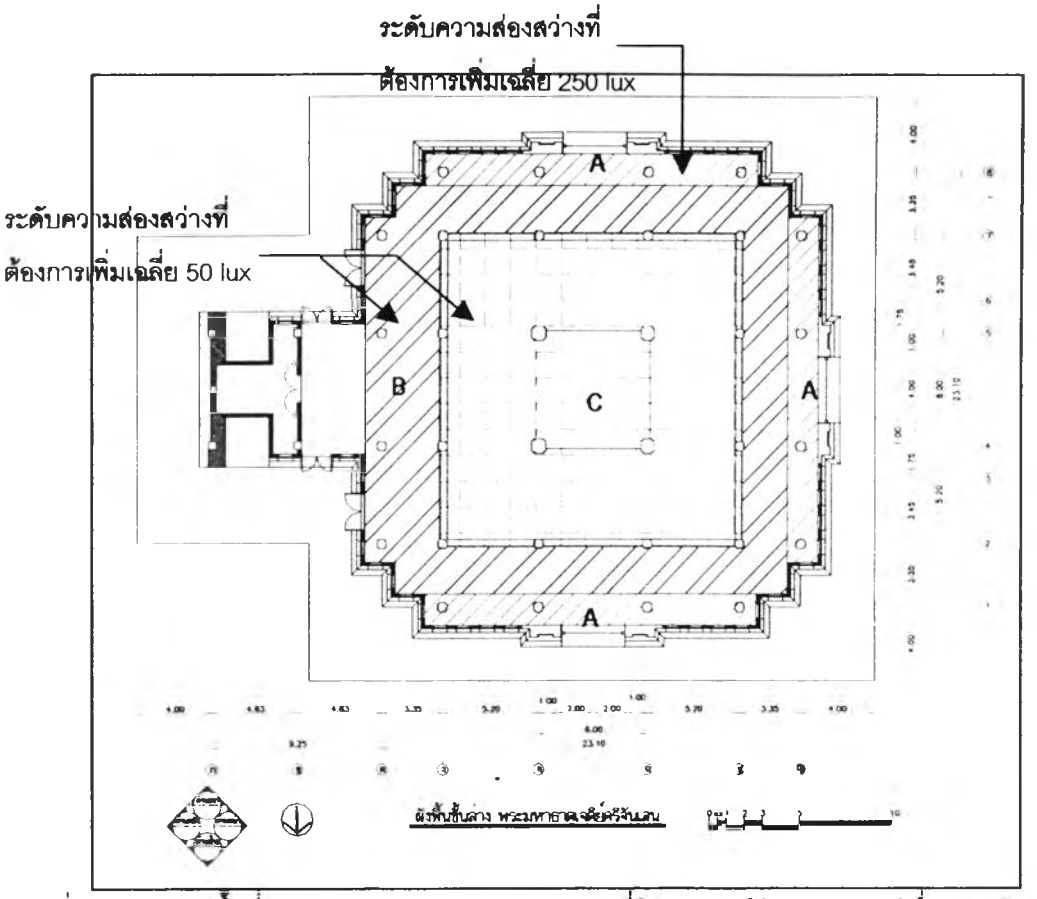
ระดับความส่องสว่างที่เหมาะสม – ระดับความส่องสว่างที่ได้จากสมการที่ 2 (lux)

= ระดับความส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ที่ต้องการใช้เสริม (lux) ---------สมการที่ 3

ใช้วิธีการเดียวกันในการหาระดับความส่องสว่างระนาบตั้งของแสงประดิษฐ์ที่ต้องใช้เสริมบริเวณผนังจัดแสดงงานและผนังจิตรกรรม ดังรูปที่ 7.33-7.42

จากรูป 7.32 –7.37 พบว่า ค่าระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ที่เกิดขึ้นภายหลังการปรับปรุงอาคาร มีทั้งที่มากกว่าและน้อยกว่าระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมในการจัดแสดงงาน ทำให้เมื่อนำค่าระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมในการจัดแสดงงานมาหักลบกับระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ มีทั้งค่าลบและค่าบวก แสดงว่า ในบริเวณที่มีค่าเป็นลบ ควรลดระดับความส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ในบริเวณนั้นที่มีอยู่เดิมให้น้อยลง และในบริเวณที่มีค่าเป็นบวก ควรเพิ่มระดับความส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ ให้มากขึ้นกว่าเดิม จึงจะทำให้บริเวณนั้นมีระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมกับการจัดแสดงงานได้ และจะพบว่า ในบริเวณโถงใกล้ทางเข้าอาคาร มีค่าระดับความส่องสว่างที่เกิน 300 lux แต่เนื่องจากในบริเวณนี้ จะต้องมีระดับความส่องสว่างที่ไม่แตกต่างกันมากกับระดับความส่องสว่างภายนอกอาคาร เพื่อทำให้ผู้เข้าชมใช้เวลาในการปรับสายตาน้อยที่สุด อีกทั้งไม่ได้ใช้เป็นส่วนจัดแสดง ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องควบคุมให้มีระดับความส่องสว่างไม่เกิน 300 lux

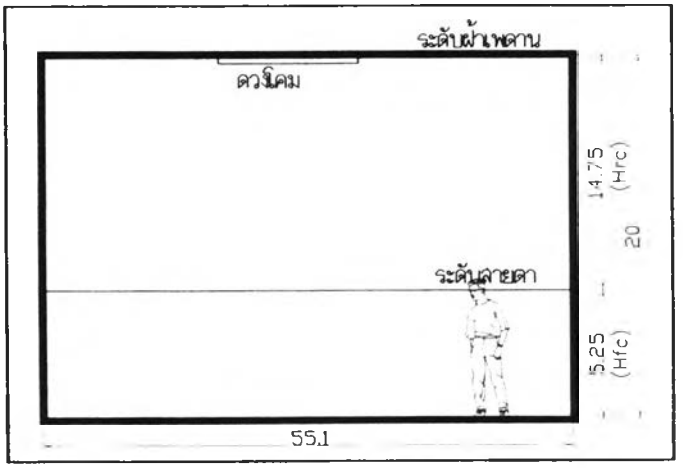
จากการหาค่าระดับความส่องสว่างระนาบนอนของแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพื่อใช้เสริมที่ได้ สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ส่วนหลักดังรูปที่ 7.42 ค จึงใช้สมการ Zonal cavity method หาจำนวนของหลอดไฟที่ต้องใช้เพิ่มโดยการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด 36 W ที่ให้ปริมาณแสง 2,600 ลูเมน/หลอด คู่กับโคมไฟที่มีกระจกฝ้าคลอบชนิดกึ่งกระจายแสงลง โดยมีส่วนกระจายแสงขึ้นสู่ฝ้าเพดาน 11.5% และกระจายแสงลงสู่พื้น 58.5% และใช้หลอดไฟ 2 หลอด/โคมดังนี้



