Chulalongkorn University
Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2023

แนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุมุงเหล็กรีดลอน

ณัฐธยาน์ แสงงาม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Follow this and additional works at: https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd

Part of the Architectural Technology Commons, and the Environmental Design Commons

Recommended Citation

แสงงาม, ณัฐธยาน์, "แนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุมุงเหล็กรีดลอน" (2023). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 10087.
https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/10087

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

แนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุมุงเหล็กรีดลอน

น.ส.ณัฐธยาน์ แสงงาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

GUIDELINES CURVED ROOF DESIGN USED FROM MATERIAL METAL SHEET

Miss Nuttaya Sang-ngam

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Architecture
Department of Architecture
Faculty Of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุมุงเหล็กรีดลอน
โดย	น.ส.ณัฐธยาน์ แสงงาม
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ นาวาโทไตรวัฒน์ วิรยศิริ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรายุทธ ทรัพย์สุข)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ นาวาโทไตรวัฒน์ วิรยศิริ)

.... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จาตุรนต์ วัฒนผาสุก)

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐธยาน์ แสงงาม : แนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุมุงเหล็กรีดลอน. (GUIDELINES CURVED ROOF DESIGN USED FROM MATERIAL METAL SHEET) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. น.ท.ไตรวัฒน์ วิรยศิริ

หลังคาเป็นส่วนปกคลุมอาคาร มีหน้าที่ป้องกันแดดและฝน รูปแบบหลังคามาจากโครงสร้างและวัสดุมุง สำหรับอาคารโครงสร้างที่มีช่วงกว้าง เช่น อาคารโกดัง โรงงาน และคลังเก็บสินค้า นิยมใช้วัสดุมุงจากแผ่นเหล็กรีดลอน เพราะมีคุณสมบัติ บาง เบา และมีหลายรูปแบบ ทั้งแผ่นตรงธรรมดา แผ่นตรงแบบสอบ แผ่นโค้งธรรมดา แผ่นโค้งแบบสอบ แผ่นโค้งดัด และแผ่นโค้งสองทิศทาง จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การผลิตแผ่นโค้งมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหา เพื่อเสนอแนวทางการออกแบบหลังคาโค้ง

การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกโครงการกรณีศึกษา จำนวน 13 อาคาร พบว่าการผลิตแผ่นโค้งมีใช้แผ่นโค้งแบบไม่ดัด จำนวน 5 หลัง และแบบดัด จำนวน 8 หลัง โดยนำส่วนโค้งของหลังคาจากแบบสถาปัตยกรรมมาใช้วิเคราะห์การผลิต โดยแปรผันตามรัศมีรุ่นของผลิตภัณฑ์แผ่นหลังคา ซึ่งระบุความสามารถความโค้งไม่ดัดไว้ในคู่มือผลิตภัณฑ์ การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการทดลองโดยการจำลองแบบ 2 มิติและการคำนวณ เพื่อพิจารณาและหาแนวทางการกำหนดความโค้ง โดยทำทดลอง 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ทดลองปรับค่าความโค้ง เพื่อใช้วิเคราะห์โค้งโดยไม่ดัดและหาความสัมพันธ์กับหลังคาอาคาร ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้วิธีต่อแผ่น เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการรับน้ำฝน ระยะพาดแป โดยใช้ข้อคำนึงเรื่องถึงวิธีการขนส่งแผ่น

จากการศึกษาทำให้ทราบว่าแผ่นโค้งไม่ดัดทำได้ทุกอาคารที่มีหลังคาโค้ง โดยมีวิธีการกำหนดค่าความโค้งที่มีหน่วยเป็นรัศมีและความลาดเอียงของหลังคาที่มีหน่วยเป็นองศา โดยกำหนดรัศมีและองศาให้เป็นไปตามคำแนะนำของคู่มือตามรุ่นผลิตภัณฑ์ ที่มีค่าแปรผันกับความกว้างของอาคาร และแปรผกผันกับความสูงของหลังคา

สำหรับกรณีการใช้หลังคาโค้งยาวต่อเนื่องต้องคำนึงด้านการขนส่งแผ่นหลังคา โดยสามารถยาวได้ตามข้อจำกัดของรถบรรทุกที่ใช้ขนส่งและการเข้าถึงหน้างานก่อสร้าง ซึ่งหากขนส่งไม่ได้จะส่งผลต่อการนำเครื่องจักรมาผลิตที่หน้างานก่อสร้างสามารถใช้วิธีการต่อแผ่นเพื่อพิจารณาข้อคำนึงดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่อนิสิต	
ปีการศึกษา	2566	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก	

6470034525 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORD: Roof material, Metal sheet, Vaulted roof, Sprung curved metal sheet

Nuttaya Sang-ngam : GUIDELINES CURVED ROOF DESIGN USED FROM MATERIAL METAL SHEET. Advisor: Prof. TRIWAT VIRIYASIRI, RTN. M.Arch.

The roof is the covering part of the building. Its function is to protect from the sun and rain. Roof styles come from the structure and roofing materials. For structural buildings with wide spans such as warehouse buildings, factories and warehouses. often used as a roofing material metal sheet because of properties that such as it is thin, lightweight and have many forms. Exam Parallel straight sheet, Tapered Straight sheet, Parallel smooth curve sheet, Tapered smooth curve sheet, Crimp curved sheet and S-curved sheet. From this preliminary study, it was found that. The production of curved sheet has a complex process. This results in long time construction and cost. Therefore, the objective is to study the current situation and problems. For guidelines curved roof design used from material metal sheet

This study selected 13 building case study projects. It was found that the production of curved panels used non-bending curved panels in 5 buildings and bending type in 8 buildings by using the roof curves from the architectural drawings to analyze the production. It varies according to the radius of the roof sheet product model. The ability to bend without bending is specified in the product manual. This study used an experimental method were used using 2D simulations and calculations. To consider and find guidelines for determining the curvature, conduct an experiment in 2 steps as follows: Step 1: Experiment with adjusting the curvature value. To analyze the curve without bending and find its relationship with the building's roof. Step 2: Experiment with the sheet joining method. To analyze the ability to receive rainwater, the span of the purlins, using the method of transporting the panels.

From the study, it was found that without bending curved can be used on any building with a curved roof. There is a method for determining the curvature in radii and the roof slope in degrees. By specifying the radius and angle according to the recommendations of the manual according to the product model. which has a value varying with the width of the building and inversely proportional to the height of the roof.

For the case of the using a long, continuous curved roof requires consideration of the transportation of the roof panels. It can be lengthened according to the limitations of the truck used for transportation and access to the construction site. If transportation is not possible, it will affect the production of machinery at the construction site. The sheet joining method can be used to take into account these considerations.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Architecture	Student's Signature ....
Academic Year:	2023	Advisor's Signature ....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออันดียิ่งจาก ศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งช่วยชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษา ให้ความรู้ และแนวทางในการแก้ไขปัญหาระหว่างการทำวิจัยเสมอมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จลุล่วง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน อันได้แก่ รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จาตุรนต์ วัฒนผาสุก และ รองศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความครบถ้วน และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ความเข้าใจ และ คำแนะนำในเรื่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนในทุกๆ ด้าน เสมอมา รวมถึงครูอาจารย์ผู้ให้ความรู้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ขอบคุณเพื่อนๆ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ทุก ท่านที่ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี อันช่วยให้ผู้วิจัยสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง ได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านจากใจจริง

ณัฐธยาน์ แสงงาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

.... ค

บทคัดย่อภาษาไทย... ค

.... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.. ง

กิตติกรรมประกาศ.. จ

สารบัญ... ฉ

สารบัญตาราง... ญ

สารบัญรูปภาพ... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 17

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.. 17

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 18

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 18

1.4 ข้อจำกัดของการศึกษา... 18

1.5 ระเบียบของการศึกษา 19

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.. 20

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.. 22

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 22

2.2 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.. 33

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย... 35

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา 35

3.1.1 ช่วงที่ 1 การศึกษาข้อมูลและทบทวนทฤษฎี 35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2 ช่วงที่ 2 การเก็บข้อมูล 36
3.1.3 ช่วงที่ 3 ประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ผล 36
3.1.4 ช่วงที่ 4 สรุปผลและอภิปรายข้อเสนอแนะ 37
3.2 การคำนวณความยาวเส้นโค้ง 37
3.3 ปัจจัยในการออกแบบหลังคาโค้ง 38
3.3.1 โครงสร้างโค้ง 38
3.3.2 ความลาดชันของหลังคา 38
3.3.3วัสดุแผ่นเหล็กรีดลอน 39
3.4 ปัจจัยค่าใช้จ่ายแผ่นเหล็กรีดลอน 42
3.4.1 ราคาแผ่น 42
3.4.1 การขนส่ง 42
3.5 การสำรวจ สังเกตการณ์ โรงงาน และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง 42
3.6 การสัมภาษณ์ผู้ออกแบบของโครงการกรณีศึกษา 13 โครงการ 43
3.7 วิเคราะห์ข้อมูล 43
บทที่ 4 สรุปผลการรวบรวมข้อมูล 45
โครงการกรณีศึกษา 45
1) บริษัท ซุปเปอร์โปรดักส์ จำกัด จังหวัดปทุมธานี 47
2) บริษัท สิงห์ เบเวอเรช จำกัด 56
3) การยาสูบแห่งประเทศไทย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 61
4) บริษัท เลอครูเซ แมนูเฟตเจอริ่ง ประเทศไทย จำกัด 65
5) องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก จังหวัดตาก 72
6) องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 75
7) โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ จังหวัดอุบลราชธานี 78
8) เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9) องค์การบริหารส่วนตำบลเพ็กใหญ่ จังหวัดขอนแก่น 86

10) องค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล จังหวัดนครนายก 89

11) องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทอง จังหวัดชัยภูมิ 92

12) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 96

13) เรือนจำกลาง จังหวัดลพบุรี 99

4.1 สรุปข้อมูล ความกว้าง ความยาว และพื้นที่หลังคา ของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร 102

4.2 สรุปข้อมูลค่าใช้จ่ายของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร 102

4.2.1 ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 102

4.2.2 การขนส่ง 103

4.3 กระบวนการผลิต 104

4.4 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ 109

บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการศึกษา 110

5.1 ทดลองปรับใช้โค้งไม่ดัด 125

5.1.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบเส้นโค้ง จากการทดลองปรับแบบ 2 มิติ 125

5.1.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความลาดเอียงของเส้นโค้งหลังคาจากหลังคาโค้งดัดเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด จากการทดลองปรับแบบ 2 มิติ 127

5.1.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบความยาวเส้นโค้งของเส้นโค้งหลังคาจากหลังคาโค้งดัดเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด จากการทดลองปรับแบบ 2 มิติ 128

5.1.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความกว้าง ความสูง ความยาวของเส้นโค้ง รัศมี และมุม จากการคำนวณ 128

5.1.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์การกำหนดความโค้งกับงานสถาปัตยกรรม 130

5.2 ทดลองปรับใช้โค้งไม่ดัดแบบต่อแผ่น 131

5.2.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบแบบเส้นโค้งหลังคาไม่ดัด ปรับความยาวให้สามารถขนส่งได้ .. 133

5.2.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบความลาดเอียง ปรับความยาวให้ขนส่งได้ 140

5.2.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบรัศมี ปรับความยาวให้ขนส่งได้ 142

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 145
6.1 สรุปผลการศึกษา 147
6.2 อภิปรายผล 149
6.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 150
บรรณานุกรม 151
ภาคผนวก 153
ประวัติผู้เขียน 187

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลข้อจำกัดในการผลิตแต่ละรุ่นของเครื่องจักรดัดโค้ง 39

ตารางที่ 2 ความกว้าง ความยาว และพื้นที่หลังคา ของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร 102

ตารางที่ 3 การกำหนดรูปแบบอาคารกับข้อจำกัด 3 ด้านของอาคารกรณีศึกษา 109

ตารางที่ 4 ข้อมูลค่าทางเรขาคณิตเส้นโค้ง หลังปรับรัศมีให้มีมากกว่า 60 เมตร 123

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบรูปเส้นโค้ง ก่อน-หลัง ปรับเส้นโค้งให้มีรัศมีมากกว่า 60 เมตร 125

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบความลาดเอียงเส้นโค้งของรูปตัดที่ใช้หลังคาดัด กับความลาดเอียงหลังคาโค้งเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด 127

ตารางที่ 7 ข้อมูลค่าทางเรขาคณิตเส้นโค้ง หลังปรับรัศมีให้มีมากกว่า 60 เมตร 128

ตารางที่ 8 ข้อมูลค่าทางเรขาคณิตเส้นโค้ง หลังปรับรัศมีให้มีมากกว่า 60 เมตร 129

ตารางที่ 9 ข้อมูลเส้นโค้ง ตามแบบสถาปัตยกรรมเดิม 132

ตารางที่ 10 ข้อมูลเส้นโค้ง ตามแบบเมื่อปรับเป็นโค้งโดยไม่ดัด 132

ตารางที่ 11 ตารางเปรียบเทียบความลาดเอียง ปรับความยาวให้ไม่เกิน 7 เมตร 140

ตารางที่ 12 ตารางเปรียบเทียบความลาดเอียง ปรับความยาวให้ไม่เกิน 13 เมตร 141

ตารางที่ 13 ตารางเปรียบเทียบความลาดเอียง ปรับความยาวให้ไม่เกิน 25 เมตร 141

ตารางที่ 14 ตารางเปรียบเทียบรัศมี ปรับความยาวให้ไม่เกิน 7 เมตร 142

ตารางที่ 15 ตารางเปรียบเทียบรัศมี ปรับความยาวให้ไม่เกิน 13 เมตร 143

ตารางที่ 16 ตารางเปรียบเทียบรัศมี ปรับความยาวให้ไม่เกิน 25 เมตร 144

ตารางที่ 17 ตารางสรุปการพิจารณาการใช้แผ่นโค้ง 4 กรณี 148

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 21
ภาพที่ 2 เหล็กเคลือบ ZINCALUME 23
ภาพที่ 3 ชั้นเคลือบสี 23
ภาพที่ 4 รูปร่างแผ่นเหล็ก 25
ภาพที่ 5 อุปกรณ์การติดตั้งระบบสกรู 26
ภาพที่ 6 อุปกรณ์การติดตั้งระบบขบ-ล็อค 27
ภาพที่ 7 อุปกรณ์การติดตั้งระบบรีดตะเข็บ (เครื่องรีดตะเข็บ) 27
ภาพที่ 8 การใช้กระดาษแสดงหลักการของโครงสร้างต้านทานรูปทรง 28
ภาพที่ 9 ต้านทานรูปทรงการคลี่พื้นผิวที่มีคุณสมบัติแบบ synclastic (เส้นโค้ง 1 ทิศทาง) 29
ภาพที่ 10 การวัดความโค้งพื้นผิวแบบอานม้า (เส้นโค้ง 2 ทิศทาง) 29
ภาพที่ 11 เส้นโค้งที่อยู่ในพื้นผิวแบบอานม้า (เส้นโค้ง 2 ทิศทาง) 30
ภาพที่ 12 แสดงเซกเมนต์วงกลม (สีเขียว) ถูกปิดล้อมอยู่ระหว่างเส้นตรงที่ตัดวงกลม / คอร์ด (เส้นประ) 31
ภาพที่ 13 ภาพแสดงชื่อเรียกความสัมพันธ์ของเส้นโค้ง 37
ภาพที่ 14 แผ่นหลังคาโค้งธรรมดา 40
ภาพที่ 15 แผ่นหลังคาโค้งแบบดัด 41
ภาพที่ 16 แผ่นหลังคาโค้งแบบสอบ 41
ภาพที่ 17 แผ่นหลังคาโค้งสองทิศทาง 41
ภาพที่ 18 แผนผงสรุปผลการรวบรวมข้อมูล 45
ภาพที่ 19 โรงงานและคลังสินค้าบริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 47
ภาพที่ 20 แบบแสดงผังบริเวณโครงการก่อสร้างอาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 21 แบบแสดงผังพื้นอาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 49

ภาพที่ 22 แบบแสดงผังหลังคาอาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 50

ภาพที่ 23 แบบแสดงรูปตัดอาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 50

ภาพที่ 24 แบบแสดงผังพื้นอาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 51

ภาพที่ 25 แบบแสดงผังหลังคาอาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 52

ภาพที่ 26 แบบแสดงรูปตัดอาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 52

ภาพที่ 27 แบบแสดงผังพื้นอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 53

ภาพที่ 28 แบบแสดงผังหลังคาอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 54

ภาพที่ 29 แบบแสดงรูปตัดอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ 54

ภาพที่ 30 อาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด 56

ภาพที่ 31 แบบแสดงผังบริเวณโครงการก่อสร้างอาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด....... 57

ภาพที่ 32 แบบแสดงผังพื้นอาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด....................................... 58

ภาพที่ 33 แบบแสดงผังหลังคาอาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด 59

ภาพที่ 34 แบบแสดงรูปตัด A อาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด 60

ภาพที่ 35 แบบแสดงรูปตัด A อาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด 60

ภาพที่ 36 อาคารศูนย์อาหาร 62

ภาพที่ 37 แบบแสดงผังหลังคาอาคารศูนย์อาหาร ของการยาสูบแห่งประเทศไทย 63

ภาพที่ 38 แบบแสดงรูปตัด A อาคารศูนย์อาหาร การยาสูบแห่งประเทศไทย 63

ภาพที่ 39 แบบแสดงรูปตัด B อาคารศูนย์อาหาร การยาสูบแห่งประเทศไทย 64

ภาพที่ 40 แบบแสดงรูปด้าน อาคารศูนย์อาหาร การยาสูบแห่งประเทศไทย.................................. 64

ภาพที่ 41 โรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด 66

ภาพที่ 42 แบบแสดงผังบริเวณโครงการก่อสร้างโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด 67

ภาพที่ 43 ผังพื้นอาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด 68

ภาพที่ 44 แบบแสดงผังหลังคาอาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด 69

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 45 แบบแสดงรูปตัด A อาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด 70

ภาพที่ 46 แบบแสดงรูปตัด B อาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด 70

ภาพที่ 47 แบบแสดงรูปด้าน อาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด....................... 70

ภาพที่ 48 องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก.. 72

ภาพที่ 49 ผังพื้นโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก 73

ภาพที่ 50 ผังหลงคาโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก 73

ภาพที่ 51 รูปตัด โครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก 74

ภาพที่ 52 องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง 75

ภาพที่ 53 ผังพื้นโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง 76

ภาพที่ 54 ผังหลงคาโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง 77

ภาพที่ 55 รูปตัด โครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง.......... 77

ภาพที่ 56 โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ.. 79

ภาพที่ 57 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ 80

ภาพที่ 58 ผังหลังคาโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ..... 81

ภาพที่ 59 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ 82

ภาพที่ 60 โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ.. 83

ภาพที่ 61 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์ 84

ภาพที่ 62 ผังหลังคาโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์............... 85

ภาพที่ 63 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์ 85

ภาพที่ 64 องค์การบริหารตำบลส่วนตำบลเพ็กใหญ่ 87

ภาพที่ 65 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์ 87

ภาพที่ 66 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์ 88

ภาพที่ 67 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์ 88

ภาพที่ 68 องค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล 90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 69 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 90
ภาพที่ 70 ผังหลังคาโครงก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 91
ภาพที่ 71 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 92
ภาพที่ 72 องค์การบริหารตำบลส่วนตำบลโนนทอง 93
ภาพที่ 73 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 94
ภาพที่ 74 ผังพื้นโครงก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 94
ภาพที่ 75 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 95
ภาพที่ 76 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ศูนย์การศึกษาย่านมัทรี 96
ภาพที่ 77 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 97
ภาพที่ 78 ผังหลังคาโครงก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 97
ภาพที่ 79 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 98
ภาพที่ 80 เรือนจำกลาง จังหวัดลพบุรี 99
ภาพที่ 81 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 100
ภาพที่ 82 ผังหลังคาโครงก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 100
ภาพที่ 83 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ 101
ภาพที่ 84 ขั้นตอนที่ 1 Shop drawing 105
ภาพที่ 85 ขั้นตอนที่ 2 ใบสั่งผลิตแผ่นหลังคา 106
ภาพที่ 86 ขั้นตอนที่ 3 เครนยกม้วนเหล็กรีดเย็น 106
ภาพที่ 87 ขั้นตอนที่ 4 เครื่องจักรขึ้นรูปลอน 107
ภาพที่ 88 ขั้นตอนที่ 5 เครื่องจักรดัดโค้ง 108
ภาพที่ 89 ขั้นตอนที่ 6 ขนส่งไป 108
ภาพที่ 90 โครงการกรณีศึกษาที่ 1 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 110
ภาพที่ 91 โครงการกรณีศึกษาที่ 2 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 111
ภาพที่ 92 โครงการกรณีศึกษาที่ 3 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 112

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 93 โครงการกรณีศึกษาที่ 4 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 113
ภาพที่ 94 โครงการกรณีศึกษาที่ 5 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 114
ภาพที่ 95 โครงการกรณีศึกษาที่ 6 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 115
ภาพที่ 96 โครงการกรณีศึกษาที่ 7 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 116
ภาพที่ 97 โครงการกรณีศึกษาที่ 8 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 117
ภาพที่ 98 โครงการกรณีศึกษาที่ 9 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 118
ภาพที่ 99 โครงการกรณีศึกษาที่ 10 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 119
ภาพที่ 100 โครงการกรณีศึกษาที่ 11 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 120
ภาพที่ 101 โครงการกรณีศึกษาที่ 12 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 121
ภาพที่ 102 โครงการกรณีศึกษาที่ 13 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 122
ภาพที่ 103 แผนผงสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์แผ่นโค้งโดยไม่ดัด 124
ภาพที่ 104 กำหนดความโค้งกับงานสถาปัตยกรรม 130
ภาพที่ 105 แผนผงสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์แผ่นโค้งโดยไม่ดัดใช้วิธีการต่อแผ่น 132
ภาพที่ 106 โครงการกรณีศึกษาที่ 1 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 133
ภาพที่ 107 โครงการกรณีศึกษาที่ 2 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 134
ภาพที่ 108 โครงการกรณีศึกษาที่ 3 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 134
ภาพที่ 109 โครงการกรณีศึกษาที่ 4 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 135
ภาพที่ 110 โครงการกรณีศึกษาที่ 5 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 135
ภาพที่ 111 โครงการกรณีศึกษาที่ 6 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 136
ภาพที่ 112 โครงการกรณีศึกษาที่ 7 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 136
ภาพที่ 113 โครงการกรณีศึกษาที่ 8 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 137
ภาพที่ 114 โครงการกรณีศึกษาที่ 9 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 137
ภาพที่ 115 โครงการกรณีศึกษาที่ 10 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 138
ภาพที่ 116 โครงการกรณีศึกษาที่ 11 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 138

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 117 โครงการกรณีศึกษาที่ 12 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 139

ภาพที่ 118 โครงการกรณีศึกษาที่ 13 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง 140

ภาพที่ 119 การกำหนดความโค้งไม่ดัด.. 147

ภาพที่ 120 เปรียบเทียบความโค้งดัดและโค้งไม่ดัด 147

ภาพที่ 121 แผนโคงแบบต่อแผ่น... 148

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลังคาเป็นส่วนสำคัญของอาคาร ทำหน้าที่เป็นส่วนปกคลุมอาคาร เพื่อป้องกันแดด ฝน และเนื่องจากหลังคาสามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากภายนอก จึงมีการออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ทำให้หลังคามีหลายรูปแบบ (สุภาวดี รัตนมาศ, 2543) ไม่ว่าจะเป็น หลังคาแบน หลังคาเอียง หลังคาโค้ง และหลังคารูปทรงอิสระ จากการศึกษาพบรูปแบบหลังคามาจากโครงสร้างและวัสดุมุง โดยวัสดุมุงนั้นมีด้วยกันหลายชนิด ได้แก่ วัสดุธรรมชาติ ไฟเบอร์ซีเมนต์ คอนกรีต เซรามิค วัสดุสังเคราะห์ และโลหะ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีขนาดและคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน (สุภาวดี บุญยฉัตร, 2548) สำหรับวัสดุมุงหลังคาประเภทโลหะ จะมีความแข็งแรง เหนียว และยืดหยุ่นสูง ที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป คือ ทองแดง อลูมิเนียม สังกะสี และเหล็กรีดลอน (ศรายุทธ ศรีทิพย์อาสน์, 2554)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1128-2535 ให้บทนิยามของแผ่นเหล็กรีดลอนไว้ว่า *“วัสดุแผ่นมีลอนแบบเกาะเกยหรือแบบอื่น ๆ ที่คล้ายกัน สำหรับใช้มุงหลังคา ทำจากเหล็กแผ่นรีดเย็นที่นำมาเคลือบด้วยวัสดุที่ทนทานต่อสภาวะอากาศ ขึ้นรูป แล้วยึดด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับโครงหลังคา”* (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2535) ความหนาของแผ่นเหล็กที่ไม่รวมความหนาของผิวเคลือบต้องไม่น้อยกว่า 0.40 มิลลิเมตร โดยเหล็กแผ่นรีดเย็นจะถูกเคลือบด้วยโลหะ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนหรือการเกิดสนิม และมีการเคลือบสีทั้งด้านบนและด้านล่างของแผ่น (ธนพล ไคร้งาม, 2562)

ที่ผ่านมามีผู้ศึกษาเกี่ยวกับเหล็กรีดลอน ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ พงษ์ศักดิ์ ลอยฟ้า (2550) ศึกษาเรื่อง ประสิทธิผลในการลดความร้อนของหลังคาโลหะด้วยการใช้หลังคาสองชั้น ปรมาภรณ์ พูลสวัสดิ์ (2560) ศึกษาเรื่อง คุณสมบัติในการกันเสียงของแผ่นเหล็กมุงหลังคาด้วยวัสดุพอลิเมอร์ชนิดอิลาสโทเมอริกโฟม (ฉนวนยางดำ) และธนพล ไคร้งาม (2562) ศึกษาเรื่อง สมรรถนะการใช้งานและประสิทธิภาพด้านพลังงานของแผ่นหลังคาเหล็กที่มีระบบการเคลือบสีแตกต่างกัน โดยสามารถใช้แผ่นเหล็กรีดลอนในอาคารที่มีโครงสร้างช่วงกว้างได้หลายประเภท เช่น อาคารสนามบิน อาคารศูนย์การค้า อาคารหอประชุม อาคารโรงงาน อาคารโกดัง อาคารคลังสินค้า เป็นต้น เนื่องจากทนทานต่อการกัดกร่อน น้ำหนักเบากว่ากระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา และมีช่วงพาดที่กว้าง (กันติทัต ทับสุวรรณ,พาสินี สุนากร,ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, 2562)

ปัจจุบันแผ่นเหล็กรีดลอนที่พบในท้องตลาดมีหลายประเภท แบ่งตามระบบการติดตั้งได้ 3 ระบบ คือ ระบบยึดสกรู ระบบขบ-ล็อก และระบบรีดตะเข็บ (สุภาวดี รัตนมาศ, 2543) ซึ่งในแต่ละระบบมีลักษณะแผ่นเหล็กรีดลอนทั้งเหมือนและแตกต่างกัน เช่น แผ่นตรงธรรมดา แผ่นตรงแบบสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผ่นโค้งธรรมดา แผ่นโค้งแบบสอบ แผ่นโค้งดัด และแผ่นโค้งสองทิศทาง โดยสามารถสรุปลักษณะแผ่นเหล็กรีดลอน ตามโครงสร้างได้ 2 รูปแบบ คือ แบบตรงและแบบโค้ง

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การผลิตแบบโค้งมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน รวมถึงข้อจำกัดในการผลิต พบปัญหาการปรับรูปแบบหลังคาและโครงสร้าง ตลอดจนนำไปสู่การผลิตใหม่ ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์จะศึกษาแนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุเหล็กรีดลอน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาหลังคาโค้งจากวัสดุเหล็กรีดลอน
2. เพื่อศึกษาแนวทางวิธีการกำหนดค่าความโค้งของวัสดุเหล็กรีดลอนที่ใช้ออกแบบหลังคาโค้งที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นกระบวนการหาวิธีการกำหนดความโค้งที่เหมาะสมที่จะสามารถลดความสูญเสีย(waste) โดยจะศึกษาถึงแผ่นหลังคาโค้งจากแบบสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา งานผลิตแผ่นเหล็กรีดลอนที่เป็นแผ่นโค้ง ที่ผลิตจากโรงงาน และกระบวนการผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน เพื่อให้ทราบความโค้งที่เหมาะสมในการออกแบบอาคารโดยมีขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาเฉพาะหลังคาโค้ง จากเอกสารแบบก่อสร้างจำนวน 13 อาคาร โดยศึกษาเฉพาะวัสดุมุงหลังคาเหล็กรีดลอนที่มีอยู่ในประเทศไทยเท่านั้น
2. พิจารณาเฉพาะเรื่องของลักษณะความโค้ง การดัดโค้งทิศทางเดียว ทั้งนี้ในงานแผ่นเหล็กรีดลอนยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ความหนาของแผ่นเหล็กรีดลอน ระบบชั้นเคลือบของแผ่นเหล็กรีดลอน ระบบการติดตั้งแผ่นเหล็กรีดลอน ลักษณะของแผ่นเหล็กรีดร้อน ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่ได้นำมาพิจารณาด้วย
3. ศึกษาและวิเคราะห์เฉพาะแผ่นเหล็กรีดลอนที่มีความหนาเหล็ก ไม่รวมชั้นเคลือบ 0.42 มิลลิเมตร รุ่น TD760 เท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแผ่นวัสดุในเชิงอุตสาหกรรม การลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตและการขนส่งแผ่นวัสดุไปที่หน้างานก่อสร้าง โดยศึกษาเฉพาะวัสดุแผ่นโค้งซึ่งเป็นตัวแปรหลักในงานวิจัยชิ้นนี้ ซึ่งผู้วิจัยอยู่ในกระบวนการทางด้านอุตสาหกรรมวัสดุแผ่น

เหล็กรีดลอน องค์ความรู้ทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมโครงสร้างจึงมีข้อจำกัดในการพิจารณาเชิงลึกของงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมโครงสร้างซึ่งเป็นส่วนต่อเนื่อง อันได้แก่ โครงสร้างของหลังคาโค้ง รูปลักษณ์ความสวยงามของหลังคาโค้ง การระบายน้ำในหลังคาโค้ง และรายละเอียดในการป้องกันการรั่วซึมของน้ำ รวมถึงข้อมูลเชิงลึกที่เกี่ยวกับสมดุลวัสดุพื้นฐาน แรงดึง (tension) และแรงอัด (compression) ของวัสดุ

1.5 ระเบียบของการศึกษา

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล
    1.1. ข้อมูลปฐมภูมิ
        1.1.1.สังเกตการณ์จากสถานที่จริง ถ่ายภาพ จดบันทึก โรงงานผลิตวัสดุเหล็กรีดลอนเพื่อรวบรวมข้อมูล ดังนี้
            กระบวนการผลิต
            ข้อจำกัดในการผลิต
            มาตรฐานการผลิต
            ข้อคำนึงที่สำคัญในการผลิต
        1.1.2.รวมรวมข้อมูลจากแบบก่อสร้างหลังคาโค้ง 13 แบบ มีเกณฑ์การเลือกอาคารที่มีโครงสร้างช่วงกว้าง ออกแบบโดยภาครัฐและเอกชนที่ส่งเข้ามาผลิตในโรงงาน โดยพิจารณาและวิเคราะห์แบบหลังคาโค้ง ลักษณะ ข้อจำกัด ของโครงการ
        1.1.3.รวมรวมข้อมูลจาการสำรวจและสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องโรงงานผู้ผลิต 3 ฝ่าย คือ ฝ่ายผลิต ฝ่านวิเคราะห์
        1.1.4.สัมภาษณ์ผู้ออกแบบจากโครงการกรณีศึกษา 13 โครงการ
    1.2. ข้อมูลทุติยภูมิ
        1.2.1. ศึกษาข้อมูลจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ วัสดุเหล็กรีดลอน หลังคาโค้งจากภาครัฐและเอกชน รายละเอียดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
        1.2.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับความโค้ง และการออกแบบหลังคา
        1.2.3. วิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นปฐมภูมิ และทุติยภูมิมาเรียบเรียงองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหลังคาโค้ง วิเคราะห์ด้านกายภาพอาคารกรณีศึกษาในประเด็นความกว้างของช่วงเสาอาคาร ระดับความสูงของหลังคาโค้ง รัศมีของหลังคาโค้ง และมุมของหลังคาโค้ง วิเคราะห์วิธีการผลิตแผ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รวมถึงวิธีการขนส่ง เปรียบเทียบความแตกต่างกันของหลังคาโค้งของแต่ละอาคารกรณีศึกษา เพื่อหาแนวทางการกำหนดความโค้งที่เหมาะสม

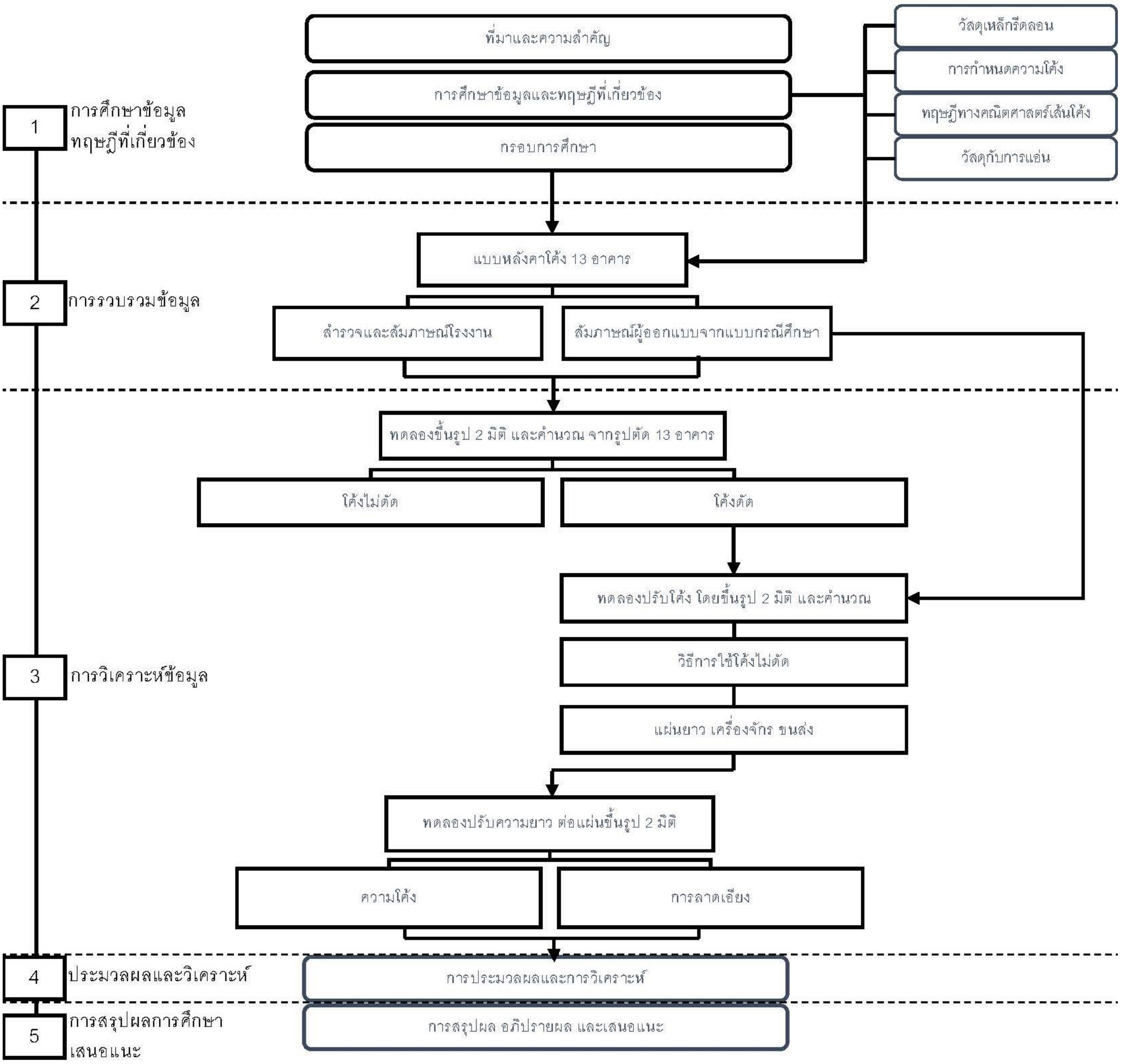
3. สรุป อภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

   เสนอรูปแบบ ข้อคำนึง และวิธีการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุเหล็กรีดลอน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการพัฒนาการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุเหล็กรีดลอนต่อไป
2. ทำให้ทราบถึงวิธีการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุเหล็กรีดลอนที่เหมาะสม สามารถโค้งได้สอดคล้องกับวิธีการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. วัสดุเหล็กรีดลอนในประเทศไทย

1.1 ความหมายของเหล็กรีดลอน

ของ Metal sheet (มอก.1128-2535) ที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้ แผ่นเหล็กมุงหลังคาหมายถึงวัสดุแผ่นมีลอนแบบเกาะเกยหรือแบบอื่น ทำจากเหล็กแผ่นรีดเย็นที่นำมาเคลือบด้วยวัสดุที่ทนทานต่อสภาวะอากาศเข้ากับโครงหลังคา ๆ ที่คล้ายกันสำหรับใช้มุงหลังคาขึ้นรูปแล้วยึดด้วยอุปกรณ์ต่าง

1.2 ความหนาชั้นเคลือบผิวแผ่นเหล็กรีดลอน

ชั้นคุณภาพแผ่นเหล็กรีดลอน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม THAI INDUSTRIAL STANDARD มอก. 1128 – 2535 แผ่น แบ่งตามน้ำหนักที่เท่ากันและนำหนักบรรทุกสม่ำเสมอออกเป็น 5 ชั้นคุณภาพ โดยตามข้อมูลผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบชั้นเคลือบ ดังนี้

1.2.1 ความหนาชั้นเคลือบผิวในระดับความหนา

เหล็กเคลือบ ZINCALUME เป็นเหล็กเคลือบโลหะผสมระหว่างอลูมิเนียม 55% สังกะสี 43.5% และซิลิคอน 1.5% มีคุณสมบัติเหนือกว่าเหล็กเคลือบสังกะสีโดยทั่วไปถึง 4 เท่า เหมาะอย่างยิ่งสำหรับภูมิอากาศในประเทศไทยที่ร้อนชื้น ซึ่งเกิดสนิมได้ง่ายคุณสมบัติของเหล็กเคลือบ ZINCALUME เหล็กเคลือบ ZINCALUME มีระบบป้องกันสนิม 2 ชั้น ชั้นที่ 1 คือ อลูมิเนียมเป็นเสมือนเกราะป้องกันการกัดกร่อนที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างอากาศและตัวเนื้อเหล็ก ชั้นที่ 2 ชั้นสังกะสี จะช่วยป้องกันการกัดกร่อนบริเวณขอบตัดและรอยขีดข่วนเหมาะอย่างยิ่งกับการใช้ในงานก่อสร้าง ส่วนหลังคาและฝาผนัง ตามรูปภาพที่ 2 ที่แสดงตัวอย่างชั้นเคลือบผิว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

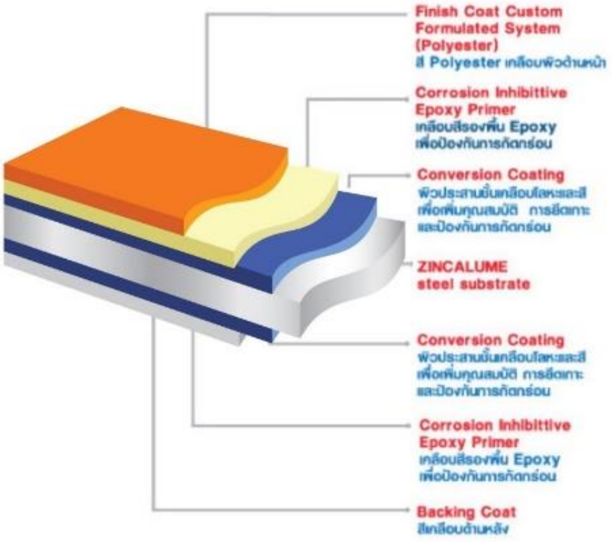
ภาพที่ 2 เหล็กเคลือบ ZINCALUME

ที่มา: (บริษัทเอ็นเอสบลูสโคปไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด.กรุงเทพฯ:ม.ป.ท., ม.ป.ป.)

1.2.2 ความหนาชั้นเคลือบสี

ความหนาชั้นเคลือบสีประเภทต่าง ๆ ในระดับความหนาของสีที่เคลือบที่แตกต่างกัน โดยทำให้วัสดุที่นำมาใช้เป็นแผ่นเหล็กรีดลอน มีระยะเวลาการใช้งานที่แตกต่างกัน เหล็กเคลือบสี COLORBOND ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีสีสันหลากหลาย โดยนำเทคโนโลยีการเคลือบอบสีชั้นสูง มาใช้เคลือบลงบนแผ่นเหล็กเคลือบ ZINCALUME เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เหล็กเคลือบสี COLORBOND การเคลือบสีแบบพิเศษนี้ นอกจากจะทำให้เกิดความสวยงามในการใช้งานแล้ว ยังช่วยในเรื่องการกัดกร่อน จากสภาพอากาศและอุณหภูมิได้ดี ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานยิ่งขึ้น กรรมวิธีในการเคลือบสีเหล็ก COLORBOND เป็นไปตามมาตรฐาน ออสเตรเลีย AS 2728 (Pre-painted organic film/ metal laminate products) โดยแบ่งเป็นประเภทต่างกัน ตามรูปภาพที่ 2 ที่แสดงตัวอย่างชั้นเคลือบสี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3 ชั้นเคลือบสี

ที่มา: (บริษัทเอ็นเอสบลูสโคปไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด.กรุงเทพฯ:ม.ป.ท., ม.ป.ป.)

1.3 ขนาดเหล็กรีดลอน

1.3.1 ความกว้างที่ใช้งานได้ของเหล็กแผ่นมุงหลังคาให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตระบุในแบบโดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 3 มม.

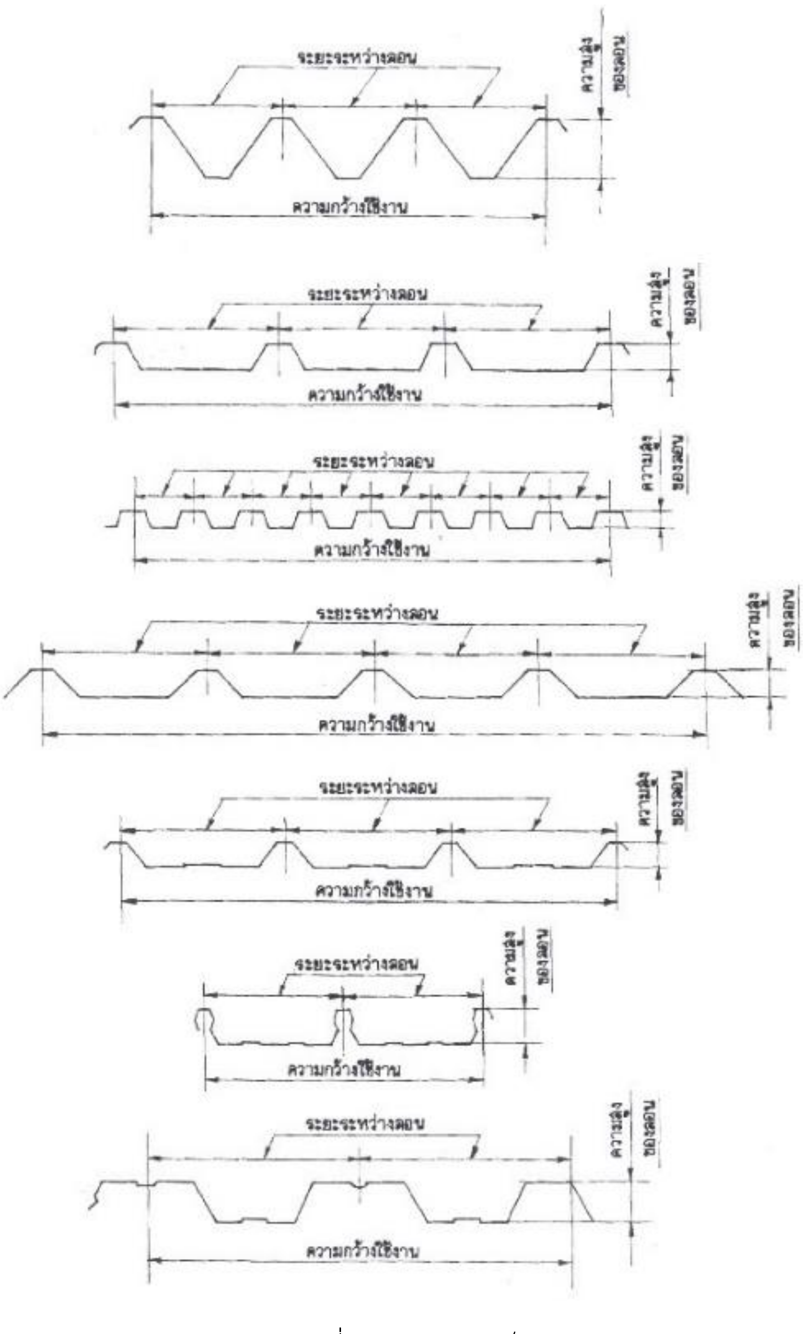
1.3.2 ความยาวของเหล็กแผ่นมุงหลังคา. ตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

1.3.3 ความหนาของแผ่นที่ไม่รวมชั้นเคลือบผิว หรือความหนาที่เนื้อเหล็ก ต้องไม่น้อยกว่า 0.40 มม. เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม THAI INDUSTRIAL STANDARD มอก. 1128 – 2535

1.3.4 มิติของลอน เป็นไปตามในแบบโดยมีความคลาดเคลื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม THAI INDUSTRIAL STANDARD มอก. 1128 – 2535

1.3.5 ระยะห่างระหว่างลอน ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน บวกลบ 3 มิลลิเมตร เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม THAI INDUSTRIAL STANDARD มอก. 1128 – 2535

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4 รูปร่างแผ่นเหล็ก
ที่มา: (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม THAI INDUSTRIAL STANDARD มอก. 1128 – 2535)

1.4 ระบบการติดตั้งของแผ่น

ในปัจจุบันการแบ่งประเภทแผ่นเหล็กรีดลอนแบ่งตามระบบการติตั้งได้ 3 ระบบ (สุภาวดี รัตนมาศ, 2553)

1.4.1 **ระบบยึดสกรู** โดยมีชื่อเรียกรุ่นผลิตต่าง ๆ ตามชื่อเรียกที่มีขายตามท้องตลาดปัจจุบัน เช่น

ชื่อผลิตภัณฑ์รุ่น Trimdek 760 มีความกว้างแผ่น 760 มม. ความสูงสันลอน 29 มม. โดยวัดจากสันรอนถึงสันรอน

ชื่อผลิตภัณฑ์รุ่น HR 29 มีความกว้างแผ่น 730 มม. ความสูงสันลอน 38 มม. โดยวัดจากสันรอนถึงสันรอน

ชื่อผลิตภัณฑ์รุ่น Panelrib มีความกว้างแผ่น 850 มม. ความสูงสันลอน 4 มม. โดยวัดจากสันรอนถึงสันรอน

ชื่อผลิตภัณฑ์รุ่น Trimmax 825 มีความกว้างแผ่น 825 มม. ความสูงสันลอน 22.5 มม. โดยวัดจากสันรอนถึงสันรอน เป็นต้น

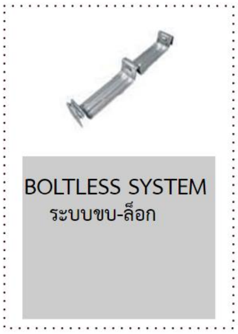
โดยอุปกรณ์การติดตั้งระบบยึดสกรูตามภาพตัวอย่างที่ 5

ภาพที่ 5 อุปกรณ์การติดตั้งระบบสกรู

1.4.2 **ระบบขบ-ล็อก** โดยมีชื่อเรียกรุ่นผลิตต่าง ๆ ตามชื่อเรียกที่มีขายตามท้องตลาดปัจจุบัน เช่น

ชื่อผลิตภัณฑ์รุ่น Clip Lock 700 มีความกว้างแผ่น 700 มม. ความสูงสันลอน 39 มม. โดยวัดจากสันรอนถึงสันรอน ขาล็อคเรียกว่า KL70

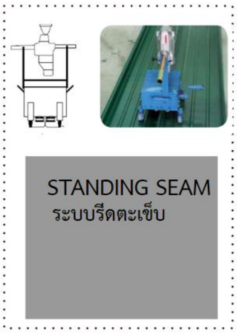
ชื่อผลิตภัณฑ์รุ่น Ultima Hirib มีความกว้างแผ่น 780 มม. ความสูงสันลอน 61 มม. โดยวัดจากสันรอนถึงสันรอน ขาล็อคเรียกว่า Hi-Rib Connector



ภาพที่ 6 อุปกรณ์การติดตั้งระบบขบ-ล็อค

1.4.3 **ระบบรีดตะเข็บ** โดยมีชื่อเรียกรุ่นผลิตต่าง ๆ ตามชื่อเรียกที่มีขายตามท้องตลาดปัจจุบัน เช่น

ชื่อผลิตภัณฑ์รุ่น Zipdek มีความกว้างแผ่น 400-600 มม. ความสูงสันลอน 65 มม. โดยวัดจากสันรอนถึงสันรอน มีอุปกรณ์สำคัญ คือ ขาล็อคและเครื่องรีดตะเข็บ ซึ่งสามารถรองรับหลังคารูปทรงต่าง ๆ ได้หลากหลาย เนื่องจากแผ่นมีลักษณะแตกต่างกัน



ภาพที่ 7 อุปกรณ์การติดตั้งระบบรีดตะเข็บ (เครื่องรีดตะเข็บ)

2. การกำหนดความโค้ง

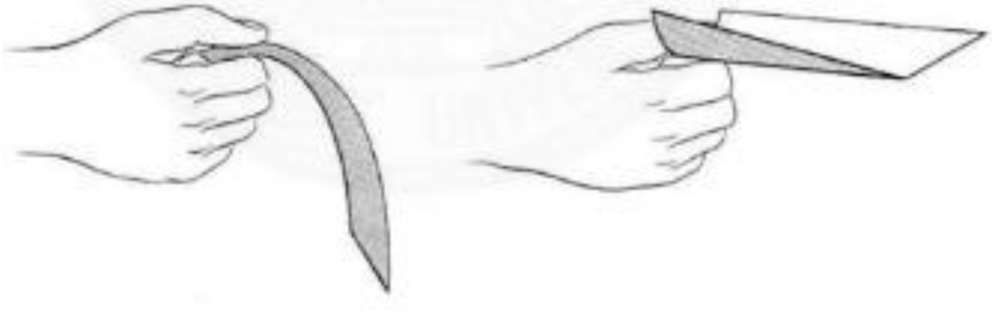
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับหลังคาโครงสร้างโค้ง

โดยทั่วไปโครงสร้างอาคารจะประกอบด้วยองค์อาคาร ประเภทเสา คาน พื้น และผนัง เนื่องจากองค์อาคาร ดังกล่าวมีลักษณะเป็นเส้นตรง หรือเกิดจากเส้นตรง ประกอบกันขึ้นมาเป็นโครงสร้างลักษณะกล่อง ทำให้ ง่ายต่อการก่อสร้าง อาคารลักษณะนี้จึงเป็นที่พบเห็น ได้โดยทั่วไป อย่างไรก็ดี ยังมีรูปแบบอื่นของ องค์อาคารที่ให้พื้นที่ภายในอาคารที่กว้าง ยาว และมีการรับถ่ายเทน้ำหนักในลักษณะเดียวกันตลอด ทั่วทั้งองค์อาคารนั้น แต่ไม่เป็นเส้นตรง

รูปแบบและ โครงสร้างที่จะกล่าวนี้คือโครงสร้างโค้ง (arches) (กิติพงศ์ ผลจันทร์ และ ทัต สัจจะวาที, 2548)

2.2 แนวคิดของโครงสร้างเชิงเส้นโค้ง (The Concept of Curvilinearity in Structuring)

หลักการพื้นฐานของโครงสร้างเชิงเส้นโค้งสามารถอธิบายให้เข้าใจโดยง่ายได้ด้วยแผ่นกระดาษ เมื่อถือแผ่นกระดาษไว้ในมือ แผ่นกระดาษจะโค้งงอและไม่สามารถต้านทานน้ำหนักของตัว มันเองได้ แต่เมื่อแผ่นกระดาษได้รับแรงกดจากนิ้วมือในบริเวณแกนกลางของแผ่นกระดาษ มันจะสามารถ คงรูปอยู่ได้และยังสามารถรับน้ำหนักได้อีกเล็กน้อย ความโค้งในแผ่นกระดาษจะก่อให้เกิดความแข็งและความสามารถในการรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถเหล่านี้ไม่ได้เกิดจากการเพิ่ม ปริมาณวัสดุที่ใช้ในการสร้างรูปทรง แต่การสร้างรูปทรงเชิงเส้นโค้งที่เหมาะสมจะทำให้เกิดเป็นโครงสร้าง ต้านทานรูปทรง (form-resistant structures) ซึ่งทำให้วัสดุสามารถคงรูปและรับน้ำหนักได้มากขึ้น (Structure in Architecture.) (Salvadori, M.G. (1963, อ้างถึงใน ธนัท ศักดานรเศรษฐ์, 2558)) ตามภาพ 8

