

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบเพื่อตรวจสอบโครงถักหลังคาและการก่อสร้างอาคารเก็บสินค้า ณ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส

REVIEW OF THE ROOF-TRUSS DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WAREHOUSE BUILDING AT CHO AIRONG DISTRICT, NARATHIWAT PROVINCE

โดย

นายภูมิศักดิ์ ผดาวัลย์ รหัส 6723900011

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2567

หัวข้อโครงงาน	**การออกแบบเพื่อตรวจสอบโครงถักหลังคาและการก่อสร้างอาคารเก็บสินค้า ณ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส**
	Review Of The Roof-truss Design And Construction Of A Warehouse Building At Cho Airong District, Narathiwat Province
รายชื่อผู้จัดทำ	นายภูมิศักดิ์ ผดาวัลย์ 6723900011
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุนชอง รูน

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจ ภาควิชา วิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2567

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สุนชอง รูน)

.....กรรมการกลาง

(อาจารย์สมศักดิ์ ชินวิกกัย)

.....กรรมการกลาง

(อาจารย์เฉลิมโรจน์ เลิศบริรักษ์กุล)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 20 กันยายน 2568

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

ตามที่ผู้จัดทำ นายภูมิศักดิ์ ผดาวัลย์ นักศึกษาภาควิชา วิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 19 พฤษภาคม 2568 ถึง 29 สิงหาคม 2568 ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร ณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท็อปคูลลิ่ง และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและจัดทำรายการเรื่อง การออกแบบเพื่อตรวจสอบและการก่อสร้างอาคารเก็บสินค้า ณ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

.....

(นายภูมิศักดิ์ ผดาวัลย์)

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สุนชอง รูน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา และคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก และสนับสนุนตลอดระยะเวลาการฝึกงานในโครงการก่อสร้างอาคารเก็บของ คสล. ณ บริษัท หวานจิตอินเตอร์ฟู้ด จำกัด

ขอขอบพระคุณ บริษัท หวานจิตอินเตอร์ฟู้ด จำกัด และ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท็อปคูลลิ่ง (สำนักงานใหญ่) ที่เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมปฏิบัติงานและเรียนรู้จากประสบการณ์จริงในหน้างาน ทั้งด้านเทคนิควิศวกรรมและการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบคุณ คุณชูเกียรติ เทียนอำไพ กรรมการผู้จัดการ หจก.ท็อปคูลลิ่ง ซึ่งเป็นพนักงานที่ปรึกษาและผู้ดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดตลอดระยะเวลาการฝึกงาน

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมฝึกงาน วิศวกร ช่างควบคุมงาน และเจ้าหน้าที่ในไซต์งานทุกท่าน ที่ร่วมมือและให้โอกาสข้าพเจ้าได้มีส่วนร่วมในกระบวนการก่อสร้างอย่างเต็มที่

ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าประสบการณ์จากโครงการนี้จะเป็นพื้นฐานที่มั่นคงในการเติบโตเป็นวิศวกรโยธาที่มีความรับผิดชอบ รอบรู้ และสามารถพัฒนาตนเองเพื่อรับใช้วิชาชีพได้อย่างเต็มที่ในอนาคต

ผู้จัดทำ
นายภูมิศักดิ์ ผดาวัลย์
นักศึกษาสหกิจศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

หัวข้อโครงงาน : การออกแบบเพื่อตรวจสอบโครงถักหลังคาและการก่อสร้างอาคารเก็บสินค้า ณ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส

ชื่อนักศึกษา : นายภูมิศักดิ์ ผดาวัลย์

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ สุนชอง รูน

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา : 3/2567

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของสหกิจศึกษา มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับวิชาการออกแบบโครงสร้างเหล็กและปัญหาและแนวทางการแก้ไข จากหน้างานจริง อาคารเก็บสินค้า ณ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส โดยมีขอบเขตในการศึกษาได้แก่ คำนวณออกแบบขนาดโครงถักหลังคาเหล็ก และการควบคุมงานติดตั้งโครงสร้างหลังคาศึกษาการก่อสร้างสำหรับงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

จากการวิเคราะห์คำนวณและออกแบบโครงถักด้วยวิธีตัวคูณความต้านทาน (LRFD) เมื่อวิเคราะห์โครงถักที่ T-1 จะได้ขนาดของขื่อ (lower chord) และขนาดของจันทัน (Upper Chord) เป็นเหล็กรูปพรรณเหล็กกล่องเหลี่ยมแบน 150x80x5.0 มม. เหล็กที่ใช้ทำท่อนยึดแบบดิ่งและท่อนยึดแบบเอียง (vertical and diagonal web) เป็นเหล็กรูปพรรณเหล็กกล่องเหลี่ยมแบน HS75x75x3.2ตามลำดับ

นอกจากนี้ได้พัฒนาทักษะด้านเทคนิค เช่น การอ่านแบบโครงสร้าง การตรวจสอบเหล็ก การใช้เครื่องมือวัดระดับ และการเขียนรายงานรายวัน รวมถึงฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น การสื่อสารข้ามระดับ และการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในสภาพแวดล้อมจริง เช่น การรอวัสดุ การประสานงานกับช่าง การจัดลำดับงานใหม่ เป็นต้น ซึ่งเป็นทักษะสำคัญต่อการเป็นวิศวกรในอนาคต แม้จะมีข้อจำกัด เช่น ความล่าช้าจากสภาพอากาศหรือวัสดุ และการทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีความกดดันสูง แต่ประสบการณ์ที่ได้รับช่วยให้นักศึกษาสามารถฝึกความอดทน การบริหารเวลา และพัฒนาทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชาชีพได้เป็นอย่างดี จึงถือได้ว่าการฝึกงานในครั้งนี้มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อการเตรียมความพร้อมในการเป็นวิศวกรโยธามืออาชีพในอนาคต

คำสำคัญ : การออกแบบเพื่อตรวจสอบ, โครงถักหลังคา, อาคารเก็บสินค้า, การควบคุมงานติดตั้ง

Title : Review Of The Roof-truss Design And Construction Of A Warehouse Building At Cho Airong District, Narathiwat Province

By : Mr Poomsak Padawal

Advisor : Sunchhorng Roun

Degree : Bachelor's of Engineering

Major : Civil Environmental and Sustainable Engineering

Faculty : Engineering

Semester/Academic year : 3/2024

Abstract

This cooperative education project in civil engineering aims to enhance students' knowledge in structural steel design, problem analysis, and real-world application. The project was conducted at a warehouse construction site in Cho-airong District, Narathiwat Province, under the guidance of professional engineers. The student participated in the design and analysis of steel truss structures, particularly using the Load and Resistance Factor Design (LRFD) method for structural safety verification.

The student analyzed and designed Truss T-1, where the lower chord and upper chord were designed as H-shaped steel sections (150x80x5.0 mm), and the vertical and diagonal web members were designed as hollow structural sections (HSS) 75x75x3.2 mm. The student also gained experience in reviewing structural drawings, steel inspections, field measurements, and on-site problem solving.

Furthermore, the student developed various technical and soft skills, including teamwork, cross-level communication, adaptability to new tasks, and decision-making in actual construction environments. These experiences helped strengthen professional judgment, discipline, and engineering responsibility. The internship provided a solid foundation for future work as a civil engineer.

Keywords: Structural steel design, truss analysis, site inspection, structural supervision

สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน ..... ข
กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) ..... ค
บทคัดย่อ ..... ง
Abstract ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.2.1 เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับวิชาการออกแบบโครงถักหลังคา 1
1.2.2 เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ไข จากหน้างานจริง 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.3.1 คำนวณออกแบบขนาด โครงถักหลังคา 1
1.3.2 การควบคุมงานติดตั้งโครงสร้างหลังคา 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
1.4.1 สามารถออกแบบและคำนวณอาคารโครงถักหลังคาได้ 1
1.4.2 สามารถทราบถึงขั้นตอน และการแก้ปัญหาที่พบในการทำงานจริง 1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2
2.1 นิยาย 2
2.2 ข้อกำหนดและวิธีการออกแบบการส่วนต่าง ๆ ของอาคาร 7
2.3 วิธีคำนวณแรงลม 16
2.3.1 การกำหนดค่าแรงลมสถิตเทียบเท่า โดยวิธีการอย่างง่าย 18
2.3.2 แรงลมออกแบบ 18
2.4 การออกแบบองค์อาคารรับแรงอัด และรับแรงดึง 33

2.4.1 องค์อาคารรับแรงดึง....33
2.4.2 องค์อาคารรับแรงอัด....34
2.5 การหาแรงที่กระทำต่อโครงหลังคา....39
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงานและหน้าที่รับผิดชอบ....41
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ....41
3.2 ลักษณะและข้อมูลของธุรกิจและสถานที่ที่ฝึกปฏิบัติงาน....42
3.3 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย....42
3.4 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา....42
3.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานสหกิจ....42
3.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน....42
3.7 ความหมายของหน้าที่ตรวจดูแลควบคุมการก่อสร้าง....42
3.8 ข้อมูลของโครงการก่อสร้าง....43
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน....44
4.1 การออกแบบโครงสร้างโครงหลังคา....44
4.2 การดำเนินโครงการก่อสร้าง....57
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ....65
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา....65
5.1.1 สรุปผล....65
5.1.2 ข้อจำกัดและปัญหาที่พบเจอระหว่างปฏิบัติงาน....65
5.1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจารการรปฏิบัติงานสหกิจศึกษา....66
5.1.4 อุปสรรคระหว่างปฏิบัติงาน....67
5.2 ข้อเสนอแนะ....67
บรรณาณุกรม....68
ภาคผนวก....69
ภาคผนวก ก แบบสำหรับงานก่อสร้าง....70
ภาคผนวก ข รูปภาพการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่....76

ประวัติผู้จัดทำ 81

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงระดับความสูงของอาคารเตี้ย อาคารปานกลาง 17
รูปที่ 2.2 แสดงระดับความสูงของอาคารสูง 18
รูปที่ 2.3 แผนที่การแบ่งกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง (V) 22
รูปที่ 2.4 ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมสูงสุดที่กระทำภายนอกอาคาร $CpCg$ 30
รูปที่ 2.5 ข.1(ต่อ) 31
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างโครงหลังคา 39
รูปที่ 3.1 ตราสัญลักษณ์ประจำ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท็อปคูลลิ่ง 41
รูปที่ 3.2 รูปแสดงแผนที่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท็อปคูลลิ่ง 41
รูปที่ 3.3 รูปแสดงแผนที่ โครงการก่อสร้าง บริษัท หวานจิตอินเตอร์ฟู้ด จำกัด 43
รูปที่ 3.4 พื้นที่การก่อสร้าง 43
รูปที่ 4.1 ประชุมร่วมกับเจ้าของโครงการ 44
รูปที่ 4.2 แบบจำลอง 3D ร่วมประชุมกับเจ้าของโครงการ 44
รูปที่ 4.3 เซ็นเซ็นต์สัญญาจ้างงาน 45
รูปที่ 4.4 โมเดลสำหรับงานก่อสร้าง 45
รูปที่ 4.5 ภาพจำลองสร้าง 57
รูปที่ 4.6 งานตอกเสาเข็มโครงการ 57
รูปที่ 4.7 งานตัดเสาเข็ม 58
รูปที่ 4.8 งานเทคอนกรีตคานและเสา 58
รูปที่ 4.9 งานเทพื้นอาคารจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แปรรูป 59
รูปที่ 4.10 งานเตรียมและประดอบโครงสร้างหลังคา 59
รูปที่ 4.11 ประกอบโครงหลังคาเตรียมยกประกอบขึ้นหัวเสา 60
รูปที่ 4.12 ยกโครงหลังคา 60

รูปที่ 4.13 ติดตั้งผนังไลน์ผลิตและห้องเย็น.....61
รูปที่ 4.14 ติดตังเพดาไลน์ผลิตและห้องเย็น.....61
รูปที่ 4.15 ผูกเหล็ก สำหรับพื้นไลน์ผลิตและห้องเย็น.....62
รูปที่ 4.16 เทปูนพื้นไลน์ผลิตและห้องเย็น.....62
รูปที่ 4.17 แบบจำลอง 3 D Support Cooler Unit.....63
รูปที่ 4.18 ติดตั้ง Cooler Unit.....63
รูปที่ 4.19 งานพื้นรอบอาคารและถนน.....64
รูปที่ 4.20 อาคารพร้อมใช้งาน.....64

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 หน่วยแรงลมสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบเมืองหรือชานเมือง.....15

ตารางที่ 2.2 หน่วยแรงลมสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบโล่งหรือชายฝั่งทะเล.....16

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

การออกแบบงานโครงสร้างอาคาร ในประเภทของ อาคารสาธารณะ ซึ่งเป็นอาคารที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานจำนวนมาก ดังนั้นวิศวกรผู้ออกแบบและทำรายการคำนวณ จึงมีความจำเป็นจะต้องดำเนินการอย่างรอบคอบถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและกฎหมาย พระราชบัญญัติ ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 อย่างเคร่งครัด

ดังนั้นผู้ออกแบบจะต้องทำการศึกษา หาข้อมูลข้อกำหนด ระเบียบ หรือข้อกฎหมายต่างๆที่เกี่ยวกับการออกแบบ อาทิ กฎกระทรวง กำหนดการออกแบบโครงสร้างอาคาร และลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร พ.ศ. 2566 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การออกแบบโครงสร้างอาคารและลักษณะและคุณสมบัติ ของวัสดุที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร มยผ. 1107 - 61 มาตรฐานคุณลักษณะเฉพาะของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย วสท. 1020-51 มาตรฐานการออกแบบอาคารเหล็กรูปพรรณ โดยวิธีตัวคูณความต้านทานและน้ำหนักบรรทุก วสท. 011038-22มาตรฐานการออกแบบ สำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

ซึ่งวิศวกรจะต้องมีความเข้าใจเป็นอย่างดีในการพิจารณา ค่าพารามิเตอร์ต่างๆเหล่านี้มาใช้ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมด้วย และศึกษาวิธีการติดตั้งโครงสร้างเหล็ก รวมถึงขั้นตอนวิธีการทำงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับวิชาการออกแบบโครงถักหลังคา

1.2.2 เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ไข จากหน้างานจริง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 คำนวณออกแบบขนาด โครงถักหลังคา

1.3.2 การควบคุมงานติดตั้งโครงสร้างหลังคา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถออกแบบและคำนวณอาคารโครงถักหลังคาได้

1.4.2 สามารถทราบถึงขั้นตอน และการแก้ปัญหาที่พบในการทำงานจริง

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาทำ โครงงานเรื่องการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและคำนวณงาน โครงสร้างเหล็ก มีแนวคิดและทฤษฎีดังตามระเบียบ หรือข้อกฎหมายต่างๆที่เกี่ยวกับการออกแบบต่อไปนี้

2.1 นิยาย

“อาคาร” หมายความว่า ตึก บ้าน เรือน โรง ร้าน แพ คลังสินค้า สำนักงาน และสิ่งที่สร้างขึ้นอย่างอื่น ซึ่งบุคคลอาจ เข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ และหมายความรวมถึง

(1) อัฒจันทร์หรือสิ่งที่สร้างขึ้นอย่างอื่นเพื่อใช้เป็นที่ชุมนุมของประชาชน

(2) เขื่อน สะพาน อุโมงค์ ทางหรือท่อระบายน้ำ อู่เรือ ดานเรือ ท่าน้ำ ท่าจอดเรือ รั้ว กำแพง หรือประตูที่ สร้างขึ้นติดต่อหรือใกล้เคียงกับที่สาธารณะหรือสิ่งที่สร้างขึ้นให้บุคคลทั่วไปใช้สอย

(3) ป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้าย

(ก) ที่ติดหรือตั้งไว้เหนือที่สาธารณะและมีขนาดเกินหนึ่งตารางเมตร หรือมีน้ำหนักรวมทั้งโครงสร้างเกินสิบกิโลกรัม

(ข) ที่ติดหรือตั้งไว้ในระยะห่างจากที่สาธารณะซึ่งเมื่อวัดในทางราบแล้วระยะห่างจากที่สาธารณะมี น้อยกว่าความสูงของป้ายนั้นเมื่อวัดจากพื้นดิน และมีขนาดหรือมีน้ำหนักเกินกว่าที่กำหนดในกฎกระทรวง

(4) พื้นที่หรือสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นที่จอดรถ ที่กลับรถ และทางเข้าออกของรถสำหรับอาคารที่กำหนด

(5) สิ่งที่สร้างขึ้นอย่างอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

ทั้งนี้ ให้หมายความรวมถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคารด้วย

“อาคารสูง” หมายความว่า อาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ที่มีความสูงตั้งแต่ยี่สิบสามเมตรขึ้นไป การวัด ความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

“อาคารขนาดใหญ่พิเศษ” หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้พื้นที่อาคารหรือส่วนใดของอาคารเป็นที่อยู่อาศัย หรือประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภท โดยมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่หนึ่งหมื่นตารางเมตรขึ้นไป

“อาคารชุมนุมคน” หมายความถึง อาคารหรือส่วนใดของอาคารที่บุคคลอาจเข้าไปภายในเพื่อประโยชน์ในการชุมนุม คนที่มีพื้นที่ตั้งแต่หนึ่งพันตารางเมตรขึ้นไป หรือชุมนุมคนได้ตั้งแต่ห้าร้อยคนขึ้นไป

“โรงมหรสพ" หมายความว่า อาคารหรือส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสถานที่สำหรับฉายภาพยนตร์ แสดงละคร แสดง ดนตรี หรือการแสดงรื่นเริงอื่นใด ค่าตอบแทนหรือไม่ก็ตาม และมีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดให้สาธารณชนเข้าชมการแสดงนั้นเป็นปกติธุระ โดยจะมี

“ที่สาธารณะ” หมายความว่า ที่ซึ่งเปิดหรือยินยอมให้ประชาชนเข้าไปหรือใช้เป็นทางสัญจรได้ ทั้งนี้ไม่ว่าจะมีการ เรียกเก็บค่าตอบแทนหรือไม่

“แผนผังบริเวณ” หมายความว่า แผนที่แสดงลักษณะ ที่ตั้ง และขอบเขตของที่ดิน และอาคารที่ก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน เคลื่อนย้าย ใช้หรือเปลี่ยนการใช้ รวมทั้งแสดงลักษณะและขอบเขตของที่สาธารณะและอาคารในบริเวณที่ดินที่ติดต่อโดยสังเขปด้วย

“แบบแปลน” หมายความว่า แบบเพื่อประโยชน์ในการก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน เคลื่อนย้าย ใช้หรือเปลี่ยนการใช้ อาคาร โดยมีรูปแสดงรายละเอียดส่วนสำคัญ ขนาดเครื่องหมายวัสดุและการใช้สอยต่างๆ ของอาคารอย่างชัดเจนพอที่จะใช้ใน การดำเนินการได้

“รายการประกอบแบบแปลน” หมายความว่า ข้อความชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณภาพและชนิดของวัสดุ ตลอดจน วิธีปฏิบัติหรือวิธีการสำหรับการก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน เคลื่อนย้าย ใช้หรือเปลี่ยนการใช้อาคารเพื่อให้เป็นไปตามแบบแปลน

“รายการคำนวณ” หมายความว่า รายการแสดงวิธีการคำนวณกำลังของวัสดุ การรับน้ำหนัก และกำลังต้านทานของ ส่วนต่างๆ ของอาคาร

“ก่อสร้าง” หมายความว่า สร้างอาคารขึ้นใหม่ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการสร้างขึ้นแทนของเดิมหรือไม่

“ดัดแปลง” หมายความว่า เปลี่ยนแปลงต่อเติม เพิ่ม ลด หรือขยายซึ่งลักษณะขอบเขต แบบ รูปทรง สัดส่วน น้ำหนัก เนื้อที่ ของโครงสร้างของอาคารหรือส่วนต่างๆ ของอาคารซึ่งได้ก่อสร้างไว้แล้วให้ผิดไปจากเดิม และมิใช่การซ่อมแซมหรือการ ดัดแปลงที่กำหนดในกฎกระทรวง

“ซ่อมแซม” หมายความว่า ซ่อมหรือเปลี่ยนส่วนต่างๆ ของอาคารให้คงสภาพเดิม

“รื้อถอน” หมายความว่า รื้อส่วนอันเป็นโครงสร้างของอาคารออกไป เช่น เสา คาน ตง หรือส่วนอื่นของโครงสร้าง ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

“เขตเพลิงไหม้” หมายความว่า บริเวณที่เกิดเพลิงไหม้อาคารตั้งแต่สามสิบหลังคาเรือนขึ้นไป หรือมีเนื้อที่ตั้งแต่หนึ่ง ไร่ขึ้นไป รวมทั้งบริเวณที่อยู่ติดต่อภายในระยะสามสิบเมตร โดยรอบบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ด้วย

“ผู้ควบคุมงาน” หมายความว่า ผู้ซึ่งรับผิดชอบในการอำนวยการหรือควบคุมดูแลการก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน หรือเคลื่อนย้ายอาคาร

“ผู้ดำเนินการ” หมายความว่า เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคารซึ่งกระทำการก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน หรือและหมายความรวมถึงผู้ซึ่งตกลงรับกระทำการดังกล่าวไม่ว่าจะมีค่าตอบแทนหรือไม่ก็ตาม และเคลื่อนย้ายอาคารด้วยตนเอง ผู้รับจ้างช่วง

“ผู้ครอบครองอาคาร” หมายความรวมถึง ผู้จัดการของนิติบุคคลอาคารชุดสำหรับทรัพย์ส่วนกลางตามกฎหมายว่า ด้วยอาคารชุดด้วย