รูปที่ 7.42 ค แสดงพื้นที่และระดับความส่องสว่างของบริเวณที่ต้องการการใช้แสงประดิษฐ์เพื่อช่วยเสริม

ตัวอย่างการหาจำนวนหลอดไฟของส่วน C

- พื้นที่กว้าง 16.8 x 16.8ม. หรือ 55.1 x 55.1 ฟุต รวมมีพื้นที่ทั้งหมด 282.24 ตารางเมตรหรือ 3,036 ตารางฟุต
- ฝ้าเพดานสูง 6.10 ม. หรือ 20 ฟุต
- ค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน (ρ_C) 72%
- ค่าการสะท้อนแสงของพื้น (ρ_F) 50%
- ค่าการสะท้อนแสงของผนัง (ρ_W) 72% แต่เนื่องจากมีผนังบางส่วนเป็นผนังจัดแสดงและรูปภาพจึงกำหนดให้ค่าการสะท้อนแสงของผนังเป็น 50 %
- ค่าระดับความส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ที่ต้องการใช้เสริมเฉลี่ย 50 lux หรือ 5 ฟุตแคนเดิล



รูปที่ 7.42ง แสดงรูปตัดส่วน C

จากสมการ

อัตราส่วนโพรงเพดาน(ceiling cavity ratio หรือ CCR) = 5Hcc(W+L)/W*L

อัตราส่วนตัวห้อง(room cavity ratio หรือ RCR) = 5Hrc(W+L)/W*L

อัตราส่วนใต้พื้นที่ใช้งาน(floor cavity ratio หรือ FCR) = 5Hfc(W+L)/W*L

ทำให้ได้ค่า

CCR = 5*0*(55.1+55.1)/55.1*55.1 = 0

RCR = 5*14.75*(55.1+55.1)/55.1*55.1 = 2.68

FCR = 5*5.25*(55.1+55.1)/55.1*55.1 = 0.95

จะได้ ค่าความสามารถในการสะท้อนแสงของพื้น (ρ_{FC}) เป็น 27%

ค่าความสามารถการสะท้อนแสงของเพดาน (ρ_{CC}) เป็น 70%

ทำให้ได้ค่าองค์ประกอบที่มีผลทำให้ค่าระดับความส่องสว่างเปลี่ยนไป(CU) เป็น

CU = 0.50*1.037(ตัวประกอบแก้เนื่องจากค่าρ_{FC} เกิน20%) = 0.52

เนื่องจากภายในอาคารพิพิธภัณฑ์มีฝุ่นผงและความสกปรกน้อยประกอบกับมีการทำความสะอาดบ่อยครั้ง จึงกำหนดให้ค่าความเสื่อมจากความสกปรกของดวงโคม(LLD)เป็น 0.65 นำมาเข้าสมการ

ระดับความส่องสว่างที่ต้องการ(ฟุตแคนเดิล) = ปริมาณแสงทั้งหมดที่ต้องการ * LLD*CU/พื้นที่ห้อง

5 = ปริมาณแสงทั้งหมดที่ต้องการ(ลูเมน) * 0.65*0.52/3036

ปริมาณแสงทั้งหมดที่ต้องการ(ลูเมน) = 44,647.1 ลูเมน

จะได้ 44,647.1/(2,600*2) = 8.59 โคม หรือประมาณ 9 โคม

ในส่วน A และ B ก็กระทำด้วยวิธีการเดียวกัน จะได้จำนวนดวงโคมที่ต้องใช้เพิ่มดังนี้

ส่วน A ต้องการดวงโคมเพิ่มทั้งหมด 24 ดวงโคม

ส่วน B ต้องการดวงโคมเพิ่มทั้งหมด 10 ดวงโคม (คิดจากระดับพื้นที่ใช้งาน 0.85 ม.)

ดังนั้น ภายในส่วนจัดแสดงงานจะต้องใช้จำนวนดวงโคมทั้งหมด 43 ดวงโคมเพื่อให้ได้ระดับความส่องสว่างระนาบนอนที่เหมาะสม

7.8 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเรื่อง " contrast "

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสำรวจอาคารเรื่อง contrast ของบริเวณวัตถุที่จัดแสดง และพบว่า ค่าการสะท้อนแสงของวัตถุกับผนังที่ติดกัน มีค่าการสะท้อนแสงใกล้กันมากไม่ถึง 3:1 ดังนั้น วิธีการในการปรับปรุงในเรื่องของ contrast โดยการใช้อัตราส่วนของ วัตถุ : บริเวณที่ติดกัน : บริเวณรอบๆที่ไกลออกไป เป็น 10:3:1 จึงทำได้ 2 แนวทางคือ

1. การแก้ไขค่าการสะท้อนแสงของบริเวณรอบๆ หรือที่ติดกัน โดยไม่เปลี่ยนแปลงค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ

2. การแก้ไขค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ สำหรับในกรณีนี้สามารถทำได้ 2 แนวทางย่อย คือ

2.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นของรูปภาพ เนื่องจากตัวพื้นรูป หรือฉากหลังของรูปภาพที่มีอยู่ในอาคารส่วนใหญ่เป็นสีดำ ทำให้เกิดความแตกต่างกันของสีระหว่างรูปภาพ และผนังที่ใช้ติดรูปภาพซึ่งมีสีเทา และสีน้ำเงิน

2.2 ปรับปรุงโดยการทำกรอบที่มีค่าการสะท้อนมากกว่า เช่น นำกระดาษ หรือผ้ามารองพื้นรูปภาพ เพื่อให้เกิดความแตกต่าง

