การติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารของร้าน KFC และการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามมาตรฐาน LEED

ณัฐกิตติ์ เชื้อไทย

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2562

The Installation of Mechanical and Electrical Systems in Building of KFC Restaurant and Environmental Management under LEED Certification

Nuttakit Chuathai

An Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2019

ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารของร้าน KFC และการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามมาตรฐาน LEED

เสนอโดย ณัฐกิตติ์ เชื้อไทย

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 20 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	การติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารของร้าน KFC และการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามมาตรฐาน LEED
ชื่อผู้เขียน	ณัฐกิตติ์ เชื้อไทย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนั้นมีร้านอาหารเกิดขึ้นมากมายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยอาคารที่ได้สร้างนั้นส่วนมากไม่ได้คำนึงถึงการออกแบบอาคารให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การนำพลังงานกลับมาหมุนเวียน การนำวัสดุก่อสร้างมาใช้ใหม่ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกอาคาร ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและเสนอการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารและการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) โดยใช้อาคารของร้าน KFC เป็นกรณีศึกษา โดยการศึกษาการติดตั้งระบบไฟฟ้าและเครื่องกลนี้ได้ดำเนินการติดตั้งตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ทางผู้ออกแบบได้กำหนดมาและมีการนำวัสดุที่เหลือจาการติดตั้งนำกลับมาใช้ใหม่ และทำการส่งรายงานการจัดการสิ่งแวดล้อมพร้อมแนวทางการแก้ไขให้ผู้ตรวจสอบ ผลการประเมินตามมาตรฐาน LEED ของร้านพบว่าอยู่ในระดับ Certified สำหรับอาคารร้านอาหารขนาดเล็ก แนวทางการปรับปรุงสมรรถนะทางด้านสิ่งแวดล้อมของอาคารพบว่าหากได้รับการปรับปรุงงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารต่างๆ ให้สอดคล้องตามเกณฑ์ LEED จะสามารถทำให้พัฒนาจากระดับ Certified เป็น ระดับ Silver ได้

คำสำคัญ: อาคารเขียว / ระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคาร / การจัดการสิ่งแวดล้อม / มาตรฐาน LEED

Individual Study Title	The Installation of Mechanical and Electrical Systems in Building of KFC Restaurant and Environmental Management under LEED Certification
Author	Nuttakit Chuathai
Individual Study Advisor	Assistant Professor Aumnad Phdungsilp, Ph.D.,Tekn. Dr.
Department	Engineering Management
Academic Year	2018

Abstract

Renewable energy recovery Construction materials used and the impact on the environment both inside and outside the building. This research aims to study the installation of electrical and mechanical systems in the building and environmental management standards in accordance with LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) building, using a case study of KFC. By studying the electrical and mechanical installation was carried out by the technical design of the set and have materials left over from the installation of new recycled. And to submit its environmental management with solutions to reviewers. The results showed that by the standards of LEED Certified building in the small restaurant. The improvement of the environment of the building if found to have improved mechanical and electrical systems in buildings. In accordance with LEED criteria will enable the development of a Silver Level Certified be.

Keyword: Green Building / Mechanical and Electrical Systems / Environmental Management / LEED Certification

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลเรื่อง การติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารของร้าน KFC และการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามมาตรฐาน LEED ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์ ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ที่ได้ให้ความรู้คำปรึกษา ตลอดระยะเวลาของการวิจัย อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานการศึกษารายบุคคล

นอกจากนี้ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์ของคุณวินิจ ตราสุวรรณ และคุณอ้อมฤดี บุญชู ที่ได้ช่วยในการรวบรวมข้อมูลอีกทั้งได้ให้คำแนะนำเพื่อเพิ่มพูนความรู้ จึงทำให้การศึกษารายบุคคลเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการศึกษารายบุคคลเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่าน

ณัฐกิตติ์ เชื้อไทย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ..... 1
   - 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1
   - 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
   - 1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 2
   - 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
2. ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
   - 2.1 เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว 3
   - 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
3. วิธีการดำเนินการศึกษา..... 15
   - 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์ผล..... 16
   - 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการ test งานระบบประกอบอาคาร..... 17
   - 3.3 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า..... 21
   - 3.4 งานติดตั้งระบบสุขาภิบาล..... 28
   - 3.5 งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ..... 33
4. ผลการศึกษา 38
   - 4.1 ลักษณะของโครงการที่ใช้ในการศึกษา..... 38
   - 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามหมวดหมู่ 39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. บทสรุป และข้อเสนอแนะ…….…..……	53
5.1 สรุปผลการศึกษา...……..……...…….	53
5.2 ข้อเสนอแนะ……	54
บรรณานุกรม……...……	55
ภาคผนวก…….……	57
ก ……...	58
ข ……...	72
ค ……...	94
ประวัติผู้เขียน ……..	99

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดง MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE……. 43

4.2 แสดงการเปรียบการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าระหว่างการติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน และติดตั้งตามมาตรฐาน LEED…….. 44

4.3 แสดงการเปรียบการติดตั้งงานระบบสุขาภิบาลระหว่างการติดตั้งโดยไม่มี มาตรฐานและ ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED……... 47

4.4 แสดงการเปรียบการติดตั้งงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศระหว่างการ ติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน และ ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED…….. 49

5.1 คะแนนจากการประเมิน……... 53

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 เนื้อหาการประเมิน LEED 6 หลัก..... 8

3.1 ขั้นตอนการติดตั้ง..... 15

3.2 เครื่องคอมพิวเตอร์..... 17

3.3 Anemometer..... 18

3.4 Lux meter..... 19

3.5 Clamp Meter..... 20

3.6 แสดงงานระบบไฟฟ้าภายในร้าน KFC..... 21

3.7 ขั้นตอนการติดตั้งระบบไฟฟ้า..... 22

3.8 การติดตั้งตู้ MDB..... 23

3.9 การติดตั้งตู้ LoadCenter..... 24

3.10 การจัดเรียงลูกเซอร์กิตเบรกเกอร์..... 24

3.11 การติดตั้งสวิตซ์..... 25

3.12 การติดตั้ง Power Plug..... 26

3.13 แสดงงานระบบสุขาภิบาลภายในร้าน KFC..... 28

3.14 ขั้นตอนการติดตั้งระบบสุขาภิบาล..... 29

3.15 ส่วนประกอบของถังบำบัดน้ำเสีย..... 32

3.16 แสดงงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศภายในร้าน KFC..... 33

3.17 ขั้นตอนการติดตั้งระบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ..... 34

4.1 ที่ตั้งร้าน KFC สาขาโลตัสจันดี..... 38

4.2 ที่ตั้งโครงการหลังก่อสร้างเสร็จ..... 39

4.3 การติดตั้งมิเตอร์ย่อย..... 40

4.4 Ozone depletion and Global warming potential of cfc refrigerants..... 41

4.5 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ VRV..... 41

4.6 พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บวัสดุที่รอการรีไซเคิล (พื้นที่สีเหลือง)..... 42

4.7 ผนังอาคารเดิมที่ใช้ในการก่อสร้าง..... 42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.8 หุ้มพลาสติกปลายท่อDUCTเผื่อป้องกันฝุ่น..... 43

4.9 แสดงภาวะมาตรฐานในการทดสอบของมาตรฐาน มอก.1155-2536 JIS C 6512-2005 AHRI 210/240-2008..... 51

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนั้นมีร้านอาหารเกิดขึ้นมากมายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยอาคารที่ได้สร้างนั้นส่วนมากไม่ได้คำนึงถึงการออกแบบอาคารให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การนำพลังงานกลับมาหมุนเวียน การนำวัสดุก่อสร้างมาใช้ใหม่ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกอาคาร ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารและการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) โดยใช้อาคารของร้าน KFC เป็นกรณีศึกษา โดยการศึกษาการติดตั้งระบบไฟฟ้าและเครื่องกลนี้ได้ดำเนินการติดตั้งตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ทางผู้ออกแบบได้กำหนดมาและมีการนำวัสดุที่เหลือจาการติดตั้งนำกลับมาใช้ใหม่ และทำการส่งรายงานการจัดการสิ่งแวดล้อมพร้อมแนวทางการแก้ไขให้ผู้ตรวจสอบ ผลการประเมินตามมาตรฐาน LEED ของร้านพบว่าอยู่ในระดับ Certified สำหรับอาคารร้านอาหารขนาดเล็ก แนวทางการปรับปรุงสมรรถนะทางด้านสิ่งแวดล้อมของอาคารพบว่าหากได้รับการปรับปรุงงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารต่างๆ ให้สอดคล้องตามเกณฑ์ LEED จะสามารถทำให้พัฒนาจากระดับ Certified เป็น ระดับ Silver ได้

วิกฤตการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาใหญ่ที่ทุกประเทศกำลังเผชิญ เนื่องจากการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย จนเป็นเหตุให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศ นอกจากจะทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน แล้วยังเป็นปัญหาต่อเศรษฐกิจและสุขอนามัยของโลกด้วยจึงจำเป็นต้องหาทางลดการไฟฟ้าและน้ำมันภายใน 10 ถึง 15 ปี และเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นจากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดความจำเป็นในการอนุรักษ์พลังงานและการแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมฉะนั้นการออกแบบอาคารให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้อาคาร และเป็นการประหยัดพังงานในภาพรวมทั้งยังลดผลกระทบจากตัวอาคารต่อผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อมด้วย

ในต่างประเทศที่มีการพัฒนาพัฒนาหลักเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนของอาคารและมีมาตรฐานการรับรองอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้รวมตัวก่อตั้งสภาอาคารเขียวโลก World Green Building Council โดยแต่ละประเทศมีหลักเกณฑ์และระบบการประเมินที่แตกต่างกัน

ทั้งนี้หลักการใหญ่ของสภาอาคารเขียวโลกนั้น The World GBC supports national Green Building Council whose common mission is to create a sustainable buit environment through market transformation หมายถึงการสร้างความต้องการผ่านปัจจัยการตลาด เนื่องจากบางองค์กรได้ใช้แนวทางเพื่อสิ่งแวดล้อมและการลดสภาวะโลกร้อนเป็นเครื่องมือทางการตลาด สร้างภาพพจน์ให้แก่องค์กรอย่างไรก็ดีการผู้ประกอบการในภาคธุรกิจต่างๆ ได้หันมาแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมตามกระแสรักษ์โลกที่เกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินและเสนอแนะวิธีติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารและประเมินการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน LEED โดยการศึกษานี้ได้ใช้ร้าน KFC สาขา LOTUS CHANDEE เป็นกรณีศึกษา

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตเนื้อหาของการวิจัย วิธีการติดตั้งงานระบบตามมาตรฐานของ LEED และประเมินการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน LEED ขอบเขตพื้นที่ส่วนการวิจัย ร้าน KFC สาขา LOTUS CHANDEE

1.4 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ

เข้าใจถึงหลักเกณฑ์การติดตั้งงานระบบประกอบอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐาน LEED

เข้าใจในการประเมินการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโครงการให้เป็นไปตามมาตรฐาน LEED

เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

ลดสภาวะโลกร้อนลดสภาวะเรือนกระจก

ลดผลกระทบจากตัวอาคารต่อผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว

ปัจจุบันการออกแบบอาคารเขียว หรือ ทำอาคารให้เป็นอาคารเขียวในประเทศไทย เป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจจากวงการการออกแบบรวมทั้งเจ้าของอาคารค่อนข้างมากเนื่องจากกระแสการเปลี่ยนสภาพภูมิอากาศของโลก และการคำนึงถึงการประหยัดพลังงานและรักษาสภาพแวดล้อม หากแต่การทำให้เป็นรูปธรรม จับต้องและตรวจวัดได้นั้น หลายหน่วยงานหันมาพึ่งพาเกณฑ์อาคารเขียว ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนความเขียวในการคำถึงการลดใช้พลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของอาคารด้านต่าง ๆ เช่น สถานที่ตั้งและการออกแบบส่งเสริมการลดการใช้รถยนต์ การมีเปิดพื้นที่โล่งที่มีคุณภาพ การไม่สร้างผลกระทบที่ไม่ดีต่อพื้นที่รอบข้างทั้งระหว่างการก่อสร้างและเมื่ออาคารเสร็จแล้ว การประหยัดพลังงานและน้ำในอาคาร การใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการคำนึงถึงคุณภาพของสภาวะแวดล้อมด้านอากาศ แสงสว่างและอุณหภูมิภายในอาคาร

2.2.1 BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)

ได้รับการพัฒนาโดย (Building Research Establishment ประเทศอังกฤษ เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่ใช้ในประเทศอังกฤษและทั่วโลก ขณะที่ BER (Building Energy Rating System) ของสหภาพยุโรป (European Union) โดย Energy Performance of building Directive (EPBD) และ Association for Environment Conscious Building (AECB) ปี ค.ศ.2009ได้เสนออาคารที่จะสร้างอาคารใน EU ที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 1,000 ตามรางเมตรขึ้นไป จะต้องทำการประเมินการใช้พลังงานของอาคาร ประเทศสมาชิก EU แต่ละประเทศจึงพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารขึ้น เช่น DGNB (Deutsche Gesellschaft Fur Nachhaltiges Bauen-German Sustainable Building Certificate) พัฒนาโดยสถาบันอาคารเขียวเยอรมันนี German Sustainable Building (GeSBC) และ MINERGIE (Mehr Lebensqualitat tiefer Energieverbranuch-Higher quality of life lower energy consumption) ได้รับการพัฒนาจาก Swiss Confederation and the Swiss Cantons ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เพื่อใช้รับรองอาคารผลิตภัณฑ์และงานบริการที่ยั่งยืน

2.1.2 LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)

เริ่มในปี 1994 โดยนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ Robert K. Watson จาก Natural Resources Defense Council ร่วมกับองค์กรไม่หวังผลกำไร,ตัวแทนภาครัฐ,สถาปนิก, นักพัฒนาที่ดิน, วิศวกร, มัณฑนากร, ภูมิสถาปนิก, ผู้จัดการโครงสร้าง, ผู้เช่า และเจ้าหน้าที่รัฐและผู้นำในวงการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี 1994 ถึง 2006 LEED มีการเติบโตจากมาตรฐานเดียวสำหรับการก่อสร้าง สู่ระบบการเปรียบเทียบมาตรฐาน 6 มาตรฐานซึ่งครอบคลุมทุกแง่มุมในเรื่องการพัฒนาและกระบวนการก่อสร้าง ซึ่ง LEED เติบโตจากอาสาสมัครเพียง 6คนสู่ 200 คน โดยมีคณะกรรมการ 20 คณะ และเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญเกือบ 150 คน

นิยามความเป็นอาคารเขียว หรือ Green Building โดยกำหนดมาตรฐานการประเมิน

1.ช่วยเหลือในการผสมผสานวิธีปฏิบัติการออกแบบทั้งตัวอาคาร

2.แสดงคุณค่าความเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

3.กระตุ้นการเกิดการแข่งขันความ'เขียว'

4.ให้ผู้บริโภคเล็งเห็นประโยชน์ของ 'อาคารเขียว'

5.เปลี่ยนแปลงตลาดอาคาร

ปัจจุบันการออกแบบอาคารเขียวเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจ อย่างกว้างขวาง มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบอาคารเขียวที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุดอันหนึ่งคือ LEED ซึ่งย่อมาจาก Leadership in Energy and Environmental Design ซึ่งพัฒนาโดย USGBC (United States Green Building Council) ประเทศสหรัฐอเมริกา เกณฑ์การประเมินของ LEED ยังแบ่งออกเป็นหลายแบบเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน

LEED for Building Design and Construction (LEED BD+C) ใช้สำหรับประเมินอาคารที่สร้างใหม่ หรืออาคารที่ปรับปรุงใหญ่ โดยออกแบบสำหรับอาคารสำนักงานเป็นหลัก แต่สามารถใช้กับอาคารประเภทอื่นๆได้ด้วย เช่น สรรพสินค้า โรงแรม โรงงาน เป็นต้น

LEED for Operation and Maintenance (LEED O+M) สำหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วที่ต้องการดูแลรักษาอาคารให้เป็นอาคารเขียว โดยอาคารที่ผ่านแล้วการรับรองประเภท LEED BC+D แล้ว สามารถสมัครขอการรับรองประเภทนี้ต่อได้ด้วย

LEED for Homes สำหรับบ้านพักอาศัย

LEED for School สำหรับโรงเรียนตั้งแต่อนุบาลถึงมัธยมปลาย

LEED for Health Care สำหรับสถานพยาบาลต่างๆ

LEED for Core and Shell (LEED CS) สำหรับอาคารที่ผู้ประกอบการจะสร้างแต่เปลือกอาคารคือกรอบผนังภายนอกและหลังคา และส่วนที่เป็นแกนบริการของอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่ก็คือ ลิฟต์ บันไดและช่องท่อต่างๆ นั่นเอง แล้วทำการตลาดเพื่อขายหรือให้เช่าพื้นที่ภายใน โดยผู้เช่าจะเป็นผู้มาตกแต่งกั้นพื้นที่ภายในเอง

LEED for Interior Design & Construction เป็นแนวทางการตกแต่งภายในสำหรับผู้เช่าอาคารและผู้ออกแบบ

LEED for Neighborhood Development เป็นแนวทางการพัฒนาชุมชน หมู่บ้าน การเข้าถึงบริการขนส่งสาธารณะ และการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับพื้นที่พาณิชยกรรม

2.1.3 หลักเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของญี่ปุ่น (CASBEE) Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

เป็นแบบประเมินของประเทศญี่ปุ่น ที่ได้รับการพัฒนาจากหน่วยงาน Japan Sustainable Building Consortium (JSBC)[14] มาตั้งแต่ปี พ .ศ.2544 (ค .ศ.2001) ประกอบด้วยบุคลากรจากวงการก่อสร้าง หน่วยงานราชการ และนักวิชาการ โดยการสนับสนุนจากกระทรวงที่ดิน โครงข่ายและการคมนาคม)Ministry of Land, Infrastructure, and Transport) ซึ่ง JSBC ได้พัฒนาระบบ CASBEE อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

CASBEE for New Construction - CASBEE for Existing Building

CASBEE for Renovation- CASBEE for Heat Island

CASBEE for Urban Development

CASBEE for an Urban Area + Buildings

CASBEE for Home (Detached House)

ระบบCASBEE ได้ถูกพัฒนาตามนโยบายดังต่อไปนี้

1) The system should be structured to award high assessments to superior buildings, thereby enhancing incentives to designers and others.

ระบบควรมีโครงสร้างที่จะสามารถประเมินอาคารชั้นสูง เพื่อที่จะทำให้เกิดการตื่นตัวและการพัฒนาของนักออกแบบ และอื่นๆ

2) The assessment system should be as simple as possible.

ระบบควรจะเรียบง่ายเท่าที่จะเป็นไปได้

3) The system should be applicable to buildings in a wide range of applications.

ระบบควรสามารถถูกประยุกต์ใช้กับอาคารในวงกว้าง

4) The system should take into consideration issues and problems peculiar to Japan and Asia.

ระบบควรคำนึงถึงข้อพิจารณาและปัญหาเฉพาะสำหรับประเทศญี่ปุ่นและประเทศแถบเอเชีย

2.1.4 เกณฑ์อาคารเขียวของไทย Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for New Construction and Major Renovation หรือ TREES

เพิ่งทำการเปิดตัวในปี พ.ศ. 2555 และดำเนินการโดยสถาบันอาคารเขียวไทย โดยเกณฑ์ TREES จะเป็นแบบสมัครใจเข้าร่วม และมีระดับขั้นการประเมินถึง 4 ระดับ ได้แก่ Certified Silver Gold Platinum ขึ้นอยู่กับคะแนนที่แต่ละอาคารจะได้รับมากน้อยแตกต่างกันไป โดยอาคารที่ผ่านการประเมินจะต้องผ่านเกณฑ์บังคับ 9 ข้อด้วย เพื่อยืนยันว่าได้ปฏิบัติตามเกณฑ์อาคารเขียวที่จำเป็นได้ครบถ้วนน่าจะใช้เวลาสักระยะจึงจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ในปัจจุบันหลายองค์กรในประเทศไทย เริ่มหันมาให้ความสนใจในการทำโครงการที่จะขอรับรองอาคารเขียว บริษัทขนาดใหญ่และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจบางแห่งเริ่มมีประกาศเป็นนโยบายขององค์กรว่าอาคารใหม่จะต้องเป็นอาคารเขียวเท่านั้น การประกวดแบบในหลายๆ โครงการมีข้อกำหนดเพิ่มเติมให้ผู้ออกแบบมีที่ปรึกษาอาคารเขียวหรือออกแบบตามแนวทางเกณฑ์อาคารเขียวแนวทางใดแนวทางหนึ่งเพิ่มขึ้น หรือเริ่มมีการปรับปรุงอาคารเดิมให้มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงานและการจัดการอาคารให้สนใจสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ปัจจุบันเกิดการขาดแคลนบุคลากรที่สามารถเป็นที่ปรึกษาในการก่อสร้างหรือปรับปรุงอาคารเหล่านี้ เนื่องจากจะต้องการบุคลากรที่เข้าใจหลากหลายมิติของการออกแบบอาคารเขียวด้านต่าง ๆ ซึ่งจะมีข้อมูลทางเทคนิคค่อนข้างมาก

2.1.5 การประเมินอาคารเขียวในระบบ LEED

ที่มาของ LEED และระบบเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมินของ LEED พัฒนาขึ้นโดย USGBC (United States Green Building Council) โดยเกิดจากการรวมตัวกันของผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการก่อสร้างและออกแบบอาคาร เพื่อพัฒนาในอาคารเขียวขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1993 ปัจจุบันมีสมาชิกมากกว่า 15,000 รายมีทั้งหน่วยงานรัฐ เอกชน ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมา โดยมี พันธกิจ

หลักในการเปลี่ยนแปลงวิธีการออกแบบ ก่อสร้าง และใช้อาคาร ให้มีความใส่ใจรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมมากขึ้น

เกณฑ์นี้ได้ใช้ประเมินอาคารต่างๆทั้งในสหรัฐอเมริกาและประเทศต่างๆเกือบทั่วโลกมานานกว่า 10 ปี มีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยการจัดทำเกณฑ์เพื่อให้ใช้ประเมินอาคารหลายประเภท ผู้ใช้จึงต้องเลือกประเภทของเกณฑ์ให้ถูกต้องเหมาะสม เช่น

LEED for Building Design and Construction (LEED BD+C) ใช้สำหรับประเมินอาคารที่สร้างใหม่ หรืออาคารที่ปรับปรุงใหญ่ โดยออกแบบสำหรับอาคารสำนักงานเป็นหลัก แต่สามารถใช้กับอาคารประเภทอื่นๆได้ด้วย เช่น สรรพสินค้า โรงแรม โรงงาน เป็นต้น

LEED for Operation and Maintenance (LEED O+M) สำหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วที่ต้องการดูแลรักษาอาคารให้เป็นอาคารเขียว โดยอาคารที่ผ่านแล้วการรับรองประเภท LEED BC+D แล้ว สามารถสมัครขอการรับรองประเภทนี้ต่อได้ด้วย

LEED for Homes สำหรับบ้านพักอาศัย

LEED for School สำหรับโรงเรียนตั้งแต่อนุบาลถึงมัธยมปลาย

LEED for Health Care สำหรับสถานพยาบาลต่างๆ

LEED for Core and Shell (LEED CS) สำหรับอาคารที่ผู้ประกอบการจะสร้างแต่เปลือกอาคารคือกรอบผนังภายนอกและหลังคา และส่วนที่เป็นแกนบริการของอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่ก็คือ ลิฟต์ บันไดและช่องท่อต่างๆ นั่นเอง แล้วทำการตลาดเพื่อขายหรือให้เช่าพื้นที่ภายใน โดยผู้เช่าจะเป็นผู้มาตกแต่งกั้นพื้นที่ภายในเอง