“ผู้ตรวจสอบ” หมายความว่า ผู้ซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม หรือผู้ซึ่งได้รับใบอนุญาต ประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยการนั้น แล้วแต่กรณี ซึ่งได้ขึ้นทะเบียนไว้ตามพระราชบัญญัตินี้

“นายตรวจ” หมายความว่า ผู้ซึ่งเจ้าพนักงานท้องถิ่นแต่งตั้งให้เป็นนายตรวจ

“นายช่าง” หมายความว่า ข้าราชการหรือพนักงานของราชการส่วนท้องถิ่น ซึ่งเจ้าพนักงานท้องถิ่นแต่งตั้งให้เป็น นายช่าง หรือวิศวกรหรือสถาปนิกซึ่งอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง แต่งตั้งให้เป็นนายช่าง

“ราชการส่วนท้องถิ่น” หมายความว่า เทศบาล สุขาภิบาล องค์การบริหารส่วนจังหวัด กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา และองค์การปกครองท้องถิ่นอื่นที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดให้เป็นราชการส่วนท้องถิ่นตามพระราชบัญญัตินี้

“ข้อบัญญัติท้องถิ่น” หมายความว่า กฎซึ่งออกโดยอาศัยอำนาจนิติบัญญัติของราชการส่วนท้องถิ่น เช่น เทศบัญญัติ ข้อบังคับสุขาภิบาล ข้อบัญญัติจังหวัด ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร หรือข้อบัญญัติเมืองพัทยา เป็นต้น

“แรงลม” หมายความว่า แรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากลมที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างอาคาร

“แรงกระแทก” หมายความว่า แรงที่เป็นผลจากการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร ยานพาหนะ หรือแรงที่คล้ายคลึงกัน รวมถึงน้ำหนักบรรทุกพลศาสตร์หรือความดันที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา อย่างฉับพลัน

“หน่วยแรง” หมายความว่า แรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รับแรงนั้น

“น้ำหนักบรรทุกคงที่” หมายความว่า น้ำหนักของวัสดุก่อสร้างที่ประกอบเข้าเป็นอาคาร รวมถึงวัสดุและน้ำหนักของอุปกรณ์ใช้งานที่ยึดติดกับตัวอาคารเป็นการถาวร

“น้ำหนักบรรทุกจร” หมายความว่า น้ำหนักที่เกิดจากการใช้งานของอาคารตามปกติ โดยไม่รวมน้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักบรรทุกระหว่างการก่อสร้าง และแรงจากสภาพแวดล้อม

“น้ำหนักบรรทุกปรับค่า” หมายความว่า น้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่กำหนดให้ใช้ในการคำนวณ ตามวิธีตัวคูณความต้านทานและน้ำหนักบรรทุกหรือวิธีกำลัง

“คอนกรีต” หมายความว่า วัสดุที่ประกอบขึ้นด้วยส่วนผสมของวัสดุประสาน เช่น ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ผสมวัสดุปอซโซลาน มวลรวมละเอียด เช่น ทราย มวลรวมหยาบ เช่น หินหรือกรวด และน้ำ โดยมีหรือไม่มีสารเคมีหรือแร่ผสมเพิ่ม

“คอนกรีตเสริมเหล็ก” หมายความว่า คอนกรีตที่มีเหล็กเสริมฝังภายในโดยที่คอนกรีต และเหล็กเสริมทำงานร่วมกันในการต้านทานแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

“คอนกรีตอัดแรง” หมายความว่า คอนกรีตที่มีเหล็กเสริมรับแรงดึงสูงหรือวัสดุเสริมแรงอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดหน่วยแรง โดยมีขนาดและการกระจายของหน่วยแรงตามต้องการ เพื่อที่จะหักล้างหรือลดหน่วยแรงดึงในคอนกรีตอันเกิดจากน้ำหนักบรรทุก

“เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ” หมายความว่า เหล็กที่ผลิตให้มีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ เพื่อใช้ในงานโครงสร้าง โดยการรีดร้อน ขึ้นรูปเย็น หรือวิธีการอื่น

“วิธีตัวคูณความต้านทานและน้ำหนักบรรทุก” หมายความว่า วิธีการออกแบบเพื่อหา ขนาดสัดส่วนขององค์อาคาร โดยแรงที่เกิดขึ้นในองค์อาคารภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งานที่คูณด้วยตัวคูณ น้ำหนักบรรทุกที่เหมาะสมไม่สูงเกินกำลังระบุที่คุณด้วยตัวคูณความต้านทาน ทั้งนี้ เรียกว่าการออกแบบ โดยวิธีกำลังสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

“วิธีหน่วยแรงที่ยอมให้” หมายความว่า วิธีการออกแบบเพื่อหาขนาดสัดส่วนขององค์อาคาร โดยหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในองค์อาคารภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งานไม่สูงเกินหน่วยแรงที่ยอมให้ ทั้งนี้ เรียกว่าการออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งานสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

“วัสดุไม่ติดไฟ” หมายความว่า วัสดุที่ใช้งานและเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ใช้งานแล้ว จะไม่ติดไฟ ไม่เกิดการเผาไหม้ ไม่สนับสนุนการเผาไหม้ หรือปล่อยไอที่พร้อมจะลุกไหม้เมื่อสัมผัสกับ เปลวไฟหรือความร้อน ตามหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารประกาศ กำหนดในราชกิจจานุเบกษา

“ระยะหุ้ม” หมายความว่า ความหนาที่น้อยที่สุดระหว่างผิวเหล็กเสริมหรือเหล็กโครงสร้าง กับผิวของคอนกรีต

“ฐานราก" หมายความว่า ส่วนของอาคารที่ทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักของอาคารส่วนบนลงสู่ ดินฐานราก

“พื้น” หมายความว่า หรือตงที่รับพื้น หรือภายในพื้นนั้น หรือภายในขอบเขตของผนังอาคาร รวมทั้งเฉลียงหรือระเบียงด้วย พื้นที่ของอาคารซึ่งบุคคลเข้าอยู่หรือใช้สอยได้ภายในขอบเขตของคาน

“โครงสร้างหลัก” หมายความว่า ส่วนประกอบของอาคารที่มีความสำคัญต่อความมั่นคง แข็งแรงและเสถียรภาพของอาคาร เช่น เสา กำแพงรับน้ำหนัก กำแพงรับแรงเฉือน คาน ตง พื้น ฐานราก

“ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร” หมายความว่า ส่วนของอาคารที่เป็นองค์อาคารซึ่งจะต้องแสดง รายการคำนวณการรับน้ำหนักและกำลังต้านทาน เช่น เสา กำแพงรับน้ำหนัก กำแพงรับแรงเฉือน คาน ตง พื้น ฐานราก

“อาคารสาธารณะ” หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการชุมนุมคนได้โดยทั่วไป เพื่อกิจกรรมทางราชการ การเมือง การศึกษา การศาสนา การสังคม การนันทนาการ หรือการพาณิชยกรรม เช่น โรงมหรสพ หอประชุม โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา หอสมุด สนามกีฬากลางแจ้ง สนามกีฬาในร่ม ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ ท่าอากาศยาน อุโมงค์ สะพาน อาคารจอดรถ สถานีรถ ท่าจอดเรือ โป๊ะจอดเรือ สุสาน ฌาปนสถาน ศาสนสถาน

“ผู้ออกแบบและคำนวณ” หมายความว่า วิศวกรสาขาวิศวกรรมโยธาตามกฎหมายว่าด้วย วิศวกร ซึ่งทำหน้าที่จัดทำรายการคำนวณ แบบแปลน และรายละเอียดในการก่อสร้างอาคาร ด้านวิศวกรรม

“สถาบันที่เชื่อถือได้” หมายความว่า

(1) ส่วนราชการหรือหน่วยงานของรัฐที่มีภารกิจหลักเกี่ยวกับงานด้านวิศวกรรม ด้านการออกแบบ และคำนวณ การพิจารณาตรวจสอบ หรือการให้คำปรึกษา

(2) นิติบุคคลซึ่งเป็นผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตามกฎหมายว่าด้วย วิศวกรที่มีวัตถุประสงค์ในการให้คำปรึกษาแนะนำด้านวิศวกรรม ซึ่งมีวิศวกรระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรม โยธาตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ

(3) สถาบันอุดมศึกษาที่มีการเรียนการสอนหรืองานวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และเป็นไปตามที่ อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมืองประกาศกำหนด

2.2 ข้อกำหนดและวิธีการออกแบบการส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ตามวิธีตัวคูณความต้านทานและ ให้ใช้ค่าของแรงสูงสุดที่คำนวณจากชุดตัวคูณน้ำหนักบรรทุก แล้วแต่กรณี ดังต่อไปนี้ น้ำหนักบรรทุก

(1) ส่วนของอาคารที่คิดเฉพาะน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร

นป. = 1.4 นค. + 1.7 นจ. U = 1.4DL + 1.7LL

(2) ส่วนของอาคารที่คิดแรงลม

นป. = 0.75 (1.4 นค. + 1.7 นจ.) + 1.6 รล. U = 0.75(1.4DL + 1.7LL) + 1.6WL

นป. = 0.9 นค. + 1.6 รล. U = 0.9DL + 1.6WL

(3) ส่วนของอาคารที่คิดแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

นป. = 0.75 (1.4 นค. + 1.7 นจ.) + 1.0 รผ. U = DL + 0.7Eq

นป. = 0.9 นค. + 1.0 รผ. U = DL + 0.525Eq + 0.75LL

(4) ส่วนของอาคารที่คิดแรงดันดิน แรงดันน้ำ และแรงดันจากของเหลว

นป. = 1.4 นค. + 1.7 นจ. + 1.7 รด. U = 1.4DL + 1.7LL + 1.7H

นป. = 0.9 นค. + 1.7 รด. U = 0.9DL + 1.7H

นป. = 1.4 นค. + 1.7 นจ. + 1.4 รข. U = 1.4DL + 1.7LL + 1.4F

นป. = 0.9 นค. + 1.4 รข. U = 0.9DL + 1.4F

(5) ส่วนของอาคารที่คิดผลของอุณหภูมิ การหดตัว การคืบ และการทรุดตัว

นป. = 0.75 (1.4 นค. + 1.4 รท. + 1.7 นจ.) U = 0.75(1.4DL +1.7LL + 1.4T)

นป. = 1.4 นค. + 1.4 รท. U = 1.4DL + 1.4T

เมื่อ

นป. = น้ำหนักบรรทุกปรับค่า U = น้ำหนักบรรทุกปรับค่า

นค. = น้ำหนักบรรทุกคงที่ DL = Dead Load

นจ. = น้ำหนักบรรทุกจร รวมด้วยแรงกระแทก	LL = Live Load
รล. = แรงลม	WL = Wind Load
รผ. = แรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว	Eq = Earthquake
รด. = แรงดันดินหรือแรงดันน้ำด้านข้าง	H = Lateral soil or water Pressure
รข. = แรงดันจากของเหลว	F = Fluid Pressure
รท. = แรงจากการเปลี่ยนอุณหภูมิ การหดตัว การคืบ และการทรุดตัว	T = Temp. Load

การออกแบบและคำนวณส่วนต่าง ๆ ของอาคารตามวิธีตัวคูณความต้านทานและ น้ำหนักบรรทุก ให้ใช้ตัวคูณความต้านทานหรือตัวคูณลดกำลังตามที่รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของ คณะกรรมการควบคุมอาคารประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่ได้เกิดการวิบัติในลักษณะเฉพาะแห่ง ให้ใช้ตัวคูณลดกำลัง สำหรับการก่อสร้างที่มีการระบุมาตรฐานงานก่อสร้างและการควบคุมคุณภาพวัสดุเป็นอย่างดีตามที่ รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษา หรือหลักเกณฑ์ ในเรื่องดังกล่าวที่จัดทำโดยส่วนราชการอื่นที่มีหน้าที่และอำนาจในเรื่องนั้น และการก่อสร้างที่ไม่มี การระบุมาตรฐานงานก่อสร้างและการควบคุมคุณภาพวัสดุ แล้วแต่กรณี ดังต่อไปนี้

ประเภทของแรงที่กระทำต่อองค์อาคาร	ตัวคูณลดกำลัง	
	กรณีที่มีการระบุมาตรฐานงานก่อสร้างและการควบคุมคุณภาพวัสดุเป็นอย่างดี	กรณีที่ไม่มีการระบุมาตรฐานงานก่อสร้างและการควบคุมคุณภาพวัสดุ
(1) แรงดัดที่ไม่มีแรงตามแนวแกน	0.90	0.75
(2) แรงดึงตามแนวแกน	0.90	0.75
(3) แรงอัดตามแนวแกน		
(3.1) แรงอัดตามแนวแกนของเสาคอนกรีตเสริม เหล็กที่รัดเหล็กแกนด้วยเหล็กปลอกเกลียว	0.75	0.625
(3.2) แรงอัดตามแนวแกนของเสาคอนกรีตเสริม เหล็กที่รัดเหล็กแกนด้วยเหล็กปลอกเดี่ยว	0.70	0.60

(4) แรงเฉือนและแรงบิด	0.85	0.70
(5) แรงแบกทานบนคอนกรีต	0.70	0.60

ดังต่อไปนี้ สำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กที่ไม่ได้เกิดการวิบัติในลักษณะเฉพาะแห่ง ให้ใช้ตัวคูณความต้านทาน

ประเภทขององค์อาคาร	ตัวคูณความต้านทาน
(1) องค์อาคารรับแรงดึง	
(1.1) ที่สภาวะจำกัดในลักษณะการคราก	0.90
(1.2) ที่สภาวะจำกัดในลักษณะการขาด	0.75
(2) องค์อาคารรับแรงอัด	0.90
(3) องค์อาคารรับแรงดัด	0.90
(4) องค์อาคารรับแรงเฉือน	0.90
(5) จุดต่อหรือสลักเกลียว	
(5.1) สำหรับแรงดึง	0.75
(5.2) สำหรับแรงเฉือน	0.75

น้ำหนักบรรทุกจรสำหรับประเภทการใช้อาคารและส่วนต่าง ๆ ของอาคาร นอกจาก น้ำหนักของตัวอาคารหรือเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อย่างอื่น ให้คำนวณค่า ตามสภาพการใช้งานจริงหรือคำนวณจากวิธีการทางวิศวกรรมอันเป็นที่ยอมรับ แต่ต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่แสดง ในตารางน้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำ ดังต่อไปนี้

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	(กก/ ตร.ม.)
1.กลุ่มชุมนุม	ห้องสมุด หอสมุด หอประชุม โรงมรสพห้องบรรยาย ภัตตาคาร สถานบริการ ศาสนสถาน	1.พื้นที่ชุมนุมชน	
		- ห้องประชุม ที่นั่งยึดติดกับพื้น	300.00
		- ห้องประชุม ที่นั่งไม่ยึดติดกับพื้น	400.00
		2.ห้องโถง บันได ช่องทางเดิน	500.00
		3.เวทีและลานแสดง	500.00

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร (กก/ ตร.ม.)
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	
		4.ห้องสมุดและหอสมุด	
		-ห้องอ่านหนังสือ	300.00
		-ห้องอ่านหนังสือที่มีชั้นวางหนังสือ	400.00
		-ห้องเก็บหนังสือ	600.00
	โรงกีฬาสนามกีฬา สนามนันทนาการ อัฒจันทร์ พิพิธภัณฑ์ หอศิลป์	1.ลานที่มีที่นั่งยึดติดพื้น	300.00
		2.แถวที่นั่งอัฒจันทร์ที่นั่งกลางแจ้ง	500.00
		3.โรงกีฬา สนามกีฬา พิพิธภัณฑ์	500.00
		4.เวทีและลานแสดง	500.00
		5.ห้องโถง บันได ช่องทางเดิน	500.00

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร (กก/ ตร.ม.)
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	
2.กลุ่มสำนักงาน ธุรกิจ และกลุ่มพาณิชยกรรม	สำนักงาน ธนาคาร	1.พื้นที่สำนักงาน	250.00
		2.ห้องโถง บันได ช่องทางเดิน	300.00
		3.ห้องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์	500.00
		4.ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500.00
	อาคารพานิชย์ ตลาด ห้างสรรพสินค้า	1.พื้นที่ขายปลีก	400.00
		2.พื้นที่ขายส่ง	500.00
		3.ห้องโถง	500.00
		4.บันได ช่องทางเดิน	400.00
		5.พื้นที่เก็บของ	500.00
	ตึกแถว ห้องแถว	1.ส่วนที่ใช้เพื่อการพาณิชย์	300.00

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร (กก/ ตร.ม.)
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	
		2.บันได ช่องทางเดิน	300.00
		3.ส่วนที่พักอาศัย	200.00

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร (กก/ ตร.ม.)
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	
3.กลุ่มการศึกษา	สถานศึกษา โรงเรียน กวดวิชา	1.ห้องเรียน	250.00
		2.ห้องเรียนรวม ห้องบรรยา	300.00
		3.ห้องทำงาน ห้องเจ้าหน้าที่	250.00
		4.ห้องทดลอง ห้องครัว ห้องซักรีด	300.00
		5.ห้องโถง บันได ช่องทางเดิน	400.00
		6.ห้องคอมพิวเตอร์	250.00
		7.ห้องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์	500.00
		8.ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500.00
กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร (กก/ ตร.ม.)
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	
4.กลุ่มพยาบาล	สถานพยาบาล	1.ห้องพักคนไข้พิเศษของโรงพยาบาล	200.00
		2.ห้องทำงาน ห้องเจ้าหน้าที่	250.00
		3.ห้องพักผู้ป่วยรวม	300.00
		4.ห้องฉายรังสี ห้องผ่าตัด ห้องเครื่องมือ	300.00
		5.ห้องทดลอง ห้องครัว ห้องซักรีด	300.00
		6.ห้องโถง บันได ช่องทางเดิน	400.00

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร (กก/ ตร.ม.)
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	
5.กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม	โรงงานอุตสาหกรรม โรงพิมพ์ คลังสินค้า โรงฝึกงาน โกดังเก็บของ	1.พื้นที่เก็บของ คลังสินค้า	500.00
		2.พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม	500.00

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร (กก/ ตร.ม.)
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	
6.กลุ่มอยู่อาศัย	บ้านพักอาศัย	1.ห้องต่างๆ	200.00
		2.ระเบียง บันได	200.00
	โรงแรม อาคารชุดหอพัก อาคารอยู่อาศัยรวม	1.ห้องนอน ห้องนั่งเล่น ห้องน้ำ ห้องแต่งตัว	200.00
		2.ห้องทำงาน พื้นที่สำนักงาน	250.00
		3.พื้นที่ให้บริการ เช่น ห้องอาหาร ภัตตาคาร ห้องครัว	400.00
		ห้องซักรีด ห้องสโมสร ห้องสันทนาการ ห้องรับประทานอาหาร ห้องจำหน่ายสินค้า	
		4.ห้องโถง บันได ช่องทางเดิน	400.00
		5.พื้นที่เก็บของ	500.00

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร (กก/ ตร.ม.)
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	
7.กลุ่มอื่นๆ	ลานจอดรถและเก็บรถยนต์	1.ลานจอดรถและเก็บรถยนต์	
		-รถยนต์ที่นั่งไม่เกินเจ็ดคนและรถยนต์	300.00

กลุ่มอาคาร	ประเภทการใช้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคาร		น้ำหนักบรรทุกจร
	ประเภทการใช้อาคาร	ส่วนต่างๆของอาคาร	(กก/ ตร.ม.)
		-รถยนต์โดยสารอื่น	800.00
		-รถยนต์บรรทุกเปล่า	800.00
	บันไดหนีไฟ	2.บันไดหนีไฟ	400.00
		ทั้งนี้ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าน้ำหนักบรรทุกจร ของบันไดในกลุ่มอาคารที่พิจารณา	
	ทางเดินเชื่อม / หลังคา / ดาดฟ้า / พื้นที่เต้นรำ	3.ทางเดินเชื่อมระหว่าอาคาร	500.00
		4.พื้นที่เต้นรำ	500.00
		5.หลังคา	50.00
		6.กันสาดคอนกรีต	100.00
		7.ดาดฟ้า	200.00

น้ำหนักวัสดุก่อสร้าง น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การออกแบบโครงสร้างอาคาร และลักษณะและคุณสมบัติ ของวัสดุที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร

น้ำหนักวัสดุ	กก./ลบ.ม.	น้ำหนักวัสดุ	กก./ลบ.ม.
ไม้เนื้ออ่อน	680.00	หินอัคนี	2,640.00
ไม้เนื้อแข็งปานกลาง	850.00	หินอ่อน	2,640.00
ไม้เนื้อแข็ง	950.00	ปูนทราย ปูนก่อ	2,200.00
กรวด	1,700.00	อิฐมอญ	1,400.00
ดินเหนียว	1,900.00	คอนกรีตเสริมเหล็ก	2,400.00
ทรายชื้น	2,100.00	กระจก แก้ว	2,500.00
หินทราย	2,000.00	เหล็กกล้า	7,850.00

