



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่สาธารณะ บริเวณชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร
และชั้นชานชาลาของสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย
Lighting design in public area on concourse and platform level
of Mass Rapid Transit Authority of Thailand station

นางสาวลานนา สายจักร
นายเศรษฐภักดิ์ วรุตม์พงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่สาธารณะ บริเวณชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร
และชั้นชานชาลาของสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย

Lighting design in public area on concourse and platform level
of Mass Rapid Transit Authority of Thailand station

นางสาวลานนา สายจักร์

นายเศรษฐภัฏก์ วรุตม์พงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่สาธารณะบริเวณชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารและชั้นชานชาลาของสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวลานนา สายาจักร์

นายเศรษฐ์ภักดิ์ วรุตม์พงศ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.วรวรรณ นาคะวิโร

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายสรวัฒน์ คร่ำกระโทก

สถานประกอบการ บริษัท ช.การช่าง จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจฉบับนี้นำเสนอการออกแบบระบบแสงสว่างและระบบไฟฟ้าภายในสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารและชั้นชานชาลาในพื้นที่สาธารณะ โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม การออกแบบระบบแสงสว่างให้เป็นไปตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง โดยใช้โปรแกรม DIALux evo 8.0 เพื่อจำลองค่าความสว่างและใช้โปรแกรม Auto CAD 2018 เพื่อเขียนแบบแปลน การออกแบบระบบไฟฟ้าใช้หลอดไฟ 2 ชนิด คือหลอด L-1 และ L9-2 วางตามแบบแปลนผ้าเพื่อจำลองค่าความส่องสว่างตามบริเวณที่กำหนดในข้อตกลงของผู้ว่าจ้างและแบ่งวงจรการเปิดปิดระบบแสงสว่างออกเป็น 4 วงจร คือ 100% 75% 50% และ 25% ของระบบแสงสว่างที่ติดตั้งภายในสถานี โดยวงจรแสงสว่าง 100% เป็นวงจรแสงสว่างที่ใช้งานปกติ วงจรแสงสว่าง 75% และ 50% เป็นวงจรแสงสว่างใช้เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในกรณีที่มีผู้ใช้บริการในสถานีน้อย และวงจรแสงสว่าง 25% เป็นวงจรแสงสว่างฉุกเฉิน จากนั้นทำการออกแบบวงจรไฟฟ้าให้สอดคล้องตามมาตรฐานการออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

คำสำคัญ : การออกแบบระบบแสงสว่าง, การออกแบบระบบไฟฟ้า, โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม

Cooperative Title: Lighting design is public area on concourse and platform level of Mass Rapid Transit Authority of Thailand station

Student intern name: Ms.Lanna Sayajuk

Mr.Sesthapak Varutphong

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor name: Asst.Prof.Dr.Worawat Nakawiro

Mentor name: Mr.Sorrawat Kramkrathok

Company: Ch. Karnchang public company limited

Abstract

This report present the lighting design and the electrical design of the Mass Rapid Transit Authority of Thailand station, MRT Orange line project, in concourse and platform level for public areas. The DIALux evo 8.0 software is used to simulate illumination. The Auto CAD 2018 is used to draw a plan. The lighting design uses two types of lamps; namely L-1 and L9-2. They are specified in the layout of ceiling to simulate the illumination in specified area according to the employer's agreement. The lighting system is divided into 100% 75% 50% and 25% of the designed illumination level in the station. The 100% of the designed illumination level is used during normal situation. The 75% and 50% of the designed illumination level is to reduce energy when there are less number of passengers in the station. The 25% of the designed illumination level is used as emergency lighting. The electrical circuit design also comply with the Thai electrical code 2013

Keywords: Lighting design, Electrical design, MRT Orange line project.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจฉบับนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยร่วมกับบริษัท ช.การช่าง จำกัด (มหาชน) ได้ประสบการณ์จากการทำงานจริงร่วมกับพี่ๆในบริษัท ขอขอบคุณพี่ๆทุกคนที่สอนงานและสนับสนุนงานวิจัยนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณบริษัท ช.การช่าง ที่มอบโอกาสครั้งนี้ให้

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณพี่สรวิวัฒน์ คร่ำกระโทก ที่เป็นพี่ปรึกษาในครั้งนี้อภัยชี้แนะ ให้คำแนะนำและคำปรึกษาให้รายงานสหกิจนี้สำเร็จ

ขอขอบพระคุณพี่ชาติ พี่เจเร พี่บ๊อบ หัวหน้าวันชัย พี่แวน พี่ทา และป้าแม่บ้าน ที่คอยให้กำลังใจให้ความรู้และคำแนะนำต่าง

ขอบพระคุณพี่ๆทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรวรรณ นาคะวิโร ที่คอยดู ให้คำปรึกษาต่างๆ และมาเยี่ยมการเป็นอยู่สถานที่ทำงาน

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ เป็นห่วงเป็นใยและเป็นแรงผลักดันให้ผู้จัดทำเสมอ ประโยชน์และกุศลอันพึงได้จากรายงานสหกิจนี้ ขอมอบแต่ผู้มีอุปการะทุกท่าน

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของรายงานสหกิจ	1
1.3 ขอบเขตรายงานสหกิจ	1
1.4 วิธีการดำเนินรายงานสหกิจ	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 คำศัพท์ทางแสง	3
2.1.1 ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux; Φ)	3
2.1.2 ความเข้มแสง (Illuminance, E)	3
2.1.3 อุณหภูมิสี (Colour Temperature)	3
2.1.4 ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Illuminance Uniformity: U_0)	4
2.2 กราฟกระจายแสงของโคม (Lighting Distribution Curve)	4
2.3 สายตัวนำ	5
2.3.1 ขนาดกระแสของสายไฟ	5
2.3.2 มาตรฐานสายไฟฟ้า	6
2.3.3 ขนาดตัวนำนิวทรัล	6
2.4 สายดิน	6
2.5 สายทนไฟ	7
2.5.1 มาตรฐานการทนไฟของสายไฟฟ้า	7
2.5.2 สายหน่วงไฟ (Low Smoke Zero Halogen: LSZH)	8
2.5.3 สายทนไฟ (Fire Resistant Cable)	9
2.6 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)	
ท่อโลหะหน่าปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)	
และท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)	11
2.6.1 การใช้งาน	11
2.6.2 จำนวนสายตัวนำสูงสุดที่สามารถร้อยในท่อโดยปกติ	12
2.7 เครื่องป้องกันกระแสเกิน	13
2.7.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.2 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน	14
2.8 แรงดันไฟฟ้าตกและการคำนวณ	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินรายงานสหกิจ	16
3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินรายงานสหกิจ	16
3.2 ขั้นตอนการดำเนินรายงานสหกิจ	16
3.3 ศึกษาข้อตกลงการออกแบบสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มในส่วนของบริษัทไฟฟ้าแสงสว่าง	16
3.4 สร้างแบบจำลองโครงสร้างสถานีและระบบแสงสว่าง	17
3.5 จำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	22
3.6 วิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการจำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	26
3.7 ออกแบบและคำนวณการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	26
บทที่ 4 ผลการจำลอง	28
4.1 ลักษณะโครงสร้างสถานีในแบบจำลอง	28
4.1.1 ก่อนการจำลองสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	28
4.1.2 ก่อนการจำลองสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ชั้นชานชาลา	34
4.2 ผลการจำลองความส่องสว่าง	40
4.2.1 ชนิดของหลอดไฟที่ใช้ในการจำลอง	40
4.2.2 ผลการจำลองค่าผ่านซอฟต์แวร์ DIALux evo 9.0	41
4.2.3 ผลการจำลองชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	43
4.2.4 ผลการจำลองชั้นชานชาลา	45
4.3 ผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	48
4.3.1 แบบแปลน	48
4.3.2 ตารางโหลด	59
4.3.3 แรงดันตก	71
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	74
5.1 บทสรุป	74
5.2 สรุปผลการดำเนินโครงการ	75
5.3 ปัญหาและอุปสรรค	75
5.4 ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก ก ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556	77
ภาคผนวก ข เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้กับบ้านอยู่อาศัยและอาคารทั่วไป ตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 898	81

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค หลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ภายในสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย ชั้น Concourse และชั้น Platform ในพื้นที่สาธารณะ	84
ภาคผนวก ง ผลการจำลองค่าบริเวณชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร และชั้นชานชาลา ผ่านซอฟต์แวร์ DIALux evo 9.0	87



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินรายงานสหกิจ	2
ตารางที่ 2.1 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า	7
ตารางที่ 2.2 ตารางจำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01 ที่ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533	13
ตารางที่ 2.3 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน XLPE แกนเดี่ยว ที่ 90°C	15
ตารางที่ 3.1 ระดับแสงสว่างในบริเวณที่สำคัญ	17
ตารางที่ 3.2 ระดับแสงสว่างฉุกเฉินในบริเวณที่สำคัญ	17
ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟตามหลอดอ้างอิง L-1	22
ตารางที่ 3.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟตามหลอดอ้างอิง L9-2	23
ตารางที่ 4.1 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 100% ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	43
ตารางที่ 4.2 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 75% ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	44
ตารางที่ 4.3 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 50% ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	44
ตารางที่ 4.4 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 25% ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	44
ตารางที่ 4.5 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 100% ชั้นชานชาลา	45
ตารางที่ 4.6 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 75% ชั้นชานชาลา	46
ตารางที่ 4.7 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 50% ชั้นชานชาลา	46
ตารางที่ 4.8 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 25% ชั้นชานชาลา	47
ตารางที่ 4.9 สัญลักษณ์หลอดไฟในแบบแปลน	48
ตารางที่ 4.10 สัญลักษณ์ในแบบแปลน	48
ตารางที่ 4.11 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1	59
ตารางที่ 4.12 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2	60
ตารางที่ 4.13 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3	61
ตารางที่ 4.14 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4	62
ตารางที่ 4.15 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 1	63
ตารางที่ 4.16 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 2	64
ตารางที่ 4.17 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 3	65
ตารางที่ 4.18 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 4	66
ตารางที่ 4.19 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 5	67
ตารางที่ 4.20 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 6	68
ตารางที่ 4.21 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 7	69
ตารางที่ 4.22 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 8	70
ตารางที่ 4.23 แรงดันตกชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	71
ตารางที่ 4.24 แรงดันตกชั้นชานชาลา	72
ตารางที่ 4.24 (ต่อ)แรงดันตกชั้นชานชาลา	73

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 อุณหภูมิสี	3
รูปที่ 2.2 อุณหภูมิสี Day Light, Cool White และ Warm White	4
รูปที่ 2.3 กราฟกระจายแสงของโคม	5
รูปที่ 2.4 ลักษณะสายหลอดไฟ Low Smoke Zero Halogen	8
รูปที่ 2.5 การทดสอบสายหลอดไฟ Low Smoke Zero Halogen	9
รูปที่ 2.6 ลักษณะสายทนไฟ Fire Resistant Cable	10
รูปที่ 2.7 การทดสอบสายทนไฟ Fire Resistant Cable	10
รูปที่ 2.8 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit : RMC)	11
รูปที่ 2.9 ท่อโลหะหนานปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC)	11
รูปที่ 2.10 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT)	12
รูปที่ 3.1 การแทรกแปลนโครงสร้างที่เป็นไฟล์ .DWG เข้ามาในซอฟต์แวร์ DIALux evo 8	17
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างอาคาร	18
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างห้อง	18
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างฝ้า	19
รูปที่ 3.5 วิธีเจาะพื้นและฝ้า	20
รูปที่ 3.6 วิธีสร้างบันได	20
รูปที่ 3.7 วิธีใส่เฟอร์นิเจอร์ บันไดเลื่อน ลิฟต์	21
รูปที่ 3.8 วิธีใส่สีวัสดุ	21
รูปที่ 3.9 วิธีวางโคมไฟ	24
รูปที่ 3.10 วิธีกำหนดพื้นที่วัดแสง	24
รูปที่ 3.11 วิธีจำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	25
รูปที่ 3.12 วิธีแบ่งโคมไฟออกเป็นกลุ่ม	25
รูปที่ 3.13 ผลการจำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	26
รูปที่ 4.1 บริเวณทั่วไป 1 และ 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	28
รูปที่ 4.2 บริเวณทั่วไป 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	28
รูปที่ 4.3 บริเวณทั่วไป 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	28
รูปที่ 4.4 บริเวณทั่วไป 3 และ 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	29
รูปที่ 4.5 บริเวณทั่วไป 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	29
รูปที่ 4.6 บริเวณทั่วไป 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	29
รูปที่ 4.7 บริเวณที่สำคัญ ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1	30
รูปที่ 4.8 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	30
รูปที่ 4.9 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	30
รูปที่ 4.10 หน้าลิฟต์ 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	30
รูปที่ 4.11 ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ 1	30
รูปที่ 4.12 สำนักงานจำหน่ายบัตร 1	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา VIII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.13 ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ 1	31
รูปที่ 4.14 บริเวณที่สำคัญ ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2	31
รูปที่ 4.15 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	31
รูปที่ 4.16 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	31
รูปที่ 4.17 หน้าลิฟต์ 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	32
รูปที่ 4.18 บริเวณที่สำคัญ ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3	32
รูปที่ 4.19 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	32
รูปที่ 4.20 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	32
รูปที่ 4.21 บริเวณที่สำคัญ ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4	33
รูปที่ 4.22 สำนักงานจำหน่ายบัตร 2	33
รูปที่ 4.23 ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ 2	33
รูปที่ 4.24 ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ 2	33
รูปที่ 4.25 หน้าลิฟต์ 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	33
รูปที่ 4.26 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	34
รูปที่ 4.27 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร	34
รูปที่ 4.28 บริเวณทั่วไป 1 และ 2 ชั้นชานชาลา	34
รูปที่ 4.29 บริเวณทั่วไป 1 ชั้นชานชาลา	34
รูปที่ 4.30 บริเวณทั่วไป 2 ชั้นชานชาลา	34
รูปที่ 4.31 บริเวณทั่วไป 3 และ 4 ชั้นชานชาลา	35
รูปที่ 4.32 บริเวณทั่วไป 3 ชั้นชานชาลา	35
รูปที่ 4.33 บริเวณทั่วไป 4 ชั้นชานชาลา	35
รูปที่ 4.34 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 1 และ 2 ชั้นชานชาลา	35
รูปที่ 4.35 ทางเดินผู้โดยสาร 1 ชั้นชานชาลา	36
รูปที่ 4.36 ทางเดินผู้โดยสาร 2 ชั้นชานชาลา	36
รูปที่ 4.37 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 3 และ 4 ชั้นชานชาลา	36
รูปที่ 4.38 ทางเดินผู้โดยสาร 3 ชั้นชานชาลา	36
รูปที่ 4.39 ทางเดินผู้โดยสาร 4 ชั้นชานชาลา	36
รูปที่ 4.40 บริเวณที่สำคัญ ชั้นชานชาลา 1	37
รูปที่ 4.41 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1 ชั้นชานชาลา	37
รูปที่ 4.42 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2 ชั้นชานชาลา	37
รูปที่ 4.43 หน้าลิฟต์ 1 ชั้นชานชาลา	37
รูปที่ 4.44 ทางเข้าออกรถไฟฟ้า ชั้นชานชาลา	37
รูปที่ 4.45 บริเวณที่สำคัญ ชั้นชานชาลา 2	38
รูปที่ 4.46 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3 ชั้นชานชาลา	38
รูปที่ 4.47 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4 ชั้นชานชาลา	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา IX จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.48 บริเวณที่สำคัญ ชั้นชานชาลา 3	38
รูปที่ 4.49 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5 ชั้นชานชาลา	39
รูปที่ 4.50 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6 ชั้นชานชาลา	39
รูปที่ 4.51 บริเวณที่สำคัญ ชั้นชานชาลา 4	39
รูปที่ 4.52 หน้าลิฟต์ 2 ชั้นชานชาลา	39
รูปที่ 4.53 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7 ชั้นชานชาลา	39
รูปที่ 4.54 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8 ชั้นชานชาลา	40
รูปที่ 4.55 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 9 ชั้นชานชาลา	40
รูปที่ 4.56 โคมไฟ Philips WT120C	40
รูปที่ 4.57 โคมไฟ Philips DN471B	40
รูปที่ 4.58 ผลการจำลองสองมิติบริเวณที่จำลองผล	41
รูปที่ 4.59 ผลการจำลองค่าตามระดับแถบสีในบริเวณที่มีค่าความสว่างเท่ากัน	41
รูปที่ 4.60 ผลการจำลองแสดงค่าความสว่างรูปแบบเส้นไอโซ	42
รูปที่ 4.61 ผลการจำลองแสดงค่าความสว่างรูปแบบจุด	42
รูปที่ 4.62 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1/3	49
รูปที่ 4.63 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2/3	50
รูปที่ 4.64 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3/3	51
รูปที่ 4.65 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นชานชาลา 1/7	52
รูปที่ 4.66 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นชานชาลา 2/7	53
รูปที่ 4.67 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นชานชาลา 3/7	54
รูปที่ 4.68 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นชานชาลา 4/7	55
รูปที่ 4.69 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นชานชาลา 5/7	56
รูปที่ 4.70 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นชานชาลา 6/7	57
รูปที่ 4.71 แบบแปลนแสงสว่าง – ชั้นชานชาลา 7/7	58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันอัตราการเพิ่มของประชากรในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น แต่จำนวนการให้บริการของระบบขนส่งของประเทศไทยกลับมีไม่เพียงพอสำหรับผู้ใช้บริการ สาเหตุเนื่องจากปัจจุบันมีประชากรจากต่างจังหวัดเข้ามาทำงานในบริเวณกรุงเทพมหานครมากขึ้น ทำให้อัตราการให้บริการของระบบขนส่งจึงสูงขึ้นและปัจจุบันเทคโนโลยีทางการขนส่งได้มีการพัฒนามากกว่าแต่ก่อน จึงทำให้เกิดโครงการรถไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่จะพัฒนามากขึ้นไปเรื่อยๆ ส่งผลให้จำนวนการให้บริการของระบบขนส่งเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ เห็นได้ว่าเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกของการขนส่งจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากและเป็นที่ต้องการสูง

ภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินนั้น มีบริเวณที่แสงสว่างไม่เพียงพอหรือไม่สม่ำเสมอ เช่น บริเวณทางเข้าออกรถไฟ บริเวณตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระดับแสงสว่างมากกว่าบริเวณใกล้เคียง ระดับแสงสว่างภายในสถานีจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้ทำรายงานสหกิจจึงออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้สอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้บริการสถานีรถไฟฟ้า เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการความปลอดภัยในการใช้งานและทัศนียภาพที่สวยงามภายในสถานี

1.2 วัตถุประสงค์ของรายงานสหกิจ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการออกแบบระบบแสงสว่างและระบบไฟฟ้า
- 1.2.2 เพื่อประยุกต์ใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับออกแบบระบบแสงสว่างและระบบไฟฟ้า
- 1.2.3 เพื่อตรวจสอบว่าผลการจำลองสอดคล้องกับข้อกำหนด

1.3 ขอบเขตรายงานสหกิจ

การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่สาธารณะ บริเวณชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารและชั้นชานชาลาของสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม โดยการใช้ซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0 ทำหน้าที่ ออกแบบและจำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่างและซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 ทำหน้าที่ เขียนแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1.4 วิธีการดำเนินรายงานสหกิจ

- 1.4.1 ศึกษาแบบแปลนสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารและชั้นชานชาลา
- 1.4.2 ศึกษาข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง
- 1.4.3 ศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0
- 1.4.4 สร้างแบบจำลองสถานีโดยใช้ซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0
- 1.4.5 จำลองระบบแสงสว่างโดยใช้ซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0
- 1.4.6 ออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่างโดยใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018
- 1.4.7 สรุปรายงานสหกิจและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินรายงานสหกิจ

หัวข้อ	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ศึกษาแบบแปลนสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารและชั้นชานชาลา	↔															
2.ศึกษาข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง		↔														
3.สร้างแบบจำลองสถานีโดยใช้ซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0			↔	↔												
4.จำลองระบบแสงสว่างโดยใช้ซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0							↔	↔								
5.ออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่างโดยใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018											↔	↔				
6.จัดทำรูปเล่มและนำเสนอ															↔	↔

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้
- 1.5.2 สามารถใช้ซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0 เพื่อใช้ในการจำลองระบบแสงสว่างได้
- 1.5.3 สามารถใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 เพื่อใช้ในการเขียนแปลนได้
- 1.5.4 ได้รับประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับการออกแบบระบบแสงสว่าง

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำศัพท์ทางแสง [1]

2.1.1 ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux ; Φ)

เป็นพลังงานแสงสว่างที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงต่อหน่วยเวลา หน่วยเป็น ลูเมน (Lumen ; lm) ใช้สัญลักษณ์ Φ

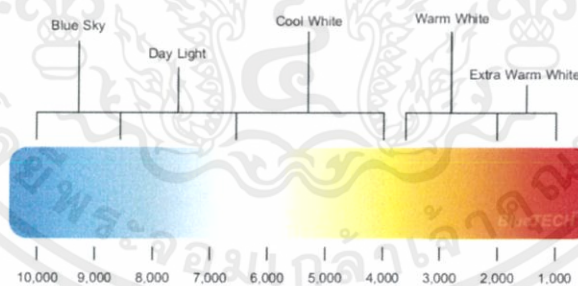
1 ลูเมน หมายถึง ปริมาณแสงที่ส่องบนพื้นที่หนึ่งตารางเมตร บนผิวทรงกลมที่มีรัศมีหนึ่งเมตร โดยมีแหล่งกำเนิดแสงหนึ่งแคนเดลา หรือ หนึ่งกำลังเทียนวางที่จุดศูนย์กลางของวงกลม ซึ่งเมื่อพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดของทรงกลมแล้ว จะมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ เพราะฉะนั้นค่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างออกไปได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน

2.1.2 ความเข้มแสง (Illuminance, E)

หมายถึง ความส่องสว่างที่กระทบลงบนวัตถุมีความสัมพันธ์คือ ปริมาณแสง (ลูเมน) / พื้นที่ มี 2 หน่วยคือ ลักซ์ (Lux) กับ ฟุตแคนเดิล (foot candle : fc)

2.1.3 อุณหภูมิสี (Colour Temperature)

อุณหภูมิสีใช้เพื่อแสดงสีที่ปรากฏ (colour appearance) ของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดำ ถ้าอุณหภูมิสีของวัตถุดำมีค่าเท่าใด และสีของแหล่งกำเนิดแสงมีสีเดียวกับสีที่เปล่งจากวัตถุดำ ที่อุณหภูมิขณะนั้น ก็จะกล่าวได้ว่าแหล่งกำเนิดแสงมีอุณหภูมิเท่ากับวัตถุดำ โดยการกำหนดค่าอุณหภูมิสีจะอยู่ในรูปขององศาเคลวิน (Kelvin : K) สามารถดูได้จากรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อุณหภูมิสี

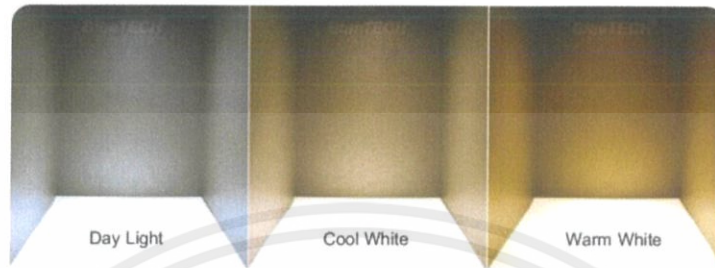
ที่มา <http://www.bluetech-led.com/news/color-temperature/>

2.1.3.1 เดย์ไลท์ (Day Light) โทนแสงสว่างตา เป็นโทนแสงเดียวกับแสงกลางวันให้แสงสว่างสูง ออกไปในโทนสีฟ้า มองเห็นได้ชัด ให้ความรู้สึกสดใส กระฉับกระเฉง ตื่นตัว ดูได้จากรูปที่ 2.2

2.1.3.2 คูลไวท์ (Cool White) โทนแสงระหว่าง วอร์มไวท์และเดย์ไลท์ ระดับแสงคูลไวท์สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานได้ทุกรูปแบบทั้งภายในและภายนอกลดความอุ่นของแสงสีส้มและลดความสว่างของแสงเดย์ไลท์ ทำให้เกิดความสมดุลลักษณะเป็นแสงสีขาวนวลตา ดูได้จากรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 วอร์มไวท์ (Warm White) ให้โทนแสงนวลตาเป็นสีโทนอุ่นให้ความสว่างไม่มากนัก ออกสีทองส้มให้ความรู้สึกโรแมนติก ผ่อนคลาย ดูได้จากรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 อุณหภูมิสี Day Light, Cool White และ Warm White
ที่มา <http://www.bluetech-led.com/news/color-temperature/>

2.1.4 ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Illuminance Uniformity : U_0)

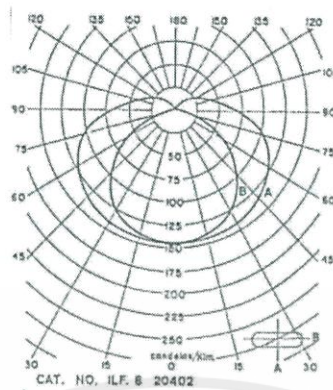
ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ดี จำเป็นที่จะต้องพิจารณาเรื่องของความสม่ำเสมอของความส่องสว่างในบริเวณด้วย โดยค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างพิจารณาได้จากอัตราส่วนของค่าความส่องสว่างต่ำสุดต่อค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในบริเวณที่พิจารณา ดังในสมการที่ (2.1)

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_{avg}} \quad (2.1)$$

อัตราส่วนของค่าความส่องสว่างต่ำสุดต่อค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในบริเวณที่พิจารณา เรียกอีกชื่อว่า ค่าความสบายตา (Visual comfort) โดยค่าความสบายตาที่เหมาะสมสำหรับการส่องสว่างภายในอาคารคือไม่น้อยกว่า 0.4

2.2 กราฟกระจายแสงของโคม (Lighting Distribution Curve) [2]

กราฟกระจายแสงของโคมเป็นสิ่งสำคัญในการเลือกโคม เพราะทำให้ทราบว่าโคมดังกล่าวเหมาะกับการใช้งาน ถ้าเป็นหลอดไฟอย่างเดียวที่ไม่มีโคมหรือเป็นหลอดไฟชนิดไม่มีตัวสะท้อนแสงในตัวก็มีแสงกระจายรอบตัวเอง แต่เมื่อนำหลอดไฟใส่ในโคมทำให้แสงจากหลอดถูกโคมบังคับให้ฉายไปในทิศทางที่ต้องการใช้งาน กราฟกระจายแสงของโคมมีหลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดของโคมหรือการกระจายแสงของโคม ถ้าเป็นโคมไฟภายในซึ่งมักมีการกระจายแสงสมมาตรกับแนวตั้งก็มีกราฟกระจายแสงของโคมแบบหนึ่ง กราฟกระจายแสงของโคมที่มักใช้กันมาก ได้แก่ กราฟแสดงความเข้มของแสงหน่วยเป็นแคนเดลาที่มุมแสงต่างๆกัน หรือแคนเดลาต่อกิโลลูเมน (cd/klm) ที่มุมแสงต่างๆกันของโคม ตัวอย่างของกราฟกระจายแสงของโคมแสดงในรูปที่ 2.3 ถ้าเป็นโคมที่ให้แสงสว่างทั่วไปกราฟกระจายแสงของโคมมักบอกเป็นหน่วยแคนเดลาต่อกิโลลูเมน (cd/klm) ซึ่งต้องสังเกตที่ข้างกราฟกระจายแสงของโคมที่ผู้ผลิตให้มาว่ากราฟที่บอกมาเป็นแคนเดลา (cd) หรือ แคนเดลาต่อกิโลลูเมน (cd/klm) แต่ถ้าเป็นโคมที่ใช้ส่องเน้นประเภทสปอร์ตมักบอกหน่วยของกราฟกระจายแสงของโคมเป็นแคนเดลาแทนที่จะเป็นแคนเดลาต่อกิโลลูเมน (cd/klm)



รูปที่ 2.3 กราฟกระจายแสงของโคม

ที่มา <https://blog.rmutl.ac.th/montri/assets/ee2017-05.pdf>

2.3 สายตัวนำ [4]

สายตัวนำที่ผลิตจากโรงงานนั้นอาจจะมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดและหลายโครงสร้าง ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน เช่น สายตัวนำที่ร้อยในท่อเพื่อฝังในพื้นที่นั้น สายที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่สามารถจะให้น้ำท่วมได้ ทั้งนี้เนื่องจากในถนนอาจจะมีบางโอกาสที่น้ำจะท่วมถนนได้หรือถ้าเป็นสายที่ใช้กับพวกเตาอบ ก็จะต้องเป็นชนิดที่สามารถทนต่อความร้อนได้ดี หรือในบางสถานที่สายไฟที่ใช้อาจมีฉนวนที่มีคุณสมบัติไฟไหม้ลุกลาม เมื่อมีไฟลุกติดสายแล้วไฟจะสามารถลามต่อไปเรื่อยๆ แม้ว่าเชื้อเพลิงจะดับไปแล้วซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้เพลิงไหม้อาคารได้จึงอาจกล่าวได้ว่าสายตัวนำที่จะเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ

2.3.1 ขนาดกระแสของสายไฟ

กระแสที่ไหลผ่านตัวนำก่อให้เกิดความร้อนขึ้นได้ โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจะต้องมีขีดจำกัด เพื่อให้ฉนวนแต่ละชนิดที่หุ้มตัวนำนั้นไม่เสื่อมสภาพตามสภาพฉนวน หรือแม้แต่ว่าตัวนำเปล่าที่ไม่หุ้มฉนวนยังต้องเกิดความร้อนได้จำกัด เพื่อไม่ให้อุณหภูมิสูงขึ้นเกิดจากการลุกไหม้ได้ โดยทั่วไปขนาดของกระแสของสายไฟจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้คือ

2.3.1.1 ชนิดของฉนวนและเงื่อนไขของการใช้งาน โดยเป็นการแสดงข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก. 11-2553

2.3.1.2 ขนาดของสาย ขนาดของสายที่ผลิตและใช้งานกันในประเทศไทย ปัจจุบันได้ถูกกำหนดโดยมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) โดยได้กำหนดขนาดของสายไฟฟ้าออกเป็นตารางมิลลิเมตร ซึ่งค่าตารางมิลลิเมตรก็คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวนำนั่นเอง

2.3.1.3 การหาขนาดสายไฟฟ้าจากกระแสไหล เมื่อทำการคำนวณกระแสไหลแล้ว ทำให้สามารถกำหนดขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่เป็นอุปกรณ์ป้องกัน (ซึ่งฟักัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต) หลังจากนั้นจึงทำการหาขนาดสายที่จะใช้ในการออกแบบได้จากภาคผนวก ก. และเลือกรูปแบบการติดตั้งได้จากภาคผนวก ก.

2.3.2 มาตรฐานสายไฟฟ้า [3]

2.3.2.1 ขนาดตัวนำของวงจรร้อย

ขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรร้อย และกำหนดให้ขนาดตัวนำของวงจรร้อยต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

2.3.2.2 ขนาดกระแส

2.3.2.2.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนระบบแรงดัน 0.6/1 กิโลโวลต์ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

2.3.2.2.2 ขนาดกระแสตามที่กำหนดในตารางไม่ได้กำหนดตามค่าแรงดันตกแรงดันตกต้องเป็นไปตามข้อ 2.8 ด้วย

2.3.2.3 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน

2.3.2.3.1 การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้น เปลือกนอกและฉนวนของสายมีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (flame-retardant) ตามมาตรฐาน IEC 60332-3 category C และ IEC 60502

2.3.2.3.2 การนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแสและอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

2.3.3 ขนาดตัวนำนิวทรัล

ขนาดตัวนำนิวทรัล ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้น และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายดินของบริษัทไฟฟ้า

2.4 สายดิน [4]

สายดินอุปกรณ์ไฟฟ้าคือตัวนำที่ใช้เชื่อมต่อถึงกันระหว่างส่วนโลหะที่เป็นเปลือกหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในระบบตลอดจนโครงเหล็กโลหะที่เกี่ยวข้อง ท่อร้อยสายไฟฟ้า กล่องหรือรางโลหะที่ใช้เป็นทางเดินสายไฟฟ้า ตู้แผงสวิตช์ เป็นต้น ขนาดของสายดินอุปกรณ์ไฟฟ้าในส่วนต่างๆของวงจรไฟฟ้าหรือระบบให้เป็นไปตามขนาดของที่ตั้งหรือข้อกำหนดขนาดของอุปกรณ์ป้องกันวงจรหรือระบบ ซึ่งจะแสดงได้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า [3]

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

2.5 สายทนไฟ [4]

เป็นสายไฟฟ้าประเภทหนึ่ง แต่มีคุณสมบัติสามารถทนไฟได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง โดยไม่เกิดสารพิษขึ้น สายทนไฟจะใช้กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบดับเพลิงและระบบที่เกี่ยวข้องกับบุคคลในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ เช่น ระบบระบายควันโทรทัศน์วงจรปิด เป็นต้น สายทนไฟนี้สามารถเดินได้ทั้งในท่อร้อยสาย เคเบิลเทรย์ หรือรางเดินสาย

2.5.1 มาตรฐานการทนไฟของสายไฟฟ้า [3]

ข้อกำหนดในบทนี้เกี่ยวกับมาตรฐานการทนไฟของสายไฟฟ้า เพื่อใช้ในระบบของวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตของอาคารชุด อาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดินและอาคารที่มีผู้อาศัยเป็นจำนวนมาก

2.5.1.1 ทั่วไป

มาตรฐานการทนไฟนี้ใช้สำหรับสายไฟฟ้าในระบบของวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตของ อาคารชุด อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ และอาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดิน (sub-surface building) โดยแบ่งคุณสมบัติของสายไฟฟ้าเป็น 4 ประเภทได้แก่ คุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (flame propagation or flame retardant) คุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรด (acids gas emission) คุณสมบัติการปล่อยควัน (smoke emission) และคุณสมบัติต้านทานการติดไฟ (fire resistance)

2.5.1.2 มาตรฐานที่กำหนดใช้

2.5.1.2.1 คุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (flame propagation or flame retardant)

คือ คุณสมบัติการหน่วงเหนี่ยวลุกลามของไฟไปตามสายไฟฟ้า ดังนั้นบริเวณที่ถูกไฟไหม้จะไม่ขยายเป็นบริเวณกว้างและเมื่อเอาแหล่งไฟออกก็จะดับเอง (self-extinguish) กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ IEC 60332-1 หรือ IEC 60332-3

2.5.1.2.2 คุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรด (acids gas emission)

คือ สายไฟฟ้าเมื่อถูกไฟไหม้ส่วนประกอบบางส่วนจะทำให้เกิดก๊าซขึ้น และก๊าซบางอย่างก็ทำให้เกิดกรด ซึ่งมีคุณสมบัติการกัดกร่อนสูง สายไฟฟ้าต้องไม่มีส่วนประกอบที่ทำให้เกิดสารฮาโลเจน (zero halogen) กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ IEC 60754-2

2.5.1.2.3 คุณสมบัติการปล่อยควัน (smoke emission)

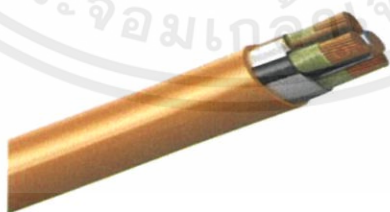
คือ สายไฟฟ้าเมื่อถูกไฟไหม้ส่วนประกอบหลายอย่างจะทำให้เกิดควันขึ้น ควันเหล่านี้จะทำให้การมองเห็นลดลง และทำให้สำลักควันเสียชีวิต สายควันน้อยกำหนดให้ใช้ตามมาตรฐาน IEC 61034-2

2.5.1.2.4 คุณสมบัติด้านทานการติดไฟ (fire resistance)

คือ สายไฟฟ้าที่ทนต่อการติดไฟไม่ก่อให้เกิดการลุกลามของไฟ และขณะไฟลุกไหม้อยู่ยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ปกติ กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ BS 6387 หรือ IEC 60331

2.5.2 สายหน่วงไฟ (Low Smoke Zero Halogen : LSZH) [5]

เป็นสายไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติพิเศษสำหรับใช้ติดตั้งในพื้นที่ที่ต้องการความปลอดภัยสูงกว่าปกติ เช่น อาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดิน โรงมหรสพ สถานบริการ อาคารผู้โดยสารสนามบิน สถานีรถไฟฟ้า ฯลฯ สาย LSZH ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.4 ผลิตโดยใช้วัตถุดิบพิเศษเพื่อให้มีคุณสมบัติที่ช่วยเสริมความปลอดภัยในสถานการณ์ฉุกเฉิน ซึ่งได้แก่ คุณสมบัติด้านทานการลุกลามไฟ ควันน้อย และไม่ปล่อยก๊าซพิษที่มีฤทธิ์เป็นกรด เมื่อสายถูกเพลิงไหม้ โดยมีการทดสอบสาย LSZH ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งคุณสมบัติพิเศษของสาย LSZH จะเหมือนกับสายทนไฟ ยกเว้นสาย LSZH ไม่มีคุณสมบัติจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องขณะที่ถูกเพลิงไหม้ (Fire Resistance) ซึ่งสามารถสรุปคุณสมบัติพิเศษของสาย LSZH ได้ดังนี้



รูปที่ 2.4 ลักษณะสายหน่วงไฟ Low Smoke Zero Halogen

ที่มา : <http://www.pdcable.com>



รูปที่ 2.5 การทดสอบสายหนังไฟ Low Smoke Zero Halogen

ที่มา : <http://www.pdcable.com>

2.5.2.1 Flame Retardant

คือคุณสมบัติต้านทานการลุกลามไฟของสายไฟฟ้า เมื่อสายถูกเพลิงไหม้ เปลวไฟจะไม่ลุกลามไปตามสายไฟอย่างรวดเร็ว จึงช่วยจำกัดพื้นที่เพลิงไหม้ไม่ให้ขยายไปยังพื้นที่ส่วนอื่นๆได้ อ้างอิงมาตรฐานการทดสอบ IEC 60332-3 ซึ่งมีระดับของการทดสอบความต้านทานการลุกลามไฟแบ่งออกเป็นหลาย Category ซึ่งระดับที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปคือ Category C ส่วนระดับที่มีความต้านทานการลุกลามไฟสูงสุดคือ Category A