LEED for Interior Design & Construction เป็นแนวทางการตกแต่งภายในสำหรับผู้เช่าอาคารและผู้ออกแบบ

LEED for Neighborhood Development เป็นแนวทางการพัฒนาชุมชน หมู่บ้าน การเข้าถึงบริการขนส่งสาธารณะ และการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับพื้นที่พาณิชยกรรม

LEED ในทุกระบบจะประกอบด้วยเนื้อหาของการประเมินที่เหมือนกัน คือ 6 หมวดหลัก ได้แก่

1. Sustainable Site หรือ ที่ตั้งโครงการ
2. Water Efficiency หรือ การจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ
3. Energy and Atmosphere หรือ การใช้พลังงานและระบบอาคาร
4. Material and Resources หรือ วัสดุก่อสร้างอาคาร
5. Indoor Environmental Quality หรือ สภาพแวดล้อมภายในอาคาร
6. Innovative and Design Process หรือ นวัตกรรมและความสร้างสรรค์

ภาพที่ 2.1 เนื้อหาการประเมิน LEED 6 หมวดหลัก

โดยคะแนนเต็มของหมวดที่ 1 ถึง 5 รวมกันจะต้องเป็น 100 คะแนน และส่วนหมวดที่ 6 นวัตกรรมในการออกแบบนั้น ถือเป็นคะแนนโบนัสมีได้สูงสุด 6 คะแนน สำหรับ LEED For Homes และ LEED for Neighborhood Development จะมีหมวดอันอื่นเพิ่มเติมจากข้างต้นการที่จะผ่านการรับรอง การประเมินตามเนื้อหาทั้ง 6 หมวดนั้น จะแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

ประเภทแรก ถือว่าเป็นเกณฑ์บังคับ (Prerequisite) ที่ต้องผ่าน เช่นหมวดของการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ อาคารที่เป็นอาคารเขียวได้จะต้องใช้น้ำน้อยกว่าอาคารทั่วไปหรือเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบอย่างน้อย 20 % เป็นต้น เกณฑ์การบังคับนี้ไม่มีคะแนนให้แต่ถ้าไม่ผ่านก็หมดสิทธิเป็นอาคารเขียว

ประเภทที่สอง เป็นเกณฑ์ที่มีคะแนนให้ ส่วนใหญ่ข้อละ 1 คะแนน โดยบางหัวข้อถ้าออกแบบได้ดีมากๆก็จะได้คะแนนเพิ่มเติมเป็นพิเศษด้วยสำหรับการเป็นตัวอย่างที่ดี สำหรับอาคารที่จะผ่านการรับรองนั้นจะต้องผ่านเกณฑ์บังคับครบทุกข้อและได้คะแนนในหมวดต่างๆรวมกันอย่างน้อย 40 คะแนน โดยแบ่งระดับของอาคารเขียวออกเป็นดังนี้

LEED Platinum 80+คะแนน

LEED Gold 60-79 คะแนน

LEED Silver 50-59คะแนน

LEED Certified 40-49 คะแนน

เนื้อหาการประเมินในแต่ละหมวด

ตั้งโครงการ (26 คะแนน)

หมวดนี้จัดว่ามีคะแนนรวมสูงเป็นอันดับสอง รองจากหมวดพลังงานและบรรยากาศ เพราะถือว่าการเลือกที่ตั้งเป็นจุดสำคัญที่นำไปสู่การลดการใช้พลังงาน โดยเฉพาะพลังงานในการคมนาคมขนส่งประกอบด้วยเกณฑ์บังคับ (Prerequisite) คือ จะต้องป้องกันมลภาวะจากการก่อสร้าง โดย

1. มีการป้องกันการสูญเสียหน้าดินของการก่อสร้าง
2. ป้องกันเศษดินและตะกอนต่างๆไหลลงสู่ท่อรับน้ำฝน หรือ คู คลอง ข้างเคียง
3. ป้องกันมลภาวะทางอากาศ ที่เกิดจากฝุ่นในระหว่างการก่อสร้าง

เกณฑ์ที่มีคะแนนให้ จะประกอบด้วย

1. จะต้องไม่เลือกเอาพื้นที่ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติมาใช้เป็นพื้นที่ก่อสร้าง
2. ให้เลือกที่ตั้งในย่านที่มีความหนาแน่นสูงและมีสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ชุมชนพร้อมเพราะไม่ต้องการให้เมืองขยายไปรุกรล้ำพื้นที่สีเขียวนอกเมืองอย่างรวดเร็ว
3. การนำที่ตั้งซึ่งมีสภาพดินปนเปื้อนสารพิษหรือติดเชื้อมาพัฒนา
4. เลือกพื้นที่ตั้งใกล้บริการขนส่งสาธารณะ
5. ออกแบบให้มีที่จอดจักรยานพร้อมที่อาบน้ำ เพื่อส่งเสริมการใช้จักรยาน
6. จัดจำนวนที่จอกรถยนต์ตามกฎหมายกำหนดเท่านั้น โดยไม่จัดให้มากเกินความจำเป็น
7. ออกแบบให้มีพื้นที่ว่างสำหรับปลูกต้นไม้มากกว่าที่กฎหมายกำหนด
8. จัดจำนวนที่จอดรถยนต์ตามที่กฎหมายกำหนดเท่านั้น
9. ออกแบบให้มีพื้นที่ว่างสำหรับปลูกต้นไม้มากกว่าที่กฎหมายกำหนด
10. พยายามลดน้ำฝนที่ไหลนอง
11. ลดผลการกระทบจากเกราะความร้อน

การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (10 คะแนน)

เกณฑ์บังคับ สามารถลดการใช้น้ำภายในอาคารลง 20 % เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารทั่วไป ปริมาณน้ำที่ใช้มาคำนวณ ได้แก่ น้ำใช้โถส้วม โถปัสสาวะชาย อ่างล่างมือ อ่างล้างจาน และฝักบัวอาบน้ำเกณฑ์ที่มีคะแนนให้

1. ใช้น้ำในงานภูมิสถาปัตยกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ลดการใช้น้ำประปา
3. ลดการใช้น้ำในอาคาร

พลังงานและบรรยากาศ (35 คะแนน)

หมวดพลังงานเป็นหมวดที่มีคะแนนมากที่สุด เพราะเป็นหมวดที่ทำให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้มากประกอบด้วยเกณฑ์บังคับ 3 ข้อ

1. มีการทดสอบการทำงานของระบบพลังงานในอาคาร
2. อาคารมีสรรถนะขั้นต่ำด้านการประหยัดพลังงานได้ตามมาตรฐานกำหนด
3. ไม่ใช้สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่มีสาร CFC

เกณฑ์ที่มีคะแนนให้

1. ประหยัดพลังงานได้มากกว่าเกณฑ์บังคับ 2 โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตั้งแต่ 8%-44%
2. มีการใช้พลังงานหมุนเวียนในโครงการ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมโดยปริมาณพลังงานที่ผลิตได้จะต้องคิดเป็นจำนวนเงิน และมีค่าตั้งแต่ ร้อยละ1%-13% ของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปีของโครงกาi
3. มีการทดสอบการทำงานของระบบมากกว่าเกณฑ์บังคับ โดยให้ Commissioning Authority เข้ามามีส่วนร่วมในโครงการตั้งแต่ช่วงต้นของการออกแบบ ขั้นตรวจสอบการส่งมอบงานของผู้รับเหมา
4. การจัดสารทำความเย็นสูงกว่าเกณฑ์บังคับ โดยไม่ใช้สารทำความเย็นเลยหรือ เลือกใช้สรทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่มีระดับการทำลายโอโซน และทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ผ่านเกณฑ์ที่คำนวณได้จากสูตรที่กำหนด และไม่ใช้สารดับเพลิงที่มี CFCs , HCFCs
5. การวัดค่าพลังงานและตรวจสอบความถูกต้อง
6. ใช้พลังงานสะอาด

หมวดการใช้วัสดุและทรัพยากร 14 คะแนน

เกณฑ์บังคับ ต้องออกแบบให้มีห้องเก็บวัสดุเหลือทิ้ง ได้แก่ เศษกระดาษ แก้ว อลูมิเนียม พลาสติก เพื่อรอการจำหน่ายสำหรับนำไปรีไซเคิล

เกณฑ์ที่มีคะแนนให้

1. ในกรณีปรับปรุงอาคารเดิมให้รักษา ผนัง พื้น และหลังคาไว้มากกว่า 55% เพราะต้องการยืดอายุอาคารให้ยาวนานออกไป ไม่ต้องทุบทำลายให้เป็นขยะแล้วนำไปทิ้ง
2. เก็บรักษาส่วนที่ไม่ใช้โครงสร้าง ได้แก่ ผนังภายใน ฝ้าเพดาน ไว้มากกว่า 50 % ของพื้นที่เผื่อเป็นการลดขยะ
3. มีการจัดการขยะจากการก่อสร้าง
4. มีการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่อย่างน้อย 5% ของราคาวัสดุทั้งโครงกา

หมวดงานคุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร 15 คะแนน

เกณฑ์ประกอบด้วยบังคับ 2 ข้อคือ

เกณฑ์บังคับ 1 คุณภาพขั้นต่ำของอากาศในอาคาร

ต้องออกแบบตามมาตรฐานใน ASHRAE Standard 62.1 -2007 Section 4-7 เรื่องการระบายอากาศที่ใช้ระบบกลช่วย หรือผ่านกฎหมายของอาคารท้องถิ่น

ถ้าเป็นการระบายอากาศธรรมชาติต้องผ่านมาตรฐาน ASHRAE Standard 62.1 -2007 ข้อ 5.1 ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการให้ผู้ออกแบบให้ความสำคัญต่อเรื่องการประหยัดพลังงานจนเกินไปจนมองข้ามสภาวะสบาย

เกณฑ์บังคับ 2 การควบคุมควันบุหรี่ โดยห้ามสูบบุหรี่ในอาคาร และบริเวณนอกอาคารในระยะห่างประตูทางเข้าและช่องรับอากาศบริสุทธิ์ของระบบปรับอากาศในระยะ 25 ฟุต หรือหากจะสูบบุหรี่ในอาคารต้องจัดห้องสูบบุหรี่โดยเฉพาะ

เกณฑ์ที่มีคะแนนให้

1. จัดให้มีระบบเฝ้าระวังการทำงานของระบบระบายอากาศ
2. มีการนำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกมาระบายอากาศมากกว่าอัตราขั้นต่ำที่กำหนด
3. มีการจัดทำแผนเพื่อป้องกันปัญหาคุณภาพอากาศในอาคาร

นวัตกรรมการออกแบบ 6 คะแนน

ส่งเสริมแนวคิดใหม่ๆที่ไม่ได้กล่าวถึงในเกณฑ์ LEED และพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานในแต่ละหมวดให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าที่กำหนด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุทธวัชร อภิวาทนสิริ (2558) อาคารสำนักงานเขียว

จากการศึกษาขั้นตอนในการออกแบบสถาปัตยกรรม พบว่าช่วงที่สามารถกำหนดแนวทางออกแบบเพื่อให้เป็นอาคารเขียวจะเริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายในการออกแบบเพื่อให้ได้แนวความคิดเบื้องต้น และแสดงออกมาในช่วงการออกแบบร่างอาคาร (Schematic Design) ซึ่งจะนามาประเมิน และปรับเปลี่ยนรูปแบบตามความเหมาะสม โดยในการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อความเป็นอาคารเขียวนั้นจาเป็นต้องมีการบูรณาการออกแบบตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบร่างดังที่กล่าวไว้ในเอกสารการบรรยาย เรื่อง "Integrative Design Process- A Whole System Approach" (Sachin Anand and Helen J. Kessler, 2012: 12) โดยได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างทีมออกแบบ (Design Team) ลูกค้า (Client) และผู้ก่อสร้างอาคาร (Builder) ในกระบวนการออกแบบอาคารแบบบูรณาการ (Integrative Design Process) ซึ่งเมื่อมีการประสานงานกันในแต่ละ

ภาคส่วนที่เกี่ยวเนื่องกับโครงการแล้ว ทุกภาคส่วนจะมีการประชุมเพื่อกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ตั้งแต่ขั้นตอนก่อนเริ่มโครงการจนถึงขั้นตอนการเข้าใช้งานอาคาร โดยในแต่ละครั้งจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและปัญหาต่างๆของแต่ละทีม ซึ่งจะนามาวิเคราะห์และกลั่นกรอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาไปสู่ขั้นตอนต่อไป

จักรพงศ์ ไชยานุพัทธกุล,นายศรันยู พรมศร (2556) การศึกษาการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมการส่งเสริมให้หน่วยงานภาครัฐนำเกณฑ์อาคารเขียวไปปฏิบัติให้เกิดผลเป็นรูปธรรมนั้นจะเป็นตัวอย่างกับภาคเอกชน ซึ่งหากมีการเพิ่มจำนวนอาคารเขียวให้มากขึ้นจนเป็นกลุ่มอาคารตัวอย่างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ย่อมสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศที่มุ่งสู้เศรษฐกิจสีเขียวที่เน้นการใช้เทคโนโลยีสีเขียว และการใช้พลังงานทรัพยากรอย่างมรประสิทธิภาพ

ณัฐพล เขตกระโทก (2556) แนวทางการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานอาคารเขียว สำหรับอาคารเขียวในปัจจุบัน เป็นการศึกษาเชิงการจัดการและมีเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นมาตรฐานในประเทศและนอกประเทศ โดยมาตรฐานแต่ละอย่างมักจะมี รูปแบบการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 7-8 หมวดหมู่ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของการประเมินนั้นๆ ลักษณะของเกณฑ์มาตรฐานต่างๆก็จะมุ่งเน้นในด้านการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม มักจะ ควบคุมตั้งแต่การออกนโยบายขององค์กรโดยผู้บริหารองค์กรนั้น การบริหารผังบริเวณพื้นที่ โครงการ การจัดการการใช้น้า การจัดการพลังงานไม่ว่าจะเป็นแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ ไฟฟ้า การจัดการสภาพแวดล้อมภายในอาคาร การควบคุมป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ภายนอกอาคารหรือโครงการ จนถึงการส่งเสริมนวัตกรรมที่จะช่วยการเป็นอาคารเขียวได้

เกริกชัย ทิวาวรรัตน์,วรรณวิทย์ แต้มทอง (2555) ในปัจจุบันได้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั่วโลก ซึ่งเกิดจากการใช้พลังงานและทรัพยากรที่เพิ่มขึ้นและไม่ได้ประสิทธิภาพ ทำให้ผู้คนเล็งเห็นถึงปัญหาและหาวิธีการหรือแนวทางการลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในบทความนี้จะได้แนะนำแนวทางการออกแบบเพื่อให้เกิดการใช้น้ำอย่างประหยัดในอาคารตามเกณฑ์การออกแบบเพื่อความเป็นผู้นำทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (Leadership in Energy & Environmental Design) ในหัวข้อสำหรับอาคารเก่าในการใช้งานและบำรุงรักษา (Existing Buildings: Operations & Maintenance) เป็นแนวทางการศึกษา โดยใช้การประหยัดน้ำ ตามแนวทางของ LEED ซึ่งประกอบด้วยการเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ และการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาใช้ใหม่ในงานรดน้ำ

ต้นไม้ ตลอดจนนำเสนอราคาค่าก่อสร้างปรับปรุงเพื่อการประหยัดการใช้น้ำในอาคาร เพื่อเป็นแนวทางให้วิศวกรได้ดำเนินการออกแบบงานระบบสุขาภิบาลในอาคารเพื่อให้เกิดการใช้น้ำ อย่างมีประสิทธิภาพ

สาธิตา ธีปฏิมากร (2558) การศึกษาปัจจัยสภาพอากาศภายในอาคารที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารเขียวในเขตศูนย์กลางธุรกิจ

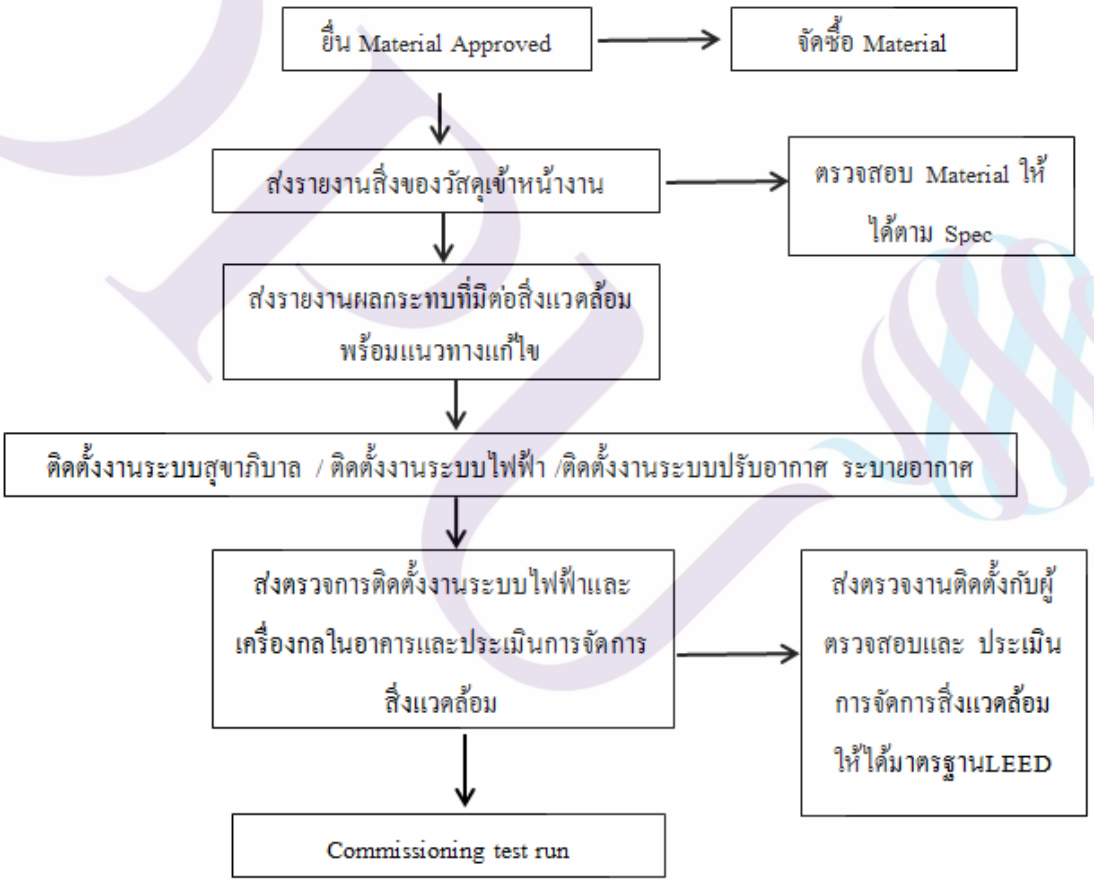
การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อสภาพอากาศภายในอาคารของผู้ใช้อาคารเขียวประเภทอาคารสำนักงานในเขตศูนย์กลางธุรกิจกรุงเทพมหานคร โดยอ้างอิงเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ LEED ซึ่งปัจจัยของสภาพอากาศภายในที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้อาคาร โดยตรงมี 4 ปัจจัย ได้แก่ คุณภาพของอากาศภายใน อุณหภูมิภายใน แสงสว่าง และเสียงงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้แบบสอบถามผู้ใช้สำนักงานในอาคารเขียวในเขตศูนย์กลางธุรกิจ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนแบบสอบถาม 250 ชุด และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทำการวัดระดับความพึงพอใจต่อสภาพอากาศภายใน โดยมีค่าเกณฑ์มาตรฐานสากลจากหน่วยงานต่าง ๆ กำหนดไว้เพื่อควบคุมคุณภาพให้ปลอดภัย และถูกสุขลักษณะแก่ผู้ใช้อาคาร ผลการศึกษาพบว่า อาคารที่ผ่านเกณฑ์ประเมิน LEED เป็นอาคารเขียวประเภทสำนักงานในเขตศูนย์กลางธุรกิจ มี 2 อาคาร คือ อาคารปาร์ค เวนเจอร์ และอาคารสาทรสแควร์ ซึ่งทั้ง 2 อาคารมีการติดตั้งระบบควบคุมคุณภาพอากาศภายในโดยติดตั้ง Co2 Sensor อุณหภูมิภายในควบคุมโดยระบบ VAV แสงสว่างที่ 500 ลักซ์ และติดตั้งกระจกที่เป็นกรอบอาคารเพื่อกันเสียงรบกวนจากภายนอกอาคาร ทำให้สภาพอากาศภายในมีคุณภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าอาคารทั้ง 2 เป็นอาคารที่มีระบบอาคารใหม่ทำให้คุณภาพอากาศภายในดี จึงทำ ให้ตอบสนองความคาดหวังจึงส่งผลให้ผู้ใช้สำนักงานในอาคารมีความพึงพอใจถึงพึงพอใจมากต่อปัจจัยสภาพอากาศภายใน ทำให้ผู้ที่ใช้อาคารเกิดสภาวะสบาย ยกระดับคุณภาพชีวิต และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

จากการทบทวนวรรณกรรมข้อมูลที่ได้ใช้ในการนำมาศึกษาคือ แนวทางการประเมินแต่ละหมวดของ LEED ว่ามีแนวทางอย่างไรมีข้อบังคับอะไรบ้างที่จำเป็นต้องทำเพื่อให้ได้รับการรับรองและมีข้อใดบ้างที่อาจจะเป็นคะแนนช่วยในการประเมิน และทางผู้วิจัยได้ศึกษาการออกแบบจากการทบทวนวรรณกรรมมาเปรียบเทียบกับแบบที่ทางผู้ออกแบบได้เขียนไว้ว่ามีจุดที่ปรับปรุงอย่างไรบ้างเพื่อที่จะให้ผ่านเกณฑ์การประเมินของ LEED การศึกษานี้มีความแตกต่างจากการ

ทบทวนวรรณกรรมอยู่เล็กน้อย เพราะว่าผู้วิจัย ได้จัดทำเรื่องมาตรฐานการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าเครื่องกลเพื่อให้ได้ผ่านการรับรองเป็นการเจาะจงลงไปในเนื้อหาว่าในงานที่ศึกษาอยู่นี้ต้องทำอย่างไรมีวิธีการแบบไหน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกเกี่ยวกับการติดตั้งงานการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารของร้าน KFC และการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามมาตรฐาน LEED วิธีที่ใช้ในการวิจัย คือ การติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารว่าในขั้นตอนการติดตั้งนั้นได้ทำตรงตามแบบที่ได้ออกแบบมาหรือไม่ถ้าทำได้ไม่ตรงตามแบบจะมีวิธีการแก้ไขอย่างไรบ้าง



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการติดตั้ง

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการยื่น Material Approved ให้ทางผู้ตรวจสอบได้เช็ควัสดุว่าตรงตาม Spec ได้รับการออกแบบมาหรือไม่ เมื่อ Material ได้รับการ Approved แล้วจึงดำเนินการจัดซื้อ

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อ Material ได้จัดส่งแล้ว วิศวกรต้องดำเนินการรายงานสิ่งของวัสดุเข้าหน้างาน รวมและตรวจสอบวัสดุที่มาส่งว่าตรงตาม Spec ที่ได้ส่ง Approved หรือไม่ ทั้งต้องเตรียมที่จัดเก็บวัสดุด้วย