อื่นๆ				
น้ำหนักวัสดุ	**กก./ลบ.ม.**		**น้ำหนักวัสดุปูผิวและวัสดุมุงหลังคา**	**กก./ตร.ม.**
น้ำ	1,000.00		กระเบื้องปูพื้น	100.00
แผ่นยิบซั่ม	880.00		หินอ่อน หินแกรนิต	150.00
ปูนฉาบ	1,685.00		ซีเมนต์ขัดมัน	50.00
น้ำหนักผนัง	**กก./ตร.ม.**		แผ่นพื้นสำเร็จรูปรวมคอนกรีตทับหน้าหนา 10 เซนติเมตร	240-260
ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูน	180.00		พื้นไม้ รวมตง	30-50
ผนังก่ออิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบสองด้าน	360.00		กระเบื้องลอนคู่	14.00
ผนังก่ออิฐมวลเบา	90.00		กระเบื้องซีแพคโมเนีย	50.00
ผนังอิฐบล็อก	100-200		สังกะสี เหล็กรีดลอน	5.00
ผนังอิฐบล็อกหนา10 มม.	100.00		ฝ้าเพดาน	14-25
ผนังอิฐบล็อก รวมฉาบ หนา10 ซม.	120-150		กระเบื้องลอนคู่	14.00
ผนังอิฐมอญรวมฉาบ หนา 10 ซม.	180-200		กระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก	12.00
ผนังอิฐบล็อกมวลเบารวมฉาบ หนา 10 ซม.	90-100		กระเบื้องลูกฟูกลอนใหญ่	17.00
ผนังกระจก	5.00		น้ำหนักวัสดุปูผิวและวัสดุมุงหลังคา	กก./ตร.ม.
ผนังก่ออิฐบล๊อกแก้ว	90.00		Metal Sheet	5-10 : (t*7850)
ฝาไม้ ไม้อัด ยิปซัม รวมโครงเคร่า	30-50		แปเหล็ก(สำหรับงานทั่วไปที่ช่วงไม่ใหญ่)	7-10
ฝาไม้ 1/2 นิ้ว รวมคร่าว	22.00		กระเบื้องคอนกรีต เช่น ซีแพ็คโมเนียร์*	50-60
ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบหนา 4 มม.	7.00		หลังคากระเบื้องลอนคู่ ลอนเล็ก รวมแป	15-20
ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบหนา 8 มม.	14.00		หลังคากระเบื้องโมเนีย ดินเผาเคลือบ รวมระแนง	50-70

ผนังคอนกรีตบล๊อก 10 มม.	100-150		โครงสร้าหลังคา	20-50
ผนังคอนกรีตบล๊อก 15 มม.	170-180		ฝ้าเพดาน รวมโครงคร่าว	15-20
ผนังคอนกรีตบล๊อก 20 มม.	220-240		ผิวกระเบื้องรวมปูนทราย หนา 5 ซม.	120-150

การออกแบบและคำนวณโครงสร้างหลักของอาคารตามวรรคหนึ่ง ซึ่งมีรูปทรงสี่เหลี่ยมหรือคล้ายสี่เหลี่ยมที่มีความสูงไม่เกิน 50 เมตร และมีความสูงไม่เกินสามเท่าของความกว้างที่น้อยที่สุดของ อาคาร อาจใช้หน่วยแรงลมตามสภาพภูมิประเทศไม่น้อยกว่าอัตราในตารางที่ 2.1 หรือตารางที่ 2.2 แล้วแต่กรณี ส่วนอาคารสาธารณะที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตรขึ้นไป และมีลักษณะของอาคาร ดังกล่าวข้างต้น ให้เพิ่มค่าหน่วยแรงลมตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1 หรือตารางที่ 2.2 อีกร้อยละ 25 แล้วแต่กรณี

ตารางที่ 2.1 หน่วยแรงลมสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบเมืองหรือชานเมือง

ลำดับ	ส่วนของอาคาร	อาคารทั่วไป	อาคารสาธารณะที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 1000 ตร.ม.
		หน่วยแรงลม (กิโลกรมแรงต่อตารางเมตร)	หน่วยแรงลม (กิโลกรมแรงต่อตารางเมตร)
1	ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	60.00	69.00
2	ส่วนของอาคารที่สูงเกินเกิน 10 เมตรแต่ไม่เกิน 20 เมตร	80.00	92.00
3	ส่วนของอาคารที่สูงเกินเกิน 20 เมตรแต่ไม่เกิน 40 เมตร	120.00	138.00

ตารางที่ 2.2 หน่วยแรงลมสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบโล่งหรือชายฝั่งทะเล

ลำดับ	ส่วนของอาคาร	อาคารทั่วไป	อาคารสาธารณะที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 1000 ตร.ม.
		หน่วยแรงลม (กิโลกรมแรงต่อตารางเมตร)	หน่วยแรงลม (กิโลกรมแรงต่อตารางเมตร)
1	ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	100.00	115.00
2	ส่วนของอาคารที่สูงเกินเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	120.00	138.00
3	ส่วนของอาคารที่สูงเกินเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	160.00	184.00

2.3 วิธีคำนวณแรงลม

ตาม มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร มยผ.1311-50

“ความสูงเฉลี่ยของหลังคา” หมายถึง ความสูงที่วัดจากจุดกึ่งกลาง (mid-height) ของหลังคา กล่าวคือ ความสูงเฉลี่ยระหว่างความสูงเฉลี่ยของยอดหลังคา และความสูงของชายคา ในกรณี ความชันของหลังคาน้อยกว่า 7-10 องศา สามารถใช้ความสูงของชายคาแทนได้

“ชิ้นส่วนของโครงสร้างรอง (secondary structural members)” หมายถึง ชิ้นส่วนของโครงสร้างรองที่ใช้รับกำลัง และส่งถ่ายแรงไปยังระบบโครงสร้างหลัก ตัวอย่างเช่น โครงเคร่า (girt) แป (purlin) เป็นต้น

“ผนังภายนอก (cladding)” หมายถึง ผนังภายนอกอาคารที่ห่อหุ้มอาคาร

“ระบบโครงสร้างหลักด้านทานแรงลม (main wind-force resistant system)” หมายถึง ระบบโครงสร้างหลัก ที่ใช้รับกำลังและเสถียรภาพของโครงสร้างภายใต้แรงลม ซึ่งประกอบด้วย

เสา คาน หรือผนังรับแรงเฉือน เป็นต้น ระบบโครงสร้างหลักโดยทั่วไป จะรับแรงลมมากกว่า หนึ่งพื้นผิว

มยผ. 1107 - 61 มาตรฐานคุณลักษณะเฉพาะของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

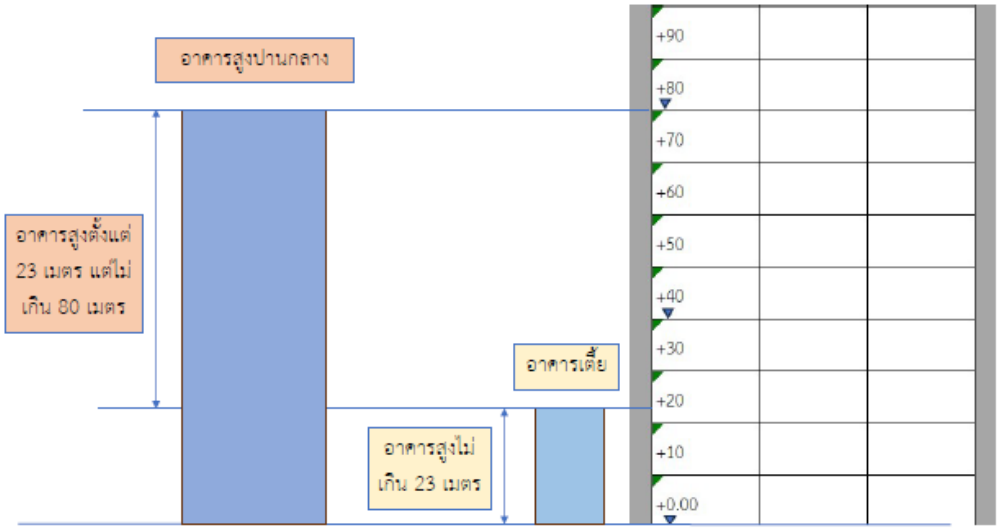
“สภาวะจำกัดด้านกำลัง (ultimate limit state)" หมายถึง ความสามารถของโครงสร้าง หรือองค์อาคารในการด้านทานกำลังสูงสุดภายใต้ผลกระทบของน้ำหนักบรรทุก

“สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน (serviceability limit state)" หมายถึง ความสามารถของโครงสร้างหรือองค์อาคารในการใช้งานได้ดี และก่อให้เกิดความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน เช่น การโก่ง ตัว และการสั่นไหว เป็นต้น

“อาคารเตี้ย (low-rise building)” หมายถึง อาคารที่มีความสูงเฉลี่ยของหลังคาไม่เกิน 23 เมตร หรืออาคารที่แข็งเกร็ง (rigid) มาก

“อาคารรูปทรงปกติ” หมายถึง อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมหรือคล้ายสี่เหลี่ยม และมีรูปทรงสม่ำเสมอเป็นส่วนใหญ่

“อาคารสูง (high-rise building)” หมายถึง อาคารที่มีความสูงเฉลี่ยของหลังคามากกว่า 23 เมตรขึ้นไป



รูปที่ 2.1 แสดงระดับความสูงของอาคารเตี้ย อาคารปานกลาง



รูปที่ 2.2 แสดงระดับความสูงของอาคารสูง

2.3.1 การกำหนดค่าแรงลมสถิตเทียบเท่า โดยวิธีการอย่างง่าย

การกำหนดค่าแรงลมสถิตเทียบเท่า โดยวิธีการอย่างง่าย ใช้กับโครงสร้างต่อไปนี้

ก. ระบบโครงสร้างหลักต้านทานแรงลม (main wind-force resistant system) ของอาคารเตี้ยและอาคารสูงปานกลางที่มีความสูงไม่เกิน 80 เมตร และมีความสูงไม่เกิน 3 เท่าของความกว้างประสิทธิผลที่น้อยที่สุด

ข. ผนังภายนอกอาคาร (cladding) ของอาคารทุกประเภท

ค่าความกว้างประสิทธิผลของอาคาร

$$W = \frac{\sum h_i W_i}{\sum h_i} \qquad (2\text{-}1)$$

โดยที่ Σ= ผลรวมของทุกชั้นของอาคาร

h_i = ความสูงจากพื้นดิน ถึงพื้นชั้นที่ i

W_i = ความกว้างของอาคารในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางลม ที่ความสูง h_i ความกว้างประสิทธิผลที่น้อยที่สุดของอาคาร ให้พิจารณาจากทิศทางลมในทุกทิศทาง

2.3.2 แรงลมออกแบบ

หน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายนอกของอาคารในทิศทางลม สามารถคำนวณได้จาก

$$\mathrm{p} = I_w q C_e C_g C_p \qquad (2\text{-}2)$$

โดยที่ p = หน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่า (equivalent static wind pressure)กระทำตั้งฉากกับพื้นผิวภายนอกอาคาร โดยเรียกว่า “หน่วยแรงดัน” ถ้ามีทิศเข้าหาพื้นผิว หรือ “หน่วยแรงดูด” ถ้ามีทิศพุ่งออกจากพื้นผิว

I_w = ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม ตามที่กำหนดในหัวข้อ 2.2.5

q = หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม (reference velocity pressure)

C_e = ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (exposure factor)

C_g = ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม (gust effect factor)

C_p = ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมที่กระทำภายนอกอาคาร (external pressure coefficient)

การจำแนกประเภทของอาคาร ตามความสำคัญต่อสาธารณชน

ประเภทของอาคาร	ประเภทความสำคัญ
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่มีปัจจัยเสี่ยงอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ค่อนข้างน้อยเมื่อเกิดการพังทลายของอาคารหรือส่วนโครงสร้างนั้นๆ เช่น - อาคารที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร - อาคารชั่วคราว - อาคารเก็บของเล็กๆ ซึ่งไม่มีความสำคัญ	น้อย
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่ไม่จัดอยู่ในอาคารประเภท ความสำคัญ น้อย มาก และสูงมาก	ปกติ
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสาธารณชนอย่างมาก เช่น - อาคารที่เป็นที่ชุมนุมในพื้นที่หนึ่งๆ มากกว่า 300 คน - โรงเรียนประถมหรือมัธยมศึกษาที่มีความจุมากกว่า 250 คน - มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ที่มีความจุมากกว่า 500 คน - สถานรักษาพยาบาลที่มีความจุคนไข้มากกว่า 50 คน แต่ไม่สามารถทำการรักษากรณี ฉุกเฉินได้ - เรือนจำและสถานกักกันนักโทษ	มาก

ประเภทของอาคาร	ประเภทความสำคัญ
อาคารและส่วนโครงสร้างที่มีความจำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชนเป็นอย่างมาก หรือ อาคารที่จำเป็นต่อการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุเป็นอย่างมาก เช่น - โรงพยาบาลที่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และโรงเก็บรถฉุกเฉินต่างๆ - โรงไฟฟ้า - โรงผลิตน้ำประปา ถังเก็บน้ำ และสถานีสูบจ่ายน้ำที่มีความดันสูงสำหรับการดับเพลิง - อาคารศูนย์สื่อสาร - อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย - ท่าอากาศยาน ศูนย์บังคับการบิน และโรงเก็บเครื่องบิน ที่ต้องใช้เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน - อาคารศูนย์บัญชาการแห่งชาติ อาคารหรือส่วนโครงสร้างในส่วนของการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ หรือการใช้สารพิษ เช่น เชื้อเพลิง หรือสารเคมี อันก่อให้เกิดการระเบิดขึ้นได้	สูงมาก

ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม,I_w

ประเภทความสำคัญของอาคาร	ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม	
	สภาวะจำกัดด้านกำลัง	สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน
น้อย	0.8	0.75
ปกติ	1	0.75
มาก	1.15	0.75
สูงมาก	1.15	0.75

หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม (q)

หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม สามารถคำนวณได้จาก

$$q = \frac{1}{2}\rho \bar{V}^2 \qquad (2\text{-}3)$$

โดยที่ q ที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร

หรือ $$q = \frac{1}{2}(\frac{\rho}{g})\bar{V}^2$$

โดยที่ q = ที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (แรง) ต่อตารางเมตร)

ρ = ความหนาแน่นของมวลอากาศ (ซึ่งมีค่าโดยประมาณเท่ากับ 1.25กิโลกรัม (มวล) ต่อลูกบาศก์เมตร) สำหรับความดันบรรยากาศปกติและอุณหภูมิของอากาศประมาณ 15 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส

$\bar{V}$ = ความเร็วลมอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าเท่ากับ 9.806 ม./วินาที^{2}

ความเร็วลมอ้างอิง คือ ค่าความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ที่ความสูง 10 เมตรจากพื้นดิน ในสภาพภูมิประเทศโล่ง (open exposure, ดูรายละเอียดหัวข้อ 2.4 และ 3.4)สำหรับคาบเวลากลับ (return period) 50 ปี

สำหรับการออกแบบที่สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน $\bar{V} = V_{50}$

สำหรับการออกแบบที่สภาวะจำกัดด้านกำลัง $\bar{V} = T_F V_{50}$

โดยที่ T_F = ค่าประกอบไต้ฝุ่น

V_{50} คือค่าความเร็วลมที่คาบเวลากลับ 50 ปี และ T_F คือค่าประกอบไต้ฝุ่นอ้างอิงมีจำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่

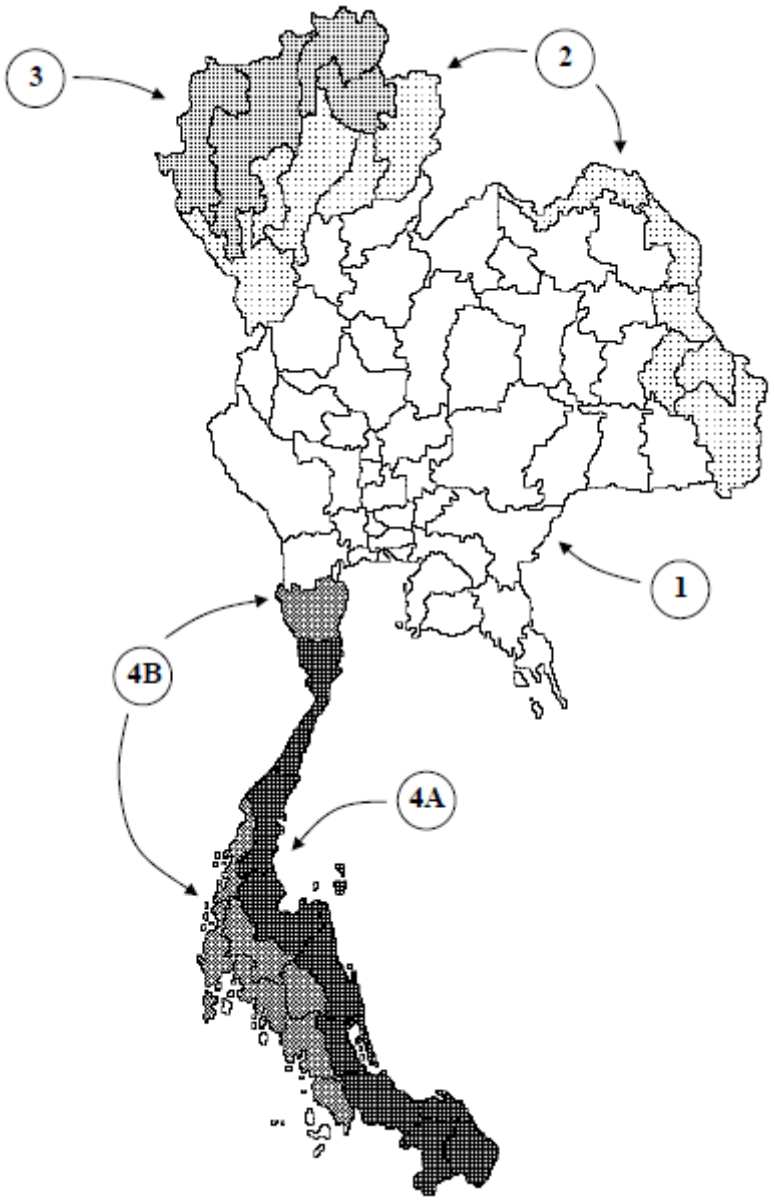
กลุ่มที่ 1 V_{50}= 25 เมตร ต่อ วินาที: T_F= 1.0

กลุ่มที่ 2 V_{50}= 27 เมตร ต่อ วินาที: T_F= 1.0

กลุ่มที่ 3 V_{50}= 29 เมตร ต่อ วินาที: T_F= 1.0

กลุ่มที่ 4A V_{50}= 25 เมตร ต่อ วินาที: T_F= 1.2

กลุ่มที่ 4B V_{50}= 25 เมตร ต่อ วินาที: T_F= 1.08



รูปที่ 2.3 แผนที่การแบ่งกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง $(\bar{V})$

ลำดับ	จังหวัด / พื้นที่	กลุ่มที่	ภาค
1	กำแพงเพชร	1	ภาคเหนือ
2	เชียงใหม่	3	ภาคเหนือ
3	เชียงราย	3	ภาคเหนือ
4	ตาก - อำเภออุ้งผาง	1	ภาคเหนือ
5	ตาก - อำเภออื่นๆ บริเวณอื่น	2	ภาคเหนือ
6	นครสวรรค์	1	ภาคเหนือ

ลำดับ	จังหวัด / พื้นที่	กลุ่มที่	ภาค
7	น่าน	2	ภาคเหนือ
8	พะเยา	3	ภาคเหนือ
9	พิจิตร	1	ภาคเหนือ
10	พิษณุโลก	1	ภาคเหนือ
11	เพชรบูรณ์	1	ภาคเหนือ
12	แพร่	2	ภาคเหนือ
13	แม่ฮ่องสอน	3	ภาคเหนือ
14	ลำปาง	2	ภาคเหนือ
15	ลำพูน	2	ภาคเหนือ
16	สุโขทัย	1	ภาคเหนือ
17	อุตรดิตถ์	1	ภาคเหนือ
18	อุทัยธานี	1	ภาคเหนือ
19	จันทบุรี	1	ภาคตะวันออก
20	ชลบุรี	1	ภาคตะวันออก
21	ตราด	1	ภาคตะวันออก
22	ระยอง	1	ภาคตะวันออก
23	กรุงเทพมหานคร	1	ภาคกลาง
24	กาญจนบุรี	1	ภาคกลาง
25	ฉะเชิงเทรา	1	ภาคกลาง
26	ชัยนาท	1	ภาคกลาง
27	นครนายก	1	ภาคกลาง
28	นครปฐม	1	ภาคกลาง
29	นนทบุรี	1	ภาคกลาง
30	ปราจีนบุรี	1	ภาคกลาง
31	ปทุมธานี	1	ภาคกลาง
32	ประจวบคีรีขันธ์	4A	ภาคกลาง
33	เพชรบุรี	4B	ภาคกลาง
34	ราชบุรี	1	ภาคกลาง
35	ลพบุรี	1	ภาคกลาง