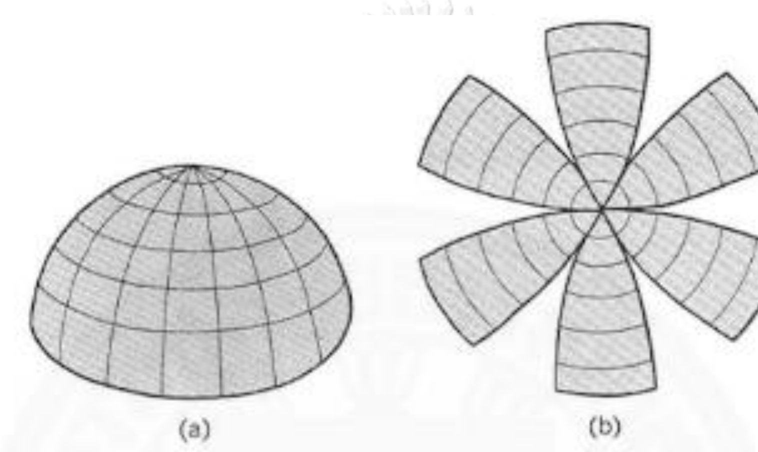


ภาพที่ 8 การใช้กระดาษแสดงหลักการของโครงสร้างต้านทานรูปทรง
ที่มา: (Salvadori, M.G. 1963, อ้างถึงใน ธนัท ศักดานรเศรษฐ์, 2558)

2.3 ความโค้ง (Curvatures)

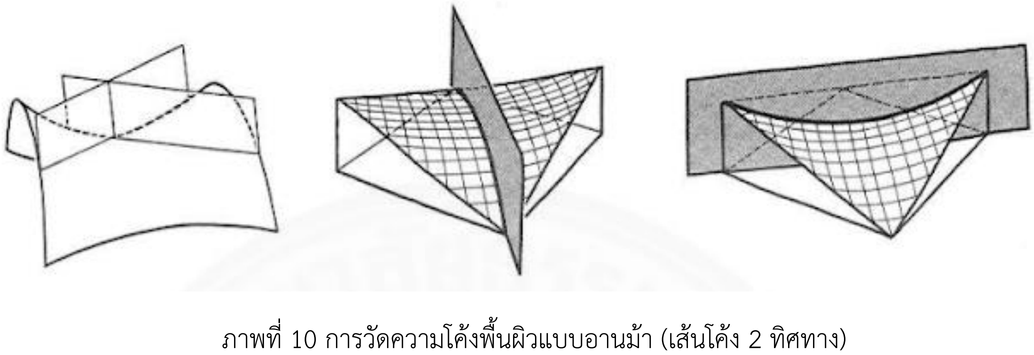
รูปทรงเชิงเส้นโค้งใด ๆ ล้วนมี “ความโค้ง” อยู่ทั้งสิ้น ความโค้งบนพื้นผิว (surface) ของรูปทรงที่จุดใด ๆ สามารถแสดงได้โดยการนำระนาบ (plane) ไปตัดและหมุนในตำแหน่งนั้นบนพื้นผิว การตัดกันของระนาบ (plane) และพื้นผิว (surface) ที่มีความโค้ง จะได้เป็นเส้นโค้งที่มี ความโค้งมาก-น้อยตามความโค้งบนพื้นผิวนั้น โดมทรงกลมจะมีความโค้งในแต่ละจุด

เท่ากัน และสำหรับ โดมรูปแบบอื่น ความโค้งจะเปลี่ยนแปลงจากมากไปหาน้อยหรือน้อยไปหามากตามการหมุนของระนาบพื้นผิวของโดมที่มีค่าความโค้งในแต่ละจุดเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน (มากขึ้นหรือ น้อยลง) จะเรียกว่าพื้นผิว synclastic ซึ่งรูปทรงประเภทนี้จะเป็นรูปทรงที่มีความแข็งแรงโดยธรรมชาติ มากที่สุดพื้นผิวแบบอานม้าเป็นพื้นผิวที่มีค่าความโค้งที่ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงจากค่าบวกไปเป็นค่าลบ เป็นพื้นผิวที่มีความโค้ง 2 ทิศทาง พื้นผิวประเภทนี้จะเรียกว่าพื้นผิว anticlastic ซึ่งเป็นพื้นผิวที่ไม่ สามารถคลี่ให้เป็นแผ่นแบนราบบนระนาบได้ คือ เส้นโค้ง 1 ทิศทาง และเส้นโค้ง 2 ทิศทาง

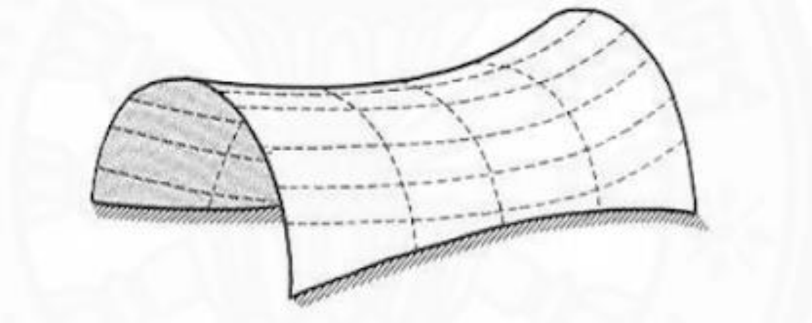


ภาพที่ 9 ต้านทานรูปทรงการคลี่พื้นผิวที่มีคุณสมบัติแบบ synclastic (เส้นโค้ง 1 ทิศทาง)
ที่มา: (Salvadori, M.G. 1963, อ้างถึงใน ธนัท ศักดานรเศรษฐ์, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 10 การวัดความโค้งพื้นผิวแบบอานม้า (เส้นโค้ง 2 ทิศทาง)
ที่มา: (Salvadori, M.G. 1963, อ้างถึงใน ธนัท ศักดานรเศรษฐ์, 2558)



ภาพที่ 11 เส้นโค้งที่อยู่ในพื้นผิวแบบอานม้า (เส้นโค้ง 2 ทิศทาง)
ที่มา: (Salvadori, M.G. 1963, อ้างถึงใน ธนัท ศักดานรเศรษฐ์, 2558)

3. ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เส้นโค้ง

ทุกวันนี้เราให้ความหมายว่า "เส้นตรง" ไม่ได้เป็นเส้นโค้ง แต่ในทางคณิตศาสตร์ ทั้งเส้นตรงและส่วนของเส้นตรง คือ เส้นโค้งที่ไม่มีความโค้งนั่นเอง สำหรับส่วนโค้งอาจเรียกได้ว่าเป็น "ส่วนของเส้นโค้ง" หมายถึงส่วนหนึ่งของเส้นโค้งที่สามารถหาอนุพันธ์ได้ (ธนัท ศักดานรเศรษฐ์, (2558)

3.1 เส้นโค้ง (อังกฤษ: curve)

เส้นโค้ง หมายถึง จุดทุกจุดที่ต่อเนื่องกันเป็นเส้นโดยไม่มีการขาดตอน เป็นวัตถุหนึ่งมิติ มีรูปร่างอย่างไรก็ได้ บางชนิดอาจนำเสนอได้ในรูปแบบของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์หรือกราฟของฟังก์ชัน ซึ่งอยู่บนระนาบสองมิติหรือไม่ก็ได้ เส้นโค้งแบ่งได้เป็นสองประเภทได้แก่

3.1.1 เส้นโค้งเปิด คือ เส้นโค้งที่ไม่มีจุดจบหรือไม่บรรจบกัน เช่น คลื่นรูปไซน์ พาราโบลา

3.1.2 เส้นโค้งปิด คือ เส้นโค้งที่บรรจบกันเป็นรูปปิดหรือลากทับรอยเดิมเป็นวงวน เช่น รูปวงกลม ไฮโพโทรคอยด์

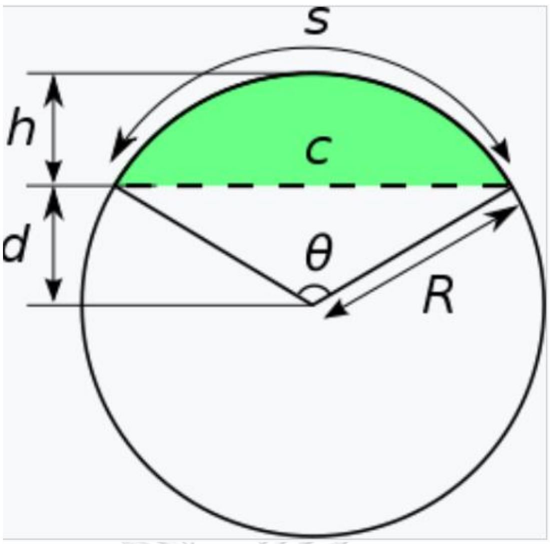
3.2 วิธีการ หาความยาวส่วนโค้งของวงกลม เส้นโคงแบบปิด

3.2.1 ความยาวส่วนของเส้นโค้ง

ส่วนโค้ง คือ ส่วนใดส่วนหนึ่งของเส้นรอบวงของวงกลม

ความยาวส่วนโค้งของวงกลม คือ ระยะจากจุดสิ้นสุดหนึ่งของส่วนโค้งนั้นไปที่จุดสิ้นสุดอีกจุดหนึ่ง ชื่อเรียกทางเรขาคณิตนี้ เรียกว่า เซกเมนต์ของวงกลม ที่แสดงในพื้นที่สีเขียว ดังภาพที่ 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 12 แสดงเซกเมนต์วงกลม (สีเขียว) ถูกปิดล้อมอยู่ระหว่างเส้นตรงที่ตัดวงกลม / คอร์ด (เส้นประ) และส่วนโค้งซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดที่เท่ากับของคอร์ด (ส่วนโค้งที่แสดงบนพื้นที่สีเขียว)

s คือ ความกว้างของเส้นโค้ง

h คือ ความสูงของเส้นโค้ง

R คือ รัศมีของเส้นโค้ง

$\boldsymbol{\theta}$ คือ มุมของเส้นโค้ง

สูตรการหาความยาวของ คอร์ด

$$c = 2R\sin\frac{\theta}{2} = R\sqrt{2-2\cos\theta}$$

สูตรการหาความยาวของความสูง

$$h = R(1-\cos\frac{\theta}{2}) = R - \sqrt{R^2 - \frac{c^2}{4}}$$

โดยเมื่อต้องการหาความยาวส่วนโค้งของวงกลมเมื่อรู้มุมที่จุดศูนย์กลางมีหน่วยเป็นองศา โดยวิธีการที่หาได้ตามสูตร (wikiHow, ม.ป.ป.)

$$arc\ length = 2\pi r\frac{\theta}{360}$$

4. คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุกับการแอ่น

4.1 คุณสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุ

โดยที่วัสดุทุกชนิดมีกำลังของวัสดุ ซึ่งกำลังของวัสดุใด ๆ จะขึ้นอยู่กับแรงเค้นภายใน (internal stress) หรือความเข้ม ของแรง (intensities of force) ที่เกิดขึ้นในวัสดุนั้น ซึ่งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงเค้นเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นมากในการออกแบบ (สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ, 2531)

วัสดุทุกชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุ ความแข็งแรง (strength) ความยืดหยุ่น (elasticity) ความแข็งเหนียว (stiffness) ซึ่งวัสดุโลหะมีความแข็งเหนียว โดยที่ความแข็งเหนียว หมายถึง ความสามารถของวัสดุที่จะรับแรงจนถึงพิกัดยืด หยุ่นของตัวเอง ค่าความแข็งเหนียวของวัสดุรวมทั้งของหน้าตัดวัสดุเองนั้น จะมีความสำคัญในการกำหนดความยาวช่วงพาด (span) และค่าการแอ่นตัว หรือการตกท้องช้าง (deflection)

โดยที่ความยืดหยุ่นของวัสดุ จะมีความสามารถของวัสดุที่จะเปลี่ยนรูปเมื่อถูก กระทำด้วยแรงดัด ดึง หรือแรงอัด ทำให้เกิดหน่วยแรงขึ้นภายในเนื้อวัสดุ แต่ จะสามารถกลับคืนสู่รูปเดิมเมื่อนำแรงที่กระทำออกจากวัสดุดังกล่าว ซึ่งวัสดุ แต่ละชนิดจะมีค่าพิกัดยืดหยุ่น (elastic limit) ของตัวเอง ซึ่งถ้าวัสดุถูกกระทำ ด้วยแรงที่เกินกว่าค่าพิกัดยืดหยุ่นดังกล่าววัสดุจะเปลี่ยนรูปร่างไปอย่าง ถาวรหรือแตกหัก คุณสมบัติความยืดหยุด เกิดจาก ความเค้นและความเครียดของวัดสดุ

ทั้งนี้ ความเค้น (Stress) หมายถึง ความเค้นคือแรงที่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัตถุซึ่งเป็นการตอบสนองต่อแรงภายนอก และความเครียด (Strain) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ (Deformation) เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ (เกิดความเค้น) การเปลี่ยนรูปของวัสดุนี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ภายในเนื้อวัสดุ ซึ่งลักษณะของมันสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

4.1.1 การเปลี่ยนรูปแบบอิลาสติกหรือความเครียดแบบคืนรูป (Elastic Deformation or Elastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่เมื่อปลดแรงกระทำ อะตอมซึ่งเคลื่อนไหวเนื่องจากผลของความเค้นจะเคลื่อนกลับเข้าตำแหน่งเดิม ทำให้วัสดุคงรูปร่างเดิมไว้ได้ ตัวอย่างได้แก่ พวกยางยืด, สปริง ถ้าเราดึงมันแล้วปล่อยมันจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิม

4.1.2 การเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกหรือความเครียดแบบคงรูป (Plastic Deformation or Plastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปที่ถึงแม้ว่าจะปลดแรงกระทำนั้นออกแล้ววัสดุก็ยังคงรูปร่างตามที่ถูกเปลี่ยนไปนั้น โดยอะตอมที่เคลื่อนที่ไปแล้วจะไม่กลับไปตำแหน่ง

เดิม วัสดุทุกชนิดจะมีพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำหรือความเค้นว่ามีมากน้อยเพียงใด หากไม่เกินพิกัดการคืนรูป (Elastic Limit) แล้ววัสดุนั้นก็จะมีพฤติกรรมคืนรูปแบบอิลาสติก (Elastic Behavior) แต่ถ้าความเค้นเกินกว่าพิกัดการคืนรูปแล้ววัสดุก็จะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวรหรือแบบพลาสติก (Plastic Deformation)

นอกจากความเครียดทั้ง 2 ชนิดนี้แล้ว ยังมีความเครียดอีกประเภทหนึ่งซึ่งพบในวัสดุประเภทโพลีเมอร์ เช่น พลาสติก เรียกว่าความเครียดกึ่งอิลาสติกจะมีลักษณะที่เมื่อปราศจากแรงกระทำวัสดุจะมีการคืนรูป แต่จะไม่กลับไปจนมีลักษณะเหมือนเดิม การวัดและคำนวณหาค่าความเครียดมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

4.1.2.1 แบบเส้นตรง ความเครียดที่วัดได้จะเรียกว่า ความเครียดเชิงเส้น (Linear Strain) จะใช้ได้เมื่อแรงที่มากระทำมีลักษณะเป็นแรงดึงหรือแรงกด ค่าของความเครียดจะเท่ากับความยาวที่เปลี่ยนไปต่อความยาวเดิม

4.1.2.2 แบบเฉือน เรียกว่า ความเครียดเฉือน (Shear Strain) ใช้กับกรณีที่แรงที่กระทำมีลักษณะเป็นแรงเฉือน ค่าของความเครียดจะเท่ากับระยะที่เคลื่อนที่ไปต่อระยะห่างระหว่างระนาบ

4.2 อัตราส่วน ความเค้นและความเครียด

เมื่อเราได้ศึกษาเกี่ยวกับโลหะอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือ ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างความเค้นความเครียดในโลหะ อัตราส่วนความเค้นต่อความเครียดจะเป็นสัดส่วน แบบเชิงเส้นถึงค่า หนึ่งจากนั้นก็จะไม่เป็นเชิงเส้น (วัสดุจะเริ่มเข้าสู่การเสียรูปจากรูปร่างเดิม จนกระทั่งพัง) วัสดุที่เป็นโลหะจะมีความสัมพันธ์ความเค้นต่อความเครียด ค่าคงที่ค่าหนึ่ง โดยวัสดุแต่ละชนิดจะมีค่านี้ไม่เท่ากัน อัตราส่วนความเค้นต่อความเครียดของวัสดุเราเรียกว่าโมดูลัสความ ยืดหยุ่น หรือค่ายังโมดูลัส (Modulus of elasticity or Yong s Modulus มาจากชื่อโทมัสยัง : Thomas Yong) โดยของเหล็กมีค่า 196.5 หน่วยที่ได้เหมือนกับความเค้น

วัสดุจะเริ่มเข้าสู่การเสียรูปจากรูปร่างเดิมจะมีความการแอ่น ซึ่งหมายถึง การตรวจสอบกำลังของวัสดุจำเป็นต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนรูปของคานคานทั่วไปเมื่อรับน้ำหนักจะเปลี่ยนรูปโดยการโก่งตัว (deflection) ทำให้แนวแกน เดิมของคานที่เป็นเส้นตรงเปลี่ยนเป็นเส้นโค้งโดยเลื่อนตำแหน่งอยู่เหนือหรือใต้แนวเส้นตรงเดิม

2.2 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นหาข้อมูลงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุแผ่นเหล็กรีดลอนในปัจจุบัน พบว่าที่ผ่านมาในประเทศไทย การศึกษาโดยส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากการนำแผ่นเหล็กรีดลอนมาใช้ในต้านต่าง ๆ เช่น ด้านความร้อน ด้านเสียง เป็นต้น ทำให้เห็นว่ามีช่องว่างขององค์ความรู้ทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กายภาพของแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอน ที่นำมาใช้ในการออกแบบ ซึ่งมีความสำคัญในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับรูปทรงและลักษณะของอาคาร เพื่อการใช้งานแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอนให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุด

1. ฉัตร สุจินดา 2552 เรื่อง การวิเคราะห์หลังคาโครงไร้โครงถักช่วงยาว 30 เมตร วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ศึกษาไว้ในปี พ.ศ. 2552

จากการศึกษาพบว่าการนำแผ่นเหล็กรีดลอนมาใช้ทำหลังคาโค้งไร้โครงสร้างในประเทศไทยในปัจจุบันสามารถทำระยะความห่างเสาได้มากที่สุดถึง 30 ศึกษาโดยวิธีการทำการทดสอบการรับน้ำหนักตัวอย่างขนาดเท่าของจริงเปรียบเทียบกับข้อมูลทางเรขาคณิตของโครงสร้างที่ใช้ในแบบจำลอง โดยผลการวิจัยได้ทำนายค่าเคลื่อนตัวของแนวดิ่ง ซึ่งความท้าทายของหลังคาประเภทนี้ คือ หลังคาจะต้องได้รับการออกแบบให้รับน้ำหนักได้เองทั้งหมดโดยการผลิตเหล็กรีดลอนแล้วพับขึ้นเป็นตัวยู ซึ่งมีลักษณะแผ่นหลังคาแตกต่างจากหลังคาเหล็กรีดลอนโดยทั่วไปและไม่ได้ใช้ความสามารถในการแอ่นของวัสดุมาออกแบบหลังคาเหล็กรีดลอนประเภทนี้

2. ธนัท ศักดานรเศรษฐ์ (2558) เรื่อง แนวทางการออกแบบและก่อสร้างสถาปัตยกรรมรูปทรงเรขาคณิตเชิงเส้นโค้งด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติด้วยวัสดุซีเมนต์:กรณีศึกษา การออกแบบศาลาอเนกประสงค์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

จากการศึกษาพบว่าเลือกรูปทรงแบบเปลือกโค้ง การก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมรูปทรงเรขาคณิตยังมีข้อจำกัดและพบปัญหาในกระบวนการก่อสร้าง ศึกษาโดยวิธีการการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาใช้ในการสร้างแบบจำลองพิมพ์สามมิติทดแทนด้วยวัสดุซีเมนต์ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการก่อสร้างอาคารที่มีรูปทรงโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. กุลทรัพย์ ผ่องศรีสุข, ณัฐพงษ์ กุลท้วม และเอกรินทร์ ระลาธิ 2559 สาขาวิศกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ศึกษาไว้ในปี 2553 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความแอ่น-ความเค้นดัด และอัตราส่วนทางเรขาคณิตของแผ่นวัสดุเชิงประกอบเรียงชั้นแบบสมมาตรขอบสี่ด้านรองรับการยึดแน่น

จากการศึกษาพบว่าการคำนวณระยะความแอ่นและความเค้นดัดและมีการแปรผันอัตราส่วนทางเรขาคณิตตั้งแต่ 1:1 เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 กระทั่งระยะการแอ่นและความเค้นดัดมีค่าลู่เข้า โดยใช้วิธีการคำนวณทำให้ทราบว่าระยะการแอ่นกับอัตราส่วนทางเรขาคณิตมีความสัมพันธ์

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาหลังคาโค้งจากวัสดุเหล็กรีดลอน และศึกษาแนวทางวิธีการกำหนดค่าความโค้งของวัสดุเหล็กรีดลอนที่ใช้ออกแบบหลังคาโค้งที่เหมาะสม จากข้อมูลจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ วัสดุเหล็กรีดลอน หลังคาโค้ง จากภาครัฐและเอกชน รายละเอียดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กฎข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง คู่มือผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิต เพื่อรวบรวมประเด็นในการกำหนดแนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุเหล็กรีดลอนที่เหมาะสม ซึ่งระเบียบวิธีวิจัยประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

3.2 การคำนวณควายาวเส้นโค้ง

3.3 ปัจจัยในการออกแบบหลังคาโค้ง

3.4 ปัจจัยค่าใช้จ่ายแผ่นเหล็กรีดลอน

3.5 การสำรวจ สังเกตการณ์ โรงงาน และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง

3.6 การสัมภาษณ์ผู้ออกแบบของโครงการกรณีศึกษา 13 โครงการ

3.7 วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการการสำรวจ สังเกตการณ์ โรงงาน และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องการผลิต เพื่อสรุปสภาพและสถานการณ์ปัจจุบัน รวมถึงปัญหาของการผลิตหลังคาโค้งที่ใช้วัสดุเหล็กรีดลอน

นำผลที่ได้มาจัดทำแบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้ออกแบบจากโครงการกรณีศึกษาทั้ง 13 แบบ เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาหาแนวทางในการสรุปต่อไป รวมถึงใช้วิธีการการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบเพื่อทราบ

จากนั้นทำการทดลองโดยวิธีการคำนวณและขึ้นรูปจำลอง 2 มิติ เพื่อนำแบบจำลองที่ได้มาเปรียบเทียบผลการศึกษา จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาจัดทำตารางวิเคราะเปรียบเทียบ เพื่อพิจารณาหาแนวทางในการสรุปผลต่อไปโดยมีการวางแผนในการดำเนินการศึกษาดังนี้

3.1.1 ช่วงที่ 1 การศึกษาข้อมูลและทบทวนทฤษฎี

การศึกษาข้อมูลและทบทวนทฤษฎีเป็นการรวบรวมข้อมูลเชิงทุติยภูมิจากการศึกษาหนังสือ เอกสารทางวิชาการด้านแนวคิด หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหลังคา หลังคาโค้ง วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

1. มาตฐานการผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน คู่มือผลิตภัณฑ์หลังคาเหล็กรีดลอน
2. แนวคิดการออกแบบหลังคาโค้ง ประเภทของหลังคาโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. โครงสร้างเส้นโค้ง ทฤษฎีเส้นโค้ง
4. คุณสมบัติของวัสดุ การแอ่นของวัสดุ
5. วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 ช่วงที่ 2 การเก็บข้อมูล

ในช่วงนี้เป็นการรวบรวมประเด็นจากการสำรวจโรงงานและสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับการผลิตหลังคาเหล็กรีดลอน รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ ตลอดจนการรวบรวมในประเด็นข้อคำนึงการใช้แผ่นเหล็กรีดลอนเพื่อเป็นวัสดุมุงที่มีลักษณะโค้ง เพื่อเปรียบเทียบวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการขึ้นรูปจำลอง 2 มิติ จากอาคารกรณีศึกษา และทดลองคำนวณตามทฤษฎี และผลกระทบที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดกรอบการศึกษา โดยกำหนดประเด็นในด้านขอบเขตและข้อจำกัดในการศึกษาแนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้เหล็กรีดลอน สำหรับอาคารที่มีโครงสร้างช่วงกว้างโดยมีหลังคาโค้งทิศทางเดียว
2. สำรวจโรงงานผลิต เพื่อดูกระบวนการผลิต ข้อจำกัดในการผลิต มาตรฐานการผลิต ข้อคำนึงที่สำคัญในการผลิตควบคู่กับการสอบถามรายละเอียดการผลิตจากแบบก่อสร้างของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในโรงงานโดยใช้วิธีสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบ่งออกเป็น 3 ฝ่าย ได้แก่
    - ฝ่ายขาย
    - ฝ่ายวิเคราะห์และสั่งผลิต
    - ฝ่ายผลิต
3. สัมภาษณ์ผู้ออกแบบของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร โดยใช้วิธีสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อทราบถึงข้อคำนึงพิจารณาการกำหนดความโค้ง
4. ขึ้นรูปจำลอง 2 มิติ โดยดูข้อมูลจากรูปตัดในแบบก่อสร้างของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้เหล็กรีดลอน พิจารณาค่าสำคัญของเส้นโค้ง
5. ทดลองปรับค่าเส้นโค้งโดยวิธีการคำนวณและขึ้นรูปจำลอง 2 มิติ เพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์กับความเหมาะสมจากการผลิตหลังคาโค้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้เหล็กรีดลอนที่เหมาะสม

3.1.3 ช่วงที่ 3 ประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ผล

ทำการรวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความโค้งกับข้อจำกัดของการออกแบบจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ 13 อาคารกรรณีศึกษา และการปรับใช้ความโค้ง

ที่เปลี่ยนแปลง โดยสรุปเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้รับจากการปรับใช้หลังคาโค้งโดยไม่ดัด ร่วมกับการขนส่งแผ่นหลังคา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

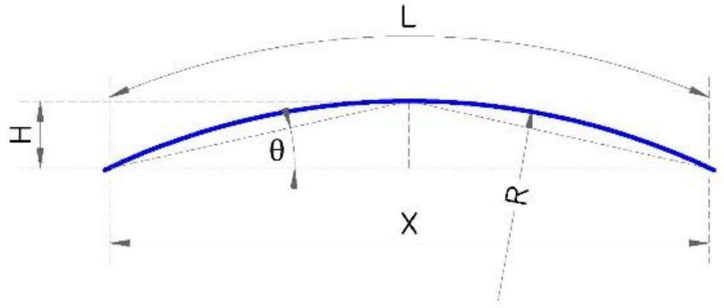
1. โครงสร้างหลังคาโค้ง
2. การนำเครื่องจักรไปผลิตที่สถานที่ก่อสร้าง
3. การลดความสูญเสียวัสดุ

3.1.4 ช่วงที่ 4 สรุปผลและอภิปรายข้อเสนอแนะ

นำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้รับจากการปรับใช้หลังคาโค้งใช้หลังคาโค้งโดยไม่ดัด ร่วมกับการขนส่งแผ่นหลังคา มาทำการสรุปผล เพื่อพิจารณาหาแนวทางในการออกแบบหลังคาโค้งที่ใช้เหล็กรีดลอนที่เหมาะสม

3.2 การคำนวณความยาวเส้นโค้ง

การคำนวณความยาวส่วนโค้ง โดยที่ส่วนโค้งที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นส่วนโค้งที่เป็นส่วนหนึ่งของเส้นรอบวงกลม ถ้าทราบว่ามุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมมีขนาดเท่าไร เราจะหาความความยาวของส่วนโค้งนั้นได้ ที่จะมีความสัมพันธ์กับความกว้างและความสูงของเส้นโค้ง โดยมีรายละเอียด ตามภาพที่ 13 ดังนี้



ภาพที่ 13 ภาพแสดงชื่อเรียกความสัมพันธ์ของเส้นโค้ง

X คือ ความกว้างของเส้นโค้ง

H คือ ความสูงของเส้นโค้ง

L คือ ความยาวของเส้นโค้ง

R คือ รัศมีของเส้นโค้ง

โดยการคำนวณหาความเอียงเส้นโค้งของการศึกษาวิจัยชิ้นนี้ หามาจากค่าของมุมที่เกิดจาก ส่วนที่สูงสุดของเส้นโค้งตั้งฉากกับความกว้างของเส้นโค้ง โดยแสดงเป็นค่าของมุม $\boldsymbol{\theta}$ จากรูปภาพที่ 13 ที่ปรากฎข้างต้น

3.3 ปัจจัยในการออกแบบหลังคาโค้ง

3.3.1 โครงสร้างโค้ง

อาคารที่ใช้โครงสร้างโค้งให้พื้นที่ภายในที่กว้างและยาวและมีการรับถ่ายเทน้ำหนักในลักษณะเดียวกันตลอดทั่วทั้งอาคารนั้นแต่ไม่เป็นเส้นตรง รูปแบบโครงสร้าง คือ รูปแบบโครงสร้างโค้ง (arches) โครงสร้างโค้งออกแบบเพื่อรองรับน้ำหนักทั้งทางภายนอกและภายในแล้วเกิดเป็นหน่วยแรงอัดในแนวแกน (axial comprehension) ของโค้งตลอดทั้งส่วนโค้งคล้ายเสา โดยจะถ่ายเทแรงกระทำในแนวดิงไปเป็นแรงที่แนวเอียงตามความโค้งแล้วจึงถ่ายน้ำหนักลงสู่ตอม่อ (abutment) ที่รองรับทั้งสองข้างต่อไป

หลังคาเปลือกบาง (shell) เป็นโครงสร้างที่ทำจากคอนกรีตเสริมเหล็กมีรูปร่างโค้งและบางรูปร่างดังกล่าวสามารถถ่ายเทแรงจากน้ำหนัก ที่มากระทำบนหลังคาให้ผ่านเปลือกบางหรือส่วนโค้งในรูปของหน่วยแรงอัดแรงดึงและแรงเชื่อนตามหน้าตัดของส่วนโค้งเมื่อเทียบตามสัดส่วนแล้วหลังคาชนิดนี้มีผิวบาง แต่ยังสามารถรับน้ำหนักบรรทุกชนิดแผ่แบบสม่ำเสมอ (uniform load) ได้มาก แต่จะไม่เหมาะกับการนำไปรับน้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุด (concentrated load)

โครงสร้างของเพดานหรือแบบต่อเนื่อง หมายถึง โครงสร้างของหลังคาต่อเนื่องเป็นรูปโค้ง ใช้ในโถงประชุมใหญ่ใหญ่ มีปลายล่างต่อกับสันยันกำแพงหรือตอม่อยาวยาวตลอดแนว เพื่อค้ำยันและรองรับ

โดยแรงดันของโครงสร้างโค้งจะกระทำบนตอม่อซึ่งแปรผันตามขนาดของน้ำหนักบรรทุกและความยาวช่วงพาดแต่จะผกผันกับความสูงในแนวดิ่งของส่วนโค้ง (กิติพงศ์ ผลจันทร์ และ ทัต สัจจะวาที, 2548)

3.3.2 ความลาดชันของหลังคา

รูปร่างของหลังคา ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดจะมีผลต่อรูปลักษณ์ของอาคารอย่างมากรวมถึงการทำให้แนวชายคามีรูปแบบต่างกัน เช่น ใต้ขอบพอดีกับผนัง ปลายขอบยื่นออกจากผนัง หรือถูกปิดบังด้วยแผงกั้น (parapet) อีกทั้งอาจโชว์รูปร่างของโครงสร้างหลังคาด้านล่าง หลังคาแบบมีความลาดชันอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

ความลาดชันต่ำไม่เกิน 3:12

ความลาดชันมากอาจอยู่ระหว่าง 4:12 ถึง 12:12

โดยอัตราความลาดชันจะมีผลต่อการเลือกใช้วัสดุมุงหลังคา และโครงสร้างหลังคาเมื่อต้องรับแรงลมหลังคาแบบมีความลาดชันต่ำ จะไม่สามารถถ่ายเทน้ำฝนได้อย่างรวดเร็ว ความสูงและพื้นที่หลังคาจะแปลผันตามระยะในแนวราบ โดยพื้นที่หลังคาอาจนำมาใช้สอยได้ (กิติพงศ์ ผลจันทร์ และ ทัต สัจจะวาที, 2548)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

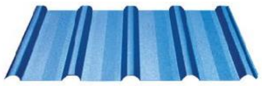
การออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ทำให้หลังคามีหลายรูปแบบ ด้วยการพัฒนาทางอุตสาหกรรมทำให้วัสดุที่ใช้ก่อสร้างมีประสิทธิภาพสูงจึงได้พัฒนาไปอย่างกว้างขวาง โครงหลังคาสามารถพาดช่วงได้ กว้างไกลด้วยประสิทธิภาพของคอนกรีตและเหล็ก ด้วยระบบการ รับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นผิวทำให้เกิดโครงหลังคาที่พัฒนาต่อ มาจากหลังคาโดมและโวลต์นั่นคือ โครงสร้างแผ่นพับ (folded plate) และโครงสร้างเปลือกบาง (thin shell structure) โครงสร้างแผ่นผิว (membrane) และโครงสร้างรองรับด้วยอากาศ (air-supported structure) โครงสร้างพองลม (pnuematic structure) โครงหลังคาเหล็ก หลังคาโครงทรัส (truss roof) รูปต่างๆ โครงสเปซ เฟรม (space frame) โครงแขวน (suspension structure) โครงเคเบิล (cable structure) (สุภาวดี รัตนมาศ, 2543)

3.3.3วัสดุแผ่นเหล็กรีดลอน

1. ข้อมูลการผลิตหลังคาโค้งแผ่นเหล็กรีดลอนตามรุ่นผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารพบว่าการผลิตแผ่นเหล็กรีดลอนนั้นมีข้อจำกัดและความสามารถที่แตกต่างกัน โดยสามารถจำแนกได้ตามรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่กล่าวในรายละเอียดของคุณสมบัติ (NS Bluescope Lysaght Thailand, ม.ป.ป.) โดยสรุปไว้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลข้อจำกัดในการผลิตแต่ละรุ่นของเครื่องจักรดัดโค้ง

ชื่อรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอน	ความกว้างแผ่น	ความสูงลอน	ความหนา (มิลลิเมตร)	โค้งดัด (เมตร)	โค้งไม่ดัด (เมตร)
1. KL700	700 mm.	39 mm.	0.42-0.60	0.70-50	≥ 50
2. Ultima Hi-Rib	780 mm.	66 mm.	0.40-0.60	0.65-60	≥ 60
3. TD760 	760 mm.	29 mm.	0.35-0.60	0.45-60	≥ 60
4.HR-29	730 mm.	38 mm.	0.35-1.00	065-40	≥ 40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชื่อรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอน	ความกว้าง แผ่น	ความสูง ลอน	ความหนา (มิลลิเมตร)	โค้งดัด (เมตร)	โค้งไม่ดัด (เมตร)
5. Trimmax	825 mm.	22.5 mm.	0.35-0.42	0.40-60	≥ 60
6.Panelrib	850 mm.	4 mm.	0.35-0.42	-	≥ 7

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหลังคาโค้ง จะแบ่งออกเป็น 2 ความโค้งที่ใช้ในการจำแนกการผลิต โดยโค้งดัดจะแสดงรัศมีที่เครื่องจักรสามารถดัดโค้งได้น้อยที่สุด-มากที่สุด และโค้งไม่ดัดจะแสดงรัศมีที่แผ่นเหล็กรีดลอนสามารถโค้งได้ตามธรรมชาติโดยไม่ต้องดัด ซึ่งมาจากการคำนวนความสามารถตามการแอ่นธรรมชาติของวัสดุที่จะทำให้เกิดเส้นโค้ง โดยคำนวณมากจากหน้าตัด ซึ่งแตกต่างกันที่ความกว้างรวมของแผ่นหลังขึ้นรูปลอน ความสูงของลอนโดยมีชื่อเรียกตามรุ่นที่ต่างกัน ทั้งนี้ยังรวมถึงตามความหนาของเนื้อเหล็กก่อนเคลือบ โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เลือกรุ่น TD760 ความหนาที่เนื้อเหล็กที่ 0.42 มิลลิเมตร

2. จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ของผลิตภัณฑ์แผ่นเหล็กรีดลอนในประเทศไทย

ในปัจจุบัน สามารถสรุปข้อมูลลักษณะรูปแบบของการผลิตแผ่นเหล็กรีดลอนแบบโค้ง ได้ดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. แผ่นหลังคาโค้งธรรมดา

ภาพที่ 14 แผ่นหลังคาโค้งธรรมดา

1. แผ่นหลังคาโค้งแบบดัด

ภาพที่ 15 แผ่นหลังคาโค้งแบบดัด

2. แผ่นหลังคาโค้งแบบสอบ

ภาพที่ 16 แผ่นหลังคาโค้งแบบสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. แผ่นหลังคาโค้งสองทิศทาง

ภาพที่ 17 แผ่นหลังคาโค้งสองทิศทาง

แผ่นเหล็กรีดหลอน ที่พบในท้องตลาดมีหลายประเภท ซึ่งในระบบต่าง ๆ ของการติดตั้งแผ่นบการติดตั้งแผ่นเหล็กรีดลอนได้แบ่งออกเป็นหลายลักษณะแผ่นโดย จากการศึกษา แผ่นลักษณะแบบโค้งในปัจจุบัน ที่พบเห็นแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. แผ่นโค้งธรรมดา
2. แผ่นโค้งแบบดัด
3. แผ่นโค้งแบบสอบ
4. แผ่นโค้งสองทิศทาง

โดยงานวิจัยชิ้นนี้เราจะศึกษาในส่วนที่เป็นหลังคาโค้งธรรมดาและหลังคาโค้งดัดเท่านั้น

3.4 ปัจจัยค่าใช้จ่ายแผ่นเหล็กรีดลอน

เนื่องด้วยหลังคาเหล็กรีดลอน มีลักณะของแผ่นที่สามารถยาวต่อเนื่องได้ ตามการออกแบบของหลังคาอาคาร การพิจารณาค่าใช้จ่าย จากการศึกษาข้อมมูล จึงได้แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย และสรุปไว้ดังนี้

3.4.1 ราคาแผ่น

ข้อมูลราคาหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอนจากกรมบัญชีกลาง สามารสรุปได้ว่า ราคาหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน มีระดับราคา โดยกำหนดมาจาก 3 ส่วน คือ 1. ความหนาเหล็ก และชั้นเคลือบเหล็ก และรูปแบบหลังคา โดยราคาที่ระบุไว้กรมบัญชีกลาง หลังคาโค้ง จะมีราคาสูงกว่าหลังคาปรกติ (กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง สำนักอำนวยการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562)

3.4.1 การขนส่ง

ความยาวของแผ่นที่สามารถขนส่งได้ จะเป็นไปตามความยาว ที่แยกตามประเภทของรถขนส่ง ซึ่งมีหลากหลายประเภท จากการศึกษาข้อมูล อ้างอิงกฎการขนส่งตาม กฎกระทรวง ฉบับที่ 4 (2522) พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 จึงสรุปกฎเกณฑ์ด้านการกำหนดการยื่นของระขนส่งไว้ดังนี้

1. ความยาวด้านหน้ายื่นไม่เกินหน้าหม้อน้ำรถ
2. ความยาวด้านหลังยื่นพ้นตัวรถไม่เกิน 2.50 เมตร

3.5 การสำรวจ สังเกตการณ์ โรงงาน และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง

สำรวจโรงงานผลิตจากบริษัทที่ดำเนินการผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน เพื่อดูกระบวนการผลิตหลังคาโค้ง ข้อจำกัดในการผลิต มาตรฐานการผลิต ข้อคำนึงที่สำคัญในการผลิตควบคู่กับการสอบถามรายละเอียดการผลิตจากแบบก่อสร้างของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องใน

โรงงานโดยในการสัมภาษณ์ได้ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive samplings) โดยสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ฝ่าย ได้แก่

1. ฝ่ายขาย
2. ฝ่ายวิเคราะห์และสั่งผลิต
3. ฝ่ายผลิต

3.6 การสัมภาษณ์ผู้ออกแบบของโครงการกรณีศึกษา 13 โครงการ

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองทางกายภาพซึ่งเป็นการปรับใช้ความโค้งให้เหมาะสมโดยเปรียบเทียบจากค่าความโค้งเดิมตามแบบก่อสร้างเพื่อศึกษา ข้อจำกัดและปัจจัยที่สำคัญของการกำหนดความโค้ง ของหลังคาอาคาร ดังนั้นในการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับการออกแบบได้กำหนดให้จำนวนกลุ่มผู้ออกแบบเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในด้านการออกแบบสภาพกายภาพของอาคารที่มีหลังคาโค้งและขั้นตอนกระบวนการการก่อสร้าง

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาแนวทางการแอกแบบหลังคาโค้ง ที่ใช้วัสดุเหล็กรีดลอน เพื่อกำหนดวิธีการออกแบบค่าความโค้งของหลังคาอาคาร ทำให้มีการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ออกแบบเพื่อเข้าใจถึงข้อจำกัดและความเป็นไปได้ในการกำหนดใช้ และ ผลประโยชน์ที่จะได้รับทั้งในด้านการใช้ประโยชน์ เพื่อลดการสูญเสียด้าน วัตถุดิบ กระบวนการที่จะส่งผลต่อระยะเวลาและแรงงาน ในการสัมภาษณ์ได้ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive samplings) โดยสัมภาษณ์ผู้ออกแบบจากโครงการกรณีศึกษาจำนวน 13 อาคาร

3.7 วิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปฐมภูมิซึ่งเกิดจากการสำรวจโรงงานผลิตและสัมภาษณ์ ผู้เกี่ยวข้องโดยรวบรวมประเด็นการผลิตแผ่นโค้ง เปรียบเทียบการวิเคราะห์การผลิตของแต่ะแบบอาคารกรณีศึกษาที่มีหลังคาโค้ง 13 อาคาร รวมถึง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการใช้วัสดุหลังคาโค้งตลอดจนการสัมภาษณ์เชิงลึกด้วยชุดคำถามแบบปลายเปิดกับผู้เกี่ยวข้องจาก 3 ฝ่าย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปฐมภูมิซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ด้านกายภาพจากแบบของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร รวมรวมประเด็นข้อมูลของอาคาร พื้นที่ใช้สอยของอาคาร ความกว้างของช่วงเสาอาคาร ระดับความสูงของหลังคาโค้ง ลักษณะความโค้งของหลังคาโค้ง

ผลวิเคราะห์ที่เกิดจากการทดลองโดยวิธีการ จำลองเส้นโค้ง 2 มิติ และ จากข้อมูลรูปตัดของแบบกรณีศึกษา 13 อาคาร เพื่อนำข้อมูล ความกว้างของเส้นโค้ง ความสูงของเส้นโค้ง รัศมีของเส้นโค้งและมุมของเส้นโค้ง เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ ของวิธีการผลิตแผ่นโค้ง ซึ่งสามารถแยกประเด็นในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ 2 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์การใช้โค้งไม่ดัด

1.1 ผลการวิเคราะห์ที่เกิดจากการปรับเส้นโค้ง 2 มิติ ให้มีความโค้งที่สามารถผลิตในรูปแบบโค้งไม่ดัด เปรียบเทียบกับค่า ความลาดเอียงของ หลังคาโค้ง

1.2 ผลการวิเคราะห์ที่เกิดจากการปรับเส้นโค้ง 2 มิติ ให้มีความโค้งที่สามารถผลิตในรูปแบบโค้งไม่ดัด เปรียบเทียบกับค่า ความความยาวเส้นโค้ง ของหลังคาโค้ง

1.3 ผลการวิเคราะห์ที่เกิดจากการปรับค่าความโค้งจากการคำนวน ให้มีความโค้งที่สามารถผลิตในรูปแบบโค้งไม่ดัด เปรียบเทียบกับค่า ความลาดเอียงของ หลังคาโค้ง เพื่อนำข้อมูลมาสรุปความกว้างของเส้นโค้ง ความสูงของเส้นโค้ง รัศมีของเส้นโค้งและมุมของเส้นโค้ง

1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปฐมภูมิ ตลอดจนการสัมภาษณ์เชิงลึกด้วยชุดคำถามแบบปลายเปิดกับผู้ออกแบบจากแบบอาคารกรณีศึกษาที่มีหลังคาโค้ง 13 อาคาร ซึ่งสามารถแยกประเด็นในการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านข้อคำนึงในการกำหนดความโค้ง โดยนำมาหาความสัมพันธ์ เพื่อหา วิธีการกำหนดความคงที่เหมาะสม

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์การใช้โค้งไม่ดัดแบบต่อแผ่น

2.1 ผลการวิเคราะห์ที่เกิดจากการปรับเส้นโค้ง 2 มิติ ให้มีความโค้งที่สามารถผลิตในรูปแบบโค้งไม่ดัด และสามารถขนส่งได้ 3 รูปแบบ และพิจารณาข้อมูล

2.2 ผลการวิเคราะห์ที่เกิดจากการปรับเส้นโค้ง 2 มิติ ให้มีความโค้งที่สามารถผลิตในรูปแบบโค้งไม่ดัด และสามารถขนส่งได้ 3 รูปแบบ เปรียบเทียบกับค่า ความลาดเอียง

2.3 ผลการวิเคราะห์ที่เกิดจากการปรับเส้นโค้ง 2 มิติ ให้มีความโค้งที่สามารถผลิตในรูปแบบโค้งไม่ดัด และสามารถขนส่งได้ 3 รูปแบบ เปรียบเทียบกับค่ารัศมี

โดยมีวิธีการแสดงผลการศึกษาเป็นรูปภาพเปรียบเทียบ แสดงความต่างระหว่างการใช้โค้งดัดและหลังการปรับใช้โค้งไม่ดัด อีกทั้งแสดงผลเป็นตารางเปรียบเทียบค่าความโค้งต่าง ๆ ที่นำมาใช้วิเคราะห์และสรุปข้อมูลต่อไป

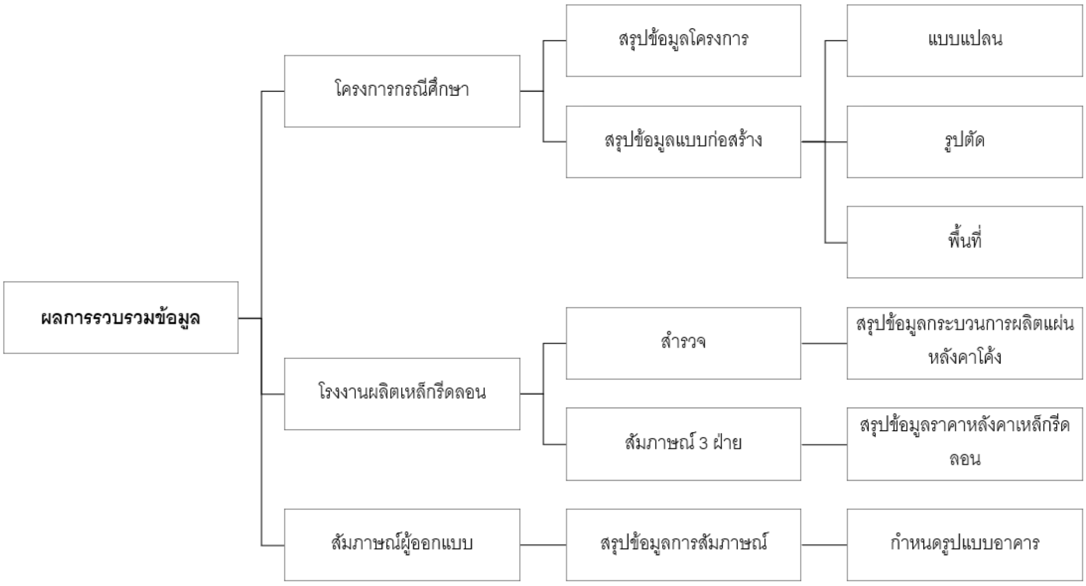
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
สรุปผลการรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการผลิตแผ่นเหล็กรีดลอนโดยศึกษาจากบริษัทที่ดำเนินการผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลขั้นปฐมภูมิแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลแบบก่อสร้างจากโครงการกรณีศึกษา 13 อาคาร
2. ข้อมูลการสำรวจโรงงาน กระบวนการวิเคราะห์การผลิตแผ่นหลังคา รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในโรงงานผู้ผลิต
3. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบโครงการกรณีศึกษา 13 อาคาร

โดยสามารถสรุปเป็นแผนผังได้ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 แผนผงสรุปผลการรวบรวมข้อมูล

โครงการกรณีศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เลือกอาคารที่ใช้วัสดุแผ่นเหล็กรีดลอนเป็นกรณีศึกษาจำนวน 13 แห่ง เนื่องจากผู้วิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยศึกษาจากแบบก่อสร้างที่มีหลังคาโค้ง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ โครงการที่เจ้าของเป็นภาคเอกชน และโครงการที่เจ้าของเป็นภาครัฐ ซึ่งมีรายชื่อที่สรุปผลการศึกษาไว้ดังนี้

1. บริษัท ซุปเปอร์โปรดักส์ จำกัด จังหวัดปทุมธานี

2. บริษัท สิงห์ เบเวอเรช จำกัด จังหวัดนครปฐม
3. การยาสูบแห่งประเทศไทย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
4. บริษัท เลอครูเซ แมนูเฟตเจอริ่ง ประเทศไทย จำกัด
5. องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก จังหวัดตาก
6. องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
7. โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ จังหวัดอุบลราชธานี
8. เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ
9. องค์การบริหารส่วนตำบลเพ็กใหญ่ จังหวัดขอนแก่น
10. องค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล จังหวัดนครนายก
11. องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทอง จังหวัดชัยภูมิ
12. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
13. เรือนจำกลาง จังหวัดลพบุรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) บริษัท ซุปเปอร์โปรดักส์ จำกัด จังหวัดปทุมธานี

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง อาคารโรงงานและคลังสินค้า

ที่ตั้ง ถนน นวนคร 1 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ปีที่ก่อสร้าง พ.ศ. 2558

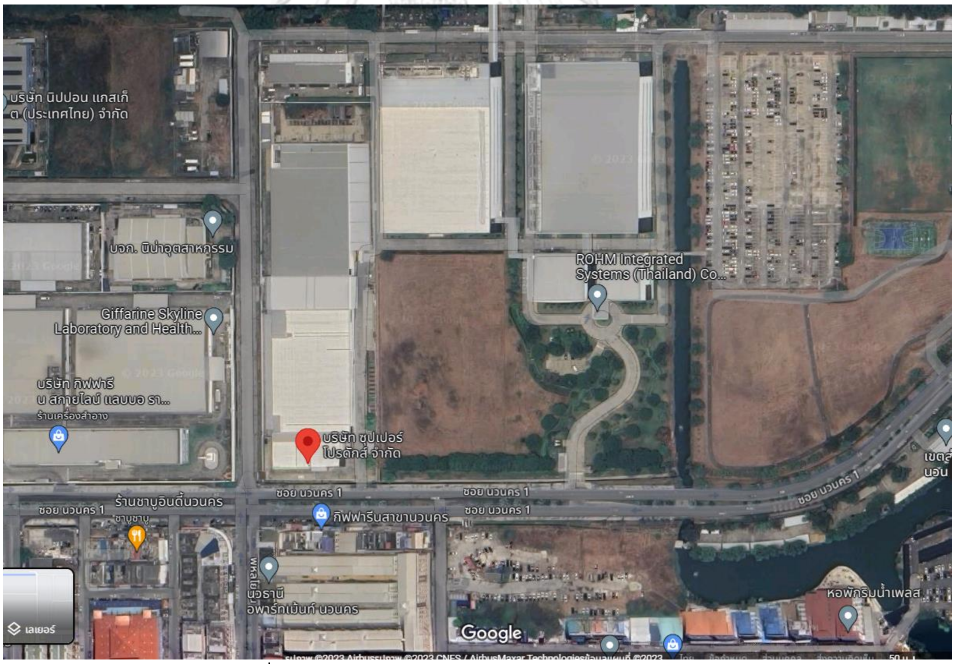
ขนาดที่ดิน 24 ไร่

ทีมออกแบบ บริษัท บี.เอส.วาย.เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

ผู้รับเหมา บริษัท บีเอสวายคอนสตรัคชั่น จำกัด

ควบคุมงานก่อสร้าง บริษัท บีเอสวาย กรุ๊ป จำกัด (มหาชน)

โครงการก่อสร้างโรงงานและคลังสินค้าของบริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2558 ออกแบบโดยบริษัทบีเอสวาย ดำเนินการก่อสร้างโดยบริษัท บีเอสวายคอนสตรัคชั่น จำกัด ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร จังหวัดปทุมธานี ดังแสดงในภาพที่ 19



ภาพที่ 19 โรงงานและคลังสินค้าบริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