ขั้นตอนที่3 สำรวจผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดระหว่างการก่อสร้างและส่งรายงานให้ผู้ตรวจสอบทราบ

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล / ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า /ติดตั้งงานระบบปรับอากาศ ระบายอากาศ ให้ตรงตามแบบที่ผู้ออกแบได้ออกแบบไว้ และให้ได้ตามาตรฐาน LEED

ขั้นตอนที่ 5 ส่งตรวจการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในอาคารและประเมินการจัดการสิ่งแวดล้อมกับทางผู้ออกแบบและผู้ประเมินLEED

ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินการ Commissioning test run เริ่มขั้นตอนเทสระบบที่ได้รับการติดตั้ง และวัดค่าบันทึกลงเล่ม Commissioning และส่งให้ทางผู้ออกแบบตรวจสอบอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 7 เมื่อได้ค่าต่างๆมาแล้วให้วิศวกรนำค่าที่ได้นั้นมาวิเคราะห์ว่าตรงกับทางผู้ออกแบบได้ออกแบบมาหรือไม่ถ้าไม่ได้ตามที่ออกแบบไว้ต้องปรับแก้ให้ได้ตามที่ออกแบบไว้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการ test งานระบบประกอบอาคาร

3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

ภาพที่ 3.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

3.2.2 Annemometer

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความเร็วลม ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้กับงานวัดสภาพอากาศ, งานด้านอุตุนิยมวิทยา, อากาศพลศาสตร์ นอกจากนี้ Anemometer ยังสามารถวัดปริมาตรลมได้อีกด้วย เครื่องวัดความเร็วลม ไม่ได้ถูกนำมาใช้เพียงแค่งานเกี่ยวกับสภาพอากาศและการพยากรณ์อากาศ เท่านั้น แต่ยังนำไปใช้ในการคำนวณเพื่อออกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบระบายอากาศในอุโมงค์ ระบบทดสอบการบิน และการนำทางอากาศ ระบบปรับอากาศ เป็นต้น

ภาพที่ 3.3 Anemometer

3.2.3 Lux meter

คือเครื่องวัดปริมาณของแสงที่มองเห็น (ความสว่าง) ในพื้นที่ที่กำหนดทดสอบ สว่างจะแสดงในหน่วยของ LUX (ตัวชี้วัด) และเทียนเท้า (อังกฤษ) Lux เป็นหน่วยมาตรฐานของการวัดความเข้มของแสง (ซึ่งยังสามารถเรียกว่า “ความสว่าง” หรือ “ความสว่าง”) 1 ลักซ์มีค่าเท่ากับความสว่างของพื้นผิวหนึ่งเมตรห่างจากเทียนเดียว หน่วยการวัดแสงสว่าง การวัดแสงโดยปรกติจะใช้ LUXMETER โดยใช้เป็นวัดในแรงเทียน (ftcd, fc, FCD) (หรือลักซ์ในระบบ SI ตัวชี้วัด)เทียนเท้าเป็นจริงหนึ่งลูเมนของความหนาแน่นของแสงต่อตารางฟุต หนึ่งลักซ์เป็นหนึ่งในลูเมนต่อตารางเมตร ตัวอย่างบางส่วนต่อไปของการตั้งค่ามีค่าเฉลี่ยที่แนะนำสว่างเป็นวัดในลักซ์ที่แสดงด้านล่าง

แสงแดดกลางแจ้งเฉลี่ยตั้งแต่ 32 000-100 000 ลักซ์

ทางเดินคลังสินค้ามีไฟประมาณ 100-200 ลักซ์

สำนักงานสดใสต้องใช้ประมาณ 400 ลักซ์ของการส่องสว่าง

ตอนพระอาทิตย์ตกและพระอาทิตย์ (กับฟ้าใส), แสงกลางแจ้งโดยรอบยังเป็นประมาณ 400 ลักซ์

ทางเดินอาคารสามารถสว่างเพียงพอที่ประมาณ 100 ลักซ์

แสงจันทร์เป็นประมาณ 1 ลักซ์

ลูเมนเป็นหน่วยมาตรฐานการวัดของจำนวนทั้งหมดของแสง (แพ็คเก็ตหรือควอนตั้มถ้าคุณต้องการที่จะได้รับทางเทคนิคจริงๆ) ที่ผลิตโดยแหล่งกำเนิดแสงเช่นหลอดหรือท่อ จำนวนของแสงนอกจากนี้ยังอาจจะเรียกโดยวิศวกรแสงเป็น “ฟลักซ์ส่อง” ตัวอย่างบางส่วนของการส่งออกรวมแสงจากแหล่งกำเนิดแสงในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมร่วมกันจะได้รับดังนี้วัดในลูเมน

ภาพที่ 3.4 Lux meter

3.2.4 Clamp meter

Clamp Meter (แคลมป์มิเตอร์(เป็นเครื่องมือทดสอบทางไฟฟ้า Test Equipment ใช้สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร สามารถวัดกระแสไฟฟ้าสูงๆ ได้ โดยตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรได้โดยไม่ต้องหยุดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะที่ทำการวัดแคลมป์มิเตอร์ถือเป็นเครื่องมือวัดอีกชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นมากในการทำงานด้านไฟฟ้าต่างๆ Clamp Meter ที่เราใช้กันในปัจจุบันสามารถแบ่งประเภทการแสดงผลออกเป็น 2 ประเภท นั้นคือ แบบ Analog ที่แสดงผลด้วยเข็มและแบบ Digital ที่แสดงผลออกมาเป็นตัวเลข ซึ่ง แคลมป์มิเตอร์แบบ Digital นั้นจะมีความแม่นยำและวัดค่าได้รวดเร็วกว่าแบบเข็มและยังมีฟังก์ชันการ

ทำงานที่หลากหลายมากกว่าและในปัจจุบันนี้ได้มีการออกแบบพัฒนาแคลมป์มิเตอร์ให้สามารถใช้งานได้หลากหลายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นสามารถวัดกำลังไฟฟ้าได้ สามารถใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ)AC) และไฟฟ้ากระแสตรง)DC) นอกจากนั้นยังสามารถนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อขยายขีดการทำงานของแคลมป์มิเตอร์มากยิ่งขึ้น เช่น นำไปต่อเข้ากับ Recorder, เครื่อง Oscilooscope, เชื่อมต่อข้อมูลเข้ากับคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ภาพที่ 3.5 Clamp Meter

3.2.5 Thermometer

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ ซึ่งจะประกอบด้วยสองส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนตรวจวัดอุณหภูมิและส่วนแสดงผล ซึ่งจะแปลงผลการวัดออกมาเป็นค่าที่แสดงถึงอุณหภูมิ

3.3 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า

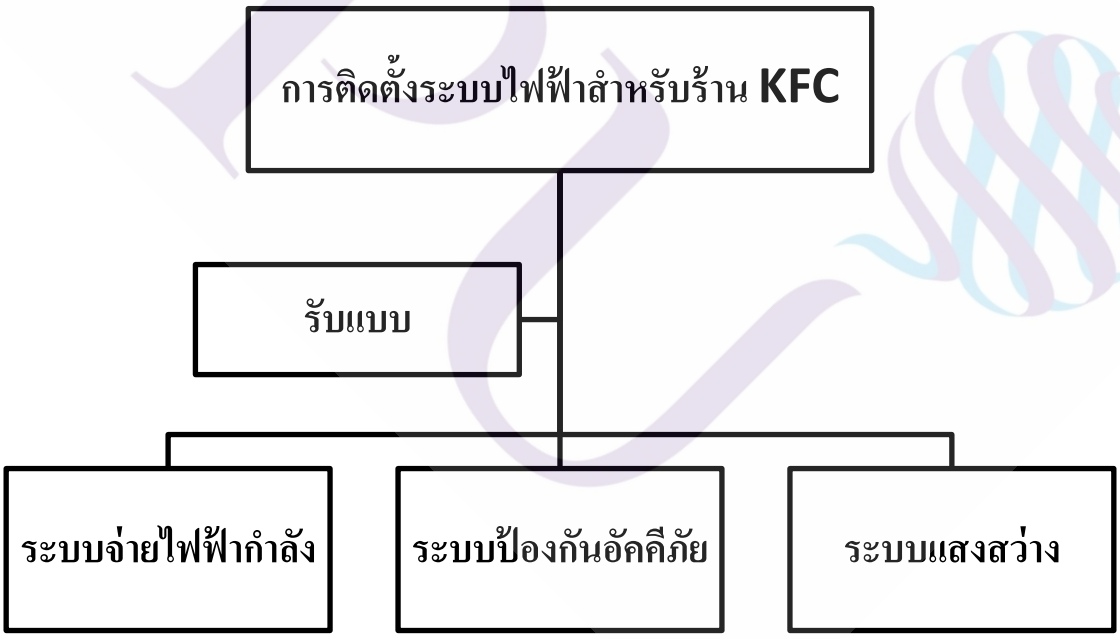
ขั้นตอนการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับร้าน KFC

การติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับสำหรับร้าน KFC สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ดังนี้ ส่วนที่ 1 การรับแบบshopที่ทางผู้ออกแบบให้มา คือแบบที่ผู้ออกแบบกำหนดมาให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ shopมีรายละเอียดของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ ตำแหน่งที่ทำการติดตั้ง แบบ shop ที่ได้มานั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ ด้วยกัน คือ

1. แบบงานระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นแบบที่ระบุถึงการเดินสายไฟร้อยท่อว่ามีระยะเท่าใด ขนาดเท่าใด ใช้สายไฟชนิดใด และยังบอกถึงการติดตั้งตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ปลั๊ก ลูกเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นต้น

2. แบบงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นแบบที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง เช่น หลอดไฟ สวิตซ์ เป็นต้น แบบอันนี้สามารถบอกถึงตำแหน่งของหลอดไฟ ตำแหน่งของสวิตซ์ไฟ ชนิดสายไฟที่ใช้ ขนาดสายไฟ ขนาดของท่อร้อยสาย และบอกระยะการเดินสายไฟ

3. แบบงานระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย เป็นแบบที่ใช้บอกถึงรายละเอียดในการติดตั้งตำแหน่งของอุปกรณ์แจ้งเตือนสัญญาณอัคคีภัย ตัวตรวจจับควัน ตัวส่งสัญญาณแสงและเสียง



ภาพที่ 3.6 แสดงงานระบบไฟฟ้าภายในร้าน KFC

ส่วนที่ 2 เป็นขั้นตอนในการดำเนินงานติดตั้ง โดยเริ่มจากการศึกษาแบบทั้งหมดที่ผู้ออกแบบให้มาอย่างละเอียดโดยเริ่มจาก

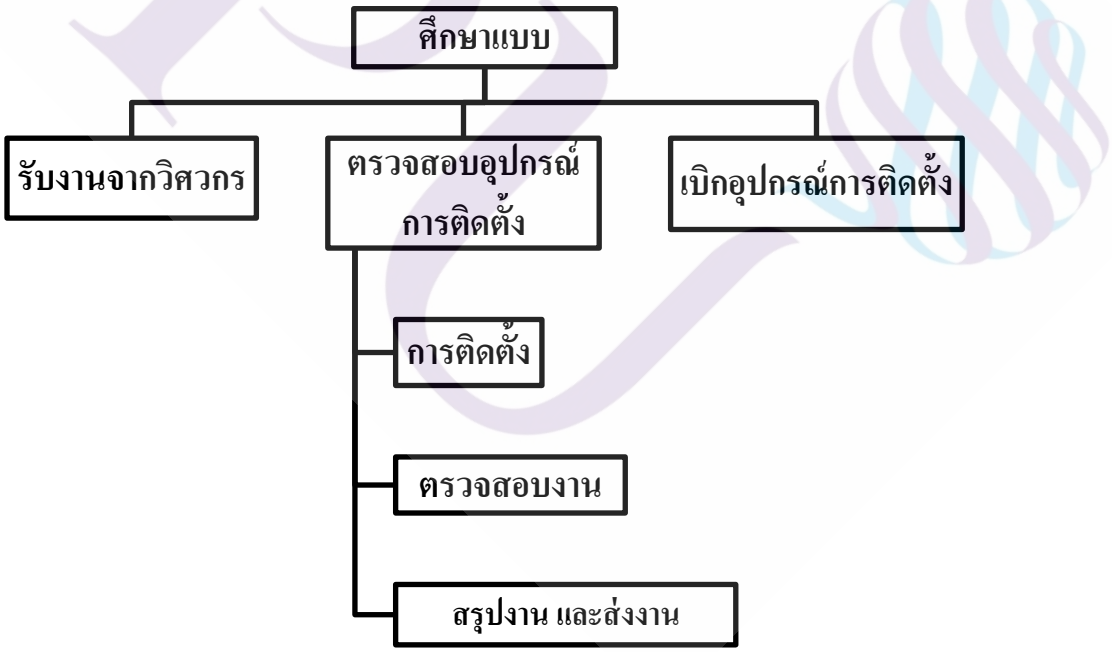
การรับงานจากวิศวกร ในการปฏิบัติงานนั้นต้องได้รับมอบหมายงานให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าตามแบบแผนที่วิศวกรกำหนดไว้ เพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จลุล่วงตามที่ต้องการและสมบูรณ์ที่สุด

ตรวจสอบอุปกรณ์การติดตั้ง คือการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งว่าเป็นชนิดใด ขนาดเท่าใด และมีจำนวนเท่าใด

เบิกอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ต้องทำการจดชนิดของอุปกรณ์และจำนวนของอุปกรณ์เพื่อนำไปเบิกอุปกรณ์ที่แผนกสโตร์

ต่อมาเป็นการดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสามารถนำแบบที่ได้มาในส่วนแรกมาดูตำแหน่งในการติดตั้ง ระยะห่างของอุปกรณ์ และวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

ทำการตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ในการติดตั้งนั้นเมื่อทำการติดตั้งเสร็จจะต้องทำการตรวจเช็คว่าถูกต้องตามแบบและมาตรฐานหรือไม่ มีข้อผิดพลาดหรือไม่ ถ้าทำการตรวจสอบดูแล้วไม่ผ่านจะต้องดำเนินการแก้ไขในการติดตั้งนั้นให้สำเร็จและถูกต้องตามแบบแผนที่วางไว้ ถ้าการตรวจสอบผ่านแล้วให้ดำเนินการในส่วนที่ 3 ต่อไป



ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการติดตั้งระบบไฟฟ้า

ส่วนที่ 3 ทำการสรุปงานทั้ง 3 ระบบว่าผลในการดำเนินงานติดตั้งนั้นออกมาดีหรือไม่ เสร็จเวลาทันที่ได้รับมอบหมายหรือไม่ มีข้อผิดพลาดตรงไหน เมื่อสรุปงานเสร็จแล้วก็ดำเนินการขั้นตอนสุดท้ายคือส่งมอบงานที่ได้รับมอบหมายให้กับผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบ

3.3.1. ขั้นตอนการติดตั้งงานระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง

3.3.1.1 การติดตั้งตู้ MDB ตู้ Load center และลูกเซอร์กิตเบรกเกอร์

ตู้แบบ MDB เป็นแผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ ที่ใช้ในอาคารขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ และโรงงานอุตสาหกรรม ต่างๆที่มีการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ทำงานโดยนำไฟฟ้าที่ได้รับมาจากหม้อแปลงที่มาจากการไฟฟ้า แล้วทำการจ่ายโหลดไปยังแผงจ่ายไฟย่อยในส่วนต่าง ๆ ของอาคารหรือโรงงาน

ภาพที่ 3.8 การติดตั้งตู้ MDB

ตู้แบบ LoadCenterส่วนใหญ่เป็นกล่องเหล็ก ลักษณะการทำงานคล้ายกับ Consumer Unit แตกต่างกันที่มีหลายแถว และใช้กับพื้นที่มากกว่า 1 พื้นที่ขึ้นไป เหมาะสำหรับควบคุมระบบไฟฟ้าในอาคารขนาดกลางและใหญ่ หรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ไฟ 3 เฟส 4 สาย

ภาพที่ 3.9 การติดตั้งตู้ LoadCenter

การติดตั้งลูกเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้นจะต้องจัดเรียงลูกเซอร์กิตให้ตรงตามตำแหน่งกับในแบบที่ระบุมาตามลำดับ เช่น วงจรที่หนึ่ง Lighting 1 POLE 16 AT วงจรที่สอง Water Heater 1 POLE 40E วงจรที่สาม เครื่องปรับอากาศ 24,000BTU 1 POLE 32AT เป็นต้น

ภาพที่ 3.10 การจัดเรียงลูกเซอร์กิตเบรกเกอร์

3.3.2. การติดตั้งระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ เช่น การไฟฟ้านครหลวงหรือNEC โดยที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอดบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และหรือมาตรฐาน BS, VDE, DINและ JIS ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าทั่วไปเป็นระบบ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 Hz 2 สาย

การติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่าง การติดตั้งสวิตซ์ให้ติดตั้งในตู้ควบคุมแสงสว่างตามที่ได้ระบุในแบบ

ภาพที่ 3.11 การติดตั้งสวิตซ์

เต้ารับทั่วและเต้ารับPower plugและไปติดตั้งตามที่แสดงในแบบ

ภาพที่ 3.12 การติดตั้ง Power Plug

เต้ารับสำหรับไฟฉุกเฉิน ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตรใต้ฝ้าเพดาน หรือตามที่แสดงในแบบ

3.3.3. ระบบเตือนสัญญาณอัคคีภัย (Fire Alarm System)

การติดตั้ง Smoke Detector ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Addressable Presignal, Non-Coded System มาตรฐานของ National Fire Protection Association Standard (NFPA)โดยที่วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบได้รับการรับรองจาก Underwriters Laboratories, Ins. (UL) และ FM Approved

Addressable Module Module แต่ละชนิดต้องสามารถกำหนดรหัส (Address) ด้วย Dip Switch ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. Monitor Module สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ชนิดต่าง ๆ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ โดยที่อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อสามารถเลือกได้ทั้งแบบ Normally Open (N.O.) หรือ Normally Close (N.C.) Monitor Module ต้องมี LED แสดงสถานะการทำงาน โดยสามารถแสดงสถานะได้ทั้ง Alarm และ Fault

2. Control Module สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่งสัญญาณชนิดต่าง ๆ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ Control Module ต้องมี LED แสดงสถานะการทำงานโดยสามารถแสดงสถานะได้ทั้ง Alarm และ Fault

Relay Module สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ต้องการสั่งการในสภาวะเพลิงไหม้ เช่น Lift Homing, Pressurized Fan, Door Holder เป็นต้น และต้องมี LED แสดงสถานะการทำงาน การติดตั้งระบบเตือนสัญญาณอัคคีภัย ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมที่ผนังในห้องพนักงานรักษาความปลอดภัย และแผงแสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระยะไกลให้ติดลอยบนผนังตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ การติดตั้ง ให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยระบบเตือนสัญญาณอัคคีภัยจะต้องมีการติดตั้งไว้ทุกชั้นของอาคาร เพื่อให้บุคคลที่อาศัยอยู่ภายในอาคารได้รับสัญญาณทั่วถึงกรณีที่เกิดเหตุไฟไหม้โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากโซนใด หลอดสัญญาณของโซนจะติดหรือกระพริบ พร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณเฉพาะที่แผงรวมจนกว่าจะกดสวิตซ์ตัดเสียง แต่หลอดไฟสัญญาณยังคงติดอยู่จนกว่าระบบแจ้งเหตุเตือนอัคคีภัย จะกลับสู่เหตุการณ์ปกติ แต่ถ้าหากไม่มีผู้ใดกดสวิตซ์ตัดเสียงภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ (0-5นาที) ระบบจะส่งเสียงสัญญาณไปยังโซนที่เกิดเพลิง และโซนอื่น ๆ พร้อมกันหมด และเมื่อมีเหตุเพลิงไหม้ลุกลามสามารถสั่งสัญญาณเสียงได้ทีละชั้น หรือได้ทั้งอาคาร และมีระบบโทรศัพท์ (Firefighter's Telephone System) สามารถติดต่อระหว่างพนักงานดับเพลิงกับห้องควบคุมได้

ส่วนการเลือกใช้อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้นั้นจะเลือกใช้ตามความเหมาะสมของหน้างานแต่การติดตั้งภายในอาคารหรือที่พักอากาศส่วนใหญ่มักจะใช้อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่จำเป็นอยู่ 2 ชนิด คือ ดีเทคเตอร์จับความร้อน (Heat Detector) จะติดตั้งภายในห้องครัว ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือ ดีเทคเตอร์จับควัน(Smoke Detector)มักจะติดตั้งตามเพดานในส่วนบริเวณนั่งทาน

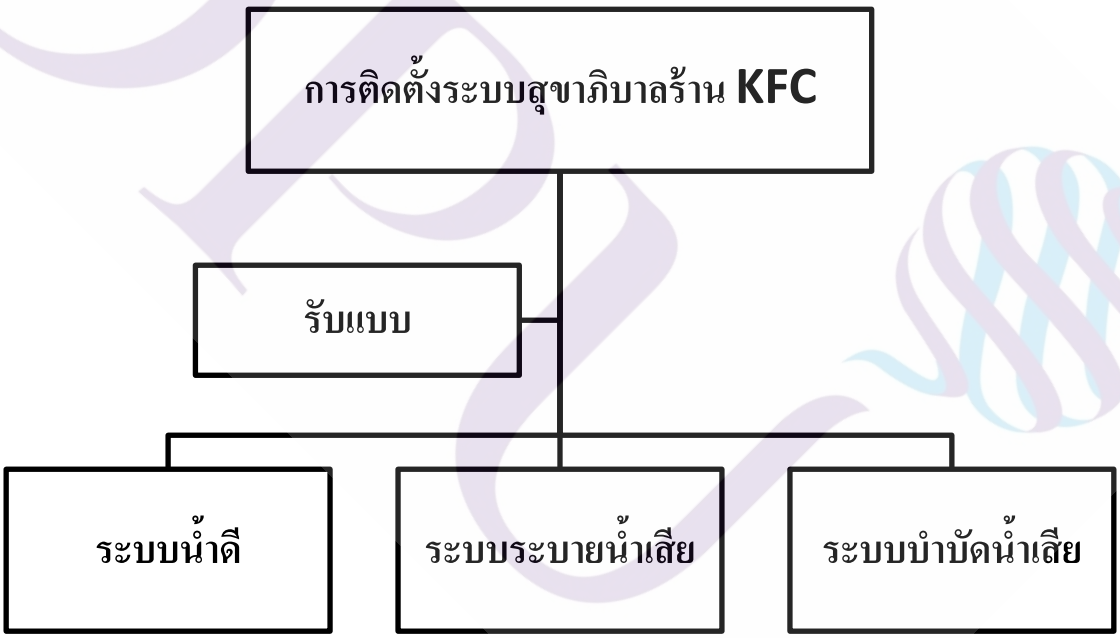
การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันต้องติดตั้งในที่ซึ่งตรวจจับเพลิงไหม้ได้ง่ายและต้องไม่ติดตั้งในบริเวณที่อาจมีฝุ่นหรือควันที่ไม่ใช่เกิดจากเพลิงไหม้ปริมาณมากหรือความชื้นสูงอันอาจทำให้เกิดการตรวจจับผิดพลาดได้ง่ายอุปกรณ์ตรวจจับควันต้องติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 10.5 เมตรและอุปกรณ์ตรวจจับควันแต่ละตัวต้องติดตั้งที่ฝ้าเพดานหรือหลังคาห่างจากฝ้าเพดานหรือหลังคาไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตรแต่ไม่เกิน 600มิลลิเมตรในสถานที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันสูงมากกว่า 4เมตรแต่ไม่เกิน10.5 เมตร

