รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้าในงานก่อสร้างชั่วคราว

Electrical system design for temporary work

กิตตินันท์ เย็นเยือก

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้าในงานก่อสร้างชั่วคราว

Electrical system design for temporary work

กิตตินันท์ เย็นเยือก

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน การออกแบบระบบไฟฟ้าในงานก่อสร้างชั่วคราว

ผู้นำเสนอโครงงาน นายกิตตินันท์ เย็นเยือก

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท นันทวัน จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีจุดหมายเพื่อศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าในงานก่อสร้างชั่วคราว โดยจากการศึกษาพบว่าในโครงการอาคารสูง 29 ชั้น มีการติดตั้งหลอดไฟในบริเวณที่มีแสงสว่างจากภายนอกส่องผ่านมามาก เช่น บริเวณหน้าต่าง บริเวณหน้าโถงลิฟต์ อีกปัญหาหนึ่งคือมีสายไฟฟ้าวางกีดขวางทางเดิน ส่งผลให้การทำงานเป็นไปด้วยความยากลำบาก ทั้งการขนย้ายโดยรถเข็น หรือการเดินผ่านไปมา โดยอาจทำให้สายไฟฟ้าชำรุดเสียหาย ทำให้เกิดอันตรายได้ ทำให้เกิดแนวคิดเพื่อลดต้นทุน และค่าใช้จ่ายต่อปีขึ้น ด้วยวิธีการทางวิศวกรรมการออกแบบ โดยการออกแบบระบบแสงสว่างเพื่อลดจำนวนหลอดไฟ แต่ยังคงไว้ซึ่งความสว่างใกล้เคียงเดิม และ การนำสายไฟฟ้าขึ้นฝังไว้กับคอนกรีตจึงห้อยเป็นเต้ารับออกมาตามจุดเพื่อง่ายต่อการใช้งานและเพิ่มพื้นที่ในการทำงาน เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบกับแบบเดิมแล้วจะสามารถลดต้นทุนได้ 166,457.05 บาท และสามารถลดค่าใช้จ่ายต่อปีได้ 199,523.48 บาท แต่จะมีมูลค่าของสายฝังคอนกรีตเป็นจำนวน 61,371.5 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title	Electrical system design for temporary work site
Student Intern Name	Mr.Kittinun Yenyueak
Faculty of	Engineering
Department	Electrical Engineering
Advisor Name	Assoc. Prof. Dr.Atthapol Ngaopitakkul
Company	THAI OBAYASHI CORP.,LTD

ABSTRACT

This project purposes to study the design of electrical and lighting system in temporary construction building. The 29-floor building has been equipped with electric lamps in the area which can receive the external natural light, such as in the window panel area and corridor in front of the elevator. Another problem is the electrical wiring having blocked the pathway which makes difficulty work including moving the trolley or passerby. This can cause defective wiring and damage. The project concept is to reduce installation costs and annual cost by engineering procedure in designing. Especially, the designing in lighting to reduce installed lamps but maintaining luminous intensity as ever and embed the wire with concrete hanged the receptacle box when using. According to the redesigned system when compared with the previous design, this can reduce installation cost up to 166,457.05 baht and annual cost up to 199,523.48 baht. However, the embedded wire cost is slightly increased to 61,371.5 baht.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเล่มนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของผู้จัดทำไปได้ด้วยดีนั้น อันเนื่องมาจากบุคคลหลายท่านที่คอยให้คำแนะนำ ปรึกษา และเป็นกำลังใจอย่างดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง และคณาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอน มอบความรู้ วิชาการต่างๆ จนสำเร็จการศึกษา และเปิดให้มีโครงการสหกิจศึกษา และให้การ สนับสนุน จนทำให้ให้ข้าพเจ้ามีโอกาสออกสหกิจศึกษา เพื่อหาความรู้ และประสบการณ์การทำงาน จริงร่วมกับผู้อื่น

ขอขอบพระคุณ บริษัท นันทวัน จำกัด (Thai Obayashi Corp., Ltd.) ที่ให้โอกาสข้าพเจ้า ได้สหกิจศึกษา ณ สถานประกอบการแห่งนี้ และขอขอบพระคุณพนักงานที่ปรึกษาทุกท่าน ที่ได้สละ เวลาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาต่างๆ และการให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้านด้วยดีเสมอมา จนโครงงานเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่เคารพรัก ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนคอยช่วยเหลือและเป็นกำลังที่ดีเสมอมา คอยให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน จนโครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ และสำเร็จการศึกษา ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กิตตินันท์ เย็นเยือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงานสหกิจศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การออกแบบระบบแสงสว่าง	6
2.2 การลดการใช้พลังงาน	7
2.3 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และการเดินสายไฟ	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	
3.1 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา	11
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	11
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการคำนวณความเข้มแสงบนพื้นที่ใช้งาน	36
4.2 ตารางโหลด	36
4.3 ราคาโคม ,ค่าใช้พลังงาน ,ต้นทุนค่าสาย และเช่าตู้ไฟฟ้า	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดาเนินงานและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	39
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	40
5.3 ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	
ภาคผนวก I	42
ภาคผนวก II	49
ภาคผนวก III	97
ภาคผนวก IV	104
ภาคผนวก V	107
ภาคผนวก VI	112
ภาคผนวก VII	121
ประวัติผู้เขียน	130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 จัดแบ่งกลุ่มโหลดตามความเหมาะสม	23
3-2 ตารางโหลด	23
3-3 จำนวนโคมและราคา ก่อนการออกแบบใหม่	26
3-4 จำนวนโคมและราคา หลังการออกแบบ	26
3-5 ค่าใช้พลังงานไฟฟ้า	27
3-6 รายการชนิดสายและราคาแบบเดิม	30
3-7 รายการชนิดสายและราคาแบบใหม่	31
3-8 มูลค่าสายที่ฝังพื้นคอนกรีต	31
3-9 แสดงจำนวนตู้ไฟฟ้าแบบเก่า	33
3-10 แสดงจำนวนตู้ไฟฟ้าแบบใหม่	35
3-11 เปรียบเทียบค่าเช่าตู้ไฟฟ้า	35
4-1 แสดงการเปรียบเทียบความสว่างระหว่างแบบเก่าและแบบที่ออกแบบใหม่	36
4-3 แสดงการเปรียบเทียบราคาและจำนวนโคม	37
4-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงาน	37
4-5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเช่าและจำนวนตู้ไฟฟ้า	37
4-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าสาย	38
4-7 แสดงการเปรียบเทียบราคาต้นทุนรวม	38
4-8 แสดงค่าใช้รวมจ่ายราย	38
5-1 ข้อดีข้อเสียจากการวิจัย	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1-1 ตำแหน่งโคมที่ติดตั้ง ณ จุดที่มีแสงมาก	1
1-2 สายไฟที่วางขวางทางดินและมีน้ำขัง	2
3-1 การ Import file .3ds เข้ามาในโปรแกรม DIALux 4.13	12
3-2 การกำหนดค่าที่สำคัญในการคำนวณ	13
3-3 ขอบเขตพื้นที่ใช้งานโถงทางเดิน	14
3-4 ค่าความสว่างในรูปของสี	14
3-5 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ	15
3-6 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ	15
3-7 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ	16
3-8 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ	16
3-9 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ	17
3-10 วงสีแดงคือจุดอับแสงที่ควรติดตั้งโคม	18
3-11 จุดติดตั้งโคม	18
3-12 แสดงการจำลองแสงสว่าง	19
3-13 แสดงความสว่าง	19
3-14 คำนวณรวมแสงธรรมชาติและแสงจากหลอดไฟ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3-15 การแบ่งโซนติดตั้งเต้ารับ	21
3-16 รูปแบบการเดินสาย	21
3-17 ตู้ไฟฟ้า 100 A ที่จ่ายให้กับโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าใน 1 ชั้น	22
3- 18 จัดวางตำแหน่งโคม	22
3-19 รูปแบบตำแหน่งวางโคมแบบเก่า	24
3-20 รูปแบบตำแหน่งวางโคมแบบใหม่	25
3-21 website ที่ใช้คำนวณค่าใช้พลังงาน	27
3-22 แสดงการใช้งานสายผิดลักษณะการใช้งาน	28
3-23 แสดงการใช้สายผิดขนาด	29
3-24 ความเสี่ยงที่เกิดจากน้ำขัง	29
3-24 แสดงตำแหน่งวางตู้ไฟฟ้าแบบเก่า	32
3-25 แสดงตำแหน่งวางตู้ไฟฟ้าแบบใหม่	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท นันทวัน จำกัด หรือ Thai Obayashi Corporation Limited จดทะเบียนก่อนตั้งเมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2517 (ค.ศ. 1974) โดยเป็นการร่วมทุนระหว่าง บริษัท โอบายาชิ คอปอร์เรชั่น ประเทศญี่ปุ่น กับผู้ถือหุ้นรายใหญ่ในประเทศไทย ได้แก่ เครือธนาคารกรุงเทพ เครือธนาคารไทยพาณิชย์ สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ และเมโทรกรุ๊ป

นับตั้งแต่ก่อตั้ง บริษัทได้ผลักดันตัวเองเป็นผู้นำเทคโนโลยี และเป็นผู้บุกเบิกในอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทย โดยอาศัยความร่วมมือจากบริษัทแม่ที่ประเทศญี่ปุ่น บริษัทจึงสามารถดำเนินโครงการขนาดใหญ่ได้นับตั้งแต่ช่วงเริ่มต้น โอบายาชิเป็นบริษัทแรกที่เป็นผู้ก่อสร้างอุโมงค์ส่งน้ำประปาใต้ดิน และอุโมงค์ลอดใต้แม่น้ำเจ้าพระยา เป็นผู้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างฐานรากแบบ OWS มาใช้ครั้งแรกในประเทศไทย กับการก่อสร้างอาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารกรุงเทพ ถนนสีลม

นอกจากการเป็นผู้นำในด้านเทคโนโลยีและวิธีการก่อสร้างที่ทันสมัยแล้ว เรายังมีหลักสูตร และเป็นผู้นำในการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความชำนาญ ความสามารถทั้งในทางเทคนิคและการบริหาร เราได้เริ่มส่งพนักงานคนไทยที่มีความสามารถไปฝึกงานที่ประเทศญี่ปุ่นอย่างจริงจังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 (ค.ศ. 1977)

โดยคาดหวังให้เขาเหล่านั้นกลับมาเป็นผู้บริหารในอนาคต จนทุกวันนี้ ไทย โอบายาชิ จึงเป็นบริษัทร่วมทุน ไทย-ญี่ปุ่น ที่มีผู้บริหารระดับสูง ผู้จัดการโครงการ รวมทั้งวิศวกรและสถาปนิกหลากหลายตำแหน่งเป็นคนไทย และสามารถสื่อสารภาษาญี่ปุ่นได้เป็นอย่างดี ยิ่งไปกว่านั้น เพื่อเป็นการรับรองความพึงพอใจขั้นสูงสุดให้แก่ลูกค้า บริษัท ไทย โอบายาชิ ได้นำระบบประกันคุณภาพมาใช้ในการบริหารงาน ซึ่งปัจจุบัน บริษัทได้ผ่านการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 สำหรับคุณภาพสิ่งแวดล้อม ระบบการจัดการความปลอดภัยและอาชีวอนามัย ทั้งในงานออกแบบ งานโยธา และงานก่อสร้าง

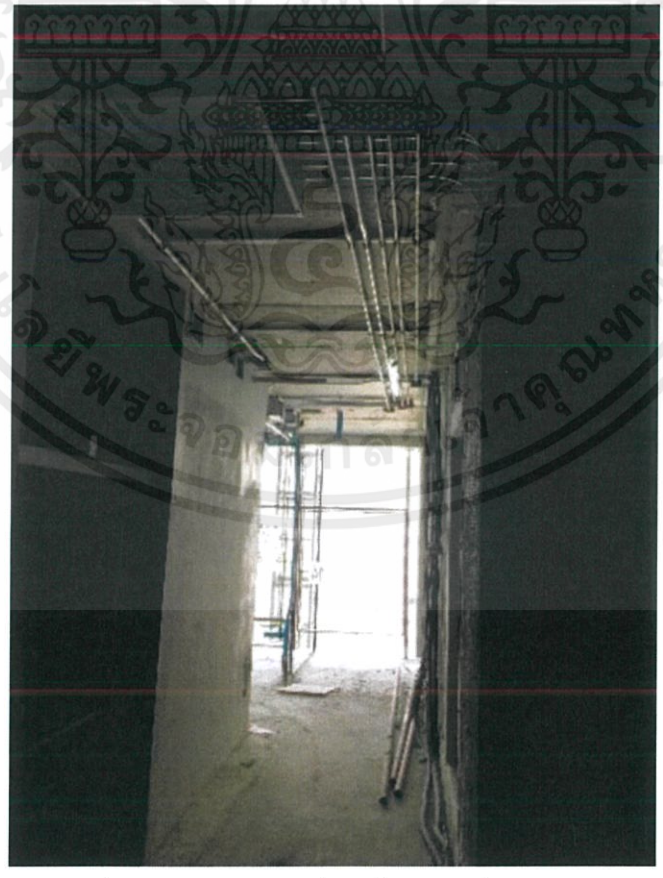
วันนี้ ไทย โอบายาชิ ได้หันมามุ่งเน้นและให้ความสำคัญเรื่องการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง โดย บริษัทได้รับนโยบายเรื่อง การเป็นมิตรกับโลก หรือ Earth Friendly Policy ซึ่งยึดถือปฏิบัติกันทั่วโลก มาปฏิบัติอย่างจริงจัง เป้าหมายหลักของเราก็คือ เราจะสร้างบริษัทให้เป็นองค์กรที่สามารถสร้างสรรค์ความประสมประสานกลมกลืนที่ลงตัวระหว่างมนุษย์และธรรมชาติ ควบคู่ไปกับการจัดเตรียมพื้นที่ และสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้วัฒนธรรม เศรษฐกิจ สามารถเจริญเติบโตได้ และสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทย เพื่อที่ทุก ๆ คนจะได้ดำรงชีวิตได้อย่างดีที่สุดในศตวรรษหน้าที่กำลังจะมาถึง

ข้าพได้ปฏิบัติสหกิจศึกษาในแผนกระบบไฟฟ้าและเครื่องกล โดยได้ฝึกโดยเวียนแผนกใน 3 แผนกย่อยคือ แผนกออกแบบ แผนกประเมินราคา และ แผนกโครงสร้างงานระบบ โดยได้เรียนรู้งานดังกล่าวในช่วง 1 เดือนแรกของระยะเวลาสหกิจ ในช่วง 3 เดือนหลังจากนั้นจะเป็นการส่งตัวไปอยู่ที่หน้างานจริงซึ่งคือแผนกวิศกรภาคสนาม และทำโครงงานไปด้วยในเวลาเดียวกัน โดยหน้างานที่ข้าพเจ้าได้ไปอยู่เป็นอาคารสูง มี 3 อาคารคือ อาคาร A สูง 29 ชั้น อาคาร B สูง 6 ชั้น และอาคาร C สูง 2 ชั้น ข้าพเจ้าได้รับผิดชอบติดตามพี่เลี้ยงโดยดูแลอาคาร A จึงเป็นที่มาของโครงงานดังต่อไปนี้

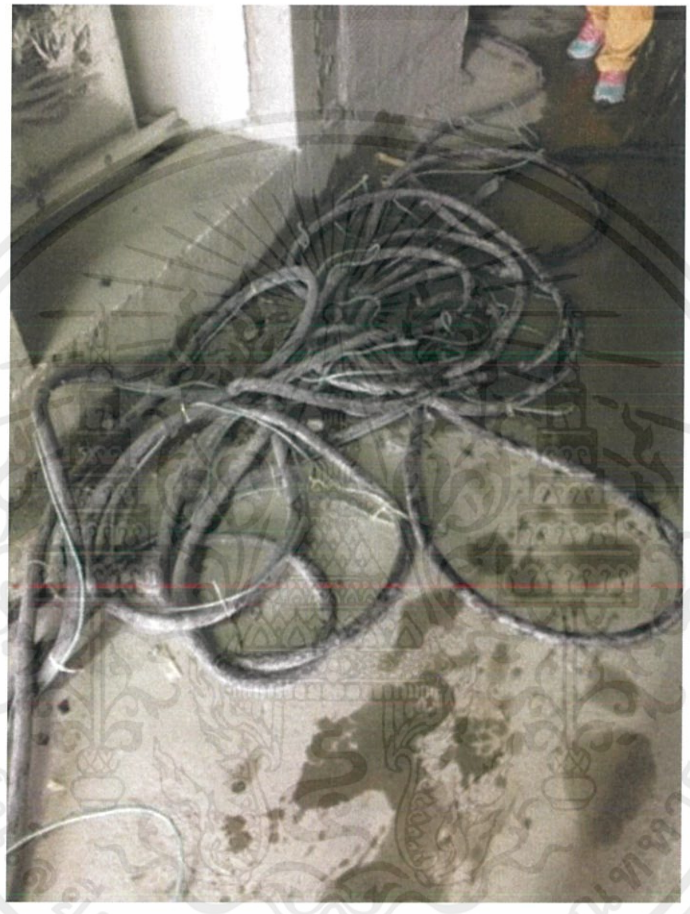
จากการที่ข้าพเจ้าได้สำรวจอาคาร A อยู่เป็นช่วงเวลาหนึ่ง ข้าพเจ้าได้สังเกตเห็นว่าระบบไฟฟ้าในงานชั่วคราวนั้น จัดระเบียบได้ไม่สะดวกต้องการใช้งานและไม่ถูกต้องตามมาตรฐานโดยจะเห็นหลักๆ คือ แสงสว่างในงานชั่วคราว ข้าพเจ้าเห็นว่าในพื้นที่บางพื้นที่ ก็มีการติดตั้งหลอดไฟในบริเวณที่ไม่จำเป็น เช่น การติดหลอดในโถงรอลิฟต์ชั่วคราวและหน้าต่างโถงทางเดินซึ่งมีแสงสว่างเข้ามาก ติดตั้งหลอดไฟติดกันเกินไป ทำให้เกิดจุดอับแสงจึงมีแสงสว่างไม่เพียงพอ



รูปที่ 1-1 ตำแหน่งโคมที่ติดตั้ง ณ จุดที่มีแสงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกปัญหาที่ข้าพเจ้าได้พบคือ การต่อพ่วงของอุปกรณ์จากตู้ไฟฟ้าตามชั้น นั้นวางกองตามโถงทางเดิน ทำให้การสัญจร การขนย้ายข้าวของทำได้ไม่สะดวก บางจุดมีน้ำท่วมขัง หัวเต้ารับวางเกะกะทางเดิน โดยที่กล่าวมาต่างก็มีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย ผู้คนได้รับบาดเจ็บ และอาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร



รูปที่ 1-2 สายไฟที่วางขวางทางดินและมีน้ำขัง

ทั้งนี้ปัญหาที่ข้าพเจ้าพบนั้นล้วนเกิดจากการออกแบบของวิศวกรที่ไม่ได้มีความชำนาญทางด้านไฟฟ้า เนื่องจากงานโครงสร้างนั้นเริ่มดำเนินการก่อนส่วนอื่นๆ วิศวกรโยธาจึงเป็นคนออกแบบระบบงานชั่วคราวทั้งหมดโดยไม่ได้คำนึงถึงความสะดวกต่อการทำงาน ความปลอดภัย และค่าใช้จ่าย ทำให้มีจุดบกพร่องดังที่กล่าวมาข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ข้าพเจ้าได้รวบรวมปัญหาและสำรวจหน้างานมาระยะหนึ่งแล้ว จึงมีแนวคิดที่จะแก้ไขโดยการออกแบบระบบแสงสว่างใหม่โดยอ้างอิงมาตรฐานจากกฎกระทรวงแรงงาน และ การต่อพ่วงของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการฝังสายไฟลงในโครงสร้างแล้วห้อยเต้ารับเป็นจุดๆ ถึงแม้ว่าอาคารที่ข้าพเจ้าได้ปฏิบัติสหกิจศึกษาอยู่ ตอนนี้จะไม่สามารถแก้ไขอะไรได้แล้ว ก็จะถือเป็นแนวทางให้โครงการต่อๆไปได้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย และ ตระหนักถึงความปลอดภัยต่อชีวิตเป็นสำคัญ

ดังนั้นข้าพเจ้ามีความประสงค์ที่จะจัดทำโครงงานออกแบบระบบไฟฟ้าโถงทางเดินในงานก่อสร้างเพื่อเป็นกรณีศึกษาปรับใช้ในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาการออกแบบระบบแสงสว่างและพฤติกรรมการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.2.2 ออกแบบระบบไฟฟ้าเหมาะสมกับการใช้งาน

1.2.3 ใช้แสงสว่างได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2.4 ลดต้นทุนและประหยัดเวลาในการทำงาน

1.2.5 เพิ่มความความปลอดภัยในการทำงาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาอันตรายที่มีโอกาสที่จะเกิดจากหน้างาน

1.3.2 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น การใช้โปรแกรม ความปลอดภัยในงานก่อสร้าง

1.3.3 ออกแบบระบบไฟฟ้าของโถงทางเดินของชั้น 4-15 อาคาร A ซึ่งเป็นโซนแบบ Typically ให้มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ

1.3.4 ออกแบบระบบแสงสว่างของโถงทางเดินให้ได้ค่าความสว่างเฉลี่ยเกิน 100 lx โดยกำหนดช่วงเวลาเป็นช่วงเวลาทำงานคือ 8:00 – 16:00 น.

1.3.5 เลือกใช้สายที่มีราคาถูกสำหรับการใช้งานเสร็จแล้วฝังทิ้ง

1.3.6 ประมาณราคาสายไฟ ค่าโคม ค่าเช่าตู้ไฟฟ้า

1.3.7 คำนวณค่าใช้พลังงานจากระบบแสงสว่าง

1.3.8 วิเคราะห์เปรียบเทียบแบบเก่าและแบบใหม่

1.3.9 เสนอบริษัทเพื่อเป็นแนวทางปรับใช้ในโครงการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการโครงงาน

1.4.1 ศึกษาและสำรวจจุดติดตั้งหลอดไฟ จำนวนตู้ไฟฟ้า และความยาวสายไฟที่หน้างาน

1.4.2 แบ่งขอบเขตพื้นที่ที่สนใจ และเป็นงานในช่วงปัจจุบันที่ได้ปฏิบัติสหกิจอยู่

1.4.3 ออกแบบระบบแสงสว่างเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ

1.4.4 ออกแบบระบบเต้ารับใหม่ให้ใช้งานง่ายไม่กีดขวางทางเดิน

1.4.5 ประมาณราคาทั้งระบบ

1.4.6 วิเคราะห์ เปรียบเทียบ ประสิทธิภาพและราคาทั้งแบบเดิมและที่ออกแบบใหม่

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

<u>ต่อบริษัท</u>

1.5.1 ทำให้บริษัทประหยัดค่าใช้จ่ายที่มองข้ามไป

1.5.2 ทำให้บริษัทนำแนวคิดไปใช้ในโครงการต่อไป

1.5.3 สามารถลดค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้างชั่วคราวได้

<u>ต่อตนเอง</u>

1.5.4 ได้ฝึกสังเกตและแก้ไขปัญหา

1.5.5 ได้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานที่คาบเกี่ยวกันของวิศวกรต่างสาขา

1.5.6 ได้รู้ถึงอันตรายที่เกิดจากความไม่เป็นระเบียบของระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบระบบแสงสว่าง

การออกแบบระบบแสงสว่างถึงเป็นจุดเริ่มต้นในการออกแบบระบบไฟฟ้า หากมีการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร การออกแบบระบบแสงสว่างมักจะถูกออกแบบเป็นลำดับแรกเสมอก่อนที่จะไป ออกแบบระบบไฟฟ้าในส่วนอื่นต่อไป โดยการออกแบบระบบแสงสว่างนั้นจะต้องเอาภาระโหลดของโคม ไฟฟ้าไปรวมอยู่ในตารางโหลดด้วย ในการออกแบบระบบแสงสว่างสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร
2. การออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร

โดยในโครงงานชิ้นนี้จะเป็นการออกแบบแสงสว่างภายในอาคาร

การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร

การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคารยังสามารถแยกแยะตามลักษณะของอาคารว่าเป็นอาคารที่ใช้งานในลักษณะใดเช่นอาคารที่อยู่อาศัย,อาคารสำนักงาน,อาคารพาณิชย์หรืออาคารอุตสาหกรรมซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบและการเลือกใช้โคมไฟฟ้าให้เหมาะสมกับลักษณะอาคารที่ใช้งานนั้น

ผลของการออกแบบระบบแสงสว่างที่ดี และเหมาะสม

1) ทำงานได้รวดเร็วขึ้น

2) ลดข้อบกพร่องของงานให้น้อยลง

3) ลดอุบัติเหตุในการทำงานให้น้อยลง

4) ระบบการทำงานของกล้ามเนื้อตาดีขึ้น

5) ประหยัดค่าไฟฟ้า

6) สติความเครียดอันเกิดจากการเพ่งสายตา

7) ให้ความสวยงามประทับใจผู้พบเห็น

ฯลฯ

วิธีการออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคารแบ่งได้ 2 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีคำนวณวิธีลูเมนต์ (Lumen Method)

การคำนวณในการออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารนั้น สิ่งที่เราต้องการทราบ คือจำนวนของดวงโคม ที่จะติดตั้งภายในห้องนั้น โดยชนิดของโคม และชนิดของหลอดไฟฟ้าเราสามารถกำหนดชนิดได้ด้วย ตนเองตามความเหมาะสมของแต่ละห้อง ที่ต้องการออกแบบ ซึ่งต้องทราบค่าของปริมาณความส่องสว่าง ทั้งหมดของห้องตามมาตรฐานของ IES เป็นตัวกำหนดค่ามาตรฐานของความส่องสว่างของห้องนั้น

วิธีคำนวณวิธีลูเมนต์ Lumen Method แบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

- Zonal Cavity Method

- Room Index Method (Room Ratio Method)

2. วิธีคำนวณแบบจุดต่อจุด (Point by Point Method)

คือการคำนวณหาความส่องสว่างที่ละจุดที่จุดที่ต้องการโดยวิธีที่จะใช้ในการออกแบบที่เฉพาะเจาะจงลงไป บริเวณจุดเล็กๆ บริเวณใดบริเวณหนึ่งหรือจุดใดจุดหนึ่งบนพื้นงาน

การคำนวณแบบนี้จำเป็นต้องทราบกราฟ กระจายแสงของโคมที่ใช้งานจริงมาประกอบในการคำนวณด้วยวิธีนี้ ซึ่งกราฟการกระจายแสงของโคมจะแสดงค่าความสว่างของแสงที่กระจายในทิศทางต่างๆของหลอดหรือดวงโคมนั้นๆข้อมูลนั้นสามารถหาได้จากบริษัทผู้ผลิต

2.2 การลดการใช้พลังงาน

การประหยัดพลังงานแสงสว่าง สามารถทำได้โดย

1. การประหยัดแสงสว่าง โดยการปิดเมื่อไม่ใช้งาน การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดแสงสว่าง การปรับหรี่แสงสว่างลงโดยการลด หลอดหรือใช้อุปกรณ์ปรับหรี่แสงสว่าง เป็นต้น

2. การประหยัดพลังงาน โดยการใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง การใช้แสงธรรมชาติมาช่วยส่องสว่าง การหมั่นทำความสะอาดโคมไฟและหลอดไฟ การเลือกใช้สีผนังห้องและสีเฟอร์นิเจอร์ที่มีสีอ่อน เป็นต้น

การประหยัดพลังงานแสงสว่าง สามารถช่วยประหยัดค่าไฟได้ แต่หากการประหยัดแสงสว่าง แล้วทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เกิดอุบัติเหตุ อาชญากรรม หรือ การสูญเสียอื่นๆ จากสภาพที่ไม่ปลอดภัย เช่นนั้นแล้วก็อาจไม่เหมาะสมและไม่ประหยัดค่าใช้จ่ายสุทธิที่ แท้จริง ดังนั้นการมุ่งเน้นเพียงแค่ประหยัดแสงสว่างจึงอาจไม่ใช่สิ่งที่เราต้องการ แต่สิ่งที่ต้องการ คือ การใช้พลังงานแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ ให้มีระดับการส่องสว่างที่เพียงพอ เหมาะสม และ ให้ได้คุณภาพของแสงสว่างที่ดี ซึ่งจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดได้จากการออกแบบที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง การใช้แสงธรรมชาติเข้าช่วย ฯลฯ

คุณภาพของแสงสว่างที่ดี จะประกอบด้วย

1) การมีระดับการส่องสว่างที่เพียงพอ

2) การมีความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง และ ความสว่าง

3) การมีสีของแสง ที่ให้ความถูกต้องของสีในการมองเห็น

4) การควบคุมแสงแยงตา

5) การควบคุมทิศทางของแสง

2.3 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และการเดินสายไฟ

งานออกแบบระบบไฟฟ้าเป็นงานที่วิศวกรไฟฟ้าหรือผู้ออกแบบจะต้องศึกษาและร่วมกันกับบุคคลหลายกลุ่ม เช่น สถาปนิก วิศวกร โครงสร้าง วิศวกรระบบเครื่องกล วิศวกรระบบสุขาภิบาล และเจ้าของอาคาร นอกจากนี้ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจถึง รายละเอียดของมาตรฐานต่างๆ ซึ่งเป็นข้อกำหนดในการออกแบบซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งใน การออกแบบระบบไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยวงจรย่อย สายป้อน เมนสวิตช์ และสายเมน การออกแบบระบบ ไฟฟ้า คือ การคำนวณโหลดเพื่อกำหนดขนาดของวงจรไฟฟ้า เครื่องป้องกันกระแสเกิน และ สายไฟฟ้ารวมทั้งข้อกำหนดการติดตั้งที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้จะเป็นการออกแบบสำหรับวงจรไฟฟ้าที่ จ่ายไฟให้แสงสว่าง เต้ารับ และเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

วงจรย่อย

วงจรย่อย หมายถึงตัวนำของวงจรระหว่างเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวสุดท้ายกับจุดต่อไฟฟ้า ดังนั้น ในวงจรไฟฟ้าทั้งหมดจึงมีส่วนของวงจรที่เป็นวงจรย่อยอยู่เพียงส่วนเดียวคือส่วนที่ต่อกับ โหลดเท่านั้น ส่วนที่อยู่ระหว่างเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยกับโหลดจะมีสวิตช์และ เครื่องปลดวงจรอื่นอีกได้แต่จะไม่มีเครื่องป้องกันกระแสเกินอีก จะมีก็เพียงเครื่องป้องกันกระแส เกินเฉพาะจุดเท่านั้น

โหลดในวงจรย่อย

โหลดที่ใช้งานในวงจรย่อยแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

• โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง คือหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งใช้งานอยู่ทั่วไปมีอยู่หลายชนิดด้วยกันตามจุดประสงค์การใช้งาน และสภาพที่ติดตั้ง หลอดไฟฟ้าที่ควรรู้จักเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอดไส้ (Incandescent)

- หลอดฮาโลเจน (Tungsten Halogen)

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent)

•โหลดเต้ารับ เต้ารับแบ่งตามการใช้งานออกเป็น 2 ชนิด

- เต้ารับใช้งานทั่วไป

- เต้ารับที่ทราบโหลดแน่นอนแล้ว

การคำนวณโหลด

คิดจาก VA ของเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟที่ใช้งาน

การกำหนดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย

นำ VA ที่ได้ไปคิดและเลือกขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์

การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าของวงจรย่อย

สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้งาน และต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

สายไฟฟ้าที่ต่อแยกเข้าเต้ารับจุดเดียวต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. และมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดที่ใช้เต้ารับ สำหรับสายไฟฟ้าที่ต่อแยกเข้าดวงโคมชุดเดียวต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.5 ตร.มม. และมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสของดวงโคมนั้น

ชนิดและขนาดของโหลดในวงจร

ขนาดของวงจรย่อยเรียกตามขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้เช่นวงจรย่อยที่ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 15 แอมแปร์ จะเรียกว่าเป็นวงจรย่อยขนาด 15 แอมแปร์ วงจรย่อยที่จ่ายไฟฟ้าให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงจุดเดียวเช่น เครื่องจักรในโรงงาน การกำหนดขนาดให้ทำตามที่กล่าวข้างต้น สำหรับวงจรย่อยที่จ่ายไฟให้โหลดตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป จะต้องมีขนาดเหมาะสมกับโหลด จึงต้องกำหนดโหลดที่ใช้สำหรับวงจรย่อยแต่ละขนาดไว้ด้วย เพราะถ้าวงจรย่อยมีขนาดใหญ่เกินไปเมื่อใช้โหลดบางชนิดการป้องกันกระแสเกินอาจไม่ได้ผลตามต้องการ วงจรย่อยที่มีโหลดตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปต้องเป็นดังต่อไปนี้

• วงจรย่อยขนาดไม่เกิน 20 แอมแปร์ ให้ใช้ได้กับโหลดทั่วไป ปริมาณโหลดติดตั้งถาวรรวมกันต้องไม่เกินขนาดวงจรย่อย วงจรที่มีโหลดติดตั้งรวมกับโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบ โหลดติดตั้งถาวรรวมกันต้องไม่เกิน 50% ของขนาดวงจรย่อย และโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้เต้าเสียบแต่ละตัวต้องมีขนาดไม่เกิน 80% ของขนาดวงจรย่อย ในการใช้งานโหลดทั้งสองชนิดรวมกันแล้วต้องมีขนาดไม่เกินขนาดวงจรย่อย

• วงจรย่อยขนาด 25 ถึง 32 แอมแปร์ เนื่องจากเป็นวงจรย่อยขนาดใหญ่จึงกำหนดให้ดวงโคมไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับวงจรนี้ต้องเป็นโคมไฟฟ้าที่มีขนาดวัตต์สูงด้วย คือต้องมีขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตต์ และยอมให้ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ไม่ใช่ดวงโคมได้ แต่ถ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดที่ใช้เต้าเสียบ แต่ละเครื่องต้องมีขนาดไม่เกิน 80% ของขนาดวงจรย่อย

• วงจรย่อยขนาดเกิน 32 ถึง 50 แอมแปร์ กำหนดให้ดวงโคมไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรต้องมีขนาดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์ ถ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าต้องเป็นชนิดติดตั้งถาวรนั้น วงจรนี้จึงห้ามติดตั้งเต้ารับ