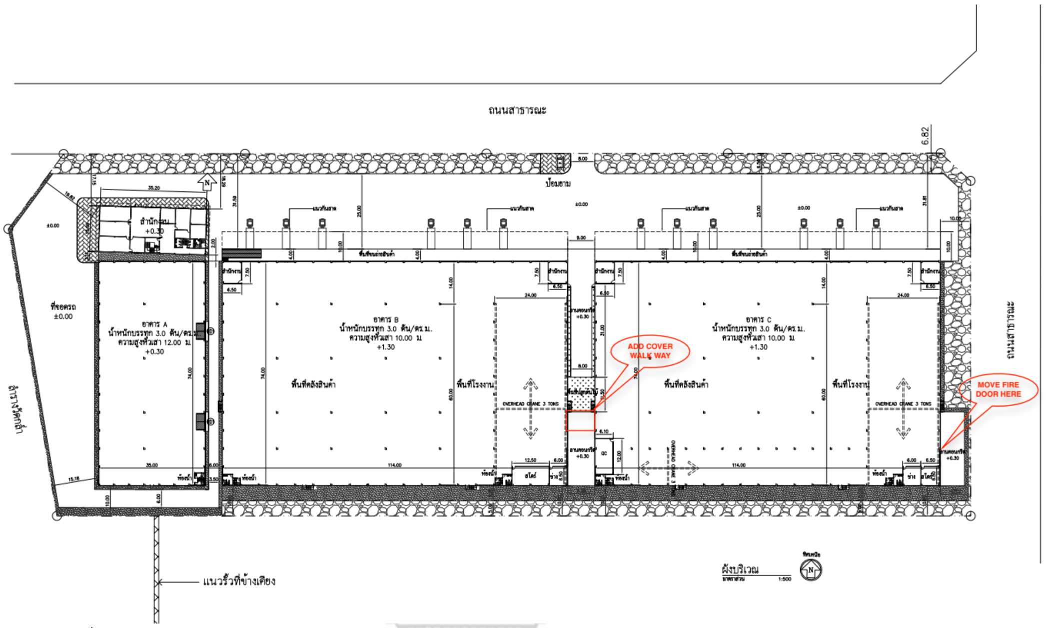
2.1. ผังบริเวณ

ในแบบสถาปัตยกรรมที่แสดงผังบริเวณ จะประกอบด้วย อาคารทั้งหมด 3 อาคาร ดังแสดงใน ภาพที่ 20 คือ

อาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน

อาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังเก็บสินค้า

อาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังเก็บสินค้า



ภาพที่ 20 แบบแสดงผังบริเวณโครงการก่อสร้างอาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2.2. ผังพื้น อาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน

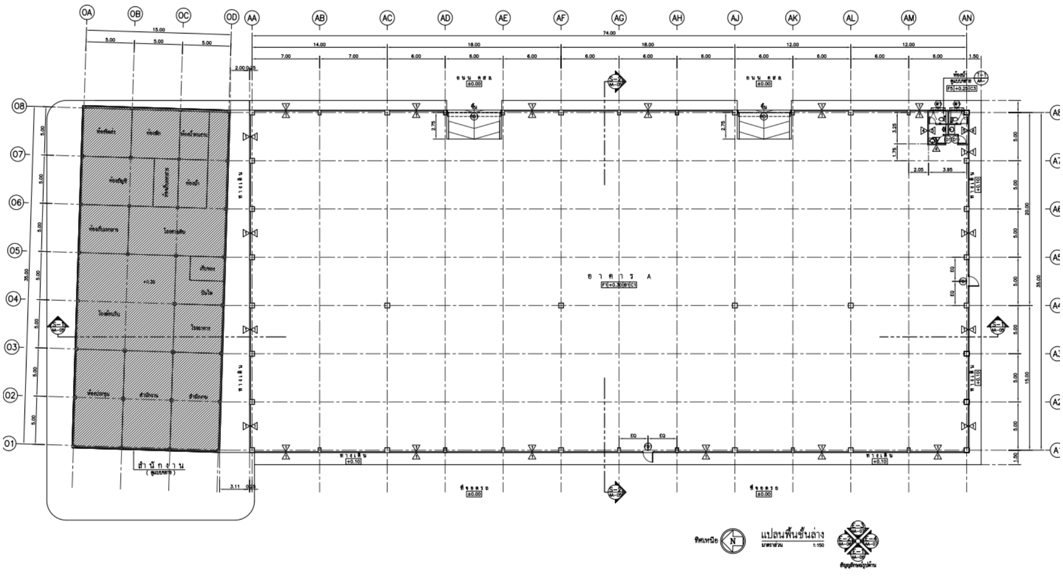
แบบผังพื้นชั้นที่ 1 อาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน อาคารแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนพื้นที่อาคารสำนักงานและส่วนอาคารโรงงาน ดังแสดงในภาพที่ 21

- ส่วนอาคารสำนักงาน

  มีพื้นที่ใช้สอยรวม 1,050 ตารางเมตร เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก อาคารมีความสูง 2 ชั้น โดยมีความกว้าง 35 เมตร ความยาว 15 เมตร

- ส่วนโรงงาน

  มีพื้นที่ใช้สอยรวม 2,590 ตารางเมตร เป็นอาคารเหล็ก อาคารมีความสูง 1 ชั้น โดยมีความกว้าง 35 เมตร ความยาว 74 เมตร



ภาพที่ 21 แบบแสดงผังพื้นอาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2.3. ผังหลังคา อาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน

แบบหลังคาอาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน หลังคาอาคารแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหลังคาอาคารสำนักงานและส่วนหลังคาอาคารโรงงาน ดังแสดงในภาพที่ 22

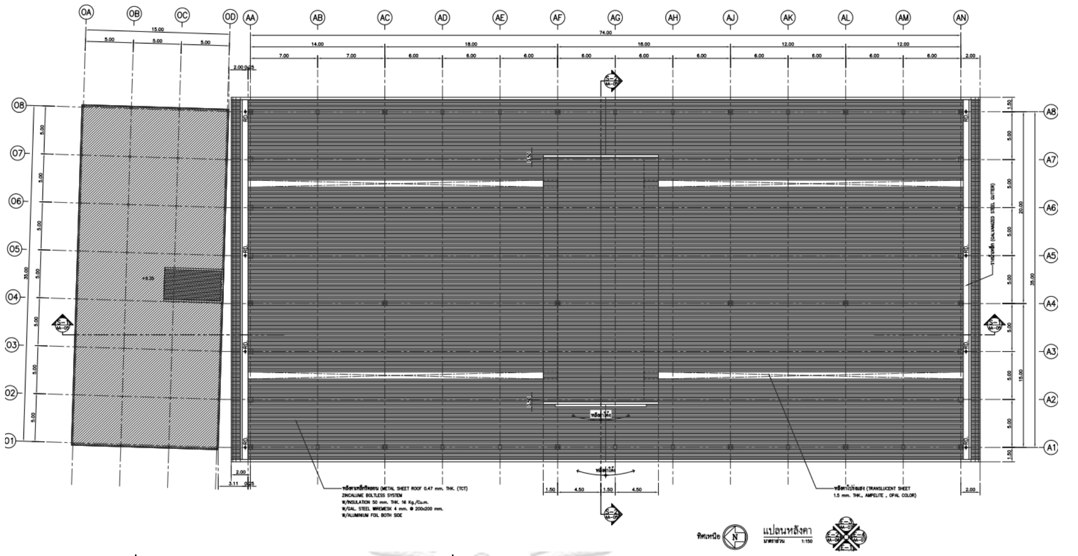
- หลังคาส่วนอาคารสำนักงาน

  หลังคาอาคารสำนักงานมี 2 ส่วน คือ หลังคาสแลปเป็นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ปกคลุมอาคารส่วนใหญ่ และหลังคาเพิงหมาแหงนที่เป็นโครงสร้างเหล็กวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอนปกคลุมส่วนบันได

- หลังคาส่วนโรงงาน

  หลังคาโรงงาน เป็นหลังคารูปแบบโค้ง โครงสร้างเหล็กช่วงกว้าง และเลือกใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน หลังคาแบ่งออกเป็น 2 ชั้น ชั้นที่ 1 เป็นปกคลุมอาคารส่วนใหญ่ และชั้นที่ 2 ยกสูงขึ้นกว้าง 12 เมตร เพื่อระบายอากาศในโรงงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 22 แบบแสดงผังหลังคาอาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2.4. รูปตัดอาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน

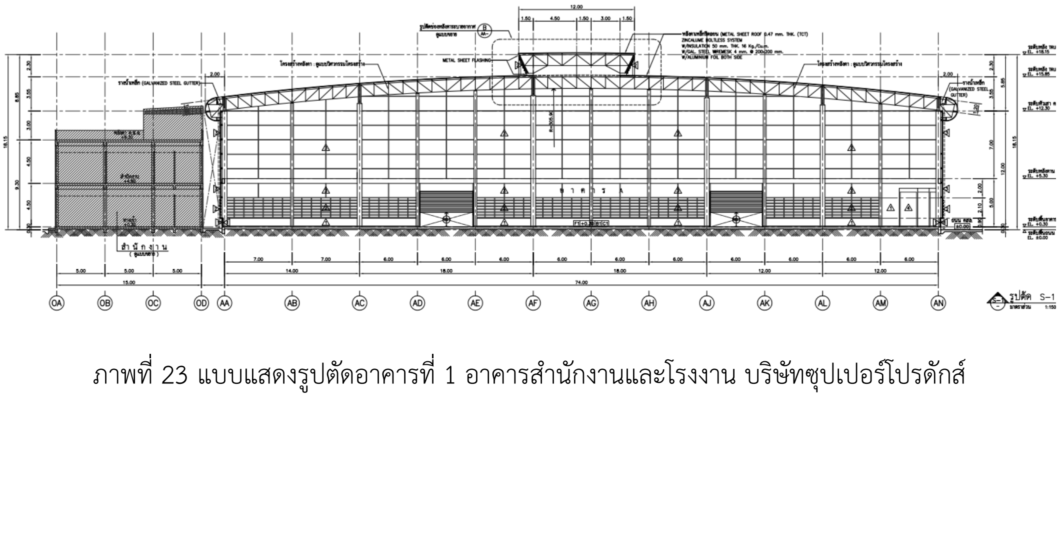
แบบรูปตัด A อาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน ที่ปรากฏในแบบให้ระดับความสูงที่สำคัญของอาคารทั้งสองส่วน ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 23

- ความสูงอาคารส่วนสำนักงาน

  ความสูงต่อชั้น คือ 4.5 เมตร รวมความสูงอาคารที่วัดจากระดับหลังคานชั้นดาดฟ้า 9.30 เมตร

- ความสูงอาคารส่วนโรงงาน

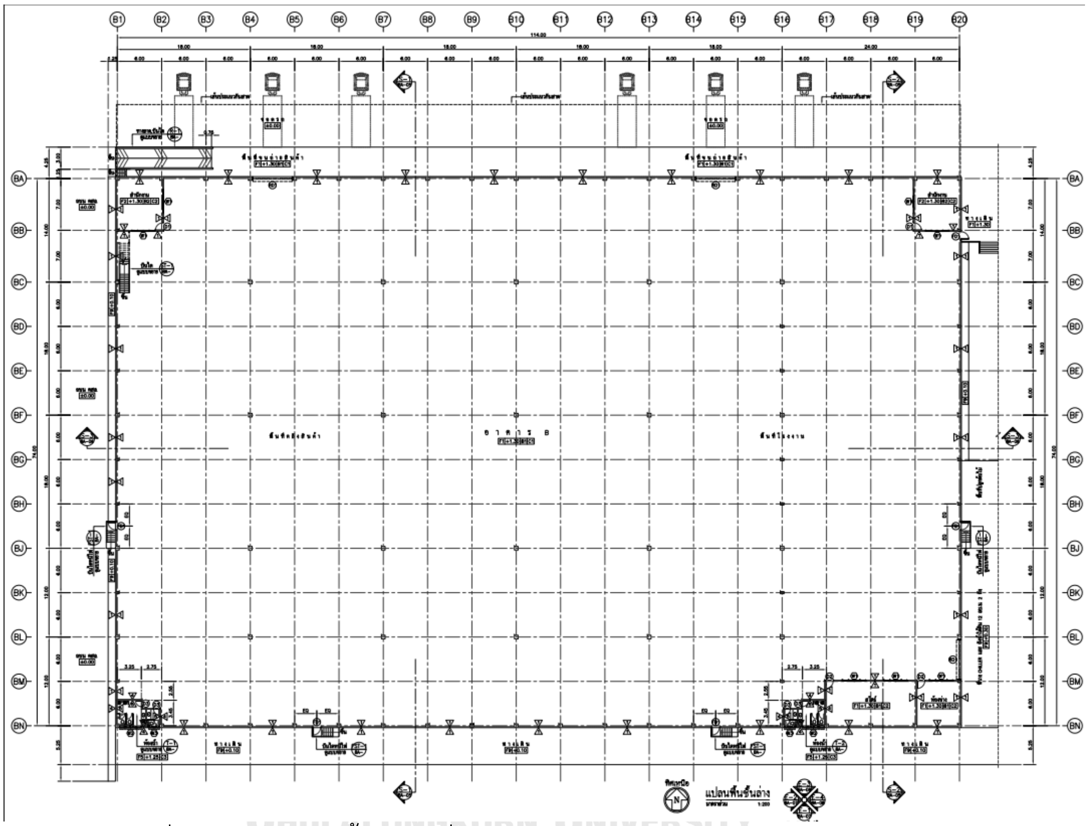
  ความสูงอาคารที่วัดจากระดับหัวเสา 12.30 เมตร และรูปแบบความลาดเอียงของหลังคาที่จะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา



ภาพที่ 23 แบบแสดงรูปตัดอาคารที่ 1 อาคารสำนักงานและโรงงาน บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2.5. ผังพื้น อาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังเก็บสินค้า

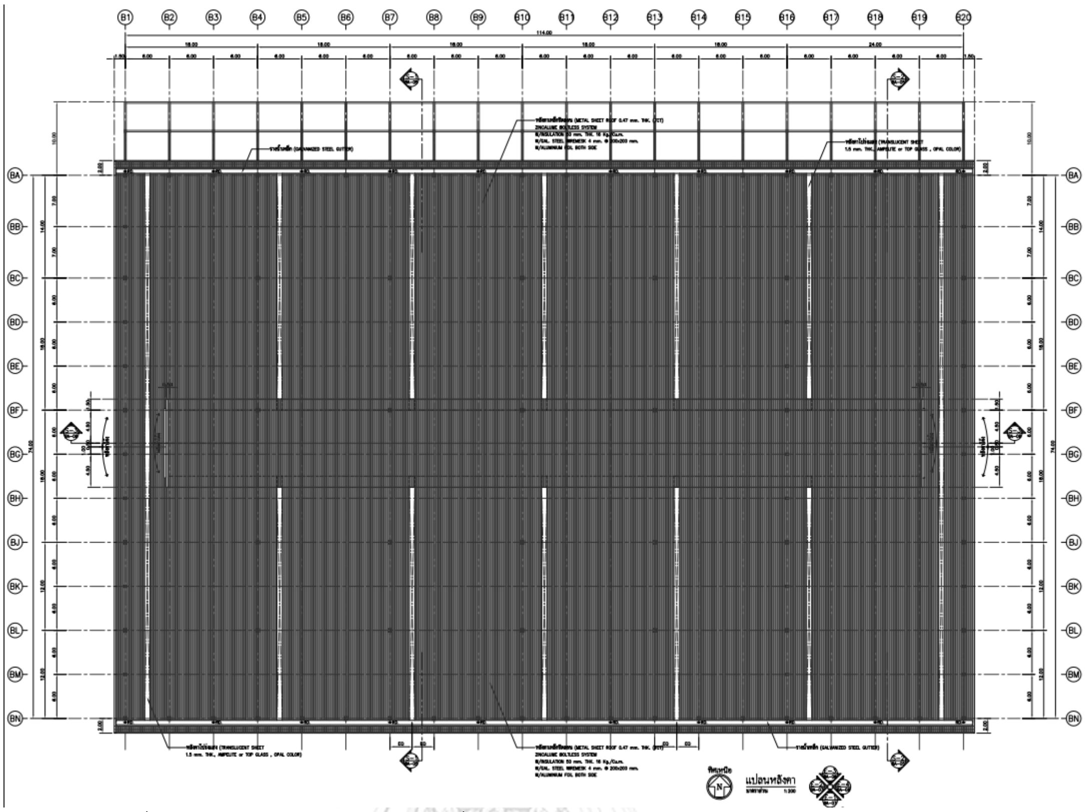
มีพื้นที่ใช้สอยรวม 8,436 ตารางเมตร เป็นอาคารชั้นเดียว แบ่งเป็นส่วนพื้นที่ในอาคารเป็นคลังสินค้าและโรงงานผลิต เป็นอาคารโครงสร้างเหล็ก อาคารมีความสูง 1 ชั้น โดยมีความกว้าง 74 เมตร ความยาว 114 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 24



ภาพที่ 24 แบบแสดงผังพื้นอาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2.6. ผังหลังคา อาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า

โรงงานและคลังสินค้า เป็นหลังคารูปแบบโค้ง โครงสร้างเหล็กช่วงกว้าง และเลือกใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน หลังคาแบ่งออกเป็น 2 ชั้น ชั้นที่ 1 เป็นปกคลุมอาคารส่วนใหญ่ และชั้นที่ 2 ยกสูงขึ้นกว้าง 12 เมตร เพื่อระบายอากาศในโรงงาน ดังแสดงในภาพที่ 25

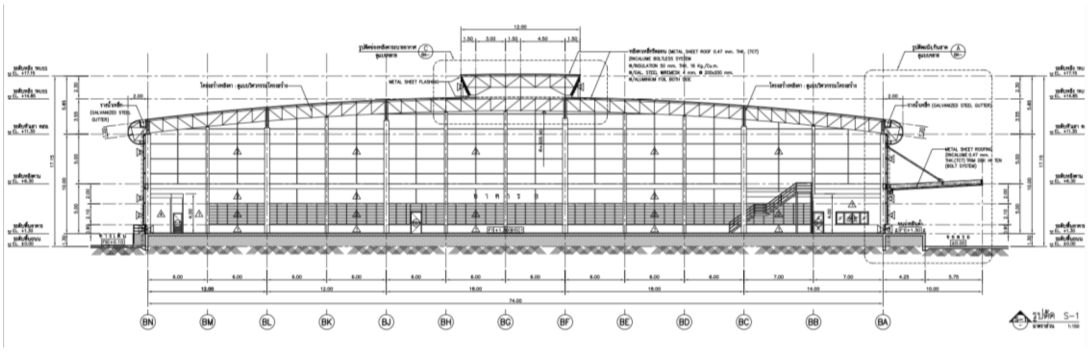


ภาพที่ 25 แบบแสดงผังหลังคาอาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2.7. รูปตัดอาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า

แบบรูปตัดอาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ โดยความสูงอาคารที่วัดจากระดับหัวเสา 12.30 เมตร และรูปแบบความลาดเอียงของหลังคาที่จะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 26

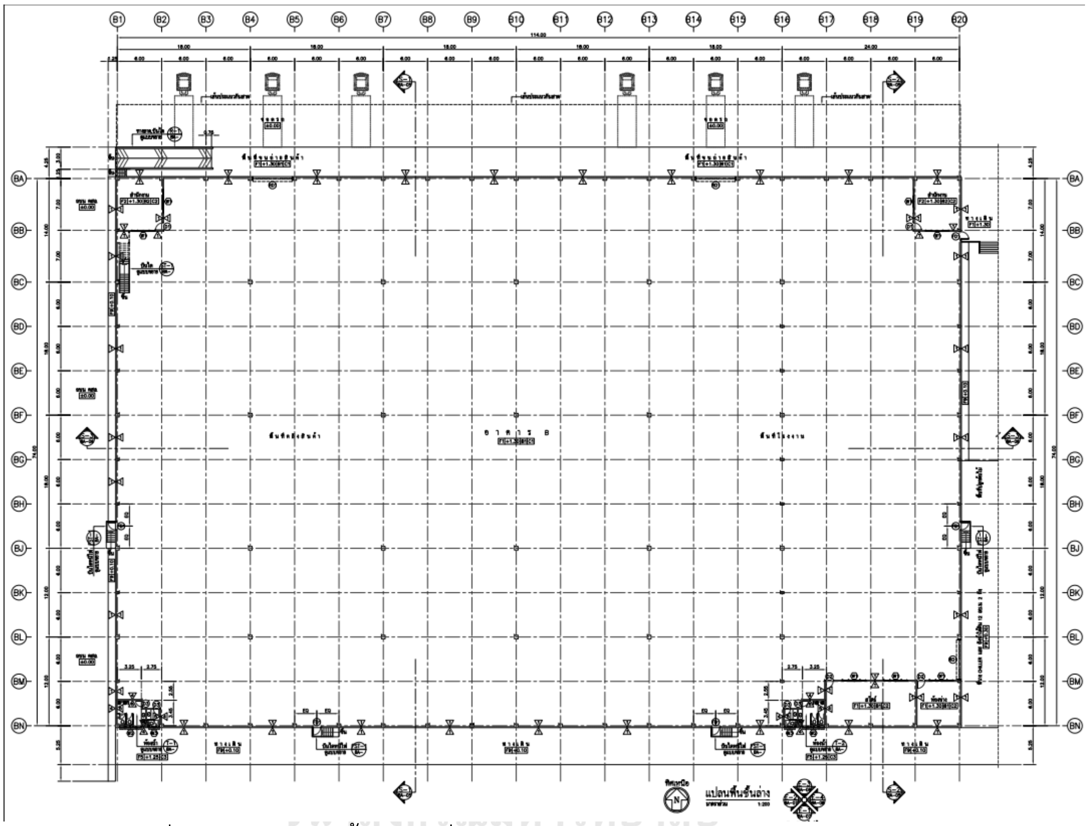
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 26 แบบแสดงรูปตัดอาคารที่ 2 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2.8. ผังพื้นอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและหลังเก็บสินค้า

มีพื้นที่ใช้สอยรวม 8,436 ตารางเมตร เป็นอาคารชั้นเดียว แบ่งเป็นส่วนพื้นที่ในอาคารเป็นคลังสินค้าและโรงงานผลิต เป็นอาคารโครงสร้างเหล็ก อาคารมีความสูง 1 ชั้น โดยมีความกว้าง 74 เมตร ความยาว 114 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 27

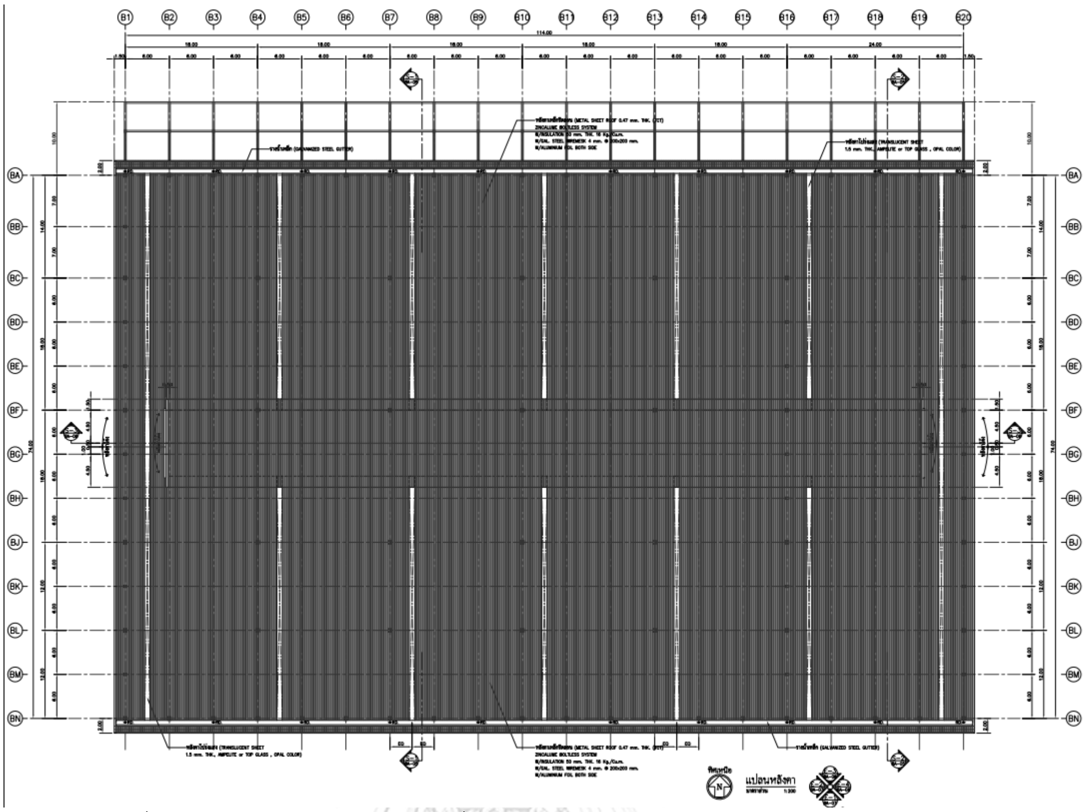


ภาพที่ 27 แบบแสดงผังพื้นอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.9. ผังหลังคา อาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า

โรงงานและคลังสินค้า เป็นหลังคารูปแบบโค้ง โครงสร้างเหล็กช่วงกว้าง และเลือกใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน หลังคาแบ่งออกเป็น 2 ชั้น ชั้นที่ 1 เป็นปกคลุมอาคารส่วนใหญ่ และชั้นที่ 2 ยกสูงขึ้นกว้าง 12 เมตร เพื่อระบายอากาศในโรงงาน ดังแสดงในภาพที่ 28

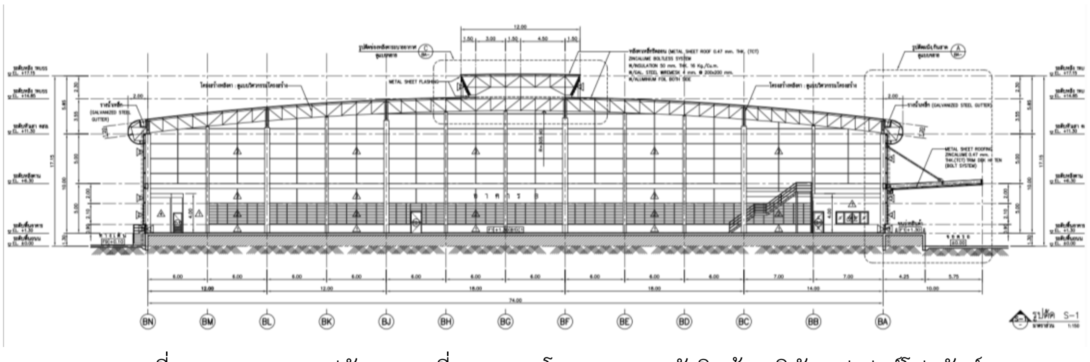


ภาพที่ 28 แบบแสดงผังหลังคาอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

2.10. รูปตัดอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า

แบบรูปตัดอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ โดยความสูงอาคารที่วัดจากระดับหัวเสา 12.30 เมตร และรูปแบบความลาดเอียงของหลังคาที่จะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 29 แบบแสดงรูปตัดอาคารที่ 3 อาคารโรงงานและคลังสินค้า บริษัทซุปเปอร์โปรดักส์

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

อาคารที่ 1

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 2,876 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 210 บาท/ตารางเมตร

อาคารที่ 2

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 8,436 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 210 บาท/ตารางเมตร

อาคารที่ 3

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 8,436 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 210 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารโรงงานและคลังสินค้าของบริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

อาคารที่ 1

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 120,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 3 วัน

อาคารที่ 2

- ค่าผลิตแผ่นบนนั่งร้าน ที่พื้นที่ก่อสร้าง 500,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 5 วัน

อาคารที่ 3

- ค่าผลิตแผ่นบนนั่งร้าน ที่พื้นที่ก่อสร้าง 500,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 5 วัน

2) บริษัท สิงห์ เบเวอเรช จำกัด

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง อาคารคลังสินค้า

ที่ตั้ง ถนนบางกรวยไทรน้อย อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

ปีที่ก่อสร้าง พ.ศ. 2558

ขนาดที่ดิน 10 ไร่

ทีมออกแบบ บริษัท บุญรอดบริวเวอรี จำกัด

ผู้รับเหมา บริษัท บีเอสวายคอนสตรัคชั่น จำกัด

ควบคุมงานก่อสร้าง บริษัท บุญรอดบริวเวอรี จำกัด

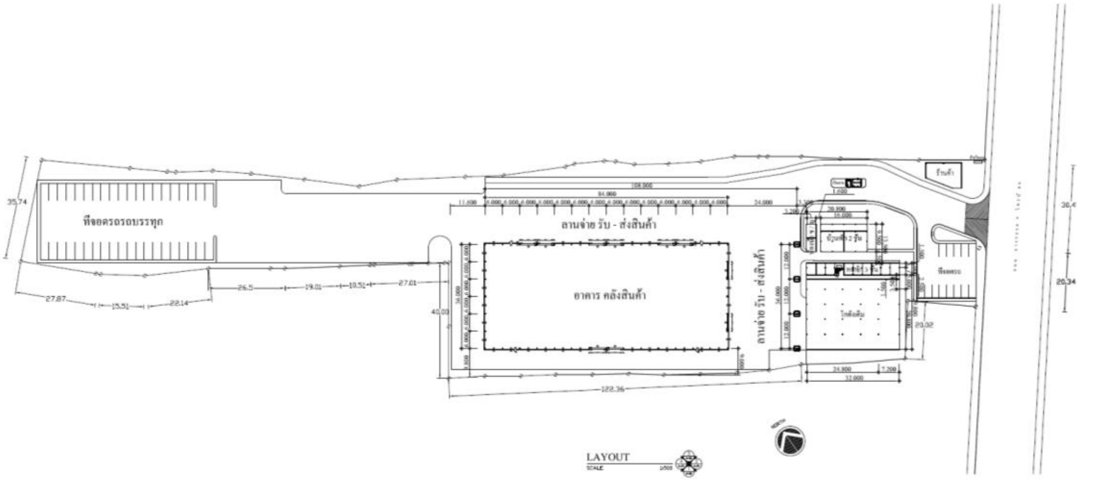
โครงการก่อสร้างอาคารคลังสินค้าของบริษัทสิงห์ เบเวอเรช ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2558 ออกแบบโดยบริษัท บุญรอดบริวเวอรี ดำเนินการก่อสร้างโดยบริษัท บีเอสวายคอนสตรัคชั่น จำกัด ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ ถนนบางกรวยไทรน้อย อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ดังแสดงในภาพที่ 30

ภาพที่ 30 อาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรช จำกัด

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังบริเวณ

ในแบบสถาปัตยกรรมที่แสดงผังบริเวณ แสดงตำแหน่งอาคารคลังสินที่จะก่อสร้าง และอาคารเดิมต่าง ๆ ในพื้นที่โฉนดเดียวกัน โดยมีระยะห่างจากเขตที่ดินไม่ต่ำกว่า 6 เมตร ตามกฎหมายกำหนด และเพื่อสะดวกแก่การใช้งานเมื่อมีการรับ-ส่งสินค้า ดังแสดงในภาพที่ 31

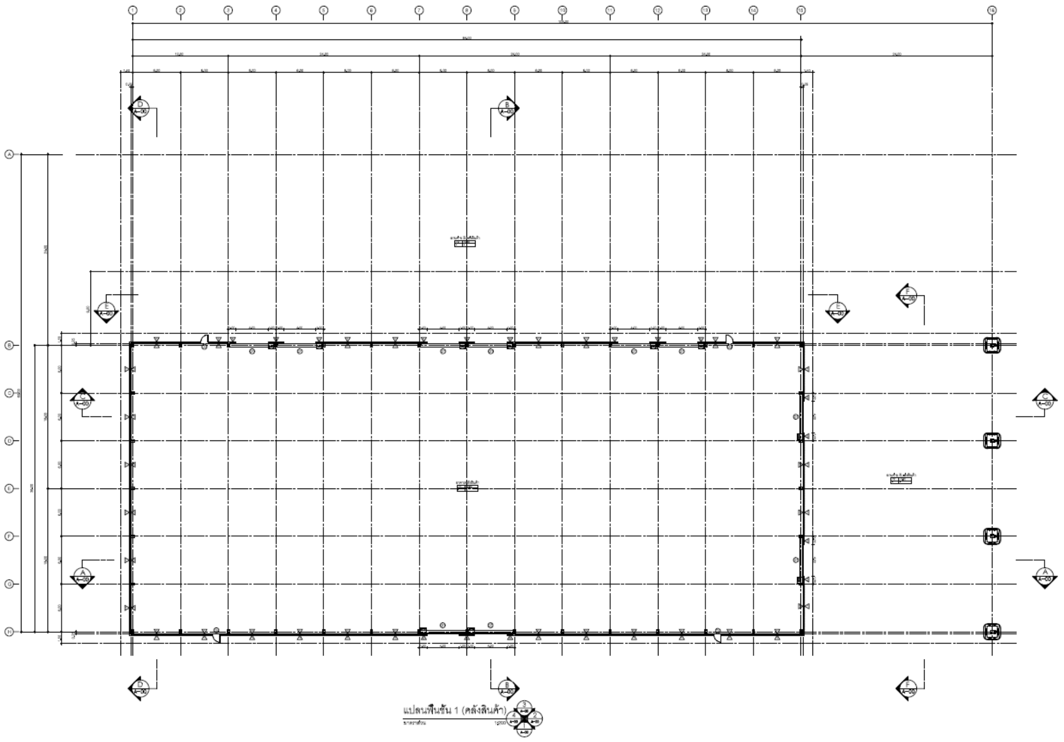


ภาพที่ 31 แบบแสดงผังบริเวณโครงการก่อสร้างอาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด

2.2. ผังพื้น อาคารคลังสินค้า

แบบผังพื้น แบ่งพื้นที่ใช้สอยหลัก ๆ เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนลานกระจายสินค้าและส่วนคลังเก็บสินค้า พื้นที่ใช้สอยรวม 3,024 ตารางเมตร เป็นอาคารเหล็ก อาคารมีความสูง 1 ชั้น โดยมีความกว้าง 36 เมตร ความยาว 84 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 32 แบบแสดงผังพื้นอาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรช จำกัด

2.3. ผังหลังคา อาคารคลังสินค้า

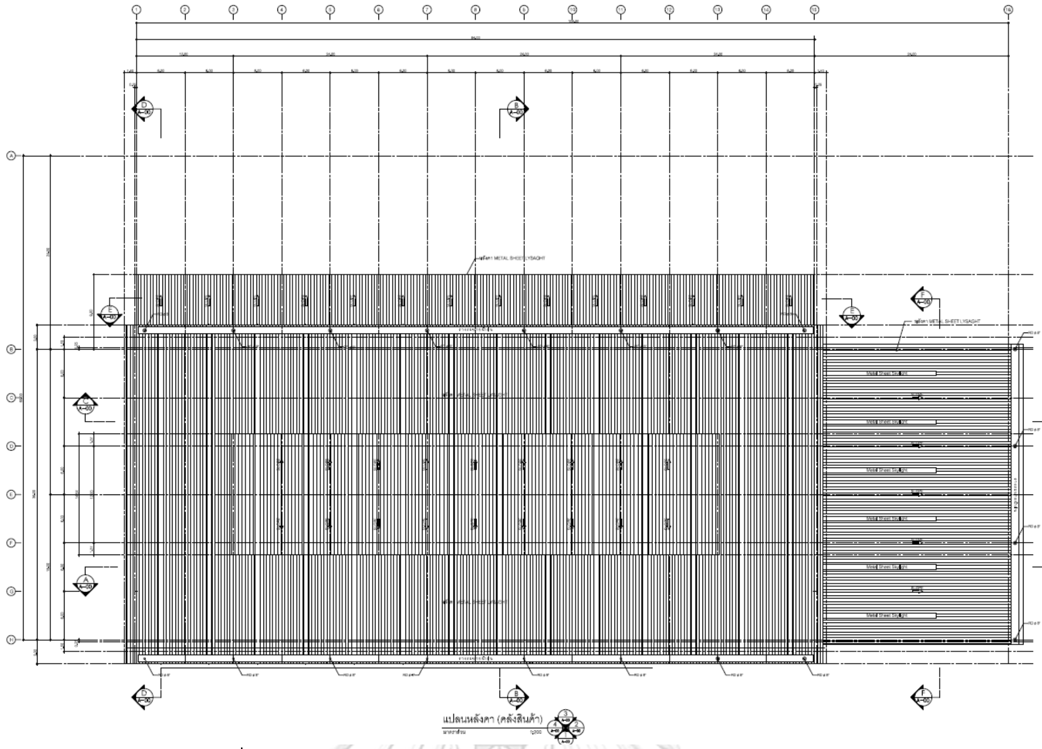
หลังคาอาคารคลังสินค้า แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 หลังคาของตัวอาคารคลังสินค้าใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร หลังคาแบ่งออกเป็น 2 ชั้น โดยหลังคา โดยหลังคาชั้นที่ 2 มีความกว้าง 12 เมตร เพื่อการระบายอากาศในอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 3 หลังคาในส่วนของพื้นที่ลานกระจายสินค้าด้านหน้าอาคาร (CANOPY 1) ที่มีความกว้าง 9 เมตร ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำทิศทางเข้าในตัวอาคารโดยมีรางน้ำรองรับ

ส่วนที่ 2 หลังคาในส่วนของพื้นที่ลานกระจายสินค้าด้านข้างอาคาร (CANOPY 2) มีความกว้าง 24 เมตร ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกในตัวอาคารโดยมีรางน้ำรองรับ ดังแสดงในภาพที่ 33



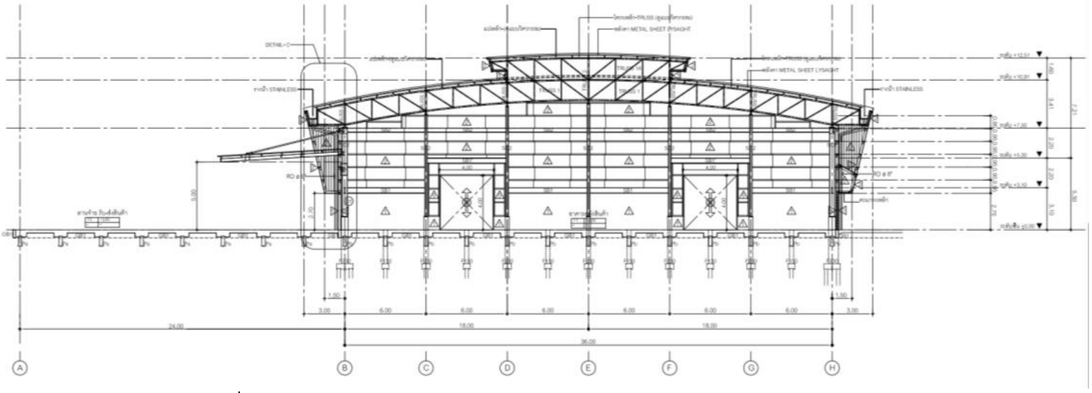
ภาพที่ 33 แบบแสดงผังหลังคาอาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด

2.4. รูปตัด อาคารคลังสินค้า

แบบรูปตัดอาคารคลังสินค้า แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ และรูปแบบของหลังคา โดยรายละเอียด ดังนี้

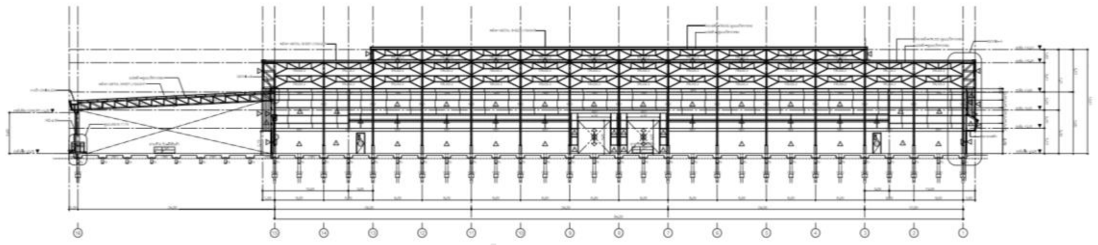
หลังคาส่วนที่ 1 อาคารคลังสินค้าเป็นหลังคารูปแบบโค้ง โดยมีหลังคา 2 ชั้น หลังคาชั้นที่ 1 ปกคลุมตัวอาคารคลังสินค้า และชั้นที่ 2 เป็นหลังคาที่ยกสูงขั้นเพื่อให้สามารถระบายอากาศ มีโครงสร้างหลังคาเป็นโครงสร้างเหล็กช่วงกว้าง ทั้ง 2 ชั้น โดยความสูงอาคารที่วัดจากระดับหัวเสา 7.50 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 34

หลังคาส่วนที่ 2 (CANOPY 1)หลังคาในส่วนของพื้นที่ลานกระจายสินค้าด้านหน้าเป็นหลังคารูปแบบตรงเอียงลาดเอียงออกจากตัวอาคาร โครงสร้างหลังคาเป็นโครงสร้างเหล็ก โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 5 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 34



ภาพที่ 34 แบบแสดงรูปตัด A อาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด

หลังคาส่วนที่ 3 (CANOPY 2)หลังคาในส่วนของพื้นที่ลานกระจายสินค้าด้านข้างเป็นหลังคารูปแบบโค้งออกลาดเอียงออกจากตัวอาคาร โครงสร้างหลังคาเป็นโครงสร้างเหล็กช่วงกว้าง โดยต้องการความสูงอาคารที่วัดจากระดับหัวเสา 7.50 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 35



ภาพที่ 35 แบบแสดงรูปตัด A อาคารคลังสินค้า บริษัทสิงห์ เบเวอเรซ จำกัด

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

หลังคาส่วนที่ 1

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 3,068 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 220 บาท/ตารางเมตร

หลังคาส่วนที่ 2

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)

- พื้นที่หลังคา 425 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 220 บาท/ตารางเมตร

หลังคาส่วนที่ 2

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 890 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 220 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารโรงงานและคลังสินค้าของบริษัทซุปเปอร์โปรดักส์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 120,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 3 วัน

3) การยาสูบแห่งประเทศไทย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง	อาคารศูนย์อาหาร
ที่ตั้ง	นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ อำเภออุทัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ปีที่ก่อสร้าง	พ.ศ. 2557
ขนาดที่ดิน	220 ไร่
ทีมออกแบบ	บริษัท ดีไซน์ 103 อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
ผู้รับเหมา	บริษัท ช.การช่าง จำกัด (มหาชน)
ควบคุมงานก่อสร้าง	บริษัท ทีม คอลซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอน แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์อาหาร ของการยาสูบแห่งประเทศไทย ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2557 เป็นอาคารที่ก่อสร้างในสัญญาสุดท้ายของโครงการโรงงานยาสูบแห่งใหม่ ออกแบบโดยบริษัท ดีไซน์ 103 อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ดำเนินการก่อสร้างโดยบริษัท ช.การช่าง จำกัด (มหาชน) ที่ตั้งโครงก่อสร้างตั้งอยู่ นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ อำเภออุทัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ดังแสดงในภาพที่ 36

ภาพที่ 36 อาคารศูนย์อาหาร

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

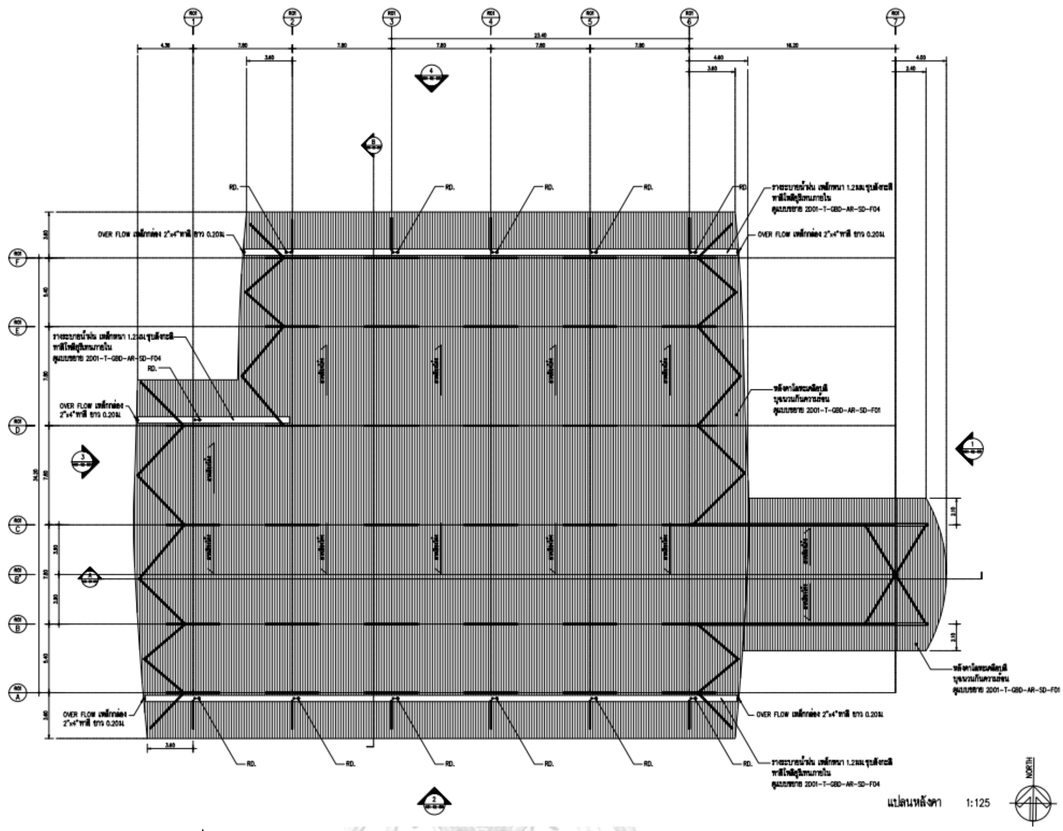
2.1. ผังหลังคา อาคารศูนย์อาหาร

อาคารศูนย์อาหาร พื้นที่ใช้สอยรวม 1,650 ตารางเมตร เป็นอาคารเหล็ก โดยมีความกว้าง 34.20 เมตร ความยาว 55 เมตร หลังคาอาคารศูนย์อาหาร แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 หลังคาของตัวอาคารศูนย์อาหารใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร

ส่วนที่ 2 หลังคาในส่วนทางเข้าด้านหน้าอาคาร (CANOPY) ที่มีความกว้าง 12 เมตร ความยาว 20.20 เมตร ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



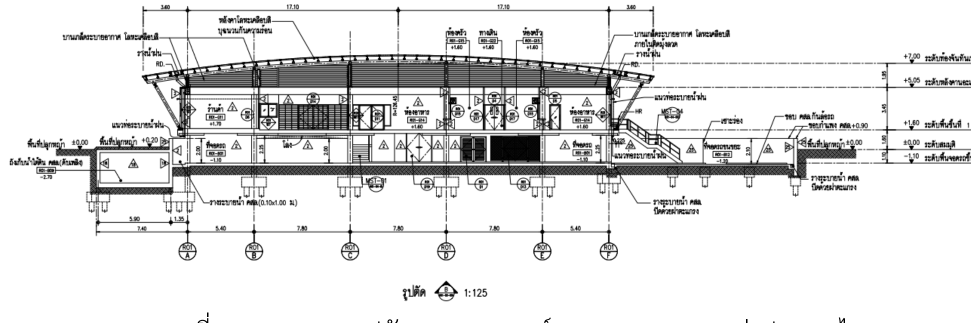
ภาพที่ 37 แบบแสดงผังหลังคาอาคารศูนย์อาหาร ของการยาสูบแห่งประเทศไทย

2.2. รูปตัด อาคารคลังสินค้า

แบบรูปตัดอาคารศูนย์อาหาร แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ และรูปแบบของหลังคา โดยรายละเอียด ดังนี้

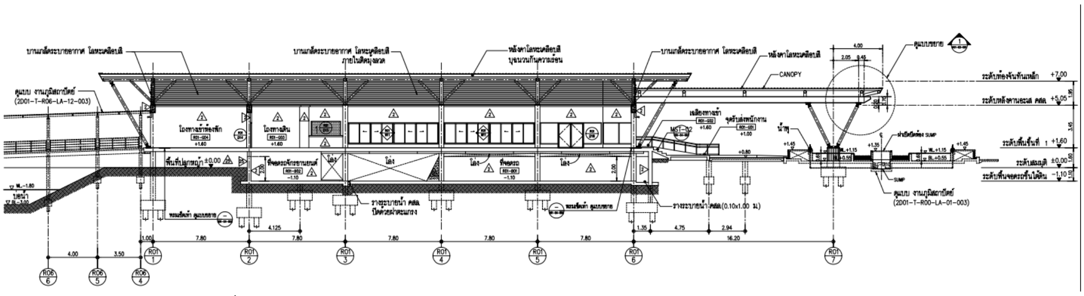
หลังคาส่วนที่ 1 อาคารศูนย์อาหาร หลังคารูปแบบโค้ง โครงสร้างหลังคาเป็นโครงสร้างเหล็กช่วงกว้าง โดยความสูงอาคารที่วัดจากระดับหัวเสา 5.50 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 38 แบบแสดงรูปตัด A อาคารศูนย์อาหาร การยาสูบแห่งประเทศไทย

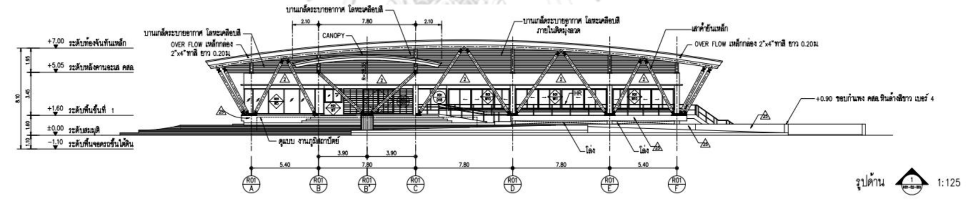
หลังคาส่วนที่ 2 หลังคาในส่วนทางเข้าด้านหน้าอาคาร (CANOPY) ที่มีความกว้าง 12 เมตร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 5.50 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 39



ภาพที่ 39 แบบแสดงรูปตัด B อาคารศูนย์อาหาร การยาสูบแห่งประเทศไทย

2.3. รูปด้าน อาคารศูนย์อาหาร

แบบรูปด้านหน้าอาคารศูนย์อาหาร แสดงรูปแบบของหลังคาส่วนทางเข้าและหลังคาตัวอาคาร เป็นหลังคารูปแบบโค้ง รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 40



ภาพที่ 40 แบบแสดงรูปด้าน อาคารศูนย์อาหาร การยาสูบแห่งประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

หลังคาส่วนที่ 1

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 1,925 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 240 บาท/ตารางเมตร

หลังคาส่วนที่ 2

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)

- พื้นที่หลังคา 240 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 240 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์อาหาร ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 90,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 3 วัน

4) บริษัท เลอครูเซ แมนูเฟตเจอริ่ง ประเทศไทย จำกัด

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง	โรงงานผลิต
ที่ตั้ง	นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ ตำบลเวียงยอง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน
ปีที่ก่อสร้าง	พ.ศ. 2559
ขนาดที่ดิน	44 ไร่
ทีมออกแบบ	บริษัท ชัชวาลย์-รอยัล แฮสโคนิ่ง จำกัด
ผู้รับเหมา	บริษัท บีเอสวายคอนสตรัคชั่น จำกัด
ควบคุมงานก่อสร้าง	บริษัท ทีม คอลซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอน แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน)

โครงการก่อสร้างโรงงานผลิตแห่งใหม่ของบริษัทเลอครูเซ แมนูเฟตเจอริ่ง ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2559 ออกแบบโดยบริษัท ชัชวาลย์-รอยัล แฮสโคนิ่ง จำกัด ดำเนินการก่อสร้างโดยบริษัท บีเอสวาย คอนสตรัคชั่น จำกัด ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ อำเภออุทัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ดังแสดงในภาพที่ 41

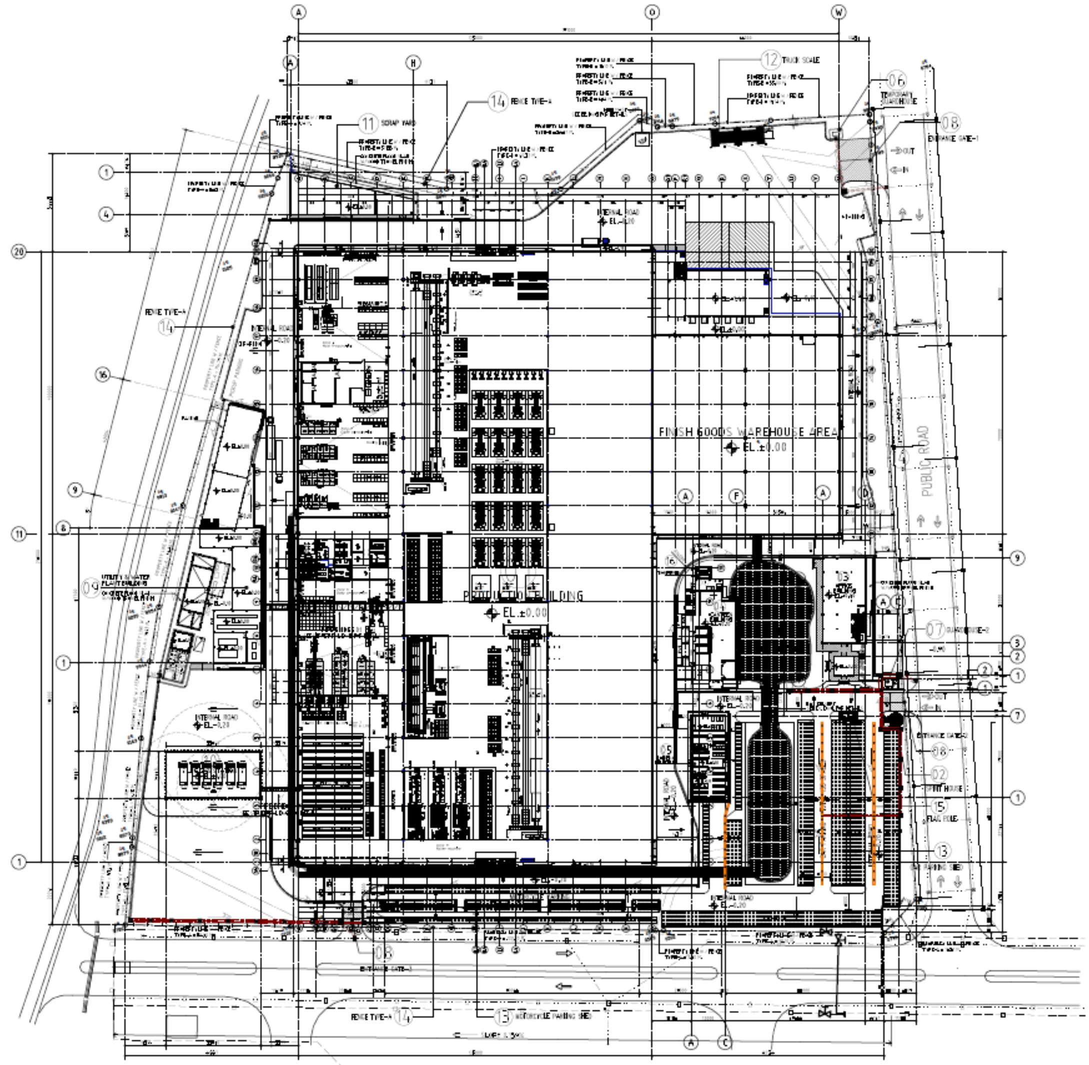
ภาพที่ 41 โรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังบริเวณ

ในแบบสถาปัตยกรรมที่แสดงผังบริเวณ แสดงตำแหน่งโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ที่จะก่อสร้าง และอาคารต่าง ๆ เช่น อาคารสำนักงาน อาคารโรงอาหาร และอาคารห้องเครื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 42

CHULALONGKORN UNIVERSITY



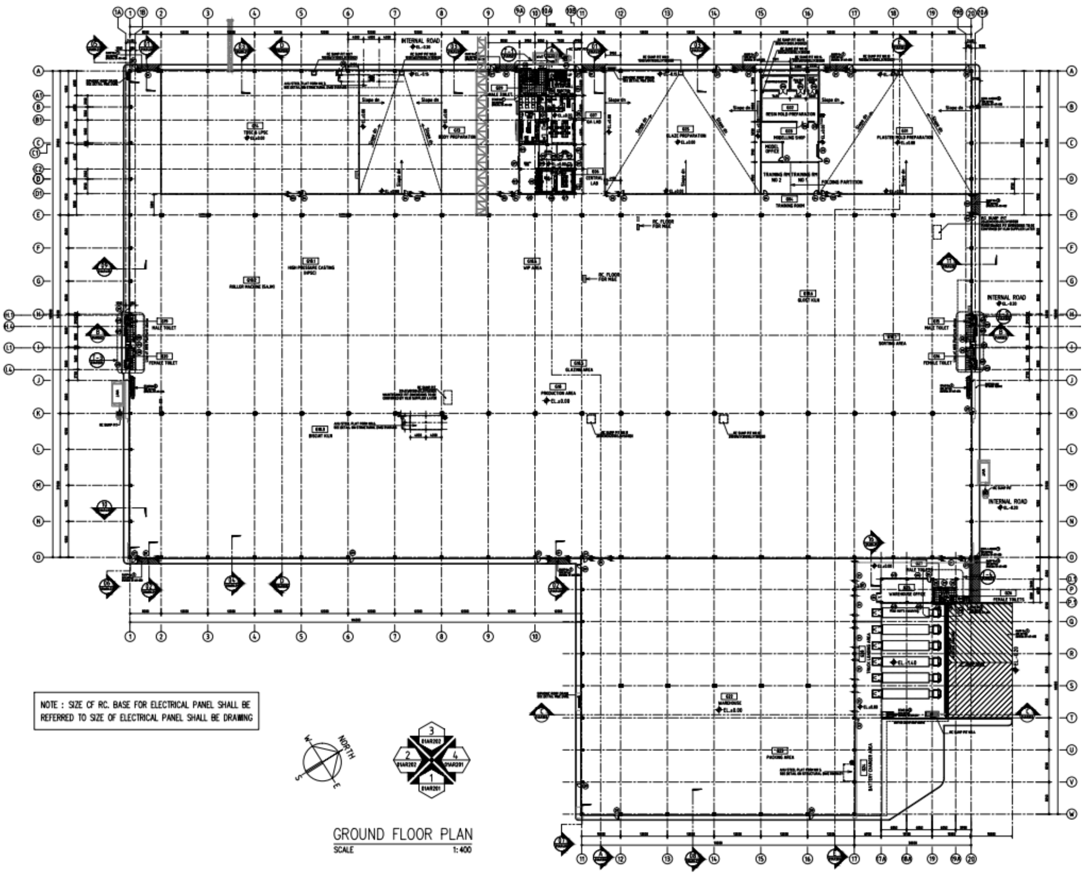
ภาพที่ 42 แบบแสดงผังบริเวณโครงการก่อสร้างโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2. ผังพื้น อาคารโรงงานผลิต

แบบผังพื้น แบ่งพื้นที่ใช้สอยหลัก ๆ เป็น 3 ส่วน คือ

- ส่วนผลิต พื้นที่ใช้สอยรวม 27,000 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 125 เมตร ความยาว 216 เมตร
- ส่วนคลังเก็บสินค้า พื้นที่ใช้สอยรวม 4,620 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 70 เมตร ความยาว 66 เมตร
- ลานกระจายสินค้า พื้นที่ใช้สอยรวม 1,980 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 30 เมตร ความยาว 66 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 43

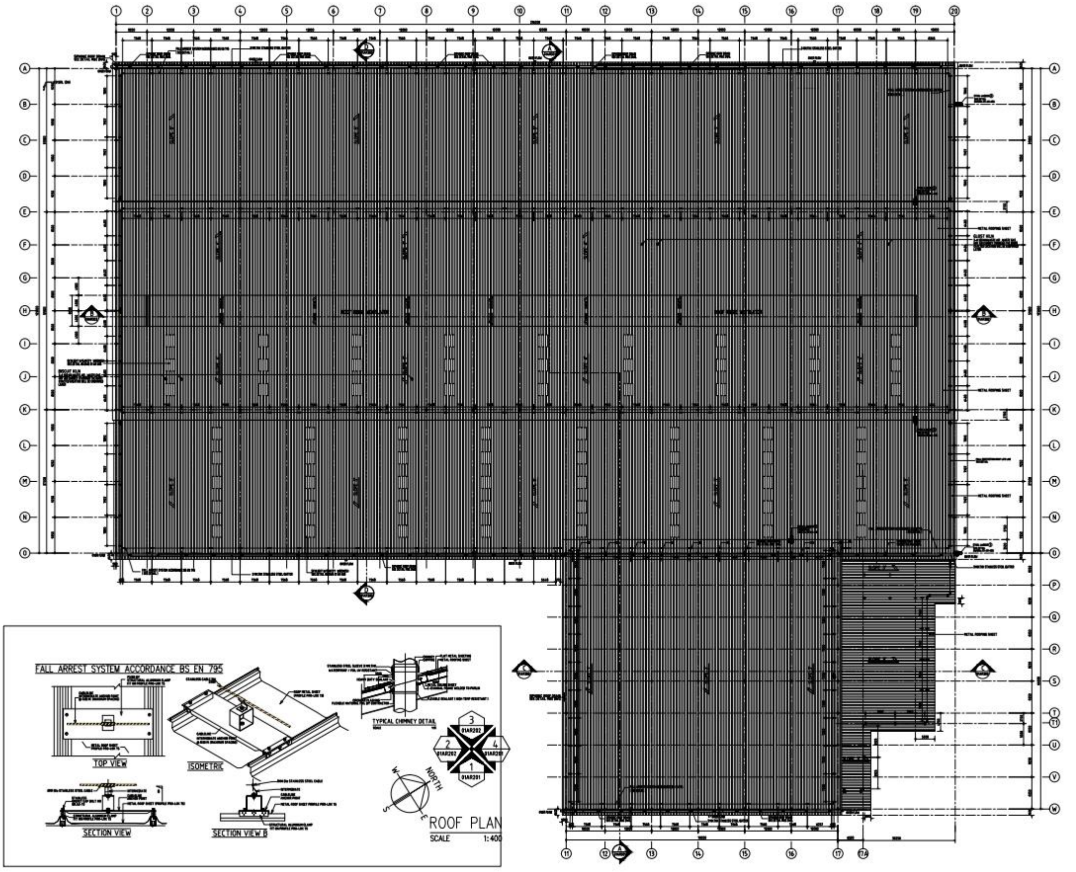


ภาพที่ 43 ผังพื้นอาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด

2.3. ผังหลังคา อาคารโรงงานผลิต

หลังคาอาคารโรงงานผลิต แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 หลังคาของตัวอาคารโรงงานผลิตใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร หลังคาแบ่งออกเป็น 2 ชั้น โดยหลังคา โดยหลังคาชั้นที่ 2 มีความกว้าง 8 เมตร เพื่อการระบายอากาศในอาคาร
- ส่วนที่ 2 หลังคาในส่วนคลังเก็บสินค้า ที่มีความกว้าง 66 เมตร ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำทิศทางเข้าออกตัวอาคารโดยมีรางน้ำรองรับ
- ส่วนที่ 2 หลังคาในส่วนของพื้นที่ลานกระจายสินค้า ที่มีความกว้าง 30 เมตร ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกในตัวอาคารโดยมีรางน้ำรองรับ ดังแสดงในภาพที่ 44

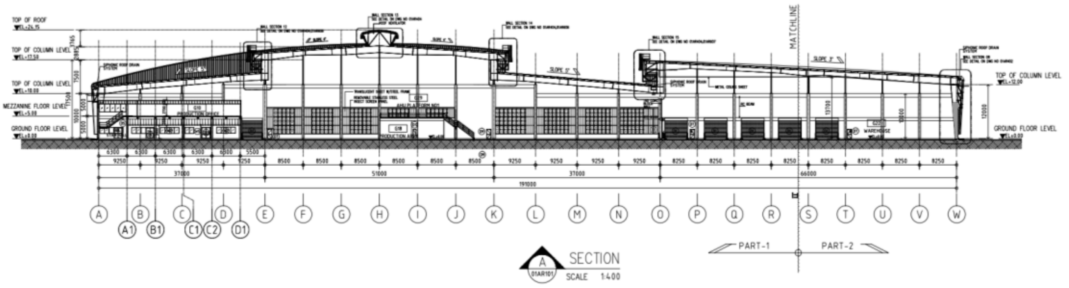


ภาพที่ 44 แบบแสดงผังหลังคาอาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด

2.4. รูปตัด อาคารโรงงานผลิต

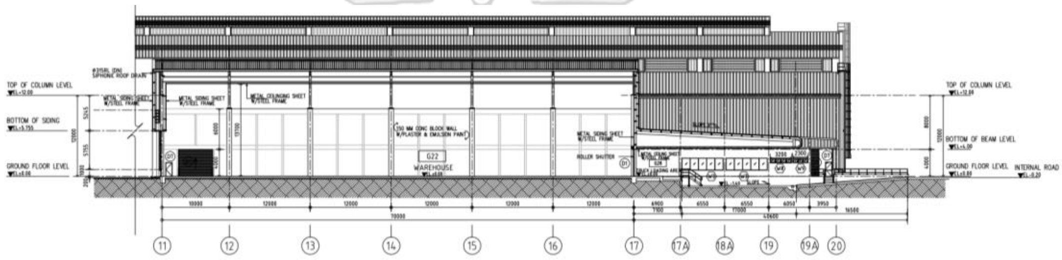
แบบรูปตัดอาคารศูนย์อาหาร แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ และรูปแบบของหลังคา โดยรายละเอียด ดังนี้

- หลังคาส่วนที่ 1 หลังคาของตัวอาคารโรงงานผลิต หลังคารูปแบบโค้ง โครงสร้างหลังคาเป็นโครงสร้างเหล็กช่วงกว้าง โดยความสูงอาคารที่วัดจากระดับหัวเสา 17.50 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา
- หลังคาส่วนที่ 2 หลังคาพื้นที่ลานกระจายสินค้า ที่มีความกว้าง 30 เมตร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 12.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 45



ภาพที่ 45 แบบแสดงรูปตัด A อาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด

- หลังคาส่วนที่ 3 หลังคาในส่วนคลังเก็บสินค้า ที่มีความกว้าง 66 เมตร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 46

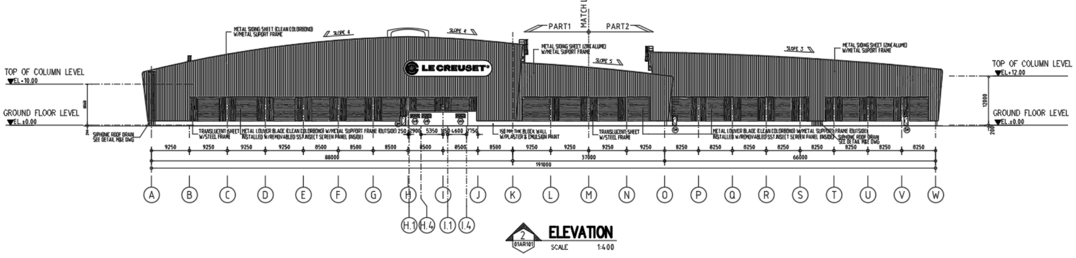


ภาพที่ 46 แบบแสดงรูปตัด B อาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด

2.5. รูปด้าน อาคารโรงงานผลิต

แบบรูปด้านหน้าอาคารศูนย์อาหาร แสดงรูปแบบของหลังคาส่วนทางเข้าและหลังคาตัวอาคาร เป็นหลังคารูปแบบโค้ง รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 47

CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 47 แบบแสดงรูปด้าน อาคารโรงงานผลิตบริษัทเลอครูเซ ประเทศไทย จำกัด

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

หลังคาส่วนที่ 1

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 27,000 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 200 บาท/ตารางเมตร

หลังคาส่วนที่ 2

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 4,750 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 200 บาท/ตารางเมตร

หลังคาส่วนที่ 3

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 2,040 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 200 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารโรงงานผลิต ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 520,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 15 วัน

5) องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก จังหวัดตาก

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์

ที่ตั้ง ตำบลตากตก อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

ปีที่ก่อสร้าง พ.ศ. 2560

ขนาดที่ดิน -

ทีมออกแบบ องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก

ผู้รับเหมา -

ควบคุมงานก่อสร้าง องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก

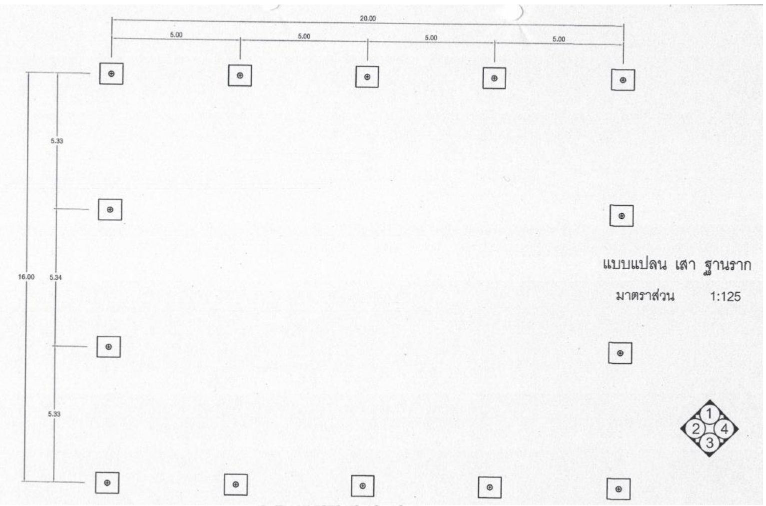
โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2559 เป็นอาคารที่องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก ออกแบบโดยกองช่างองค์การบริหารส่วนตำบลตากตก ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลตากตก อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ดังแสดงในภาพที่ 48

ภาพที่ 48 องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น อาคารอเนกประสงค์

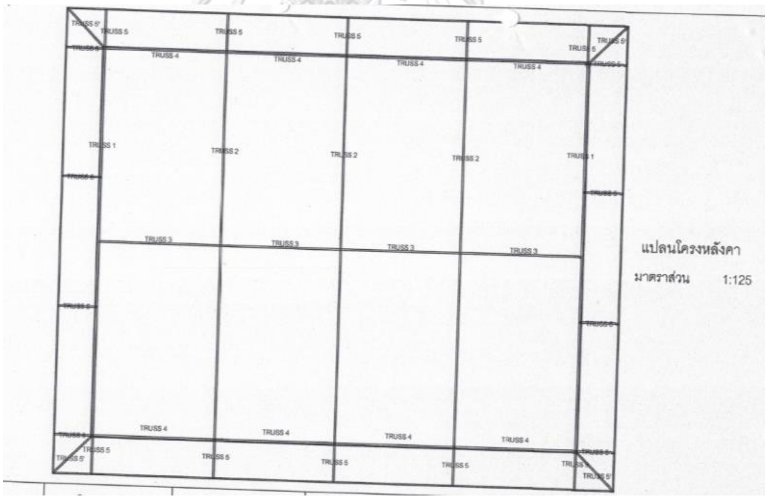
แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 320 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 16.00 เมตร ความยาว 20.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 49



ภาพที่ 49 ผังพื้นโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก

2.2. ผังหลังคา อาคารอเนกประสงค์

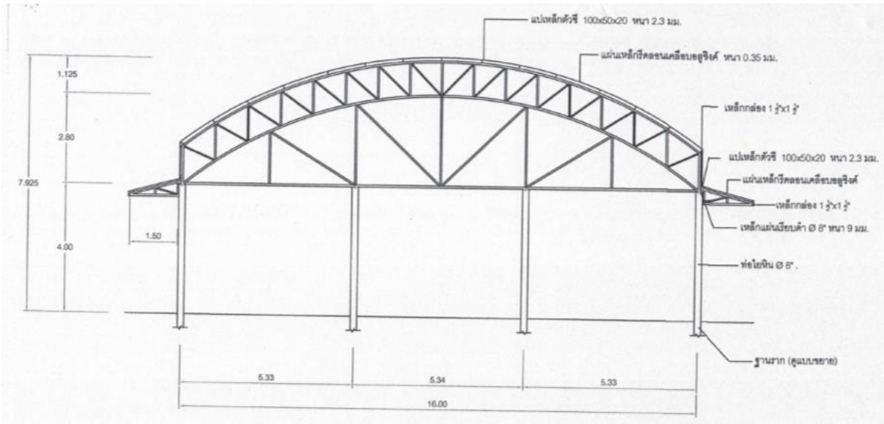
หลังคาอาคารอเนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 50



ภาพที่ 50 ผังหลงคาโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก

2.3. รูปตัด อาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัดอาคารศูนย์อาหาร แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ และรูปแบบของหลังคาโค้ง ที่มีความกว้าง 16 เมตร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 51



ภาพที่ 51 รูปตัด โครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 320 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 380 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- ค่าผลิตดัดโค้งแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 1 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์

ที่ตั้ง ตำบลบ้านคลัง อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ปีที่ก่อสร้าง พ.ศ. 2559

ขนาดที่ดิน -

ทีมออกแบบ องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง

ผู้รับเหมา -

ควบคุมงานก่อสร้าง องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง

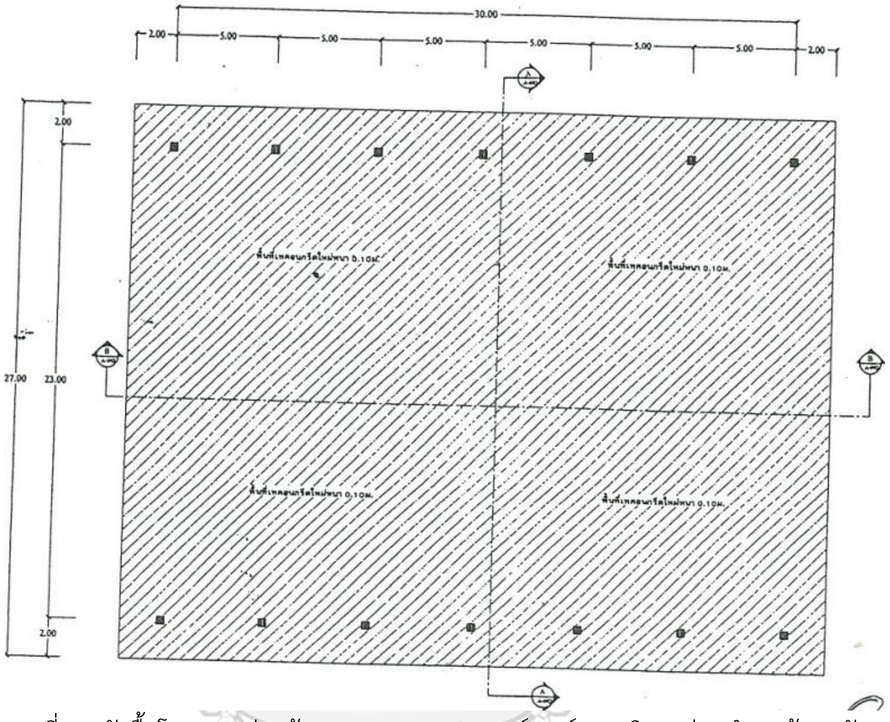
โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2559 เป็นอาคารที่องค์การบริหารส่วนตำบลตากตก ออกแบบโดยกองช่างองค์การบริหารส่วนตำบลตากตก ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลตากตก อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ดังแสดงในภาพที่ 52

ภาพที่ 52 องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น อาคารอเนกประสงค์

แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 690 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 27.00 เมตร ความยาว 30.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 53

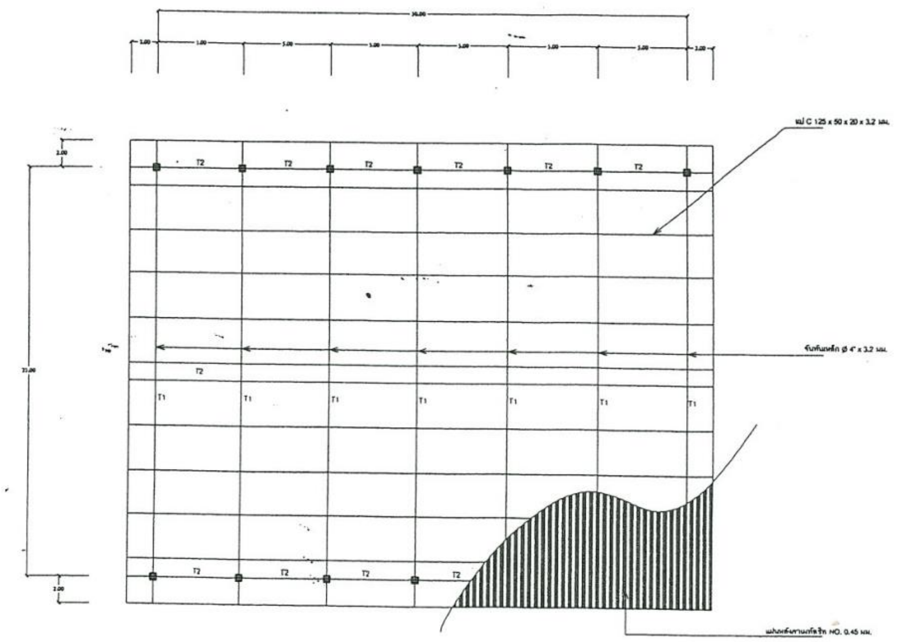


ภาพที่ 53 ผังพื้นโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2. ผังหลังคา อาคารอเนกประสงค์

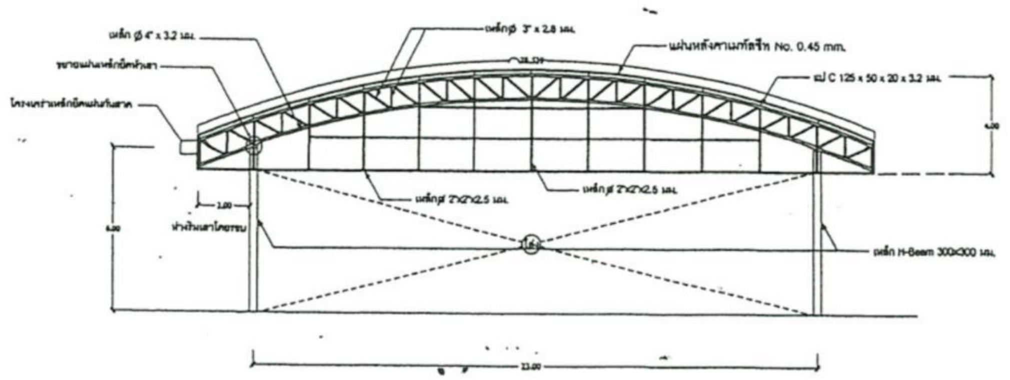
หลังคาอาคารอเนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 54



ภาพที่ 54 ผังหลงคาโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง

2.3. รูปตัด อาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัดแสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 55



ภาพที่ 55 รูปตัด โครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านคลัง

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 690 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 340 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- ค่าผลิตดัดโค้งแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท

  จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 1 วัน

7) โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ จังหวัดอุบลราชธานี

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง	อาคารอเนกประสงค์
ที่ตั้ง	ถนนสกลมาร์ค ตำบลวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
ปีที่ก่อสร้าง	พ.ศ. 2563
ขนาดที่ดิน	-
ทีมออกแบบ	เทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ
ผู้รับเหมา	-
ควบคุมงานก่อสร้าง	เทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2563 เป็นอาคารที่โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ ออกแบบโดยกองช่างเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ ที่ถนนสกลมาร์ค ตำบลวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ดังแสดงในภาพที่ 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

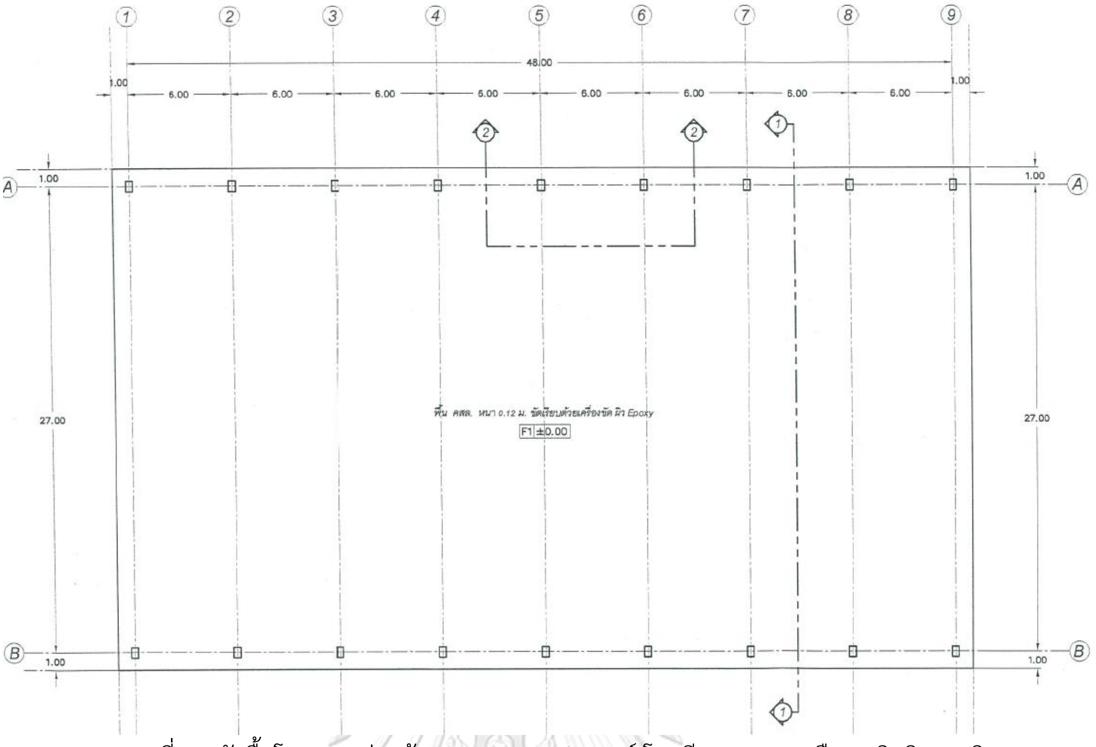
ภาพที่ 56 โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น อาคารอเนกประสงค์

แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 1,296 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 27.00 เมตร ความยาว 48.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

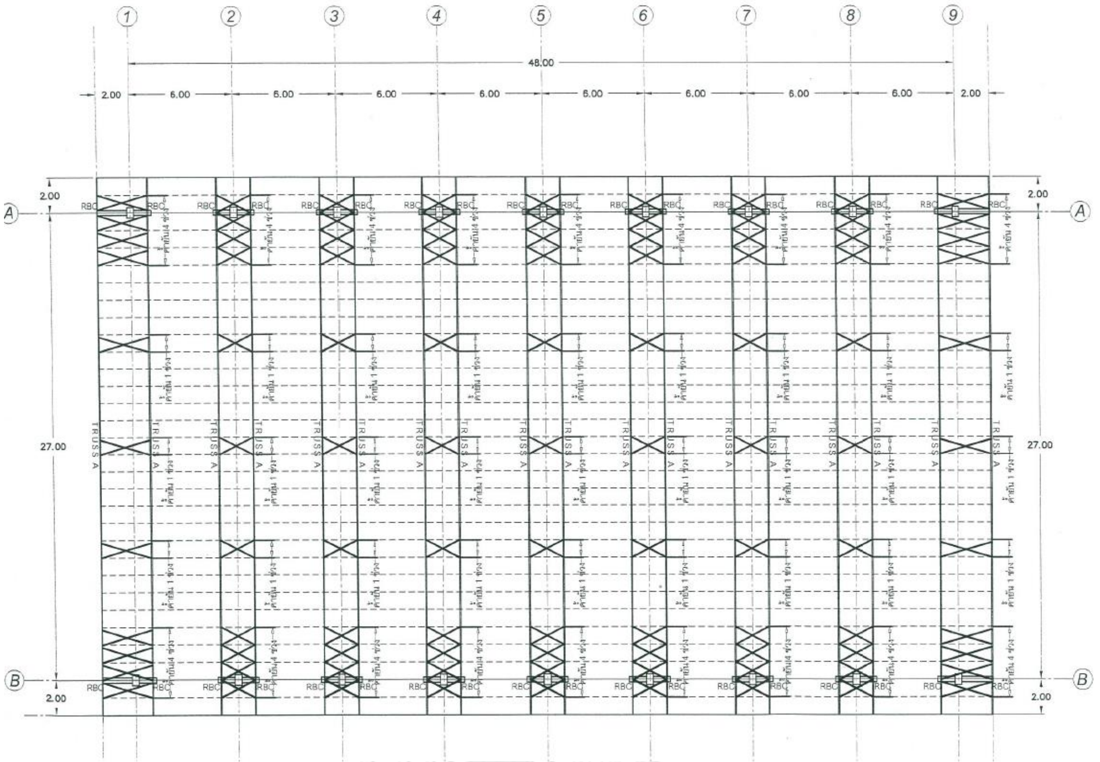


ภาพที่ 57 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ

2.2. ผังหลังคา อาคารอเนกประสงค์

หลังคาอาคารอเนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

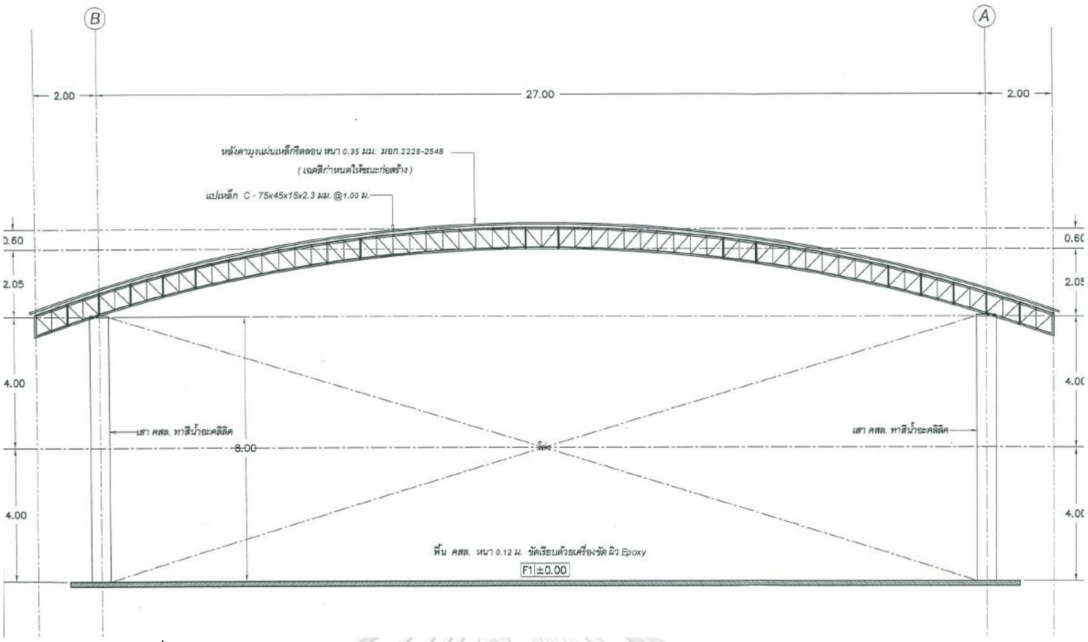


ภาพที่ 58 ผังหลังคาโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ

2.3. รูปตัด อาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัดแสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 8.00 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 59 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 1,488 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 300 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 70,000 บาท
- ค่าผลิตดัดโค้งแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 70,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 2 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8) เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง	อาคารอเนกประสงค์
ที่ตั้ง	ตำบลบ้านยาง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ
ปีที่ก่อสร้าง	พ.ศ. 2561
ขนาดที่ดิน	-
ทีมออกแบบ	กองช่างเทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์
ผู้รับเหมา	-
ควบคุมงานก่อสร้าง	กองช่างเทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์

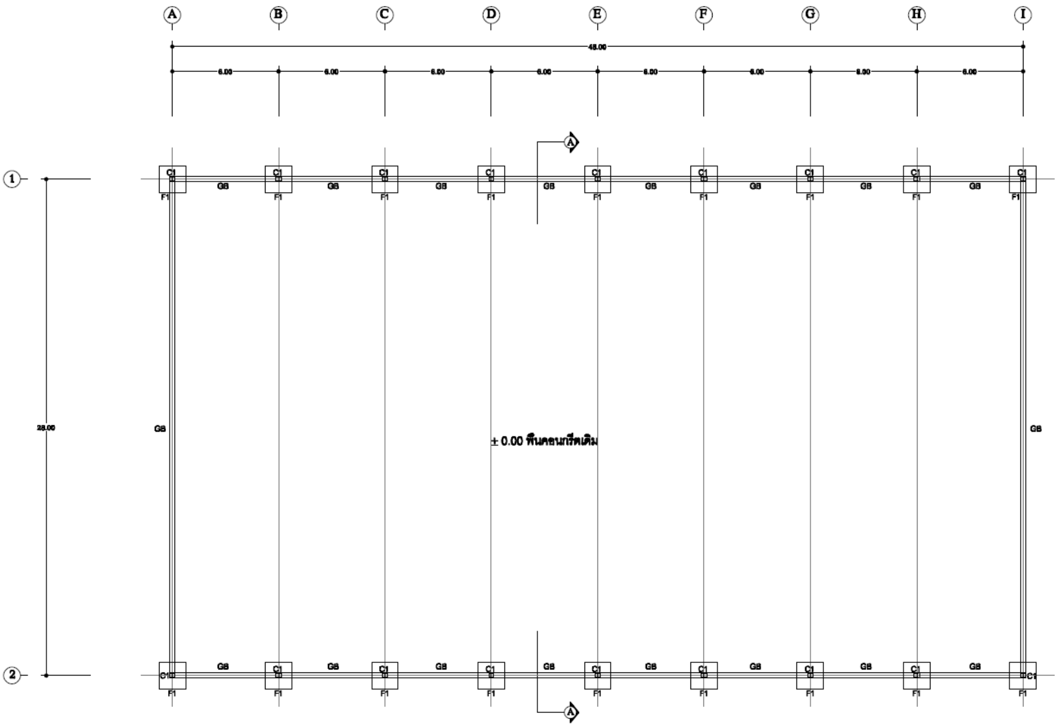
โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2561 ที่สนามฟุตซอลพระไกรสิงหนาท ภายในเทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์ ออกแบบโดยกองช่างเทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์ ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ที่ ตำบลบ้านยาง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิดังแสดงในภาพที่ 60

ภาพที่ 60 โรงเรียนเทศบาลเมืองวารินวิชาชาติ

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น อาคารอเนกประสงค์

แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 1,344 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 28.00 เมตร ความยาว 48.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 61

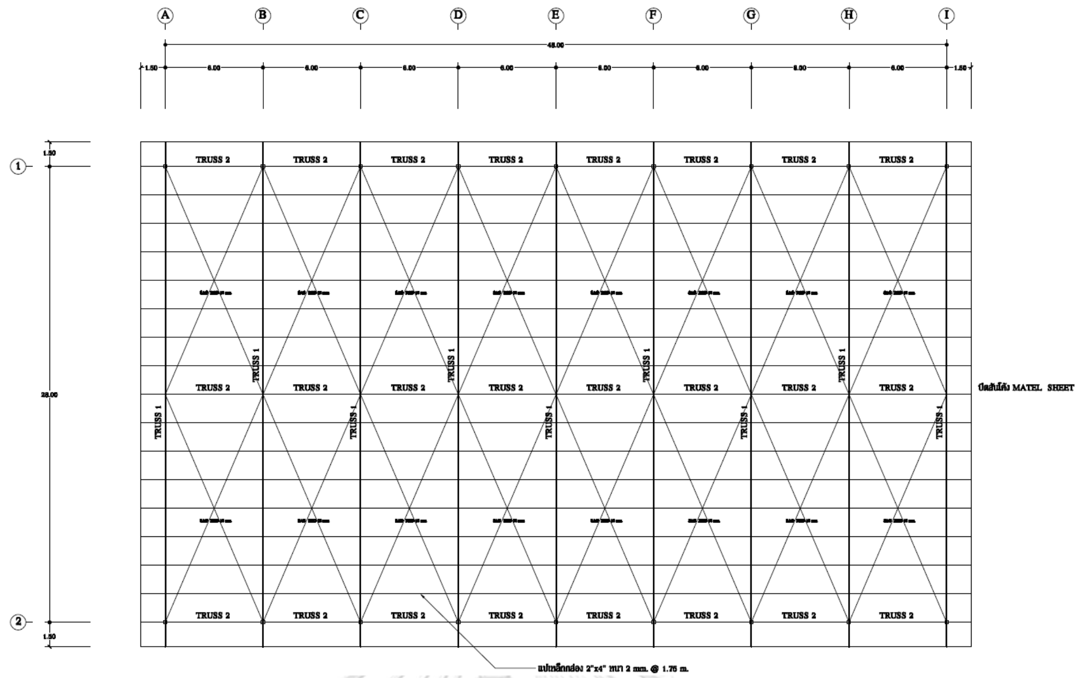


ภาพที่ 61 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2. ผังหลังคา อาคารอเนกประสงค์

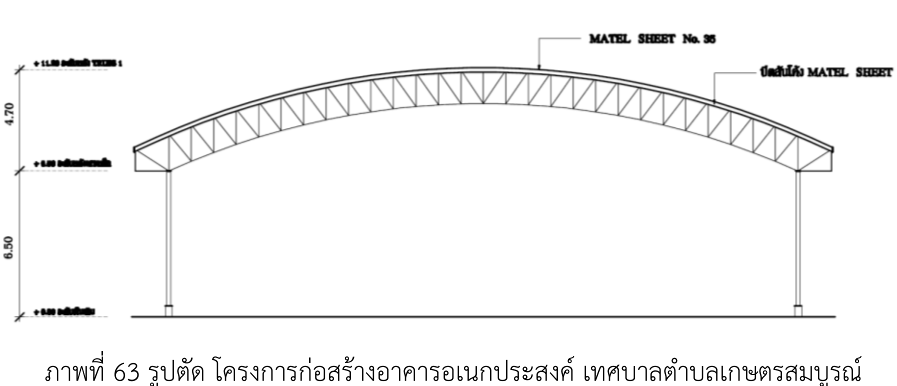
หลังคาอาคารอเนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 62



ภาพที่ 62 ผังหลังคาโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์

2.3. รูปตัด อาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัด แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 6.0 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 63



ภาพที่ 63 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ เทศบาลตำบลเกษตรสมบูรณ์

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 1,152 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 320 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 70,000 บาท
- ค่าผลิตดัดโค้งแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 70,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 2 วัน

9) องค์การบริหารส่วนตำบลเพ็กใหญ่ จังหวัดขอนแก่น

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง ปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์
ที่ตั้ง ตำบลเพ็กใหญ่ อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น
ปีที่ก่อสร้าง -
ขนาดที่ดิน -
ทีมออกแบบ กองช่างองค์การบริหารตำบลส่วนตำบลเพ็กใหญ่
ผู้รับเหมา -
ควบคุมงานก่อสร้าง กองช่างองค์การบริหารตำบลส่วนตำบลเพ็กใหญ่

โครงการก่อสร้างปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์ ที่สนามฟุตซอลพระไกรสิงหนาท ภายในกองช่างองค์การบริหารตำบลส่วนตำบลเพ็กใหญ่ ออกแบบโดยกองช่างเทศบาลตำบลเพ็กใหญ่ ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ที่ตำบลเพ็กใหญ่ อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น ดังแสดงในภาพที่ 65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

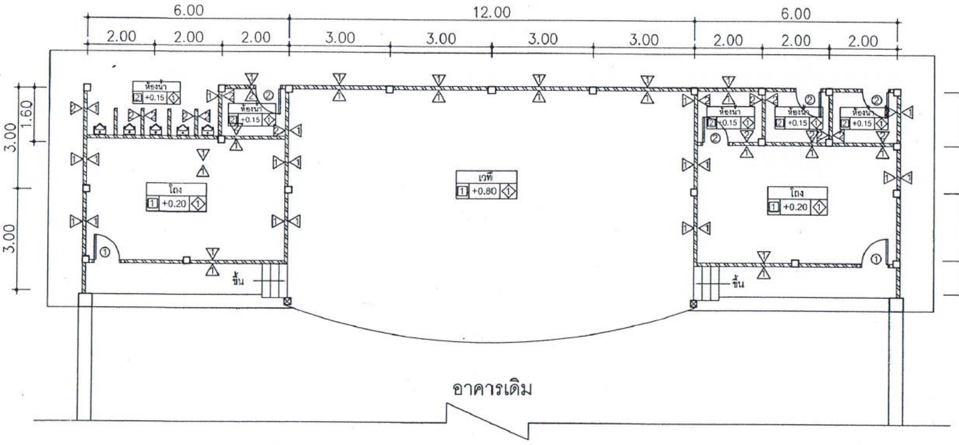
ภาพที่ 64 องค์การบริหารตำบลส่วนตำบลเพ็กใหญ่

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น ปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 1,344 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 24.00 เมตร ความยาว 6.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 65

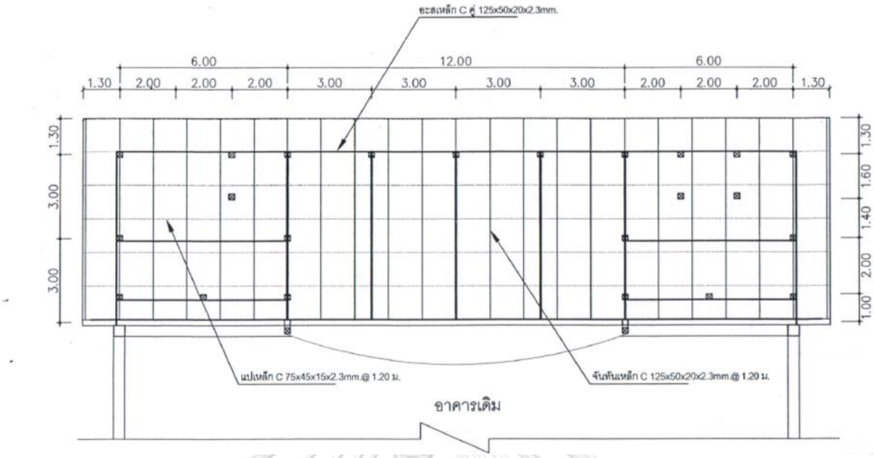
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 65 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

2.2. ผังหลังคา ปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

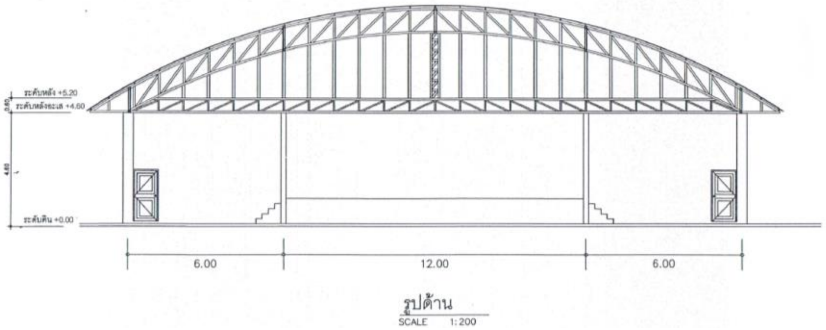
หลังคาอาคารปรับปรุงต่อเติมอาคารเอกนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 66



ภาพที่ 66 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

2.3. รูปตัด ปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัดปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ และรูปแบบของหลังคาโค้ง ที่มีความกว้าง 25.6 เมตร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 4.60 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 67



ภาพที่ 67 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 144 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 440 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- ค่าผลิตดัดโค้งแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 1 วัน

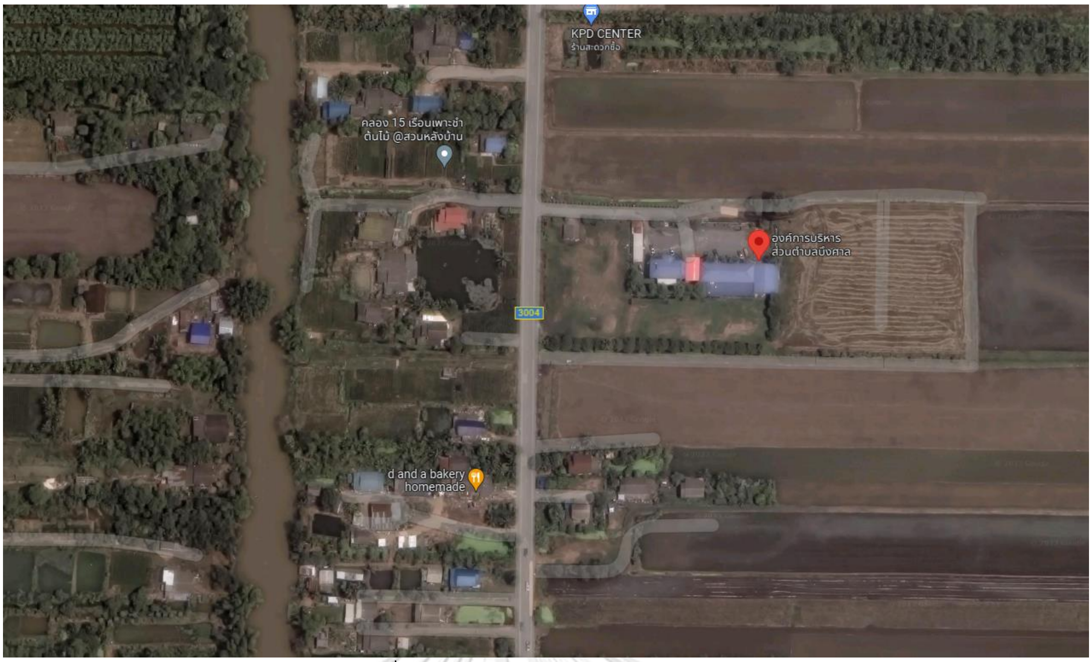
10) องค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล จังหวัดนครนายก

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง	อาคารอเนกประสงค์
ที่ตั้ง	ตำบลบึงศาล อำเภอองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก
ปีที่ก่อสร้าง	-
ขนาดที่ดิน	-
ทีมออกแบบ	กองช่างองค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล
ผู้รับเหมา	-
ควบคุมงานก่อสร้าง	กองช่างองค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ องค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล ออกแบบโดยกองช่างองค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ที่ ตำบลบึงศาล อำเภอองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก ดังแสดงในภาพที่ 68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

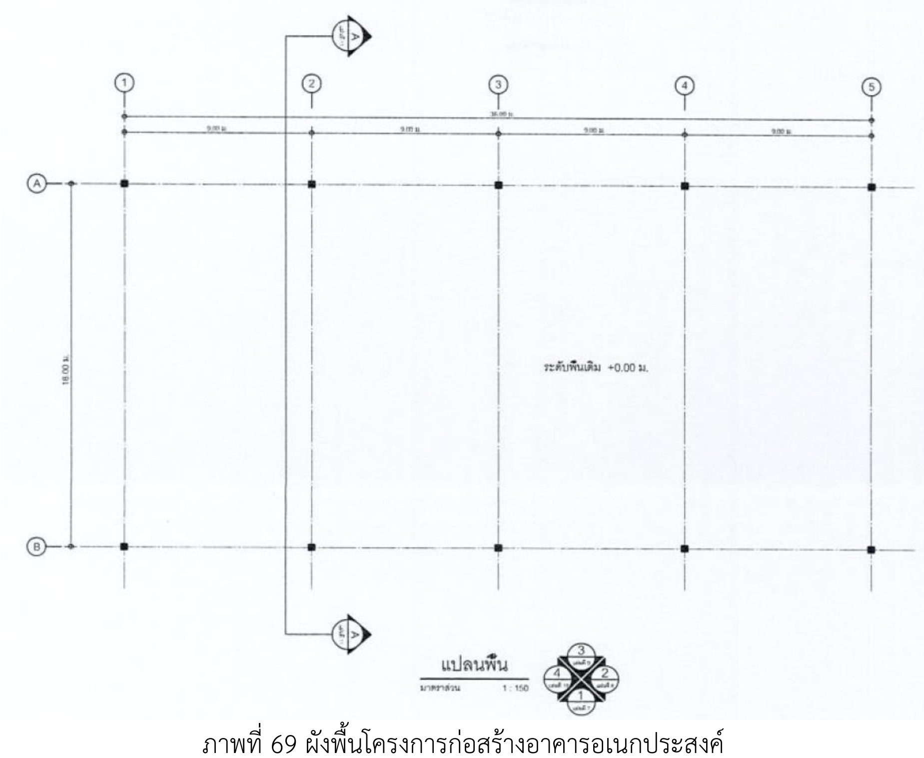


ภาพที่ 68 องค์การบริหารส่วนตำบลบึงศาล

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น อาคารอเนกประสงค์

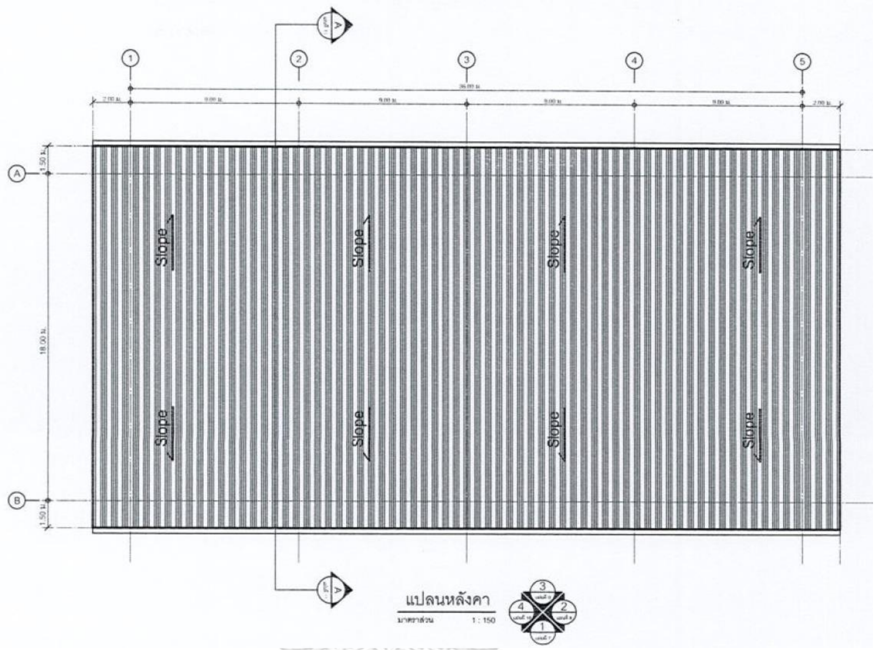
แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 576 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 16.00 เมตร ความยาว 36.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 69



ภาพที่ 69 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

2.2. ผังหลังคา อาคารอเนกประสงค์

หลังคาอาคารอเนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 70

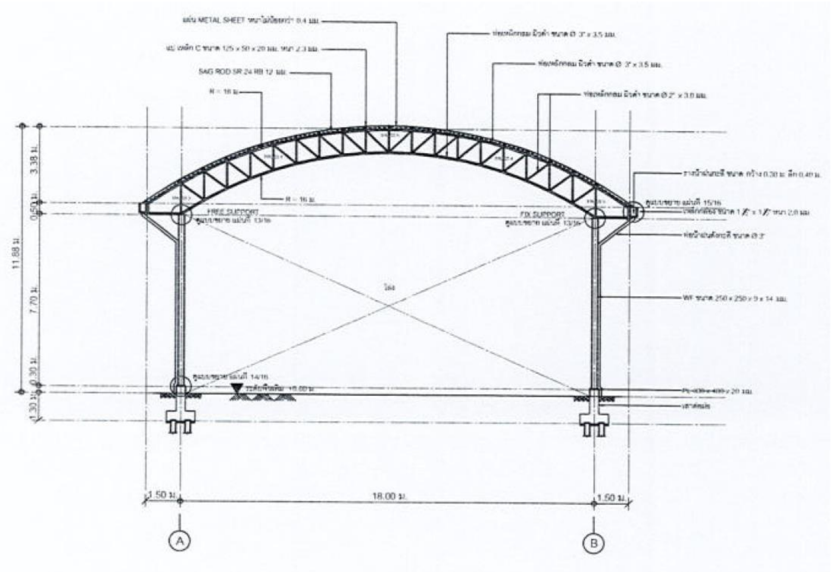


ภาพที่ 70 ผังหลังคาโครงก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

2.3. รูปตัด ปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัดอาคารอเนกประสงค์แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 7.70 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 71 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 648 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 340 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารเอกนกประสงค์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- ค่าผลิตดัดโค้งแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 1 วัน

11) องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทอง จังหวัดชัยภูมิ

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์

ที่ตั้ง ตำบลโนนทอง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

ปีที่ก่อสร้าง พ.ศ. 2563

ขนาดที่ดิน -

ทีมออกแบบ กองช่างองค์การบริหารตำบลส่วนตำบลโนนทอง

ผู้รับเหมา -

ควบคุมงานก่อสร้าง กองช่างองค์การบริหารตำบลส่วนตำบลโนนทอง

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2563 ที่อาคารอเนกประสงค์ ภายในกองช่างองค์การบริหารตำบลส่วนตำบลโนนทอง ออกแบบโดยกองช่างเทศบาลตำบลโนนทอง ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ที่ตำบลโนนทอง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 72

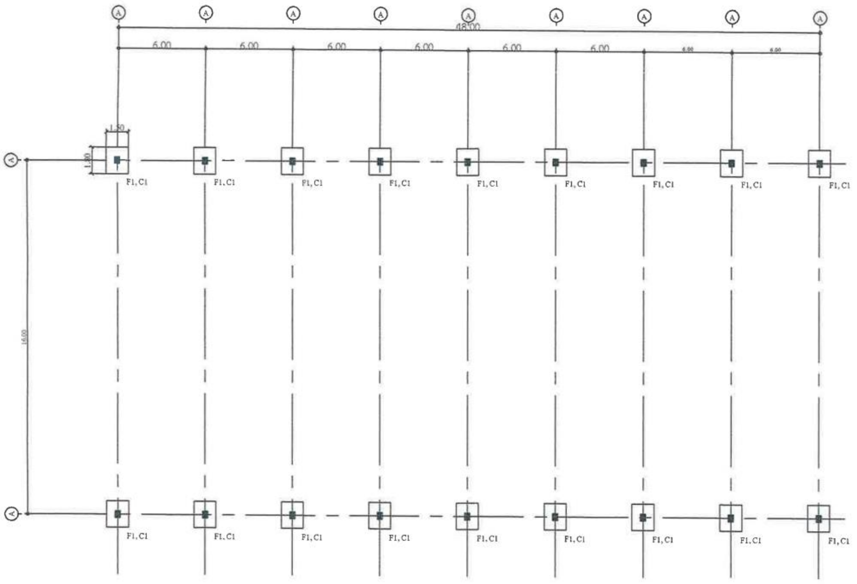
ภาพที่ 72 องค์การบริหารตำบลส่วนตำบลโนนทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น ปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

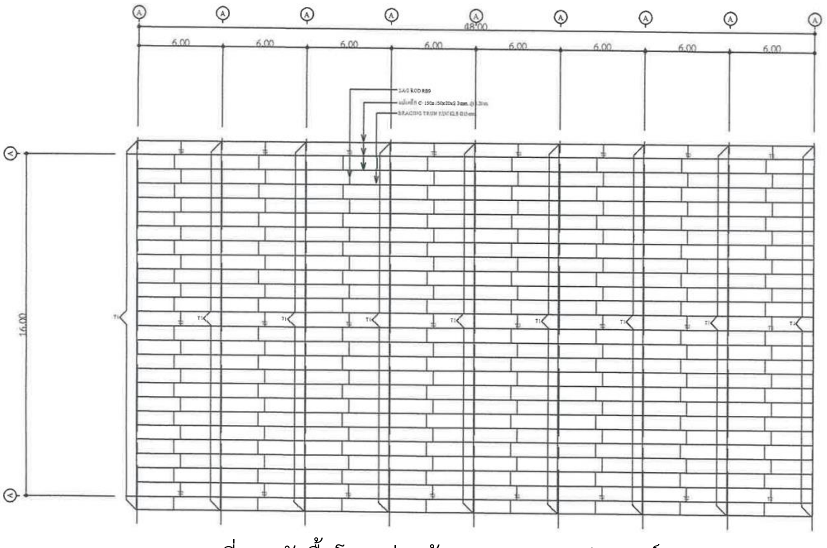
แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 768 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 16.00 เมตร ความยาว 48.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 73



ภาพที่ 73 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

2.2. ผังหลังคา อาคารอเนกประสงค์

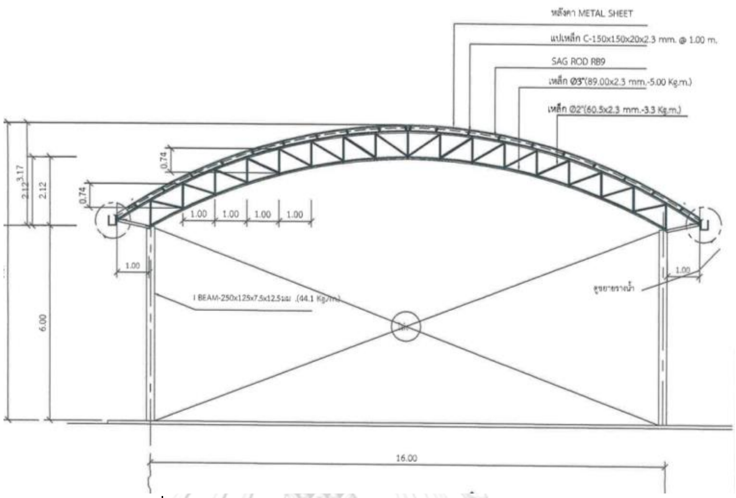
หลังคาอาคารปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 74



ภาพที่ 74 ผังพื้นโครงก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

2.3. รูปตัด ปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัดอาคารอเนกประสงค์แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 75



ภาพที่ 75 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 768 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 320 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารเอกนกประสงค์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- ค่าผลิตดัดโค้งแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 50,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 1 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

12) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง อาคารอเนกประสงค์

ที่ตั้ง ตำบลย่านมัทรี อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์

ปีที่ก่อสร้าง -

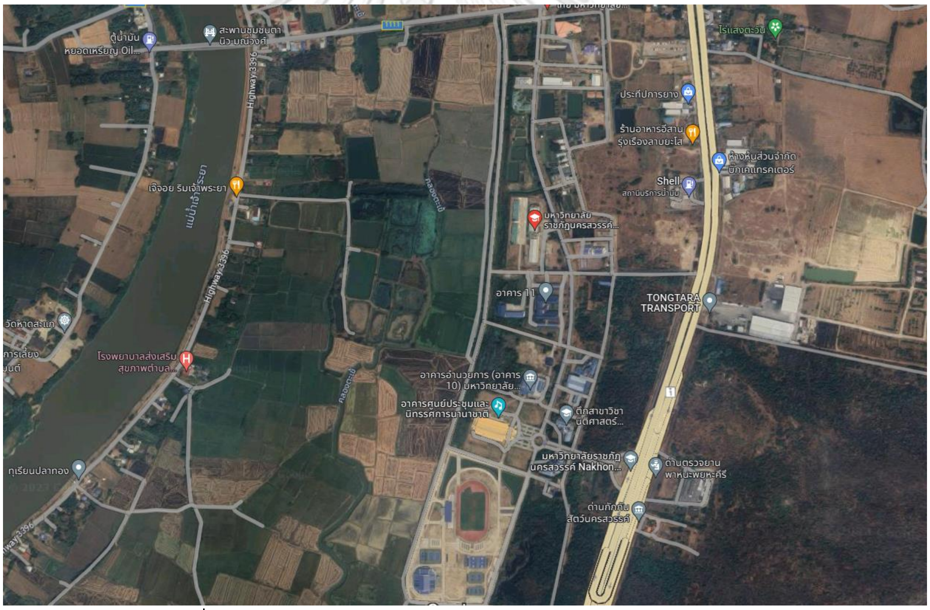
ขนาดที่ดิน -

ทีมออกแบบ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

ผู้รับเหมา -

ควบคุมงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2563 ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ศูนย์การศึกษาย่านมัทรี ออกแบบโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ตั้งโครงก่อสร้างตั้งอยู่ที่ตำบลย่านมัทรี อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ ดังแสดงในภาพที่ 76

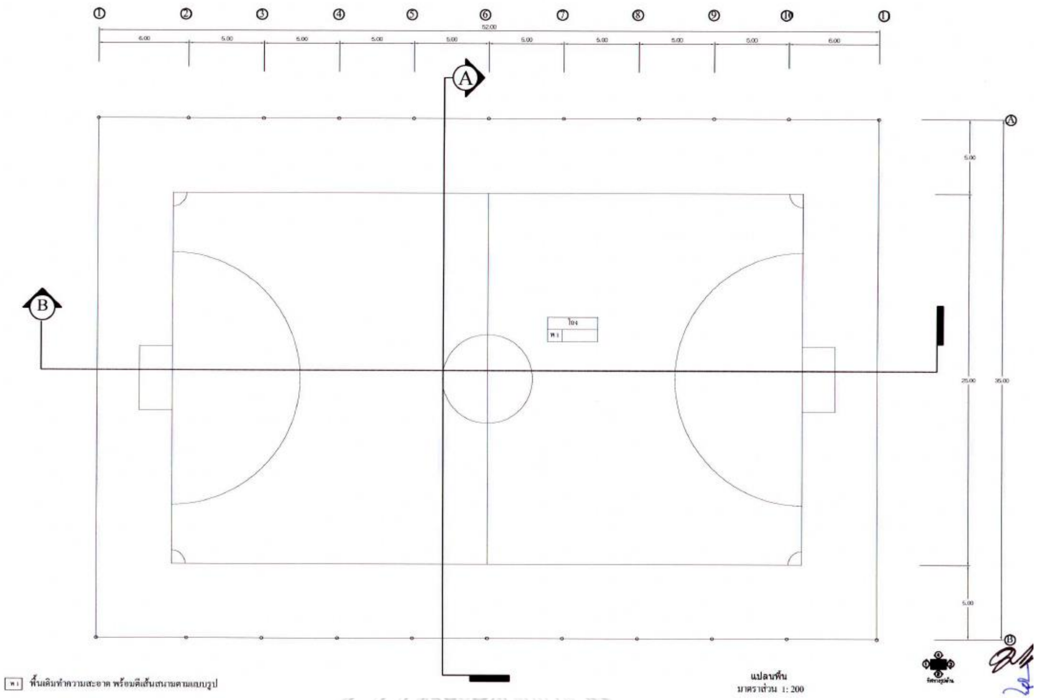


ภาพที่ 76 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ศูนย์การศึกษาย่านมัทรี

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น อาคารอเนกประสงค์

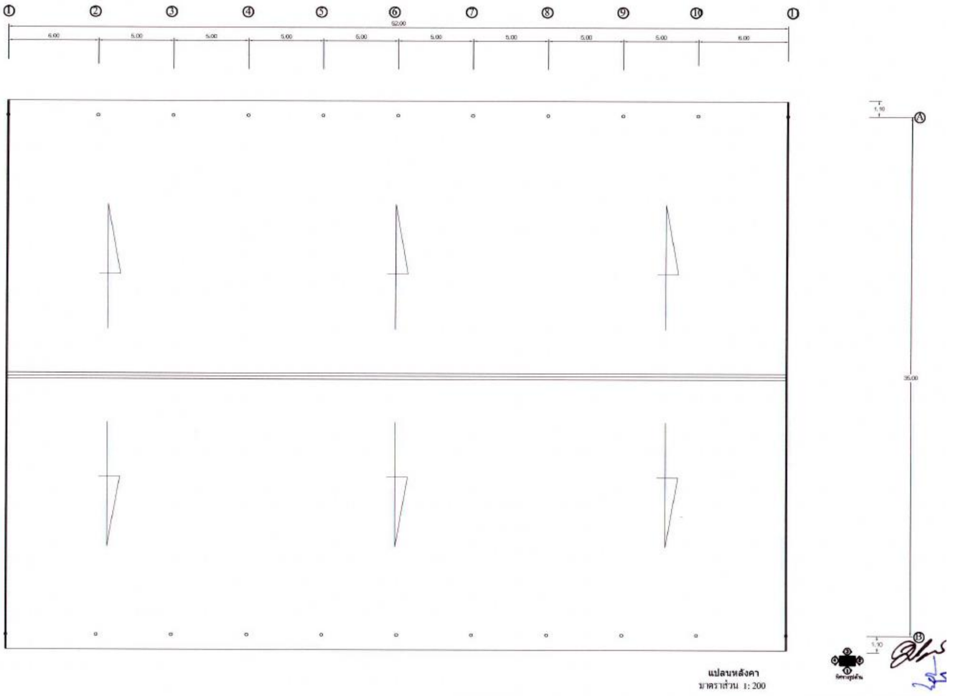
แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 1,820 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 35.00 เมตร ความยาว 52.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 77



ภาพที่ 77 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

2.2. ผังหลังคา อาคารอเนกประสงค์

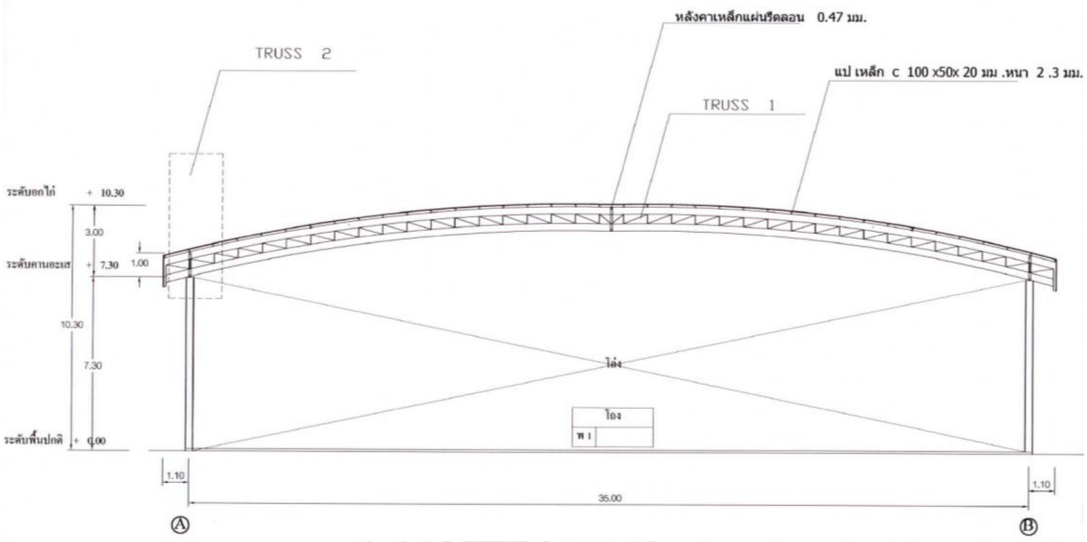
หลังคาอาคารอเนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 78



ภาพที่ 78 ผังหลังคาโครงก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

2.3. รูปตัด อาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัดความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 7.30 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 79



ภาพที่ 79 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 832 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 260 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ไม่มีราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาเนื่องจากแผ่นหลังคามีความยาวมากกว่า 13 เมตร แต่จะมีค่าดำเนินการดำเนินการผลิตที่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดค่าดำเนินดังนี้

- ค่าผลิตแผ่นบนพื้นราบปรกติ ที่พื้นที่ก่อสร้าง 70,000 บาท
- จำนวนวันที่ผลิตแผ่นหลังคา 2 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

13) เรือนจำกลาง จังหวัดลพบุรี

1. ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการก่อสร้าง	อาคารอเนกประสงค์
ที่ตั้ง	ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี
ปีที่ก่อสร้าง	พ.ศ. 2563
ขนาดที่ดิน	-
ทีมออกแบบ	วิศวกรโยธา ระดับภาคี นายคงสิทธ์ สุขโรจน์
ผู้รับเหมา	-
ควบคุมงานก่อสร้าง	-

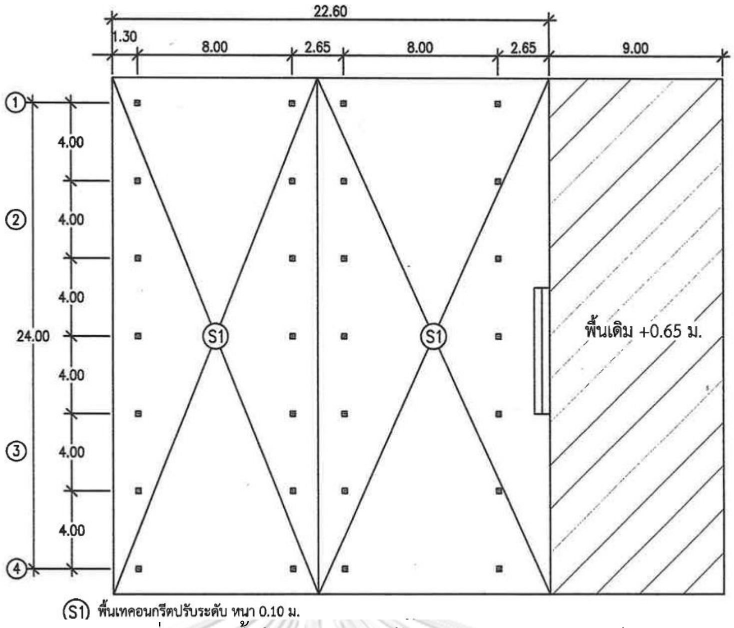
โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ เรือนจำกลาง จังหวัดลพบุรี ก่อสร้างในปี พ.ศ.2563 ออกแบบโดยวิศวกรโยธา ระดับภาคี นายคงสิทธ์ สุขโรจน์ ที่ตั้งโครงก่อสร้าง ตั้งอยู่ที่ ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี ดังแสดงในภาพที่ 80

ภาพที่ 80 เรือนจำกลาง จังหวัดลพบุรี

2. ข้อมูลแบบก่อสร้าง

2.1. ผังพื้น อาคารอเนกประสงค์

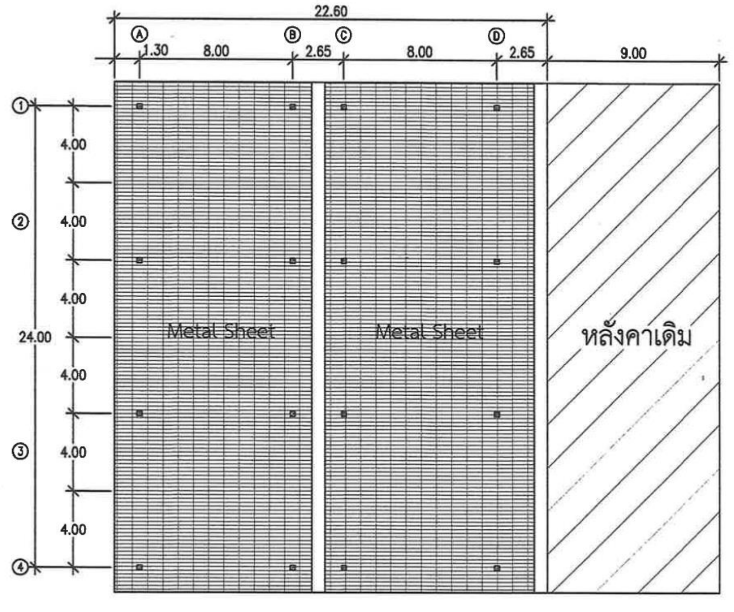
แบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยรวม 543 ตารางเมตร โดยมีความกว้าง 22.60 เมตร ความยาว 24.00 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 81



ภาพที่ 81 ผังพื้นโครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

2.2. ผังหลังคา อาคารอเนกประสงค์

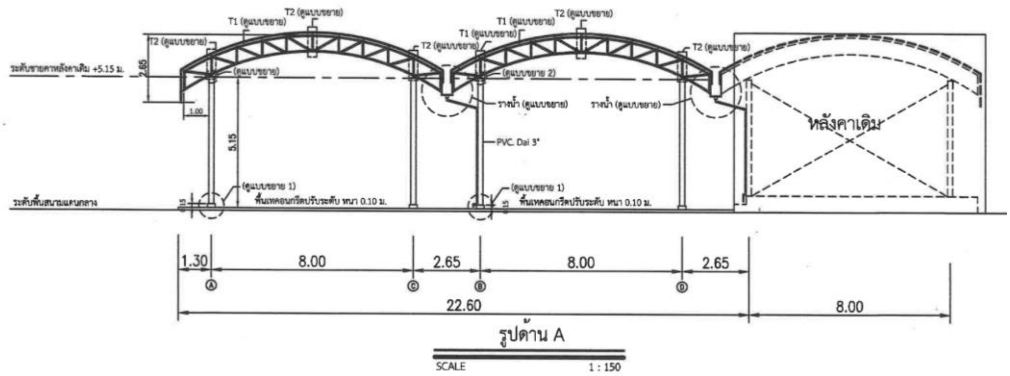
หลังคาอาคารอเนกประสงค์ ใช้วัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน ลาดเอียงเพื่อระบายน้ำออกทั้งสองด้านของตัวอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 82



ภาพที่ 82 ผังหลังคาโครงก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

2.3. รูปตัด ปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์

แบบรูปตัดปรับปรุงต่อเติมอาคารอเนกประสงค์แสดงระดับความสูงที่สำคัญของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยในอาคารเรื่องความสูงในแต่ละระดับ และรูปแบบของหลังคาโค้ง ที่มีความกว้าง 10.60 เมตร โดยต้องการความสูงไม่น้อยกว่า 5.15 เมตร รายละเอียดความลาดเอียงของหลังคาจะแสดงลักษณะส่วนของเส้นโค้งของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 83



ภาพที่ 83 รูปตัด โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์

3. ข้อมูลราคาหลังคาวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน

3.1. ราคาค่าแผ่นเหล็กรีดลอน

- แผ่นหลังคารุ่น TD760 ความหนาเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT)
- พื้นที่หลังคา 264 ตารางเมตร
- ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน 400 บาท/ตารางเมตร

3.2. ราคาค่าขนส่งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

โครงการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ ราคาค่าขนส่งแผ่นหลังคาสามารขนได้ใน 1 เที่ยว แผ่นหลังคาดัดโค้งมีความยาวมากกว่า 10.60 เมตร กว้าง 1.30 เมตร ประมาฯการค่าขนส่งโดยใช้รถ 6 ล้อ จัมโบ้ 1 เที่ยว ราคา 7,000 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.1 สรุปข้อมูล ความกว้าง ความยาว และพื้นที่หลังคา ของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร

จากข้อมูลอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร นำมาสรุปข้อมูลอาคาร ความกว้างอาคาร ความยาวอาคาร และพื้นที่หลังคาทั้งหมดของโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความกว้าง ความยาว และพื้นที่หลังคา ของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	กว้าง (เมตร)	สูง (เมตร)	พื้นที่หลังคา (ตารางเมตร)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	74.00	2.22	8,436
2	อาคารคลังสินค้า	36.00	2.43	3,068
3	อาคารศูนย์อาหาร	34.20	1.81	1,925
4	โรงงานผลิต	125.00	2.23	27,000
5	อาคารอเนกประสงค์	16.00	2.48	320
6	อาคารอเนกประสงค์	23.00	2.09	690
7	อาคารอเนกประสงค์	31.00	2.87	1488
8	อาคารอเนกประสงค์	24.00	2.69	1,152
9	อาคารอเนกประสงค์	24.00	3.64	144
10	อาคารอเนกประสงค์	16.00	3.64	768
11	อาคารอเนกประสงค์	36.00	2.48	832
12	อาคารอเนกประสงค์	18.00	3.18	648
13	อาคารอเนกประสงค์	11.00	1.63	264

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2 สรุปข้อมูลค่าใช้จ่ายของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์โรงงานผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน ทำให้ทราบว่าค่าใช้จ่ายในการเลือกใช้วัสดุมุงเหล็กรีดลอนที่ควรคำนึงถึง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ข้อ ดังนี้

4.2.1 ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน

เป็นที่ทราบกันดีว่าปัจจัยด้านประเภทวัสดุแผ่นเหล็กรีดลอน ทำให้ราคาแผ่นเหล็กรีดลอนในท้องตลาดมีราคาที่แตกต่างกัน โดยข้อมูลจากการสัมภาษณ์เรื่อง ราคาแผ่นเหล็กรีดลอนที่นำไปใช้ในหลังคาโค้งของ โครงการกรณีศึกษา 13 อาคาร ทำให้ทราบว่า จากอาคารกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระดับ อันเนื่องมาจากวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน แม้จะควบคุมปัจจัย ความหนาเหล็ก ชั้นเคลือบเหล็ก วิธีการติดตั้ง และรุ่นผลิตภัณฑ์ ให้เหมือนกัน ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดของเขตไว้ คือ ใช้การวิเคราะห์จากวัตถุดิบจาก ความหนาที่เนื้อเหล็ก 0.42 มิลิเมตร รุ่น TD760

จากที่กล่าวข้างต้นว่า ราคาแผ่นเหล็กรีดลอน จากอาคารกรณีศึกษา แบ่งเป็น 2 ระดับราคา อันเนื่องจากการผลิตที่ต่างกัน คือ แผ่นที่โค้งดัดและแผ่นโค้งโดยไม่ดัด ซึ่งทางผู้ผลิตสามารถทราบได้จากรัศมีของแผ่นโค้งที่จะดูได้จากรูปตัดที่ส่งเข้ามาขอราคา ซึ่งราคาแผ่นโค้งที่ต้องดัดจะมีราคาที่แพงกว่าราคาแผ่นธรรมดา

4.2.2 การขนส่ง

ด้วยคุณสมบัติด้านกายภาพ ที่มาจากวิธีการผลิตของแผ่นเหล็กรีดลอน ที่มีความหนาของแผ่นมาจากการเลือกใช้วัตถุดิบของผู้ใช้งาน ความกว้างของแผ่นที่มาจากลักษณะของรูปลอนของแผ่น และมีความยาวตามการสั่งตัดของผู้ใช้งาน ทำให้วิธีการขนส่งแผ่นเหล็กรีดลอนเป็นข้อคำนึงที่สำคัญ

1.1. ใช้รถขนส่ง

จากการศึกษาพบว่าวิธีการในการคิดข้อมูลราคาค่าขนส่งทางผู้ผลิตจะมีวิธีการคิดมาจากความยาวสูงสุดของแผ่นหลังคา เนื่องจากจะเกี่ยวข้องกับกฎหมายการขนส่ง โดยในปัจจุบัน โรงงานผู้ผลิตได้แบ่งประเภทของรถที่ใช้ในการขนส่งแผ่นหลังคา แบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

1. รถกะบะ
2. รถ 6 ล้อ
   - รถ 6 ล้อ ขนาดเล็ก ขนส่งแผ่นได้ยางสูงสุด 6 เมตร
   - รถ 6 ล้อ ขนาดกลาง ขนส่งแผ่นได้ยาวสูงสุด 7 เมตร
   - รถ 6 ล้อ ขนาดใหญ่ ขนส่งแผ่นได้ยาวสูงสุด 8 เมตร
3. รถพ่วง
   - รถพ่วง TL12 ขนส่งแผ่นได้ยาวสูงสุด 13.00 เมตร
   - รถพ่วง TL24 ขนส่งแผ่นได้ยาวสูงสุด 25.00 เมตร

โดยประเภทรถบรรทุก จะสามารถขนส่งแผ่นความกว้างแผ่นได้สูงสุด คือ 2.55 เมตร และความยาวสูงสุด ได้ 25 เมตร จะมีวิธีการคำนวณค่าขนส่งอีกแบบ คือ การยกเครื่องจักรไปผลิตที่หน้างานก่อสร้าง โดยตามข้อมูลของโครงการกรณีศึกษา 13 อาคาร สามารถสรุป การขนส่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ใช้รถขนส่งและไม่ใช้รถขนส่ง ซึ่งกรณีใช้รถพ่วง TL24 อาจมีข้อจำกัดการเข้าไม่ถึงสถานที่ก่อสร้าง โดยสามารถสรุปข้อมูลวิธีการคิดราคาค่าขนส่ง ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงได้ดังนี้

วิธีการคิดราคาค่าขนส่งกรณีใช้รถบรรทุกขนส่งจะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับราคา คือ

1. ที่ตั้งของโครงการ โดยคิดจากความห่างของระยะทางของโครงกับโรงงานผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน

2. ประเภทรถบรรทุกที่ใช้บรรทุก ที่คิดตามความยาว ความกว้าง และน้ำหนักรวมของแผ่นหลังคาที่จะบรรทุก

1.2. ไม่ใช้รถขนส่ง

การใช้วิธีการยกเครื่องจักรไปรีดที่หน้างาน โดยพิจารณาจากความยาวแผ่น ซึ่งเมื่อแผ่นมีความยาวเกิน 25 เมตร ไม่สามารถขนส่งได้ ผู้ผลิตจะทำการเข้าสำรวจพื้นที่หน้างานก่อสร้าง เพื่อพิจารณา 2 เรื่อง คือ การเข้าถึงพื้นที่ก่อสร้างโดยรถพ่วง TL24 และพื้นที่ที่ใช้ในการตั้งเครื่องจักรและขนย้ายเตรียมการติดตั้งหลังคา ทั้งนี้ความต้องการพื้นที่เพื่อผลิตแผ่นจะมีความกว้าง ความยาวแตกต่างกันตามเครื่องจักรที่เคลื่อนย้ายไปผลิตที่หน้างานก่อสร้าง

โดยจากการสัมภาษณ์โรงงานผู้ผลิต สามารถแบ่งประเภทการยกเครื่องจักรไปผลิตที่หน้างาน ได้ 2 ประเภท คือ รีดที่พื้นและรีดที่บนนั่งร้าน โดยในกรณีที่ใช้วิธีการรีดบนนั่งร้านเนื่องมาจากแผ่นมีความยาวเกิน 60 เมตร เสี่ยงต่อการชำรุดขณะส่งส่งแผ่นจากพื้นดินขึ้นสู่หลังคาของตัวอาคาร

โดยจากการพิจารณา 13 โครงการกรณีศึกษาที่มีหลังคาโค้ง หากใช้แผ่นที่มีความยาวมากกว่า 25 เมตร และเป็นแผ่นโค้งดัด จึงต้องต้องยกเครื่องจักรไปทั้ง 2 ตัว ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น โดยสามารถสรุปข้อมูลวิธีการนำเครื่องจักรไปรีดที่หน้างานก่อสร้าง ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงได้ดังนี้

วิธีการคิดราคาค่าขนส่งกรณีวิธีการนำเครื่องจักรไปรีดที่หน้างานก่อสร้าง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับราคา คือ

1. ที่ตั้งของโครงการ โดยคิดจากความห่างของระยะทางของโครงกับโรงงานผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน
2. จำนวนวันที่ยกเครื่องจักรที่ไปรีดที่หน้างาน
3. ประเภทของเครื่องจักรที่ต้องใช้ดำเนินการติดตั้งเครื่องจักร
4. ประเภทของเครื่องที่ขนย้ายเครื่องจักร
5. จำนวนคนงาน

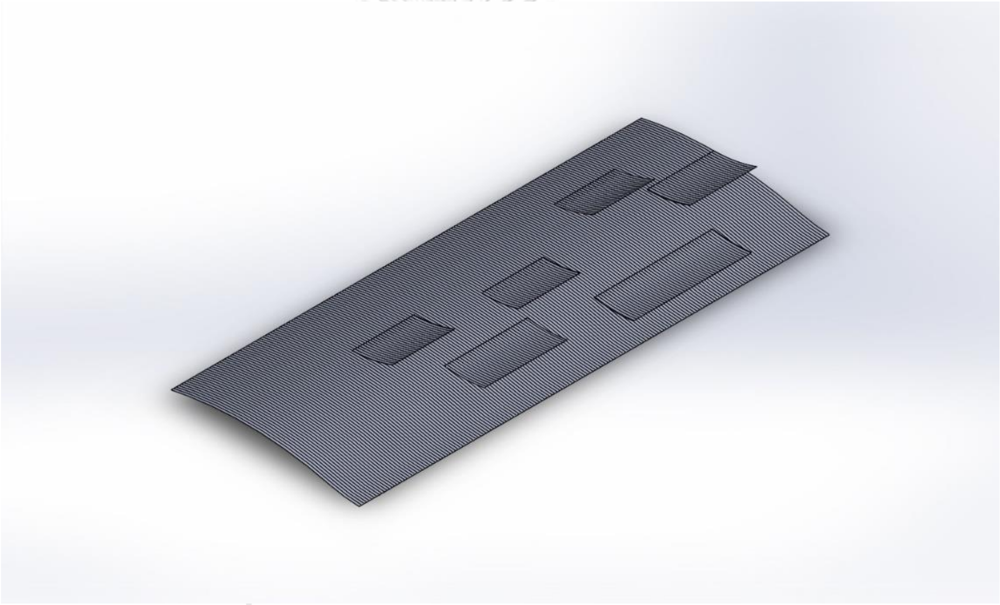
4.3 กระบวนการผลิต

จากการศึกษาพบว่ากระบวนการผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน ใช้เครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้องในทุกกระบวนการ โดยก่อนการผลิตจะมีขั้นตอนการวิเคราะห์แบบ ทั้งนี้ในขั้นตอนการวิเคราะห์การผลิตนั้นมีรายละเอียดของแต่ละโครงการที่แตกกัน ทั้งด้วยปัจจัยสถานะของโครงการก่อสร้างที่ทางโรงงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้ผลิตแบ่งออกเป็นสถานะโครงการเป็น 3 สถานะ คือ 1 แบบของโครงการที่ส่งเข้ามาที่โรงงานเพื่อขอราคาประกอบการออกแบบ 2 แบบของโครงการที่ส่งเข้ามาที่โรงงานเพื่อขอราคาประกอบการประมูลของผู้รับเหมาก่อสร้าง และ 3 แบบของโครงการที่ส่งเข้ามาที่โรงงานเพื่อการก่อสร้าง โดยการผลิตแผ่นหลังคาจะเกิดขึ้นในสถานะสุดท้ายเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการผลิตได้ 6 ขั้นตอน

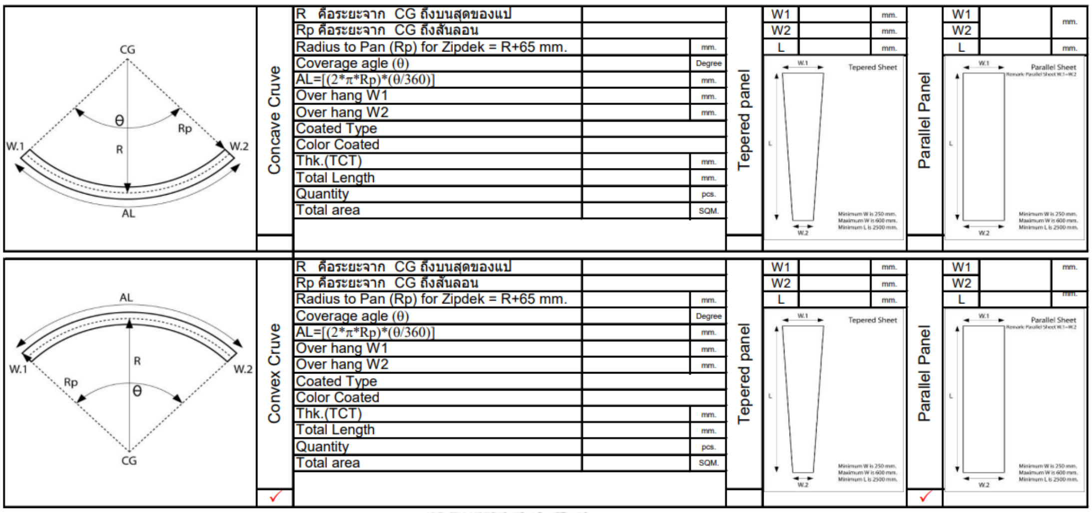
ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์แบบเพื่อทราบรายละเอียดของแผ่นหลังคาที่จะผลิต โดยวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลของผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นก่อนการสั่งผลิต ดังแสดงไว้ในในภาพ 84



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 84 ขั้นตอนที่ 1 Shop drawing

ขั้นตอนที่ 2 ใบสั่งผลิตของแต่ละรุ่นผลิตภัณฑ์จะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันตามความสามารถของรุ่นแผ่นผลิตภัณฑ์หลังคา ซึ่งทุกรุ่นที่มีรายละเอียดเหมือนกัน คือ ความยาวของแผ่นหลังคาที่มีความสำคัญมากที่สุด โดยใบสั่งผลิตจะถูกส่งไปพร้อมกับแบบที่ใช้ลงข้อมูลในใบสั่งผลิต ดังแสดงไว้ในในภาพ 85



Concave Cruve

R คือระยะจาก CG ถึงบนสุดของแป		
Rp คือระยะจาก CG ถึงสันลอน		
Radius to Pan (Rp) for Zipdek = R+65 mm.		mm.
Coverage agle (θ)		Degree
AL=[(2*π*Rp)*(θ/360)]		mm.
Over hang W1		mm.
Over hang W2		mm.
Coated Type		
Color Coated		
Thk.(TCT)		mm.
Total Length		mm.
Quantity		pcs.
Total area		SQM.

Tepered panel

W1		mm.
W2		mm.
L		mm.

Parallel Panel

W1		mm.
W2		mm.
L		mm.

Convex Cruve

R คือระยะจาก CG ถึงบนสุดของแป		
Rp คือระยะจาก CG ถึงสันลอน		
Radius to Pan (Rp) for Zipdek = R+65 mm.		mm.
Coverage agle (θ)		Degree
AL=[(2*π*Rp)*(θ/360)]		mm.
Over hang W1		mm.
Over hang W2		mm.
Coated Type		
Color Coated		
Thk.(TCT)		mm.
Total Length		mm.
Quantity		pcs.
Total area		SQM.

Tepered panel

W1		mm.
W2		mm.
L		mm.

Parallel Panel

W1		mm.
W2		mm.
L		mm.

ภาพที่ 85 ขั้นตอนที่ 2 ใบสั่งผลิตแผ่นหลังคา

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนการผลิตที่จะมีความเกี่ยวข้องกับหลายส่วนงาน ตั้งแต่ฝ่ายเตรียมวัตถุดิบเหล็กรีดเย็นที่มีความหนาที่แตกต่างกันและชั้นเคลือบที่แตกต่างกัน ทั้งการยืนยันวันรับสินค้าซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการพื้นที่ในโรงงาน ก่อนการสั่งเครนยกม้วนเหล็กรีดเย็นเข้าเครื่องขึ้นรูปลอน ดังแสดงไว้ในในภาพ 86

ภาพที่ 86 ขั้นตอนที่ 3 เครนยกม้วนเหล็กรีดเย็น

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อม้วนเหล็กรีดเย็นถูกจัดวางในที่เตรียมการรีดหน้าเครื่องขึ้นรูปรีดลอน ทางพนักงานจะทำการสั่งค่าการสั่งผลิตแผ่นเหล็ก โดยกำหนดความยาวแผ่นตามใบสั่งผลิต และเคลื่อนย้ายแผ่นเหล็กรีดลอนเพื่อเตรียมขนส่งไปที่หน้างานในกรณีลักษณะแผ่นตรงปรกติ หากเป็นกรณีลักษณะแผ่นโค้งจะเตรียมเคลื่อนย้ายเข้าเครื่องดัดโค้งที่มีขั้นตอนที่มากกว่าแผ่นตรง ดังแสดงไว้ในในภาพ 87

ภาพที่ 87 ขั้นตอนที่ 4 เครื่องจักรขึ้นรูปลอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อม้วนเหล็กรีดเย็นถูกจัดวางในที่เตรียมการรีดหน้าเครื่องขึ้นรูปรีดลอน ทางพนักงานจะทำการสั่งค่าการสั่งผลิตแผ่นเหล็ก โดยกำหนดความยาวแผ่นตามใบสั่งผลิต และเคลื่อนย้ายแผ่นเหล็กรีดลอนเพื่อเตรียมขนส่งไปที่หน้างานในกรณีลักษณะแผ่นตรงปรกติ หากเป็นกรณีลักษณะแผ่นโค้งจะเตรียมเคลื่อนย้ายเข้าเครื่องดัดโค้งที่มีขั้นตอนที่มากกว่าแผ่นตรง ดังแสดงไว้ในในภาพ 88

ภาพที่ 88 ขั้นตอนที่ 5 เครื่องจักรดัดโค้ง

ขั้นตอนที่ 6 แผ่นโค้งถูกเคลื่อนย้ายและจัดวางเพื่อเตรียมขนส่งไปที่หน้างานก่อสร้าง โดยพบว่า การผลิตแผ่นโค้งในบางโครงการมีการส่งแผ่นไปทดสอบก่อนการผลิตจริง ดังแสดงไว้ในในภาพ 89

ภาพที่ 89 ขั้นตอนที่ 6 ขนส่งไป

4.4 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ

สรุปข้อมูลจากสัมภาษณ์ผู้ออกแบบของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร โดยใช้วิธีสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อทราบถึงข้อคำนึงพิจารณาการกำหนดความโค้ง

นำมาวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับทฤษฎีการออกแบบ เพื่อหาที่มาของความโค้งของหลังคา ทำให้ทราบว่าการออกแบบหลังคาโค้งมาจาก 3 ส่วน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การกำหนดรูปแบบอาคารกับข้อจำกัด 3 ด้านของอาคารกรณีศึกษา

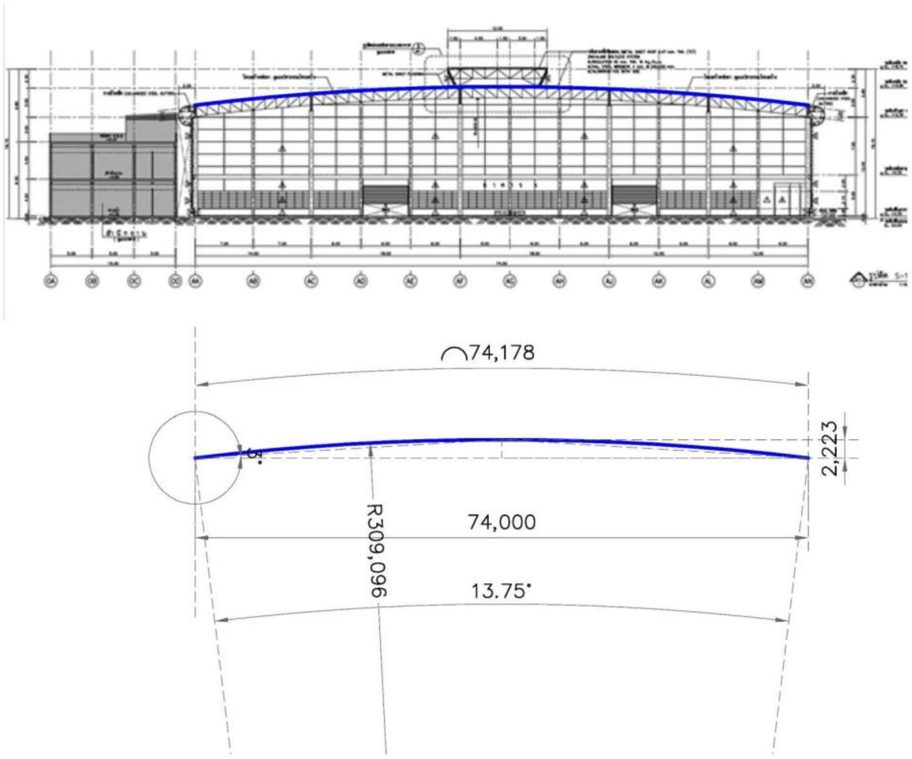
ลำดับ	ชื่ออาคาร	ที่ดิน	ใช้สอย	รูปลักษณ์
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	✓	✓	✓
2	อาคารคลังสินค้า	✓	✓	✓
3	อาคารศูนย์อาหาร	✓	-	✓
4	โรงงานผลิต	✓	✓	✓
5	อาคารอเนกประสงค์	✓	-	✓
6	อาคารอเนกประสงค์	-	-	✓
7	อาคารอเนกประสงค์	-	-	✓
8	อาคารอเนกประสงค์	-	✓	✓
9	อาคารอเนกประสงค์	✓	-	✓
10	อาคารอเนกประสงค์	-	-	✓
11	อาคารอเนกประสงค์	-	-	✓
12	อาคารอเนกประสงค์	-	-	✓
13	อาคารอเนกประสงค์	✓	-	✓

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
วิเคราะห์ผลการศึกษา

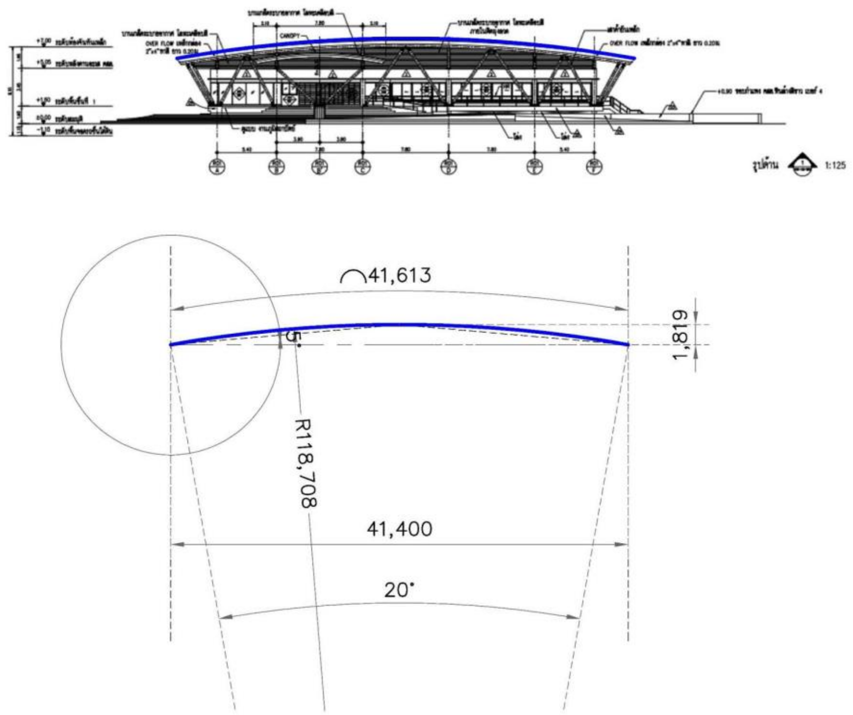
จากผลสรุปการรวบรวมข้อมูลทำให้ทราบว่า กระบวนการผลิตแผ่นโค้งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ โค้งดัดและโค้งไม่ดัด ซึ่งผู้ผลิตสามารถทราบได้จากการดูรัศมีที่ระบุไว้ในคู่มือ โดยใช้การนำข้อมูลจากรูปตัดของแบบก่อสร้างโดยนำเส้นโค้งของหลังคา ในแต่ละโครงการกรณีศึกษา 13 โครงการมาขึ้นรูป 2 มิติ เพื่อนำมาใช้พิจารณาเส้นโค้งต่อไป

โครงการกรณีศึกษาที่ 1 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 90



ภาพที่ 90 โครงการกรณีศึกษาที่ 1 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

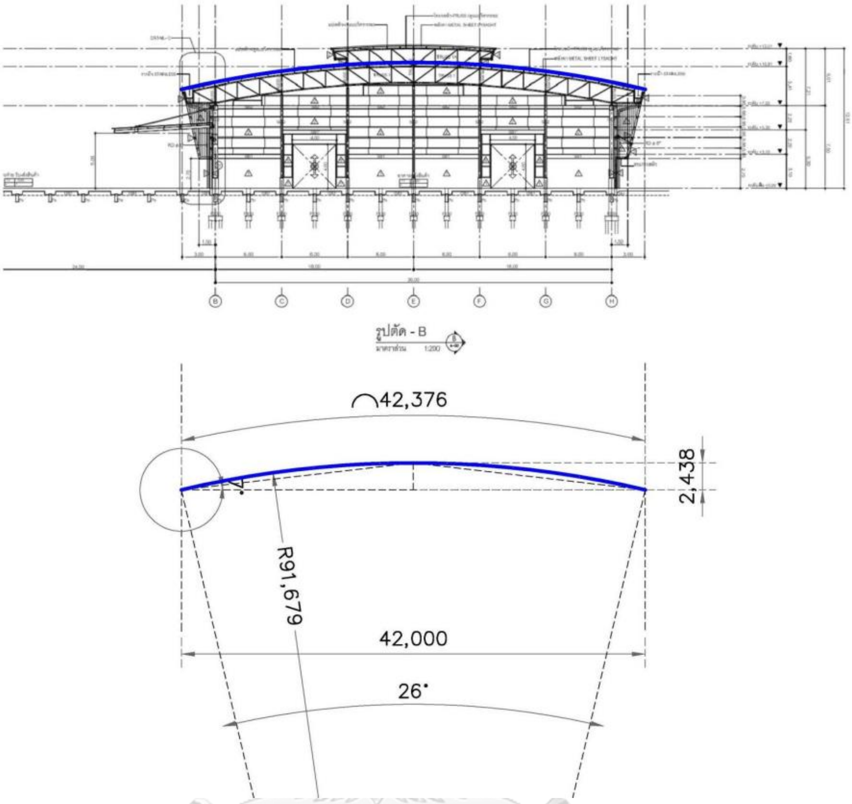
โครงการกรณีศึกษาที่ 2 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 91



ภาพที่ 91 โครงการกรณีศึกษาที่ 2 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

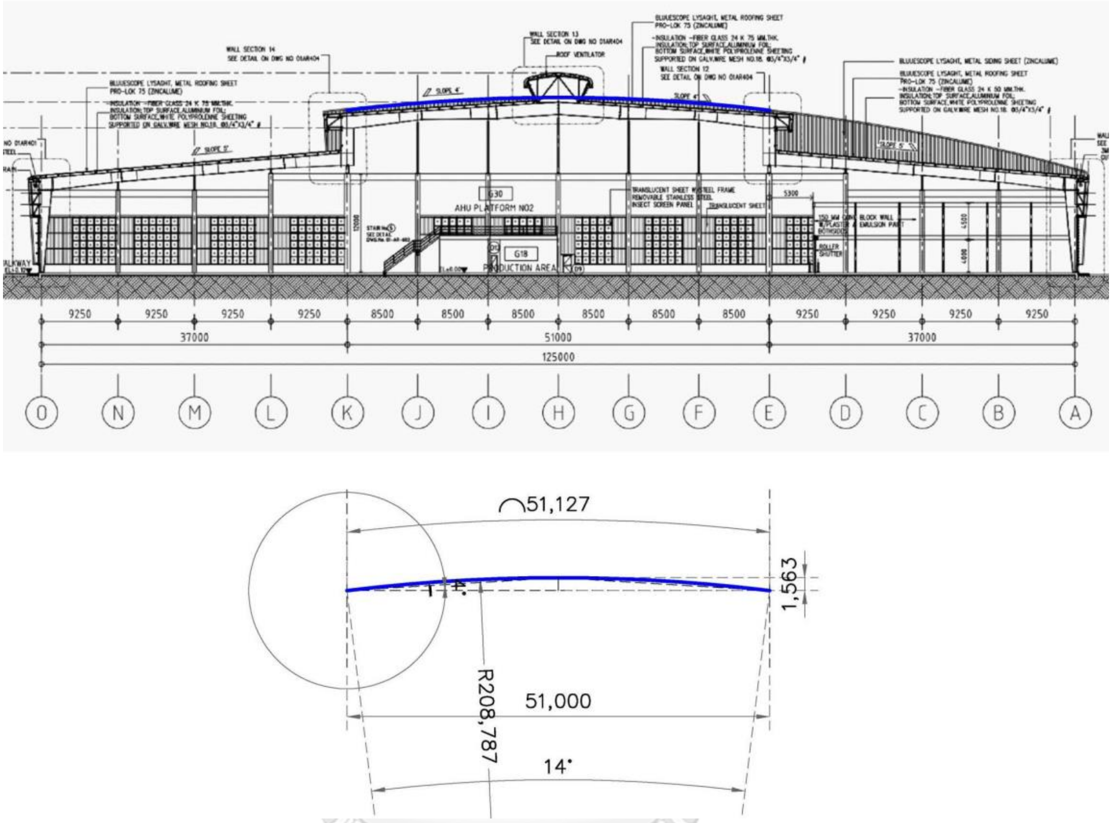
โครงการกรณีศึกษาที่ 3 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจาก รูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 92



ภาพที่ 92 โครงการกรณีศึกษาที่ 3 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

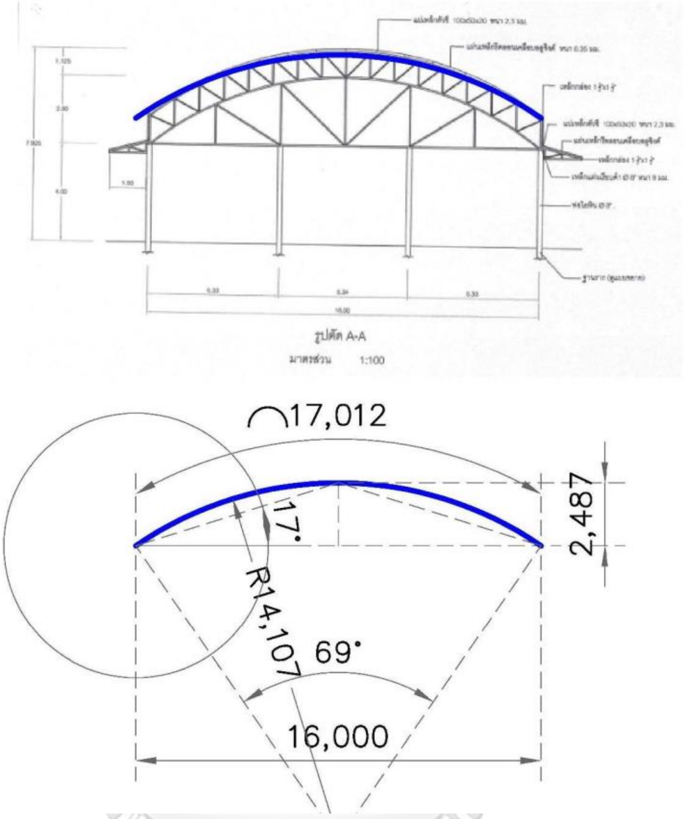
โครงการกรณีศึกษาที่ 4 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 93