3.4 งานติดตั้งระบบสุขาภิบาล

3.4.1 ขั้นตอนการติดตั้งระบบสุขาภิบาลสำหรับร้าน KFC

การติดตั้งระบบสุขาภิบาลสำหรับสำหรับร้าน KFC สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ดังนี้ ส่วนที่ 1 การรับแบบshopที่ทางผู้ออกแบบให้มา คือแบบที่ผู้ออกแบบกำหนดมาให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ shopมีรายละเอียดของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ ตำแหน่งที่ทำการติดตั้งแบบ shop ที่ได้มานั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ ด้วยกัน คือ

1. ระบบน้ำดีหรือน้ำประปาเป็นระบบท่อที่ใช้งานในการลำเลียงน้ำสะอาดไปใช้งานตามจุดต่างๆ ที่ต้องการใช้ภายในอาคาร
2. ระบบระบายน้ำทิ้งเป็นระบบท่อที่นำน้ำเสียที่ถูกใช้งานจากกิจกรรมอื่นๆ ออกจากพื้นที่และนำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนระบายออกนอกอาคาร
3. ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบที่ใช้บำบัดน้ำจากการใช้งานภายในอาคารให้มีค่าดัชนีวัดค่าคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก่อนระบายออกสู่ระบบระบายน้ำสาธารณะ



ภาพที่ 3.13 แสดงงานระบบสุขาภิบาลภายในร้าน KFC

ส่วนที่ 2 เป็นขั้นตอนในการดำเนินงานติดตั้ง โดยเริ่มจากการศึกษาแบบทั้งหมดที่ผู้ออกแบบให้มาอย่างละเอียดโดยเริ่มจาก

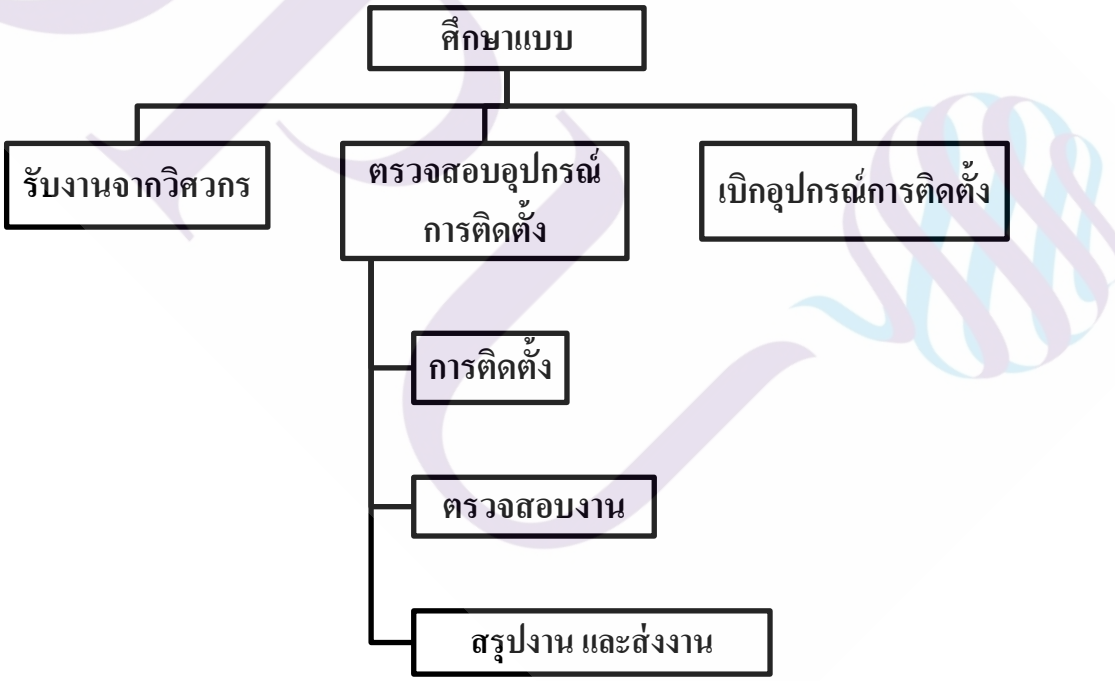
การรับงานจากวิศวกร ในการปฏิบัติงานนั้นต้องได้รับมอบหมายงานให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบสุขภิบาลตามแบบแผนที่วิศวกรกำหนดไว้ เพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จลุล่วงตามที่ต้องการและสมบูรณ์ที่สุด

ตรวจสอบอุปกรณ์การติดตั้ง คือการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งว่าเป็นชนิดใด ขนาดเท่าใด และมีจำนวนเท่าใด

เบิกอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ต้องทำการจดชนิดของอุปกรณ์และจำนวนของอุปกรณ์เพื่อนำไปเบิกอุปกรณ์ที่แผนกสโตร์

ต่อมาเป็นการดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ในระบบสุขาภิบาลโดยสามารถนำแบบที่ได้มาในส่วนแรกมาดูตำแหน่งในการติดตั้ง

ทำการตรวจสอบการติดตั้งระบบสุขภิบาล ในการติดตั้งนั้นเมื่อทำการติดตั้งเสร็จจะต้องทำการตรวจเช็คว่าถูกต้องตามแบบและมาตรฐานหรือไม่ มีข้อผิดพลาดหรือไม่ ถ้าทำการตรวจสอบดูแล้วไม่ผ่านจะต้องดำเนินการแก้ไขในการติดตั้งนั้นให้สำเร็จและถูกต้องตามแบบแผนที่วางไว้ ถ้าการตรวจสอบผ่านแล้วให้ดำเนินการในส่วนที่ 3 ต่อไป



ภาพที่ 3.14 ขั้นตอนการติดตั้งระบบสุขาภิบาล

ส่วนที่ 3 ทำการสรุปงานทั้ง 3 ระบบว่าผลในการดำเนินงานติดตั้งนั้นออกมาดีหรือไม่ เสร็จเวลาทันที่ได้รับมอบหมายหรือไม่ มีข้อผิดพลาดตรงไหน เมื่อสรุปงานเสร็จแล้วก็ดำเนินการขั้นตอนสุดท้ายคือส่งมอบงานที่ได้รับมอบหมายให้กับผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบ

3.4.2 ขั้นตอนการติดตั้งระบบน้ำดี

ในการนำน้ำมาใช้กับอาคารบ้านเรือนทั้งหลาย จะต้องมีการวางระบบที่ดี เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานอีกทั้งสะดวกในการบำรุงรักษาอีกด้วย ต้องคำนึงถึง การจัดวางตำแหน่งท่อต่างๆได้แก่ ระบบท่อน้ำดี ระบบท่อน้ำทิ้ง ระบบท่อน้ำเสีย และ ระบบท่อระบายอากาศ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อประสิทธิภาพในการใช้ ตลอดจนอายุการใช้งานที่ยาวนานและเนื่องจากระบบท่อต่างๆ จะถูกซ่อนไว้ตามที่ต่างๆเช่นในผนัง พื้น ฝ้าเพดาน ฉะนั้น ก่อนการดำเนินการก่อสร้าง ต้องมีการวางแผนให้ดี เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุงในภายหลัง และนอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องคำนึงถึงอีกมากมาย ดังเช่น

จัดเตรียมพื้นที่การเดินท่อทั้งแนวนอน แนวดิ่ง รวมถึงระยะลาดเอียงต่าง ๆ

ติดตั้งฉนวนในระบบท่อที่จำเป็นเช่น ท่อน้ำเย็น เพื่อลดความเสียหายจากการรั่วซึม

ออกแบบระบบแขวน และรายละเอียดอื่น ๆ ตามมาตรฐานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

จัดเตรียมพื้นที่สำหรับการบำรุงรักษา

ระบบน้ำประปา มีส่วนสำคัญคือ การจ่ายน้ำที่สะอาดไปยังจุดที่ใช้งานต่าง ๆ ในปริมาณและแรงดันที่เหมาะสมกับการใช้งาน นอกเหนือจากนั้น ยังจะต้องมีระบบการสำรองน้ำในกรณีฉุกเฉิน หรือมีการปิดซ่อมระบบภายนอก หรือช่วงขาดแคลนน้ำ

การเดินท่อน้ำดี โดยทั่วไปแล้วการเดินท่อประปาภายในอาคารจะมีอยู่ 2 ชนิดคือ

1.การเดินท่อแบบลอย คือ การเดินท่อติดกับผนัง หรือวางบนพื้น การเดินท่อแบบนี้จะเห็นได้ ชัดเจน สามารถซ่อมแซมได้ง่ายเมื่อเกิดปัญหา แต่จะดูไม่สวยงาม

2.การเดินท่อแบบฝัง คือ การเจาะสกัดผนังแล้วเดินท่อ เมื่อเรียบร้อยแล้วก็ฉาบปูนทับหรือ เดินซ่อนไว้ใต้เพดานก็ได้ซึ่งจะดูเรียบร้อยและสวยงามแต่เมื่อมีปัญหาแล้วจะซ่อมแซมได้ยาก

การตรวจสอบและการทดสอบ

การทดสอบระบบประปา จะต้องทำการทดสอบ ปิดบังท่อ โดยให้ใช้น้ำที่มีคุณภาพได้มาตรฐานน้ำดื่ม กปน. หรือ สมอ. อัดเข้าในระบบให้มีความดันมากกว่าความดันใช้งาน 50 % แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 psi ให้คงที่เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 6 ชม. แล้วจึงเริ่มการตรวจสอบหารอยรั่วซึม หากพบว่าส่วนใดของระบบรั่วซึม จะต้องแก้ไขให้เรียบร้อย แล้วจึงทดสอบใหม่

3.4.3 ขั้นตอนการติดตั้งระบบระบายน้ำทิ้ง

ตรวจสอบระยะระดับ แนวเดินท่อระบายน้ำทิ้งและการติดตั้งท่อและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Floor Drain , Floor Clean Out , Pit Drain และจุดเชื่อท่อระบายน้ำทิ้งของโครงการโดนละเอียด ทั้งนี้การติดตั้งท่อจะต้องมีความลาดเอียงที่เหมาะสม หากงานส่วนใดไม่สามารถติดตั้งท่อและอุปกรณ์ ตามแบบได้หรือมีผลกระทบต่องานตกแต่งพื้นให้วิศวกรจัดทำแบบหรือข้อมูลแสดงรายละเอียดอนุมัติต่อผู้ควบคุมงานหรือผู้ออกแบบ เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

วิศวกรจะต้อง ตรวจสอบระยะ,ระดับ และรายละเอียด งานพื้น,โครงสร้างเดิมก่อนการติดตั้ง BIG FLOOR DRAIN (PIT DRAIN W/SCREENING) โดยขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานหรือตัวแทน เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

จุดเชื่อมต่อกับของอาคาร ต้องมี 3ทาง Y สำหรับการ Service ซ่อมแซมตามมาตรฐานอาคาร

การตรวจสอบและการทดสอบ

การทดสอบระบบระบายน้ำ หรือระบบระบายอากาศ ให้ปิดช่องทั้งหลายในระบบที่ต้องการทดสอบให้แน่นเว้นช่องที่อยู่ระดับสูงสุดเติมน้ำล้นออกทางช่องนี้แต่ละส่วนของระบบจะต้องได้รับการทดสอบภายใต้ความดันไม่น้อยกว่าความดันน้ำ 300 ซม. กักน้ำไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 45 นาที แล้วจึงเริ่มสำรวจหารอยรั่ว หากไม่พบว่ามีรอยรั่วซึมใดๆ จึงจะถือว่าใช้ได้

3.4.4 ขั้นตอนการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย

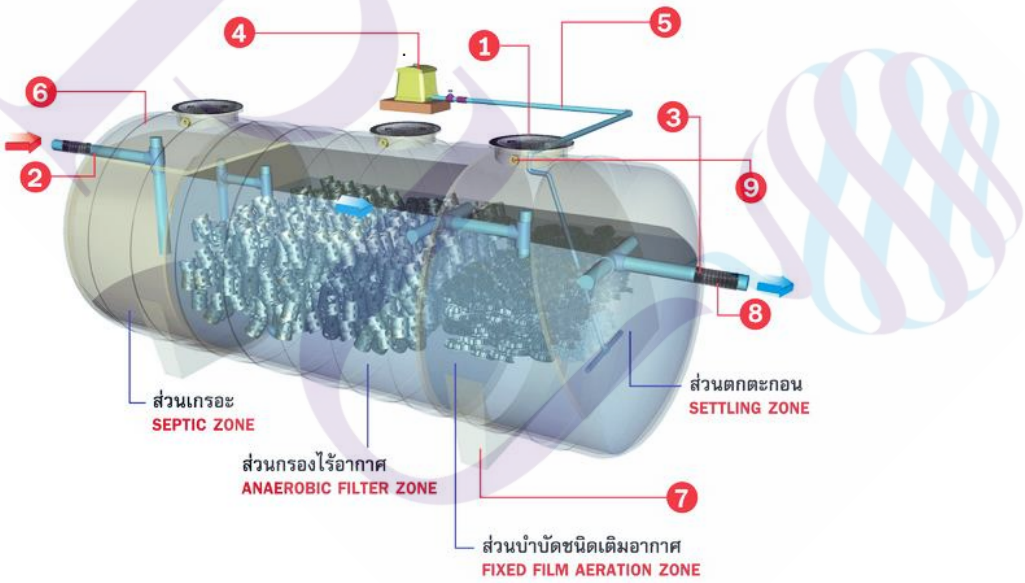
ตรวจสอบระยะระดับ แนวเดินท่อระบายน้ำทิ้งเพื่อที่จะว่างถังบำบัดน้ำเสีย

ขุดหลุมเพื่อที่จะวางถังบำบัดน้ำเสีย โดยถังบำบัดน้ำเสียนี่มีหลักการทำงานคือ เป็นแบบถังรวมประกอบไปด้วย ส่วนเกรอะ , ส่วนบำบัดไร้อากาศ , ส่วนตกตะกอนในใบเดียวกัน ส่วนที่ 1.Seption Zone อาศัยหลักการตกตะกอน และ การย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยการแยกตัวเองของแข็งที่ปนอยู่ในน้ำทิ้งและการย่อยสลายตะกอนจมและตะกอนลอย (Digestion Of Sludge And Scum)โดยแบคทีเรียที่อยู่ก้นถังและภายในถัง ตามขบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศเกิดก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไฮโดรเจน เซลล์ใหม่ น้ำ ความร้อน ปุ๋ย จนกระทั้งเหลือตะกอนส่วนน้อยที่จะแปลสะภาพเป็นกากตะกอนคงตัวที่ไม่ย่อยสลายอีกต่อไป

ส่วนที่ 2. Fixed Film Aeration Zone เป็นส่วนที่ย่อยสลายสารอินทรีย์แบบเติมอากาศ ภายในส่วนนี้จะมีตัวกลาง (Biocell) เพื่อให้จุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (aerobic Bacteria) จะบำบัดน้ำที่ผ่านจาก Septic Zone เพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ยึดเกาะเป็นฟิล์มชีวภาพให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ในส่วนนี้จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดถึง 80-85 %น้ำที่ผ่านการบำบัดจะมีค่าบีโอดีต่ำสามารถปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้

ส่วนที่ 3. Sedimentation Zone หลักการทำงานของส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำที่บำบัดแล้วให้ได้น้ำใส ก่อนระบายลงสู่ลำรางสาธารณะต่อไป ส่วนประกอบของถังมีอุปกรณ์ดังนี้

1. ฝาถัง TANK COVER
2. ท่อน้ำเข้า INLET
3. ท่อน้ำออก OUTLET
4. เครื่องเติมอากาศ AIR BLOWER
5. ท่อจ่ายอากาศ AIRVENT
6. RIB
7. ขาตั้ง STAND
8. ข้อต่ออ่อน FLEXIBLE JOINT
9. ท่อระบายอากาศ AIRVENT



ภาพที่ 3.15 ส่วนประกอบของถังบำบัดน้ำเสีย

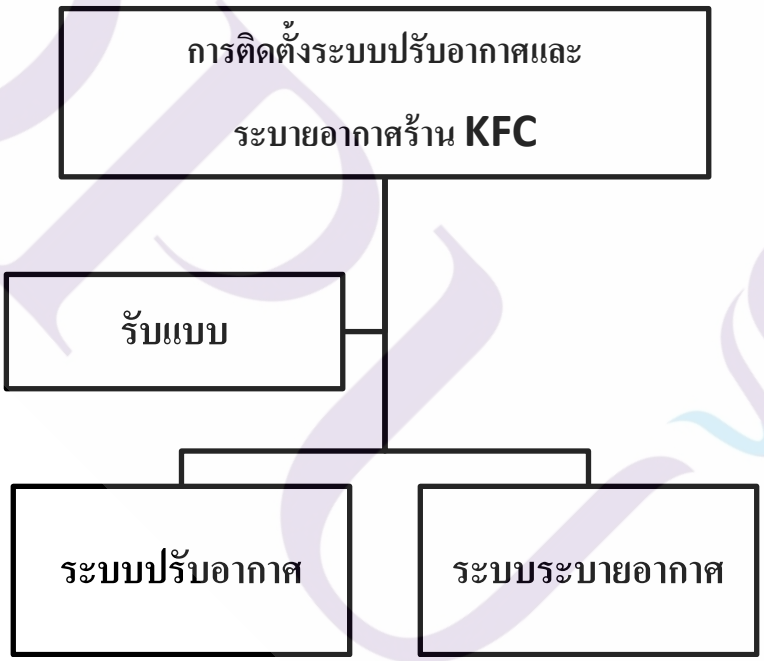
3.5 งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

3.5.1 ขั้นตอนการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับร้าน KFC

การติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับสำหรับร้าน KFC สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ดังนี้ ส่วนที่ 1 การรับแบบshopที่ทางผู้ออกแบบให้มา คือแบบที่ผู้ออกแบบกำหนดมาให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ shopมีรายละเอียดของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ ตำแหน่งที่ทำการติดตั้ง แบบ shop ที่ได้มานั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ

ระบบปรับอากาศ เป็นระบบกระบวนการปรับสภาวะของอากาศ เพื่อควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) ความชื้น (Humidity) ความสะอาด (Cleanliness) และการกระจายลม (Motion) ภายในห้องให้เหมาะสมกับความต้องการ

ระบบระบายอากาศคือการจัดระบบการถ่ายเทอากาศจากภายนอกอาคารเข้ามาภายในอาคาร



ภาพที่ 3.16 แสดงงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศภายในร้าน KFC

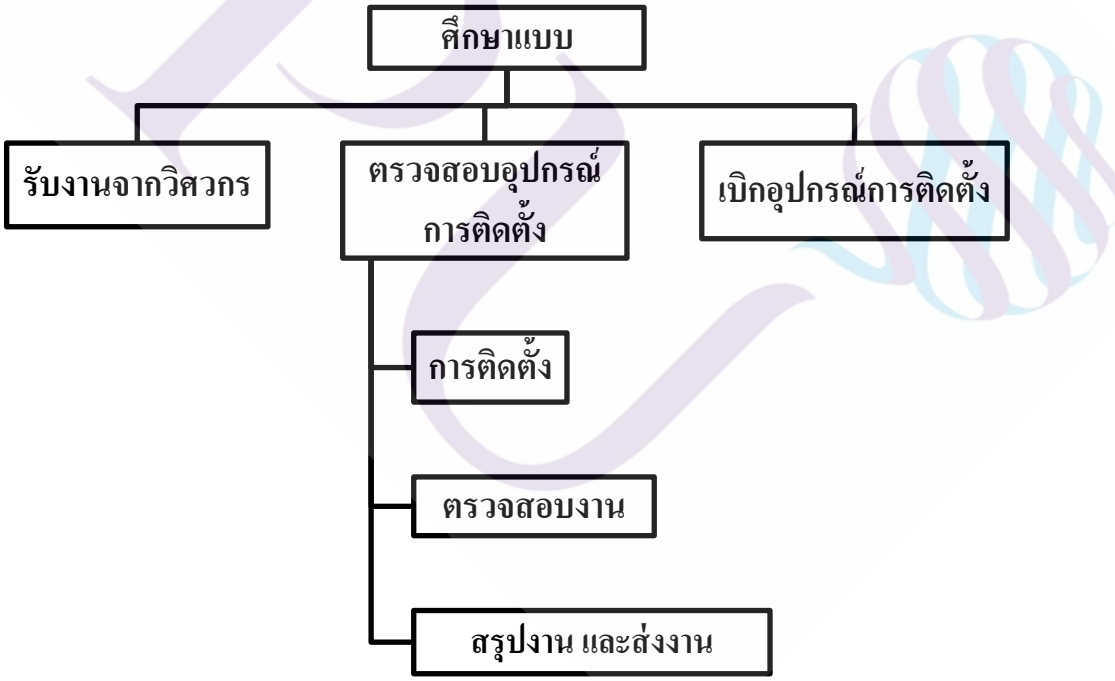
ส่วนที่ 2 เป็นขั้นตอนในการดำเนินงานติดตั้ง โดยเริ่มจากการศึกษาแบบทั้งหมดที่ผู้ออกแบบให้มาอย่างละเอียดโดยเริ่มจากการรับงานจากวิศวกร ในการปฏิบัติงานนั้นต้องได้รับมอบหมายงานให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศตามแบบแผนที่วิศวกรกำหนดไว้ เพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จลุล่วงตามที่ต้องการและสมบูรณ์ที่สุด

ตรวจสอบอุปกรณ์การติดตั้ง คือการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งว่าเป็นชนิดใด ขนาดเท่าใด และมีจำนวนเท่าใด

เบิกอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ต้องทำการจดชนิดของอุปกรณ์และจำนวนของอุปกรณ์เพื่อนำไปเบิกอุปกรณ์ที่แผนกสโตร์

ต่อมาเป็นการดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศโดยสามารถนำแบบที่ได้มาในส่วนแรกมาดูตำแหน่งในการติดตั้ง

ทำการตรวจสอบการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศในการติดตั้งนั้นเมื่อทำการติดตั้งเสร็จจะต้องทำการตรวจเช็คว่าถูกต้องตามแบบและมาตรฐานหรือไม่ มีข้อผิดพลาดหรือไม่ ถ้าทำการตรวจสอบดูแล้วไม่ผ่านจะต้องดำเนินการแก้ไขในการติดตั้งนั้นให้สำเร็จและถูกต้องตามแบบแผนที่วางไว้ ถ้าการตรวจสอบผ่านแล้วให้ดำเนินการในส่วนที่ 3 ต่อไป



ภาพที่ 3.17 ขั้นตอนการติดตั้งระบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

ส่วนที่ 3 ทำการสรุปงานทั้ง 3 ระบบว่าผลในการดำเนินงานติดตั้งนั้นออกมาดีหรือไม่ เสร็จเวลาทันที่ได้รับมอบหมายหรือไม่ มีข้อผิดพลาดตรงไหน เมื่อสรุปงานเสร็จแล้วก็ดำเนินการขั้นตอนสุดท้ายคือส่งมอบงานที่ได้รับมอบหมายให้กับผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบ

3.5.2 การติดตั้งระบบปรับอากาศ

การติดตั้ง CDU ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องแข็งแรง รองรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานได้การยึดแขวนแต่ละวิธีการ ต้องใช้พุกและสกรูให้ถูกต้องกับสิ่งที่ยึด เครื่องต้องตั้งอยู่บน โครงสร้างที่แข็งแรงโดยมีวัสดุรองรับการสั่นตามมาตรฐานของผู้ผลิตตัวเครื่องต้องไม่เอียงและต้องมีระยะห่างไมjน้อยกว่า 300 mm โดยรอบชุดควบแน่นเพื่อการซ่อมบำรุง ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องสามารถสูบลมจากบรรยากาศภายนอกเข้าระบายความร้อนและส่งออกสู่ภายนอกได้สะดวกโดยไม่มีสิ่งกีดขวางกระแสลมทำให้ลมร้อนไหลย้อนกลับสู่เครื่องได้ อีก

การติดตั้งเครื่องหลายเครื่อง ต้องไม่ระบายลมร้อนสู่กันและกัน และต้องพิจารณาสถานที่ตั้งให้เครื่องสามารถสูบลมจากบรรยากาศภายนอกเข้าระบายที่เครื่องได้โดยไม่มีลมร้อนย้อนกลับมาด้วย ตำแหน่งที่ติดตั้งชุดควบแน่นต้องไม่ก่อให้เกิดเสียงดังรวมถึงกระแสลมร้อนที่ระบายต้องไม่รบกวนบริเวณพื้นที่ใช้งานข้างเคียง

การติดตั้ง FCU

1. ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องมั่นคงแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานได้
2. การยึดแขวนแฟนคอยล์แต่ละชนิด ต้องติดยึดด้วยพุก และสกรู และลวดแขวนชนิดที่ถูกต้องและมีขนาดที่รองรับน้ำหนักได้
3. ต้องมีระยะห่างจากสิ่งต่างๆ ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในคู่มือการติดตั้งหรือต้อง สามารถเข้าซ่อม บำรุง รักษา เปลี่ยนเครื่องหรืออุปกรณ์ได้โดยสะดวกไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุสิ่งของที่อยู่ใต้เครื่องหรือบริเวณใกล้เคียง
4. การส่งกระจายลมเย็นต้องเป็นไปอย่างทั่วถึง ไม่กระทบตรงตัวผู้ใช้ ไม่กระทบการใช้งานของหัวฉีดน้ำดับเพลิง (Sprinkler) หรืออุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ และไม่ก่อให้เกิดการกลั่นตัวของน้ำแก่วัสดุที่ถูกลมเย็นกระทบเช่นกระจก ฝ้าเพดาน ทีวี เป็นต้น
5. ลมเย็นส่งไม่ถูกดูดย้อนกลับเข้าช่องลมกลับโดยทันที
6. ลมกลับต้องสามารถไหลกลับสู่เครื่องได้อย่างสะดวก และทั่วถึงจากทุกบริเวณที่ส่งลมเย็นไปถึง
7. การติดตั้งแฟนคอยส์ชนิดต่อท่อลม หน่วยแฟนคอยล์ชนิดซ่อนเหนือฝ้าเพดานหรือชนิดต่อท่อลม (Ceiling conceal หรือ Ducted type) ต้องทำกล่องลมกลับ (Return chamber) ครอบหน่วยแฟนคอยล์ หรือทำท่อลมกลับ (Duct return) เพื่อป้องกันอากาศเหนือฝ้าเข้าสู่หน่วยแฟนคอยล์พร้อมทำช่องบริการ (Access panel) เพื่อเข้าซ่อมบำรุงได้ขนาดไม่น้อยกว่า 0.6x 0.6 เมตร

8. หน่วยแฟนคอยล์ชนิดที่ใช้ต่อท่อลม (Duct type) ต้องใช้ท่อลมและหัวจ่ายลมเย็นที่มีขนาดโตพอที่ไม่เกิดเสียงดังและไม่ยาวเกินกว่าที่จะสามารถส่งลมเย็นถึงได้ตามแต่ชนิดของเครื่องทั้งนี้ความดันสถิตของระบบท่อลมและอุปกรณ์ จะต้องไม่เกินความดันสถิตของหน่วยแฟนคอยล์ (External Static Pressure) ที่กำหนดโดยผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ

9. ขนาดของช่องลมกลับต้องโตพอที่จะให้ลมกลับไหลผ่านด้วยความเร็วไม่เกิน 2 เมตรต่อวินาที (400 ฟุตต่อนาที)โดยคิดจากพื้นที่หน้าตัดสุทธิ

10. แผงกรองอากาศอาจติดตั้งอยู่ที่เครื่องหรือบานเกร็ดลมกลับต้องสามารถถอดล้างได้สะดวก

การติดตั้งท่อสารทำความเย็น

1. การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์จะต้องระมัดระวังต่อไปนี้การต่อท่อเข้ากับคอยล์, เครื่อง, และอุปกรณ์อื่นๆ จะต้องไม่มีความเค้นเกิดขึ้นที่ท่อและอุปกรณ์ และจะต้องมีข้อต่อแบบถอดได้โดยง่ายเช่นข้อต่อแบบแฟลสำหรับการถอดซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์การขยายตัวและการหดตัว

2. จะต้องติดตั้งท่อโดยไม่ให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากการขยายตัวและหดตัวจากอุณหภูมิระหว่างทำงาน

3. จะต้องนำข้อต่อขยายตัวหรือข้อต่ออ่อนมาใช้ในที่ซึ่งมีการการขยายตัวและการหดตัวของท่อเกินกว่าที่จะสามารถชดเชยได้จากลูปขยายตัว

4. การทรุดตัวที่ไม่เท่ากันระบบท่อจะต้องติดตั้งในลักษณะที่จะไม่เกิดความเสียหาเนื่องมาจากการทรุดตัวที่ไม่เท่ากันของสิ่งรองรับท่อและเครื่องภายหลังการติดตั้ง ปัญหานี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยติดตั้ง ข้อต่ออ่อน, ลูปหรือออฟเซ็ต

5.ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER)

การเติมสารทำความเย็น

1. ชั่งน้ำหนักเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย โดยการคำนวณปริมาณสารทำความเย็นที่จะต้องเติม และเติมเพิ่มโดยการชั่งน้ำหนักตามจำนวนที่คำนวณไว้ตามที่ผู้ผลิตเครื่องแนะนำ

2. วิธีองศาร้อนยวดยิ่งด้านดูด (Suction Superheat, SH) เป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูง โดยการวัดอุณหภูมิด้านดูด (Suction Temperature) ก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ แล้วลบด้วยอุณหภูมิอิ่มตัว (Saturated Temperature) ของความดันด้านต่ำ โดยมีรายละเอียดพิจารณา ด้านล่าง

SH ต่ำกว่า15 F สารทำความเย็นในระบบมากเกิน

SH สูงกว่า 20 F สารทำความเย็นในระบบไม่เพียงพอ

SH เท่ากับ 15 – 20 F สารทำความเย็นในระบบเพียงพอ

ควรทำควบคู่กับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ด้วย

ขั้นตอนการติดตั้งระบบระบายอากาศและเติมอากาศ

ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน มอก.50-2538 โดยอ้างอิงเป็น Gauge No.

ยกเว้นท่อลมบางประเภทที่ใช้งานแล้วแต่กรณี ให้ใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในรายละเอียดของท่อลมนั้น ๆ

วิธีการประกอบและการติดตั้งให้เป็นตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และหรือ ASHRAE

ให้ตรวจสอบขนาดและแนวทางกากรเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆและจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 0.75 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Miter Bend) มี Turning Vane ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้

ท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วย Rigid Fiberglass เนื้อแข็ง หรือ PU Foamเนื้อแข็งหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพงและอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน

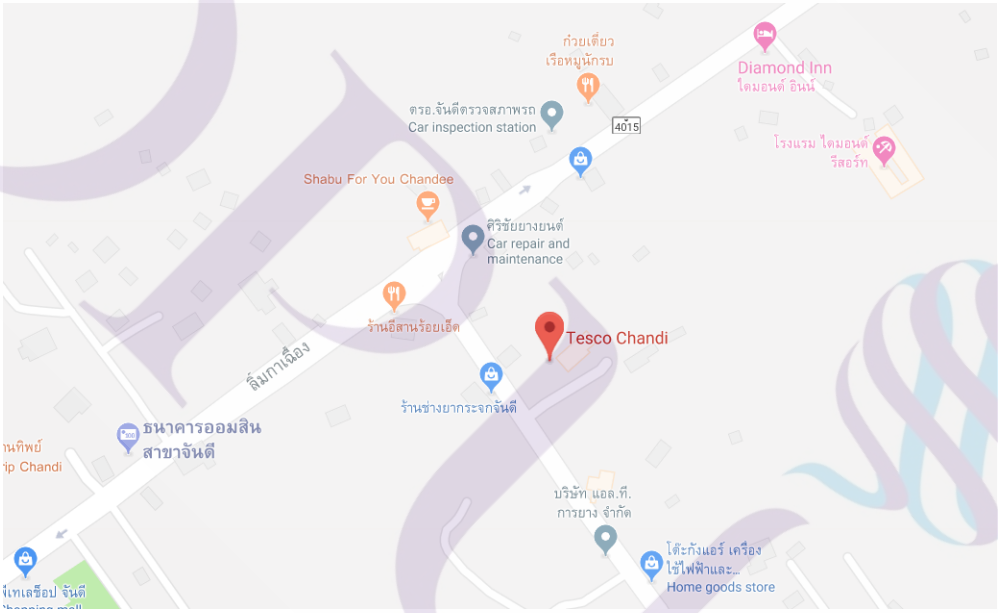
การทดสอบและปรับปริมาณลม

ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่อยู่ในช่วง ±10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ ต่อมาการวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pitot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด PitotTube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลักจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว และการปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ VolumeDamper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ลักษณะของโครงการที่ใช้ในการศึกษา

4.1.1 ได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลเป็นโครงการก่อสร้างร้าน KFC สาขา โลตัสจันดี ตั้งอยู่ที่ 468 หมู่ 3 ลิ้มกาเฉื้อง ตำบล จันดี อำเภอ ฉวาง นครศรีธรรมราช 80250 โดยมีพื้นที่ทั้งหมด 160.00 SQ.M แบ่งเป็น พื้นที่ครัว 78.45 SQ.M พื้นที่นั่งทาน 68.05 SQ.M พื้นที่อื่นๆ 13.05 SQ.M



ภาพที่ 4.1 ที่ตั้งร้าน KFC สาขาโลตัสจันดี

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามหมวดหมู่

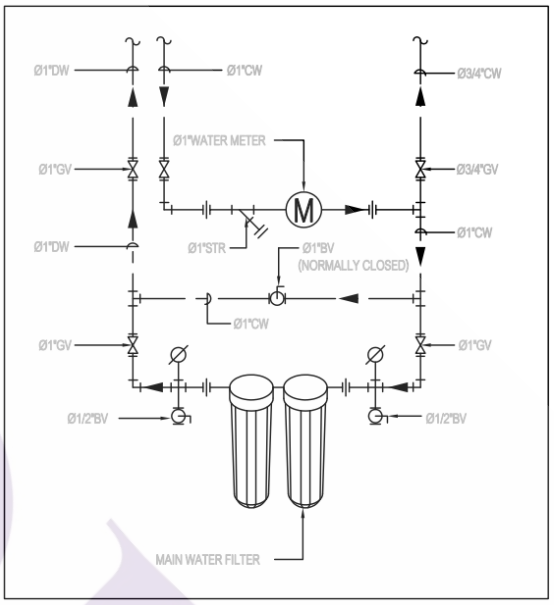
หมวดที่ 1. หรือ ที่ตั้งโครงการ

สภาพก่อนการก่อสร้าง สภาพพื้นที่ก่อนการก่อสร้างนั้น มีลักษณะ เป็นพื้นที่โล่ง ไม่มีการป้องกันการสูญเสียของหน้าดินไม่มีการป้องกันเศษดินตะกอนไหลลงสู้แม่น้ำ คู คลอง ไม่มีกี่ป้องกันมลภาวะที่เกิดการการก่อสร้างสภาพระหว่างการก่อสร้างและหลังการก่อสร้างได้มีการป้องกันการไหลของหน้าดินโดยการน้ำหน้าดินมากองไว้เผื่อที่นำกลับมาใช้ใหม่และมีการทำกำแพงกันหน้าดินไหล ในส่วนการป้องกันดินตะกอนไหลลงสู้แม่น้ำนั้น ได้ทำรอบๆไซร์งานก่อสร้างเป็นบ่อตกตะกอนก่อนที่จะปล่อยน้ำลงสู้แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ส่วนรอบๆไซร์งาน ได้รอบรั้วป้องกันมลพิษทางเสียงและฝุ่น

ภาพที่ 4.2 ที่ตั้งโครงการหลังก่อสร้างเสร็จ

หมวดที่ 2. การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการน้ำทิ้งน้ำกลับมาใช้ใหม่ จากการตรวจสอบแล้วพบว่า ร้าน KFC ได้มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่ น้ำทิ้งจะถูกปล่อยลงบ่อบำบัดของโครงการหลังจากนั้นน้ำที่ได้จากการบำบัด60% จะนำกลับมาใช้รดน้ำต้นไม้ภายในโครงการ

มีการติดตามการใช้น้ำ ร้าน KFC ได้มีการติดตั้งมิเตอร์ใช้น้ำย่อยที่ใช้กับร้านและมีกี่จดบันทึกเปรียบเทียบค่าเดือนละ 1 ครั้ง



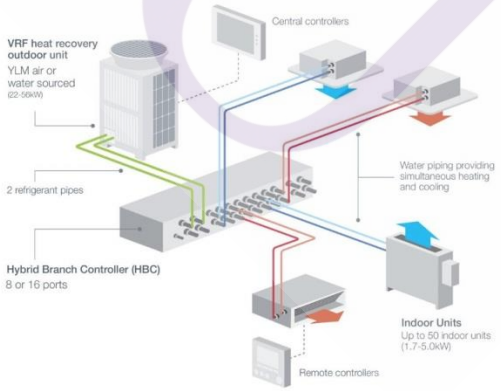
ภาพที่ 4.3 การติดตั้งมิเตอร์ย่อย

หมวดที่ 3. การใช้พลังงานและระบบอาคารเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในร้าน KFC คือ เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ LG ใช้สารทำความเย็น R410A ซึ่งสารทำความเย็นชนิดนี้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและยังไม่ทำลายชั้นโอโซน

Refrigerant	Ozone Depletion Potential	Global Warming Potential	Combustion quality	Toxicity	Main trends
R12	1	10,900	Incombustible	None	Abolish by 1996
R22	0.055	1,810	Incombustible	None	Abolish and prohibit importing by 2020
R404A	0	3,920	Incombustible	None	Reduce emissions by 85% by 2036 (compared with 2011-2013)
R410A	0	2,090	Incombustible	None	
R32	0	675	Slightly flammable	None	
R448A	0	1,387	Incombustible	None	Reduction of HFCs is accelerating on a global scale due to the Kigali Amendment. Transitional limited availability?
Isobutane	0	3	Highly flammable	None	Trend of further widespread use
Ammonia	0	0	Slightly flammable	Deleterious substance	
CO2	0	1	Incombustible	None	

ภาพที่ 4.4 Ozone depletion and Global warming potential of cfc refrigerants

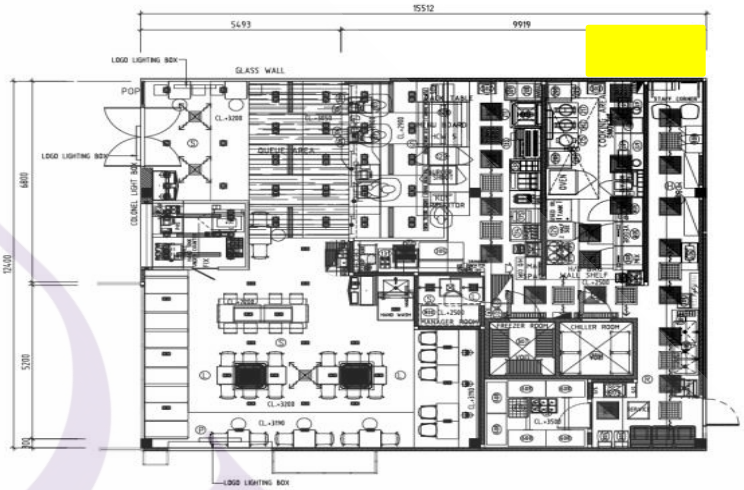
มีการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ดีทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งตรงกับข้อบังคับในการประเมินอาคารเขียวระบบ VRV ซึ่งระบบ VRV นั้นเป็นระบบเครื่องปรับอากาศที่มีลักษณะการทำงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร ทำความเย็นตามภาระโหลดของการทำความเย็นและจำนวนตัวเครื่องภายในที่ทำการติดตั้ง เป็นระบบเครื่องปรับอากาศในเชิงพาณิชย์ที่เหมาะในลักษณะการติดตั้งที่จำกัด ด้วยพื้นที่ติดตั้งคอยล์ร้อน (Outdoor unit) เนื่องจากคอยล์ 1 ตัว สามารถติดตั้งคอยล์เย็น (Indoor Unit) ได้หลายตัวและหลายชั้น ซึ่งคอยล์เย็นจะแยกการทำงานโดยอิสระ จึงสามารถควบคุมอุณหภูมิได้แม่นยำและใช้สารทำความเย็น



ภาพที่ 4.5 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ VRV

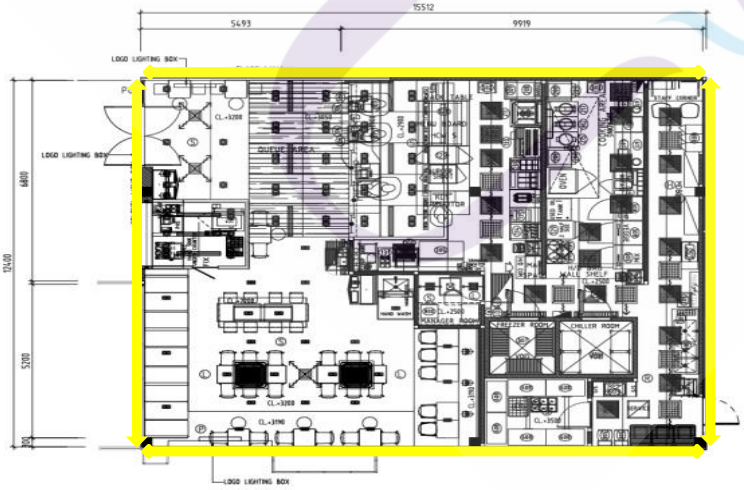
ในด้านระบบแสงสว่างนั้นได้ทำการติดตั้งโฟโต้สวิทซ์หรือสวิทซ์แสงแดดไว้เพื่อทำการเปิดปิดระบบแสงสว่างอัตโนมัติเป็นการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์

หมวดที่ 4. วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง มีการจัดหาพื้นทีในการเก็บวัสดุที่รอการรีไซเคิล



ภาพที่ 4.6 พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บวัสดุที่รอการรีไซเคิล (พื้นที่สีเหลือง)

ใช้ผนังอาคารเดิมและหลังคาเดิมในการก่อสร้างมากกว่า 50 % เป็นการลดปริมาณขยะในการก่อสร้าง



ภาพที่ 4.7 ผนังอาคารเดิมที่ใช้ในการก่อสร้าง

หมวดที่ 5. สภาพแวดล้อมภายในอาคาร การระบายอากาศนั้นในร้านนั้นจะทำการติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าของคาร์บอนไดออกไซด์ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเกินเซนเซอร์จะสั่งการทำงานไปที่ระบบเติมอากาศให้เติมอากาศบริสุทธิ์เข้ามาภายในร้านและมีระบายระบายอากาศจะทำงานพร้อมกับระบบเติมอากาศในการดูดอากาศเสียออก

ตารางที่ 4.1 แสดง MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE

TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE
(This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values			Air Class
						Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
	cfm/person	L/s·person	cfm/ft^2	L/s·m^2		#/1000 ft^2 or #/100 m^2	cfm/person	L/s·person	
Food and Beverage Service									
Restaurant dining rooms	7.5	3.8	0.18	0.9		70	10	5.1	2
Cafeteria/fast-food dining	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.7	2
Bars, cocktail lounges	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.7	2

มีการป้องกันฝุ่นที่อาจจะเข้าไปในท่อDUCTของระบบปรับอากาศและระบายอากาศซึ่งมีผลต้อคุณภาพของอากาศภายในอาคาร

ภาพที่ 4.8 หุ้มพลาสติกปลายท่อDUCTเผื่อป้องกันฝุ่น

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าระหว่างการติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน และติดตั้งตามมาตรฐาน LEED

หัวข้อการติดตั้ง	ติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน	ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED
1. การติดตั้งตู้ MDB / LOAD CENTER	- ติดตั้งโดยไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการซ่อมบำรุง - ทางเข้าที่จะเข้าไปปฏิบัติงานมีความแคบ - แสงสว่างเหนือที่ปฏิบัติงานมีค่าแสงสว่าง - ไม่มีป้ายบอกชื่อสวิตซ์ควบคุมต่างๆ กล่องดึงสาย กล่องต่อสาย ทำให้เกิดอันตรายในการทำงาน - ใช้ลูกเซอร์กิตเบรคเกอร์ที่ไม่ได้รับมาตรฐาน	- ติดตั้งโดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการซ่อมบำรุง - ทางเข้าที่จะเข้าไปปฏิบัติงานนั้นมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร มีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร - แสงสว่างเหนือพื้นที่ปฏิบัติงานอย่างน้อย 200 ลักซ์ - ติดตั้งป้ายบอกชื่อ ป้ายเตือนภัย สวิตซ์ควบคุม กล่องดึงสาย กล่องต่อสาย - ใช้ลูกเซอร์กิตเบรคเกอร์ที่ได้รับมาตรฐาน IEC 60898 และ IEC 60947-2
2. การติดตั้งระบบแสงสว่าง	- ใช้โคมไฟฟ้าไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมหน้างาน - ดวงโคมติดใกล้วัสดุติดไฟไม่มีสิ่งป้องกันหรือกั้นไม่ให้ติดไฟ - ไม่ใช้ wire nut ในการตัดต่อสาย ทำให้มีโอกาสที่ไฟฟ้าจะรั่วได้ - ใช้สายไฟฟ้าที่ไม่เหมาะสมกับลักษณะงาน	- ดวงโคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้นต้องใช้ดวงโคมชนิดที่น้ำไม่สามารถเข้าไปในดวงโคมหรือเครื่องประกอบการติดตั้งได้เมื่ออยู่ในสภาพการใช้งานตามปกติ - ดวงโคมใกล้วัสดุติดไฟ ต้องมีสิ่งป้องกันหรือกั้นไม่ให้วัสดุติดไฟได้รับความร้อนเกิน 90 องศาเซลเซียส - ใช้ wire nut ในการตัดต่อสายทำให้มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน - ขนาดของสายต้องไม่เล็กกว่า0.5 ตารางมิลลิเมตร และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หัวข้อการติดตั้ง	ติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน	ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED
3. การติดตั้งระบบแจ้งเตือนอัคคีภัย	อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน - อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่อยู่ใกล้กับเตาประกอบอาหารใช้ตัวที่ไม่ได้ ฟิกอุณหภูมิ - อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนติดตั้งไม่ถูกหลักวิศวกรรมทำให้ประสิทธิภาพลดลง	อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน - อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่อยู่ใกล้กับเตาประกอบอาหาร ใช้ตัวที่ ฟิกอุณหภูมิ ที่ 200 - อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนต้องติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 4 เมตรให้ติดตั้งในระดับความสูงเกินกว่า 4 เมตรได้ แต่ต้องคำนวณตามหลักวิศวกรรม แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกินกว่า 6 เมตร - อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่ติดตั้งใต้เพดานหรือหลังคาซึ่งได้รับความร้อนจากแสงแดดต้องติดตั้งให้ส่วนตรวจจับอยู่ห่างจากเพดานหรือหลังคาในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 180 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 350 มิลลิเมตร
	อุปกรณ์ตรวจจับควัน - อุปกรณ์ตรวจจับควันติดตั้งไม่ถูกหลักวิศวกรรมทำให้ประสิทธิภาพลดลง	อุปกรณ์ตรวจจับควัน - การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันต้องติดตั้งในที่ซึ่งตรวจจับเพลิงไหม้ได้ง่ายและต้องไม่ติดตั้งในบริเวณที่อาจมีฝุ่นหรือควันที่ไม่ใช่เกิดจากเพลิงไหม้ปริมาณมากหรือความชื้นสูงอันอาจทำให้เกิดการตรวจจับผิดพลาดได้ง่ายอุปกรณ์ตรวจจับควันต้องติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 10.5 เมตร และอุปกรณ์ตรวจจับควันแต่ละตัวต้องติดตั้งที่ฝ้าเพดานหรือหลังคาห่างจากฝ้าเพดานหรือหลังคาไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตรแต่ไม่เกิน 600 มิลลิเมตรในสถานที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันสูงมากกว่า 4 เมตรแต่ไม่เกิน10.5 เมตร