2.5.2.2 Low Smoke

คือคุณสมบัติที่สายไฟฟ้าจะปล่อยควันออกมาในปริมาณน้อยเมื่อสายถูกเพลิงไหม้ สายที่ปล่อยควันน้อยจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ ช่วยให้การอพยพหนีไฟและการเข้าช่วยเหลือของทีมดับเพลิง หรือกู้ภัยสามารถทำได้สะดวก อ้างอิงมาตรฐานการทดสอบ IEC 61034-2

2.5.2.3 Zero Halogen

คือสายไฟฟ้าปราศจากสารประกอบของธาตุหมู่ฮาโลเจน ซึ่งได้แก่ ฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน ไอโอดีน ซึ่งสารประกอบของธาตุเหล่านี้จะทำให้เกิดก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรดกัดกร่อนเมื่อถูกเพลิงไหม้ ยกตัวอย่างเช่นสายไฟฟ้าที่มีฉนวนหรือเปลือกเป็นพีวีซี จะมีสารประกอบของธาตุคลอรีน ซึ่งเมื่อถูกเพลิงไหม้จะปล่อยก๊าซฮาโลเจนคลอไรด์ (HCl) ออกมา อ้างอิงมาตรฐานการทดสอบ IEC 60754-2

2.5.2.4 Low Smoke Zero เคเบิลสายเคเบิลฮาโลเจนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม BS6724

สาย LSZH หมายถึง สายเคเบิลที่มีการหุ้มฉนวนสายเคเบิลและฉนวนกันความร้อนด้วยวัสดุที่ทำให้เกิดควันและฮาโลเจนที่ไม่เป็นพิษเมื่อถูกไฟหรืออุณหภูมิสูง นอกจากนี้ยังมีสายคานบูหรือต่ำและสายฮาโลเจน / สายฮาโลเจนฟรี

2.5.3 สายทนไฟ (Fire Resistant Cable) [6]

เป็นสายไฟฟ้าที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้ติดตั้งในวงจรไฟฟ้าหรือในพื้นที่ที่ต้องการความปลอดภัยสูงมากกว่าปกติซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.6 สายทนไฟมีคุณสมบัติที่สำคัญคือในสภาวะที่เกิดเพลิงไหม้สายชนิดนี้ยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานโดยไม่ลัดวงจร เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตต่างๆของอาคาร ให้สามารถทำงานได้เป็นปกติในยามที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งสายไฟฟ้าทั่วไปเมื่อถูกเพลิงไหม้ ฉนวนหรือส่วนประกอบของสายจะถูกไฟไหม้ไปจนเกิดการลัดวงจรและไม่สามารถจ่ายไฟให้แก่วงจรได้ แต่สายทนไฟจะมีชั้นของวัสดุทนไฟ เช่น เทปไม่ก้ำพันอยู่บนตัวนำทองแดง ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันการลัดวงจรแทนฉนวนที่เป็นพลาสติกเมื่อสายถูกเพลิงไหม้ นอกจากนี้

สายทนไฟได้มีการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 2.7 และถูกออกแบบโดยผลิตด้วยวัตถุดิบพิเศษเพื่อให้มีคุณสมบัติที่ช่วยเสริมความปลอดภัยเพิ่มเติม ซึ่งได้แก่ คุณสมบัติต้านทานการลุกลามไฟ คว้นน้อย และไม่ปล่อยก๊าซพิษที่มีฤทธิ์เป็นกรดเมื่อสายถูกเพลิงไหม้ ซึ่งคุณสมบัติพิเศษต่างๆของสายทนไฟสามารถสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 2.6 ลักษณะสายทนไฟ Fire Resistant Cable
ที่มา : <http://www.pdcable.com>



รูปที่ 2.7 การทดสอบสายทนไฟ Fire Resistant Cable
ที่มา : <http://www.pdcable.com>

2.5.3.1 Fire Resistance หรือ Circuit Integrity

คือความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องเมื่อสายถูกเพลิงไหม้ ได้ชั่วระยะเวลาหนึ่งโดยไม่เกิดการลัดวงจร อ้างอิงมาตรฐานการทดสอบ BS 6387 category CWZ หรือ IEC 60331

2.5.3.2 Low Smoke

คือคุณสมบัติที่สายไฟฟ้าจะปล่อยควันออกมาในปริมาณน้อยเมื่อสายถูกเพลิงไหม้ สายที่ปล่อยควันน้อยจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยในขณะเกิดเพลิงไหม้ ช่วยให้การอพยพหนีไฟและการเข้าช่วยเหลือของทีมดับเพลิง หรือกู้ภัยสามารถทำได้สะดวก อ้างอิงมาตรฐานการทดสอบ IEC 61034-2

2.5.3.3 Zero Halogen

คือสายไฟฟ้าปราศจากสารประกอบของธาตุหมู่ฮาโลเจน ซึ่งได้แก่ ฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน ไอโอดีน ซึ่งสารประกอบของธาตุเหล่านี้จะทำปฏิกิริยาเคมีและก่อให้เกิดก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรดกัดกร่อนเมื่อถูกเพลิงไหม้ ยกตัวอย่างเช่นสายไฟฟ้าที่มีฉนวนหรือเปลือกเป็นพีวีซี จะมีสารประกอบของธาตุคลอรีน ซึ่งเมื่อถูกเพลิงไหม้จะปล่อยก๊าซฮาโดรเจนคลอไรด์ (HCl) หรือกรดเกลือออกมา อ้างอิงมาตรฐานการทดสอบ IEC 60754-2

2.6 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit) ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit) และท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing) [4]

2.6.1 การใช้งาน

ท่อโลหะดังกล่าวสามารถใช้กับงานเดินสายทั่วไปทั้งในสถานที่แห้ง ชื้นและเปียก นอกจากนี้จะได้ระบุไว้เฉพาะเรื่องอื่นๆ โดยต้องติดตั้งให้เหมาะสมกับสภาพใช้งาน

2.6.1.1 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit : RMC)

ท่อสายไฟโลหะแบบหนาจะหมายถึงท่อเหล็กที่ทำด้วยเหล็กกล้าเคลือบด้วยสังกะสีมีลักษณะดังรูปที่ 2.8 ซึ่งจะมีความแข็งแรงสูงมาก สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้ดี โดยในการใช้งานจะให้สายตัวนำต่างๆ เดินอยู่ภายในท่อนี้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายให้กับสายตัวนำ นอกจากนี้ยังทำให้งานดูเรียบร้อย ท่อแบบนี้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2 นิ้ว จนถึง 6 นิ้ว ใช้ได้ทั้งงานภายนอกและภายในอาคาร โดยอาจจะฝังอยู่ในดินหรือฝังอยู่ในคอนกรีตก็ได้



รูปที่ 2.8 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit : RMC)

ที่มา : <http://www.megalight-thailand.com>

2.6.1.2 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC)

ท่อสายไฟโลหะแบบหนาปานกลางทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าชนิดรีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ผิวนอกเคลือบด้วยอีนาเมล ทำให้ผิวท่อเรียบทั้งภายใน และภายนอกท่อ และมีความมันวาวมีลักษณะดังรูปที่ 2.9 มีความหนากว่าท่อ EMT ปลายท่อทำเกลียวไว้ทั้ง 2 ด้าน มาตรฐานกำหนดให้ใช้ตัวอักษรสี่สั้ม ระบุชนิดและขนาดของท่อ ท่อแบบนี้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2 นิ้ว จนถึง 4 นิ้ว ท่อ IMC ใช้เดินนอกอาคาร ฝังในผนังหรือพื้นคอนกรีตได้



รูปที่ 2.9 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC)

ที่มา : <http://www.megalight-thailand.com>

2.6.1.3 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT)

ท่อสายไฟโลหะแบบหนาบางจะเป็นท่อเหล็กซึ่งบางกว่าท่อร้อยสายชนิดโลหะแบบหนามาก จึงมีน้ำหนักเบาและราคาถูกกว่ามากมีลักษณะดังรูปที่ 2.10 เหมาะสำหรับการใช้งานในบริเวณที่แห้งซึ่งไม่ถูกน้ำหรือฝน เช่น บนฝ้าเพดานหรือฝังในผนังคอนกรีตก็ได้ โดยท่อที่ฝังในคอนกรีตจะต้องไม่ได้รับแรงการดัดงอ อุปกรณ์ในการต่อท่อชนิดนี้ ท่อแบบนี้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2 นิ้ว จนถึง 2 นิ้ว



รูปที่ 2.10 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT)
ที่มา : <http://www.megalight-thailand.com>

2.6.2 จำนวนสายตัวนำสูงสุดที่สามารถร้อยในท่อโดยปกติ

การเดินสายเข้าไปในท่อนั้น จำนวนสูงสุดของสายตัวนำหรือสายไฟที่จะอยู่ได้ในท่อ โดยปกติถ้าสายที่ร้อยเข้าไปในท่อมีกระแสค่าสูงสุดไหลผ่านตัวมันเอง จะเกิดความร้อนขึ้นบนตัวนำและที่ฉนวนที่หุ้มตัวนำของสายที่ร้อยนั้น และถ้าสายทุกเส้นที่ร้อยในท่อเดียวกันนั้นก็มีกระแสไหลผ่านสายทุกเส้น ก็จะทำให้เกิดความร้อนที่อาจจะเป็นอันตรายต่อสายได้ ดังนั้นจึงต้องมีช่องว่างที่เป็นอากาศหลงเหลืออยู่บ้างเพื่อให้สายตัวนำสามารถขยายตัวได้เมื่อได้รับความร้อน ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดตารางที่แสดงจำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าที่จะร้อยในท่อร้อยสายเอาไว้ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางจำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01 ที่ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533 [3]

ขนาดสายไฟ (mm ²)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย											
	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10	1	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
35	1	1	1	3	5	8	14	21	27	33	-	-
50	-	1	1	1	3	6	10	15	19	24	38	
70	-	-	1	1	3	4	7	12	15	18	29	42
95	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	21	30
120	-	-	-	1	1	2	4	7	9	11	17	25
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	9	14	20
185	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	16
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
เส้นผ่านศูนย์กลางของ ท่อร้อยสาย (mm ²)	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

2.7 เครื่องป้องกันกระแสเกิน [4]

ลักษณะการเกิดกระแสเกินหรือการลัดวงจรในระบบไฟฟ้านั้น จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากกรณีนี้ได้ โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะเรียกว่า อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ตามหลักการแล้ว อุปกรณ์นี้จะต้องสามารถป้องกันตัวนำและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆในระบบไว้ โดยจะต้องเปิดวงจรเมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวมันมากกว่าค่าปกติที่ตั้งไว้ ซึ่งกระแสเกินนี้ถ้าปล่อยไว้นานจะทำให้เกิดอันตราย โดยอาจจะทำให้เกิดความร้อนในสายตัวนำหรือฉนวนได้

2.7.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์

หมายถึงอุปกรณ์ที่ออกแบบให้เปิดและปิดวงจรแบบไม่อัตโนมัติ แต่ให้เปิดวงจรแบบอัตโนมัติในกรณีที่เกิดกระแสเกินค่าที่กำหนดเท่านั้นโดยไม่ทำให้เครื่องเสียหาย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นดังนี้คือ

2.7.1.1 ชนิดปรับแต่งได้ (adjustable) หมายถึงตัวตัดตอนอัตโนมัติที่สามารถปรับให้เปิดวงจรได้ที่พิกัดกระแสต่างๆ และภายในเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

2.7.1.2 ชนิดเปิดวงจรทันที (instantaneous trip) หมายถึงตัวตัดตอนอัตโนมัติที่จะเปิดวงจรทันทีเมื่อเกิดเหตุผิดปกติ

2.7.1.3 ชนิดเวลาผกผัน (inverse time) หมายถึงเวลาการเปิดวงจรของตัวตัดตอนอัตโนมัติ โดยเป็นส่วนผกผันกับกระแส

2.7.1.4 ชนิดปรับแต่งไม่ได้ (nonadjustable) หมายถึงตัวตัดตอนอัตโนมัติที่ไม่สามารถปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาที่จะให้เปิดวงจรได้

2.7.2 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน [3]

2.7.2.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit breaker) ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (trip free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปฏิกิริยาปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม

2.7.2.2 ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด

2.7.2.3 ถ้าเป็นแบบตั้งไว้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลา โดยในขณะที่ใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

2.7.2.4 ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวรหลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกั้นหรือฝาครอบ

2.7.2.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

2.7.2.5.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกันพิกัดไม่เกิด 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898 กรณีพิกัดกระแสเกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2

2.7.2.5.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อื่นๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2 หรือ IEC 60898 หมายเหตุ รายละเอียดเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ดูในภาคผนวก ข.

2.8 แรงดันตกและการคำนวณ [4]

แรงดันตก คือแรงดันตกคร่อมสายไฟฟ้าซึ่งจะทำให้แรงดันไฟฟ้าด้านอินพุตและเอาต์พุตแตกต่างกันหรือแรงดันเอาต์พุตหายไปส่วนหนึ่ง โดยยังมีแรงดันตกคร่อมสายไฟฟ้ามากเท่าใด ก็ยังจะทำให้แรงดันเอาต์พุตมีค่าน้อยกว่าแรงดันอินพุตมากเท่านั้น ตามมาตรฐาน NEC ได้กำหนดให้แรงดันตกทั้งหมดนั้นจะต้องไม่เกิน 5% เพื่อให้การคำนวณแรงดันตกทำได้สะดวกขึ้น มาตรฐานหลายฉบับจะทำตารางให้โดยตารางจะให้เป็นแต่ละขนาด แต่ละชนิดตามการติดตั้งเป็น mV/A/m ดังนั้น ถ้าทราบกระแสและระยะทางก็สามารถคำนวณได้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า พ.ศ.2556 ของ วสท. ตารางแรงดันตกตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน XLPE แกนเดียว ที่ 90°C [3]

ขนาดสาย (mm ²)	1 เฟส AC (mV / A / m)			3 เฟส AC (mV / A / m)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1 , 2	กลุ่มที่ 3 , 7		กลุ่มที่ 1 , 2	กลุ่มที่ 3 , 7		
Touching		Spaced	Trefoil		Flat	Spaced	
1.0	46	46	46	40	40	40	40
1.5	31	31	31	27	27	27	27
2.5	19	19	19	16	16	16	16
4	12	12	12	10	10	10	10
6	7.9	7.9	7.9	6.8	6.8	6.8	6.8
10	4.7	4.7	4.7	4.0	4.0	4.0	4.0
16	2.9	2.9	2.9	2.5	2.5	2.5	2.5
25	1.85	1.85	1.85	1.6	1.57	1.58	1.60
35	1.37	1.35	1.37	1.17	1.14	1.15	1.17
50	1.04	1.00	1.02	0.91	0.87	0.87	0.90
70	0.75	0.70	0.73	0.65	0.61	0.62	0.64
95	0.58	0.52	0.56	0.50	0.45	0.46	0.50
120	0.49	0.42	0.47	0.42	0.37	0.38	0.42
150	0.42	0.36	0.40	0.37	0.31	0.33	0.37
185	0.37	0.31	0.35	0.32	0.26	0.27	0.31
240	0.32	0.25	0.30	0.27	0.22	0.23	0.27
300	0.28	0.22	0.26	0.24	0.19	0.20	0.24
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.17	0.18	0.22
500	0.23	0.17	0.21	0.20	0.15	0.16	0.20

จากตารางสามารถคำนวณแรงดันตกได้ดังนี้

$$VD = VD(T) \times I \times L / 1000$$

$$VD = \text{แรงดันตกของ (V)}$$

$$VD(T) = \text{แรงดันตกจากตาราง (mV/A/m)}$$

$$I = \text{กระแสไหล (A)}$$

$$L = \text{ความยาวทางเดียว (m)}$$

บทที่ 3

วิธีการดำเนินรายงานสหกิจ

ในบทนี้จะเป็นการอธิบายหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของสถานีรถไฟฟ้าสายสีส้มที่ระดับแรงดัน 230/400 โวลต์ การออกแบบและจำลองการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยใช้ซอฟต์แวร์ DIALux EVO 8.0 การวาดแบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่างของสถานีรถไฟฟ้าสายสีส้มโดยใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 ซึ่งสอดคล้องตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้างของโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มและมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินรายงานสหกิจ

- 3.1.1 ซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0 ทำหน้าที่ ออกแบบและจำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- 3.1.2 ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 ทำหน้าที่ เขียนแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินรายงานสหกิจ

การดำเนินงานรายงานสหกิจแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาข้อตกลงของผู้ว่าจ้างการออกแบบสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มในส่วนจากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
2. สร้างแบบจำลองโครงสร้างสถานีและระบบแสงสว่าง
3. จำลองระบบแสงสว่าง
4. วิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการจำลองระบบแสงสว่าง
5. ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.3 ศึกษาข้อตกลงของผู้ว่าจ้างการออกแบบสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มในส่วนจากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

สำหรับบริเวณผู้โดยสาร ระบบแสงสว่างต้องสามารถเปิดปิดในระดับ 100% 75% 50% และ 25% ของระบบแสงสว่างที่ติดตั้งภายในสถานี โดยวงจรแสงสว่าง 100% เป็นวงจรแสงสว่างที่ใช้งานปกติ วงจรแสงสว่าง 75% และ 50% เป็นวงจรแสงสว่างใช้เพื่อลดการใช้งานไฟฟ้าในกรณีที่ผู้ใช้บริการในสถานีน้อยและวงจรแสงสว่าง 25% เป็นวงจรแสงสว่างฉุกเฉิน

กำหนดให้ระดับแสงสว่างเฉลี่ยในบริเวณสำคัญ เป็นไปตาม EN 12464-1 ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระดับแสงสว่างในบริเวณที่สำคัญ

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี	ชนิดของหลอดไฟ	ระดับอ้างอิง	ระดับแสงสว่าง (Lux)
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตร	LED	พื้น	170 – 250
ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ	LED	พื้น	250 – 300
ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ	LED	พื้น	250 – 300
หัวบันไดและบันไดเลื่อน	LED	พื้น	250 – 300
สำนักงานจำหน่ายบัตร	LED	พื้น	250 – 300
ทางเดินผู้โดยสาร	LED	พื้น	150 – 200
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา	LED	พื้น	150 - 200
ทางเข้าออกรถไฟฟ้า ชั้นชานชาลา	LED	พื้น	200 – 250
หน้าลิฟต์	LED	พื้น	250 – 300

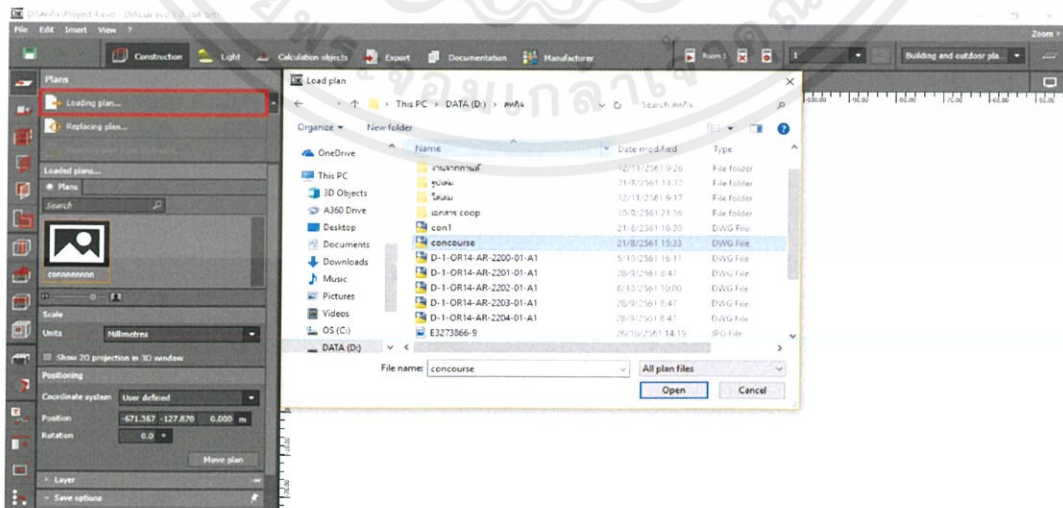
กำหนดให้ระดับแสงสว่างฉุกเฉินเฉลี่ยต่ำสุดในบริเวณสำคัญ ต้องมีค่าดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระดับแสงสว่างฉุกเฉินในบริเวณที่สำคัญ

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี	ระดับแสงสว่าง (Lux)
พื้นที่ทั่วไปภายในสถานี	15
หัวและท้ายของบันไดและบันไดเลื่อน	25

3.4 สร้างแบบจำลองโครงสร้างสถานีและระบบแสงสว่าง

3.4.1 แทรกแปลนโครงสร้างที่เป็นไฟล์ DWG ที่ต้องการเข้ามาในซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0 โดยใช้คำสั่ง loading plan... ดังรูปที่ 3.1



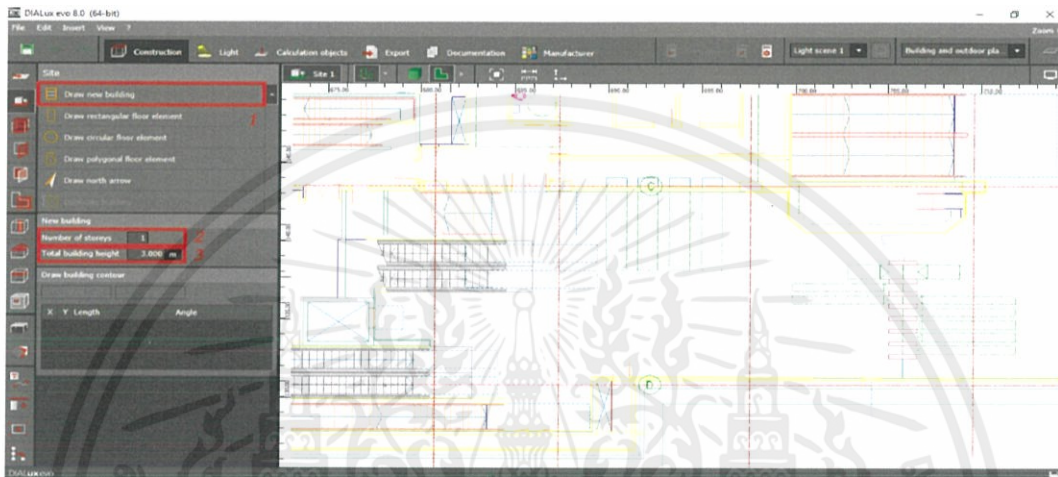
รูปที่ 3.1 การแทรกแปลนโครงสร้างที่เป็นไฟล์ .DWG เข้ามาในซอฟต์แวร์ DIALux evo 8

3.4.2 การสร้างอาคาร โดยใช้คำสั่ง 3 คำสั่ง ดังรูปที่ 3.2 จะได้ตัวอาคารตามที่สร้างขึ้นมา ซึ่งรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1. คือ Draw new building เป็นคำสั่งสร้างอาคารใหม่ โดยทำการวาดตามแบบแปลนที่ต้องการ

หมายเลข 2. คือ Number of storeys เป็นคำสั่งในการกำหนดจำนวนชั้น

หมายเลข 3. คือ Total building height เป็นคำสั่งการกำหนดความสูงของอาคาร

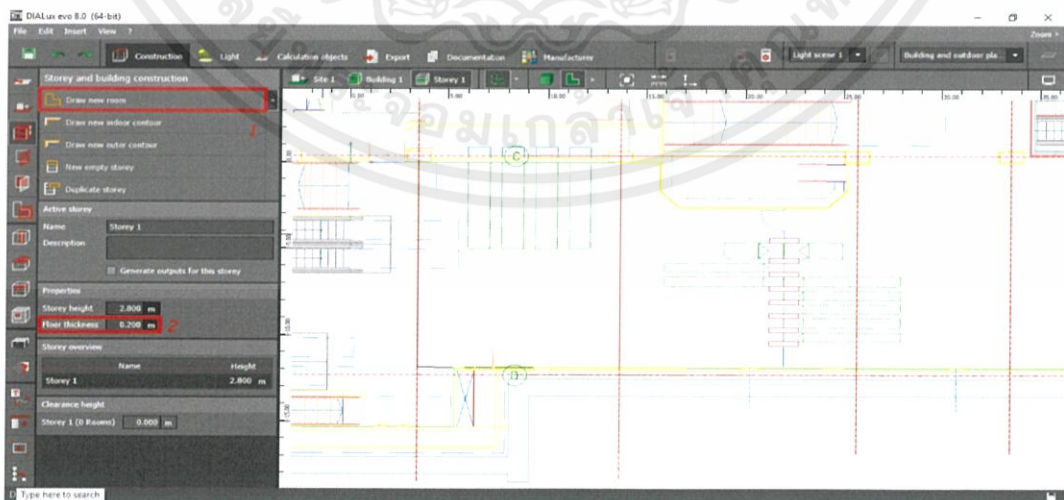


รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างอาคาร

3.4.3 การสร้างห้อง เมื่อสร้างอาคารเสร็จแล้ว จะต้องสร้างห้องภายในอาคารที่สร้างขึ้นมา โดยมี 2 คำสั่ง ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งรายละเอียดดังนี้

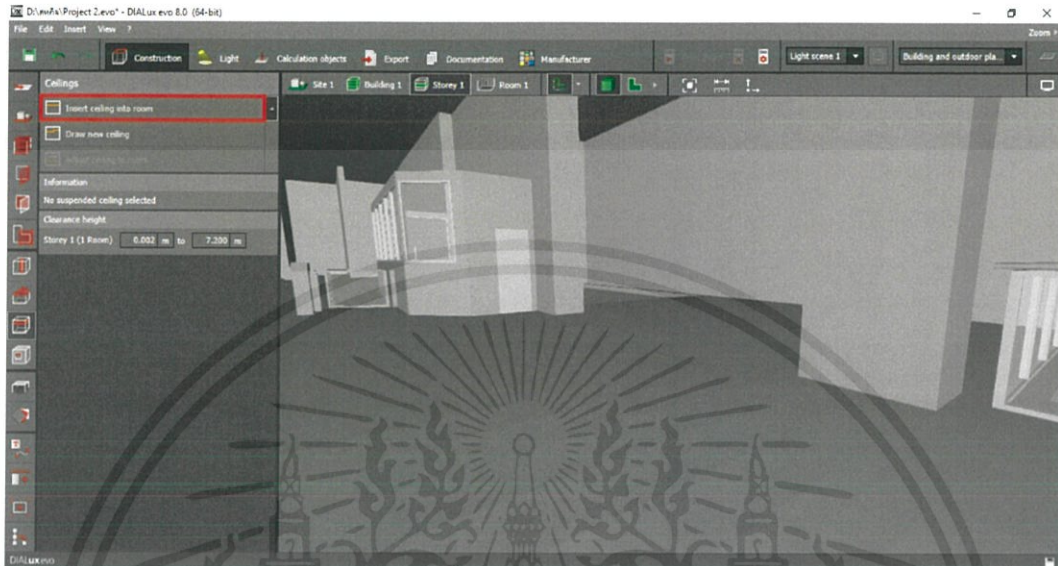
หมายเลข 1. คือ Draw new room เป็นคำสั่งสร้างห้องใหม่ โดยทำการวาดห้องตามแบบแปลนที่ต้องการ

หมายเลข 2. คือ Floor thickness เป็นคำสั่งในการกำหนดความหนาของพื้น

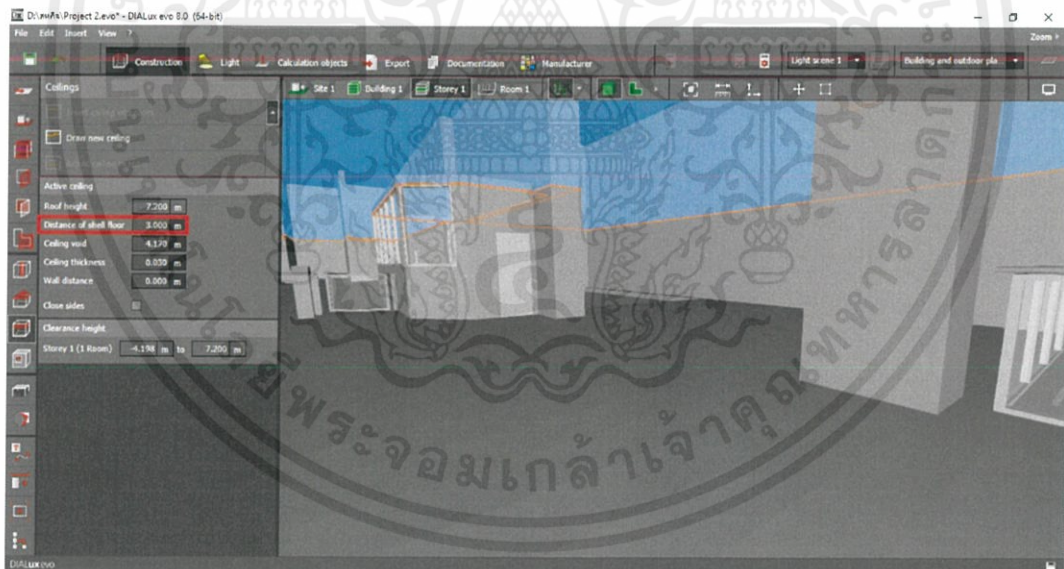


รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างห้อง

3.4.4 การสร้างฝ้าภายในห้องตามระดับที่ต้องการ เลือกคำสั่ง Insert ceiling into room เพื่อเพิ่มฝ้า ดังรูปที่ 3.4 a) หลังจากนั้นกำหนดระยะห่างระหว่างฝ้ากับพื้นห้องตามที่ต้องการจากคำสั่ง Distance of shell floor ดังรูปที่ 3.4 b)



a) ขั้นตอนการเพิ่มฝ้า

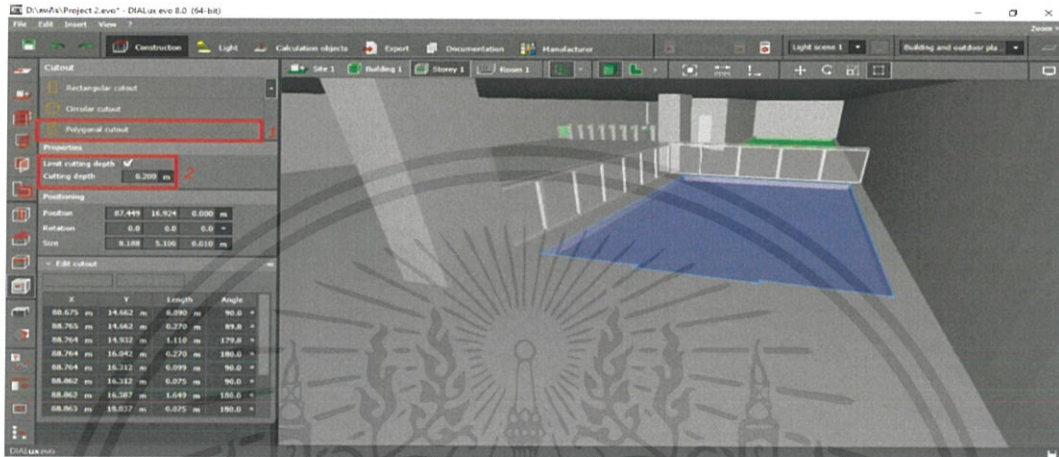


b) กำหนดความสูงจากพื้น
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างฝ้า

3.4.5 เจาะพื้นและฝ้า เพื่อช่องเปิดสำหรับการสร้างบันได โดยใช้คำสั่ง 2 คำสั่ง ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1. คือ Polygonal cutout เป็นคำสั่งวาดบริเวณที่ต้องการเจาะพื้นหรือฝ้า

หมายเลข 2. คือ Limit cutting depth เป็นคำสั่งเลือกความลึกของช่องที่เจาะ และ Cutting depth เป็นคำสั่งการกำหนดความลึกของช่องที่เจาะ



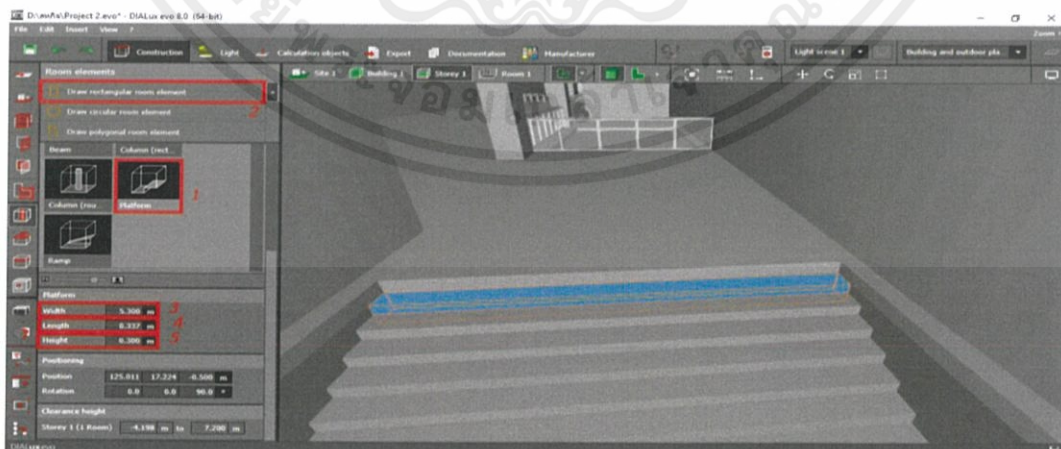
รูปที่ 3.5 วิธีเจาะพื้นและฝ้า

3.4.6 สร้างบันไดให้ตรงกับตำแหน่งแบบแปลน ใช้คำสั่ง 5 คำสั่ง ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งรายละเอียดดังนี้
 หมายเลข 1. คือ Platform เป็นคำสั่งเลือกลักษณะการสร้างชั้นบันได
 หมายเลข 2. คือ Draw rectangular element เป็นคำสั่งสร้างแท่งเป็นสี่เหลี่ยมที่ใช้เป็นชั้นบันไดขึ้นมา

หมายเลข 3. คือ Width เป็นคำสั่งกำหนดความกว้างของชั้นบันได

หมายเลข 4. คือ Length เป็นคำสั่งกำหนดความยาวของชั้นบันได

หมายเลข 5. คือ Height เป็นคำสั่งกำหนดความสูงของชั้นบันได



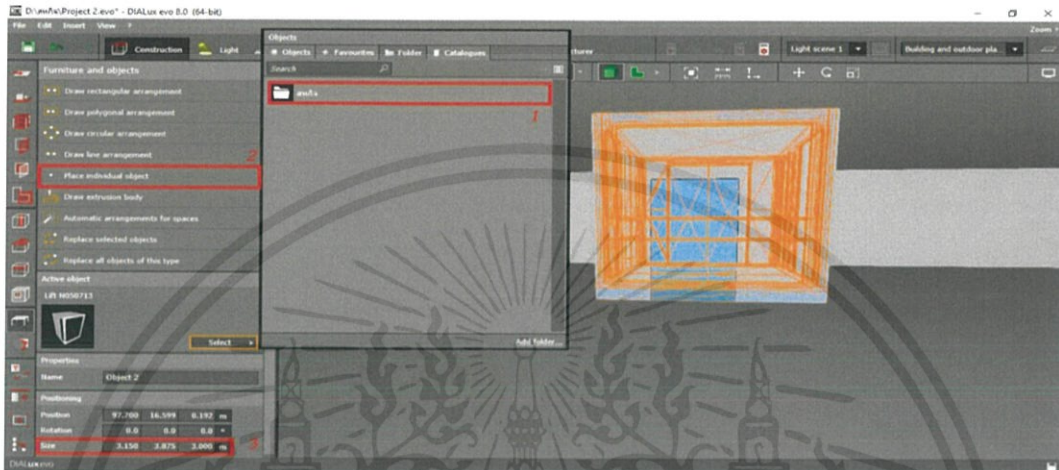
รูปที่ 3.6 วิธีสร้างบันได

3.4.7 ใส่เฟอร์นิเจอร์ บันไดเลื่อน ลิฟต์ ให้ตรงกับตำแหน่งแบบแปลน โดยใช้คำสั่ง 3 คำสั่ง ดังรูปที่ 3.7 ซึ่งรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1. เลือกไฟล์ที่ดาวน์โหลดเก็บไว้

หมายเลข 2. คือ Place individual object เป็นคำสั่งเลือกวางตามตำแหน่งที่ต้องการ

หมายเลข 3. คือ Size เป็นคำสั่งการกำหนดขนาด



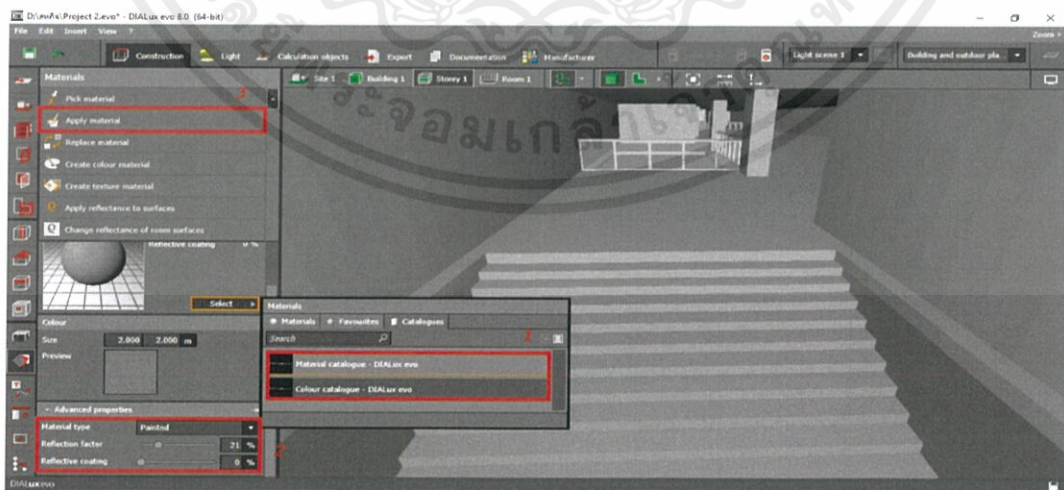
รูปที่ 3.7 วิธีใส่เฟอร์นิเจอร์ บันไดเลื่อน ลิฟต์