ลำดับ	จังหวัด / พื้นที่	กลุ่มที่	ภาค
36	สระบุรี	1	ภาคกลาง
37	สิงห์บุรี	1	ภาคกลาง
38	สุพรรณบุรี	1	ภาคกลาง
39	สมุทรปราการ	1	ภาคกลาง
40	สมุทรสงคราม	1	ภาคกลาง
41	สมุทรสาคร	1	ภาคกลาง
42	สระแก้ว	1	ภาคกลาง
43	พระนครศรีอยุธยา	1	ภาคกลาง
44	อ่างทอง	1	ภาคกลาง
45	กาฬสินธุ์	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
46	ขอนแก่น	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
47	ชัยภูมิ	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
48	นครพนม	2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
49	นครราชสีมา	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
50	บุรีรัมย์	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
51	มหาสารคาม	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
52	มุกดาหาร	2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
53	ยโสธร	2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
54	ร้อยเอ็ด	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
55	เลย	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
56	ศรีสะเกษ	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
57	สกลนคร	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
58	สุรินทร์	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
59	หนองคาย	2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
60	หนองบัวลำภู	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
61	อุดรธานี	1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
62	อำนาจเจริญ	2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
63	อุบลราชธานี	2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
64	บึงกาฬ	2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำดับ	จังหวัด / พื้นที่	กลุ่มที่	ภาค
65	กระบี่	4B	ภาคใต้
66	ชุมพร	4A	ภาคใต้
67	ตรัง	4B	ภาคใต้
68	นราธิวาส	4A	ภาคใต้
69	ปัตตานี	4A	ภาคใต้
70	พังงา	4B	ภาคใต้
71	พัทลุง	4A	ภาคใต้
72	ภูเก็ต	4B	ภาคใต้
73	ยะลา	4A	ภาคใต้
74	ระนอง	4B	ภาคใต้
75	สงขลา	4A	ภาคใต้
76	สตูล	4B	ภาคใต้
77	นครศรีธรรมราช - อ.เมือง	4A	ภาคใต้
78	นครศรีธรรมราช - อ.ขนอม	4A	ภาคใต้
79	นครศรีธรรมราช - อ.สิชล	4A	ภาคใต้
80	นครศรีธรรมราช - อ.ท่าศาลา	4A	ภาคใต้
81	นครศรีธรรมราช - อ.พิบูน	4A	ภาคใต้
82	นครศรีธรรมราช - อ.พรหมคีรี	4A	ภาคใต้
83	นครศรีธรรมราช - อ.ลานสะกา	4A	ภาคใต้
84	นครศรีธรรมราช - อ.ร่อนพิบูลย์	4A	ภาคใต้
85	นครศรีธรรมราช - อ.ปากพนัง	4A	ภาคใต้
86	นครศรีธรรมราช - อ.เชียรใหญ่	4A	ภาคใต้
87	นครศรีธรรมราช - อ.หัวไทร	4A	ภาคใต้
88	นครศรีธรรมราช - อ.ชะอวด	4A	ภาคใต้
89	นครศรีธรรมราช - อื่นๆ บริเวณอื่น	4B	ภาคใต้
90	สุราษฎร์ธานี - อ.เมือง	4A	ภาคใต้
91	สุราษฎร์ธานี - อ.ท่าชนะ	4A	ภาคใต้
92	สุราษฎร์ธานี - อ.ไชยา	4A	ภาคใต้
93	สุราษฎร์ธานี - อ.ท่าฉาง	4A	ภาคใต้

ลำดับ	จังหวัด / พื้นที่	กลุ่มที่	ภาค
94	สุราษฎร์ธานี - อ.คีรีรัฐนิคม	4A	ภาคใต้
95	สุราษฎร์ธานี - อ.พุนพิน	4A	ภาคใต้
96	สุราษฎร์ธานี - อ.กาญจนดิษฐ์	4A	ภาคใต้
97	สุราษฎร์ธานี - อ.ดอนสัก	4A	ภาคใต้
98	สุราษฎร์ธานี - อ.บ้านนาเดิม	4A	ภาคใต้
99	สุราษฎร์ธานี - อ.บ้านนาสาร	4A	ภาคใต้
100	สุราษฎร์ธานี - อ.เกาะสมุย	4A	ภาคใต้
101	สุราษฎร์ธานี - อ.เกาะพงัน	4A	ภาคใต้
102	สุราษฎร์ธานี - อื่นๆ บริเวณอื่น	4B	ภาคใต้

ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e)

การคำนวณค่าแรงลมโดยวิธีการอย่างง่าย คำนึงถึงสภาพภูมิประเทศเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. สภาพภูมิประเทศแบบ A เป็นสภาพภูมิประเทศแบบโล่งซึ่งมีอาคาร ต้นไม้ หรือสิ่งปลูกสร้าง กระจัดกระจายอยู่ห่างๆ กัน หรือเป็นบริเวณชายฝั่งทะเล ให้คำนวณค่า C_e จากสมการ (2-4) หรือใช้ค่าจากตาราง

$$C_e = (\frac{z}{10})^{0.2} \quad (2\text{-}4)$$

โดยที่ z = ความสูงจากพื้นดิน (หน่วยเป็นเมตร) ณ ตำแหน่งที่คำนวณค่าหน่วย แรงลม โดยที่ถ้า C_e ที่คำนวณจากสมการ (2-4) มีค่าน้อยกว่า 0.9 กำหนดให้ใช้ค่า C_e = 0.9

ข. สภาพภูมิประเทศแบบ B เป็นสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง หรือพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่หนาแน่น หรือบริเวณศูนย์กลางเมืองขนาดเล็ก ให้คำนวณค่า e C จากสมการ (2-5) หรือใช้ค่าจากตาราง

$$C_e = 0.7(\frac{z}{12})^{0.3} \quad (2\text{-}5)$$

โดยที่ ถ้า C_e ที่คำนวณได้จากสมการ (2-5) มีค่าน้อยกว่า 0.7 กำหนดให้ใช้ค่า C_e = 0.7

สภาพภูมิประเทศใดๆ จะจัดอยู่ในสภาพภูมิประเทศแบบ B ได้ ก็ต่อเมื่อมีลักษณะภูมิประเทศในลักษณะนั้นๆ สม่ำเสมอในทิศทางต้นลม เป็นระยะทางไม่ต่ำกว่า 1 กิโลเมตร หรือ 10 เท่าของความสูงของอาคาร โดยใช้ค่าที่มากกว่า ซึ่งสภาพภูมิประเทศที่ใช้ในการคำนวณนี้ ควรสอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศที่แท้จริงในทิศทางลมที่พิจารณา

ข้อยกเว้น อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 80 เมตร และตั้งอยู่ในกลุ่มที่มีความเร็วลมอ้างอิง ($\bar{V} = T_F V_{50}$) ไม่เกิน 25 ม./วินาที ในรูปที่ ก.1 ให้ใช้เฉพาะสภาพภูมิประเทศแบบ A เท่านั้น

ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e) สำหรับวิธีการอย่างง่าย

ความสูงจากพื้นดิน	สภาพภูมิประเทศแบบ A โล่ง	สภาพภูมิประเทศแบบ Bเมือง
สูงไม่เกิน 6 เมตร	0.90	0.70
สูงเกิน 6 เมตร แต่ไม่เกิน 10 เมตร	1.00	0.70
สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	1.15	0.82
สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 30 เมตร	1.25	0.92
สูงเกิน 30 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	1.32	1.00
สูงเกิน 40 เมตร แต่ไม่เกิน 60 เมตร	1.43	1.13
สูงเกิน 60 เมตร แต่ไม่เกิน 80 เมตร	1.52	1.24

ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลม (C_g)

ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม คือ อัตราส่วนระหว่างผลของแรงลมสูงสุดต่อผลของแรงลมเฉลี่ย ค่าประกอบ C_g สำหรับวิธีการอย่างง่าย คำนวณได้ดังนี้

ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลม ที่กระทำกับพื้นผิวภายนอกอาคาร

ก. สำหรับหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่าที่กระทำกับพื้นผิวภายนอกอาคาร ให้ใช้ค่า C_g เท่ากับ 2.0 ในการออกแบบโครงสร้างหลักต้านทานแรงลม ยกเว้น ป้ายและกำแพงให้ใช้ค่า C_g เท่ากับ 2.35

ข. สำหรับหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่าที่กระทำกับพื้นผิวภายนอกอาคาร ให้ใช้ค่า C_e เท่ากับ 2.5 ในการออกแบบโครงสร้างรองและผนังภายนอกอาคาร (cladding) ที่มี ขนาดเล็ก (ประมาณขนาดของหน้าต่าง)

ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลมที่กระทำภายในอาคาร สำหรับหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่าที่กระทำกับพื้นผิวภายในอาคาร ให้ใช้ค่า C_{gi} เท่ากับ 2.0 หรือค่าที่คำนวณจากสมการ (2-6) ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะและปริมาณของช่องเปิด (opening) ของอาคาร ในกรณีที่อาคารมีขนาดใหญ่และไม่มีผนังกั้นภายในซึ่งทำให้ ปริมาตรภายในของอาคารมีค่ามาก ค่าความดันลมภายในอาคารจะมีการแปรเปลี่ยนช้าเมื่อเทียบกับการแปรเปลี่ยนของความดันลมภายนอกอาคาร ซึ่งในกรณีดังกล่าว อาจใช้ ค่าที่คำนวณตามสมการที่ (2-6)

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1+\tau}} \qquad (2\text{-}6)$$

เนื่องจากลมที่พัดผ่านบริเวณเนินเขาและลาดชันทำให้ความเร็วลมเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้ขนาดของการแปรปรวนของความเร็วลมเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงต้องปรับแก้ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลม ทั้งในวิธีการอย่างง่าย และวิธีการอย่างละเอียด ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลมที่ปรับแก้จากผลการเพิ่มขึ้นของความเร็วลมบริเวณเนินเขาและลาดชัน ($C*_g$) ใช้แทนค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลมในบริเวณแบบราบ และคำนวณได้ดังนี้

$$C*_g = 1 + (C_g - 1)\sqrt{\frac{C_e}{C*_e}} \qquad (2\text{-}7)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลม (C_p)

ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก ขึ้นอยู่กับรูปทรงของอาคาร ทิศทางลม และลักษณะการแปรเปลี่ยนของความเร็วลมตามความสูงอาคาร ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลม ที่กระทำภายนอกอาคารสำหรับการออกแบบผนังภายนอกอาคารและระบบโครงสร้างหลักของอาคาร แบ่งออกเป็น 3 หมวด ดังนี้

ก. ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก สำหรับอาคารเตี้ยที่มีความสูงต่อความกว้าง $\left(\frac{H}{D_s}\right)$ น้อยกว่า 1 (D_s คือความกว้างของด้านที่แคบที่สุด) และมีความสูงอ้างอิง (reference height) น้อยกว่า 23 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมได้ถูกนำมารวมกับค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม ดังแสดงในรูปที่ ข.1 ถึง ข.8 ใน ข.1

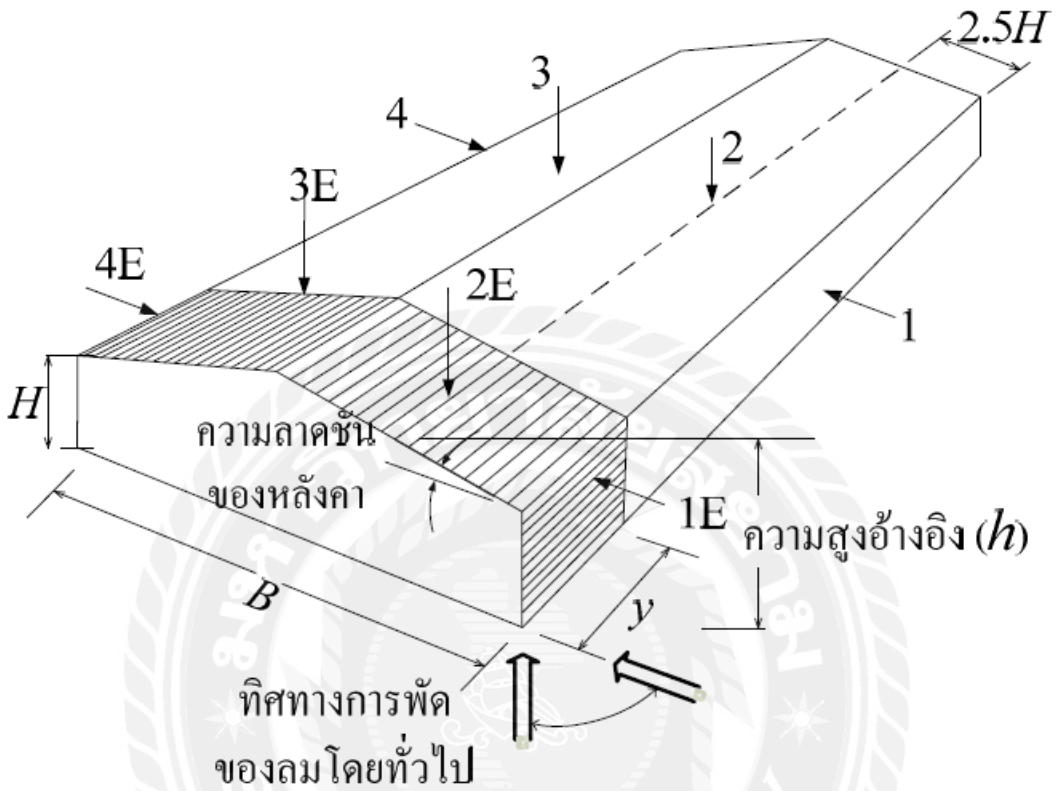
ข. ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก สำหรับอาคารสูง ดังแสดงในรูปที่ ข.9 ใน ข.2

ค. ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก สำหรับโครงสร้างพิเศษ ดังแสดงในรูปที่ข. 10 ถึง ข.18 ใน ข.3

ข-1 การพิจารณาเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมสำหรับอาคารเตี้ยและอาคารสูง

ประเภทอาคาร	ประเภทของโครงสร้าง	ความลาดชันของหลังคา (∝)	หมายเลขของรูป	สัมประสิทธิ์ที่กำหนด
อาคารเตี้ย ที่มีค่า $H/D_s < 1$ และ $H \leq 23$ เมตร	โครงสร้างหลัก	-	ข.1	$C_p C_g$
	กำแพง	-	ข.2	
	หลังคา			
	(1) ทั่วไป	$\propto \leq 7^\circ$	ข.3	
	(2) หลังคาลดระดับ	$\propto \leq 0^\circ$	ข.4	
	(3) หลังคาจั่วและปั้นหยา	$\propto \leq 7^\circ$	ข.3	
		$\propto > 7^\circ$	ข.5	
	(4) หลังคาต่อเนื่อง	$\propto \leq 10^\circ$	ข.3	
		$\propto > 10^\circ$	ข.6	
	(5) หลังคาลาดชันด้านเดียว	$\propto \leq 3^\circ$	ข.3	
		$3^\circ < \propto \leq 30^\circ$	ข.7	
	(6) หลังคารูปร่างฟันเลื่อย	$\propto \leq 10^\circ$	ข.3	
		$\propto \leq 10^\circ$	ข.8	
อาคารที่มีค่า $H/D_s \geq 1$ หรือ $H > 23$ เมตร	-	-	ข.9	C_p และ $C*_p$

แรงกระทำกรณีที่ 1 ทิศทางการพัดของลมโดยทั่วไป อยู่ในแนวตั้งฉากกับสันหลังคา

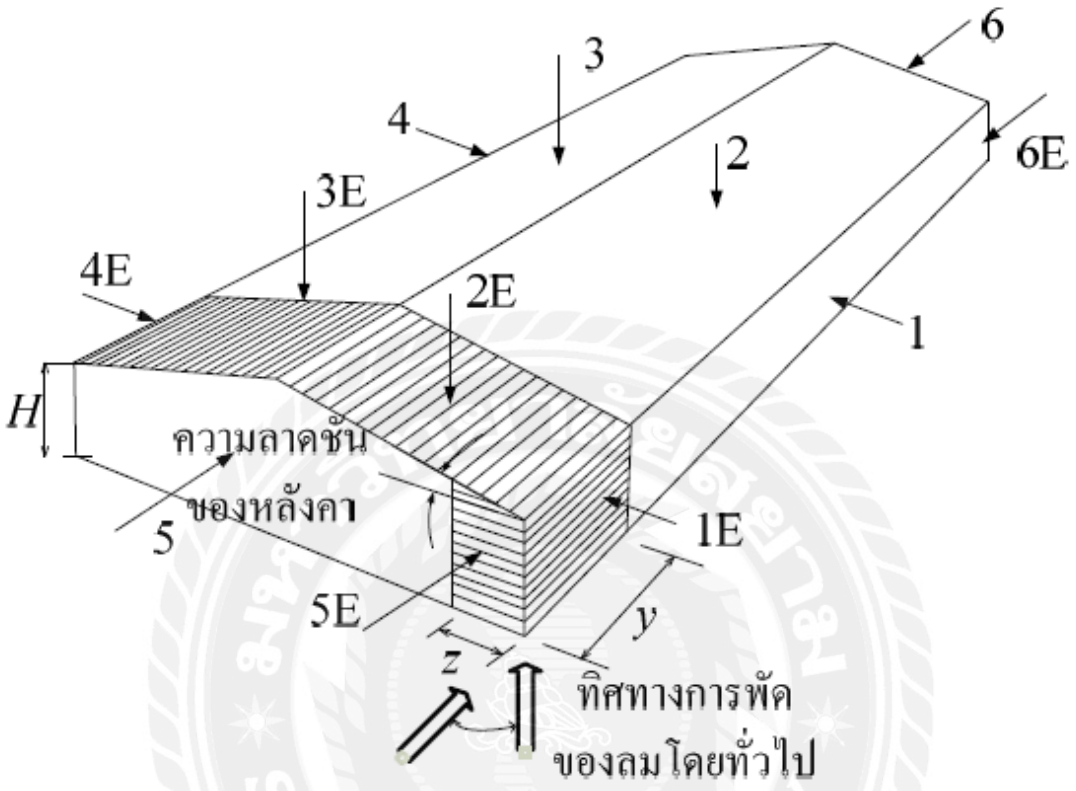


ความลาดชันของหลังคา	พื้นที่ผิวของอาคาร							
	1	1E	2	2E	3	3E	4	4E
0° ถึง 5°	0.75	1.15	-1.3	-2.0	-0.7	-1.0	-0.55	-0.8
20°	1.0	1.5	-1.3	-2.0	-0.9	-1.3	-0.8	-1.2
30° ถึง 45°	1.05	1.3	0.4	0.5	-0.8	-1.0	-0.7	-0.9
90°	1.05	1.3	1.05	1.3	-0.7	-0.9	-0.7	-0.9

รูปที่ 2.4 ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมสูงสุดที่กระทำภายนอกอาคาร $C_p C_g$

สำหรับการออกแบบโครงสร้างหลักโดยคำนึงถึงผลกระทบของแรงลมที่กระทำกับพื้นที่ ผิวทุกด้านของอาคารพร้อมกัน

แรงกระทำกรณีที่ 2 ทิศทางการพัดของลมโดยทั่วไปอยู่ในแนวขนานกับสันหลังคา



ความลาดชันของ หลังคา	พื้นที่ผิวของอาคาร											
	1	1E	2	2E	3	3E	4	4E	5	5E	6	6E
0° ถึง90°	-0.85	-0.9	-1.3	-2.0	-0.7	-1.0	-0.85	-0.9	0.75	1.15	-0.55	-0.8

รูปที่ 2.5 ข.1(ต่อ)

คำอธิบายประกอบรูปที่ข.1

1. อาคารต้องได้รับการออกแบบให้สามารถต้านทานแรงลมได้ในทุกทิศทาง โดยที่ทั้ง 4 มุมของอาคารต้องได้รับการพิจารณาให้เป็นมุมที่รับแรงลม (windward corner) ตามรูป แรงลมที่กระทำต้องพิจารณาแยกเป็นแรงกระทำกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 เพื่อคำนวณหาค่าแรงกระทำต่างๆรวมทั้งแรงบิดที่เกิดขึ้นกับระบบโครงสร้าง

2. สำหรับหลังคาที่มีองศาความชันเป็นค่าอื่นที่ไม่ได้แสดงไว้ในตาราง ให้เทียบบัญญัติไตรยางค์เพื่อคำนวณหาค่า $C_p C_g$ จากค่าที่แสดงไว้ในตาราง

3. สัมประสิทธิ์ที่เป็นค่าบวก แสดงถึงแรงกระทำที่พุ่งเข้าและตั้งฉากกับพื้นผิว ส่วนสัมประสิทธิ์ที่เป็นค่าลบแสดงถึงแรงกระทำที่พุ่งออกและตั้งฉากกับพื้นผิว

4. ต้องคำนึงถึงผลรวมของหน่วยแรงลมที่กระทำทั้งจากภายนอกและจากภายในอาคาร เพื่อให้ได้ค่าหน่วยแรงลมที่ถูกต้องสำหรับออกแบบ ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมที่กระทำภายในอาคาร C_{pi} ของมาตรฐานนี้

5. สำหรับการออกแบบฐานราก (ยกเว้นส่วนที่ยึดโครงอาคารกับฐานราก (anchorages)) ให้ใช้ค่า 70% ของแรงประสิทธิผล (effective load) ในการออกแบบ

6. ความสูงอ้างอิง, h, สำหรับหน่วยแรงลม ให้ใช้ความสูงที่วัดถึงจุดกึ่งกลาง (Mid-height) ของหลังคาทั้งนี้ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 6 เมตร ในกรณีความชันของหลังคาน้อยกว่า 7 องศา สามารถใช้ความสูงของชายคาแทนได้

7. ความกว้าง “z” ของพื้นที่บริเวณขอบของผนังหน้าจั่ว (gable wall) มีค่าเท่ากับค่าที่น้อยกว่าระหว่าง 10% ของด้านที่แคบที่สุดและ 40% ของความสูง H ทั้งนี้ค่า “z” ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 4% ของด้านที่แคบที่สุดและไม่น้อยกว่า 1 เมตร