เมื่อติดตั้งงานระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน LEED แล้วนั้นจะมีการวัดค่าประสิทธิภาพวัดแรงดันไฟฟ้าตามเบรคเกอร์แต่ละตัวและตรวจสอบความถูกต้องในวงจรต่างๆภายในตู้ไฟฟ้าตรวจสอบ การทำงานของ KWH และ Metering Instruments อื่นๆรวมทั้งชุด Earth Fault R. ตรวจสอบการเข้าสาย CT การทำงานของ Under Voltage & Phase Protection ตรวจสอบการขันทอร์คของบัสบาร์ ทดสอบความถูกต้องของวงจร วัดแรงดันไฟฟ้าขาออกจากปลั๊กทุกตัว ตรวจสอบการวัดค่าแสงสว่าง

เมื่อติดตั้งงานระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน LEED จะมีความปลอดภัยอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อัตราการใช้พลังงานลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับร้านที่ติดตั้งไม่ได้ตามมาตรฐาน ค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อ 1 เดือนหลังจากติดตั้งเสร็จ ของร้าน KFC ที่ศึกษาคือ 95,000 บาท ต่อเดือน ต่อพื้นที่ 220 ตร.ม ส่วนร้านที่ติดตั้งไม่ได้ตามมาตรฐาน คือ 110,000 บาท (ร้านที่ติดตั้งไม่ได้ตามาตรฐานคือร้านที่ติดตั้งแล้วยังต้องมีงานแก้อยู่)

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบการติดตั้งงานระบบสุขาภิบาลระหว่างการติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน และ ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED

หัวข้อการติดตั้ง	ติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน	ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED
1. การติดตั้งระบบน้ำดี	- การติดตั้งทั่วไปนั้นจะติดตั้งแบบไม่มีความประณีต การเลี้ยว การหักมุมนั้นไม่เรียบร้อย - การแขวนท่อกับเพดานไม่ใช้อุปกรณ์เฉพาะทาง เดินท่อแบบระเกะระกะขวางทางงานระบบอื่นๆ	- การติดตั้งท่อประปาจะต้องกระทำด้วยความประณีตเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตา - การเลี้ยว การหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับจะต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสมให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วนนั้นๆ แนวท่อจะต้องให้ขนาน หรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ - หากต้องแขวนท่อจากเพดาน หรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมิได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบ จะต้องแขวนให้ท่อนั้นชิดด้านบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อมิให้ท่อนั้นกีดขวางสิ่งที่ติดตั้งบนเพดาน เช่น โคมไฟ ท่อลม เป็นต้น - ต้องเดินแนวท่อประปาและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จะต้องติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่กีดขวางการใช้สอยหน้าต่าง ประตู และช่องเปิดต่างๆ - ติดตั้งท่อประปา โดยต้องทำให้สามารถเข้าไปปฏิบัติการซ่อมแซม หรือ เปลี่ยนได้โดยสะดวกและปลอดภัย - ท่อประปาทุกชนิดที่ต่อหรือเชื่อมเข้าด้วยกัน ต้องติดตั้งให้รอยต่อมีความแน่นหนาและแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของท่อเอง และแรงดันน้ำภายในท่อได้โดยปลอดภัยและจะต้องไม่มีการรั่วซึมใดๆ ทั้งสิ้น - ท่อที่เดินภายในอาคาร และไม่ได้ฝังในโครงสร้างอาคาร จะต้องแขวนโยงหรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคง แข็งแรง

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

หัวข้อการติดตั้ง	ติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน	ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED
2. การติดตั้งระบบระบายน้ำ	- ติดตั้งโดยไม่ได้ตรวจสอบระยะระดับแนวเดินท่อระบายน้ำทิ้งและการติดตั้งท่อและอุปกรณ์ต่างๆ	- ตรวจสอบระยะระดับ แนวเดินท่อระบายน้ำทิ้งและการติดตั้งท่อและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Floor Drain , Floor Clean Out , Pit Drain และจุดเชื่อมท่อระบายน้ำทิ้งของโครงการโดยละเอียด ทั้งนี้การติดตั้งท่อจะต้องมีความลาดเอียงที่เหมาะสม จุดเชื่อมต่อกับของอาคาร ต้องมี 3 ทาง Y สำหรับการ Service ซ่อมแซมตามมาตรฐานอาคาร

เมื่อติดตั้งงานระบบสุขาภิบาลเสร็จจะมีการทดสอบระบบน้ำดีโดยเป็นการจำลองการใช้งานจริง การทดสอบระบบท่อน้ำประปาหรือท่อน้ำดีทำได้โดยกำหนดขอบเขตท่อที่จะทดสอบแล้วทำการอุดปลายท่อเพื่อทำให้เป็นระบบหลังจากนั้นจึงเติมน้ำเข้าไปในเส้นท่อให้เต็มแล้วใช้ปั๊มเพิ่มแรงดันน้ำในเส้นท่อให้ได้ 100 PSI จากนั้นทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 6 ชม.สังเกตมาตรวัดความดันน้ำถ้าความดันลดลงก็แสดงว่าระบบเกิดการรั่วไหล ให้ทำการตรวจสอบหาตำแหน่งรั่วไหลด้วยวิธีที่กล่าวมาข้างต้น

ระบบท่อน้ำทิ้ง และท่อระบายอากาศจะทดสอบที่ความดันประมาณ 5 PSI (34 kPa) ซึ่งเป็นความสูงของน้ำประมาณ 3 ม.การทดสอบจะทำการต่อท่อสูงขึ้นมาจากแนวท่อที่จะทดสอบประมาณ 3 ม. จากนั้นเติมน้ำให้เต็มเส้นท่อซึ่งมีความสูงของน้ำที่ระดับ 3 ม. จากระดับท่อที่ทำการทดสอบแล้วทิ้งไว้ 0.5 -1 ช.ม. ระดับน้ำจะต้องไม่ลดลงแสดงว่าระบบท่อเป็นปกติไม่มีการรั่วเกิดขึ้น แต่ถ้าระดับน้ำลดลงแสดงว่ามีการรั่วเกิดขึ้นในระบบ ให้ตรวจหาตำแหน่งที่น้ำรั่วซึม

การติดตั้งตามมาตรฐาน LEED จะต้องทำการทดสอบตามที่ได้กล่าวมาทำให้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดการใช้น้ำ เพราะถ้าไม่มีการเทสระบบน้ำอาจจะมีการรั่วซึมเกิดขึ้นทำให้สูญเสียน้ำและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบการติดตั้งงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศระหว่างการติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน และ ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED

หัวข้อการติดตั้ง	ติดตั้งโดยไม่มีมาตรฐาน	ติดตั้งตามมาตรฐาน LEED
1. การติดตั้งระบบปรับอากาศ	- เลือกใช้มาตรฐานเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 แบบเก่า หรือ EER ข้อจำกัดของ EER คือ ทำการทดสอบที่จุดจุดเดียว คืออุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส จึงไม่สะท้อนในเรื่องอุณหภูมิอากาศประเทศไทยทั้งปีที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ค่าไฟฟ้าจึงไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริงของผู้ใช้งานเครื่องปรับอากาศ	- เลือกใช้มาตรฐานเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 แบบใหม่ หรือ SEER => อัตรส่วนประสิทธิภาพ ที่คิดจากอุณหภูมิทั้งปี สะท้อนประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับการใช้งานจริง ค่าไฟฟ้าจึงสอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้งานเครื่องปรับอากาศ - นำอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมาร่วมในการกำาหนดค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยพิจารณาจากระดับอุณหภูมิภายนอกระยะเวลาเป็นชั่วโมงของอุณหภูมิภายนอกในช่วงพิจารณา - ควบคุมการติดตั้งโดยการควบคุมการถ่ายเทความร้อน Heat loss และ Heat gain ให้ต่ำที่สุด จะเป็นผลโดยตรงต่อการประหยัดพลังงานโดยท่อลมต้องหนาตามที่ได้ออกแบบขนาดฉนวนหุ้มท่อน้ำยาได้ขนาดตามที่อกกแบบท่อส่งลมเย็นต้องไม่มีรูรั่ว External heat gain นอกจาก Solar energy, heat transmission แล้ว Outside air cooling load มีความสำคัญมาก โดยปกติจะประมาณ 25% ของ Cooling Load ทั้งหมด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

2. การติดตั้งระบบระบายอากาศ		- ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน มอก.50-2538 โดยอ้างอิงเป็น Gauge No. - การติดตั้งท่อลมจะติดตั้งตามมาตรฐานของ SMACNA หรือ ASHRAE - ท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วย Rigid Fiberglass เนื้อแข็ง หรือ PU Foamเนื้อแข็งหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพงและอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน

ตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Split Type Room Air-conditioners)ได้ นิยามประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศไว้ว่า “อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (energy efficiency ratio, EER) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องกับพิกัดกำลังไฟฟ้า ณ ภาวะมาตรฐานที่ใช้ทดสอบดังภาพที่ 4.9

		TIS 1155 - 2536	JIS C 9612 : 2005	AHRI 210/240-2008
Entering Evaporator	C DB	27	27	26.7
Air Temperature	C WB	19	19	19.4
Entering Condenser	C DB	35	35	35
Air Temperature	C WB	24	24	23.9

ภาพที่ 4.9 แสดงภาวะมาตรฐานในการทดสอบของมาตรฐาน มอก.1155-2536 JIS C 6512-2005 AHRI 210/240-2008

จะเห็นได้ว่าไม่แตกต่างกัน ค่าที่ได้จากมาตรฐานปัจจุบันทำให้สามารถเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศว่า เครื่องใดมีอัตราการใช้ไฟน้อยกว่ากันที่การทำงาน ณ ภาวะมาตรฐานเท่านั้นเนื่องจากระบบปรับอากาศเป็นการเคลื่อนย้ายความร้อนจากพื้นที่ควบคุมไปยังภายนอก ทำให้เงื่อนไขอุณหภูมิภายในที่ต้องการและสภาวะอุณหภูมิภายนอกที่จะนำความร้อนไปทิ้งมีผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศจึงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของทั้งสองส่วน ทำให้การกำหนด วิธีหาประสิทธิภาพระบบปรับอากาศจะต้องกำหนดเงื่อนไขของการทดสอบไว้เสมอ การทดสอบที่เงื่อนไขแตกต่างกันจะให้ความหมายที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผลการทดสอบที่มาจากเงื่อนไขที่แตกต่างกันจึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ และถ้าเครื่องปรับอากาศเมื่อนำไปใช้งานจริงสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับภาพ 4.9 ดังนั้นค่า EER จริงจะแตกต่างกันออกไป ทำให้หากมีการนำค่า EER ที่เงื่อนไขมาตรฐานไปใช้ในการคำนวณจะทำให้ผลลัพธ์จากการคำนวณคลาดเคลื่อนได้ ปกติสภาพภูมิอากาศภายในจะใกล้เคียงกับค่าในภาพที่ 4.9 หรือแตกต่างไม่มากเพราะเป็นเงื่อนไขที่เราต้องการ ส่วนภูมิอากาศภายนอกจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาคือเช้า บ่าย หรือตามฤดูกาล เช่นฤดูร้อน ฤดูหนาว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิภายนอกที่ต่ำลงจะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากข้อด้อยของการกำหนดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยค่า EER ทำให้มีการพัฒนาให้ใกล้เคียงสภาพการใช้งานจริงให้มากที่สุด เพื่อทำให้พยากรณ์การใช้พลังงานแม่นยำยิ่งขึ้น จึงนำอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมาคำนวณด้วยหลักการคือการหาปริมาณความร้อนที่ต้องขจัดออกตลอดฤดูที่กำลังพิจารณาหารด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดช่วงเวลาเดียวกัน ในประเทศที่ต้องการแต่ความเย็นก็อาจเป็นระยะเวลา 1 ปี ในบางประเทศต้องการทั้งความเย็นและ

ความอบอุ่น ช่วงเวลาอาจจะน้อยกว่า 1 ปี หลักการของ SEER ที่สำคัญคือนำอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมาร่วมในการกำหนดค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดย
พิจารณาจากระดับอุณหภูมิภายนอก ระยะเวลาเป็นชั่วโมงของอุณหภูมิภายนอกในช่วงพิจารณานำการสูญเสียจากการหยุดของเครื่องมาพิจารณามีลักษณะค่าประสิทธิภาพแบบ part loadนำปัจจัยของภาระความเย็นมาพิจารณาร่วมด้วย

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการประเมินของ LEED ได้ระดับ Certified สำหรับอาคารร้านอาหารขนาดเล็ก ถ้าได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับที่ตั้งตัวอาคาร และงานระบบประกอบอาคารต่างๆได้รับการออกแบบให้สอดคล้องตามเกณฑ์ LEED ตั้งแต่เริ่มต้นการออกแบบซึ่งจะสามารถ ทำให้พัฒนาจาก Certified 40-49 คะแนน เป็น Silver 50คะแนนได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งควรพิจารณาวัสดุก่อสร้างเพื่อใช้ในการรีไซเคิลและการนำกลับมาใช้ใหม่

ตารางที่ 5.1 คะแนนจากการประเมิน

เกณฑ์ LEED/คะแนน	Certified 40-49
1.ที่ตั้งโครงการ	13
2.การจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ	8
3.การใช้พลังงานและระบบอาคาร	7
4.วัสดุก่อสร้างอาคาร	7
5.สภาพแวดล้อมภายในอาคาร	5
6.นวัตกรรมและความสร้างสรรค์	0
คะแนนรวม	40

ร้านKFCในกรณีศึกษาได้รับการประเมินในหมวดได้ผลการประเมินสูงในหมวดที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโครงการและผ่านเกณฑ์ข้อบังคับการใช้พลังในหมวดพลังงานและระบบอาคารจึงคาดว่าร้านKFCจะเป็นอาคารที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอ ในฐานะวิศวกรเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงที่จะพัฒนาองค์ความรู้และศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการติดตั้งเกี่ยวกับอาคารเขียวและสามารถประยุกค์แนวคิดในการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลและการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการรักาสภาพแวดล้อม การเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อม

การใช้เกณฑ์ LEED เพื่อการประเมินอาคารเขียวในประเทศอาจจะไม่เหมาะสมกับอาคารทุกโครงการ เนื่องจากอาจจะเป็นการลงทุนค่าก่อสร้างที่อาจจะเพิ่มขึ้นกับรูปแบบการใช้วัสดุ ผู้ใช้ควรพิจารณาความเหมาะสม เช่น พื้นที่ใช้สอยของอาคารที่ตั้งนั้นเป็นข้อสำคัญที่ควรพิจารณา เนื่องจากเกณฑ์ LEED อาจจะไม่เหมาะกับอาคารที่มีเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กหรืออาคารที่ไม่ต้องการระบบปรับอากาศ เนื่องด้วยสภาพแวดล้อมที่ตั้งอาคารแตกต่างจากประเทศผู้พัฒนาเกณฑ์ LEED ค่าใช้จ่ายในการประเมินอาคารมีค่าใช้จ่ายสูงและไม่รับประกันว่าเมื่อทำการประเมินอาคารแล้วจะได้รับพิจารณาจากเกณฑ์ LEED เสมอไป

บทวิเคราะห์งานการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในร้าน KFC นั้น เมื่อดำเนินการติดตั้งแล้วเสร็จทั้งหมดทุกระบบดำเนินการ COMMISSIONING TEST RUN 100% ทุกระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตรงตามมาตรฐาน LEED เมื่อร้านเปิดได้ 1 เดือน ได้มีการเก็บข้อมูลเรื่องการใช้ไฟฟ้า โดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ 95,000 บาท เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับร้านที่ติดตั้งไม่ได้มาตรฐานเรื่องการใช้ไฟฟ้า โดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ คือ 110,000 บาท (ร้านที่ติดตั้งไม่ได้ตามาตรฐานคือร้านที่ติดตั้งแล้วยังต้องมีงานแก้อยู่) งานระบบปรับอากาศมีค่าสัมประสิทธิภาพตามฤดูกาล SEER (บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์) อยู่ที่ $\geq$ 16.31

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าเครื่องกลและการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ได้ตามมาตรฐานLEEDจากที่ได้ศึกษาการติดตั้งงานระระบบไฟฟ้าเครื่องกลและการจัดการสิ่งแวดล้อมจากร้านตัวอย่างแล้วนั้นสิ่งที่ต้องปรับปรุงคือ การประเมินอาคารเขียวนั้นยังไม่ได้ถูกบังคับใช้เป็นกฎหมายควบคุมอาคาร เป็นเพียงเกณฑ์เพื่อให้ผู้สมัครใจเลือกประเมิน เพื่ออนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม วิศวกร ผู้ออกแบบควรที่จะมีความรู้ความเข้าใจในเกณฑ์อาคารเขียวและเกณฑ์การประเมินอาคารต่างๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

เกริกชัย ทิวาวรรัตน์,วรรณวิทย์ แต้มทอง (2555) . การออกแบบเพื่อการประหยัดการใช้น้ำในอาคาร ตามแนวทางของ LEED กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คู่มือการติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล, กรมโยธาธิการและผังเมือง. กระทรวงมหาดไทย

คู่มือการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าภายในอาคาร, กรมโยธาธิการและผังเมือง. กระทรวงมหาดไทย

คู่มือมาตรฐานงานติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน, สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

นายณัฐพล เขตกระโทก (2556) . แนวทางการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานอาคารเขียว นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นิพนธ์ ลักขนาอนิสร . (2558) เอกสารระบบสุขาภิบาลภายในอาคาร,กรุงเทพ

ผศ.ดร.พันธุดา พุฒิไพโรจน์ **(2557) .** การออกแบบและก่อสร้างอาคารเขียวตามเกณฑ์มาตรฐาน LEED กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ยุทธวัชร อภิวาทนสิริ (2558) . อาคารสำนักงานเขียว กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร

ดร. วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ . การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร,สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

สุเทพ สิริวิทยาปกรณ์. 2551. เทคโนโลยีน้ำเสีย. เรียบเรียงครั้งที่ 2. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสาร COMMISSIONING

รูปที่ ก.1 การทดสอบตู้ MDB

INSPECTION REPORT

KFC RESTAURANT

งานระบบ / SYSTEM : ELECTRICAL CHANDEE		โครงการ / PROJECT : KFC LOTUS		
เรื่อง / SUBJECT : MDB		สถานที่ / LOCATION : COOK		
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		บันทึก
1	ตรวจขนาดสาย Main Feeder	√		
1.1	4X120.... Sq.mm./ G....25....Sq.mm.	√		
2	ตรวจสอบขนาด AT / AF และ วัดแรงดันไฟฟ้าด้านออกของเบรกเกอร์ทุกตัว	√		
2.1	MAIN CB, 3P-__250____AT / __400__ AF	√		
2.2	Feeder 1, 3P-_175__AT / _250_ AF	√		
2.3	Feeder 2, 3P-_175__AT / _250_ AF	√		
2.4	Feeder 3, 3P-_175__AT / _250_ AF	√		
2.5	Feeder 4, 3P-_20__AT / _100_ AF	√		
3	ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรในตู้ไฟต่างๆ	√		
	PP - 1 ….42…..CT main lug 250	√		
	PP - 2 ….42…..CT main lug 250	√		
	PP - 3 ….42…..CT main lug 250	√		
4.	ตรวจสอบการทำงานของ KWH และ Metering Instruments อื่นๆ รวมทั้งชุด Earth Fault R.	√		
5	ตรวจการเข้าสาย CT	√		
6	ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ Under Voltage & Phase Protection	√		

7	ตรวจสอบการขัน Torque ของ BUS BAR	√		
8	ตรวจการขันยึดสายไฟฟ้า และการจัดสาย	√		
9	Name Plate	√		
10	Marker / Tag (ป้ายชื่อ)	√		
11	ความสะอาด	√		
สรุปผลการตรวจสอบ √ ผ่าน O ผ่านตามบันทึก O ไม่ผ่านตามบันทึก				

รูปที่ ก. 2 การทดสอบ SWITCH BOX

INSPECTION REPORT

KFC RESTAURANT

งานระบบ / SYSTEM : ELECTRICAL โครงการ / PROJECT : KFC LOTUS CHANDEE เรื่อง / SUBJECT : SWITCH BOX สถานที่ / LOCATION : COOK				
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		บันทึก
1	ทดสอบความถูกต้องของวงจร (Circuit Test)	√		
2	ทดสอบความถูกต้องของการเปิด-ปิดโคมไฟ	√		
3	การขันยึดสายไฟฟ้า	√		
4	การจัดสาย	√		
5	ฝาตู้ รวมทั้งการเปิด-ปิด	√		
6	ความสะอาด	√		
สรุปผลการตรวจสอบ √ ผ่าน O ผ่านตามบันทึก O ไม่ผ่านตามบันทึก				

รูปที่ ก. 3 การทดสอบแสงสว่าง

INSPECTION REPORT

KFC RESTAURANT

งานระบบ / SYSTEM : ELECTRICAL		โครงการ / PROJECT : KFC LOTUS CHANDEE		
เรื่อง / SUBJECT : LIGHTING		สถานที่ / LOCATION : COOK		
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		บันทึก
1	ทดสอบความถูกต้องของวงจร (Circuit Test)	√		
2	ทดสอบความถูกต้องของการเปิด-ปิดโคมไฟ	√		
3	การขันยึดสายไฟฟ้า	√		
4	การจัดสาย	√		
5	ฝาตู้ รวมทั้งการเปิด-ปิด	√		
6	ความสะอาด	√		
7	Emergency light สว่างเมื่อไฟฟ้าดับ			
สรุปผลการตรวจสอบ √ ผ่าน O ผ่านตามบันทึก O ไม่ผ่านตามบันทึก				