1 การแก้ไขค่าการสะท้อนแสงของบริเวณรอบๆ หรือที่ติดกันโดยไม่เปลี่ยนแปลงค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ

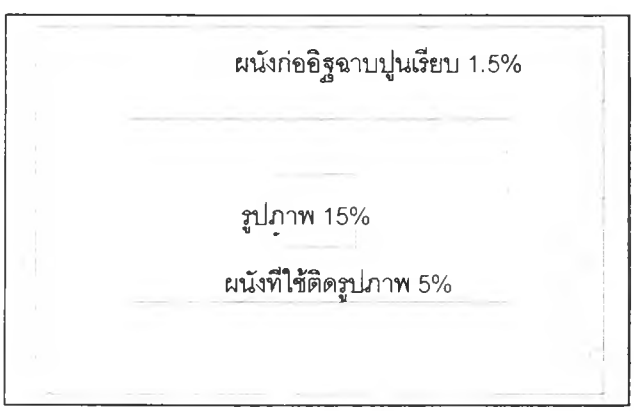
1.1 จากค่าการสะท้อนของวัตถุ คือรูปภาพมีค่าการสะท้อน 15% ถึงเป็น X

1.2 ผนังที่ใช้ในการติดรูปภาพควรจะมีค่าการสะท้อนเป็น X/3 ดังนั้นผนังจึงควรมีค่าการสะท้อน 15/3 = 5%

1.3 บริเวณที่ไกลออกไป ซึ่งคือก่ออิฐฉาบปูนเรียบที่ใช้สำหรับติดผนังที่ใช้ติดรูปภาพอีกทีหนึ่ง ควรจะมีค่าการสะท้อนเป็น X/10 ดังนั้น ผนังก่ออิฐฉาบปูนควรมีค่าการสะท้อน 1.5% ซึ่งสามารถสรุปผลได้เป็นตารางดังนี้

วัสดุ	ค่าการสะท้อนเดิม (%)	ค่าการสะท้อนที่เหมาะสม (%)	หมายเหตุ
รูปภาพ	15	15	
ผนังที่ใช้ติดรูปภาพสีเทา	26.33	5	
ผนังก่ออิฐฉาบปูน	72	1.5	

ตารางที่ 7.8 แสดงการปรับปรุงค่าการสะท้อนของวัสดุที่ใช้ในการจัดแสดงโดยการเปลี่ยนแปลงค่าการสะท้อนของผนังที่ใช้ติดรูปภาพ



รูปที่ 7.43 แสดงค่าการสะท้อนที่ปรับปรุงโดยการแก้ไขค่าการสะท้อนของผนัง หรือบริเวณที่ติดกัน

จากตารางที่ 7.8 พบว่าหากยังคงใช้รูปภาพที่มีอยู่เดิมโดยไม่เปลี่ยนแปลง พบว่า วัสดุที่ใช้นำมาประกอบในการจัดแสดงจะต้องเป็นวัสดุที่ค่อนข้างมีสีดำ และจากตาราง วัสดุที่จะนำมาใช้นั้นค่อนข้างหายากมาก เนื่องจากค่าการสะท้อนของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงน้อยมาก อีกทั้งหากแก้ไขการสะท้อนแสงของผนังฉาบปูนเรียบทาสี คงจะเป็นเรื่องที่กระทำได้ยากและอาจก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องของคุณภาพ และปริมาณแสงได้ ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่เหมาะสม

2 การแก้ไขค่าการสะท้อนแสงของวัตถุโดยการเปลี่ยนแปลงพื้นของรูปภาพให้มีค่าการสะท้อนแสงมากขึ้น

ในกรณีนี้ จะไม่เปลี่ยนแปลงค่าการสะท้อนของผนังที่ติดรูปภาพ ดังนั้น จะพิจารณาได้ดังนี้

2.1 จากค่าการสะท้อนของผนังที่ติดรูปภาพเดิม 26.33% เป็น X/3

2.2 วัตถุที่จะนำมาติดต้องมีค่าเป็น X ดังนั้น จะต้องมีค่าการสะท้อน

X/3 = 26.33%

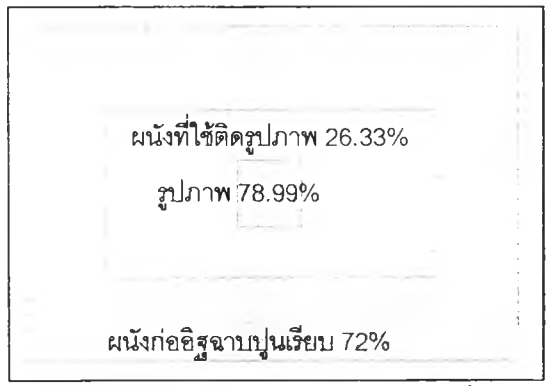
X = 26.33 * 3 = 78.99%

แสดงว่าพื้นหลังของรูปภาพควรจะเป็นวัสดุที่มีสีค่อนข้างสว่าง

พิจารณาผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบที่มีอยู่เดิม มีค่าการสะท้อนแสง 72% ซึ่งใกล้เคียงกับค่าการสะท้อนแสงของพื้นรูปภาพมาก ดังนั้น หากจะแก้ไขปรับปรุงด้วยวิธีนี้จะต้อง เพิ่มการใช้แสงเพื่อส่องเน้นวัตถุ เพื่อให้เกิดความสว่างที่มากกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ(ดูรูปที่ 7.44ก)

วัสดุ	ค่าการสะท้อนเดิม (%)	ค่าการสะท้อนที่ใหม่ (%)	หมายเหตุ
รูปภาพ	15	78.99	
ผนังที่ใช้ติดรูปภาพสีเทา	26.33	26.33	
ผนังที่ใช้ติดรูปภาพสีน้ำเงิน	16.76	16.76	
ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ	72	72	