• วงจรย่อยที่มีขนาดเกิน 50 แอมแปร์ วงจรย่อยนี้ห้ามใช้กับโหลดประเภทแสงสว่าง สำหรับวงจรย่อยที่มีจุดต่อไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปอนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีช่างที่มีความรู้ ความชำนาญคอยดูแลและรักษา

การต่อสายดิน

การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดกับที่หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวรบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร ส่วนที่เป็นโลหะที่เปิดโล่ง และไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้าดังกล่าวต้องต่อสายดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

1) ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 2.4 เมตรในแนวดิ่งหรือ 1.5 เมตรในแนวระดับ และบุคคลอาจจะสัมผัสได้โดยบังเอิญ

2) อยู่ในสถานที่เปียกหรือชื้น และไม่ได้มีการแยกอยู่ต่างหาก

3) มีการสัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะ

4) อยู่ในบริเวณอันตราย

5) รับไฟฟ้าจากสายชนิดหุ้มส่วนนากระแสไฟฟ้าด้วยโลหะ (metal-clad,metal-sheath) หรือสายที่เดินในท่อสายโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการจัดทำ**โครงงาน**การออกแบบระบบไฟฟ้าในงานซั่วคราว ผู้จัดทำมีวิธีการดำเนินงานโครงงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

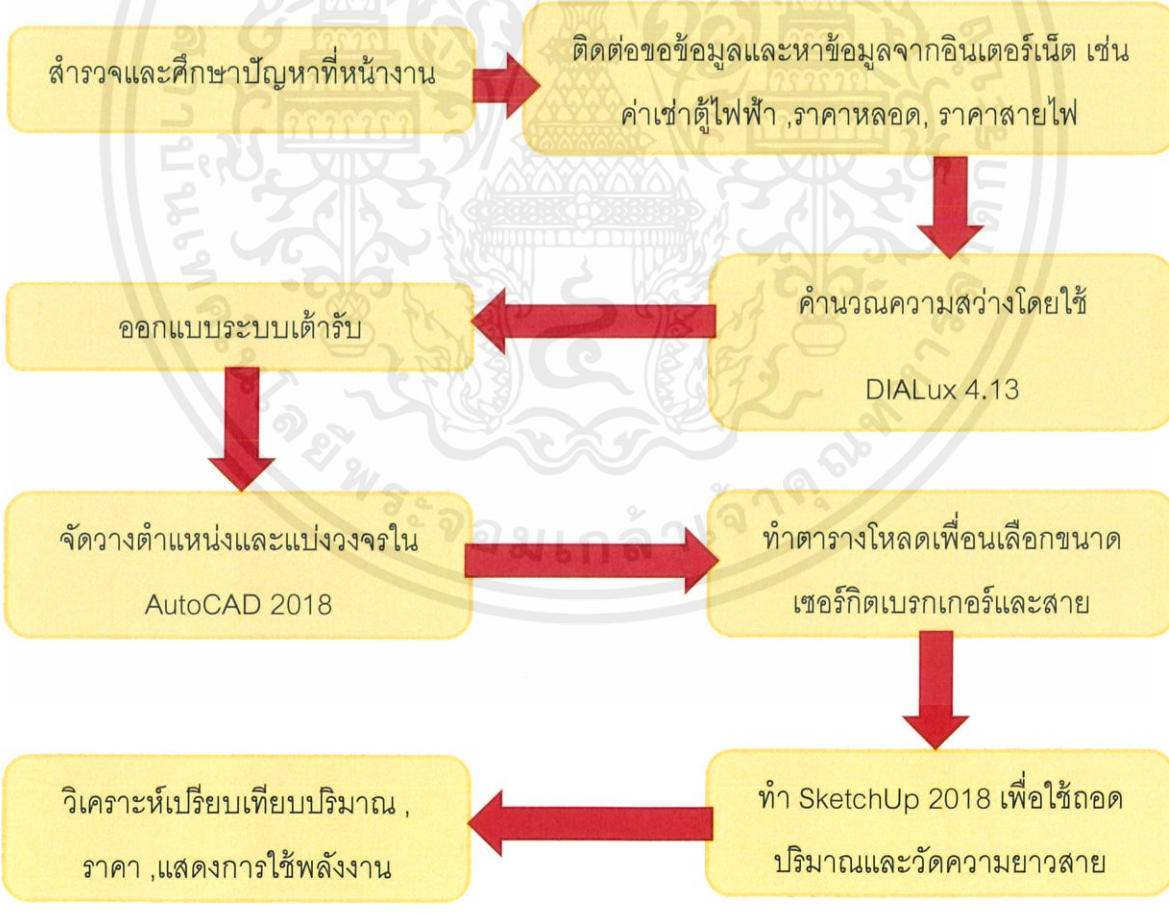
3.1 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

3.1.1 DIALux 4.13

3.1.2 AutoCAD 2018

3.1.3 SketchUp 2018

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบระบบแสงสว่างและระบบเต้ารับ

จากการศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าของโถงทางเดินงานก่อนสร้างเดิม พบว่า

ระบบแสงสว่าง มีจำนวนมากเกินความจำเป็นทำให้ เสียค่าใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง

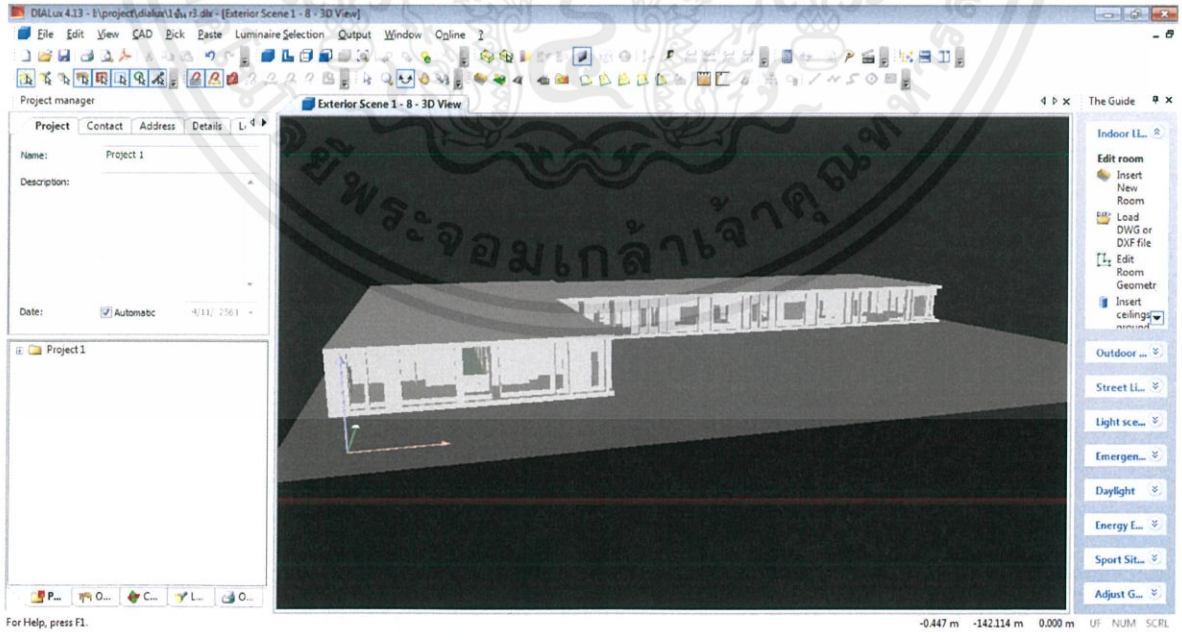
ระบบเต้ารับและสายไฟฟ้า กีดขวางทางเดิน ทำให้การทำงานล่าช้า เมื่อมีน้ำขังก็อาจเกิดอันตราย

เพื่อความง่ายต่อการคำนวณโหลดและประเมินราคาข้าพจึงเริ่มโดยการออกแบบตำแหน่งวางโคมก่อน จะได้ทำการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานและโดยเดิมนั้นหลอดไฟที่ใช้เป็น ยี่ห้อ B ชนิด LED T8 18w โดยหลอดไฟและโคมรวมกัน ราคา 368 บาท ข้าพเจ้าจึงเสนอให้ใช้หลอดยี่ห้อ P ชนิด LED T8 16w หลอดไฟและโคมรวมกัน ราคา 240 บาท (**ภาคผนวก** I) จากทฤษฎี หากลดจำนวนหลอดลง ต้นทุนจะลดลง ค่าใช้พลังงานก็ลดลง โดยยังคงรักษาประสิทธิภาพให้มีค่าความสว่างเฉลี่ย อยู่ที่ 100 lx รวมแสงจากภายนอก และกำหนดช่วงเวลาเพื่อการคำนวณอย่างชัดเจน

โดยต้องผ่านขั้นตอนการคำนวณดังนี้

การใช้โปรแกรม

ใช้โปรแกรม SketchUp 2018 สร้างแบบจำลองมา 1 ชั้น หลังจากนั้น Export ข้อมูลให้เป็น .3ds ใช้โปรแกรม DIALux 4.13 เพื่อคำนวณโดย Import ข้อมูล .3ds เข้า จะได้ดังรูป



รูปที่ 3-1 การ Import file .3ds เข้ามาในโปรแกรม DIALux 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่าโปรแกรม

ค่าสะท้อนแสงกำหนดให้เป็น Default

กำหนด work plane ที่ 0.75 เมตร

ใช้ IES file ที่ได้มาจาก website ในการคำนวณ

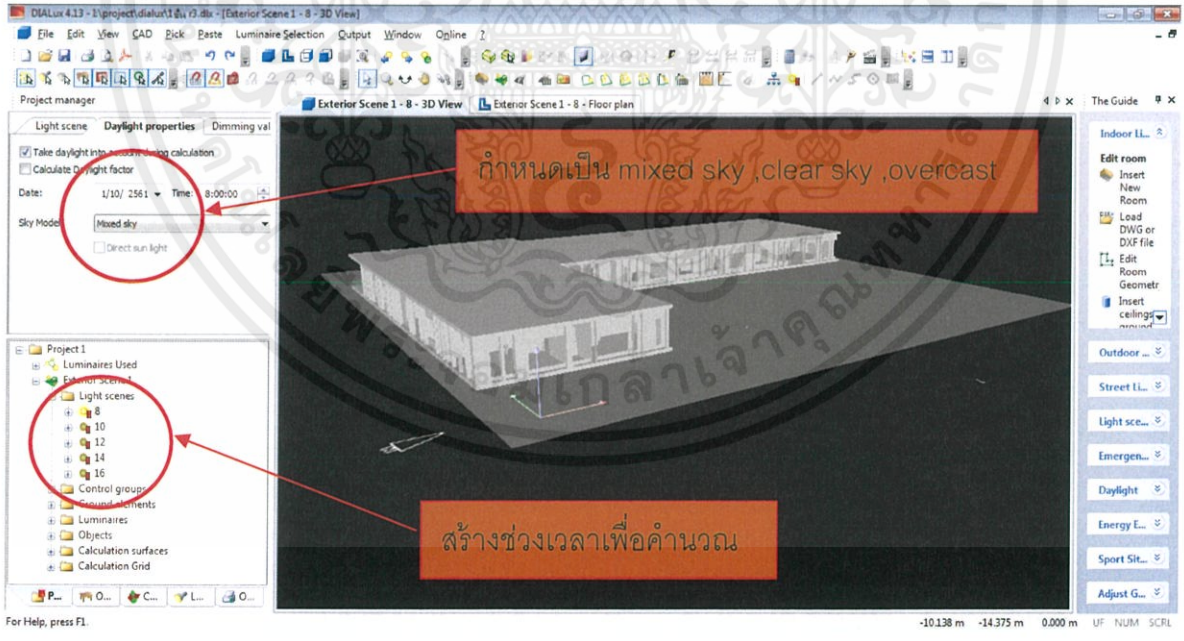
สร้าง light scene จำลองแสงจากธรรมชาติ โดยกำหนดให้ผลการคำนวณออกเป็น 5 ช่วงเวลา คือ 8:00 น. ,10:00 น. ,12:00 น. ,14:00 น. และ 16:00 น.

กำหนดที่ตั้งและทิศของอาคารเป็น Bangkok และทิศเหนือทำมุม 80 องศากับเส้นฉาก

กำหนดsky model ก่อนวางโคม เป็น overcast หลังวางโคมเป็น mixed sky

หมายเหตุ : 1.ฝุ่น ควันในพื้นที่จริงมีผล ต่อการสะท้อนแสงในพื้นที่ ค่าสะท้อนแสงที่ได้ในการคำนวณเป็นค่ามาตรฐาน ค่าความสว่างหน้างานอาจจะคลาดเคลื่อนจากผลการคำนวณ

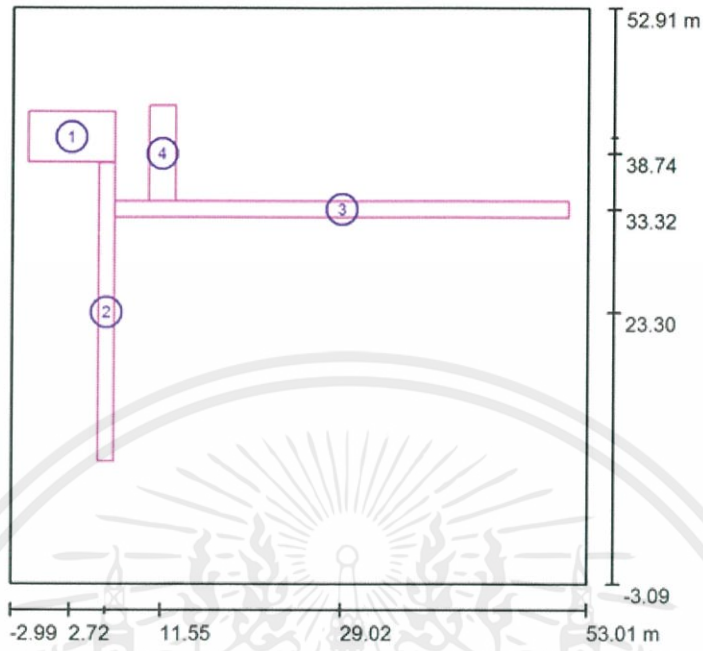
2. แสงสว่างจากธรรมชาติ ในพื้นที่จริง อาจจะมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละวัน จึงเลือก mixed sky ที่เป็นการเฉลี่ยสภาพอากาศและมีผลการคำนวณค่าแสงสว่างที่ไม่สูงจนเกินไป



รูปที่ 3-2 การกำหนดค่าที่สำคัญในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งขอบเขตพื้นที่คำนวณ

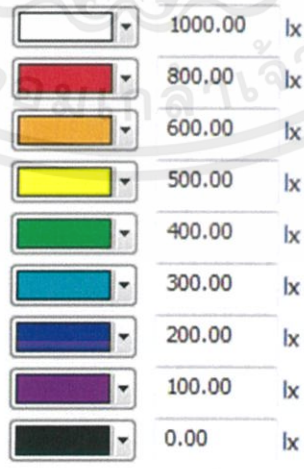


รูปที่ 3-3 ขอบเขตพื้นที่ใช้งานโถงทางเดิน

แบ่งขอบเขตพื้นที่โถงทางเดินเป็น 4 ส่วน เพื่อความละเอียดในการคำนวณความสว่าง

การหาจุดติดตั้งหลอดไฟ

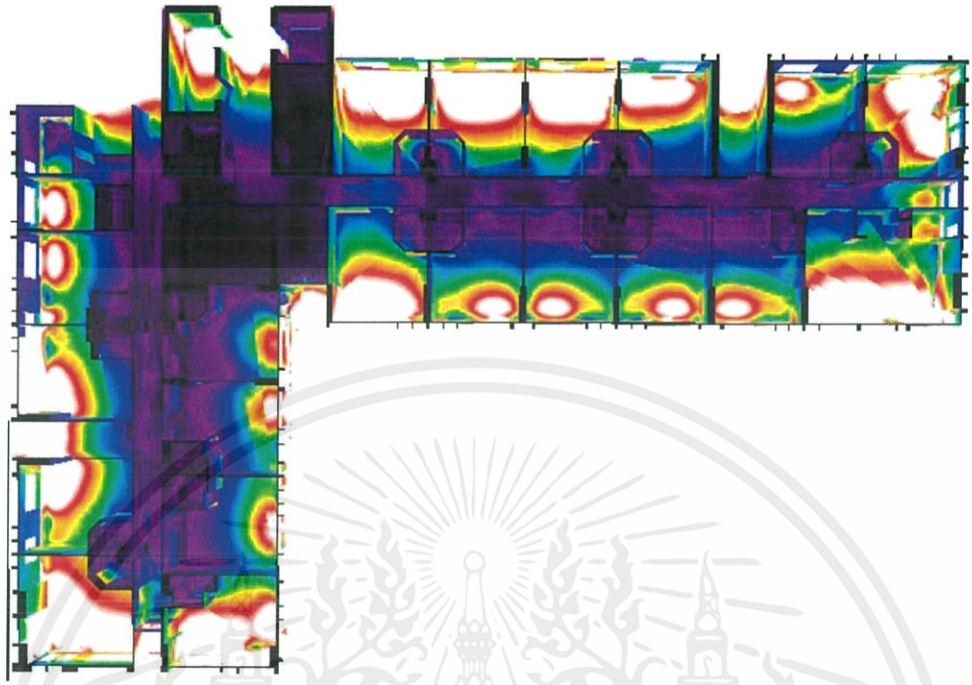
กำหนด sky model เป็น overcast จากนั้นคำนวณ (calculate) โดยคำนวณเฉพาะแสงธรรมชาติ โดยความสว่างจะถูกกำหนดโดยสีดังตารางนี้



รูปที่ 3-4 ค่าความสว่างในรูปของสี

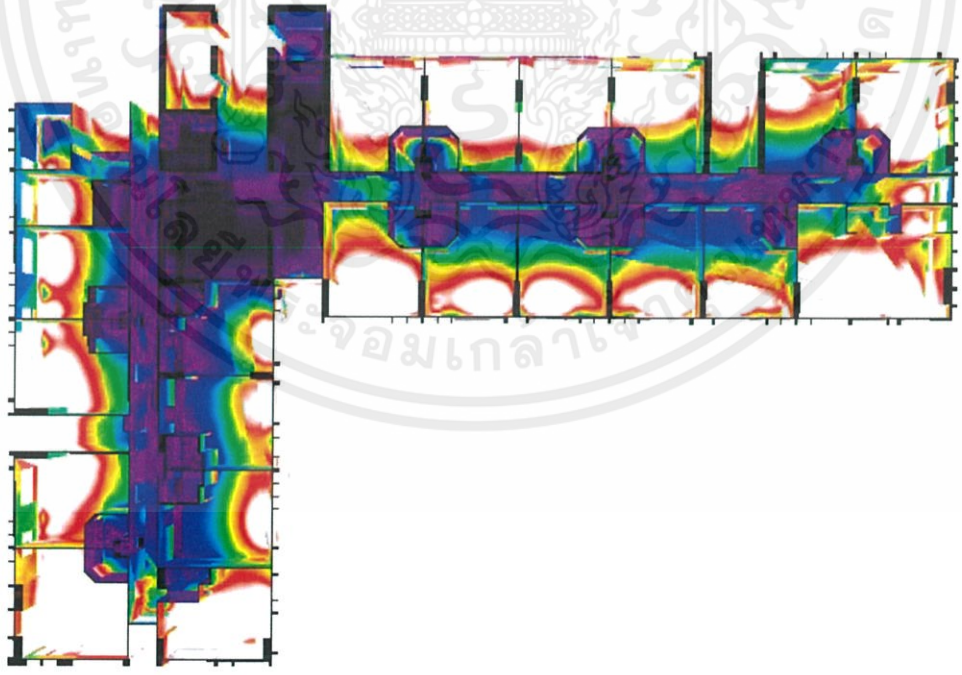
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8:00 น.



รูปที่ 3-5 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ

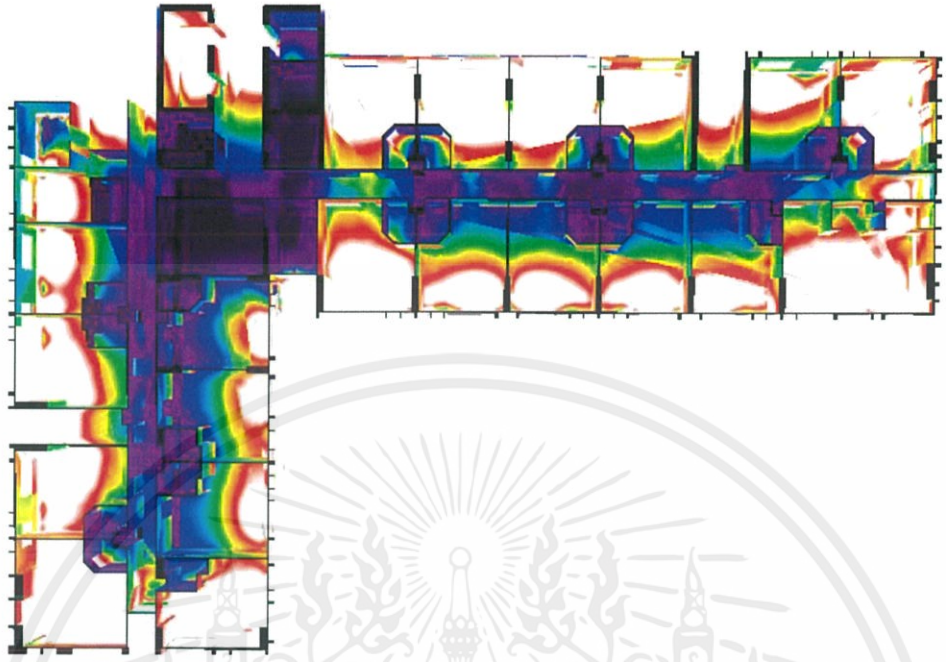
10:00 น.



รูปที่ 3-6 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ

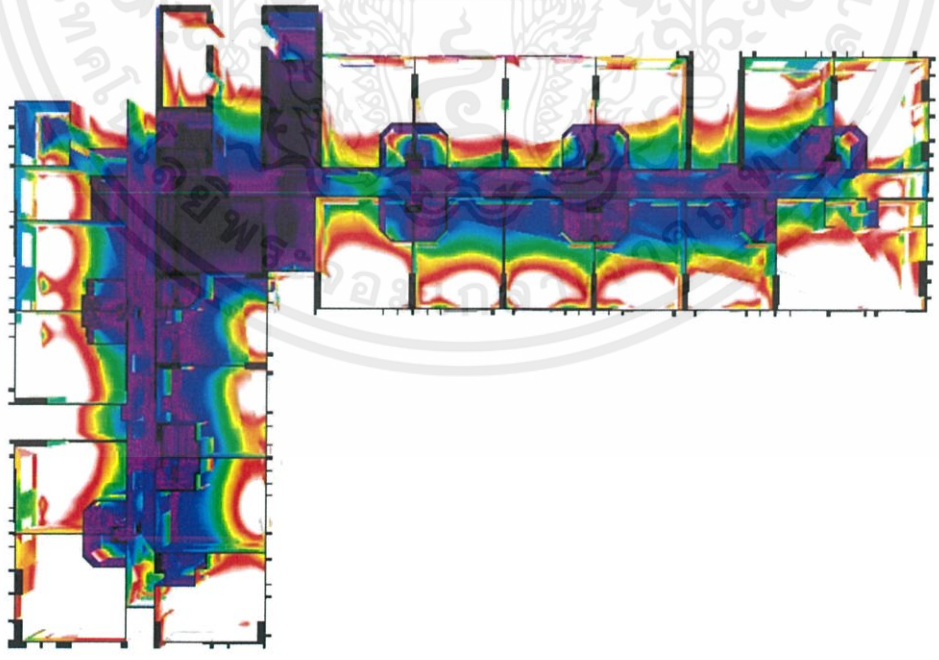
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12:00 น.



รูปที่ 3-7 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ

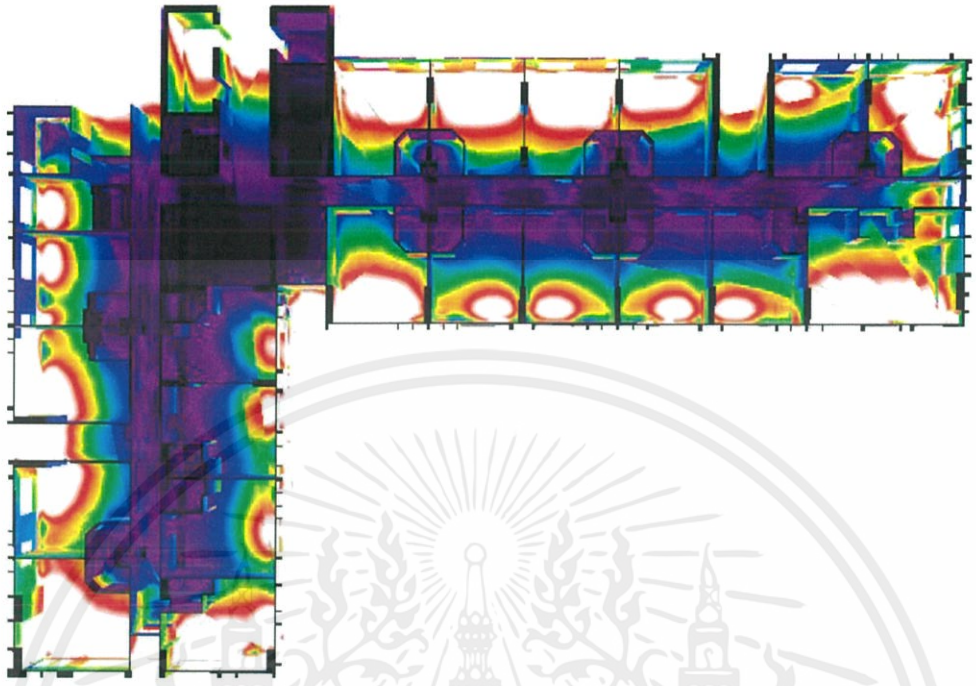
14:00 น.



รูปที่ 3-8 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16:00 น.

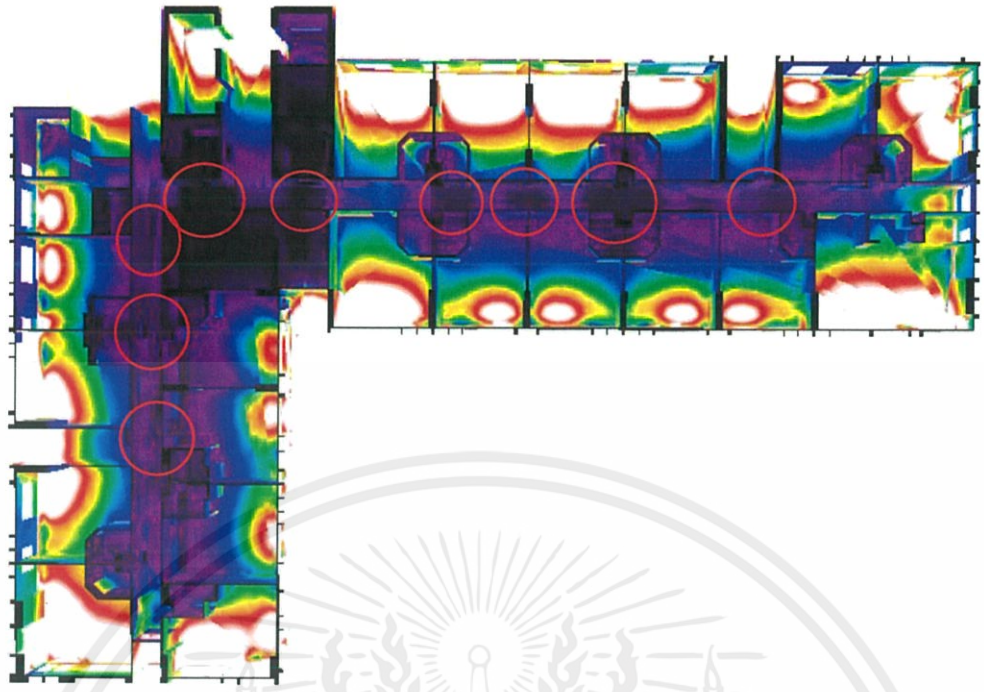


รูปที่ 3-9 จำลองการส่องสว่างของแสงจากภายนอกเพื่อพิจารณาหาจุดติดตั้งหลอดไฟ

จะเห็นได้ว่ามีจุดอับแสง อยู่หลายจุด ซึ่งบริเวณนั้นจะเป็นบริเวณที่จะพิจารณาจุดติดตั้งหลอดไฟ เพื่อเป็นการเพิ่มค่าความสว่างเฉลี่ยให้ได้มากขึ้น

หมายเหตุ : การหาจุดติดตั้งในช่วงนี้จะตั้งค่า sky model ไปที่ overcast ซึ่งจะเป็นการจำลองสภาพอากาศที่มืดครึ้มที่สุด จะทำให้เห็นจุดอับแสงได้ชัดเจนมากขึ้น

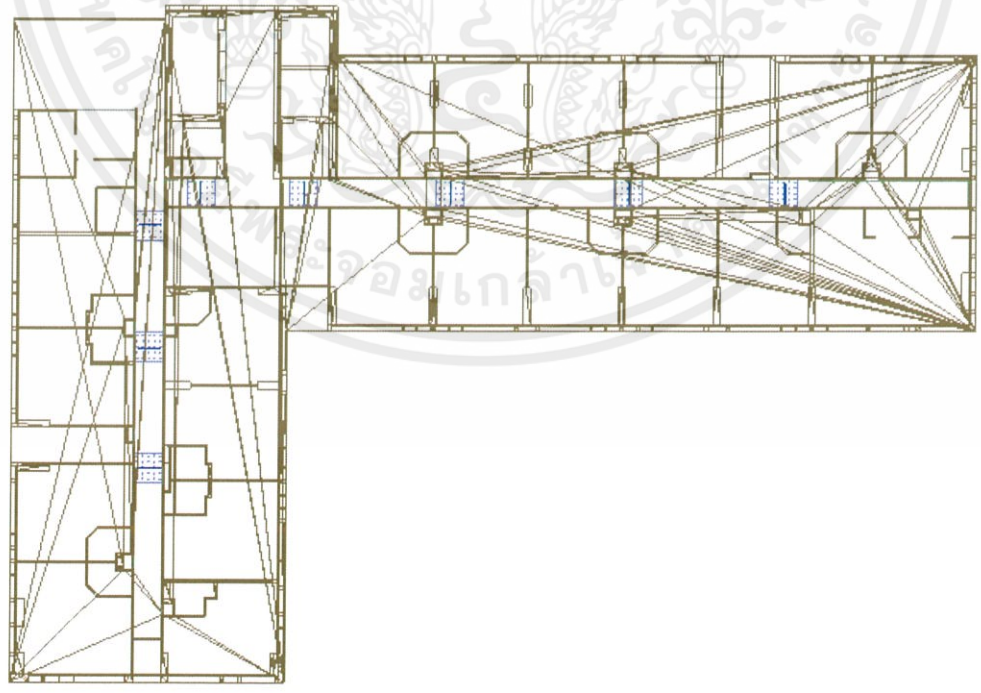
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-10 วงสีแดงคือจุดอับแสงที่ควรติดตั้งโคม

ติดตั้งหลอดไฟ

ติดตั้งหลอดไฟ ในบริเวณที่พิจารณาตามข้างต้น จากนั้นจำลองการคำนวณหลอดอย่างเดียวโดยไม่เปิดแสงธรรมชาติ



รูปที่ 3-11 จุดติดตั้งโคม

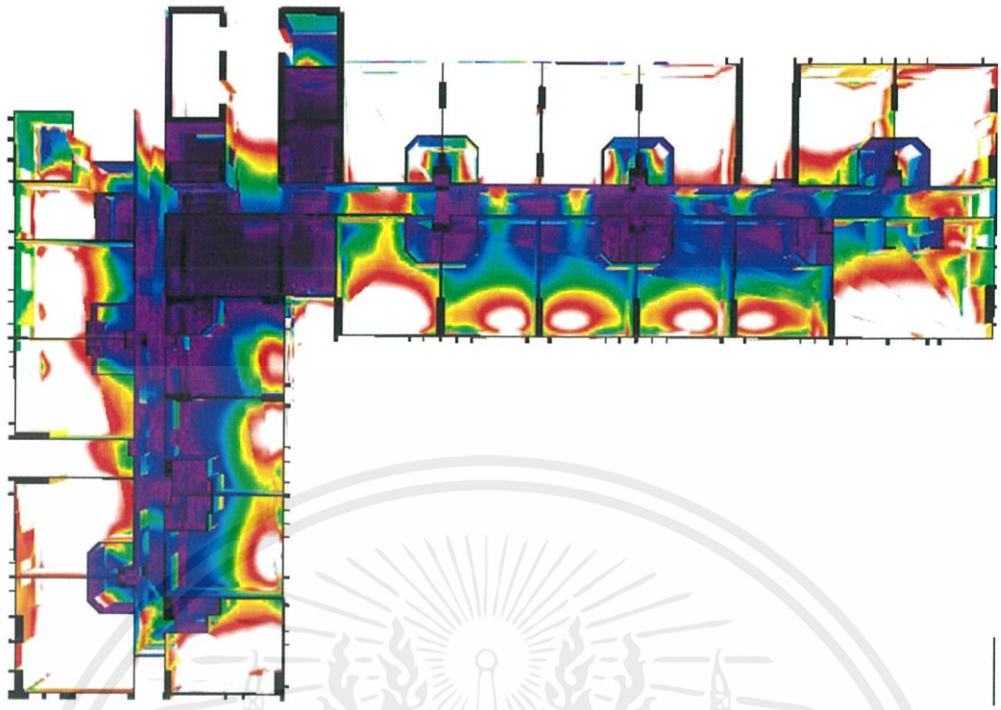
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-12 แสดงการจำลองแสงสว่าง

รูปที่ 3-13 แสดงความสว่าง

ตั้งค่า sky model ให้เป็น mixed sky คำนวณทั้งแสงจากหลอดพร้อมกับแสงธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-14 คำนวณรวมแสงธรรมชาติและแสงจากหลอดไฟ