3.4.8 ใส่สีวัสดุ เพื่อความเสมือนจริงในการจำลองค่า โดยใช้คำสั่ง 3 คำสั่ง ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1 คือ Catalogues เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเลือกสีที่ต้องการ

หมายเลข 2 คือ Advanced เป็นคำสั่งที่กำหนดชนิด ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนและค่าการสะท้อน

หมายเลข 3 คือ Apply material เป็นคำสั่งเลือกวัสดุที่ต้องการทาสี

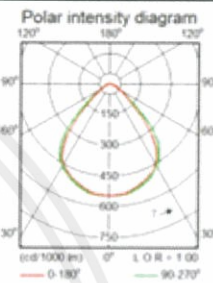
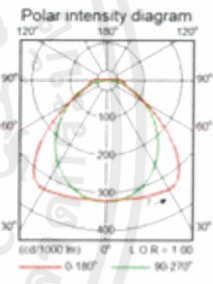
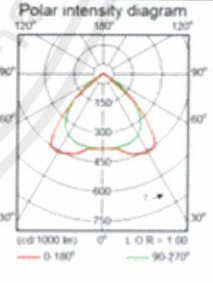


รูปที่ 3.8 วิธีใส่สีวัสดุ

3.5 จำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

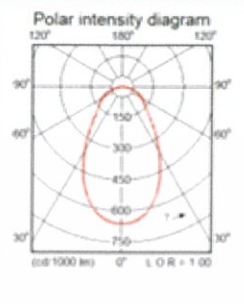
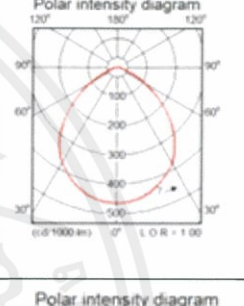
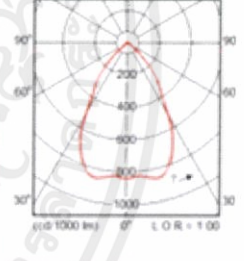
3.5.1 เลือกหลอดไฟ ซึ่งเลือกหลอดไฟ 2 ประเภทให้มีลักษณะที่เหมือนหรือสอดคล้องในสัญญาณว่าจำงซึ่งมีคุณสมบัติที่ต้องพิจารณาคือ กำลังวัตต์ ฟลักซ์การส่องสว่าง ประเภทของหลอดและอุณหภูมิสี

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟตามหลอดอ้างอิง L-1

ชุดหลอดไฟ	กำลังวัตต์ (W)	ฟลักซ์การส่องสว่าง (Φ)	ประเภทของหลอด	อุณหภูมิสี (K)	กราฟการกระจายตัวของแสง
อ้างอิง L-1	36	2100	LED	4000	-
BCS640	21	1900	LED	4000	
WT120C	23	2200	LED	4000	
WT460C	17	2300	LED	4000	

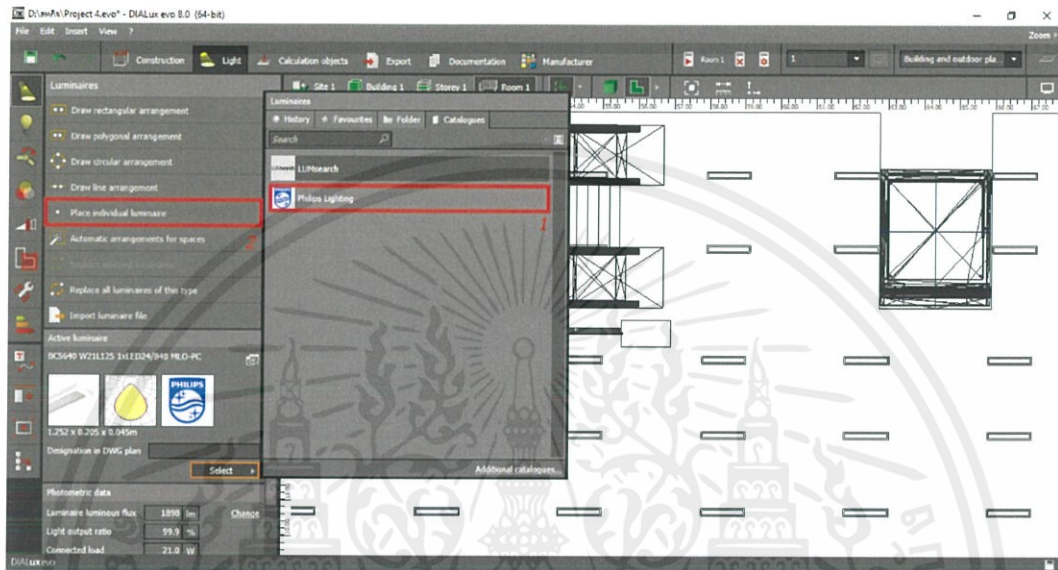
จากตารางที่ 3.3 เป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติของชุดหลอดไฟอ้างอิง L-1 กับชุดหลอดไฟต่างๆ ในการจำลองได้เลือกใช้ชุดหลอดไฟ WT120C เนื่องจากมีค่าฟลักซ์ส่องสว่างที่ใกล้เคียงกับชุดหลอดไฟอ้างอิง และยังมีกราฟการกระจายตัวของแสงที่ดีอีกด้วย

ตารางที่ 3.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟตามหลอดอ้างอิง L9-2

ชุดหลอดไฟ	กำลังวัตต์ (W)	ฟลักซ์การส่องสว่าง (Φ)	ประเภทของหลอด	อุณหภูมิสี (K)	กราฟการกระจายตัวของแสง
อ้างอิง L9-2	18	2000	LED	4000	-
DN570B	18	1850	LED	4000	
DN125B	24	2000	LED	4000	
DN471B	24	2100	LED	4000	

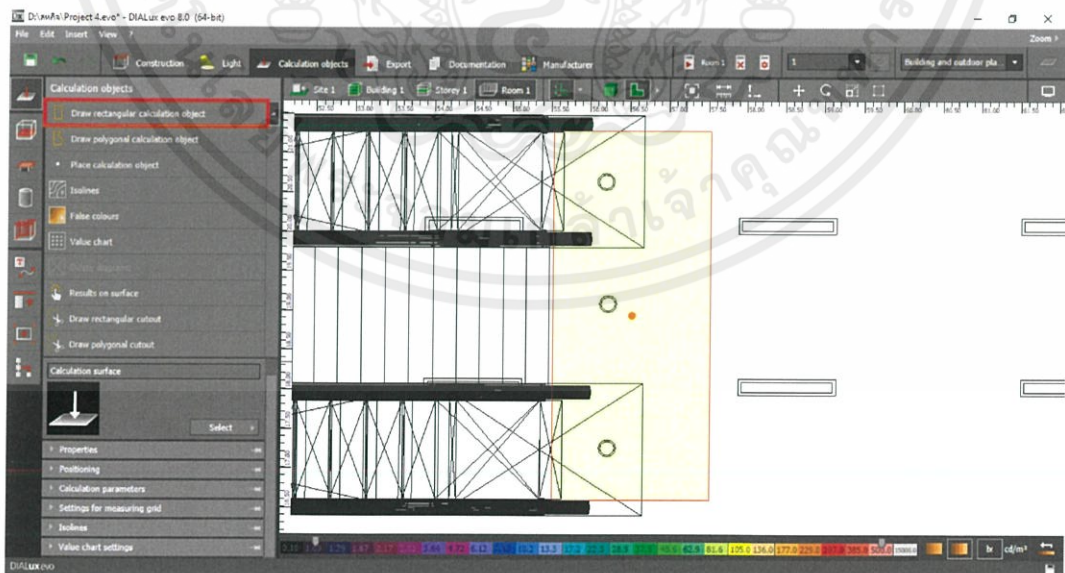
จากตารางที่ 3.4 เป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติของชุดหลอดไฟอ้างอิง L9-2 กับชุดหลอดไฟต่างๆ ในการจำลองได้เลือกใช้ชุดหลอดไฟ DN471B เนื่องจากให้ค่าฟลักซ์ส่องสว่างที่ใกล้เคียงกับชุดหลอดไฟอ้างอิง และการกระจายตัวของแสงเป็นแบบส่องเน้นจุดตามที่ต้องการ

3.5.2 วางโคมไฟตามแนวแบบแปลนผ้า โดยใช้คำสั่ง 2 คำสั่ง ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งรายละเอียดดังนี้
 หมายเลข 1 คือ Philips Lighting เป็นคำสั่งเลือกโคมไฟที่มีรายละเอียดตาม
 ข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง
 หมายเลข 2 คือ Place individual luminaire เป็นคำสั่งวางโคมไฟในตำแหน่งผ้าที่ได้รับ
 การออกแบบไว้



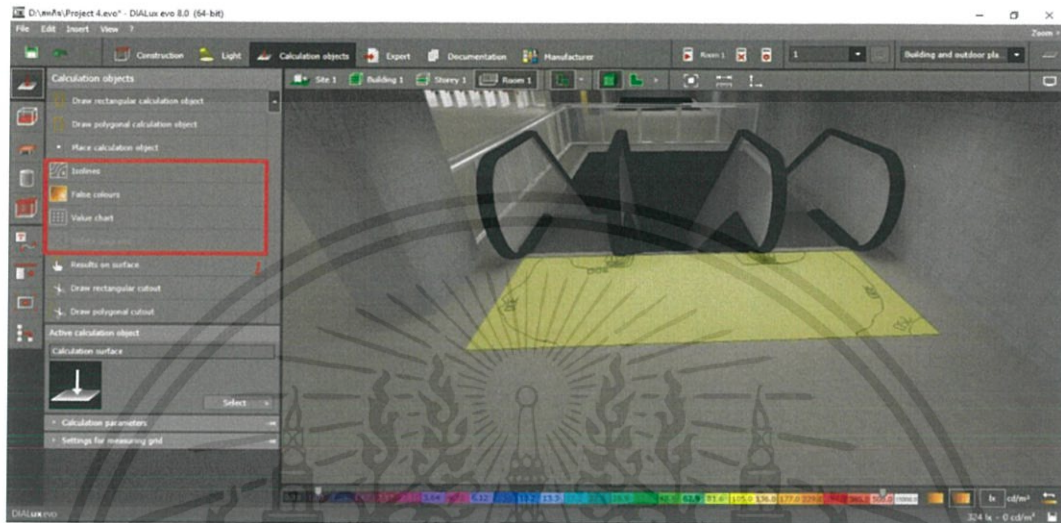
รูปที่ 3.9 วิธีวางโคมไฟ

3.5.3 กำหนดพื้นที่วัดแสงในบริเวณที่ต้องการทราบค่าจากการจำลองจากคำสั่ง
 Draw rectangular calculation object ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วิธีกำหนดพื้นที่วัดแสง

3.5.4 จำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อแสดงค่าความสว่าง ดังรูปที่ 3.11 โดยคำสั่ง Isolines เป็นคำสั่งแสดงค่าการจำลองในรูปแบบของเส้นที่มีค่าความสว่างเท่ากัน คำสั่ง False colours เป็นคำสั่งแสดงค่าการจำลองในรูปแบบของสีมีค่าความสว่างเท่ากันตามแถบสีที่กำหนด คำสั่ง Value chart เป็นคำสั่งแสดงค่าการจำลองในรูปแบบจุดที่ต้องการทราบค่า

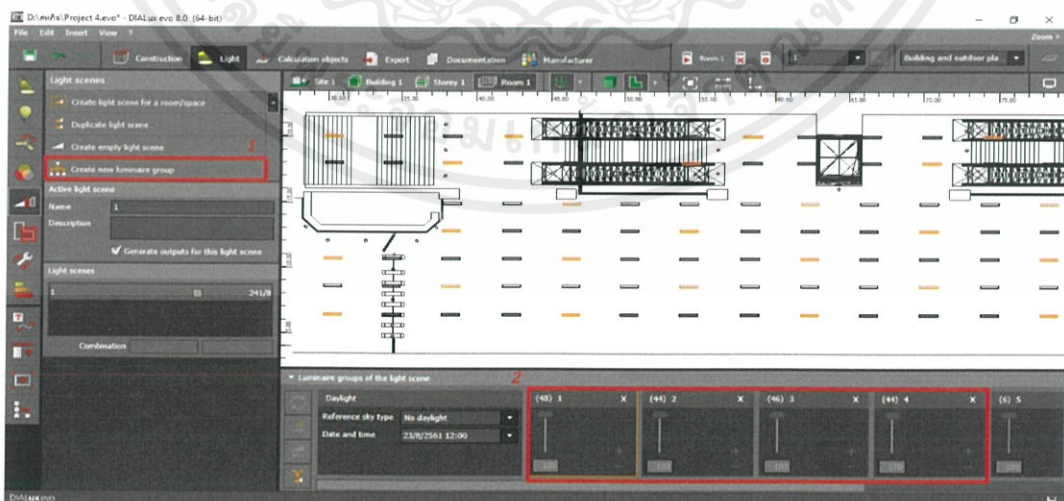


รูปที่ 3.11 วิธีจำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.5.5 แบ่งโคมไฟออกเป็นกลุ่มสำหรับ 100% 75% 50% และ 25% ของความสว่างที่ออกแบบ โดยใช้คำสั่ง 2 คำสั่ง ดังรูปที่ 3.12 ซึ่งรายละเอียดดังนี้

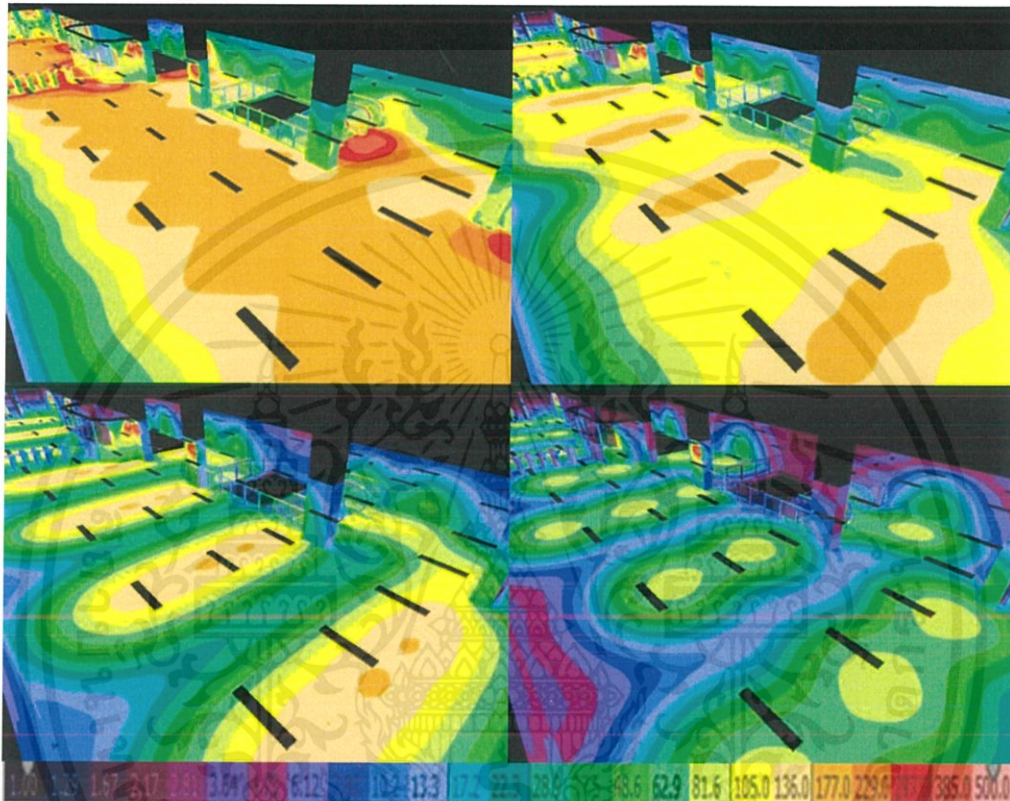
หมายเลข 1 คือ Create new luminaire group เป็นคำสั่งจัดกลุ่มของโคมไฟเพื่อการจำลองตามเปอร์เซ็นต์การใช้งาน

หมายเลข 2 คือ luminaire group of light scene เป็นคำสั่งตัวควบคุมการเปิดปิดโคมไฟตามกลุ่มที่ได้จัดเอาไว้



รูปที่ 3.12 วิธีแบ่งโคมไฟออกเป็นกลุ่ม

3.5.6 จำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับวงจร 100% 75% 50% และ 25% ของความสว่างที่ ออกแบบ เมื่อทำการจำลองจะได้ค่าตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 3.5.4 ในรูปที่ 3.13 เป็นค่าแสดงแถบสี ของความสว่างในบริเวณเดียวกัน ตัวอย่างผลการจำลองที่ระดับแสงสว่าง 100% ของความสว่างที่ออกแบบ (รูปบนซ้าย) ที่ระดับแสงสว่าง 75% ของความสว่างที่ออกแบบ(รูปบนขวา) ที่ระดับแสงสว่าง 50% ของ ความสว่างที่ออกแบบ(รูปล่างซ้าย)และที่ระดับแสงสว่าง 25% ของความสว่างที่ออกแบบ(รูปล่างขวา)



รูปที่ 3.13 ผลการจำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.6 วิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการจำลองระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการจำลองในซอฟต์แวร์ DIALux evo 8.0 กับค่าในข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง แก้ไขให้ค่าเป็นไปตามเงื่อนไขต่างๆ

3.7 ออกแบบและคำนวณการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในส่วนของการออกแบบและคำนวณนั้น ต้องสอดคล้องกับข้อตกลงของผู้ว่าจ้างและหนังสือ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 ในการเลือกลักษณะการติดตั้งระบบไฟฟ้า แสงสว่าง สายไฟฟ้า และเลือกสายดิน

3.7.1 เลือกรูปแบบการติดตั้ง

เลือกการติดตั้งกลุ่มที่ 2 โดยการเดินในช่องเดินสายโลหะเกาะผนัง

3.7.2 ชนิดสายและขนาดสายไฟฟ้าวงจรร้อย

เลือกสายไฟฟ้า Low Smoke Zero Halogen (LSZH) และสาย Fire Resistant Cable (FRC)

การคำนวณโหลดของวงจรย่อย โดยค่าที่ได้จะนำไปพิจารณาเลือกเครื่องป้องกันกระแสเกิน (I_n) และนำขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ได้ไปพิจารณาเพื่อเลือกขนาดสายไฟจะต้องนำกระแสได้ไม่ต่ำกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน

3.7.3 ขนาดสายดิน

สายดินของวงจรย่อยเลือกไม่เกินขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน

3.7.4 ขนาดท่อ

เลือกเดินสายในท่อโลหะหนาปานกลาง ขนาดท่อเลือกจากชนิดและขนาดของสายไฟ

3.7.5 จัดทำตารางโหลด

จัดทำตารางโหลดตู้วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อการแบ่งเฟสสามเฟสให้สมดุล เพื่อให้ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าทำงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3.7.6 คำนวณแรงดันตก

แรงดันตกคิดจากบริษัทประธานแรงต่ำจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5 %

3.7.7 จัดทำแบบแปลนไฟฟ้าส่องสว่าง

ใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 ในการเขียนแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



บทที่ 4 ผลการจำลอง

ในบทนี้แสดงโครงสร้างสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยในแบบจำลองและผลการจำลองติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยใช้ซอฟต์แวร์ DIALux EVO 8.0 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่างของสถานีรถไฟฟ้าสายสีส้มโดยใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 ตารางโหลดและแรงดันไฟฟ้าตกซึ่งสอดคล้องตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้างของโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มและมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

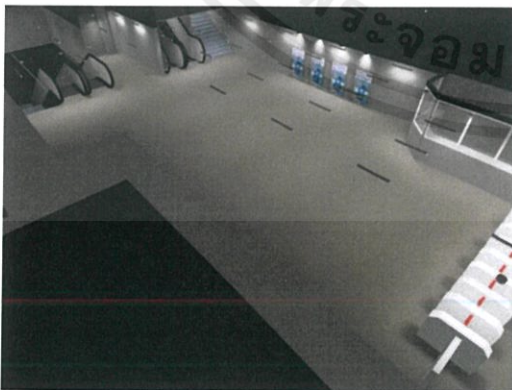
4.1 ลักษณะโครงสร้างสถานีในแบบจำลอง

4.1.1 ก่อนการจำลองสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

จากรูปที่ 4.1 บริเวณหมายเลข 1 คือ บริเวณทั่วไป 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.2 และบริเวณหมายเลข 2 คือ บริเวณทั่วไป 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.1 บริเวณทั่วไป 1 และ 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



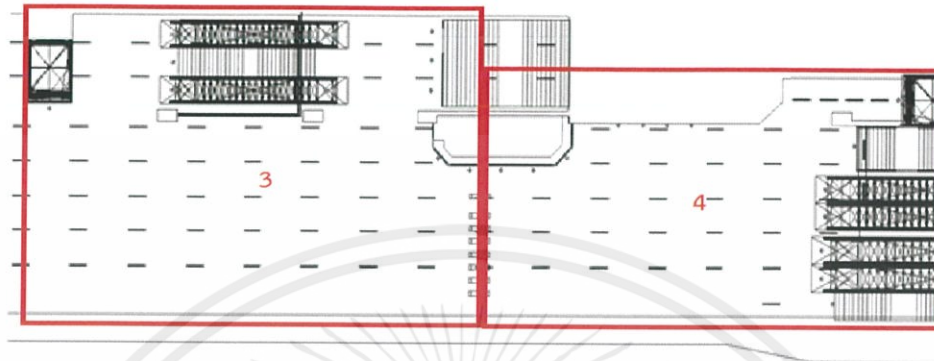
รูปที่ 4.2 บริเวณทั่วไป 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



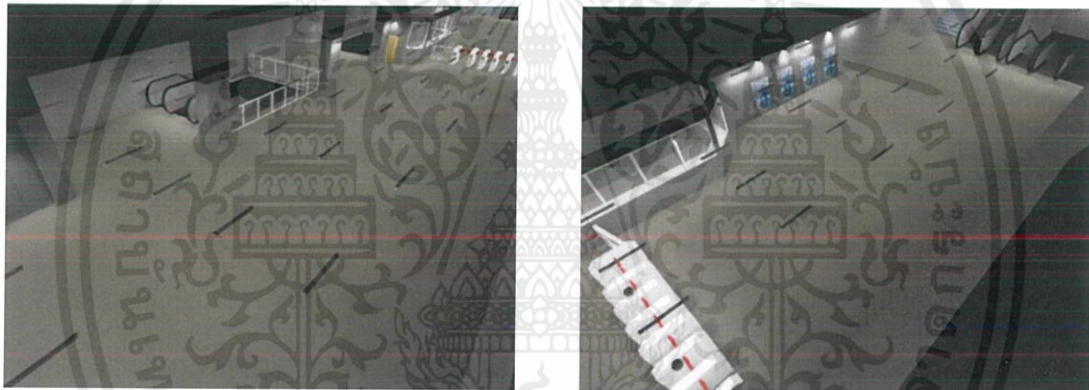
รูปที่ 4.3 บริเวณทั่วไป 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 บริเวณหมายเลข 3 คือ บริเวณทั่วไป 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.5 และบริเวณหมายเลข 4 คือ บริเวณทั่วไป 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.6

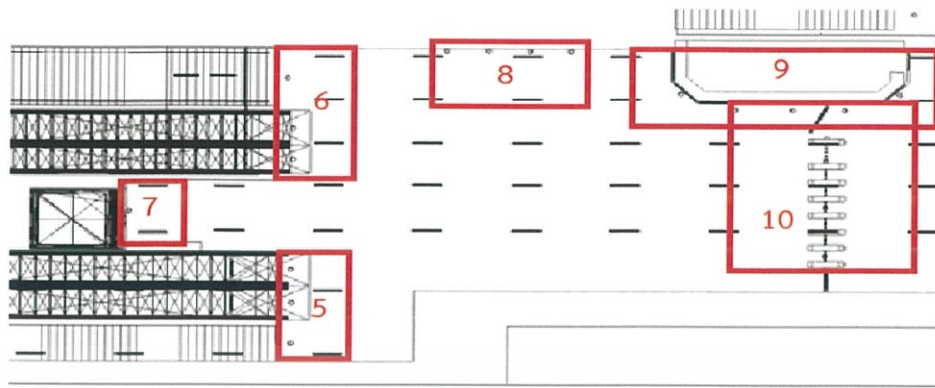


รูปที่ 4.4 บริเวณทั่วไป 3 และ 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



รูปที่ 4.5 บริเวณทั่วไป 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร รูปที่ 4.6 บริเวณทั่วไป 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

จากรูปที่ 4.7 บริเวณหมายเลข 5 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.8 บริเวณหมายเลข 6 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.9 บริเวณหมายเลข 7 คือ หน้าลิฟต์ 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.10 บริเวณหมายเลข 8 คือ ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ 1 รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.11 บริเวณหมายเลข 9 คือ สำนักงานจำหน่ายบัตร 1 รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.12 และบริเวณหมายเลข 10 คือ ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ 1 รูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.7 บริเวณที่สำคัญ ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1



รูปที่ 4.8 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1
ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



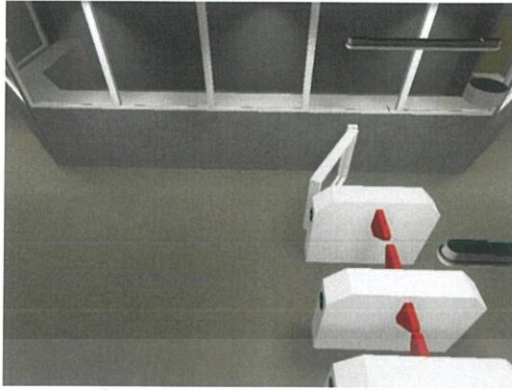
รูปที่ 4.9 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2
ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



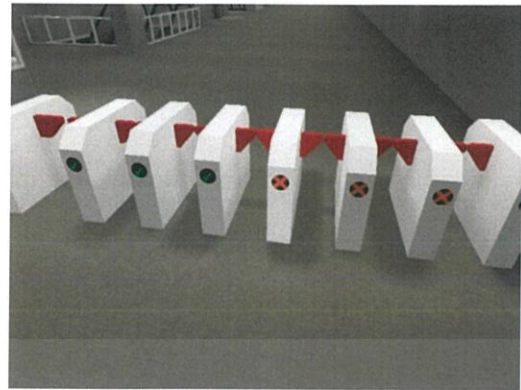
รูปที่ 4.10 หน้าลิฟต์ 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



รูปที่ 4.11 ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ 1

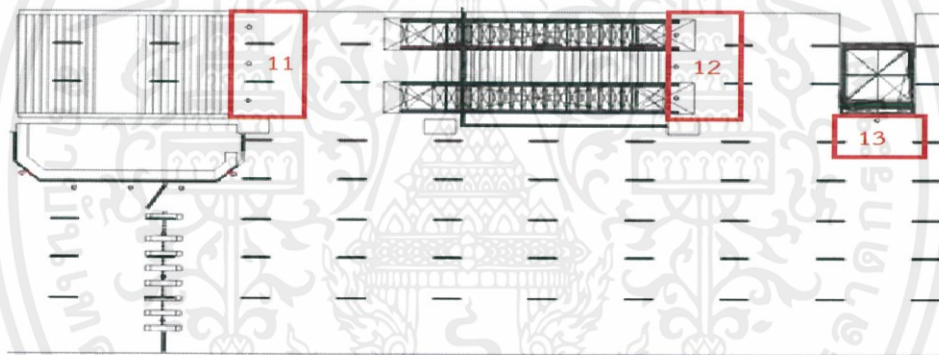


รูปที่ 4.12 สำนักงานจำหน่ายบัตร 1



รูปที่ 4.13 ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ 1

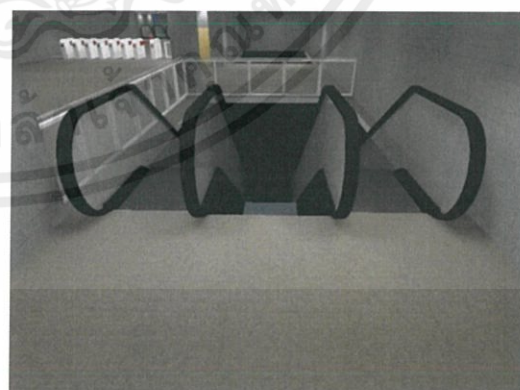
จากรูปที่ 4.14 บริเวณหมายเลข 11 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.15 บริเวณหมายเลข 12 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.16 และบริเวณหมายเลข 13 คือ หน้าลิฟต์ 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.17



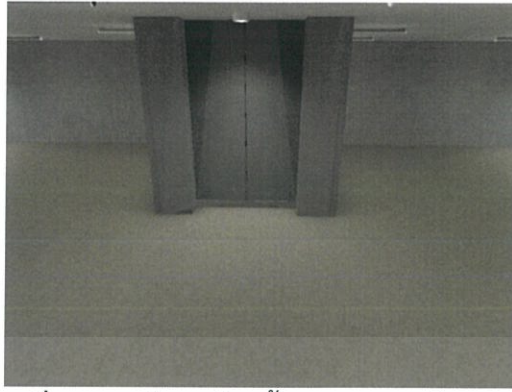
รูปที่ 4.14 บริเวณที่สำคัญ ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2



รูปที่ 4.15 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

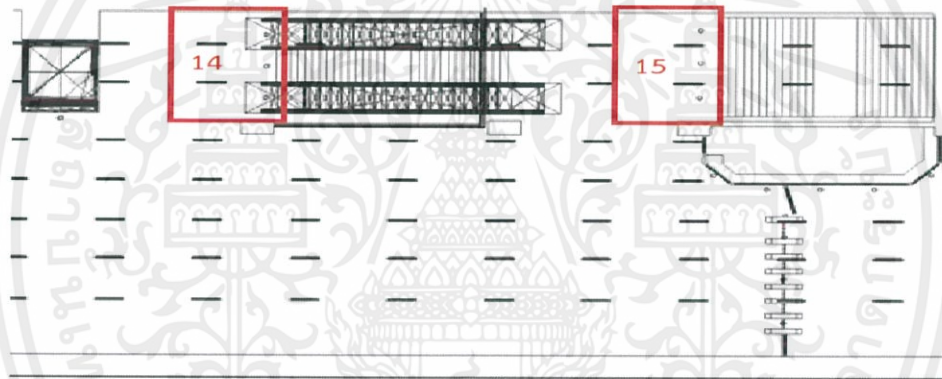


รูปที่ 4.16 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



รูปที่ 4.17 หน้าลิฟต์ 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

จากรูปที่ 4.18 บริเวณหมายเลข 14 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.19 และบริเวณหมายเลข 15 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.18 บริเวณที่สำคัญ ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3

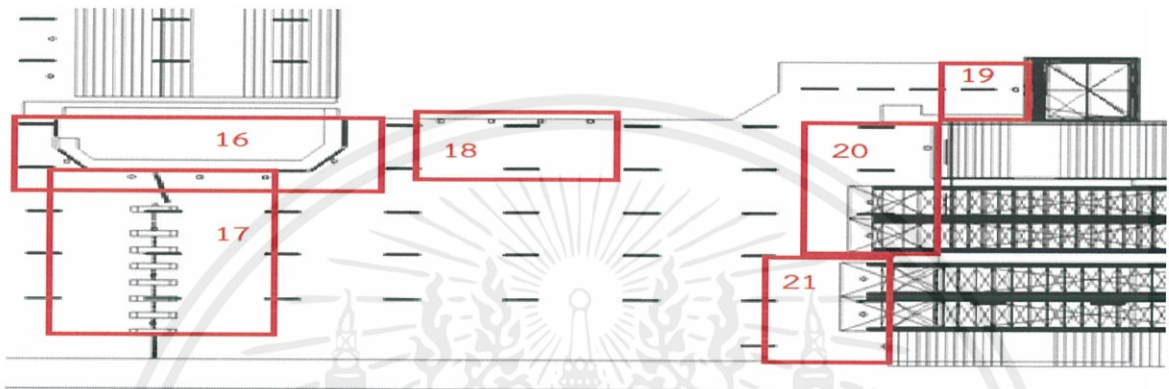


รูปที่ 4.19 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5
ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

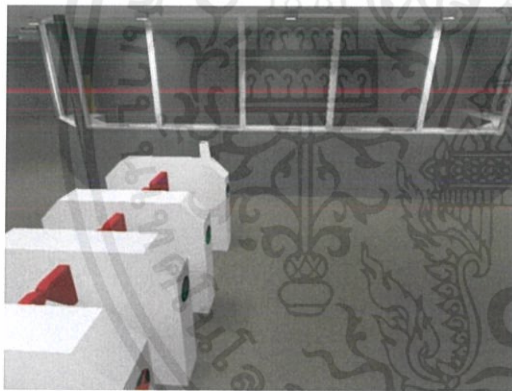


รูปที่ 4.20 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6
ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

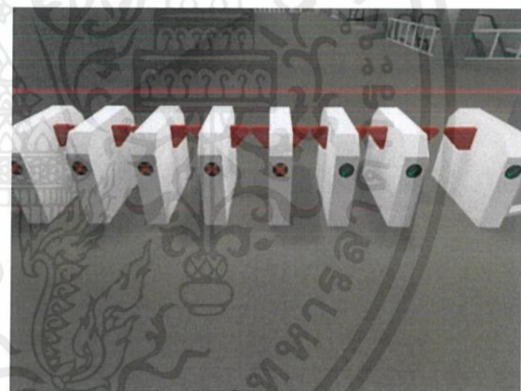
จากรูปที่ 4.21 บริเวณหมายเลข 16 คือ สำนักงานจำหน่ายบัตร 2 คูรูปจำลอง 3 มิติ ได้จากรูปที่ 4.22 บริเวณหมายเลข 17 คือ ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ 2 คูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.23 บริเวณหมายเลข 18 คือ ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ 2 คูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.24 บริเวณหมายเลข 19 คือ หน้าลิฟต์ 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร คูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.25 บริเวณหมายเลข 20 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร คูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.26 และบริเวณหมายเลข 21 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร คูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.21 บริเวณที่สำคัญ ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4



รูปที่ 4.22 สำนักงานจำหน่ายบัตร 2



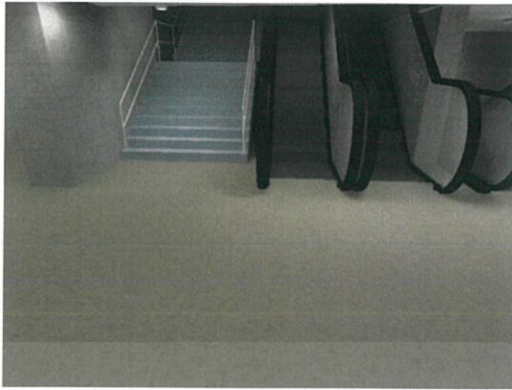
รูปที่ 4.23 ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ 2



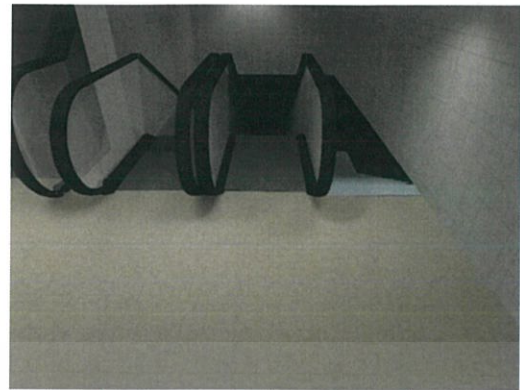
รูปที่ 4.24 ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ 2



รูปที่ 4.25 หน้าลิฟต์ 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



รูปที่ 4.26 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7
ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

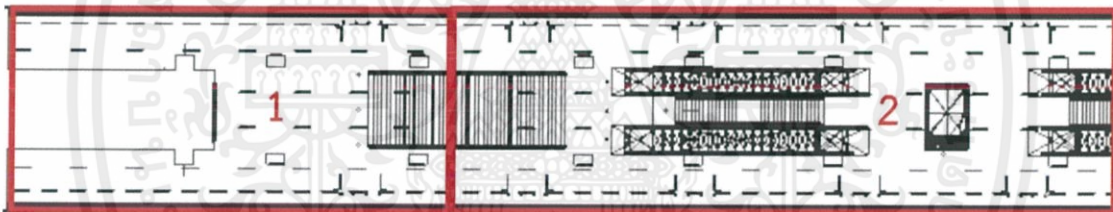


รูปที่ 4.27 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8
ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

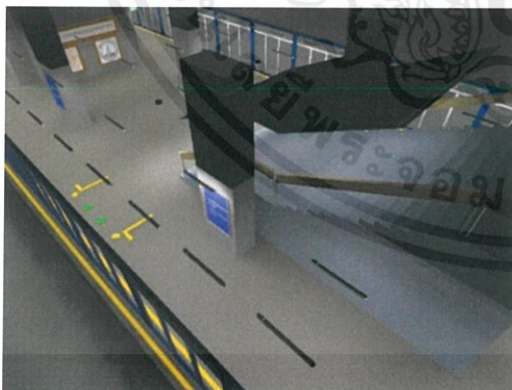
4.1.2 ก่อนการจำลองสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ชั้นชานชาลา

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

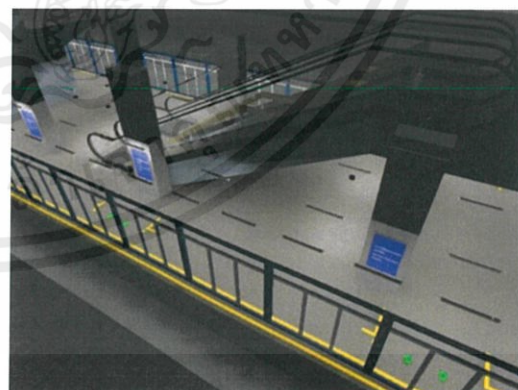
จากรูปที่ 4.28 บริเวณหมายเลข 1 คือ บริเวณทั่วไป 1 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.29 และบริเวณหมายเลข 2 คือ บริเวณทั่วไป 2 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.28 บริเวณทั่วไป 1 และ 2 ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.29 บริเวณทั่วไป 1 ชั้นชานชาลา