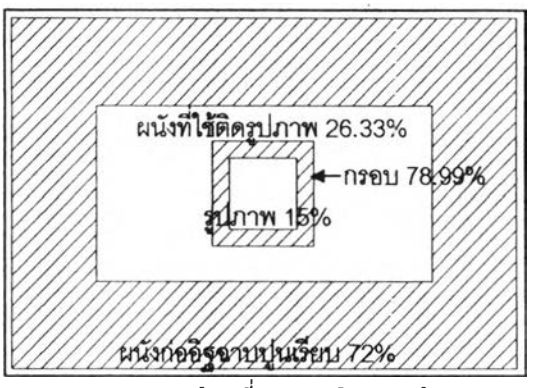
ตารางที่ 7.9 แสดงการปรับปรุงค่าการสะท้อนของวัสดุที่ใช้ในการจัดแสดงโดยการปรับปรุงค่าการสะท้อนของพื้นหรือฉากหลังของรูปภาพ



รูปที่ 7.44ก แสดงค่าการสะท้อนที่ปรับปรุงโดยการแก้ไขพื้นหรือฉากหลังของรูปภาพ

3. การปรับปรุงโดยการทำกรอบที่มีค่าการสะท้อนมากกว่าเดิมโดยการทำกรอบกระดาษ หรือผ้ามารองพื้นรูปภาพเพื่อทำให้เกิดความแตกต่าง

การแก้ไขปรับปรุงด้วยวิธีนี้เหมือนกับการแก้ไขปรับปรุงค่าการสะท้อนของฉากหลังของรูปภาพแต่ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงฉากหลังใหม่ทั้งหมด(ดูรูปที่ 7.44ข) เพียงแต่นำผ้าหรือกระดาษที่มีค่าการสะท้อนใหม่ที่ได้จากการปรับปรุงค่าการสะท้อนของพื้น หรือฉากหลังของรูปภาพ มารองหลังรูปภาพให้มีกรอบยื่นออกมาพอสมควร จะทำให้เกิดความแตกต่างกันสามารถมองเห็นวัตถุได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 7.44ข แสดงค่าการสะท้อนที่ปรับปรุงโดยการทำกรอบของรูปภาพ

โดยสรุปแล้ววิธีการที่ 3 น่าจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถทำได้รวดเร็ว สะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด แต่ควรใช้ไฟส่องเน้นวัตถุให้มีความสว่างมากขึ้นด้วย เพราะผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบยังคงมีค่าการสะท้อนสูงใกล้เคียงกับกรอบของรูปภาพอยู่

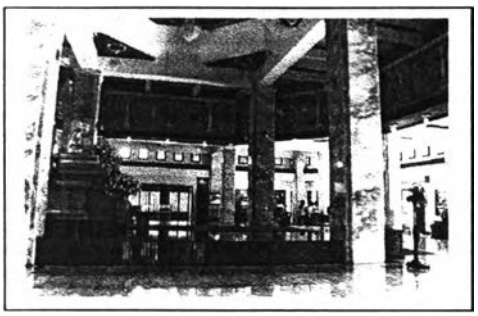
7.9 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงอาคารเรื่อง "การใช้แสงประดิษฐ์"

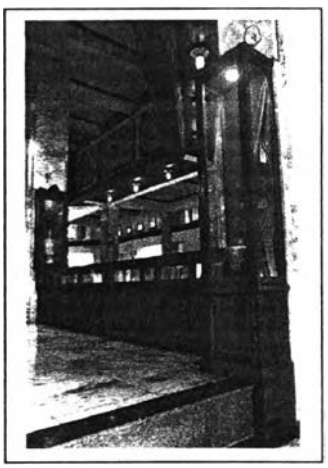
จากการสำรวจอาคารพบว่า แสงประดิษฐ์ที่ใช้ภายในอาคารถูกใช้เพื่อให้แสงสว่าง และการตกแต่งประดับประดา และหากแบ่งแยกตามหน้าที่การใช้งานแล้วพบว่า สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ประเภทที่ให้แสงสว่างทั่วๆไป เพื่อใช้ในการมองเห็น
2. ประเภทที่ให้ความสว่างบริเวณวัตถุ เพื่อทำให้เกิดความน่าสนใจ

1. <u>ประเภทที่ให้แสงสว่างทั่วๆไป เพื่อใช้ในการมองเห็น</u>

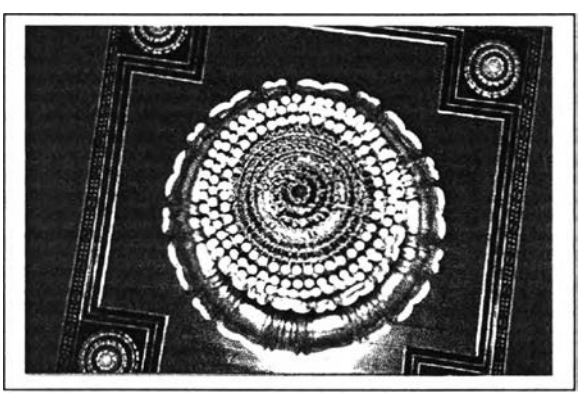
จากการสำรวจชนิดของหลอดไฟ และโคมไฟที่ใช้ในส่วนนี้ได้มีการคำนึงถึงปริมาณรังสีUV ที่จะเกิดขึ้นจากหลอดไฟ โดยส่วนใหญ่ได้มีการใช้ โคมไฟระย้า ใช้ควบคู่กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ ซึ่งเป็นหลอดไฟที่ให้ปริมาณรังสีUVน้อย แต่ให้รังสีInfraredสูง แต่ด้วยเหตุที่ตัวโคมไฟติดตั้งที่ฝ้าเพดาน จึงมีระยะที่ห่างจากวัตถุมากพอสมควร ดังนั้น ในเรื่องของระดับรังสี Infrared จึงไม่เป็นปัญหา แต่ด้วยลักษณะของโคมไฟระย้า จึงทำให้ลักษณะการกระจายแสงกระจัดกระจายทั่วทุกทิศทางภายในอาคาร อีกทั้งตำแหน่งที่ติดตั้งโคม และหลอดไฟถูกกำหนดให้เข้ากับการตกแต่งภายใน ซึ่งได้มีการติดตั้งอยู่ทั่วฝ้าเพดานบริเวณส่วนกลางอาคาร โดยไม่มีอุปกรณ์ช่วยในการปิดบังให้พ้นจากสายตา (ดูรูปที่ 7.45 ก – จ) ประกอบกับภายในอาคารตกแต่งด้วยคิ้วไม้ซึ่งมีค่าการสะท้อน 23.71% เมื่อวัดค่าความสว่าง (brightness) แล้วพบว่า ค่าความสว่างของไม้ที่ใช้ในการตกแต่งมีค่า 2.3 fL ในขณะที่ โคมไฟมีค่าความสว่าง 615.8 fL อัตราส่วนของทั้ง 2 บริเวณจึงเป็น 615.8 : 2.3 หรือ 267.74 : 1 เกิน 20 : 1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่าง ช่องแสง : ผนังหรือบริเวณที่ติดกับช่องแสง ที่เหมาะสม ดังนั้น จึงทำให้เกิดแสงบาดตาไปทั่วทั้งบริเวณ (ดูรูปที่ 7.45ค)