จะเห็นได้ว่าแสงจากหลอดไฟนั้น มีค่าความสว่าง ประมาณ 20-50 lux เท่านั้นซึ่งน้อยมากๆเมื่อเทียบแสงธรรมชาติ แต่ความสว่างเฉลี่ยได้เกิน 100 lx (**ภาคผนวก** II)

อีกระบบที่อยู่ในโครงงานของข้าพเจ้าคือ ระบบเต้ารับและสายไฟฟ้า โดยเดิมจะมีตู้ไฟฟ้า 100A 2 ตู้ต่อ 1 ชั้น และตู้ไฟฟ้า 250 A 1 ตู้ต่อ 4 ชั้น ซึ่งการวางตู้ไฟฟ้าดังกล่าว เป็นการสิ้นเปลืองค่าเช่าตู้และค่าสายที่ต่อพ่วงไปตู้มาก เพราะสายที่เกินจากตำแหน่งที่วางตู้ไฟฟ้าก็จะม้วนไว้บนทางเดินทำให้การทำงานค่อนข้างเสียเวลา มีน้ำขัง ซึ่งอาจจะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุโดยไม่คาดคิดได้ โดยแนวคิดของข้าพเจ้าคือการยกสายขึ้นให้เหนือพื้น โดยจะทำการฝังไว้กับพื้นคอนกรีตชั้นบนแล้วห้อยโคมและเต้ารับลงมาใช้งานแทนที่จะใช้เต้ารับพ่วงแบบเดิม และใช้ตู้ไฟฟ้าน้อยลง เมื่องานก่อสร้างเสร็จก็ตัดสายทิ้งได้เลย โดยที่สายเป็นสายราคาถูกมีขนาดที่รองรับโหลดได้

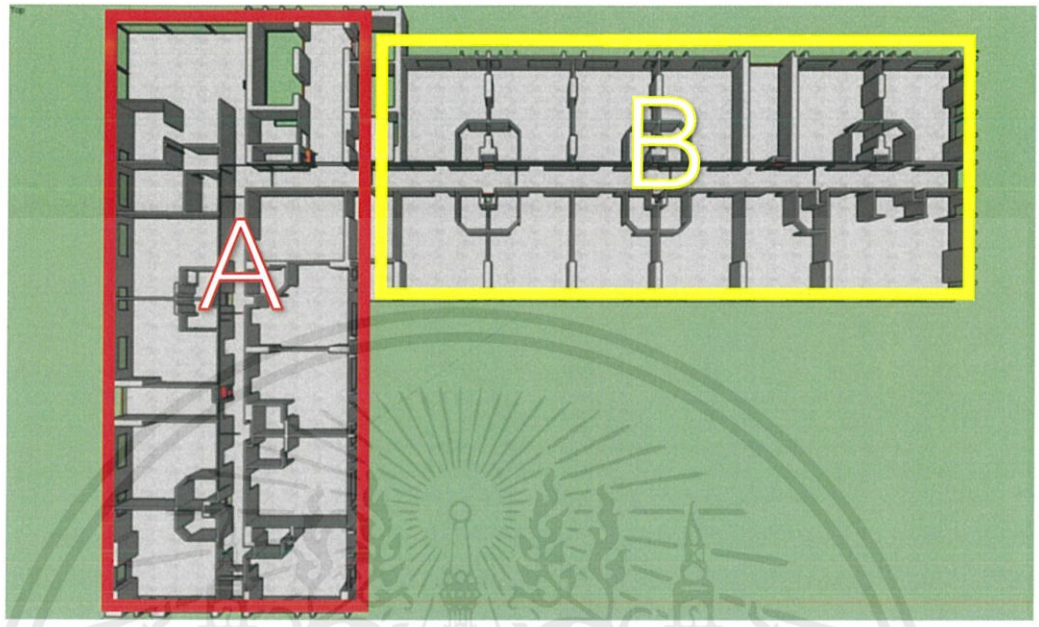
โดยต้องผ่านขั้นตอนดังนี้

ออกแบบเต้ารับจากแบบจำลอง 3 มิติ

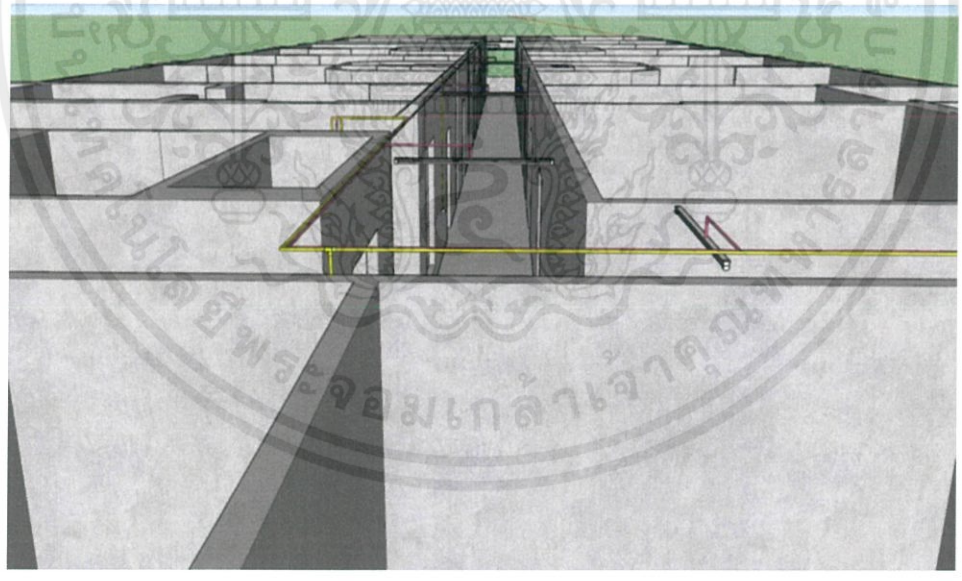
ใช้โปรแกรม SketchUp 2018 สร้างแบบจำลองของอาคารมา 1 ชั้น เลือกวาง ตู้ไฟฟ้า 250 A และตู้ไฟฟ้า 100 A ไว้ตามความเหมาะสม ข้าพเจ้าเลือกที่จะวาง ตู้ไฟฟ้า 250 A ไว้บริเวณที่รอลิฟต์ชั่วคราว และตู้ไฟฟ้า 100 A ไว้บริเวณหน้าโถงห้องลิฟต์ (**ภาคผนวก** III)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นแบ่งเต้ารับเป็นวงจรย่อยวางตามจุดต่างๆ โดยแบ่งเป็นโซน คือ A และ B ข้าพเจ้าเลือกติดตั้งเต้ารับไว้โซน A คือ 3 จุด และโซน B 4 จุด



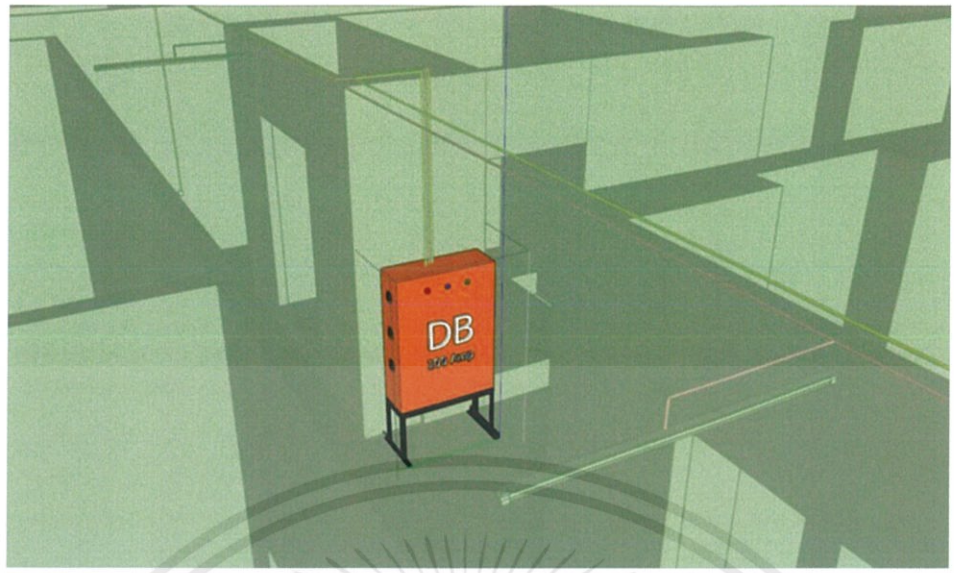
รูปที่ 3-15 การแบ่งโซนติดตั้งเต้ารับ



รูปที่ 3-16 รูปแบบการเดินสาย

ข้าพกำหนดให้เต้ารับที่ห้อยตามจุดดังกล่าวนั้นจะเป็นเต้ารับที่รับโหลดได้เฉพาะ เครื่องมือช่างทั่วไป และ spotlight หากต้องการใช้โหลด 3 เฟส ต้องต่อกับตู้ 100 A แทน เนื่องด้วยที่ตู้ไฟฟ้า 100 A จะมีเต้ารับที่รับโหลด 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-17 ตู้ไฟฟ้า 100 A ที่จ่ายให้กับโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าใน 1 ชั้น

3.2.2 การจัดตำแหน่งและวงจรย่อย

จากผลการคำนวณในโปรแกรม DIALux 4.13 ทำให้ได้ตำแหน่งของโคมและจำนวนโคมที่เหมาะสม ต่อมาจัดวางตำแหน่งลงในโปรแกรม AutoCAD เช่นเดียวกันกับเต้ารับที่ได้ออกแบบไว้ โดยข้าพเจ้าจะแบ่งวงจรย่อยเป็นโซน เช่นเดียวกับที่ได้แบ่งไว้ข้างต้นคือ A B และ C ให้เป็นวงจรย่อยของหลอดไฟ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา และเผื่อการเกิดปัญหาฉุกเฉิน

รูปที่ 3- 18 จัดวางตำแหน่งโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งกลุ่มโหลดโดยการคิดเต้ารับเต้าละ 2,000 VA จากโหลด สว่าน ตู้เชื่อมไฟฟ้า เครื่องตัดเหล็ก ลูกหมู เป็นต้น ดูวิธีการคำนวณจาก**ภาคผนวก** IV

ตารางที่ 3-1 จัดแบ่งกลุ่มโหลดตามความเหมาะสม

กลุ่มวงจรย่อย	จำนวนโหลด	กำลังไฟฟ้า (VA)
A	3	6,000
B	4	8,000
C	8	256

3.2.3 การคำนวณตารางโหลด

หลังจากได้จำนวนกลุ่มวงจร จากนั้นนำมาคำนวณเพื่อจัดทำตารางโหลดเลือก ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดสายไฟ ให้เหมาะสม ดูจาก**ภาคผนวก** IV

ตารางที่ 3-2 ตารางโหลด

LOAD SCHEDULE FOR 4th-15th FLOORS							
NO	DESCRIPTION	LOAD (VA)	CIRCUIT BREAKER			WIRE TYPE	WIRE SIZE (SQMM.)
			AT	AF	POLE		
1	RECEPTACLE (A)	6000	32	63	1	VCT	2x2.5
2	RECEPTACLE (B)	8000	40	63	1	VCT	2x4
3	LIGTHING (C)	256	16	63	1	VAF	2x2.5

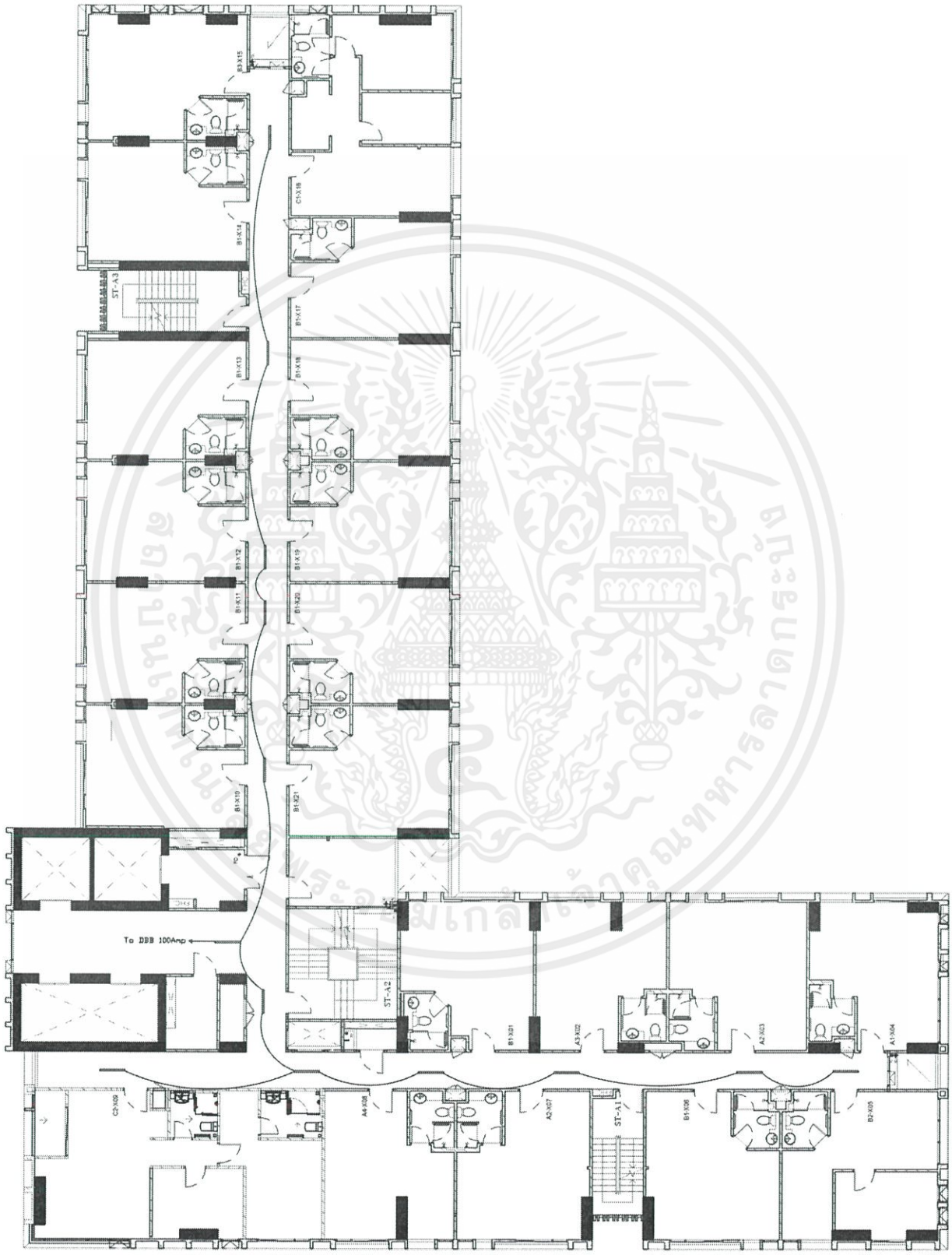
หมายเหตุ: 1.เบรกเกอร์ที่ได้จะอยู่ในตู้ไฟฟ้า 100 A

2.การเดินสายไฟในโครงงานนี้ผู้ออกแบบเล็งเห็นว่าทำเพื่อความประหยัดงบประมาณ อีกทั้งยังเป็นงานชั่วคราวจึงไม่ได้เลือกชนิดสายตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ทั้งหมด โดยจะนำตารางที่มาตรฐานกำหนดมาเป็นแนวทางในการเลือกขนาดและชนิดสายเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

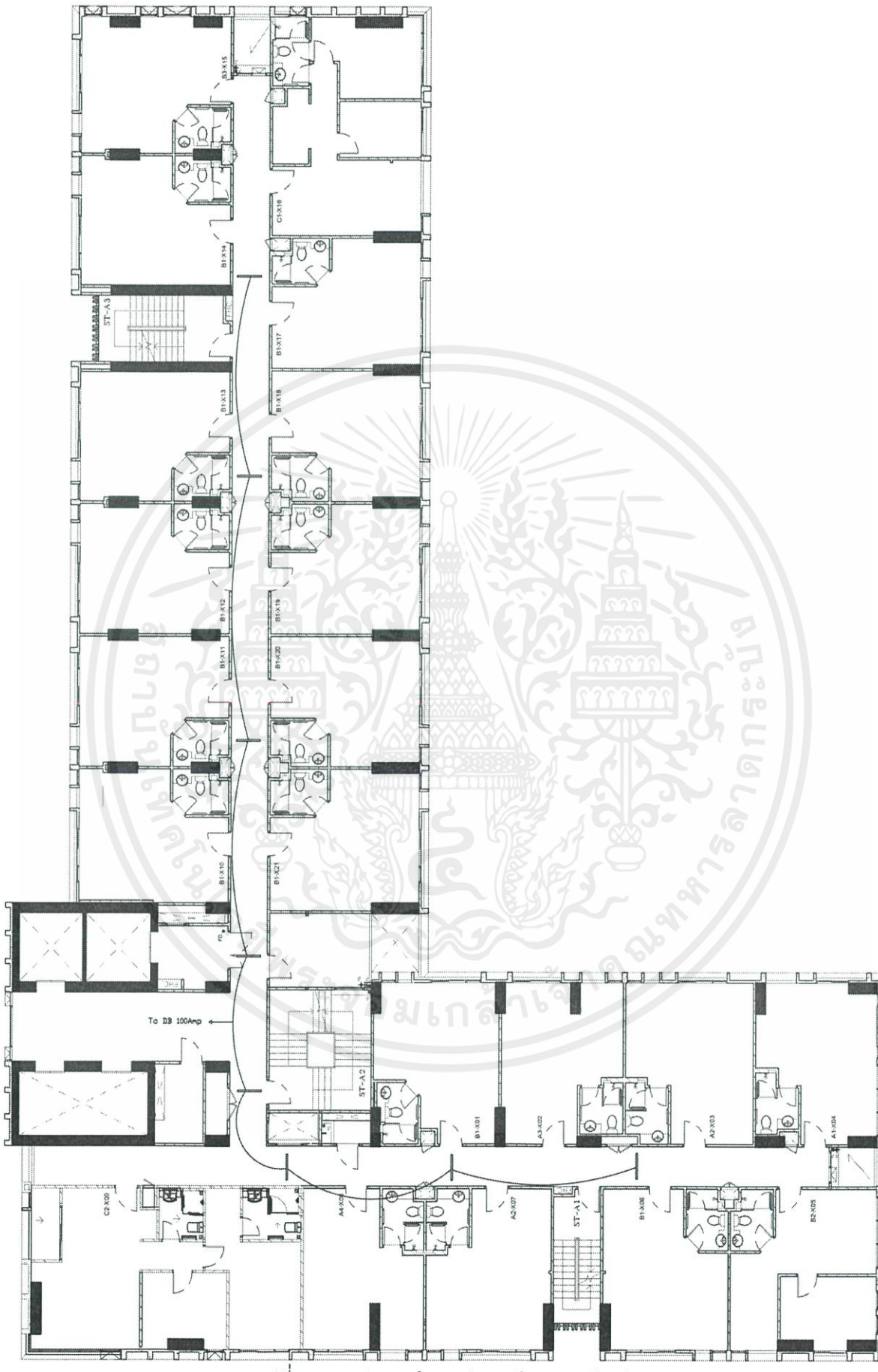
3.2.4 ขั้นตอนการถอดปริมาณ และประมาณราคา

1. ถอดปริมาณโคมและค่าใช้พลังงาน



รูปที่ 3-19 รูปแบบตำแหน่งวางโคมแบบเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-20 รูปแบบตำแหน่งวางโคมแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-3 จำนวนโคมและราคา ก่อนการออกแบบใหม่

อาคาร A ชั้น 4 - 15	จำนวนโคม (โคม)	ราคา (บาท)
1 ชั้น	13	4,784
รวมทุกชั้น 4-15	156	57,408

หมายเหตุ : ราคาหาจากอินเตอร์เน็ต โคมรวมหลอดไฟราคา 368 บาท (**ภาคผนวก I**)

ตารางที่ 3-4 จำนวนโคมและราคา หลังการออกแบบ

อาคาร A ชั้น 4 - 15	จำนวนโคม (โคม)	ราคา (บาท)
1 ชั้น	8	1,920
รวมทุกชั้น 4-15	96	23,040

หมายเหตุ : ราคาหาจากอินเตอร์เน็ต โคมรวมหลอดไฟราคา 240 บาท (**ภาคผนวก I**)

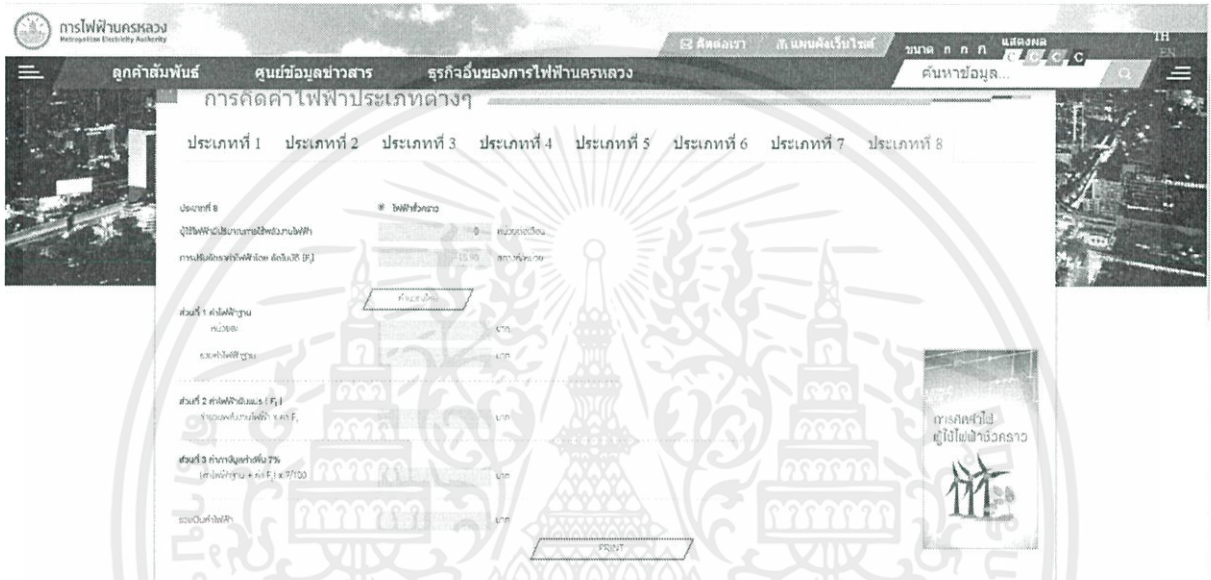
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าใช้พลังงานไฟฟ้า

ค่าใช้พลังงานคิดจากหาหน่วยใช้ไฟฟ้า โดย

(กำลังไฟฟ้า x ชั่วโมงใช้งานต่อวัน x จำนวนอุปกรณ์)/1000

จะได้หน่วยการใช้พลังงานต่อวัน เป็น “ยูนิต” จากนั้นนำค่าใช้ไฟฟ้าไปคูณหน่วยก็จะได้ค่าใช้พลังงานออกมาโดยใช้ website ของการไฟฟ้านครหลวงคำนวณ



รูปที่ 3-21 website ที่ใช้คำนวณค่าใช้พลังงาน

ตารางที่ 3-5 ค่าใช้พลังงานไฟฟ้า

แบบ	จำนวนโคม (โคม)	ชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง)	ขนาด (watt)	หน่วย (ยูนิต/วัน)	หน่วย (ยูนิต/เดือน)	ค่าใช้พลังงาน (บาท/เดือน)	ค่าใช้พลังงาน (บาท/ปี)
แบบเก่า	156	24	18	67.39	2021.76	14,371.77	172,461.24
ที่ออกแบบใหม่	96	24	16	36.86	1105.92	7,861.48	94,337.76

หมายเหตุ : ดูเพิ่มเติมได้ที่ **ภาคผนวก** V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบใหม่สามารถลดจำนวนโคมไปได้ 38.46 % ทำให้ลดต้นทุนค่าโคมได้ 34,368 บาท และ เมื่อนำไปคิดเป็นค่าใช้พลังงานแล้วจะประหยัดค่าใช้พลังได้ถึง 78,123.48 บาทต่อปี ซึ่งลดไปได้ 45.30 % เมื่อเทียบจากแบบเดิม

2. ถอดปริมาณความยาวสายไฟและจำนวนตู้ไฟฟ้า

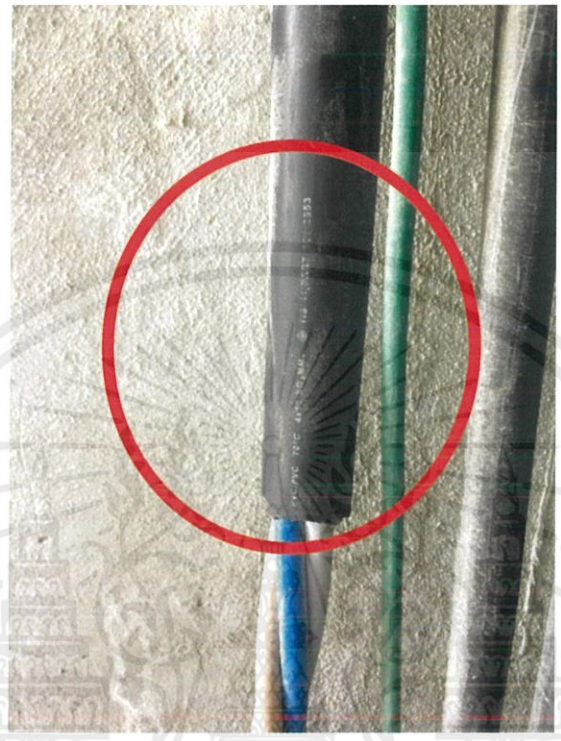
วิธีวัดความยาวสายจะใช้การวัดจากการวาดสายลงไปในแบบ แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดสเกล จากนั้นก็ปรับเทียบกับความยาวจริง (**ภาคผนวก** III) โดยความยาวที่ข้าพเจ้าได้จะปัดทศนิยมขึ้นให้เป็นจำนวนเต็มทั้งหมดเพื่อทำการประมาณราคา

ชนิดสายที่ปรากฏในตาราง 3-6 เป็นชนิดสายที่ใช้อยู่จริง การถอดปริมาณจะเป็นการประมาณตามแบบที่แนบมา (**ภาคผนวก** III) ข้าพเจ้าได้เล็งเห็นว่าการออกแบบที่ไม่สอดคล้องกับการใช้งาน ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองค่าสาย เช่น สาย IEC 10 ตามตารางที่ 5-48 วสท.2556 (**ภาคผนวก** VII)เป็นฉนวนบางไม่ควรถูกน้ำโดยตรง แต่ที่หน้างานเอามาใช้เป็นสายจากตู้ไฟฟ้า 250 A ไปตู้ไฟฟ้า 100 Aเดินที่พื้นซึ่งมีโอกาสจะมีน้ำขัง อาจจะนำไปสู่อันตรายได้ ดังรูป

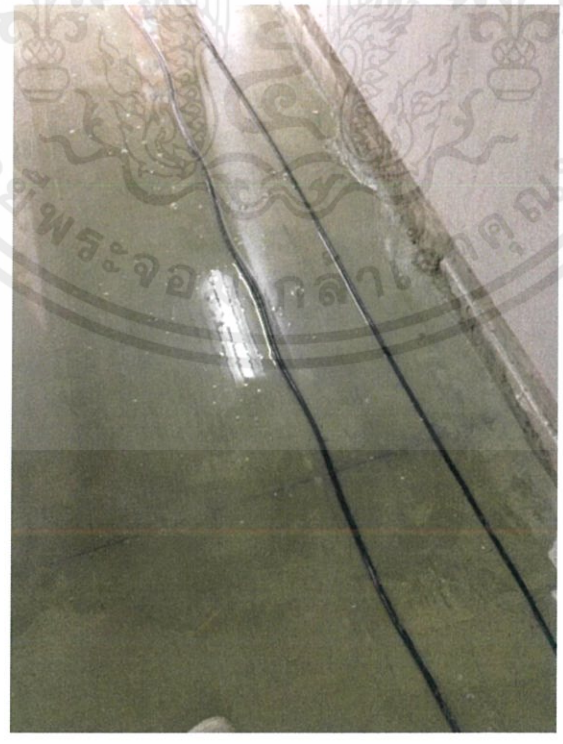
รูปที่ 3-22 แสดงการใช้งานสายผิดลักษณะการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทั้งยังมีการใช้ขนาดสายไม่เหมาะสมกับโหลดที่รับ คือ สายเมนที่ตู้ไฟฟ้า 250 A ที่จ่ายให้ตู้ไฟฟ้า 100 A ทั้ง 4 ตู้ ใช้สาย NYY ขนาด 4x50 sqmm. ซึ่งหากคำนวณตามความจริงจะต้องใช้สายที่มีขนาดใหญ่กว่า เพื่อรองรับโหลดให้มากขึ้น อีกทั้งไม่ทำให้เบรกเกอร์ตัดวงจรบ่อย



รูปที่ 3-23 แสดงการใช้สายผิดขนาด



รูปที่ 3-24 ความเสี่ยงที่เกิดจากน้ำขัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทำการวัดสายไฟโดยการประมาณ และคิดราคา ทำให้ถอดปริมาณ ออกมา ได้ดังตาราง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-6 รายการชนิดสายและราคาแบบเดิม

	ปริมาณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)	หมายเหตุ
สาย NYY 4x50 sqmm.	40	เมตร	1,115	44,600	สายเมน
สาย IEC 01 1x25 sqmm.	40	เมตร	120	4,800	สายดินของสายเมน
สาย IEC 10 4x25 sqmm.	492	เมตร	590.40	290,476.8	สายป้อนตู้ไฟฟ้า 100 A
สาย IEC 01 1x16 sqmm.	492	เมตร	76.50	37,638	สายดินของสายป้อน
สาย IEC 53 2x2.5 sqmm.	863	เมตร	55.70	48,069.1	สายวงจรแสงสว่าง
รวมปริมาณ	1,927 เมตร		รวมราคา	425,583.9 บาท	

จากตารางข้างต้นข้าพเจ้าได้เลือกสายใหม่โดยคำนึงถึงการใช้งานโดยอ้างอิงจากตารางที่ 5-48 วสท.2556 (**ภาคผนวก** VII) เนื่องมีแนวทางการเลือกชนิดสายและขนาดดังนี้

1. ใช้ สาย NYY-G 4x150/95 sqmm. โดยใช้ขนาดตู้ไฟฟ้า 250 A มาเลือกโดยตารางที่ 5-21 วสท.2556 (**ภาคผนวก** VII)

2. ใช้ สาย VCT-G 4x35 sqmm. เป็นสายป้อนเข้าตู้ไฟฟ้า 100 A โดยใช้ตารางที่ 5-26 วสท.2556 (**ภาคผนวก** VII)

3. สายวงจร A,B,C จะเป็นสายฝังคอนกรีต จะอ้างอิงขนาดตามตารางที่ 5-23 วสท.2556 (**ภาคผนวก**-VII) เป็นตารางเพื่อเลือกสายฝังดิน แต่จะใช้เป็นสาย VCT และ VAF เนื่องจากราคาถูก ใช้ฝังคอนกรีต

จากนั้น เมื่อได้ทำการถอดปริมาณและเลือกชนิดสายก็จะทำการประมาณราคาดังตารางที่ 3-7 และตารางที่ 3-8 จะแสดงความยาวและชนิดสายที่ฝัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-7 รายการชนิดสายและราคาแบบใหม่

	ปริมาณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)	หมายเหตุ
สาย NYY-G 4x150/95 sqmm.	40	เมตร	4,840	193,500	สายเมน
สาย VCT-G 4x35 sqmm.	10	เมตร	1,315	13,150	สายป้อนตู้ไฟฟ้า 100 A
สาย VCT 2x2.5 sqmm.	461	เมตร	55.7	25,677.7	สายวงจร A
สาย VCT 2x4 sqmm.	609	เมตร	79.5	48,415.5	สายวงจร B
สาย VAF 2x2.5 sqmm.	659	เมตร	19.35	12,751.65	สายวงจร C
รวมปริมาณ	1,779 เมตร		รวมราคา	293,494.85 บาท	

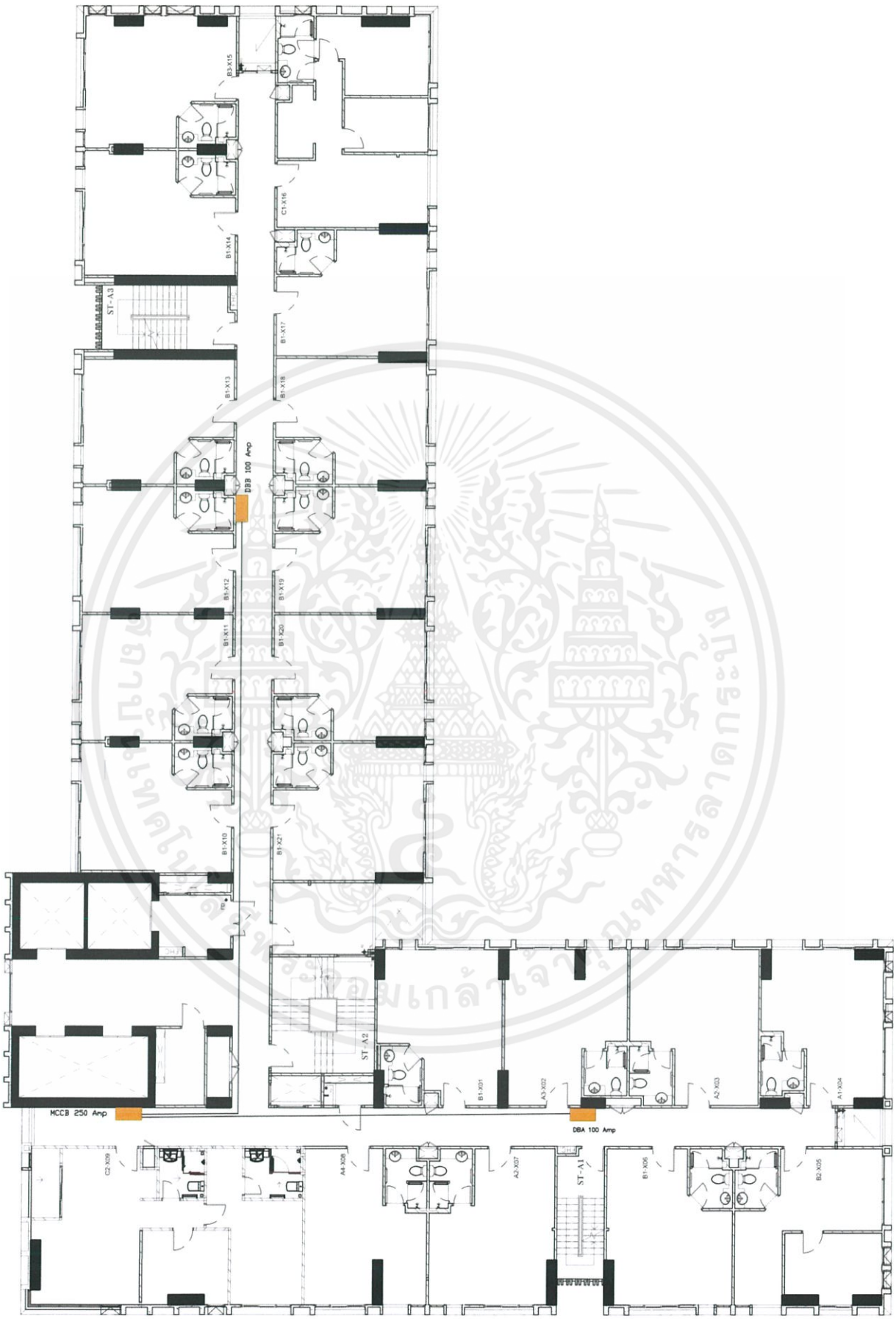
หมายเหตุ : 1.ราคาสายอ้างอิงจาก(**ภาคผนวก** VI)