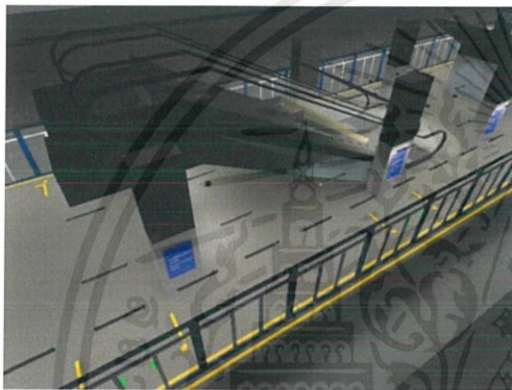


รูปที่ 4.30 บริเวณทั่วไป 2 ชั้นชานชาลา

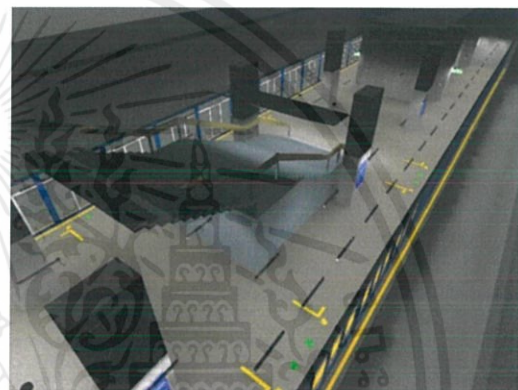
จากรูปที่ 4.31 บริเวณหมายเลข 3 คือ บริเวณทั่วไป 3 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.32 และบริเวณหมายเลข 4 คือ บริเวณทั่วไป 4 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.31 บริเวณทั่วไป 3 และ 4 ชั้นชานชาลา

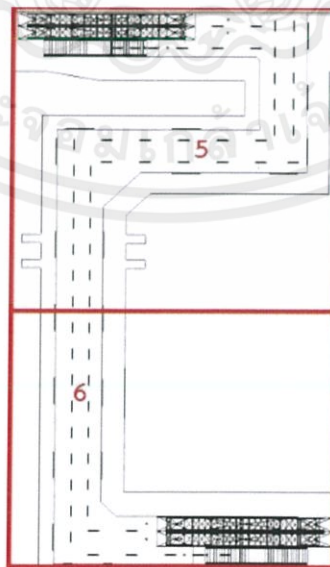


รูปที่ 4.32 บริเวณทั่วไป 3 ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.33 บริเวณทั่วไป 4 ชั้นชานชาลา

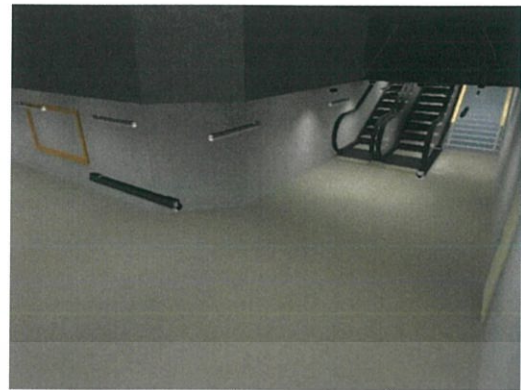
จากรูปที่ 4.34 บริเวณหมายเลข 5 คือ ทางเดินผู้โดยสาร 1 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.35 และบริเวณหมายเลข 6 คือ ทางเดินผู้โดยสาร 2 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.34 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 1 และ 2 ชั้นชานชาลา

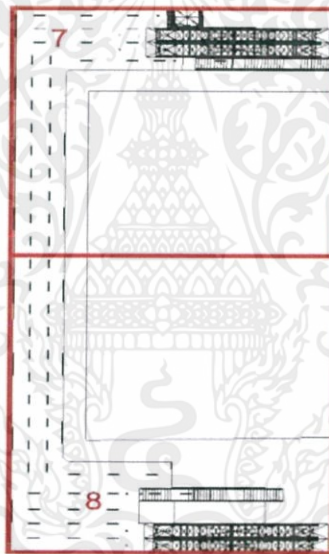


รูปที่ 4.35 ทางเดินผู้โดยสาร 1 ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.36 ทางเดินผู้โดยสาร 2 ชั้นชานชาลา

จากรูปที่ 4.37 บริเวณหมายเลข 7 คือ ทางเดินผู้โดยสาร 3 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.38 และบริเวณหมายเลข 8 คือ ทางเดินผู้โดยสาร 4 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.39



รูปที่ 4.37 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 3 และ 4 ชั้นชานชาลา

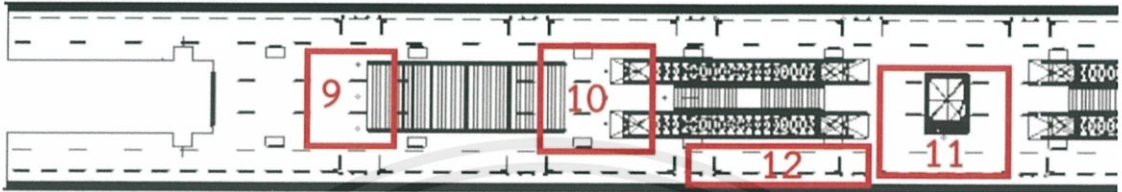


รูปที่ 4.38 ทางเดินผู้โดยสาร 3 ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.39 ทางเดินผู้โดยสาร 4 ชั้นชานชาลา

จากรูปที่ 4.40 บริเวณหมายเลข 9 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1 ชั้นชานชาลา
 จากรูปที่ 4.41 บริเวณหมายเลข 10 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2 ชั้นชานชาลา
 จากรูปที่ 4.42 บริเวณหมายเลข 11 คือ หน้าลิฟต์ 1 ชั้นชานชาลา
 จากรูปที่ 4.43 และบริเวณหมายเลข 12 คือ ทางเข้าออกรถไฟฟ้า ชั้นชานชาลา
 จากรูปที่ 4.44



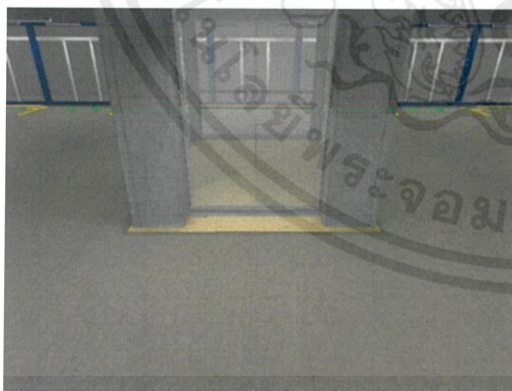
รูปที่ 4.40 บริเวณที่สำคัญ ชั้นชานชาลา 1



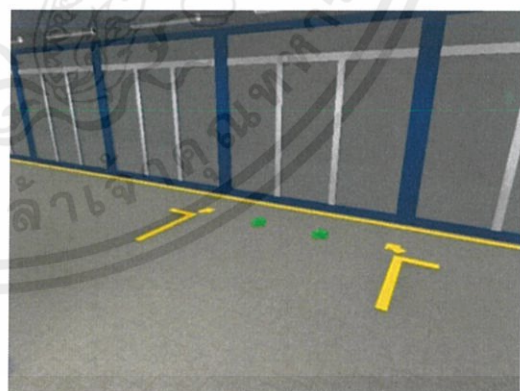
รูปที่ 4.41 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1
ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.42 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2
ชั้นชานชาลา

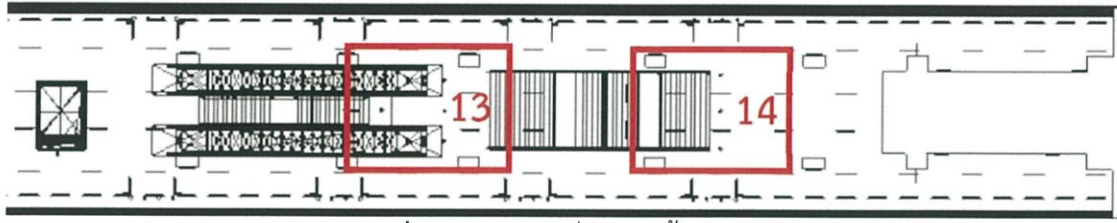


รูปที่ 4.43 หน้าลิฟต์ 1 ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.44 ทางเข้าออกรถไฟฟ้า ชั้นชานชาลา

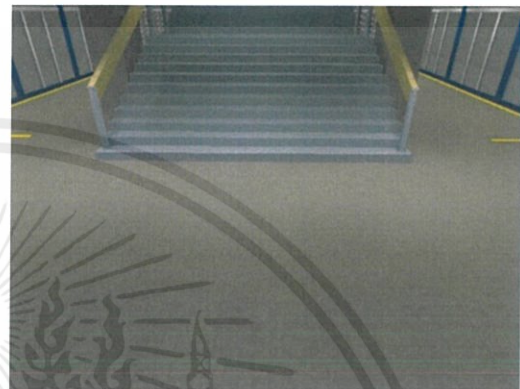
จากรูปที่ 4.45 บริเวณหมายเลข 13 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3 ชั้นชานชาลา
 จากรูปที่ 4.46 และบริเวณหมายเลข 14 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4 ชั้นชานชาลา
 จากรูปที่ 4.47



รูปที่ 4.45 บริเวณที่สำคัญ ชั้นชานชาลา 2

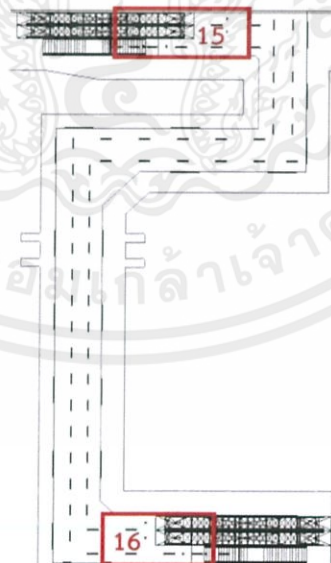


รูปที่ 4.46 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3
ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.47 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4
ชั้นชานชาลา

จากรูปที่ 4.48 บริเวณหมายเลข 15 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5 ชั้นชานชาลา
 คูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.49 และบริเวณหมายเลข 16 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6 ชั้นชานชาลา
 คูรูปจำลอง 3 มิติได้จากรูปที่ 4.50



รูปที่ 4.48 บริเวณที่สำคัญ ชั้นชานชาลา 3

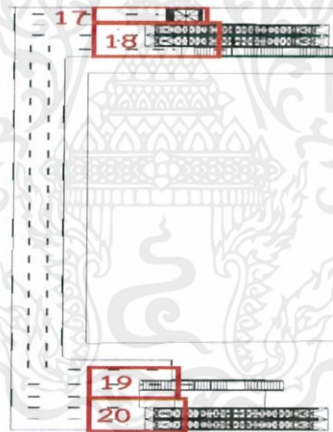


รูปที่ 4.49 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5
ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.50 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6
ชั้นชานชาลา

จากรูปที่ 4.51 บริเวณหมายเลข 17 คือ หน้าลิฟต์ 2 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติ
ได้จากรูปที่ 4.52 บริเวณหมายเลข 18 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติ
ได้จากรูปที่ 4.53 บริเวณหมายเลข 19 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติ
ได้จากรูปที่ 4.54 และบริเวณหมายเลข 20 คือ หัวบันไดและบันไดเลื่อน 9 ชั้นชานชาลา ดูรูปจำลอง 3 มิติ
ได้จากรูปที่ 4.55



รูปที่ 4.51 บริเวณที่สำคัญ ชั้นชานชาลา 4



รูปที่ 4.52 หน้าลิฟต์ 2 ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.53 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7
ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.54 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8
ชั้นชานชาลา



รูปที่ 4.55 หัวบันไดและบันไดเลื่อน 9
ชั้นชานชาลา

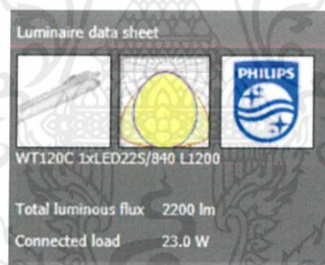
4.2 ผลการจำลองความส่องสว่าง

4.2.1 ชนิดของโคมไฟที่ใช้ในการจำลอง

โคมไฟที่ใช้ในการจำลองมี 2 แบบคือ

4.2.1.1 Philips WT120C 1xLED22S/840 L1200 แสดงดังรูปที่ 4.56

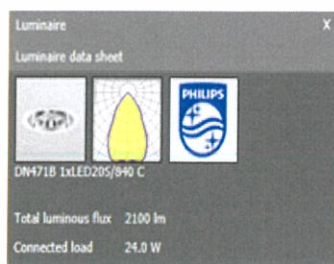
- Total luminous flux 2200 lm
- Connected load 23.0 W
- 4000 K
- LED Type



รูปที่ 4.56 โคมไฟ Philips WT120C

4.2.1.2 Philips DN471B 1xLED20S/840 C แสดงดังรูปที่ 4.57

- Total luminous flux 2100 lm
- Connected load 24.0 W
- 4000 K
- LED Type



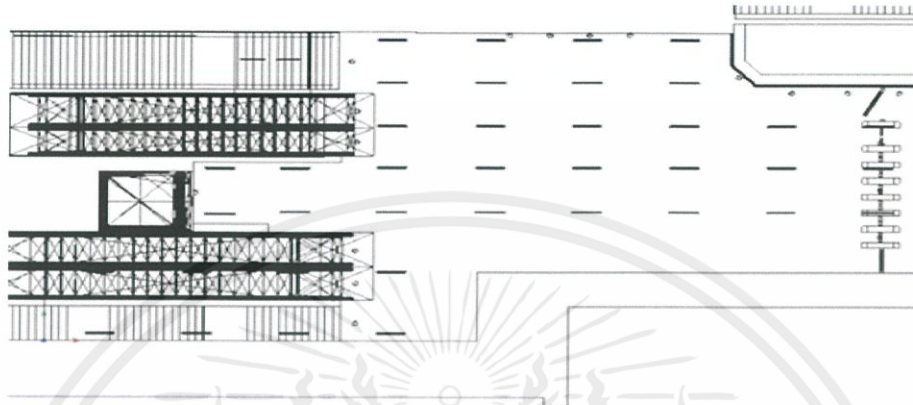
รูปที่ 4.57 โคมไฟ Philips DN471B

4.2.2 ผลการจำลองค่าผ่านซอฟต์แวร์ DIALux evo 9.0

ผลการจำลองค่าแสดงผลการจำลอง 4 ค่าจากซอฟต์แวร์ คือ

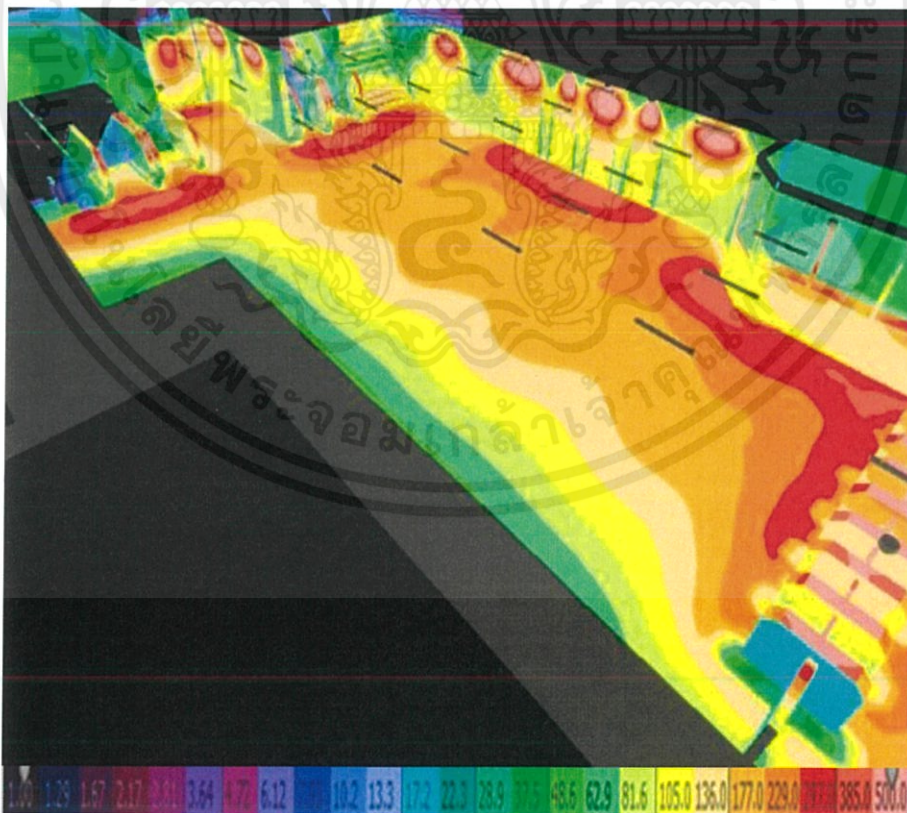
4.2.2.1 การจำลองสองมิติแสดงบริเวณที่จำลองผลตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง
แสดงรูปที่ 4.58

ตั้ง



รูปที่ 4.58 ผลการจำลองสองมิติบริเวณที่จำลองผล

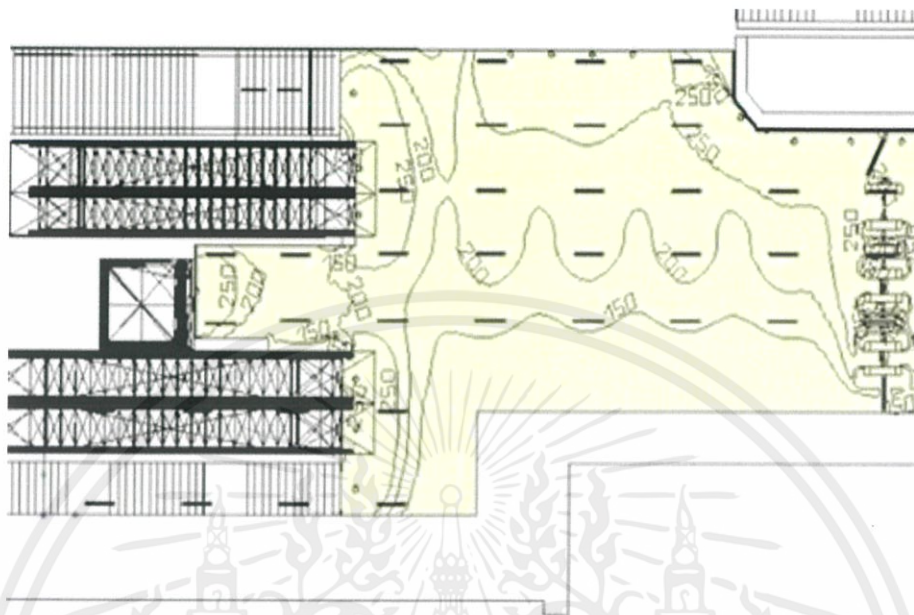
4.2.2.2 ระดับแถบสีแสดงค่าตามค่าความสว่างที่จำลองค่าได้ มีค่าต่ำสุดที่ 1.0 ลักซ์
แสดงสีม่วงเข้มมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงค่าสูงสุดที่ 500 ลักซ์แสดงสีชมพู ดังแสดงในรูปที่ 4.59



รูปที่ 4.59 ผลการจำลองค่าตามระดับแถบสีในบริเวณที่มีค่าความสว่างเท่ากัน

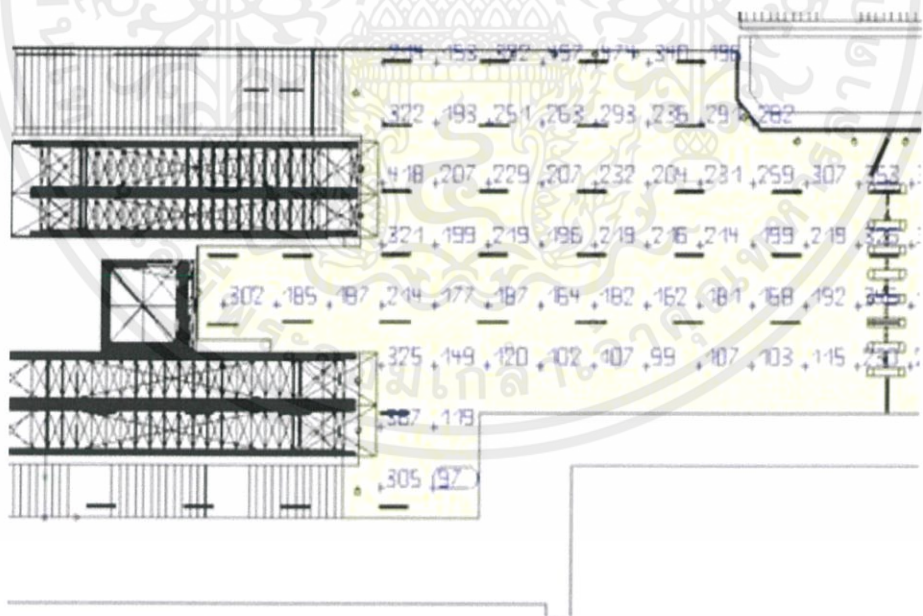
4.2.2.3 เส้นไอโซแสดงค่าความสว่างที่ระดับเดียวกันในบริเวณใกล้เคียงดังแสดงใน

รูปที่ 4.60



รูปที่ 4.60 ผลการจำลองแสดงค่าความสว่างรูปแบบเส้นไอโซ

4.2.2.4 ค่าแสงสว่างในแต่ละจุด แสดงค่าระดับแสงสว่างของจุดนั้นๆดังแสดงในรูปที่ 4.61



รูปที่ 4.61 ผลการจำลองแสดงค่าความสว่างรูปแบบจุด

4.2.3 ผลการจำลองชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

4.2.3.1 ระดับแสงสว่างที่ 100% จากข้อกำหนดของผู้ว่าจ้างได้กำหนดให้ระดับแสงสว่างในบริเวณที่สำคัญ เป็นไปตาม EN 12464-1 หรือ ตารางที่ 3.1 ผลการจำลองแสดงในตารางที่ 4.1 และภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.1 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 100% ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี	E_{avg} [lux]	E_{min} [lux]	E_{max} [lux]	E_{min}/E_{avg}
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร (170-250 lux)				
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1	227.82	97	293	0.35
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2	196.63	99	238	0.50
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3	192.95	98	246	0.51
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4	219.30	102	287	0.47
หน้าลิฟต์ (250-300 lux)				
หน้าลิฟต์ 1	256.83	205	323	0.80
หน้าลิฟต์ 2	282.17	241	342	0.85
หน้าลิฟต์ 3	258.33	204	326	0.79
หัวบันไดและบันไดเลื่อน (250-300 lux)				
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1	272.67	213	300	0.85
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2	278.22	196	348	0.70
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3	277.60	141	420	0.51
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4	283.70	147	416	0.52
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5	298.89	164	436	0.55
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6	290.70	150	438	0.52
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7	298.50	247	435	0.83
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8	280.14	176	333	0.63
ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ (250-300 lux)				
ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ 1	297.15	213	476	0.72
ตู้จำหน่ายบัตรอัตโนมัติ 2	298.3	212	498	0.71
สำนักงานจำหน่ายบัตร (250-300 lux)				
สำนักงานจำหน่ายบัตร 1	301.63	168	446	0.56
สำนักงานจำหน่ายบัตร 2	293.61	169	385	0.58
ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ (250-300 lux)				
ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ 1	253.91	118	429	0.46
ตู้เก็บบัตรอัตโนมัติ 2	251.63	123	394	0.49

4.2.3.2 ระดับแสงสว่างที่ 75% เป็นวงจรแสงสว่างใช้เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในกรณีที่มีผู้ใช้บริการในสถานี่จำนวนน้อย และผลการจำลองแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 75% ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี่	E_{avg} [lux]	E_{min} [lux]	E_{max} [lux]	E_{min}/E_{avg}
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร				
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1	183.21	55	263	0.30
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2	151.45	50	259	0.33
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3	145.06	50	228	0.34
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4	173.67	55	247	0.32

4.2.3.3 ระดับแสงสว่างที่ 50% เป็นวงจรแสงสว่างใช้เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในกรณีที่มีผู้ใช้บริการในสถานี่จำนวนน้อย และผลการจำลองแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 50% ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี่	E_{avg} [lux]	E_{min} [lux]	E_{max} [lux]	E_{min}/E_{avg}
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร				
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1	151.31	34	234	0.22
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2	111.42	33	215	0.30
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3	99.21	26	166	0.26
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4	138.07	37	176	0.27

4.2.3.4 ระดับแสงสว่างที่ 25% จากข้อกำหนดของผู้ว่าจ้างได้กำหนดให้ค่าเฉลี่ยระดับแสงสว่างถูกฉีกในบริเวณที่สำคัญ เป็นไปตามตารางที่ 3.2 ผลการจำลองแสดงในตารางที่ 4.4 และภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.4 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 25% ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี่	E_{avg} [lux]	E_{min} [lux]	E_{max} [lux]	E_{min}/E_{avg}
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร (≥ 15 lux)				
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1	45.56	12	80	0.26
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2	44.62	12	86	0.27
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3	40.37	5.1	82	0.13
พื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4	48.67	11	117	0.23
หัวบันไดและบันไดเลื่อน (≥ 25 lux)				
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1	58.83	42	75	0.71
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2	63.36	41	83	0.65
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3	55.6	29	77	0.52
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4	55.8	34	80	0.61
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5	57.1	29	81	0.51
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6	42.8	16	74	0.37
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7	61.8	40	84	0.65
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8	57.56	13	69	0.23

4.2.4 ผลการจำลองชั้นชานชาลา

4.2.4.1 ระดับแสงสว่างที่ 100% จากข้อกำหนดของผู้ว่าจ้างได้กำหนดให้ระดับแสงสว่างในบริเวณที่สำคัญ เป็นไปตาม EN 12464-1 หรือ ตารางที่ 3.1 ผลการจำลองแสดงในตารางที่ 4.5 และภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.5 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 100% ชั้นชานชาลา

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี	E_{avg} [lux]	E_{min} [lux]	E_{max} [lux]	E_{min}/E_{avg}
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา (150-200 lux)				
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 1	210.01	60	303	0.29
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 2	230.01	60	261	0.26
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 3	230.28	87	289	0.38
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 4	204.05	39	261	0.19
หน้าลิฟต์ (250-300 lux)				
หน้าลิฟต์ 1	297.25	248	364	0.83
หน้าลิฟต์ 2	266.83	162	365	0.61
หัวบันไดและบันไดเลื่อน (250-300 lux)				
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1	324.90	201	450	0.62
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2	316.83	186	469	0.59
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3	315.00	194	462	0.62
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4	324.70	200	451	0.62
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5	246.55	142	365	0.58
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6	263.72	153	410	0.58
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7	302.69	160	488	0.53
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8	315.67	236	460	0.75
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 9	281.33	150	433	0.53
ทางเดินผู้โดยสาร (150-200 lux)				
ทางเดินผู้โดยสาร 1	158.23	67	217	0.42
ทางเดินผู้โดยสาร 2	168.69	55	219	0.33
ทางเดินผู้โดยสาร 3	171.48	53	229	0.31
ทางเดินผู้โดยสาร 4	165.23	50	208	0.30
ทางเข้าออกรถไฟฟ้า ชั้นชานชาลา (250-300 lux)				
ทางเข้าออกรถไฟฟ้า ชั้นชานชาลา	250.93	200	296	0.80

4.2.4.2 ระดับแสงสว่างที่ 75% เป็นวงจรแสงสว่างใช้เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในกรณีที่มีผู้ใช้บริการในสถานีน้อย และผลการจำลองแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 75% ชั้นชานชาลา

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี	E_{avg} [lux]	E_{min} [lux]	E_{max} [lux]	E_{min}/E_{avg}
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา				
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 1	166.10	36	279	0.22
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 2	178.75	36	264	0.20
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 3	183.24	49	244	0.27
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 4	171.42	34	262	0.20
ทางเดินผู้โดยสาร				
ทางเดินผู้โดยสาร 1	107.07	34	180	0.32
ทางเดินผู้โดยสาร 2	116.97	25	189	0.21
ทางเดินผู้โดยสาร 3	114.81	24	204	0.21
ทางเดินผู้โดยสาร 4	111.44	42	188	0.38

4.2.4.3 ระดับแสงสว่างที่ 50% เป็นวงจรแสงสว่างใช้เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในกรณีที่มีผู้ใช้บริการในสถานีน้อย และผลการจำลองแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 50% ชั้นชานชาลา

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี	E_{avg} [lux]	E_{min} [lux]	E_{max} [lux]	E_{min}/E_{avg}
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา				
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 1	113.87	37	337	0.32
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 2	120.65	39	252	0.32
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 3	123.34	71	290	0.58
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 4	103.86	19	231	0.18
ทางเดินผู้โดยสาร				
ทางเดินผู้โดยสาร 1	78.17	17	162	0.22
ทางเดินผู้โดยสาร 2	78.13	18	191	0.23
ทางเดินผู้โดยสาร 3	85.22	16	158	0.19
ทางเดินผู้โดยสาร 4	75.79	30	139	0.40

4.2.4.4 ระดับแสงสว่างที่ 25% จากข้อกำหนดของผู้ว่าจ้างได้กำหนดให้ค่าเฉลี่ยระดับแสงสว่างฉุกเฉินต่ำสุดในบริเวณที่สำคัญ เป็นไปตามตารางที่ 3.2 ผลการจำลองแสดงในตารางที่ 4.8 และภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.8 ผลการจำลองระดับแสงสว่างที่ 25% ชั้นชานชาลา

บริเวณที่สำคัญภายในสถานี	E_{avg} [lux]	E_{min} [lux]	E_{max} [lux]	E_{min}/E_{avg}
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา (≥ 15 lux)				
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 1	51.61	14	119	0.27
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 2	56.91	14	135	0.25
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 3	52.80	9.9	122	0.19
พื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 4	49.80	9.8	121	0.20
หัวบันไดและบันไดเลื่อน (≥ 25 lux)				
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 1	44.60	16	90	0.36
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 2	46.33	16	130	0.35
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 3	46.75	22	128	0.47
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 4	56.50	30	95	0.53
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 5	48.36	12	94	0.25
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 6	57.18	20	95	0.35
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 7	44.52	9	89	0.20
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 8	60.33	45	86	0.75
หัวบันไดและบันไดเลื่อน 9	45.75	16	86	0.35
ทางเดินผู้โดยสาร (≥ 15 lux)				
ทางเดินผู้โดยสาร 1	39.71	3.9	89	0.10
ทางเดินผู้โดยสาร 2	38.22	5	78	0.13
ทางเดินผู้โดยสาร 3	36.79	2.9	88	0.08
ทางเดินผู้โดยสาร 4	33.41	6.7	80	0.20





4.3 ผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

4.3.1 แบบแปลน




เขียนแบบแปลนโดยใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 ซึ่งใช้สัญลักษณ์ของหลอดไฟตามตารางที่ 4.9 และสัญลักษณ์การเดินสายไฟตามตารางที่ 4.10 โดยที่รายละเอียดแบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่างของชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารแสดงดังรูปที่ 4.62-4.64 และชั้นชานชาลาแสดงดังรูปที่ 4.65-4.71

4.3.1.1 สัญลักษณ์ในแบบแปลน

ตารางที่ 4.9 สัญลักษณ์หลอดไฟในแบบแปลน

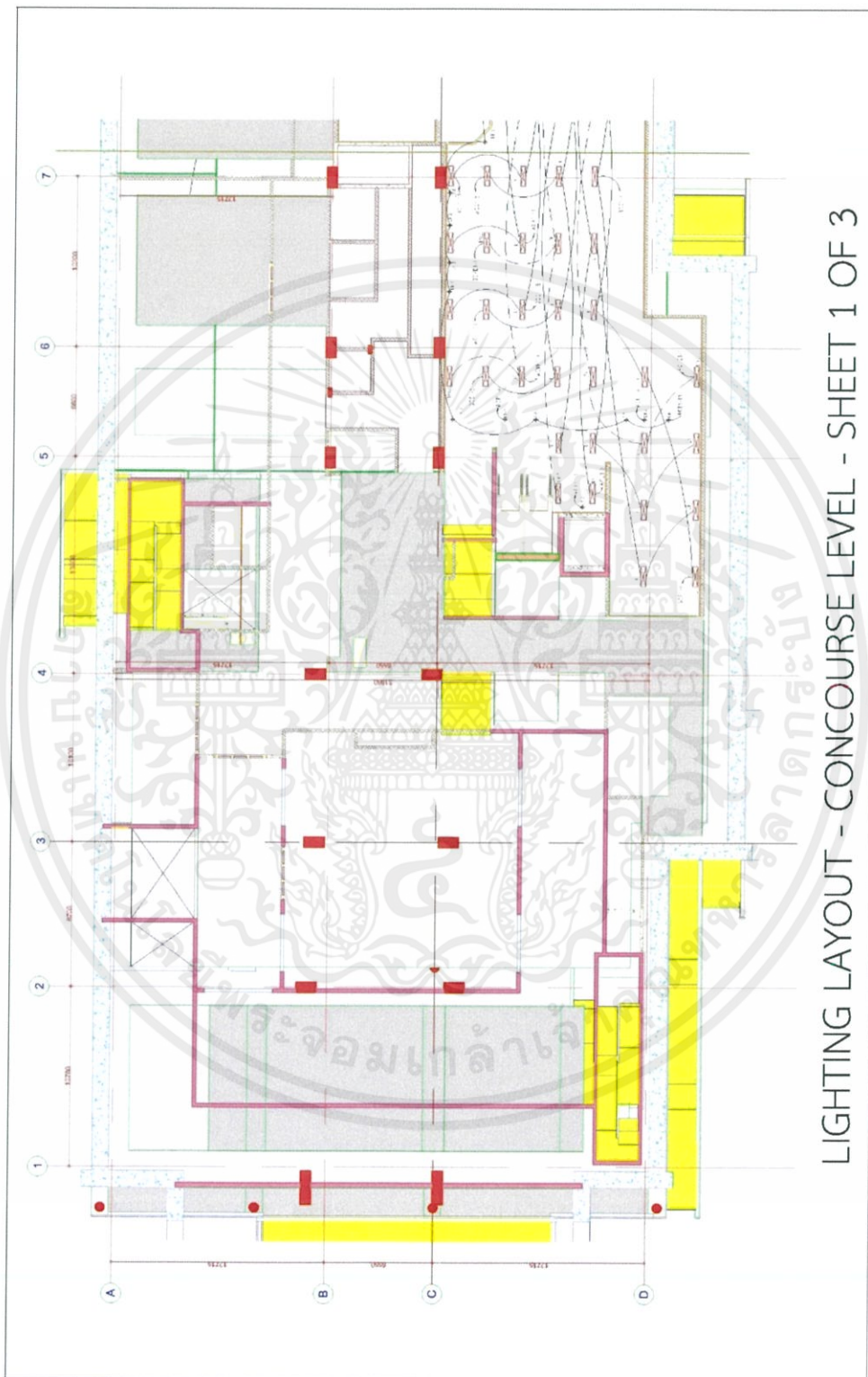
ชนิด	รูปภาพ	ขนาด	สัญลักษณ์	คุณสมบัติหลอดไฟ			
				วัตต์ (W)	อุณหภูมิสี (K)	ชนิด	ลูเมนต่อโคม (Lm)
L1		WxLxH 90x1210 x80		1x23	4000	LED	2200
L9-2		WxLxH 220x220 x100		1x24	4000	LED	2100

ตารางที่ 4.10 สัญลักษณ์ในแบบแปลน

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	สายไฟฟ้าฉุกเฉินเดินร้อยในท่อสายไฟในผิวผนังคอนกรีตหรือลอยบนฝ้า
	สายไฟฟ้าเดินร้อยในท่อสายไฟในผิวผนังคอนกรีตหรือลอยบนฝ้า
	สายไฟฟ้าเดินต่อไปยัง

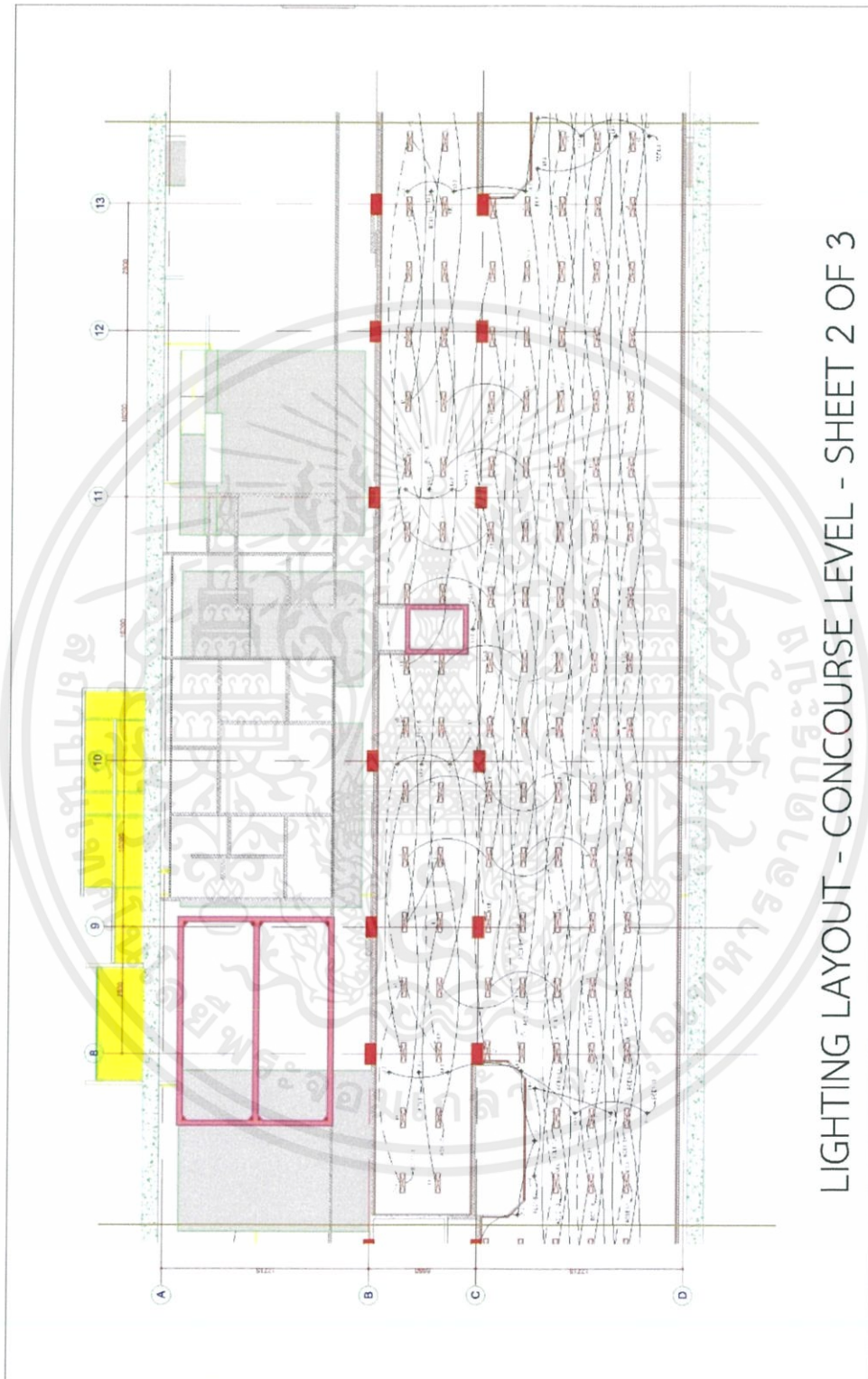
4.3.1.2 แบบแปลนชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1/3