8. ความกว้าง “y” ของพื้นที่บริเวณขอบอาคาร (end zone) มีค่าเท่ากับค่าที่มากกว่าระหว่าง 6 เมตร และ 2z สำหรับอาคารที่สร้างขึ้นจากโครงข้อแข็ง (Frame) หลายๆตัวมาประกอบกัน ค่า “y” อาจจะพิจารณาให้มีค่าเท่ากับระยะที่วัดจากขอบของอาคารถึงโครงข้อแข็งภายในตัวแรก (first interior frame)

9. สำหรับแรงกระทำกรณีที่ 1 ในกรณีที่อาคารที่มีค่า B/H > 5 ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นค่าลบบน พื้นผิว 2 และ 2E ควรจะใช้กับพื้นที่ที่กว้าง 2.5H จากขอบของอาคารด้านต้นลมเท่านั้นสำหรับ พื้นส่วนที่เหลือบพื้นผิว 2 และ 2E สามารถกำหนดให้มีค่าเท่ากับ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้กับพื้นผิว 3 และ 3E ตามลำดับ

การออกแบบเป็นผลรวมแบบเวคเตอร์ของหน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายนอกอาคารและหน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายใน โดยคำนวณได้จากสมการ

$$p_{net} = \mathrm{p} + p_i \qquad (2\text{-}8)$$

โดยที่ $\mathrm{p} = I_w q C_e C_g C_p$ คือค่าหน่วยแรงลมที่กระทำภายนอกอาคาร

$\mathrm{p}_i = I_w q C_e C_{gi} C_{pi}$ คือค่าหน่วยแรงลมที่กระทำภายในอาคาร

2.4 การออกแบบองค์อาคารรับแรงอัด และรับแรงดึง

ตาม วสท.1020-51 มาตรฐานการออกแบบอาคารเหล็กรูปพรรณ โดยวิธีตัวคูณความต้านทานและน้ำหนักบรรทุก

2.4.1 องค์อาคารรับแรงดึง

กำลังที่ใช้ออกแบบสำหรับองค์อาคารรับแรงดึง จะต้องใช้ค่าน้อยจากการพิจารณา สภาวะขีดจำกัดการครากของพื้นที่หน้าตัดรวม และการแตกร้าวของพื้นที่หน้าตัดสุทธิ

$$= \emptyset_t P_n \qquad (2\text{-}8)$$

โดยที่ $\emptyset_t$ = ตัวคูณความต้านทานสำหรับแรงดึง

P_n = กำลังตามแนวแกนที่ต้องการ (แรงดึงหรือแรงอัด)

โดยอัตราส่วนความชะลูด l / r < 300

คำนวณจากการวิบัติ 2 กรณี

กรณี 1 สำหรับการครากของพื้นที่หน้าตัดรวม

$$P_n = F_y A_g \qquad (2\text{-}9)$$

แทนในสมการที่ (2-8) $\emptyset_t$ = 0.90 จะได้

$$\emptyset_t P_n = \emptyset_t F_y A_g \qquad (2\text{-}10)$$

กรณี 2 สำหรับการแตกร้าวของพื้นที่หน้าตัดสุทธิ

$$P_n = F_u A_e \qquad (2\text{-}11)$$

แทนในสมการที่ (2-8) $\emptyset_t$ = 0.75 จะได้

$$\emptyset_t P_n = \emptyset_t F_u A_e \qquad (2\text{-}12)$$

โดยที่ A_e = พื้นที่หน้าตัดประสิทธิผล

A_g = พื้นที่หน้าตัดรวมขององค์อาคาร

F_y = หน่วยแรงครากที่กำหนด

F_u = หน่วยแรงดึงที่กำหนด

2.4.2 องค์อาคารรับแรงอัด

กำลังรับแรงอัดที่ใช้ออกแบบ องค์อาคารรับแรงอัด

$$= \emptyset_c P_n \quad (2\text{-}13)$$

$$P_n = A_g F_{cr} \quad (2\text{-}14)$$

แทนในสมการที่ (2-13) $\emptyset_c$ = 0.85 จะได้

$$\emptyset_c P_n = \emptyset_c A_g F_{cr} \quad (2\text{-}15)$$

โดยที่ $\emptyset_c$ = ตัวคูณความต้านทานสำหรับแรงอัด

F_{cr}= หน่วยแรงวิกฤติ

โดยอัตราส่วนความชะลูด l / r < 200

ตรวจสอบ 1. อัตราส่วนความกว้างต่อความหนามากกว่า λ_r

ปีกของหน้าตัดกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือผืนผ้าและหน้าตัดโครงสร้างกลวงที่มีความหนาสม่ำเสมอรับโมเมนต์ตัดหรือแรงดัด ปีกของ แผ่นเหล็กประกบและแผ่นเหล็ก คั่นกลางระหว่างแนวของหมุดยึด หรือแนวเชื่อมสำหรับแรงอัดที่สม่ำเสมอสำหรับการวิเคราะห์ แบบพลาสติก

$$b/t < \lambda_r \quad \text{และ} \quad \lambda_r = 1.40\sqrt{E/F_y}$$

หน้าตัดกลมกลวงรับแรงอัดตามแนวแกนรับโมเมนต์ดัด

$$D/t < \lambda_r \quad \text{และ} \quad \lambda_r = 0.11E/F_y$$

ตรวจสอบ 2 ความชะลูด λ_c การออกแบบโดยการวิเคราะห์แบบพลาสติกอนุญาตให้ใช้การออกแบบโดยการวิเคราะห์แบบพลาสติก ดังที่กำหนดไว้ ถ้าค่าตัวแปรความชะลูด λ_c ของเสามีค่าไม่เกิน 1.5 K

ที่ $\lambda_c < 1.5$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2})F_y \quad (2\text{-}16)$$

$$\lambda_c = \frac{Kl}{r\pi}\sqrt{\frac{F_y}{E}} \quad (2\text{-}17)$$

โดยที่ A_g = พื้นที่หน้าตัดรวมขององค์อาคาร

F_y = หน่วยแรงครากต่ำสุดที่กำหนด

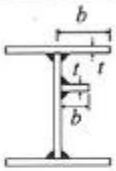
E = อิลาสติกโมดูลัส

K = ค่าสัมประสิทธิ์ความยาวประสิทธิผล เท่ากับ 1

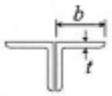
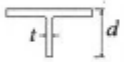
l = ความยาวช่วงที่ไม่มีการค้ำยันขององค์อาคาร

r = รัศมีไจเรชั่นรอบแกนโก่งเดาะ

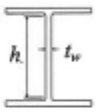
อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาสูงสุดสำหรับส่วนประกอบหน้าตัดรับแรงอัด

ประเภทของชิ้นส่วน		อัตราส่วนความกว้างต่อความหนา ตัวอย่าง	อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาสูงสุด λ_p หน้าตัดอัดแน่น	λ_r หน้าตัดไม่อัดแน่น
ชิ้นส่วนปลายยึน	ปีกของคานรูปพรรณรูปตัว I และ เหล็กรางน้ำรับโมเมนต์ดัด	b/t 	$0.38\sqrt{E/F_y}$ [ค]	$0.83\sqrt{E/F_L}$ [จ]
	ปีกของคานรูปตัว I ของคานเชื่อมรับแรงดัด หรือคานแบบไฮบริด	b/t 	$0.38\sqrt{E/F_{yf}}$	$0.95\sqrt{E/(F_L/k_c)}$ [จ] [ฉ]
	ปีกที่ยื่นออกมาจากองค์อาคารประกอบรับแรงอัด	b/t 	-	$0.64\sqrt{E/(F_y/k_c)}$ [ฉ]
	ปีกของหน้าตัดรูปตัว I ที่รับแรงอัดเพียงอย่างเดียว แผ่นเหล็กที่ยื่นออกมาจากชิ้นส่วนรับแรงอัด ขาที่ยื่นออกมาของเหล็กฉากคู่แนบติดกันอย่างต่อเนื่อง ปีกของเหล็กฉากรับแรงอัดเพียงอย่างเดียว	b/t 	-	$0.56\sqrt{E/F_y}$

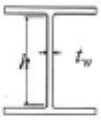
อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาสูงสุดสำหรับส่วนประกอบหน้าตัดรับแรงอัด (ต่อ)

ประเภทของชิ้นส่วน		อัตราส่วนความกว้างต่อความหนา ตัวอย่าง	อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาสูงสุด λ_p หน้าตัดอัดแน่น	λ_r หน้าตัดไม่อัดแน่น
ชิ้นส่วนปลายยื่น	ขาของเหล็กฉากเดี่ยวที่ใช้เป็นตัวค้ำ ขาของเหล็กฉากคู่ไม่ได้แนบติดกันใช้เป็นตัวค้ำ ขอบด้านหนึ่งที่ขนานแรงที่ไม่ถูกยึด เช่นชิ้นส่วนปลายยื่นรองรับแบบของธรรมดาที่ขอบด้านหนึ่ง	b/t 	-	$0.45\sqrt{E/F_y}$
	ขาของเหล็กรูปตัว T	d/t 	-	$0.75\sqrt{E/F_y}$
ชิ้นส่วนปลายยึด	ปีกของหน้าตัดกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือผืนผ้าและหน้าตัดโครงสร้างกลวงที่มีความหนาสม่ำเสมอรับโมเมนต์ดัดหรือแรงดัด ปีกของแผ่นเหล็กประกบและแผ่นเหล็กคั่นกลางระหว่างแนวของหมุดยึดหรือแนวเชื่อม สำหรับแรงอัดที่สม่ำเสมอ สำหรับการวิเคราะห์ แบบพลาสติก	b/t 	$1.12\sqrt{E/F_y}$ $0.939\sqrt{E/F_y}$	$1.40\sqrt{E/F_y}$
	ความกว้างส่วนที่ไม่มีการรองรับของแผ่นเหล็กประกบที่เจาะรูเป็นช่องให้เข้าถึงข้างในได้ [ข]	b/t	-	$1.86\sqrt{E/F_y}$

อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาสูงสุดสำหรับส่วนประกอบหน้าตัดรับแรงอัด (ต่อ)

ประเภทของชิ้นส่วน		อัตราส่วนความกว้างต่อความหนา ตัวอย่าง	อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาสูงสุด λ_p หน้าตัดอัดแน่น	 λ_r หน้าตัดไม่อัดแน่น
ชิ้นส่วนปลายยึด	เอวรับแรงอัดเนื่องจากโมเมนต์ดัด [ก]	h/t_w 	$3.76\sqrt{E/F_y}$ [ค], [ช]	$5.70\sqrt{E/F_y}$ [ช]
	ชิ้นส่วนยึดปลายอื่นๆ ที่รับแรงอัดสม่ำเสมอ เช่น ส่วนประกอบที่มีการรองรับที่ขอบทั้งสองข้าง	b/t h/t_w 		$1.49\sqrt{E/F_y}$
	หน้าตัดกลมกลวง รับแรงอัดตามแนวแกน รับโมเมนต์ดัด	D/t 	[ง] NA $0.07E/F_y$	 $0.11\,E/F_y$ $0.31\,E/F_y$

อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาสูงสุดสำหรับส่วนประกอบหน้าตัดรับแรงอัด (ต่อ)

ประเภทของชิ้นส่วน		อัตราส่วนความกว้างต่อความหนา	อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาสูงสุด	
		ตัวอย่าง	λ_p หน้าตัดอัดแน่น	λ_r หน้าตัดไม่อัดแน่น
ชิ้นส่วนปลายยึด	เอวรับทั้งโมเมนต์ดัดและแรงอัดตามแนวแกนพร้อมกัน	h/t_w 	สำหรับ $P_u/\phi_b P_y \le 0.12$ [ค], [ช] $3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}}\left(1-\frac{2.75P_u}{\phi_b P_y}\right)$	[ช] $5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}\left(1-0.74\frac{P_u}{\phi_b P_y}\right)$
			สำหรับ $P_u/\phi_b P_y > 0.125$ [ค], [ช] $1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}\left(2.33-\frac{P_u}{\phi_b P_y}\right) \ge 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

[ก] สำหรับคานแบบไฮบริด ใช้หน่วยแรงครากของปีก F_{yf} แทน F_y

[ข] พื้นที่หน้าตัดสุทธิของเหล็กแผ่นบริเวณที่รูกว้างที่สุด

[ค] สมมุติว่าอัตราส่วนความเหนียวแบบอินอิลาสติก (อัตราส่วนระหว่างความเครียดที่จุดแตกร้าว ต่อความเครียดที่จุดคราก) มีค่าเท่ากับ 3 เมื่อตัวคูณปรับค่าการตอบสนองเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว R มีค่ามากกว่า 3 อาจจะต้องการความสามารถในการหมุนเพิ่มขึ้น

[ง] สำหรับการออกแบบโดยวิธีพลาสติกใช้ $0.045\,E/F_y$

[จ] F_L = ค่าน้อยของ $(F_{yf} - F_r)$ หรือ F_{yw} (เมกะปาสคาล)

F_r = หน่วยแรงอัดคงค้างบนปีก

= 69 เมกะปาสคาล สำหรับองค์อาคารเหล็กรูปพรรณ

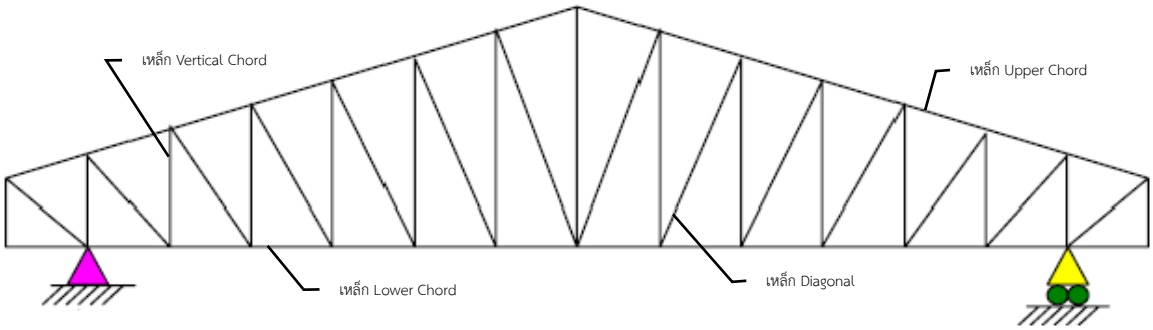
= 114 เมกะปาสคาล สำหรับองค์อาคารที่ประกอบโดยการเชื่อม

[ฉ] $k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$ และ $0.35 \le k_c \le 0.763$

[ช] สำหรับองค์อาคารที่ปีกไม่เท่ากัน ใช้ h_p แทน h เมื่อเทียบเปรียบค่า λ_p

[ซ] สำหรับองค์อาคารที่ปีกไม่เท่ากัน ดูภาคผนวก 2.5ก

2.5 การหาแรงที่กระทำต่อโครงหลังคา



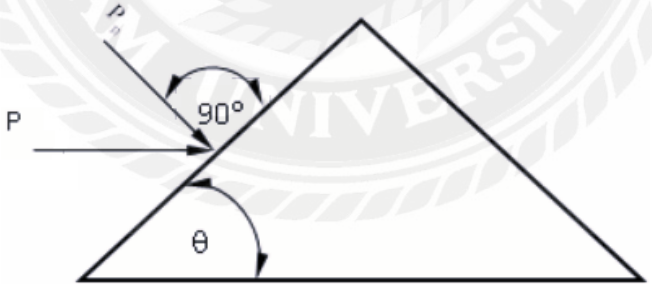
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างโครงหลังคา

น้ำหนักที่กระทำกับโครงหลังคา น้ำหนักที่กระทำกับโครงหลังคาประกอบด้วย

น้ำหนักบรรทุกคงที่ ได้แก่ น้ำหนักวัสดุมุง น้ำหนักแป น้ำหนักตัวค้ำยัน น้ำหนักฝ้าเพดาน น้ำหนักตัวโครงหลังคาเอง

น้ำหนักบรรทุกจร ซึ่งใช้ตามกฎกระทรวง พ.ศ. 2566

แรงลม หลังคาแบนไม่ต้องคิดแรงลม ส่วนหลังคาชันให้คิดแรงลม ด้วย แรงลมที่กระทำตั้งฉากกับโครงหลังคา แรงลมในแนวราบ ใช้ตาม ตาม กฎกระทรวง พ.ศ. 2566 การคิดแรงลมที่กระทำตั้งฉากกับโครงหลังคาคิดได้หลาย แบบแต่ที่นิยมใช้กันมากคือสูตรของ Duchemin's Formula ดังต่อไปนี้



$$P_n = P\left(\frac{2\sin\theta}{1+(\sin\theta)^2}\right) \qquad (2\text{-}19)$$

โดยที่ P_n = หน่วยแรงลมตั้งฉากกับหลังคา

P = หน่วยแรงลมขนานกับพื้นดินตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร

θ = มุมความลาดเอียงของหลังคา

แรงลมทิศทางแนวตั้ง

$$\text{แรงลมทิศทางแนวตั้ง} = P_n \cos\theta \quad (2\text{-}20)$$

แรงลมทิศทางแนวนอน

$$\text{แรงลมทิศทางแนวนอน} = P_n \sin\theta \quad (2\text{-}21)$$

สรุปการออกแบบโครงหลังคาเหล็กมีขันตอนดังนี้

1) กำหนดหน่วยแรงที่ยอมให้ของเหล็กตามมาตรฐาน
2) ใช้น้ำหนักบรรทุกจร 50 kg/m² ตามกฎกระทรวง กำหนดการออกแบบโรงสร้างอาคารฯ พ.ศ.2566
3) หาความลาดของหลังคาเพื่อจัดประเภทโครงหลังคา
4) หาน้ำหนักบรรทุกคงที่ของโครงหลังคา ตามสูตรโครงหลังคาแต่ละประเภท
5) หาน้ำหนักบรรทุกของแป
6) หาน้ำหนักรวมของโครงหลังคาทั้งหมด
7) คำนวณหาน้ำหนักลงข้อต่อโครงข้อหมุนแต่ละจุด
8) คำนวณหาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ
9) คำนวณหาแรงในองค์อาคารของโครงข้อหมุนทั้งหมด ทั้งหมด
10) สรุปแรงอัดสูงสุดในท่อนจันทัน
11) สรุปแรงดึงสูงสุดในท่อนของชื่อ
12) สรุปแรงดึง แรงอัดสูงสุดในท่อนของท่อนดิ่งและท่อนเอียง
13) จากแรงสูงสุดคำนวณหาขนาดหน้าตัดเหล็กของท่อนจันทัน ชื่อ เอียง ค้ำยันตรวจสอบการรับน้ำหนัก ถ้ามากกว่าที่กำหนดถือว่าใช้ได้ หากน้อยกว่าเลือกหน้าตัดใหม่

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงานและหน้าที่รับผิดชอบ

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

สถานประกอบการ	:	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท็อปคูลลิ่ง (สำนักงานใหญ่)
เลขประจำตัวผู้เสียภาษี	:	0733537000077
ที่ตั้งสถานประกอบการ	:	28/1 หมู่ 6 ตำบลทัพหลวง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
โทรศัพท์	:	034 109 840

รูปที่ 3.1 ตราสัญลักษณ์ประจำ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท็อปคูลลิ่ง



รูปที่ 3.2 รูปแสดงแผนที่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท็อปคูลลิ่ง

3.2 ลักษณะและข้อมูลของธุรกิจและสถานที่ที่ฝึกปฏิบัติงาน

ข้อมูลบริษัท หจก.ท็อปคูลลิ่ง จดทะเบียนเมื่อวันที่ 14 มกราคม 2537 ประกอบธุรกิจรับจ้างติดตั้งและซ่อมเครื่องเย็น รวมถึงการติดตั้งระบบระบายอากาศ โดยมีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ที่ 28/1 หมู่ที่ 6 ตำบลทัพหลวง อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม ข้อมูลจดทะเบียน

ชื่อ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท็อปคูลลิ่ง (TOPCOOLING LIMITED PARTNERSHIP)

เลขทะเบียน : 0733537000077

วันที่จดทะเบียน : 14 มกราคม 2537

ทุนจดทะเบียน : 15,000,000 บาท

เป็นบริษัทรับเหมาก่อสร้างอาคารโรงงาน โกดังเย็น และระบบทำความเย็นสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบระบบโครงสร้าง ควบคุมการก่อสร้าง และติดตั้งระบบเครื่องกลต่าง ๆ สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางถึงขนาดใหญ่

3.3 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นักศึกษาวิศวกรรมโยธามีหน้าที่ร่วมในการควบคุม ตรวจสอบ และเรียนรู้งานก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ตั้งแต่ฐานราก คาน เสา พื้น และหลังคา รวมถึงการตรวจแบบ ตรวจสอบคุณภาพวัสดุ ตรวจงานก่อนและหลังเทคอนกรีต