2. ไม่ได้เลือกชนิดของสายตามมาตรฐานเนื่องจากต้องตัดทิ้งจึงเลือดชนิดที่ราคาถูกและใช้งานได้

ตารางที่ 3-8 มูลค่าสายที่ฝังพื้นคอนกรีต

	ปริมาณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)	หมายเหตุ
สาย VCT 2x2.5 sqmm.	300	เมตร	55.7	16,700	สายวงจรย่อยเต้ารับ A
สาย VCT 2x4 sqmm.	411	เมตร	79.5	32,674.5	สายวงจรย่อยเต้ารับ B
สาย VAF 2x2.5 sqmm.	620	เมตร	19.35	11,997	สายวงจรย่อยแสงสว่าง C
รวมปริมาณ	1,331 เมตร		รวมราคา	61,371.5 บาท	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-24 แสดงตำแหน่งวางตู้ไฟฟ้าแบบเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

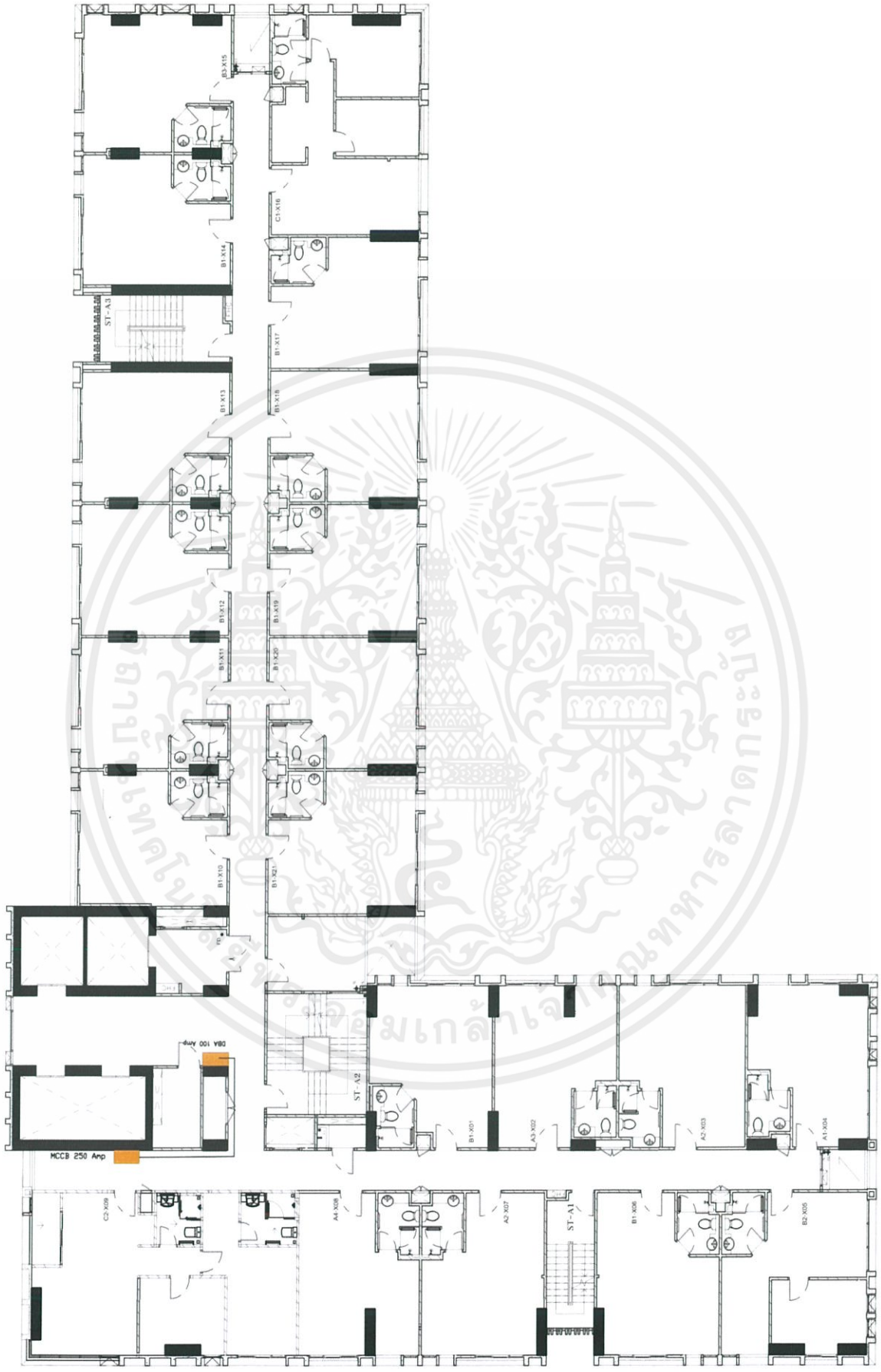
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-9 แสดงจำนวนตู้ไฟฟ้าแบบเก่า

ชั้นที่	จำนวนตู้ไฟฟ้า 100 A (ตู้)	จำนวนตู้ไฟฟ้า 250 A (ตู้)
4	2	
5	2	
6	2	
7	2	1
8	2	
9	2	
10	2	
11	2	1
12	2	
13	2	
14	2	
15	2	1
รวมทุกชั้น	24	3

ผลจากการสำรวจที่หน้างานจริง ระหว่างชั้นที่ 4-15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-25 แสดงตำแหน่งวางตู้ไฟฟ้าแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-10 แสดงจำนวนตู้ไฟฟ้าแบบใหม่

ชั้นที่	จำนวนตู้ไฟฟ้า 100 A (ตู้)	จำนวนตู้ไฟฟ้า 250 A (ตู้)
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	1
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	1
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	1
รวมทุกชั้น	12	3

ตารางที่ 3-11 เปรียบเทียบค่าเช่าตู้ไฟฟ้า

	ตู้ไฟฟ้า 100 A (ตู้)	ตู้ไฟฟ้า 250 A (ตู้)	รวม (ตู้)	ราคาเช่า (บาท/ปี)
แบบเดิม	24	3	27	295,650
ที่ออกแบบใหม่	12	3	15	164,250

หมายเหตุ : ค่าเช่าตู้ไฟฟ้าราคาตู้ละ 30 บาทต่อวัน ทุกขนาด(**ภาคผนวก** V)

ระบบที่ออกแบบใหม่ลดความยาวสายได้ 7.68 % ซึ่งเป็นมูลค่า 132,089.05 บาท ลดค่าเช่าตู้ไฟฟ้าได้ 131,400 บาทต่อปี และเนื่องจากระบบที่ได้ออกแบบใหม่มีสายฝังซึ่งจะไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีก มีมูลค่า 61,371.5 บาท แต่จะทดแทนมาด้วยค่าซ่อมบำรุงสาย และความสะดวกในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลการคำนวณความสว่างบนพื้นที่ใช้งาน

ตารางที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบความสว่างระหว่างแบบเก่าและแบบที่ออกแบบใหม่

แบบ	ช่วงเวลา	ความสว่างสูงสุด (lx)	ความสว่างต่ำสุด (lx)	ความสว่างเฉลี่ย (lx)
แบบเก่า	8:00 น.	9628	31	1019
	10:00 น.	20023	50	1841
	12:00 น.	19805	39	1738
	14:00 น.	26905	59	3497
	16:00 น.	16023	46	2617
ออกแบบใหม่	8:00 น.	9184	22	982
	10:00 น.	19645	34	1732
	12:00 น.	19440	38	1767
	14:00 น.	26380	54	3483
	16:00 น.	15900	43	2602

จะเห็นได้ว่าที่ออกแบบใหม่ถึงแม้ว่าจะมีความสว่างที่น้อยกว่าแบบเดิม แต่โดยค่าเฉลี่ยนั้นยังเกิน 100 lx

4.2 ตารางโหลด

ตารางที่ 4-2 ตารางโหลดของแต่ละชั้น

LOAD SCHEDULE FOR 4th-15th FLOORS							
NO	DESCRIPTION	LOAD (VA)	CIRCUIT BREAKER			WIRE TYPE	WIRE SIZE (SQMM.)
			AT	AF	POLE		
1	RECEPTACLE (A)	6000	32	63	1	VCT	2x2.5
2	RECEPTACLE (B)	8000	40	63	1	VCT	2x4
3	LIGTHING (C)	256	16	63	1	VAF	2x2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ราคาโคม ,ค่าใช้พลังงาน ,ต้นทุนค่าสาย และเช่าตู้ไฟฟ้า

โคม

ตารางที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบราคาและจำนวนโคม

แบบ	จำนวนโคม (โคม)	ราคา (บาท)
แบบเก่า	156	57,408
ออกแบบใหม่	96	23,040

ค่าใช้พลังงานจากโคม

ตารางที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงาน

แบบ	จำนวนโคม (โคม)	พลังงานรวม (watt)	ค่าใช้พลังงาน/ปี (บาท)
แบบเดิม	156	2808	172,461.24
ออกแบบใหม่	96	1536	94,337.76

ตู้ไฟฟ้า

ตารางที่ 4-5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเช่าและจำนวนตู้ไฟฟ้า

แบบ	จำนวนตู้ไฟฟ้า (ตู้)	ค่าเช่า/ปี (บาท)
แบบเก่า	27	295,650
ออกแบบใหม่	15	164,250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไฟฟ้า

ตารางที่ 4-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าสาย

แบบ	ความยาวสาย (เมตร)	ราคาต้นทุนสาย (บาท)	ความยาวสายฝัง (เมตร)	ราคาสายฝัง (บาท)
แบบเก่า	1,927	425,583.9		
ออกแบบใหม่	1,779	293,494.85	1,331	61,371.5

ราคาต้นทุนรวม

ตารางที่ 4-7 แสดงการเปรียบเทียบราคาต้นทุนรวม

แบบ	ราคาโคม (บาท)	ราคาสาย (บาท)	รวม (บาท)
แบบเก่า	57,408	425,583.9	482,991.9
ออกแบบใหม่	23,040	293,494.85	316,534.85
ประหยัดไป			166,457.05

ค่าใช้จ่ายรายปีรวม

ตารางที่ 4-8 แสดงค่าใช้รวมจ่ายรายปี

แบบ	ค่าใช้พลังงาน/ปี (บาท)	ค่าเช่า/ปี (บาท)	รวม (บาท)
แบบเก่า	172,461.24	295,650	468,111.24
ออกแบบใหม่	94,337.76	164,250	258,587.76
ประหยัดไป			199,523.48

เห็นได้ว่าจะสามารถประหยัดต้นทุนให้กับโครงการนี้ไปได้ 166,457.05 บาทซึ่งคิดเป็น 34.46 % จากมูลค่าต้นทุนเดิม และลดค่าใช้จ่ายรายปีได้ 199,523.48 บาทต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

นักศึกษาได้ทำโครงงานร่วมกับบริษัท นันทวัน จำกัด แผนกงานระบบเครื่องกล และไฟฟ้า ณ โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่ง ลักษณะหน้างานเป็นอาคาร 3 อาคารอยู่ในพื้นที่เดียวกัน โดยอาคาร A เป็นโรงแรมและอพาร์ทเม้นท์สูง 29 ชั้น อาคาร B เป็นอพาร์ทเม้นต์ สูง 6 ชั้น และอาคาร C เป็นร้านสะดวกซื้อสูง 2 ชั้น โดยเริ่มจากปัญหาจากการที่ทางโครงการแห่งนี้ได้เสียค่าไฟฟ้าต่อเดือนเป็นจำนวนมาก ข้าพเจ้าจึงจัดทำแบบจำลองเพื่อเป็นแนวทางในการประหยัดงบประมาณขึ้นมา

แนวทางการแก้ไขที่เห็นได้ทั่วไปคือการซื้ออุปกรณ์มาเปลี่ยนใหม่ ซึ่งข้าพเจ้าคิดว่างานก่อนสร้างนั้นเป็นงานชั่วคราวไม่ควรที่จะเสียค่าใช้จ่ายมากเกินไป ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้พบว่าหลอดไฟที่โถงทางเดินในความมีมากเกินความจำเป็นและสายไฟฟ้าที่อยู่บนทางเดินขีดกวางการทำงานของช่าง จึงเสนอทำโครงงานโดยใช้หลักการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อออกแบบระบบไฟฟ้าในโถงทางเดินโดย ลดจำนวนหลอดไฟแต่ยังคงซึ่งค่าความสว่างเฉลี่ยที่ตั้งไว้ที่ 100 lx โดยอิทธิพลจากแสงส่วนใหญ่และออกแบบระบบเต้ารับใหม่เพื่อการใช้งานที่สะดวก ไม่ขวางทางเดิน และเพื่อป้องกันอันตรายระหว่างก่อสร้าง โดยสามารถลดต้นทุนได้ 166,457.05 บาท คิดเป็น 34.46 % จากเดิม และลดค่าใช้จ่ายรายปีไป 199,523.48 บาทต่อปี แต่เนื่องจากแบบจำลองนี้จะมีสายที่ฝังไปในพื้นคอนกรีตระหว่างชั้นจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เนื่องจากเมื่องานก่อสร้างเสร็จสิ้นตามตารางงานก็จะถูกตัดทิ้งฝังไปกับคอนกรีตโดยจะเสียไปเป็นมูลค่า 61,371.5 บาท

ตารางที่ 5-1 ข้อดีข้อเสียจากการวิจัย

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 199,523.48 บาท ต่อปี	1. มีสายที่ต้องฝังนำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้ มูลค่า 61,371.5 บาท
2. ประหยัดเวลาในการทำงานและมีความปลอดภัยมากขึ้น	2. หากสายทีฝังมีปัญหาต้องใช้วิธีเดิมมาแทน
3. สามารถลดค่าซ่อมบำรุงได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ปัญหา

1. นักศึกษาขาดประสบการณ์ในการใช้โปรแกรม
2. นักศึกษาขาดความรู้ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า
3. การขอข้อมูลกับผู้ขายผลิตภัณฑ์ล่าช้า
4. ผลการคำนวณด้วยโปรแกรมอาจจะมีความคลาดเคลื่อนกับหน้างานจริง เช่น ความสว่างที่หน้างานจริงอาจจะมีฝุ่น ค่าสะท้อนแสงของอุปกรณ์ เป็นต้น

แนวทางแก้ไข

1. ศึกษาการใช้โปรแกรมตามอินเตอร์เน็ต และถามผู้เชียวชาญ
2. ศึกษาการติดตั้งมาก่อน สอบถามจากผู้มีประสบการณ์
3. หาข้อมูลที่ต้องการโดยให้มีคุณลักษณะจำเพาะที่ใกล้เคียงกับของจริง
4. กำหนดขอบเขตของการใช้โปรแกรมโดยบอกการกำหนดค่าอย่างละเอียด

5.3 ข้อเสนอแนะ

การลดต้นทนโดยการออกแบบทางวิศกรรมในการก่อสร้างชั่วคราวนั้นอาจจะเป็นวิธีที่ได้รับความสำคัญไม่มากเนื่องจากจะถูกมองข้ามไป แต่จากผลการวิจัยของข้าพเจ้าทำให้เห็นว่าเมื่อเราคำนึงถึงปัญหาเหล่านี้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้มาก ทั้งนี้จำเป็นต้องได้รับการออกแบบจากวิศวกรไฟฟ้าที่มีประสบการณ์ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ถูกลดจำนวนลงอาจจะมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในภายหน้า แบบจำลองที่ข้าพเจ้าสร้างอาจจะมีการเพิ่มเติมในอนาคต เช่นการเพิ่มเบรกเกอร์ตามจุดเต้ารับเพื่อง่ายต่อการเปิดปิดหากเกิดการลัดวงจร, การทำระบบเปิดปิดแสงสว่างอัตโนมัติโดยนำรีเลย์หน่วงเวลาเข้ามาช่วย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. การออกแบบระบบแสงสว่าง , https://blog.rmutl.ac.th/montri/assets/ee2017-05.pdf
2. การอออกแบบแสงสว่างในโรงงาน , https://www.pdsthailand.com/message/view.php?id=172
3. การออกแบบระบบไฟฟ้า , http://rmutp03555.myreadyweb.com/page-34331.html
4. ราคาหลอดไฟ Biobulb , https://www.lazada.co.th/products/led-t8-18w-t8-warmwhite-1-i100097354-s100115510.html?spm=a2o4m.searchlist.list.47.46c15f64oeVm2D&search=1
5. ข้อมูลจำเพาะหลอดไฟ Philips , http://www.lighting.philips.com/main/prof/led-lamps-and-tubes/led-tubes/ecofit-led-tubes-t8-mains/929001184608_EU/product
6. ราคาหลอด Philips , http://www.winnerlight.co.th/product/download/philips
7. ราคาสายไฟ , https://www.pakorn-electric.com/product-category/wires_cables/thaiyazaki/
8. คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสาหรับประเทศไทย พ.ศ.2556** วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
9. ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ , http://www.enscigroup.com/siemens-miniature-circuit-breaker/
10. ค่าใช้พลังงานไฟฟ้า http://www.mea.or.th/aboutelectric/116/280/form/81
11. ผศ.ชายชาญ โพธิสาร , **การประมาณราคา ระบบไฟฟ้า-สื่อสารสำหรับอาคาร**
12. ผศ.ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ , **คู่มือตารางสายไฟฟ้า ตามมาตรฐาน วสท. พ.ศ. 2561**
13. นายเกรียงไกร เอี่ยมสะอาด,**วิเคราะห์และออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อลดต้นทุนการติดตั้ง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอด PHILIPS

Essential LEDtube Batten

รางเปลือยติดลอยพร้อมหลอดฟิลิปส์ EcoFit LED Tube

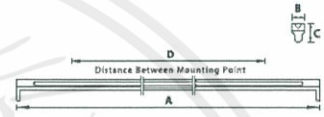
คุณสมบัติ

- ตัวโคมทำจากอลูมิเนียมฉีดขึ้นรูปทั้งชิ้น พ่นทับด้วยสีฝุ่น
- ขั้วหลอดแบบบิดล็อก ติดตั้งง่าย ปลอดภัย
- ประกอบฟิวส์เพื่อความปลอดภัย ตัดการทำงาน เมื่อใส่หลอดผิดประเภทหรือผิดด้าน

การใช้งาน

- เหมาะสำหรับการใช้งานภายในอาคาร

Essential LEDtube Batten



ข้อมูลจำเพาะ: Essential LEDtube Batten

สินค้า		แรงดันไฟฟ้า (โวลท์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ฟลักซ์ (ลูเมน)	อุณหภูมิสี (เคลวิน)	CRI ไม่น้อยกว่า	อายุ* (ชั่วโมง)	ราคาปลีก** (บาท)
BN010C 1xTLED L600 8W 765	พร้อมหลอด EcoFit LEDtube 8W/765	220-240	8	600	6500	70	15,000	190.00
BN010C 1xTLED L600 10W 765	พร้อมหลอด EcoFit LEDtube 10W/765	220-240	10	1,100	6500	70	15,000	240.00
BN010C 1xTLED L1200 16W 765	พร้อมหลอด EcoFit LEDtube 16W/765	220-240	16	1,600	6500	70	15,000	240.00
BN010C 1xTLED L1200 20W 765	พร้อมหลอด EcoFit LEDtube 20W/765	220-240	20	2,100	6500	70	15,000	300.00

* อายุการใช้งานที่คงความสว่าง 70% (L70)
** เป็นราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

ขอสงวนสิทธิ์ ในการปรับแก้ไขราคาข้างต้นโดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

Product data

General Information	
Cap-Base	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Nominal Lifetime (Nom)	15000 h
Switching Cycle	50000X
B50L70	15000 h

Light Technical	
Color Code	865 [CCT of 6500K]
Beam Angle (Nom)	240 °
Luminous Flux (Nom)	1600 lm
Luminous Flux (Rated) (Nom)	1600 lm
Rated Beam Angle	240 °
Correlated Color Temperature (Nom)	6500 K
Color Consistency	<6
Color Rendering Index (Nom)	80
LLMF At End Of Nominal Lifetime (Nom)	70 %

Operating and Electrical	
Input Frequency	50 to 60 Hz
Power (Rated) (Nom)	16 W
Lamp Current (Nom)	120 mA
Starting Time (Nom)	0.5 s
Warm Up Time to 60% Light (Nom)	0.5 s
Power Factor (Nom)	0.5
Voltage (Nom)	220-240 V

Temperature	
T-Ambient (Max)	45 °C
T-Ambient (Min)	-20 °C
T-Storage (Max)	65 °C
T-Storage (Min)	-40 °C
T-Case Maximum (Nom)	60 °C

Controls and Dimming	
Dimmable	No

Mechanical and Housing	
Product Length	1200 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอด BIOBULB

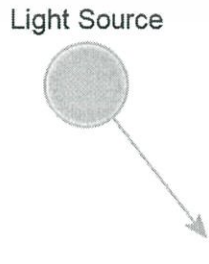
ทฤษฎีเพิ่มเติม

หน่วยวัดปริมาณ แสงในการใช้งานจริง

แสงสว่างเป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่สามารถวัดปริมาณได้เหมือนพลังงานอื่นๆ แต่มีชื่อที่เรียกแตกต่างกันออกไป การวัดปริมาณแสงสว่างอาจจะออกมาในรูปความเข้มของการส่องสว่าง, ปริมาณเส้นแรงของแสงสว่าง หรืออยู่ในรูปปริมาณเส้นแรงของแสงสว่างต่อหน่วยพื้นที่ โดยรูปแบบของหน่วยการวัดที่นิยมใช้กับงานชนิดต่างๆ สามารถแยกได้หลายรูปแบบดังนี้

CANDELA

แคนเดลา (Candela, cd) คือหน่วยที่ใช้วัดความเข้มของการส่องสว่าง (luminous intensity) ที่ส่องไปยังทิศทางใดทิศทางหนึ่ง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงเทียน (Candle Power)



แคนเดลา (Candela, cd) ความเข้มของการส่องสว่าง เป็นแสงทิศทางเดียว

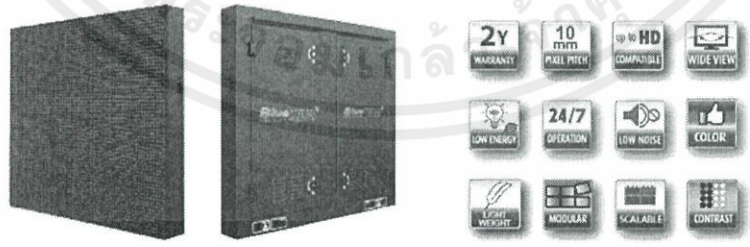
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CANDELA/M2 , NIT

แคนเดลา/ตารางเมตร (Candela/m2, cd/m2) เป็นหน่วยความเข้มของการส่องสว่างต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตร หรือค่านี้ใช้เรียกอีกอย่างว่า Nit(nt) สำหรับค่า Candela , Candela/m^2 , Nit มักใช้เรียกกำกับความสว่าง (Brightness) ของจอภาพ LCD หรือ LED ที่แสดงถึงความสว่างสูงสุดของจอภาพที่สามารถทำได้ โดยจอภาพชนิด LCD หรือ LED TV (จอภาพ LCD ที่ใช้แบคไลต์เป็น LED) จอพวกนี้มีค่าความสว่างอยู่ประมาณ 150 cd –500 cd หรือ150 Nit-500 Nit เท่านั้น เพราะออกแบบมาใช้ในสภาพแวดล้อมที่แสงน้อย ในร่ม ไม่สามารถใช้งานกลางแจ้งได้ เพราะแสงรบกวนจากภายนอกจะทำให้จอภาพดูมืดไปทันที

จอ TV ทั่วไปให้ ความสว่าง (Brightness) 150 Nit-500 Nit เท่านั้น

ในเมื่อความต้องการที่ต้องใช้งานจอภาพขนาดใหญ่ ในบริเวณที่มีแสงสว่างมาก อย่างเช่นสนามกีฬา ป้ายโฆษณาบนถนน หรือ ป้ายหน้าร้านหรือโชว์รูม จอภาพที่เหมาะสมควรจะเป็น LED Full Color จอประเภทนี้จะให้แสงโดยตรงจากเม็ด LED ให้ความสว่าง (Brightness) สูงมากถึง 5,000 cd –10,000 cd หรือ5,000 Nit-10,000 Nit ความสว่างระดับนี้สามารถให้ภาพที่สวยงามในสภาพแวดล้อมที่แสงจ้าได้อย่างสบาย ๆ

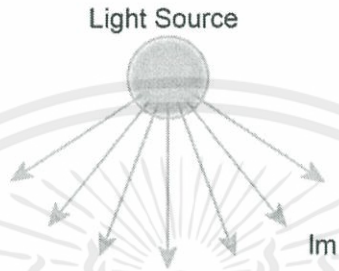


LED Full Color ให้แสงโดยตรงจากเม็ด LED ให้ความสว่าง (Brightness) สูงมากถึง 5,000 Nit-10,000 Nit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LUMEN

ลูเมน (Lumen, lm) คือหน่วยที่ใช้ในการวัดกำลังความสว่าง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฟลักซ์ส่องสว่าง (luminous Flux) คือค่าใช้วัดความสามารถของอุปกรณ์ส่องสว่าง ส่วนใหญ่จะใช้กับหลอดไฟชนิดต่างๆ หลอดไฟแต่ละหลอดจะมีความสว่างมากหรือน้อยก็ให้ดูจากค่านี้



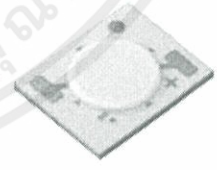
ลูเมน (Lumen, lm) คือผลรวมความเข้มของการส่องสว่าง

ลูเมน/วัตต์ (Lumen/Watt, lm/W) หน่วยนี้เป็นหน่วยที่ชี้วัดแสงสว่างที่ออกมาจากหลอดไฟต่อกำลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไป ยกตัวอย่างเช่น ในหลอดนีออนให้ความสว่าง 2,880 lm ใช้กำลังวัตต์ 32W สามารถนำมาหาค่า **ลูเมน/วัตต์** ดังนี้

$$\frac{\text{หลอดนีออนให้ความสว่าง } 2880\ \text{Lm}}{\text{กำลังวัตต์ } 32\text{W}} = 90lm/W$$

หรือหากเทียบกับ หลอด *LED* ที่ให้ความสว่าง 2,880 lm ใช้กำลังวัตต์ 15.6Wสามารถนำมาหาค่า **ลูเมน/วัตต์** ดังนี้

$$\frac{\text{หลอดนีออนให้ความสว่าง } 2{,}880\ \text{Lm}}{\text{กำลังวัตต์ } 15.6\text{W}} = 184.1lm/W$$



จากสมการตัวอย่างจะสังเกตได้ว่า หน่วย ลูเมน/วัตต์ (lm/W) เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพความสว่างของหลอดไฟชนิดต่าง หากมีค่า

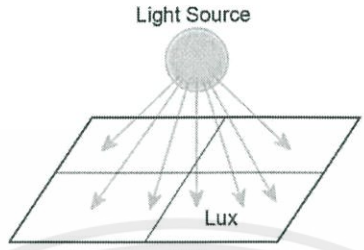
ลูเมน/วัตต์ (lm/W) สูง ก็ยิ่งให้แสงสว่างสูงและใช้ไฟฟ้าน้อยลง **ประหยัดสุด ๆ**

LUX

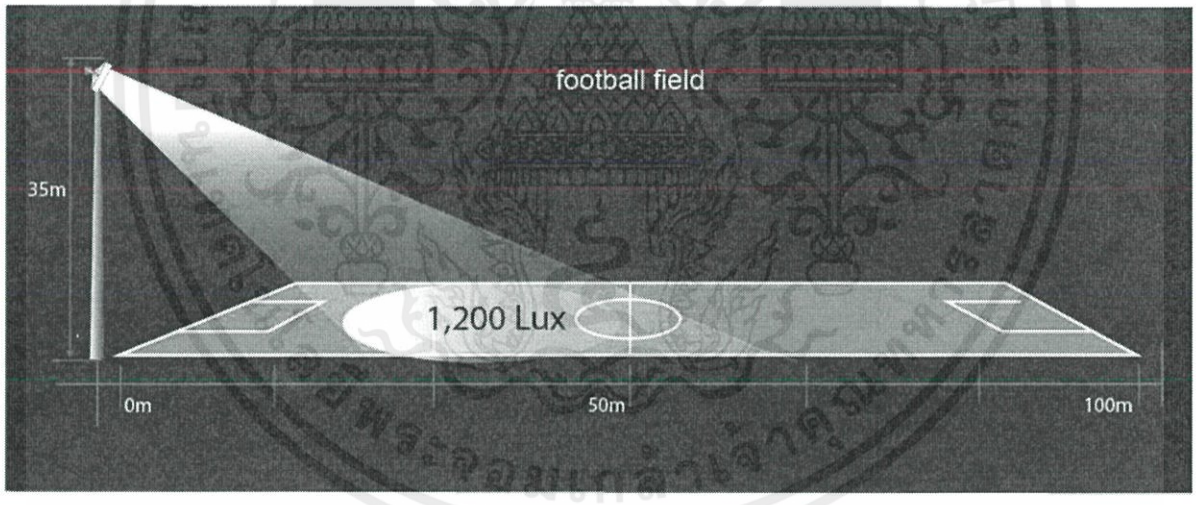
ลักซ์ (Lux, lx) คือหน่วยที่ใช้วัดความสว่าง (I luminance) ต่อพื้นที่ หรือคิดเป็น ลูเมน/ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในปกติความสว่างตามสถานที่ต่างๆ นั้นได้มาจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันเช่น จากหลอดไฟ ดวงอาทิตย์หรือแสงจากห้องข้างเคียง เป็นต้น ในทางปฏิบัติ จะมีการกำหนดค่าความสว่างที่เหมาะสม กับการใช้งานในสถานที่นั้น ๆ



ลักซ์ (Lux, lx) คือหน่วยที่ใช้วัดความสว่าง (I luminance) ต่อพื้นที่ หรือคิดเป็น ลูเมน/ตารางเมตร ยกตัวอย่างสนามฟุตบอล ในระดับไทยพรีเมียร์ลีก ค่าความสว่างเฉลี่ยทั้งสนามต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 1,200 Lux เพื่อให้ผู้เล่นและผู้ชมมองเห็นได้อย่างชัดเจน จะใช้หลอดไฟชนิดใดหรือกำลังวัตต์เท่าไรก็ได้ โดยทั่วไปใช้หลอดไฟชนิด เมทัลฮาไลด์ 100 lm/W กำลังไฟฟ้า 360,000 วัตต์/สนาม แต่ถ้าใช้หลอดไฟ ชนิด LED ประสิทธิภาพสูง 184.1 lm/W กำลังไฟฟ้า 195,000 วัตต์/สนาม เท่านั้น



มาตรฐานความสว่างสนามฟุตบอลระดับไทยพรีเมียร์ลีก 1,200 Lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางค่าความสว่าง ที่เหมาะสมกับการมองเห็น

สถานที่	ความสว่าง (Lux)
ถนน	
สายหลัก	9 - 20
สายรอง	6 - 13
สายย่อย	2 - 9
ทางแยก	15 – 20
บ้าน	
ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องอาหาร	150 - 300
ห้องอ่านหนังสือ ห้องทำงาน	500 - 1,000
สำนักงาน	
บันไดฉุกเฉิน	30 - 75
ทางเดินในอาคาร	75 - 200
ห้องประชุม ห้องรับรอง	200 – 750
โรงเรียน	
โรงพลศึกษา หอประชุม	75 - 300
ห้องเรียน	300 - 750
ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ ห้องเขียนแบบ	750 - 1,500
โรงพยาบาล	
ห้องตรวจโรค	200 - 750
ห้องผ่าตัด	5,000 - 10,000
สนามกีฬา	
สนามฟุตซอล	600
สนามฟุตบอล(ดิวิชั่น 2)	500
สนามฟุตบอล(ดิวิชั่น 1)	800
สนามฟุตบอล(พรีเมียร์ลีก)	1,200
โรงงานอุตสาหกรรม	
งานทั่วไป	150 - 300
งานหยาบ	200 - 500
งานละเอียดปานกลาง	300 - 750
งานละเอียดมาก	800 - 2,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Table of contents

Project 1
Table of contents 1
Luminaire parts list 3
Philips
Luminaire Data Sheet 4
Exterior Scene 1
Light scenes
8
Calculation surfaces (results overview) 5
3D Rendering 6
Exterior Surfaces
Calculation Surface 3
Isolines (E, Perpendicular) 7
Value Chart (E, Perpendicular) 8
Calculation Surface 4
Isolines (E, Perpendicular) 9
Value Chart (E, Perpendicular) 10
Calculation Surface 5
Isolines (E, Perpendicular) 11
Value Chart (E, Perpendicular) 12
Calculation Surface 6
Isolines (E, Perpendicular) 13
Value Chart (E, Perpendicular) 14
10
Calculation surfaces (results overview) 15
3D Rendering 16
Exterior Surfaces
Calculation Surface 3
Isolines (E, Perpendicular) 17
Value Chart (E, Perpendicular) 18
Calculation Surface 4
Isolines (E, Perpendicular) 19
Value Chart (E, Perpendicular) 20
Calculation Surface 5
Isolines (E, Perpendicular) 21
Value Chart (E, Perpendicular) 22
Calculation Surface 6
Isolines (E, Perpendicular) 23
Value Chart (E, Perpendicular) 24
12
Calculation surfaces (results overview) 25
3D Rendering 26
14
Calculation surfaces (results overview) 27
3D Rendering 28
Exterior Surfaces
Calculation Surface 3
Isolines (E, Perpendicular) 29
Value Chart (E, Perpendicular) 30
Calculation Surface 4
Isolines (E, Perpendicular) 31
Value Chart (E, Perpendicular) 32
Calculation Surface 5
Isolines (E, Perpendicular) 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Table of contents

Value Chart (E, Perpendicular) 34
Calculation Surface 6
Isolines (E, Perpendicular) 35
Value Chart (E, Perpendicular) 36
16
Calculation surfaces (results overview) 37
3D Rendering 38
Exterior Surfaces
Calculation Surface 3
Isolines (E, Perpendicular) 39
Value Chart (E, Perpendicular) 40
Calculation Surface 4
Isolines (E, Perpendicular) 41
Value Chart (E, Perpendicular) 42
Calculation Surface 5
Isolines (E, Perpendicular) 43
Value Chart (E, Perpendicular) 44
Calculation Surface 6
Isolines (E, Perpendicular) 45
Value Chart (E, Perpendicular) 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

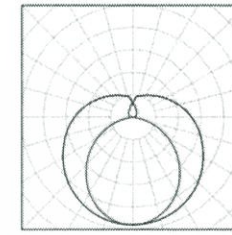
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Project 1 / Luminaire parts list

8 Pieces

Philips
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 1599 lm
Luminous flux (Lamps): 1600 lm
Luminaire Wattage: 16.0 W
Luminaire classification according to CIE: 73
CIE flux code: 36 64 85 73 100
Fitting: 1 x TLED 16W 6500K 240D 9290011275 (Correction Factor 1.000).