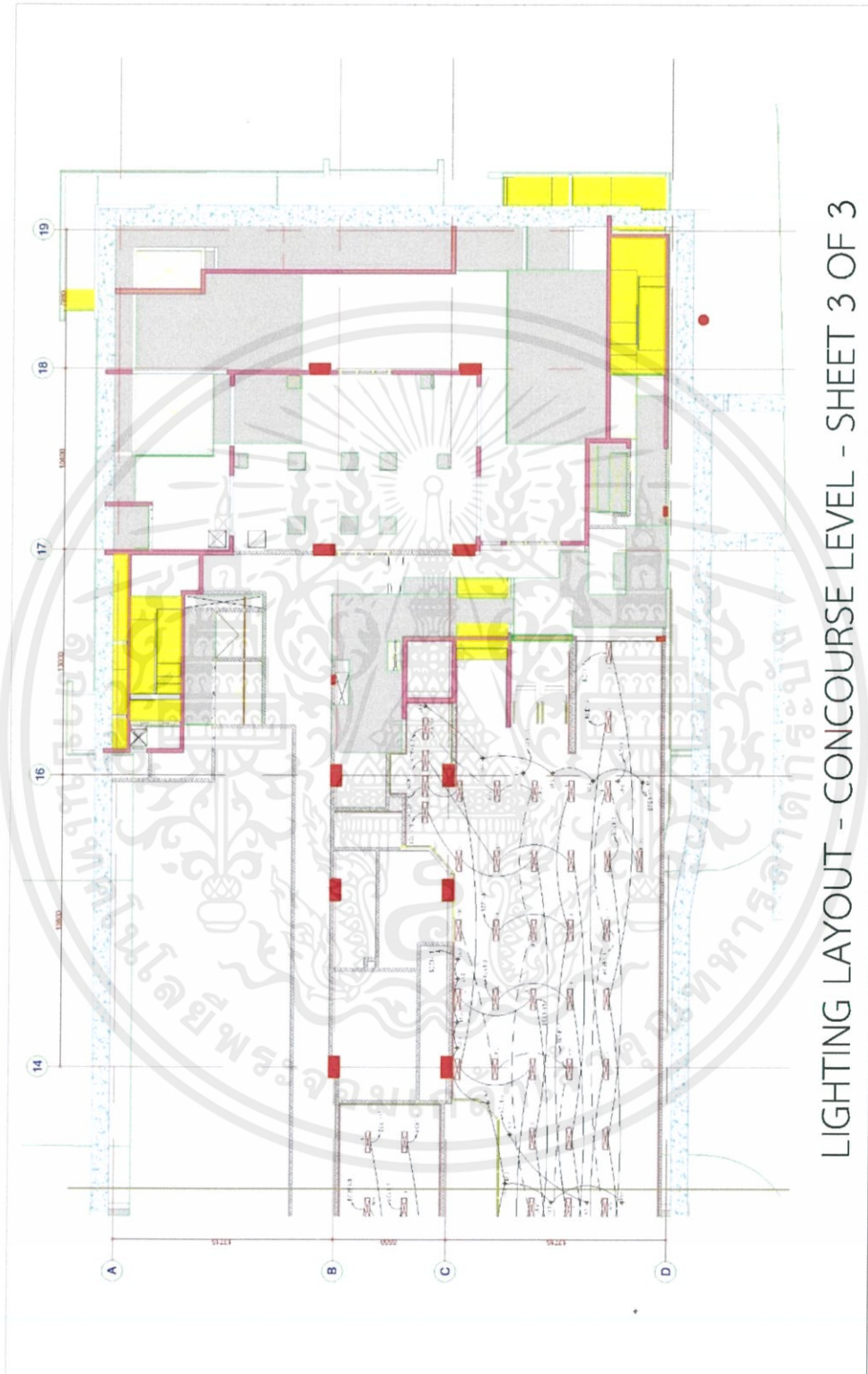
รูปที่ 4.62 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1/3

- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2/3



รูปที่ 4.63 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2/3

- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3/3

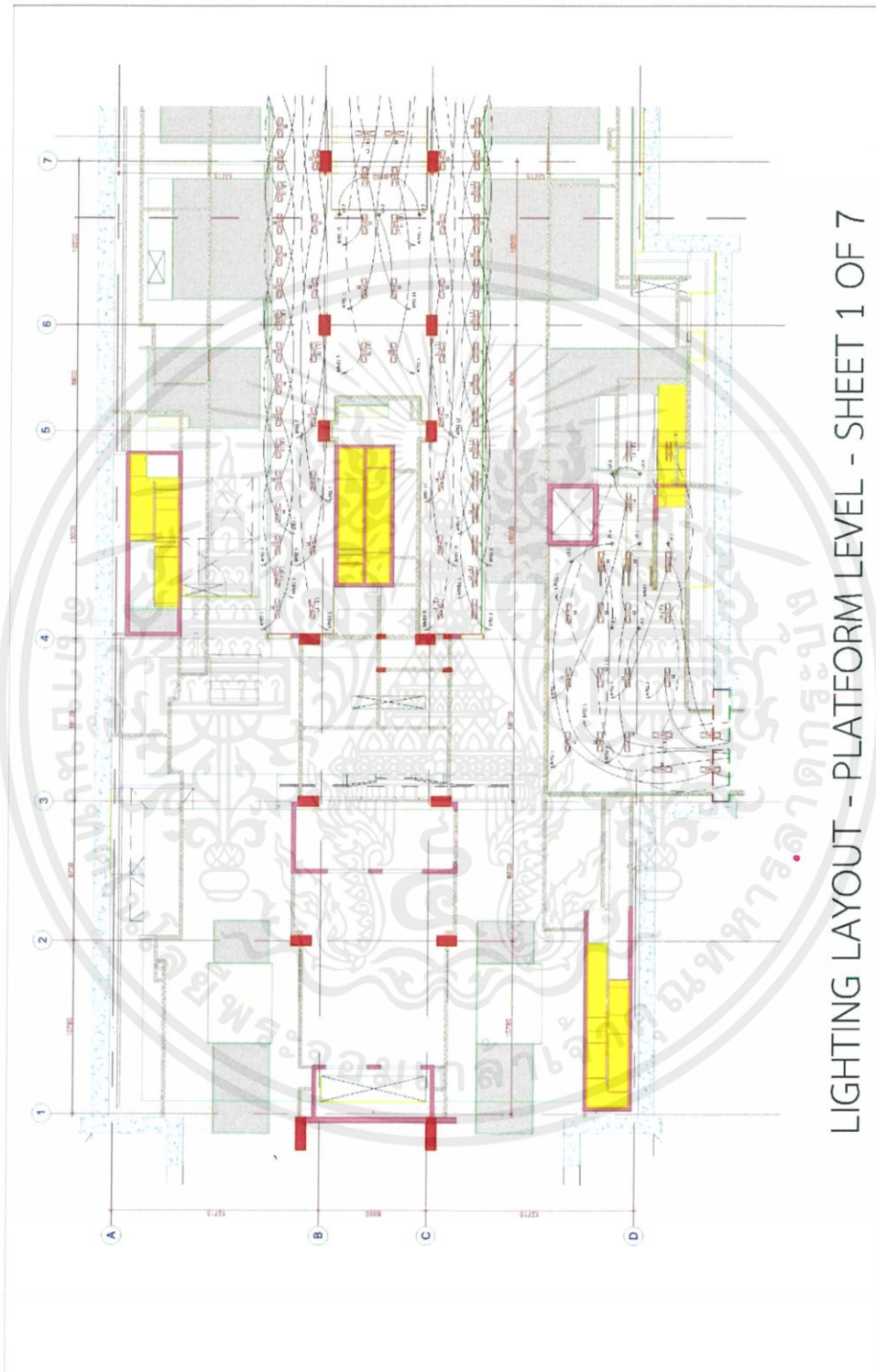


LIGHTING LAYOUT - CONCOURSE LEVEL - SHEET 3 OF 3

รูปที่ 4.64 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3/3

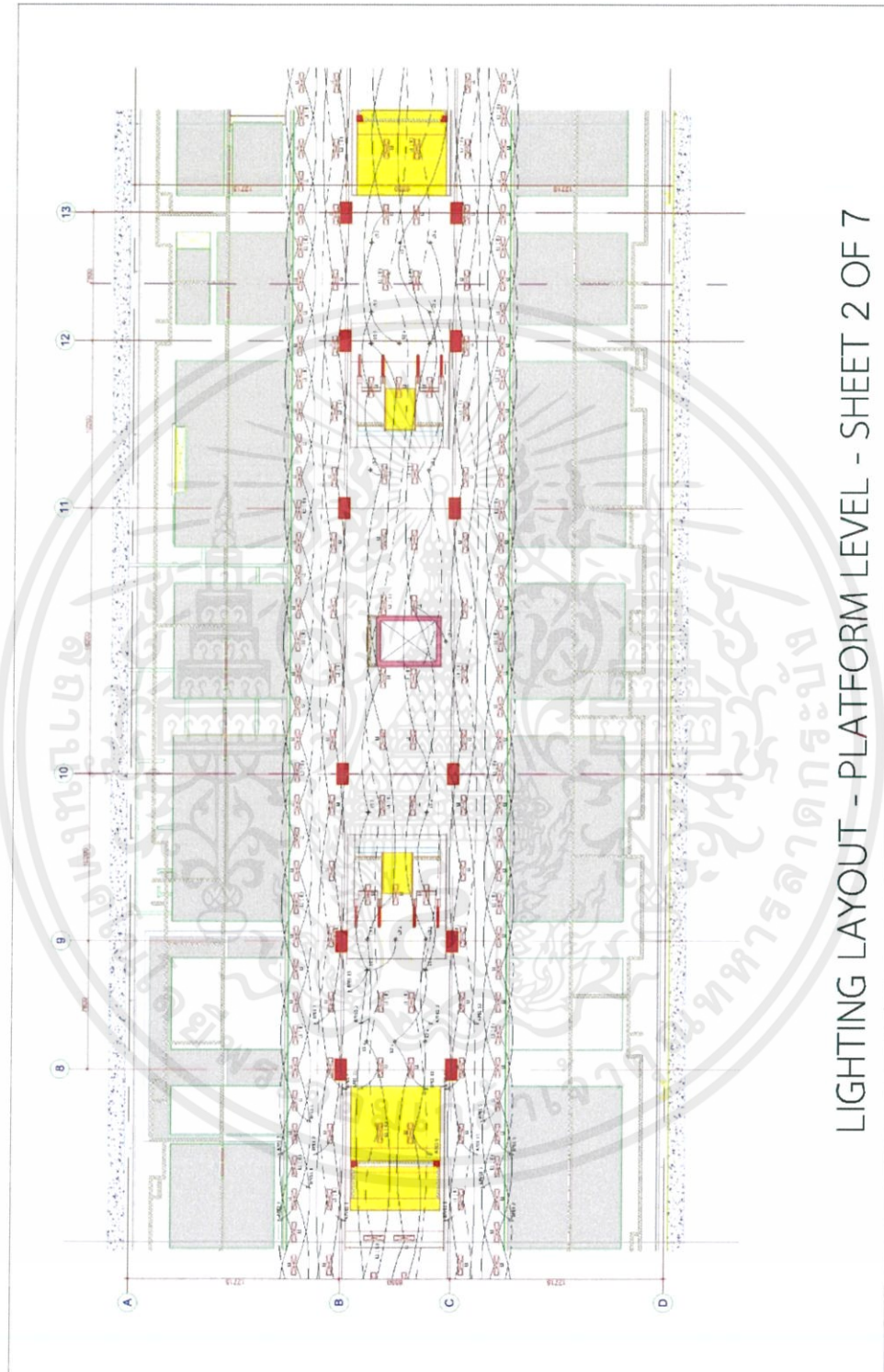
4.2.1.3 แบบแปลนชั้นชานชาลา

- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 1/7



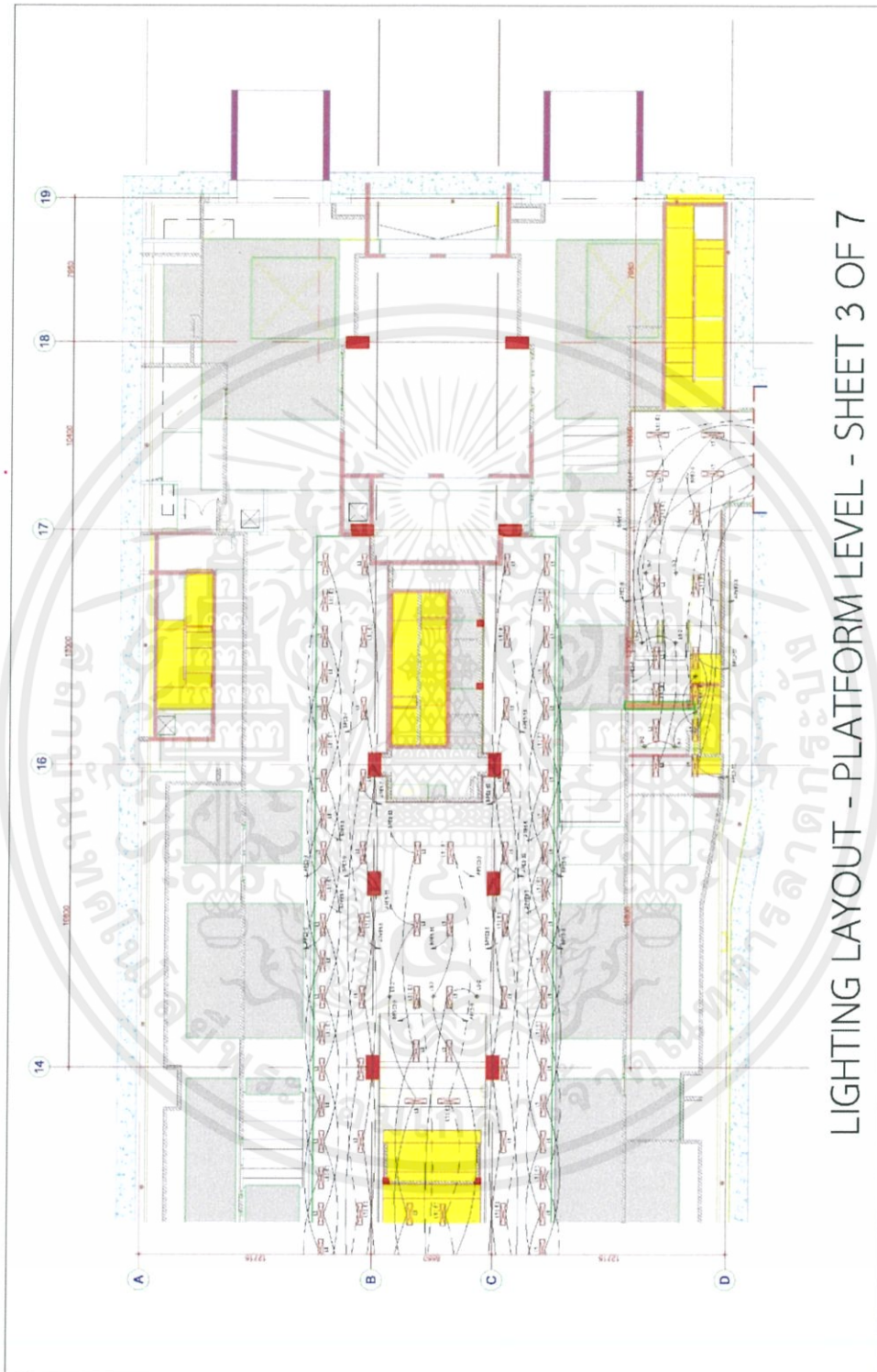
รูปที่ 4.65 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 1/7

- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 2/7



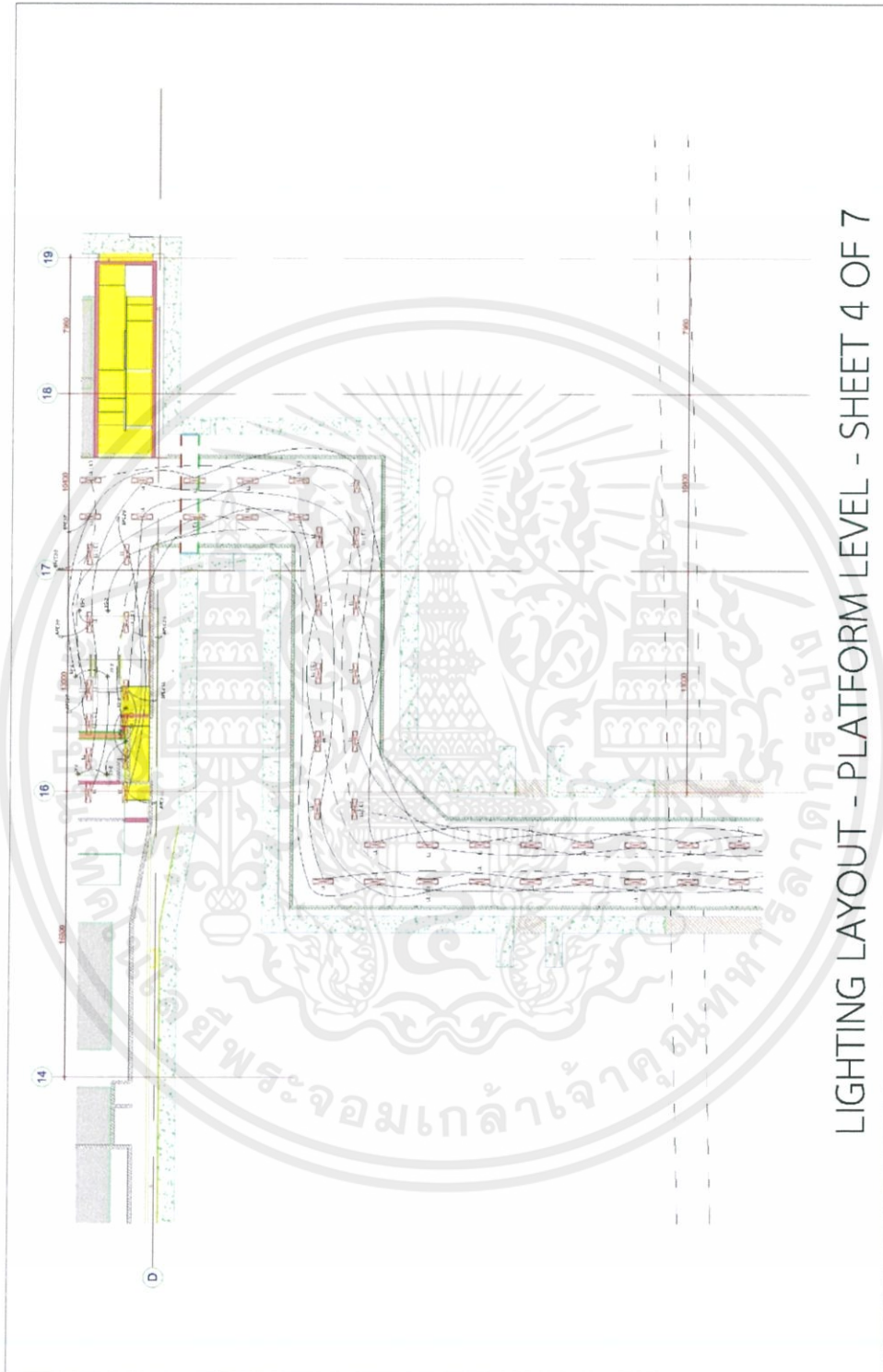
รูปที่ 4.66 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 2/7

- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 3/7



รูปที่ 4.67 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 3/7

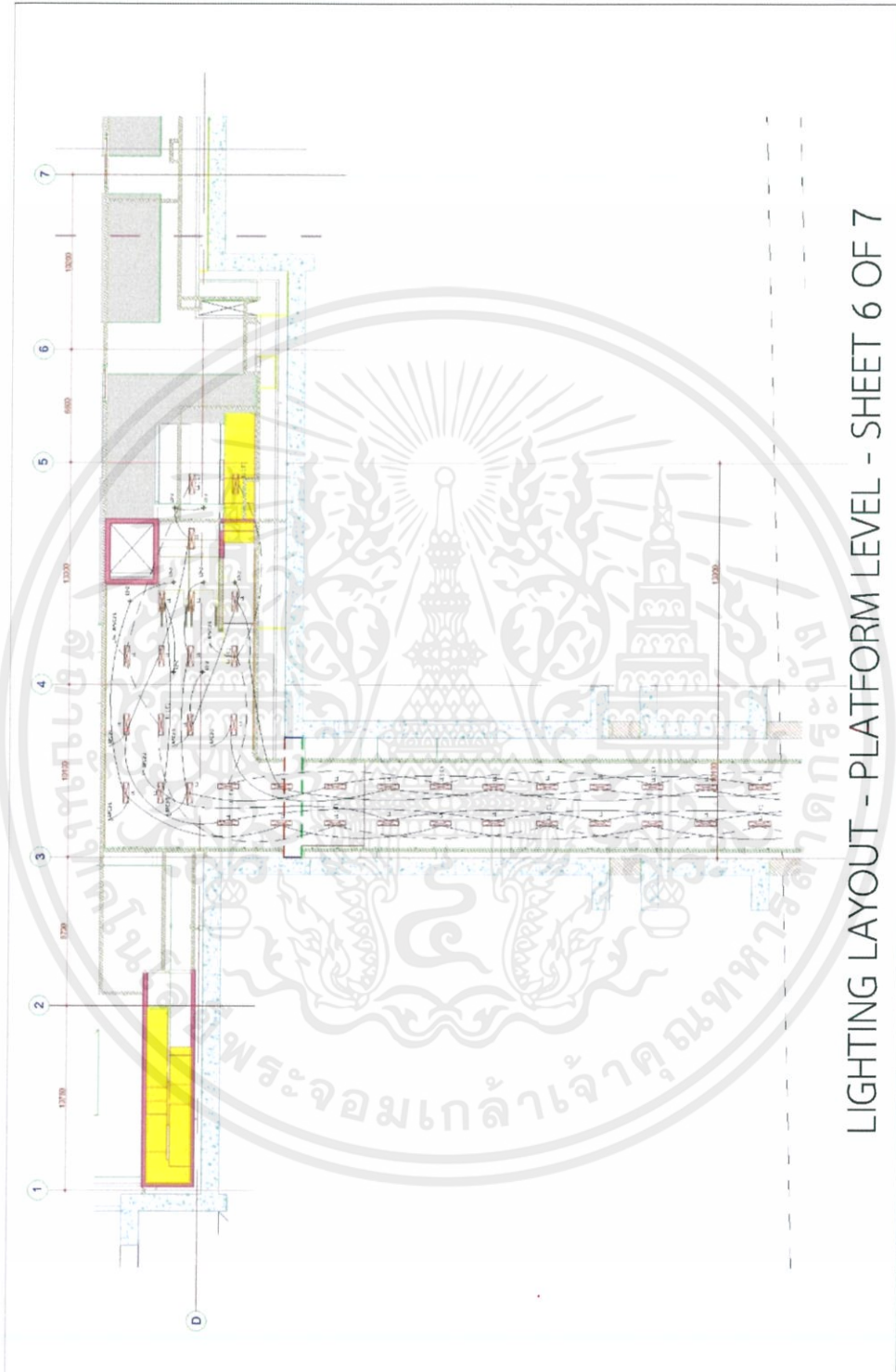
- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 4/7



รูปที่ 4.68 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 4/7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 55 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

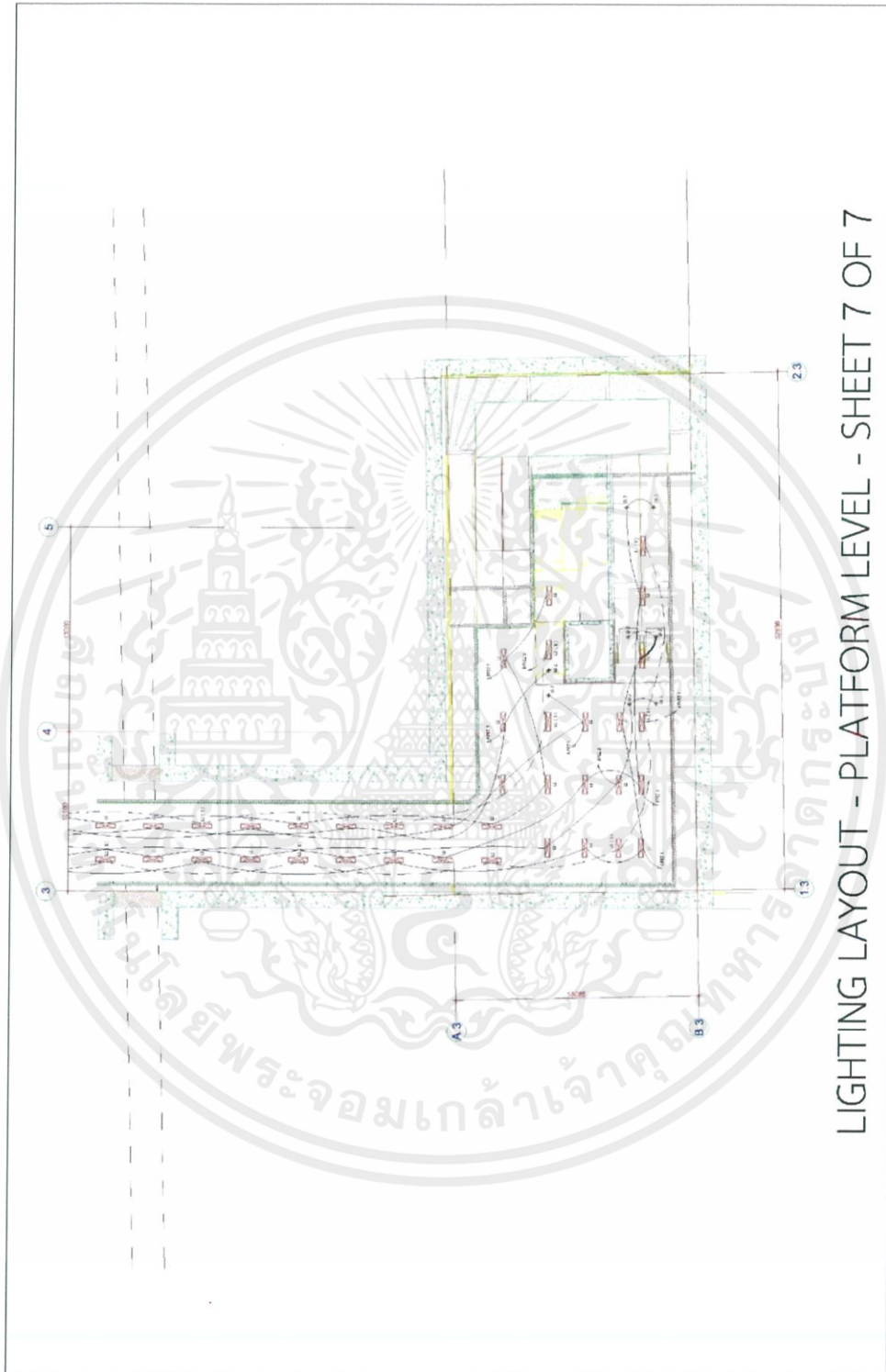
- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 6/7



รูปที่ 4.70 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 6/7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 57๕ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 7/7



รูปที่ 4.71 แบบแปลนไฟฟ้าแสงสว่าง - ชั้นชานชาลา 7/7

4.3.2 ตารางโหลด

จากการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสามารถดูอุปกรณ์การติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สถานที่ติดตั้งตู้วงจรไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารได้จากตารางที่ 4.11-4.14 และบริเวณ ชั้นชานชาลาได้จากตารางที่ 4.15-4.18

4.3.2.1 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

ตารางที่ 4.11 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1

LOAD SCHEDULE : MCB DISTRIBUTION BOARD										
BOARD NAME : ACE1(STATION LIGHTING) LOCATION : ELECTRICAL SEVICE ROOM(E24.6)										
MAIN BAR : 100A CONOURSE LEVEL										
CONNECTED TO : APCE1(PLATFORM LEVEL)										
CCT NO.	DESCRIPTION	CONNECTD LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE (mm ²)	TYPE	
1	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (100%)	400			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
3	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (100 %)		450		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
5	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (50%)			350	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
7	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (75%)	450			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
9	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (50%)		500		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
11	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (50%)			950	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
13	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (75%)	650			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
15	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (50%)		900		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

ตารางที่ 4.12 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2

LOAD SCHEDULE		: MCB DISTRIBUTION BOARD								
BOARD NAME		: ACVE1(STATION LIGHTING)			LOCATION : ELECTRICAL SEVICE ROOM(E24.5)					
MAIN BAR		: 100A			CONCOURSE LEVEL					
CONNECTED TO		: ACVED1(CONCOURSE LEVEL)								
CCT NO.	DESCRIPTION	CONNECTD LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE (mm ²)	TYPE	
1	L : CONCOURSE PUBLIC AREA	550			1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
3	L : CONCOURSE PUBLIC AREA		700		1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
5										
7										
9										
11										
13										
15										
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNCECD LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

ตารางที่ 4.13 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3

LOAD SCHEDULE : MCB DISTRIBUTION BOARD										
BOARD NAME : BCE1(STATION LIGHTING) LOCATION : ELECTRICAL SEVICE ROOM(E24.6)										
MAIN BAR : 100A CONOURSE LEVEL										
CONNECTED TO : BPDE1(PLATFORM LEVEL)										
CCT NO.	DESCRIPTION	CONNECTD LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE (mm ²)	TYPE	
1	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (50%)	400			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
3	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (100%)		450		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
5	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (50%)			350	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
7	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (75%)	500			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
9	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (50%)		500		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
11	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (50%)			900	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
13	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (75%)	600			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
15	L : CONCOURSE PUBLIC AREA (100%)		900		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE (VA)										
100 % DEMAND LODE (VA)										

ตารางที่ 4.14 ตารางโหลดชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4

LOAD SCHEDULE : MCB DISTRIBUTION BOARD											
BOARD NAME : BCVE1(STATION LIGHTING) LOCATION : ELECTRICAL SEVICE ROOM (E24.6)											
MAIN BAR : 100A CONOURSE LEVEL											
CONNECTED TO : ACVED1(CONOURSE LEVEL)											
CCT NO.	DESCRIPTION	CONNECTD LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT	
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE (mm ²)	TYPE		
1	L : CONCOURSE PUBLIC AREA	700			1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC	
3	L : CONCOURSE PUBLIC AREA		450		1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC	
5											
7											
9											
11											
13											
15											
17											
19											
21											
23											
25											
27											
29											
31											
33											
35											
37											
39											
41											
2											
4											
6											
8											
10											
12											
14											
16											
18											
20											
22											
24											
26											
28											
30											
32											
34											
36											
38											
40											
42											
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH						
CONNECTED LODE (VA)											
100 % DEMAND LODE (VA)											

4.2.2.2 ตารางโหลดชั้นชานชาลา

ตารางที่ 4.15 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 1

LOAD SCHEDULE : MCB DISTRIBUTION BOARD										
BOARD NAME : APE1(STATION LIGHTING) LOCATION : ELECTRICAL SERVICE ROOM (E24.2)										
MAIN BAR : 100A PLATFORM LEVEL										
CONNECTED TO : APDE1(PLATFORM LEVEL)										
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE(mm ²)	TYPE	
1	L:PLATFORM PUBLIC AREA (75%)	850			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
3	L:PLATFORM PUBLIC AREA (100%)		850		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
5	L:PLATFORM PUBLIC AREA (50%)			800	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
7	L:PLATFORM PUBLIC AREA (50%)	400			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
9	L:PLATFORM PUBLIC AREA (50%)		650		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
11	L:PLATFORM PUBLIC AREA (50%)			800	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
13	L:PLATFORM PUBLIC AREA (75%)	400			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
15	L:PLATFORM PUBLIC AREA (100%)		450		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

ตารางที่ 4.16 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 2

LOAD SCHEDULE		: MCB DISTRIBUTION BOARD								
BOARD NAME		: APE2(STATION LIGHTING)			LOCATION : ELECTRICAL SERVICE ROOM (E29.1)					
MAIN BAR		: 100A			PLATFORM LEVEL					
CONNECTED TO		: APDE1(PLATFORM LEVEL)								
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE(mm ²)	TYPE	
1	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (50%)	750			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
3	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (75%)		350		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
5	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (100%)			600	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
7	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (75%)	550			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
9	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (100%)		500		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
11	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (50%)			550	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
13										
15										
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

ตารางที่ 4.17 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 3

LOAD SCHEDULE		: MCB DISTRIBUTION BOARD									
BOARD NAME		: APVE1(STATION LIGHTING)					LOCATION : ELECTRICAL SERVICE ROOM (E24.2)				
MAIN BAR		: 100A					PLATFORM LEVEL				
CONNECTED TO		: ACVED1(CONCOURSE LEVEL)									
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT	
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE(mm ²)	TYPE		
1	L:PLATFORM PUBLIC AREA	450			1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC	
3	L:PLATFORM PUBLIC AREA		400		1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC	
5	L:PLATFORM PUBLIC AREA			850	1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC	
7											
9											
11											
13											
15											
17											
19											
21											
23											
25											
27											
29											
31											
33											
35											
37											
39											
41											
2											
4											
6											
8											
10											
12											
14											
16											
18											
20											
22											
24											
26											
28											
30											
32											
34											
36											
38											
40											
42											
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH						
CONNCECED LODE(VA)											
100 % DEMAND LODE(VA)											

ตารางที่ 4.18 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 4

LOAD SCHEDULE		: MCB DISTRIBUTION BOARD								
BOARD NAME		: APVE2(STATION LIGHTING)			LOCATION : ELECTRICAL SERVICE ROOM (E29.1)					
MAIN BAR		: 100A			PLATFORM LEVEL					
CONNECTED TO		: ACVED1(CONCOURSE LEVEL)								
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE(mm ²)	TYPE	
1	L:ENTRANCE PUBLIC AREA	500			1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
3	L:ENTRANCE PUBLIC AREA		500		1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
5										
7										
9										
11										
13										
15										
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

ตารางที่ 4.19 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 5

LOAD SCHEDULE : MCB DISTRIBUTION BOARD										
BOARD NAME : BPE1(STATION LIGHTING)				LOCATION : ELECTRICAL SERVICE ROOM (E24.3)						
MAIN BAR : 100A				PLATFORM LEVEL						
CONNECTED TO : BPDE1(PLATFORM LEVEL)										
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE(mm ²)	TYPE	
1	L:PLATFORM PUBLIC AREA (50%)	800			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
3	L:PLATFORM PUBLIC AREA (75%)		850		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
5	L:PLATFORM PUBLIC AREA (100%)			850	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
7	L:PLATFORM PUBLIC AREA (75%)	400			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
9	L:PLATFORM PUBLIC AREA (100%)		450		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
11	L:PLATFORM PUBLIC AREA (50%)			900	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
13	L:PLATFORM PUBLIC AREA (75%)	800			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
15	L:PLATFORM PUBLIC AREA (100%)		400		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

ตารางที่ 4.20 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 6

LOAD SCHEDULE		: MCB DISTRIBUTION BOARD								
BOARD NAME		: BPE2(STATION LIGHTING)			LOCATION		: ELECTRICAL SERVICE ROOM (E24.4)			
MAIN BAR		: 100A			PLATFORM LEVEL					
CONNECTED TO		: BPDE1(PLATFORM LEVEL)								
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE(mm ²)	TYPE	
1	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (75%)	750			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
3	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (100%)		550		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
5	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (50%)			600	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
7	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (50%)	600			1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
9	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (100%)		650		1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
11	L:ENTRANCE PUBLIC AREA (75%)			650	1	10	100	2x4,G1x2.5	LSZH	Ø20mm in IMC
13										
15										
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

ตารางที่ 4.21 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 7

LOAD SCHEDULE		: MCB DISTRIBUTION BOARD								
BOARD NAME		: BPVE1(STATION LIGHTING)			LOCATION		: ELECTRICAL SERVICE ROOM (E24.3)			
MAIN BAR		: 100A			PLATFORM LEVEL					
CONNECTED TO		: ACVED1(CONCOURSE LEVEL)								
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE(mm ²)	TYPE	
1	L:PLATFORM PUBLIC AREA	850			1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
3	L:PLATFORM PUBLIC AREA		400		1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
5	L:PLATFORM PUBLIC AREA			450	1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
7										
9										
11										
13										
15										
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