3.4 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

นายชูเกียรติ เทียนอำไพ กรรมการผู้จัดการ หจก

3.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานสหกิจ

ตั้งแต่วันที่ 19 พฤษภาคม 2568 ถึง 29 สิงหาคม 2568 รวมระยะเวลาประมาณ 4 เดือน

3.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

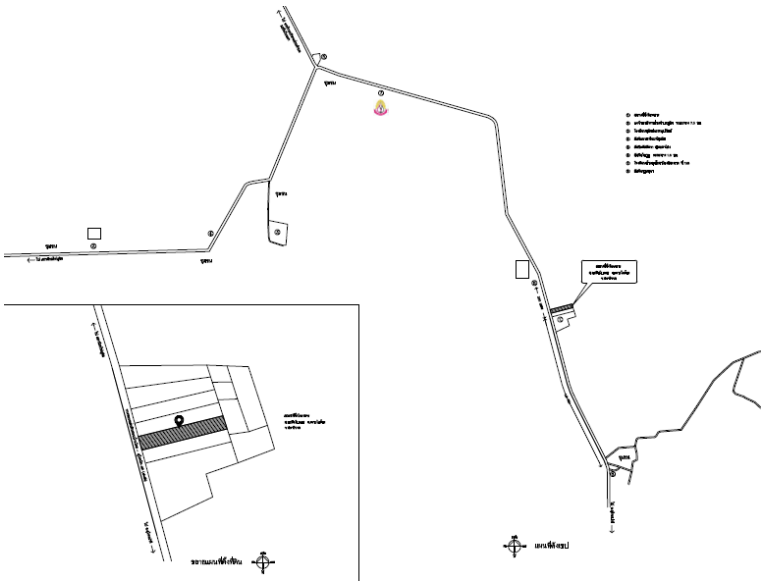
ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ค.68	มิ.ย.68	ก.ค.68	ส.ค.68
1	ศึกษาข้อมูลโครงการ	←→			
2	ลงพื้นที่ตรวจสอบการเตรียมงาน	←→			
3	ควบคุมการติดตั้ง		←	—	→
4	เตรียมสรุปข้อมูลเพื่อจัดทำรายงาน		←	—	→

3.7 ความหมายของหน้าที่ตรวจดูแลควบคุมการก่อสร้าง

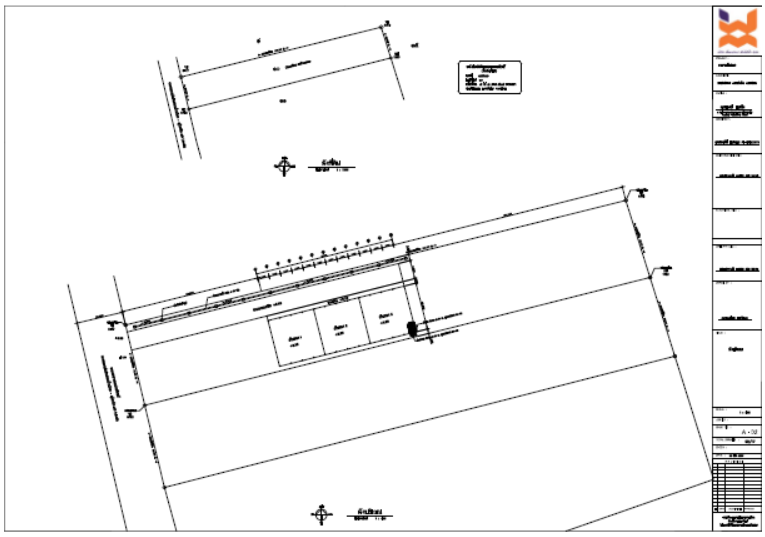
หน้าที่ของวิศวกรหรือนักศึกษาที่ได้รับมอบหมายให้ร่วมติดตาม ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบแปลน ข้อกำหนด และมาตรฐานวิชาชีพ รวมถึงดูแลความปลอดภัยในหน้างาน ประสานงานระหว่างวิศวกร-ช่าง-ผู้รับเหมา เพื่อให้งานสำเร็จตามเวลา งบประมาณ และคุณภาพที่กำหนด

3.8 ข้อมูลของโครงการก่อสร้าง

บริษัท หวานจิตอินเตอร์ฟู้ด จำกัด โฉนดที่ดินเลขที่ 18713 และ 18714 เลขที่ดิน 10 และ 11 หมู่ที่ 11 ตำบลมะรือโบออก อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส เป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้เป็นพื้นที่สำหรับจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แปรรูป



รูปที่ 3.3 รูปแสดงแผนที่ โครงการก่อสร้าง บริษัท หวานจิตอินเตอร์ฟู้ด จำกัด



รูปที่ 3.4 พื้นที่การก่อสร้าง

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงาน

จากการได้เข้าร่วมปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ได้เรียนรู้งานวิศวกรรมโยธาและมีโอกาสได้ศึกษาดังนี้

4.1 การออกแบบโครงสร้างโครงหลังคา

1) การประชุมเพื่อหาข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบ กับเจ้าของโครงการ และแก้ไขแบบตามต้องการ



รูปที่ 4.1 ประชุมร่วมกับเจ้าของโครงการ

2) จัดทำแบบจำลอง 3D เพื่อประกอบการนำเสนอ ทางเจ้าของโครงการ สรุปและเซ็นเซ็นต์สัญญาจ้างงาน แก้ไขก่อนก่อสร้างจริง



รูปที่ 4.2 แบบจำลอง 3D ร่วมประชุมกับเจ้าของโครงการ



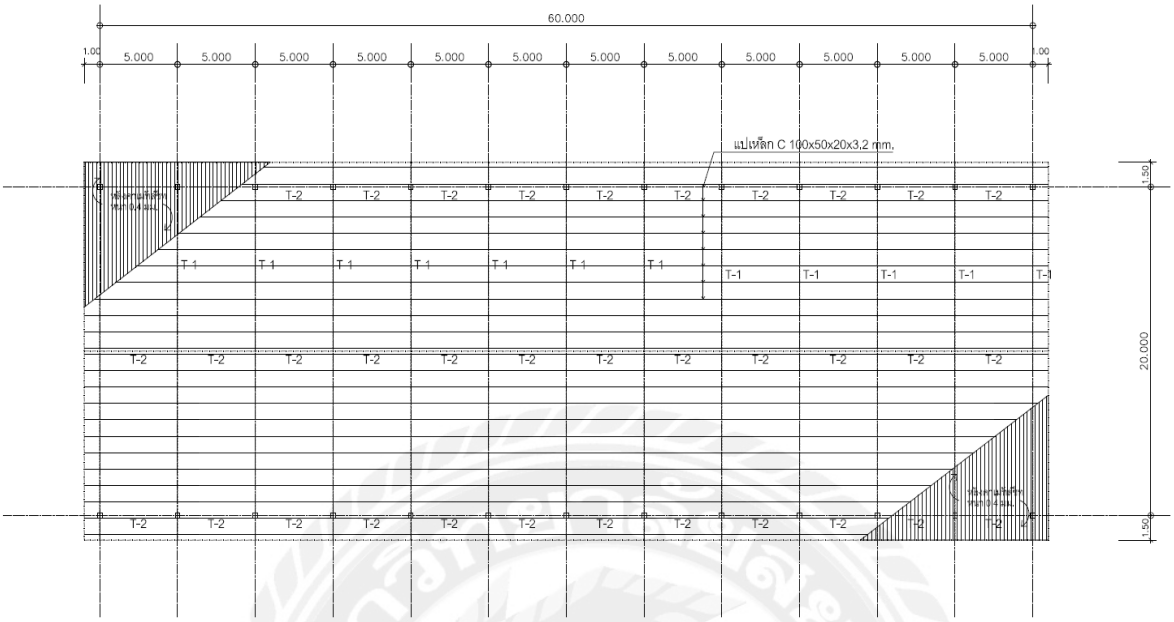
รูปที่ 4.3 เซ็นเซ็นต์สัญญาจ้างงาน

3) ทำโมเดล สำหรับงานก่อสร้าง ส่งมอบ



รูปที่ 4.4 โมเดลสำหรับงานก่อสร้าง

4) วิเคราะห์โครงถักหลังคาเหล็ก T-1



ระยะห่าง T-1	=	5	m
ความสูงอาคาร ระดับบนสุดของหลังคา h	=	8.5	m
น้ำหนักหลังคาเมทัลชี	=	10	kg/m^2
น้ำหนักแป 5.5 kg/m × ระยะห่างของแป @ 1.05 m	=	5.775	kg/m^2
น้ำหนักโครงหลังคา T-1	=	15	kg/m^2
รวม (Dead Load , DL)	=	30.78	kg/m^2
น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load , LL)	=	50	kg/m^2
สภาพภูมิประเทศ		เมืองหรือชานเมือง	
หน่วยแรงลม	=	60	kg/m^2
เป็นอาคารสาธารณะที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 1000 ตร.ม.		เป็น	
หน่วยแรงลม ออกแบบ กก/ตร.มหน่วยแรงลม ออกแบบ	=	69	kg/m^2
แรงลม Wind Load , WL			
แรงลม Wind Load (Hor. Direction)	=	69	kg/m^2

องศาหลังคา = 11 องศา

หน่วยแรงลมตั้งฉากกับหลังคา

$P_n = P\left(\frac{2\sin\theta}{1+(\sin\theta)^2}\right)$

$P_n = 69\left(\frac{2\times\sin 11}{1+(\sin 11)^2}\right)$ = 25.41 kg/m^2

(1) ส่วนของอาคารที่คิดเฉพาะน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร

$U = 1.4DL + 1.7\,LL$

$U = (1.4 \times 30.78) + (1.7 \times 50)$ = 25.41 kg/m^2

(2) ส่วนของอาคารที่คิดแรงลม

$U = 0.75(1.4DL + 1.7\,LL) + 1.6WL$

$U = 0.75 \times [(1.4 \times 30.78) + (1.7 \times 50)] + (1.6 \times 25.41)$ = 136.71 kg/m^2

$U = 0.9DL + 1.6WL$

$U = (0.9 \times 30.78 + (1.6 \times 25.41)$ = 68.35 kg/m^2

เลือก U ที่มากที่สุดคือ = 136.71 kg/m^2

น้ำหนักลงจุดต่อภายนอก

$= \mathrm{U} \times$ ระยะห่าง $T - 1 \times$ ระยะห่างของแป @ $\times\ 0.1$

$= 136.71\ \frac{kg}{m^2} \times 5\ \mathrm{m} \times 1.05\ m \times 0.5m \times 1$ = 717.75 kg

น้ำหนักลงจุดต่อภายนอก

$= \mathrm{U} \times$ ระยะห่าง $T - 1 \times$ ระยะห่างของแป @ $\times\ 0.5$

$= 136.71\ \frac{kg}{m^2} \times 5\ \mathrm{m} \times 1.05\ m \times 0.5m \times 0.5$ = 385.88 kg

MATERIAL PROPERTY

Steel Grade		
Modulus of Elasticity (Es)	2000000	ksc.
Yield Strength of Steel (Fy)	2,350.00	ksc.

Ultimate Strength of Steel (Fu)		4,000.00	ksc.
Design Parameter			
ϕ_t for Ag	=	0.90	
ϕ_t for Ae	=	0.75	
ϕ_c	=	0.85	
K	=	1.00	
$\sqrt{Fy/E}$		0.03428	
DESIGN เลือกเหล็กรูปพรรณ		HR150x80x5.0	
สูง	=	150.00	mm.
กว้าง	=	75.00	mm.
ความหนา (t)	=	5.00	mm.
(b)	=	65.00	mm.
Steel Area (Ag)	=	21.36	cm^2
Steel Weight (W)	=	21.36	kg/m.
Steel Area ยึดด้วยการเชื่อม (Ae)	=	21.36	cm^2
Radius of Gyration (rx)	=	5.36	cm
Radius of Gyration (ry)	=	3.28	cm
Moment of Inertia (Ix)	=	81.90	cm^4
Moment of Inertia (Iy)	=	57.50	cm^4
ออกแบบเหล็กที่ใช้ทำท่อนของจันทัน (Upper Chord)			
เหล็กรูปพรรณ		HR150x80x5.0	
Max Compression (P_u)	=	40,488.79	kg
ความยาว Lmax	=	105	cm

อัตราส่วนความกว้างต่อความหนา b/t

$U = 65.00/5.00$ = 13

$\lambda_r = 1.4\sqrt{E/F_y}$

$\lambda_r = 1.4\sqrt{2000000/2{,}350.00}$ = 40.4822

$\lambda_c = \frac{KL/r\pi}{\sqrt{F_y/E}}$

$\lambda_c = \frac{(1\times105)/(5.36\times\pi)}{\sqrt{2{,}350.00/2{,}000{,}000}}$ = 0.2137

$\frac{KL}{r} = \frac{1\times105}{5.36}$ = 19.59

$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2})F_y$

$F_{cr} = (0.658^{0.2137^2}) \times 2{,}350.00$ = 2,305.49 ksc.

$\Phi_C P_n = \Phi_C F_{cr} A_g$

$\Phi_C P_n = 0.85 \times 2{,}305.49 \times 21.36$ = 41,858.48 kg.

Check : D/t $< \lambda_r$ OK

Check : KL/r < 200 OK

Check : $\lambda_c \leq 1.5$ OK

Check : Pu $<$ ΦP_n OK

ออกแบบเหล็กที่ใช้ทำท่อนของขื่อ (lower chord)

เหล็กรูปพรรณ HR150x80x5.0

Max Tension (P_u) = 39,834.98 kg

ความยาว Lmax = 105 cm

กำลังรับแรงดึงคราก ระบุ

$P_{n,y} = F_y A_g$

$P_{n,y} = 2{,}350 \times 21.36$ = 50196.00 kg.

กำลังรับแรงดึงประลัย ระบุ

$P_{n,u} = F_u A_e$

$P_{n,u} = 4{,}000.00 \times 21.36$ = 85440.00 kg.

กำลังดึงคราก

$= \Phi P_{n,y}$

$= 0.90 \times 50{,}196.00$ = 45,176.40 kg.

กำลังดึงประลัย

$= \Phi P_{n,u}$

$= 0.75 \times 85{,}400.00$ = 64,080.00 kg.

ค่ากำลังดึงออกแบบ

$= \Phi P_n$ = 45,176.40 kg.

$\frac{KL}{r} = \frac{1 \times 105}{5.36}$ = 19.59

Check : KL/r < 300 OK

Check : Pu < ΦP_n OK

DESIGN เลือกเหล็กรูปพรรณ HS75x75x3.2

สูง	=	75.00	mm.
กว้าง	=	75.00	mm.
ความหนา (t)	=	3.20	mm.
(b)	=	68.60	mm.
Steel Area (Ag)	=	8.93	cm^2
Steel Weight (W)	=	8.93	kg/m.
Steel Area ยึดด้วยการเชื่อม (Ae)	=	8.93	cm^2
Radius of Gyration (rx)	=	2.91	cm
Radius of Gyration (ry)	=	2.91	cm

Moment of Inertia (Ix) = 20.10 cm^4

Moment of Inertia (Iy) = 20.10 cm^4

ออกแบบเหล็กที่ใช้ทำท่อนยึดแบบดิ่งและท่อนยึดแบบเอียง (vertical and diagonal web)

เหล็กรูปพรรณ HS75x75x3.2

Max Tension (P_u) = 14,186.27 kg

ความยาว Lmax = 141 cm

กำลังรับแรงดึงคราก ระบุ

$P_{n,y} = F_y A_g$

$P_{n,y} = 2{,}350 \times 8.93$ = 20978.45 kg.

กำลังรับแรงดึงประลัย ระบุ

$P_{n,u} = F_u A_e$

$P_{n,u} = 4{,}000.00 \times 8.93$ = 35,708.00 kg.

กำลังดึงคราก

$= \Phi P_{n,y}$

$= 0.90 \times 20{,}978.45$ = 18,880.61 kg.

กำลังดึงประลัย

$= \Phi P_{n,u}$

$= 0.75 \times 35{,}708.00$ = 26,781.00 kg.

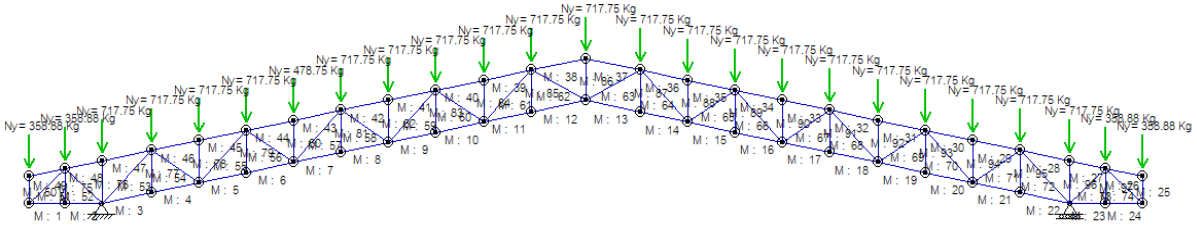
ค่ากำลังดึงออกแบบ

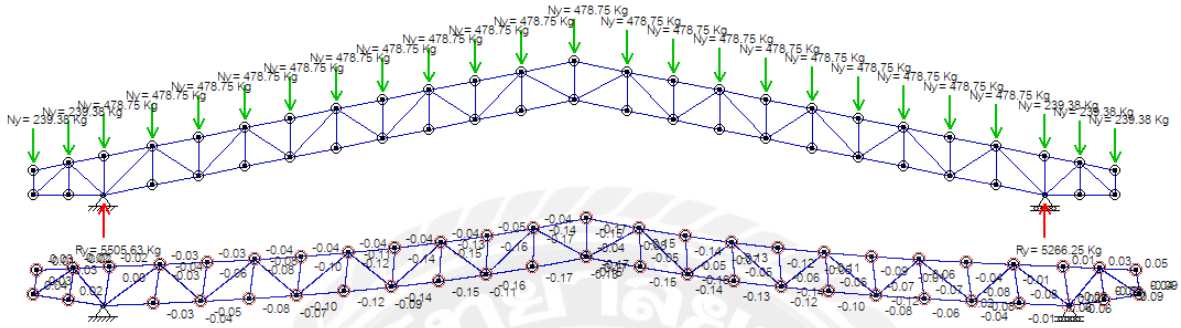
$= \Phi P_n$ = 18,880.61 kg.

$\frac{KL}{r} = \frac{1 \times 105}{5.36}$ = 48.45

Check : KL/r < 300 OK

Check : Pu < ΦP_n OK





Member	Max Compression [Kg]	Max Tension [Kg]
1	450.89	0
2	450.89	0
3	0	6452.54
4	0	6629.77
5	0	19526.91
6	0	19626.23
7	0	29421.59
8	0	29498.07
9	0	36299.39
10	0	36356.42
11	0	39705.06
12	0	39647.49
13	0	39766.02

Member	Max Compression [Kg]	Max Tension [Kg]
14	0	39834.98
15	0	36688.39
16	0	36642.22
17	0	30073.24
18	0	29998.89
19	0	20131.39
20	0	20031.73
21	0	6795.17
22	0	6614.11
23	452.61	0
24	452.61	0
25	357.06	0
26	0	47.28
27	0	181.87
28	37.94	0
29	14507.21	0
30	14610.63	0
31	25950.54	0
32	26015.62	0
33	34069.96	0
34	34107.85	0
35	38883.12	0

Member	Max Compression [Kg]	Max Tension [Kg]
36	38945.37	0
37	40487.99	0
38	40488.79	0
39	38779.22	0
40	38719.89	0
41	33657.73	0
42	33617.24	0
43	25367.58	0
44	25295.12	0
45	14259.86	0
46	14158.23	0
47	17.16	0
48	0	197.92
49	0	47.23
50	356.43	0
51	0	542.46
52	0	463
53	9319.03	0
54	0	8851.72
55	7669.6	0
56	0	6658.68
57	5900.38	0

Member	Max Compression [Kg]	Max Tension [Kg]
58	0	4833.34
59	3832.85	0
60	0	2778.25
61	1397.42	0
62	0	982.9
63	0	852.91
64	1331.42	0
65	0	2573.33
66	3679.38	0
67	0	4688.94
68	5791.39	0
69	0	6828.18
70	7892.08	0
71	0	9067.53
72	9522.73	0
73	0	489.06
74	0	544.54
75	561.41	0
76	1808.56	0
77	899.61	0
78	1231.89	0
79	502.28	0

Member	Max Compression [Kg]	Max Tension [Kg]
80	846.52	0
81	388.07	0
82	923.33	0
83	288.78	0
84	1018.64	0
85	0	292.96
86	0	14186.27
87	0	350.61
88	1033.4	0
89	234.26	0
90	910.11	0
91	377.26	0
92	1048.05	0
93	503.91	0
94	1240.99	0
95	919.06	0
96	1832.54	0
97	573.22	0

4.2 การดำเนินโครงการก่อสร้าง

1) การนำเสนอภาพรวมของอาคารแบบจำลอง 3 มิติ (Perspective View) ก่อนการก่อสร้างจริง ใช้ในการอธิบายแนวคิดทางสถาปัตย์และแสดงพื้นที่ใช้งาน เช่น พื้นที่จัดเก็บ ห้องเย็น และระบบหลังคา เพื่อลดความผิดพลาดในการทำงาน



รูปที่ 4.5 ภาพจำลองสร้าง

2) ขั้นตอนเริ่มต้นของการสร้างฐานราก โดยใช้เสาเข็มตอกเพื่อถ่ายน้ำหนักอาคารลงสู่ชั้นดินที่รับแรงได้ ใช้เครื่องจักรกลหนักในการตอกเสาเข็มจนถึงระดับที่กำหนด



รูปที่ 4.6 งานตอกเสาเข็มโครงการ

3) เมื่อเสาเข็มถูกตอกถึงระดับแล้ว ต้องทำการตัดหัวเสาเข็มให้เท่ากัน เพื่อเตรียมรับคานฐาน ทำความสะอาดผิวเสาเข็มและเตรียมเหล็กต่อสำหรับคาน



รูปที่ 4.7 งานตัดเสาเข็ม

4) วางเหล็กเสริมตามแบบสำหรับคานคอดินและเสา ตั้งแบบหล่อ ตรวจสอบระดับ และเทคอนกรีตตามลำดับ



รูปที่ 4.8 งานเทคอนกรีตคานและเสา

5) การเทพื้นคอนกรีตในบริเวณพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ มีการปรับระดับชั้นทราย รองพื้น และเทคอนกรีตในพื้นที่ใช้งานหลัก