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



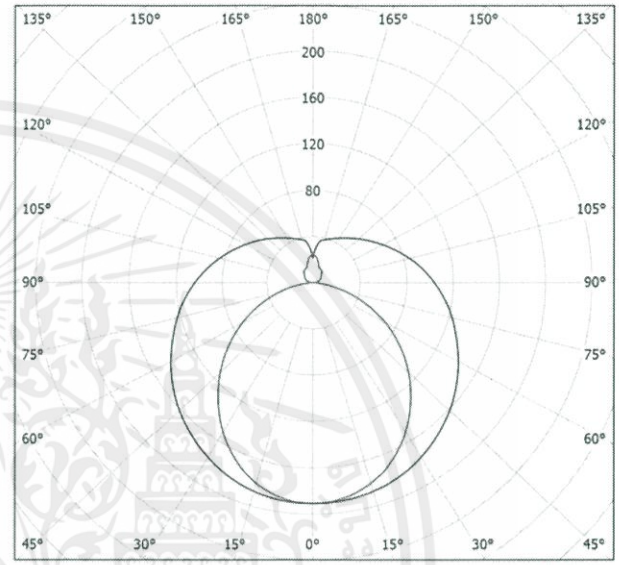
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Philips / Luminaire Data Sheet

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to CIE: 73
CIE flux code: 36 64 85 73 100

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	15.3	16.4	16.0	17.1	17.9	16.8	17.9	17.5	18.6	19.4
	3H	16.9	17.9	17.6	18.6	19.4	19.2	20.3	19.9	20.9	21.8
	4H	17.4	18.4	18.1	19.1	19.9	20.4	21.3	21.1	22.0	22.9
	6H	17.8	18.7	18.5	19.4	20.3	21.5	22.4	22.2	23.1	24.0
	8H	17.9	18.8	18.7	19.5	20.4	22.0	22.9	22.8	23.6	24.5
	12H	18.0	18.8	18.7	19.5	20.4	22.6	23.4	23.3	24.1	25.0
4H	2H	16.1	17.0	16.8	17.7	18.6	17.2	18.2	17.9	18.9	19.7
	3H	17.9	18.8	18.7	19.5	20.4	19.9	20.7	20.7	21.5	22.4
	4H	18.7	19.4	19.4	20.2	21.1	21.3	22.0	22.0	22.8	23.7
	6H	19.2	19.9	20.0	20.6	21.6	22.6	23.3	23.4	24.0	25.0
	8H	19.4	20.0	20.2	20.8	21.7	23.3	23.9	24.0	24.7	25.6
	12H	19.5	20.0	20.3	20.8	21.8	23.9	24.4	24.7	25.2	26.2
8H	4H	19.4	20.0	20.2	20.8	21.8	21.6	22.2	22.3	22.9	23.9
	6H	20.2	20.8	21.1	21.6	22.6	23.1	23.6	24.0	24.5	25.5
	8H	20.6	21.0	21.4	21.8	22.9	24.0	24.4	24.8	25.2	26.2
	12H	20.8	21.2	21.6	22.0	23.0	24.8	25.2	25.6	26.0	27.0
12H	4H	19.6	20.2	20.4	21.0	21.9	21.6	22.1	22.4	22.9	23.9
	6H	20.6	21.0	21.4	21.9	22.9	23.2	23.7	24.1	24.5	25.5
	8H	21.0	21.4	21.9	22.3	23.3	24.1	24.5	25.0	25.4	26.4

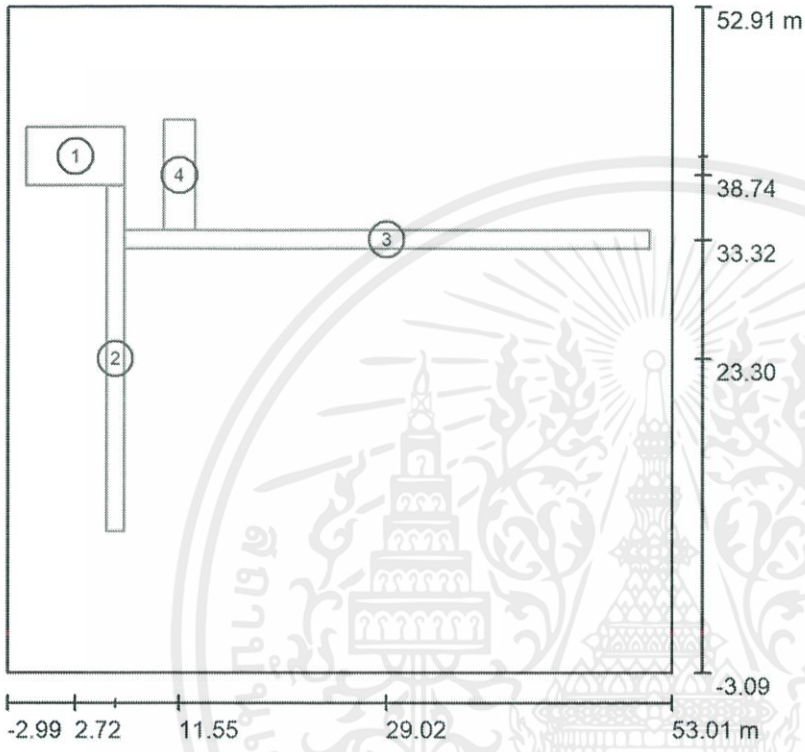
Variation of the observer position for the luminaire distances S		
S = 1.0H	+0.1 / -0.1	+0.1 / -0.1
S = 1.5H	+0.2 / -0.2	+0.2 / -0.2
S = 2.0H	+0.3 / -0.5	+0.3 / -0.4
Standard table	BK14	BK10
Correction Summand	3.4	7.1

Corrected Glare Indices referring to 1600lm Total Luminous Flux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 8 / Calculation surfaces (results overview)



Scale 1 : 638

Calculation Surface List

No.	Designation	Type	Grid	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
1	Calculation Surface 3	perpendicular	64 x 64	3275	701	9184	0.214	0.076
2	Calculation Surface 4	perpendicular	128 x 16	224	39	1335	0.175	0.029
3	Calculation Surface 5	perpendicular	128 x 16	171	22	1660	0.131	0.014
4	Calculation Surface 6	perpendicular	64 x 32	827	80	4469	0.097	0.018

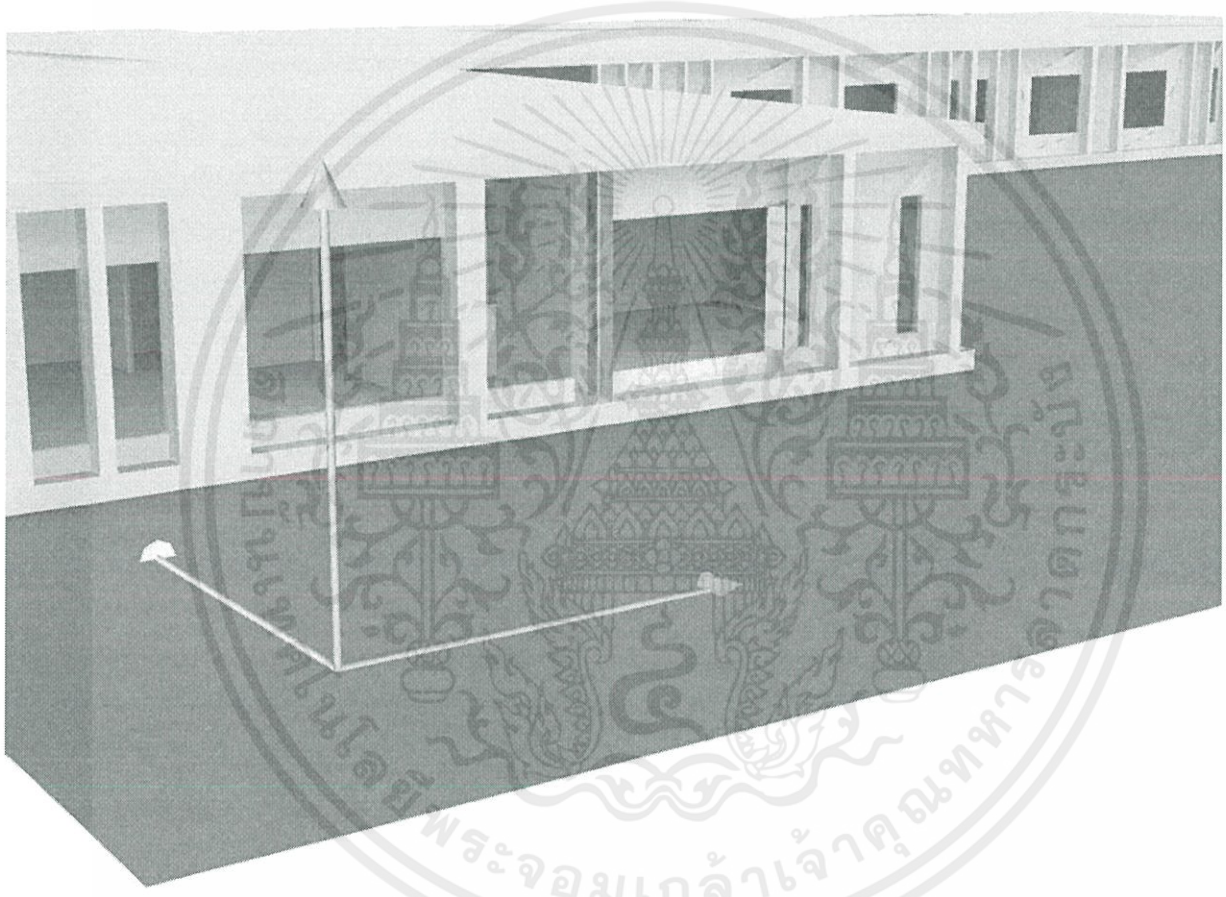
Summary of Results

Type	Quantity	Average [lx]	Min [lx]	Max [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
perpendicular	4	982	22	9184	0.02	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

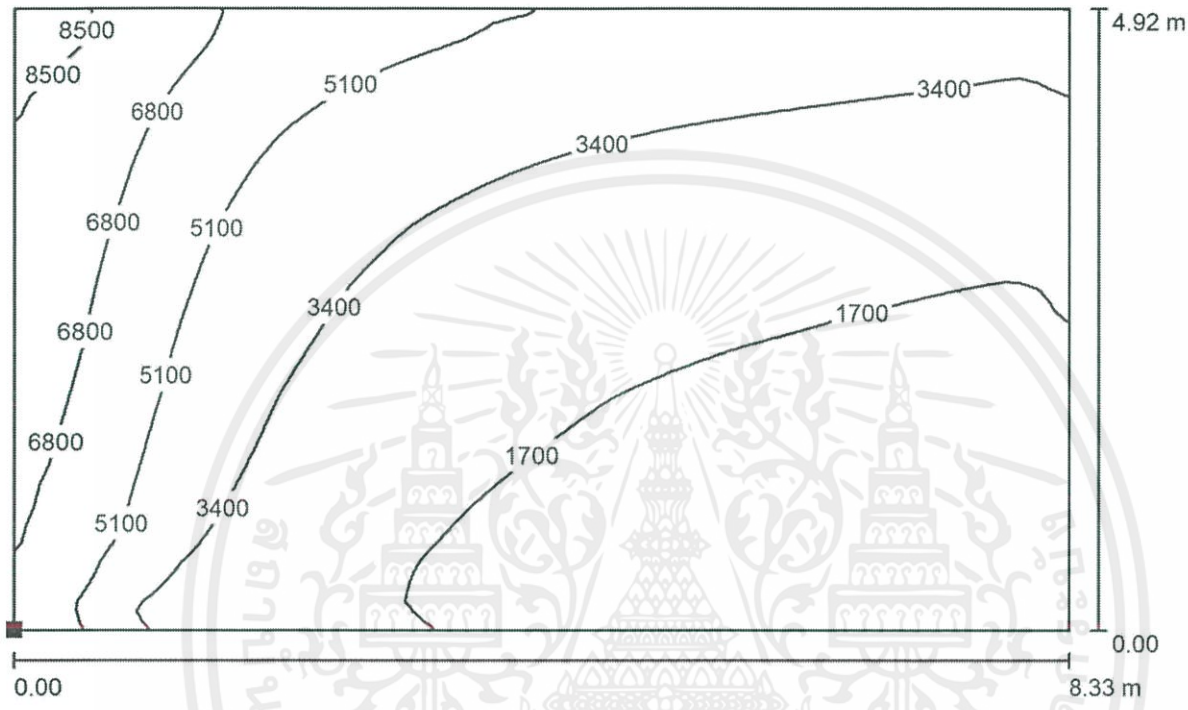
Exterior Scene 1 / 8 / 3D Rendering



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

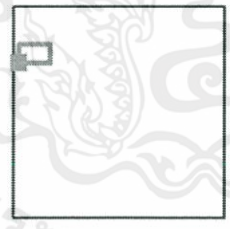
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 8 / Calculation Surface 3 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 60

Position of surface in external scene:
Marked point:
(-1.445 m, 37.881 m, 0.750 m)



Grid: 64 x 64 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
3275	701	9184	0.214	0.076

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 8 / Calculation Surface 3 / Value Chart (E, Perpendicular)

9184	8209	7321	6589	6090	5670	5419	5169	4978	4836	4702	4526	4396	4253	4209	
8820	7783	6813	6054	5516	5061	4780	4528	4348	4197	4037	3945	3804	3708	3634	
8592	7457	6481	5661	5120	4656	4364	4100	3889	3704	3594	3441	3372	3267	3141	
8312	7089	6121	5232	4695	4190	3858	3635	3414	3252	3121	3004	2902	2794	2756	
8167	6910	5907	4962	4430	3881	3567	3316	3086	2926	2789	2662	2591	2480	2381	
7976	6638	5631	4643	4109	3543	3242	2979	2735	2597	2474	2352	2256	2160	2093	
7842	6434	5423	4434	3838	3311	2979	2708	2474	2341	2200	2087	2016	1899	1847	
7702	6234	5154	4234	3548	3078	2713	2470	2233	2088	1949	1868	1782	1694	1626	
7599	6152	4955	4041	3391	2875	2506	2280	2027	1901	1774	1697	1610	1523	1453	
7488	5941	4761	3744	3175	2636	2312	2077	1842	1725	1602	1516	1450	1353	1309	
7380	5801	4634	3618	2938	2489	2093	1918	1679	1569	1436	1366	1285	1211	1171	
7302	5503	4317	3342	2782	2270	1963	1793	1562	1444	1319	1257	1185	1127	1074	
7091	5328	4117	3143	2536	2129	1826	1608	1403	1297	1188	1140	1062	1003	963	
6978	4995	3748	2835	2401	1996	1684	1483	1307	1209	1112	1055	993	933	900	984
6719	4453	3275	2562	2171	1863	1548	1310	1162	1067	1006	951	878	795	770	856
5984	3481	2734	2246	2105	1780	1434	1141	1045	972	923	900	828	701	706	784

4.92 m

0.00

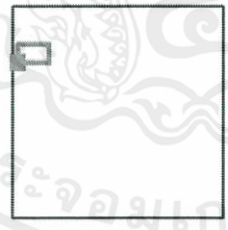
0.00

8.33 m

Values in Lux, Scale 1 : 60

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(-1.445 m, 37.881 m, 0.750 m)



Grid: 64 x 64 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
3275	701	9184	0.214	0.076

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 8 / Calculation Surface 4 / Isolines (E, Perpendicular)

Values in Lux, Scale 1 : 228

Position of surface in external scene:
Marked point:
(5.334 m, 8.826 m, 0.750 m)

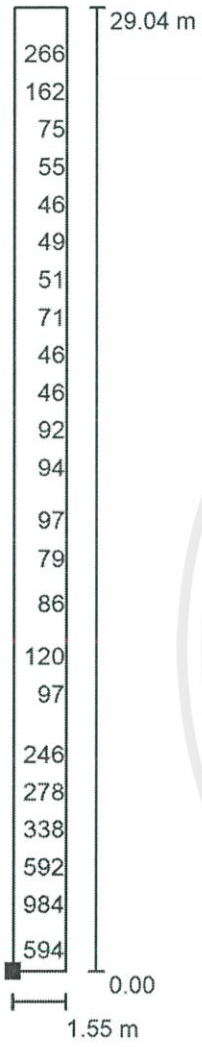
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
224	39	1335	0.175	0.029

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

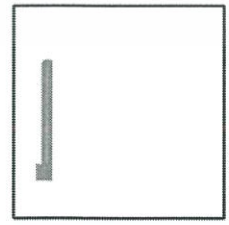
Exterior Scene 1 / 8 / Calculation Surface 4 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 228

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(5.334 m, 8.826 m, 0.750 m)



Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
224	39	1335	0.175	0.029

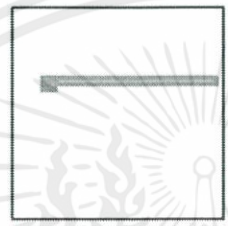
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 8 / Calculation Surface 5 / Isolines (E, Perpendicular)

Values in Lux, Scale 1 : 317

Position of surface in external scene:
Marked point:
(6.900 m, 32.531 m, 0.750 m)



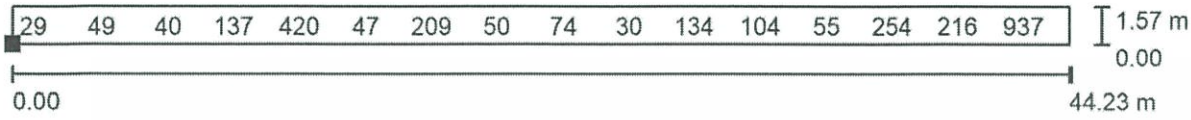
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
171	22	1660	0.131	0.014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

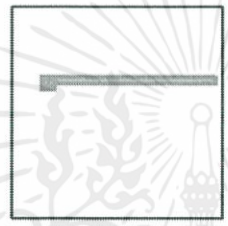
Exterior Scene 1 / 8 / Calculation Surface 5 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 317

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(6.900 m, 32.531 m, 0.750 m)



Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
171	22	1660	0.131	0.014

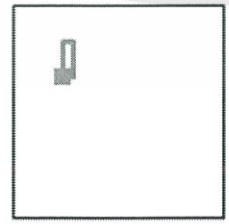
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 8 / Calculation Surface 6 / Isolines (E, Perpendicular)

Values in Lux, Scale 1 : 73

Position of surface in external scene:
Marked point:
(10.200 m, 34.100 m, 0.750 m)



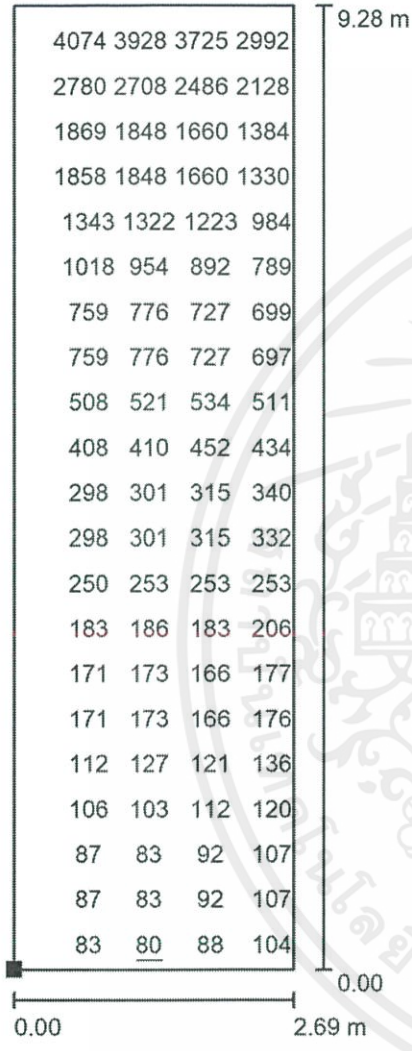
Grid: 64 x 32 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
827	80	4469	0.097	0.018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

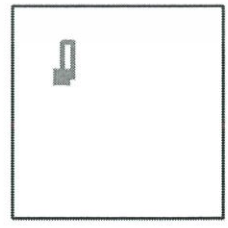
Exterior Scene 1 / 8 / Calculation Surface 6 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 73

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(10.200 m, 34.100 m, 0.750 m)



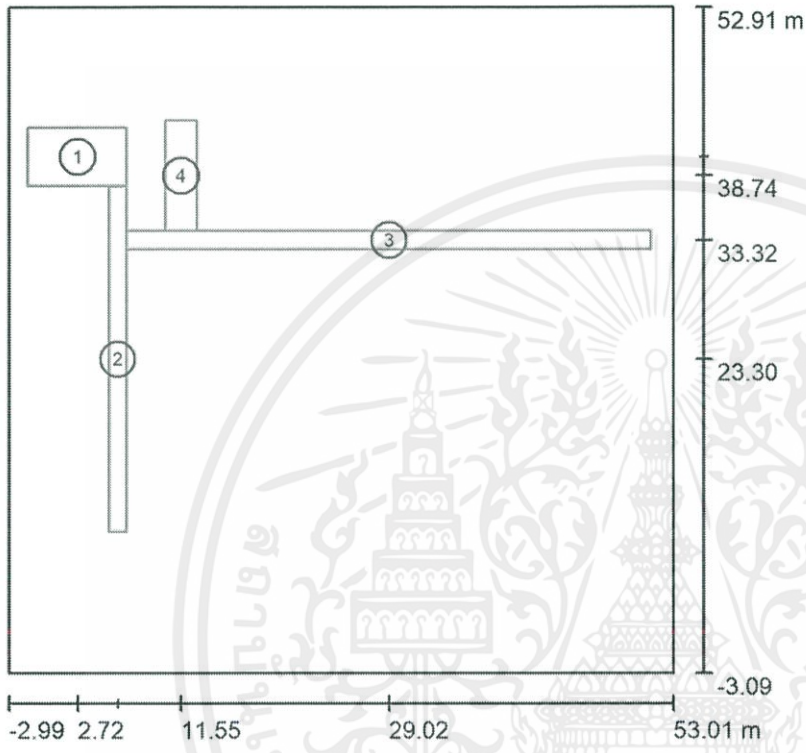
Grid: 64 x 32 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
827	80	4469	0.097	0.018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 10 / Calculation surfaces (results overview)



Scale 1 : 638

Calculation Surface List

No.	Designation	Type	Grid	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
1	Calculation Surface 3	perpendicular	64 x 64	6316	1249	19645	0.198	0.064
2	Calculation Surface 4	perpendicular	128 x 16	337	65	1926	0.194	0.034
3	Calculation Surface 5	perpendicular	128 x 16	256	39	2507	0.153	0.016
4	Calculation Surface 6	perpendicular	64 x 32	1504	145	8139	0.096	0.018

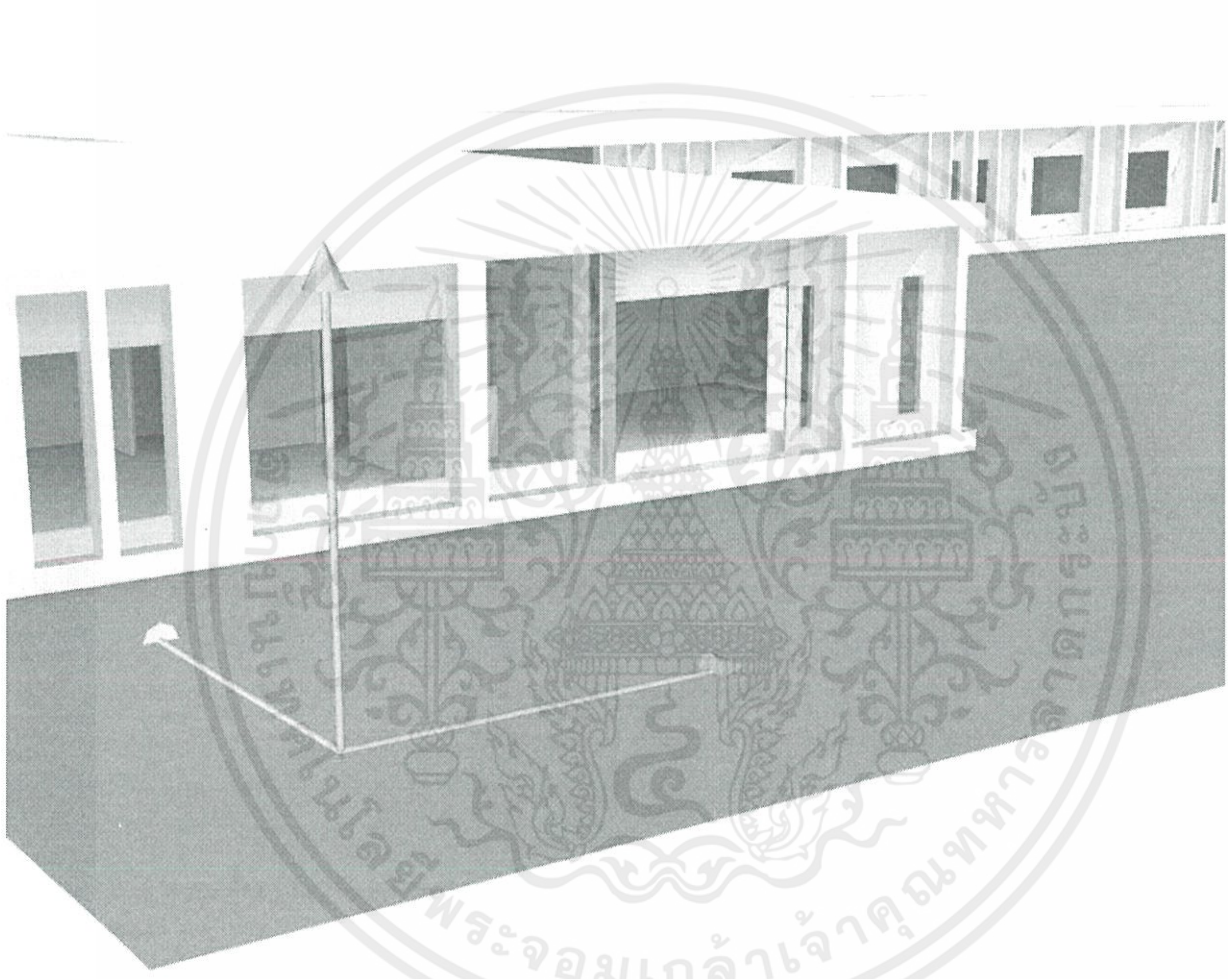
Summary of Results

Type	Quantity	Average [lx]	Min [lx]	Max [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
perpendicular	4	1829	39	19645	0.02	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

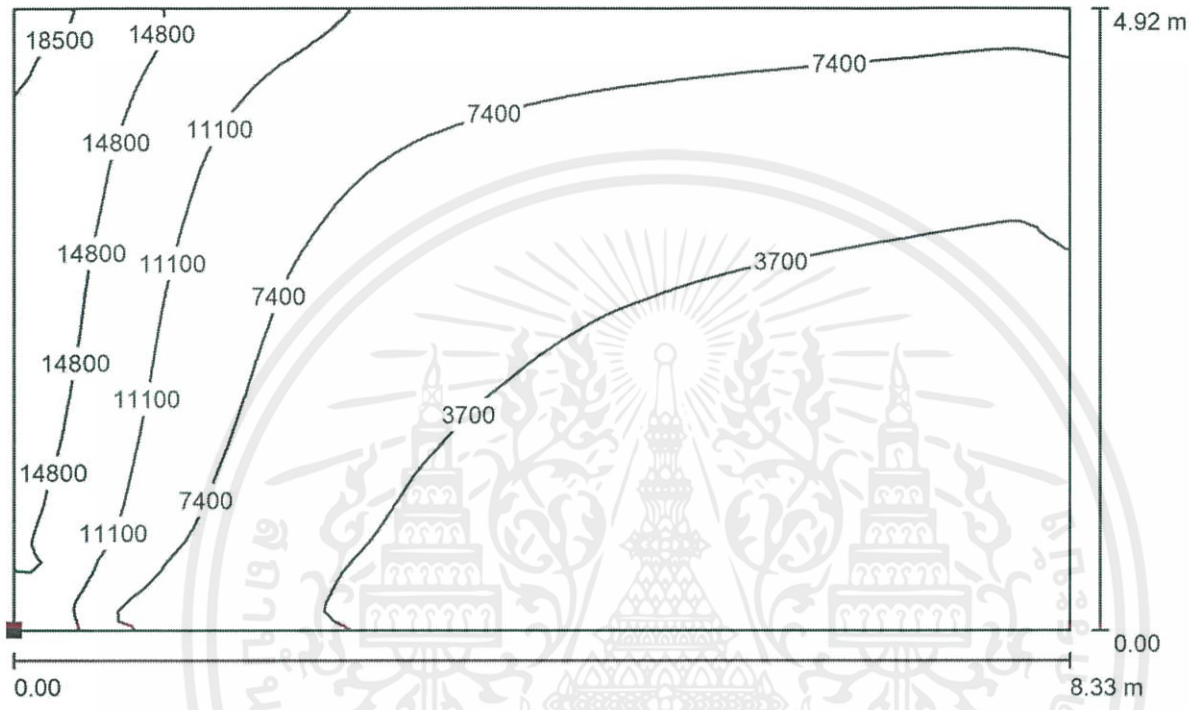
Exterior Scene 1 / 10 / 3D Rendering



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

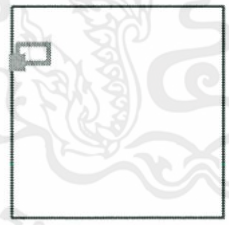
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 10 / Calculation Surface 3 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 60

Position of surface in external scene:
Marked point:
(-1.445 m, 37.881 m, 0.750 m)



Grid: 64 x 64 Points

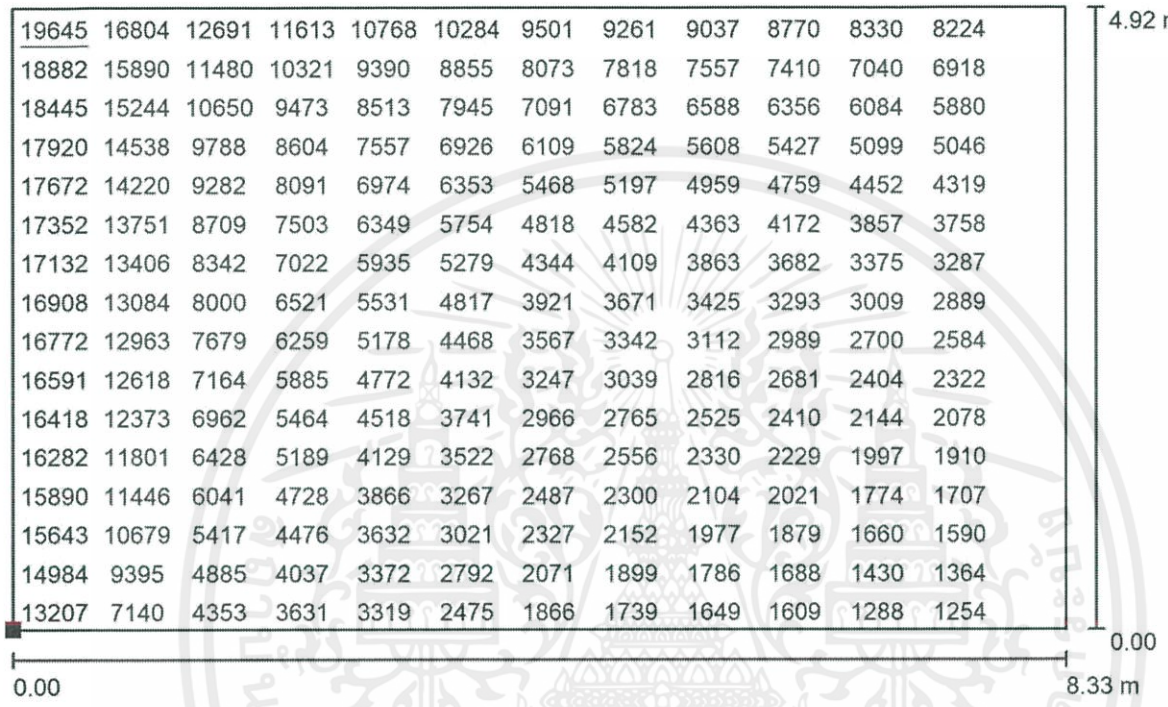
E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
6316	1249	19645	0.198	0.064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 10 / Calculation Surface 3 / Value Chart (E, Perpendicular)