ตารางที่ 4.22 ตารางโหลดชั้นชานชาลา 8

LOAD SCHEDULE		: MCB DISTRIBUTION BOARD								
BOARD NAME		: BPVE2(STATION LIGHTING)			LOCATION			: ELECTRICAL SERVICE ROOM (E24.4)		
MAIN BAR		: 100A			PLATFORM LEVEL					
CONNECTED TO		: ACVED1(CONCOURSE LEVEL)								
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD(VA)			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR		CONDUIT
		A	B	C	POLE	AT	AF	SIZE(mm ²)	TYPE	
1	L:ENTRANCE PUBLIC AREA	450			1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
3	L:ENTRANCE PUBLIC AREA		550		1	10	100	2x4,G1x2.5	FRC	Ø20mm in IMC
5										
7										
9										
11										
13										
15										
17										
19										
21										
23										
25										
27										
29										
31										
33										
35										
37										
39										
41										
2										
4										
6										
8										
10										
12										
14										
16										
18										
20										
22										
24										
26										
28										
30										
32										
34										
36										
38										
40										
42										
TOTAL					MAIN DISCONNECTING SWITCH					
CONNECTED LODE(VA)										
100 % DEMAND LODE(VA)										

4.2.3 แรงดันตก

แรงดันตกชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารแสดงดังตารางที่ 4.23 และชั้นชานชาลาแสดงดังตารางที่ 4.24

4.2.3.1 แรงดันตกชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

ตารางที่ 4.23 แรงดันตกชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร

วงจร	ระยะ (m)	จำนวนหลอดไฟ		โหลด		Voltage Drop (VD)	
		L1	L9-2	กำลังไฟฟ้า (W)	กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า(V)	%VD
ACE1-1	94	8	0	184	0.80	0.90	0.39
ACE1-3	113	9	0	207	0.90	1.22	0.53
ACE1-5	115	0	7	168	0.73	1.01	0.44
ACE1-7	167	9	0	207	0.90	1.80	0.78
ACE1-9	151	10	0	230	1.00	1.81	0.79
ACE1-11	115	0	19	456	1.98	2.74	1.19
ACE1-13	122	13	0	299	1.30	1.90	0.83
ACE1-15	193	18	0	414	1.80	4.17	1.81
ACVE1-1	137	11	0	253	1.10	1.81	0.79
ACEV1-3	162	14	0	322	1.40	2.72	1.18
BCE1-1	120	8	0	184	0.80	1.15	0.50
BCE1-3	136	9	0	207	0.90	1.47	0.64
BCE1-5	106	0	7	168	0.73	0.93	0.40
BCE1-7	140	10	0	230	1.00	1.68	0.73
BCE1-9	120	10	0	230	1.00	1.44	0.63
BCE1-11	106	0	18	432	1.88	2.39	1.04
BCE1-13	108	12	0	276	1.20	1.56	0.68
BCE1-15	188	18	0	414	1.80	4.06	1.77
BCVE1-1	126	14	0	322	1.40	2.12	0.92
BCVE1-3	198	9	0	207	0.90	2.14	0.93

4.2.3.2 แรงดันตกชั้นขานชลา

ตารางที่ 4.24 แรงดันตกชั้นขานชลา

วงจร	ระยะ (m)	จำนวนหลอดไฟ		โหลด		Voltage Drop (VD)	
		L1	L9-2	กำลังไฟฟ้า (W)	กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า(V)	%VD
BPVE1-1	128	17	0	391	1.70	2.61	1.14
BPE1-1	120	16	0	368	1.60	2.30	1.00
APE1-1	128	17	0	391	1.70	2.61	1.14
APE1-3	128	17	0	391	1.70	2.61	1.14
APVE1-1	128	9	0	207	0.90	1.38	0.60
APE1-7	112	8	0	184	0.80	1.08	0.47
BPE1-7	112	8	0	184	0.80	1.08	0.47
BPE1-9	128	9	0	207	0.90	1.38	0.60
BPVE1-3	93	8	0	184	0.80	0.89	0.39
APE1-11	93	10	6	374	1.63	1.81	0.79
BPE1-13	93	8	8	376	1.63	1.82	0.79
APVE1-3	96	8	0	184	0.80	0.92	0.40
APE1-9	91	6	7	306	1.33	1.45	0.63
BPE1-11	92	10	8	422	1.83	2.03	0.88
BPVE1-5	128	9	0	207	0.90	1.38	0.60
BPE1-15	112	8	0	184	0.80	1.08	0.47
APE1-13	112	8	0	184	0.80	1.08	0.47
APE1-15	128	9	0	207	0.90	1.38	0.60
APVE1-5	128	17	0	391	1.70	2.61	1.14
APE1-5	120	16	0	368	1.60	2.30	1.00
BPE1-3	128	17	0	391	1.70	2.61	1.14
BPE1-5	128	17	0	391	1.70	2.61	1.14
APVE2-1	227	10	0	230	1.00	2.72	1.18
APE2-1	220	11	4	349	1.52	4.01	1.74
BPE2-1	214	11	4	349	1.52	3.90	1.69
BPE2-3	202	8	3	256	1.11	2.70	1.17

ตารางที่ 4.24 (ต่อ) แรงดันตกชั้นขานชาลา

วงจร	ระยะ (m)	จำนวนหลอดไฟ		โหลด		Voltage Drop	
		L1	L9-2	กำลังไฟฟ้า (W)	กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า(V)	%VD
BPVE2-1	209	9	0	207	0.90	2.26	0.98
BPE2-5	212	11	1	277	1.20	3.06	1.33
APE2-3	199	6	1	162	0.70	1.68	0.73
APE2-5	203	9	3	279	1.21	2.95	1.28
BPVE2-3	224	11	0	253	1.10	2.96	1.29
BPE2-7	220	9	3	279	1.21	3.20	1.39
APE2-7	222	9	2	255	1.11	2.95	1.28
APE2-9	213	8	2	232	1.01	2.58	1.12
APVE2-3	220	10	0	230	1.00	2.64	1.15
APE2-11	228	9	2	255	1.11	3.03	1.32
BPE2-11	228	8	3	256	1.11	2.91	1.27
BPE2-9	218	9	4	303	1.32	3.45	1.50

จากการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ค่าแรงดันตกมากที่สุดคือ วงจร BCE1-15 ในตารางที่ 4.23 และค่าแรงดันไฟฟ้าตกน้อยที่สุดคือ วงจร ACE1-1 ในตารางที่ 4.23 และวงจร BPVE1-3 ในตารางที่ 4.24

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 บทสรุป

ปฏิญานิพนธ์นี้ได้ทำการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย ซึ่งใช้ 2 โปรแกรมในการออกแบบ ซึ่งโปรแกรม AutoCAD 2018 ใช้ในการเขียนแบบและออกแบบแปลน และโปรแกรม DIALux EVO 8.0 ใช้ในการคำนวณ ประมวลผล และจำลองภาพ 3 มิติ ซึ่งค่าจากการประมวลผลสอดคล้องตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง และสอดคล้องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารมีความสูงจากพื้นถึงฝ้า 3 เมตร ใช้หลอดไฟ 2 ชนิดคือ L1 จำนวน 182 หลอด L9-2 จำนวน 51 หลอด ที่ระดับแสงสว่าง 100% ของค่าความสว่าง ค่าความสว่างเป็นไปตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง และค่าความสม่ำเสมออยู่ในระดับที่รับได้ ในกรณีที่ต้องการเปิดใช้งานที่ระดับแสงสว่าง 75% ของค่าความสว่าง แทนระดับความสว่างที่ 100% ของค่าความสว่าง ค่าความสว่างสอดคล้องกับข้อตกลงของผู้ว่าจ้างเพียงบางค่า มีบางค่าต่ำกว่าค่าความสว่างที่กำหนดในข้อตกลงของผู้ว่าจ้างเพียงเล็กน้อยนั้น และค่าความสม่ำเสมอที่ 75% ของค่าความสว่างอยู่ในระดับที่รับได้ จึงสามารถใช้งานวงจรที่ระดับแสงสว่าง 75% ของระดับแสงสว่าง แทนการใช้งานของวงจรที่ระดับแสงสว่าง 100% ได้ในกรณีที่มิผู้ใช้บริการอยู่ในน้อย ในกรณีเปิดใช้งานที่ระดับแสงสว่าง 50% ของระดับแสงสว่าง ค่าเฉลี่ยของระดับความสว่างทุกค่ามีค่าน้อยกว่าค่าความสว่างในข้อตกลงของผู้ว่าจ้างและค่าความสม่ำเสมอที่ 50% ของระดับแสงสว่างบางจุดอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าที่สามารถรับได้ จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้งานแทนวงจรระดับแสงสว่างที่ 100% ของระดับแสงสว่าง แต่ถ้าต้องการใช้งานที่ระดับ 50% ของระดับแสงสว่างทำได้ในกรณีที่มิผู้ใช้บริการอยู่ในสถานีน้อยมากและต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในกรณีที่เปิดใช้งานที่ระดับแสงสว่าง 25% ของระดับแสงสว่าง ซึ่งใช้งานสำหรับวงจรไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ค่าความสว่างสอดคล้องกับข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง แต่ค่าความสม่ำเสมออยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่รับได้ในบางจุด

ชั้นชานชาลามีความสูงจากพื้นถึงฝ้า 2.7 เมตร ใช้หลอดไฟ 2 ชนิดคือ L1 จำนวน 400 หลอด L9-2 จำนวน 59 หลอด ที่ระดับแสงสว่าง 100% ของค่าความสว่าง ค่าความสว่างเป็นไปตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้างเกือบทั้งหมด มีเพียงบางค่าเท่านั้นที่มีค่าเกินกว่าที่กำหนดในข้อตกลงของผู้ว่าจ้างแต่ยังอยู่ในระดับที่รับได้ และค่าความสม่ำเสมออยู่ในระดับที่รับได้ ในกรณีที่ต้องการเปิดใช้งานที่ระดับแสงสว่าง 75% ของค่าความสว่างแทนระดับความสว่างที่ 100% ของค่าความสว่าง ในบริเวณพื้นที่ทั่วไปค่าความสว่างสอดคล้องกับข้อตกลงของผู้ว่าจ้างและค่าความสม่ำเสมออยู่ในระดับต่ำกว่าค่าที่รับได้ ในบริเวณทางเดินผู้โดยสารนั้นมีค่าต่ำกว่าข้อตกลงของผู้ว่าจ้างที่ค่าความสว่าง 100% และค่าความสม่ำเสมอของทั้งบริเวณพื้นที่ทั่วไปและทางเดินผู้โดยสารอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าที่รับได้ จึงไม่เหมาะสมในกรณีที่เปิดใช้งานแทนระดับแสงสว่างที่ 100% ของระดับแสงสว่าง อาจจะเปิดใช้งานในกรณีที่มิผู้ใช้บริการน้อย ในกรณีเปิดใช้งานที่ระดับแสงสว่าง 50% ของระดับแสงสว่าง ค่าเฉลี่ยของระดับความสว่างทุกค่ามีค่าน้อยกว่าค่าความสว่างในข้อตกลงของผู้ว่าจ้างและค่าความสม่ำเสมอที่ 50% ของระดับแสงสว่างบางจุดอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าที่รับได้ จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้แทนวงจรระดับแสงสว่างที่ 100% ของระดับแสงสว่าง แต่ถ้าต้องการใช้งานที่ระดับ 50% ของระดับแสงสว่างทำได้ในกรณีที่มิผู้ใช้บริการอยู่ในสถานีน้อยมากและต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในกรณีที่เปิดใช้งานที่ระดับแสงสว่าง 25% ของระดับแสงสว่าง ซึ่งใช้งานสำหรับวงจรไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ค่าความสว่างสอดคล้องกับข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง แต่ค่าความสม่ำเสมออยู่ใน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่รับได้ในบางจุด ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าระบบแสงสว่างของชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารและชั้นชานชาลาต้องใช้ หลอด L1 จำนวน 582 หลอด และ L9-2 จำนวน 112 หลอด เพื่อให้ผลจำลองเป็นไปตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง

การออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบ่งออกเป็นวงจรไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปและวงจรไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ซึ่งในวงจรไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปใช้สายไร้ฮาโลเจน (Low Smoke Zero Halogen : LSZH) วงจรแสงสว่างไฟฟ้าฉุกเฉินใช้สายทนไฟ (Fire Resistant Cable : FRC) วิธีการเดินสายกลุ่ม 2 คือ ร้อยท่อโลหะหนาปานกลางเดินเกาะผนัง เพดานหรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน วงจรที่มีค่าแรงดันตกสูงสุดคือ BCE1-15 คือ 1.77% และวงจรที่มีค่าแรงดันตกต่ำสุดคือ ACE1-1 และ BPVE1-3 คือ 0.39% ซึ่งตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อค่าแรงดันตกคือขนาดของโหลดไฟฟ้า ขนาดสายไฟ และระยะทางการเดินสายไฟ ซึ่งค่าแรงดันตกจะอยู่ประมาณที่ 0.3-1.8% ตามมาตรฐาน NEC ได้กำหนดให้แรงดันตกต้องไม่เกิน 5%

5.2 สรุปผลการดำเนินศึกษา

การศึกษาทดลองเกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยสามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5.2.1 ผลการทดลองระบบไฟฟ้าแสงสว่างของสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยสอดคล้องตามข้อตกลงของผู้ว่าจ้าง

5.2.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของสถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยสอดคล้องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

5.2.3 แรงดันตกของวงจรไฟฟ้าแสงสว่างสอดคล้องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 ไม่เกิน 5 %

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 บางพื้นที่ไม่สามารถติดตั้งหลอดไฟได้ เนื่องจากแบบผ้าที่ใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้ออกแบบมาแล้วจึงทำให้แสงสว่างบริเวณนั้นน้อยกว่าบริเวณใกล้เคียง

5.3.2 ระดับแสงสว่างบริเวณหลังเสามีค่าความส่องสว่างน้อยเนื่องมาจากการบังของเสาและอยู่ไกลจากหลอดไฟ

5.3.3 ระดับแสงสว่างบริเวณมุมห้องมีค่าความส่องสว่างน้อยเนื่องมาจากแนวหลอดไฟและการกระจายตัวของหลอดไฟเข้าไม่ถึง

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ทุกบริเวณควรออกแบบแปลนผ้าให้สม่ำเสมอ

5.4.2 ควรติดตั้งหลอดไฟไว้หลังเสาเพื่อระดับแสงสว่างที่มากขึ้น

5.4.3 ระยะห่างระหว่างกำแพงและหลอดไฟไม่ควรมีค่ามากกว่าครึ่งของระยะความสูงจากพื้นถึงหลอดไฟ

เอกสารอ้างอิง









- [1] สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, คู่มือแนวทางการออกแบบส่องสว่างภายในอาคาร (Guidelines for Indoor Lighting Design). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, 2559.
- [2] ชำนาญ ห่อเกียรติ, เทคนิคการส่องสว่าง Lighting Design. พิมพ์ครั้งที่ 2. 2540.
- [3] มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท โกลบอลกราฟฟิค จำกัด, 2557.
- [4] ศุภี บรรจงจิตร, หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2556.
- [5] Phelps dodge International Corp, สายLSZH คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2561, จาก <http://www.pdcable.com/en/คู่มือ-คู่มือสายไฟ-en/สาย-lszh-คืออะไร-2/>
- [6] Phelps dodge International Corp, สายทนไฟ คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2561, จาก <http://www.pdcable.com/คู่มือ-คู่มือสายไฟ/สายทนไฟ-คืออะไร/>
- [7] บริษัท ภาภรณ์ จำกัด, ท่อ IMC EMT IMC คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2561, จาก <http://www.megalight-thailand.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=53972088&Ntype=1>
- [8] ศุภี บรรจงจิตร, หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2540.
- [9] ศุภี บรรจงจิตร, อุปกรณ์และการติดตั้งในระบบไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2547



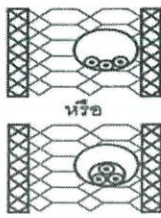

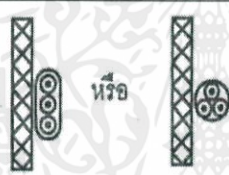
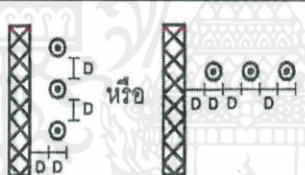

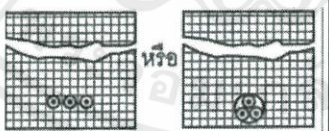
ภาคผนวก ก.
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า
ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ตารางที่ 5-27 วสท.) ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอกสำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินร้อยในท่อในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายคว้านน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	13	13	12	12	15	15	14	14
1.5	17	17	15	15	21	20	18	18
2.5	24	23	21	20	28	27	25	24
4	32	30	28	27	38	36	34	32
6	41	38	36	35	49	46	44	40
10	56	52	49	46	68	63	60	55
16	74	69	66	62	91	83	80	73
25	96	90	86	81	121	108	106	96
35	119	110	106	99	149	133	131	116
50	144	132	128	118	180	159	159	140
70	182	167	163	149	230	201	202	177
95	219	200	197	179	278	241	245	212
120	253	230	227	207	322	278	284	244
150	289	264	259	236	358	304	311	273
185	329	299	295	268	409	349	349	309
240	386	351	346	315	480	418	410	362
300	442	402	396	360	549	484	468	414
400	-	-	-	-	622	-	531	-
500	-	-	-	-	713	-	606	-

ตารางที่ ก.2 (ตารางที่ 5-47 วสท.) รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

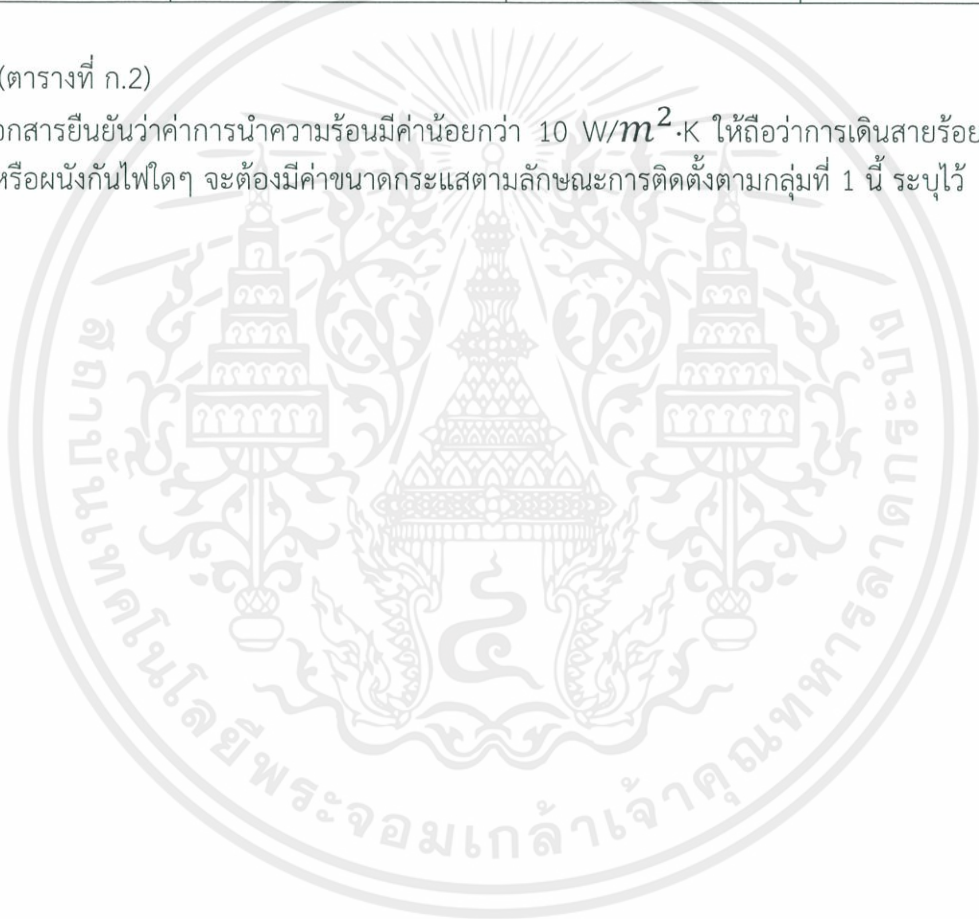
วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินช่องเดินสายโลหะหรือโลหะภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ		กลุ่มที่ 1	ฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทางความร้อน (thermal conductance) อย่างน้อย $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^*$
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสายโลหะหรือโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 2	กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกันผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน $2 \text{ K} \cdot \text{m/W}$
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนังหรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 3	-
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ		กลุ่มที่ 4	ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิลไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรือโลหะฝังดิน		กลุ่มที่ 5	-
สายแกนเดี่ยว หรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง		กลุ่มที่ 6	-

ตารางที่ ก.2 (ตารางที่ 5-47 วสท.) (ต่อ) รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างที่บ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได		กลุ่มที่ 7	รางเคเบิลแบบระบายอากาศจะต้องมีพื้นที่ระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ผิวรางเคเบิลทั้งหมด

หมายเหตุ (ตารางที่ ก.2)

*หากไม่มีเอกสารยืนยันว่าค่าการนำความร้อนมีค่าน้อยกว่า $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ให้ถือว่าการเดินสายร้อยท่อภายในฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟใดๆ จะต้องมามีค่าขนาดกระแสตามลักษณะการติดตั้งตามกลุ่มที่ 1 นี้ ระบุไว้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้กับบ้านอยู่อาศัยและอาคารทั่วไป ตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 898

เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898 นี้ เหมาะสำหรับการใช้งานเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินในบ้านอยู่อาศัยและอาคารทั่วไปที่มีแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายไม่เกิน 440 โวลต์ ความถี่ 50 หรือ 60 Hz พิกัดกระแสไม่เกิน 125 A และพิกัดการตัดกระแสลัดวงจรไม่เกิน 25 kA จำนวนขั้วอาจมีได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ขั้ว

ประเภทการใช้งานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Utilization Category)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898 สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามความสามารถในการตัดกระแสไฟฟ้าเกินออกทันที (Instantaneous Tripping) ได้ดังนี้

ประเภท	ช่วงกระแสไฟฟ้าเกิน ที่มีการตัดทันที	การนำไปใช้งาน
B	$> 3 I_n$ ถึง $5 I_n$	ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟกระชอก (inrush current) หรือ เสรีจลิตซิง (switching surge)
C	$> 5 I_n$ ถึง $10 I_n$	ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าทั่วไปที่อาจมีกระแสไฟกระชอก (inrush current) เช่น ไฟแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์ , มอเตอร์เล็กๆ , เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น
D	$> 10 I_n$ ถึง $50 I_n$	ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟกระชอก (inrush current) สูง เช่น เครื่องเชื่อม เครื่องเอกซเรย์ เป็นต้น

หมายเหตุ

- 1) I_n = พิกัดกระแสใช้งานปกติ
- 2) ไม่ควรใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ประเภท D กับวงจรที่ใช้ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูด (จะต้องระมัดระวังความปลอดภัยพิเศษ)
- 3) ช่วงกระแสไฟฟ้าเกินที่ต่ำกว่าช่วงที่มีการตัดทันที จะใช้เวลาตัดวงจรมากกว่า 0.1 วินาที ช่วงกระแสไฟฟ้าเกินที่สูงกว่าช่วงที่มีการตัดทันที จะใช้เวลาตัดวงจรน้อยกว่า 0.1 วินาที

พิกัดกระแสใช้งาน (I_n)

มีขนาดพิกัดดังนี้ :- 6 , 8 , 10 , 13 , 16 , 20 , 25 , 32 , 40 , 50 , 63 , 80 , 100 และ 125 A

ตัวอย่างการเรียกประเภทและพิกัดกระแสใช้งาน เช่น C16 หมายถึง เซอร์กิตเบรกเกอร์ประเภท C ขนาดพิกัดกระแสใช้งาน 16 A

พิกัดกระแสลัดวงจร (Icn)

คือค่าพิกัดการตัดกระแสลัดวงจรสูงสุด (Icu) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่กำหนดโดยผู้ผลิต มีขนาดดังนี้ :- 1.5 , 3.0 , 4.5 , 6.0 , 10.0 , 20.0 , 25.0 kA

พิกัดการตัดกระแสลัดวงจรสูงสุด (Icu, Ultimate short-circuit breaking capacity)

หมายถึงพิกัดการตัดกระแสลัดวงจรที่ในการทดสอบจะไม่คำนึงถึงว่าจะสามารถรับกระแสใช้งานปกติได้อย่างต่อเนื่องภายหลังการทดสอบหรือไม่

พิกัดการตัดกระแสลัดวงจรใช้งาน (Ics, service short-circuit breaking capacity)

หมายถึงพิกัดการตัดกระแสลัดวงจรที่ภายหลังการทดสอบ จะต้องสามารถรับกระแสใช้งานปกติได้อย่างต่อเนื่องด้วย ปกติ Ics จะมีค่าน้อยหรือเท่ากับ Icu หรือ Icm เช่น

$Ics = 0.75 Icn$ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีค่า Icn : $6 \text{ kA} < Icn \leq 10 \text{ kA}$ เป็นต้น

อุณหภูมิใช้งานและความชื้นสัมพัทธ์

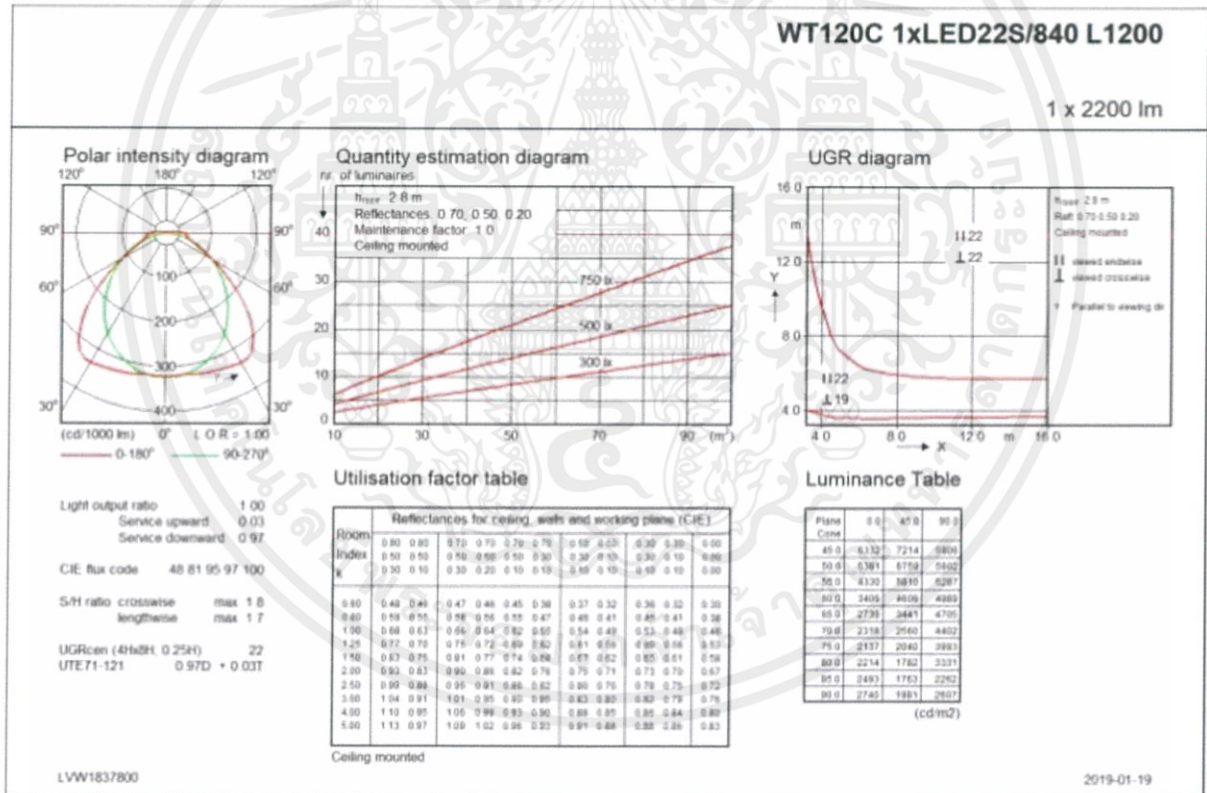
1. อุณหภูมิใช้งานระหว่าง -5 ถึง 40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส
2. ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 50% ถ้าใช้ที่อุณหภูมิสูงสุดที่ 40 องศาเซลเซียส แต่สามารถใช้กับความชื้นสัมพัทธ์ 90% ได้ถ้าใช้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส



ภาคผนวก ค.
หลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ภายใน
สถานีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย
ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารและชั้นชานชาลาในพื้นที่สาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Luminaire : WT120C 1xLED22S/840 L1200
 Total Lamp Flux : 2200 lm
 Light Output Ratio : 1.00
 Luminous Flux : 2200 lm
 Power : 23 W
 LxBxH : 1.21x0.09x0.08 m
 Ballast : -



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

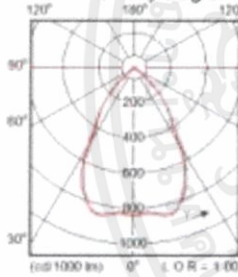
Luminaire : DN471B 1xLED20S/840 C
 Total Lamp Flux : 2100 lm
 Light Output Ratio : 1.00
 Luminous Flux : 2100 lm
 Power : 24 W
 HxD : 0.10x0.22 m
 Ballast : -



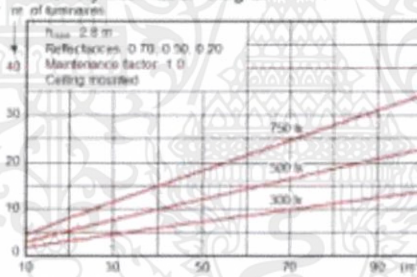
DN471B 1xLED20S/840 C

1 x 2100 lm

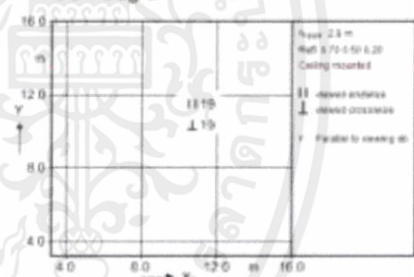
Polar intensity diagram



Quantity estimation diagram



UGR diagram



Utilisation factor table

Room height	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)								
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.60	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.70	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.80	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.90	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
1.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
1.25	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
1.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
2.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
2.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
3.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
4.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
5.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

Ceiling mounted

Luminance Table

Plane	0.1	0.2	0.3
Ceiling	1000	1000	1000
Wall	1000	1000	1000
Work plane	1000	1000	1000
0.40	1000	1000	1000
0.50	1000	1000	1000
0.60	1000	1000	1000
0.70	1000	1000	1000
0.80	1000	1000	1000
0.90	1000	1000	1000
1.00	1000	1000	1000
1.25	1000	1000	1000
1.50	1000	1000	1000
2.00	1000	1000	1000
2.50	1000	1000	1000
3.00	1000	1000	1000
4.00	1000	1000	1000
5.00	1000	1000	1000

(cd/m²)

1VA1403AIII

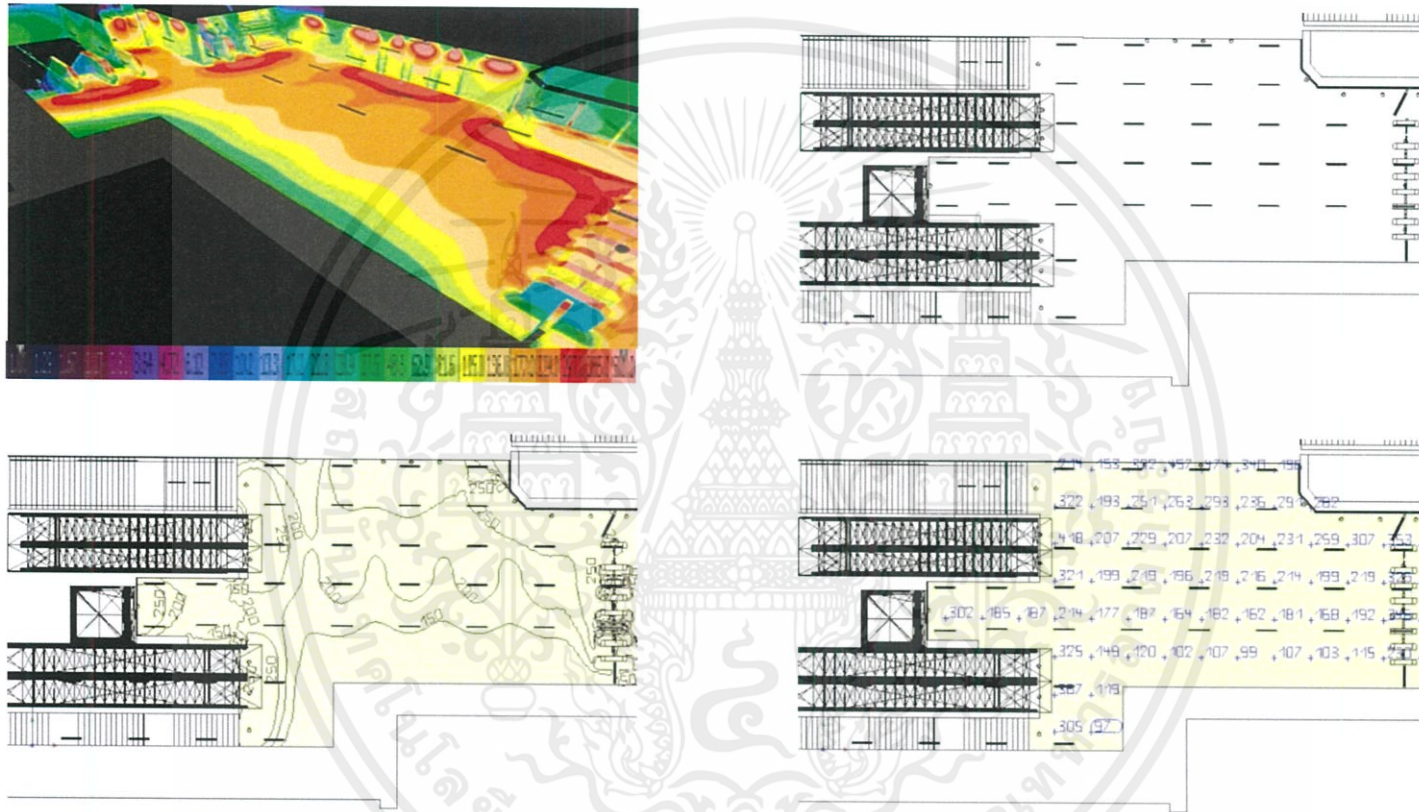
2019-01-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

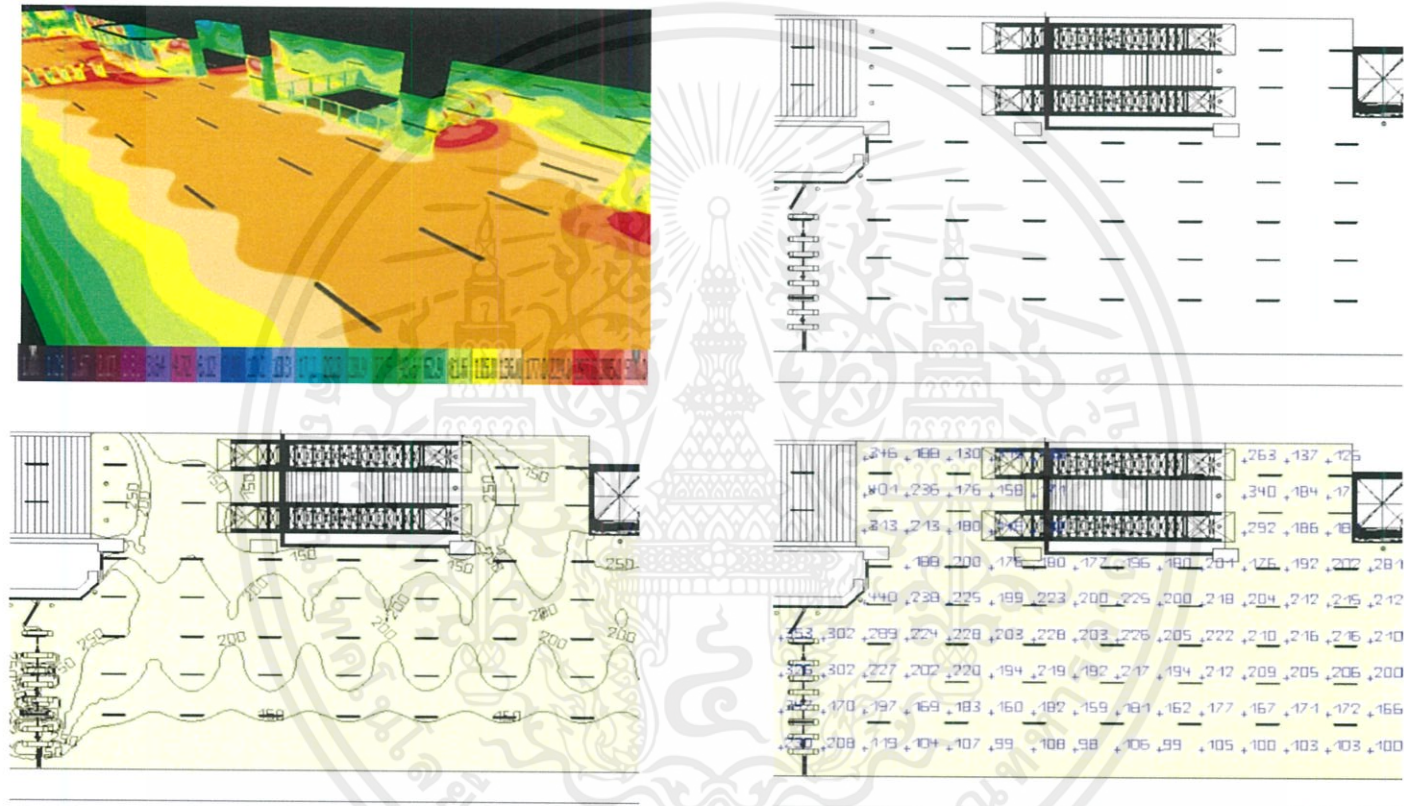
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1



รูปที่ ง.1 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1 (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
227.82	97	293	0.35