รูปที่ 4.9 งานเทพื้นอาคารจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แปรรูป

6) นำเหล็กโครงสร้างหลังคามาประกอบในพื้นที่ที่เตรียมไว้ ตรวจสอบแนวเชื่อม, ความยาว และตำแหน่ง Bolt ก่อนยกติดตั้ง



รูปที่ 4.10 งานเตรียมและประดอบโครงสร้างหลังคา

7) ใช้เครนในการยกโครงหลังคาที่ประกอบเสร็จแล้วขึ้นติดตั้งบนหัวเสา RC มีการเชื่อมและขัน Bolt ติดตั้งจุดต่อสำคัญ



รูปที่ 4.11 ประกอบโครงหลังคาเตรียมยกประกอบขึ้นหัวเสา

8) ขั้นตอนการติดตั้งจริงของโครงหลังคา ใช้เครนหรือรอกช่วยยกและวางบนจุดรับแรงของอาคาร พร้อมจัดศูนย์



รูปที่ 4.12 ยกโครงหลังคา

9) ใช้แผ่น Sandwich Panel หุ้มฉนวนในการกั้นพื้นที่ภายใน ช่วยควบคุมอุณหภูมิในห้องเย็นและโซนผลิต



รูปที่ 4.13 ติดตั้งผนังไลน์ผลิตและห้องเย็น

10) ติดตั้งฝ้าเพดานสำเร็จรูป เพื่อควบคุมความสะอาดและอุณหภูมิ มีการฝังระบบไฟฟ้าและท่อปรับอากาศไว้ภายในฝ้า



รูปที่ 4.14 ติดตังเพดาไลน์ผลิตและห้องเย็น

11) วางตะแกรงเหล็กเสริม เพื่อเพิ่มกำลังรับน้ำหนักให้กับพื้น เตรียมพื้นที่ก่อนเทปูน โดยตรวจสอบความสะอาดและระดับ



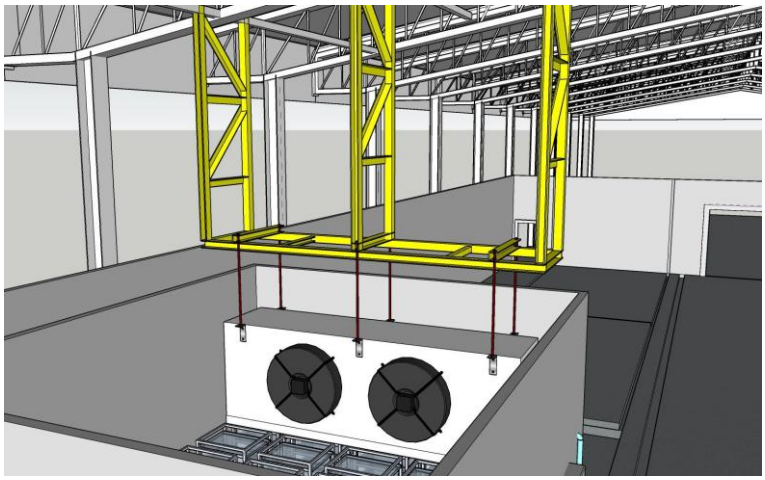
รูปที่ 4.15 ผูกเหล็ก สำหรับพื้นไลน์ผลิตและห้องเย็น

12) เทคอนกรีตผิวเรียบในพื้นที่ห้องเย็นและไลน์ผลิต พื้นส่วนนี้ต้องรับน้ำหนักอุปกรณ์การผลิต และรักษาความเย็น



รูปที่ 4.16 เทปูนพื้นไลน์ผลิตและห้องเย็น

13) ภาพจำลองการติดตั้งระบบทำความเย็น (Cooler Unit) แสดงตำแหน่งโครงเหล็กยึดอุปกรณ์ทำความเย็นไว้กับโครงสร้างหลัก



รูปที่ 4.17 แบบจำลอง 3 D Support Cooler Unit

14) ติดตั้งชุดทำความเย็นจริงในหน้างาน ทำการยึด, เชื่อมท่อแอมโมเนีย หรือระบบปรับอากาศ แล้วทดสอบระบบ



รูปที่ 4.18 ติดตั้ง Cooler Unit

15) เทคอนกรีตรอบอาคารเพื่อให้รถบรรทุกเข้า-ออกได้ ทำทางเดิน ทางลาด และลานจอดรถ



รูปที่ 4.19 งานพื้นรอบอาคารและถนน

16) งานทุกส่วนแล้วเสร็จ พร้อมใช้งานจริง มีการตรวจรับงานขั้นสุดท้าย และเตรียมส่งมอบให้กับเจ้าของโครงการ



รูปที่ 4.20 อาคารพร้อมใช้งาน

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.1.1 สรุปผล

โครงการก่อสร้างอาคารเก็บของ คสล. มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แปรรูปของโรงงาน โดยออกแบบให้สามารถรองรับน้ำหนักมาก มีพื้นที่ใช้งานต่อเนื่อง และติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิในบางส่วน

จากการฝึกงานในโครงการนี้ นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในการติดตาม ตรวจสอบ และเรียนรู้กระบวนการก่อสร้างตั้งแต่ขั้นตอนตอกเสาเข็ม วางโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จนถึงการติดตั้งโครงหลังคาและระบบพื้นอาคาร ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงงานในแง่การเรียนรู้กระบวนการก่อสร้างอาคารจริง และการประยุกต์ใช้ความรู้และทฤษฎีในการปฏิบัติงานจริง

5.1.2 ข้อจำกัดและปัญหาที่พบเจอระหว่างปฏิบัติงาน

1. สภาพอากาศ ฝนตกต่อเนื่องในบางช่วง ส่งผลให้ดินชุ่มน้ำและต้องหยุดงานหลายครั้ง ในช่วงต้นของโครงการ โดยเฉพาะระหว่างการเตรียมดินและทำงานฐานราก สภาพอากาศมีฝนตกติดต่อกันหลายวัน ส่งผลให้ ดินในพื้นที่ ชุ่มน้ำ และไม่สามารถรับน้ำหนักของเครื่องจักรได้ เกิดการจมตัวของรถแมคโครและรถปูน ต้องใช้เวลา รอให้ดินแห้ง หรือ สูบน้ำออกจากหลุมฐานราก อย่างต่อเนื่อง มีความเสี่ยงที่ดินพังทลาย หรือดินพยุงข้างแบบหล่อไม่อยู่

o ผลกระทบคือ ก่อให้เกิดการ ล่าช้าในงานตอกเข็ม, งานวางเหล็ก และเทคอนกรีตฐานราก เพิ่มต้นทุนในการเตรียมผ้าใบคลุมดิน, แผ่นทางเดินชั่วคราว (Steel Plate) หรือสูบน้ำ

o บทเรียนที่ได้รับ ต้องมีการวางแผน Drainage Control ล่วงหน้า เช่น คูระบายน้ำชั่วคราว และแผนการทำงานแบบยืดหยุ่นตามสภาพอากาศ เรียนรู้การปรับลำดับงาน เช่น เปลี่ยนไปทำงานด้านอาคารสำนักงาน/โครงสร้างชั่วคราวในช่วงฝนตกแทน

2. วัสดุไม่พร้อมตามแผน – การล่าช้าของวัสดุบางชนิด เช่น เหล็กโครงหลังคา ส่งผลให้ต้องเลื่อนขั้นตอนการติดตั้ง วัสดุโครงสร้างหลังคาเหล็ก (Steel Truss) และแผ่นหลังคาเมทัลชีท (Metal Sheet) มาถึงหน้างานล่าช้ากว่าแผนประมาณ 1–2 สัปดาห์ เนื่องจาก โรงงานผู้ผลิตเกิดปัญหาการผลิตช่วงต้นเดือน ขาดการประสานเรื่องลำดับจัดส่งระหว่างทีมจัดซื้อกับผู้รับเหมาหลัก ไม่มีการสต็อกวัสดุสำรองไว้ล่วงหน้า

o ผลกระทบคือ ทำให้ไม่สามารถยกโครงหลังคาขึ้นติดตั้งได้ทันตามแผน งานเทพื้นภายในต้องเลื่อนออกไป เพราะต้องรอให้โครงหลังคาครอบแล้วค่อยเทพื้นเพื่อป้องกันน้ำฝนแรงงานบางส่วนต้องหยุดรอ เพิ่มค่าแรงโดยไม่จำเป็น

o บทเรียนที่ได้รับ ควรมีระบบ Material Tracking และกำหนด Critical Path Materials อย่างชัดเจน ใช้ Gantt Chart หรือแผนงานแบบละเอียดเพื่อจัดลำดับความสำคัญของวัสดุที่กระทบแผนงานหลัก ฝึกสื่อสารกับฝ่ายจัดซื้อและซัพพลายเออร์เรื่องระยะเวลาผลิตและขนส่ง

3. การประสานงานบางช่วงขาดความต่อเนื่อง – เช่น การรอผู้รับเหมาระบบไฟและห้องเย็น ทำให้ต้องปรับแผนการเทพื้น งานระบบไฟฟ้าและห้องเย็นต้องทำงานฝังท่อ ฝังสายไฟ ก่อนเทคอนกรีตพื้น เพื่อให้ระบบอยู่ใต้พื้นอาคาร แต่ ผู้รับเหมาระบบมาถึงไซต์งานล่าช้า ไม่มีแบบ “Shop Drawing” ที่ชัดเจนและทันเวลา ไม่สามารถฝังท่อได้ก่อนเทพื้น บางระบบเช่น ห้องเย็น ต้องการ ตำแหน่งท่อน้ำทิ้ง / คอยล์เย็น / เซนเซอร์ ซึ่งต้องสอดคล้องกับงานโครงสร้าง

o ผลกระทบคือ ต้อง หยุดงานเทพื้นหลายโซน เพื่อรอให้ระบบทำงานให้เสร็จ ส่งผลต่อความต่อเนื่องของแรงงานและกระทบงานภายนอก เช่น งานฉาบ/ตกแต่งภายใน

o บทเรียนที่ได้รับ การวางแผนข้ามระบบ (Coordination between Structural–MEP) เป็นสิ่งสำคัญ ควรมีการประชุม Preconstruction Meeting ร่วมกันทุกฝ่ายก่อนเริ่มงาน ควรเรียนรู้การ อ่านแบบระบบควบคู่กับแบบโครงสร้าง

5.1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจารการรปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1. ได้เรียนรู้และสัมผัส “หน้างานจริง” เต็มรูปแบบ การทำงานจริงในไซต์ก่อสร้างเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เห็น ลำดับงานจริง ตั้งแต่การวางแนวผัง ตอกเสาเข็ม วางเหล็ก เทคอนกรีต ไปจนถึงงานระบบ ประกอบหลังคา และเก็บรายละเอียด เข้าใจความแตกต่างระหว่าง “สิ่งที่ออกแบบ” กับ “สิ่งที่ทำจริง” เห็นความจำเป็นของการปรับแก้หน้างานในกรณีวัสดุขาด, สภาพดินไม่พร้อม หรือแบบขัดกัน ได้มีโอกาสเปรียบเทียบความรู้จากห้องเรียนกับสถานการณ์จริง เช่น การแจกแจงแรงบนเสา-คาน, ค่า Slump ของคอนกรีต ฯลฯ

2. พัฒนาทักษะวิศวกรรมภาคสนาม การฝึกงานทำให้ได้ฝึกทักษะสำคัญ เช่น: อ่านและตีความแบบโครงสร้าง (Structural Drawing, Detail Drawing) ตรวจสอบแนว ระดับ และระยะเหล็กเสริม ก่อนเทคอนกรีต ใช้เครื่องมือวัด เช่น Water Level, Plumb Bob, Laser Level จดบันทึกและติดตามงานโดยใช้ Check List / Site Diary / Daily Report กล้าสอบถามและตัดสินใจเบื้องต้นภายใต้การควบคุมของพี่วิศวกร ได้ฝึกวิเคราะห์สาเหตุของ Defect เช่น รอยร้าว, Honeycomb, น้ำขังในพื้นที่ ฯลฯ

3. ได้ฝึก Soft Skills ที่จำเป็นในงานก่อสร้าง การสื่อสารระหว่างวิศวกร–ช่าง–แรงงาน ซึ่งต้องใช้ทั้งความรู้และความเข้าใจในความหลากหลาย ฝึกการรายงานผลอย่างมีระบบ เช่น การเขียนรายงานความก้าวหน้า, ถ่ายภาพประกอบ, ทำเอกสารตรวจสอบ สื่อสารตรงประเด็น พูดให้ง่าย เข้าใจได้ทั้งกับช่างและวิศวกร จัดการเวลาและภารกิจหลายอย่างพร้อมกันได้ดีขึ้น

4. ได้รับคำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์โดยตรง พี่วิศวกรในไซต์ให้คำแนะนำเชิงเทคนิค เช่น วิธีอ่าน Shop Drawing, การแจกแจงแรงใน Truss, การเลือกคอนกรีตแต่ละจุด ช่างฝีมือบางคนสอนเทคนิคที่ไม่มีใน

ตำรา เช่น วิธีตั้งแบบหล่อให้ไม่รั่ว, วิธีดึงเส้นแนวผนังให้อยู่ตรงศูนย์ เรียนรู้ “วิธีคิด” และ “วิธีสื่อสารในไซต์งาน” ที่วิศวกรต้องมี

5.1.4 อุปสรรคระหว่างปฏิบัติงาน

1. ต้องปรับตัวกับแรงกดดันทั้งด้านเวลาและสภาพแวดล้อมไซต์งานจริงมีความคาดหวังด้าน Deadline และคุณภาพงานที่สูง บางวันต้องอยู่ภายใต้แดดจัด, ฝนตก หรือในพื้นที่แคบที่มีเสียงดัง

สิ่งที่ต้องปรับ เสริมความแข็งแรงของร่างกายและความทนทาน ฝึกการทำงานภายใต้แรงกดดันอย่างมีสติและไม่ตื่นตระหนก

2. มีช่วงที่ไม่มีงานให้ปฏิบัติต่อเนื่อง บางสัปดาห์งานหยุดเนื่องจากวัสดุมาไม่ครบ หรือรอการประสานงานกับผู้รับเหมาระบบ นักศึกษาจึงต้องรอโดยไม่สามารถทำอะไรได้

วิธีรับมือ อาสาไปช่วยแผนกอื่น เช่น งานเขียนแบบ, สำรวจพื้นที่, ถ่ายภาพเก็บรายงาน ขออนุญาตพี่วิศวกรตามดูงานระบบไฟฟ้า, สุขาภิบาล เพื่อเรียนรู้ข้ามสาย

3. ความเหนื่อยล้าทางร่างกายและจิตใจงานสนามต้องเดิน ตรวจ วัด และสื่อสารทั้งวัน ทำให้เหนื่อยมากโดยเฉพาะในช่วงแรก ๆ และยังต้องกลับมาทำรายงานประจำสัปดาห์ต่ออีก

วิธีรับมือ วางแผนเวลาชีวิตให้สมดุล เช่น จดโน้ตทุกวันแทนการจำ แล้วสรุปสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งเป้าหมายรายวัน เช่น วันนี้จะเข้าใจแบบฐานรากให้ได้, พรุ่งนี้จะวัดแนวเสาด้วยตนเอง

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับโครงการ ควรมีแผนจัดซื้อวัสดุล่วงหน้าอย่างชัดเจน และระบบประสานงานระหว่างงานโครงสร้าง-ระบบ-สถาปัตย์ให้รัดกุมยิ่งขึ้น สำหรับนักศึกษาในอนาคต ควรเตรียมความพร้อมทั้งความรู้เบื้องต้น เช่น การอ่านแบบก่อสร้าง การวัดระดับ และความเข้าใจในวัสดุก่อสร้าง รวมถึงควรฝึกเรื่องการสื่อสารกับทีมงานอย่างมืออาชีพ สำหรับมหาวิทยาลัย ควรเตรียมนักศึกษาให้มีทักษะพื้นฐานในการทำงานภาคสนาม และจัดกิจกรรมจำลองสถานการณ์จริงให้มากขึ้นก่อนส่งนักศึกษาออกฝึกงาน

บรรณาณุกรม

กรมโยธาธิการและผังเมือง. (ม.ป.ป.). พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง

www.dpt.go.th

มงคล จิรวัชรเดช. (ม.ป.ป.). การออกแบบโครงสร้างเหล็ก. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

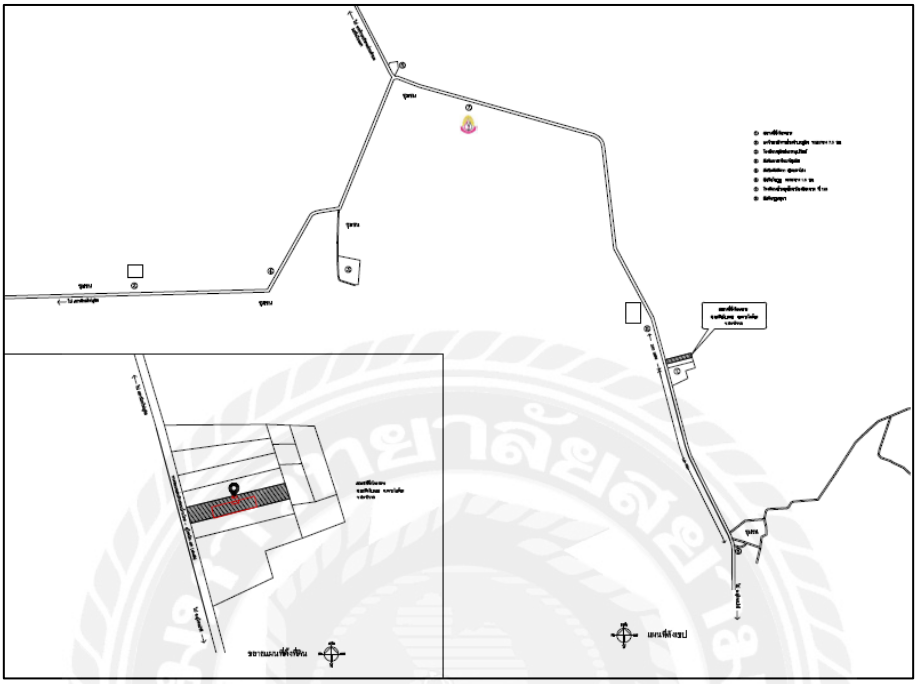
มนัส อนุศิริ (ม.ป.ป.).การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

สนั่น เจริญเผ่า และวินิต ซ่อวิเชียร. (2530) คอนกรีตเสริมเหล็ก (พิมพ์ครั้งที่ 7). โรงพิมพ์ ป. สัมพันธ์พานิชย์