รูปที่ ก. 4 POWER OUTLET

INSPECTION REPORT

KFC RESTAURANT

งานระบบ / SYSTEM : ELECTRICAL		โครงการ / PROJECT : KFC LOTUS		
CHANDEEเรื่อง / SUBJECT : POWER OUTLE		สถานที่ / LOCATION : COOK		
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		บันทึก
1	POWER OUTLET	√		
	Power Outlet for……ice machine…….	√		
	Power Outlet for……breading table…….	√		
	Power Outlet for…….…Open Fryer…….	√		
	Power Outlet for…...…3 Vat Open Fryer …….	√		
	Power Outlet for…….Oven…….	√		
	Power Outlet for…….Posmix Refill…….	√		
2	Normal Outlet			
	Normal Outlet for……Time Recorder…….	√		
	Normal Outlet for……Emergency Light…….	√		
	Normal Outlet for……Cooking Rice Pot…….	√		
	Normal Outlet for……2 door reingeration……	√		
	Normal Outlet for……Receptacle Staff…….	√		
	Normal Outlet for……Ups…….	√		
	Normal Outlet for…...…Freezzer Box…….	√		
สรุปผลการตรวจสอบ √ ผ่าน o ผ่านตามบันทึก o ไม่ผ่านตามบันทึก				

รูปที่ ก.5 ทดสอบระบบ COMPUTER และ TELEPHONE

INSPECTION REPORT

KFC RESTAURANT

งานระบบ / SYSTEM : ELECTRICAL โครงการ / PROJECT : KFC LOTUS CHANDEEเรื่อง / SUBJECT : COMPUTER & TELEPHONE สถานที่ / LOCATION : MGR ROOM				
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		บันทึก
1	TELEPHONE OUTLET	√		
	คู่สายที่ 1, หมายเลข 075-486691	√		
	คู่สายที่ 2, หมายเลข 075-486692	√		
	คู่สายที่ 3, หมายเลข 075-486693	√		
2	Computer System and PAR Cable			
	Lan Outlet No …1…	√		
	Lan Outlet No …2…	√		
	Lan Outlet No …3…	√		
	Lan Outlet No …4…	√		
สรุปผลการตรวจสอบ √ ผ่าน o ผ่านตามบันทึก o ไม่ผ่านตามบันทึก				

รูปที่ ก.6 ทดสอบระบบ FIRE ALARM

INSPECTION REPORT

KFC RESTAURANT

งานระบบ / SYSTEM : ELECTRICAL โครงการ / PROJECT : KFC LOTUS CHANDEEเรื่อง / SUBJECT : FIRE ALARM สถานที่ / LOCATION : FOH /BOH				
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		บันทึก
1	ตรวจสอบตำแหน่ง และจำนวนการติดตั้ง			
	Heat Detector จำนวน 6 ชุด	√		
	Smoke Detector จำนวน 4 ชุด	√		
	Alarm Bell จำนวน 2 ชุด	√		
	Manual Station จำนวน 1ชุด..			
2	ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ และ สัญญาณการเตือนอัคคีภัย	√		
	Heat Detector	√		
	Smoke Detector	√		
	Alarm Bell	√		
	Manual Station	√		
	Security Control	√		
สรุปผลการตรวจสอบ √ ผ่าน O ผ่านตามบันทึก O ไม่ผ่านตามบันทึก				

รูปที่ ก7 .ทดสอบค่า LUX

INSPECTION REPORT

KFC RESTAURANT

งานระบบ / SYSTEM : ELECTRICAL โครงการ / PROJECT : KFC LOTUS CHANDEEเรื่อง / SUBJECT : LUX สถานที่ / LOCATION : FOH /BOH				
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		บันทึก
1	ตรวจสอบค่าความส่องสว่าง (LUX)			
	COOK AREA 525 LUX	√		
	COUNTER AREA 869 LUX	√		
	DINiNG AREA 575	√		
สรุปผลการตรวจสอบ √ ผ่าน O ผ่านตามบันทึก O ไม่ผ่านตามบันทึก				

รูปที่ ก.8 ผลการทดสอบระบบสุขาภิบาล

INSPECTION REPORT

KFC RESTAURANT

งานระบบ / SYSTEM : SANITARY		โครงการ / PROJECT : KFC LOTUS		
CHANDEEเรื่อง / SUBJECT : SANITARY		สถานที่ / LOCATION : BOH		
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		บันทึก
1	ชุดเครื่องกรองน้ำ พร้อมท่อและวาล์ว			
	Main Water Filter (Big Blue)	√		
	Dringking Water Filter	√		
	Post Mix Water Filter	√		
	Ice Machine Water Filter	√		
	Ice Machine Water Refill	√		
	Oven water fitter	√		
2	มิเตอร์น้ำ			
	ขนาด 3/4 นิ้ว	√		
	ท่อและวาล์วประตูน้ำต่างๆ	√		
	การหมุนมิเตอร์	√		
สรุปผลการตรวจสอบ √ ผ่าน O ผ่านตามบันทึก O ไม่ผ่านตามบันทึก				

รูปที่ ก.9 ผลการทดสอบระบบปรับอากาศ

LG Electronics

Commissioning Report

Project Name : KFC Chandee | **Date:** 06-05-2015

To. : คุณณรงค์ศักดิ์
Four Wings Engineering Co.,Ltd.

Transmitted Herewith For :
- [ ] Approval
- [x] Documentation :. Warranty Letter
- [ ] Invoice
- [ ] Other : .....

Transmitted Via :
- [x] Messenger
- [ ] Fax
- [ ] Mail

Warranty Period

[x]	Core Parts (Compressor)	Start 6-May-15	End	5-May-20
[x]	General Parts	Start 6-May-15	End	5-May-17
[ ]	.....	Start	End	.....

Documentations

Herewith are all signed official documents for Air Conditioner system commissioning.

No.	Documents
1	LGETH Warranty Letter
2	Project information
3	Machine List
4	Pre Start-Up & Start-Up Report
5	Multi V Test Data
6	AC Drawing (Final)
7	Appendix

Submitted By
LG ELECTRONICS (THAILAND) CO., LTD.
Name:... Mr. Rattakorn Chuwong.....
Signature: .....
Approved By
Signature:.....
Date:..... 06/05/2015
LG Call Center : (+66) 2878-5757 ext 6

Confirm Received By
Four Wings Engineering Co.,Ltd.
Name: .....
Title: .....
Signature:.....
Date:..... 06/05/2015

รูปที่ ก.10 ผลการทดสอบระบบปรับอากาศ

LG Electronics (Thailand) Co., Ltd.
75/81 Richmond Bldg., 22nd Floor, Sukhumvit 26, Sukhumvit Road
Klongton, Klongtoey, Bangkok 10110 Thailand
Tel : 0-2204-8888 Fax : 0-2260-8800, 0-2260-8805

วันที่ 6 พฤษภาคม 2558

เรื่อง การรับประกันเครื่องปรับอากาศ "LG" ระบบ VRF
โครงการ KFC สาขา โลตัส จันดี

เรียน กรรมการบริษัท
บริษัท โฟร์วิงส์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

บริษัท แอลจี อีเลคทรอนิคส์(ประเทศไทย) จำกัด ขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความไว้วางใจเลือกใช้เครื่องปรับอากาศ "LG" สำหรับโครงการ KFC สาขา โลตัส จันดี

บริษัท แอลจี อีเลคทรอนิคส์(ประเทศไทย) จำกัด ได้ส่งเครื่องปรับอากาศ "LG" ระบบ VRF ติดตั้งที่โครงการดังกล่าว จำนวนทั้งสิ้น 15 รายการ โดยมีรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศ ตามที่ระบุในตารางของเอกสารแนบท้ายเลขที่ CAC2.WCK-20150506 ลงวันที่ 6 พฤษภาคม 2558

ซึ่งบริษัทฯ ขอแจ้งให้ให้ทราบระยะเวลาการรับประกันเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

- อะไหล่ รับประกัน 2 ปี
- คอมเพรสเซอร์ รับประกัน 5 ปี

โดยการรับประกันเครื่องปรับอากาศ "LG" สำหรับข้างต้นนั้น เริ่มนับประกันนับจากวันที่การติดตั้งแล้วเสร็จ ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม 2558 และสิ้นสุดการรับประกันวันที่ 6 พฤษภาคม 2563 สำหรับ คอมเพรสเซอร์ และ ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม 2558 และสิ้นสุดการรับประกันวันที่ 6 พฤษภาคม 2560 สำหรับชิ้นส่วนอะไหล่

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

(ยุทธภูมิ แก้วมานะประเสริฐ)
ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายขายเครื่องปรับอากาศเชิงพาณิชย์

รูปที่ ก.11 ผลการทดสอบระบบปรับอากาศ

LG Electronics (Thailand) Co., Ltd.
75/81 Richmond Bldg., 22nd Floor, Sukhumvit 26, Sukhumvit Road
Klongton, Klongtoey, Bangkok 10110 Thailand
Tel : 0-2204-8888 Fax : 0-2260-8800, 0-2260-8805

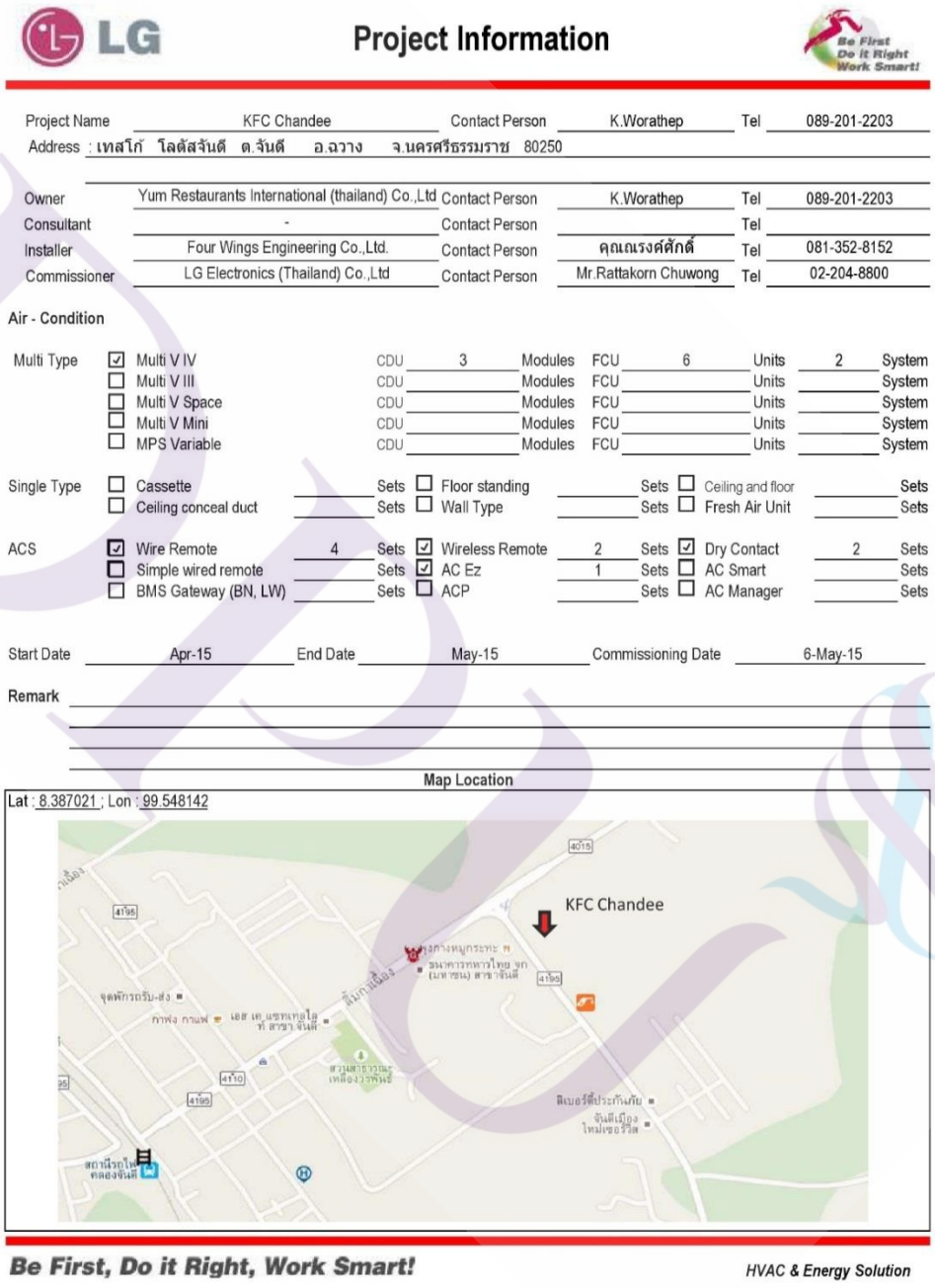
เอกสารอ้างอิง : CAC2.WCK-20150506

วันที่ : 6 พฤษภาคม 2558

LG Airconditioner Model List

No.	Model	Type	Invoice No.	Capacity(Btu/hr)	Qty.
1	ARUV120LTS4.EWGBASA	CDU: Multi V IV	INSAL150309381	115,300	2
2	ARUV180LTS4.EWGBASA	CDU: Multi V IV	INSAL150309381	173,000	1
3	ARNU48GTMA2.ANWAASA	FCU: Cassette 4 Way	INSAL150309381	49,600	2
4	ARNU36GBGA2.ANWAASA	FCU: Ceiling Conceal Duct	INSAL150309381	37,648	1
5	ARNU96GB8A2.ANWAASA	FCU: Ceiling Conceal Duct	INSAL150309381	99,000	1
6	ARNU76GB8Z2.ENWALEU	FCU: Fresh Air	INSAL150309381	79,200	1
7	ARNU96GB8Z2.ENWALEU	FCU: Fresh Air	INSAL150309381	99,000	1
8	PT-UMC1.ENCXLEU	Accessory: Cassette Panel	INSAL150309380	-	2
9	ARBLN03321.ENCXLEU	Accessory: Y Branch	INSAL150309380	-	2
10	ARBLN07121.ENCXLEU	Accessory: Y Branch	INSAL150309380	-	2
11	ARCNN21.ENCXLEU	Accessory: Y Branch	INSAL150309380	-	1
12	PQCSZ250S0.ENCXLEU	Accessory: Central Control AC Ez	INSAL150309380	-	1
13	PQDSBC.ENCXLEU	Accessory: Dry Contact	INSAL150309380	-	2
14	PQRCVSL0QW.ENCXLEU	Accessory: Wire Remote	INSAL150309380	-	6
15	PQWRCQ0FDB.ENCXLEU	Accessory: Wireless Remote	INSAL150309380	-	2

รูปที่ ก.12 ผลการทดสอบระบบปรับอากาศ



LG

Project Information

Be First Do it Right Work Smart!

Project Name	KFC Chandee	Contact Person	K.Worathep	Tel	089-201-2203
Address : เทสโก้ โลตัสจันดี ต.จันดี อ.ฉวาง จ.นครศรีธรรมราช 80250					
Owner	Yum Restaurants International (thailand) Co.,Ltd	Contact Person	K.Worathep	Tel	089-201-2203
Consultant	-	Contact Person		Tel	
Installer	Four Wings Engineering Co.,Ltd.	Contact Person	คุณณรงค์ศักดิ์	Tel	081-352-8152
Commissioner	LG Electronics (Thailand) Co.,Ltd	Contact Person	Mr.Rattakorn Chuwong	Tel	02-204-8800

Air - Condition

Multi Type	☑ Multi V IV	CDU	3	Modules	FCU	6	Units	2 System
	☐ Multi V III	CDU		Modules	FCU		Units	System
	☐ Multi V Space	CDU		Modules	FCU		Units	System
	☐ Multi V Mini	CDU		Modules	FCU		Units	System
	☐ MPS Variable	CDU		Modules	FCU		Units	System

Single Type	☐ Cassette		Sets	☐ Floor standing		Sets	☐ Ceiling and floor	Sets
	☐ Ceiling conceal duct		Sets	☐ Wall Type		Sets	☐ Fresh Air Unit	Sets
ACS	☑ Wire Remote	4	Sets	☑ Wireless Remote	2	Sets	☑ Dry Contact	2 Sets
	☐ Simple wired remote		Sets	☑ AC Ez	1	Sets	☐ AC Smart	Sets
	☐ BMS Gateway (BN, LW)		Sets	☐ ACP		Sets	☐ AC Manager	Sets

Start Date Apr-15 End Date May-15 Commissioning Date 6-May-15

Remark

Map Location

Lat : 8.387021 ; Lon : 99.548142

Be First, Do it Right, Work Smart! *HVAC & Energy Solution*

รูปที่ ก.13 ผลการทดสอบระบบปรับอากาศ

LG

Commissioning Master Sheet

Project name	KFC Chandee	Product type	Multi V IV	System No.	CDU - 01
Installer	Four Wings Engineering Co.,Ltd.	ODU Model	ARUV240LTS4	Floor/Room	Dining, Kitchen
Commissioner	LG	IDU Model	CST & CCD	Date	6 May 2015

No	Checking Item	Checking result			Remark
		Description / Criterion	Pass	Not	
1	**Drawing Design**				
	❖ 1.1 Load calculation	Load calculation checking (Software/Mannual/Other)	✓		
	❖ 1.2 Model selection	Lats model selection (Model, Combination)	✓		
	❖ 1.3 Piping design	Satisfy piping design limitation (Length, Size)	✓		
	1.4 Ventilation system	Ventilation amount / Location	✓		
	1.5 Drainage pipe	Drainage pipe diameter	✓		
	1.6 Air duct	Air duct size / Length	✓		Control by contractor
	1.7 IDU location	Location, Space / Air circulation	✓		
	1.8 ODU location and SVC space	Product moveable, installation and SVC space	✓		
	❖ 1.9 ODU Space Air circulation	Suction area, Louver opening ratio	✓		
2	**Installation Material**				
	❖ 2.1 Copper pipe material	Type, Thickness, Size	✓		
	2.2 Drain pipe material	Type, Thickness, Size	✓		
	❖ 2.3 Insulation material	Type, Thickness, Size	✓		
	❖ 2.4 Communication wire spec.	Size, Shield type, Standard certificated	✓		1.5 Sq.mm.
	❖ 2.5 Power cable spec.	Size, Cable type, Standard certificated	✓		25 Sq.mm.
	❖ 2.6 Circuit Breaker & Device	Size (Ampare trib, Ampare flame) STD. Certificated	✓		80 A
3	**Installation Work**				
	❖ 3.1 Refrigerant piping work	Brazing/N_2 inside, Leakage test, Pipe support	✓		Control by contractor
	❖ 3.2 Drain piping work	Descending gradient, Air vent, Draining test	✓		
	3.3 Electrical work	Power line support, Conduit, Connection	✓		
	3.4 Communication & Control work	Parting Distances of Power line, Length limit,	✓		
	3.5 Duct work	Air duct size, Branch duct, Supporting	✓		Control by contractor
	3.6 Pipe Sleeve	Sleeve diameter, Material, Sleeve installation	✓		
	3.7 Pipes Cover, Tray installation	Pipes Cover, Tray of Piping and Cable	✓		
4	**Indoor Unit Installation**				
	4.1 IDU Location / Space	Location, Horizontality, Supporting, Air circulation	✓		
	❖ 4.2 Service Man Hole	Size and Position of Inspection/Service hole	✓		
	4.3 Control device	Location of Wired remote controller installation	✓		
5	**Outdoor Unit Installation**				
	5.1 ODU foundation and Platform	ODU Basement, Platform support, Drainage	✓		
	5.2 ODU Space Drainage	ODU Space Drainage and Waterproof	✓		
	5.3 Environment preventive	Seaside, Seasonal wind, Rains proof	✓		
6	**Pre-Start up**				
	6.1 Start up process & Preparation	Understanding process, Prepare information & Tools	✓		
	❖ 6.2 Vacuuming & Add refrigerant	Vacuuming, Calculate additional refrigerant amount	✓		Control by contractor
	6.3 Electrical power	Check power supply (Voltage balance / value)	✓		Control by contractor
	6.4 Overall checking	Assuring all systems/component before Start up	✓		
7	**Start up (LGMV)**				
	7.1 IDU/ODU Address setting	ODU can recognize and communicate with all IDU	✓		
	❖ 7.2 Start up (Operate with LGMV)	Operate & check parameter / Judgment criterion	✓		
	7.3 Completion	LG standard report	✓		

Remark ❖ These item are strictly checking point, Can not allow to grant any incorrectness.

Summary/Comment ;

- Vacuum and release refrigerant by contractor

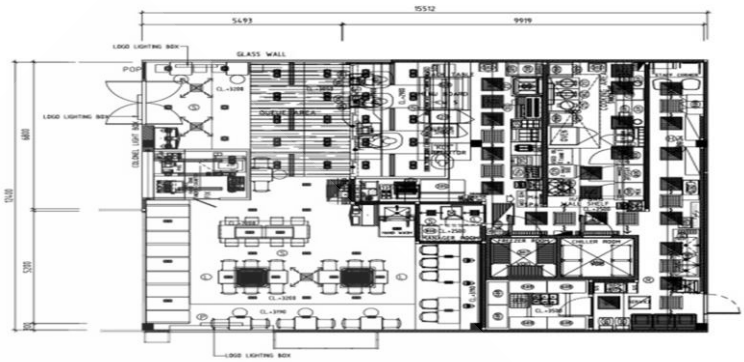
ภาคผนวก ข
รายงานวัสดุเข้าโครงการและการจัดการสิ่งแวดล้อม

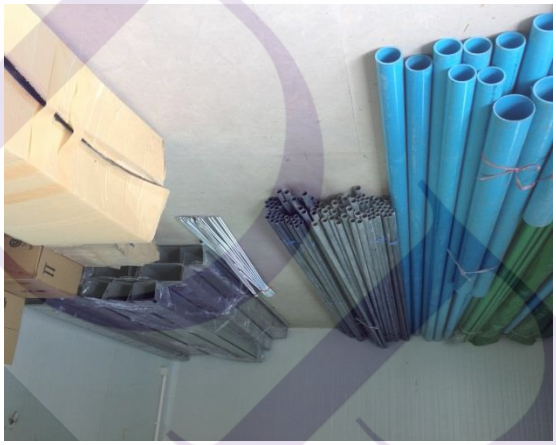
ตารางที่ ข.1 สัปดาห์ที่ 1

BLUELINE Package for Contractor and CM

Version 1.2

	Construction Manager	Architectural Contractor	Interior Contractor	M&E Contractor
Construction Pollution Control Report (รายงานการควบคุมมลภาวะในระหว่างการก่อสร้าง)	Verification before submit to LEED Consultant (ตรวจสอบความถูกต้องและ สมบูรณ์ของเอกสารก่อนส่งให้ ที่ปรึกษา LEED)	Weekly [NC Phase]	-	-
Specification Submittal Checklist (รายการวัสดุ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Low VOC Report (รายการ กาว สี สารยาแนว ที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่ำ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Waste Management (Estimation and Report) (รายงาน การจัดการขยะจากการก่อสร้าง)		Monthly [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	-
IAQ During Construction Report (รายงาน คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร)		1 Phases [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	Support Interior Contractor
Commissioning Requirement (การทดสอบระบบ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ)		-	-	Please review





Material and Waste Management / location of material and Waste on site

Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

O-Phase1 20% O-Phase2 40% O-Phase3 60% O-Phase4 80% O-Phase 5 100%	
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed	HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—MERV8	Source Control –Portable Local Exhaust
Interior	
Path Way Interruption-Dust control zone + Ex fan	Housekeeping – Insulation /Porous Mat Storage
	Interior
Housekeeping – Cleaning with Wet Agent	Scheduling – Flush-out before occupancy

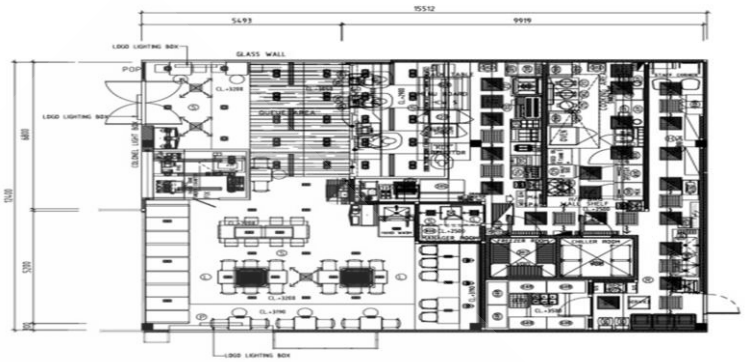
Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