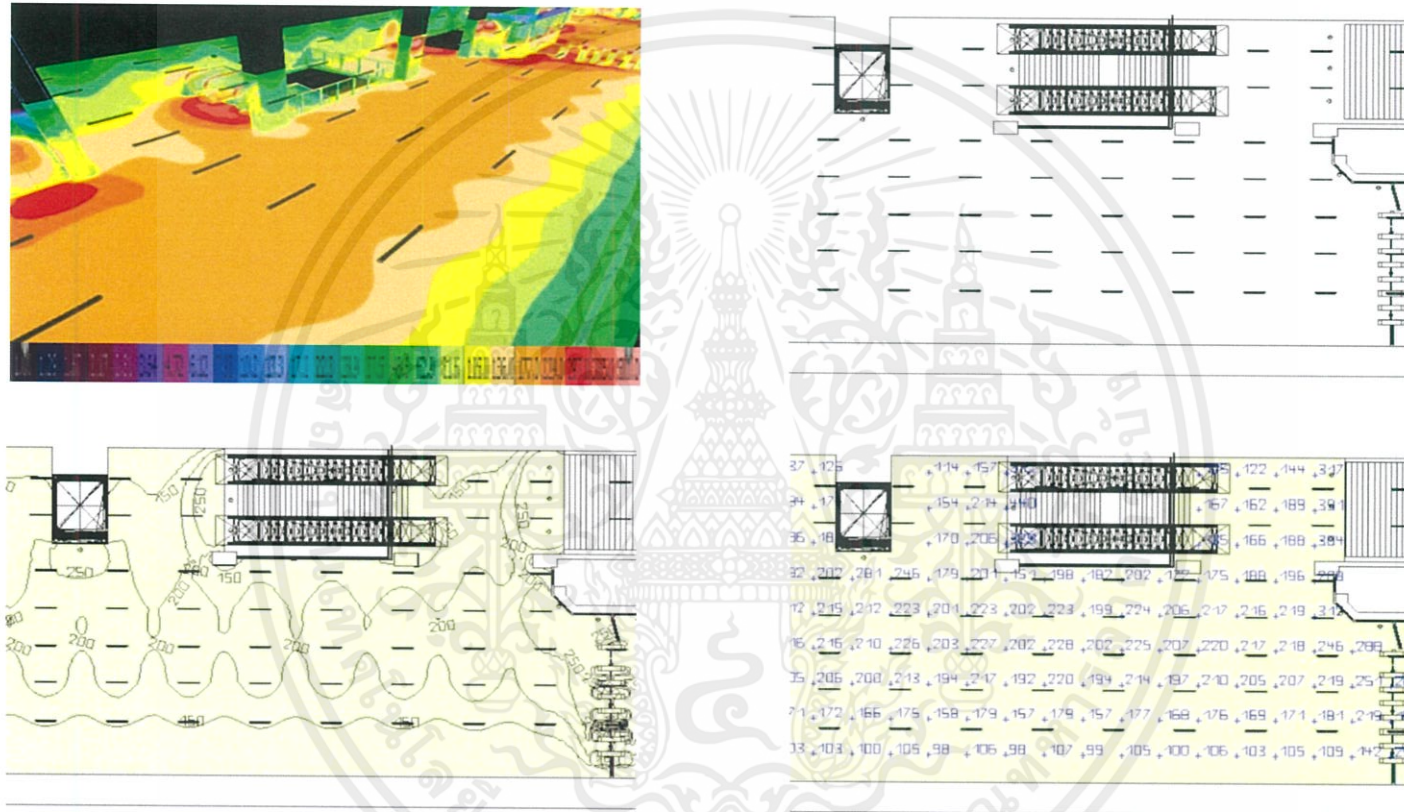
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2



รูปที่ ง.2 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2 (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
196.63	99	238	0.50

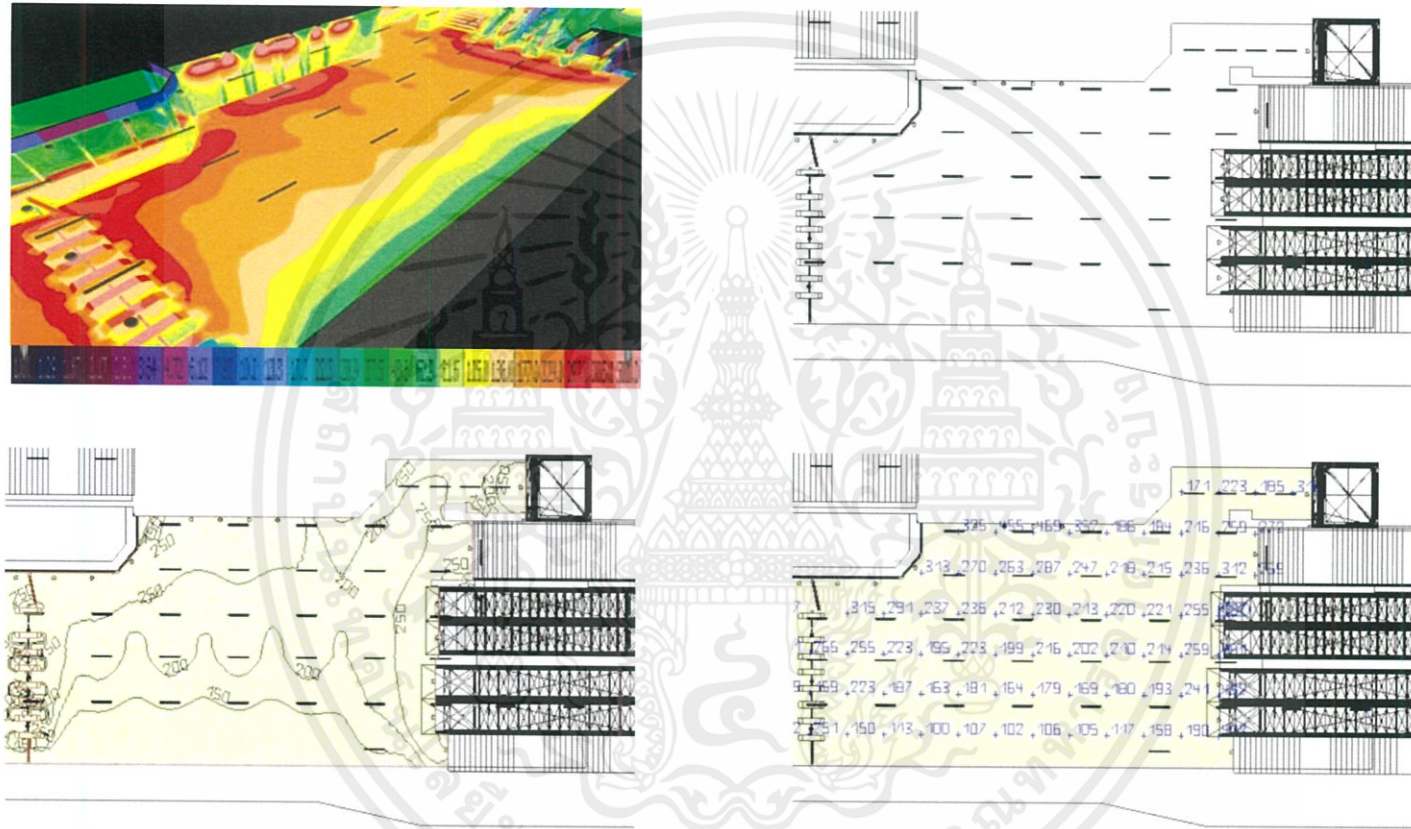
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3



รูปที่ 3.3 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3 (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
192.95	98	246	0.51

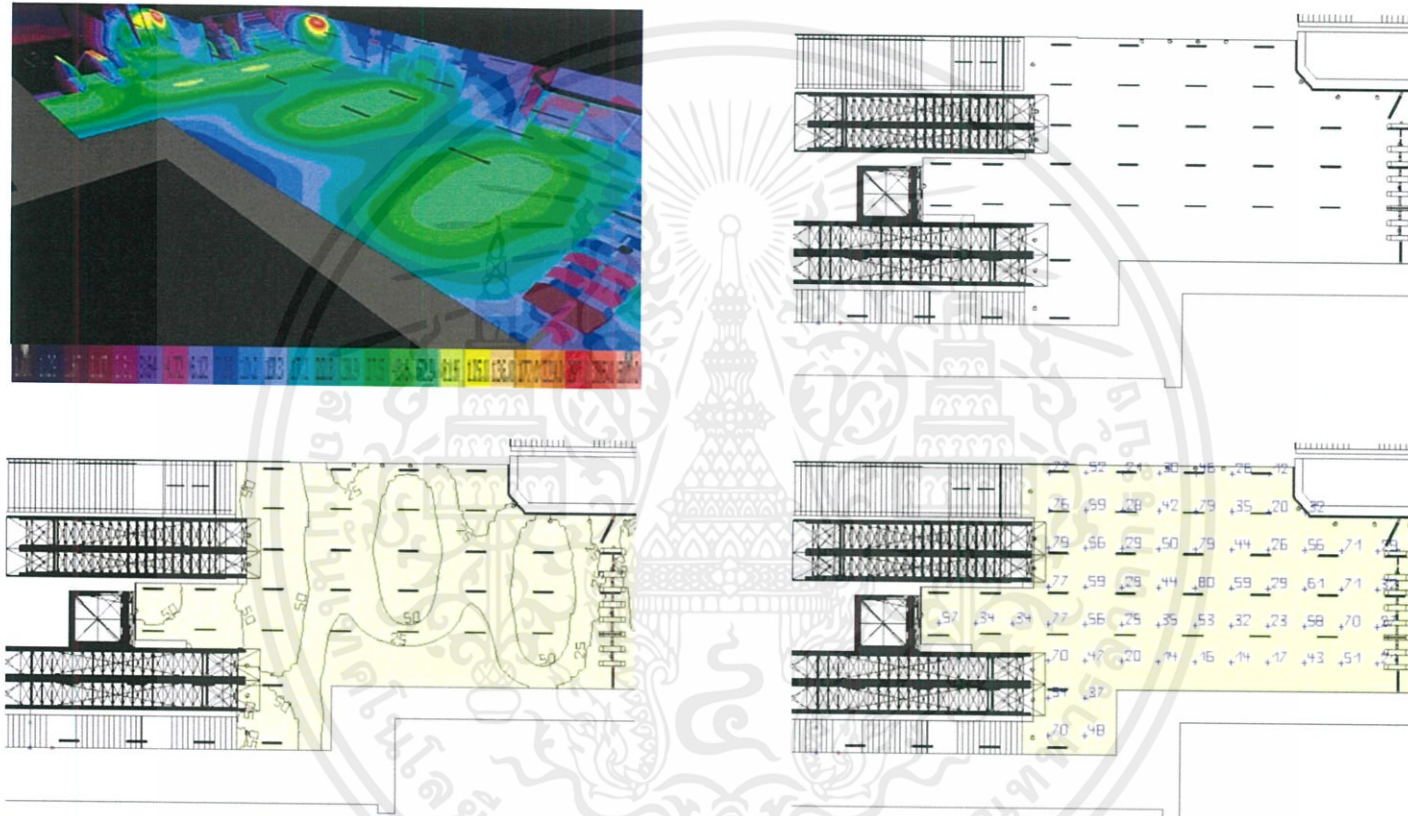
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4



รูปที่ ๓.4 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4 (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
219.30	102	287	0.47

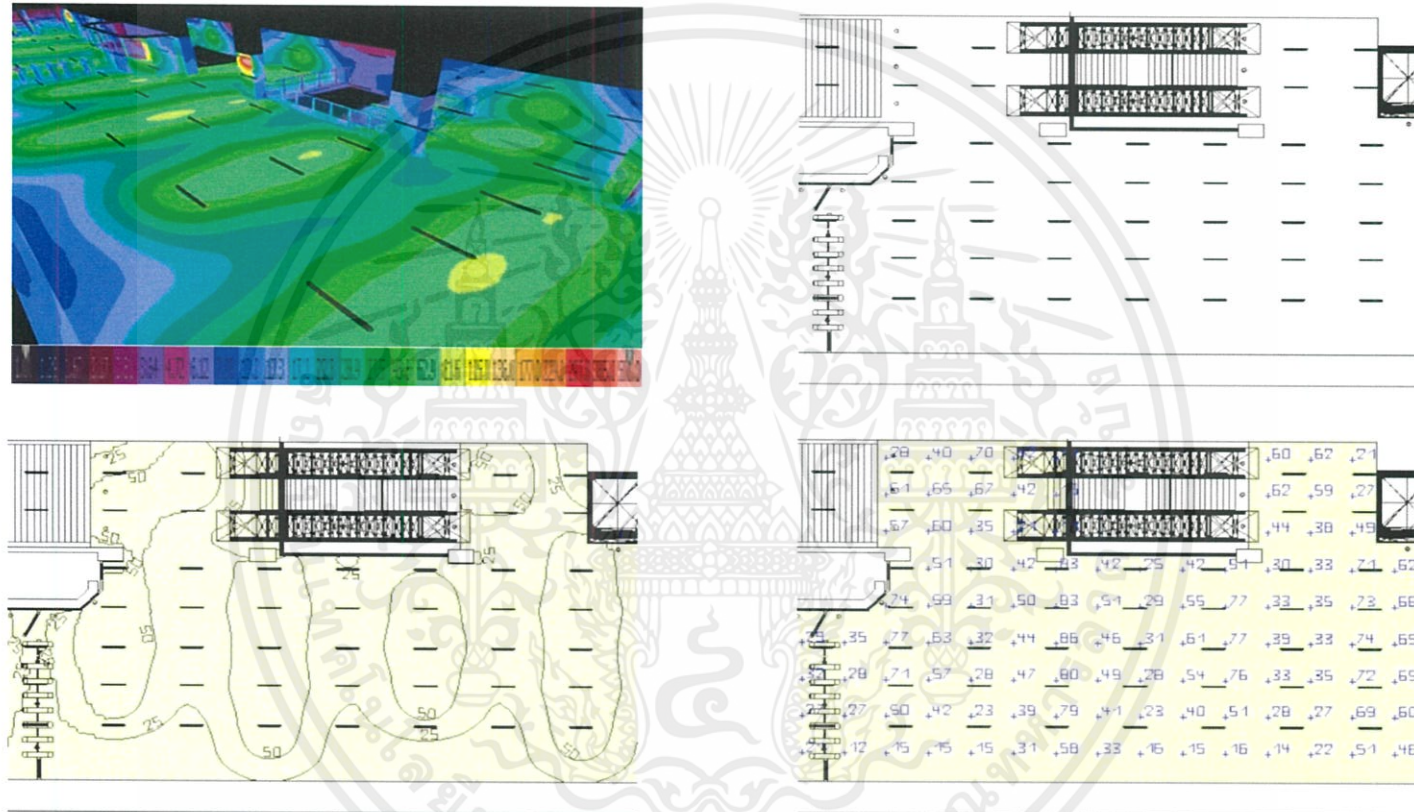
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



รูปที่ ๓.๕ บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 1 (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
45.56	12	80	0.26

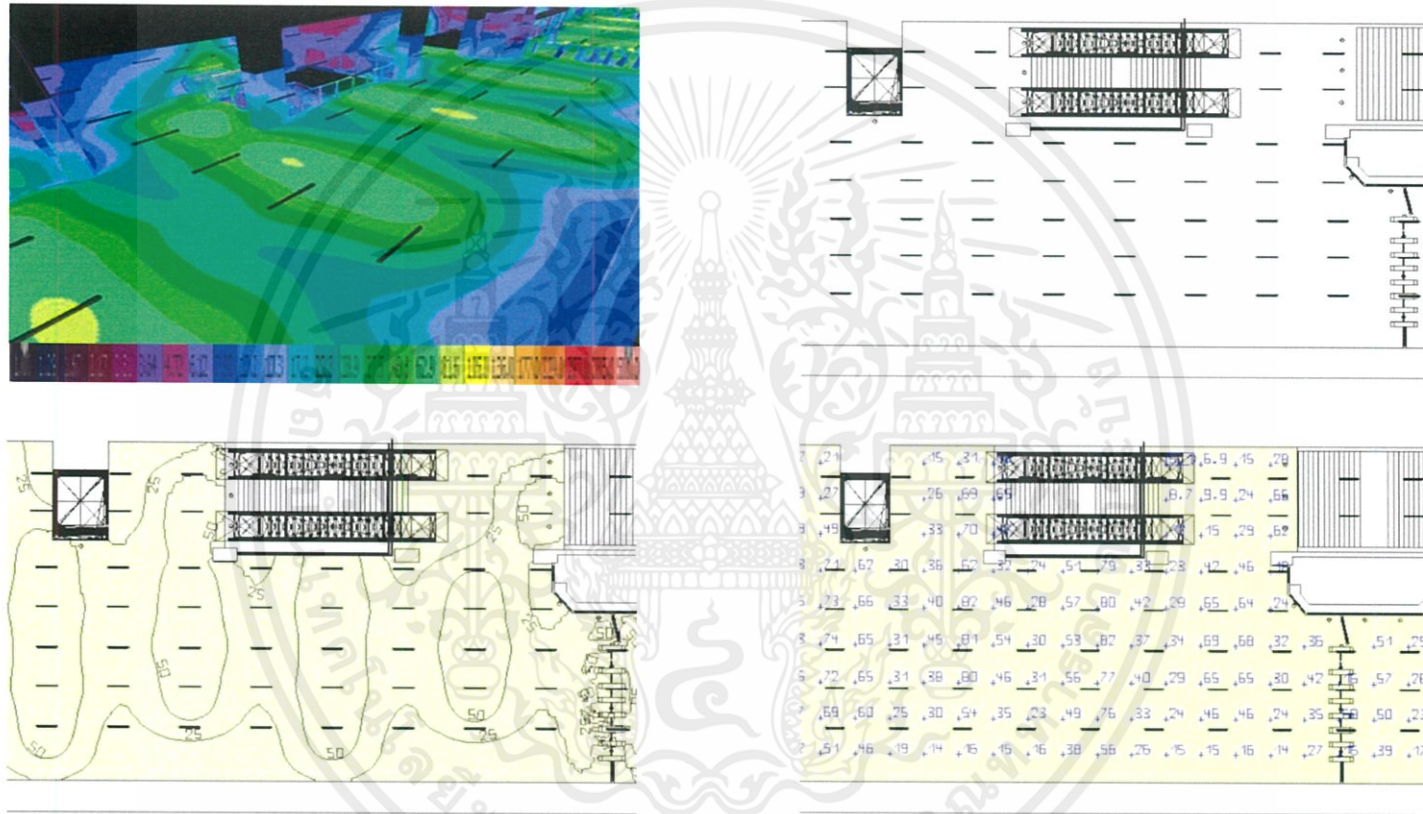
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



รูปที่ ๖.6 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 2 (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
44.62	12	86	0.27

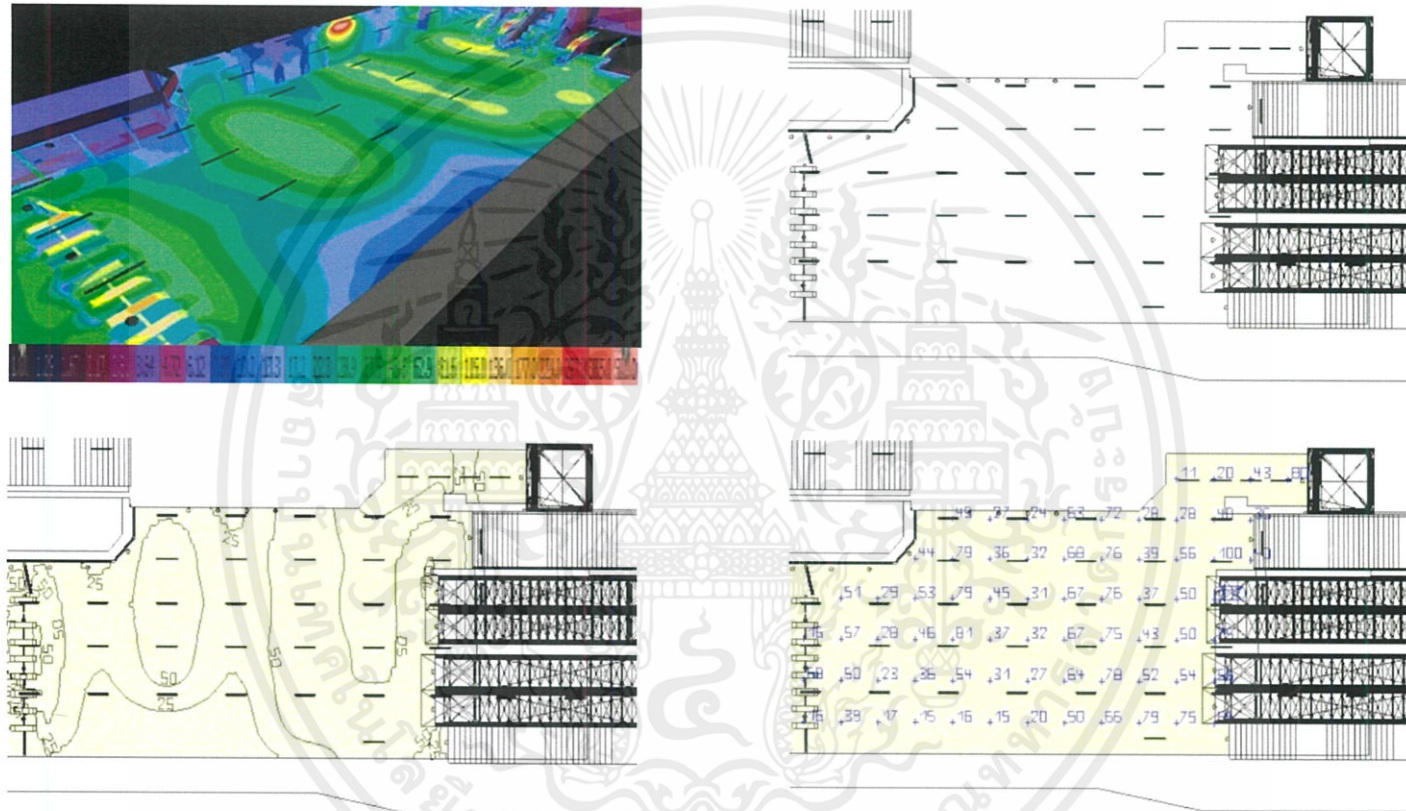
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



รูปที่ ง.7 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 3 (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
40.37	5.1	82	0.13

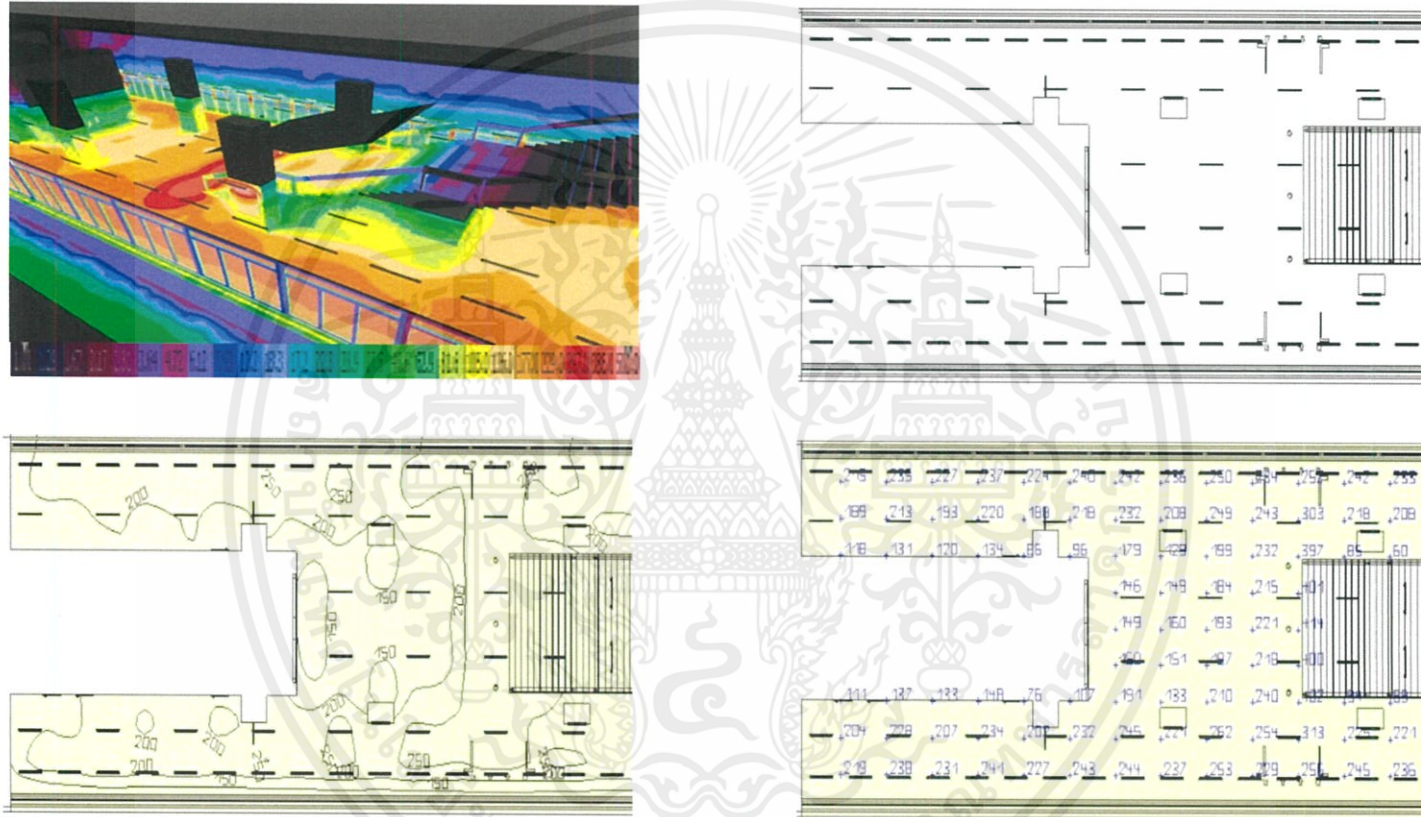
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4 ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



รูปที่ ๘.๘ บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร 4 (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
48.67	11	117	0.23

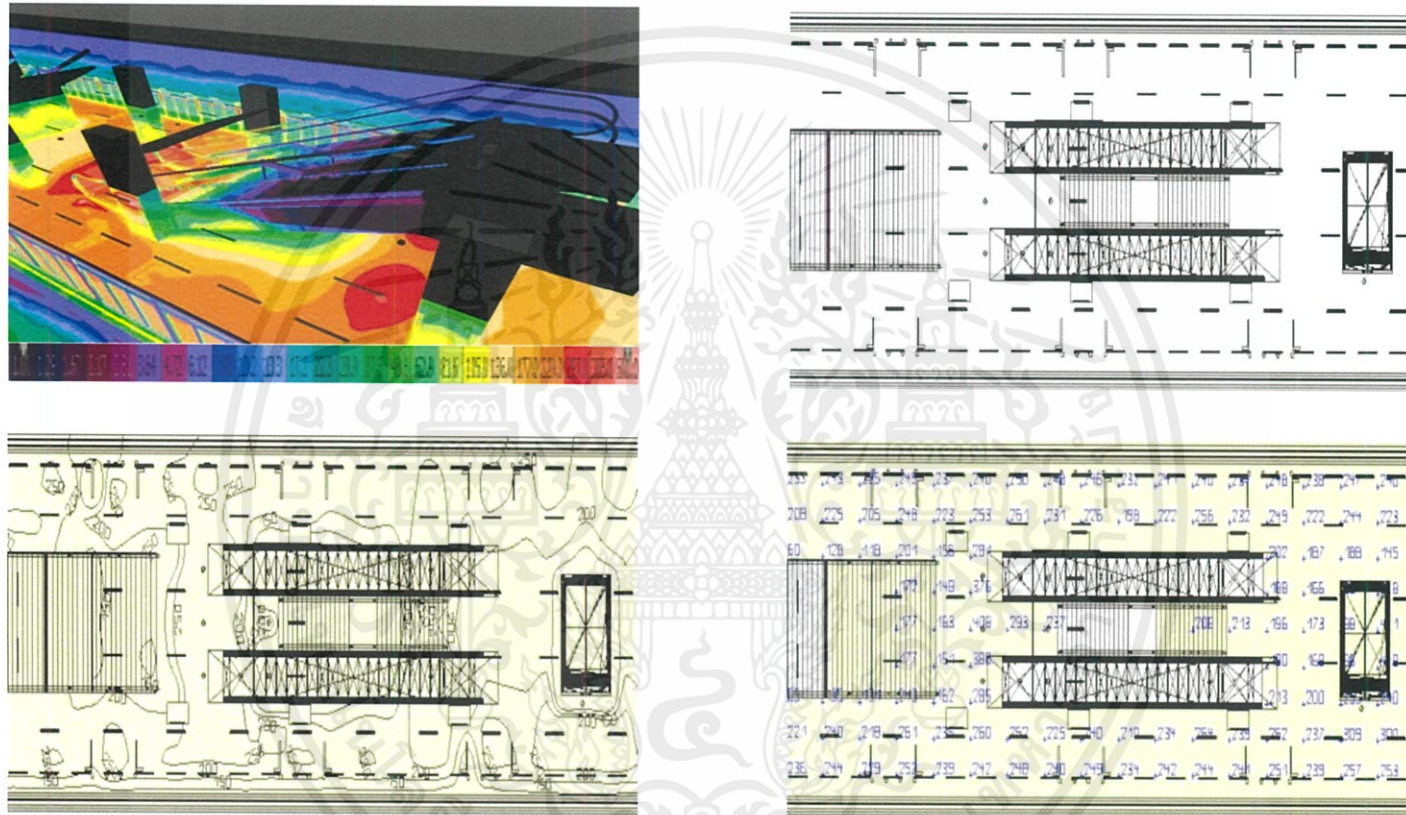
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 1



รูปที่ 9.9 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 1 (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
210.01	60	303	0.29

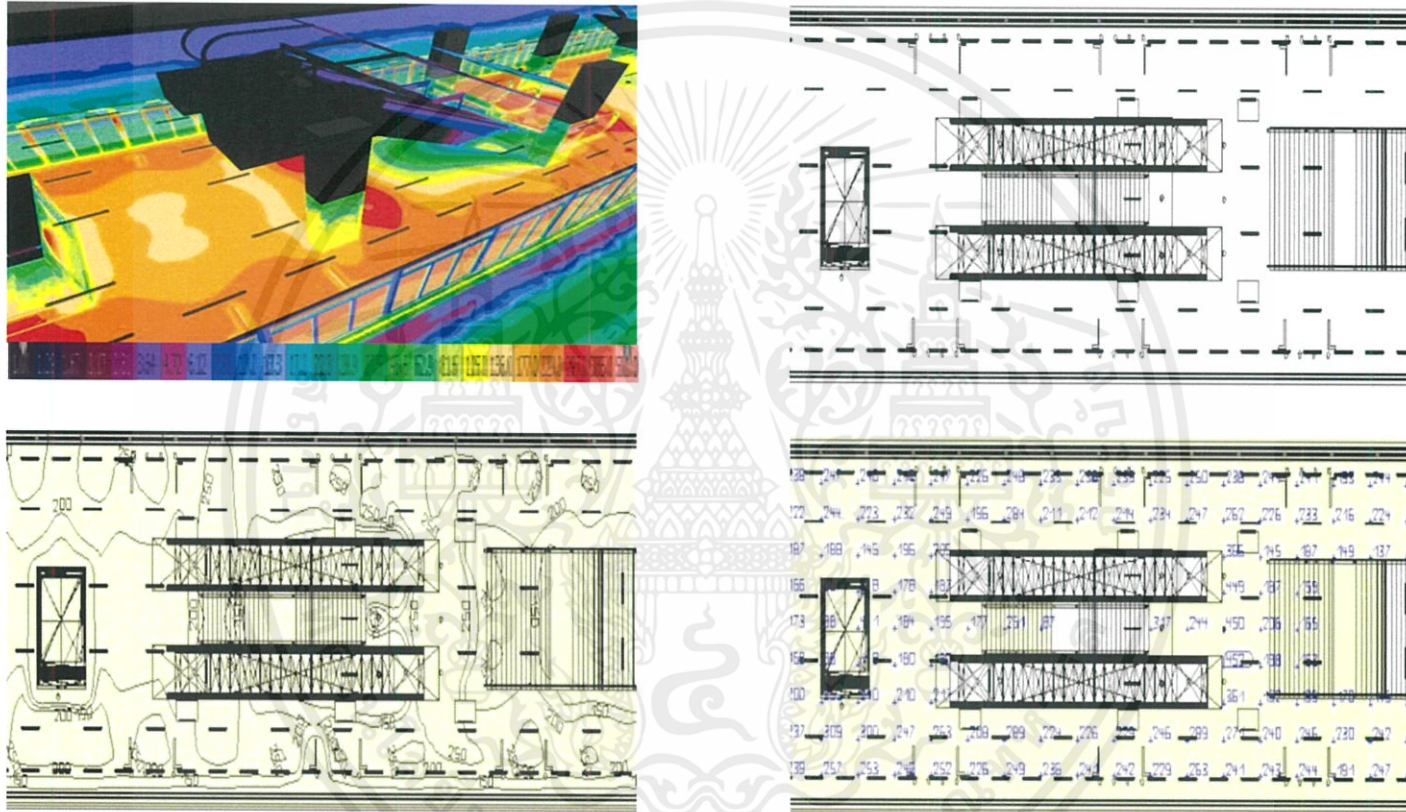
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 2



รูปที่ ง.10 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 2 (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
230.01	60	261	0.26

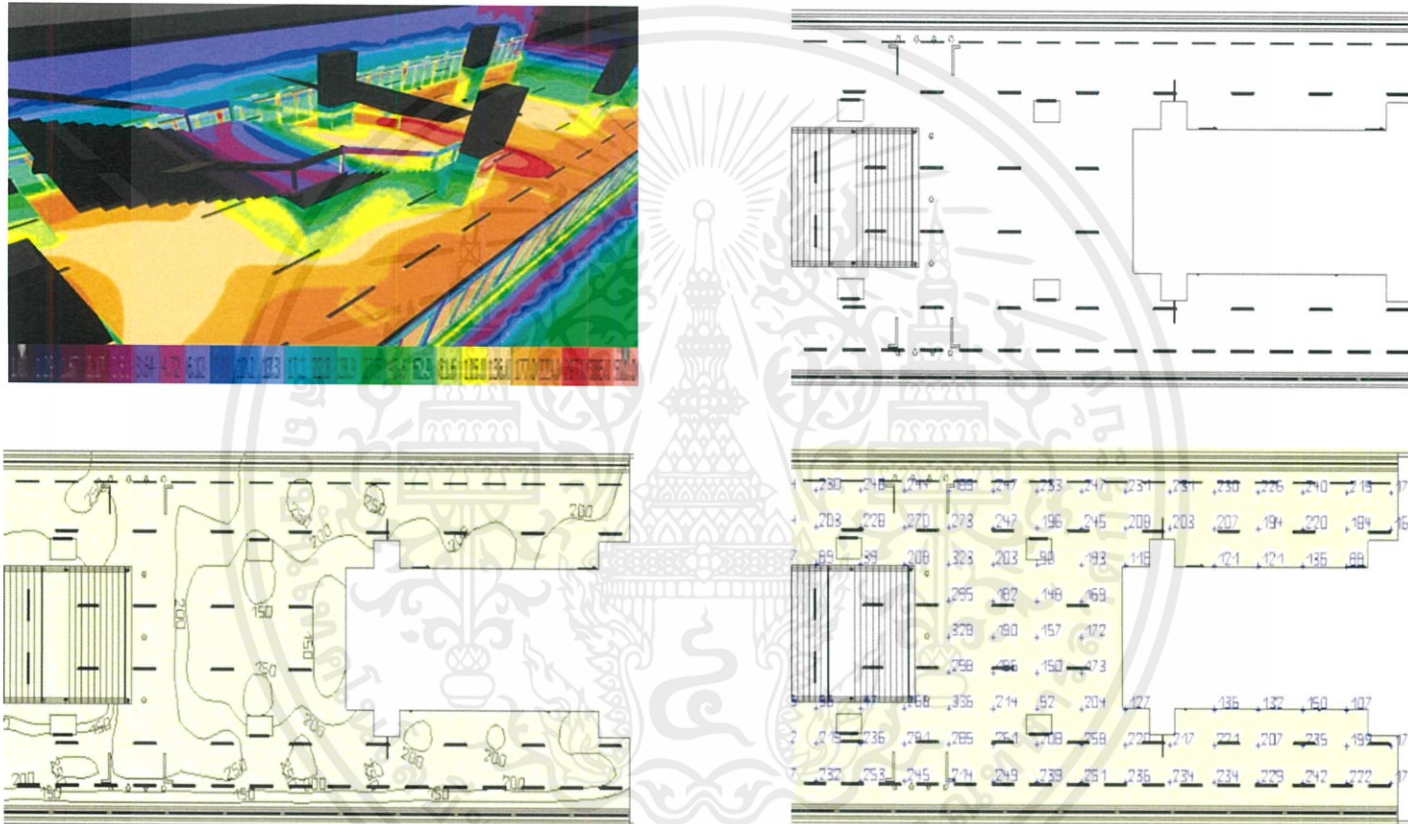
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 3



รูปที่ 11 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 3 (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
230.28	87	289	0.38