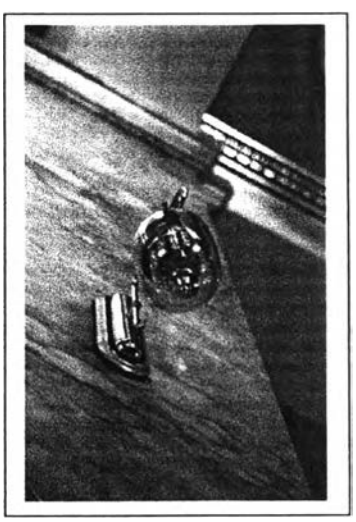


รูปที่ 7.45 ก รูปที่ 7.45 ข รูปที่ 7.45 ค

รูปที่ 7.45 ก - ค แสดงทัศนียภาพภายในส่วนจัดแสดงงาน ขณะเปิดใช้แสงประดิษฐ์



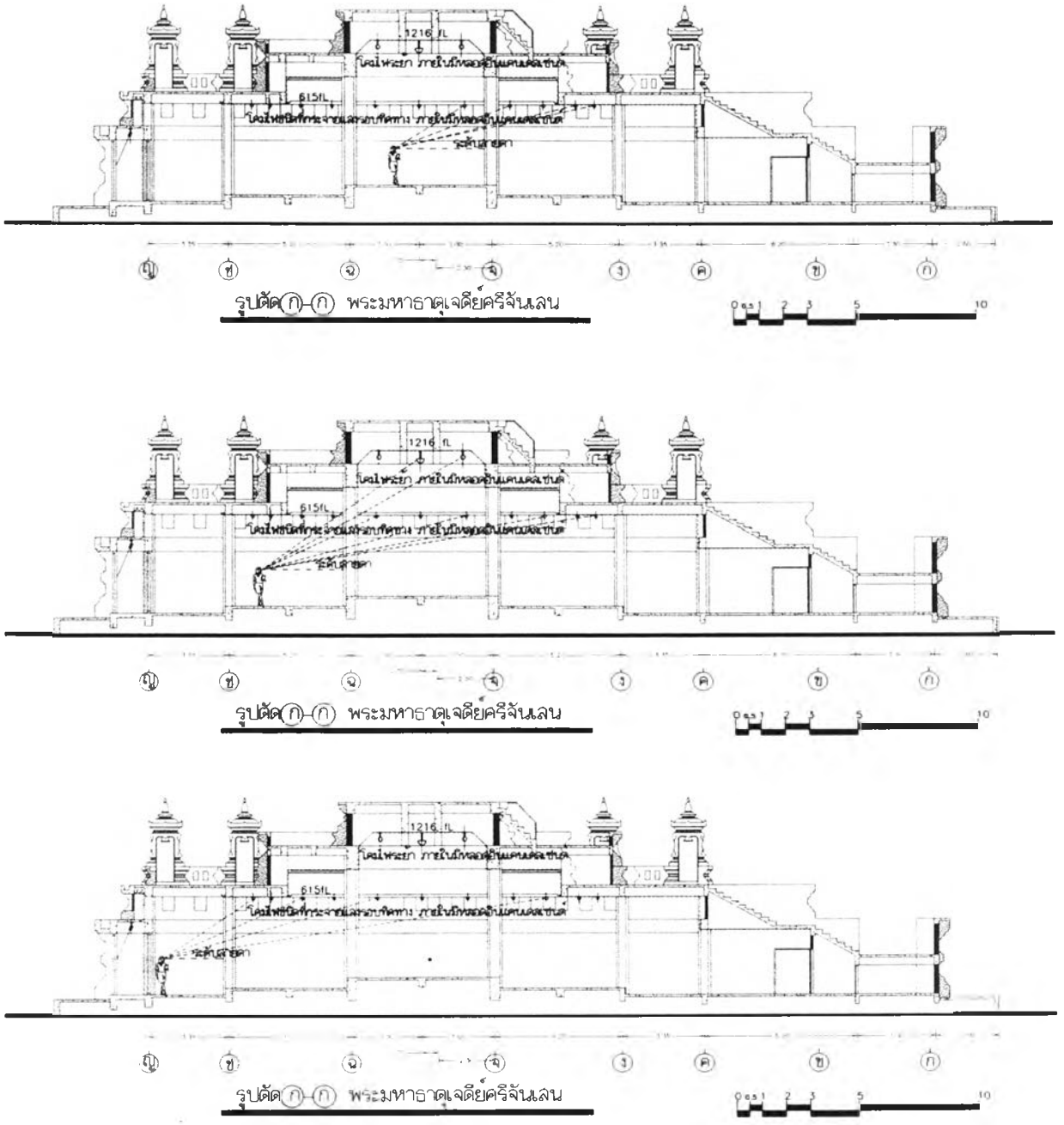
รูปที่ 7.45 ง แสดงลักษณะของโคมไฟระย้าที่ติดตั้งบริเวณกลางอาคารเหนือองค์พระ



รูปที่ 7.45 จ แสดงลักษณะของโคมไฟที่ติดตั้งอยู่ข้างเสาหินอ่อนภายในอาคาร

อีกทั้งหากพิจารณาตามมุมที่แหล่งกำเนิดแสงกระทำกับสายตาแล้วจะทำให้เกิดความไม่สบายตานั้น จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่แหล่งกำเนิดแสงกระทำกับสายตา กับค่าความสว่างที่จะทำให้เกิดความไม่สบายตาเป็นดังนี้