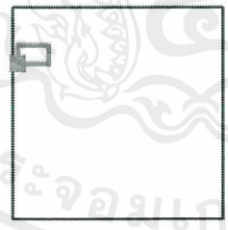
19645	16804	12691	11613	10768	10284	9501	9261	9037	8770	8330	8224
18882	15890	11480	10321	9390	8855	8073	7818	7557	7410	7040	6918
18445	15244	10650	9473	8513	7945	7091	6783	6588	6356	6084	5880
17920	14538	9788	8604	7557	6926	6109	5824	5608	5427	5099	5046
17672	14220	9282	8091	6974	6353	5468	5197	4959	4759	4452	4319
17352	13751	8709	7503	6349	5754	4818	4582	4363	4172	3857	3758
17132	13406	8342	7022	5935	5279	4344	4109	3863	3682	3375	3287
16908	13084	8000	6521	5531	4817	3921	3671	3425	3293	3009	2889
16772	12963	7679	6259	5178	4468	3567	3342	3112	2989	2700	2584
16591	12618	7164	5885	4772	4132	3247	3039	2816	2681	2404	2322
16418	12373	6962	5464	4518	3741	2966	2765	2525	2410	2144	2078
16282	11801	6428	5189	4129	3522	2768	2556	2330	2229	1997	1910
15890	11446	6041	4728	3866	3267	2487	2300	2104	2021	1774	1707
15643	10679	5417	4476	3632	3021	2327	2152	1977	1879	1660	1590
14984	9395	4885	4037	3372	2792	2071	1899	1786	1688	1430	1364
13207	7140	4353	3631	3319	2475	1866	1739	1649	1609	1288	1254



Values in Lux, Scale 1 : 60

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(-1.445 m, 37.881 m, 0.750 m)



Grid: 64 x 64 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
6316	1249	19645	0.198	0.064

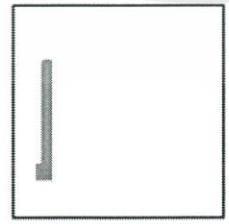
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 10 / Calculation Surface 4 / Isolines (E, Perpendicular)

Values in Lux, Scale 1 : 228

Position of surface in external scene:
Marked point:
(5.334 m, 8.826 m, 0.750 m)



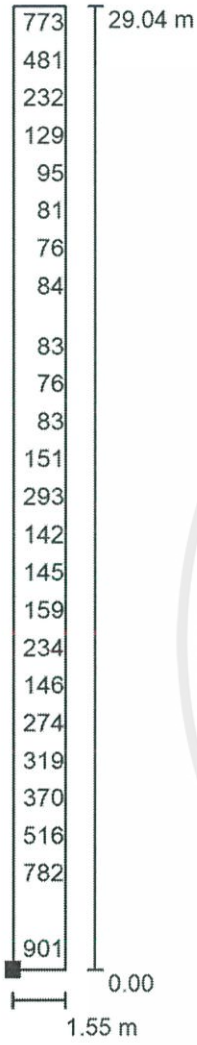
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
337	65	1926	0.194	0.034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

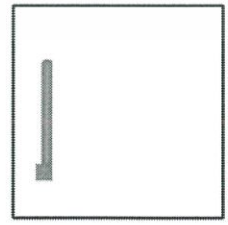
Exterior Scene 1 / 10 / Calculation Surface 4 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 228

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(5.334 m, 8.826 m, 0.750 m)



Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
337	65	1926	0.194	0.034

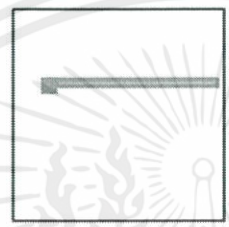
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 10 / Calculation Surface 5 / Isolines (E, Perpendicular)

Values in Lux, Scale 1 : 317

Position of surface in external scene:
Marked point:
(6.900 m, 32.531 m, 0.750 m)



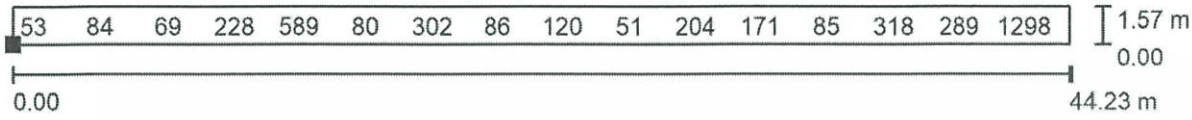
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
256	39	2507	0.153	0.016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

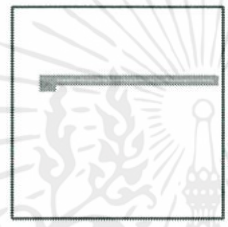
Exterior Scene 1 / 10 / Calculation Surface 5 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 317

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(6.900 m, 32.531 m, 0.750 m)



Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
256	39	2507	0.153	0.016

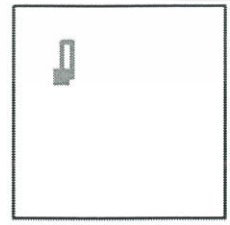
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 10 / Calculation Surface 6 / Isolines (E, Perpendicular)

Values in Lux, Scale 1 : 73

Position of surface in external scene:
Marked point:
(10.200 m, 34.100 m, 0.750 m)



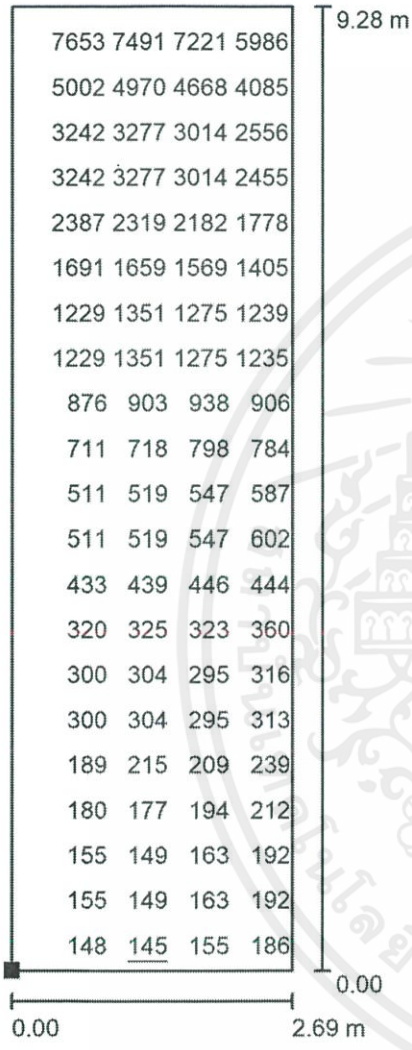
Grid: 64 x 32 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
1504	145	8139	0.096	0.018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

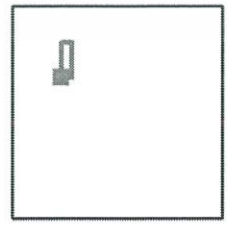
Exterior Scene 1 / 10 / Calculation Surface 6 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 73

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(10.200 m, 34.100 m, 0.750 m)



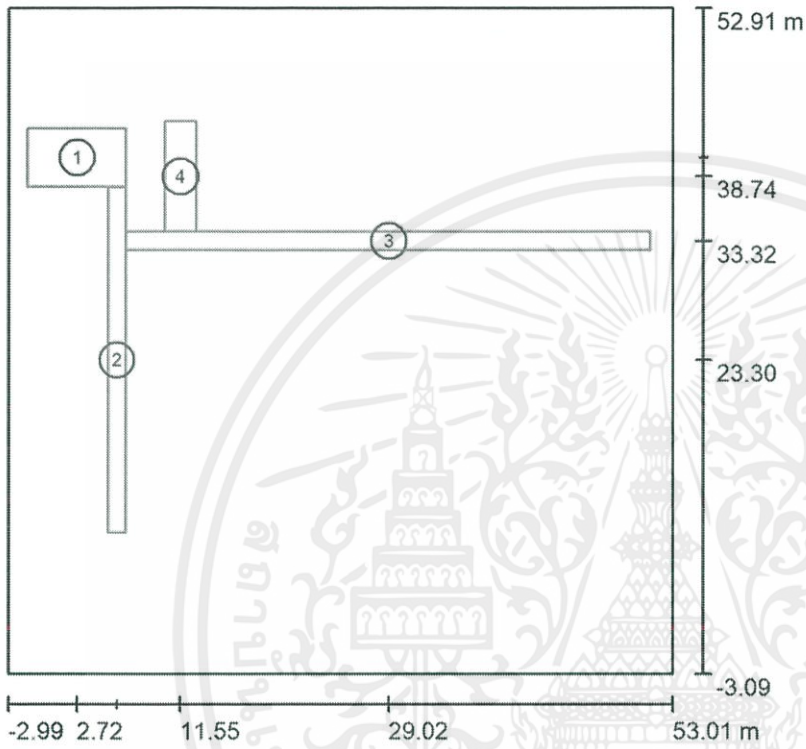
Grid: 64 x 32 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
1504	145	8139	0.096	0.018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 12 / Calculation surfaces (results overview)



Scale 1 : 638

Calculation Surface List

No.	Designation	Type	Grid	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
1	Calculation Surface 3	perpendicular	64 x 64	6101	1128	19440	0.185	0.058
2	Calculation Surface 4	perpendicular	128 x 16	191	44	1020	0.229	0.043
3	Calculation Surface 5	perpendicular	128 x 16	158	34	1374	0.214	0.025
4	Calculation Surface 6	perpendicular	64 x 32	1695	134	9806	0.079	0.014

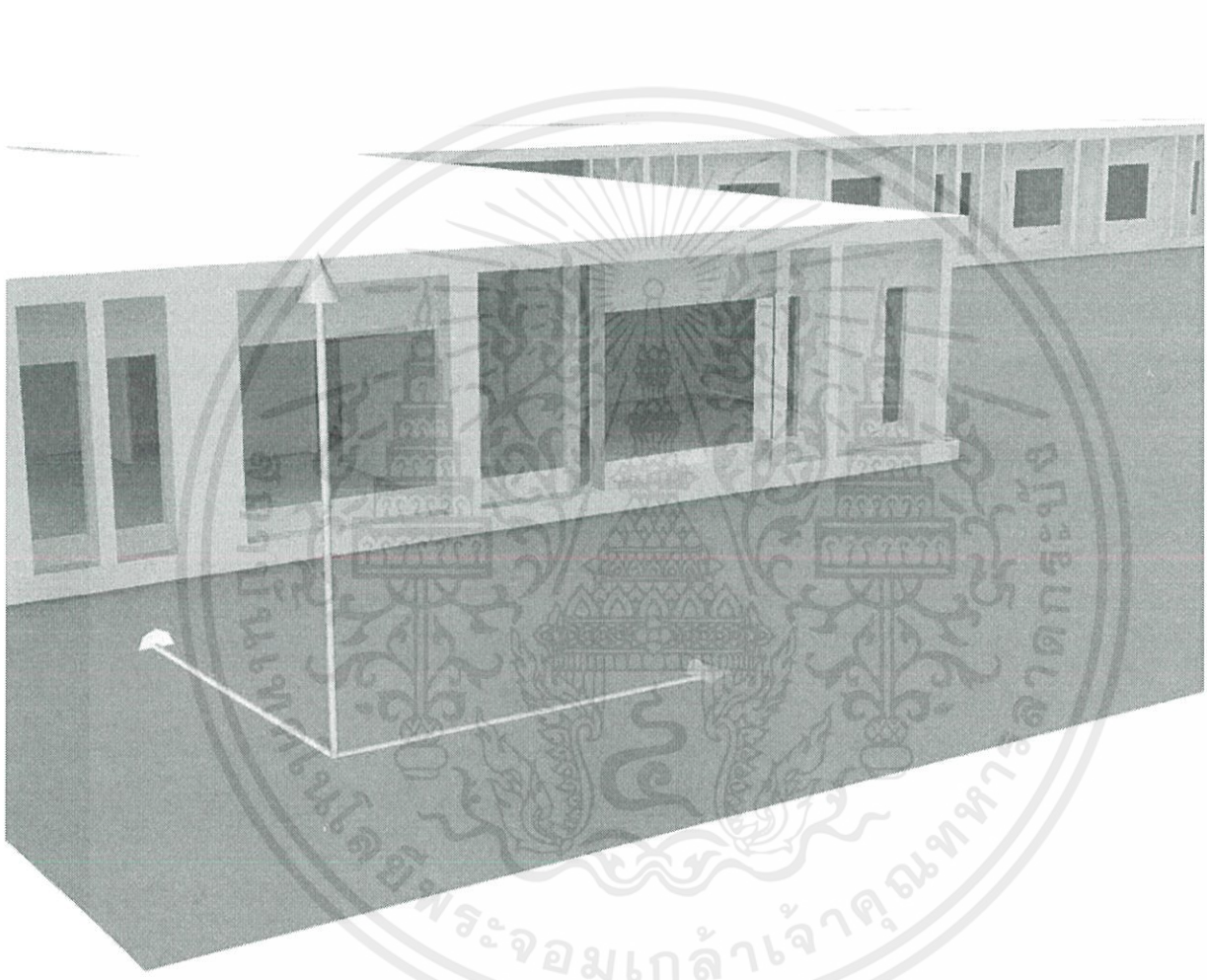
Summary of Results

Type	Quantity	Average [lx]	Min [lx]	Max [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
perpendicular	4	1732	34	19440	0.02	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

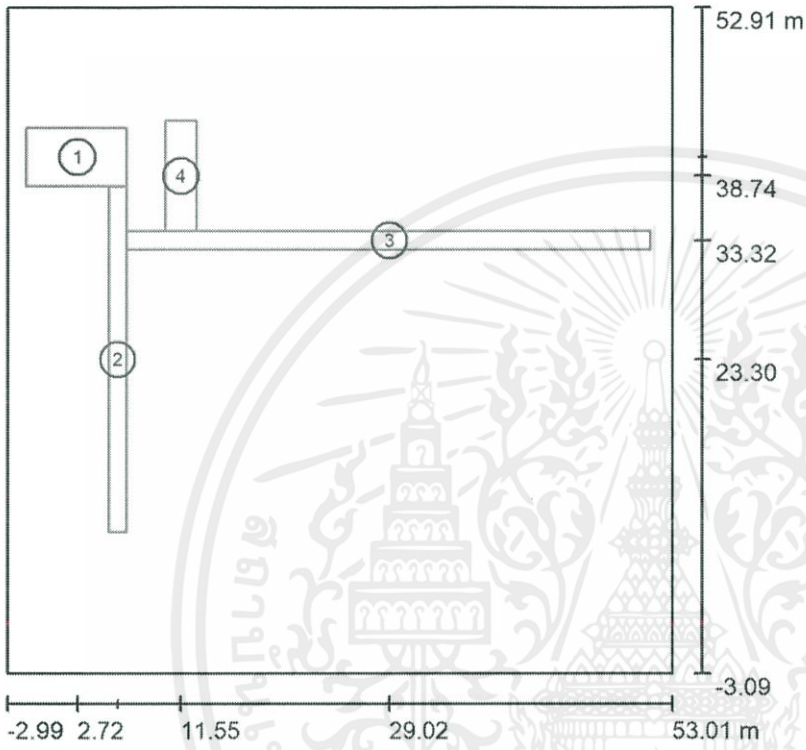
Exterior Scene 1 / 12 / 3D Rendering



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 14 / Calculation surfaces (results overview)



Scale 1 : 638

Calculation Surface List

No.	Designation	Type	Grid	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
1	Calculation Surface 3	perpendicular	64 x 64	11935	2770	26380	0.232	0.105
2	Calculation Surface 4	perpendicular	128 x 16	328	72	2723	0.220	0.027
3	Calculation Surface 5	perpendicular	128 x 16	286	54	2073	0.189	0.026
4	Calculation Surface 6	perpendicular	64 x 32	4142	325	20118	0.078	0.016

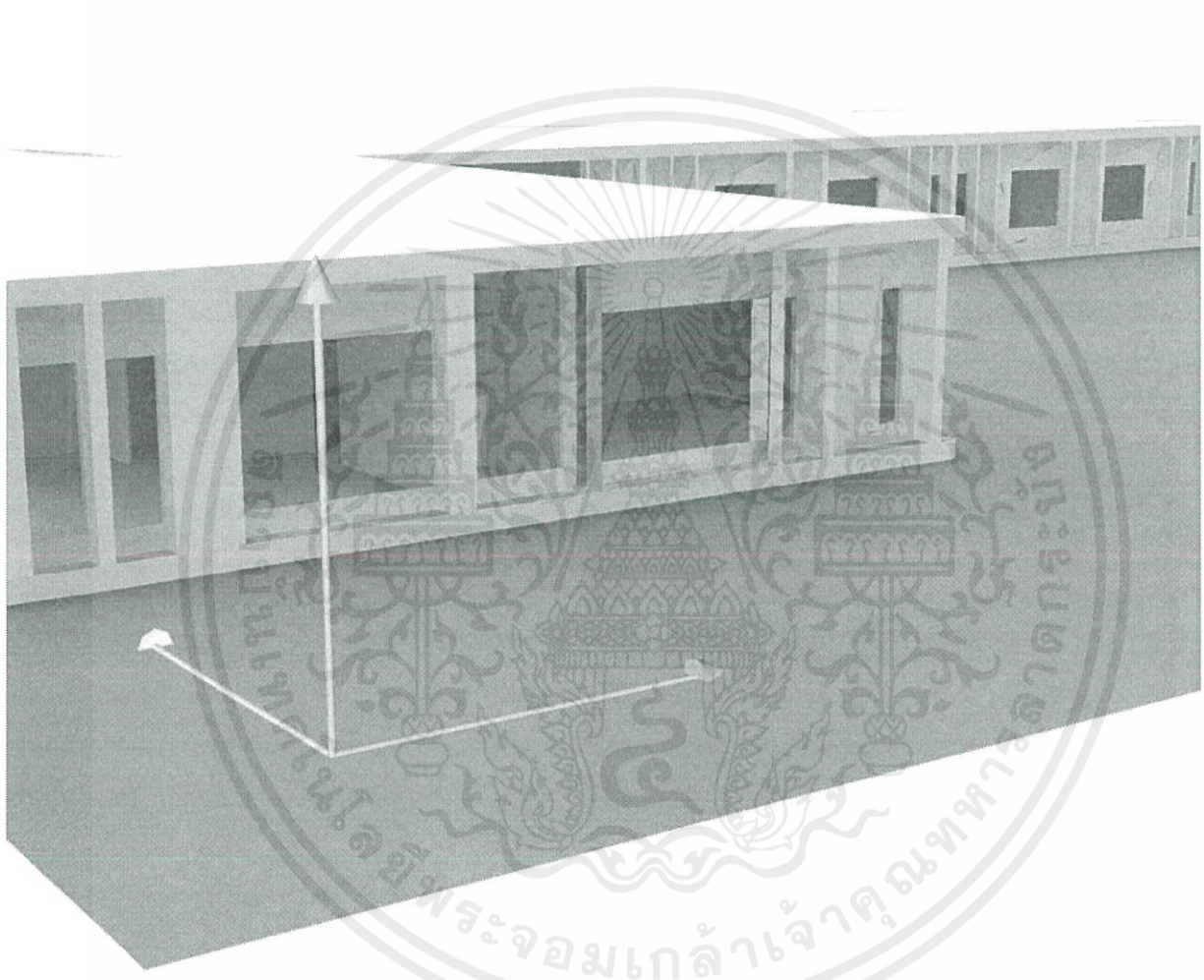
Summary of Results

Type	Quantity	Average [lx]	Min [lx]	Max [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
perpendicular	4	3483	54	26380	0.02	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

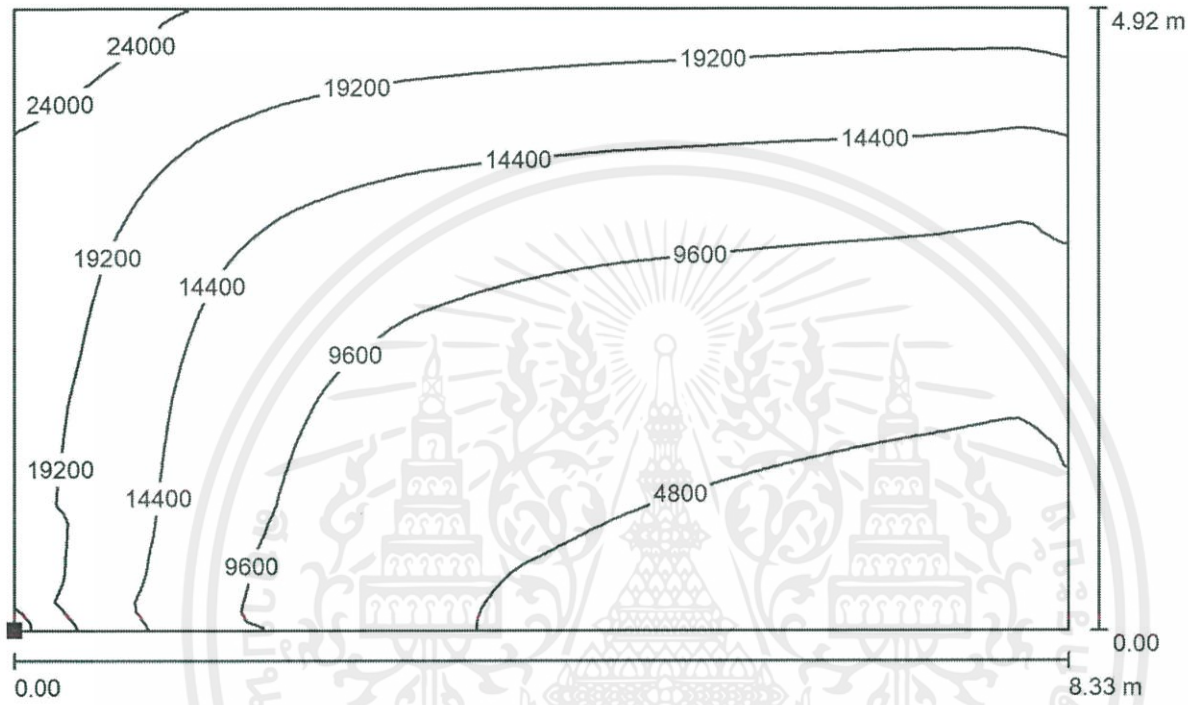
Exterior Scene 1 / 14 / 3D Rendering



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 14 / Calculation Surface 3 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 60

Position of surface in external scene:
Marked point:
(-1.445 m, 37.881 m, 0.750 m)

Grid: 64 x 64 Points

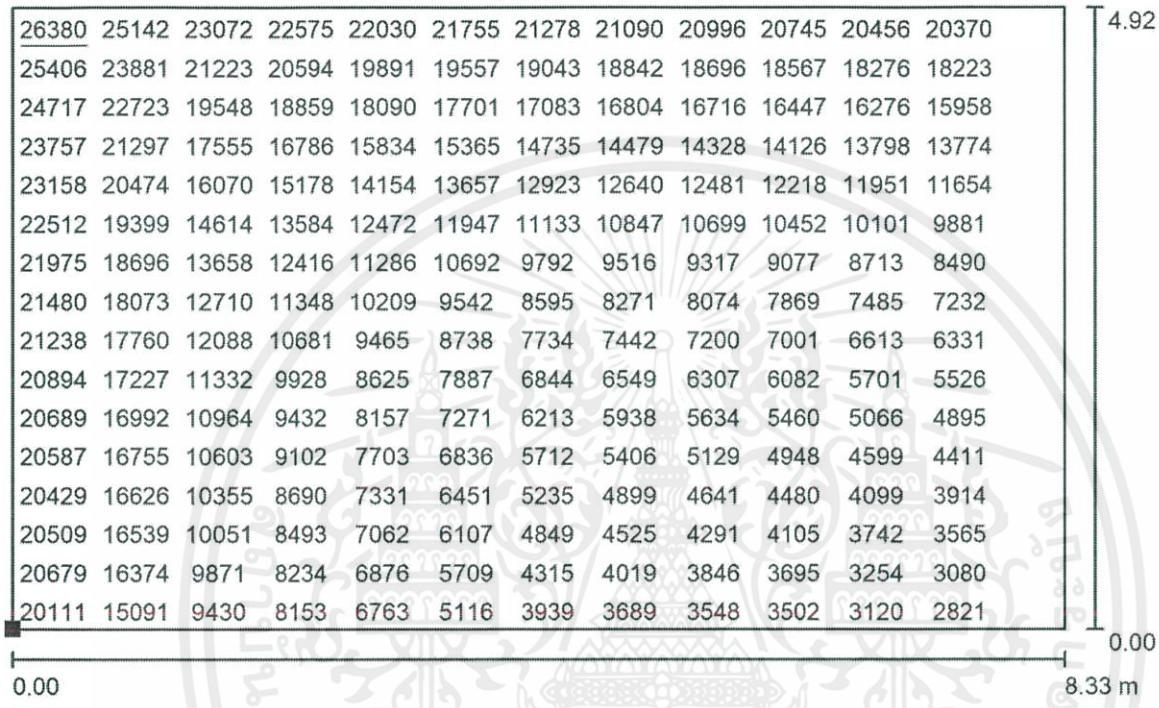
E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
11935	2770	26380	0.232	0.105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 14 / Calculation Surface 3 / Value Chart (E, Perpendicular)

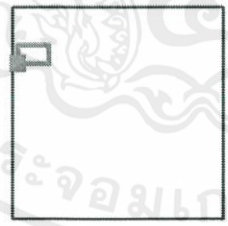
26380	25142	23072	22575	22030	21755	21278	21090	20996	20745	20456	20370
25406	23881	21223	20594	19891	19557	19043	18842	18696	18567	18276	18223
24717	22723	19548	18859	18090	17701	17083	16804	16716	16447	16276	15958
23757	21297	17555	16786	15834	15365	14735	14479	14328	14126	13798	13774
23158	20474	16070	15178	14154	13657	12923	12640	12481	12218	11951	11654
22512	19399	14614	13584	12472	11947	11133	10847	10699	10452	10101	9881
21975	18696	13658	12416	11286	10692	9792	9516	9317	9077	8713	8490
21480	18073	12710	11348	10209	9542	8595	8271	8074	7869	7485	7232
21238	17760	12088	10681	9465	8738	7734	7442	7200	7001	6613	6331
20894	17227	11332	9928	8625	7887	6844	6549	6307	6082	5701	5526
20689	16992	10964	9432	8157	7271	6213	5938	5634	5460	5066	4895
20587	16755	10603	9102	7703	6836	5712	5406	5129	4948	4599	4411
20429	16626	10355	8690	7331	6451	5235	4899	4641	4480	4099	3914
20509	16539	10051	8493	7062	6107	4849	4525	4291	4105	3742	3565
20679	16374	9871	8234	6876	5709	4315	4019	3846	3695	3254	3080
20111	15091	9430	8153	6763	5116	3939	3689	3548	3502	3120	2821



Values in Lux, Scale 1 : 60

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(-1.445 m, 37.881 m, 0.750 m)



Grid: 64 x 64 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
11935	2770	26380	0.232	0.105

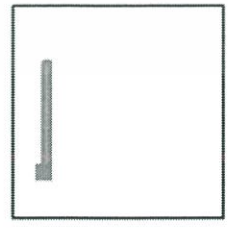
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 14 / Calculation Surface 4 / Isolines (E, Perpendicular)

Values in Lux, Scale 1 : 228

Position of surface in external scene:
Marked point:
(5.334 m, 8.826 m, 0.750 m)



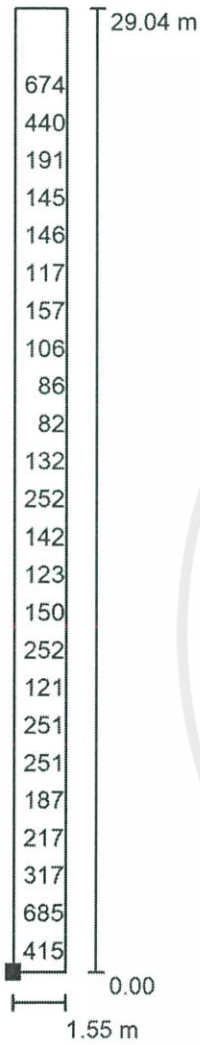
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
328	72	2723	0.220	0.027

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

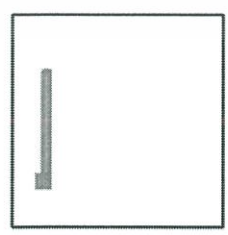
Exterior Scene 1 / 14 / Calculation Surface 4 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 228

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(5.334 m, 8.826 m, 0.750 m)



Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
328	72	2723	0.220	0.027

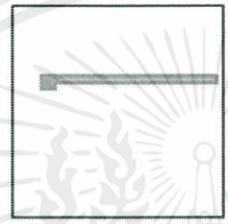
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 14 / Calculation Surface 5 / Isolines (E, Perpendicular)

Values in Lux, Scale 1 : 317

Position of surface in external scene:
Marked point:
(6.900 m, 32.531 m, 0.750 m)



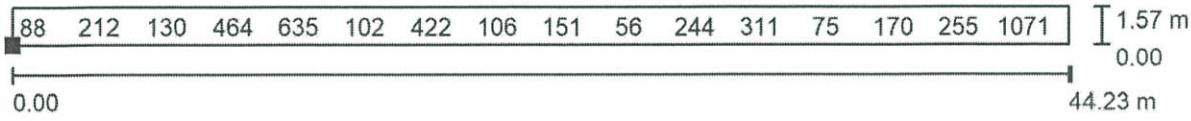
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
286	54	2073	0.189	0.026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

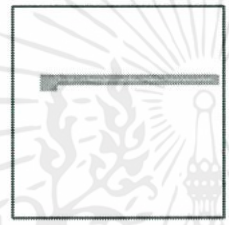
Exterior Scene 1 / 14 / Calculation Surface 5 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 317

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(6.900 m, 32.531 m, 0.750 m)



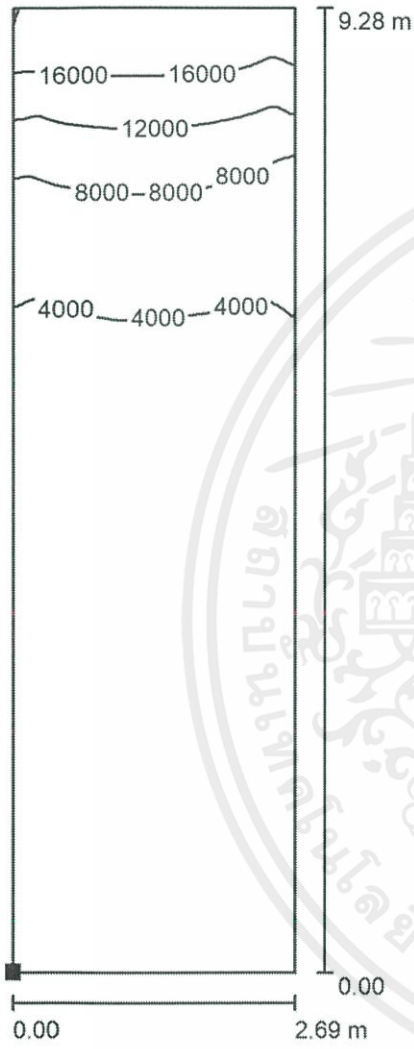
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
286	54	2073	0.189	0.026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

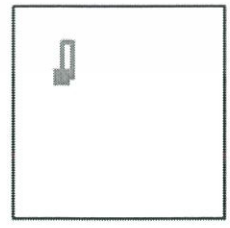
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 14 / Calculation Surface 6 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 73

Position of surface in external scene:
Marked point:
(10.200 m, 34.100 m, 0.750 m)



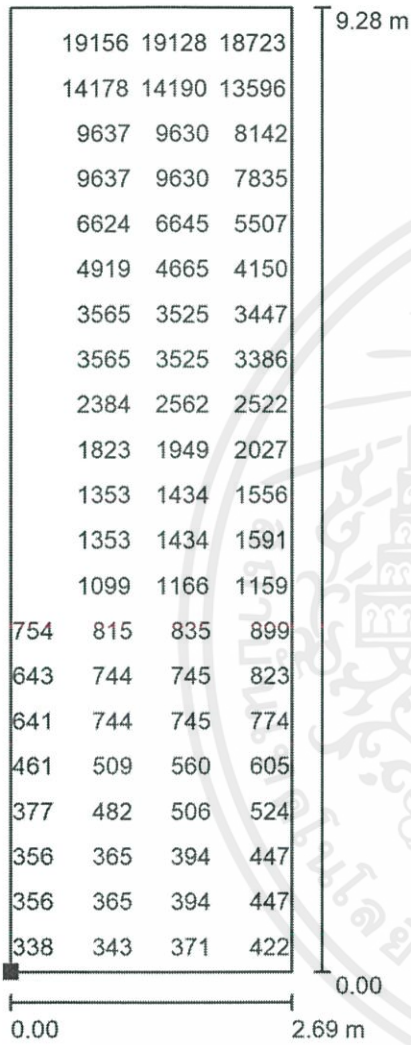
Grid: 64 x 32 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
4142	325	20118	0.078	0.016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

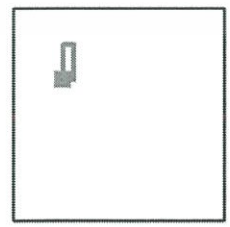
Exterior Scene 1 / 14 / Calculation Surface 6 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 73

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(10.200 m, 34.100 m, 0.750 m)