ภาพที่ 93 โครงการกรณีศึกษาที่ 4 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

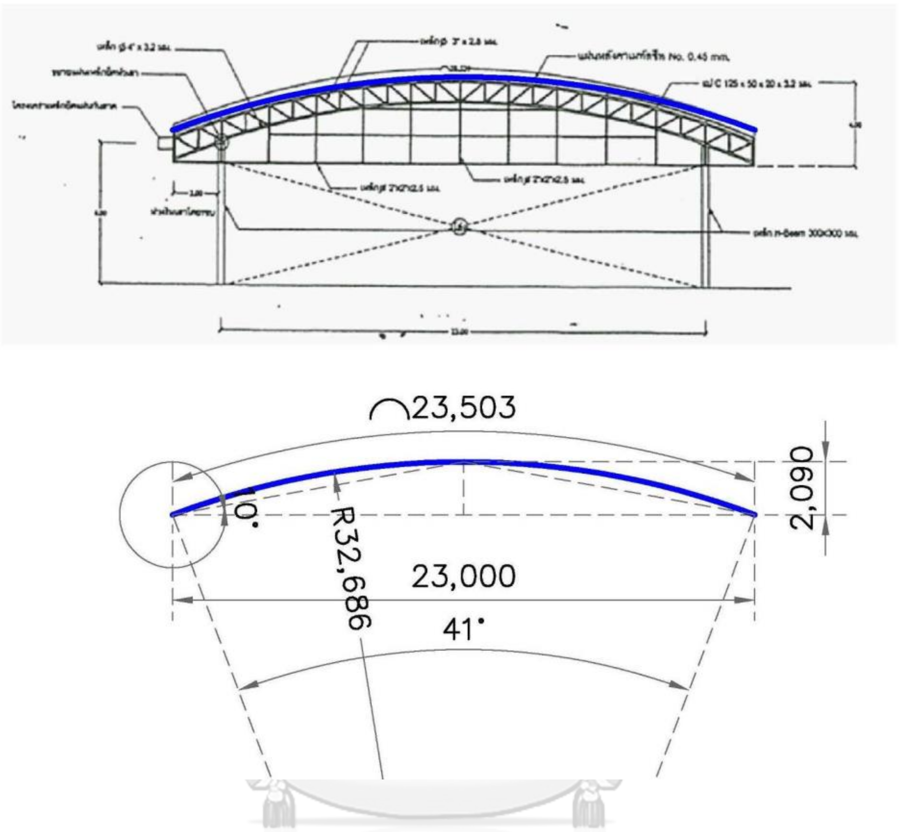
โครงการกรณีศึกษาที่ 5 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 94



ภาพที่ 94 โครงการกรณีศึกษาที่ 5 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

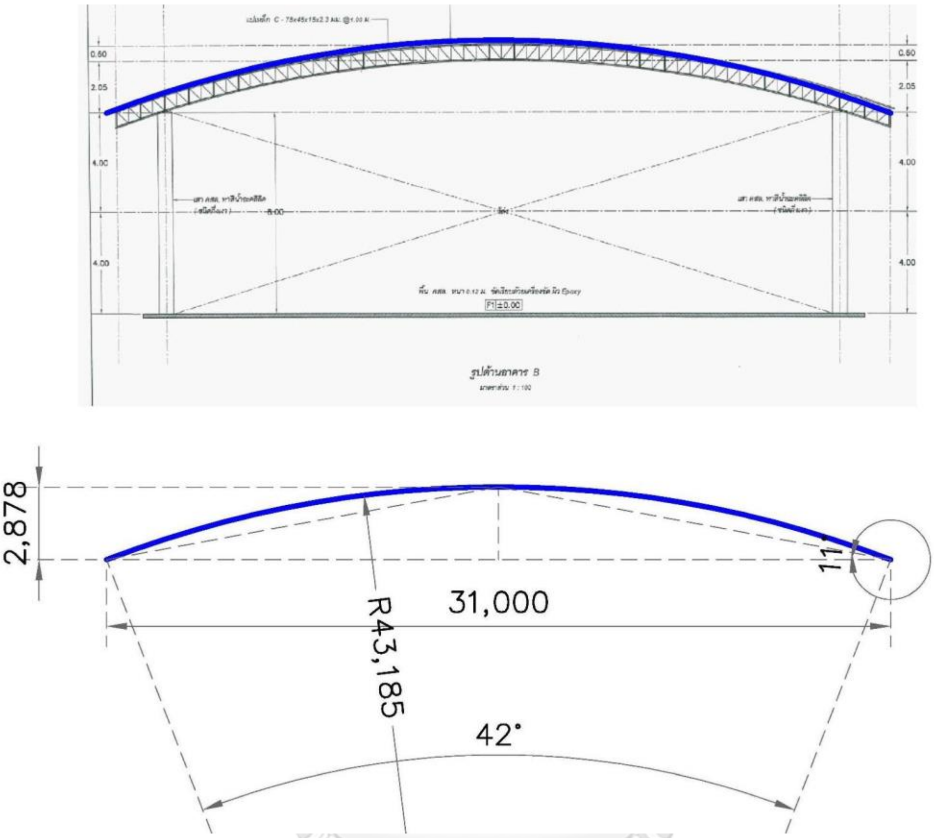
โครงการกรณีศึกษาที่ 6 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 95



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 95 โครงการกรณีศึกษาที่ 6 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

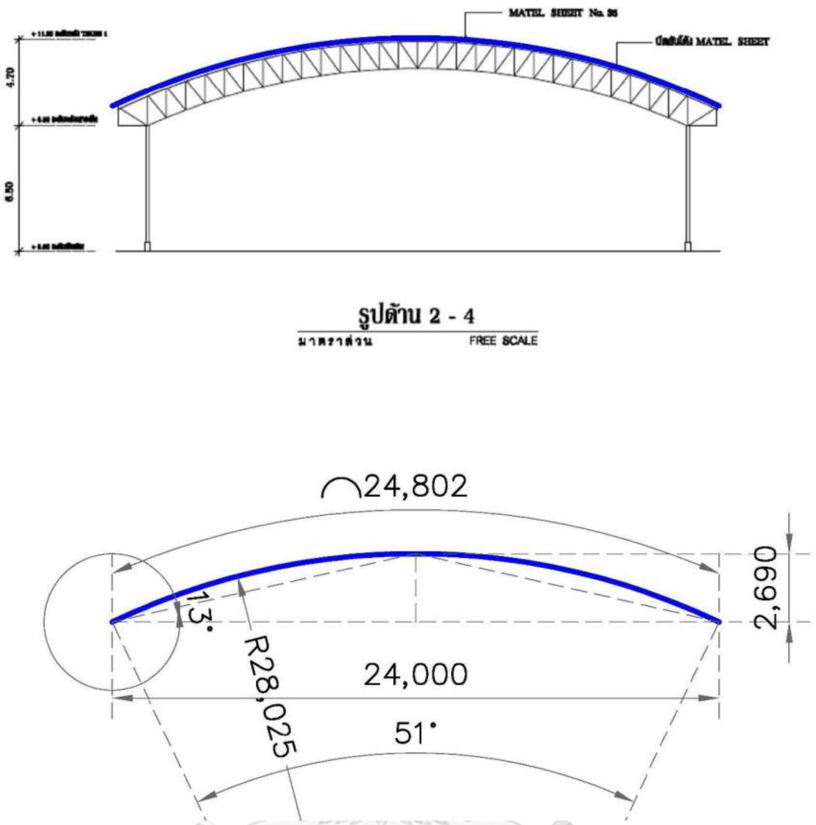
โครงการกรณีศึกษาที่ 7 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 96



ภาพที่ 96 โครงการกรณีศึกษาที่ 7 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

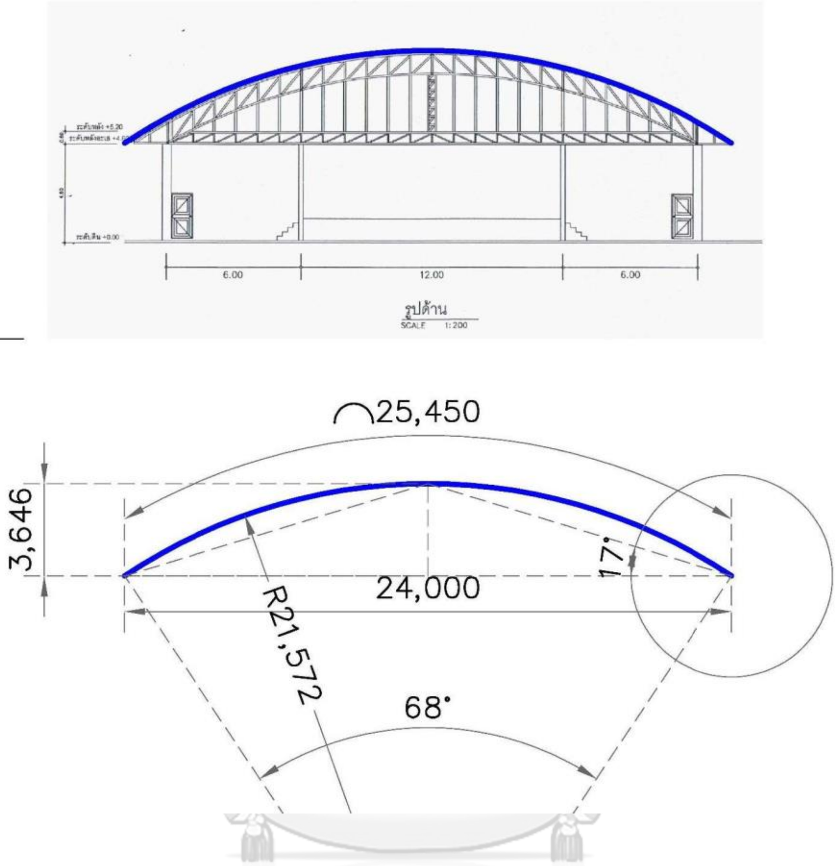
โครงการกรณีศึกษาที่ 8 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 97



ภาพที่ 97 โครงการกรณีศึกษาที่ 8 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

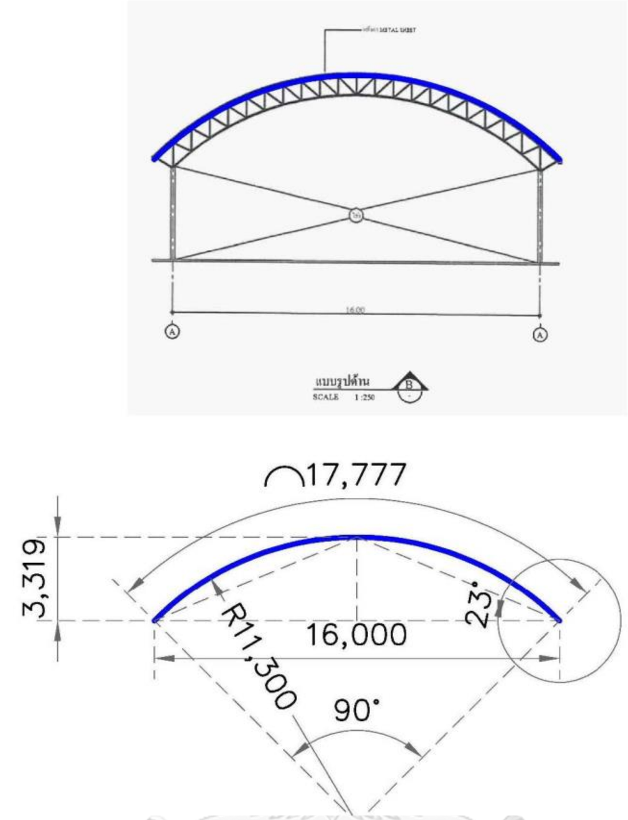
โครงการกรณีศึกษาที่ 9 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 96



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 98 โครงการกรณีศึกษาที่ 9 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

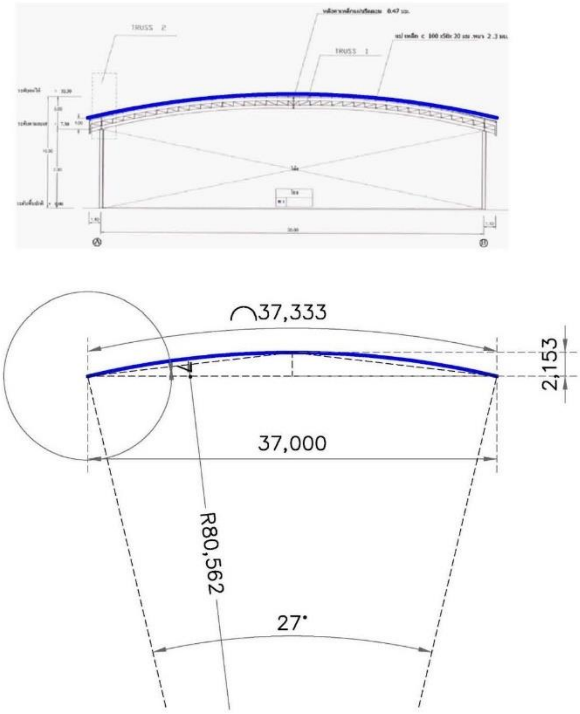
โครงการกรณีศึกษาที่ 10 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 99



ภาพที่ 99 โครงการกรณีศึกษาที่ 10 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

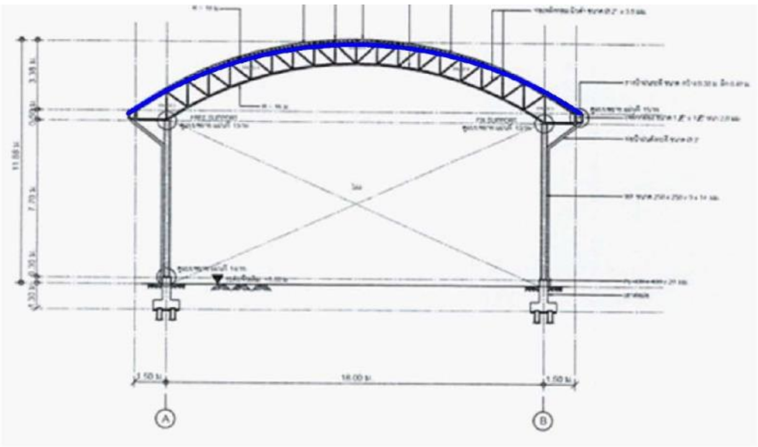
โครงการกรณีศึกษาที่ 11 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 100

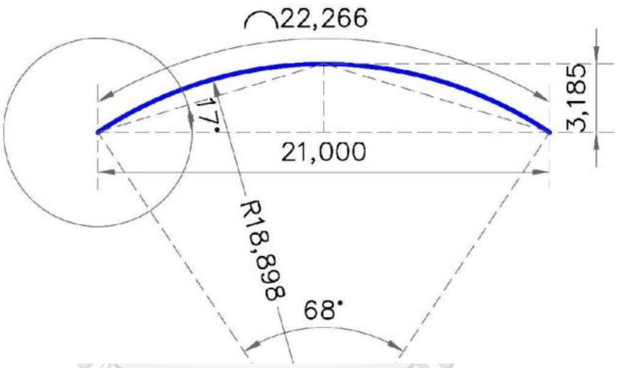


ภาพที่ 100 โครงการกรณีศึกษาที่ 11 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โครงการกรณีศึกษาที่ 12 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจาก รูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 101

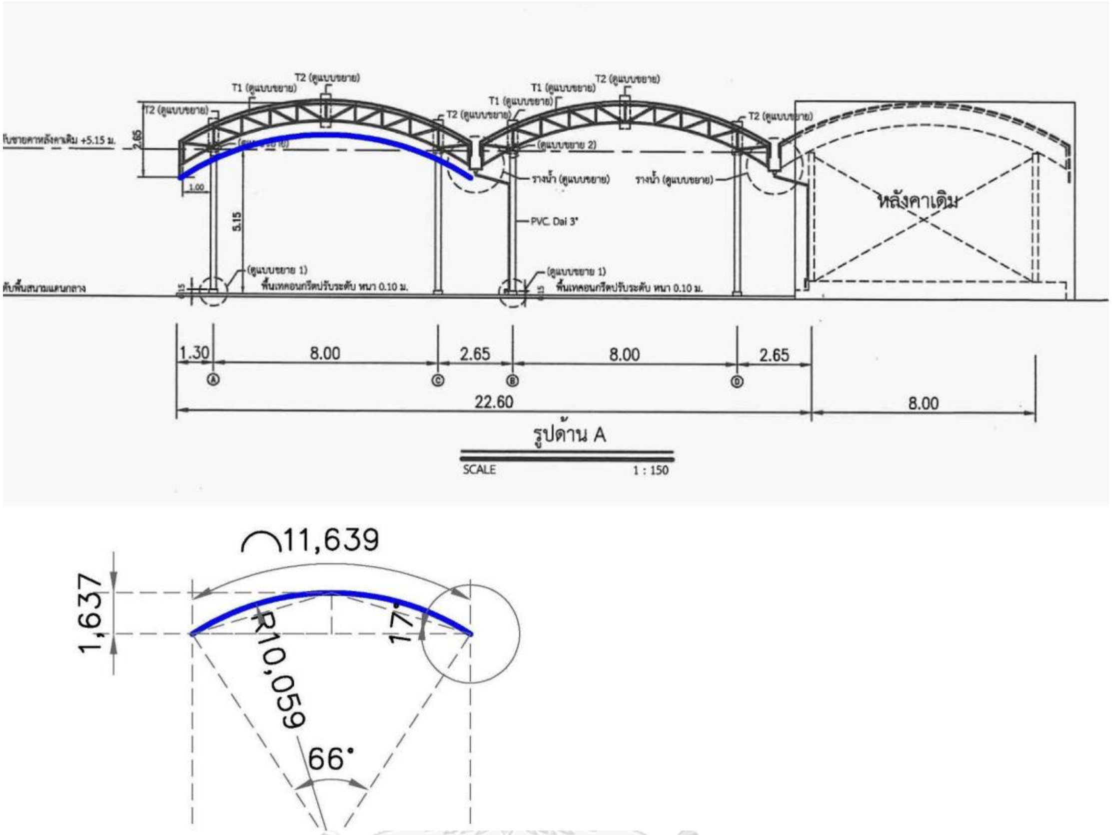




ภาพที่ 101 โครงการกรณีศึกษาที่ 12 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โครงการกรณีศึกษาที่ 13 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง ใช้แบบจากรูปตัดในโครงการกรณีศึกษา ในแบบแสดงเส้นหลังคาของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 102



ภาพที่ 102 โครงการกรณีศึกษาที่ 13 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลจากการสำรวจโรงงานทำให้ทราบว่า การพิจารณาวิธีการผลิตแผ่นโค้ง สามารถแบ่งเป็น โค้งดัด และโค้งไม่ดัด โดยมีข้อพิจารณามาจากค่ารัศมีของหลังคา

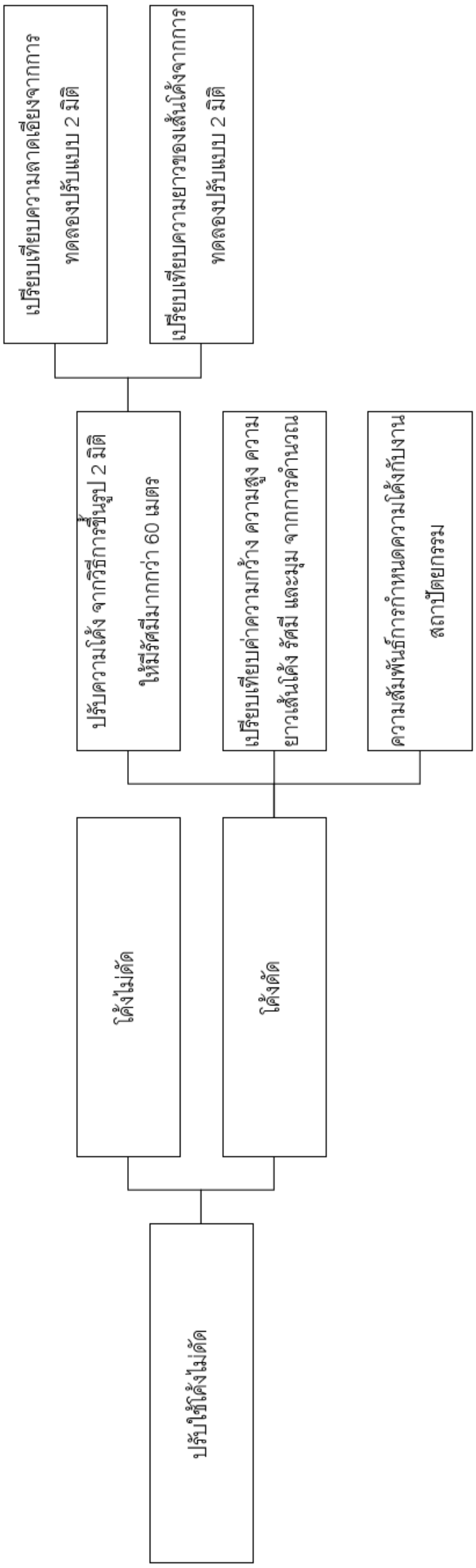
เมื่อนำข้อมูลรูปตัดของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร มาทดลองขึ้นรูป 2 มิติและพิจารณารัศมีโค้ง โดยข้อมูลจากการสัมภาษณ์รุ่นแผ่นเหล็กรีดลอนที่พบได้มาก ผลิตอย่างแพร่หลาย และหาซื้อได้โนท้องตลาดปัจจุบัน คือ รุ่น TD760 โดยใช้ความหนามาตรฐานที่ 0.42 มิลลิเมตร จึงนำมาใช้เป็นข้อกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ความโค้งของอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร

โดยการวิเคราะห์จากแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอนที่มีความหนาที่เนื้อเหล็ก 0.42 มิลลิเมตร รุ่น TD760 ซึ่งระบุไว้ตามคู่มือผลิตภัณฑ์ไว้ว่ารัศมีมากกว่า 60 เมตร จะสามารถใช้แผ่นโค้งโดยไม่ดัด จึงสรุปข้อมูล และสามารถแบ่งอาคารโค้งเป็น 2 กลุ่ม คือ โค้งดัดและโค้งไม่ดัด ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลค่าทางเรขาคณิตเส้นโค้ง หลังปรับรัศมีให้มีมากกว่า 60 เมตร

ลำดับ	**ชื่ออาคาร**	**รัศมี (เมตร)**	**โค้งดัด**	**โค้งไม่ดัด**
1.	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	309.00	-	✓
2.	อาคารคลังสินค้า	91.00	-	✓
3.	อาคารศูนย์อาหาร	118.00	-	✓
4.	โรงงานผลิต	208.00		✓
5.	อาคารอเนกประสงค์	14.10	✓	-
6.	อาคารอเนกประสงค์	32.68	✓	-
7.	อาคารอเนกประสงค์	43.18	✓	-
8.	อาคารอเนกประสงค์	28.02	✓	-
9.	อาคารอเนกประสงค์	21.57	✓	-
10.	อาคารอเนกประสงค์	11.30	✓	-
11.	อาคารอเนกประสงค์	80.56	-	✓
12.	อาคารอเนกประสงค์	18.89	✓	-
13.	อาคารอเนกประสงค์	10.05	✓	-

พบอาคารที่ใช้โค้งดัด จำนวน 8 อาคาร และ ใช้อาคารที่ใช้โค้งไม่ดัด จำนวน 5 โครงการ จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ที่ต้องการศึกษาหาแนวทางการกำหนดใช้ความโค้งที่เหมาะสมจึง จึงทดลองปรับเส้นโค้ง เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับอาคาร ซึ่งสรุปไว้เป็นแผนผังความคิด ดังภาพที่ 103 ดังนี้



ภาพที่ 103 แผนผังสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์แผ่นโค้งโดยไม่ดัด

5.1 ทดลองปรับใช้โค้งไม่ดัด

จากข้อจำกัดการผลิตแผ่นโค้ง ทำให้ทราบว่า แผ่นหลังคาตารุ่นผลิตภัณฑ์ จะระบุความสามารถในการผลิต โดยในแต่ละการผลิตโรงงาน 2 ส่วน จากรูปตัดของอาคาร ที่จะแสดงเส้นโค้ง คือ

รัศมีของความโค้ง ของแผ่นหลังคา

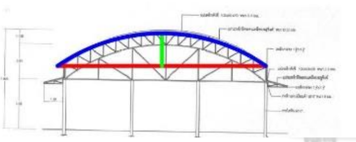
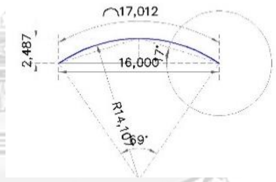
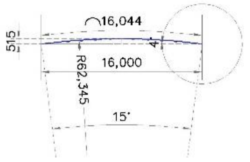
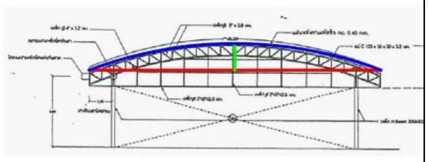
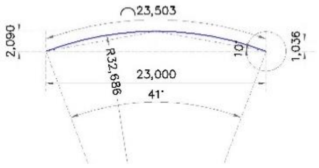
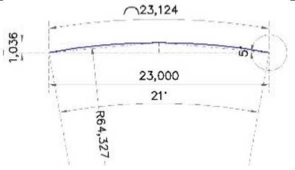
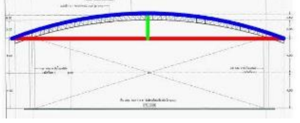
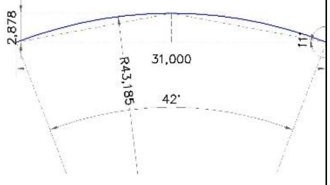
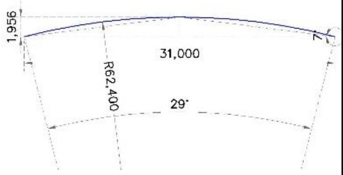
ความยาวของแผ่นหลังคาโค้ง

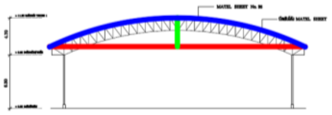
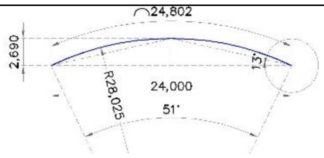
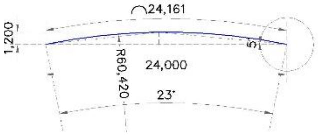
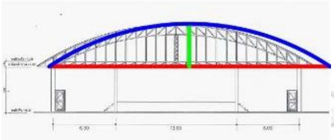
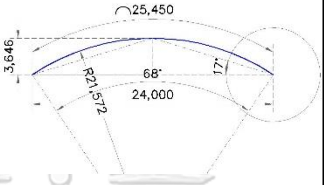
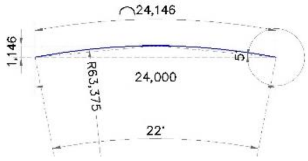
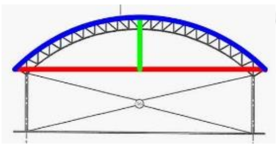
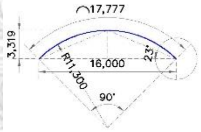
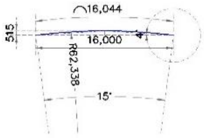
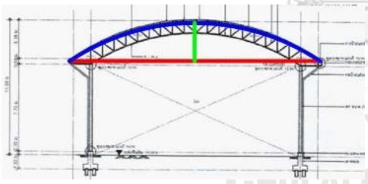
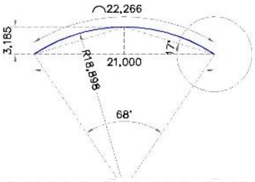
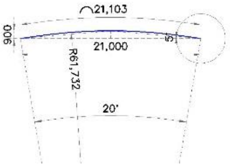
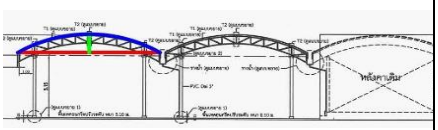
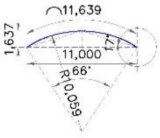
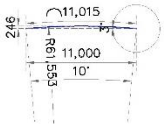
จากผลสรุปข้างต้น พบ กลุ่มอาคาร ที่ใช้โค้งดัด 8 อาคาร จึงทดลองปรับโดยวิธีการขึ้นรูป 2 มิติให้มีรัศมีมากกว่า 60 เมตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

5.1.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบเส้นโค้ง จากการทดลองปรับแบบ 2 มิติ

เมื่อปรับรัศมีของ 8 อาคารที่ใช้โค้งดัด ให้มีรัศมีมากกว่า 60 เมตร ทำให้ความโค้งต่ำ โดยทั้ง 8 อาคาร สามารถปรับใช้โค้งไม่ดัดได้ ดังแสดงรายการปรับของกลุ่มโค้งดัด 8 อาคาร ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบรูปเส้นโค้ง ก่อน-หลัง ปรับเส้นโค้งให้มีรัศมีมากกว่า 60 เมตร

รูปแสดงเส้นโค้งจากแบบก่อสร้าง	เส้นโค้ง ก่อนปรับโค้งดัด	เส้นโค้ง หลังปรับโค้งไม่ดัด
อาคารโค้งดัด ที่ 1 		
อาคารโค้งดัด ที่ 2 		
อาคารโค้งดัด ที่ 3 		

รูปแสดงเส้นโค้งจากแบบก่อสร้าง	เส้นโค้ง ก่อนปรับโค้งดัด	เส้นโค้ง หลังปรับโค้งไม่ดัด
อาคารโค้งดัด ที่ 4 		
อาคารโค้งดัด ที่ 5 		
อาคารโค้งดัด ที่ 6 		
อาคารโค้งดัด ที่ 7 		
อาคารโค้งดัด ที่ 8 		

5.1.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความลาดเอียงของเส้นโค้งหลังคาจากหลังคาโค้งดัดเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด จากการทดลองปรับแบบ 2 มิติ

นำค่าความลาดเอียงเส้นโค้งของรูปตัดที่ใช้หลังคาดัด กับความลาดเอียงหลังคาโค้งเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด จากวิธีทดลองขึ้นรูป 2 มิติ มาเปรียบเทียบ ดังแสดงตารางด้านล่าง

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบความลาดเอียงเส้นโค้งของรูปตัดที่ใช้หลังคาดัด กับความลาดเอียงหลังคาโค้งเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด

รายการ	ความลาดเอียงเส้นโค้งของรูปตัดที่ ใช้โค้งดัด (องศา)	ความลาดเอียงเส้นโค้งของเส้นโค้งเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด (องศา)
อาคารโค้งดัด ที่ 1	17	4
อาคารโค้งดัด ที่ 2	10	5
อาคารโค้งดัด ที่ 3	11	7
อาคารโค้งดัด ที่ 4	13	5
อาคารโค้งดัด ที่ 5	17	5
อาคารโค้งดัด ที่ 6	23	4
อาคารโค้งดัด ที่ 7	17	5
อาคารโค้งดัด ที่ 8	17	3

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าเมื่อปรับให้รัศมีของเส้นโค้งมากกว่า 60 เมตร ความลาดเอียงเส้นโค้งจะลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.1.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบความยาวเส้นโค้งของเส้นโค้งหลังคาจากหลังคาโค้งดัดเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด จากการทดลองปรับแบบ 2 มิติ

ความยาวเส้นโค้งของรูปตัดที่ใช้หลังคาดัด กับความยาวเส้นโค้งเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด จากวิธีทดลองขึ้นรูป 2 มิติ มาปรียบเทียบ ดังแสดงตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อมูลค่าทางเรขาคณิตเส้นโค้ง หลังปรับรัศมีให้มีมากกว่า 60 เมตร

รายการ	ความยาวเส้นโค้งของรูปตัดจากแบบที่ใช้โค้งดัด (เมตร)	ความยาวเส้นโค้งของเส้นโค้งเมื่อปรับใช้โค้งไม่ดัด (เมตร)
อาคารโค้งดัด ที่ 1	17.02	16.044
อาคารโค้งดัด ที่ 2	23.50	23.124
อาคารโค้งดัด ที่ 3	31.70	31.328
อาคารโค้งดัด ที่ 4	24.80	24.161
อาคารโค้งดัด ที่ 5	25.45	21.146
อาคารโค้งดัด ที่ 6	17.77	16.044
อาคารโค้งดัด ที่ 7	22.26	21.103
อาคารโค้งดัด ที่ 8	11.63	11.015

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าเมื่อปรับให้รัศมีของเส้นโค้งมากกว่า 60 เมตร ความยาวเส้นโค้งจะลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.1.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความกว้าง ความสูง ความยาวของเส้นโค้ง รัศมี และมุม จากการคำนวณ

จากการพิจารณาข้อมูลค่าทางเรขาคณิตของอาคารกรณีศึกษาที่ต้องใช้เครื่องดัด ค่าทางเรขาคณิตเส้นโค้ง ตามแบบก่อสร้างก่อนปรับรัศมี ของ 8 อาคาร เปรียบเทียบกับค่าทางเรขาคณิตหลังปรับให้มีรัศมี 60 เมตร จากวิธีการคำนวณ

โดยเรียงลำดับ จากความกว้างของเส้นโค้งที่มากที่สุด ไปหาเส้นโค้งที่กว้างน้อยที่สุดเพื่อหาความสัมพันธ์จากการเปลี่ยนแปลงจากค่าของเส้นโค้ง ซึ่งมีรายการเปรียบเทียบ รายละเอียดตามตารางที่ 8 ดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าความกว้างของเส้นโค้ง จากแบบ 8 อาคารที่ใช้โค้งดัดกับโค้งไม่ดัดที่มีรัศมี 60 เมตร

2. เปรียบเทียบค่าความสูงของเส้นโค้ง จากแบบ 8 อาคารที่ใช้โค้งดัดกับโค้งไม่ดัดที่มีรัศมี 60 เมตร
3. เปรียบเทียบค่าความยาวของเส้นโค้ง จากแบบ 8 อาคารที่ใช้โค้งดัดกับโค้งไม่ดัดที่มีรัศมี 60 เมตร
4. เปรียบเทียบค่ารัศมีของเส้นโค้ง จากแบบ 8 อาคารที่ใช้โค้งดัดกับโค้งไม่ดัดที่มีรัศมี 60 เมตร
5. เปรียบเทียบค่ามุมของเส้นโค้ง จากแบบ 8 อาคารที่ใช้โค้งดัดกับโค้งไม่ดัดที่มีรัศมี 60 เมตร

ตารางที่ 8 ข้อมูลค่าทางเรขาคณิตเส้นโค้ง หลังปรับรัศมีให้มีมากกว่า 60 เมตร

ลำดับ	กว้าง (เมตร)		สูง (เมตร)		เส้นโค้ง (เมตร)		รัศมี (เมตร)		มุมเส้นโค้ง (องศา)	
	ดัด	ไม่ดัด	ดัด	ไม่ดัด	ดัด	ไม่ดัด	ดัด	ไม่ดัด	ดัด	ไม่ดัด
1	31.00	31.00	2.88	2.00	31.71	31.40	43.18	60.00	42.00	29.90
2	24.00	24.00	2.69	1.20	24.80	24.20	28.02	60.00	51.00	23.10
3	24.00	24.00	3.65	1.20	25.45	24.20	21.57	60.00	68.00	23.10
4	23.00	23.00	2.09	1.10	23.50	23.10	32.68	60.00	41.00	22.10
5	21.00	21.00	3.19	0.90	22.27	21.10	18.89	60.00	68.00	20.20
6	16.00	16.00	2.49	0.50	17.02	16.00	14.10	60.00	69.00	15.30
7	16.00	16.00	3.65	0.50	17.77	16.00	11.30	60.00	90.00	15.30
8	11.00	11.00	1.64	0.30	11.64	11.00	10.05	60.00	66.00	10.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า

1. เมื่อคำนวณให้มีรัศมีเพิ่มขึ้นที่ 60 เมตร ความกว้างของเส้นโค้งยังคงเท่าเดิม
2. เมื่อคำนวณให้มีรัศมีเพิ่มขึ้นที่ 60 เมตร ความสูงของเส้นโค้งจะลดลง
3. เมื่อคำนวณให้มีรัศมีเพิ่มขึ้นที่ 60 เมตร ความยาวของเส้นโค้งจะลดลง
4. เมื่อคำนวณให้มีรัศมีเพิ่มขึ้นที่ 60 เมตร มุมของของเส้นโค้งจะลดลง
5. เมื่อคำนวณให้มีรัศมีเพิ่มขึ้นที่ 60 เมตร มุมของเส้นโค้งจะลดลง

โดยสังเกตได้ว่า ความสูงจะมีค่าลดลงค่อนข้างมาก ความยาวเส้นโค้งจะลดลงเพียงเล็กน้อย และมุมจะมีค่าลดค่อนข้างมาก ซึ่งทั้ง3 ค่า มีค่าลดลงตรงกันข้ามกับรัศมีเมื่อปรับค่าเพิ่มขึ้น

5.1.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์การกำหนดความโค้งกับงานสถาปัตยกรรม

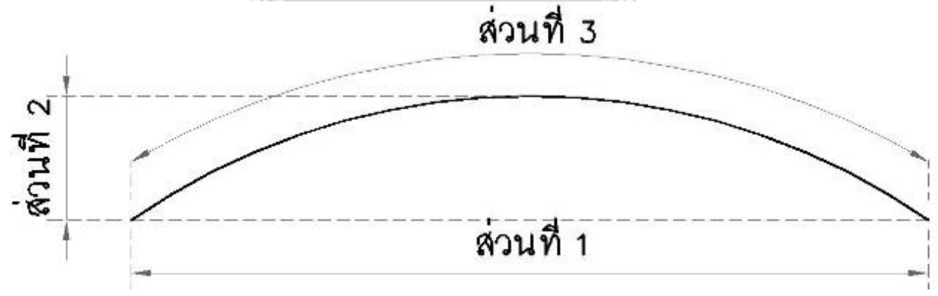
จากการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบที่ โครงการกรณีศึกษา 13 โครงการ นำมาวิเคราะห์เพื่อเข้าใจและ สามารถจำแนกข้อคำนึงที่ส่งผลต่อการออกและกำหนดความโค้งของหลังคาอาคาร แบ่งเป็นสามส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ที่ดินของโครงการ โดยรายละเอียดความกว้างและที่ตั้งของที่ดิน จะถูกควบคุมส่งผลต่อการออกแบบอาคาร ประเภทอาคาร ความกว้างและความสูงของอาคารมีข้อจำกัดมาจากระยะล่น โดยต้องเป็นไปตามข้อกฎหมายการควบคุมอาคาร

ส่วนที่ 2 การใช้สอยในพื้นที่อาคารที่มีความแตกต่างกันแม้จะเป็นอาคารประเภทเดียวกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานอาคารของเจ้าของโครงการ

ส่วนที่ 3 รูปลักษณ์เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบได้คำนึงถึงทุกโครงการ การคำนึงถึงรูปลักษณ์ของอาคาร โดยจากศึกษาอาคารกรณีศึกษาทำให้เข้าใจได้ว่าด้วยข้อคำนึงดังกล่าวล้วนมีผลต่อการออกแบบอาคารตามลำดับความสำคัญของข้อคำนึงที่เป็นข้อจำกัดในโครงการ

โดยเมื่อนำข้อคำนึงทั้งสามส่วน มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับการกำหนดความโค้ง จึงสรุปได้ว่า การกำหนดความโค้งของหหลังคา สามารถกับรูปแบบของหลังคาโค้ง มาจาก 3 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 104



ภาพที่ 104 กำหนดความโค้งกับงานสถาปัตยกรรม

ส่วนที่ 1 ระยะความกว้างของอาคาร มีความสัมพันธ์กับขนาดของที่ดินและพื้นที่ใช้สอย ซึ่งจะส่งผลต่อระยะความกว้างของหลังคา ซึ่งการกำหนดรายละเอียดความกว้างของหลังคานั้นยังคงมีปัจจัยเรื่อง ระยะความกว้างของชายคา

ส่วนที่ 2 ความสูงของอาคารมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ใช้สอยและขนาดของที่ดิน ซึ่งความสูงของตัวอาคารโดยทั่วไป คือ ความสูงตั้งแต่พื้นอาคารถึงระดับหัวเสาของชั้นสุดท้ายของอาคาร ทั้งนี้พบว่าการกำหนดรายละเอียดของความสูงของหลังคานั้นยังมีปัจจัยเรื่อง

ความต้องการพื้นที่ใช้สอยบริเวณใต้หลังคาในรายละเอียดของโครงการก่อสร้างอาคารที่แตกต่างกัน

ส่วนที่ 3 ส่วนของเส้นโค้งมีความสัมพันธ์กับความลาดเอียงและรูปลักษณ์ของอาคาร

สรุปการปรับโค้งโดยไม่ดัด

จากโครงการกรณีศึกษา 13 โครงการ พบ อาคารที่ใช้หลังคาโค้งไม่ดัด 5 โครงการ และใช้หลังคาโค้งดัด 8 โครงการ จึงได้ทดลองปรับเส้นโค้งโดยวิธีการ ขึ้นรูป 2 มิติ และคำนวณ จึงสรุปได้ว่า การใช้หลังคาโค้งโดยไม่ต้องดัดสามารถทำได้ในทุกอาคารที่มีหลังคาโค้งจากการณีศึกษา เมื่อกำหนดความโค้งของรัศมีให้เป็นไปตามคู่มือผลิตภัณฑ์

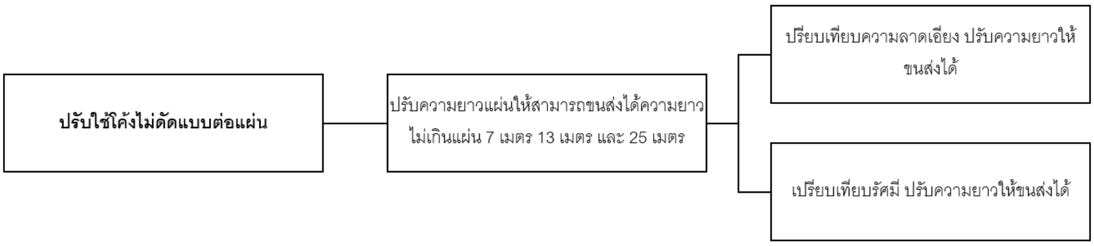
5.2 ทดลองปรับใช้โค้งไม่ดัดแบบต่อแผ่น

การใช้หลังคาโค้งยาวต่อเนื่องต้องคำนึงด้านการขนส่งแผ่นหลังคา โดยสามารถยาวได้ตามข้อจำกัดของรถบรรทุกที่ใช้ขนส่งและการเข้าถึงหน้างานก่อสร้าง ซึ่งหากขนส่งไม่ได้จะส่งผลต่อการนำเครื่องจักรมาผลิตที่หน้างานก่อสร้างและหากหน้างานก่อสร้างไม่มีพื้นที่วางเครื่องจักรสำหรับการผลิต อันเนื่องมาจากความจำเป็นและข้อจำกัดของการทำงานโดยใช้การซื้อทับของแผ่นหลังคา โดยในการต่อแผ่นนั้น ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จะต้องการ การซ้อนทับของแผ่นหลังคา ซึ่งเป็นจุดที่จะต้องระมัดระวังการรั่วซึมของน้ำ เนื่องจากมีการซ้อนทับกันของแผ่นหลังคาสี่แผ่นทับกันอยู่ ซึ่งโดยปกติปัจจัยหลักของการรั่วที่จุดต่อ จะอยู่ระยะซ้อนทับและความขันของหลังคาที่มีจุดต่อนี้ และซิวซิลิโคน อย่างไรก็ดีรายละเอียดการซ้อนทับต่อแผ่นหลังคาพิจารณาถึงระยะซ้อนทับที่เหมาะสมความสวยงามและเรียบร้อยและการป้องกันน้ำโดยแนะนำระยะซ้อนทับอยู่ที่ 300 มิลลิเมตร และ ซิวซิลิโคน 2 แนว เพื่อป้องกันการรั่วซึม

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ที่ต้องการศึกษาหาแนวทางการกำหนดใช้ความโค้งที่เหมาะสมจึง จึงทดลองปรับความยาวตามการขนส่งโดยแบ่งไว้เป็น 3 ความยาว คือ ซึ่งอ้างอิงข้อมูลขนส่งมาจากการสัมภาษณ์โรงงานผลิต

1. ใช้รถ 6 ล้อจัมโบ้ขนส่ง ขนส่งแผ่นได้ยาวไม่เกิน 7 เมตร
2. ใช้รถพ่วง TL12 ขนส่ง ขนส่งแผ่นได้ยาวไม่เกิน 13 เมตร
3. ใช้รถพ่วง TL24 ขนส่ง ขนส่งแผ่นได้ยาวไม่เกิน 25 เมตร

เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ ซึ่งสรุปไว้เป็นแผนผังความคิด ดังนี้



ภาพที่ 105 แผนผงสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์แผ่นโค้งโดยไม่ดัดใช้วิธีการต่อแผ่น

ตารางที่ 9 ข้อมูลเส้นโค้ง ตามแบบสถาปัตยกรรมเดิม

ลำดับ	ชื่ออาคาร	กว้าง (เมตร)	สูง (เมตร)	ความยาว (เมตร)	รัศมี (เมตร)	ลาดเอียง (องศา)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	74.00	2.22	74.18	309.00	3
2	อาคารศูนย์อาหาร	41.40	1.81	41.61	118.00	5
3	อาคารคลังสินค้า	42.00	2.43	42.37	91.00	7
4	โรงงานผลิต	51.00	1.56	51.17	208.00	7
5	อาคารอเนกประสงค์	16.00	2.48	17.02	14.10	17
6	อาคารอเนกประสงค์	23.00	2.09	23.50	32.68	10
7	อาคารอเนกประสงค์	31.00	2.87	31.70	43.18	11
8	อาคารอเนกประสงค์	24.00	2.69	24.80	28.02	13
9	อาคารอเนกประสงค์	24.00	3.64	25.45	21.57	17
10	อาคารอเนกประสงค์	16.00	3.31	17.77	11.30	23
11	อาคารอเนกประสงค์	37.00	2.15	37.33	80.56	7
12	อาคารอเนกประสงค์	18.00	3.18	22.26	18.89	17
13	อาคารอเนกประสงค์	11.00	1.63	11.63	10.05	17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 10 ข้อมูลเส้นโค้ง ตามแบบเมื่อปรับเป็นโค้งโดยไม่ดัด

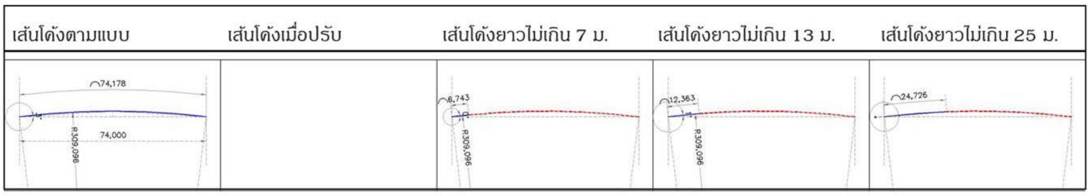
ลำดับ	ชื่ออาคาร	กว้าง (เมตร)	สูง (เมตร)	ความยาว (เมตร)	รัศมี (เมตร)	ลาดเอียง (องศา)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	74.00	2.22	74.18	309.00	3
2	อาคารศูนย์อาหาร	41.40	1.81	41.61	118.00	5
3	อาคารคลังสินค้า	42.00	2.43	42.37	91.00	7
4	โรงงานผลิต	51.00	1.56	51.17	208.00	7
5	อาคารอเนกประสงค์	16.00	2.48	16.044	62.34	4

6	อาคารอเนกประสงค์	23.00	2.09	23.124	64.32	5
7	อาคารอเนกประสงค์	31.00	2.87	31.328	62.40	7
8	อาคารอเนกประสงค์	24.00	2.69	24.161	60.42	5
9	อาคารอเนกประสงค์	24.00	3.64	21.146	63.37	5
10	อาคารอเนกประสงค์	16.00	3.31	16.044	62.33	4
11	อาคารอเนกประสงค์	37.00	2.15	37.33	80.56	7
12	อาคารอเนกประสงค์	18.00	3.18	21.103	61.73	5
13	อาคารอเนกประสงค์	11.00	1.63	11.015	61.55	3

5.2.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบแบบเส้นโค้งหลังคาไม่ดัด ปรับความยาวให้สามารถขนส่งได้

โครงการกรณีศึกษาที่ 1 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ดัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

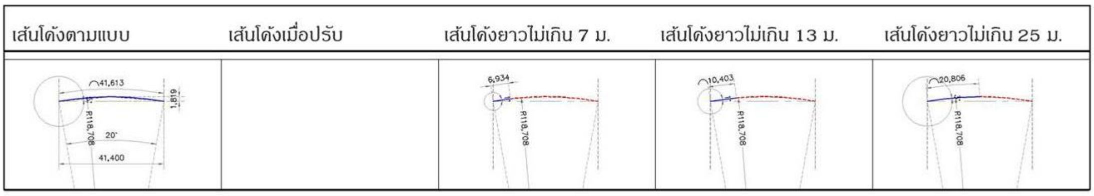
เงื่อนไข	**ความยาวเส้นโค้ง**	**จำนวนแผ่น**	**ความยาวแผ่น**
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	74.19
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	11	6.74
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	6	12.36
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	3	24.73



ภาพที่ 106 โครงการกรณีศึกษาที่ 1 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 2 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ตัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

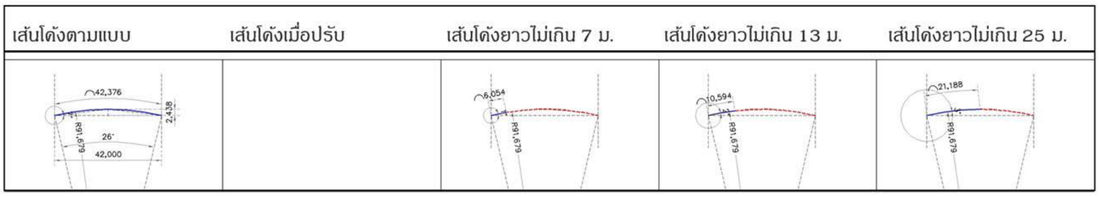
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	41.61
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	6	6.94
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	4	10.40
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	2	20.81



ภาพที่ 107 โครงการกรณีศึกษาที่ 2 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 3 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ตัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

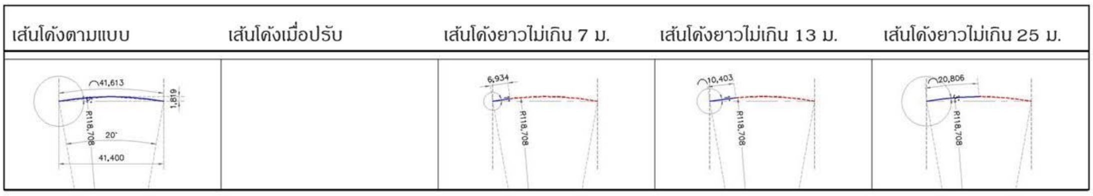
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	42.38
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	17	6.08
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	4	10.59
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	2	21.19



ภาพที่ 108 โครงการกรณีศึกษาที่ 3 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 4 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ตัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	41.61
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	6	6.94
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	4	10.40
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	2	20.81



ภาพที่ 109 โครงการกรณีศึกษาที่ 4 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

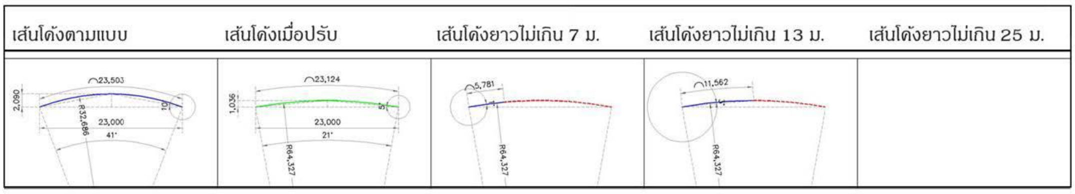
โครงการกรณีศึกษาที่ 5 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ตัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	31.71
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	5	6.04
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	3	11.37
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	2	15.85

ภาพที่ 110 โครงการกรณีศึกษาที่ 5 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 6 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ดัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

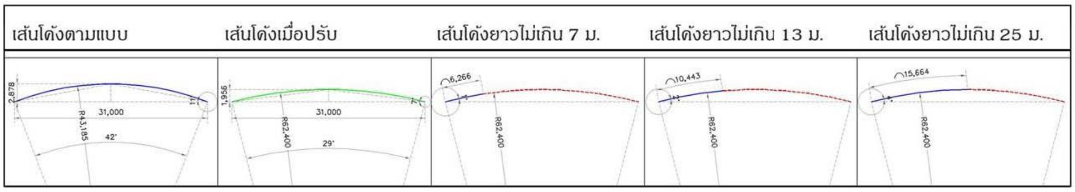
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	23.50
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	4	5.88
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	2	11.75
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	1	23.50



ภาพที่ 111 โครงการกรณีศึกษาที่ 6 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 7 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ดัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