ที่มุม	45°	คนเราจะทนความสว่างได้	750 fL
ที่มุม	35°	คนเราจะทนความสว่างได้	535 fL
ที่มุม	25°	คนเราจะทนความสว่างได้	375 fL
ที่มุม	15°	คนเราจะทนความสว่างได้	250 fL
ที่มุม	5°	คนเราจะทนความสว่างได้	170 fL



รูปที่ 7.46 แสดงมุมที่ดวงโคมกระทำกับระดับสายตาในตำแหน่งต่างๆภายในส่วนจัดแสดงงาน

จากรูปที่ 7.46 จะพบว่า ไม่ว่าจะยืนที่บริเวณใดของอาคาร แสงจากแหล่งกำเนิดก็สามารถทำให้เกิดความไม่สบายตาได้และการที่แหล่งกำเนิดแสงไม่ได้ถูกปิดบังจากสายตานี้มีผลไปยังตู้จัดแสดงด้วย เนื่องจากมีผลทำให้เกิดแสงบาดตา จากตัวแหล่งกำเนิดแสงที่กระจกของตู้จัดแสดง และ รูปภาพที่ผนังจัดแสดงด้วย และเราสามารถทำการแก้ไขได้โดย

1) การปิดบังแหล่งกำเนิดแสงให้พ้นจากสายตา อาจจะเป็นการใช้คิ้ว บัว ผนัง ก็ได้
2) การทำให้ผนัง หรือส่วนที่ติดกับแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์มีค่าการสะท้อนสูงขึ้น ซึ่งหาได้จากสมการ

$$L = E * \rho$$

โดย L = ค่าความสว่าง (ฟุตแลมเบิร์ต)

E = ค่าระดับความสว่าง (ฟุตแคนเดิล)

ρ = ค่าการสะท้อนของวัสดุ

ดังนั้นจาก

$2.3 = E * 23.71$

$E = 0.1$ ฟุตแคนเดิล

$0.10 * \rho = 267.74/20$

$\therefore \rho = 133.9\%$

จากค่าการสะท้อนดังกล่าว วัสดุที่มีค่า 133.9% ไม่สามารถหาได้ ดังนั้นจะต้องใช้วิธีการลดค่าความสว่างของโคมไฟลง เพื่อให้เกิดความต่างกันน้อยลง และเพิ่มจำนวนหลอดไฟให้มากขึ้นหากต้องการให้ระดับความสว่างเท่าเดิม

2. <u>ประเภทที่ให้ความสว่างที่บริเวณวัตถุ เพื่อทำให้เกิดความน่าสนใจ</u>

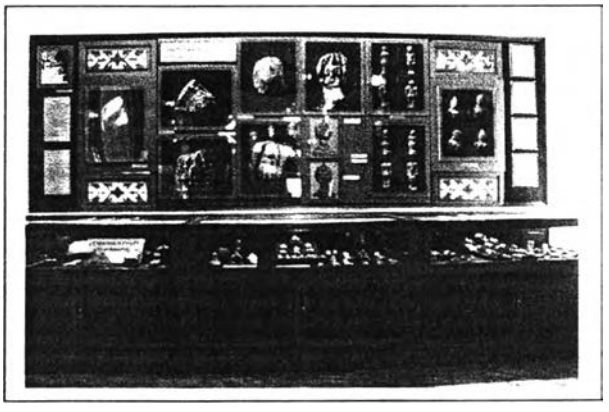
ในส่วนนี้เนื่องจากการจัดแสดงภายในอาคารมีการจัดแสดง 2 ประเภทคือ