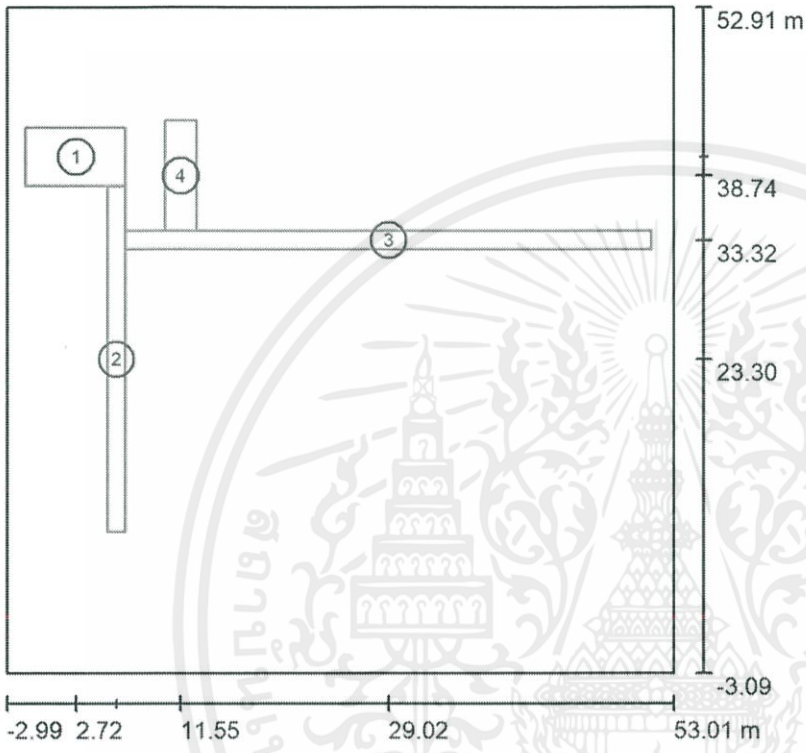
Grid: 64 x 32 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
4142	325	20118	0.078	0.016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 16 / Calculation surfaces (results overview)



Scale 1 : 638

Calculation Surface List

No.	Designation	Type	Grid	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
1	Calculation Surface 3	perpendicular	64 x 64	8692	2577	15900	0.296	0.162
2	Calculation Surface 4	perpendicular	128 x 16	279	59	2458	0.212	0.024
3	Calculation Surface 5	perpendicular	128 x 16	263	43	1666	0.165	0.026
4	Calculation Surface 6	perpendicular	64 x 32	3262	310	13369	0.095	0.023

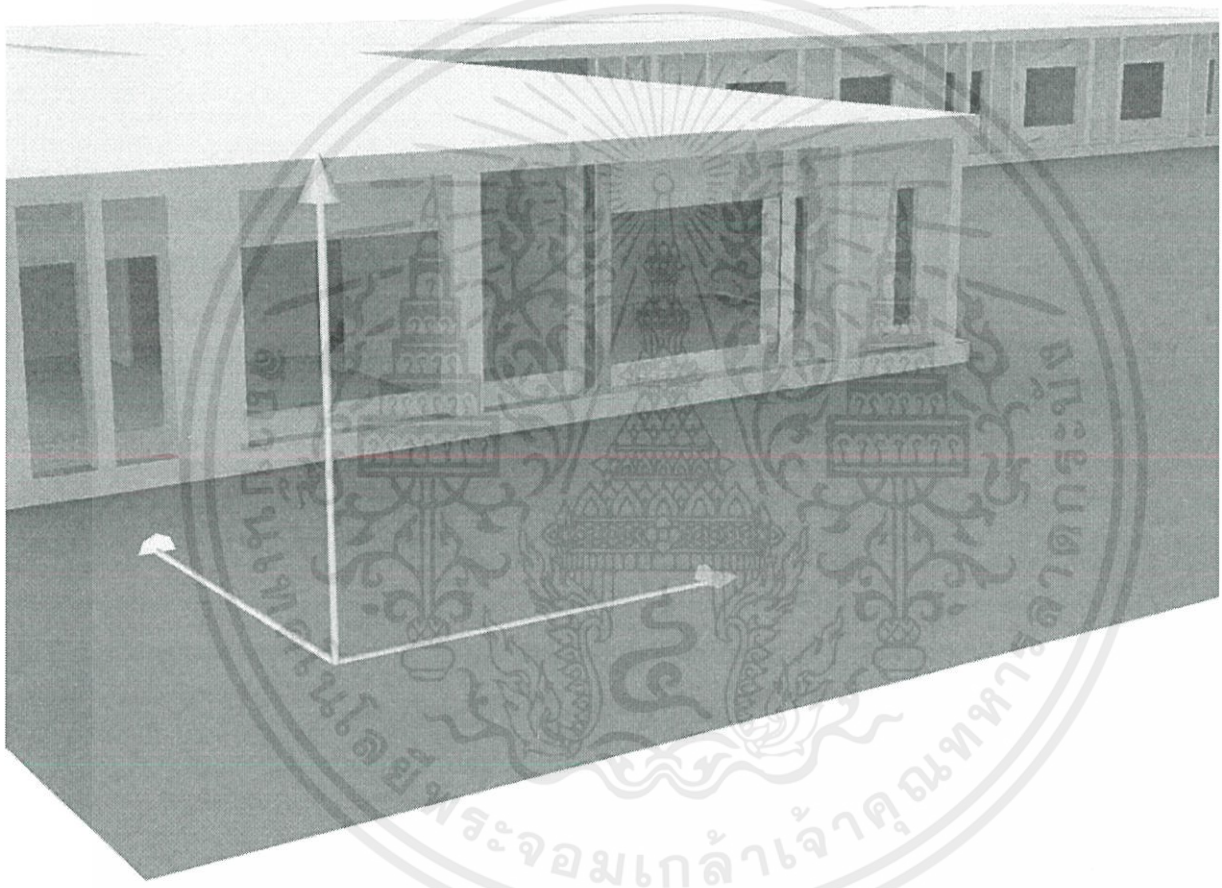
Summary of Results

Type	Quantity	Average [lx]	Min [lx]	Max [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
perpendicular	4	2602	43	15900	0.02	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

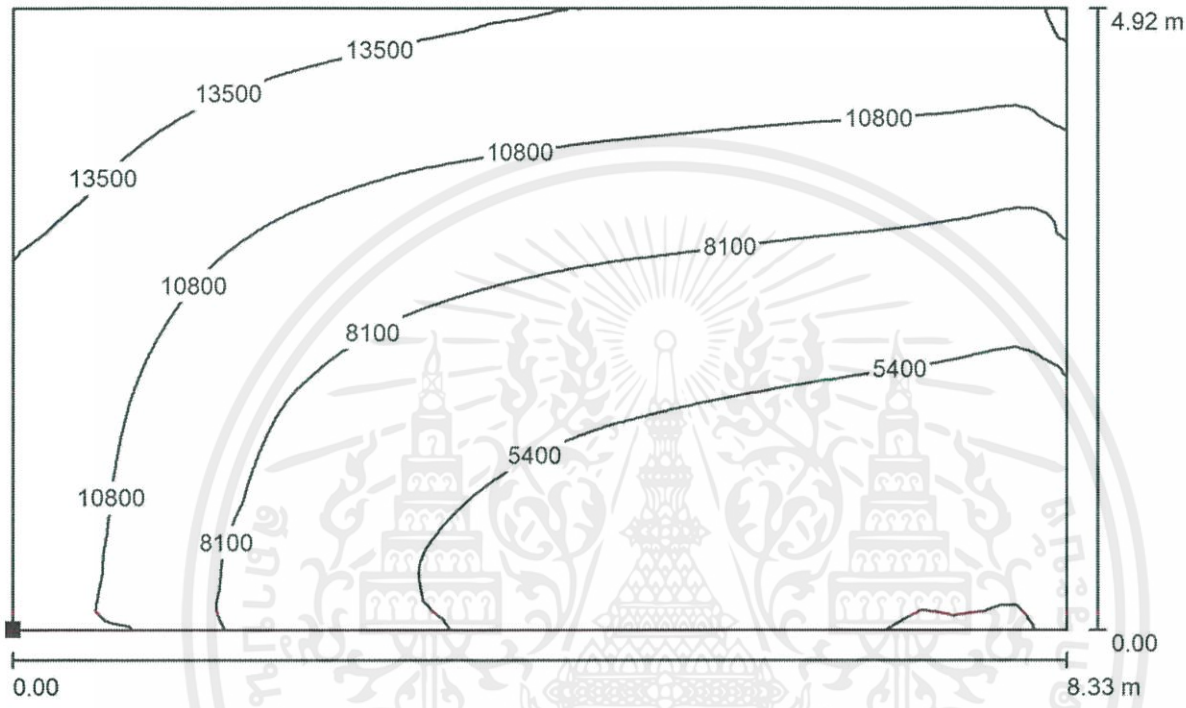
Exterior Scene 1 / 16 / 3D Rendering



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

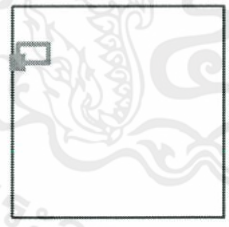
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 16 / Calculation Surface 3 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 60

Position of surface in external scene:
Marked point:
(-1.445 m, 37.881 m, 0.750 m)



Grid: 64 x 64 Points

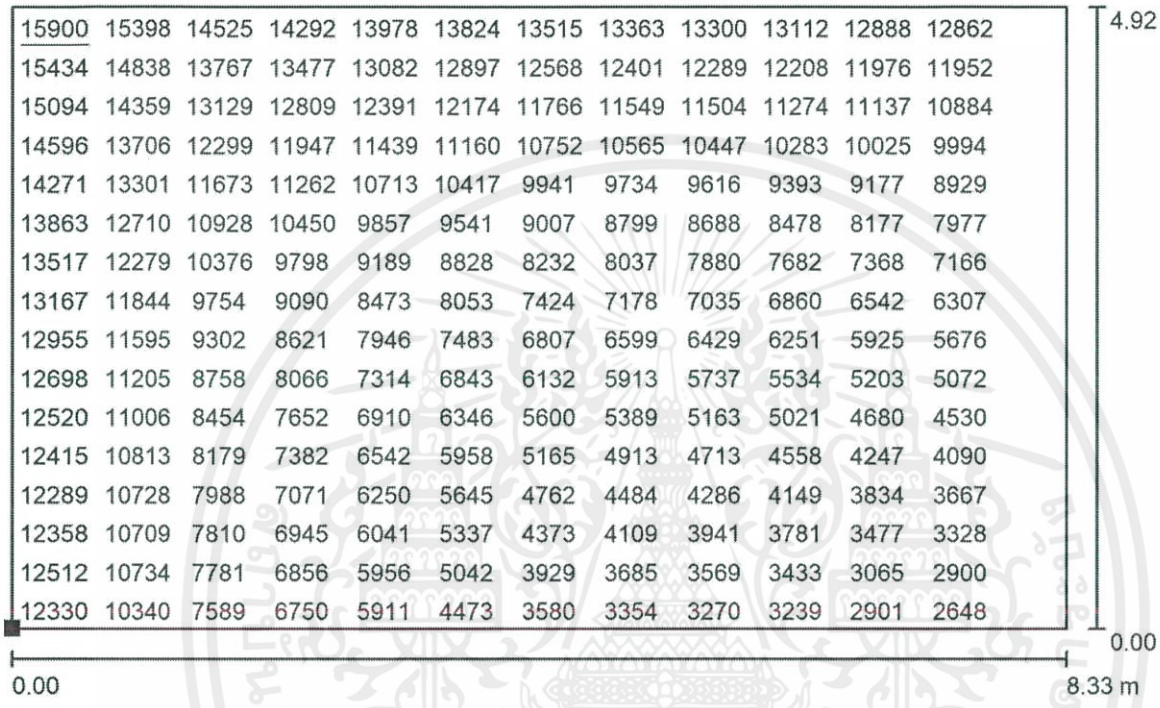
E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
8692	2577	15900	0.296	0.162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 16 / Calculation Surface 3 / Value Chart (E, Perpendicular)

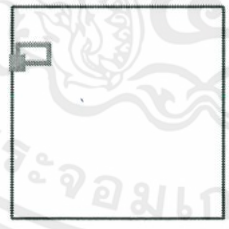
15900	15398	14525	14292	13978	13824	13515	13363	13300	13112	12888	12862
15434	14838	13767	13477	13082	12897	12568	12401	12289	12208	11976	11952
15094	14359	13129	12809	12391	12174	11766	11549	11504	11274	11137	10884
14596	13706	12299	11947	11439	11160	10752	10565	10447	10283	10025	9994
14271	13301	11673	11262	10713	10417	9941	9734	9616	9393	9177	8929
13863	12710	10928	10450	9857	9541	9007	8799	8688	8478	8177	7977
13517	12279	10376	9798	9189	8828	8232	8037	7880	7682	7368	7166
13167	11844	9754	9090	8473	8053	7424	7178	7035	6860	6542	6307
12955	11595	9302	8621	7946	7483	6807	6599	6429	6251	5925	5676
12698	11205	8758	8066	7314	6843	6132	5913	5737	5534	5203	5072
12520	11006	8454	7652	6910	6346	5600	5389	5163	5021	4680	4530
12415	10813	8179	7382	6542	5958	5165	4913	4713	4558	4247	4090
12289	10728	7988	7071	6250	5645	4762	4484	4286	4149	3834	3667
12358	10709	7810	6945	6041	5337	4373	4109	3941	3781	3477	3328
12512	10734	7781	6856	5956	5042	3929	3685	3569	3433	3065	2900
12330	10340	7589	6750	5911	4473	3580	3354	3270	3239	2901	2648



Values in Lux, Scale 1 : 60

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(-1.445 m, 37.881 m, 0.750 m)



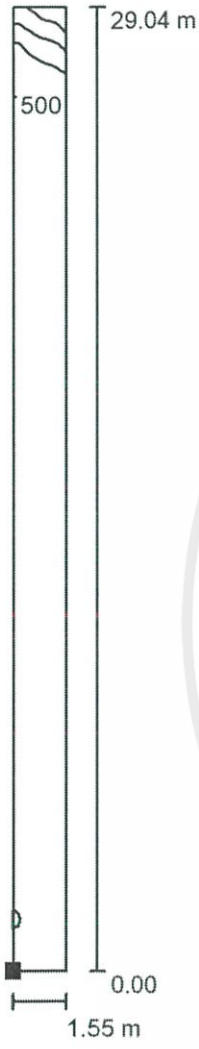
Grid: 64 x 64 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
8692	2577	15900	0.296	0.162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

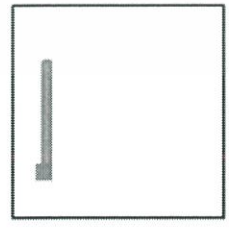
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 16 / Calculation Surface 4 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 228

Position of surface in external scene:
Marked point:
(5.334 m, 8.826 m, 0.750 m)



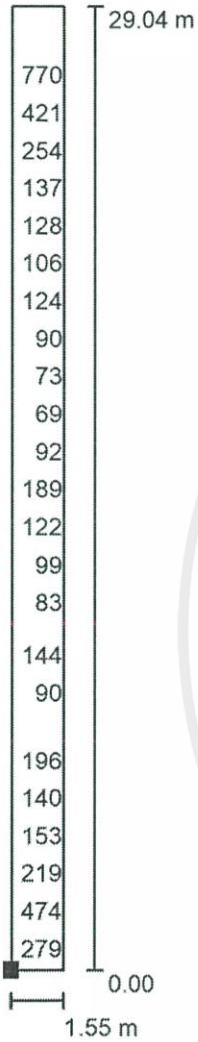
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
279	59	2458	0.212	0.024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

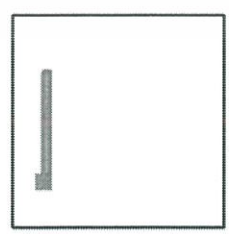
Exterior Scene 1 / 16 / Calculation Surface 4 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 228

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(5.334 m, 8.826 m, 0.750 m)



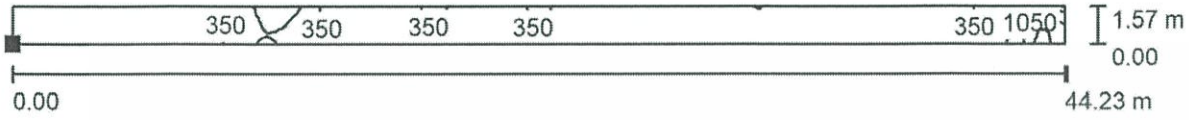
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
279	59	2458	0.212	0.024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

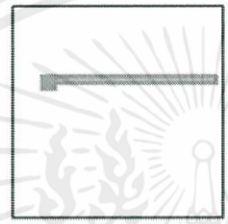
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 16 / Calculation Surface 5 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 317

Position of surface in external scene:
Marked point:
(6.900 m, 32.531 m, 0.750 m)



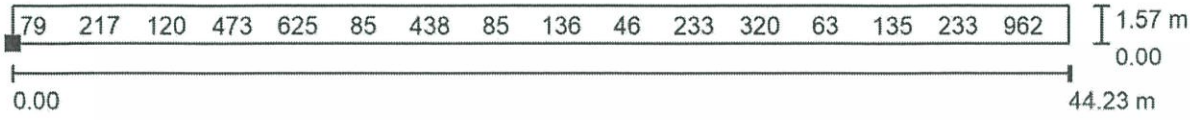
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
263	43	1666	0.165	0.026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

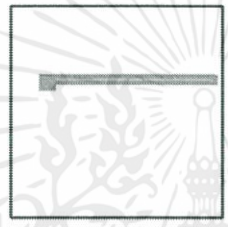
Exterior Scene 1 / 16 / Calculation Surface 5 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 317

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(6.900 m, 32.531 m, 0.750 m)



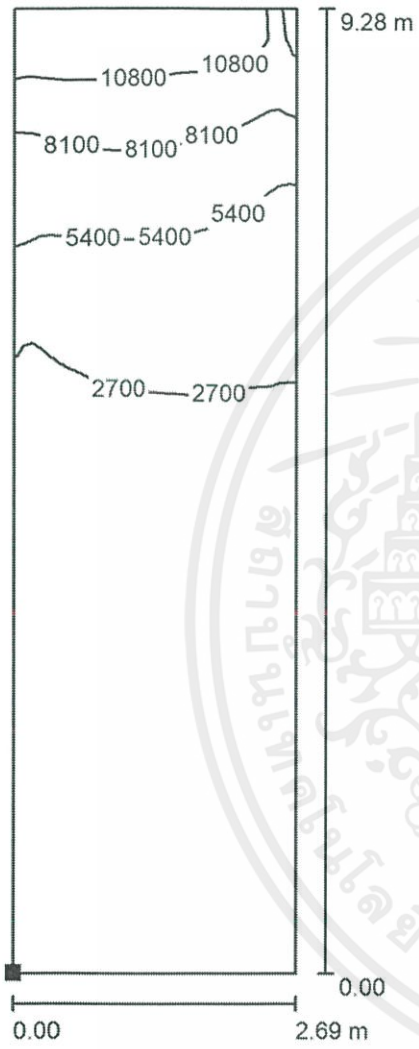
Grid: 128 x 16 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
263	43	1666	0.165	0.026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

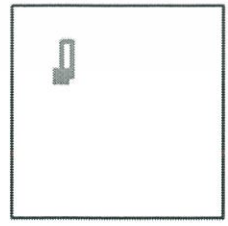
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 16 / Calculation Surface 6 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 73

Position of surface in external scene:
Marked point:
(10.200 m, 34.100 m, 0.750 m)



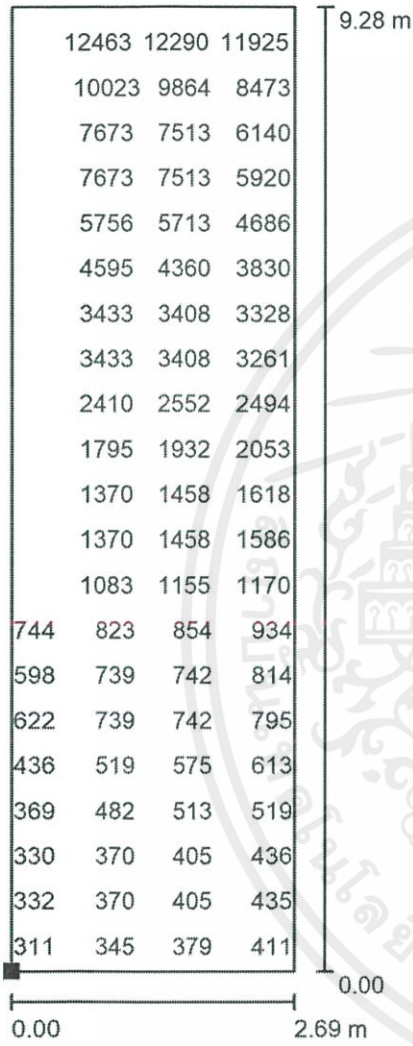
Grid: 64 x 32 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
3262	310	13369	0.095	0.023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

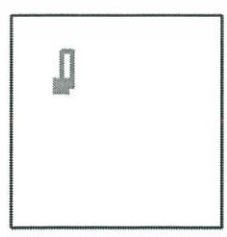
Exterior Scene 1 / 16 / Calculation Surface 6 / Value Chart (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 73

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in external scene:
Marked point:
(10.200 m, 34.100 m, 0.750 m)



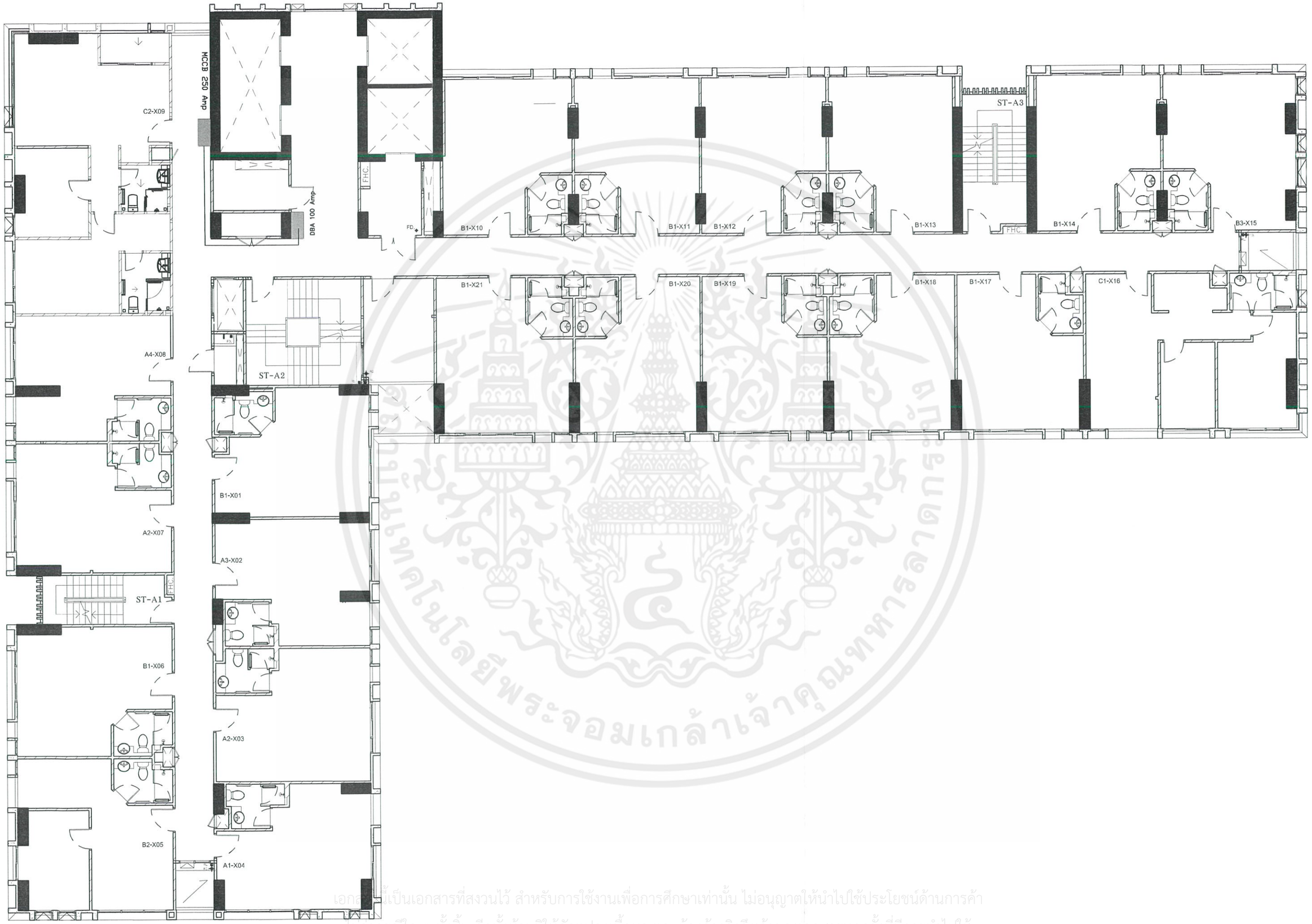
Grid: 64 x 32 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
3262	310	13369	0.095	0.023

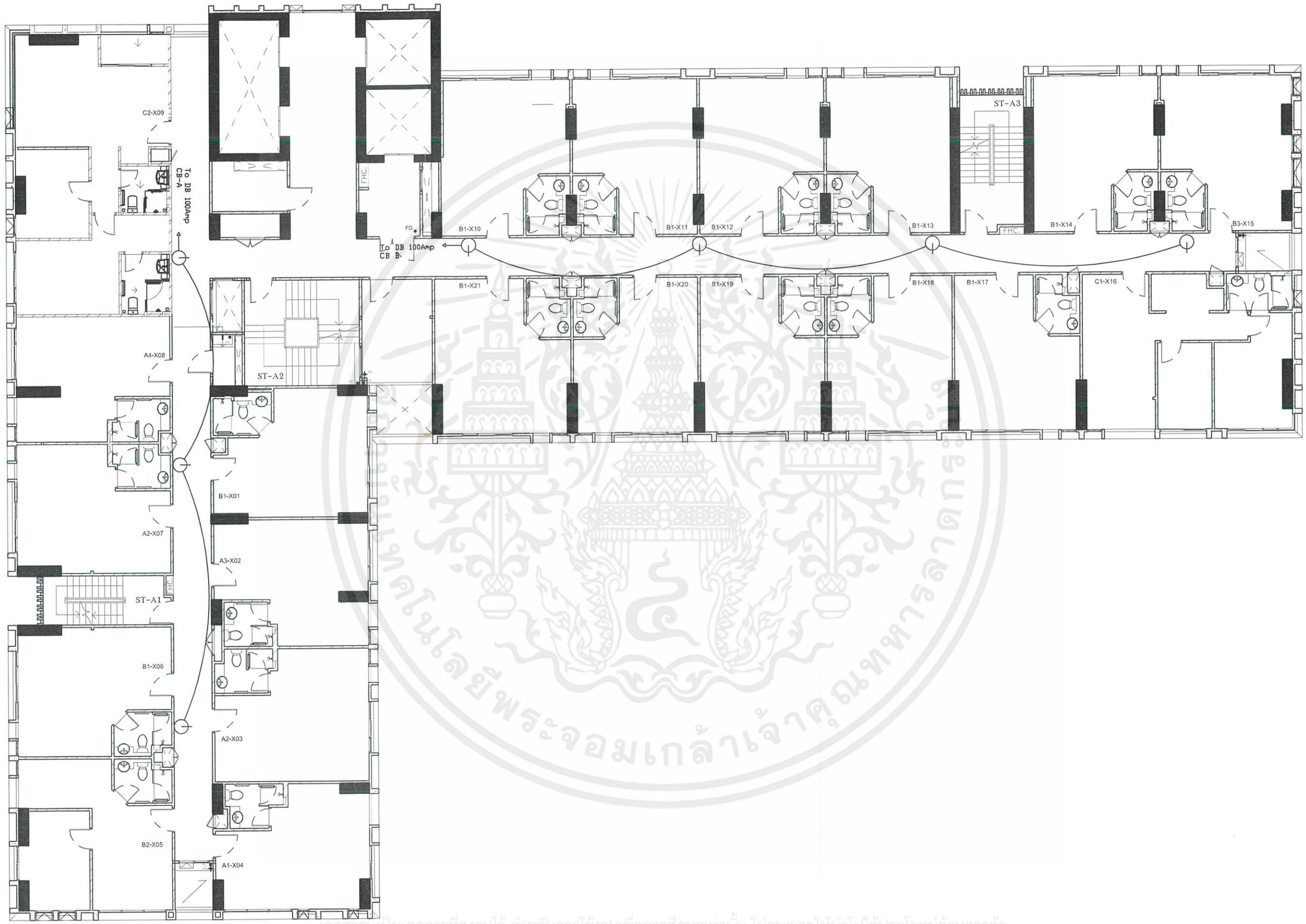
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก III

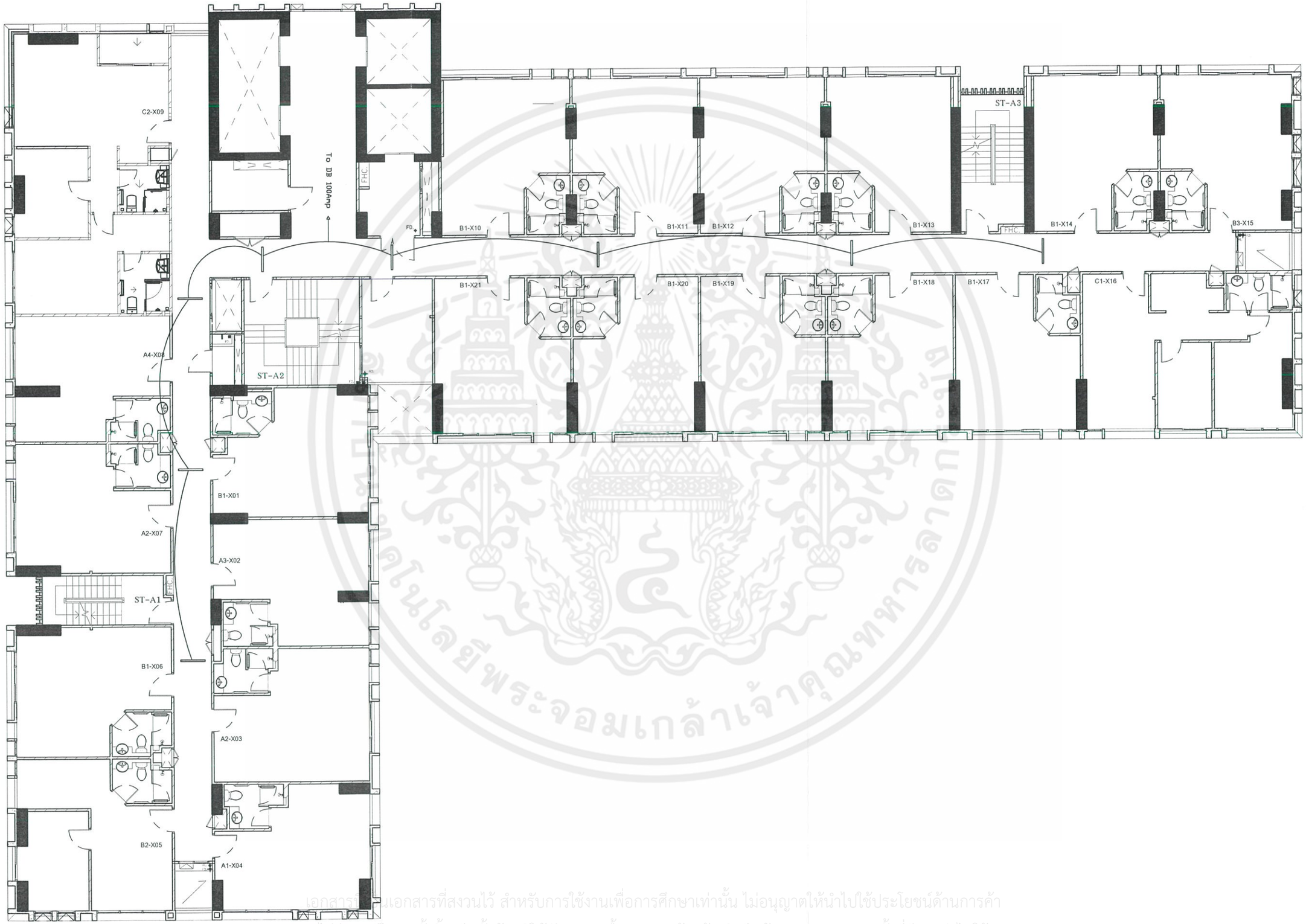
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



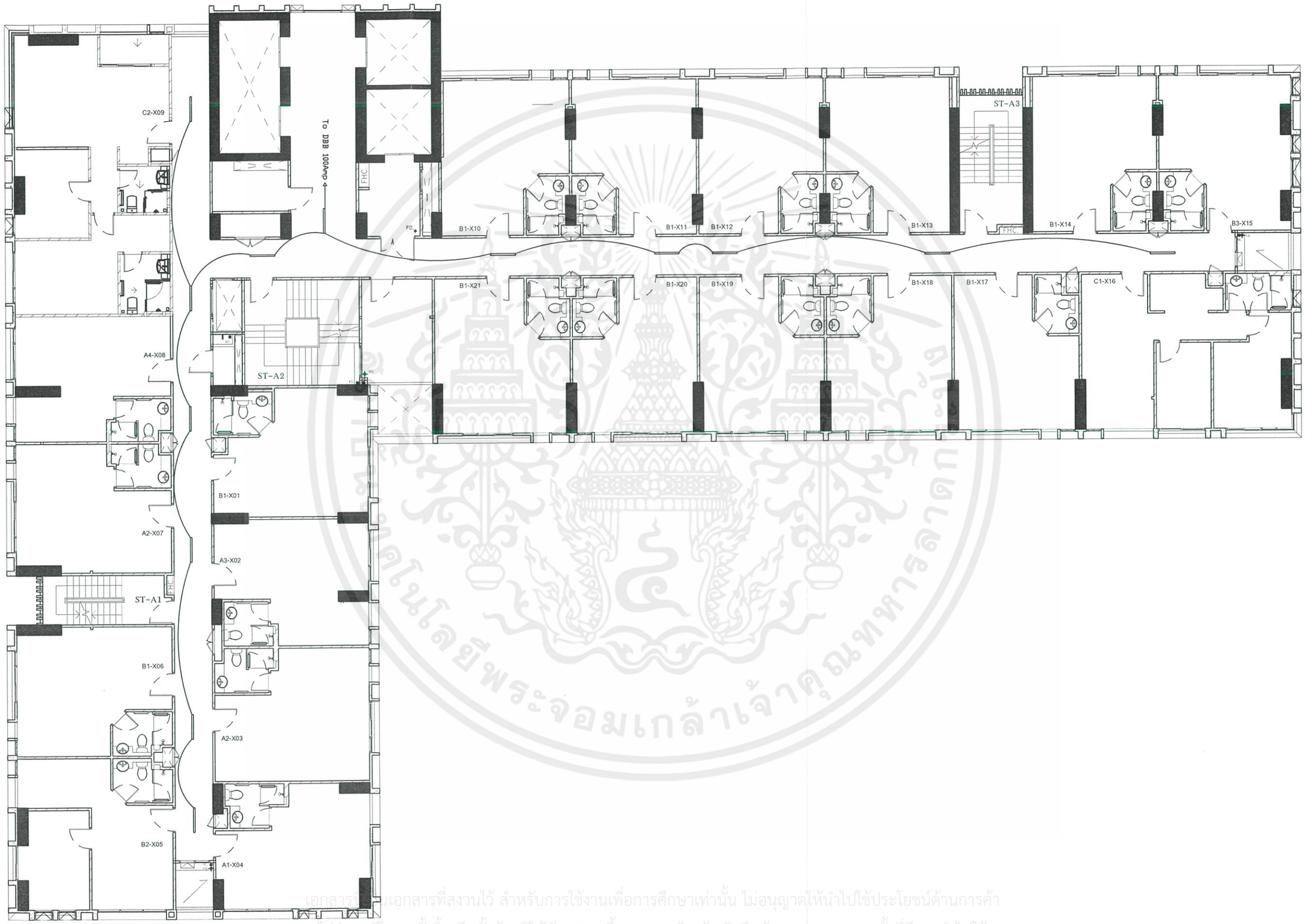
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