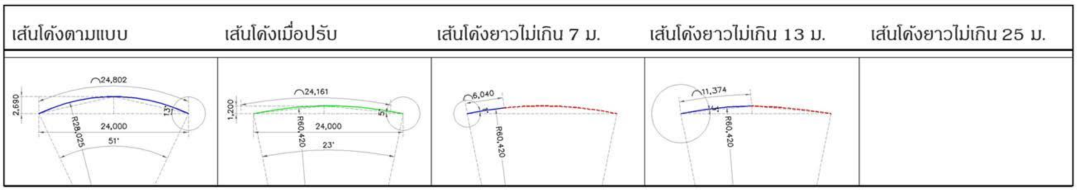
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	31.71
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	5	6.04
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	3	11.37
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	2	15.85



ภาพที่ 112 โครงการกรณีศึกษาที่ 7 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 8 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ดัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

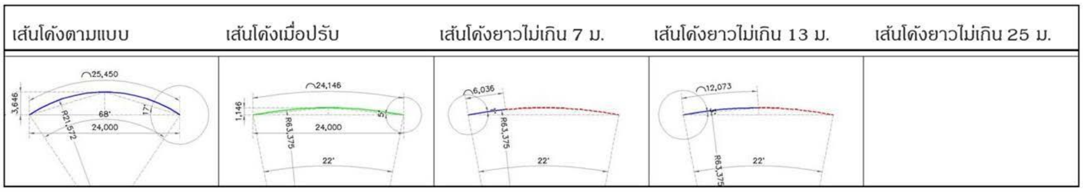
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	24.80
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	4	6.04
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	2	12.36
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	1	24.80



ภาพที่ 113 โครงการกรณีศึกษาที่ 8 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 9 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ดัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

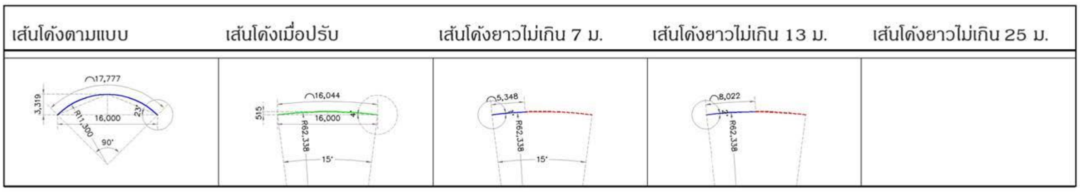
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	25.45
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	4	6.03
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	2	12.07
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	2	12.07



ภาพที่ 114 โครงการกรณีศึกษาที่ 9 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 10 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ตัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

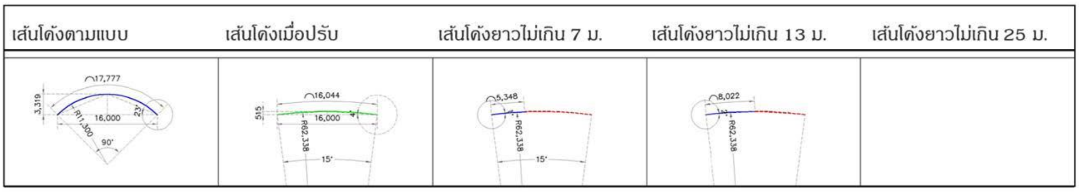
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	17.77
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	3	5.34
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	2	8.022
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	1	17.77



ภาพที่ 115 โครงการกรณีศึกษาที่ 10 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 11 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ตัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

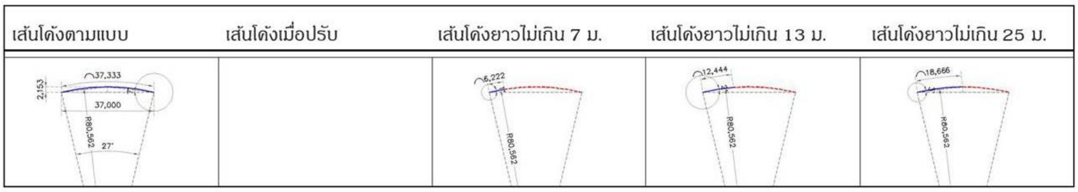
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	17.77
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	3	5.34
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	2	8.022
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	1	17.77



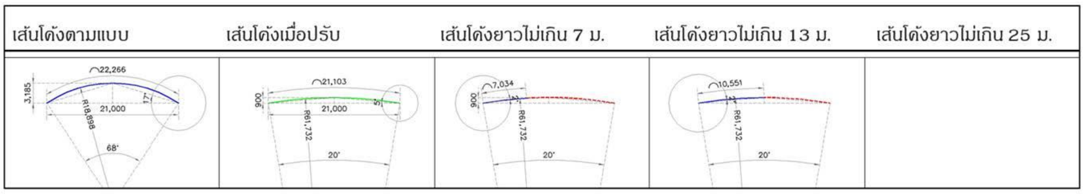
ภาพที่ 116 โครงการกรณีศึกษาที่ 11 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 12 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ตัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	37.33
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	6	6.74
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	3	12.44
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	2	18.67



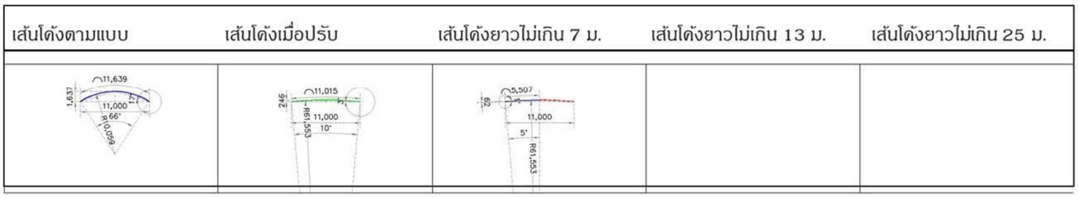
เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	22.27
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	4	7.034
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	2	10.55
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	1	22.27



ภาพที่ 117 โครงการกรณีศึกษาที่ 12 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

โครงการกรณีศึกษาที่ 13 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้งโดยไม่ตัด นำมาปรับความยาวตามความสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ของรถขนส่ง 3 ขนาด ดังแสดงในภาพ

เงื่อนไข	ความยาวเส้นโค้ง	จำนวนแผ่น	ความยาวแผ่น
กรณีไม่ขนส่ง	เส้นโค้งยาวต่อเนื่อง	-	11.64
กรณีขนส่ง 6 ล้อจัมโบ้	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 7 เมตร	2	5.82
กรณีขนส่งรถพ่วง TL12	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 13 เมตร	1	11.64
กรณีขนส่งรถพ่วง TL24	เส้นโค้งยาวไม่เกิน 25 เมตร	-	-



ภาพที่ 118 โครงการกรณีศึกษาที่ 13 เส้นโค้งที่นำมาใช้วิเคราะห์การผลิตแผ่นโค้ง

5.2.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบความลาดเอียง ปรับความยาวให้ขนส่งได้

ตารางที่ 11 ตารางเปรียบเทียบความลาดเอียง ปรับความยาวให้ไม่เกิน 7 เมตร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ความยาวเส้นโค้ง (เมตร)	ยาวต่อเนื่อง ลาดเอียง(องศา)	ยาวไม่เกิน 7 ม. ลาดเอียง(องศา)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	6.74	3	0
2	อาคารคลังสินค้า	6.05	7	1
3	อาคารศูนย์อาหาร	6.94	5	1
4	โรงงานผลิต	6.40	4	0
5	อาคารอเนกประสงค์	5.67	4	1
6	อาคารอเนกประสงค์	5.88	5	1
7	อาคารอเนกประสงค์	6.34	7	1
8	อาคารอเนกประสงค์	6.20	5	1
9	อาคารอเนกประสงค์	6.36	5	1
10	อาคารอเนกประสงค์	5.92	4	1
11	อาคารอเนกประสงค์	6.22	7	1
12	อาคารอเนกประสงค์	6.74	5	2
13	อาคารอเนกประสงค์	6.40	3	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมื่อปรับความยาวแผ่นให้ไม่เกิน 7 เมตร เปรียบเทียบความลาดเอียงของเส้นโค้ง จะเห็นได้ว่า จากกรณีศึกษา 13 อาคาร ไม่มีอาคารใดสามารถใช้แผ่นโค้งไม่ดัดและขนส่งด้วยรถ 6 ล้อจัมโบ้ได้

ตารางที่ 12 ตารางเปรียบเทียบความลาดเอียง ปรับความยาวให้ไม่เกิน 13 เมตร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ความยาวเส้นโค้ง (เมตร)	ยาวต่อเนื่อง ลาดเอียง(องศา)	ยาวไม่เกิน 13 ม. ลาดเอียง(องศา)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	12.36	3	1
2	อาคารคลังสินค้า	10.59	5	2
3	อาคารศูนย์อาหาร	10.40	7	1
4	โรงงานผลิต	12.78	7	1
5	อาคารอเนกประสงค์	8.02	4	2
6	อาคารอเนกประสงค์	11.56	5	3
7	อาคารอเนกประสงค์	10.77	7	2
8	อาคารอเนกประสงค์	11.37	5	3
9	อาคารอเนกประสงค์	12.07	5	3
10	อาคารอเนกประสงค์	8.02	4	2
11	อาคารอเนกประสงค์	12.44	7	2
12	อาคารอเนกประสงค์	10.55	5	2
13	อาคารอเนกประสงค์	11.015	3	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมื่อปรับความยาวแผ่นให้ไม่เกิน 13 เมตร เปรียบเทียบความลาดเอียงของเส้นโค้ง จะเห็นได้ว่า จากกรณีศึกษา 13 อาคาร มี 12 อาคาร ที่มีความยาวเกิน 13 เมตร โดยมี 3 อาคารที่สามารถใช้แผ่นโค้งไม่ดัดและขนส่งด้วยรถพ่วง TL 12 ได้

ตารางที่ 13 ตารางเปรียบเทียบความลาดเอียง ปรับความยาวให้ไม่เกิน 25 เมตร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ความยาวเส้นโค้ง (เมตร)	ยาวต่อเนื่อง ลาดเอียง(องศา)	ยาวไม่เกิน 25 ม. ลาดเอียง(องศา)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	24.72	3	1
2	อาคารคลังสินค้า	21.188	5	3
3	อาคารศูนย์อาหาร	20.80	7	3

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ความยาวเส้นโค้ง (เมตร)	ยาวต่อเนื่อง ลาดเอียง(องศา)	ยาวไม่เกิน 25 ม. ลาดเอียง(องศา)
4	โรงงานผลิต	17.042	7	1
5	อาคารอเนกประสงค์	16.044	4	2
6	อาคารอเนกประสงค์	23.124	5	-
7	อาคารอเนกประสงค์	15.66	7	4
8	อาคารอเนกประสงค์	24.161	5	-
9	อาคารอเนกประสงค์	21.146	5	-
10	อาคารอเนกประสงค์	16.044	4	-
11	อาคารอเนกประสงค์	18.66	7	3
12	อาคารอเนกประสงค์	21.103	5	-
13	อาคารอเนกประสงค์	11.015	3	-

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมื่อปรับความยาวแผ่นให้ไม่เกิน 13 เมตร เปรียบเทียบความลาดเอียงของเส้นโค้ง จะเห็นได้ว่า จากกรณีศึกษา 13 อาคาร มี 6 อาคาร ที่มีความยาวเกิน 25 เมตร โดยมี 3 อาคารที่สามารถใช้แผ่นโค้งไม่ดัดและขนส่งด้วยรถพ่วง TL 25 ได้

5.2.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบรัศมี ปรับความยาวให้ขนส่งได้

ตารางที่ 14 ตารางเปรียบเทียบรัศมี ปรับความยาวให้ไม่เกิน 7 เมตร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ความยาวเส้นโค้ง (เมตร)	ยาวต่อเนื่อง รัศมี(เมตร)	ยาวไม่เกิน 7 ม. รัศมี(เมตร)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	6.74	309.00	309.00
2	อาคารคลังสินค้า	6.40	118.00	118.00
3	อาคารศูนย์อาหาร	6.50	91.00	91.00
4	โรงงานผลิต	6.94	208.00	208.00
5	อาคารอเนกประสงค์	5.67	62.34	62.34
6	อาคารอเนกประสงค์	5.88	64.32	64.32
7	อาคารอเนกประสงค์	6.34	62.40	62.40
8	อาคารอเนกประสงค์	6.20	60.42	60.42
9	อาคารอเนกประสงค์	6.36	63.37	63.37
10	อาคารอเนกประสงค์	5.92	62.33	62.33
11	อาคารอเนกประสงค์	6.22	80.56	80.56
12	อาคารอเนกประสงค์	6.74	61.73	61.73
13	อาคารอเนกประสงค์	6.40	61.55	61.55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมื่อปรับความยาวแผ่นให้ไม่เกิน 7 เมตร เปรียบเทียบ`รัศมีของเส้นโค้ง จากกรณีศึกษา 13 อาคาร มี 5 อาคารที่ใช้เส้นโค้งเดิมจากแบบ และ 8 อาคารที่ใช้เส้นโค้งที่ปรับให้มีรัศมีมากกว่า 60 จะเห็นได้ว่าแม้ความยาวแผ่นจะเปลี่ยนไปรัศมียังคงเป็นเช่นเดิม

ตารางที่ 15 ตารางเปรียบเทียบรัศมี ปรับความยาวให้ไม่เกิน 13 เมตร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ความยาวเส้นโค้ง (เมตร)	ยาวต่อเนื่อง รัศมี(เมตร)	ยาวไม่เกิน 13 ม. รัศมี(เมตร)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	12.36	309.00	309.00
2	อาคารคลังสินค้า	10.59	118.00	118.00
3	อาคารศูนย์อาหาร	10.40	91.00	91.00
4	โรงงานผลิต	12.78	208.00	208.00
5	อาคารอเนกประสงค์	8.02	62.34	62.34
6	อาคารอเนกประสงค์	11.56	64.32	64.32
7	อาคารอเนกประสงค์	10.77	62.40	62.40
8	อาคารอเนกประสงค์	11.37	60.42	60.42
9	อาคารอเนกประสงค์	12.07	63.37	63.37
10	อาคารอเนกประสงค์	8.02	62.33	62.33
11	อาคารอเนกประสงค์	12.44	80.56	80.56
12	อาคารอเนกประสงค์	10.55	61.73	61.73
13	อาคารอเนกประสงค์	11.015	61.55	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมื่อปรับความยาวแผ่นให้ไม่เกิน 13 เมตร เปรียบเทียบ`รัศมีของเส้นโค้ง จากกรณีศึกษา 13 อาคาร มี 5 อาคารที่ใช้เส้นโค้งเดิมจากแบบ และ 8 อาคารที่ใช้เส้นโค้งที่ปรับให้มีรัศมีมากกว่า 60 จะเห็นได้ว่าแม้ความยาวแผ่นจะเปลี่ยนไปรัศมียังคงเป็นเช่นเดิม

ตารางที่ 16 ตารางเปรียบเทียบรัศมี ปรับความยาวให้ไม่เกิน 25 เมตร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ความยาวเส้นโค้ง (เมตร)	ยาวต่อเนื่อง รัศมี(เมตร)	ยาวไม่เกิน 25 ม. รัศมี(เมตร)
1	อาคารโรงงานและคลังสินค้า	24.72	309.00	309.00
2	อาคารคลังสินค้า	21.188	118.00	118.00
3	อาคารศูนย์อาหาร	20.80	91.00	91.00
4	โรงงานผลิต	17.042	208.00	208.00
5	อาคารอเนกประสงค์	16.044	62.34	62.34
6	อาคารอเนกประสงค์	23.124	64.32	-
7	อาคารอเนกประสงค์	15.66	62.40	62.40
8	อาคารอเนกประสงค์	24.161	60.42	-
9	อาคารอเนกประสงค์	21.146	63.37	-
10	อาคารอเนกประสงค์	16.044	62.33	-
11	อาคารอเนกประสงค์	18.66	80.56	80.56
12	อาคารอเนกประสงค์	21.103	61.73	-
13	อาคารอเนกประสงค์	11.015	61.55	-

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมื่อปรับความยาวแผ่นให้ไม่เกิน 7 เมตร เปรียบเทียบ`รัศมีของเส้นโค้ง จากกรณีศึกษา 13 อาคาร มี 5 อาคารที่ใช้เส้นโค้งเดิมจากแบบ และ 8 อาคารที่ใช้เส้นโค้งที่ปรับให้มีรัศมีมากกว่า 60 จะเห็นได้ว่าแม้ความยาวแผ่นจะเปลี่ยนไปรัศมียังคงเป็นเช่นเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปทดลองปรับใช้โค้งดัดแบบต่อแผ่น

1. รัศมียังคงเท่าเดิม แม้ความยาวของแผ่นหลังคาจะเปลี่ยนไป
2. องศาจะแปรผันตามความยาวของแผ่น คือ เมื่อแผ่นสั้นลง องศาจะน้อยลง
3. เมื่อมีการต่อแผ่นต้องคำนึงถึงตำแหน่งแปในจุดที่มีการต่อแผ่น ทำให้ใช้จำนวนแปมากขึ้น

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

หลังคาเป็นส่วนสำคัญของอาคาร ทำหน้าที่เป็นส่วนปกคลุมอาคาร เพื่อป้องกันแดด ฝน และเนื่องจากหลังคาสามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากภายนอก จึงมีการออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ทำให้หลังคามีหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น หลังคาแบน หลังคาเอียง หลังคาโค้ง และหลังคารูปทรงอิสระ สำหรับอาคารโครงสร้างที่มีช่วงกว้าง เช่น อาคารโกดัง โรงงาน และคลังเก็บสินค้า เป็นต้น นิยมใช้วัสดุมุงจากแผ่นเหล็กรีดลอน

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของหลังคาโค้งที่ใช้เหล็กรีดลอนและเพื่อเสนอแนวทางการกำหนดค่าความโค้งที่เหมาะสม โดยเลือกแบบจากโครงการกรณีศึกษาที่มีหลังคาโค้งจำนวน 13 อาคาร โดยในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาเฉพาะหลังคาโค้งที่ทำจากแผ่นเหล็กรีดลอนที่ผลิตในประเทศไทย ซึ่งศึกษาเฉพาะเส้นโค้งของหลังคาโค้ง และศึกษาจากแผ่นเหล็กรีดลอนที่มีความหนาเหล็กไม่รวมชั้นเคลือบ 0.42 มิลลิเมตร รุ่น TD760 เท่านั้น

ในการศึกษาข้อมูลและทบทวนทฤษฎี จากการศึกษาขั้นทุติยภูมิ โดยศึกษาจากเอกสารทบทวนทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หนังสือเกี่ยวกับหลังคาในงานสถาปัตยกรรม โครงสร้างโค้งในงานสถาปัตยกรรม เส้นโค้งในเรขาคณิต วัสดุโลหะ กำลังวัสดุ แนวคิดการออกแบบ รวมถึงกฎหมายข้อกำหนดเกี่ยวกับการขนส่งของรถบรรทุก ทำให้ทราบว่าวัสดุที่ใช้ทำแผ่นเหล็กรีดลอนมีหลายความหนาตั้งแต่ 0.40-0.90 มิลลิเมตร หลายชั้นเคลือบ คือ ชั้นเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนและชั้นเคลือบสีประเภทต่าง ๆ ในระดับความหนาของสีที่เคลือบแตกต่างกัน หลายรุ่นแผ่นผลิตภัณฑ์ เช่น KL700 Ultima HiribTD760 HR29 Trimmax825 Panelrib เป็นต้น หลายลักษณะแผ่น คือ แผ่นโค้งธรรมดา แผ่นโค้งแบบสอบ แผ่นโค้งดัด และแผ่นโค้งสองทิศทาง และหลายระบบการติดตั้ง คือ ระบบการติดตั้งแบบยิงกรู ระบบการติดตั้งแบบขบ-ล็อค และระบบการติดตั้งแบบรีดตะเข็บ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาขั้นปฐมภูมิ 3 ส่วน คือ 1. ศึกษาจากแบบหลังคาโค้ง จากอาคารกรณีศึกษาที่มีหลังคาโค้งจำนวน 13 อาคาร 2. ศึกษาจากการสำรวจโรงงานผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน ถ่ายภาพและสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ สัมภาษณ์ฝ่ายขาย สัมภาษณ์ฝ่ายวิเคราะห์การผลิต และฝ่ายผลิต โดยข้อมูลที่จะทำการศึกษา คือ วิธีการผลิตและวิธีคิดค่าใช้จ่ายของการใช้แผ่นหลังคาโค้ง และ 3. ศึกษา

จากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบจากโครงการกรณีศึกษา 13 โครงการ เพื่อที่จะเข้าใจข้อจำกัดในการกำหนดค่าความโค้งกับการออกแบบหลังคา

ผลสรุปรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจและสัมภาษณ์ที่โรงงาน พบว่ากระบวนการผลิตแผ่นโค้งต่างกันในแต่ละรุ่นผลิตภัณฑ์ซึ่งจะใช้วิเคราะการผลิตโดยดูข้อมมูลจากแบบที่มาจากรูปตัดหลังคาโค้ง 2 ส่วน คือ ความยาวส่วนโค้ง และรัศมีของเส้นโค้ง โดยในการผลิตหลังคาโค้งจะมีต้นทุนค่าวัสดุและเครื่องจักรที่ใช้ผลิตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งเครื่องจักรหลักที่เป็นส่วนสำคัญมีสองส่วน คือ เครื่องขึ้นรูปเหล็กรีดลอน และ เครื่องดัดโค้ง จากนั้นสู่กระบวนการนำส่งไปที่หน้างานก่อสร้าง ทั้งนี้พบว่าเนื่องด้วยหลังคาโค้งที่ใช้เหล็กรีดลอนในปัจจุบันจะผลิตความยาวของรูปแบบของหลังคาซึ่งหากขนส่งไม่ได้จะส่งผลต่อการนำเครื่องจักรมาผลิตที่หน้างานก่อสร้าง

ผลสรุปรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบจากโครงการกรณีศึกษา 13 โครงการ เพื่อที่จะเข้าใจข้อจำกัดในการกำหนดค่าความโค้งกับการออกแบบหลังคา ทำให้ทราบว่าข้อจำกัดความโค้งมาจากขนาดที่ดิน ความต้องการพื้นที่ใช้สอย และความงาม พบว่าขนาดที่ดินและความต้องการพื้นที่ใช้สอยมีความสัมพันธ์กับความกว้างของอาคาร ความต้องการพื้นที่ใช้สอยมีความสัมพันธ์กับความสูงของอาคาร และความงามมีความสัมพันธ์กับรูปทรงของอาคารที่ส่งผลต่อรัศมีของหลังคา

จากการวิเคราะห์แบบก่อสร้างที่มีหลังคาโค้งของโครงการกรณีศึกษา 13 อาคาร ประมวลผลข้อมูลเส้นโค้งที่มาจากรูปตัดของแบบก่อสร้าง และใช้วิธีการการทดลองขึ้นรูป 2 มิติ พบอาคารใช้หลังคาโค้งไม่ดัด 5 อาคาร และอาคารใช้หลังคาโค้งดัด จำนวน 8 อาคาร และได้ทำการโดยทำทดลอง 2 ขั้นตอน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 1

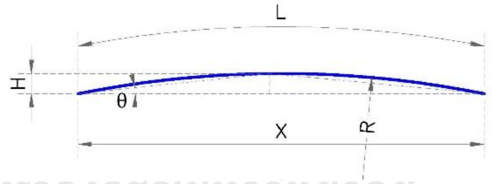
ทดลองปรับค่าความโค้งของอาคารที่ใช้โค้งดัด 8 อาคาร เพื่อใช้วิเคราะห์การปรับใช้หลังคาโค้งโดยไม่ดัดและหาความสัมพันธ์ข้อจำกัดในการกำหนดค่าความโค้งกับการออกแบบหลังคา สามารถสรุปได้ว่า การใช้แผ่นโค้งโดยไม่ดัด เสนอแนวทาง 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 หากความโค้งถูกกำหนดจากความกว้าง ให้ลดความสูงของหลังคา ที่วัดจากระยะส่วนปลายของหลังคาถึงระยะส่วนที่สูงสุดของหลังคา และวิธีที่ 2 หากความโค้งถูกกำหนดจากความสูง ที่วัดจากระยะส่วนปลายของหลังคาถึงระยะส่วนที่สูงสุดของหลังคา ให้เพิ่มความกว้างส่วนชายคาของหลังคาจะสามารถใช้หลังคาโค้งโดยไม่ดัดได้

ขั้นตอนที่ 2

ทดลองใช้วิธีต่อแผ่นโดยใช้โค้งไม่ดัด จากอาคารกรณีศึกษา 5 อาคารที่ใช้โค้งไม่ดัดจากแบบสถาปัตยกรรมเดิม และจาก 8 อาคารที่ปรับค่าความโค้งเป็นโค้งไม่ดัดแล้ว เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการรับน้ำฝน ระยะพาดแป โดยใช้ข้อคำนึงเรื่องถึงวิธีการขนส่งแผ่น โดยใช้เงื่อนไขการขนส่งของรถบรรทุก 3 รูปแบบ คือ รถ 6 ล้อจัมโบ้ ที่สามารถขนส่งแผ่นความยาวไม่เกิน 7 เมตร รถพ่วง TL12 ที่สามารถขนส่งแผ่นความยาวไม่เกิน 13 เมตร และรถพ่วง TL24 ที่สามารถขนส่งแผ่นความยาวไม่เกิน 25 เมตร นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณา ทำให้ทราบว่า เมื่อแผ่นโค้งมีความยาวสั้นลง รัศมีความโค้งจะยังคงเท่าเดิม แต่ความลาดเอียงของเส้นโค้งจะแปรผันตามความยาวของเส้นโค้งที่สั้นลง และทำการสรุปอภิปลายผล ให้ข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

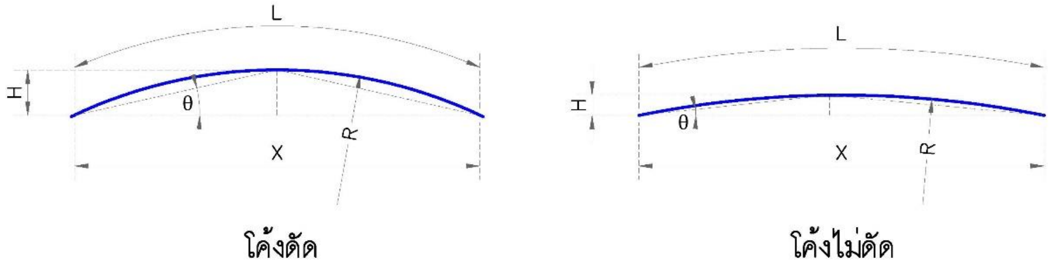
การหาวิธีการกำหนดความโค้งของหลังโค้งที่ผลิตจากเหล็กรีดลอนที่มีข้อพิจารณามาจากวิธีการผลิต โดยจากการศึกษาพบว่า ความโค้ง(L) มีความสัมพันธ์กับความกว้าง (X) และความสูง(H) โดยวิธีการกำหนดความโค้งมาจากค่ารัศมี (R) และการกำหนดความลาดเอียงที่มีหน่วยเป็นองศา (θ) ที่ต้องมีความสอดคล้องเป็นไปตามคู่มีผลิตภัณฑ์ของรุ่นหลังคาที่เลือกใช้ จะสามารถใช้หลังคาโค้งไม่ดัดได้ ตามแสดงในรูปที่ 119



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

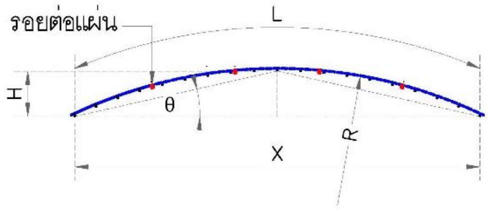
ภาพที่ 119 การกำหนดความโค้งไม่ดัด

โดยความโค้งของหลังคาโค้งดัดและโค้งไม่ดัดในกรณีที่อาคารมีความกว้างเท่ากัน อาคารโค้งดัดจะมีความสูงกว่าอาคารที่ใช้โค้งไม่ดัดเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 120



ภาพที่ 120 เปรียบเทียบความโค้งดัดและโค้งไม่ดัด

โดยจากภาพที่ 120 แสดงการใช้หลังคาโค้งยาวต่อเนื่องทำให้ต้องพิจารณาด้านการขนส่งแผ่นหลังคา โดยสามารถยาวได้ตามข้อจำกัดของรถบรรทุกที่ใช้ขนส่งและการเข้าถึงหน้างานก่อสร้าง ซึ่งหากขนส่งไม่ได้จะส่งผลต่อการนำเครื่องจักรมาผลิตที่หน้างานก่อสร้างหรือหากหน้างานไม่มีพื้นที่วางเครื่องจักรสำหรับการผลิต สามารถใช้วิธีการต่อแผ่น ดังแสดงในรูปที่ 121



ภาพที่ 121 แผนโคงแบบต่อแผ่น

จึงสรุปได้ว่า การใช้แผ่นโค้ง ที่มาจากวัสดุมุงแผ่นเหล็กรีดลอน โดยแบ่งความโค้ง เป็น 4 กรณี คือ

1. อาคารที่ใช้แผ่นโค้งดัด ต่อแผ่น
2. อาคารที่ใช้แผ่นโค้งดัด ไม่ต่อแผ่น
3. อาคารที่ใช้แผ่นโค้งไม่ดัด ต่อแผ่น
4. อาคารที่ใช้แผ่นโค้งไม่ดัด ไม่ต่อแผ่น

โดยสรุปการพิจารณาใช้แผ่นโค้งทั้ง 4 กรณีไว้ ตามตารางสรุปที่ 17 ดังนี้

ตารางที่ 17 ตารางสรุปการพิจารณาการใช้แผ่นโค้ง 4 กรณี

กรณี	หลังคาโค้งที่ใช้วัสดุมุงเหล็กรีดลอน		โครงสร้างหลังคาโค้ง	
			โครงสร้างหลัก	แป
1	โค้งดัด	ต่อแผ่น	H สูง ระบายน้ำได้ดี	ใช้จำนวนแปเพิ่มขึ้น
2	โค้งดัด	ไม่ต่อแผ่น	H สูง ระบายน้ำได้ดีมาก	ใช้จำนวนแปปรกติ
3	โค้งไม่ดัด	ต่อแผ่น	H ต่ำ ต้องคำนึงการระบายน้ำให้มาก เพราะมีการต่อแผ่นระวังน้ำย้อน	ใช้จำนวนแปเพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4	โค้งไม่ดัด	ไม่ต่อแผ่น	H ต่ำ ต้องคำนึงการระบายน้ำให้เหมาะสม	ใช้จำนวนแปปรกติ

โดยเมื่อพิจารณาการเลือกใช้แผ่นหลังคาโค้ง ในแต่ละกรณีจะมีข้อคำนึงที่ส่งผลต่างโครงสร้างต่างกัน เมื่อพิจารณาโครงสร้างจาก 2 ข้อ คือ ความสูงของความโค้งของโครงสร้างหลังคา และจำนวนแปของโครงสร้างหลังคา ซึ่งอธิบายได้ว่า

การเลือกใช้กรณีที่ 1 ใช้แผ่นหลังคาโค้งดัด แบบต่อแผ่น ในอาคารที่มีความกว้างเท่ากันความสูงของความโค้งของโครงสร้างหลังคาจะสูงกว่าการเลือกใช้แผ่นโค้งไม่ดัด ทำให้สามารถระบายน้ำฝนได้ดีแม้จะมีการต่อแผ่นทำให้จำนวนแปจะเพิ่มมากขึ้นตารอยต่อของแผ่น

การเลือกใช้กรณีที่ 2 ใช้แผ่นหลังคาโค้งดัด แบบไม่ต่อแผ่น ในอาคารที่มีความกว้างเท่ากัน ความสูงของความโค้งของโครงสร้างหลังคาจะสูงกว่าการเลือกใช้แผ่นโค้งไม่ดัด สามารถระบายน้ำฝนได้ดีกว่าในอาคารที่มีรัศมีความโค้งเท่ากันแต่ต่อแผ่น และใช้จำนวนแปตามปรกติ

การเลือกใช้กรณีที่ 3 ใช้แผ่นหลังคาโค้งไม่ดัด แบบต่อแผ่น ในอาคารที่มีความกว้างเท่ากัน ความสูงของความโค้งของโครงสร้างหลังคาจะต่ำกว่าการเลือกใช้แผ่นโค้งดัด ทำให้สามารถระบายน้ำฝนได้น้อยลง มีการต่อแผ่นยิ่งจะทำให้โอกาสในการรั่วซึมเกิดน้ำย้อนและท่วมสันลอนยิ่งสูงขึ้น และยังส่งผงทำให้จำนวนแปจะเพิ่มมากขึ้นตามรอยต่อของแผ่น

การเลือกใช้กรณีที่ 4 ใช้แผ่นหลังคาโค้งไม่ดัด แบบไม่ต่อแผ่น ในอาคารที่มีความกว้างเท่ากัน ความสูงของความโค้งของโครงสร้างหลังคาจะต่ำกว่าการเลือกใช้แผ่นโค้งดัด ทำให้สามารถระบายน้ำฝนได้น้อยลงแต่ยังคงดีกว่าในอาคารที่มีรัศมีเท่ากันแต่ต่อแผ่น และใช้จำนวนแปตามปรกติ

6.2 อภิปรายผล

การใช้แผ่นโค้งโดยไม่ดัดสามารถทำได้ในอาคารที่มีหลังคาโค้งในทุกอาคาร โดยต้องคำนึงถึงค่าความโค้งที่มีหน่วยเป็นรัศมีและความลาดเอียงของหลังคาที่มีหน่วยเป็นองศา ให้เป็นไปตามคำแนะนำของคู่มือผลิตภัณฑ์ของแผ่นเหล็กรีดลอนที่เลือกใช้ โดยมีวิธีการคำนวณและหาค่าความสามารถการโค้งไม่ดัดจากการหาค่าความยาวของเส้นโค้ง ที่มีค่าแปรผันตรงกับค่าความกว้างของอาคาร และแปรผกผันกับค่าความสูงของหลังคาซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการหาความยาวส่วนโค้งของวงกลม

การใช้หลังคาโค้งยาวต่อเนื่องต้องคำนึงด้านการขนส่งแผ่นหลังคา โดยสามารถยาวได้ตามข้อจำกัดของรถบรรทุกที่ใช้ขนส่งและการเข้าถึงหน้างานก่อสร้าง ซึ่งหากขนส่งไม่ได้จะส่งผลต่อการนำเครื่องจักรมาผลิตที่หน้างานก่อสร้างสามารถใช้วิธีการต่อแผ่นเพื่อพิจารณาข้อคำนึงดังกล่าว โดยใน

การศึกษาวิจัยนี้ เน้นความเข้าใจเรื่องวัสดุ ไม่ได้ลงเชิงลึกในโครงสร้าง การรั่วซึม และรูปลักษณ์ความสวยงามของอาคาร ซึ่งเป็นประเด็นที่ผู้ออกแบบได้คำนึงถึงนำมาใช้เป็นข้อพิจารณาในการกำหนดความโค้งจากทุกโครงการของอาคารกรณีศึกษา ซึ่งในทางทฤษฎีสามารถลดความสูงเพื่อใช้โค้งไม่ดัด ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านวัสดุได้ แต่ความสูงของหลังคาดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อ ความโค้งของโครงสร้างของหลังคา ซึ่งไม่ได้เป็นประเด็นที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยชิ้นนี้

6.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาภายใต้ขอบเขต และข้อจำกัดของการวิจัย เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาครั้งต่อไป ยังคงมีประเด็นอื่นที่สำคัญและจำเป็น อาจจะนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงลึกในลักษณะแผ่นเหล็กรีดลอนลักษณะอื่น เช่น แผ่นโค้งแบบสอบ แผ่นโค้งสองทิศทาง เป็นต้น ซึ่งแผ่นที่สามารถผลิตได้ต่างลักษณะกันจะส่งผลต่อรูปทรงของอาคาร ทั้งนี้สอดคล้องกับวิธีการผลิตซึ่งจะทำให้ใช้แผ่นเหล็กรีดลอนได้อย่างเหมาะสม

2. การศึกษาครั้งนี้ใช้การทดลองโดยการขึ้นรูป 2 มิติและวิธีการคำนวณ ควรมีการศึกษาวิจัยที่ใช้แพลตฟอร์มการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแบบ 3 มิติ สำหรับการออกแบบ เช่น แพลตฟอร์ม ไดนาโม ที่ใช้กับโปรแกรม Revit เป็นต้น

3. การศึกษาครั้งนี้เน้นการศึกษารูปแบบของการใช้หลังคาโค้ง โดนเน้นการศึกษาที่วัสดุแผ่นมุงหลังคาของหลังคาโค้งที่ทำจากเหล็กรีดลอนเท่านั้น ควรมีการศึกษาวิจัยเรื่องกับส่วนต่อเนื่องของการใช้หลังคาโค้ง เพื่อที่จะทำให้การใช้งานหลังคาโค้งสมบูรณ์ในครบทุกมิติ อันได้แก่

3.1 ค่าของความโค้งที่เหมาะสมของโครงสร้างหลังคาโค้ง เพื่อสอดคล้องกับวิธีการผลิตและการควบคุมค่าใช้จ่ายในการใช้หลังคาโค้งให้ครอบคลุมด้านโครงสร้าง

3.2 ค่าของความโค้งที่เหมาะสมกับการระบายน้ำของหลังคาโค้ง

บรรณานุกรม

NS Bluescope Lysaght Thailand. (ม.ป.ป.). *โบรชัวร์ผลิตภัณฑ์ Lysaght*. https://www.lysaghtasean.com/th/th/resources-downloads/โบรชัวร์ผลิตภัณฑ์/

wikiHow. (ม.ป.ป.). *วิธีการ หาความยาวส่วนโค้งของวงกลม*. https://th.wikihow.com/หาความยาวส่วนโค้งของวงกลม

กฎกระทรวง ฉบับที่ 4. (2522). *ออกความตามในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522.*

กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง สำนักอำนวยการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *บัญชีราคาวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563.* https://www.yotathai.com/passadu/cost-build-63

กันติทัต ทับสุวรรณ พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร. (2562). ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิและเสียงรบกวนของระบบหลังคาเขียวบนหลังคาเหล็กรีดลอน. *วารสารวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, *68*(มกราคม - มิถุนายน), 99 -114.

กิติพงศ์ ผลจันทร์ และ ทัต สัจจะวาที. (2548). *ก่อสร้างอาคาร บรรยายพร้อมภาพ Building Construction Illustrated*. ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ฉัตร สุจินดา. (2548). การวิเคราะห์หลังคาโค้งไร้โครงถักช่วงยาว 30 เมตร. *วารสารวิชาการ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม*. http://dspace.spu.ac.th/handle/123456789/1605

ธนพล ไคร้งาม. (2562). *สมรรถนะการใช้งานและประสิทธิภาพด้านพลังงานของแผ่นหลังคาเหล็กที่มีระบบการเคลือบสี แตกต่างกัน* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/69880

ธนัท ศักดานรเศรษฐ์. (2558). *แนวทางการออกแบบและก่อสร้างสถาปัตยกรรมรูปทรงเรขาคณิตเชิงเส้นโค้งด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติด้วยวัสดุซีเมนต์ : กรณีศึกษา การออกแบบศาลาเอนกประสงค์* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์].

ธีรชัย จันทรสกุล. (2559). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้หลังคาเหล็กเมทัลชีทสำหรับบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด]. Digital Research Information Center. https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/293934

ปรมาภรณ์ พูลสวัสดิ์. (2560). *คุณสมบัติในการกันเสียงของแผ่นเหล็กมุงหลังคาด้วยวัสดุพอลิเมอร์ชนิดอิลาสโทเมอริกโฟม (ฉนวนยางดำ)* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).
https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/59770

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1843 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นเหล็กมุงหลังคา. (2535, 29 ธันวาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 109 ตอนที่ 163 หน้า 1 - 14. http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS1128-2535.pdf

พงษ์ศักดิ์ ลอยฟ้า. (2550). *การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนของหลังคาโลหะด้วยการหลังคาสองชั้น* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร]. Silpakorn University Repository : SURE. http://www.sure.su.ac.th/xmlui/handle/123456789/6025

ศรายุทธ ศรีทิพย์อาสน์. (2554). *บ้านและวัสดุก่อสร้างบ้าน*. บ้านและสวน.

สกนธ์ สรีวิไลสกุลวงศ์. (2545). *การพัฒนาระบบผนังโฟมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความร้อน* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. Silpakorn University Repository : SURE. http://www.sure.su.ac.th/xmlui/handle/123456789/5990

สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ. (2539). *กำลังวัสดุ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุภาวดี บุญยฉัตร. (2557). *หลังคา อุปกรณ์ และการติดตั้ง*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาวดี รัตนมาศ. (2543). *หลังคาในงานสถาปัตยกรรม*. นุยบุ๊คส์.

สุภาวดี รัตนมาศ. (2553). *หลังคา อุปกรณ์ และการติดตั้ง*. กลุ่มอุตสาหกรรมหลังคาและอุปกรณ์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

ห้างหุ้นส่วนสามัญกิ่งไผ่เบน. (ม.ป.ป.). *สูตรคำนวณเส้นโค้งอย่างง่าย*. https://kpbend.com/calculate.html

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

1. การสัมภาษณ์โรงงานผลิตแผ่นเหล็กรีดลอน

รายการผู้ถูกสัมภาษณ์ จากโรงงานผลิตเหล็กรีดลอน มีรายการดังนี้

1. คุณสาวิตรี พบชัยภูมิ
2. คุณสุธี ฤกษ์สุริยพันธ์
3. คุณนิติพร   คชกฤษ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ฝ่ายขาย

บันทึกการสัมภาษณ์โรงงานผลิต หลังคาเหล็กรีดลอน

วันที่ 20 ธันวาคม 2565

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ช่วยอธิบายกระบวนการขายหลังคาโค้งแผ่นเหล็กรีดลอน

ลูกค้าจะส่งแบบเข้ามาเพื่อของราคาโดยจะระบุ รายละเอียดรุ่น ความหนาเหล็ก ชั้นเคลือบ จากนั้นฝ่ายขายส่งแบบและรายละเอียดให้ทีมประมาณราคา โดยในกรณีที่เป็นแผ่นโค้งจะส่งให้ฝ่ายวิเคราะห์แบบเพื่อดูข้อจำกัดและความเป็นไปได้ในการผลิต เมื่อได้พื้นที่และรายละเอียดอุปกรณ์ ค่าขนส่ง วิธีการติดตั้ง จากฝ่ายประมาณราคาและข้อชี้แจ้งจากทางฝ่ายวิเคราะห์แบบ ขั้นตอนสุดท้ายฝ่ายขายทำรายละเอียดต้นทุน เพื่อทำส่งใบเสนอราคาส่งให้ลูกค้า

คำถามที่ 2

ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ราคาต้นทุนของแผ่นหลังคาโค้งราคาต่างกัน

รายละเอียดรุ่น ความหนาเหล็ก ชั้นเคลือบและรูปแบบของหลังคาซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดลักษณะของแผ่น ซึ่งทางฝ่ายวิเคราะห์แบบจะชี้แจงว่าโครงการนี้ผลิตรูปแบบใด

คำถามที่ 3

ลักษณะของแผ่นหลังคาโค้งมีแบบใดบ้าง

1. โค้งรัศมีน้อย ที่ใช้เครื่องจักรทำโค้ง
2. โค้งรัศมีมาก ที่สามารถโค้งธรรมชาติ

โดยในปัจจุบันเครื่องจักรในโรงงานสามารถทำโค้งได้ทุกรุ่นผลิตภัณฑ์ โดยแต่ละรุ่นจะสามารถทำโค้งรัศมีมากและรัศมีน้อยได้แตกต่างกัน อีกทั้งแต่ละรุ่นยังสามารถผลิตแผ่นออกมาเป็นลักษณะที่ต่างกันด้วย เช่น ดัดโค้งแบบท้องเรียบและดัดโค้งแบบเห็นรอยหยัก แผ่นโค้งไม่ดัดหรือแผ่นโค้งธรรมชาติ แผ่นโค้งสองทิศทาง และแผ่นโค้งแบบสอบ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้ราคาต้นทุนแตกต่างกัน

คำถามที่ 4

หากต้องการควบคุมราคาแผ่นโค้ง มีปัจจัยใดที่สำคัญสูงสุด ที่ทำให้แผ่นโค้งมีราคาต้นทุนที่ต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หากใช้แผ่นรุ่นเดียวกัน คามหนาเหล็ก และความหนาชั้นเคลือบเดียวกัน รัศมีความโค้งและลักษณแผ่น คือ ปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการคำนวนต้นทุน โดยแผ่นโค้งไม่ดัด จะมีราคาต่ำที่สุด ในราคาแผ่นโค้งทั้งหมด เพราะต้นทุนเหมือนแผ่นตรงธรรมดา

คำถามที่ 5

ราคาแผ่นโค้งอาคารกรณีศึกษา 13 อาคาร ราคาต่างอย่างไร

ถ้าใช้แผ่นรุ่นเดียวกัน ความหนาเหล็ก และความหนาชั้นเคลือบเดียวกัน ปัจจัยที่ทำให้ราคาแตกต่างกันยังมีอีกหลายอย่าง เช่น ประเภทของลูกค้า ขนาดของโครงการ โดยการให้ราคาของแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับปริมาณของแผ่นหลังคาทั้งหมดด้วย สิ่งนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญ อีกทั้งเรื่องต้นทุนราคาเหล็กรีดเย็นในช่วงเวลานั้น และการแข่งขั้นของโครงการรวมถึงสถานะของโครงการที่ส่งแบบเข้ามา เช่น แบบที่อยู่ระหว่างการออกแบบที่ส่งเข้ามาเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการผลิต แบบงานประมูล และแบบงานก่อสร้าง โดยแบบแต่ละสถานะที่ส่งเข้ามาขอราคาจะมีวิธีการให้ราคาที่แตกต่างกัน โดยในแบบของหลังคาโค้งอาคารกรณีศึกษา 13 แบบ ราคาที่ต่างกันเบื้องต้น คือ แผ่นโค้งดัดและแผ่นโค้งไม่ดัดเพราะต้นทุนต่างกัน โดยราคาของแต่ละโครงการดูได้จากรายละเอียดใบเสนอราคา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ทีมวิเคราะห์และสั่งผลิต

บันทึกการสัมภาษณ์โรงงานผลิต	หลังคาเหล็กรีดลอน
วันที่	20 ธันวาคม 2565
ตำแหน่ง	วิศวกร ฝ่ายวิเคราะห์และสั่งผลิต

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบเพื่อใช้ในการสั่งผลิตมีสิ่งใดที่ต้องคำนึงถึงบ้าง

เมื่อได้ข้อมูลของโครงการมา เราต้องตรวจสอบดูก่อนว่าโครงการนี้ใช้เหล็กความหนาที่เท่าไหร่ รุ่นหลังคาอะไร ลักษณะแผ่นเป็นอย่างไรเพื่อที่คำนึงถึงความเป็นไปได้ในการผลิต

สิ่งสำคัญที่สุด คือ ข้อมูลค่าที่วัดจากหน้างานก่อสร้าง การวัดระยะโครงสร้างจากหน้างานจริง โดยจะวัดจากระยะหลังแปแต่ละตัวของงานโครงสร้างหลังคา และนำมาขึ้นรูปโค้งจากนั้นเช็คและตรวจสอบจากทั้งแบบโครงสร้างเดิมและแบบสถาปัตยกรรมเดิม

คำถามที่ 2

ความหนาแผ่นเหล็กรีดลอนที่แตกต่างกัน ส่งผลด้านใดบ้างต่อการวิเคราะห์การสั่งผลิต

ความหนาของแผ่นเหล็กมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุปัน คือ ความหนาที่เนื้อเหล็ก 0.40 มิลลิเมตร ซึ่งการผลิตสามารถผลิตได้บางกว่านี้ และทั้งหนากว่านี้ แต่ที่นิยมใช้สูงสุดและได้มาตฐาน คือ มีความหนา 0.42 มิลลิเมตร ความหนาแผ่นเหล็กส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการดัดของแผ่น ซึ่งจะมีระบุไว้ในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ของแต่ละรุ่น โดยคิดมาจากสูตรการหาค่าการแอ่นทางวิศวกรรมของแต่ละรุ่นหลังคา

คำถามที่ 4

มีข้อแนะนำในการเลือกใช้แผ่นเหล็กรีดลอนอย่างไรบ้างสิ่งใดที่ควรคำนึงถึง

อันดับแรกเลยต้องรู้ว่าเอาไปใช้กับงานอะไรงานหลังคาหรืองานผนัง

ถ้าเป็นงานหลังคา เราจะตรวจสอบดูว่าหลังคาเป็นรูปทรงอะไร ความยาวแผ่นหลังคาเท่าไหร่ ความลาดเอียงที่เท่าไหร่ มันเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นไหม จะทำให้เราสามารถวิเคราะได้เบื้องต้นว่าสามารถผลิตได้ไหม ถ้าไม่ได้จะมีวิธีการปรับแก้อย่างไร เพื่อให้ยังคงใกล้กับรูปแบบงานอาคารตามแบบที่ทางลูกค้าส่งมา

คำถามที่ 5

สิ่งใดสำคัญที่สุดในการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รุ่นของผลิตภัณฑ์ ความยาวแผ่น ถ้าเป็นอาคารเป็นรูปแบบหลังคาโค้ง รัศมีความโค้งของแผ่นจะสำคัญมาก เพราะเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่าย แผ่นโค้งราคาสูงกว่าแผ่นตรงและมีข้อจำกัดต่าง ๆ มากกว่า ทั้งการผลิตและการขนส่ง ความยาวแผ่น

หลังจากวิเคราะห์แล้ว เราต้องแจ้งปัญหาหรือค่าใช้จ่ายที่คาดไม่ถึงของโครงการนั้น เพื่อหาทางออกร่วมกัน เพราะเครื่องจักรทุกรุ่นมีข้อจำกัดในการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ฝ่ายผลิต

บันทึกการสัมภาษณ์โรงงานผลิต	หลังคาเหล็กรีดลอน
วันที่	20 ธันวาคม 2565
ตำแหน่ง	วิศวกร ฝ่ายผลิต

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

กระบวนการผลิตหลังคาหลังคาโค้งแผ่นเหล็กรีดลอนตั้งแต่เริ่มต้นมีขั้นตอนอย่างไรบ้าง

สิ่งสำคัญ คือ รัศมีความโค้งของแผ่น แผ่นโค้งมีทั้งโค้งได้เองธรรมชาติและโค้งดัด จากนั้นต้องดูความยาวของแผ่น หากไม่สามารถขนส่งได้ ต้องยกเครื่องไปผลิตที่หน้างานก่อสร้าง ต้องวางแผนสำหรับระยะเวลาการผลิตที่จะสูญเสียไปกับการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร

ตามขั้นตอนปรกติแผ่นโค้งจะมีกระบวนการ คือ จะรีดขึ้นลอนก่อน จากนั้นนำไปวางพัก เพื่อเตรียมเข้าเครื่องดัดโค้ง และจัดเตรียมรอการขนส่ง ระยะการดัดโค้ง รัศมีจะต้องดูจากแบบ Shop drawing ของทางโรงงาน

คำถามที่ 2

ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ต้องไปผลิตแผ่นที่หน้างานก่อสร้าง

สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การขนส่ง เพราะมีข้อบังคับและกฎหมายควบคุม รวมถึงความเป็นไปได้ในการจัดส่ง ซึ่งการผลิตอันเนื่องเกี่ยวข้องกับการขนส่งแบ่งการผลิต เป็น สามรูปแบบ คือ

- ผลิตที่โรงงาน แล้วจัดส่ง ความยาวแผ่นไม่เกิน 13 เมตร และความกว้างไม่เกิน 2.5 เมตร
- ผลิตที่หน้างานก่อสร้าง แบบรีดแผ่นที่พื้น และยกขึ้นติดตั้ง
- ผลิตที่หน้างงานก่อสร้าง แบบรีดแผ่นที่บนนั่งร้าน

ในกรณีของที่เป็นรูปแบบที่ รูปแบบที่ 3 ความยาวของแผ่น ถ้าแผ่นยาวเกิน 50 เมตรร หากรีดแผ่นที่พื้นอาจทำให้แผ่นหักระหว่างการยกขึ้นติดตั้งได้

คำถามที่ 3

การดัดโค้งมีกระบวนการอย่างไร ที่ต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญสูงที่สุดบ้าง

รัศมีของแผ่นที่จะดัดโค้งเป็นหัวใจของการผลิตแผ่นโค้ง โดยแต่ละรุ่นของแผ่นหลังคาจะมีความสามารถในการดัดที่แตกต่างกัน รวมถึงข้อมจำกัดของการดัดโค้งของแต่ละรุ่นจะแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามที่ 4

ค่าใช้จ่ายการดัดโค้งแต่ละรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอนแตกต่างกันอย่างไร

แผ่นแต่ละรุ่นกันใช้เครื่องดัดโค้งต่างกัน รวมถึงลักษณะแผ่นโค้งที่แตกต่างกัน ราคาจะแตกต่างกัน แผ่นดัดโค้งที่ราคาสูงที่สุด คือ แผ่นดัดโค้งแบบสอบ เพราะผลิตยาก จัดเก็บยาก และขนส่งได้ในปริมาณที่จำกัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. วิธีการคิดราคาแผ่นเหล็กรีดลอน

2.1 วิธีการคำนวณราคาหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน

2.1.1 การกำหนดรายละเอียด

ดูความยาวของแผ่นจากแบบก่อสร้างเพื่อทราบถึงความยาวของแผ่นเหล็กรีดลอนที่ใช้สำหรับงานหลังคาของโครงการก่อสร้างนั้น

2.1.2 ดูรายละเอียดวัสดุที่ระบุลงในแบบ

ความหนาแผ่นเหล็กรีดลอน ระบบสีและชั้นเคลือบ ระบบการติดตั้ง รูปแบบลอนที่ระบุมาจากแบบ เพื่อทำรายการกำหนดรายการวัสดุและอุปกรณ์