ตารางที่ ข.2 สัปดาห์ที่ 2

BLUELINE Package for Contractor and CM

Version 1.2

	Construction Manager	Architectural Contractor	Interior Contractor	M&E Contractor
Construction Pollution Control Report (รายงานการควบคุมมลภาวะในระหว่างการก่อสร้าง)	Verification before submit to LEED Consultant (ตรวจสอบความถูกต้องและ สมบูรณ์ของเอกสารก่อนส่งให้ ที่ปรึกษา LEED)	Weekly [NC Phase]	-	-
Specification Submittal Checklist (รายการวัสดุ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Low VOC Report (รายการ กาว สี สารยาแนว ที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่ำ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Waste Management (Estimation and Report) (รายงาน การจัดการขยะจากการก่อสร้าง)		Monthly [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	-
IAQ During Construction Report (รายงาน คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร)		1 Phases [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	Support Interior Contractor
Commissioning Requirement (การทดสอบระบบ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ)		-	-	Please review



Material and Waste Management / location of material and Waste on site

Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

O-Phase1 20% O-Phase2 40% O-Phase3 60% O-Phase4 80% O-Phase 5 100%	
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed	HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—MERV8	Source Control –Portable Local Exhaust
Interior	
Path Way Interruption-Dust control zone + Ex fan	Housekeeping – Insulation /Porous Mat Storage
	Interior
Housekeeping – Cleaning with Wet Agent	Scheduling – Flush-out before occupancy

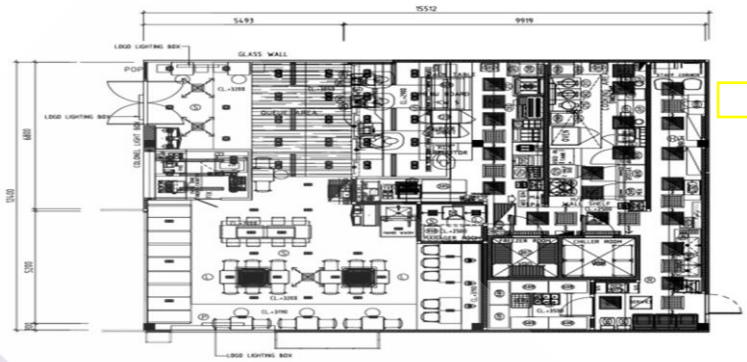
Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

ตารางที่ ข.3 สัปดาห์ที่ 3

BLUELINE Package for Contractor and CM

Version 1.2

	Construction Manager	Architectural Contractor	Interior Contractor	M&E Contractor
Construction Pollution Control Report (รายงานการควบคุมมลภาวะในระหว่างการก่อสร้าง)	Verification before submit to LEED Consultant (ตรวจสอบความถูกต้องและ สมบูรณ์ของเอกสารก่อนส่งให้ ที่ปรึกษา LEED)	Weekly [NC Phase]	-	-
Specification Submittal Checklist (รายการวัสดุ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Low VOC Report (รายการ กาว สี สารยาแนว ที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่ำ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Waste Management (Estimation and Report) (รายงาน การจัดการขยะจากการก่อสร้าง)		Monthly [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	-
IAQ During Construction Report (รายงาน คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร)		1 Phases [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	Support Interior Contractor
Commissioning Requirement (การทดสอบระบบ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ)		-	-	Please review



Material and Waste Management / location of material and Waste on site

Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

O-Phase1 20% O-Phase2 40% O-Phase3 60% O-Phase4 80% O-Phase 5 100%	
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed	HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—MERV8	Source Control –Portable Local Exhaust
Interior	
Path Way Interruption-Dust control zone + Ex fan	Housekeeping – Insulation /Porous Mat Storage
	Interior
Housekeeping – Cleaning with Wet Agent	Scheduling – Flush-out before occupancy

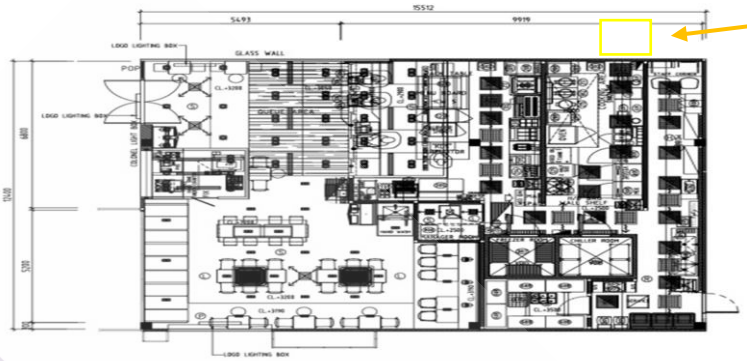
Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

ตารางที่ ข.4 สัปดาห์ที่ 4

BLUELINE Package for Contractor and CM

Version 1.2

	Construction Manager	Architectural Contractor	Interior Contractor	M&E Contractor
Construction Pollution Control Report (รายงานการควบคุมมลภาวะในระหว่างการก่อสร้าง)	Verification before submit to LEED Consultant (ตรวจสอบความถูกต้องและ สมบูรณ์ของเอกสารก่อนส่งให้ ที่ปรึกษา LEED)	Weekly [NC Phase]	-	-
Specification Submittal Checklist (รายการวัสดุ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Low VOC Report (รายการ กาว สี สารยาแนว ที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่ำ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Waste Management (Estimation and Report) (รายงาน การจัดการขยะจากการก่อสร้าง)		Monthly [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	-
IAQ During Construction Report (รายงาน คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร)		1 Phases [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	Support Interior Contractor
Commissioning Requirement (การทดสอบระบบ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ)		-	-	Please review



Material and Waste Management / location of material and Waste on site

Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

O-Phase1 20% O-Phase2 40% O-Phase3 60% O-Phase4 80% O-Phase 5 100%	
	Not yet finished
HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed	HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—MERV8	Source Control –Portable Local Exhaust
Interior	
Path Way Interruption-Dust control zone + Ex fan	Housekeeping – Insulation /Porous Mat Storage
	Interior
Housekeeping – Cleaning with Wet Agent	Scheduling – Flush-out before occupancy

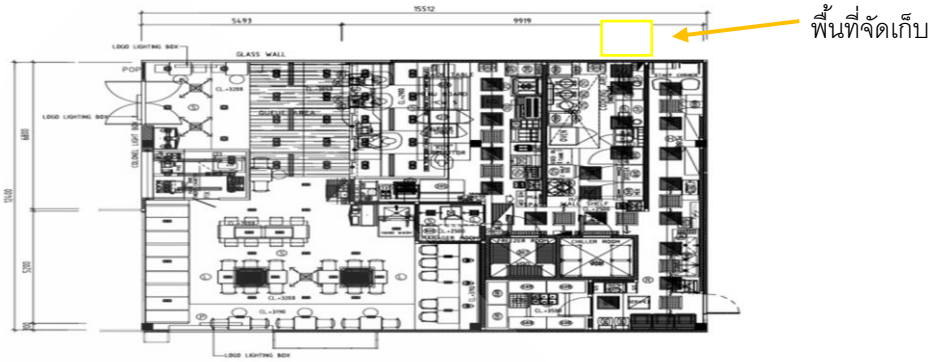
Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

ตารางที่ ข.5 สัปดาห์ที่ 5

BLUELINE Package for Contractor and CM

Version 1.2

	Construction Manager	Architectural Contractor	Interior Contractor	M&E Contractor
Construction Pollution Control Report (รายงานการควบคุมมลภาวะในระหว่างการก่อสร้าง)	Verification before submit to LEED Consultant (ตรวจสอบความถูกต้องและ สมบูรณ์ของเอกสารก่อนส่งให้ ที่ปรึกษา LEED)	Weekly [NC Phase]	-	-
Specification Submittal Checklist (รายการวัสดุ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Low VOC Report (รายการ กาว สี สารยาแนว ที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่ำ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Waste Management (Estimation and Report) (รายงาน การจัดการขยะจากการก่อสร้าง)		Monthly [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	-
IAQ During Construction Report (รายงาน คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร)		1 Phases [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	Support Interior Contractor
Commissioning Requirement (การทดสอบระบบ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ)		-	-	Please review



Material and Waste Management / location of material and Waste on site

Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

O-Phase1 20% O-Phase2 40% O-Phase3 60% O-Phase4 80% O-Phase 5 100	
HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed	HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—MERV8	Source Control –Portable Local Exhaust
Interior	
Path Way Interruption-Dust control zone + Ex fan	Housekeeping – Insulation /Porous Mat Storage
	Interior
Housekeeping – Cleaning with Wet Agent	Scheduling – Flush-out before occupancy

Contractor Signature (MR VINJ TRASUWAN)	CM Signature (MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	YUM Project Manager Signature (MR.POJ DACHA)

ตารางที่ ข.6 สัปดาห์ที่ 6

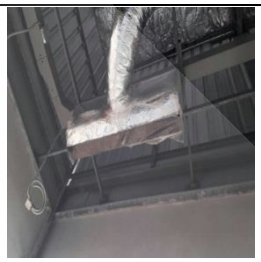
BLUELINE Package for Contractor and CM

Version 1.2

	Construction Manager	Architectural Contractor	Interior Contractor	M&E Contractor
Construction Pollution Control Report (รายงานการควบคุมมลภาวะในระหว่างการก่อสร้าง)	Verification before submit to LEED Consultant (ตรวจสอบความถูกต้องและ สมบูรณ์ของเอกสารก่อนส่งให้ ที่ปรึกษา LEED)	Weekly [NC Phase]	-	-
Specification Submittal Checklist (รายการวัสดุ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Low VOC Report (รายการ กาว สี สารยาแนว ที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่ำ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Waste Management (Estimation and Report) (รายงาน การจัดการขยะจากการก่อสร้าง)		Monthly [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	-
IAQ During Construction Report (รายงาน คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร)		1 Phases [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	Support Interior Contractor
Commissioning Requirement (การทดสอบระบบ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ)		-	-	Please review

Material and Waste Management / location of material and Waste on site

Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

O-Phase1 20% O-Phase2 40% O-Phase3 60% O-Phase4 80% O-Phase 5 100% DATE 15/10/15 - 22/10/15	
	
HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed	HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed
	Not yet finished
HVAC protection—MERV8	Source Control –Portable Local Exhaust
Interior	-
Path Way Interruption-Dust control zone + Ex fan	Housekeeping – Insulation /Porous Mat Storage
	Interior
Housekeeping – Cleaning with Wet Agent	Scheduling – Flush-out before occupancy

Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

ตารางที่ ข.7 สัปดาห์ที่ 7

BLUELINE Package for Contractor and CM

Version 1.2

	Construction Manager	Architectural Contractor	Interior Contractor	M&E Contractor
Construction Pollution Control Report (รายงานการควบคุมมลภาวะในระหว่างการก่อสร้าง)	Verification before submit to LEED Consultant (ตรวจสอบความถูกต้องและ สมบูรณ์ของเอกสารก่อนส่งให้ ที่ปรึกษา LEED)	Weekly [NC Phase]	-	-
Specification Submittal Checklist (รายการวัสดุ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Low VOC Report (รายการ กาว สี สารยาแนว ที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่ำ)		All spec finalized	All spec finalized	All spec finalized
Waste Management (Estimation and Report) (รายงาน การจัดการขยะจากการก่อสร้าง)		Monthly [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	-
IAQ During Construction Report (รายงาน คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร)		1 Phases [NC Phase]	5 Phases Weekly [CI Phase]	Support Interior Contractor
Commissioning Requirement (การทดสอบระบบ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ)		-	-	Please review

Material and Waste Management / location of material and Waste on site

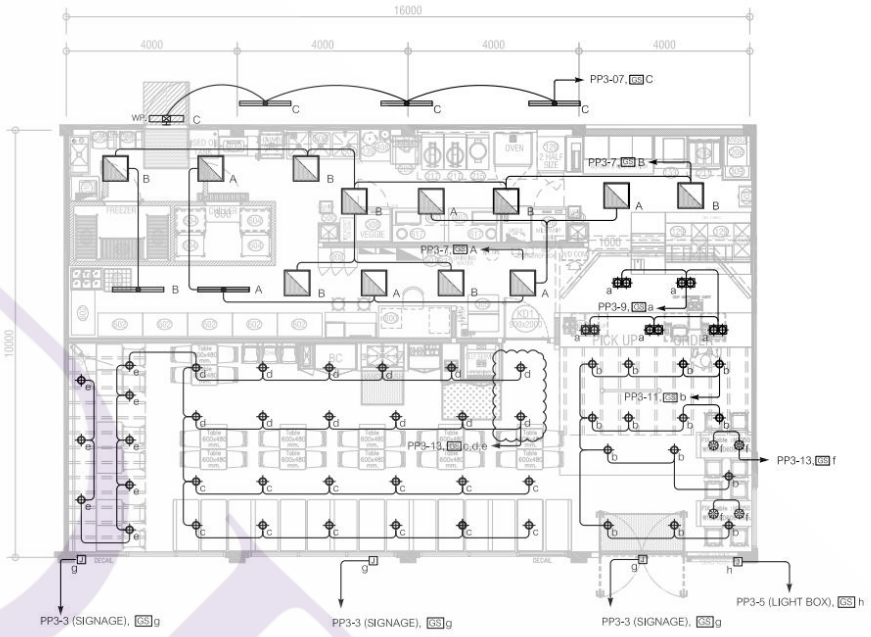
Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

O-Phase1 20% O-Phase2 40% O-Phase3 60% O-Phase4 80% O-Phase 5 100%	
finished	finished
HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed	HVAC protection—Duct/Inlet Opening Plastic Sealed
Not yet finished	Not yet finished
HVAC protection—MERV8	Source Control –Portable Local Exhaust
Interior	-
Path Way Interruption-Dust control zone + Ex fan	Housekeeping – Insulation /Porous Mat Storage
	Interior
Housekeeping – Cleaning with Wet Agent	Scheduling – Flush-out before occupancy

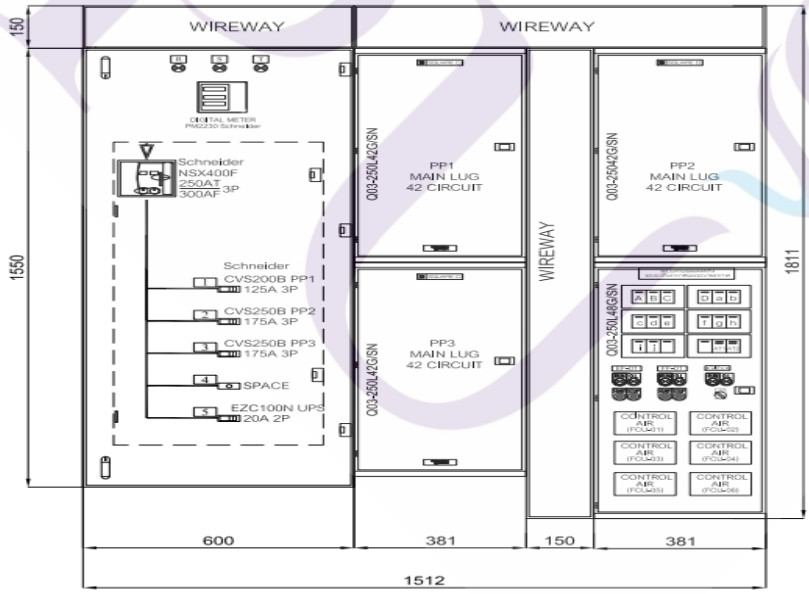
Contractor Signature	CM Signature	YUM Project Manager Signature
(MR VINJ TRASUWAN)	(MR.TASPON ATTAVIRIYASUVORN)	(MR.POJ DACHA)

ภาคผนวก ค
แบบงานระบบไฟฟ้าเครื่องกลของร้าน KFC

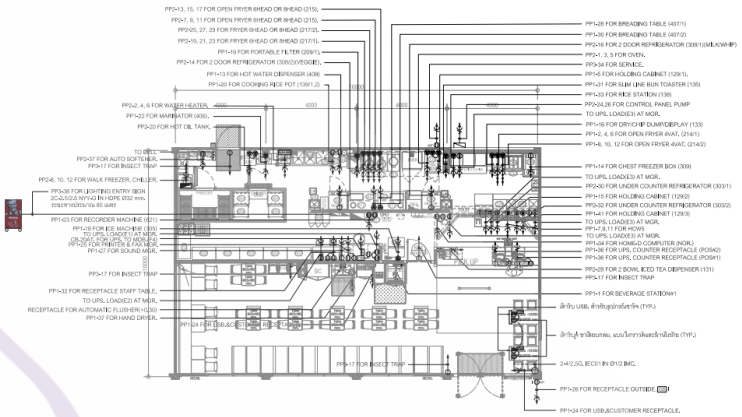
ภาพที่ ค. 1 แบบระบบแสงสว่าง



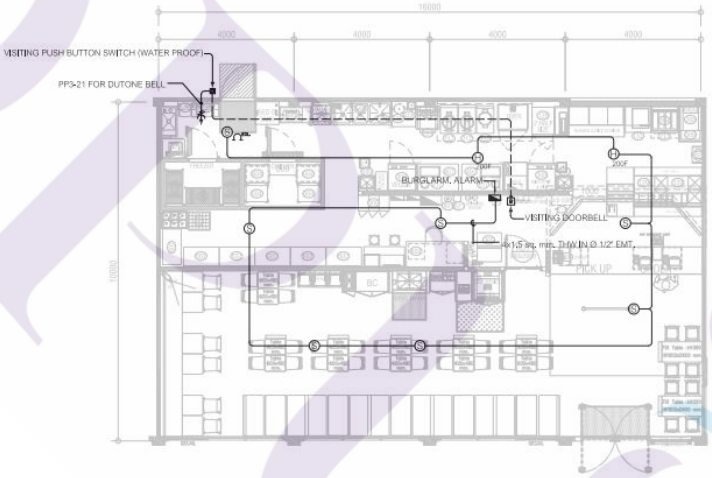
ภาพที่ ค. 2 แบบตู้ MDB และ ตู้ LOAD PANEL



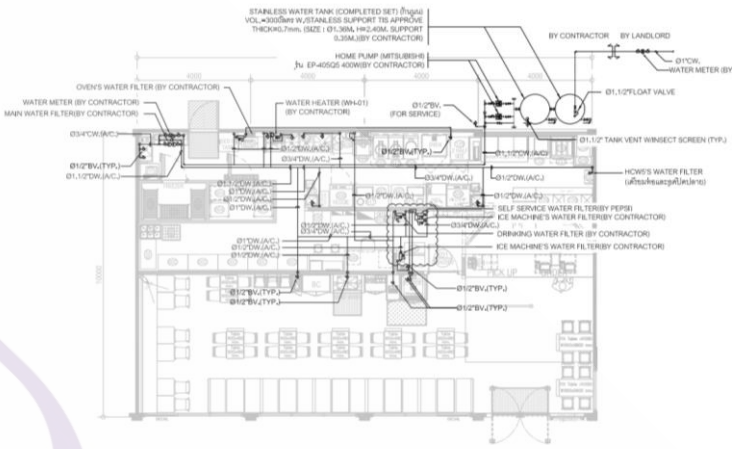
ภาพที่ ค. 3 แบบระบบ POWER OUT LET



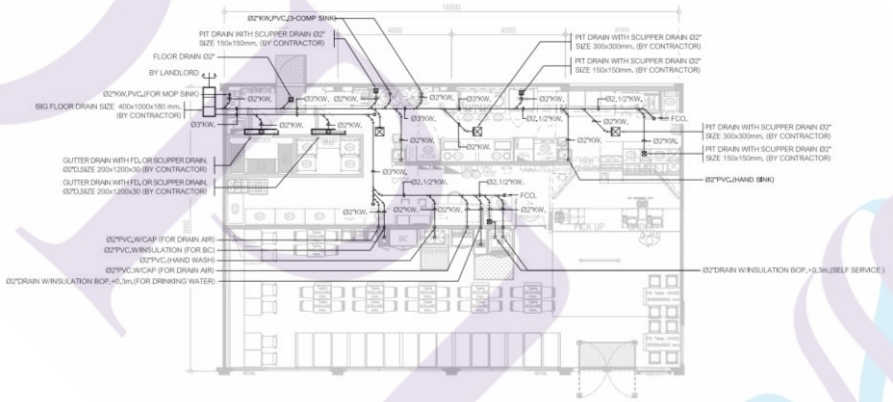
ภาพที่ ค. 3 แบบระบบ FIRE ALARM



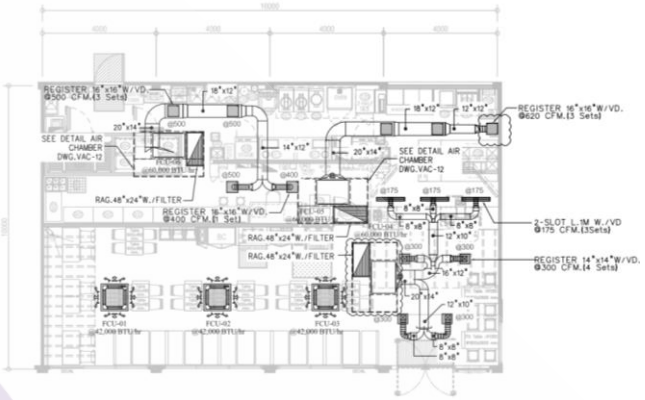
ภาพที่ ค.5 แบบระบบน้ำดี



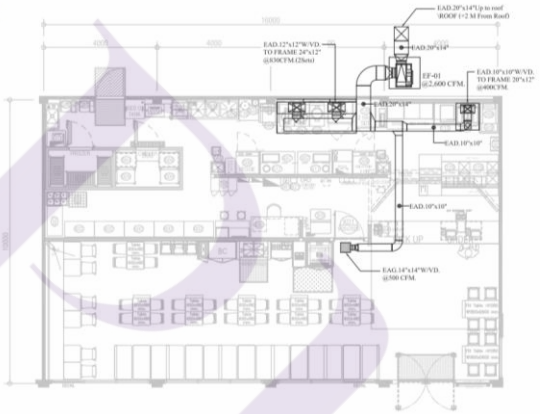
ภาพที่ ค.6 แบบระบบระบายน้ำ



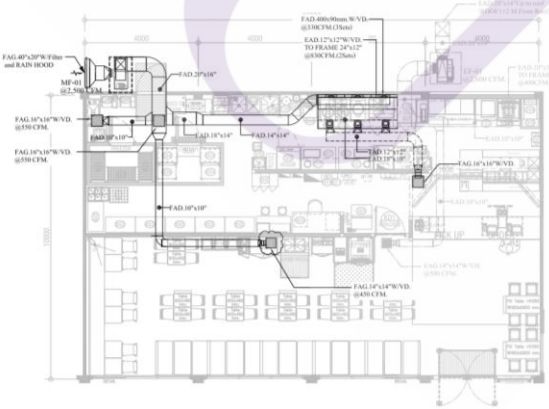
ภาพที่ ค.7 แบบระบบปรับอากาศ



ภาพที่ ค.8 แบบระบบระบายอากาศ



ภาพที่ ค.9 แบบระบบเติมอากาศ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายณัฐกิตติ์ เชื้อไทย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551 ปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยราชมงคลกรุงเทพ
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิศวกรโครงการ บริษัท โฟร์วิส์ เอนจิเนียริ่ง จำกัด

DPU