2.1 จัดแสดงภาพที่ผนัง

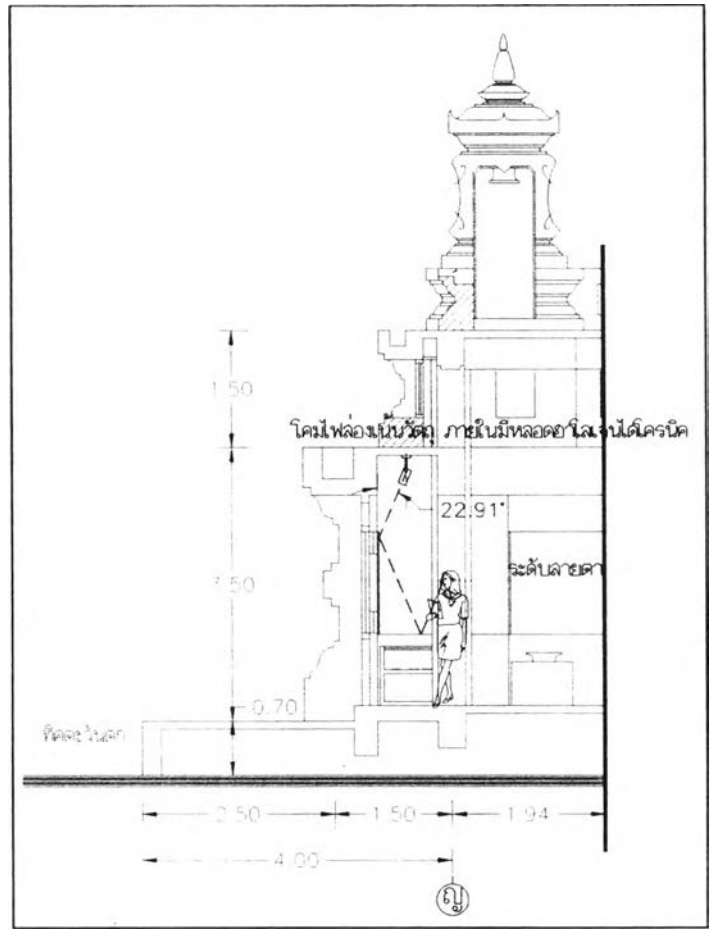
2.2 จัดแสดงวัตถุที่อยู่ในตู้จัดแสดง

2.1 การจัดแสดงภาพที่ผนัง

จากการสำรวจตำแหน่ง และชนิดของหลอดไฟรวมถึงโคมไฟที่ใช้ในส่วนนี้ ซึ่งเป็นส่วนที่จัดวางไว้ในตำแหน่งติดกับฝ้าเพดานซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ หากยืนอยู่ในตำแหน่งที่ต้องจ้องมองวัตถุ หรือรูปภาพที่จัดแสดง และหากพิจารณาถึงมุมของแสงที่กระทำกับรูปภาพแล้ว จะพบว่า ไม่เกิน 30 องศา ซึ่งเป็นองศาที่ไม่ทำให้เกิดแสงบาดตา(Thomson,1978:34) แต่อย่างไรก็ตามการที่โคมไฟส่องตรงไปยังรูปภาพโดยตรง อีกทั้งได้มีการใช้แผ่นอะคริลิกใสปิดทับรูปภาพอีกทีหนึ่งจึงทำให้เกิดการสะท้อนแสงจากตัวแหล่งกำเนิดแสง ทำให้เกิดแสงบาดตาที่บริเวณรูปภาพลามไปถึงตู้กระจกที่ติดตั้งในบริเวณเดียวกับผนังจัดแสดงด้วย(ดูรูปที่7.47-7.48)



รูปที่ 7.47 แสดงการเกิดแสงบาดตาอันเกิดจากไฟประดิษฐ์

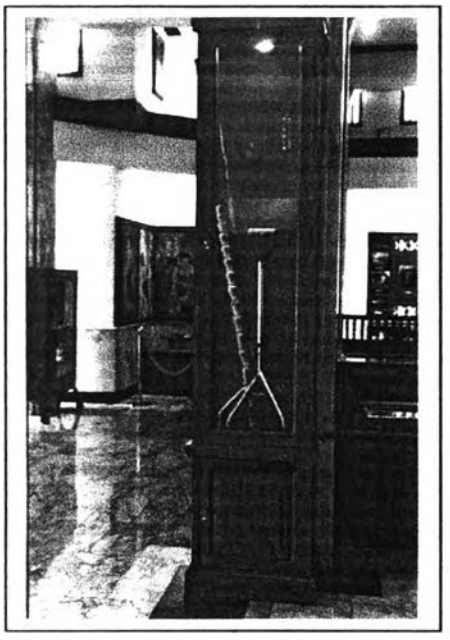


รูปที่ 7.48 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งโคมไฟเพื่อส่องเน้นวัตถุที่จัดแสดงที่ผนัง

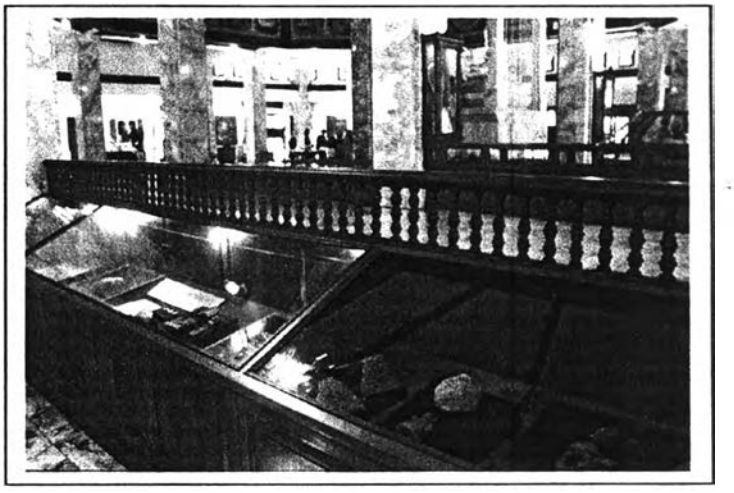
ดังนั้น แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงการเกิดแสงบาดตาอันเกิดจากหลอดไฟคือไม่นำพลาสติกใส วัสดุที่มีลักษณะเรียบมันมาติดบนรูปภาพหรือวัตถุที่จัดแสดงและในกรณีที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จะต้องใช้กระจกใสที่มีคุณสมบัติที่ไม่ทำให้เกิดการสะท้อน

2.2 การจัดแสดงวัตถุที่อยู่ในตู้จัดแสดง

ตู้จัดแสดงที่ใช้ภายในอาคารมี 2 ลักษณะ คือ ตู้จัดแสดงทางตั้ง และ ตู้จัดแสดงแนวนอน และหลอดไฟที่ใช้ภายในตู้จัดแสดงทั้ง 2 ลักษณะนี้ คือ หลอดอินแคนเดสเซนต์ โดย ตำแหน่งที่จัดวางเป็นตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้ในขณะจ้องมองวัตถุทำให้เกิดแสงบาดตา (ดูรูปที่ 7.50 – 7.51)



รูปที่ 7.49 แสดงแสงบาดตาที่เกิดจากหลอดไฟที่ติดตั้งภายในตู้จัดแสดงทางตั้ง



รูปที่ 7.50 แสดงแสงบาดตาที่เกิดจากหลอดไฟที่ติดตั้งภายในตู้จัดแสดงแนวนอน

ดังนั้น แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงคือ ควรหาอุปกรณ์มาช่วยในการปิดบังแหล่งกำเนิดแสง หรือหากมีการเปลี่ยนตู้จัดแสดงครั้งต่อไปควรเลือกลักษณะที่มีการออกแบบไว้เพื่อติดตั้งฟลอดไฟให้พ้นจากสายตา รวมถึงมีการเตรียมช่องไว้ระบายความร้อนอันเกิดจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ด้วย และการใช้กระจกที่ไม่ทำให้เกิดการสะท้อนจากแหล่งกำเนิดแสงด้วย

7.10 ข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบอาคารพิพิธภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายกันกับพิพิธภัณฑ์จันเสน

จากการวิเคราะห์ปัญหาและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ทำให้สามารถสรุปเป็นแนวทางเพื่อใช้สำหรับการออกแบบหรือปรับปรุงอาคารพิพิธภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้ดังต่อไปนี้

1 ผนังภายนอกอาคารที่มีลักษณะของการย่อมุมหรือการตกแต่งลวดลาย จะสามารถลดระดับรังสีUV โดยแสงที่เข้าสู่ภายในอาคารจะผ่านการสะท้อนกับผนังดังกล่าวก่อน ทำให้เกิดเป็นแสงแบบ indirect light อีกทั้งยังมีผลทำให้แสงสามารถส่องเข้าสู่ภายในอาคารได้ลึกมากขึ้น ประกอบกับช่วยลดโอกาสการเกิดแสงแดด ซึ่งเป็นการช่วยลดระดับรังสีInfrared ได้อีกด้วย หากออกแบบให้ส่วนย่อมุมนั้นมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์