- สเปคแผ่นเหล็กรีดลอน ได้แก่ ความหนาแผ่นเหล็กรีดลอน ระบบสีแผ่นเหล็กรีดลอน
- สเปครุ่นหลังคาเหล็กรีดลอน ได้แก่ รุ่นที่เป็นชื่อเฉพาะของหลังคาระบบนั้นๆ โดยแบ่งเป็นสามระบบ ระบบยิงสกรู ระบบไร้สกรู และระบบรีดตะเข็บ
- ลักษณะแผ่นเหล็กรีดลอน ได้แก่ ความสูงของลอน ความกว้างของลอน องศาที่สามารถทำได้ลาดเอียงสูงสุด
- สเปคอุปกรณ์ ได้แก่ รุ่นของสกรูที่ใช้ในการยึดแผ่นเหล็กรีดลอน รุ่นของอุปกรณ์ครบบล็อกที่ใช้ของแต่ละรุ่นเฉพาะ เช่น ขาคลิป KL ขาคลิป Ultima Hi-Rib

2.1.3 การกำหนดราคาวัสดุ

- ราคาของแผ่นเหล็กรีดลอนบาท/ตารางเมตร
- ราคาของแผ่นเหล็กรีดลอนบาท/เมตร

2.1.4 การกำหนดราคาค่าขนส่ง

- การขนส่งด้วยรถ
- การขนส่งโดยวิธีการยกเครื่องไปผลิตที่หน้างานก่อสร้าง บนพื้นราบ
- การขนส่งโดยวิธีการยกเครื่องไปผลิตที่หน้างานก่อสร้าง บนนั่งร้าน

2.1.5 การกำหนดราคาค่าแรงติดตั้ง

- ค่าแรงติดตั้ง แผ่นเหล็กรีดลอนบาท/ตารางเมตร
- ค่าแรงติดตั้ง แผ่นเหล็กรีดลอนบาท/เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบจากโครงการกรณีศึกษา 13 อาคาร

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 1

บันทึกการสัมภาษณ์	อาคารโรงงานและคลังสินค้า
วันที่	24 เมษายน 2566
ตำแหน่ง	สถาปนิก

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

โครงการนี้ที่ดินกว้างถึง 24 ไร่ เจ้าของโครงการต้องการใช้งานจากประโยชน์ของที่ดินให้ได้ประโยชน์มากที่สุด เพราะจะมีทั้งส่วนของสำนักงาน โรงงาน และคลังเก็บสินค้า โดยในส่วนของอาคารที่ 2 และอาคารที่ 3 จะแบ่งระยะการก่อสร้างออกเป็นสองส่วน

ในส่วนของอาคาร มีความกว้างถึง 74 เมตร อาคารช่วงกล่างลักษณะนี้หลังคาเราเลือกใช้แผ่นเหล็กรีดลอนเพราะไม่มีรอยต่อ นำหนักเบา และติดตั้งง่าย ส่วนใช้หลังคาโค้งเนื่องจากเราพอทราบกันดีอยู่แล้วว่า เมื่อแผ่นมันยาวมาก ๆ จะมีปัญหาตกท้องช้าง จึงออกแบบให้เป็นหลังโค้งเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ความยาวของแผ่นความหนาของแผ่นและรุ่นของแผ่นที่จะเลือกใช้ พระว่าทุกอย่างมันจะมีเงื่อนไขที่แตกต่างกันออกไปตามมาตรฐานที่ระบุไว้ในเล่มมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ของแผนในแต่ละรุ่น เพื่อให้เราเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

การใช้งาน ที่เหมาะสมกับรุ่นต่าง ๆของแผ่นเหล็กรีดลอน ข้อมูลเฉพาะของแต่ละรุ่น บางรุ่นเหมาะกับงานผนัง บางรุ่นเหมาะกับงานหลังคา หลังคามีหลายรูปทรง หลายความลาดเอียงต้องเลือกให้เหมาะสม อีกทั้งอุปกรณ์และลักษณะการติกตั้งตั้งของแต่ละรุ่นแตกต่างกัน ต้องมีความเข้าใจ

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ความหนาแผ่นเหล็กที่เนื้อเหล็กตามมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปโดยส่วนมาก คือ ความหนาเหล็ก รวมชั้นเคลือบ 0.47 มิลลิเมตร (TCT) แผ่นเหล็กรุ่นนี้เป็นรุ่นที่เลือกใช้มากที่สุด เป็นที่นิยมและหาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด ในกรณีที่อาคารต้องการทนการกัดกร่อนสูงๆ จะเป็นรุ่นพิเศษเฉพาะต่างกันไป รวมถึงการรับประกันสินค้าจากทางผู้ผลิตจะแตกต่างต่างกัน

ระบบการติดตั้งมี 3 ระบบ คือ แบบยิงสกรู แบบขบล็อก และแบบรีดตะเข็บ แต่ละรุ่นควรใช้กับงานหลังคาหรือว่างานผนัง สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุด คือ ถ้าเราต้องการความลาดเอียงน้อย ต้องเลือกใช้สันลอนสูงซึ่งขึ้นอยู่กับรูปทรงอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 2

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารคลังสินค้า

วันที่ 25 เมษายน 2566

ตำแหน่ง สถาปนิก

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

ความต้องการพื้นที่ใช้สอยของลูกค้า

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

อาคารเป็นโกดังเก็บสินค้าใช้วัสดุมุงหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน รุ่นที่ใช้จะความโค้งที่ไม่ดัดได้ จะกำหนดหลังคาให้เป็นไปตามรุ่นหลังคา ทั้งนี้มีปรึกษากับทางโรงงานผลิตหลังคาเหล็กด้วย

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ลักษณะการติดตั้ง ความหนาเหล็ก และชั้นเคลือบซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการรับประกันสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เกี่ยวกับการใช้งานและรูปลักษณ์ของอาคาร อาคารนี้เป็นดพียงโกดังเก็บสินค้า จึงเลือกใช้ความตามมาตรฐาน และใช้สีธรรมชาติ

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 3

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารศูนย์อาหาร

วันที่ 26 เมษายน 2566

ตำแหน่ง สถาปนิก

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

ความต้องการพื้นที่ใช้สอยของอาคาร และวัสดุหลังคาที่จะใช้

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ความสวยงาม และพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

รูปแบบของอาคารและความสวยงามของรูปลอน ที่จะส่งผลต่อความสวยงามของอาคาร

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ตามปรกติถ้าไม่ได้เป็นอาคารที่อยู่ใกล้ทะเลที่การใช้งานที่ใกล้กับสภาพแวดล้อมสูง จะเลือกใช้ความตามารถฐานที่ผลิตภัณฑ์แนะนำ และการเลือกสีจะเกี่ยวข้องกับรูปลักษณ์ของอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 4

บันทึกการสัมภาษณ์ โรงงานผลิต

วันที่ 28 เมษายน 2566

ตำแหน่ง สถาปนิก

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

วัสดุหลังคาที่จะใช้ ความต้องการพื้นที่ใช้สอยของอาคาร และพื้นที่โดยรวมของอาคาร โครงการนี้โรงงานผลิตมีความกว้างอาคารค่อนข้างมาก การใช้แผ่นตรงอาจเกิดปัญหาแผ่นหลังคาแอ่น จึงเลือกใช้แผ่นโค้ง

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

โครงการนี้ตอนออกแบบเราทำงานควบคู่กันกับทางผู้ผลิต จึงเลือกใช้แผ่นหลังคาที่ทำโค้งได้เอง กำหนดรัศมีตามคำแนะนำของคู่มือผลิตภัณฑ์ เพราะแผ่นเหล็กที่ใช้ในงานสถาปัตยกรรมของโครงการมีปริมาณค่อนข้างมาก เพื่อเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่า

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

รุ่นของแผ่นเหล็กจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องน้ำรั่วซึม ทั้งความสูงของสันลอนที่สามารถรับปริมาณน้ำฝนได้แตกต่างกัน สิ่งนี้ขาดไม่ได้ที่จะต้องคำนึงถึง

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

การเลือกความหนาและสีของแผ่นหลังคาในโครงการนี้ สิ่งที่ลูกค้าให้ความสำคัญมาก คือ การรับประกันแผ่นหลังคา รวมถึงภาพลักษณ์ของอาคารที่อาจส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ของลูกค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 5

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 12 พฤษภาคม 2566

ตำแหน่ง นายช่างโยธา

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

อาคารนี้เป็นอาคารอเนกประสงค์ เราจึงให้ความสำคัญกับภาพลักษณ์ของอาคารเป็นสำคัญ จึงออกแบบเป็นหลังคาแบบโค้ง

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

โครงสร้างของหลังคาอาคารเป็นแบบพาดช่วงกว้าง การกำหนดความโค้งที่เหมาะสมมีส่วนเกี่ยวข้องกับการประหยัดโครงสร้าง

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกใช้ที่มีขายตามท้องตลาด

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

การเลือกความหนาและสีเลือกให้มันเป็นไปตามารตฐานที่มีขายทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 6

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 13 พฤษภาคม 2566

ตำแหน่ง นายช่างโยธา

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

อาคารนี้ทางเทศบาลต้องการให้เป็นอาคารอเนกประสงค์ คือ ไร้เสาตรงกลางทำให้ต้องออกแบบโครงสร้างหลังคาแบบโครงสร้างช่วงพาดกว้าง ซึ่งเหมาะกับแบบโค้งมากกว่าแบบตรง

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

โครงสร้างของหลังคาและวัสดุมุง แผ่นหลังคาเหล็กข้อดี คือ เบา บาง และทำให้ช่างติดตั้ง ทำงานง่าย

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกแบบที่แผ่นไม่ปลิว คือ ยิงสกรู เพราะเป็นอาคารเปิดโล่ง และมีความสูง เรื่องรั่วไม่ค่อยกังวลเท่าไหร่เพราะอาคารเปิดโล่งทั้งสี่ทิศทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกที่มีขายตามท้องตลาดหาซื้อได้ง่ายๆ จะได้ไม่ต้องเสียค่าขนส่ง

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 7

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 28 เมษายน 2566

ตำแหน่ง นายช่างโยธา

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

อาคารนี้เป็นอาคารอเนกประสงค์ที่ให้เด็กนักเรียนไว้เข้าแถวช่วงเช้า อีกทั้งใช้ประโยชน์จากการกิจกรรม ต้องการพื้นที่โล่งกว้าง การเลือกรูปแบบหลังคาจึงเลือกใช้แบบโค้งที่เหมาะกับอาคารช่วงกว้างมากกว่า

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

คำนึงถึงโครงสร้างก่อนอับดับแรก ส่วนวัสดุเราพอทราบกันอยู่แล้วว่าปัจจุปันแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอนมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกรุ่นตามความเหมาะสม ที่สำคัญต้องหาซื้อได้ง่ายและมีขายตามท้องตลาด

คำถามที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ใช้ความหนาที่ได้มาตรฐาน และสีที่ได้มาตรฐานเพื่อการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 8

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 29 เมษายน 2566

ตำแหน่ง นายช่างโยธา

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

การใช้งานถ้าแบบแบนโม่โล่ง ถ้าโค้งจะโปร่งรูปแบบของอาคารและการใช้สอยพื้นที่อาคาร

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ความสวยงาม การใช้งานพื้นที่อาคาร ว่าเป็นอาคารประเภทใด รวมถึงการออกแบบโครงสร้างและการกำหนดรูปทรงหลังคา

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

พื้นที่ด้วย ลอนสูง เพื่อน้ำฝนไม่ล้นลอน รุ่นหลังคาต้องซื้อได้ตามท้องตลาด

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ความหนาระยะแป และเกี่ยวข้องกับการรับแรงลม ถ้าหนาจะรับแรงลมได้ดีกว่าและสีที่ได้มาตรฐานและความสวยงาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 9

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 14 พฤษภาคม 2566

ตำแหน่ง นายช่างโยธา

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

อาคารนี้เป็นอาคารที่ต่อเติมจากอาคารเดิม การกำหนดรูปแบบหลังคาจึงเป็นไปตามรูปแบบหลังคาโค้งเดิม

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ด้วยโครงการนี้ เป็นอาคารต่อเติม จึงกำหนดความโค้งให้มีความสอดคล้องกับความโค้งเดิมของอาคาร

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกรุ่นตามหลังคาเดิมของอาคาร เพื่อง่ายต่อการติดตั้ง

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ใช้ความหนาแผ่นเหล็กและสีตามแบบของอาคารเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 10

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 2 พฤษภาคม 2566

ตำแหน่ง นายช่างโยธา

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

การใช้สอยอาคารและพื้นที่ที่จพทำการก่อสร้างอาคาร

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

แผ่นหลังคาที่ใช้และรูปแบบของโครงสร้างที่จำสามารถทำหลังคาโครงสร้างอาคารช่วงกว้างได้อย่างเหมาะสม

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกรุ่นที่ติดตั้งง่ายและมีขายตามท้องตลาด

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ใช้ความหนาที่ได้มาตรฐาน และสีที่ได้มาตรฐานมีขายทั่วไปหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 11

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 3 พฤษภาคม 2566

ตำแหน่ง ราชภัฏนครสวรรค์

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

ความต้องการใช้สอยของพื้นที่อาคาร และพื้นที่ที่จะออกแบบอาคาร อาคารนี้พื้นที่เดิมเป็นสนามฟุตซอล ซึ่งจะมีเรื่องความสูงของอาคารเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้อาคารมีความความสูง ไร้เสาตรงกลางเป็นโครงสร้างพาดช่วงกว้าง สิ่งที่สำคัญสูงสุด คือ ความต้องการใช้สอยของพื้นที่อาคาร

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

การใช้งานอาคาร โครงสร้าง และวัสดุมุง

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกรุ่นแผ่นตามการแนะนำของใช้งานตามคู่มือของผลิตภัณฑ์

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ใช้ความหนาที่ได้มาตรฐาน และสีที่ธรรมชาติ เพราะหลังคาค่อนข้างสูงจึงมองไม่เห็นสีของหลังคาที่จะเกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์ของอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 12

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 4 พฤษภาคม 2566

ตำแหน่ง นายช่างโยธา

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

พื้นที่ของอาคาร โดนพื้นที่ต้องของอาคารนี้เป็นที่ว่างระหว่างของสองอาคารเพื่อที่ค่อนข้างแคบสำหรับอาคารอเนกประสงค์ และรถยังวิ่งผ่านเข้าออกตัวอาคาร

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

โครงสร้างต้องประหยัดและเป็นโครงสร้างช่วงกว้าง โดยต้องสอดคล้องกับวัสดุมุงด้วย

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกรุ่นยิงสกรูเนื่องจากไม่ต้องกังวลเรื่องน้ำรั่วซึมเพราะเป็นอาคารเปิด

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ใช้ความหนาและสีที่มีขายในท้องตลาดได้มาตรฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทสัมภาษณ์ทีมออกแบบอาคารโครงการกรณีศึกษาที่ 13

บันทึกการสัมภาษณ์ อาคารอเนกประสงค์

วันที่ 28 เมษายน 2566

ตำแหน่ง วิศวกรโยธา

เนื้อหาการสัมภาษณ์

คำถามที่ 1

ข้อพิจารณาการออกแบบหลังคาแบบแบนและหลังคาแบบโค้ง สิ่งใดมีความสำคัญสูงสุด

อาคารนี้เป็นอาคารอาคารต่อเติม ทางเจ้าของโครงการต้องการให้มีรูปลักษณ์คล้ายแบบเดิม จึงออกแบบให้มีความความโค้งตามแบบของเดิม

คำถามที่ 2

การกำหนดความโค้งของหลังคาต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

ใช้ความโค้งตามเดิมเลย เนื่องจากความต้องการที่ให้อาคารที่ต่อเติมใหม่ไม่ดูโดดเด่น

คำถามที่ 3

การพิจารณาเลือกใช้รุ่นของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

เลือกใช้ตามแผ่นหลังคาของอาคารเดิม

คำถามที่ 4

การพิจารณาเลือกใช้ความหนา และ สีของของแผ่นเหล็กรีดลอนต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

การเลือกความหนาและสีเลือกเลือกใช้ตามแผ่นหลังคาของอาคารเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. คู่มือผลิตภัณฑ์

3.1 ชื่อรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอน KL700

LYSAGHT KLIP-LOK® 700

LYSAGHT KLIP-LOK® 700 คือ แผ่นหลังคาและผนังเหล็กที่ใช้ระบบการยึดแผ่นแบบขบล็อค สามารถติดตั้งได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว สันลอนสูงและรูปลอนที่แข็งแรงทำให้สามารถพาดแปได้ไกล อันจะช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างลงไปอย่างมาก

LYSAGHT KLIP-LOK® 700 can be used for any roofing and walling. Its cancealed clip fixing with no exposed fasteners. The deep rigid ribs of profile allow for safe wide support spacings, thereby providing time and cost savings in construction.

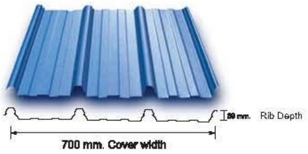
- เหมาะสำหรับการไปใช้เป็นหลังคาและผนัง
- ยึดแผ่นด้วยระบบขบล็อค และ anti-capillary groove ทำให้ป้องกันการรั่วซึมได้ดีขึ้น อีกทั้งสามารถออกแบบให้หลังคามีมุมลาดเอียงต่ำ
- รูปลักษณ์สวยงามทันสมัย
- ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว
- ด้วยกำลังวัสดุที่สูงและแข็งแรงกว่า ทำให้มีน้ำหนักเบา อีกทั้งสามารถออกแบบให้วางพาดได้ไกลและปลอดภัยกว่า

- Can be used for both roofing and walling applications
- With anti-capillary side lap and conceal fixing system provide superior roof drainge and watertighness
- Aesthetically Pleasing
- Fix with ease and speed
- Due to strength, spanning ability, lightness and rigidity, wide support spacings can be used with safety

Roofing & Walling

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ PRODUCT FEATURES

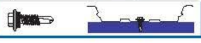
ลักษณะการใช้งาน APPLICATION	ใช้ได้สำหรับทั้งหลังคา และ ผนัง Roofing & Walling
ประเภทการยึดแผ่น FIXING TYPE	ยึดแผ่นด้วยระบบขบล็อค Clip fixing with no exposed fasteners.
วัสดุ MATERIAL	เหล็กรีดเย็น กำลังวัสดุประมาณ 5,600 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เคลือบผิวด้วย Zincalume® 150 กรัมต่อตารางเมตร Zincalume® Steel complying with AS1397/G550 (550 Mpa min. yeild Strength, 150 g/m2 min.coating mass)
ความลาดเอียงแนะนำ สำหรับหลังคา RECOMMENDED MIN. ROOF SLOPE	2° (1/30 approx.)
ความยาวแผ่นสูงสุดสำหรับหลังคา MAX. LENGTH OF ROOF PER SHEET	60 m. recommended
รัศมีโค้งต่ำสุดและสูงสุด กรณีหยักโค้งด้วยเครื่อง MIN./MAX. RADIUS FOR CRIMP CURVE	700-49,999 mm
รัศมีโค้งต่ำสุด กรณีดัดโค้งธรรมชาติ MIN. RADIUS FOR SPUNK CURVE	> 50,000 mm
ค่าที่ยอมให้สำหรับการผลิต TOLERANCES LENGTH WIDTH	 +15mm, -15mm +2mm, -2mm



ความหนาแผ่นเหล็ก ไม่รวมชั้นเคลือบ BMT / BASE METAL THICKNESS (mm)	0.42		0.45		0.48		0.55	
	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®
ความหนาแผ่นเหล็ก รวมชั้นเคลือบ TCT / TOTAL COATED THICKNESS (mm)	0.47	0.50	0.50	0.53	0.53	0.56	0.60	0.63
น้ำหนักแผ่นต่อตารางเมตร WEIGHT PER AREA (kg./sq.m.)	4.66	4.74	4.97	5.05	5.29	5.37	6.03	6.11
น้ำหนักแผ่นต่อความยาว 1 เมตร WEIGHT PER UNIT LENGTH (kg./m.)	3.26	3.32	3.48	3.53	3.70	3.76	4.22	4.28
พื้นที่ปิดคลุม COVERAGE (sq.m./ton)	215	211	201	198	189	186	166	164
ระยะห่างสูงสุดของช่วงแป ที่ยอมให้ MAXIMUM ALLOWANCE SUPPORT SPACING*								
กรณีใช้เป็นหลังคา ROOF APPLICATION								
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	1300		NT**		NT		2500	
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	1800		NT		NT		3000	
ช่วงแปภายใน INTERNAL SPAN (mm)	2000		NT		NT		3000	
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	200		NT		NT		200	
กรณีใช้เป็นผนัง WALL APPLICATION								
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	2400		NT		NT		3000	
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	2400		NT		NT		3000	
ช่วงแปภายใน INTERNAL SPAN (mm)	2400		NT		NT		3000	
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	400		NT		NT		400	

* FOR BUILDING HEIGHT LESS THAN 10 M. NON CYCLONIC AREA (DESIGNED WIND LOAD 50 KG/SQ.M. OR LESS) BASED ON TESTING IN ACCORDANCE WITH AS1562.1 1992, AS4040.1 1992 and AS4040.2 1992

** NT : MEANED NONE OF TESTING REPORT / PLEASE CONTACT US FOR MORE INFORMATION

สกรูยึดแผ่นที่แนะนำ (Recommended Fasteners)				
บริเวณ (Location)	ประเภทของการติดตั้ง (Type of Fixing)	การติดตั้งกับแปเหล็ก (Fixing to Steel Supports)		
		รายละเอียด (details)	ประเภทของสกรู (Type of Fastener)	ความหนาเหล็กที่เจาะได้ (Drilling Capacity)
หลังคา (Roof)	การยึดสกรูที่ขา HI-RIB Connector (Clip Fixing Location)		10 24x16 WAFER 10 24x22 WAFER	6.5 mm 6.5 mm
	การยึดสกรูที่ท้องลอน (Valley Fixing)		10 16x16 HEX 12 14x20 HEX	6.0 mm 6.0 mm

ความยาวสูงสุดของแผ่นหลังคา (เมตร) สำหรับมุมลาดเอียงของหลังคา และปริมาณน้ำฝนระดับต่างๆ : L Maximum Roof Run (in metres) for roof slopes and rainfall intensities shown : L					
ปริมาณน้ำฝน (มม./ชม.) Rainfall Intensity (mm/hr)	มุมลาดเอียงของหลังคา Roof Slope				
	1 in 30 (2˚)	1 in 20 (3˚)	1 in 12 (5˚)	1 in 7.5 (7.5˚)	1 in 6 (10˚)
250	81	92	108	122	133
300	68	77	90	102	111
400	51	58	67	76	83
500	41	46	54	61	67

Crimp

ขายึด KL 70

Roofing & Walling

3.2 ชื่อรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอน Ultima Hi-Rib

LYSAGHT ULTIMA HI-RIB®

Roofing & Walling

LYSAGHT ULTIMA HI-RIB® คือ แผ่นหลังคาระบบขบล็อครุ่นล่าสุดของไลสาจท์ โดดเด่นด้วยสันลอนสูง สามารถระบายน้ำฝนได้ดี ในปริมาณมากโดยไม่ท่วมสันลอน หมดปัญหาหลังคารั่วซึม อีกทั้งรูปลอนที่แข็งแกร่งและมุมลาดเอียงต่ำทำให้พาดแปได้ไกล โดยไม่ต้องต่อแผ่น

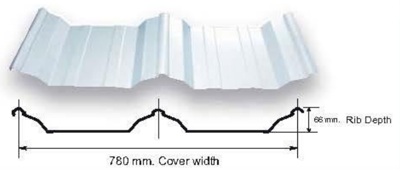
LYSAGHT ULTIMA HI-RIB® is the new generation in our wide-cover concealed-fixed roof cladding. The wide pans and high ribs increase drainage capacity of the roof.

- เหมาะสำหรับการไปใช้เป็นหลังคา
- มีลักษณะลอนที่ป้องกันน้ำรั่วซึมได้ดีกว่าและระบายน้ำฝนได้ดีกว่า
- ด้วยกำลังวัสดุที่สูงและแข็งแรงกว่า ทำให้มีน้ำหนักเบา อีกทั้งสามารถออกแบบให้วางพาดได้ไกลและปลอดภัยกว่า"
- เมื่อใช้กับระบบฉนวน THERMOSAVE® ภายในอาคารจะมีอุณหภูมิเย็นกว่าประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำความเย็น

- Suitable for roofing application
- With unique anti-capillary side lap and higher rib depth provide superior roof drainge and watertighness
- Due to strength, spanning ability, lightness and rigidity, wide support spacings can be used with safety
- THERMOSAVE® insulation system provides significant savings in cooling cost over other roofing systems.

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ PRODUCT FEATURES

ลักษณะการใช้งาน APPLICATION	ใช้ได้สำหรับทั้งหลังคา Roofing
ประเภทการยึดแผ่น FIXING TYPE	ยึดแผ่นด้วยระบบขบล็อค Clip fixing with no exposed fasteners.
วัสดุ MATERIAL	เหล็กรีดเย็น กำลังวัสดุประมาณ 5,600 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เคลือบผิวด้วย Zincalume® 150 กรัมต่อตารางเมตร Zincalume® Steel complying with AS1397/G550 (550 Mpa min. yeild Strength, 150 g/m2 min.coating mass)
ความลาดเอียงแนะนำ สำหรับหลังคา RECOMMENDED MIN. ROOF SLOPE	2° (1/30 approx.)
ความยาวแผ่นสูงสุดสำหรับหลังคา MAX. LENGTH OF ROOF PER SHEET	> 100 m. recommended
รัศมีโค้งต่ำสุดและสูงสุด กรณีหยักโค้งด้วยเครื่อง MIN./MAX. RADIUS FOR CRIMP CURVE	650-59,999 mm
รัศมีโค้งต่ำสุด กรณีดัดโค้งธรรมชาติ MIN. RADIUS FOR SPUNK CURVE	> 60,000 mm
ค่าที่ยอมให้สำหรับการผลิต TOLERANCES LENGTH WIDTH	 +15mm, -15mm +2mm, -2mm



ความหนาแผ่นเหล็ก ไม่รวมชั้นเคลือบ BMT / BASE METAL THICKNESS (mm)	0.42		0.45		0.48		0.55	
	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®
ความหนาแผ่นเหล็ก รวมชั้นเคลือบ TCT / TOTAL COATED THICKNESS (mm)	0.47	0.50	0.50	0.53	0.53	0.56	0.60	0.63
น้ำหนักแผ่นต่อตารางเมตร WEIGHT PER AREA (kg./sq.m.)	4.18	4.25	4.46	4.53	4.75	4.82	5.41	5.48
น้ำหนักแผ่นต่อความยาว 1 เมตร WEIGHT PER UNIT LENGTH (kg./m.)	3.26	3.32	3.48	3.53	3.70	3.76	4.22	4.27
พื้นที่ปิดคลุม COVERAGE (sq.m./ton)	239	235	224	221	211	207	185	183

ระยะห่างสูงสุดของช่วงแป ที่ยอมให้ MAXIMUM ALLOWANCE SUPPORT SPACING*

กรณีใช้เป็นหลังคา ROOF APPLICATION	0.42	0.45	0.48	0.55
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	1800	NT**	2100	2400
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	2400	NT	2400	3000
ช่วงแปภายใน INTERNAL SPAN (mm)	2400	NT	2400	3000
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	250	NT	250	300

* FOR BUILDING HEIGHT LESS THAN 10 M. NON CYCLONIC AREA (DESIGNED WIND LOAD 50 KG/SQ.M. OR LESS) BASED ON TESTING IN ACCORDANCE WITH AS1562.1 1992, AS4040.1 1992 and AS4040.2 1992

** NT : MEANED NONE OF TESTING REPORT / PLEASE CONTACT US FOR MORE INFORMATION

สกรูยึดแผ่นที่แนะนำ (Recommended Fasteners)				
บริเวณ (Location)	ประเภทของการติดตั้ง (Type of Fixing)	การติดตั้งกับแปเหล็ก (Fixing to Steel Supports)		
		รายละเอียด (details)	ประเภทของสกรู (Type of Fastener)	ความหนาเหล็กที่เจาะได้ (Drilling Capacity)
หลังคา (Roof)	การยึดสกรูที่ขา HI-RIB Connector (Clip Fixing Location)		12 14x35 HEX	6.5 mm
	การยึดสกรูที่ท้องลอน (Valley Fixing)		12 14x20 HEX	6.0 mm

ความยาวสูงสุดของแผ่นหลังคา (เมตร) สำหรับมุมลาดเอียงของหลังคา และปริมาณน้ำฝนระดับต่างๆ : L Maximum Roof Run (in metres) for roof slopes and rainfall intensities shown : L					
ปริมาณน้ำฝน (มม./ชม.) Rainfall Intensity (mm/hr)	มุมลาดเอียงของหลังคา Roof Slope				
	1 in 30 (2°)	1 in 20 (3°)	1 in 12 (5°)	1 in 7.5 (7.5°)	1 in 6 (10°)
200	224	262	327	390	448
250	179	210	261	312	358
300	149	175	218	260	299
400	112	131	163	195	224
500	90	105	131	156	179

ขา Hi-Rib Connector

Roofing & Walling

3.3 ชื่อรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอน TD760

LYSAGHT TRIMDEK®

LYSAGHT TRIMDEK® คือแผ่นหลังคา, ผนังโลหะคุณภาพ ที่โดดเด่นด้วยการออกแบบรูปลอนที่แข็งแรง, ติดตั้งง่าย, ปลอดปัญหารั่วซึม และ และมีรูปลักษณ์ทันสมัย ผสมผสานกันได้อย่างลงตัวจนได้รับความนิยมสูงสุดในประเทศไทยว่าเป็นทางเลือกที่ประหยัดและคุ้มค่าที่สุดสำหรับอาคารสารพัดประเภท ไม่ว่าจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรม, คลังสินค้า, อาคารเพื่อการพาณิชย์ ตลอดจนที่พักอาศัย

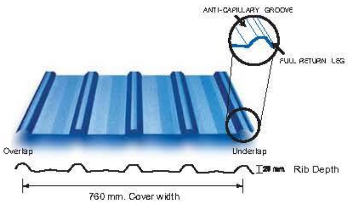
LYSAGHT TRIMDEK® is a subtle square fluted steel cladding. The fluting in the pans provides strength and long spanning capabilities. It is ideal for economic roofing of industrial and commercial applications

- เหมาะสำหรับการไปใช้เป็นหลังคาและผนัง
- ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว
- มี anti-capillary groove ที่รอยต่อแผ่นเพื่อป้องกันการดูดซึมของน้ำ อันเป็นสาเหตุของการรั่วซึม ทำให้สามารถออกแบบให้มีความยาวแผ่นต่อเนื่องได้มากกว่า
- รอยต่อแผ่นถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันการยุบตัวของแผ่นขณะยึดสกรู ทำให้ลดปัญหาเรื่องการรั่วซึมของน้ำที่รอยต่อระหว่างแผ่น
- ด้วยกำลังวัสดุที่สูงและแข็งแรงกว่า ทำให้มีน้ำหนักเบา อีกทั้งสามารถออกแบบให้วางพาดได้ไกลและปลอดภัยกว่า

- Can be used for both roofing and walling applications
- Fix with ease and speed
- Long lengths and a special anti-capillary groove in the side lap allow use on lower roof pitches
- Return Leg provides extra support at the panel sidelaps. This features assures the weathertight
- Due to strength, spanning ability, lightness and rigidity, wide support spacings can be used with safety

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ PRODUCT FEATURES

ลักษณะการใช้งาน APPLICATION	ใช้ได้สำหรับทั้งหลังคา และ ผนัง Roofing & Walling
ประเภทการยึดแผ่น FIXING TYPE	ยึดแผ่นด้วยสกรูยึดแผ่นเมทัลชีท Pierce-fixed by Self Drilling Fastener
วัสดุ MATERIAL	เหล็กรีดเย็น กำลังวัสดุประมาณ 5,600 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เคลือบผิวด้วย Zincalume® 150 กรัมต่อตารางเมตร Zincalume® Steel complying with AS1397/G550 (550 Mpa min. yeild Strength, 150 g/m2 min.coating mass)
ความลาดเอียงแนะนำ สำหรับหลังคา RECOMMENDED MIN. ROOF SLOPE	5° (1/12 approx.)
ความยาวแผ่นสูงสุดสำหรับหลังคา MAX. LENGTH OF ROOF PER SHEET	24 m. recommended
ความยาวแผ่นสูงสุดสำหรับผนัง MAX. LENGTH OF WALL PER SHEET	15 m. recommended
รัศมีโค้งต่ำสุดและสูงสุด กรณีหยักโค้งด้วยเครื่อง MIN./MAX. RADIUS FOR CRIMP CURVE	450-59,999 mm
รัศมีโค้งต่ำสุด กรณีดัดโค้งธรรมชาติ MIN. RADIUS FOR SPUNK CURVE	> 60,000 mm
ค่าที่ยอมให้สำหรับการผลิต TOLERANCES LENGTH WIDTH	+15mm, -15mm +4mm, -4mm



ความหนาแผ่นเหล็ก ไม่รวมชั้นเคลือบ BMT / BASE METAL THICKNESS (mm)	0.35		0.42		0.45		0.48	
	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®
ความหนาแผ่นเหล็ก รวมชั้นเคลือบ TCT / TOTAL COATED THICKNESS (mm)	0.40	0.436	0.47	0.505	0.50	0.565	0.53	0.565
น้ำหนักแผ่นต่อตารางเมตร WEIGHT PER AREA (kg./sq.m.)	3.56	3.68	4.29	4.36	4.53	4.65	4.87	4.95
น้ำหนักแผ่นต่อความยาว 1 เมตร WEIGHT PER UNIT LENGTH (kg./m.)	2.71	2.80	3.26	3.31	3.44	3.53	3.70	3.76
พื้นที่ปิดคลุม COVERAGE (sq.m./ton)	281	271	233	229	221	215	206	202

ระยะห่างสูงสุดของช่วงแป ที่ยอมให้ MAXIMUM ALLOWANCE SUPPORT SPACING*

	0.35	0.42	0.45	0.48
กรณีใช้เป็นหลังคา ROOF APPLICATION				
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	1000	1100	1200	1500
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	1100	1300	1500	1700
ช่วงแปภายใน (แปกลาง) INTERNAL SPAN (mm)	1500	1900	2100	2300
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	150	150	150	200
กรณีใช้เป็นผนัง WALL APPLICATION				
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	1200	2000	2100	2200
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	1200	2000	2100	2200
ช่วงแปภายใน (แปกลาง) INTERNAL SPAN (mm)	1800	2500	2600	2800
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	150	150	150	200

* FOR BUILDING HEIGHT LESS THAN 10 M. (DESIGNED WIND LOAD 50 KG/SQ.M. OR LESS)

สกรูยึดแผ่นที่แนะนำ (Recommended Fasteners)				
บริเวณ (Location)	ประเภทของการติดตั้ง (Type of Fixing)	การติดตั้งกับแปเหล็ก (Fixing to Steel Supports)		
		รายละเอียด (details)	ประเภทของสกรู (Type of Fastener)	ความหนาเหล็กที่เจาะได้ (Drilling Capacity)
หลังคา (Roof)	การยึดสกรูที่สันลอน (Crest Fixing)		12 14x55 HEX 12 14x68 HEX	6.5 mm 6.5 mm
ผนัง (Walls)	การยึดสกรูที่ท้องลอน (Valley Fixing)		10 16x16 HEX 12 14x20 HEX	6.0 mm 6.0 mm
	การยึดสกรูบริเวณซ้อนทับด้านข้าง (Sidelap Fixing)		10 16x16 HEX 15 15x20 HEX	2.5 mm

ความยาวสูงสุดของแผ่นหลังคา (เมตร) สำหรับมุมลาดเอียงของหลังคา และปริมาณน้ำฝนระดับต่างๆ : L Maximum Roof Run (in metres) for roof slopes and rainfall intensities shown : L			
ปริมาณน้ำฝน (มม./ชม.) Rainfall Intensity (mm/hr)	มุมลาดเอียงของหลังคา Roof Slope		
	1 in 12 (5°)	1 in 7.5 (7.5°)	1 in 6 (10°)
200	123	139	152
250	98	111	121
300	82	92	101
400	61	69	76

แผ่นหลังคาดัดโค้ง (Curved Sheeting)

Crimp Curved

Roofing & Walling

3.4 ชื่อรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอน HR29

LYSAGHT HR 29®

LYSAGHT HR 29® ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นทางเลือกที่จะช่วยตอบสนองความต้องการทางวิศวกรรมโครงสร้าง ด้วยคุณสมบัติของรูปลอนและวัสดุซึ่งผลิตจากเหล็กกล้าชั้นดีน้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแกร่งสูง เหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และโครงการสาธารณูปโภคต่าง ๆ

LYSAGHT HR 29® is a sturctural engineer's preferred choice on account of its superior sturctural properties per unit weight of steel used. LYSAGHT HR 29® finding extensive applications for major industrial and infrastructure projects.

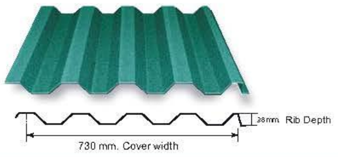
- เหมาะสำหรับการไปใช้เป็นหลังคาและผนัง
- ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว
- สันลอนสูงเพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับโครงสร้าง
- ป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝนได้เป็นอย่างดี
- เป็นรูปลอนที่เหมาะกับการเลือกใช้แผ่นเมทัลชีทที่มีความหนามาก ๆ

- Can be used for both roofing and walling applications
- Fast and Easy Installation
- High ribs depth provide excellent stiffness that optimises the purlins spanning capacity
- Good rain water drainage capability
- Good for thick metal sheet specification

Roofing & Walling

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ PRODUCT FEATURES

ลักษณะการใช้งาน APPLICATION	ใช้ได้สำหรับทั้งหลังคา และ ผนัง Roofing & Walling
ประเภทการยึดแผ่น FIXING TYPE	ยึดแผ่นด้วยสกรูยึดแผ่นเมทัลชีท Pierce-fixed by Self Drilling Fastener
วัสดุ MATERIAL	เหล็กรีดเย็น กำลังวัสดุประมาณ 5,600 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เคลือบผิวด้วย Zincalume® 150 กรัมต่อตารางเมตร Zincalume® Steel complying with AS1397/G550 (550 Mpa min. yeild Strength, 150 g/m2 min.coating mass)
ความลาดเอียงแนะนำ สำหรับหลังคา RECOMMENDED MIN. ROOF SLOPE	5° (1/12 approx.)
ความยาวแผ่นสูงสุดสำหรับหลังคา MAX. LENGTH OF ROOF PER SHEET	24 m. recommended
รัศมีโค้งต่ำสุดและสูงสุด กรณีหยักโค้งด้วยเครื่อง MIN./MAX. RADIUS FOR CRIMP CURVE	650-39,999 mm
รัศมีโค้งต่ำสุด กรณีดัดโค้งธรรมชาติ MIN. RADIUS FOR SPUNK CURVE	> 40,000 mm
ค่าที่ยอมให้สำหรับการผลิต TOLERANCES LENGTH WIDTH	+15mm, -15mm +3mm, -1mm



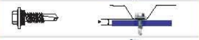
ความหนาแผ่นเหล็ก ไม่รวมชั้นเคลือบ BMT / BASE METAL THICKNESS (mm)	0.42		0.48		0.55		0.75	
	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®
ความหนาแผ่นเหล็ก รวมชั้นเคลือบ TCT / TOTAL COATED THICKNESS (mm)	0.47	0.50	0.53	0.56	0.60	0.63	0.80	0.83
น้ำหนักแผ่นต่อตารางเมตร WEIGHT PER AREA (kg./sq.m.)	4.46	4.54	5.07	5.15	5.78	5.86	7.80	7.88
น้ำหนักแผ่นต่อความยาว 1 เมตร WEIGHT PER UNIT LENGTH (kg./m.)	3.26	3.31	3.70	3.76	4.22	3.76	5.75	5.75
พื้นที่ปิดคลุม COVERAGE (sq.m./ton)	224	220	189	194	173	194	128	127

ระยะห่างสูงสุดของช่วงแป ที่ยอมให้ MAXIMUM ALLOWANCE SUPPORT SPACING*

	0.42	0.48	0.55	0.75
กรณีใช้เป็นหลังคา ROOF APPLICATION				
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	1500	NT**	1500	2100
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	1700	NT	2100	3800
ช่วงแปภายใน INTERNAL SPAN (mm)	2200	NT	3100	4600
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	150	NT	250	300
กรณีใช้เป็นผนัง WALL APPLICATION				
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	1700	NT	2400	2600
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	2000	NT	2400	2600
ช่วงแปภายใน INTERNAL SPAN (mm)	2500	NT	2900	3700
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	150	NT	400	500

* FOR BUILDING HEIGHT LESS THAN 10 M. NON CYCLONIC AREA (DESIGNED WIND LOAD 50 KG/SQ.M. OR LESS) BASED ON TESTING IN ACCORDANCE WITH AS1562.1 1992, AS4040.1 1992 and AS4040.2 1992

** NT : MEANED NONE OF TESTING REPORT / PLEASE CONTACT US FOR MORE INFORMATION

สกรูยึดแผ่นที่แนะนำ (Recommended Fasteners)				
บริเวณ (Location)	ประเภทของการติดตั้ง (Type of Fixing)	การติดตั้งกับแปเหล็ก (Fixing to Steel Supports)		
		รายละเอียด (details)	ประเภทของสกรู (Type of Fastener)	ความหนาเหล็กที่เจาะได้ (Drilling Capacity)
หลังคา (Roof)	การยึดสกรูที่สันลอน (Crest Fixing)		12-14x55 HEX 12-14x68 HEX	6.5 mm 6.5 mm
ผนัง (Walls)	การยึดสกรูที่ท้องลอน (Valley Fixing)		10-16x16 HEX 12-14x20 HEX	6.0 mm 6.0 mm
	การยึดสกรูบริเวณซ้อนทับด้านข้าง (Sidelap Fixing)		10-16x16 HEX 15-15x20 HEX	2.5 mm

ความยาวสูงสุดของแผ่นหลังคา (เมตร) สำหรับมุมลาดเอียงของหลังคา และปริมาณน้ำฝนระดับต่างๆ : L Maximum Roof Run (in metres) for roof slopes and rainfall intensities shown : L			
ปริมาณน้ำฝน (มม./ชม.) Rainfall Intensity (mm/hr)	มุมลาดเอียงของหลังคา Roof Slope		
	1 in 12 (5˚)	1 in 7.5 (7.5˚)	1 in 6 (10˚)
200	100	115	125
250	80	90	100
300	65	75	85
400	50	55	60

3.5 ชื่อรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอน Trimmax

LYSAGHT TRIMMAX®

LYSAGHT TRIMMAX® มีรูปลอนที่ทันสมัยและมีความกว้างลอนมากกว่า จึงเหมาะสำหรับการนำมาใช้กับการบุผนังทั้งภายนอกและภายใน อีกทั้งลอนตลอดความยาวทำให้แผ่นแข็งแรงพร้อมกับความยืดหยุ่นในด้านกว้าง ท่านจึงสามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

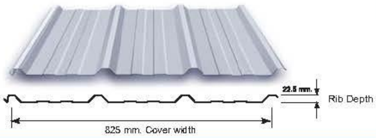
LYSAGHT TRIMMAX® is an attractive, lightweight and versatile walling profile designed for domestic, rural and commercial applications. It is light, easy to handle and quick to install. The product's excellent load capacity plus extra width make it a material of choice for a number of uses including partition or walling. The profile can be installed both vertically and horizontally

- เหมาะสำหรับการไปใช้เป็นผนัง
- ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว
- แผ่นสามารถติดตั้งได้ในแนวตั้งและแนวนอน
- รูปลอนที่กว้างกว่า ทำให้ประหยัดกว่าและได้ประโยชน์สูงสุดในการทำงาน
- ด้วยกำลังวัสดุที่สูงและแข็งแรงกว่า ทำให้มีน้ำหนักเบา อีกทั้งสามารถออกแบบให้วางพาดได้ไกลและปลอดภัยกว่า"

- Suitable for walling application
- Fix with ease and speed
- Profile can be installed both vertically and horizontally
- Economical profile due to wider cover width
- Due to strength, spanning ability, lightness and rigidity, wide support spacings can be used with safety"

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ PRODUCT FEATURES

ลักษณะการใช้งาน APPLICATION	ใช้ได้สำหรับผนัง Walling
ประเภทการยึดแผ่น FIXING TYPE	ยึดแผ่นด้วยสกรูยึดแผ่นเมทัลชีท Pierce-fixed by Self Drilling Fastener
วัสดุ MATERIAL	เหล็กรีดเย็น กำลังวัสดุประมาณ 5,600 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เคลือบผิวด้วย Zincalume® 150 กรัมต่อตารางเมตร Zincalume® Steel complying with AS1397/G550 (550 Mpa min. yeild Strength, 150 g/m2 min.coating mass)
ความยาวแผ่นสูงสุดสำหรับผนัง MAX. LENGTH OF WALL PER SHEET	15 m. recommended
รัศมีโค้งต่ำสุดและสูงสุด กรณีหยักโค้งด้วยเครื่อง MIN./MAX. RADIUS FOR CRIMP CURVE	350-59,999 mm
รัศมีโค้งต่ำสุด กรณีดัดโค้งธรรมชาติ MIN. RADIUS FOR SPUNK CURVE	> 60,000 mm
ค่าที่ยอมให้สำหรับการผลิต TOLERANCES LENGTH WIDTH	+15mm, -15mm +3mm, -3mm



ความหนาแผ่นเหล็ก ไม่รวมชั้นเคลือบ BMT / BASE METAL THICKNESS (mm)	0.35		0.42	
	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®
ความหนาแผ่นเหล็ก รวมชั้นเคลือบ TCT / TOTAL COATED THICKNESS (mm)	0.40	0.43	0.47	0.50
น้ำหนักแผ่นต่อตารางเมตร WEIGHT PER AREA (kg./sq.m.)	3.32	3.39	3.95	4.02
น้ำหนักแผ่นต่อความยาว 1 เมตร WEIGHT PER UNIT LENGTH (kg./m.)	2.74	2.80	3.26	3.32
พื้นที่ปิดคลุม COVERAGE (sq.m./ton)	301	295	253	249

ระยะห่างสูงสุดของช่วงแป ที่ยอมให้ MAXIMUM ALLOWANCE SUPPORT SPACING*

กรณีใช้เป็นผนัง WALL APPLICATION	0.35	0.42
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	1200	NT
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	1200	NT
ช่วงแปภายใน INTERNAL SPAN (mm)	1200	NT
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	100	NT

* FOR BUILDING HEIGHT LESS THAN 10 M. (DESIGNED WIND LOAD 50 KG/SQ.M. OR LESS) BASED ON TESTING IN ACCORDANCE WITH AS1562.1 1992, AS4040.1 1992 and AS4040.2 1992

** NT : MEANED NONE OF TESTING REPORT / PLEASE CONTACT US FOR MORE INFORMATION

Roofing & Walling

สกรูยึดแผ่นที่แนะนำ (Recommended Fasteners)				
บริเวณ (Location)	ประเภทของการติดตั้ง (Type of Fixing)	การติดตั้งกับแปเหล็ก (Fixing to Steel Supports)		
		รายละเอียด (details)	ประเภทของสกรู (Type of Fastener)	ความหนาเหล็กที่เจาะได้ (Drilling Capacity)
หลังคา (Roof)	การยึดสกรูที่สันลอน (Crest Fixing)		12 14x45 HEX 12 14x50 HEX	6.5 mm 6.5 mm
ผนัง (Walls)	การยึดสกรูที่ท้องลอน (Valley Fixing)		10 16x16 HEX 12 14x20 HEX	6.0 mm 6.0 mm
	การยึดสกรูบริเวณซ้อนทับด้านข้าง (Sidelap Fixing)		10 16x16 HEX 15 15x20 HEX	2.5 mm

ความยาวสูงสุดของแผ่นหลังคา (เมตร)
สำหรับมุมลาดเอียงของหลังคา และปริมาณน้ำฝนระดับต่างๆ : L
Maximum Roof Run (in metres) for roof slopes and rainfall intensities shown : L

ปริมาณน้ำฝน (มม./ชม.) Rainfall Intensity (mm/hr)	มุมลาดเอียงของหลังคา Roof Slope				
	1 in 12 (5°)	1 in 7.5 (7.5°)	1 in 6 (10°)	1 in 5 (11.5°)	1 in 4 (14°)
150	123	143	159	167	180
200	82	107	119	126	135
250	74	86	95	100	109
300	61	71	79	83	90
400	46	54	60	63	67

Roofing & Walling

3.6 ชื่อรุ่นแผ่นเหล็กรีดลอน Panelrib

LYSAGHT PANELRIB®

LYSAGHT PANELRIB® มีลักษณะเป็นลอนตื้นใช้สำหรับงานผนังทั้งภายนอกและภายใน มีลอนตลอดความยาว จึงทำให้แผ่นมีความแข็งแรง พร้อมกับมีความยืดหยุ่นในด้านกว้าง สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน อีกทั้งบนพื้นระนาบและพื้นที่โค้ง

LYSAGHT PANELRIB® has a fluted profile making it suitable for many applications where flat sheet would not normally be considered. The longitudinal flutes provide rigidity along the length of the sheet while retaining full flexibility across the width.

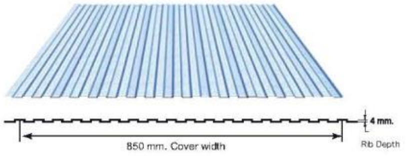
- เหมาะสำหรับการไปใช้เป็นผนัง
- ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว
- ใช้สำหรับงานผนังทั้งภายนอกและภายใน ใช้ได้ทั้งบนพื้นระนาบและพื้นที่โค้ง จะติดในแนวตั้งหรือนอนก็ได้
- ด้วยกำลังวัสดุที่สูงและแข็งแรงกว่า ทำให้มีน้ำหนักเบา

- Suitable for walling application
- Fix with ease and speed
- Can be used on exterior and interior walls and on straight or curved surfaces with flutes horizontal or vertical
- Due to strength, spanning ability, lightness and rigidity

Roofing & Walling

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ PRODUCT FEATURES

ลักษณะการใช้งาน APPLICATION	ใช้ได้สำหรับผนัง Walling
ประเภทการยึดแผ่น FIXING TYPE	ยึดแผ่นด้วยสกรูยึดแผ่นเมทัลชีท และ ริเว็ท Pierce-fixed by Self Drilling Fastener and Rivet
วัสดุ MATERIAL	เหล็กรีดเย็น กำลังวัสดุประมาณ 5,600 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เคลือบผิวด้วย Zincalume® 150 กรัมต่อตารางเมตร Zincalume® Steel complying with AS1397/G550 (550 Mpa min. yeild Strength, 150 g/m2 min.coating mass)
ความยาวแผ่นสูงสุดสำหรับผนัง MAX. LENGTH OF WALL PER SHEET	15 m. recommended
รัศมีโค้งต่ำสุด กรณีดัดโค้งธรรมชาติ MIN. RADIUS FOR SPUNK CURVE	> 6,000 mm
ค่าที่ยอมให้สำหรับการผลิต TOLERANCES LENGTH	+15mm, -15mm
WIDTH	+4mm, -4mm



ความหนาแผ่นเหล็ก ไม่รวมชั้นเคลือบ BMT / BASE METAL THICKNESS (mm)	0.35		0.42	
	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®	ZINCALUME®	CLEAN COLORBOND®
ความหนาแผ่นเหล็ก รวมชั้นเคลือบ TCT / TOTAL COATED THICKNESS (mm)	0.40	0.43	0.47	0.50
น้ำหนักแผ่นต่อตารางเมตร WEIGHT PER AREA (kg./sq.m.)	3.08	3.15	3.66	3.73
น้ำหนักแผ่นต่อความยาว 1 เมตร WEIGHT PER UNIT LENGTH (kg./m.)	2.74	2.80	3.26	3.32
พื้นที่ปิดคลุม COVERAGE (sq.m./ton)	343	318	273	269

ระยะห่างสูงสุดของช่วงแป ที่ยอมให้ MAXIMUM ALLOWANCE SUPPORT SPACING*

กรณีใช้เป็นผนัง WALL APPLICATION	0.35	0.42
ช่วงแปเดี่ยว SINGLE SPAN (mm)	1100	1200
ช่วงแปปลาย END SPAN (mm)	1200	1200
ช่วงแปภายใน INTERNAL SPAN (mm)	1200	1200
ช่วงแปยื่น UNSTIFFENED OVERHANG (mm)	150	150

* FOR BUILDING HEIGHT LESS THAN 10 M. (DESIGNED WIND LOAD 50 KG/SQ.M. OR LESS) BASED ON TESTING IN ACCORDANCE WITH AS1562.1 1992, AS4040.1 1992 and AS4040.2 1992

สกรูยึดแผ่นที่แนะนำ (Recommended Fasteners)				
บริเวณ (Location)	ประเภทของการติดตั้ง (Type of Fixing)	การติดตั้งกับแปเหล็ก (Fixing to Steel Supports)		
		รายละเอียด (details)	ประเภทของสกรู (Type of Fastener)	ความหนาเหล็กที่เจาะได้ (Drilling Capacity)
ผนัง (Walls)	การยึดสกรูที่ท้องลอน (Valley Fixing)		10-16x16 HEX Screw Rivet 4.2x7 TH	4.5 mm 1.5 mm

Roofing & Walling

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ณัฐธยาน์ แสงงาม
วัน เดือน ปี เกิด	23 ธันวาคม 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดพิษณุโลก
วุฒิการศึกษา	เทคโนโลยีบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
ที่อยู่ปัจจุบัน	112/171 ซอย 8 หมู่บ้านภัสสรไพร์ด ศรีนครินทร์-หนามแดง หมู่ที่ 8 ตำบลบางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University