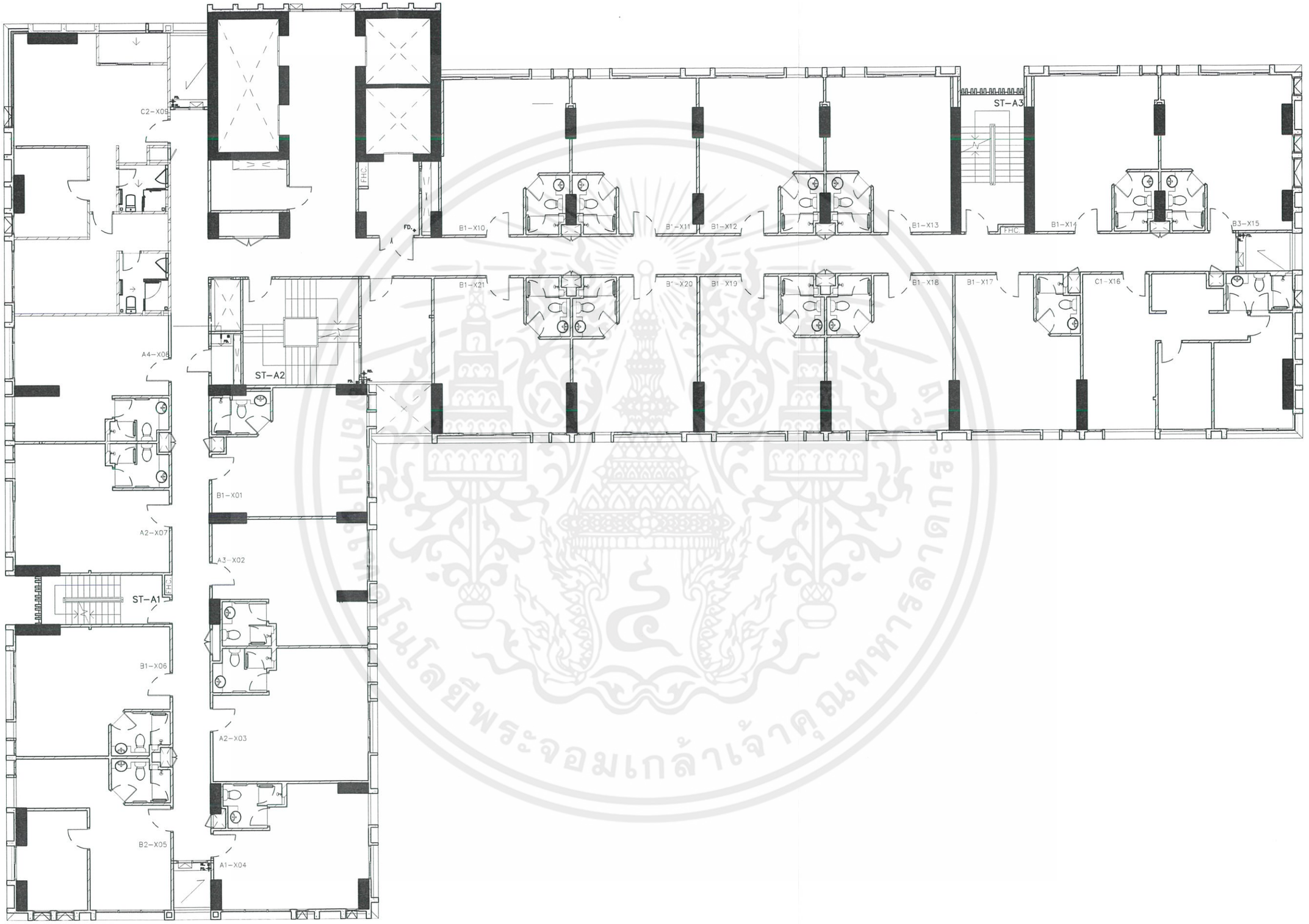
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



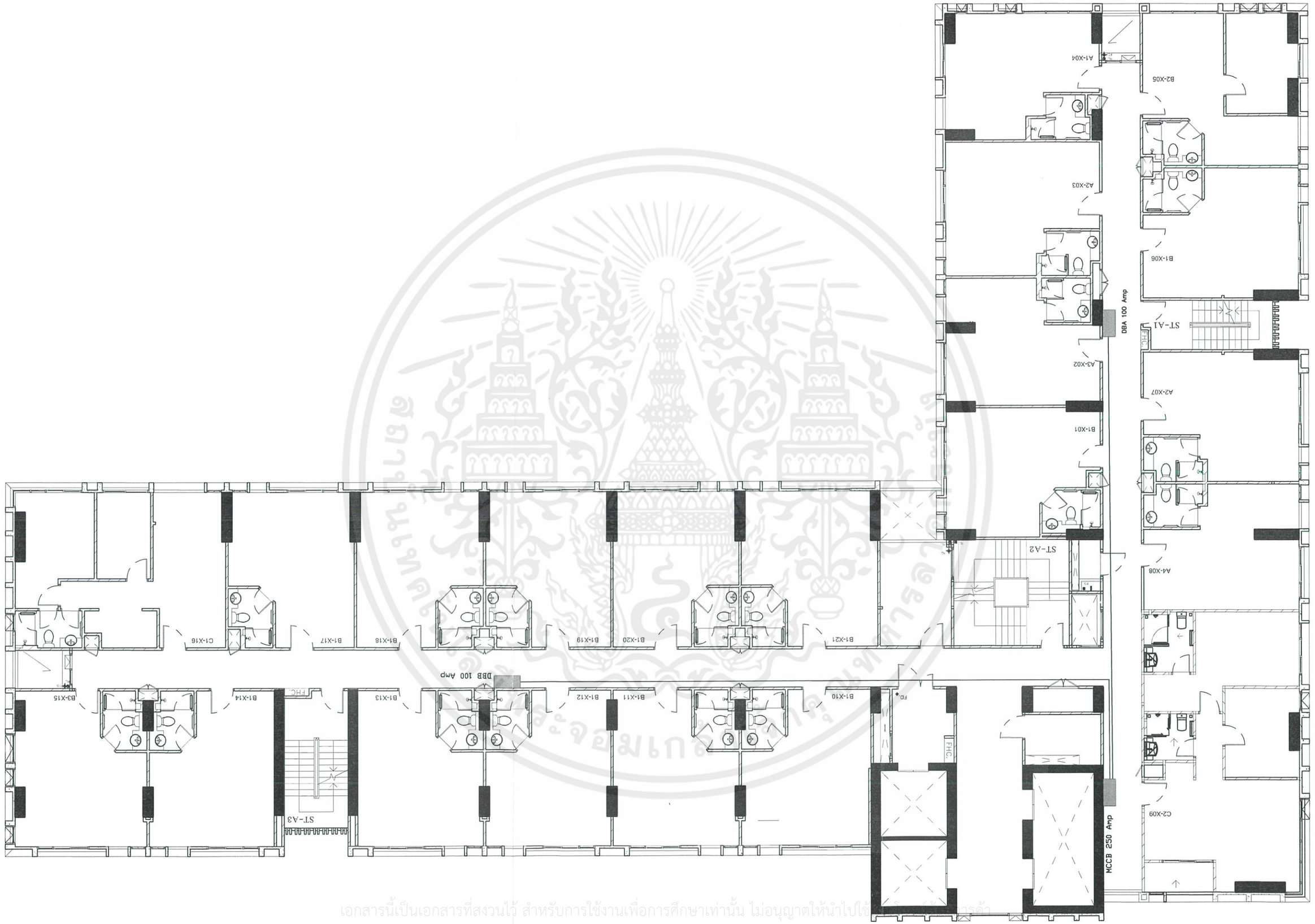
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ... การค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก IV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณโหลด

จากตารางที่ 3-1 กำหนดให้เต้ารับ เต้าละ 2,000 VA

กลุ่มวงจรย่อย	จำนวนโหลด	กำลังไฟฟ้า (VA)
A	3	6,000
B	4	8,000
C	8	256

วงจร A ; 3 x 2000 = 6000 VA

หากระแส ; $\frac{6000}{230}$ = 26.09 A

เลือก CB 32 AT 63 AF

นำ CB ไปเลือกสายโดยใช้ตารางที่ 5-23 วสท.2556 โดยจะคิดให้เป็นสายอยู่ในกลุ่ม 6 เพราะจะนำไปฝังพื้นคอนกรีต

จะได้ขนาดสาย คือ 2x2.5 sqmm.

เลือกใช้สายชนิด VCT เนื่องจากมีราคาไม่แพงนัก

วงจร B ; 4 x 2000 = 8000 VA

หากระแส ; $\frac{8000}{230}$ = 34.78 A

เลือก CB 40 AT 63 AF

นำ CB ไปเลือกสายโดยใช้ตารางที่ 5-23 วสท.2556 โดยจะคิดให้เป็นสายอยู่ในกลุ่ม 6 เพราะจะนำไปฝังพื้นคอนกรีต

จะได้ขนาดสาย คือ 2x4 sqmm.

เลือกใช้สายชนิด VCT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร C ; โหลดแสงสว่าง โคมละ 16w pf=0.5 จำนวน 8 โคม

จากสมการ $PF = \frac{P}{S}$

$0.5 = \frac{16}{S}$

S = 32 VA

8 โคมจะได้ 256 VA

หากระแส ; $\frac{256}{230}$ = 1.11 A

เลือก CB 16 AT 63 AF

นำ CB ไปเลือกสายโดยใช้ตารางที่ 5-23 วสท.2556 โดยจะคิดให้เป็นสายอยู่ในกลุ่ม 6 เพราะจะนำไปฝังพื้นคอนกรีต

จะได้ขนาดสาย คือ 2x2.5 sqmm.

เลือกใช้สายชนิด VAF เพราะมีราคาถูก และใช้งานกับหลอดไฟได้

จัดทำตารางโหลดจะได้

LOAD SCHEDULE FOR 4th-15th FLOORS							
NO	DESCRIPTION	LOAD (VA)	CIRCUIT BREAKER			WIRE TYPE	WIRE SIZE (SQMM.)
			AT	AF	POLE		
1	RECEPTACLE (A)	6000	32	63	1	VCT	2x2.5
2	RECEPTACLE (B)	8000	40	63	1	VCT	2x4
3	LIGTHING (C)	256	16	63	1	VAF	2x2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าชั่วคราวเพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไปหรือสิ่งปลูกสร้าง การจัดงานขึ้นเป็นกรณีพิเศษชั่วคราว หรือการใช้ในกรณีต่างๆ เป็นการชั่วคราว โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า (ทุกระดับแรงดัน)	หน่วยละ	6.8025	บาท

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้อัตราประเภทนี้ หากประสงค์จะขอเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้าเป็น การถาวรหรือการไฟฟ้านครหลวงตรวจพบว่าได้เปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้าเป็น การถาวรแล้ว เช่น ประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม บ้านอยู่อาศัย ฯลฯ จะต้องยื่นคำร้องขอใช้ไฟฟ้าถาวรที่การไฟฟ้านครหลวงเขต พร้อมกับเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ภายในให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด และชำระเงินค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้าแบบถาวรให้ครบถ้วนตามหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้านครหลวง โดยจะจัดเข้าในประเภทที่ 1-7 แล้วแต่กรณีตามลักษณะการไฟฟ้า

ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

1. อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เป็นอัตราที่เรียกเก็บรายเดือน ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
2. ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือน ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน และค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t) ซึ่งจะมีการเรียกเก็บ F_t ทุกเดือน โดยแยกเป็นรายการในใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้า ทั้งนี้ F_t ที่เรียกเก็บจะปรับเปลี่ยนทุกๆ 4 เดือน โดยกำหนดให้ F_t เป็นอัตราคงที่ต่อหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้าใหม่นี้เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนพฤศจิกายน 2561 เป็นต้นไป

การไฟฟ้านครหลวง
Metropolitan Electricity Authority

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 8 ◉ **ไฟฟ้าชั่วคราว**

ผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	2021.76	หน่วยต่อเดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดย อัตโนมัติ (F_t)	-15.90	สตางค์/หน่วย

คำนวณใหม่

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

หน่วยละ	6.8025	บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	**13,753.02**	บาท

ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)

จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	-321.46	บาท

ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t) x 7/100	940.21	บาท
รวมเงินค่าไฟฟ้า	**14,371.77**	บาท

PRINT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 8 ◉ **ไฟฟ้าชั่วคราว**

ผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	1105.92	หน่วยต่อเดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดย อัตโนมัติ (F_t)	-15.90	สตางค์/หน่วย

คำนวณใหม่

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

หน่วยละ	6.8025	บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	**7,523.02**	บาท

ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)

จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	-175.84	บาท

ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t) x 7/100	514.30	บาท

รวมเงินค่าไฟฟ้า	**7,861.48**	บาท

PRINT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SITE : 4012

MATERIAL RENTAL LIST BY SITE

PERIOD : 01/10/2018 - 31/10/2018

DATE 01/11/2018

MATERIAL CODE	NAME	DAY OF USE	PERIOD	QTY.	UNIT	RENTAL/UNIT	AMOUNT	EXPENSE CODE
133020-1120000	ELECTRIC PANEL BOARD SDB	01/10 - 28/10	28	65.	UNIT	30.	54,600.00	43
		29/10 - 31/10	3	64.	UNIT	30.	5,760.00	43
133020-1250000	ELECTRIC PANEL BOARD SDB	01/10 - 31/10	31	7.	UNIT	30.	6,510.00	43
133020-1260000	ELECTRIC PANEL BOARD SDB	01/10 - 31/10	31	4.	UNIT	30.	3,720.00	43
133020-1270000	ELECTRIC PANEL BOARD SDB	01/10 - 31/10	31	2.	UNIT	30.	1,860.00	43
133020-1280000	ELECTRIC PANEL BOARD SDB	01/10 - 31/10	31	1.	UNIT	30.	930.00	43

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

111

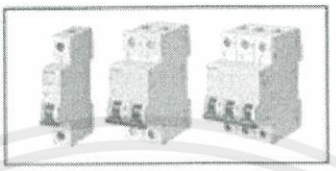
ภาคผนวก VI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Miniature Circuit - Breaker (MCB)

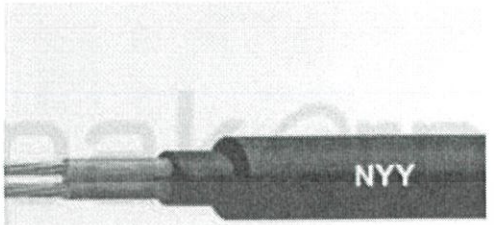
Features

- Miniature Circuit - Breaker (MCB)
- N-Type Standard Product Range
  (AC model 440Vac.) IEC 60890



Rateing (A) แอมป์แปร์	Type No. รุ่น 1 Pole	Price ราคา	Type No. รุ่น 2 Pole	Price ราคา	Type No. รุ่น 3 Pole	Price ราคา
อุปกรณ์เบรกเกอร์ตัดวงจรหากเกิดการลัดวงจรหรือใช้กระแสไฟเกินพิกัด 6KA						
1	5SJ61	600	5SJ62	1,200	5SJ63	1,500
2		600		1,200		1,500
3		600		1,200		1,500
4		600		1,200		1,500
6		220		600		1,000
10		220		600		1,000
16		220		600		1,000
20		220		600		1,000
25		220		600		1,000
32		220		600		1,000
40		600		1,200		1,400
50		600		1,200		1,400
63		600		1,200		1,400
อุปกรณ์เบรกเกอร์ตัดวงจรหากเกิดการลัดวงจรหรือใช้กระแสไฟเกินพิกัด 10KA						
1	5SJ41	700	5SJ42	1,500	5SJ43	1,800
2		700		1,500		1,800
3		700		1,500		1,800
4		700		1,500		1,500
6		360		850		1,500
10		360		850		1,500
16		360		850		1,500
20		360		850		1,500
25		360		850		1,500
32		360		850		1,500
40		700		1,500		1,800
50		700		1,500		1,800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

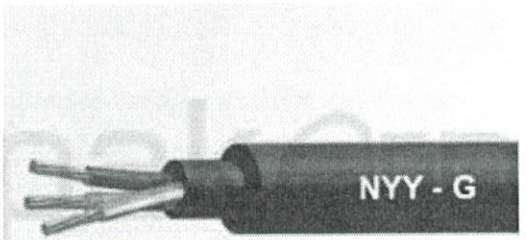


TIS 11 PART 101-2553

450/750 V 70°C NYY

สายไฟ	ขนาด 4 แกน	ราคาต่อเมตร	ส่วนลด
สายไฟ NYY	4 x 50 SQ.MM.	฿ 1,115.00	% ส่วนลดโทรสอบถาม
สายไฟ NYY	4 x 70 SQ.MM.	฿ 1,550.00	"
สายไฟ NYY	4 x 95 SQ.MM.	฿ 2,155.00	"
สายไฟ NYY	4 x 120 SQ.MM.	฿ 2,726.00	"
สายไฟ NYY	4 x 150 SQ.MM.	฿ 3,338.00	"
สายไฟ NYY	4 x 185 SQ.MM.	฿ 4,189.00	"
สายไฟ NYY	4 x 240 SQ.MM.	฿ 5,519.00	"
สายไฟ NYY	4 x 300 SQ.MM.	฿ 6,850.00	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

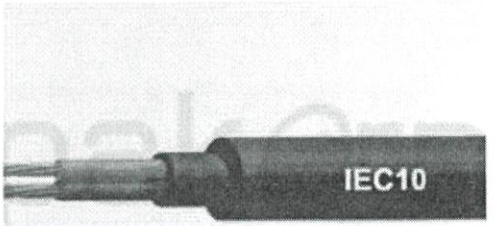


TIS 11 PART 101-2553

450/750 V 70°C NYY-G

สายไฟ	ขนาด 4 แกน	ราคาต่อเมตร	ส่วนลด
สายไฟ NYY -G	4 x 25/16 SQ.MM.	฿ 890.90	% ส่วนลดโทรสอบถาม
สายไฟ NYY -G	4 x 35/16 SQ.MM.	฿ 1,284.00	"
สายไฟ NYY -G	4 x 50/25 SQ.MM.	฿ 1,655.00	"
สายไฟ NYY -G	4 x 70/35 SQ.MM.	฿ 2,290.00	"
สายไฟ NYY -G	4 x 95/50 SQ.MM.	฿ 3,155.00	"
สายไฟ NYY -G	4 x 120/70 SQ.MM.	฿ 3,935.00	"
สายไฟ NYY -G	4 x 150/95 SQ.MM.	฿ 4,840.00	"
สายไฟ NYY -G	4 x 185/95 SQ.MM.	฿ 6,015.00	"
สายไฟ NYY -G	4 x 240/120 SQ.MM.	฿ 7,850.00	"
สายไฟ NYY -G	4 x 300/150 SQ.MM.	฿ 9,785.00	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

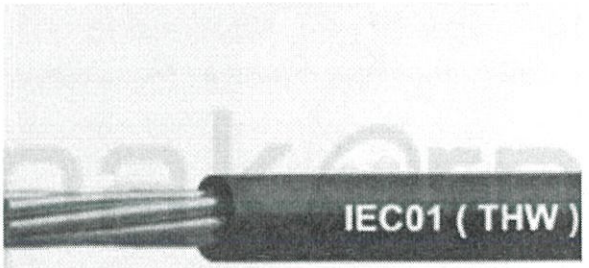


TIS 11 PART 4-2553

300/500 V 70°C 60227 IEC 10

สายไฟ	ขนาด 4 แกน	ราคาต่อเมตร	ส่วนลด
สายไฟ IEC10	4 x 1.5 SQ.MM.	฿ 63.30	% ส่วนลดโทรสอบถาม
สายไฟ IEC10	4 x 2.5 SQ.MM.	฿ 78.80	"
สายไฟ IEC10	4 x 4 SQ.MM.	฿ 116.60	"
สายไฟ IEC10	4 x 6 SQ.MM.	฿ 170.50	"
สายไฟ IEC10	4 x 10 SQ.MM.	฿ 260.20	"
สายไฟ IEC10	4 x 16 SQ.MM.	฿ 392.30	"
สายไฟ IEC10	4 x 25 SQ.MM.	฿ 590.40	"
สายไฟ IEC10	4 x 35 SQ.MM.	฿ 859.00	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TIS 11 PART 3-2553

450/750 V 70°C 60227 IEC 01 (THW)

สายไฟ	ขนาด	ราคาตั้ง (100 m.)	ส่วนลด
สายไฟ THW	1 x 1 SQ.MM.	฿ 580	% ส่วนลดโทรสอบถาม
สายไฟ THW	1 x 1.5 SQ.MM.	฿ 820	"
สายไฟ THW	1 x 2.5 SQ.MM.	฿ 1,210	"
สายไฟ THW	1 x 4 SQ.MM.	฿ 1,870	"
สายไฟ THW	1 x 6 SQ.MM.	฿ 3,000	"
สายไฟ THW	1 x 10 SQ.MM.	฿ 4,930	"
สายไฟ THW	1 x 16 SQ.MM.	฿ 7,650	"
สายไฟ THW	1 x 25 SQ.MM.	฿ 12,000	"
สายไฟ THW	1 x 35 SQ.MM.	฿ 17,050	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIS 11 PART 5-2553

300/500 V 70°C 60227 IEC53

TIS 11 PART 101-2553

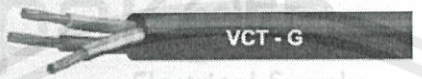
450/750 V 70°C 60227 VCT

สายไฟ	ขนาด 4 แกน	ราคาตั้งต่อเมตร	ส่วนลด
สายไฟ IEC53	4 x 0.75 SQ.MM.	฿ 37.10	% ส่วนลดโทรสอบถาม
สายไฟ IEC53	4 x 1 SQ.MM.	฿ 44.10	"
สายไฟ IEC53	4 x 1.5 SQ.MM.	฿ 56.80	"
สายไฟ IEC53	4 x 2.5 SQ.MM.	฿ 88.70	"
สายไฟ VCT	4 x 4 SQ.MM.	฿ 127.50	"
สายไฟ VCT	4 x 6 SQ.MM.	฿ 191.20	"
สายไฟ VCT	4 x 10 SQ.MM.	฿ 335.50	"
สายไฟ VCT	4 x 16 SQ.MM.	฿ 485.40	"
สายไฟ VCT	4 x 25 SQ.MM.	฿ 731.40	"
สายไฟ VCT	4 x 35 SQ.MM.	฿ 1,018.00	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIS 11 PART 5-2553

300/500 V 70°C 60227 IEC53-G



TIS 11 PART 101-2553

450/750 V 70°C 60227 VCT-G

สายไฟ	ขนาด 4 แกน	ราคาตั้งต่อเมตร	ส่วนลด
สายไฟ IEC53-G	4 x 1/1 SQ.MM.	฿ 64.00	% ส่วนลดโทรสอบถาม
สายไฟ IEC53-G	4 x 1.5/1.5 SQ.MM.	฿ 79.50	"
สายไฟ IEC53-G	4 x 2.5/2.5 SQ.MM.	฿ 116.00	"
สายไฟ VCT-G	4 x 4/4 SQ.MM.	฿ 176.94	"
สายไฟ VCT-G	4 x 6/6 SQ.MM.	฿ 300.45	"
สายไฟ VCT-G	4 x 10/10 SQ.MM.	฿ 455.00	"
สายไฟ VCT-G	4 x 16/16 SQ.MM.	฿ 645.00	"
สายไฟ VCT-G	4 x 25/16 SQ.MM.	฿ 940.00	"
สายไฟ VCT-G	4 x 35/16 SQ.MM.	฿ 1,315.00	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIS 11 PART 101-2553

300/500 V 70°C VAF

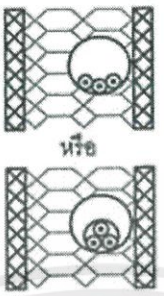
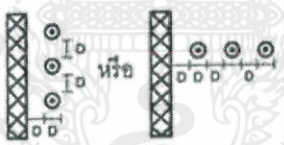
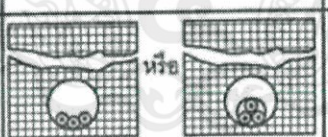
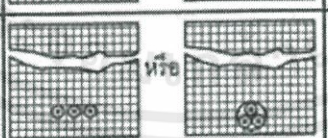
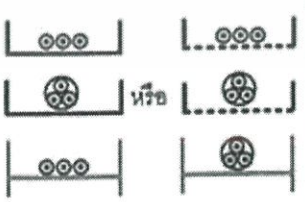
สายไฟ	ขนาด	ราคาตั้ง (100 m.)	ส่วนลด
สายไฟ VAF	2 x 1 SQ.MM.	B 830.00	% ส่วนลดโทรสอบถาม
สายไฟ VAF	2 x 1.5 SQ.MM.	B 1,200.00	"
สายไฟ VAF	2 x 2.5 SQ.MM.	B 1,935.00	"
สายไฟ VAF	2 x 4 SQ.MM.	B 2,995.00	"
สายไฟ VAF	2 x 6 SQ.MM.	B 4,770.00	"
สายไฟ VAF	2 x 10 SQ.MM.	B 7,710.00	"
สายไฟ VAF	2 x 16 SQ.MM.	B 11,950.00	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก VII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-47
รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ		กลุ่มที่ 1	ฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทางความร้อน (thermal conductance) อย่างน้อย 10 $W/m^2 \cdot K$*
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 2	กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกันผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน 2 $K \cdot m/W$
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนังหรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 3	-
สายเคเบิลแกนเดียวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ		กลุ่มที่ 4	ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิลไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน		กลุ่มที่ 5	-
สายแกนเดียว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง		กลุ่มที่ 6	-
สายเคเบิลแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได		กลุ่มที่ 7	รางเคเบิลแบบระบายอากาศจะต้องมีพื้นที่รูระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นผิวรางเคเบิลทั้งหมด

หมายเหตุ *(ตารางที่ 5-47)*

**หากไม่มีเอกสารยืนยันว่าค่าการนำความร้อนมีค่าน้อยกว่า 10 $W/m^2.K$ ให้ถือว่าการเดินสายร้อยท่อภายในฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟใดๆ จะต้องมีค่าขนาดกระแสตามลักษณะการติดตั้งตามกลุ่มที่ 1 นี้ ระบุไว้*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-48

ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553

รหัสชนิดเคเบิล/ชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 01	1.5-400	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 02	1.5-240	ฝอย (Flexible)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 05	0.5-1.0	เดี่ยวแข็ง (Solid)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 06	0.5-1.0	ฝอย (Flexible)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 07	0.5-2.5	เดี่ยวแข็ง (Solid)	แกนเดียว	90°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-48 (ต่อ)

ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553

รหัสชนิดเคเบิลชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 08	0.5-2.5	ฝอย (Flexible)	แกนเดียว	90°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 10	1.5-35	ตีเกลียว (Stranded)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • วางบนรางเคเบิล • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 41	0.8	ตีเกลียว (Stranded)	2 แกน	70°C	ไม่มี	300/300	• ใช้งานภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
60227 IEC 43	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	1 แกน	70°C	มี	300/300	• ใช้ต่อไฟประดับตกแต่งภายในอาคาร
60227 IEC 52	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/300	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ • ใช้งานภายในเครื่องใช้ไฟฟ้า
60227 IEC 53	0.75-2.5	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/500	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก) • ใช้ต่อเข้าดวงโคม
60227 IEC 56	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	90°C	มี	300/300	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-48 (ต่อ)

ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553

รหัสชนิดเคเบิล/ชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 57	0.75-2.5	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	90°C	มี	300/500	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก) • ใช้ในตวงโคมไฟฟ้าที่มี/ไม่มีบัลลาสต์ • ใช้ในป้ายโฆษณา/ป้ายไฟฟ้า
NYY	1-500	ตีเกลียว (Stranded)	แกนเดี่ยว	70°C	มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • วางบนรางเคเบิล • ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
	50-300		หลายแกน				
NYY-G	25-300		หลายแกนมีสายดิน				
VAF VAF-G	1-16	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	2 แกน 2 แกนมีสายดิน	70°C	มี	300/500	• เดินเกาะผนัง • เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ • ห้ามฝังดิน
VCT VCT-G	4-35	ฝอย (Flexible)	แกนเดี่ยว หลายแกน และหลายแกนมีสายดิน	70°C	มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า • วางบนรางเคเบิล

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-48)

การใช้งานต้องสอดคล้องกับวิธีการเดินสายด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-21

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 3				
จำนวนตัวนำกระแส	2	ไม่เกิน 3		ไม่เกิน 3	
ลักษณะสาย	แบน	กลม		กลม	
ลักษณะตัวนำกระแส	หลายแกน	แกนเดียว		หลายแกน	
ประเภทฉนวน	พีวีซี	พีวีซี	ครอสลิงก์พอลิเอทิลีน	พีวีซี	ครอสลิงก์พอลิเอทิลีน
อุณหภูมิตัวนำ	70 °C	70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
รูปแบบการติดตั้ง		หรือ		หรือ	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	VAF, VAF-G	NYY, IEC 60502-1	IEC 60502-1	NYY, NYY-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1	IEC 60502-1
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
1	14	12	16	12	15
1.5	17	16	21	15	20
2.5	23	22	28	21	27
4	32	29	37	28	36
6	41	37	49	36	47
10	56	51	67	50	65
16	74	69	90	66	87
25	-	90	118	84	108
35	-	112	147	104	134
50	-	145	190	125	163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-21 (ต่อ)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 3				
จำนวนตัวนำกระแส	2	ไม่เกิน 3		ไม่เกิน 3	
ลักษณะสาย	แบน	กลม		กลม	
ลักษณะตัวนำกระแส	หลายแกน	แกนเดียว		หลายแกน	
ประเภทฉนวน	พีวีซี	พีวีซี	ครอสลิงก์พอลิ-เอทิลีน	พีวีซี	ครอสลิงก์พอลิ-เอทิลีน
อุณหภูมิตัวนำ	70 °C	70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
รูปแบบการติดตั้ง		หรือ		หรือ	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	VAF, VAF-G	NYY, IEC 60502-1	IEC 60502-1	NYY, NYY-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1	IEC 60502-1
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
70	-	186	244	160	208
95	-	227	297	194	253
120	-	264	345	225	293
150	-	304	397	260	338
185	-	348	455	297	386
240	-	411	537	351	455
300	-	474	620	404	524
400	-	552	722	-	-
500	-	629	823	-	-

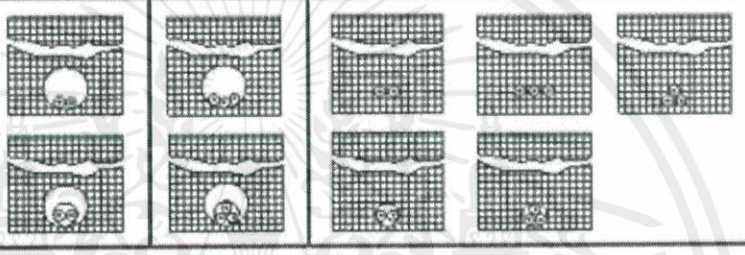
หมายเหตุ (ตารางที่ 5-21)

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
3) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-23

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_o/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิโดยรอบ 30 องศาเซลเซียส ร้อย ท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
ชนิดฉนวนและเปลือกที่ใช้งาน	NYY, NYY-G, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
1	17	15	21
1.5	21	19	26
2.5	28	25	35
4	36	33	45
6	46	41	57
10	62	55	76
16	81	72	99
25	106	94	128
35	129	114	154
50	153	136	181
70	190	168	223
95	232	204	267
120	265	234	304
150	303	266	342
185	344	303	386
240	404	361	448
300	462	404	507
400	529	462	577
500	605	527	654

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-26

ขนาดกระแสของสายเคเบิลอ่อน (flexible cable) ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553 สำหรับขนาดแรงดัน (U0/U) ไม่เกิน 450/750 โวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส เดินในอากาศ

จำนวนลักษณะตัวนำกระแส	เคเบิล 1 แกน 2 เส้น หรือ เคเบิล 2 แกน 1 เส้น มีไม่มีสายดิน	เคเบิล 3 แกน, 4 แกน หรือ 5 แกน
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 02, VCT, VCT-G	VCT, VCT-G
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
1.5	16	-
2.5	25	-
4	30	26
6	39	34
10	51	47
16	73	63
25	97	83
35	140	102
50	175	-
70	216	-
95	268	-
120	302	-
150	347	-
185	394	-
240	471	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-26)

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าดังต่อไปนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55
ตัวคูณปรับค่า	1.11	1.00	0.87	0.71	0.50

2) ดูค่าอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายกิตตินันท์ เย็นเยือก

วัน เดือน ปีเกิด 14 กุมภาพันธ์ 2540

ที่อยู่ 85 หมู่ 10 ต.บ้านใหม่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

E-mail jobjabz037884@gmail.com

โทรศัพท์ 088-580-7042

ประวัติการศึกษา

- พุทธศักราช 2556-2558 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
  - โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้านครราชสีมา
- พุทธศักราช 2558-ปัจจุบัน ระดับปริญญาตรี
  - วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- นักศึกษาฝึกงาน แผนก วางแผนและวิเคราห์การจ่ายไฟฟ้า
  - การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ เขต 3
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Mechanical and Electrical
  - บริษัท นันทวัน จำกัด (THAI OBAYASHI CORP.,LTD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้