2 การใช้อกเลาเพื่อตกแต่งอาคาร มีผลทำให้ระดับความส่องสว่างภายในอาคารน้อยลงและหากทำการออกแบบให้ลักษณะของอกเลามีความหนาและมีความเอียงที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ลักษณะคล้ายอุปกรณ์กันแดดที่มีใช้กันอยู่ในอาคารปัจจุบัน ก็จะทำให้สามารถลดโอกาสการเกิดแสงแดดส่องเข้าสู่อาคารและลดโอกาสการเกิดอัตราส่วนของระดับความสว่างของช่องแสงนั้นต่อผนังที่ติดกันที่ไม่เหมาะสมได้

3 การตกแต่งภายในด้วยวัสดุที่มีความหลากหลายของสีมากจนเกินไป ทำให้ลดความน่าสนใจของวัตถุที่จัดแสดงงาน ดังเช่นอาคารพิพิธภัณฑ์จันเสน จะพบว่าภายในอาคาร มีการตกแต่งด้วยวัสดุหลายชนิดเช่น คิ้ว

ไม้ที่มีสีน้ำตาลเข้ม ประดูสีแดง ผนังหินอ่อนสีเทา เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับผนังทั่วไปที่มีสีขาวควันบุหรี่ และผนังบอร์ดที่ใช้ติดรูปภาพที่สีน้ำเงินเข้มและสีเทา จะพบว่า มีสีหลากหลายมาก ทำให้ความน่าสนใจของรูปภาพลดน้อยลง อีกทั้งหากพิจารณาที่ระดับความสว่างก็จะพบว่า บริเวณคิ้วไม้ต่างๆมีระดับความสว่างที่น้อยมากในขณะที่บริเวณช่องแสงมีระดับความสว่างสูง อาจมีผลทำให้เกิดอัตราส่วนของระดับความสว่างที่มากที่สุดต่อน้อยที่สุดภายในมุมมองไม่เหมาะสมได้ ดังนั้นในการออกแบบอาคารพิพิธภัณฑ์ครั้งต่อไป ควรใช้วัสดุที่มีความหลากหลายให้น้อยที่สุด เพื่อไม่ทำให้ความน่าสนใจของวัตถุลดน้อยลงและไม่เกิดอัตราส่วนของระดับความสว่างที่ไม่เหมาะสม

4 การใช้วัสดุที่มีความมันวาว ไม่ว่าจะเป็นหินอ่อน พลาสติกใส มีผลทำให้เกิดแสงบาดตาได้ ดังนั้น จึงควรหลีกเลี่ยง

5 ช่องแสงด้านข้าง มีผลทำให้เกิดความไม่สบายตา จึงควรหลีกเลี่ยง แต่หากมีความต้องการให้มีการใช้ช่องแสงด้านข้าง ควรจัดหาผนังปิดบังสายตา เพื่อไม่ให้ผู้เข้าชมมองเห็นแหล่งกำเนิดแสง และหากช่องแสงนั้นเป็นช่องแสงด้านข้างที่อยู่เหนือระดับสายตา ดังเช่นพิพิธภัณฑ์จันเสน ควรออกแบบให้ส่วนนั้นมีความสูงของฝ้าเพดานที่มากพอและสัมพันธ์กันกับผนังปิดบังสายตา เพื่อไม่ทำให้ผู้เข้าชมรู้สึกอึดอัด ในขณะเดียวกัน เรายังสามารถใช้ผนังปิดบังสายตานี้เป็นส่วนจัดแสดงภาพต่างๆได้อีกด้วย

6 ผนังที่ใช้ปิดบังสายตาบริเวณช่องแสงเหนือระดับสายตา ควรจะเป็นส่วนที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ดังนั้น จึงควรออกแบบให้มีน้ำหนักเบาและจุดยึดที่ใช้ในการติดตั้ง ควรเป็นจุดยึดที่สามารถถอดตัวผนังดังกล่าวลงมาทำความสะอาดได้สะดวก

7 การออกแบบประตูทางเข้าอาคารหลายทิศทาง มีผลทำให้เกิดความไม่สบายตาอันเนื่องมาจากแสงที่เข้ามาจากทางประตู จึงควรจัดทำห้องหรือส่วนที่ช่วยลดปริมาณแสงและไม่ทำให้ผู้เข้าชมมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้

8 ควรจัดทำโถงใกล้ประตูทางเข้า-ออกเพื่อให้ผู้เข้าชมมีช่วงเวลาในการปรับสายตา โดยในส่วนโถงนั้น ควรจัดให้มีกิจกรรมต่างๆ เช่น จัดให้เป็นส่วนที่ใช้ลงทะเบียน ติดต่อประชาสัมพันธ์ ก่อนเข้าสู่ส่วนจัดแสดงงานและหลังจากที่เข้าชมส่วนจัดแสดงงานแล้ว ก็จัดให้เป็นส่วนขายของที่ระลึก หรือส่วนบริจาคเงินเพื่อใช้สำหรับบำรุง ซ่อมแซมอาคารที่บริเวณโถงก่อนออกสู่ภายนอกอาคารได้

9 การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารพิพิธภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด ควรจะเป็นแสงจากทางด้านบน และผู้เข้าชมจะต้องมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง และจะต้องให้แสงผ่านการสะท้อนอย่างน้อย 2 ครั้ง

10 การใช้แสงประดิษฐ์ภายในอาคารพิพิธภัณฑ์ที่ดี จะต้องสามารถเพิ่ม-ลดระดับแสงได้ทันทีในกรณีที่มีการใช้ร่วมกับแสงธรรมชาติ ซึ่งเป็นแสงที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และจะต้องพิจารณาถึงระดับรังสีUV และรังสีInfrared อันเนื่องมาจากหลอดไฟด้วย เราอาจใช้ระบบ Fiber optic ซึ่งเป็นระบบที่มีผลทำให้ระดับรังสีUVและรังสีInfrared น้อยมากในบริเวณวัตถุ