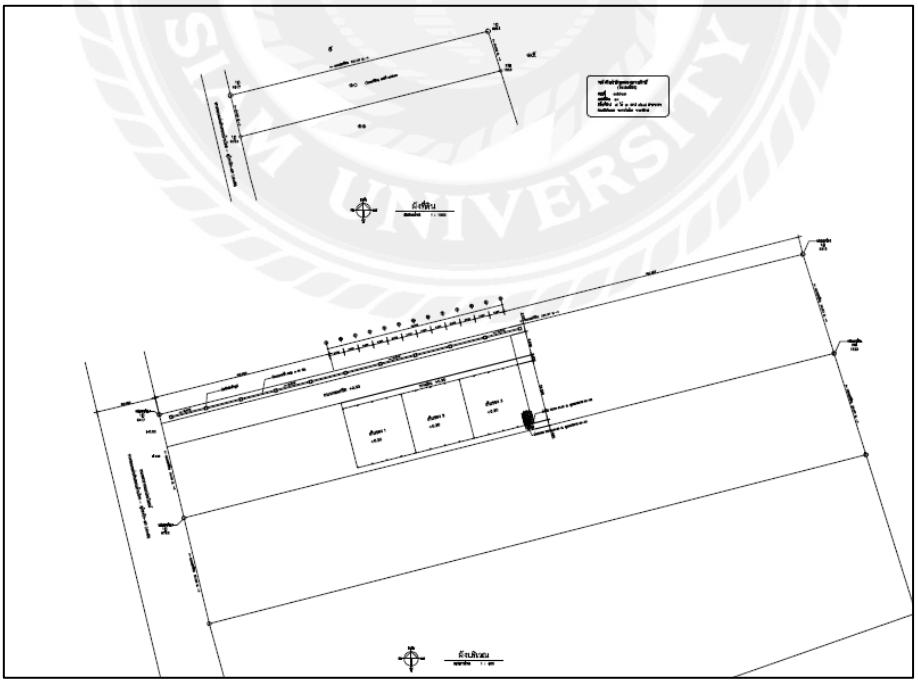


ภาคผนวก

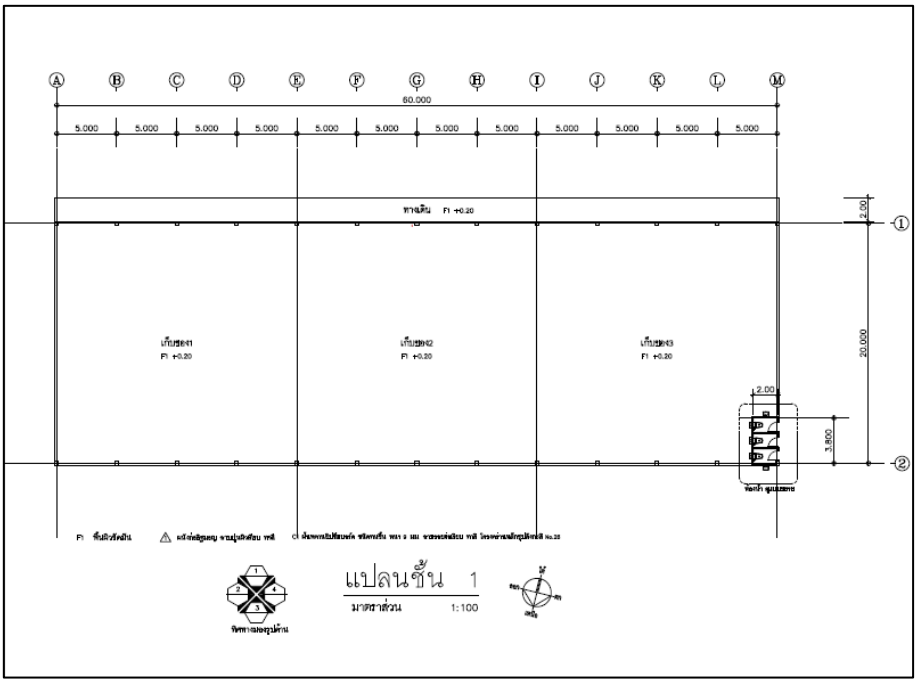
ภาคผนวก ก
แบบสำหรับงานก่อสร้าง



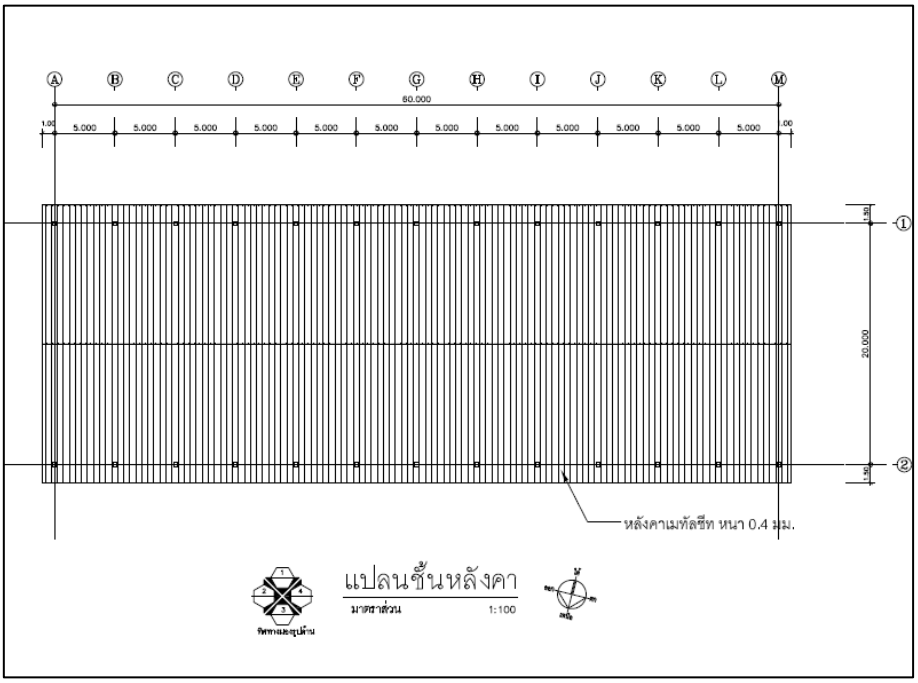
แผนที่สังเขป



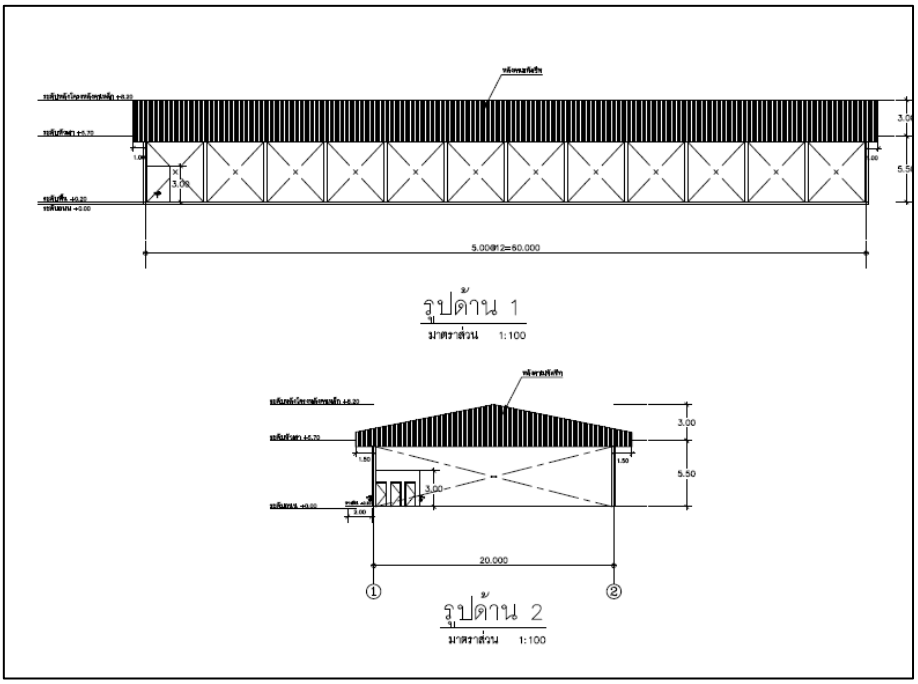
ผังบริเวณ



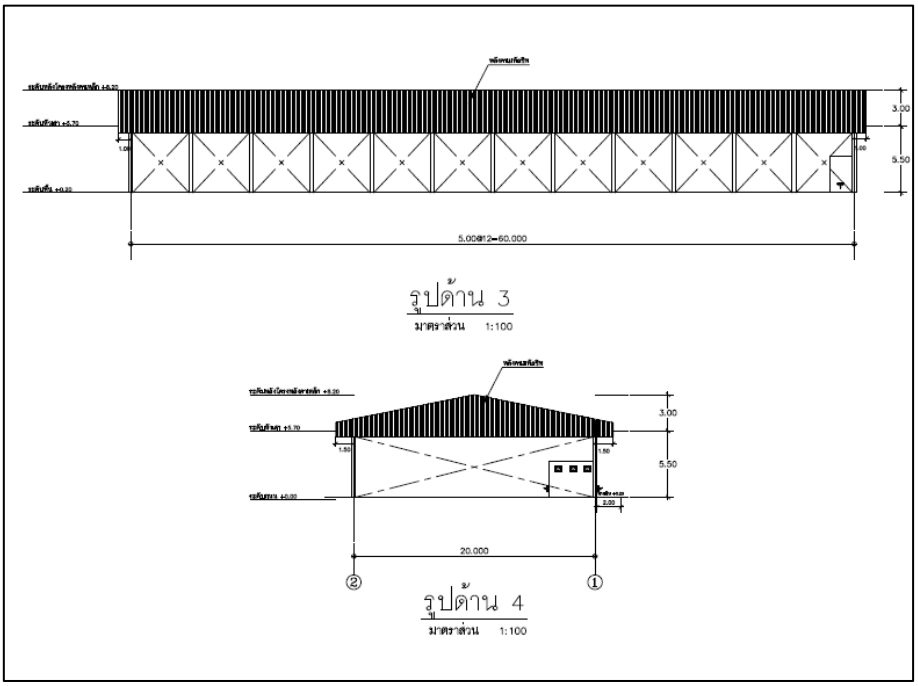
แปลนชั้น 1



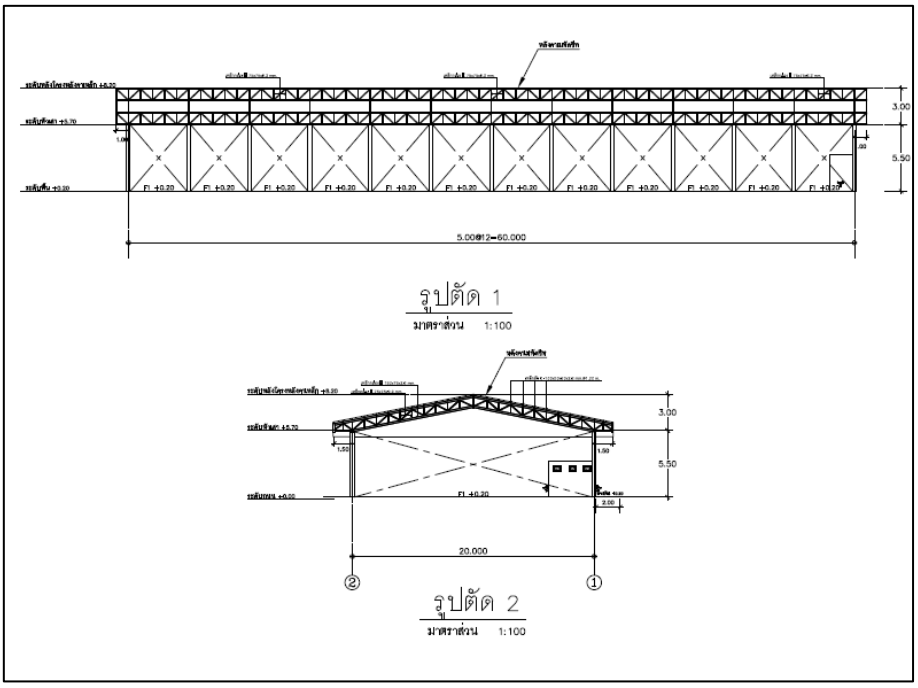
แปลนชั้นหลังคา



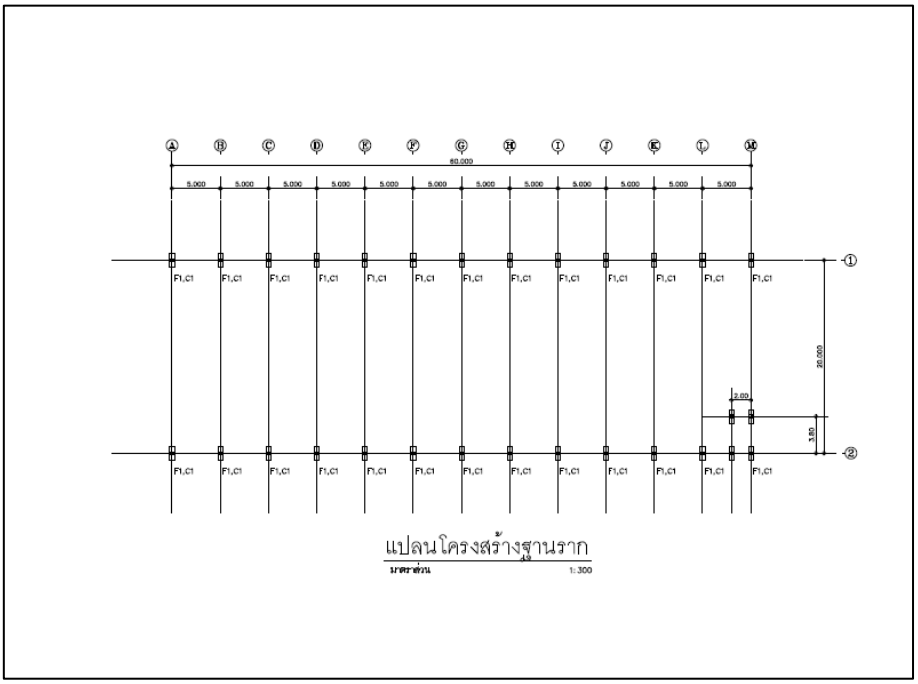
รูปด้าน 2



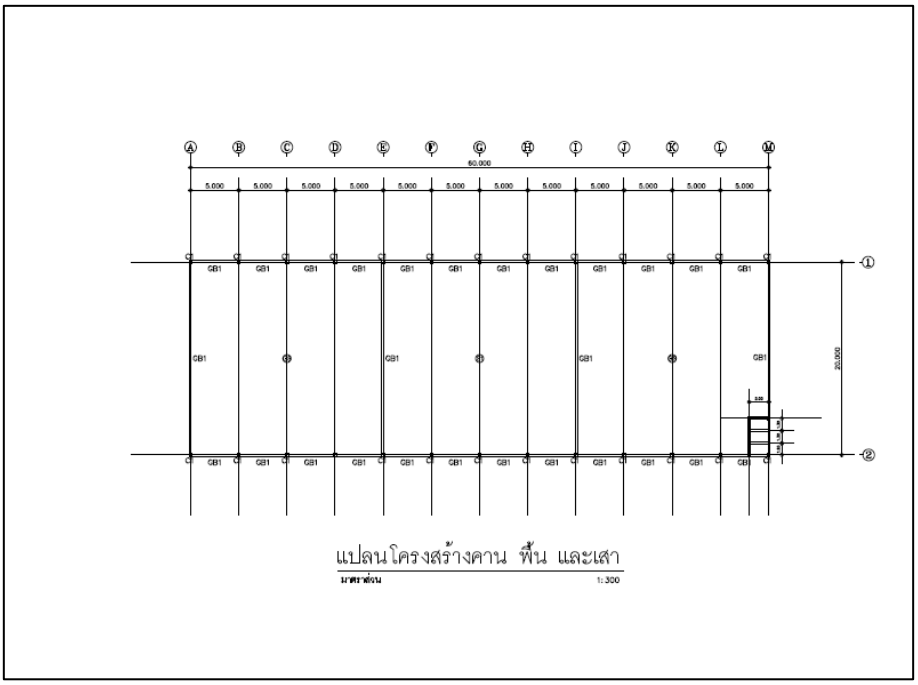
รูปด้าน 4



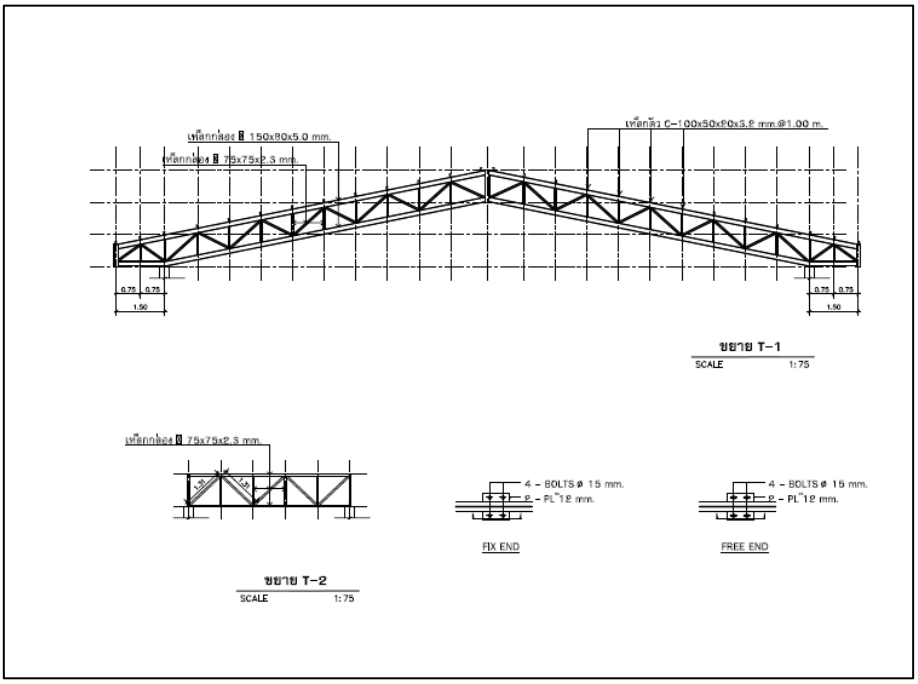
รูปตัด 2



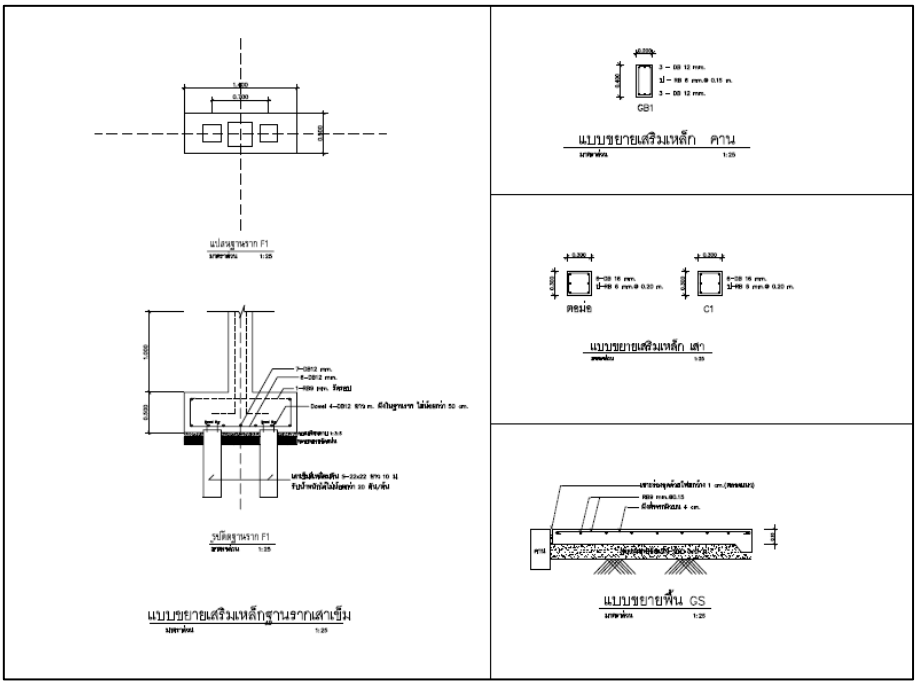
แปลนโครงสร้างฐานราก



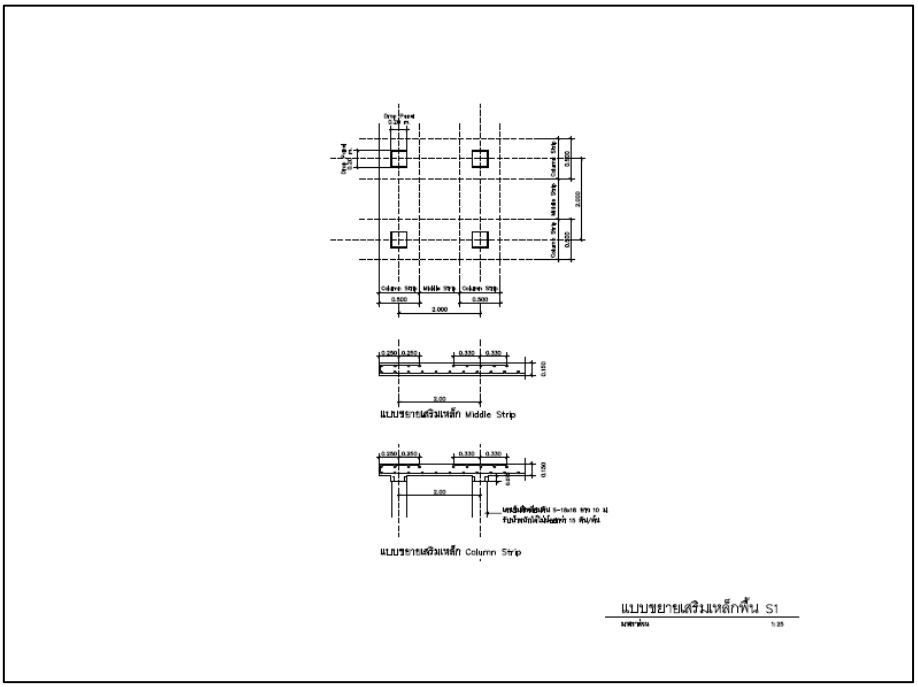
แปลนโครงสร้างคาน พื้น และเสา



ภาพขายโครงหลังคา



แบบขยายเสริมเหล็กฐานรากเสาเข็ม เสา พื้น



แบบขยายเสริมเหล็กพื้น S1

ภาคผนวก ข
รูปภาพการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่



งานเสาเข็ม



งานโครงสร้างหลังคา



งานพื้น และ เสา



งานติดตั้งโครงหลังคา



งานผนังและเพดาไลน์ผลิต และห้องเย็น



การเข้านิเทศของอาจารย์ครั้งที่ 1



อธิบายลักษณ์งานของโครงการ



การเข้านิเทศของอาจารย์ครั้งที่ 2



อาจารย์ตรวจสอบความก้าวของโครงการ



อธิบายพื้นที่ใช้ในห้องเย็น

ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา : 6723900011

ชื่อ-นามสกุล : นายภูมิศักดิ์ ผดาวัลย์

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

ที่อยู่ : 107/19 หมู่ 3 ซอย 1 ศุภาลัย เบลล่า วงแหวน ปิ่นเกล้า-พระราม 5 ตำบลศาลากลาง อำเภอบางกรวย นนทบุรี11130

เบอร์โทรติดต่อ : 087-911-3147

ประวัติการศึกษา

2557 : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2550 : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ประสบการณ์ทำงาน

2567 ถึง ปัจจุบัน : ที่ปรึกษาวิศวกรควบคุมและอำนวยการใช้หม้อน้ำ บริษัท ไทยเปเปอร์มิลล์ จำกัด

2559 ถึง 2567 : วิศวกรเครื่องกล ประจำบริษัท บริษัทไทยโซล่าร์เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน)

2558 ถึง 2559 : วิศวกรเครื่องกล ประจำบริษัท เวิด์ล คูล เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

2551 ถึง 2556 : วิศวกรเครื่องกล ประจำบริษัท กุลธร จำกัด

ใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

2566 : วุฒิวิศวกรเครื่องกล เลขทะเบียน วก.1229