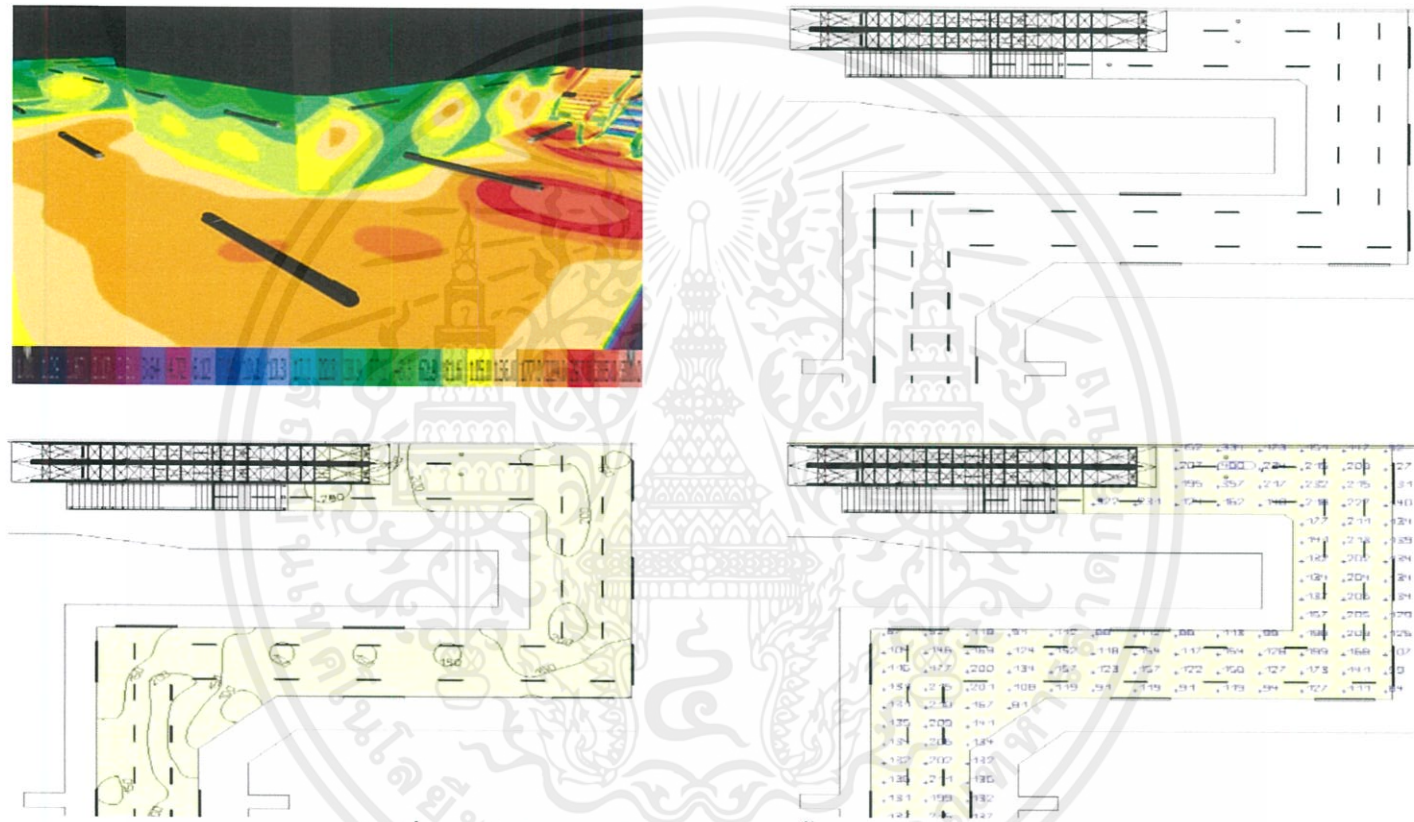
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 4



รูปที่ ง.12 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 4 (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
204.05	39	261	0.19

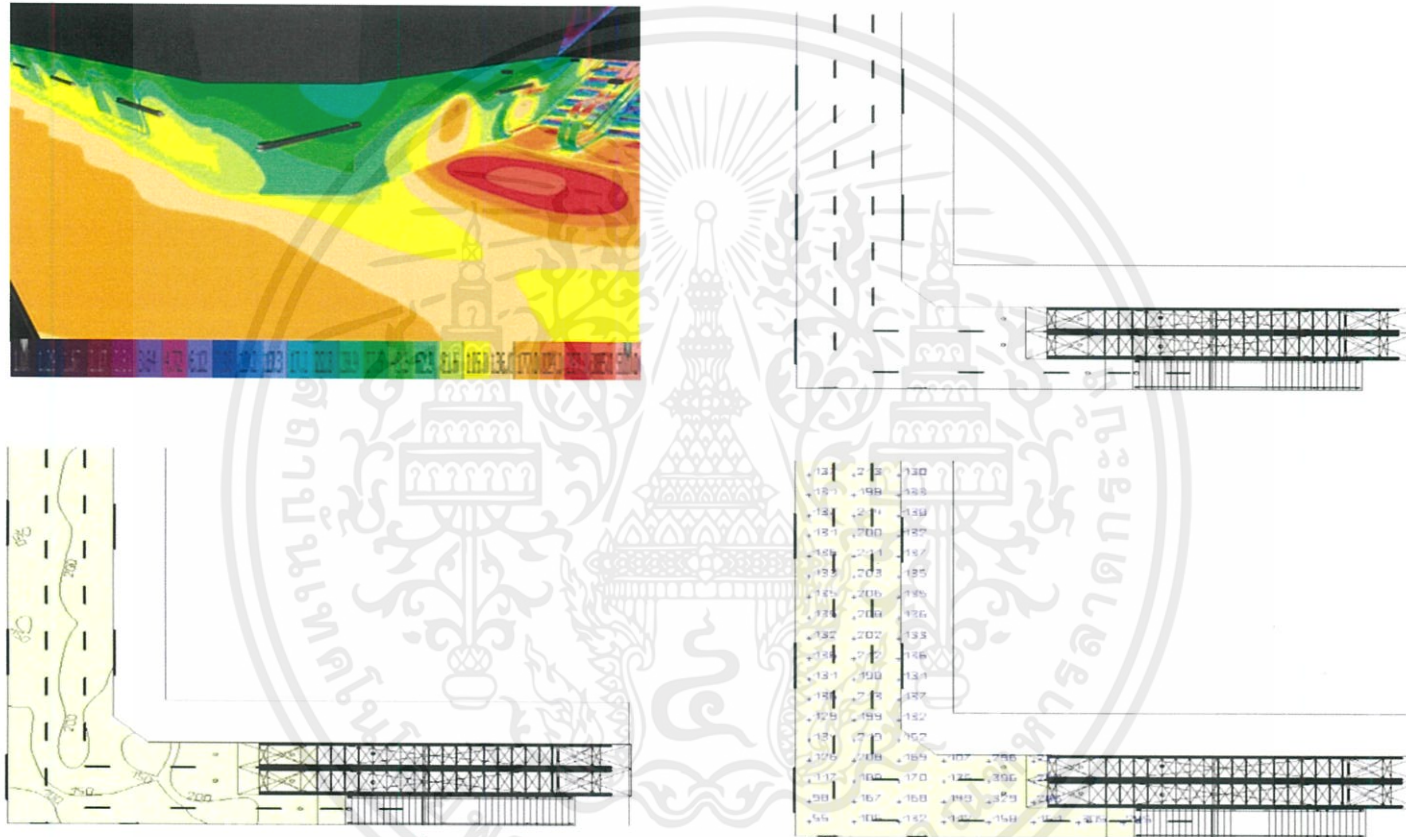
บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 1 ชั้นชานชาลา



รูปที่ ง.13 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 1 ชั้นชานชาลา (100%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
158.23	67	217	0.42

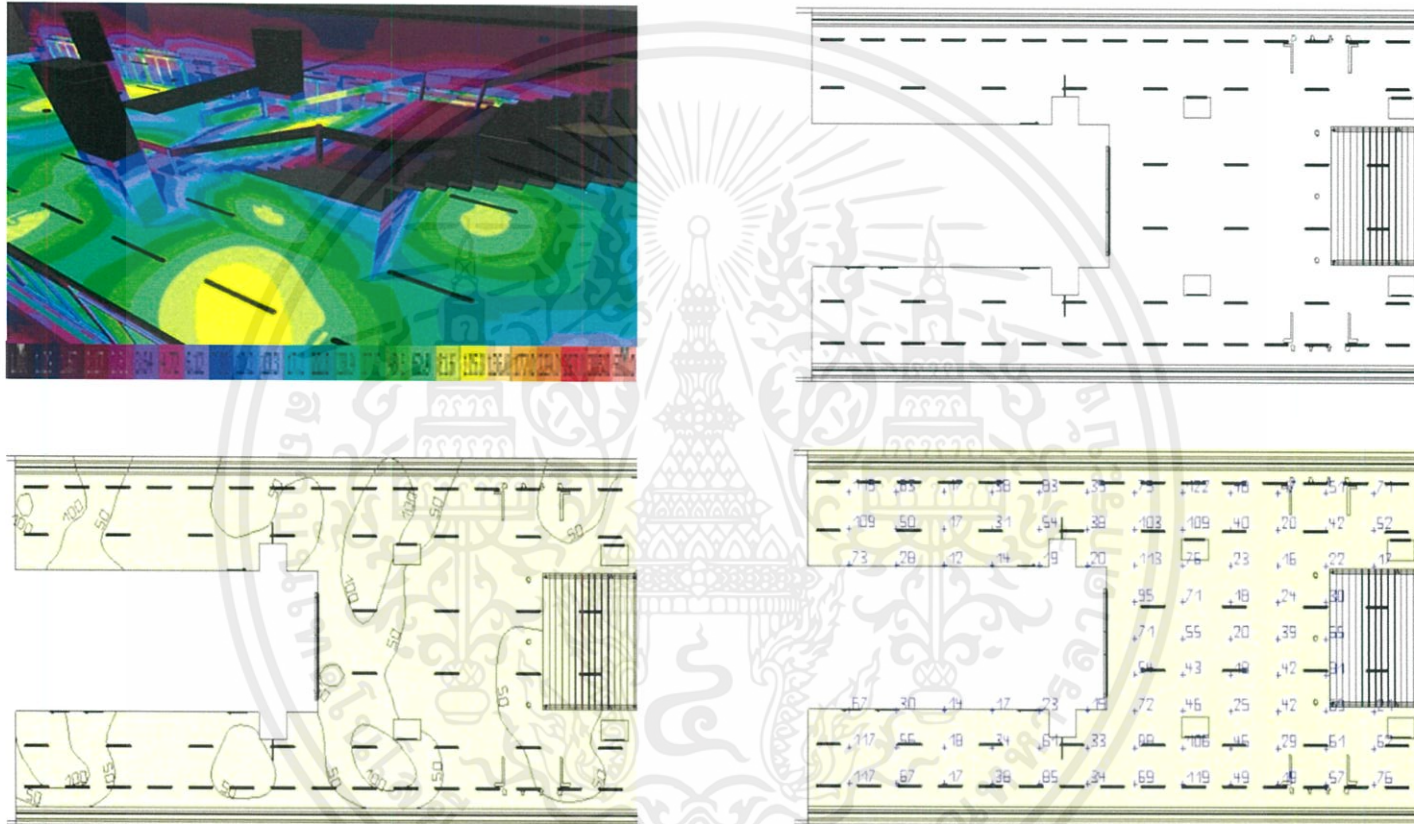
บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 2 ชั้นชานชาลา



รูปที่ ง.14 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 2 ชั้นชานชาลา (100%)

$E_{avg}[x]$	$E_{min}[x]$	$E_{max}[x]$	E_{min}/E_{avg}
168.69	55	219	0.33

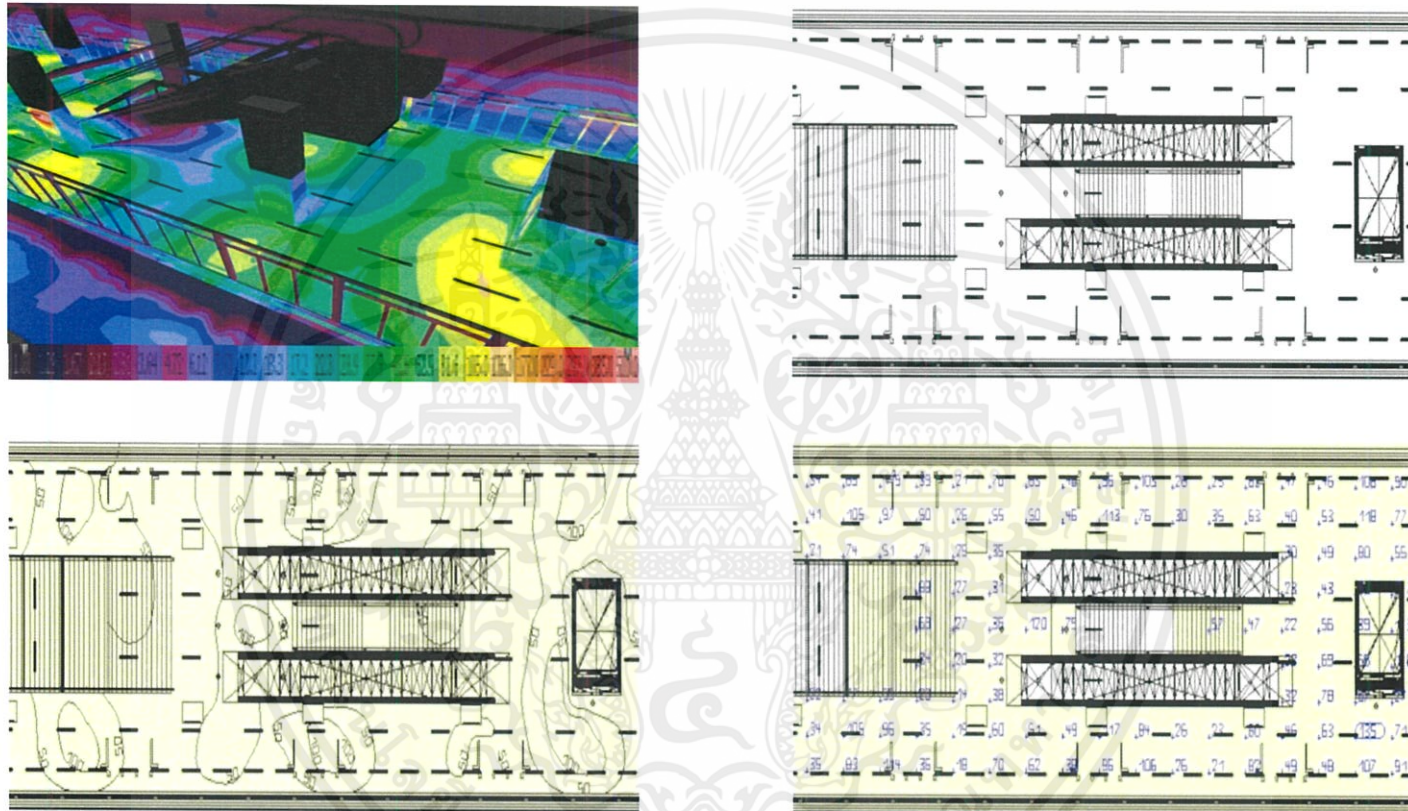
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 1



รูปที่ ง.17 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 1 (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
51.61	14	119	0.27

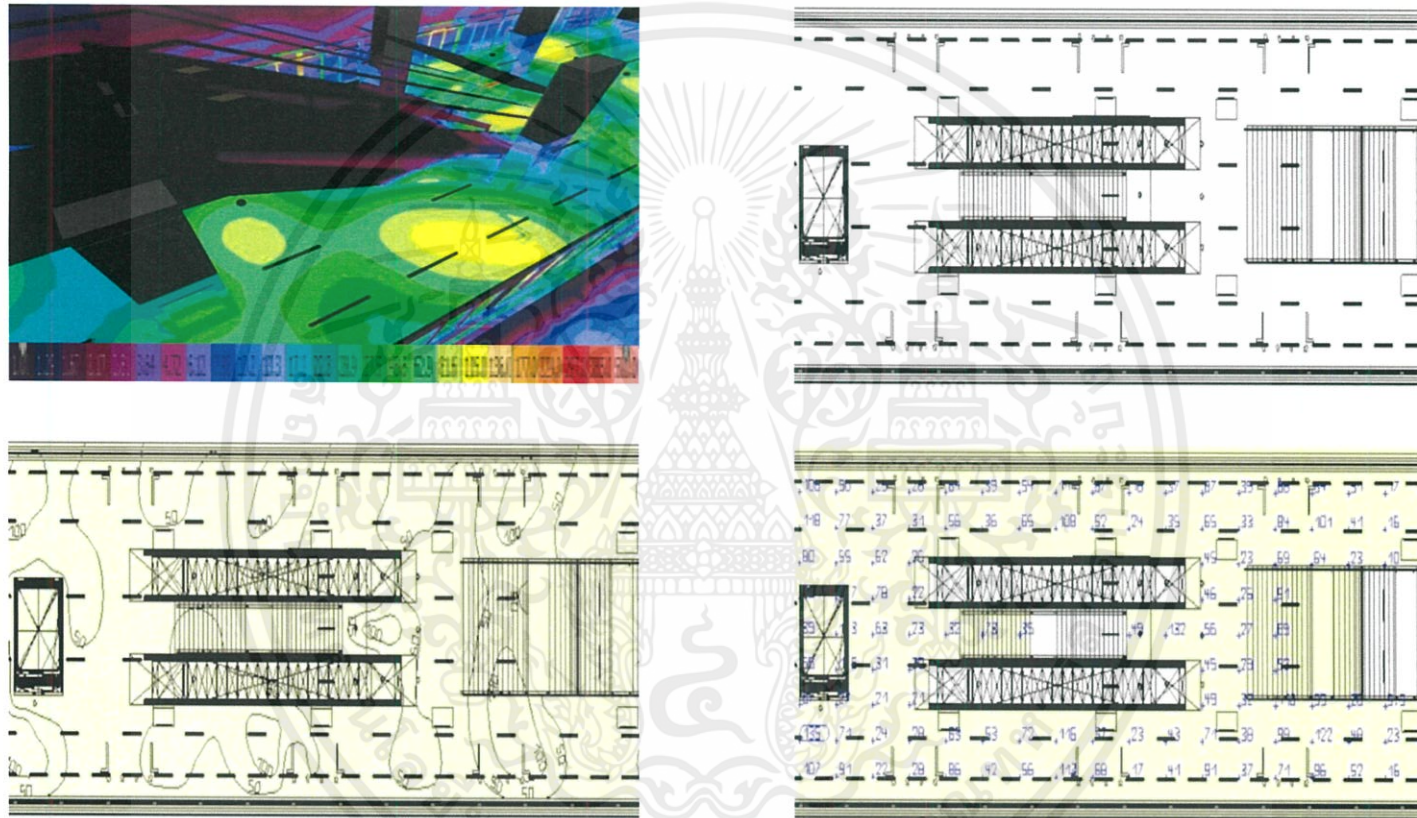
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 2



รูปที่ ๑.18 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 2 (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
56.91	14	135	0.25

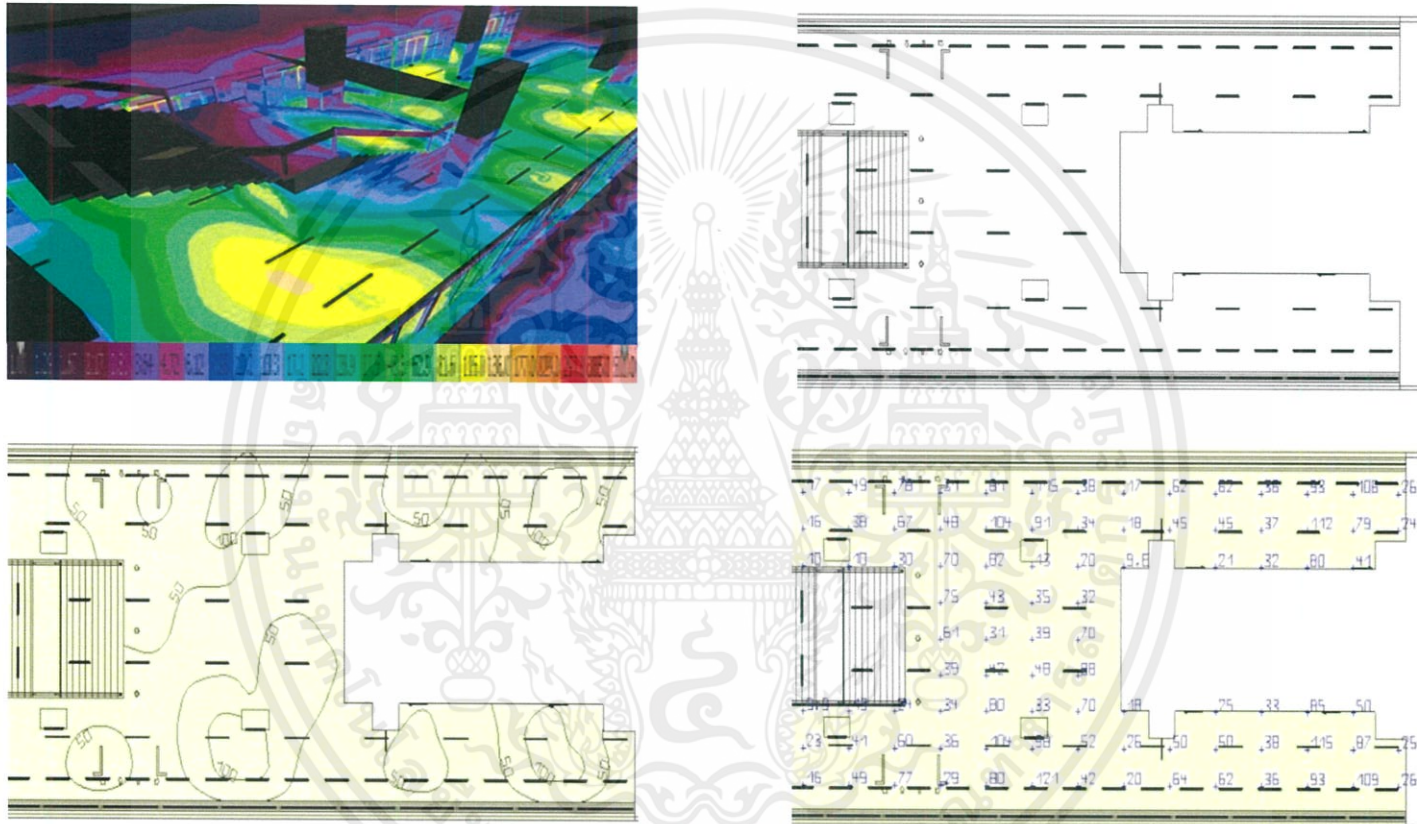
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 3



รูปที่ ง.19 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 3 (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
52.880	9.9	122	0.19

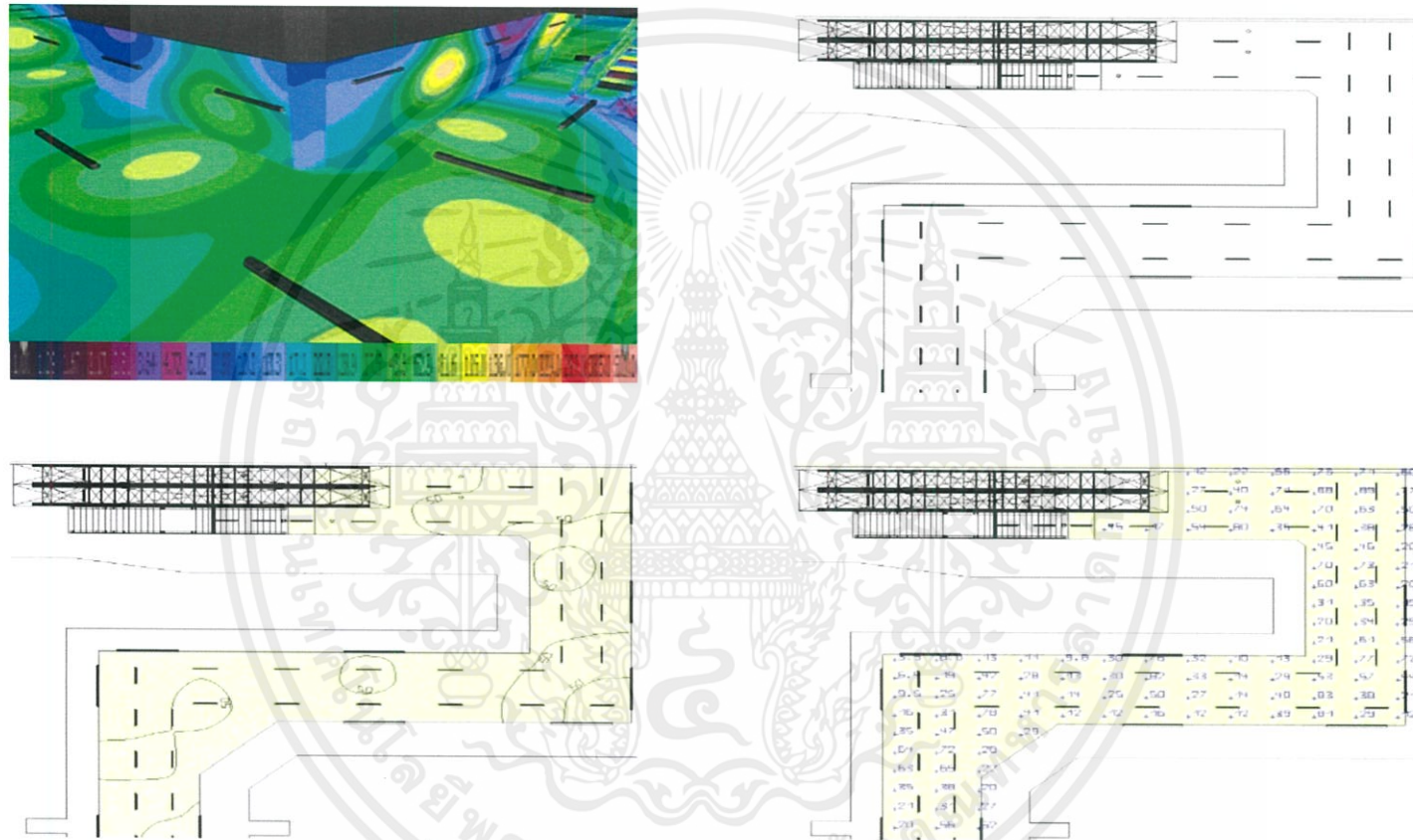
บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 4



รูปที่ ๓.20 บริเวณพื้นที่ทั่วไปชั้นชานชาลา 4 (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
49.80	9.8	121	0.20

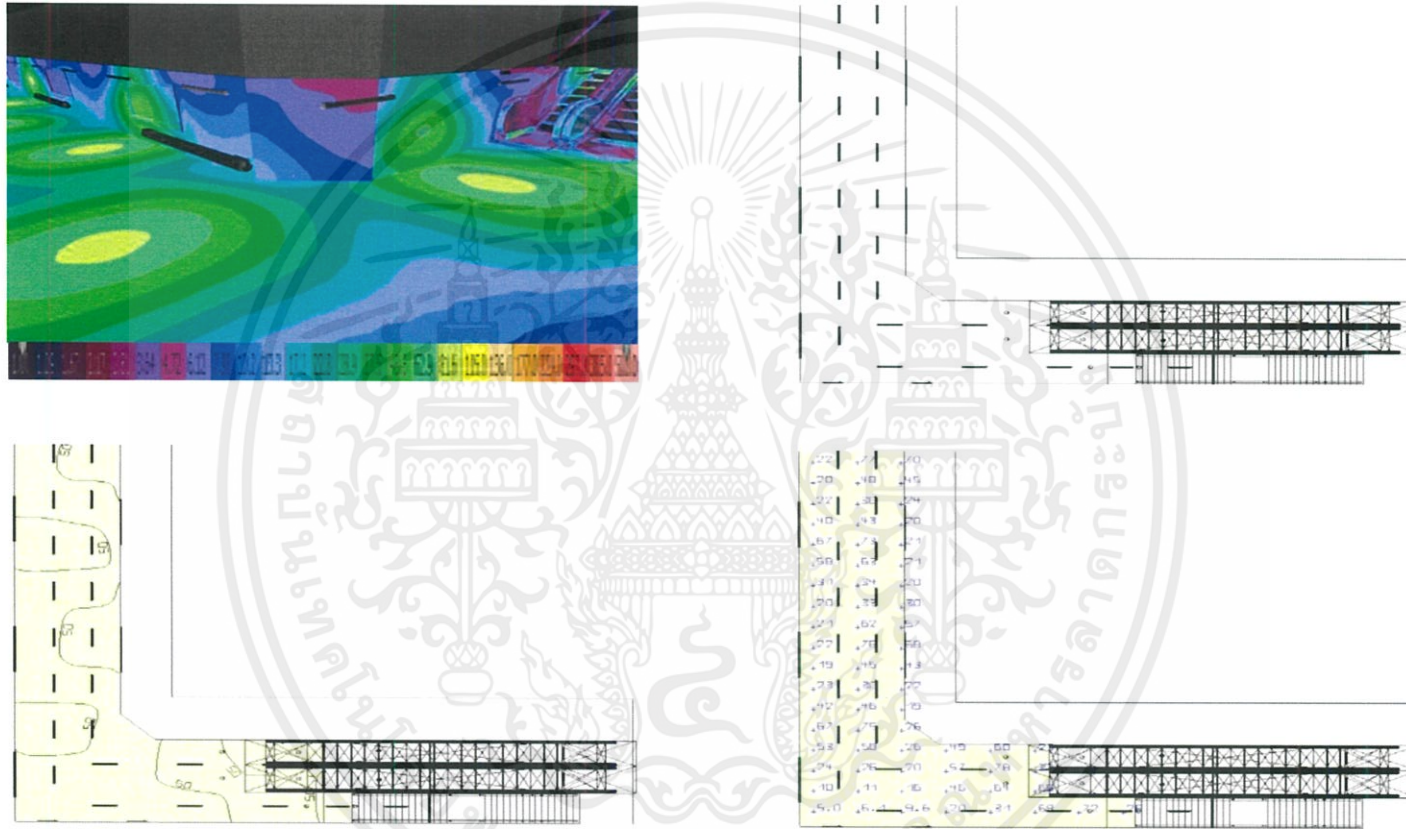
บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 1 ชั้นชานชาลา



รูปที่ ง.21 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 1 ชั้นชานชาลา (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
39.71	3.9	89	0.10

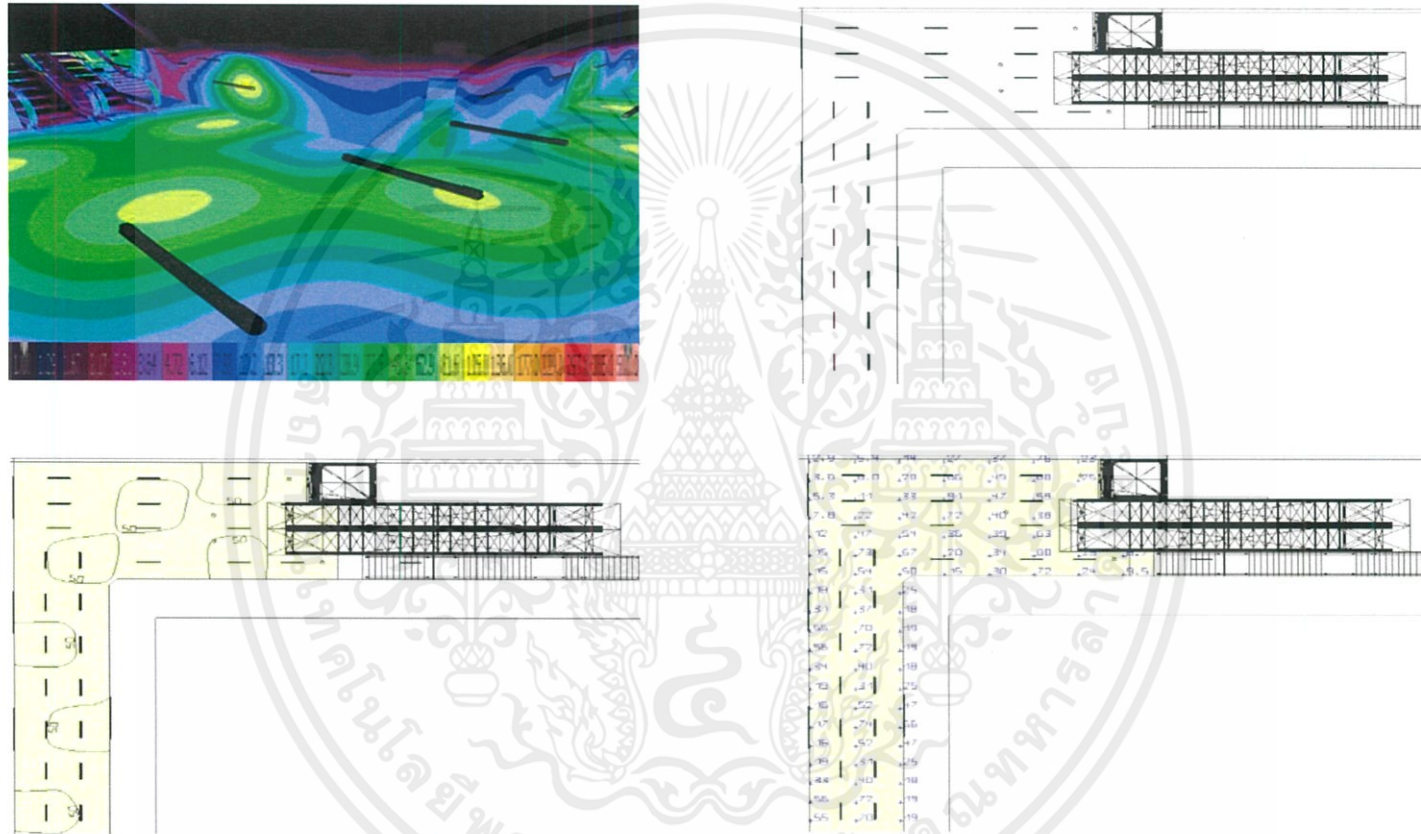
บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 2 ชั้นชานชาลา



รูปที่ ง.22 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 2 ชั้นชานชาลา (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
38.22	5	78	0.13

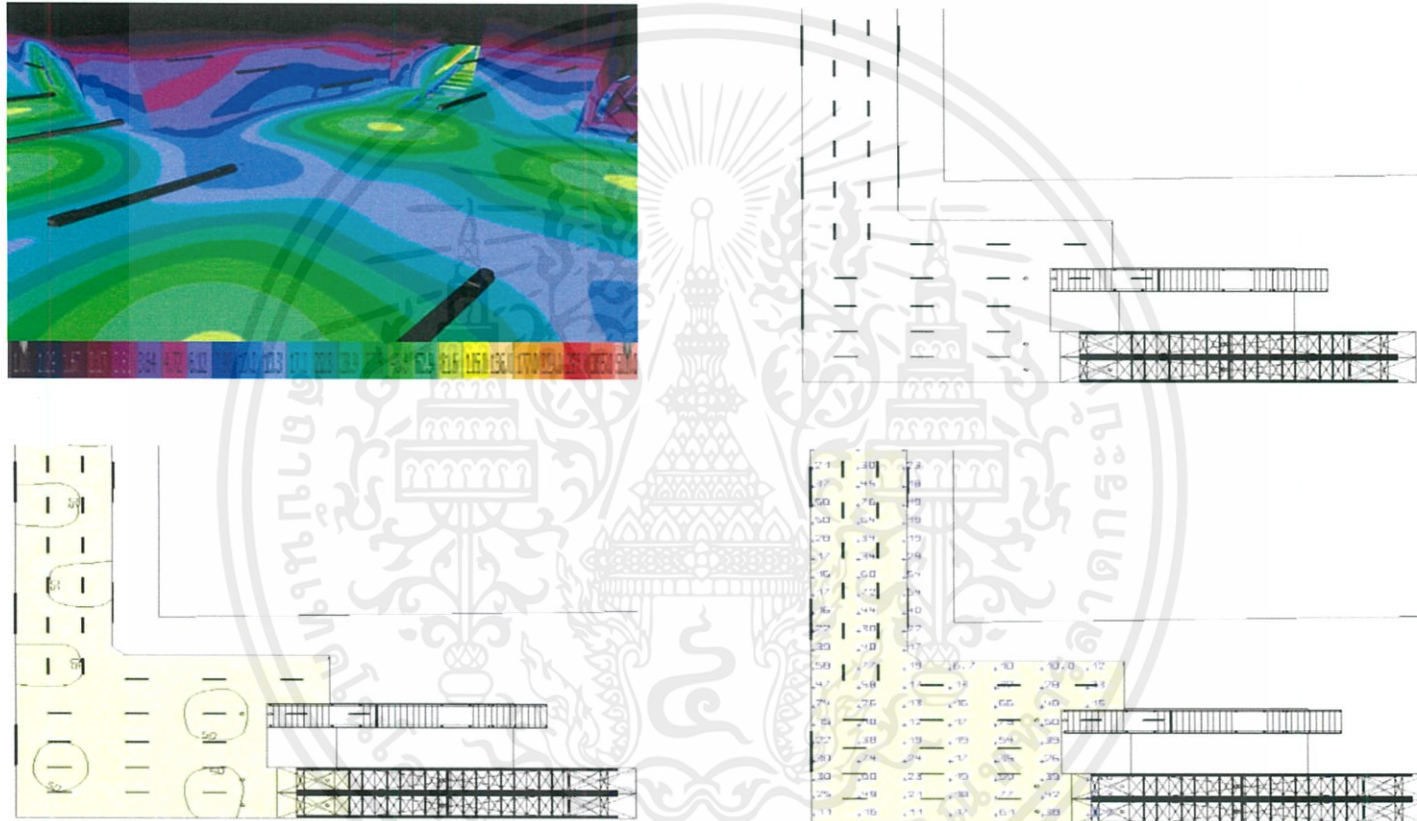
บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 3 ชั้นชานชาลา



รูปที่ ง.23 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 3 ชั้นชานชาลา (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
36.79	2.9	88	0.08

บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 4 ชั้นชานชาลา



รูปที่ ง.24 บริเวณทางเดินผู้โดยสาร 4 ชั้นชานชาลา (25%)

$E_{avg}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	E_{min}/E_{avg}
33.41	6.7	80	0.20

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวลานนา สายาจักร์
วัน/เดือน/ปีเกิด 10 มีนาคม 2539
ที่อยู่ 168 ม.14 ต.ร่อนพิบูลย์ อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช 80130
E-mail lanna.say@gmail.com
โทรศัพท์ 081-693-2210

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2552-2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีทุ่งสง
- พ.ศ. 2555-2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช
- พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-สกุล นายเศรษฐภักค์ วรุตม์พงศ์
วัน/เดือน/ปีเกิด 3 ตุลาคม 2539
ที่อยู่ 313/113 หมู่บ้าน ลิพวิ่งนารา ซ.เคหะร่มเกล้า 64 ซ.ลาดกระบัง
จ.กรุงเทพมหานคร 10520
E-mail kan_varutphong@hotmail.com
โทรศัพท์ 087-717-8579

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2552-2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
- พ.ศ. 2555-2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
- พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง