โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร

WIDE-SPAN STRUCTURE OF NATIONAL UNIVERSITY GYMNASIUM IN BANGKOK

ฐิตาพร ชีวิตโสภณ
THITARPORN CHEWITSOPON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AR-M-006-036

โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร

WIDE-SPAN STRUCTURE OF NATIONAL UNIVERSITY GYMNASIUM IN BANGKOK

ฐิตาพร ชีวิตโสภณ

THITARPORN CHEWITSOPON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AR-M-006-036

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIDE-SPAN STRUCTURE OF NATIONAL UNIVERSITY GYMNASIUM IN BANGKOK

THITARPORN CHEWITSOPON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN ARCHITECTURAL TECHNOLOGY
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

KMITL-2018-AR-M-006-036

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018
FACULTY 0F ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่มในสถาบันอุดมศึกษา ในกำกับของรัฐในเขตกรุงเทพมหานคร
WIDE-SPAN STRUCTURE OF NATIONAL UNIVERSITY GYMNASIUM IN BANGKOK

นักศึกษา นางสาวฐิตาพร ชีวิตโสภณ
รหัสประจำตัว 59602084
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ วรวรรณ โรจนไพบูลย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ วิวัฒน์	เตมียพันธ์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ	เที้ยธิทรัพย์	
รองศาสตราจารย์ วรวรรณ	โรจนไพบูลย์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโชค	สินนุกูล	
ดร.ณรงค์ฤทธิ์	จินต์จันทรวงศ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 17 กรกฎาคม 2561
สถานที่สอบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อันธิกา สวัสดิ์ศรี)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ 31 **เดือน** กรกฎาคม **พ.ศ** 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	นางสาวฐิตาพร ชีวิตโสภณ
รหัสประจำตัว	59602084
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์(ร่วม)	รองศาสตราจารย์ วรวรรณ โรจนไพบูลย์

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอาคารสนามกีฬาในร่ม ของสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวม รูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม โครงสร้างพาดช่วงกว้าง และระยะพาดช่วงกว้างของอาคาร รวมถึงปัจจัยด้านอื่น ๆ ในการออกแบบอาคารให้เหมาะสม และรองรับการใช้งานทางด้านการกีฬา

ผู้วิจัยได้ศึกษา และเปรียบเทียบรูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม จากการลงสำรวจภาคสนาม โดยพิจารณาส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้งาน คือ รูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้าง และการใช้งานทางด้านการกีฬา ขั้นตอนในกระบวนการวิจัย คือ การรวบรวม และจำแนกข้อมูลพื้นฐานของอาคาร จากนั้นทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ อาคารกรณีศึกษาทั้ง 7 กรณีศึกษา เพื่อให้ได้ข้อสรุปแนวทางการออกแบบของอาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการศึกษาพบว่าอาคารสนามกีฬาในร่ม โดยส่วนมากใช้โครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้าง ระยะ ขนาด ประเภทโครงถักรูปจั่วประกอบขึ้นจากเหล็กรูปพรรณ ในส่วนของพื้นที่อาคาร และขนาดอาคารนั้นสอดคล้องกับขนาดสนามกีฬาประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Wide Span Structure of National University Gymnasium in Bangkok
Student	Miss. Thitarporn Chewitsopon
Student ID	59602084
Degree	Master of Architecture
Program	Architectural Technology
Year	2018
Thesis Advisor	Assistant Professor Songkiat Teartisup, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Worawan Rojanapaibulya

ABSTRACT

This research aimed to study of gymnasium or indoor stadium of higher education institutes under the directive of the government in Bangkok with the subjective of study and collect the types of indoor stadiums, wide span structure, and wide span length of the building, which also includes other factors in the appropriation of design that could support the sport related usage.

The researcher has studied and compared indoor stadiums from field observation concerning important factors according to usage, which are wide span structure and sport usage. The research process was to collect and sort the basic information of the indoor stadium buildings, then analyze and compare all 7 case study indoor stadium to achieve the conclusion of the architectural design of indoor stadium.

From the study, the results showed that most indoor stadiums use webbed triangular end wide span roof built from steel. The area and size of the buildings are according to its usage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ และ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ วรวรรณ โรจนไพบูลย์ ผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้การช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงสอนวิธีการวิจัยและวิธีการทำงานในด้านต่าง ๆ ให้ผู้วิจัยรู้จักพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบหัวข้อวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ และแนะแนวทางการปรับปรุง รวมถึงแนวทางการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่สั่งสอนวิชาความรู้ ถ่ายทอดประสบการณ์ และนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์นันทวรรณ ประสิทธิ์ ผู้ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านเอกสารขอเข้าสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนามในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคารสถานที่ และฝ่ายการกีฬาของสถาบันอุดมศึกษา ในกำกับของรัฐ ทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าเก็บข้อมูล

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม ที่คอยให้คำชี้แนะและให้กำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

สุดท้ายขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนตลอดมา

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดา มารดาผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ครูอาจารย์ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้ามาตลอดจนถึงทุกวันนี้

ฐิตาพร ชีวิตโสภณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญรูปภาพ..... IX

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 3

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย..... 3

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย..... 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา..... 4

1.6 ขั้นตอนการศึกษา..... 4

1.7 แผนการดำเนินงาน..... 5

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา..... 5

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทฤษฎีสมดุลของแรงในโครงสร้าง..... 7

2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้โครงสร้าง..... 11

2.3 ศึกษาข้อมูลมาตรฐานของสนามกีฬาและพื้นที่กีฬาประเภทต่างๆ..... 13

2.4 โปรแกรม SAP2000..... 14

2.5 ประเภทของโครงสร้างและจุดต่อ..... 16

2.6 ประเภทของโครงสร้างและรูปแบบของโครงถัก..... 21

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 24

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น..... 27

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา..... 28

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 เครื่องมือในการวิจัย..... 31
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 31
3.6 การสรุปอภิปรายและเสนอแนะ..... 32
3.7 การดำเนินการวิจัย..... 32

บทที่ 4 รูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม
: อาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร..... 34
4.1 ข้อมูลอาคารกรณีศึกษา..... 34
4.2 อาคารสนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ..... 35
4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของ อาคารสนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ..... 35
4.2.2 การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ..... 37
4.2.3 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ..... 39
4.3 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 41
4.3.1 ข้อมูลทั่วไปของ อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 41
4.3.2 การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 43
4.3.3 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 45
4.4 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง..... 47
4.4.1 ข้อมูลทั่วไปของ อาคารสนามกีฬาในร่มมหาวิทยาลัยรามคำแหง..... 47
4.4.2 การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง..... 48
4.4.3 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง..... 50
4.5 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ..... 52
4.5.1 ข้อมูลทั่วไปของ อาคารสนามกีฬาในร่ม มศว. 52
4.5.2 การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม มศว. 53
4.5.3 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มศว. 56
4.6 อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล. 58
4.6.1 ข้อมูลทั่วไปของ อาคารสนามกีฬาในร่ม 1. สจล.. 58
4.6.2 การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม 1. สจล. 59
4.6.3 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม 1. สจล.. 61
4.7 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 64
4.7.1 ข้อมูลทั่วไปของ อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 64
4.7.2 การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.7.3 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.. 67
4.8 อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 69
4.8.1 ข้อมูลทั่วไปของ อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 69
4.8.2 การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 70
4.8.3 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.. 72

บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล
5.1 การจำแนกรูปแบบการใช้งานด้านการกีฬา.....74
5.2 การวิเคราะห์จำแนกพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬา และ การใช้งาน
พื้นที่ในเชิงปริมาตร.....76
5.2.1 การวิเคราะห์การใช้งานพื้นที่ทางด้านการกีฬา.....76
5.2.2 การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตร.....80
5.3 การจำแนกรูปแบบโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม.....94
5.3.1 รูปแบบโครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม..... 94
5.3.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมโครงสร้างหลังคา.....98
5.3.3 ผลจากการวิเคราะห์พฤติกรรมโครงสร้าง.....100

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
6.1 รูปแบบการใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม.....102
6.2 รูปแบบโครงสร้าง อาคารสนามกีฬาในร่ม.....102
6.3 ข้อค้นพบในงานวิจัย.....105
6.4 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย.....105

บรรณานุกรม..... 106
ภาคผนวก.....108
ประวัติผู้เขียน.....120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน..... 5
2.1 แสดงระยะช่วงพาดโดยประมาณของระบบโครงสร้างต่าง ๆ..... 17
4.1 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ 38
4.2 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 44
4.3 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.... 50
4.4 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่มมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.....55
4.5 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม 1
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 60
4.6 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 67
4.7 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย... 72
5.2 พื้นที่การใช้งานของอาคารกรณีศึกษา..... 77
5.3 การใช้สนามกีฬา.....79
5.4 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา
อาคาร 40 ปี สจพ.....80
5.5 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา
อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 81
5.6 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา
อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.....82
5.7 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา
อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 82
5.8 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา
อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล. 84
5.9 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา
อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล. 85
5.10 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา
อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 86
5.11 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรของอาคารกรณีศึกษา..... 87
5.12 ตารางสรุปปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม..... 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.13 ตารางสรุปปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม..... 93
5.14 รูปแบบโครงสร้างหลังคาอาคารกรณีศึกษา 97
5.15 เปรียบเทียบพฤติกรรมโครงสร้างหลังคา..... 100
5.16 ตารางสรุปโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างที่สอดคล้องกับการใช้งานด้านการกีฬา..... 101
6.1 ตารางสรุปแนวทางการออกแบบ โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม
ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร..... 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

1.1 การแข่งขันกีฬาของนักศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และ มหาวิทยาลัยดุสิต..... 1

1.2 อาคารสนามกีฬาในร่มสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 2

1.3 อาคารสนามกีฬาในร่มมหาวิทยาลัยรามคำแหง..... 2

1.4 อาคารสนามกีฬาในร่มมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์..... 2

2.1 แสดงแบบของฐานรองรับ..... 10

2.2 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและมุมหมุนของจุดต่อในโครงสร้างเหล็ก..... 20

2.3 ผลของโมเมนต์เนื่องจากประเภทจุดต่อ..... 21

2.4 แสดงรูปแบบโครงถักคันธนู..... 22

2.5 แสดงโครงถักแบบคิงก์..... 22

2.6 แสดงรูปแบบโครงถัก Flat truss แบบโฮว์..... 22

2.7 แสดงรูปแบบโครงถักแบบโค้ง..... 23

2.8 แสดงรูปแบบโครงถักแบบเอียงคอร์ดขนาน..... 24

2.9 แสดงรูปแบบโครงถักแบบแนวเอียง..... 24

3.1 ผังกรอบแนวคิดการวิจัย..... 28

3.2 เกณฑ์ในการเลือกอาคารเป็นกรณีศึกษา..... 29

3.3 ผังความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา..... 30

3.4 แสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัย..... 33

4.1 สถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร..... 34

4.2 อาคาร 40 ปี สจพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ..... 36

4.3 ทำเลที่ตั้งอาคาร 40 ปี สจพ. โดยสังเขป..... 36

4.4 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคาร 40 ปี สจพ..... 37

4.5 ผังพื้นชั้น 12 อาคาร 40 ปี สจพ..... 38

4.6 โครงสร้างหลังคา สนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ..... 39

4.7 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา สนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ..... 39

4.8 รูปตัด และรูปด้าน สนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ..... 40

4.9 จุดต่อโครงสร้าง สนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ..... 41

4.10 อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 42

4.11 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยสังเขป..... 42

4.12 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.13 ผังพื้นชั้น 3 อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต....43
4.14 ส่วนบริการทางด้านการกีฬา อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.... 44
4.15 โครงสร้างหลังคา สนามกีฬาในร่ม อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต....45
4.16 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.... 45
4.17 รูปตัด และรูปด้าน อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต....46
4.18 จุดต่อโครงสร้างอาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.... 46
4.19 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง....47
4.20 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง โดยสังเขป.... 48
4.21 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.... 48
4.22 ผังพื้นอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.... 49
4.23 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.... 50
4.24 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.... 51
4.25 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.... 51
4.26 จุดต่อโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.... 52
4.27 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ....52
4.28 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยสังเขป.... 53
4.29 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.... 54
4.30 ผังพื้นชั้น 1 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.... 54
4.31 ผังพื้นชั้น 2 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.... 55
4.32 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.... 56
4.33 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.... 56
4.34 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.... 57
4.35 จุดต่อโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.... 57
4.36 อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.... 58
4.37 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า.... 59
4.38 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า.... 59
4.39 ผังพื้นอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.. 60
4.40 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล.... 61
4.41 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล....62
4.42 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.43 จุดต่อโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล. 63
4.44 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 64
4.45 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. โดยสังเขป..... 65
4.46 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า..... 65
4.47 ผังพื้นชั้น 1 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 66
4.48 ผังพื้นชั้น 2 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า..... 66
4.49 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 67
4.50 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 68
4.51 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 68
4.52 จุดต่อโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. 69
4.53 อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 70
4.54 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยสังเขป..... 70
4.55 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 71
4.56 ผังพื้นอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 71
4.57 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 72
4.58 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 73
4.59 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 73
5.1 การเปรียบเทียบขนาดสนามกีฬาในร่ม..... 75
5.2 พื้นที่ทางด้านการกีฬาของอาคารกรณีศึกษา..... 76
5.3 แผนภูมิแสดงการใช้งานพื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ..... 77
5.4 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร ส่วนสนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ. 80
5.5 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 81
5.6 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง..... 82
5.7 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ..... 83
5.8 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล..... 84
5.9 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล..... 85
5.10 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 86
5.11 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรต่อพื้นที่สนามกีฬา
และพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา..... 88
รูปที่ 5.12 แผนภูมิแสดงปริมาตรระยะการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม..... 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

5.13 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ..... 94
5.14 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต..... 95
5.15 อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 95
5.16 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 96
5.17 ทัศนียภาพจำลองโครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์..... 98
5.18 ผลการประมวลผลพฤติกรรมโครงสร้างหลังคาโครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์..... 99
5.19 ทัศนียภาพจำลองโครงแบบแนวเอียง-แบบเอียงคอร์ดขนาน..... 99
5.20 ผลการประมวลผลพฤติกรรมโครงสร้างหลังคาโครงแบบแนวเอียง - แบบเอียงคอร์ดขนาน..100

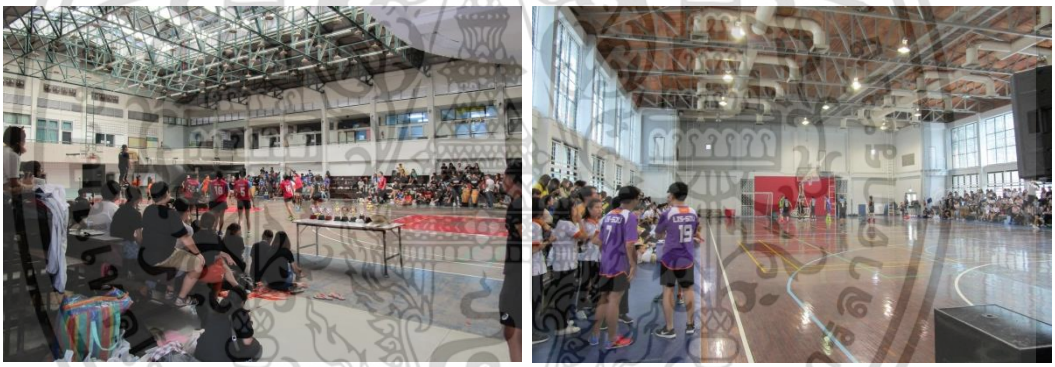
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งมีสุขภาพที่แข็งแรงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ส่งเสริมให้บุคคลนั้นประสบความสำเร็จในด้านต่างๆ อาทิเช่น ด้านการศึกษา ด้านการทำงาน เป็นต้น อีกทั้งการกีฬาแห่งประเทศไทยยังมีมาตรการส่งเสริมการกีฬา คือ แผนยุทธศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย พ.ศ.2560-2564 เนื่องจากผู้มีสุขภาพแข็งแรงจะมีความสามารถทางร่างกาย จิตใจมากกว่าคนที่ไม่แข็งแรง จึงอาจจะกล่าวได้ว่า การมีสุขภาพดีนั้นเป็นเรื่องที่คนทุกคนปรารถนา กีฬาเป็นส่วนสำคัญที่ส่งเสริมการมีสุขภาพดี อีกทั้งยังเป็นส่วนช่วยให้บุคคลกลุ่มต่างๆมีสายสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ฉะนั้นกีฬาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในทุกช่วงอายุ



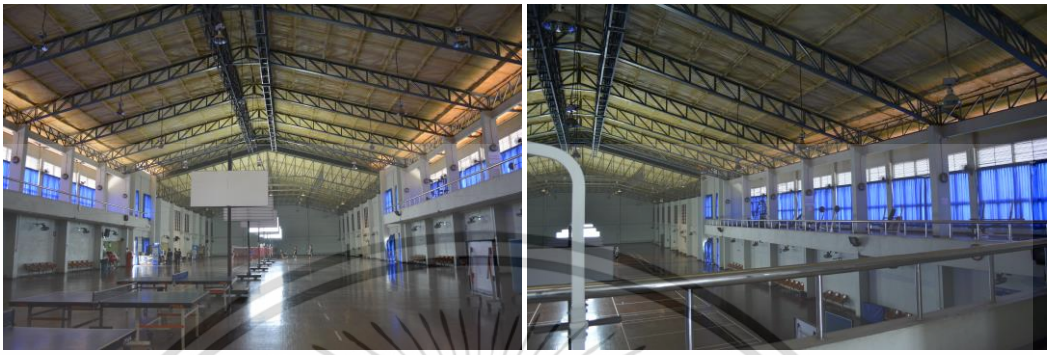
รูปที่ 1.1 การแข่งขันกีฬาของนักศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และ มหาวิทยาลัยดุสิต
ที่มา : ผู้วิจัย ถ่ายเมื่อ 15 กันยายน 2560

การเล่นกีฬาในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นองค์กร ที่ประกอบด้วยนักศึกษาและบุคลากรอื่นๆ ตั้งแต่อายุ 18-60 ปี ซึ่งนอกจากการเรียนการสอนด้านวิชาการแล้ว จึงส่งเสริมด้านนันทนาการและการกีฬาเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ซึ่งจะเห็นได้ว่าในโรงเรียนและมหาวิทยาลัยนั้น โดยส่วนใหญ่จะมีส่วนส่งเสริมด้านการกีฬาต่างๆไม่ว่าจะเป็นสนามฟุตบอล สระว่ายน้ำ และส่วนสำคัญส่วนหนึ่งคือโรงยิม หรืออาคารสนามกีฬาในร่ม ที่สามารถใช้เล่นกีฬาได้หลายประเภท ได้แก่ แบดมินตัน วอลเลย์บอล ฟุตซอล ปิงปอง บาสเกตบอล และอื่น ๆ อีกมากมาย

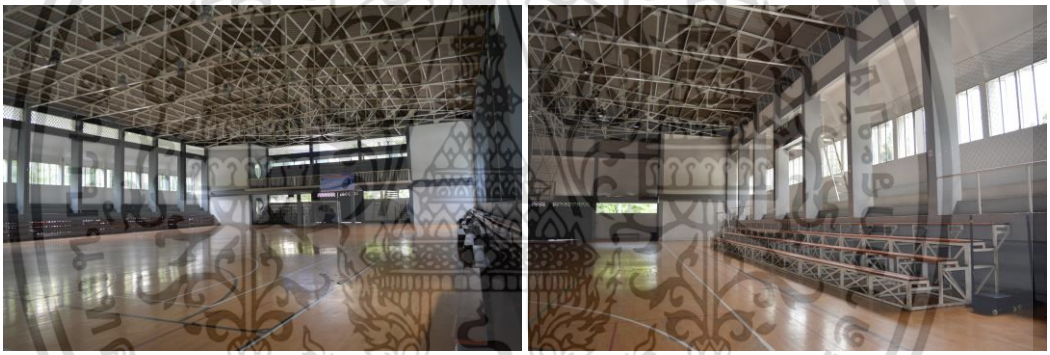
อาคารสนามกีฬาในร่มหรือโรงยิมนั้น โดยส่วนมากจะมีลักษณะโครงสร้างเป็นประเภทโครงสร้างพาดช่วงกว้าง เนื่องด้วยลักษณะการใช้งานภายในอาคารนั้นต้องการพื้นที่เปิดโล่งเพื่อให้สอดคล้องกับการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ ทำให้โครงสร้างพาดช่วงกวางของอาคารมีความหลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งนอกจากปัจจัยในด้านการใช้งานแล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการเลือกใช้รูปแบบโครงสร้างของอาคารสนามกีฬาในร่ม เช่น พื้นที่การใช้งาน การใช้งานในเชิงปริมาตร ประเภทกีฬา ฯลฯ ด้วยปัจจัยต่าง ๆ นี้ทำให้เกิดความหลากหลายของโครงสร้างพาดช่วงกว้างของอาคารสนามกีฬาในร่มขึ้น



รูปที่ 1.2 อาคารสนามกีฬาในร่มสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่มา : ผู้วิจัย ถ่ายเมื่อ 15 กันยายน 2560



รูปที่ 1.3 อาคารสนามกีฬาในร่มมหาวิทยาลัยรามคำแหง
ที่มา : ผู้วิจัย ถ่ายเมื่อ 21 กันยายน 2560

รูปที่ 1.4 อาคารสนามกีฬาในร่มมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่มา : ผู้วิจัย ถ่ายเมื่อ 1 ตุลาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของโครงสร้างพาดช่วงกว้างของอาคารสนามกีฬาในร่มนั้น พบว่าโดยส่วนใหญ่ใช้โครงสร้างเหล็กเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของหลังคา เนื่องจากโครงหลังคาเหล็กมีความเบาและสามารถทำให้พาดช่วงกว้างได้ตามลักษณะการใช้งาน

นอกจากเรื่องของโครงสร้างพาดช่วงกว้างแล้วในเรื่องของการใช้งานด้านการกีฬานั้นก็มีส่วนสำคัญไม่น้อยต่ออาคารสนามกีฬาในร่ม เนื่องจากการใช้งานทางด้านการกีฬานั้นก็มีความหลากหลายทั้งชนิดกีฬา ประเภทกีฬา รวมถึงขนาดสนามกีฬาที่เลือกที่ใช้ในอาคาร ทำให้การใช้งานด้านกีฬา ทั้งในเรื่องพื้นที่การใช้งาน และการใช้งานด้านกีฬาในเชิงปริมาตร จึงเป็นหนึ่งประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อการออกแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม

ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการรวบรวมรูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้างของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัย ในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ศึกษาการใช้งานด้านพื้นที่ การใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร ภายใต้โครงสร้างพาดช่วงกว้าง โดยนำมาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบทั้งในด้านพื้นที่การใช้งาน การใช้งานเชิงปริมาตร ประเภทสนามกีฬา รูปแบบหลังคาพาดช่วงกว้าง ระยะพาดช่วงกว้าง รวมถึงปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเลือกใช้รูปแบบโครงสร้าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้างต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาและรวบรวม รูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ พื้นที่กรุงเทพมหานคร

2) เพื่อศึกษารูปแบบการใช้งานด้านการกีฬาภายใต้โครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม

1.3 สมมติฐานการวิจัย

อาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ พื้นที่กรุงเทพมหานคร เลือกใช้รูปแบบโครงพาดช่วงกว้าง เนื่องจากลักษณะการใช้งานภายในอาคาร ที่สอดคล้องกับพื้นที่ และการใช้งานในเชิงปริมาตร ของการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ ส่วนใหญ่มีโครงสร้างเหล็กเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร โดยขนาดสนามกีฬา และ ระยะพาดช่วงกว้างสัมพันธ์กับขนาดของสนามกีฬาที่เลือกใช้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1) ศึกษาลักษณะการใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ และจำแนกประเภทกีฬาเพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์โดยละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ศึกษารูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐและจำแนกรูปแบบเพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์โดยละเอียด

3) ศึกษาองค์ประกอบโครงสร้างหลักของอาคาร ไม่รวมถึงองค์ประกอบอื่นๆ เช่นโครงคร่าว และ วัสดุปิดผิวทางสถาปัตยกรรม

4) การสังเกตและเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง โดยดูเฉพาะโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้าง ครอบคลุมพื้นที่ส่วนอเนกประสงค์เพื่อการกีฬาเท่านั้น ดำเนินการในช่วงระหว่าง เดือนกันยายน พ.ศ. 2560 – เมษายน พ.ศ.2561

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เพื่อให้ผู้ออกแบบได้เข้าใจถึงข้อคำนึงในการออกแบบอาคารสนามกีฬาในร่มและการใช้งานอาคารภายใต้โครงสร้างพาดช่วงกว้าง

2) เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการออกแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม

3) เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการแสวงหาความรู้ที่เกี่ยวกับการออกแบบโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้าง

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบรอยต่อโครงสร้างเหล็กรูปพรรณพาดช่วงกว้าง

2) วางขอบเขตในการศึกษาข้อมูล

3) ศึกษาลักษณะการใช้งานของอาคารสนามกีฬาในร่ม และ ความต้องการการใช้งานอาคารสนามกีฬาในร่ม

4) ศึกษาและวางแผนการใช้เครื่องมือ ในการเก็บข้อมูล รวบรวมจำแนก และวิเคราะห์

5) เก็บข้อมูลตามขอบเขตที่วางไว้ โดยเน้นที่รายละเอียดของ ประเภทกีฬา โครงสร้างหลังคา พาดช่วงกว้าง และรอยต่อระหว่างหลังคากับเสาอาคาร

6) รายงานผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอน	ส.ค. 60	ก.ย. 60	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61
1.เตรียมสอบหัวข้อ												
2.สอบหัวข้อ												
3.ออกแบบงานวิจัย												
4.รวบรวมข้อมูล												
5.ทำการทดลอง												
6.สรุปผลและตรวจสอบเนื้อหาวิทยานิพนธ์												
7.จัดทำบทความวิทยานิพนธ์												
8. สอบวิทยานิพนธ์												
หมายเหตุ การเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ทำคู่ขนานพร้อมกันในแต่ละขั้นตอน												

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

โครงสร้างช่วงพาดกว้าง (Wide span structure) หมายถึง โครงสร้างที่ขนาดของช่วงพาดและเทคนิคการก่อสร้างถูกคำนึงถึงอย่างเด่นชัด ทั้งการหาจุดสมดุลระหว่างการรับแรงต่างๆ พร้อมกับการรับแรงของตัวโครงสร้างเอง โดยมีผลต่อความงามในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

หลังคา (Roof)หมายถึง สิ่งปกคลุมส่วนบนของอาคารสาหรับห้องกันแดดและฝน และให้หมายรวมถึงโครงสร้างหรือสิ่งใดซึ่งประกอบขึ้น เพื่อยึดเหนี่ยวสิ่งปกคลุมนี้ให้มั่นคงแข็งแรง (ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544)

เสา (Column) หมายถึง องค์ประกอบของโครงสร้างที่มีการรับน้ำหนักต่างๆในอาคารโดยจะมีการถ่ายลงเสาด้วยเสาจะทำหน้าที่รับน้ำหนักในแนวดิ่งและในบางกรณีก็ต้องรับโมเมนต์ดัดได้ด้วย เสาจะมีรูปแบบและข้อกำหนดที่แตกต่างกันไปตามรูปแบบของเสาและในการพิจารณาออกแบบเสาก็จะต้องพิจารณาถึงการรับแรงของเสาและลักษณะปลายยึดของตัวเสาด้วย

จุดต่อ (Joint)หมายถึงเป็นจุดเชื่อมต่อองค์อาคารต่างๆที่มาบรรจบกัน หรือจุดปลายขององค์อาคารใดองค์อาคารหนึ่งที่มีฐานรองรับ

โครงสร้างหลัก (Main Structure) หมายถึง ส่วนประกอบของอาคารทีเป็นเสา คาน ตง พื้น หรือโครงเหล็กทีมี ช่วงพาดตังแต่ 15 เมตร ขึ้นไป ซึงโดยสภาพถือได้ว่ามีความสำคัญต่อความมั่นคงของอาคารนั้น(ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ (Structural steels) หมายถึง เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่างๆ ใช้ในงานโครงสร้าง (ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544)

องค์อาคาร (Member) หมายถึง ชิ้นส่วนของโครงสร้างอาคารที่ทาหน้าที่ถ่ายแรงหรือน้าหนักบรรทุกต่างๆต่อเนื่องไปแต่ละชิ้นจนกว่าจะถึงฐานรองรับของโครงสร้าง

สนามกีฬาในร่ม (Indoor stadium) หมายถึง อาคารในร่มที่มีลักษณะเป็นสนามกีฬาอเนกประสงค์ สามารถเล่นกีฬาได้หลายชนิด เช่น ตะกร้อ วอลเล่ย์บอล บาสเกตบอล เทเบิลเทนนิส แบดมินตัน ยูโด มวย ยิมนาสติก และกีฬาชนิดอื่นๆ ทั้งนี้ยังสามารถใช้เป็นพื้นที่อเนกประสงค์อื่นๆได้อีกด้วย

สถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ (National university) หรือ "มหาวิทยาลัยนอกระบบ" หมายถึง สถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ที่มีการบริหารการจัดการอิสระแยกจากระบบราชการ (autonomous university) แต่ยังได้รับเงินอุดหนุนทั่วไป (block grant) ที่รัฐจัดสรรให้เป็นรายปีโดยตรง เพื่อใช้จ่ายตามความจำเป็นในการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของมหาวิทยาลัย และเพื่อประกันคุณภาพการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษา โครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา สังกัดรัฐบาล ในเขตกรุงเทพมหานคร จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าโครงสร้างอาคารมีหลายรูปแบบ มีการเลือกใช้รูปแบบของรอยต่อที่ต่างกันจึงมีการหาปัจจัย เหตุและผล รวมถึงศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบสมมุติฐานและสรุปผลการประเมินวิเคราะห์และจำแนกตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังต่อไปนี้

- ศึกษาทฤษฎีข้อกำหนดภายในโครงสร้าง
- ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้โครงสร้าง
- ศึกษาข้อมูลมาตรฐานของอาคารสนามกีฬาในร่มและพื้นที่กีฬาประเภทต่างๆ
- ศึกษาประเภทของโครงสร้างและจุดต่อ
- ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีสมดุลของแรงในโครงสร้าง

โครงสร้างใดๆที่สามารถคงสภาพอยู่ได้โดยใช้งานได้อย่างปลอดภัยนั้น ล้วนแต่ตั้งอยู่บนพื้นฐานความสมดุลของภาระที่กระทำกับความแข็งแรงของโครงสร้าง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสมดุลของแรงในโครงสร้างดังนี้

2.1.1 สภาวะสมดุลของแรง (Static Equilibrium Condition)

เมื่อมีแรงหรือน้ำหนักกระทำบนโครงสร้าง แรงเหล่านั้นถูกส่งผ่านไปยังชิ้นส่วนต่างๆของโครงสร้างจนถึงฐานรองรับของโครงสร้างนั้น ที่ฐานรองรับจะมีแรงปฏิกิริยาต่อต้านกับแรงหรือน้ำหนักที่กระทำบนโครงสร้างพอดี ทำให้โครงสร้างเกิดสมดุล ไม่ล้มเอียงหรือสภาวะสมดุลของแรงจึงเป็นหลักการพื้นฐานที่สำคัญที่สุดสำหรับวิเคราะห์โครงสร้าง[1]

การวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้สภาวะสมดุลของแรง กระทำได้โดยการเขียนสมการซึ่งอาศัยกฎของนิวตัน (Newton's Law) ซึ่งโครงสร้าง 2 มิติที่อยู่ในสภาวะสมดุลสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

1) Σ FX = 0 หมายถึง ผลรวมทางพีชคณิตของแรงในแนวนอนต้องเท่ากับศูนย์

2) Σ FY = 0 หมายถึง ผลรวมทางพีชคณิตของแรงในแนวตั้งต้องเท่ากับศูนย์

[1] บัญชา สุปรินายก, **การวิเคราะห์โครงสร้าง**, พิมพ์ครั้งที่ 6 (กรุงเทพฯ: ประชาชน, 2535), หน้า 8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Σ M = 0 หมายถึง ผลรวมทางพีชคณิตของโมเมนต์ดัดรอบแกนต้องเท่ากับศูนย์[2]

2.1.2 แรงภายนอก แรงภายใน และโมเมนต์

แรงหรือโมเมนต์ที่กระทำต่อโครงสร้าง เรียกว่า กระทำ “ภายนอก” (External) ซึ่งส่งผลให้เกิดแรงและโมเมนต์ในโครงสร้างตอบสนองต่อแรงดังกล่าว เรียกว่า กระทำ “ภายใน” (Internal)

2.1.2.1 แรงภายนอก แรงหรือโมเมนต์ที่กระทำต่อวัสดุแข็งเกร็งสามารถแบ่งเป็นชนิดใหญ่ๆ ได้ 2 ชนิดคือ แรงกิริยา (Actions) และแรงปฏิกิริยา (Reactions) โดยทั่วไปแล้วแรงกระทำหมายถึงน้ำหนักบรรทุก (Loads) หรือแรงกระทำต่างๆที่กระทำต่อวัสดุกับโครงสร้าง แรงปฏิกิริยา คือแรงที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนโครงสร้างชิ้นหนึ่งต่อโครงอีกชิ้นหนึ่ง โดยเฉพาะเกิดขึ้นที่จุดต่อหรือจุดรองรับ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน (Newton’s Third low) ซึ่งกล่าวว่า “ทุก ๆ แรงกิริยาจะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นซึ่งมีขนาดที่เท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกัน” (Action = Reaction)

1) น้ำหนักบรรทุก (Loads) ก่อนวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างใดๆ จะต้องทราบน้ำหนักบรรทุกที่โครงสร้างนั้นๆ จะต้องรับหรือต้านทาน น้ำหนักบรรทุกในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะแบบสถิตย์ (Static Loads) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

- น้ำหนักบรรทุกตายตัว (Dead Loads) หมายถึงน้ำหนักบรรทุกที่มีตำแหน่งของการกระทำตายตัวหรือถาวรตลอดเวลา และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักได้แก่ น้ำหนักของส่วนโครงสร้างเอง เกิดจากแรงดึงดูดของโลกจึงมีแนวแรงกระทำอยู่ในแนวดิ่งเสมอ

- น้ำหนักบรรทุกจร (Live Loads) หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่กระทำชั่วครั้งชั่วคราว และอาจเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำหนักได้ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

ก. น้ำหนักบรรทุกแบบเคลื่อนที่ เช่น รถไฟ รถยนต์ แรงลม เป็นต้น

ข. น้ำหนักบรรทุกแบบไม่เคลื่อนที่ เช่น เฟอร์นิเจอร์ต่างๆ เป็นต้น

น้ำหนักบรรทุกแบบแรก มีอิทธิพลมากกว่าแบบหลัง ถึงแม้ว่าจะมีขนาดน้ำหนักเท่ากันก็ตาม เพราะเมื่อเคลื่อนที่จะมีผลของการกระแทก (Impact) รวมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญของการออกแบบโครงสร้างเพื่อรับแรงดังกล่าว[3]

ระบบของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำบนโครงสร้างทำให้เกิดผลขึ้นมา 3 ชนิด คือแรงปฏิกิริยา (Reactions), ความเค้น (Stresses), และการเสียรูป (Deformation) ปริมาณ

[2] วินิต ช่อวิเชียร, **ทฤษฎีโครงสร้าง**, พิมพ์ครั้งที่ 4 (กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528), หน้า 3.

[3] วินิต ช่อวิเชียร, **ทฤษฎีโครงสร้าง**, หน้า 3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดเปล่านี้เป็นผลมาจากน้ำหนักบรรทุก (ขนาด, ตำแหน่งที่เกิด, ทิศทาง) และโครงสร้าง (เรขาคณิตของตัวมันเอง, สภาวะที่ปลายจับยึด และคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง)[4]

2) ฐานรองรับ (Supports) จำนวนของแรงปฏิกิริยาบนโครงสร้างใดๆ ขึ้นอยู่กับแบบของที่รองรับ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบสำคัญ คือ

- แบบยึดหมุนเคลื่อนที่ได้ (Roller Support) ฐานรองรับแบบนี้ ยอมให้มีการหมุนได้รอบแกนที่ตั้งฉากกับระนาบที่จุดรองรับนั้น (คือที่จุดนั้นไม่มีความต้านทานต่อโมเมนต์ดัด) และยอมให้มีการเคลื่อนที่ในแนวขนานกับฐานรอง แต่ไม่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับฐานรองรับ ฉะนั้นฐานรองรับแบบนี้จึงมีแรงปฏิกิริยาในทิศทางที่ตั้งฉากกับฐานรองเพียงตัวเดียวเท่านั้น ดังภาพที่ 2.1 (ก) ซึ่งแสดงสัญลักษณ์ของที่รองรับแบบนี้ และแรงปฏิกิริยาที่ที่รองรับ

- แบบยึดหมุนเคลื่อนที่ไม่ได้ หรือยึดแบบบานพับ (Hinge Support) ฐานรองรับแบบนี้ ยอมให้มีการหมุนได้รอบแกนที่ตั้งฉากกับระนาบที่จุดรองรับนั้น แต่ไม่มีการเคลื่อนที่ใดๆ ไม่ว่าในแนวขนานหรือแนวตั้งฉากกับฐานรอง ฉะนั้นที่รองรับแบบนี้จึงมีแรงปฏิกิริยา 2 ตัว คือ แรงปฏิกิริยาในแนวขนานฐานรอง และแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับฐานรอง ดังภาพที่ 2.1 (ข)

- แบบยึดแน่น (Fixed Support) ฐานรองรับแบบนี้ยึดติดแน่นกับฐานโดยไม่ยอมให้มีการหมุนหรือการเคลื่อนที่ใดๆทั้งสิ้น ฉะนั้นจึงมีแรงปฏิกิริยา 3 ตัว คือ แรงปฏิกิริยาในแนวขนานและแนวตั้งฉากกับฐานรอง และโมเมนต์ดัดต้านทานการหมุน ดังภาพที่ 2.1 (ค)[5]

เพื่อให้โครงสร้างอยู่ได้จะต้องมีการเจาะจงจำกัดจำนวนแรงให้น้อยที่สุดที่ตำแหน่งที่ฐานรองรับ ตัวอย่างเช่น คานอย่างง่าย (Simple Support Beam) รับแรงในแนวดิ่งและแนวนอนซึ่งต้องมีเงื่อนไข 3 กรณีเพื่อความสมดุล คือ $\sum FX = 0$, $\sum FY = 0$, $\sum M = 0$ แนวทางเดียวเพื่อให้บรรลุความต้องการแบบนี้ก็โดยใช้ฐานรองรับแบบยึดแน่น หรืออีกแบบหนึ่งก็คือ ใช้ฐานรองรับแบบยึดหมุนเคลื่อนที่ไม่ได้ (Hinge Support) ด้านหนึ่ง และอีกด้านหนึ่งใช้ที่รองรับแบบยึดหมุนเคลื่อนที่ได้ (Roller Support) หรือเป็นไปได้ที่จะใช้ที่รองรับแบบเพิ่มการยึดรั้งมากกว่าความต้องการขั้นต่ำ โครงสร้างที่มีจุดยึดหรือฐานรองรับมากกว่าความจำเป็นขั้นต่ำเพื่อความเสถียรภาพเป็นโครงสร้างแบบอินดิเทอร์มิเนท เชิงสถิตย์ภายนอก (Statically Indeterminate Externally) เนื่องจากมีแรงที่ไม่ทราบค่าที่รองรับ

---

[4] ทูมา, แจน เจ, **การวิเคราะห์โครงสร้าง**, แปลจาก Schism's Outline Series ; Theory and Problems of Structural Analysis, โดย สงวน วงษ์ชวลิตกุล และพิมาน ชาญวานิชบริการ, (กรุงเทพฯ: แมคกรอ - ฮิล, 2541),หน้า 5.

[5] นิต ช่อวิเชียร, **ทฤษฎีโครงสร้าง**, หน้า 11.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าสมการสมดุล ดังนั้นจึงเป็นไปไม่ได้ที่จะหาค่าของแรงที่ถูกรองรับโดยวิธีทางสถิตย์ศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียว จะต้องใช้วิธีการอื่นเข้ามาช่วย[6]

(ก) Roller Support

(ข) Hinge Support

(ข) Fixed Support (ข) Link Support

รูปที่ 2.1 แสดงแบบของฐานรองรับ
ที่มา: วินิต ช่อวิเชียร (2528)

2.1.2.2 แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุ (Resistance forces) เป็นแรงต้านทานที่เกิดขึ้นภายในองค์อาคาร อาจแยกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

1) แรงดึง (Tension) ต้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุแผ่ยืดยาวออก หรือขาด
2) แรงอัด (Compression) ต้านทานความพยายามที่จะทำให้วัสดุหดสั้นเข้าบีบเข้า
3) แรงเฉือน (Shear) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส (Tangential) กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องติดกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพเพื่อต้านแรงเฉือนนี้ก็ได้ แต่ต้องมีแรงอัดกดไว้เพื่อให้ผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงฝืดมีขนาดเพียงพอต้านแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้
4) แรงดัด (Bending) เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้วผิวบนจากแกนสะเทิน (Neutral axis) ขึ้นไปรับแรงอัด และผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึง หรือบาง

[6] ชลธี อิ่มอุดม, **ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม**, หน้า 28.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีเกิดกลับตรงข้ามกัน แรงดัดก่อให้เกิดแรงต้านทานแรงดัดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในวัสดุด้วย

5) แรงบิด (Torsion) ต้านความพยายามที่จะบิดวัสดุให้ขาดออกจากกัน[7]

เมื่อทราบขนาดของแรงที่เกิดและผลเนื่องจากการกระทำของแรง ก็สามารถกะขนาดหน้าตัดวัสดุ โครงสร้าง และรูปร่างได้ โดยหาขนาดของแรงและความเข้มของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดขึ้นหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของวัสดุที่ใช้รับ เรียกความเข้มของแรงนี้ว่าความเค้น (Stress) มีหน่วยเป็น น้ำหนักต่อพื้นที่

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ = Stress

F = แรง

A = พื้นที่หน้าตัด

น้ำหนักบรรทุกซึ่งถ่ายลงหรือกระทำที่โครงสร้างนี้ ก่อให้เกิดแรงต้านภายในชนิดต่างๆ ขึ้นในตัวโครงสร้าง มีขนาดเท่ากันอยู่ตรงข้ามกันเสมอ โครงสร้างนั้นจะอยู่ในสภาพสมดุลได้เมื่อวัสดุที่ประกอบเป็นตัวโครงสร้างนั้นมีความสามารถต้านทานแรงได้มากกว่าแรงที่เกิดขึ้นจริงๆ ในทางปฏิบัติหลังจากทราบผลของการใช้งานจริงๆ และจากการทดสอบวัสดุจะทราบค่าความสามารถขนาดของแรงที่วัสดุก่อสร้างต่างๆ สามารถรับได้ และวิศวกรยังใช้ค่าของความปลอดภัย (Factor of safety) ลดค่าความสามารถของวัสดุเมื่อคิดใช้หาขนาดโครงสร้างภายในงานก่อสร้างจริงๆ

2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้โครงสร้าง

ปัจจัยในการเลือกใช้โครงสร้างนั้นมีหลายอย่าง จากการทบทวนวรรณกรรมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้ โครงสร้างแต่ละประเภทนั้น จะทำการก่อสร้างขึ้นมาได้นั้นกล่าวได้ว่า คือ โครงสร้างที่ได้ผลดีที่สุด (Optimal Structure) จากทัศนะของความจำเป็นพื้นฐานของโครงสร้าง ดังนั้นในโครงสร้างที่ได้ผลดีที่สุดจะเป็นโครงสร้างที่มีเสถียรภาพมากที่สุด มีความแข็งแรงที่สุด มีประโยชน์ใช้สอยครบถ้วนตามจุดประสงค์ที่สุด ประหยัดที่สุด และสุดท้ายมีความสวยงามที่สุดด้วย[8]

---

[7] เฉลิม สุจริต, **วัสดุและการก่อสร้างสถาปัตยกรรม**, พิมพ์ครั้งที่ 3 (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540), หน้า 7.

[8] ชลธี อิ่มอุดม, **ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม**, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552), หน้า 74.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ประโยชน์ใช้สอย (Functionality)

ประโยชน์ใช้สอยเป็นตัวสำคัญที่ช่วยกำหนดรูปร่างงานสถาปัตยกรรม กำหนดตำแหน่งที่พื้นผิวหรือผนังอาคารจะอยู่ กำหนดตำแหน่งที่โครงสร้างต่าง ๆ จะวางได้หรือไม่ได้ ช่วงเสาควรจะเป็นเท่าไร คานหนาแค่ไหน หรือไม่ควรมีคาน พื้นควรเป็นชนิดไหน หรือแม้กระทั่งลักษณะของพื้นผิวภายนอกอาคาร

โครงสร้างจะต้องสนองต่อประโยชน์ใช้สอยได้อย่างสมบูรณ์ตามจุดประสงค์ เช่น พื้นต้องไม่แอ่นมากจนเกินไปและไม่สั่นในขณะใช้งาน การโก่งของโครงสร้างมากเกินไปอาจจะใช้สอยได้อย่างไม่สมบูรณ์ แม้ภายใต้น้ำหนักสถิต ดังนั้นเทศบัญญัติกำหนดให้คานแอ่นตัวได้ 1/360 ของช่วงพาดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดรอยร้าวของปูนฉาบที่ฝ้าเพดาน[9]

โครงสร้างที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับหน้าที่ หรือลักษณะการใช้งานเฉพาะของงานสถาปัตยกรรมนั้นๆ เช่นโครงสร้างแบบ long-span นิยมทำให้โค้งขึ้นเพื่อต้านแรงกระทำ เพื่อลดงบประมาณ และลดความหนาของแผ่นโครงสร้าง เช่น โดม โดยมีหลักเกณฑ์ว่า ระนาบที่โค้งจะต้องตั้งฉากกับแนวแรงกระทำ[10]

2.2.2 วัสดุ (Material)

วัสดุที่ใช้สำหรับโครงสร้างจะต้องคงทนถาวรตลอดอายุการใช้งานอาคารโดยไม่เสียคุณสมบัติเดิม อาจจะด้วยการเป็นสนิมหรืออื่นๆและจะต้องไม่แสดงถึงการเกิดแรงเครียด (Strain) หรือเกิดการเคลื่อนตัว หรือคุณสมบัติอันเกิดจากความสัมพันธ์กับวัสดุอื่นในอาคารรวมไปถึงวัสดุและส่วนประกอบอาคารควรจะเหมาะสมประหยัด ตรงตามความต้องการด้านคุณภาพ ในแต่ละพื้นที่ก่อสร้าง[11]

ปัจจุบันการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณทำให้สามารถออกแบบรูปร่าง ขนาด และวัสดุได้อย่างกว้างขวางแตกต่างกันไป ซึ่งทำให้สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดได้ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง เช่น การออกแบบรับแรงแผ่นดินไหวเป็นต้น[12]

---

[9] ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์, **เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง บูรณาการแห่งโครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม** , (ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2551), หน้า 3.

[10] เฉลิมสุจริต. **วัสดุและการก่อสร้างสถาปัตยกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

[11] ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์, เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง **บูรณาการแห่งโครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม** , (ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2551), หน้า 3.

[12] ชลธี อิ่มอุดม, **ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม**, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552), หน้า 74.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดของกำลังความแข็งแรงคือความสัมพันธ์กับการรวมและเชื่อมต่อของชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงสร้างเพื่อรับน้ำหนักต่างๆที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างนั้น ดังนั้นชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างจะต้องมีความแข็งแรง และมีหน้าตัดเหมาะสมที่จะรับน้ำหนักต่างๆนั้น

ในการตรวจสอบกำลังความแข็งแรง ขั้นแรกจะต้องเลือกระบบของโครงสร้างก่อน และกำหนดน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ บนโครงสร้าง พิจารณาความเค้นที่เกิดขึ้นสูงสุดในแต่ละชิ้นส่วน ตรวจสอบดูว่าความเค้นของวัสดุชิ้นส่วนว่ามีความปลอดภัยหรือไม่ โดยพิจารณาค่าตัวคูณความปลอดภัย (Safety Factor) ในกรณีที่มีความไม่แน่ใจในภาวะของน้ำหนักเหล่านั้น และให้พิจารณาคุณสมบัติของวัสดุประกอบด้วย

2.3 ศึกษาข้อมูลมาตรฐานของอาคารสนามกีฬาในร่มและพื้นที่กีฬาประเภทต่างๆ

สนามกีฬาในร่มเป็นอาคารในร่มที่มีลักษณะเป็นสนามกีฬาอเนกประสงค์ สามารถเล่นกีฬาได้หลายชนิด เช่น ตะกร้อ วอลเล่ย์บอล บาสเกตบอล เทเบิลเทนนิส แบดมินตัน ยูโด มวย ยิมนาสติก และกีฬาชนิดอื่นๆ และมีพื้นที่อื่นๆเพื่อให้เกิดประโยชน์ใช้สอยจากพื้นที่อย่างเต็มที่ โดยอาคารสนามกีฬาในร่มนั้น ประกอบด้วยส่วนการเล่นกีฬา ประกอบด้วย สนามกีฬาประเภทต่างๆที่ได้มาตรฐานดังนี้

1) สนามบาสเกตบอล หมายถึง สนามเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พื้นผิวเรียบ แข็ง กำหนดไว้ที่ยาว 28 เมตร กว้าง 15 เมตร โดยวัดจากขอบในของเส้นสนาม ส่วนขนาดสนามที่เล็กที่สุดที่ใช้ในการแข่งขันได้ คือ ยาว 26 เมตร กว้าง 14 เมตร กรณีเป็นสนามในร่ม ความสูงของเพดาน หรือสิ่งกีดขวางต้องไม่ต่ำกว่า 7 เมตร

2) สนามวอลเลย์บอล หมายถึง สนามเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีขนาด ยาว 18 เมตร กว้าง 9 เมตร ถูกแบ่งออกเป็น 2 ฝั่งแดนด้วยตาข่าย ทำให้เกิดพื้นที่แดนละ 9×9 เมตร

3) สนามเซปักตะกร้อ หมายถึง สนามเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 6.10 เมตร ยาว 13.40 เมตร พื้นสนามเป็นพื้นไม้ ซีเมนต์ แอสฟัลต์ หรือปูด้วยยางสังเคราะห์

4) สนามฟุตซอล หมายถึง สนามเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 15 ถึง 25 เมตร ยาว 25 ถึง 42 เมตร พื้นสนามเป็นพื้นไม้ ยางสังเคราะห์ ซีเมนต์ แอสฟัลต์ หรือพื้นผิวอื่นๆที่มีความเรียบเสมอกัน

5) สนามอื่นๆ หมายถึง สถานที่ออกกำลังกายที่ไม่ได้ระบุไว้ข้างต้น แต่ประชาชนสามารถใช้ในการออกกำลังกายได้ เช่น สนามมวย กรีฑา ตะกร้อลอดห่วง เทควันโด สวนสุขภาพ สนามเด็กเล่น เป็นต้น โดยใช้ออกกำลังกาย และเล่นกีฬาเพื่อความสนุกสนาน

และบางแห่งก็มีส่วนสนามกีฬาไม่ได้มาตรฐานประกอบอยู่ด้วย โดยเป็น สนามที่มีลักษณะไม่เข้าข่ายขององค์ประกอบของสนามมาตรฐาน แต่ประชาชนสามารถใช้ในการออกกำลังกายได้ เช่น สนามเซปักตะกร้อ วอลเลย์บอล บาสเกตบอล โดยใช้ออกกำลังกาย เล่นกีฬาเพื่อความสนุกสนาน นอกจากนั้นอาคารสนามกีฬาในร่มยังต้องประกอบด้วย สิ่งอำนวยความสะดวก หมายถึง ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณพื้นที่สนามกีฬามี ห้องพักนักกีฬา ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ห้องน้ำ ห้องส้วม ห้องพยาบาล ร้านค้า หรือสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ซึ่งให้อำนวยความสะดวกสำหรับนักกีฬาและผู้ชม[13]

2.4 โปรแกรม SAP2000

โปรแกรม SAP2000 เป็นโปรแกรมที่ใช้หลักการ Finite element ในการแก้ปัญหาชิ้นส่วนของโครงสร้างโดยมีความสามารถในการคำนวณที่น่าเชื่อถือ

2.4.1 ทฤษฎีไฟไนต์เอลิเมนต์

โครงสร้างเครื่องจักรกล หรือโครงสร้างอาคารต่างๆ ประกอบขึ้นด้วยชิ้นส่วนจำนวนมาก ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นอาจรับแรงชนิดต่าง ๆ เช่นแรงดึง แรงอัด แรงบิด โมเมนต์ดัด และความดัน เป็นต้น ส่วนลักษณะการกระทำของแรงอาจจะเป็นแบบสถิตและหรือเป็นแบบพลวัต สำหรับโครงสร้างที่ซับซ้อนมาก ๆ ไม่สามารถใช้วิธีอื่นทั่วไปในการวิเคราะห์ได้ มักใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์[14]

หลักการทั่วไปของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์คือการแบ่งระบบโครงสร้างออกเป็นเอลิเมนต์เล็ก ๆ และเลือกใช้ชนิดของเอลิเมนต์ให้เหมาะกับลักษณะรูปร่างของโครงสร้าง และการกระทำของน้ำหนักบรรทุก เอลิเมนต์เล็ก ๆ เหล่านั้นอาจจำแนกออกเป็นสามชนิดตามมิติของการสั่นสะเทือนของระบบ คือ เอลิเมนต์มิติเดียว สองมิติ และสามมิติ

1) เอลิเมนต์มิติเดียว เป็นเอลิเมนต์ที่ประกอบด้วยจุดต่ออย่างน้อยสองจุดต่อ (node) เอลิเมนต์มิติเดียวจะใช้แทนระบบโครงสร้างที่มีการกระจัดหรือการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวในลักษณะเชิงเส้นหรือไม่เชิงเส้นก็ได้ เช่น การยืดตัวของท่อนโลหะในแนวแกน, การบิดตัวของเพลา, การโก่งของคาน เป็นต้น
2) เอลิเมนต์สองมิติ อาจเป็นลักษณะรูปสี่เหลี่ยมหรือสามเหลี่ยมที่ประกอบด้วยด้านที่เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง ซึ่งเป็นเอลิเมนต์ที่ใช้แทนระบบโครงสร้างที่การกระจัดเกิดในระนาบ (ทิศทาง) เช่น การสั่นสะเทือนของปีกเครื่องบิน, ของแผ่นโลหะบาง (Plate), คาน, ถัง หรือท่อที่มีความดันกระทำ
3) เอลิเมนต์สามมิติ จะมีลักษณะเป็นปริซึมสี่เหลี่ยม, ปริซึมสามเหลี่ยมที่มีผิวตรงหรือผิวโค้ง โดยเอลิเมนต์จะมีลักษณะเป็นรูปปริซึม ซึ่งใช้แทนระบบโครงสร้างที่มีการกระจัดหรือการสั่นสะเทือนทั้ง 3 ทิศทาง เช่นโครงสร้างของตัวเครื่องบินเป็นต้น

---

[13] กลุ่มโครงสร้างพื้นฐาน กองกลาง . **การกรอกแบบสำรวจมาตรฐานสนามกีฬา**,2554

[14] ภานุมาศ พรทอง, ภูวเดช ไพศาลวัชรกิจ และอภินันท์ ดวงสนิท, **เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนิกส์การใช้งานโปรแกรม SAP2000 เพื่อประกอบการสอนวิชาโครงสร้าง**, (ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546), หน้า 10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปโครงข้อแข็งและโครงข้อหมุนจะเป็นโครงสร้างสองหรือสามมิติ แต่ชิ้นส่วนของโครงสร้างจะใช้เอลิเมนต์มิติเดียว ส่วนโครงสร้างลักษณะอื่นๆ อาจจำเป็นต้องเลือกใช้เอลิเมนต์สองหรือสามมิติ

2.4.2 โครงสร้างของโปรแกรม SAP2000

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม SAP2000 สามารถสรุปได้ดังนี้

1) Create model ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเป็นขั้นตอนแรกสำหรับการทำงาน โดยต้องทำการเตรียมโครงสร้างที่ต้องการวิเคราะห์ให้เป็นแบบจำลอง โดยกำหนดพิกัดต่าง ๆ ของโครงสร้าง ซึ่งการสร้างสามารถกระทำได้จากการนำ template ที่มีอยู่แล้วในโปรแกรมมาทำการดัดแปลง หรือจากการเขียนรูปโครงสร้างขึ้นใหม่โดยใช้เมนู Draw และ Edit
2) Define ขั้นตอนการนิยามคุณสมบัติต่าง ๆ ของโครงสร้างที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ เช่นคุณสมบัติวัตถุ หน้าตัดของชิ้นส่วน ชนิดของน้ำหนักบรรทุก ชนิดของจุดต่อ ฯลฯ
3) Assign ขั้นตอนการกำหนดคุณสมบัติ (ที่นิยามขึ้นในขั้นตอน Define) ให้กับชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้าง เช่น
   - การกำหนดหน้าตัดให้กับชิ้นส่วนโครงสร้าง
   - การกำหนดน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้าง
4) Analysis ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่ต้องการ
5) Display ขั้นตอนการแสดงผลลัพธ์ที่วิเคราะห์ได้เพื่อทำการตรวจสอบ
6) Check Analysis ขั้นตอนการสั่งให้โปรแกรมทำการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ที่ได้กับข้อกำหนดในการออกแบบที่ต้องการใช้
7) เมื่อทำการตรวจสอบแล้วพบว่าโครงสร้างไม่สามารถรับภาระที่กระทำได้ หรือมีขนาดใหญ่เกินไป ต้องทำการแก้ไขโครงสร้างและวิเคราะห์ซ้ำ จนได้โครงสร้างที่มีความปลอดภัยและประหยัด
8) ภายหลังจากการตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์โครงสร้างเรียบร้อยแล้ว สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มาใช้งาน[15]

[15] **เรื่องเดียวกัน.** หน้า 23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ประเภทของโครงสร้างและจุดต่อ

ในการศึกษารูปแบบโครงสร้างนั้นมีจุดต่อหลายประเภทที่ส่งผลในการรับแรงที่แตกต่างกัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีโครงสร้าง และ องค์ประกอบของโครงสร้างเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการทำการวิจัยต่อไป

2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะช่วงพาดกับประเภทของโครงสร้าง

ในการตัดสินใจเลือกรูปแบบโครงสร้างนั้นระยะของการพาดช่วงกว้างของอาคารเป็นสิ่งสำคัญมากในการตัดสินใจ เนื่องจากโครงสร้างบางประเภทนั้นถูกออกแบบมาเพื่อระยะพาดช่วงกว้างช่วงหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นระบบของโครงสร้างแต่ละชนิดจะถูกเลือกใช้ในระยะช่วงพาดที่เหมาะสมแตกต่างกันไป โดยระยะช่วงพาดสูงสุดจะแสดงถึงความเป็นไปได้และไม่มากจนเกินไปสำหรับระบบโครงสร้างประเภทนั้น การจำกัดระยะน้อยสุดของช่วงพาดจะแสดงถึงช่วงความเหมาะสมต่ำสุดของระบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับการพิจารณาทางด้านความประหยัดโดยไม่มีความจำเป็นที่จะต้องยึดถือตายตัว

เป็นที่น่าสังเกตว่าในการศึกษาโครงสร้างที่แตกต่างกันหลาย ๆ แบบด้วยวิธีกลศาสตร์พื้นฐานเหมือนกัน จะพบว่าในทุกกรณีมีแรงคู่ควบเกิดขึ้นระหว่างพื้นที่รับแรงอัดกับพื้นที่รับแรงดึงซึ่งค่าของโมเมนต์ภายในเหล่านี้ใกล้เคียงกับโมเมนต์ที่เกิดขึ้นภายนอกเมื่อเกิดโมเมนต์ขึ้นภายนอก ค่าของแรงภายในหรือความเค้นที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่รับแรงอัดและแรงดึง ขึ้นอยู่กับระยะแขนของแรง (Moment Arm) ถ้าโครงสร้างมีความลึกเพิ่มขึ้น (แขนของแรงเพิ่มขึ้น) ค่าของแรงอัดและแรงดึงหรือความเค้นต่อหน่วยพื้นที่ก็จะลดลง

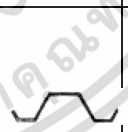
ในโครงสร้างที่มีช่วงพาดระยะสั้นนั้น มีทางเลือกในการใช้โครงสร้างพื้นฐานที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม เมื่อช่วงพาดเพิ่มขนาดขึ้นโมเมนต์ภายนอกที่กระทำก็เพิ่มขึ้นอย่างมากจนกระทั่งมีความเป็นไปได้และระบบโครงสร้างทางเลือกเหลือน้อยลง ตัวอย่างเช่น ชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีความลึกเท่ากันตลอด เช่น คานเหล็กปีกกว้าง ผลของการเพิ่มระยะช่วงพาดขึ้นสัมพันธ์กับการเพิ่มค่าความเค้นดึงและความเค้นอัด แต่หากความลึกของคานนั้นโดนบังคับให้จำกัดก็จะไม่สามารถเพิ่มแขนของแรงคู่ควบเพื่อสร้างโมเมนต์ต้านทานภายในได้ การเพิ่มขึ้นของความเค้นเหล่านี้จะไม่สามารถควบคุมได้ทั้งหมดแม้การเพิ่มขนาดของปีกคานเพื่อรับความเค้นก็ไม่เพียงพอ ส่งผลให้โครงสร้างเกิดการตกท้องช้าง ความลึกของโครงสร้างจะเพิ่มขึ้นเสมอ เป็นการตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของโมเมนต์ที่เกิดจากระยะช่วงพาดที่เพิ่มมากขึ้น[16]

[16] ชลธี อิ่มอุดม, **ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม**, หน้า 216.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

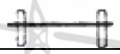
ตารางที่ 2.1 แสดงระยะช่วงพาดโดยประมาณของระบบโครงสร้างต่างๆ

ที่มา: ชลธี อิ่มอุดม (2550)

รายละเอียด				ระยะพาดช่วง (Span) เมตร		อัตราส่วน
ระบบทางเดียว (One-way system)	คาน (Beams)	ไม้	ไม้แผ่น (Planks)		2-6	45-60 (L/d)
			ตง (Joists)		2-7	12-20 (L/d)
			คานไม้ซ้อนทับ (Laminated beams)		6-12	18-20 (L/d)
			คานรูปกล่อง (Box beams)		3-29	18-20 (L/d)
		คอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced concrete)	แผ่นพื้น (Slabs)		2-7	22-32 (L/d)
			คาน (Beams)		4-21	14-20 (L/d)
			ตงแบบหล่อกระบะ (Pan joist)		6-18	18-24 (L/d)
			แผ่นพาดสำเร็จรูป (Precast planks)		6-9	35-45 (L/d)
			แผ่นสำเร็จตัว ยู คว่ำ (Precast channels)		6-21	20-30 (L/d)
			แผ่นสำเร็จรูปตัว ที (Precast tees)		12-40	30-35 (L/d)
		เหล็ก	พื้นเหล็กพับ (Decking)		2-7	25-30 (L/d)
			เหล็กปีกกว้าง (Wide-flanges)		4-15	18-28 (L/d)
			คานเหล็กแผ่นแกนตั้งลึก (Plate girders)		7-24	15-20 (L/d)
	แผ่นพับ (Folded plates)	ไม้	ไม้อัด (Plywood)		9-30	7-12 (L/h)
		คอนกรีต	หล่อกับที่ (Poured-in-place)		9-36	8-15 (L/L/h)
	โครงถัก (Truss)	ไม้	จันทันโครงถัก (Trussed rafters)		5-7	5-7 (L/h)
			แบบแกนตั้งเปิด (Open-web)		9-30	10-15 (L/h)
			ชนิดออกแบบพิเศษ (Special Design)		10-15	10-15 (L/h)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

รายละเอียด				ระยะพาดช่วง (Span) เมตร		อัตราส่วน
	โครงถัก (Truss)	เหล็ก	แบบแกนตั้งเปิด (Open-web)		9-30	18-20 (L/h)
			ชนิดออกแบบพิเศษ (Special Design)		18-45	7-10 (L/h)
	โครงโค้ง(Arches)	ไม้	แผ่นไม่ซ้อนทับ (Laminated)		10-43	20-40 (L/d)
		เหล็ก	รูปร่างใช้เหล็กประกอบ (Built-up)		60-150	40-50 (L/d)
		คอนกรีต	คอนกรีตที่หล่อเป็นรูป (Formed concrete)		15-60	28-40 (L/d)
	เคเบิล	เหล็ก	เคเบิล (Cables)		20-180	8-15 (L/h)
ระบบสองทาง (Two-way system)	แผ่นพับ (Flat plate)	คอนกรีต	แผ่นเรียบ (Flat plate)		5-8	28-35 (L/d)
			คานและพื้น 2 ทาง		6-11	28-35 (L/d)
			พื้นตาตาราง (Waffle slab)		9-15	15-30 (L/h)
		เหล็ก	โครงสามมิติ (Space frame)		30-150	15-30 (L/h)
	เปลือกบาง (Shell)	คอนกรีต	โดม (Dome)		15-120	300-400 (L/d)
		เหล็ก	โดมที่ประกอบด้วยท่อน (Ribbed dome)		15-100	5-7 (L/h)
หมายเหตุ L/d = ระยะช่วงพาด / ความลึกของชิ้นส่วนโครงสร้าง L/h = ระยะช่วงพาด / ระยะความลึกของโครงสร้างทั้งหมด						

จากตารางที่ 2.1 โครงสายเคเบิล และโครงโค้ง โดยปกติแล้วโครงสร้างเหล่านี้จะลึก และโดยธรรมชาติแล้วมีแขนของโมเมนต์ภายในมากจริงๆ ทำให้แรงคู่ควบที่ต้านทานแรงภายนอกมีขนาดน้อยพอประมาณ ด้วยโครงสร้างที่ยังคงสามารถเกิดโมเมนต์ต้านทานภายในมากๆได้ ดังนั้นช่วงพาดกว้างมากจึงมีความเป็นไปได้[17]

1) *โครงสร้างช่วงพาดกว้าง* ในกรณีของการเลือกโครงสร้างที่พาดช่วงกว้างมากๆ ลักษณะที่เหมาะสมของระบบโครงสร้างพาดช่วงกว้าง คือ ความลึกที่มากของโครงสร้างเมื่อสัมพันธ์กับช่วงพาด ดังนั้นระบบโครงสร้างช่วงกว้างที่เหมาะสมโดยทั่วไปแล้วสำหรับการประยุกต์ใช้ ตัวอย่างเช่น โครงถักรูปแบบต่างๆ โครงโค้ง โครงสร้างสายเคเบิล โครงสร้างแห โครงสร้างอัดลม และโครงสร้างเปลือก

[17] **เรื่องเดียวกัน.** หน้า 219.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางอย่างโครงถักสามมิติและโครงชนิดอื่นๆ มีตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม ระบบโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นผืนราบหายากที่จะมีประสิทธิภาพเทียบได้กับ โครงสายเคเบิล โครงโค้ง หรือโครงถัก สิ่งที่น่าสนใจมากกว่านั้นคือ พฤติกรรมของโครงสร้างที่มีรูปทรงเหล่านี้มีความซับซ้อนน้อยกว่าชิ้นส่วนโครงสร้างอื่นๆเช่นคาน ซึ่งไม่มีความสามารถในการพาดช่วงเท่าใด

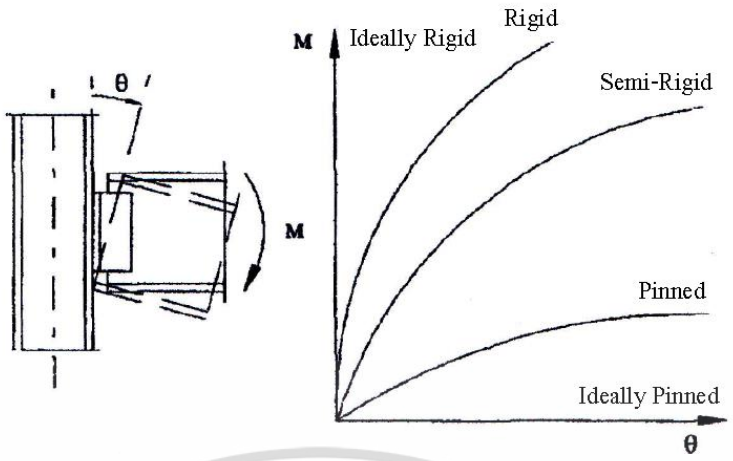
เนื่องจากผลอันสืบเนื่องจากรูปทรงเรขาคณิตของโครงสร้างชนิดดังกล่าว โครงสร้างนั่นจึงเหมาะสมเพียงใช้เป็นโครงสร้างหลังคาของอาคาร หรือในสถานการณ์อื่นที่รูปทรงของโครงสร้างอาจปรับเปลี่ยนให้ใช้ได้ ซึ่งระบบนี้ยากที่จะใช้เป็นโครงสร้างพื้นเพื่อประโยชน์ในการใช้สอยพื้นที่

2) *โครงสร้างช่วงพาดปานกลางและช่วงพาดสั้น* เมื่อโครงสร้างมีช่วงพาดและการรับน้ำหนักน้อย การเลือกชนิดของโครงสร้างกลายเป็นเรื่องยากขึ้น เนื่องจากมีระบบโครงสร้างมากมายที่เหมาะสมในการเป็นโครงสร้างพาดช่วงปานกลางและพาดช่วงสั้น ระบบโครงสร้างที่แตกต่างกันก่อสร้างด้วยวัสดุที่แตกต่างกันมีแนวโน้มที่จะสามารถนำมาใช้ก่อสร้างได้ทั้งหมด โดยความเหมาะสมขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ความแข็งแรงของระบบเมื่อเทียบกับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน ราคาค่าก่อสร้าง รวมถึงแรงจูงใจเกี่ยวกับความยากง่ายในการก่อสร้าง เช่นในการพิจารณาระบบโครงสร้างสำหรับช่วงพาดแคบนั้นโครงสร้างที่มีรูปร่างลึกสามารถพาดช่วงได้กว้างมากๆ ก็ยังคงเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ แต่เมื่อระยะดังกล่าวสามารถใช้ตงวางพาดได้อย่างง่ายๆ ก็ไม่มีเหตุผลใดๆที่จะเลือกใช้โครงสร้างที่มีราคาแพงหรือก่อสร้างยุ่งยาก

2.5.2 จุดต่อของโครงสร้าง

จุดต่อแบบข้อหมุนในโครงสร้างจริงไม่ได้หมุนอย่างอิสระโดยไร้แรงเสียดทานดังสมมุติฐานในการออกแบบวิเคราะห์โครงสร้าง ข้อหมุนในอุดมคติเหล่านั้นในการก่อสร้างจริงแล้วกลับเป็นจุดต่อแบบกึ่งยึดแน่น ซึ่งออกแบบเพื่อยอมให้มีการขยับได้เล็กน้อย ส่วนจุดต่อแบบยึดแน่นก็ไม่สามารถยึดแน่นโดยไม่มีการเปลี่ยนองศาของมุมเชื่อมต่อได้ดังอุดมคติเช่นกัน ซึ่งความแข็งเกร็งของจุดต่อประเภทต่าง ๆ ในการก่อสร้างจริง สามารถแสดงเป็นกราฟในรูปความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและมุมที่เปลี่ยนไป (รูปที่ 2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและมุมหมุนของจุดต่อในโครงสร้างเหล็ก
ที่มา: มานิตย์ ลีกิจวัฒนะ (2542) อ้างถึง Gerstle และ Ackroyd (1990)

เมื่อพิจารณาถึงความหลากหลายของโครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณนั้น จะพบว่าจุดต่อและฐานรองรับของโครงสร้างสร้างนั้นมีความสำคัญ เพราะในระบบโครงสร้างเหล็ก องค์อาคารของโครงสร้างจะถูกประกอบเข้าด้วยกันด้วยจุดต่อหลายประเภท โดยอาจจำแนกดังนี้

1) จุดต่อยึดหมุน (Pinned Connection)
2) จุดต่อกึ่งยึดแน่น (Semi-Rigid Connection)
3) จุดต่อยึดแน่น (Rigid Connection)

2.5.2.1 จุดต่อระหว่างองค์อาคาร

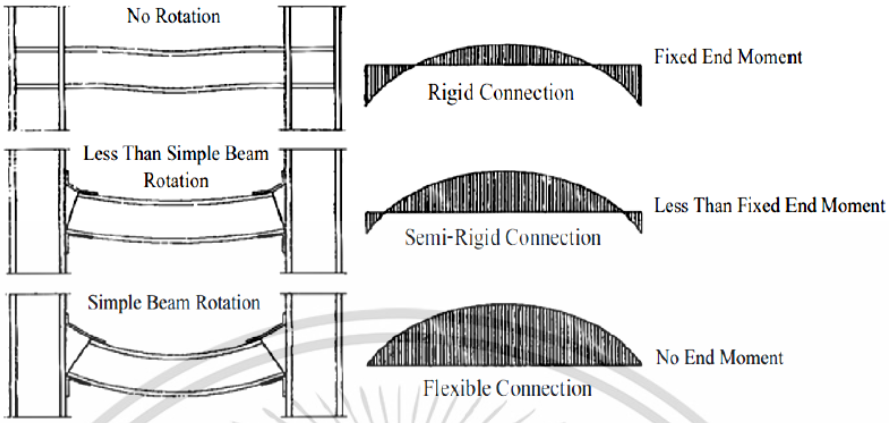
ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดระหว่างโครงสร้างแต่ละอาคารนั้น ขึ้นอยู่กับจุดต่อระหว่างองค์อาคารว่าเป็นแบบยึดแน่นหรือไม่ กล่าวคือจุดต่อสามารถถ่ายโมเมนต์ดัดได้หรือไม่นั่นเอง ในการสร้างโครงข้อแข็งนั้น ความแข็งแกร่งของจุดต่อเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้โครงสร้างมีความทนทานต่อแรงด้านข้าง ในการออกแบบจุดต่อองค์อาคารความยึดแน่นของรอยต่อจึงควรได้รับการเอาใจใส่ซึ่งจะทำให้คานและเสาที่ประกอบในโครงสร้างนั้นทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์[18]

จุดต่อแบบกึ่งยึดแน่นจะรับโมเมนต์ที่ปลายองค์อาคารได้บางส่วน ซึ่งสามารถส่งผลช่วยลดโมเมนต์ที่กึ่งกลางคานได้ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งแสดงไดอะแกรมของโมเมนต์ดัดสำหรับคานรับน้ำหนักกระจายคงที่โดยมีการยึดปลายสามแบบ จากภาพจะสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนว่าความ

[18] เดอะโคไซคลับ, **การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก**, หน้า 40.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงระหว่างโมเมนต์ที่ปลาย และโมเมนต์ที่กึ่งกลางของคานในกรณีของจุดต่อที่ต้านทานการหมุนได้มากกว่ามีแนวโน้มที่จะออกแบบคานได้ประหยัดกว่า[19]



รูปที่ 2.3 ผลของโมเมนต์เนื่องจากประเภทจุดต่อ
ที่มา : มานิตย์ ลีกิจวัฒนะ (2542) อ้างถึง Maxwell และคณะ (1981)

2.6 ประเภทของโครงสร้างและรูปแบบของโครงถัก

2.6.1 ประเภทของโครงถัก

1. แบ่งตามวัสดุ ได้แก่ โครงถักไม้ (Wooden truss) โครงถักเหล็ก (Steel truss) โครงถักคอนกรีต(Reinforced concrete truss) และ โครงถักองค์ประกอบ (Composite truss)

2. แบ่งตามรูปแบบ หรือ ลักษณะทางกายภาพของโครงสร้าง เช่น โครงถักรูปจั่ว โครงถักรูปแบน และ โครงถักรูปโค้ง

3. แบ่งตามลักษณะการถ่ายแรง หรือ ตามระบบโครงสร้าง เช่น โครงถักทางเดียว โครงถักหลายระนาบ โครงถักรูปตาราง โครงถักรูปโดม (Dome) รูปโค้ง (Arch) โวลท์ (Vault) หรือ โค้งแบบประทุน (Barrel vault)

2.6.2 รูปแบบของโครงถัก

1) โครงรูปแบบคันธนู (Bowstring truss)

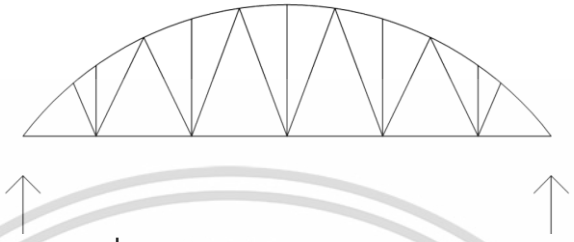
เป็นรูปแบบที่ประหยัดสำหรับโครงสร้างที่ต้องรับน้ำหนักมาก กล่าวคือยิ่งใช้รูปพาราโบล่ายิ่งถูกหลักตามทฤษฎีมาก เพราะน้ำหนักถ่ายลงท่อนโค้งโดยหน้าตัดท่อนโค้งจะรับเฉพาะแรงอัดเท่านั้น

[19] มานิตย์ ลีกิจวัฒนะ, **การศึกษาพฤติกรรมของโครงข้อแข็งเหล็กรูปพรรณที่มีข้อต่อแบบกึ่งยึดแน่นโดยการวิเคราะห์แบบอันดับสอง** (ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542), หน้า 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เกิดแรงดัด(Bending) ดังนั้นจึงไม่ต้องใส่ตัวตั้ง (Post) รับแรงอัดเลย การใส่ตัวตั้งไว้เพื่อสะดวกในการก่อสร้าง อัตราส่วนความลึกของโครง : ความยาว คือ 1 : 6-8 สามารถพาดช่วงได้ถึง 60 เมตร 11

โครงแบบนี้ลักษณะการถ่ายแรงจะคล้ายคลึงกับโครงรูปจั่ว และจากรูปร่างที่พัฒนาหลายแบบ ทำให้เกิดโครงแบบใหม่ ๆ ขึ้นอีก อาทิเช่น Bowstring-flat, Crescent (พระจันทร์เสี้ยว), Crescent Bowstring เป็นต้น



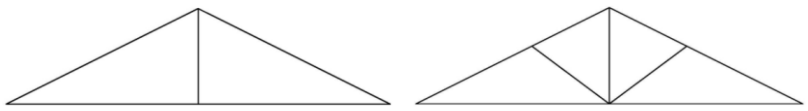
รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบโครงถักคันธนู
ที่มา: ชนินทร์ ทิพโยภาส

2) โครงรูปจั่ว (Gable truss/Pitch truss)

สำหรับอาคารทั่วไปโครงหลังคาของโครงสร้างเหล็กทั่วไปมักจะใช้โครงถักรูปจั่วมากกว่าใช้โครงถักชนิดคอร์ดขนานหลังคาบ้านของชาวญี่ปุ่นทั่วไปเป็นรูปจั่วแต่ไม่ใช่เป็นโครงถักน้ำหนักของหลังคาผ่านชิ้นส่วนตั้งตรงข้ามกับชนิดส่วนตั้งทำหน้าที่เป็นตัวช่วยกระจายน้ำหนักตรงข้ามกับโครงถักซึ่งอยู่ได้จากการสมดุลของแรงตามแนวนอนหลังคาโครงถักที่ตั้งอยู่ได้จากสมดุลของแรงตามแนวแกนหลังคาโครงถักของญี่ปุ่นมีโครงสร้างคล้ายกับคานเพราะมีการรับแรงดัด

โครงรูปจั่วมีข้อดี คือ ส่วนหนึ่งของน้ำหนักบรรทุกที่เกิดขึ้นกับโครงถ่ายทอดลงสู่จุดรองรับโดยตรงสามารถเลือกใช้เครื่องมุงหลังคาง่าย ใช้พาดช่วงยาวปานกลาง วิธีการก่อสร้างประกอบง่ายไม่ยุ่งยาก พาดช่วงกว้างได้ถึง 27 เมตร ระยะห่างระหว่างโครงประมาณ 4.5-6 เมตร โดยความเป็นจริงระยะดังกล่าว เป็นเพียงแต่ที่นิยมใช้เท่านั้น อัตราส่วนความลึกของโครงประมาณ 1 : 5-7

ในจำพวกโครงถักรูปจั่วชนิดที่มีการใช้กันมากที่สุด คือ โครงถักแบบคิงก์ และแบบฟิงด์ ดังแสดงในรูปพร้อมกับโครงที่เป็นจำพวกเดียวกัน โครงถักรูปจั่วประกอบด้วยชิ้นส่วน 2 ชนิด คือ ชิ้นส่วนรับแรง ดึง และ ชิ้นส่วนรับแรงอัด เช่นเดียวกับโครงถักแบบคอร์ดขนาน[20]



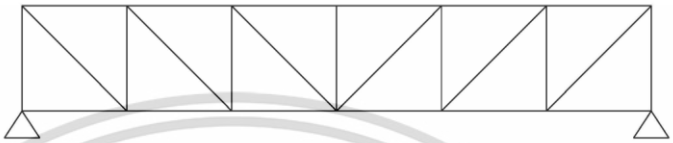
รูปที่ 2.5 แสดงโครงถักแบบคิงก์
ที่มา: Thomas Herzog และชนินทร์ ทิพโยภาส

[20] ชนินทร์ ทิพโยภาส ,**โครงถักกับงานสถาปัตยกรรม**,หน้า 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) โครงแบบคอร์ดขนาน (Flat Truss)

โครงแบบแบนตั้งหรือโครงแบบคอร์ดขนาน มักพบเห็นโดยทั่วไป ส่วนมาใช้เป็นคานช่วงพาดกว้างเหมาะสำหรับใช้เป็นโครงพื้นและโครงหลังคา สะดวกต่อการขึ้นไปใช้งานด้านบน การค้า ยึด หรือยันกับเสาทาได้ง่ายเพราะมีตัวโครงขนานกับเสาอยู่แล้ว การพาดช่วงกว้าง พาดได้ถึง 45 เมตร อัตราส่วนความลึกของโครง : ความยาว คือ 1: 8 – 10



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบโครงถัก Flat truss แบบโฮว์

ที่มา: ชนินทร์ ทิพโยภาส

4) โครงแบบโค้ง (Curved Truss)

นิยมมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากมีการใช้แผ่นเหล็กรีดรอนมุง หลังคาซึ่งสามารถดัดโค้งได้ง่าย มักพบเห็นโดยทั่วไป ส่วนมาใช้เป็นคานช่วงพาดกว้างเหมาะสำหรับใช้เป็นโครงพื้น และโครงหลังคา สะดวกต่อการขึ้นไปใช้งานด้านบน การค้า ยึด หรือยันกับเสาทาได้ง่ายเพราะมีตัวโครงขนานกับเสาอยู่แล้ว การพาดช่วงกว้าง พาดได้ถึง 45 เมตรอัตราส่วนความลึกของโครง : ความยาว คือ 1: 6 – 8

รูปที่ 2.7 แสดงรูปแบบโครงถักแบบโค้ง

ที่มา: มงคล จิรวัชรเดช

5) โครงแบบเอียงคอร์ดขนาน (Incline parallel chord truss)

โครงแบบเอียงคอร์ดขนาน มักพบเห็นโดยทั่วไป ส่วนมาใช้เป็นคานช่วงพาดกว้างเหมาะสำหรับใช้เป็นโครงพื้น และโครงหลังคา สะดวกต่อการขึ้นไปใช้งานด้านบน การค้า ยึด หรือยันกับเสาทาได้ง่ายเพราะมีตัวโครงขนานกับเสาอยู่แล้ว การพาดช่วงกว้าง พาดได้ถึง 45 เมตรอัตราส่วนความลึกของโครง : ความยาว คือ 1: 8 – 10[21]

[21] มงคล จิรวัชรเดช ,**เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนึกส์เรื่องโครงถักหลังคา,** (สาขาวิศวกรรมโยธา,คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยสุรนารี,2556) หน้า 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 แสดงรูปแบบโครงถักแบบเอียงคอร์ดขนาน
ที่มา: มงคล จิรวัชรเดช

6) โครงแบบแนวเอียง (Sloping Flat Truss)

โครงแบบเอียงคอร์ดขนาน มักพบเห็นโดยทั่วไป ส่วนมาใช้เป็นคานช่วงพาดกว้างเหมาะสำหรับใช้เป็นโครงพื้นและโครงหลังคา สะดวกต่อการขึ้นไปใช้งานด้านบน การค้า ยึด หรือยันกับเสาทาได้ง่ายเพราะมีตัวโครงขนานกับเสาอยู่แล้ว การพาดช่วงกว้าง พาดได้ถึง 45 เมตรอัตราส่วนความลึกของโครง : ความยาว คือ 1: 8 – 10[22]

รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบโครงถักแบบแนวเอียง
ที่มา: มงคล จิรวัชรเดช

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้าง หลังคาเหล็กรูปพรรณ รอยต่อโครงสร้างเหล็กรูปพรรณว่ามีการศึกษาในเรื่องใดไปแล้วบ้าง ใช้วิธีการอย่างไร รวมถึงมีข้อสรุปผลและข้อเสนอแนะอย่างไรบ้างเพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในชิ้นงานนี้ โดยส่วนหนึ่งส่วนใดของงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อโครงการมีดังต่อไปนี้

1) สุธน รุ่งเรือง (2546) ได้ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นของจุดต่อโครงสร้างระหว่างองค์อาคารเหล็กและองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรมการรับแรงของจุดต่อโครงสร้างระหว่าง หูช้างเหล็กและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อหาสาเหตุความเสียหาย รวมทั้งหาแนวทางการแก้ไขและข้อควรระวัง พบว่า สาเหตุที่ทำให้จุดต่อโครงสร้างระหว่างองค์อาคารเหล็กและองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไปได้รับความเสียหายมากที่สุดคือ Anchor bolt และเหล็กเกิดสนิมเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม สาเหตุประการที่สองพบเป็นการแตกร้าวของคอนกรีตเนื่องจากการ

[22] มงคล จิรวัชรเดช,**เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่องโครงถักหลังคา,**หน้า 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสื่อมสภาพของคอนกรีตเป็นเหตุให้เหล็กเสริมคอนกรีตเกิดสนิมจนเป็นเหตุให้จุดต่อวิบัติ และยังพบว่าความเสียหายของจุดต่อบางครั้งเกิดจากการก่อสร้างไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการรับน้ำหนัก โดยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปนั้นอาจใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ในลักษณะดังกล่าว

การศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า แม้สาเหตุความเสียหายของจุดต่อส่วนใหญ่มาจากการเกิดสนิมแต่ก็สามารถแก้ไขได้โดยการเลือกใช้วัสดุเหล็กและคอนกรีตที่มีคุณภาพ ส่วนปัญหาจากความไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการรับน้ำหนักนั้นมีความสำคัญมากโดยเฉพาะกับจุดต่อของวัสดุต่างชนิดกัน จึงควรศึกษาเพื่อทำเข้าใจเพื่อป้องกันปัญหาตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยให้การวิเคราะห์ง่ายขึ้นและมีผลน่าเชื่อถือ

2) ระพีพงษ์ สุขใจและพงพันธ์ อ่าจุ้ย(2550)โครงถักแบบใดรับแรงได้ดีที่สุด และเหล็กที่เลือกใช้ในโครงถัก ที่นำมาศึกษามี 4 รูปแบบ Pratt Howe Warren Fink โดยพิจารณาช่วงความยาว 10,20,30 เมตร และระยะห่างโครงถัก 5 เมตร สำหรับวัสดุมุงที่ใช้เป็นกระเบื้องลอนคู่ ความลาดเอียงของโครงถัก 14 องศา สำหรับโครงถัก Pratt Howe Warren และสำหรับ โครง Fink มีข้อกำหนดว่ามีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 20 องศา แต่ที่นำมาใช้วิเคราะห์โครง Fink ใช้ 34 องศา เพราะทำให้ระยะ ระหว่างแปที่ใช้มุงกระเบื้องลอนคู่ลงตัวพอดี

ผลการวิจัยพบว่าโครงถักที่รับแรงได้ดีที่สุดคือ โครง Fink รองลงมา Howe, Pratt, Warren โครงถักที่ประหยัดที่สุดคือ Pratt, Howe, Fink, Warren ตามลำดับ

3) ธนศักดิ์ พิทยากร (2557) รูปแบบโครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณพาดช่วงกว้างสนามฟุตซอล รูปแบบมีผลต่อการรับแรงของโครงสร้าง ส่งผลต่อขนาดของความกว้างและหน้าตัดของโครงสร้าง รวมไปถึงการเลือกใช้ขนาดของวัสดุในการก่อสร้างและราคาการก่อสร้าง พบว่ามีการเลือกใช้โครงสร้างหลังคา ลักษณะ Curved truss มากที่สุดถึง 12 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 57.4% โดยลักษณะดังกล่าวเป็นรูปแบบที่มีงบประมาณถูกที่สุด แต่ว่ามีความแอ่นตัวมากกว่า โครงสร้างแบบ Bowstring truss และ Pitch truss เท่านั้น

ผลการวิจัยพบว่าโครงสร้าง Curved truss เป็นลักษณะโครงสร้างที่ สอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอยของสนามฟุตซอล เนื่องจากให้พื้นที่เปิดโล่งได้ตามลักษณะการใช้งาน ใช้โครงสร้างเหล็กเป็นโครงสร้างหลัก อีกทั้งยังเป็นรูปแบบที่ประหยัดงบประมานในการก่อสร้างมากที่สุด ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้รูปแบบโครงสร้างนั้น แบ่งเป็น 3 อย่าง คือ

- ประโยชน์ใช้สอย คือ การเลือกใช้พื้นที่ให้เหมาะสม ความกว้าง ความยาว ความสูงซึ่งจะมีผลต่อการ ออกแบบโครงสร้างหลังคาในรูปแบบต่างๆ

- วัสดุ คือ การเลือกใช้วัสดุต้องมีความสอดคล้องกับการออกแบบจากพื้นที่ของประโยชน์ใช้สอย ซึ่งอาจทำให้โครงสร้างมีวัสดุที่เบา และทำให้ลดภาระทางโครงสร้าง

- ราคา คือ ความสัมพันธ์ ระหว่าง โครงสร้าง การใช้วัสดุที่ประหยัดเหมาะสมการก่อสร้างจะทาให้ราคาของการก่อสร้างประหยัดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) กออิศรา ประชาอาทร (2555) จุดต่อโครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง: กรณีศึกษาสถานีรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ พบว่าจุดต่อเหล็กรูปพรรณพาดช่วงกว้างนั้นมีหลายประเภทโดยแต่ละประเภทมีรูปแบบการรับแรงที่แตกต่างกัน ที่พบโดยมากในสถานีรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมินั้นเป็นประเภทกึ่งยึดแน่น โดยการยึดจุดต่อด้วยสลักเกลียวร่วมกับการเชื่อมในจุดต่อระหว่างองค์อาคาร

ผลการวิจัยพบว่าการใช้รูปแบบจุดต่อโครงสร้างแบบกึ่งยึดแน่นนั้นในทางทฤษฎีเป็นจุดต่อที่ช่วยลดแรงกระทำภายในโครงสร้างมากที่สุด ดังนั้นส่งผลต่อขนาดโครงสร้างที่มีขนาดเล็กลงตามแรงกระทำภายในได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้างของอาคารกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีลักษณะการดำเนินการวิจัยโดยการใช้เทคนิคการสำรวจภาคสนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้างการใช้งานด้านการกีฬา โดยศึกษาโครงสร้าง รูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้าง และการใช้งานด้านการกีฬาของอาคาร ทั้งในส่วนพื้นที่การใช้งาน และพื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร เพื่อเป็นการรวบรวมจำแนกการใช้งานด้านการกีฬาที่อยู่ภายใต้โครงสร้างพาดช่วงกว้างของอาคารสนามกีฬาในร่ม อีกทั้งยังรวบรวมรูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้าง โดยมีการทดลองเข้ามาช่วยเพื่อแสดงให้เกิดความชัดเจนในส่วนของการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์และเปรียบเทียบรูปแบบการใช้งานด้านการกีฬา พื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา การใช้งานในเชิงปริมาตรที่สอดคล้องกับรูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้างเพื่อเป็นแนวทางในการการออกแบบอาคารสนามกีฬาในร่มช่วง ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

หลังจากกำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลปฐมภูมิ และ ข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

- ศึกษาโดยการลงพื้นที่เก็บข้อมูล ถ่ายภาพ จดบันทึกข้อมูล วัดระยะ สังเกตการณ์รวมถึงการศึกษาข้อมูลจากแบบก่อสร้าง และ ข้อมูลประเภทของกีฬาที่ใช้งานในอาคาร

ในขั้นตอนนี้เป็นส่วนของการดำเนินการขั้นแรกโดยการค้นคว้าหาข้อมูลพื้นฐาน ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบก่อสร้างอาคารโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้าง และ ขนาดพื้นที่ใช้งานของอาคารสนามกีฬา โดยศึกษาจากตำรา รายงาน มาตรฐานของสนามกีฬาที่ได้มีการกำหนดไว้ของการกีฬาแห่งประเทศไทย บทความที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ รวมถึงการลงสำรวจพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางการทำวิจัย

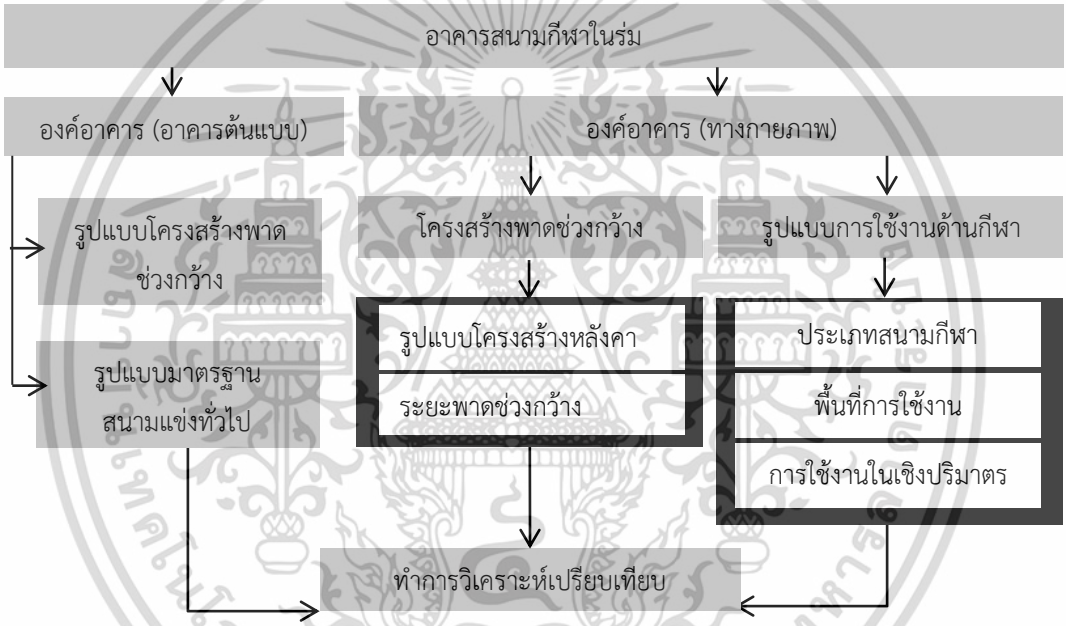
- หลังจากค้นคว้าและศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้คัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษาของอาคารโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้าง ที่จะใช้เป็นกรณีศึกษา โดยได้ทำการเลือกอาคารโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้างที่มีการใช้งานเป็นอาคารทางด้านการกีฬาหรือที่ถูกเรียกกันว่าอาคารสนามกีฬาในร่มเป็นหัวข้อในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

- การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอาคารโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้าง และ ความต้องการการใช้งานอาคารประเภทอาคารสนามกีฬาในร่ม จากหนังสือบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากข้อมูลสื่อสิ่งพิมพ์ หรือข้อมูลทางสถิติอื่นๆที่น่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้อ้างอิงได้เป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์และอ้างอิงในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมนั้น จะเห็นได้ว่าโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้าง ของอาคารสนามกีฬาในร่มนั้นมีรายละเอียดที่สำคัญ คือการใช้งานด้านการกีฬาที่อยู่ภายใต้โครงสร้างพาดช่วงกว้าง การใช้งานในเชิงปริมาตร รูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้าง ดังนั้นการเลือกใช้รูปแบบโครงสร้างที่สอดคล้องกับการใช้งานด้านการกีฬา จึงมีความสำคัญต่อการออกแบบงานสถาปัตยกรรม



รูปที่ 3.1 ผังกรอบแนวคิดการวิจัย

ที่มา: ผู้วิจัย

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

นอกจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการแล้ว การเลือกตัวอย่างอาคารเพื่อการรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบโครงสร้างจริง ซึ่งอาจแตกต่างกับทฤษฎีโครงสร้างที่ได้ศึกษามา เนื่องด้วยปัจจัยทางกายภาพ และสภาพความเป็นจริงของอาคาร รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจึงทำให้สามารถประมวลผลและวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ตามวัตถุประสงค์และชัดเจนยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวิธีการเลือกตัวอย่างครั้งนี้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกอาคารกรณีศึกษาเป็นกลุ่มอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีการใช้งานอาคารลักษณะเดียวกันคือการใช้งานด้านการกีฬา แต่มีความหลากหลายของรูปแบบโครงสร้างซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่ใช้งาน การใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร และปัจจัยที่สำคัญในด้านอื่นในการเลือกใช้รูปแบบของโครงสร้างอาคาร โดยเลือกศึกษาอาคารกลุ่มนี้ เนื่องจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าโครงการดังกล่าวมีรูปแบบโครงสร้างอาคารที่มีความหลากหลาย และ แตกต่างทั้งในส่วนของโครงสร้างหลังคา การใช้งานด้านการกีฬา ซึ่งกลุ่มอาคารดังกล่าวมีความเหมาะสมตามขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

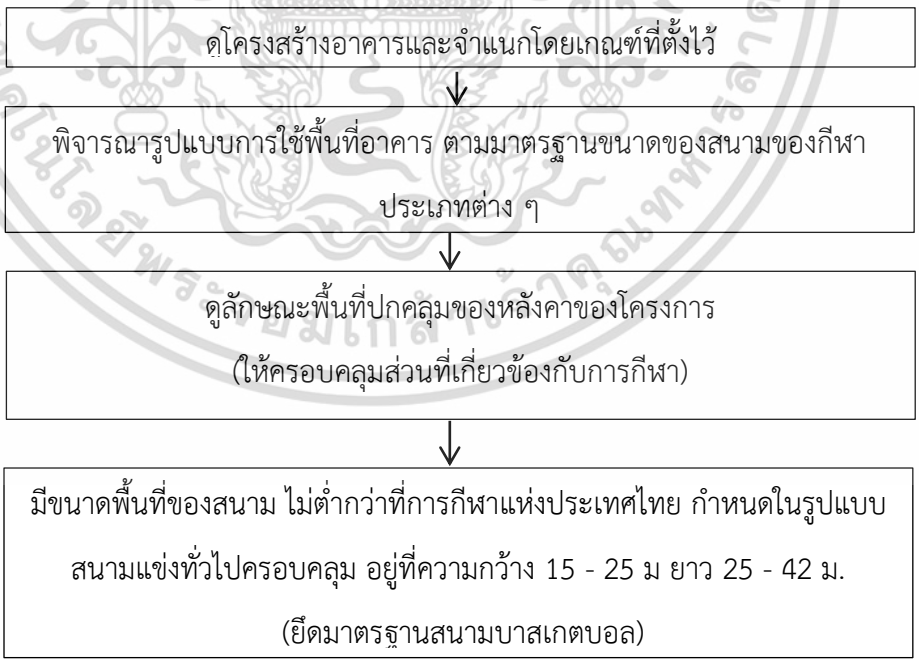
1) เป็นอาคารที่มีการใช้งานอาคารทางการกีฬาที่มีหลังคาปกคลุมทั่วพื้นที่การใช้งาน กล่าวคือเป็นอาคารสนามกีฬาในร่ม

2) โครงสร้างหลักที่ปกคลุมพื้นที่ใช้งานเป็นโครงสร้างเหล็ก โดยประกอบไปด้วย ฐานอาคารเหล็กรูปพรรณ หรือ ฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก และจุดต่อระหว่างหลังคาและฐานอาคาร

3) มีรูปแบบหลากหลายในการใช้งานด้านการกีฬาที่คล้ายคลึงกัน

4) โครงสร้างหลักนั้นเป็นแบบที่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีการทางโครงสร้าง 2 มิติ

จากการเลือกอาคารที่เป็นกรณีศึกษาเบื้องต้นเป็นที่เรียบร้อยเพื่อจำแนกรูปแบบของอาคาร แล้วจากนั้นจะทำการศึกษาโครงการที่จะต้องทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบในโครงสร้างโดยทำการเลือกโครงการที่มีลักษณะดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 เกณฑ์ในการเลือกอาคารเป็นกรณีศึกษา
ที่มา: ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

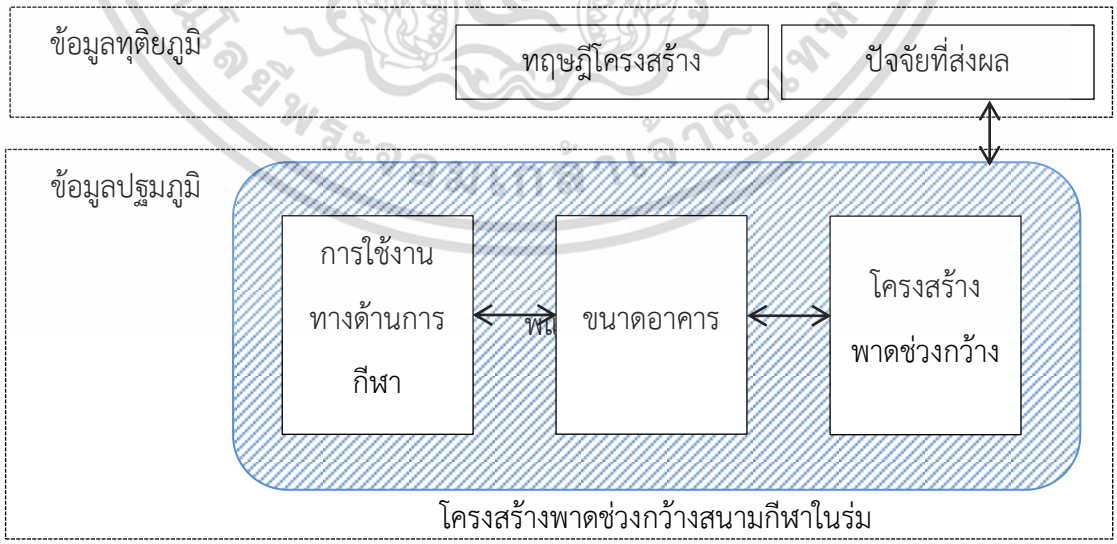
การรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีข้อมูล 2 ประเภทคือข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ โดยแบ่งช่วงการเก็บข้อมูลเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดต่อไป

3.3.1 การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้างจากแบบก่อสร้างจริง (As Build Drawing) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากฝ่ายอาคารสถานที่ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยทราบรายละเอียดของรูปแบบโครงสร้างของอาคารซึ่งรายละเอียดดังกล่าวผู้วิจัยจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการ วิเคราะห์ และทดสอบโครงสร้างด้วยโปรแกรมSAP2000 เพื่อวิเคราะห์ผลของพฤติกรรมโครงสร้างแต่ละประเภท

3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นการรวบรวมข้อมูลจากสถานที่จริง เพื่อเปรียบเทียบประกอบรายละเอียดจากแบบก่อสร้าง และทำการเก็บข้อมูลอาคารกรณีศึกษาที่ไม่สามารถ ศึกษาจากแบบก่อสร้างจริงได้ โดยทำการเก็บข้อมูลโดยการสังเกต ถ่ายภาพ และวัดระยะจากอาคารตัวอย่างที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว โดยเน้นข้อมูลตัวแปรที่สำคัญที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม อาทิ การใช้งานทางด้านการกีฬา รูปแบบโครงสร้างอาคาร ซึ่งมีความแตกต่างกันในการใช้งานประเภทเดียวกัน โดยตัวแปรดังกล่าวมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้



รูปที่ 3.3 ผังความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา

ที่มา: ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เครื่องมือในการวิจัย

3.4.1 เครื่องมือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำการสร้างแบบสอบถามเก็บข้อมูลโดยละเอียด ใช้กล้องถ่ายรูป และอุปกรณ์วัดระยะเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลตัวแปรที่สนใจในอาคารตัวอย่างตามรายละเอียดที่ได้ศึกษาจากแบบก่อสร้าง และทำการถ่ายภาพ วัดระยะอาคาร จดบันทึกเพื่อนำมาเขียนแบบอาคารในอาคารกรณีศึกษาที่ไม่สามารถหาข้อมูลแบบก่อสร้างได้ รวมถึงรายละเอียดที่สำคัญเพื่อประกอบในการวิเคราะห์

3.4.2 เครื่องมือในการทดสอบโครงสร้าง

การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้โปรแกรม SAP2000 ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างด้วยระเบียบวิธี ไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ร่วมกับคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Window 8 สำหรับทาการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อศึกษาพฤติกรรมของแรงภายในที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง โดยสามารถคำนวณโครงสร้างที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักการทั่วไปของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์คือการแบ่งระบบโครงสร้างออกเป็นเอลิเมนต์เล็กๆ ซึ่งการจำลองโครงสร้างในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการจำลองโครงสร้างเป็นแบบเอลิเมนต์มิติเดียว ด้วยจุดต่อ 2 จุด (2-Node Frame Element) เอลิเมนต์มิติเดียวจะใช้แทนโครงสร้างที่มีการกระจัดหรือการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวในลักษณะเชิงเส้น โดยในการแสดงภาพให้เห็นรูปแบบของโครงสร้างจะมีการสร้างหุนจำลองสามมิติขึ้นด้วยโปรแกรม Sketch up 2017 เพื่อให้เห็นลักษณะของโครงสร้างที่สมจริง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลปฐมภูมิ โดยวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้ว เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์และสามารถตอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีการวิเคราะห์ในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์จำแนกการใช้งานทางด้านการกีฬา
2) การวิเคราะห์การใช้งานในเชิงปริมาตรที่อยู่ภายใต้โครงสร้างพาดช่วงกว้าง
3) การวิเคราะห์จำแนกรูปแบบของโครงสร้างพาดช่วงกว้าง
4) การวิเคราะห์เปรียบเทียบรูปแบบโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การสรุปอภิปรายและเสนอแนะ

จากกระบวนการวิจัยข้างต้น สามารถนำมาสรุปและอภิปรายได้ 3 ส่วนคือ

1) สรุปและอภิปรายการใช้งานทางด้านการกีฬาทั้งส่วนพื้นที่การใช้งาน และ การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตร

2) สรุปและอภิปรายรูปแบบของประเภทโครงสร้างอาคารและความสำคัญในการเลือกใช้

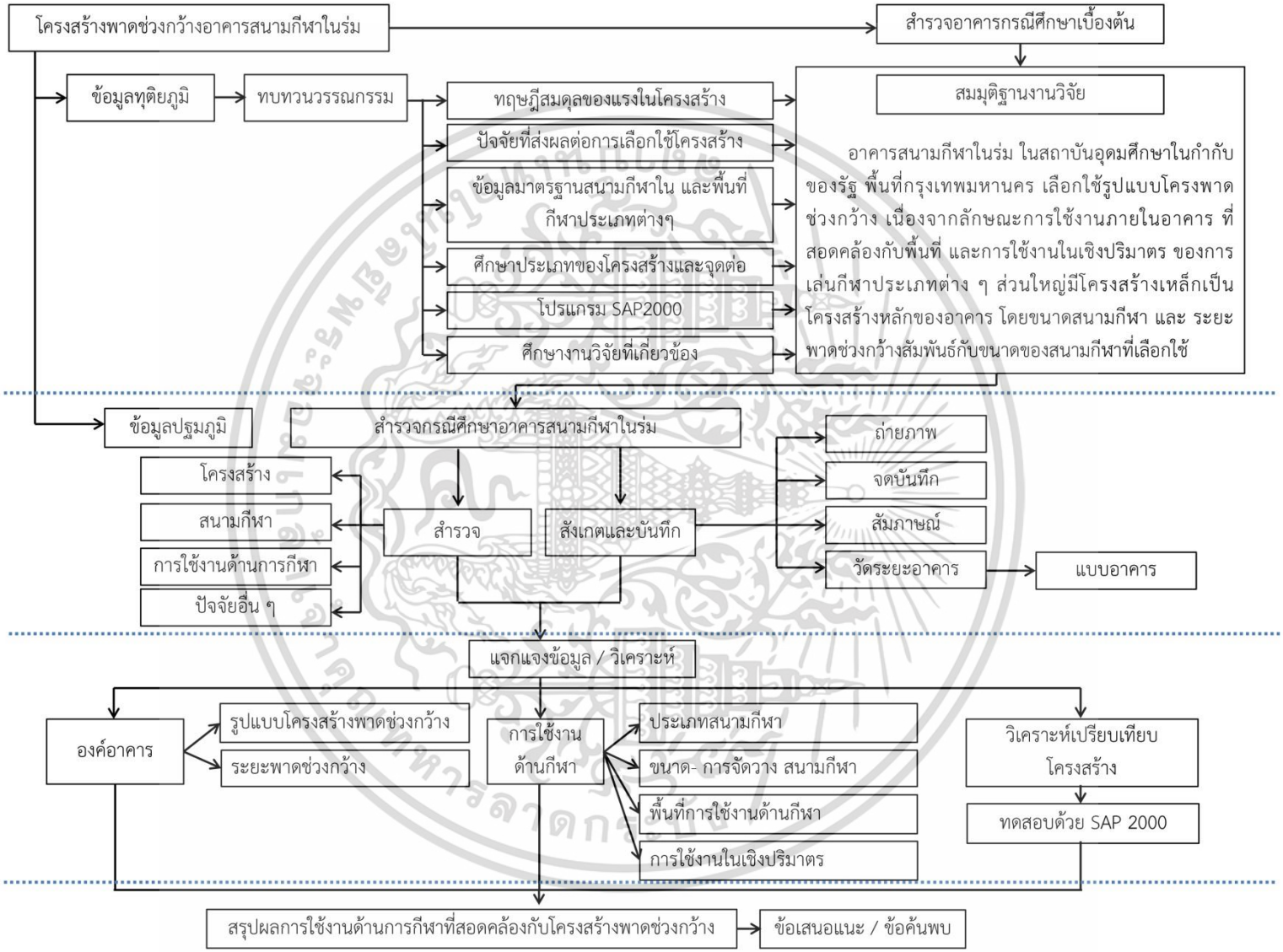
2) สรุปและอภิปรายผลของปัจจัยที่ส่งผลในการเลือกใช้รูปแบบรอยต่อของหลังคากับฐานอาคาร

3) สรุปและอภิปรายข้อเสนอแนะในการทำวิจัยขั้นต่อไป

3.7 การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีกระบวนการดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

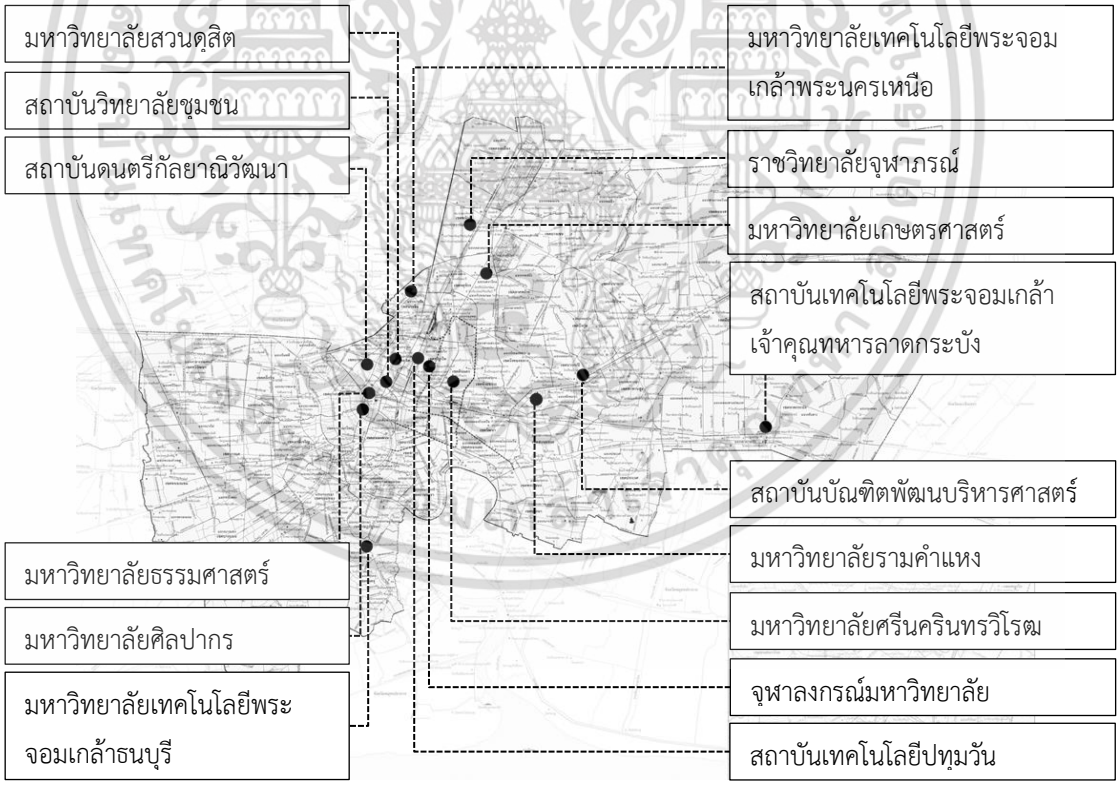


รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัย

ที่มา: ผู้วิจัย

บทที่ 4
รูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในการ ลงสำรวจภาคสนาม พบว่าสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ[1] มีสถาบันอุดมศึกษาในกับและของรัฐ รวมจำนวนทั้งหมด 35 แห่ง โดยสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีจำนวนทั้งหมด 15 แห่งได้แก่ 1) มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 3) สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ 4)สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน 5) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 6) มหาวิทยาลัยศิลปากร 7) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ วิทยาเขตท่าพระจันทร์ 8) สถาบันดนตรีกัลยาณิวัฒนา 9) มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 10) สถาบันวิทยาลัยชุมชน 11) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 12) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน 13) ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ 14) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 15) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



รูปที่ 4.1 สถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

[1] กระทรวงศึกษาธิการ.สถาบันอุดมศึกษาในสังกัด.สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561 จาก http://www.mua.go.th/university.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในจำนวนสถาบันอุดมศึกษา ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำนวน 15 แห่งนี้ เมื่อได้ลงสำรวจข้อมูลภาคสนามพบว่าสถาบันอุดมศึกษา ที่มีอาคารสนามกีฬาในร่มมีจำนวน 12 แห่งที่มี ทั้งนี้ในการสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลนั้น มีกระบวนการขั้นตอนในการติดต่อเพื่อขอเข้าสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลจากสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ซึ่งในระยะเวลาการทำการวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อนำมาวิเคราะห์และประมวลทั้งหมดจำนวน 7 อาคาร จาก 6 สถาบันอุดมศึกษา ได้แก่

1) อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2) อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3) อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
4) อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
5) อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
6) อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7) อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตั้งอยู่ที่ชั้น 12 (ชั้นดาดฟ้า) ของอาคาร 40 ปี สจพ. หรือ อาคารโรงอาหาร 40 ปี ภายในอาคารถูกใช้งานหลากหลายประเภท ประกอบด้วย ชั้น 1 เป็นส่วนลานจอดรถ ธนาคาร และศูนย์บริการนักศึกษา ชั้น 2 เป็นส่วนศูนย์อาหาร ชั้น 3 และชั้น 7 เป็นส่วนใช้งานด้านการกีฬา เป็นสนามกีฬาในอาคารปิด โดยจะใช้การเปิดโล่งระหว่างชั้นในอาคารทำให้มีพื้นที่ตอบสนองความต้องในการใช้งานด้านการเล่นกีฬาที่มากขึ้น ส่วนชั้น 4,5,6,8,9,10 และ 11 เป็นส่วนสำนักงาน ห้องประชุม ห้องพักรับรอง และชมรมนักศึกษา ในการวิจัยนี้จะพิจารณาการใช้งานด้านการกีฬาในส่วนที่มีความเชื่อมโยงกับ โครงสร้างพาดช่วงกว้าง กล่าวคือจะพิจารณาในส่วนที่ติดกับโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้าง คือส่วนชั้น 12 ที่ถูกใช้งานเป็นพื้นที่สนามกีฬาเทนนิส สนามกีฬาฟุตซอล สนามมวย และสนามกีฬายูโด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 อาคาร 40 ปี สจพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน เมษายน พ.ศ.2561

ที่ตั้ง

อาคาร40 ปี สจพ. ตั้งอยู่บริเวณใจกลางของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ถนนประชาราษฎร์ แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร โดยตัวอาคาร ตั้งอยู่ติดกับคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ และคลองบางเขนใหม่

รูปที่ 4.3 ทำเลที่ตั้งอาคาร 40 ปี สจพ. โดยสังเขป

ที่มา : ดัดแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การใช้งานด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

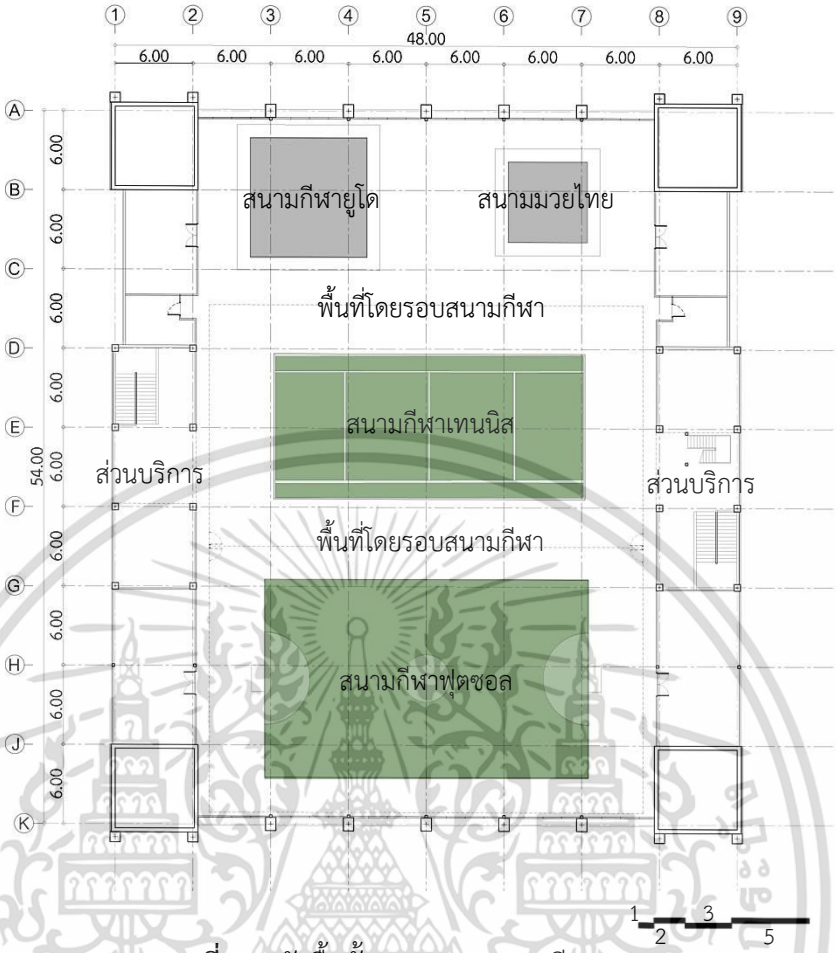
การใช้งานด้านกีฬาของอาคาร 40 ปี สจพ. ชั้น 12 นั้นประกอบไปด้วย

1) สนามกีฬาฟุตซอล ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 25 เมตร
2) สนามกีฬาเทนนิส ขนาด กว้าง 11 เมตร ยาว 24 เมตร
3) สนามกีฬายูโด ขนาด กว้าง 10 เมตร ยาว 10 เมตร

จะเห็นได้ว่าขนาดสนามกีฬาทั้งหมดนี้เป็นสนามกีฬาขนาดมาตรฐาน นอกจากนั้นยังมีพื้นที่สำหรับฝึกซ้อมมวยไทย พื้นที่รอบสนาม และส่วนบริการต่างๆเช่นห้องลอกเกอร์ ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ และห้องแต่งตัว

รูปที่ 4.4 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคาร 40 ปี สจพ.
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน เมษายน พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



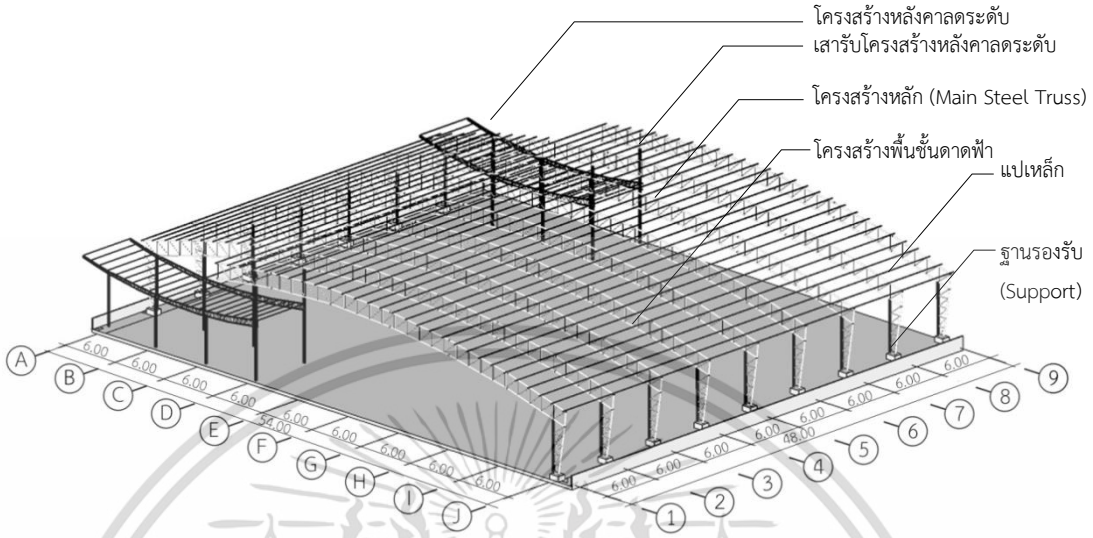
รูปที่ 4.5 ผังพื้นชั้น 12 อาคาร 40 ปี สจพ.
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน เมษายน พ.ศ.2561

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่มา : รวบรวมจากการสำรวจ

รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา	1,855 ตร.ม.	70
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	776 ตร.ม.	30
รวมพื้นที่อาคาร	2,631 ตร.ม.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 โครงสร้างหลังคา และจุดต่อ

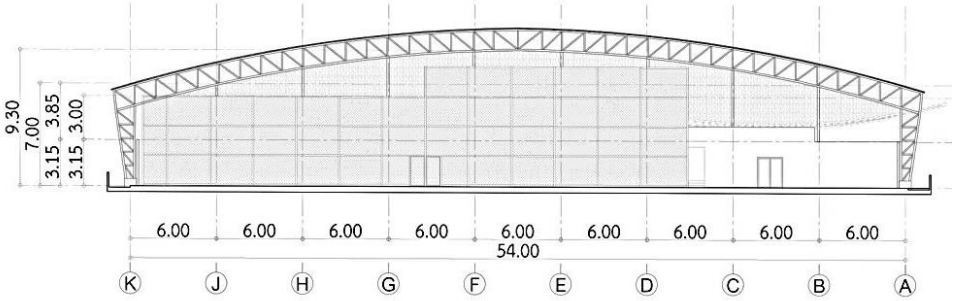


รูปที่ 4.6 โครงสร้างหลังคา สนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

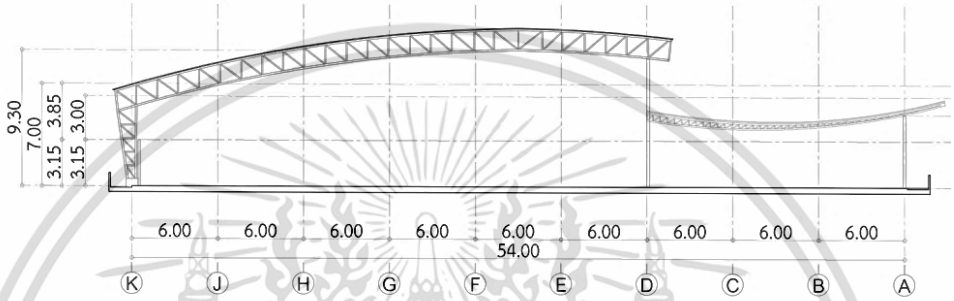
จากการศึกษาโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่าหลังคาโครงสร้างเหล็ก มีความสูง 5.5 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้คาน(ล่างสุด) และมีความสูงสุดอยู่ที่ 9.30 เมตรจากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา โครงสร้างหลังคาและเสาเป็นโครงถักเชื่อมต่อกันเป็นชิ้นเดียว โครงสร้างหลักพาดช่วงกว้าง 54 เมตร โดยวาง ทุก ๆ ช่วง 6 เมตร เป็นจำนวน 7 ช่วง และอีก 2 ช่วง เป็นส่วนโครงสร้างหลังคาลดระดับ

รูปที่ 4.7 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา สนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ.
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน เมษายน พ.ศ.2561

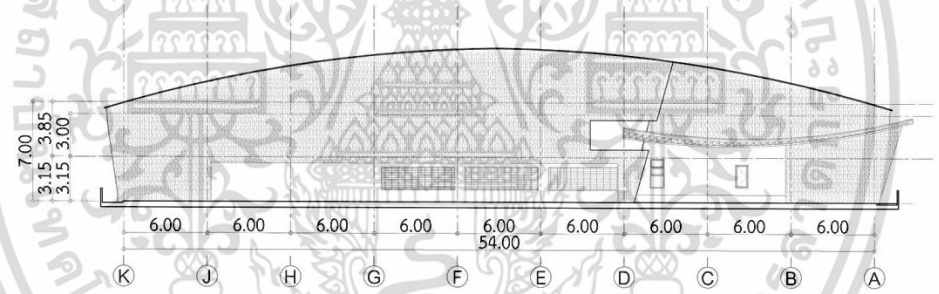
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



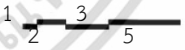
รูปตัด โครงสร้างหลังคา



รูปตัด โครงสร้างหลังคาส่วนลดระดับ



รูปด้าน ส่วนชั้น 12 อาคาร 40 ปี สจพ.



รูปที่ 4.8 รูปตัด และรูปด้าน สนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ.
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนรูปตัด และรูปด้านอาคารจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.2.3.1 จุดต่อ และ ฐานรองรับ

จุดต่อของโครงสร้างหลังคาสนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ. นั้น แบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ

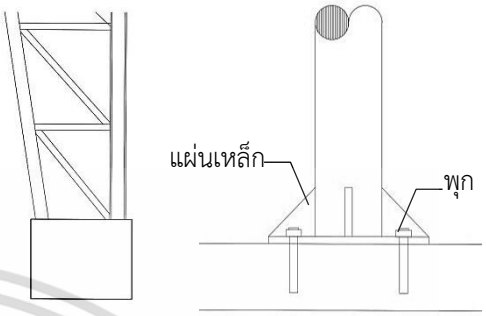
ส่วนที่ 1 การเชื่อมต่อของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่เป็นโครงสร้างหลัก นั้นยึดต่อกันด้วยการเชื่อม โดยมีการใช้แผ่นเหล็กมาช่วยเพิ่มพื้นที่ในการเชื่อม

ส่วนที่ 2 ส่วนฐานรองรับนั้นจัดเป็นจุดต่อเช่นเดียวกัน เนื่องจากฐานรองรับเป็นจุดต่อที่ทำหน้าที่ยึดและถ่ายเทน้ำหนักทั้งหมดของโครงสร้าง จึงมีความสำคัญต่อพฤติกรรมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างอย่างยิ่ง ซึ่งในอาคาร สนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ. นั้นใช้วิธีการเชื่อมประกอบแผ่นเหล็กยึดติดกับฐานคอนกรีตและยึดด้วยพุกเคมี (รูปที่ 4.9)

การเชื่อมต่อส่วนโครงสร้างหลัก



การเชื่อมต่อส่วนฐานรองรับ

รูปที่ 4.9 จุดต่อโครงสร้าง สนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ.
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนจุดต่อในส่วนที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.3 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

4.3.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

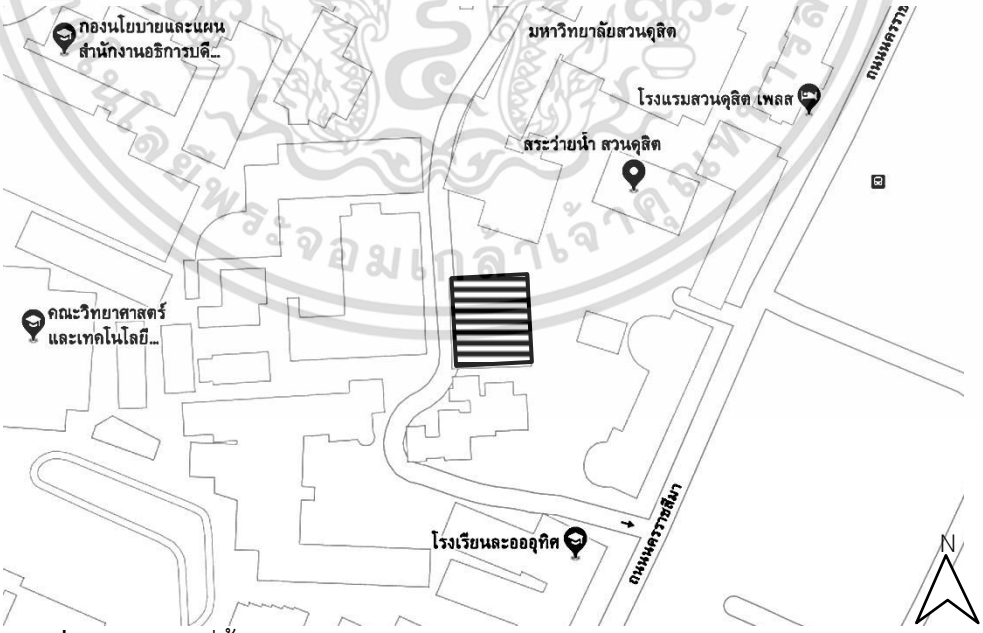
อาคารสนามกีฬาในร่ม หรืออาคารพลศึกษา เป็นอาคาร 3 ชั้น โดยการใช้งานจะแบ่งเป็นส่วนที่ 1 ชั้น 1 และ ชั้น 2 เป็นส่วนห้องออกกำลังกาย หรือห้องฟิตเนส ภายในจะมีส่วนออกกำลังกายที่หลากหลาย เช่น โซนเครื่องออกกำลังกาย ห้องโยคะ เทควันโด ห้องซาวน่า ฯลฯ โดยในส่วนนี้จะเปิดใช้งานทุกวันตามเวลาราชการ ส่วนที่ 2 ชั้น 3 จะเป็นส่วนสนามกีฬาในร่ม ซึ่งในบางโอกาสจะถูกใช้งานเป็นสนามสอบ กล่าวได้ว่าเป็นห้องอเนกประสงค์ของมหิทยาลัยดุสิต โดยส่วนสนามกีฬาในร่มนี้จะเปิดใช้งานต่อเมื่อมีวาระโอกาสพิเศษเช่นมีการจัดการแข่งขันกีฬา หรืองานพิธีต่างๆ นอกจากนั้นจะเปิดใช้งานต่อเมื่อนักศึกษาทำเรื่องติดต่อขอใช้งานเป็นกรณีพิเศษเนื่องจาก ส่วนสนามกีฬานี้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ซึ่งหากมีผู้ใช้งานก็จะต้องมีเจ้าหน้าที่คอยดูแลในด้านความสะดวกให้ โดยทั้งสองส่วน มีการแบ่งทางเข้ากันอย่างชัดเจน ในการวิจัยนี้จะพิจารณาการใช้งานด้านการกีฬาในส่วนที่มีความเชื่อมโยงกับ โครงสร้างพาดช่วงกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561

ที่ตั้ง

อาคารพลศึกษา ตั้งอยู่ภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร โดยอยู่ติดกับอาคารโรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต และอยู่ใกล้กับโรงเรียนลอออุทิศ



รูปที่ 4.11 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยสังเขป
ที่มา : ดัดแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การใช้งานด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

การใช้งานด้านกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต นั้นประกอบไปด้วย

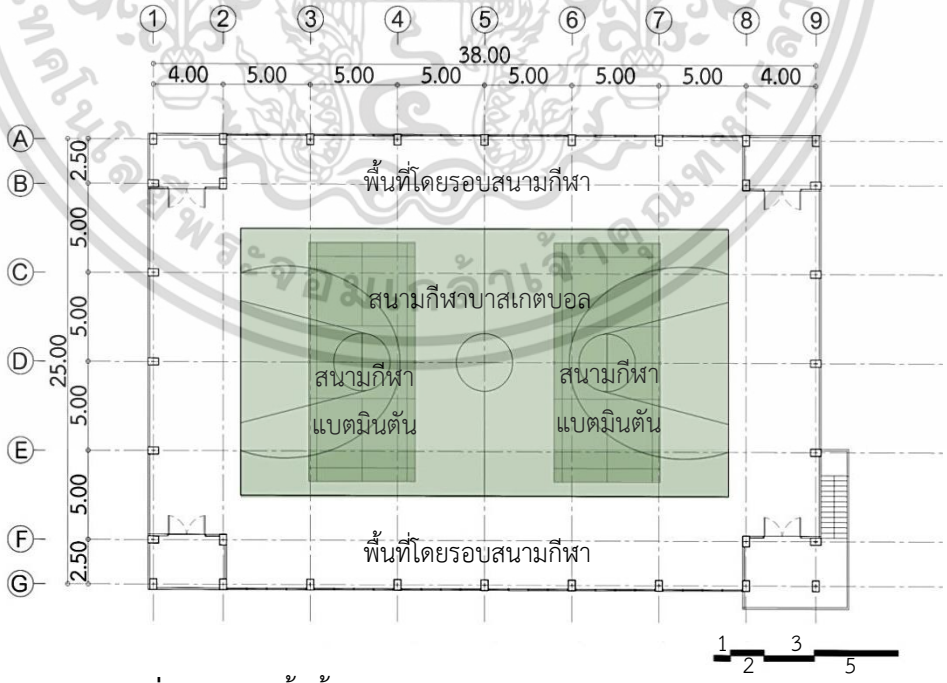
1) สนามบาสเกตบอล ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 28 เมตร จำนวน 1 สนาม

2) สนามแบดมินตัน ขนาด กว้าง 6.1 เมตร ยาว 13.4 เมตร จำนวน 2 สนาม

สนามกีฬาทั้ง 2 ประเภทนั้น ตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกัน หรือซ้อนกัน โดยมีเส้นแบ่งเขตการเล่นกีฬาของทั้ง 2 ชนิดอยู่ในสนามเดียว สามารถใช้เล่นกีฬาได้ช่วงเวลาละ 1 ชนิด นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าขนาดสนามกีฬาทั้งหมดนี้เป็นสนามกีฬาขนาดมาตรฐาน

รูปที่ 4.12 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561



รูปที่ 4.13 ผังพื้นชั้น 3 อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ที่มา : รวบรวมจากการสำรวจ

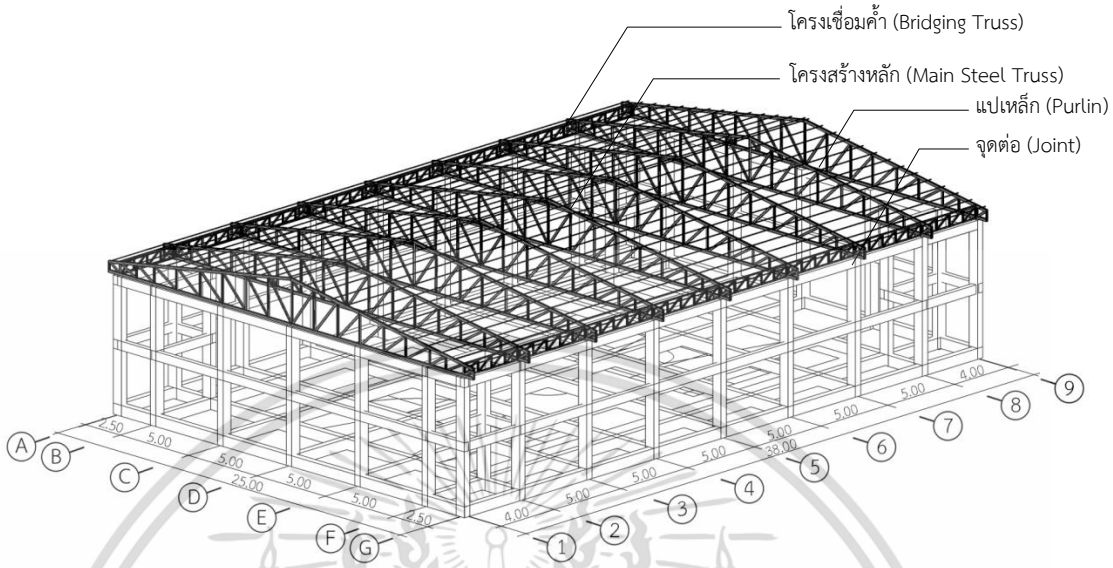
รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา	924 ตร.ม.	93
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	63 ตร.ม.	7
รวมพื้นที่อาคาร	987 ตร.ม.	

จากตาราง 4.2 จะเห็นว่าพื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา ของอาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิตนั้น คิดเป็นร้อยละ 93 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยพื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ มีเพียงร้อยละ 7 เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิตมีการสร้างส่วนบริการอื่น ๆ ไว้แยกกับตัวอาคารพลศึกษา เพราะอาคารพลศึกษามีการเปลี่ยนแปลงการใช้งานในบริเวณชั้น 1 และ ชั้น 2 โดยแยกทางเข้ากับส่วนสนามกีฬาในร่มอย่างชัดเจนทำให้ส่วนอาคารสนามกีฬาในร่มนั้น ไม่มีส่วนบริการอื่น ๆ ไว้รองรับการใช้งาน ทางมหาวิทยาลัยสวนดุสิตจึงสร้างส่วนบริการมาเพิ่มเติมในภายหลัง

รูปที่ 4.14 ส่วนบริการทางด้านการกีฬา อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 โครงสร้างหลังคา และวิธีการยึดต่อเหล็กรูปพรรณ

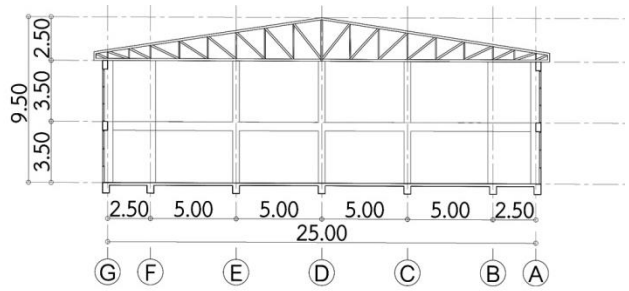


รูปที่ 4.15 โครงสร้างหลังคา สนามกีฬาในร่ม อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

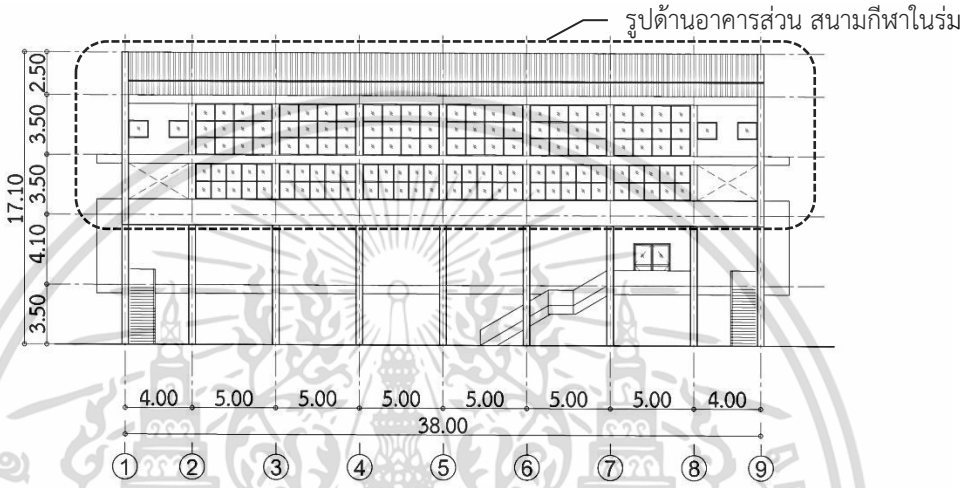
จากการศึกษาโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างสนามกีฬาในร่ม อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่าอาคาร มีความสูง 7 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา โครงสร้างหลักพาดช่วงกว้าง 25 เมตร โดยวาง ทุก ๆ ช่วง 5 เมตร เป็นจำนวน 7 ช่วง และอีก 2 ช่วง วางห่างกัน 4 เมตร รวมทั้งหมดจำนวน 9 ช่วง

รูปที่ 4.16 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561

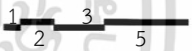
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปตัดแสดงโครงสร้างหลังคา



รูปด้านอาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

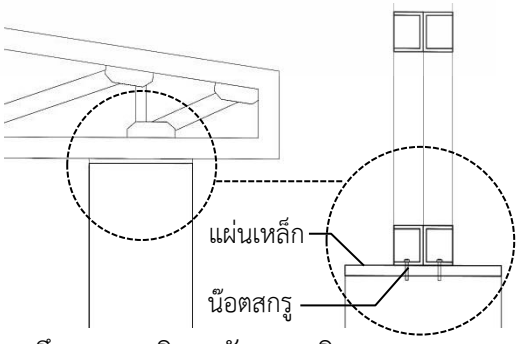


รูปที่ 4.17 รูปตัด และรูปด้าน อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ที่มา : ผู้วิจัยเขียนรูปตัด และรูปด้านอาคารจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.3.3.1 จุดต่อ และ ฐานรองรับ

จุดต่อของโครงสร้างหลังคาสนามกีฬาในร่ม อาคารพลศึกษา ใช้การเชื่อมต่อของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่เป็นโครงสร้างหลัก ด้วยการเชื่อม และประกอบแผ่นเหล็กยึดติดกับฐานคอนกรีตและยึดด้วย น๊อตสกรู เข้ากับส่วนเสาคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นฐานรองรับโครงสร้างหลังคา



รูปที่ 4.18 จุดต่อโครงสร้างอาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ที่มา : ผู้วิจัยเขียนจุดต่อในส่วนที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

4.4.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหงนี้ เป็นหนึ่งในอาคารสนามกีฬาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง เนื่องจากมหาวิทยาลัยรามคำแหงตั้งอยู่ใกล้กับสนามกีฬาราชมังคลากีฬาสถาน ซึ่งเป็นสนามกีฬาระดับชาติจึงทำให้ มกหาวิทยาลัยรามคำแหงเป็นอีกหนึ่งสถาบันการศึกษาที่สนับสนุนด้านการกีฬาเป็นสำคัญ ทำให้ภายในมหาวิทยาลัยนั้นมีส่วนสนับสนุนด้านการกีฬาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ส่วนวิทยาศาสตร์การกีฬา และสำนักกีฬา โดยกระบวนการทางการสำรวจภาคสนามนั้น ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลตามของเขตที่ได้วางไว้ ดังนั้นอาคารสนามกีฬาในร่มแห่งนี้เป็น อาคารที่ตรงตามขอบเขตการวิจัย และอยู่ภายในการดูแลของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

อาคารสนามกีฬาในร่มนี้เป็น อาคาร 1 ชั้น ครึ่ง โดยส่วนชั้นลอยนั้น เป็นส่วนอเนกประสงค์สำหรับการเล่นกีฬา คือเป็นสนานที่เก็บอุปกรณ์ทางการกีฬาต่างๆ และเป็นส่วนฝึกซ้อม กีฬามวย และ เทควันโด ส่วนหลักของอาคาร คือส่วนสนามกีฬาบาสเกตบอล

รูปที่ 4.19 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน เมษายน พ.ศ.2561

ที่ตั้ง

อาคารสนามกีฬาในร่มนี้ ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยรามคำแหง ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร โดยตั้งอยู่ติดกับ สนามกีฬากลาง และสนามเทนนิส ภายในบริเวณใกล้เคียงยังเป็นที่ตั้งของสำนักกีฬา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.20 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง โดยสังเขป
ที่มา : ดัดแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิล

4.4.2 การใช้งานด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

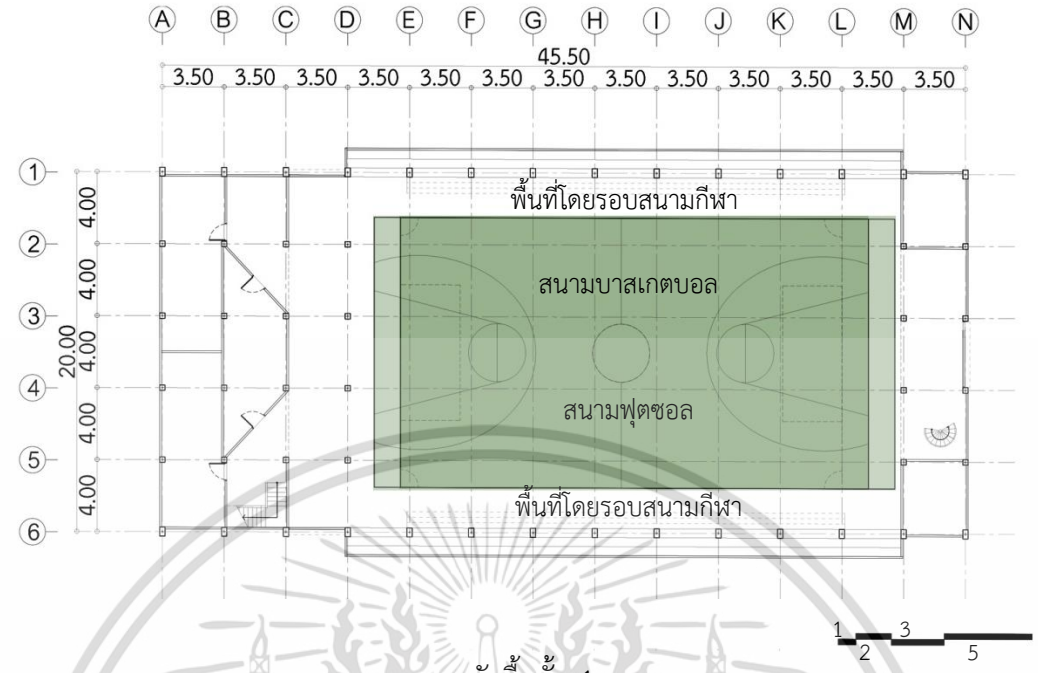
การใช้งานด้านกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหงนั้นประกอบไปด้วย

1) สนามบาสเกตบอล ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 29.5 เมตร จำนวน 1 สนาม
2) สนามฟุตซอล ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 25 เมตร จำนวน 1 สนาม

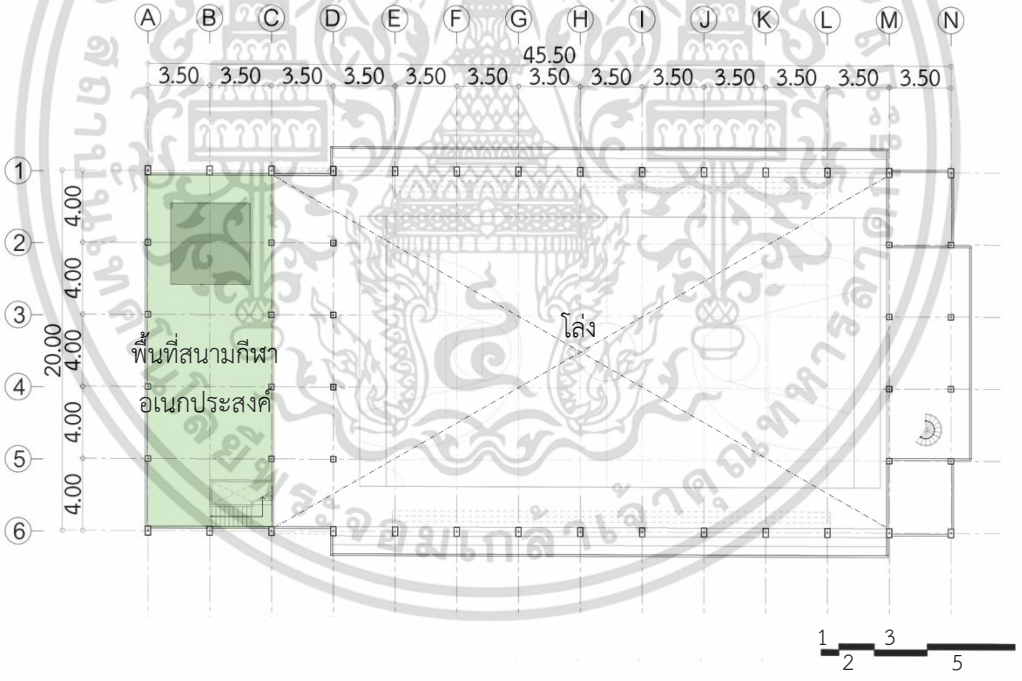
สนามกีฬาทั้ง 2 ประเภทนั้น ตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกัน หรือซ้อนกัน โดยมีเส้นแบ่งเขตการเล่นกีฬาของทั้ง 2 ชนิดอยู่ในสนามเดียว สามารถใช้เล่นกีฬาได้ช่วงเวลาละ 1 ชนิด นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าขนาดสนามกีฬาทั้งหมดนี้เป็นสนามกีฬาขนาดมาตรฐาน

รูปที่ 4.21 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน เมษายน พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผังพื้นชั้น 1



ผังพื้นชั้น 2

รูปที่ 4.22 ผังพื้นอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

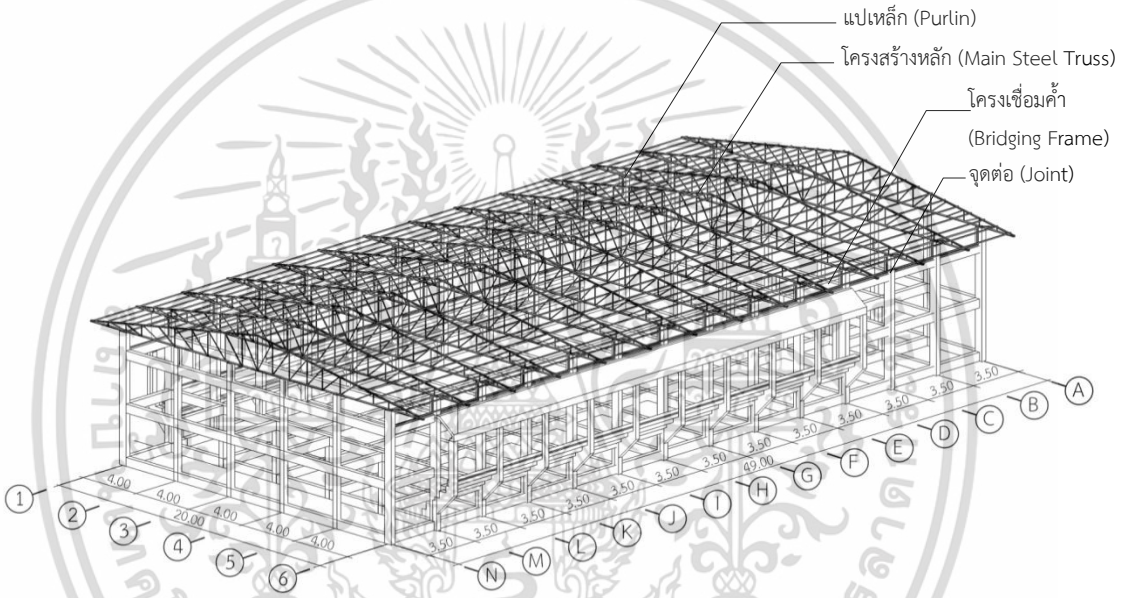
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน เมษายน พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา	771 ตร.ม.	64
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	460 ตร.ม.	36
	รวมพื้นที่อาคาร 1231 ตร.ม.	

4.4.3 โครงสร้างหลังคา และวิธีการยึดต่อเหล็กรูปพรรณ



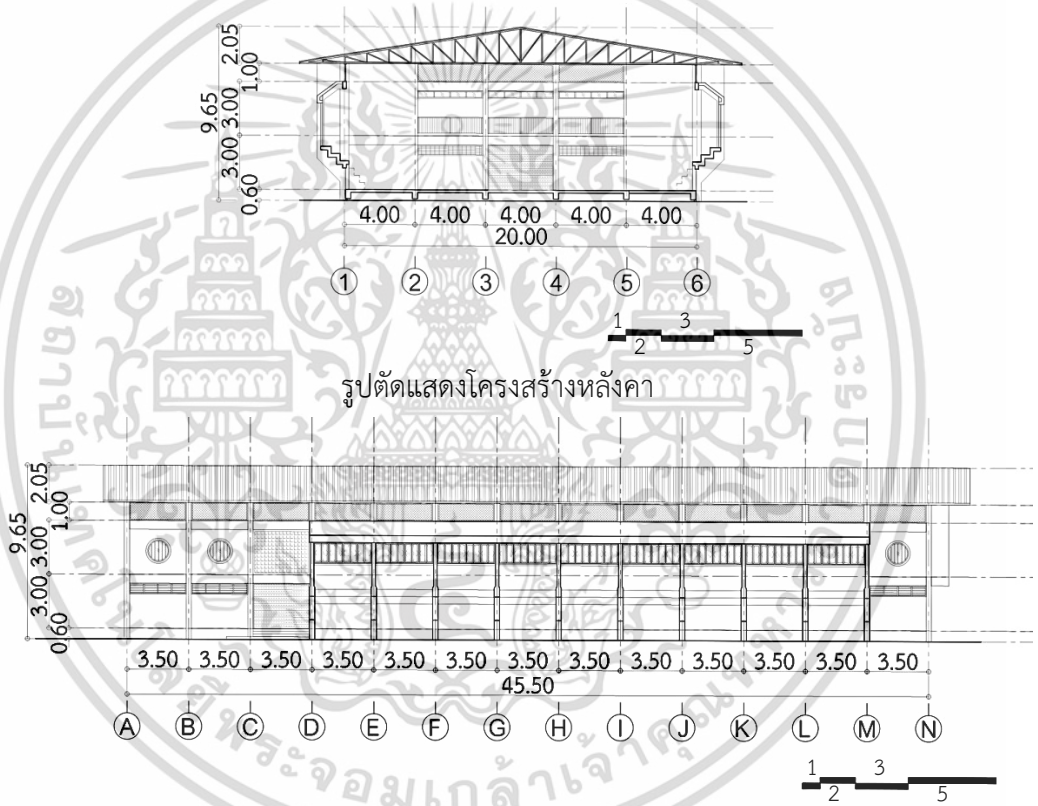
รูปที่ 4.23 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

จากการศึกษาโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง พบว่าอาคาร มีความสูง 7 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา โครงสร้างหลักพาดช่วงกว้าง 20 เมตร โดยวาง ทุก ๆ ช่วง 3.5 เมตร เป็นจำนวน 14 ช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.24 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน เมษายน พ.ศ.2561



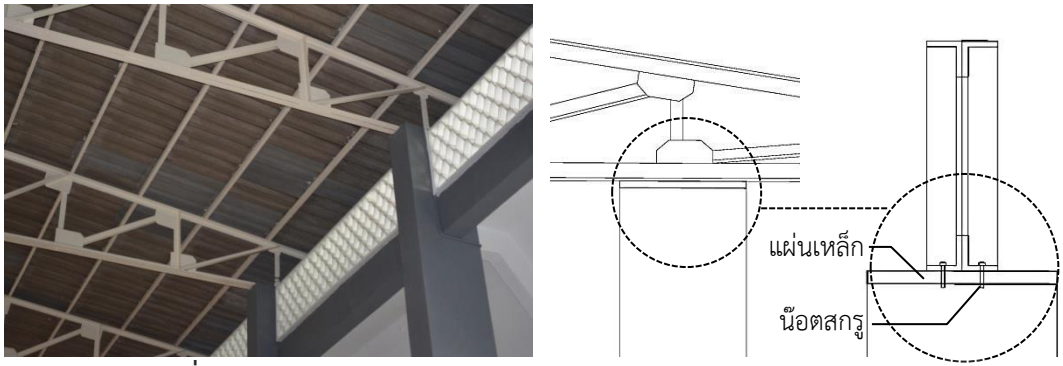
รูปที่ 4.25 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ที่มา : ผู้วิจัยเขียนรูปตัด และรูปด้านอาคารจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.4.3.1 จุดต่อ และ ฐานรองรับ

จุดต่อของโครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง ใช้การเชื่อมต่อของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่เป็นโครงสร้างหลัก ด้วยการเชื่อม และประกอบแผ่นเหล็กยึดติดกับฐานคอนกรีตและยึดด้วย น๊อตสกรู เข้ากับส่วนเสาคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นฐานรองรับโครงสร้างหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 จุดต่อโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนจุดต่อในส่วนที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.5 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4.5.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เป็นอาคาร 2 ชั้น โดยภายในอาคารเป็นที่ตั้งของสโมสรอาจารย์และข้าราชการพลศึกษา รวมถึงเป็นสำนักงานของคณาจารย์คณะพลศึกษา อีกทั้งยังและส่วนเสริมทางด้านการกีฬาต่าง ๆ เช่น สโมสร ชมรมนักศึกษาพลศึกษา และอื่นๆ โดยส่วนสนามกีฬานั้น ตั้งอยู่ในส่วนกลางอาคารโดยออกแบบเป็นลานเปิดโล่ง 2 ชั้น และรายล้อมด้วยห้องสำนักงานต่าง ๆ ข้างต้น และเนื่องจากอาคารแห่งนี้ตั้งอยู่ติดกับ หอพักนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จึงทำให้เป็นอาคารที่นักศึกษามักจะมาใช้งานกันอย่างหลากหลายกิจกรรมไม่เพียงแต่การใช้งานด้านการกีฬาเท่านั้น

รูปที่ 4.27 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.27 (ต่อ)

ที่ตั้ง

อาคารสนามกีฬาในร่ม ตั้งอยู่ภายในคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23 แขวง คลองเตยเหนือ เขต วัฒนา กรุงเทพมหานคร โดยอาคารตั้งอยู่ติดกับ หอพักนักศึกษา บริเวณใกล้กับท่าเรือ มศว.ประสานมิตร

รูปที่ 4.28 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยสังเขป
ที่มา : ดัดแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิล

4.5.2 การใช้งานด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การใช้งานด้านกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต นั้นประกอบไปด้วย

1) สนามบาสเกตบอล ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 28 เมตร จำนวน 1 สนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

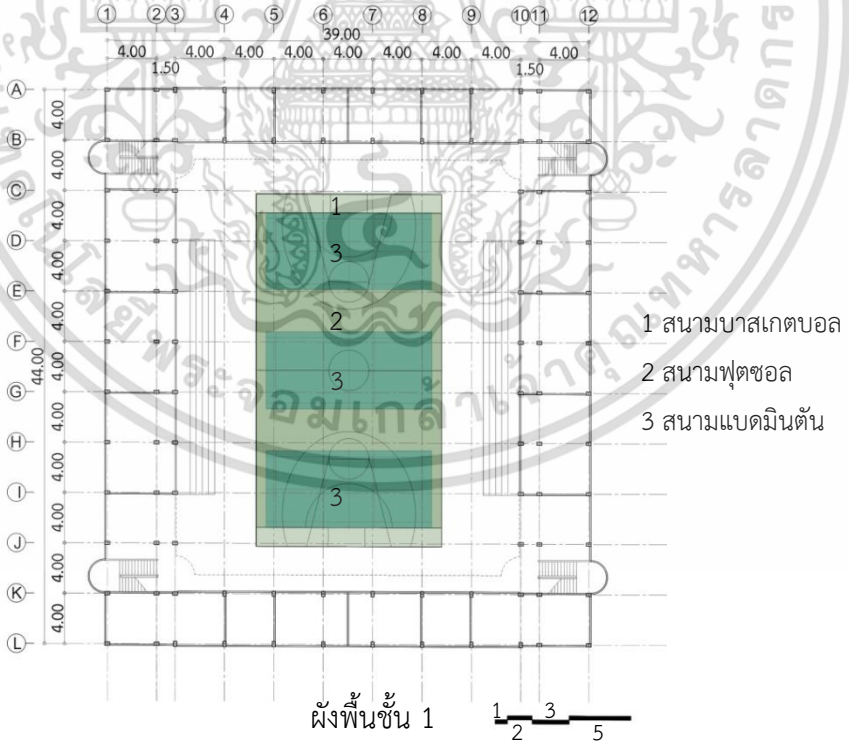
2) สนามฟุตซอลขนาด ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 25 เมตร จำนวน 1 สนาม

3) สนามแบดมินตัน ขนาด กว้าง 6.1 เมตร ยาว 13.4 เมตร จำนวน 3 สนาม

สนามกีฬาทั้ง 3 ประเภทนั้น ตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกัน หรือซ้อนกัน โดยมีเส้นแบ่งเขตการเล่นกีฬาของทั้ง 3 ชนิดอยู่ในสนามเดียว สามารถใช้เล่นกีฬาได้ช่วงเวลาละ 1 ชนิด นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าขนาดสนามกีฬาทั้งหมดนี้เป็นสนามกีฬาขนาดมาตรฐาน

รูปที่ 4.29 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

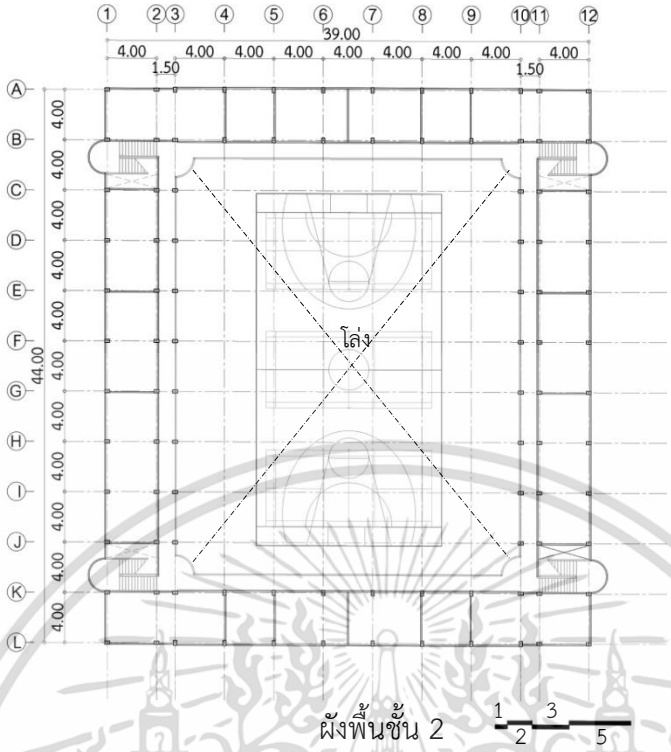
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561



รูปที่ 4.30 ผังพื้นชั้น 1 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 ผังพื้นชั้น 2 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

ตารางที่ 4.4 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รายละเอียดพื้นที่ชั้น 1

รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา	1,000 ตร.ม.	57
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	745 ตร.ม.	43
รวมพื้นที่อาคาร ชั้น 1	1,745 ตร.ม.	

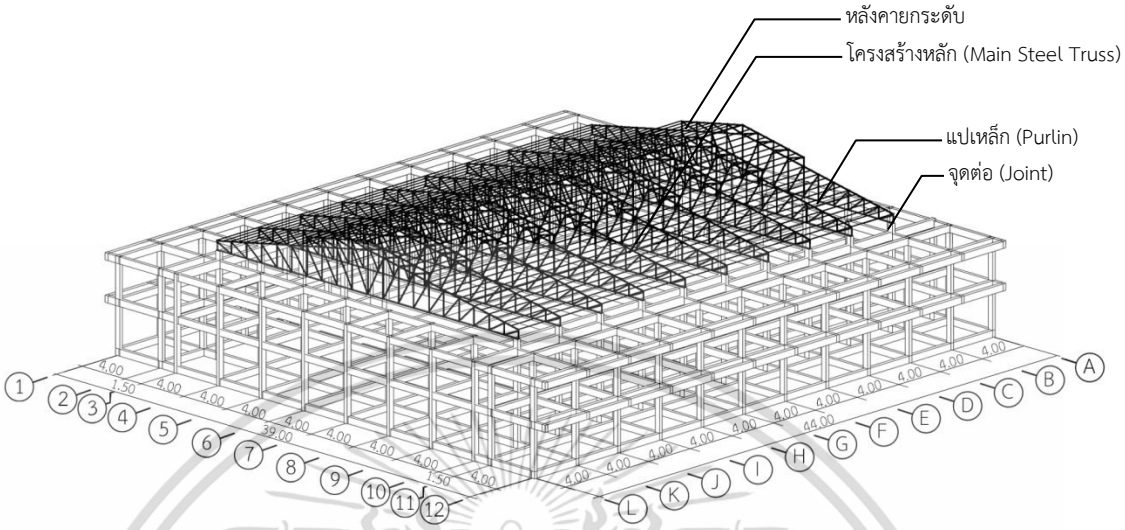
รายละเอียดพื้นที่ชั้น 2

รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่สำนักงาน	816 ตร.ม.	100
รวมพื้นที่อาคาร ชั้น 2	816 ตร.ม.	

รวมพื้นที่อาคารทั้งหมด 2,577 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 โครงสร้างหลังคา และวิธีการยึดต่อเหล็กรูปพรรณ

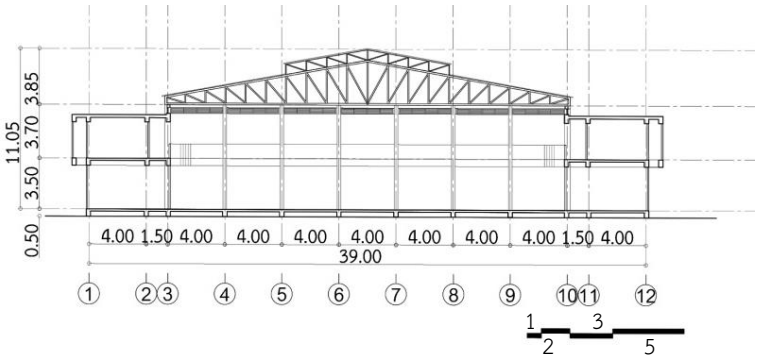


รูปที่ 4.32 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

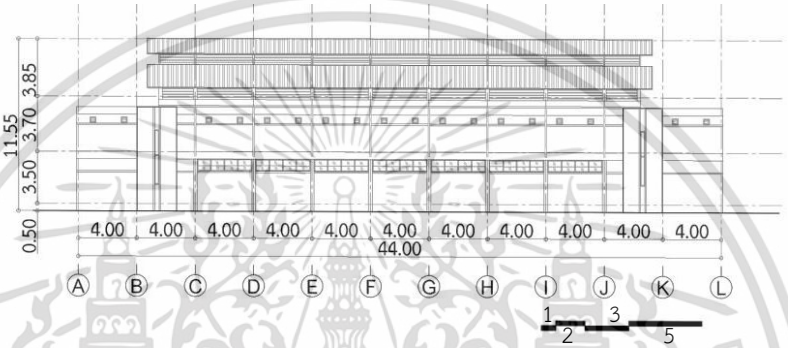
จากการศึกษาโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พบว่าอาคาร มีความสูง 7.2 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา โครงสร้างหลักพาดช่วงกว้าง 28 เมตร โดยวาง ทุก ๆ ช่วง 4 เมตร เป็นจำนวน 12 ช่วง

รูปที่ 4.33 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปตัดแสดงโครงสร้างหลังคา

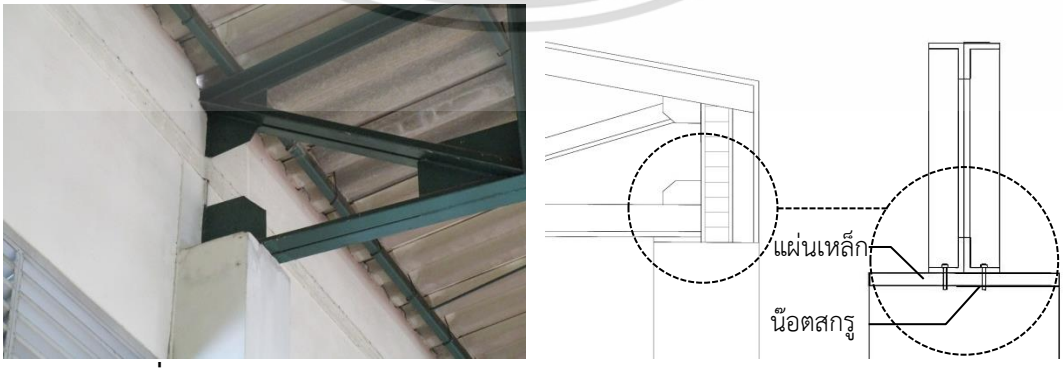


รูปด้านอาคาร

รูปที่ 4.34 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนรูปตัด และรูปด้านอาคารจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.5.3.1 จุดต่อ และ ฐานรองรับ

จุดต่อของโครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ใช้การเชื่อมต่อของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่เป็นโครงสร้างหลัก ด้วยการเชื่อม และประกอบแผ่นเหล็กยึดติดกับฐานคอนกรีตและยึดด้วย น็อตสกรู เข้ากับส่วนเสาคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นฐานรองรับโครงสร้างหลังคา



รูปที่ 4.35 จุดต่อโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนจุดต่อในส่วนที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.6.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

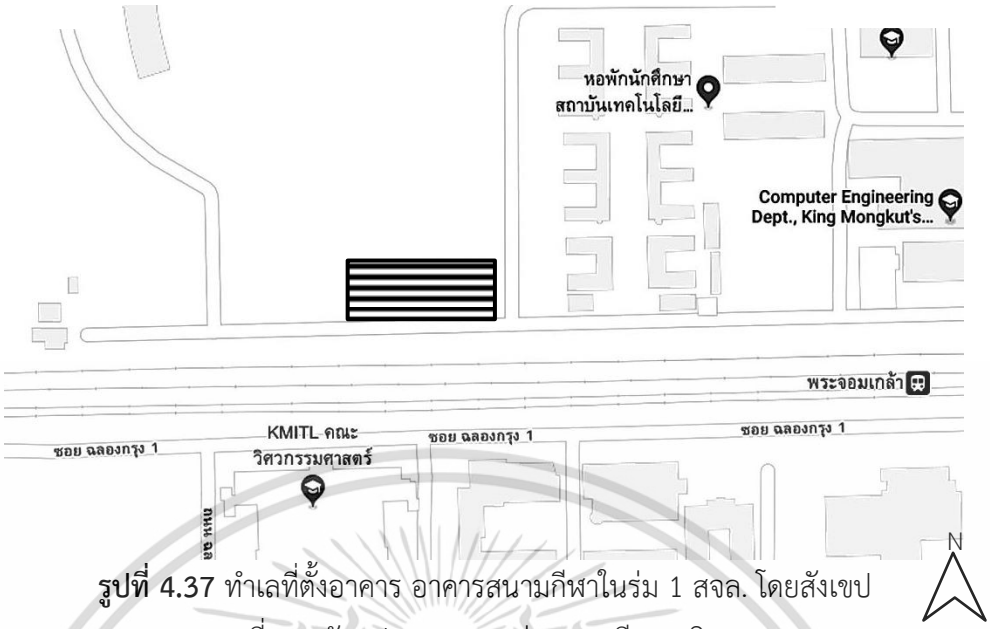
อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 เป็นหนึ่งในอาคารสนามกีฬาของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยอาคารนี้เป็นอาคารกีฬาในร่มหลัก เป็นอาคารสองชั้น โดยชั้น 1 เป็นส่วนพื้นที่สนามกีฬา ส่วนบริการอื่น ๆ เช่นห้องลอกเกอร์ และห้องน้ำ ในส่วนชั้น 2 จะเป็นห้องออกกำลังกาย หรือห้องฟิตเนส นอกจากนั้นบริเวณชั้น 2 จะมีระเบียงที่เป็นที่วางเครื่องออกกำลังกาย ส่วนพื้นที่สนามกีฬาจะตั้งอยู่บริเวณกลางอาคารและเปิดโล่ง ให้ตอบสนองการใช้งานด้านการกีฬา

รูปที่ 4.36 อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

ที่ตั้ง

อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 ตั้งอยู่บริเวณสนามกีฬากลาง ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำปะทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล. โดยสังเขป

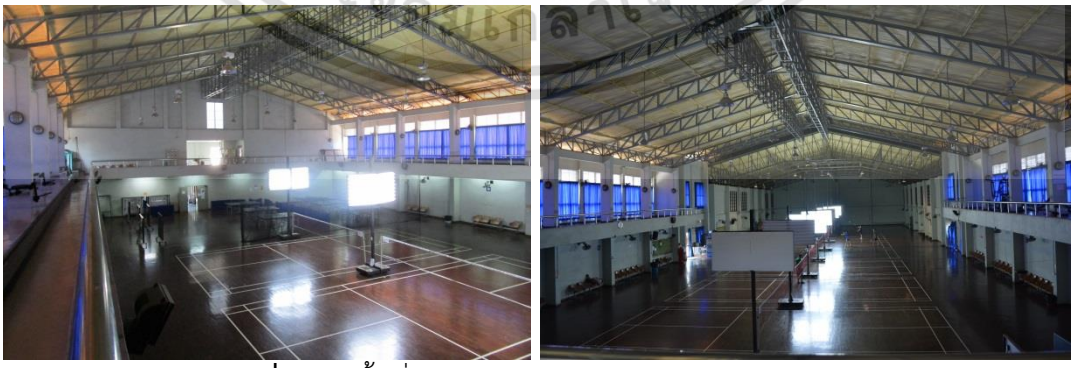
ที่มา : ดัดแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิล

4.6.2 การใช้งานด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การใช้งานด้านกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นั้นประกอบไปด้วย

1) สนามแบดมินตัน ขนาด กว้าง 6.1 เมตร ยาว 13.4 เมตร จำนวน 8 สนาม
2) โต๊ะเทเบิลเทนนิส ขนาด กว้าง 1.52 เมตร ยาว 2.74 เมตร จำนวน 9 โต๊ะ

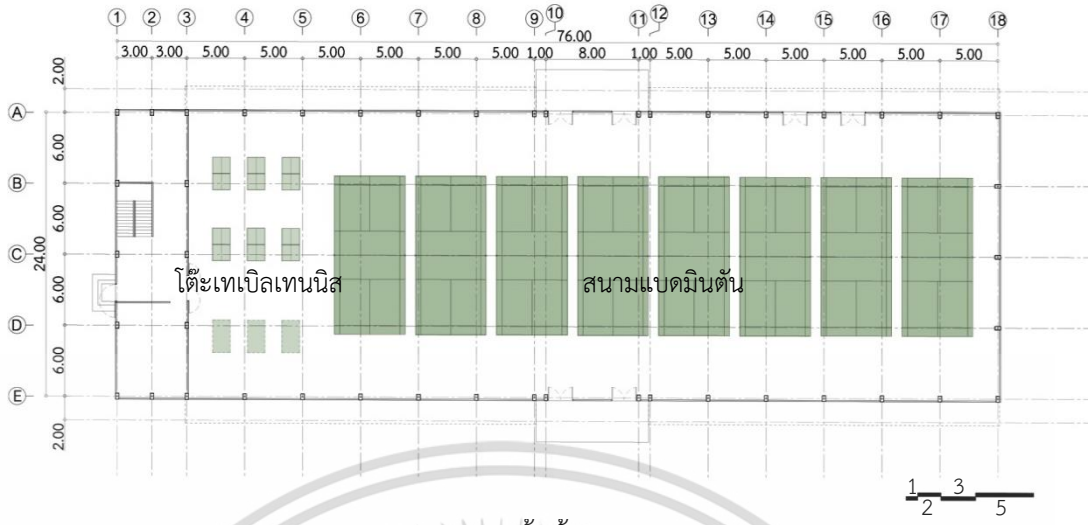
จะเห็นได้ว่าขนาดสนามกีฬาทั้งหมดนี้เป็นสนามกีฬาขนาดมาตรฐาน นอกจากนั้นยังมีห้องออกกำลังกาย หรือห้องฟิตเนส พื้นที่รอบสนาม และส่วนบริการต่างๆเช่นห้องลอกเกอร์ ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำและห้องแต่งตัว



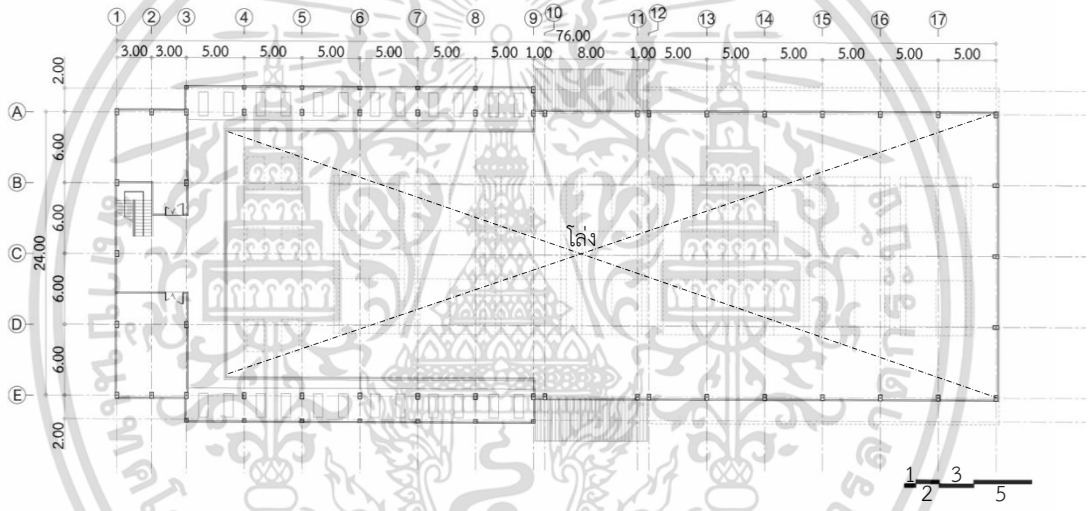
รูปที่ 4.38 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล.

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผังพื้นชั้น 1



ผังพื้นชั้น 2

รูปที่ 4.39 ผังพื้นอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

ตารางที่ 4.5 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายละเอียดพื้นที่ชั้น 1

รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา	1,700 ตร.ม.	90
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	172 ตร.ม.	10
รวมพื้นที่อาคาร ชั้น 1	1,872 ตร.ม.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

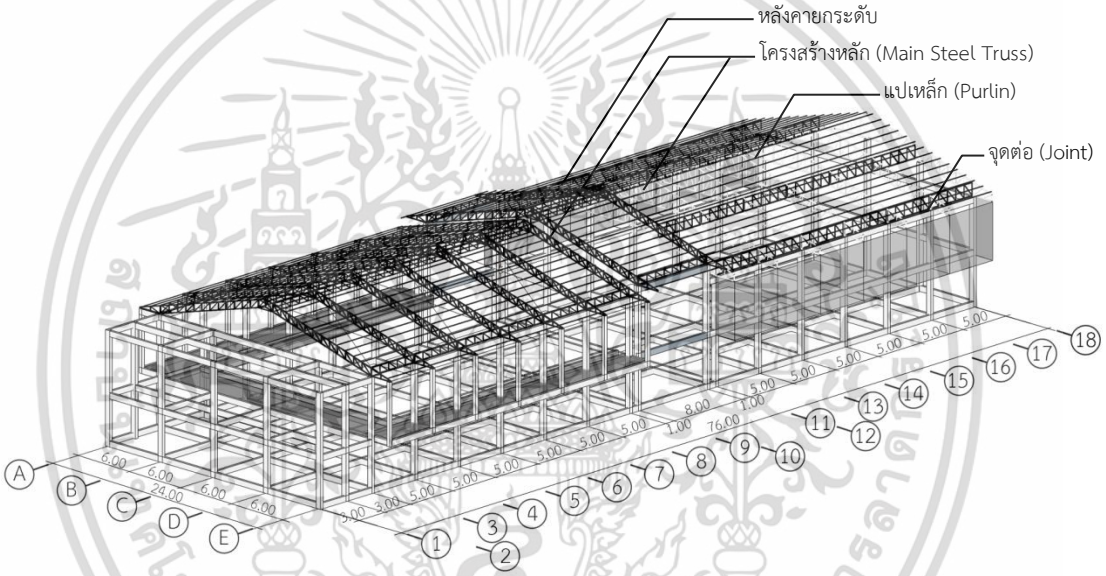
ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายละเอียดพื้นที่ชั้น 2

รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่ส่วนห้องออกกำลังกาย และพื้นที่ตั้งเครื่องออกกำลังกาย	346 ตร.ม.	75
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	110 ตร.ม.	25
รวมพื้นที่อาคาร ชั้น 1	456 ตร.ม.	

รวมพื้นที่อาคารทั้งหมด 2,328 ตร.ม.

4.6.3 โครงสร้างหลังคา และวิธีการยึดต่อเหล็กรูปพรรณ



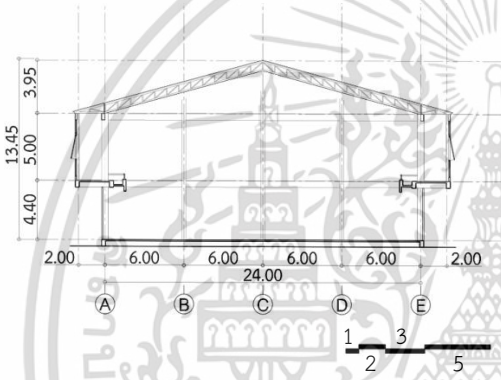
รูปที่ 4.40 โครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล.
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

จากการศึกษาโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่าอาคาร มีความสูง 9.4 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา (ต่ำสุด) และมีความสูงสุดอยู่ที่ 12.6 เมตรจากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา (สูงสุด) โดยโครงสร้างหลักพาดช่วงกว้าง 24 เมตรโดยวาง ทุก ๆ ช่วง 5 เมตร เป็นจำนวน 14 ช่วง และอีก 2 ช่วง มีระยะห่าง 8 เมตร เป็นส่วนโครงสร้างหลังคายกระดับ ดังนั้นอาคารจึงมีโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างรวมจำนวนทั้งหมด 16 ช่วง

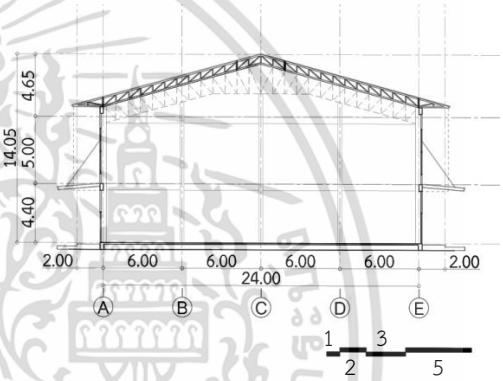
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.41 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล.

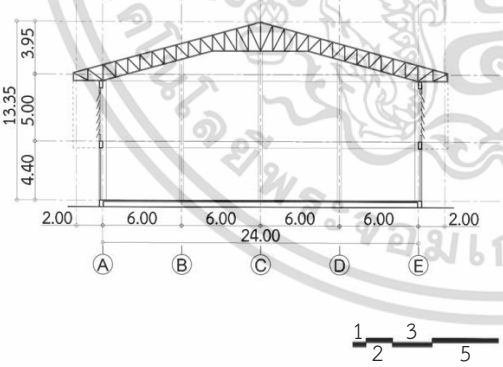
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561



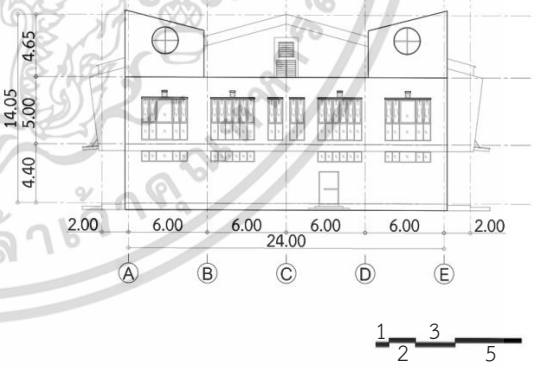
รูปตัดโครงสร้างหลังคา 1



รูปตัดโครงสร้างหลังคาส่วนหลังคายกระดับ



รูปตัดโครงสร้างหลังคา 2

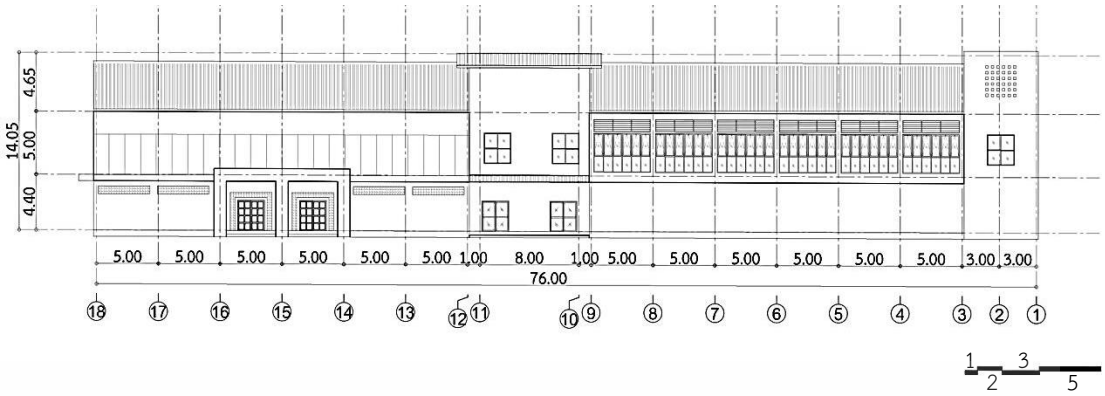


รูปด้านอาคาร

รูปที่ 4.42 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล.

ที่มา : ผู้วิจัยเขียนรูปตัดและรูปด้านอาคารจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

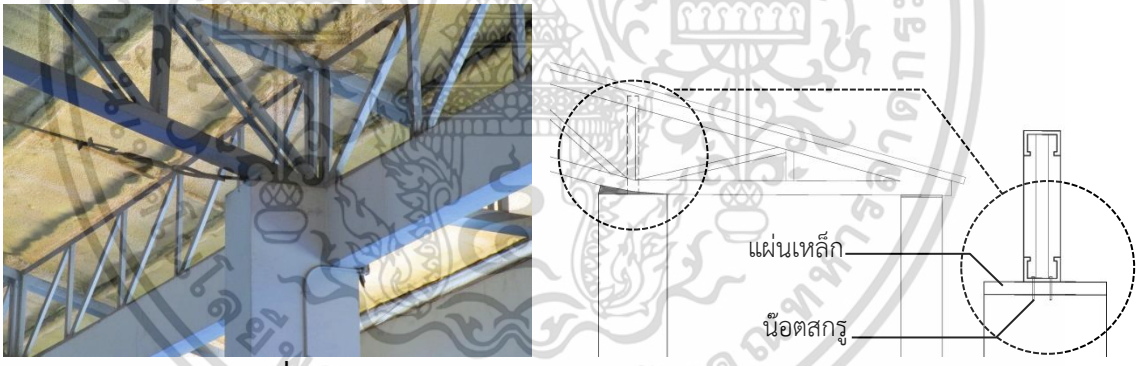


รูปด้านอาคาร

รูปที่ 4.42 (ต่อ)

4.6.3.1 จุดต่อ และ ฐานรองรับ

จุดต่อของโครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้การเชื่อมต่อของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่เป็นโครงสร้างหลัก ด้วยการเชื่อม และประกอบแผ่นเหล็กยึดติดกับฐานคอนกรีตและยึดด้วย น๊อตสกรู เข้ากับส่วนเสาคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นฐานรองรับโครงสร้างหลังคา



รูปที่ 4.43 จุดต่อโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล.

ที่มา : ผู้วิจัยเขียนจุดต่อในส่วนที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.7.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

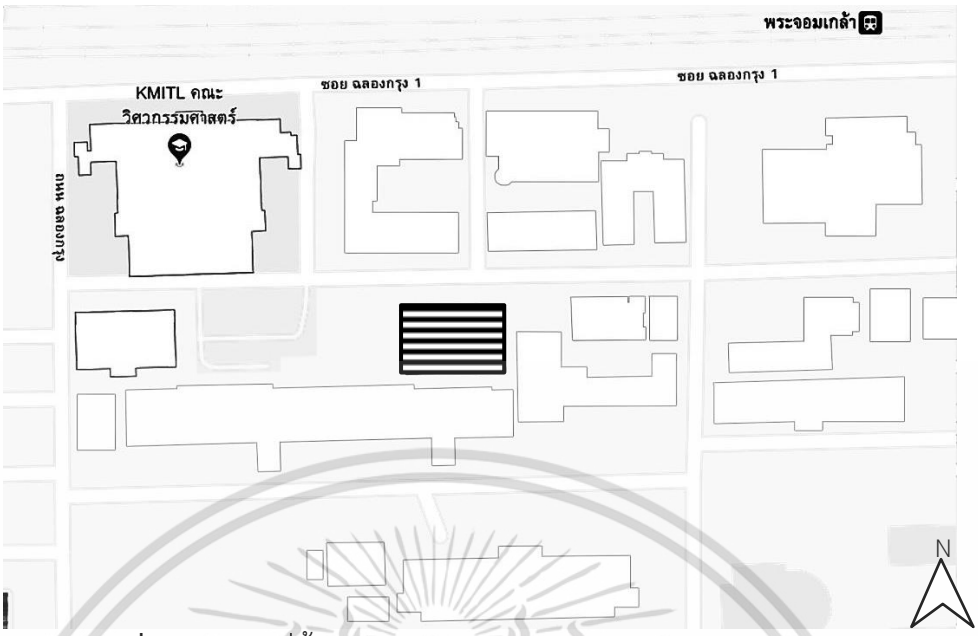
อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 เป็นหนึ่งในอาคารสนามกีฬา ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยตั้งอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยอาคารเป็นอาคาร 2 ชั้น ชั้นบนเป็นส่วนห้องเก็บของและ ห้องโยคะ ส่วนพื้นที่ทางการกีฬาหลัก จะอยู่ในบริเวณชั้น 1 เป็นสนามกีฬา โดยเป็นพื้นที่เปิดโล่ง โดยส่วนมากนักศึกษาที่ใช้งานในอาคารนี้จะเป็นนักศึกษา จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ และในบางโอกาสจะถูกใช้เป็นสนามจัดการแข่งขัน ระหว่างคณะ

รูปที่ 4.44 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

ที่ตั้ง

อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 ตั้งอยู่ในพื้นที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำปะทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล. โดยสังเขป
ที่มา : ดัดแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิล

4.7.2 การใช้งานด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

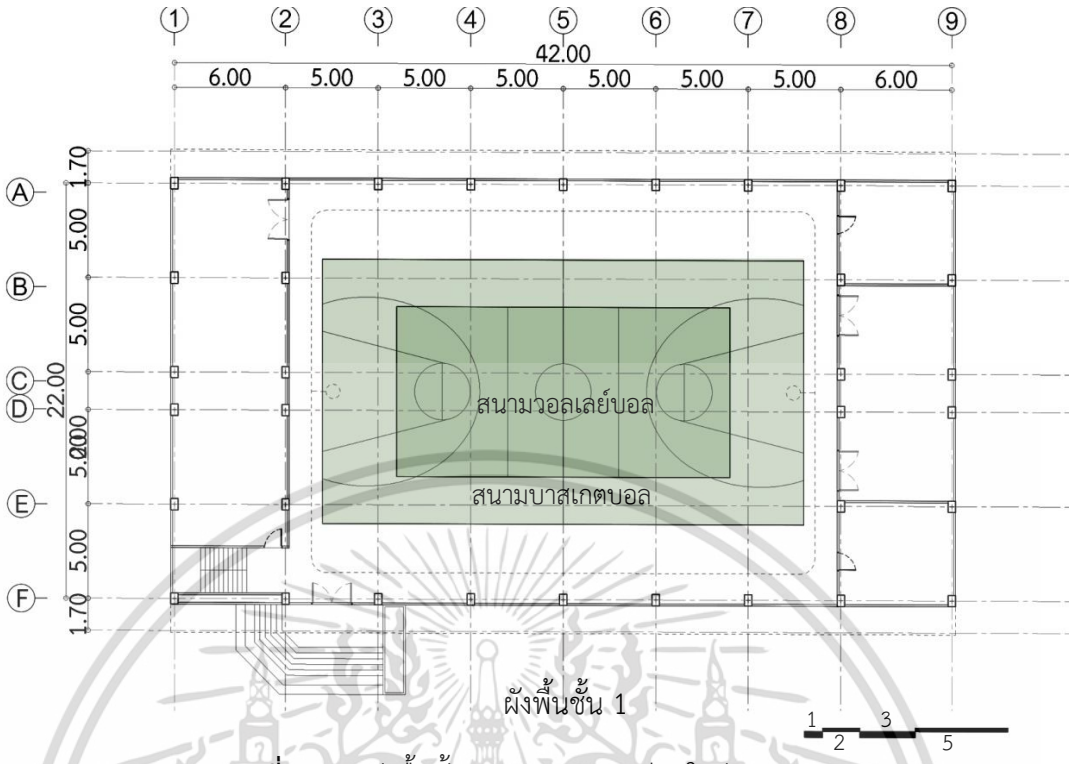
การใช้งานด้านกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นั้นประกอบไปด้วย

1) สนามบาสเกตบอล ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 28 เมตร จำนวน 1 สนาม
2) สนามวอลเล่ย์บอล ขนาด กว้าง 9 เมตร ยาว 18 เมตร จำนวน 1 สนาม

สนามกีฬาทั้ง 2 ประเภทนั้น ตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกัน หรือซ้อนกัน โดยมีเส้นแบ่งเขตการเล่นกีฬาของทั้ง 2 ชนิดอยู่ในสนามเดียว สามารถใช้เล่นกีฬาได้ช่วงเวลาละ 1 ชนิด นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าขนาดสนามกีฬาทั้งหมดนี้เป็นสนามกีฬาขนาดมาตรฐาน

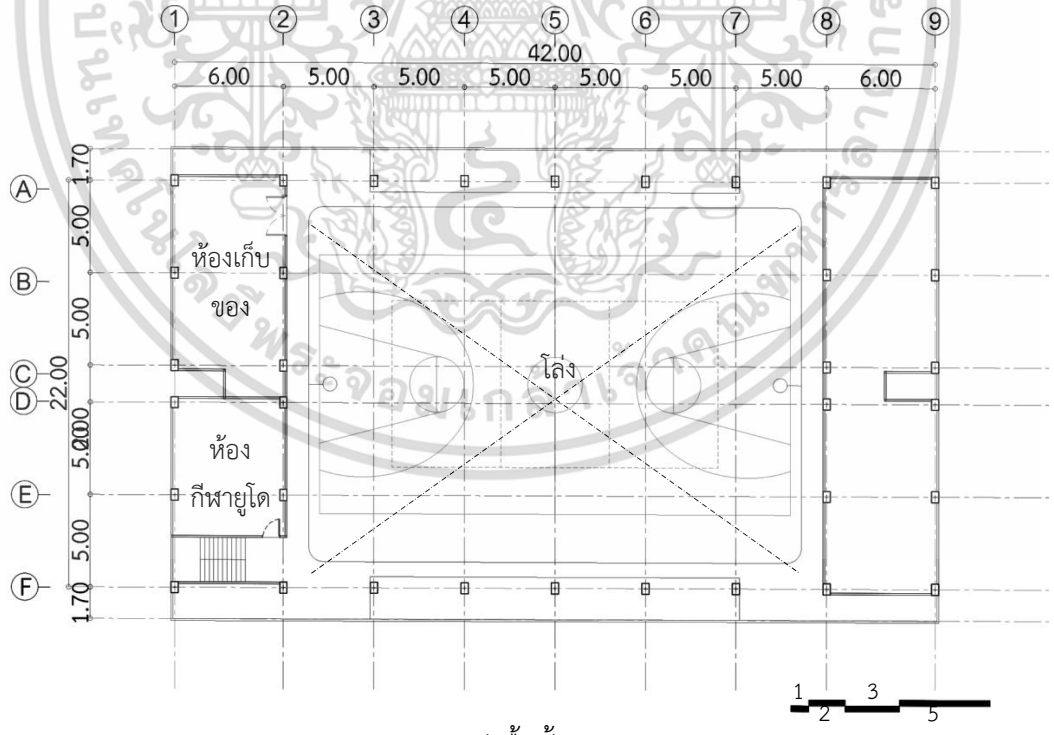
รูปที่ 4.46 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 ผังพื้นชั้น 1 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561



รูปที่ 4.48 ผังพื้นชั้น 2 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.

ที่มา : รวบรวมจากการสำรวจ

รายละเอียดพื้นที่ชั้น 1

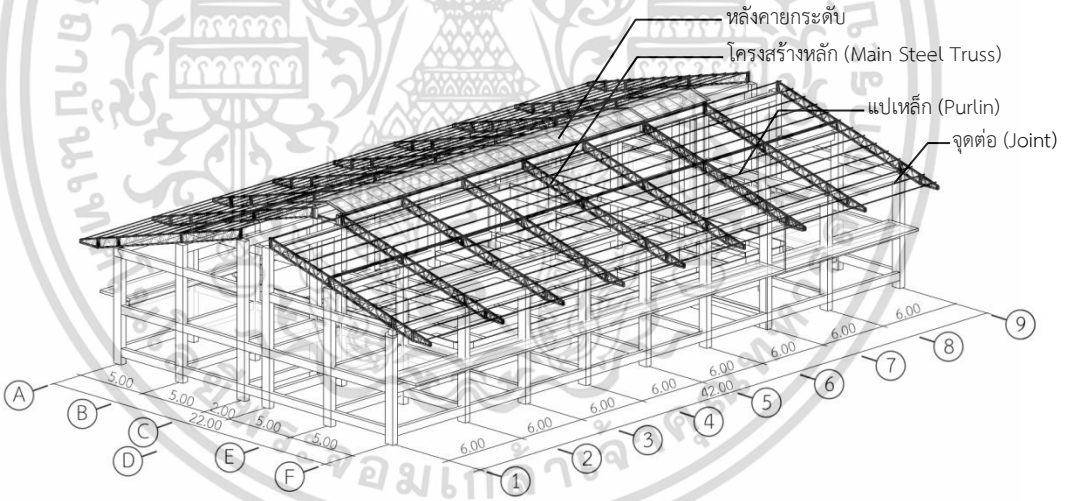
รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา	664 ตร.ม.	69
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	294 ตร.ม.	31
รวมพื้นที่อาคาร ชั้น 1	958 ตร.ม.	

รายละเอียดพื้นที่ชั้น 2

- พื้นที่ห้องกีฬายูโด	48 ตร.ม.	8
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	417 ตร.ม.	74
- พื้นที่ส่วนที่นั่งผู้ชมกีฬา	94 ตร.ม.	18
รวมพื้นที่อาคาร ชั้น 2	559 ตร.ม.	

รวมพื้นที่อาคารทั้งหมด 1,517 ตร.ม.

4.7.3 โครงสร้างหลังคา และวิธีการยึดต่อเหล็กรูปพรรณ



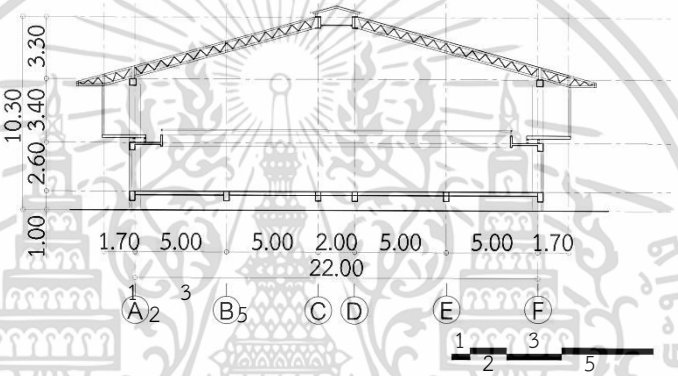
รูปที่ 4.49 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.

ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

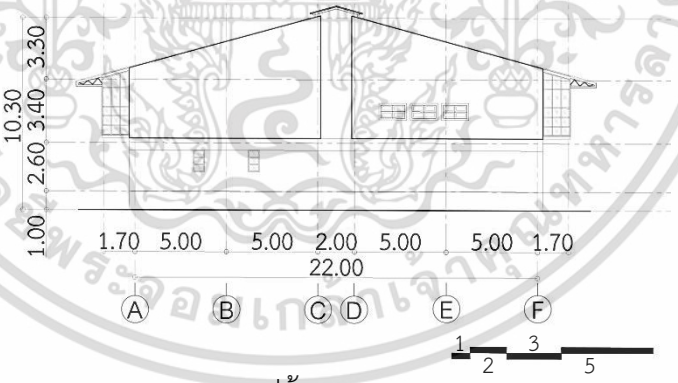
จากการศึกษาโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความสูง 6 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา (ต่ำสุด) และมีความสูงสุดอยู่ที่ 8.7 เมตรจากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา (สูงสุด) โดยโครงสร้างหลักพาดช่วงกว้าง 20 เมตรโดยวาง ทุก ๆ ช่วง 6 เมตร เป็นจำนวน 9 ช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.50 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561



รูปตัดแสดงโครงสร้างหลังคา



รูปด้านอาคาร

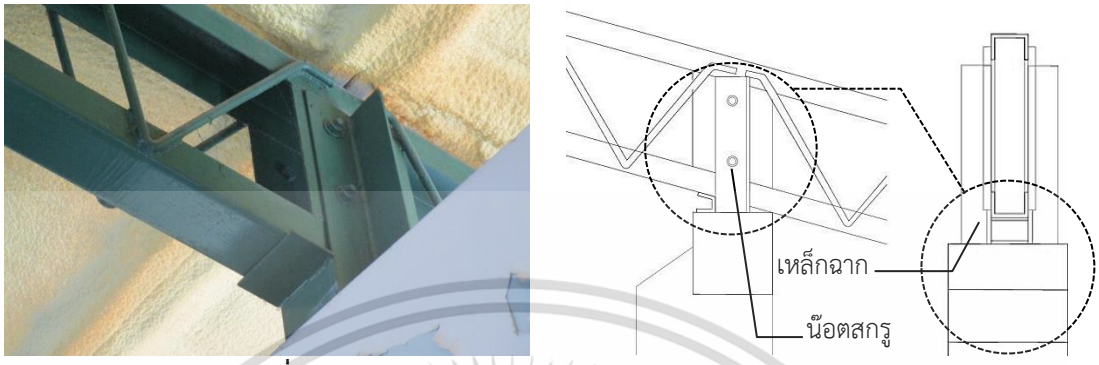
รูปที่ 4.51 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนรูปตัดและรูปด้านอาคารจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.7.3.1 จุดต่อ และ ฐานรองรับ

จุดต่อของโครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้การเชื่อมต่อของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่เป็นโครงสร้างหลัก ด้วยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อม และประกอบแผ่นเหล็กยึดติดกับฐานคอนกรีตและยึดด้วย น๊อตสกรู เข้ากับส่วนเสาคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นฐานรองรับโครงสร้างหลังคา



รูปที่ 4.52 จุดต่อโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.

ที่มา : ผู้วิจัยเขียนจุดต่อในส่วนที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.8 อาคารศูนย์กีฬาแห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาคารศูนย์กีฬา หรือ อาคารสนามกีฬาในร่มแห่งนี้ เป็นหนึ่งในอาคารสนามกีฬา ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้นมีอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 แห่ง โดยในกระบวนการทางการสำรวจภาคสนามนั้น ผู้วิจัยสามารถเข้าเก็บข้อมูลได้ 1 อาคาร คืออาคารสนามกีฬาในร่ม 1 ซึ่งเป็นอาคารสนามกีฬาหลักของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเป็นอาคารที่ตรงตามขอบเขตการวิจัย

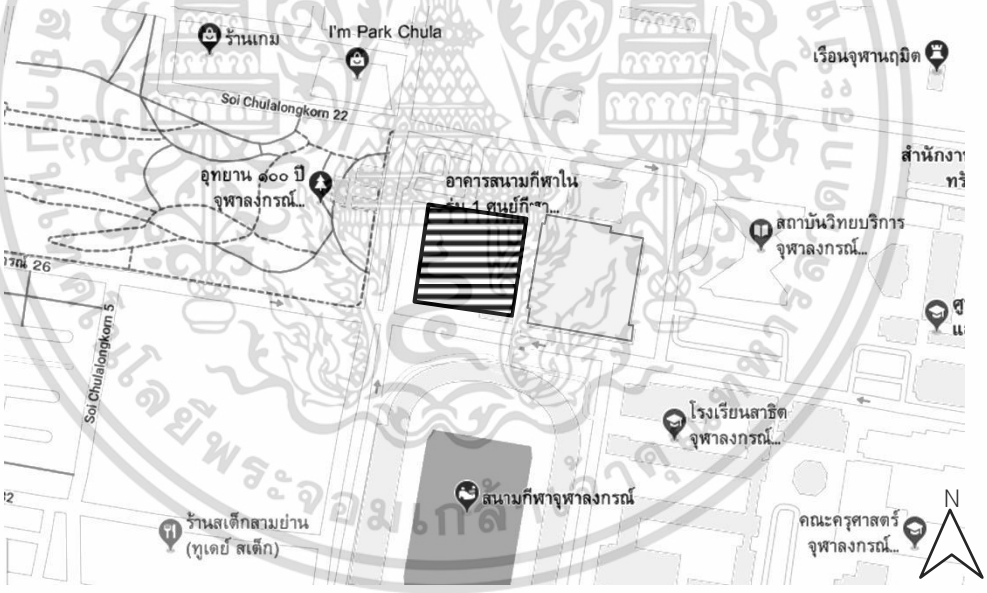
อาคารสนามกีฬาในร่มนี้เป็น อาคาร 2 ชั้น โดยส่วนชั้น 2 นั้น เป็นส่วนสำนักงาน ส่วนการใช้งานด้านการกีฬานั้น จะอยู่ในชั้น 1 โดยกระกอบด้วยสนามกีฬาหลากหลายประเภท อีกทั้งยังมีส่วนบริการต่าง ๆ เช่นห้องลอกเกอร์ ห้องอาบน้ำ ห้องน้ำ อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.53 อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561

ที่ตั้ง

อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 ตั้งอยู่ในบริเวณสนามกีฬาจุฬาลงกรณ์ ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยตั้งอยู่ใกล้เคียงกับอุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์ และโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์



รูปที่ 4.54 ทำเลที่ตั้งอาคาร อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยสังเขป
ที่มา : ดัดแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิล

4.8.2 การใช้งานด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

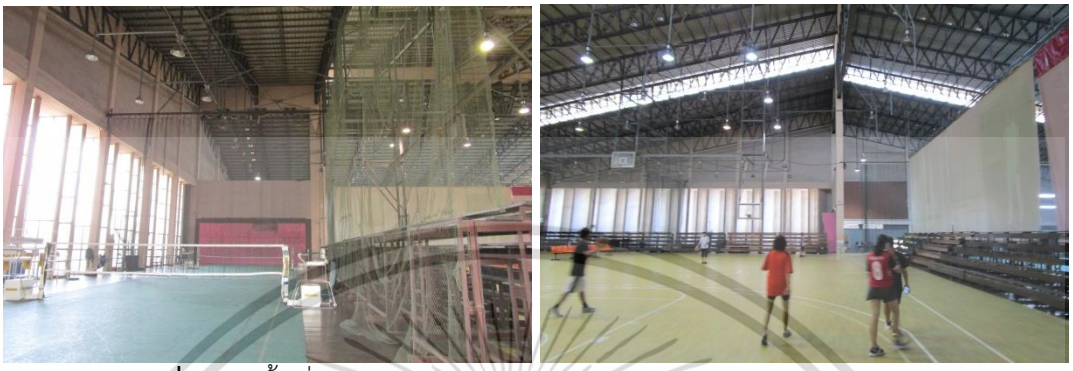
การใช้งานด้านกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนั้นประกอบไปด้วย

1) สนามบาสเกตบอล ขนาด กว้าง 14 เมตร ยาว 26 เมตร จำนวน 2 สนาม
2) สนามแบดมินตัน ขนาด กว้าง 6.1 เมตร ยาว 13.4 เมตร จำนวน 6 สนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

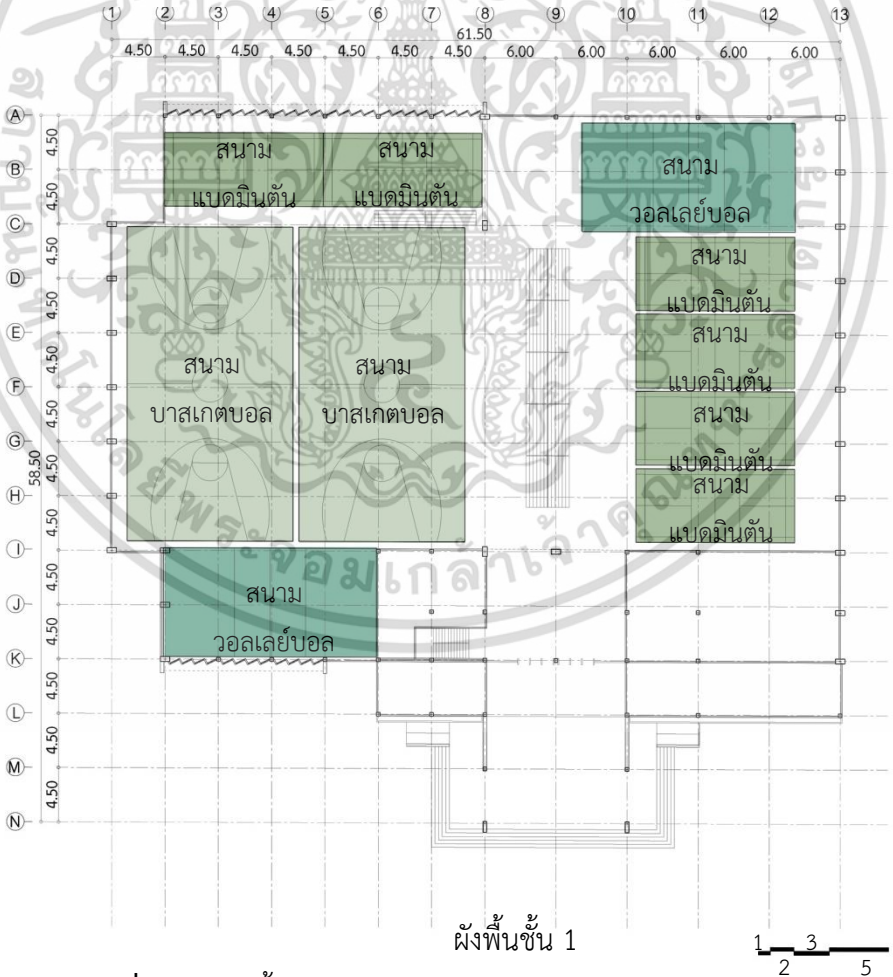
3) สนามวอลเล่ย์บอล ขนาด กว้าง 9 เมตร ยาว 18 เมตร จำนวน 2 สนาม

นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ส่วนเล่นกีฬาปันหน้าผา และพื้นที่นั่งเชียร์กีฬาอีกด้วย จะเห็นได้ว่าขนาดสนามกีฬาทั้งหมดนี้เป็นสนามกีฬาขนาดมาตรฐาน



รูปที่ 4.55 พื้นที่ด้านการกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561



รูปที่ 4.56 ผังพื้นอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

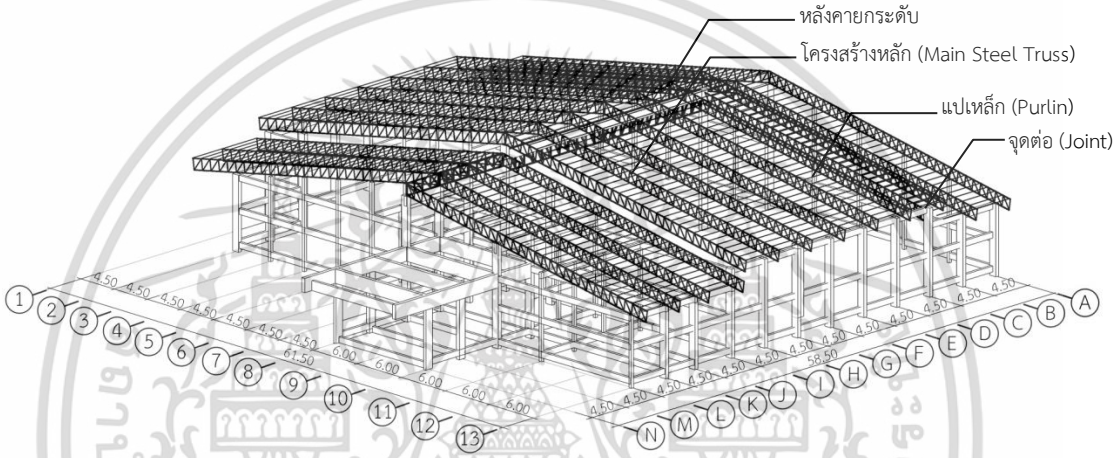
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียด	พื้นที่	คิดเป็นร้อยละ
- พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา	2,171 ตร.ม.	75
- พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	707 ตร.ม.	25
รวมพื้นที่อาคารทั้งหมด	2,878 ตร.ม.	

4.8.3 โครงสร้างหลังคา และวิธีการยึดต่อเหล็กรูปพรรณ

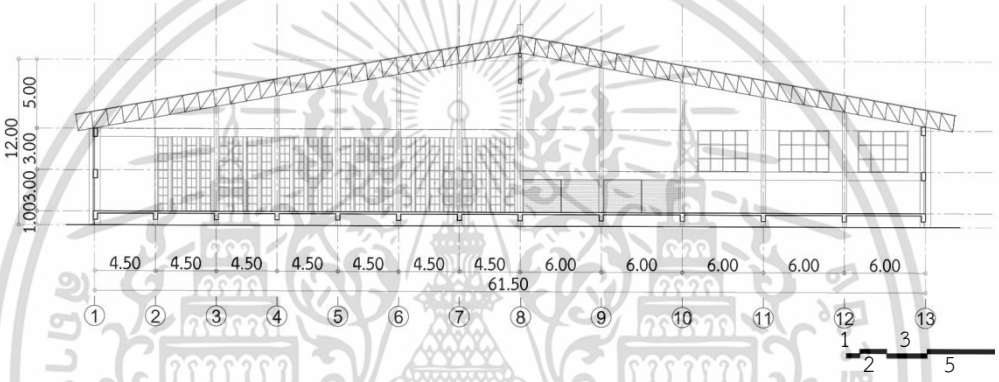


รูปที่ 4.57 โครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

จากการศึกษาโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความสูง 6 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา (ต่ำสุด) และมีความสูงสุดอยู่ที่ 12 เมตรจากระดับพื้นถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคา (สูงสุด) โดยโครงสร้างหลักพาดช่วงกว้าง 61.5 เมตร โดยวาง ทุก ๆ ช่วง 4.5 เมตร เป็นจำนวน 12 ช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.58 รูปถ่ายโครงสร้างหลังคา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561



รูปตัดแสดงโครงสร้างหลังคา

รูปด้านอาคาร

รูปที่ 4.59 รูปตัด และรูปด้าน อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนรูปตัดและรูปด้านอาคารจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การวิเคราะห์อาคารสนามกีฬาในร่ม

5.1 การจำแนกรูปแบบการใช้งานด้านการกีฬา

อาคารสนามกีฬาในร่มนั้นเป็นอาคารที่ถูกใช้งานอย่างเฉพาะเจาะจงโดยเป็นการใช้งานทางด้านการกีฬา ดังนั้นจึงการใช้งานทางด้านการกีฬาที่สอดคล้องกับโครงสร้างพาดช่วงกว้างนั้นจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ตลอดจนการใช้งานในเชิงปริมาตรและประเภทสนามกีฬาที่ใช้ในอาคาร ก็ต่างมีความเกี่ยวเนื่องกับรูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้างทั้งสิ้น

5.1.1 จำแนกประเภทสนามกีฬา ในอาคาร

จากการสำรวจภาคสนามเก็บข้อมูลอาคารสนามกีฬาในร่ม จากอาคารกรณีศึกษาทั้ง 7 อาคาร พบว่าประเภทสนามกีฬาที่เลือกใช้ในอาคารมีความ เหมือนกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนี้

ตารางที่ 5.1 การจำแนกประเภทสนามกีฬาที่ใช้ในอาคาร

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา	ประเภทสนามกีฬา	ขนาด (เมตร)	จำนวน(สนาม)
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	- สนามฟุตซอล	15 X 25	1
		- สนามกีฬาเทนนิส	11 X 24	1
		- สนามกีฬายูโด	10 X 10	1
2	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	- สนามบาสเกตบอล	15 X 28	1
		- สนามแบดมินตัน	6.1 X 13.4	2
3	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	- สนามบาสเกตบอล	15 X 29.5	1
		- สนามฟุตซอล	15 X 25	1
4	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	- สนามบาสเกตบอล	15 X 28	1
		- สนามฟุตซอล	15 X 25	1
		- สนามแบดมินตัน	6.1 X 13.4	3
5	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 1)	- สนามแบดมินตัน	6.1 X 13.4	8
		- โต๊ะเทเบิลเทนนิส	1.52 X 2.74	9
6	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 2)	- สนามบาสเกตบอล	15 X 28	1
		- สนามวอลเล่ย์บอล	9 X 18	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

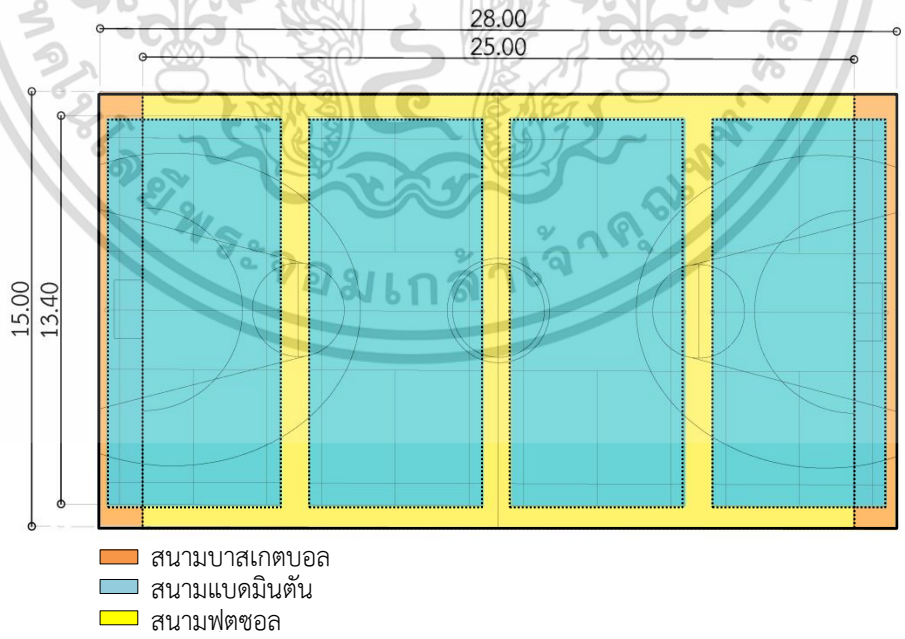
ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

7	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- สนามบาสเกตบอล	14 X 26	2
		- สนามแบดมินตัน	6.1 X 13.4	6
		- สนามวอลเล่ย์บอล	9 X 18	2

จากการจำแนกประเภทสนามกีฬาที่ใช้ในอาคารสนามกีฬาในร่ม จะเห็นได้ว่ามีสนามกีฬาทั้งหมด 7 ประเภท ดังนี้

1) สนามฟุตซอล
2) สนามกีฬาเทนนิส
3) สนามกีฬายูโด
4) สนามบาสเกตบอล
5) สนามแบดมินตัน
6) โต๊ะเทเบิลเทนนิส
7) สนามวอลเล่ย์บอล

นากจากนี้ยังสามารถลำดับประเภทสนามกีฬาที่นิยม ใช้ในอาคารสนามกีฬาในมากที่สุดคือ สนามบาสเกตบอล สนามแบดมินตัน และสนามฟุตซอล ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนของขนาดสนามกีฬานั้นพบว่า กีฬาทั้ง 3 ประเภท รวมถึงสนามกีฬาอื่น ๆ ที่เลือกใช้ในอาคารสนามกีฬาในร่มนั้นพบว่า มีการเลือกใช้ขนาดสนามที่ใกล้เคียงกัน หรือ มีขนาดใกล้เคียงกันในเชิงทวีคูณ



รูปที่ 5.1 การเปรียบเทียบขนาดสนามกีฬาในร่ม

ที่มา : ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การวิเคราะห์จำแนกพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬา และ การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตร

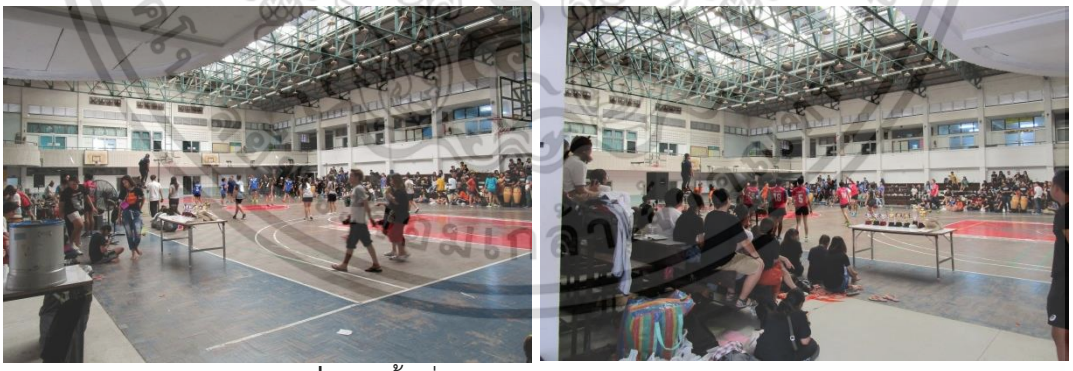
ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาในส่วนการใช้งานทางด้านการกีฬา โดยจากการรวบรวมข้อมูลพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬาของอาคารกรณีศึกษา เพื่อวิเคราะห์พื้นที่การใช้งาน และ พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร ภายใต้โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม อีกทั้งยังพิจารณาส่วนพื้นที่และขนาดสนามกีฬาแต่ละประเภท ทั้งนี้สำหรับอาคารสนามกีฬาในร่มที่มีจำนวนชั้นมากกว่า 1 ชั้นนั้น การพิจารณาจะพิจารณาเฉพาะในส่วนชั้นที่มีการใช้งานเพื่อการกีฬาเท่านั้น

5.2.1 การวิเคราะห์การใช้งานพื้นที่ทางด้านการกีฬา

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลอาคารกรณีศึกษาสามารถจำแนกพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬาได้เป็น 2 ส่วนหลัก ที่เป็นส่วนสำคัญในอาคารสนามกีฬาในร่ม ดังนี้

1) พื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่โดยรอบสนาม หมายถึง พื้นที่สนามกีฬาชนิดต่างๆ และพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา ไม่ว่าจะเป็นส่วนพื้นที่รอบสนามกีฬาตามมาตรฐาน พื้นที่สำหรับนั่งชมกีฬาโดยรอบ และพื้นที่ที่ถูกจัดสรรไว้เพื่อวางอุปกรณ์ทางการกีฬาต่าง ๆ

2) พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ หมายถึง พื้นที่ส่วนบริการผู้เข้ามาใช้งานสนามกีฬา ประกอบด้วย พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ ห้องอาบน้ำ พื้นที่ห้องแต่งตัว พื้นที่ส่วนห้องเก็บของหรือห้องลอกเกอร์ พื้นที่นั่งพักนักกีฬา ฯลฯ



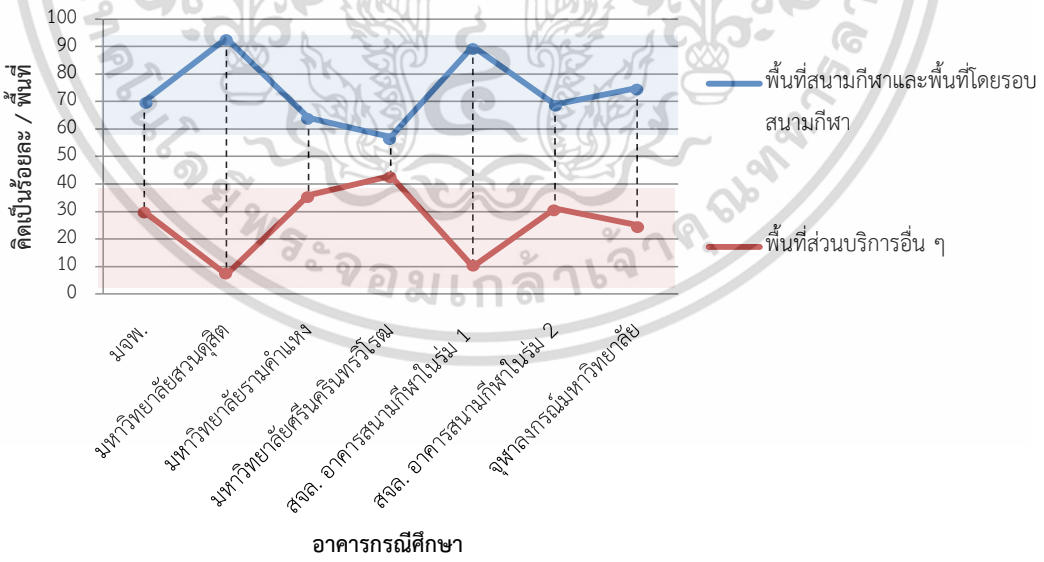
รูปที่ 5.2 พื้นที่ทางด้านการกีฬาของอาคารกรณีศึกษา
ที่มา : จากการสำรวจในเดือน มีนาคม พ.ศ.2561

ทั้งนี้การวิเคราะห์การใช้งานพื้นที่ทางด้านการกีฬาจะวิเคราะห์ จากพื้นที่ 2 ส่วนหลักข้างต้นเท่านั้น ไม่รวมถึงส่วนสำนักงานและพื้นที่บริเวณนอกเหนือจากส่วนการใช้งานด้านการกีฬาต่างๆ โดยข้อมูลการใช้งานพื้นที่ด้านการกีฬาทั้ง 2 ส่วน ของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 7 แห่ง สามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 พื้นที่การใช้งานของอาคารกรณีศึกษา

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา	พื้นที่อาคารส่วนชั้นสนามกีฬา (ตร.ม.)	พื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ (ตร.ม.)
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2,631	1,855	776
		คิดเป็นร้อยละ	**70**	**30**
2	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	987	924	63
		คิดเป็นร้อยละ	**93**	**7**
3	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	1,231	771	460
		คิดเป็นร้อยละ	**64**	**36**
4	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	1,745	1,000	745
		คิดเป็นร้อยละ	**57**	**43**
5	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 1)	1,872	1,700	172
		คิดเป็นร้อยละ	**90**	**10**
6	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 2)	958	664	294
		คิดเป็นร้อยละ	**69**	**31**
7	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2,878	2,171	707
		คิดเป็นร้อยละ	**75**	**25**



รูปที่ 5.3 แผนภูมิแสดงการใช้งานพื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ

ที่มา : ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.3 สามารถสรุปได้ว่าการใช้งานทางทางด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม นั้น แบ่งพื้นที่การใช้งานเป็น พื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา คิดเป็นร้อยละ 60-90 ของพื้นที่ส่วนการกีฬาทั้งหมด ส่วนพื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ อาทิเช่น ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ ห้องแต่งตัว และห้องลกเกอร์นั้น คิดเป็นร้อยละ 10-40 ของพื้นที่ส่วนการกีฬาทั้งหมด หรือคิดร้อยละของพื้นที่ พื้นที่สนามกีฬารวมถึงพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา และ พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ ได้เป็น 74 : 26

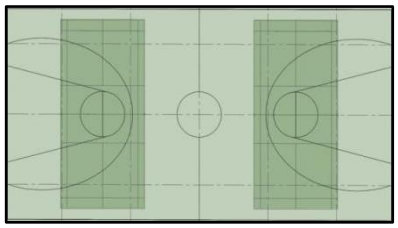
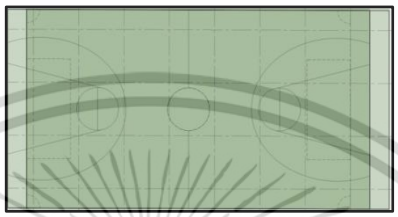
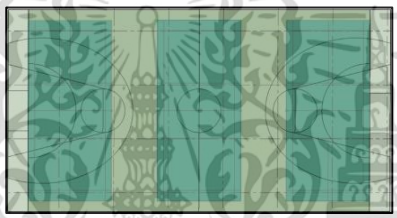
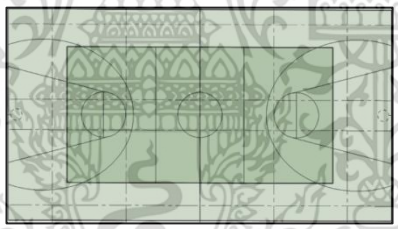
5.2.1.1 การใช้สนามกีฬา

จากการสำรวจรวบรวมข้อมูลอาคารกรณีศึกษา พบว่ามีอาคารกรณีศึกษาหลายแห่งที่มีการใช้งานสนามกีฬาแต่ละชนิด ในลักษณะการทับซ้อนของสนามกีฬาโดยใช้สนามกีฬาที่มีขนาดใกล้เคียงกัน หรือสามารถทับซ้อนกันได้โดยแบ่งการใช้งานด้วย เส้นเขตแดนที่พื้นอาคาร ทำให้อาคารสามารถใช้งานทางด้านการกีฬาในพื้นที่เดียวกันได้มากกว่า 1 ชนิดกีฬาเพื่อให้สามารถใช้งานพื้นที่ได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด โดยอาคารกรณีศึกษาที่มีการใช้งานสนามกีฬาในลักษณะดังกล่าวมี 4 อาคารคือ

1) อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2) อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
3) อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4) อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 การใช้สนามกีฬา

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา	ผังพื้นอาคาร	ประเภทสนามกีฬา	จำนวน
1	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต		สนามบาสเกตบอล	1
			สนามแบดมินตัน	2
2	มหาวิทยาลัยรามคำแหง		สนามบาสเกตบอล	1
			สนามฟุตซอล	1
3	มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ		สนามบาสเกตบอล	1
			สนามฟุตซอล	1
			สนามแบดมินตัน	3
4	อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		สนามบาสเกตบอล	1
			สนามวอลเล่ย์บอล	1
	สนามกีฬาชนิดที่ 1 สนามกีฬาชนิดที่ 2 สนามกีฬาชนิดที่ 3			

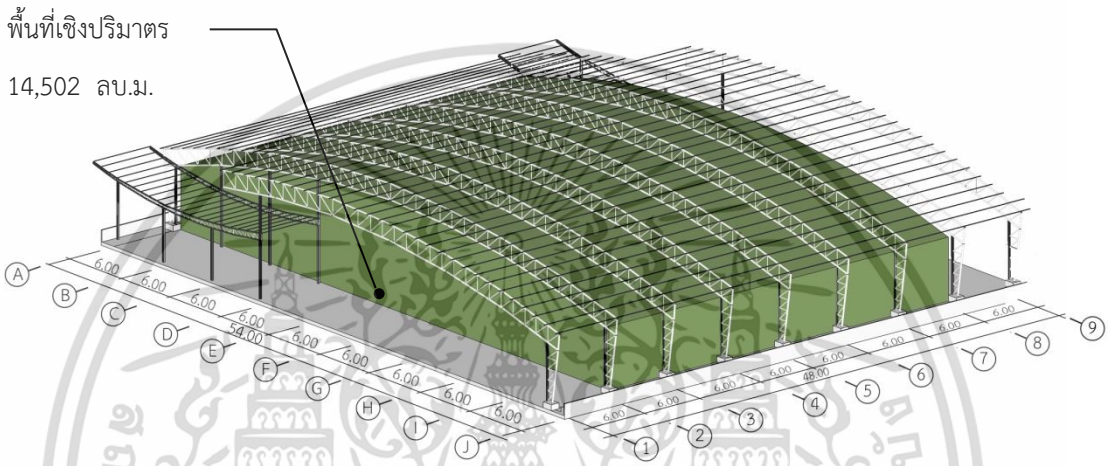
จากตารางที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าการใช้งานพื้นที่สนามกีฬานั้นออกแบบให้สามารถใช้พื้นที่สนามกีฬาเล่นกีฬาได้มากกว่า 1 ชนิดกีฬา ในพื้นที่เดียวกัน โดยจากการรวบรวมข้อมูลนั้นส่วนมากจะใช้งาน 2 ชนิดกีฬาในพื้นที่เดียวกัน มีเพียงอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เท่านั้นที่มีการใช้งานในพื้นที่สนามกีฬาเดียวกัน ถึง 3 ชนิดกีฬา หรือ มีการทับซ้อนกันของสนามกีฬาถึง 5 สนามกีฬา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตร

1) อาคารกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ส่วนการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร ของอาคาร 40 ปี สจพ. นั้นพบว่ามีพื้นที่ใช้งานส่วนสนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา 1,855 ตร.ม. โดยความสูงของอาคารในส่วนนี้ มีความสูงอยู่ที่ ต่ำสุด 6.15 เมตร นับจากพื้นอาคาร และสูงสุดที่ 9.30 เมตร นับจากพื้นอาคาร ดังนั้นทำให้สามารถหาพื้นที่การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตรได้ดัง (รูปที่ 5.4)



รูปที่ 5.4 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร ส่วนสนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ.
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อพิจารณาพื้นที่การใช้งาน และพื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรแล้วพบว่า พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรของสนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ. คือ 14,502 ลบ.ม. หรือ คิดเป็น 7.81 เท่าของพื้นที่ใช้งาน 1 ตร.ม. กล่าวคือ พื้นที่ส่วนการกีฬา 1 ตร.ม. ของ สนามกีฬาในร่ม อาคาร 40 ปี สจพ. นั้น มีพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรคิดเป็น 7.81 ลบ.ม.

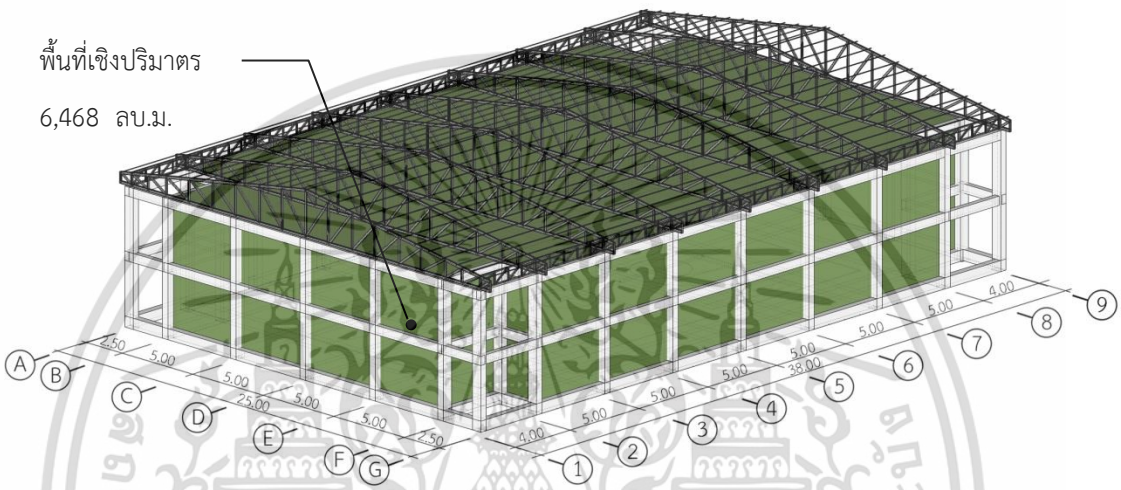
ตารางที่ 5.4 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อาคาร 40 ปี สจพ.

พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	**พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร (ลบ.ม.)**	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**
1,855	14,502	1: 7.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ส่วนการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร ของอาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต นั้นพบว่ามีพื้นที่ใช้งานส่วนสนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา 924 ตร.ม. โดยความสูงของอาคารในส่วนนี้ มีความสูงอยู่ 7 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงใต้โครงสร้างหลังคา ดังนั้นทำให้สามารถหาพื้นที่การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตรได้ดัง (รูปที่ 5.5)



รูปที่ 5.5 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อพิจารณาพื้นที่การใช้งาน และพื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรแล้วพบว่า พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรของสนามกีฬาในร่ม อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต คือ 6,468 ลบ.ม. หรือ คิดเป็น 7 เท่า ของพื้นที่ใช้งาน 1 ตร.ม. กล่าวคือ พื้นที่ส่วนการกีฬา 1 ตร.ม. ของ สนามกีฬาในร่ม อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิตนั้น มีพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรคิดเป็น 7 ลบ.ม.

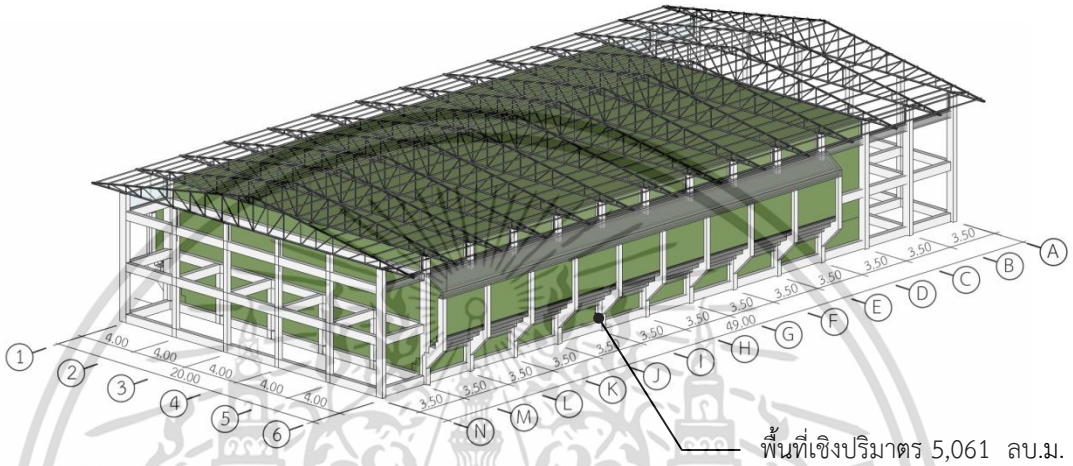
ตารางที่ 5.5 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬาอาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	**พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร (ลบ.ม.)**	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**
924	6,468	1 : 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ส่วนการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง นั้นพบว่ามีพื้นที่ใช้งานส่วนสนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา 771 ตร.ม. โดยความสูงของอาคารในส่วนนี้ มีความสูงอยู่ 7 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงใต้โครงสร้างหลังคา ดังนั้นทำให้สามารถหาพื้นที่การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตรได้ดัง (รูปที่ 5.6)



รูปที่ 5.6 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อพิจารณาพื้นที่การใช้งาน และพื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรแล้วพบว่า พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง คือ 5,061 ลบ.ม. หรือ คิดเป็น 6.56 เท่า ของพื้นที่ใช้งาน 1 ตร.ม. กล่าวคือ พื้นที่ส่วนการกีฬา 1 ตร.ม. ของ อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง นั้น มีพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรคิดเป็น 6.56 ลบ.ม.

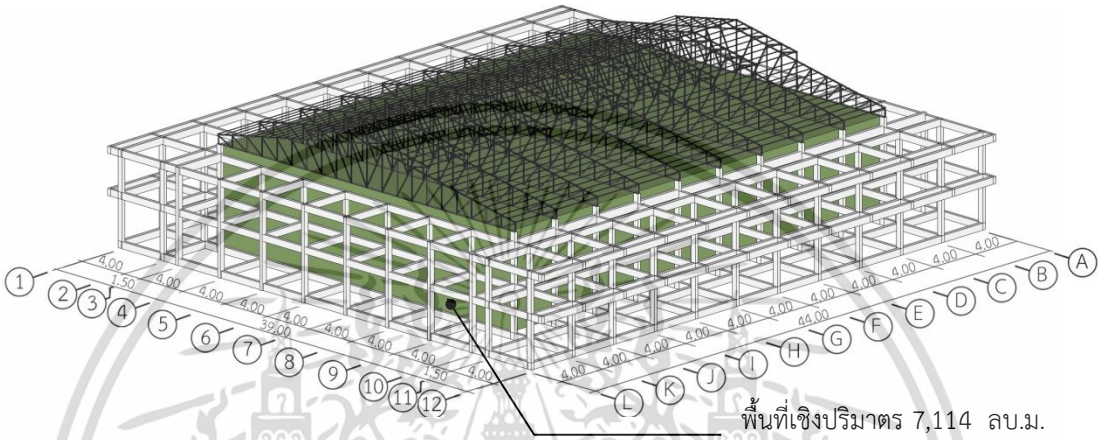
ตารางที่ 5.6 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	**พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร (ลบ.ม.)**	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**
771	5,061	1 : 6.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ส่วนการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นั้นพบว่ามีพื้นที่ใช้งานส่วนสนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา 1,000 ตร.ม. โดยความสูงของอาคารในส่วนนี้ มีความสูงอยู่ 7.2 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงใต้โครงสร้างหลังคา ดังนั้นทำให้สามารถหาพื้นที่การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตรได้ดัง (รูปที่ 5.7)



รูปที่ 5.7 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อพิจารณาพื้นที่การใช้งาน และพื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรแล้วพบว่า พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คือ 7,114 ลบ.ม. หรือ คิดเป็น 7.1 เท่า ของพื้นที่ใช้งาน 1 ตร.ม. กล่าวคือ พื้นที่ส่วนการกีฬา 1 ตร.ม. ของ อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นั้น มีพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรคิดเป็น 7.1 ลบ.ม.

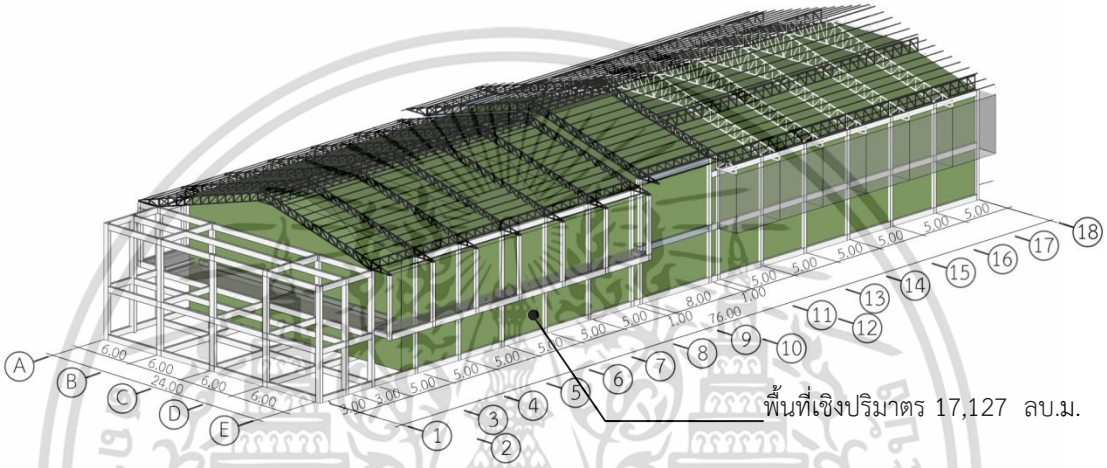
ตารางที่ 5.7 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬาอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	**พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร (ลบ.ม.)**	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**
1,000	7,114	1 : 7.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ส่วนการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร ของอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นั้นพบว่ามีพื้นที่ใช้งานส่วนสนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา 1,700 ตร.ม. โดยความสูงของอาคารในส่วนนี้ มีความสูงอยู่ที่ต่ำสุด 9.40 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคาต่ำสุด และสูงสุดที่ 13.20 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคาสูงสุด ดังนั้นทำให้สามารถหาพื้นที่การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตรได้ดัง (รูปที่ 5.8)



รูปที่ 5.8 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล.
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อพิจารณาพื้นที่การใช้งาน และพื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรแล้วพบว่า พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรอาคารสนามกีฬาในร่ม 1 คือ 17,127 ลบ.ม. หรือ คิดเป็น 10 เท่า ของพื้นที่ใช้งาน 1 ตร.ม. กล่าวคือ พื้นที่ส่วนการกีฬา 1 ตร.ม. ของ อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นั้น มีพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรคิดเป็น 10 ลบ.ม.

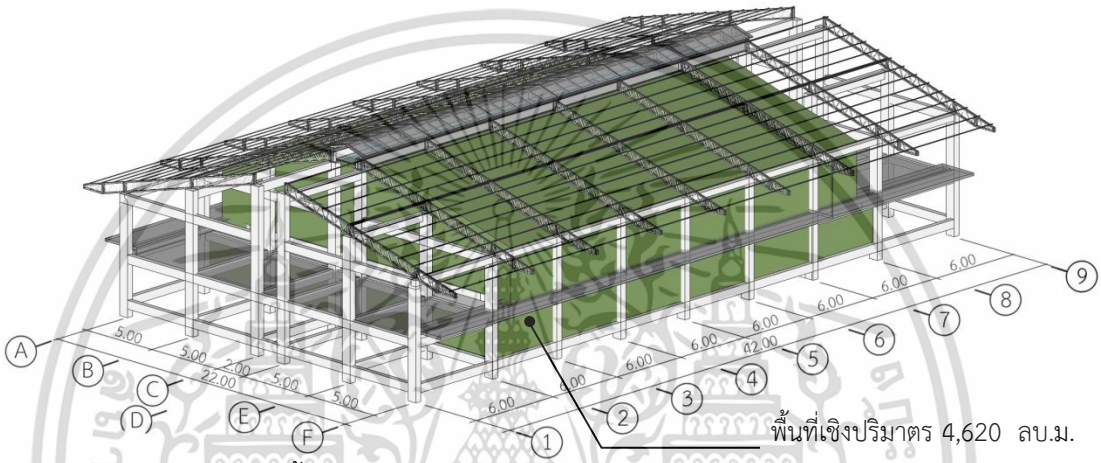
ตารางที่ 5.8 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สจล.

พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	**พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร (ลบ.ม.)**	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**
1,700	17,127	1 : 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ส่วนการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร ของอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นั้นพบว่ามีพื้นที่ใช้งานส่วนสนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา 644 ตร.ม. โดยความสูงของอาคารในส่วนนี้ มีความสูงอยู่ที่ต่ำสุด 6 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคาต่ำสุด และสูงสุดที่ 8.7 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคาสูงสุด ดังนั้นทำให้สามารถหาพื้นที่การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตรได้ดัง (รูปที่ 5.9)



รูปที่ 5.9 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อพิจารณาพื้นที่การใช้งาน และพื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรแล้วพบว่า พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรอาคารสนามกีฬาในร่ม 2 คือ 4,620 ลบ.ม. หรือ คิดเป็น 7 เท่า ของพื้นที่ใช้งาน 1 ตร.ม. กล่าวคือ พื้นที่ส่วนการกีฬา 1 ตร.ม. ของ อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง นั้น มีพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรคิดเป็น 7 ลบ.ม.

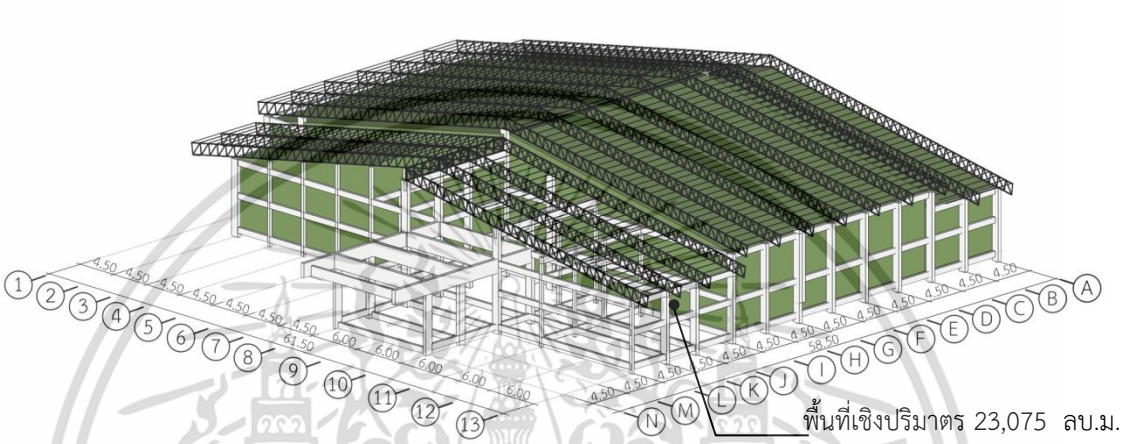
ตารางที่ 5.9 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สจล.

พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	**พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร (ลบ.ม.)**	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**
664	4,620	1 : 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ส่วนการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร ของอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้นพบว่ามีพื้นที่ใช้งานส่วนสนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา 2,171 ตร.ม. โดยความสูงของอาคารในส่วนนี้ มีความสูงอยู่ที่ ต่ำสุด 6 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคาต่ำสุด และสูงสุดที่ 13 เมตร นับจากพื้นอาคารถึงระดับใต้โครงสร้างหลังคาสูงสุด ดังนั้นทำให้สามารถหาพื้นที่การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตรได้ดัง (รูปที่ 5.10)



รูปที่ 5.10 พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่มา : ผู้วิจัยเขียนภาพ ISOMETRIC จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อพิจารณาพื้นที่การใช้งาน และพื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรแล้วพบว่า พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตรอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คือ 23,075 ลบ.ม. หรือ คิดเป็น 10.6 เท่า ของพื้นที่ใช้งาน 1 ตร.ม. กล่าวคือ พื้นที่ส่วนการกีฬา 1 ตร.ม. ของ อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น มีพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรคิดเป็น 10.6 ลบ.ม.

ตารางที่ 5.10 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร / พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	**พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร (ลบ.ม.)**	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**
2,171	23,075	1 : 10.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2.1 สรุปการใช้งานด้านการกีฬาเชิงปริมาตร

จากข้อมูลการใช้งานเชิงปริมาตรของอาคารกรณีศึกษาข้างต้น สามารถสรุปการพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬาในเชิงริมาตรได้ดัง ตารางที่ 5.11

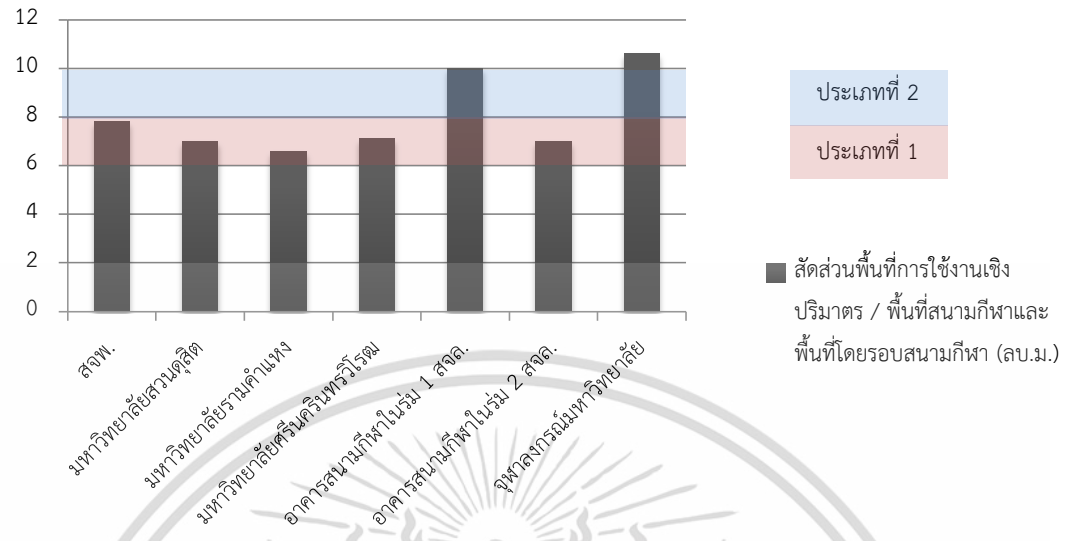
ตารางที่ 5.11 ตารางสรุปพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรของอาคารกรณีศึกษา

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา อาคารสนามกีฬาในร่ม	พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม.)	พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร				พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)
			กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)	(ลบ.ม.)	
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	1,855	35	53	5.5 ถึง 9.3	14,502	1 : 7.81
2	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	924	25	38	7	6,468	1 : 7
3	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	771	22.5	35	7	5,061	1 : 6.56
4	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	1,000	27.8	33	7.2	7,114	1 : 7.1
5	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 1)	1,700	24	67	9.4 ถึง 12.6	17,127	1 : 10
6	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 2)	664	19	27	6 ถึง 8.7	4,620	1 : 7
7	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2,171	34	62	6 ถึง 12	23,075	1: 10.6

จากตารางที่ 5.11 การใช้งานเชิงปริมาตรของอาคารกรณีศึกษา สามารถสรุปผลได้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ 1 สัดส่วนพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร ต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา 2 ปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม และ 3 รูปแบบการจัดวางสนามกีฬาภายในอาคารสนามกีฬาในร่ม โดยแต่ละส่วนสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สัดส่วนพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร ต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา



รูปที่ 5.11 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา
ที่มา : ผู้วิจัย

จากรูปที่ 5.11 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬานั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

สัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตร ประเภทที่ 1 มีสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อยู่ที่ประมาณ 7 ลบ.ม. ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. โดยมีอาคารกรณีศึกษา 5 อาคาร ที่มีสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬาจัดอยู่ใน สัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรประเภทที่ 1 ได้แก่ 1) มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 2) มหาวิทยาลัยรามคำแหง 3) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 4) อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 5) อาคารสนามกีฬาในร่ม 5 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

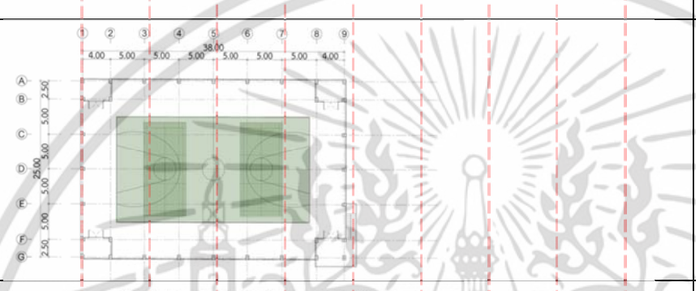
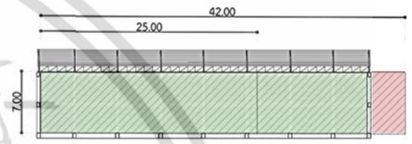
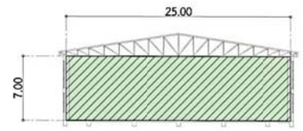
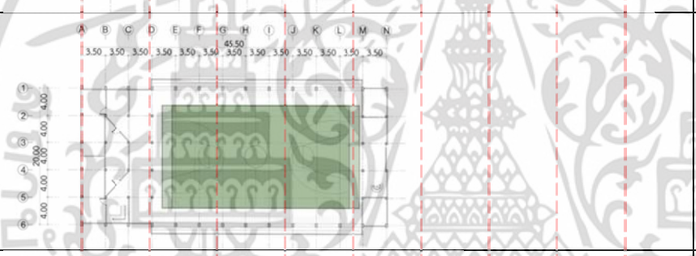
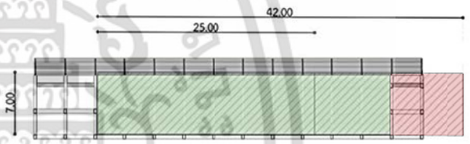
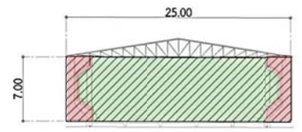
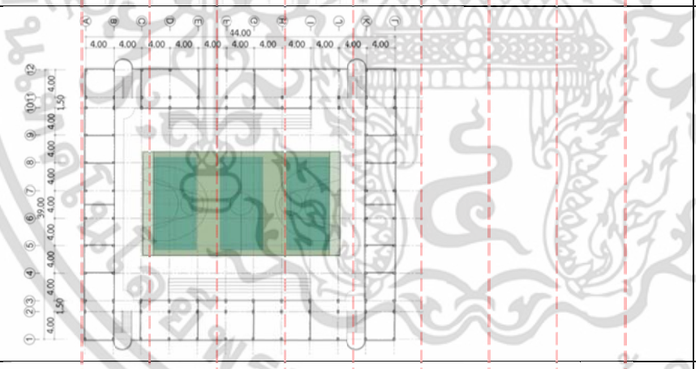
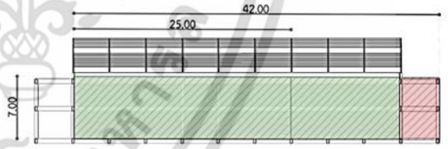
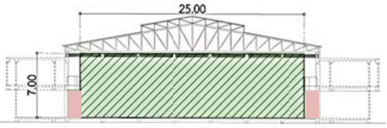
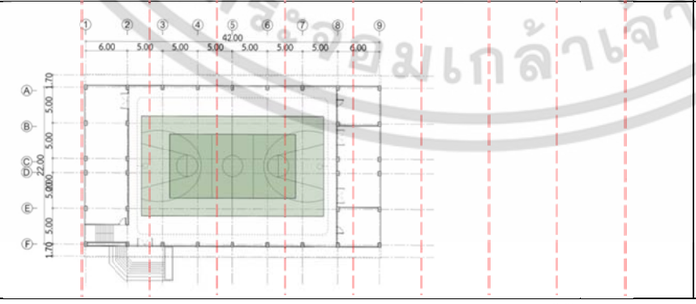
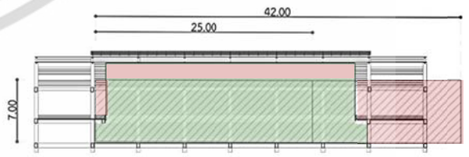
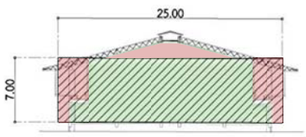
สัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตร ประเภทที่ 2 มีสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อยู่ที่ประมาณ 10 ลบ.ม. ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. โดยมีอาคารกรณีศึกษา 2 อาคาร ที่มีสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬาจัดอยู่ใน สัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาตรประเภทที่ 2 ได้แก่ 1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๒) ปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม

จากตารางที่ 5.11 แสดงให้เห็นปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่มของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 7 แห่ง โดยสามารถจำแนกและวิเคราะห์การใช้งานด้านปริมาตรในเชิงระยะความกว้าง ความยาว และความสูง ได้ดังนี้

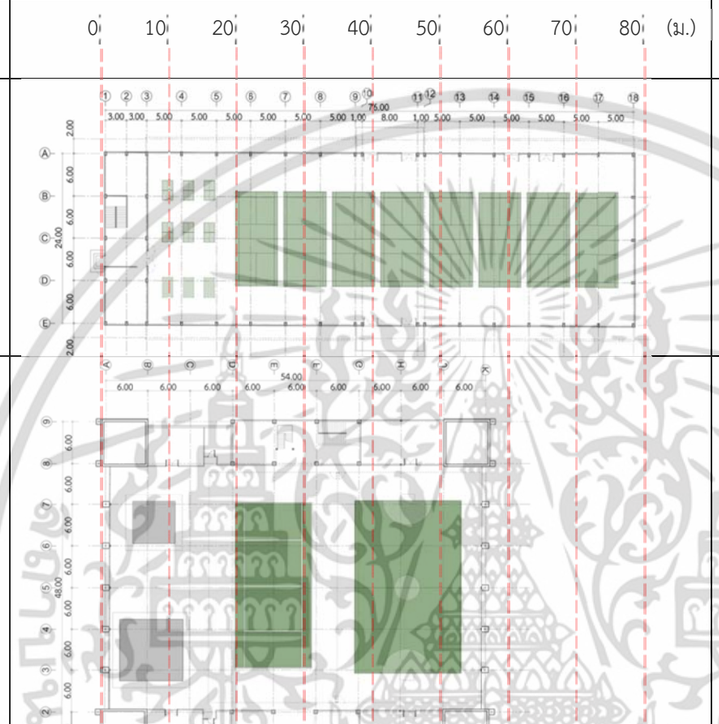
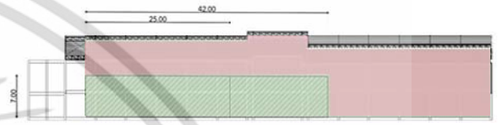
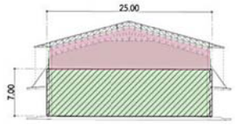
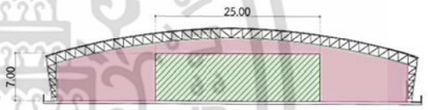
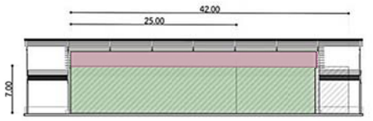
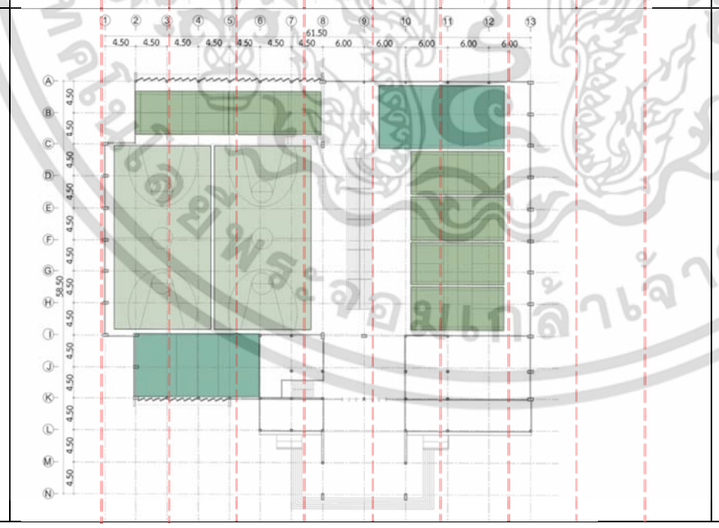
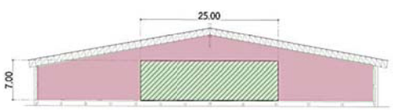
ตารางที่ ๕.๑๒ ตารางสรุปปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา อาคารสนามกีฬาในร่ม	พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร			ผังพื้นอาคาร และ การจัดวางสนามกีฬา หน่วยความยาวของอาคารสนามกีฬาในร่ม	เปรียบเทียบการใช้งานด้านการกีฬาเชิงปริมาตร ด้านยาว กับการใช้งานเชิงปริมาตรของสนามกีฬามาตรฐาน	เปรียบเทียบการใช้งานด้านการกีฬาเชิงปริมาตร ด้านสกัด กับการใช้งานเชิงปริมาตรของสนามกีฬามาตรฐาน
		กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)	0 10 20 30 40 50 60 70 80 (ม.)		
1	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	25	38	7			
2	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	22.5	35	7			
3	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	27.8	33	7.2			
4	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 2)	19	27	6 - 8.7 เฉลี่ยที่ 7.35			

การใช้งานเชิงปริมาตรของสนามกีฬามาตรฐาน การใช้งานเชิงปริมาตรของอาคารกรณีศึกษาที่แตกต่างจากสนามกีฬามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

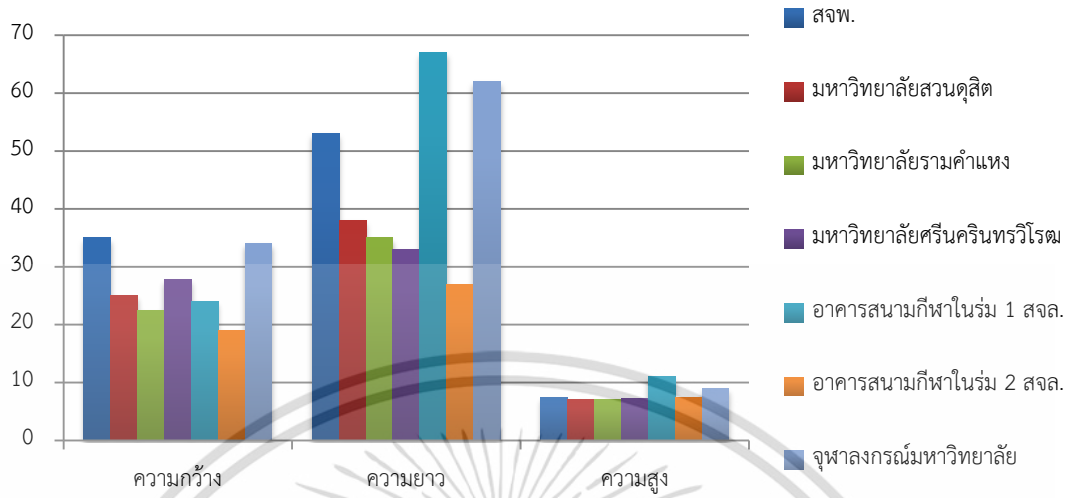
ตารางที่ ๕.๑๒ (ต่อ)

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา อาคารสนามกีฬาในร่ม	พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร			ผังพื้นอาคาร และ การจัดวางสนามกีฬา หน่วยความยาวของอาคารสนามกีฬาในร่ม	เปรียบเทียบการใช้งานด้านการกีฬาเชิงปริมาตร ด้านยาว กับการใช้งานเชิงปริมาตรของสนามกีฬามาตรฐาน	เปรียบเทียบการใช้งานด้านการกีฬาเชิงปริมาตร ด้านสกัด กับการใช้งานเชิงปริมาตรของสนามกีฬามาตรฐาน
		กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)			
5	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 1)	24	67	9.4 - 12.6 เฉลี่ยที่ 11			
6	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	35	53	5.5 - 9.3 เฉลี่ยที่ 7.4			
7	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	34	62	6 – 12 เฉลี่ยที่ 9			

การใช้งานเชิงปริมาตรของสนามกีฬามาตรฐาน การใช้งานเชิงปริมาตรของอาคารกรณีศึกษาที่แตกต่างจากสนามกีฬามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.12 ตารางสรุปปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม นั้น สามารถเปรียบเทียบ การใช้งานด้านปริมาตรในเชิงระยะความยาวได้ดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 แผนภูมิแสดงปริมาตรระยะการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม

ที่มา : ผู้วิจัย

เมื่อนำมาพิจารณาการใช้งานด้านปริมาตรในเชิงระยะความกว้าง ความยาว และความสูง ของการใช้งานด้านการกีฬา ตามรูปที่ 5.12 พบว่า

1) การใช้งานด้านปริมาตรในเชิงระยะความกว้าง นั้นส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 20 – 30 เมตร โดยมี 2 กรณีศึกษาที่มีความกว้างมากกว่า อาคารกรณีศึกษาอื่น ๆ คืออาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และ อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีความกว้างอยู่ในช่วง 30 - 40 เมตรโดยจะเห็นได้ว่าทั้ง 2 อาคารเป็นอาคารที่มีการจัดวางสนามกีฬาที่ไม่มีการใช้งานทับซ้อนของสนาม

2) การใช้งานด้านปริมาตรในเชิงระยะ**ความยาว** นั้น แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1 ปริมาตรในเชิงระยะความยาว อยู่ในช่วง 25-40 เมตร ได้แก่

- อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
- อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

และ กลุ่มที่ 2 คือ ปริมาตรในเชิงระยะความยาว อยู่ในช่วง 50-70 เมตร ได้แก่

- อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) การใช้งานด้านปริมาตรในเชิงระยะ**ความสูง** นั้นโดยเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 7 -10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบการใช้งานเชิงปริมาตรกับสนามกีฬามาตรฐาน

เมื่อพิจารณาพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬาเชิงปริมาตรแล้ว นำมาเปรียบเทียบกับพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรของสนามกีฬา ในขนาดที่การกีฬาแห่งประเทศไทยกำหนดขนาดมาตรฐานของสนามแข่งทั่วไป อยู่ที่ความกว้าง 15 - 25 ม ยาว 25 - 42 ม. สูงไม่ต่ำกว่ากว่า 7 เมตร (ยึดมาตรฐานสนามกีฬาบาสเกตบอล) พบว่าการใช้งานในเชิงปริมาตรของอาคารกรณีศึกษา 4 แห่ง มีการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตรที่ใกล้เคียงกับ การใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตร ของสนามแข่งขนาดมาตรฐาน โดยทั้ง 4 แห่ง คือ

- อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
- อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มีการจัดวางสนามกีฬาตามแนวยาวของอาคาร โดยมีการใช้งานเพียง 1 สนาม หรือ ใช้วิธีการทับซ้อนกันของสนามกีฬาแต่ละประเภท โดยอาคารกรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง มีการใช้งานด้านปริมาตรที่ ความกว้างระหว่าง 20-30 เมตร ความยาว 25-45 เมตร และความสูงโดยเฉลี่ย 7 เมตร

และ พบอาคารกรณีศึกษา 3 แห่ง ที่มีการใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตรที่แตกต่างจากสนามแข่งขนาดมาตรฐาน คือ

- อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 5.12 จะเห็นได้ว่าอาคารกรณีศึกษาที่มีการใช้งานด้านปริมาตรที่แตกต่างกับการใช้งานเชิงปริมาตรของสนามกีฬาขนาดมาตรฐานนั้น เป็นอาคารที่มีความหลากหลายของสนามกีฬาในอาคารโดยในด้านการใช้งานสนามกีฬานั้น ไม่มีพื้นที่ทับซ้อนกันของสนามกีฬาประเภทต่าง ๆ จึงทำให้พื้นที่การงานของสนามกีฬานั้นมีขนาดใหญ่กว่าสนามกีฬาขนาดมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2.2 สรุปการใช้งานด้านการกีฬา ของอาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการวิเคราะห์จำแนกพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬา และการใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตร สามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.13 ตารางสรุปปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม

สัดส่วนพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา และพื้นที่ส่วนบริการอื่นๆ	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**	**ปริมาตรในเชิงระยะความกว้าง ความยาว และความสูง**			**รูปแบบการจัดวางสนามกีฬา**
		กว้าง (ม.)	**ยาว** (ม.)	**สูง** (ม.)	
74 : 26	1 : 7	15 - 25	25 - 42	7	สนามกีฬาหลายประเภทจัดวางในพื้นที่เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การจำแนกรูปแบบโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม

5.3.1 รูปแบบโครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลอาคารสนามกีฬาในร่มพบว่า รูปแบบโครงสร้างหลังคาของอาคารสนามกีฬาในร่มนั้นเป็นโครงถักเหล็ก (Steel truss) และมีรูปแบบ หรือ ลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างที่หลากหลายโดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบดังนี้

5.3.1.1 โครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่มรูปแบบที่ 1

รูปที่ 5.13 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

โครงสร้างแบบที่ 1 (รูป 5.13) เป็นโครงสร้างแบบ โครงแบบโค้ง (Curved Truss) มีการใช้วัสดุมุงหลังคาแบบใสในบางช่วง เพื่อเปิดช่องรับแสงจากธรรมชาติ มีระยะพาดช่วงประมาณ 54 เมตร ปกคลุมพื้นที่ส่วนการกีฬาทั้งหมด โดยออกแบบให้อยู่ที่ชั้นบนสุดของอาคาร จึงมีการแบ่งหลังคาบางช่วงให้ลดระดับลงเพื่อสอดคล้องกับความสวยงามของอาคารในองค์รวม ในส่วนเสารองรับโครงสร้างหลังคานี้ถูกออกแบบให้เป็นโครงถักที่ เชื่อมติดกับตัวโครงสร้างหลังคาให้เป็นชิ้นเดียวกัน มีการยึดทะแยงรั้งโครงสร้างเพื่อไม่ให้เกิดการโย้ของโครงสร้างด้วยลวดสลิง ใช้วัสดุมุงหลังคาเป็นเมทัลชีท วางบนแปเหล็ก ปูโค้งตามโครงสร้างหลังคารูปแบบโครงสร้างหลังคาดังกล่าวพบเพียงแห่งเดียวคือ อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

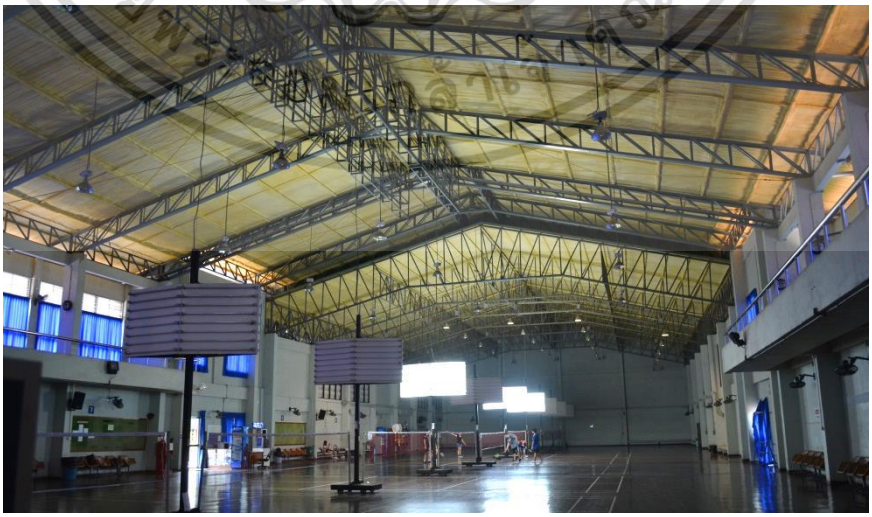
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 โครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่มรูปแบบที่ 2

รูปที่ 5.14 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

โครงสร้างแบบที่ 2 (รูป 5.14) เป็นโครงสร้างแบบโครงรูปจั่ว (Gable truss/Pitch truss) โดยเป็นโครงรูปจั่วที่ใช้ โครงถักแบบคิงก์ มีระยะพาดช่วงประมาณ 25 เมตร ปกคลุมพื้นที่ส่วนการกีฬาทั้งหมด ในที่นี้อาคารสนามกีฬาในร่มของมหาวิทยาลัยดุสิต ออกแบบให้อยู่ที่ชั้น 2 ของอาคาร ในส่วนเสาและฐานอาคารนั้นเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้วัสดุมุงหลังคาเป็นเมทัลชีท วางบนแปเหล็ก โครงสร้างหลังคาดังกล่าวพบ 3 แห่งคือ อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต , อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง และอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4.1.3 โครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่มรูปแบบที่ 3



รูปที่ 5.15 อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างแบบที่ 3 (รูป 5.15) เป็นโครงสร้างแบบเอียงคอร์ดขนาน (Incline parallel chord truss) มีระยะพาดช่วงประมาณ 25 เมตร ปกคลุมพื้นที่ส่วนการกีฬาทั้งหมด ในที่นี้อาคารสนามกีฬาในร่มสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการยกชั้นหลังคาบริเวณกลางอาคาร เนื่องจากอาคารมีความยาวค่อนข้างมาก จึงมีการยกชั้นหลังคาเปลี่ยนระดับเพื่อให้เกิดความสวยงามบริเวณทางเข้าอาคารมากยิ่งขึ้น และนอกจากมีการยกชั้นหลังคาแล้ว โครงสร้างหลังคาของอาคารก็มีความหลากหลายแต่ยังคงจัดอยู่ในรูปแบบโครงสร้างแบบเอียงคอร์ดขนาน ในส่วนเสาและฐานอาคารนั้นเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้วัสดุมุงหลังคาเป็นเมทัลชีท วางบนแปเหล็ก โครงสร้างหลังคาดังกล่าวพบ 1 แห่งคือ อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.1.4 โครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่มรูปแบบที่ 4

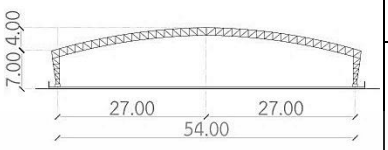
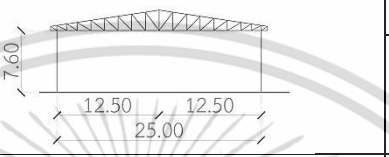
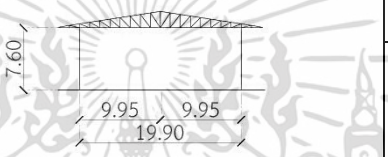
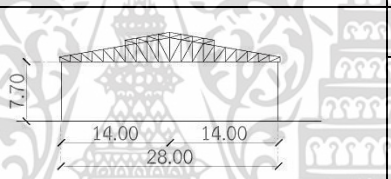
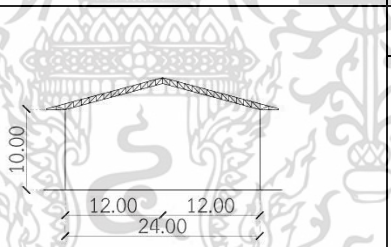
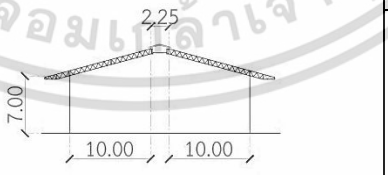
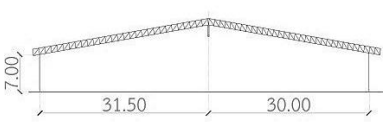
รูปที่ 5.16 อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงสร้างแบบที่ 4 (รูป 5.16) โครงแบบแนวเอียง (Sloping Flat Truss) มีระยะพาดช่วงประมาณ 20-60 เมตร ปกคลุมพื้นที่ส่วนการกีฬาทั้งหมด ในที่นี้อาคารสนามกีฬาในร่มสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการเปิดช่องแสงบริเวณกลางอาคาร ในส่วนเสาและฐานอาคารนั้นเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้วัสดุมุงหลังคาเป็นเมทัลชีท วางบนแปเหล็ก โครงสร้างหลังคาดังกล่าวพบ 2 แห่งคือ อาคารสนามกีฬาในร่ม 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.14 รูปแบบโครงสร้างหลังคาอาคารกรณีศึกษา

ที่มา : รวบรวมจากการสำรวจ

รูปแบบโครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่ม สถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร			
อาคารสนามกีฬาในร่ม		**รูปตัดโดยสังเขป**	**กายภาพ**
รูปแบบที่ 1 โครงแบบโค้ง	- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ		ช่วงพาดกว้างประมาณ 54 ม. วางโครงสร้างหลักที่ระยะ@ 6 ม.
รูปแบบที่ 2 โครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์	- มหาวิทยาลัยสวนดุสิต		ช่วงพาดกว้างประมาณ 25 ม. วางโครงสร้างหลักที่ระยะ@ 5 ม.
	- มหาวิทยาลัยรามคำแหง		ช่วงพาดกว้างประมาณ 20 ม. วางโครงสร้างหลักที่ระยะ@ 3.5 ม.
	- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ		ช่วงพาดกว้างประมาณ 28 ม. วางโครงสร้างหลักที่ระยะ@ 4 ม.
รูปแบบที่ 3 โครงแบบเฮียงคอร์ดขนาน	- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 1)		ช่วงพาดกว้างประมาณ 24 ม. วางโครงสร้างหลักที่ระยะ@ 5 ม.
รูปแบบที่ 4 โครงแบบแนวเฮียง	- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 2)		ช่วงพาดกว้างประมาณ 10 ม. วางโครงสร้างหลักที่ระยะ@ 5ม.
	- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		ช่วงพาดกว้างประมาณ 30 ม. วางโครงสร้างหลักที่ระยะ@ 4.5ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหลังคาอาคารสนามกีฬาในร่มจำแนกเป็น 4 รูปแบบ[1] ต่อไปนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลอาคารสนามกีฬาในร่มทั้ง 4 รูปแบบ จาก 7 อาคารกรณีศึกษา โดยในการวิเคราะห์ส่วนโครงสร้างหลังคาจะเรียกชื่อตามรูปแบบตามโครงสร้างพาดช่วงกว้างที่ได้จำแนกไว้ข้างต้น (ตารางที่ 4.1) ได้แก่ 1 โครงแบบโค้ง 2 โครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์ 3 โครงแบบเอียงคอร์ดขนาน 4 โครงแบบแนวเอียง

โดยเมื่อวิเคราะห์จากตารางที่ 5.14 แล้วจะเห็นได้ว่ารูปแบบโครงสร้างหลังคาที่นิยมใช้ในอาคารสนามกีฬาในร่มนั้น มี 2 รูปแบบหลัก ที่นิยมใช้ในอาคารสนามกีฬาในร่ม คือ

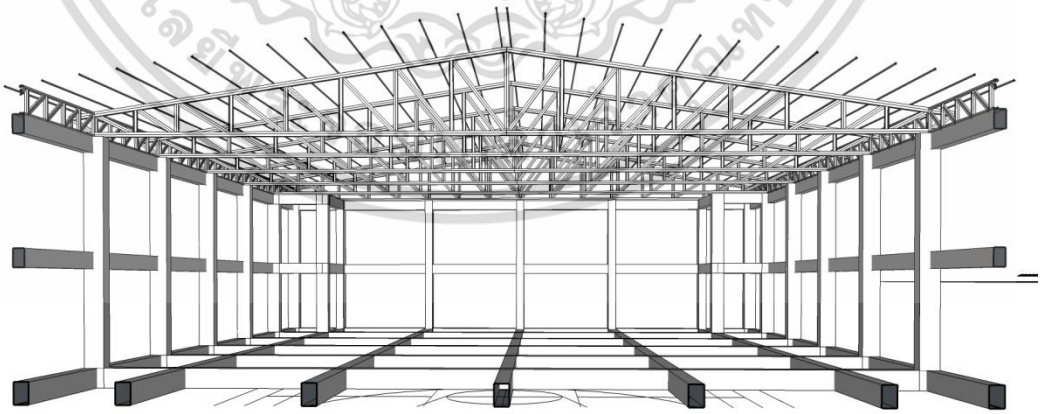
1) โครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์
2) โครงแบบแนวเอียง และ แบบเอียงคอร์ดขนาน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำรูปแบบโครงสร้างหลังคา 2 รูปแบบ นี้มาวิเคราะห์พฤติกรรมทางโครงสร้างด้วยวิธีการจำลองและประมวลผลด้วยโปรแกรม SAP 2000

5.3.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมโครงสร้างหลังคา

โครงสร้างแต่ละรูปแบบมีพฤติกรรมทางโครงสร้างที่แตกต่างกัน จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าอาคารสนามกีฬาในร่ม นิยมใช้รูปแบบโครงสร้างหลังคา โครงรูปจั่วโครงถักแบบคิงก์ และ โครงแบบแนวเอียง-แบบเอียงคอร์ดขนาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำรูปแบบโครงสร้างหลังทาทั้ง 2 รูปแบบ มาจำลองและประมวลผลเบื้องต้นด้วยโปรแกรม SAP 2000 โดยจะใช้การประมวลผลในเชิง 2 มิติ วิเคราะห์ในด้านสกัดของโครงสร้างซึ่งจะสามารถอธิบายพฤติกรรมของโครงสร้างได้ชัดเจนที่สุด

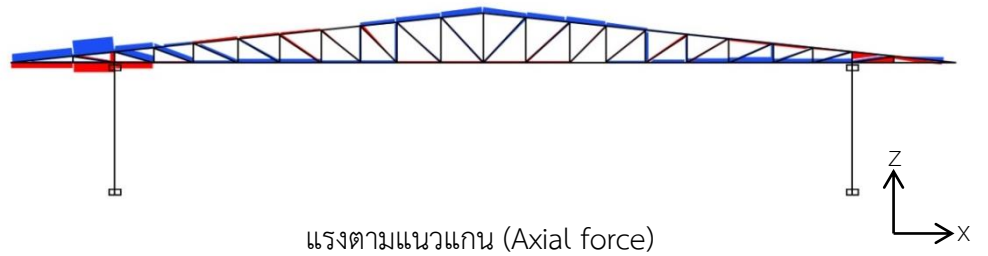
5.3.2.1 โครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์



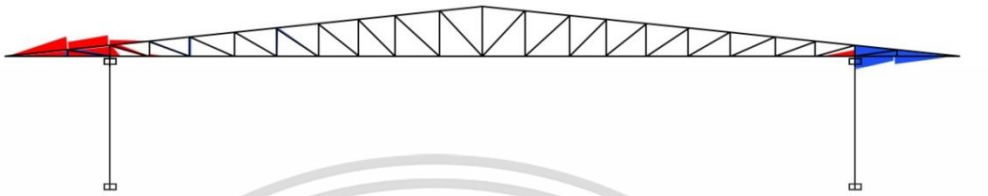
รูปที่ 5.17 ทัศนียภาพจำลองโครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์
ที่มา : ผู้วิจัย

[1] จำแนกตามความแตกต่างของโครงสร้างหลักเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมโครงสร้าง โดยไม่คำนึงถึงรายละเอียดปลีกย่อย เช่นการยกชั้นหลังคาและส่วนตกแต่งอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แรงตามแนวแกน (Axial force)



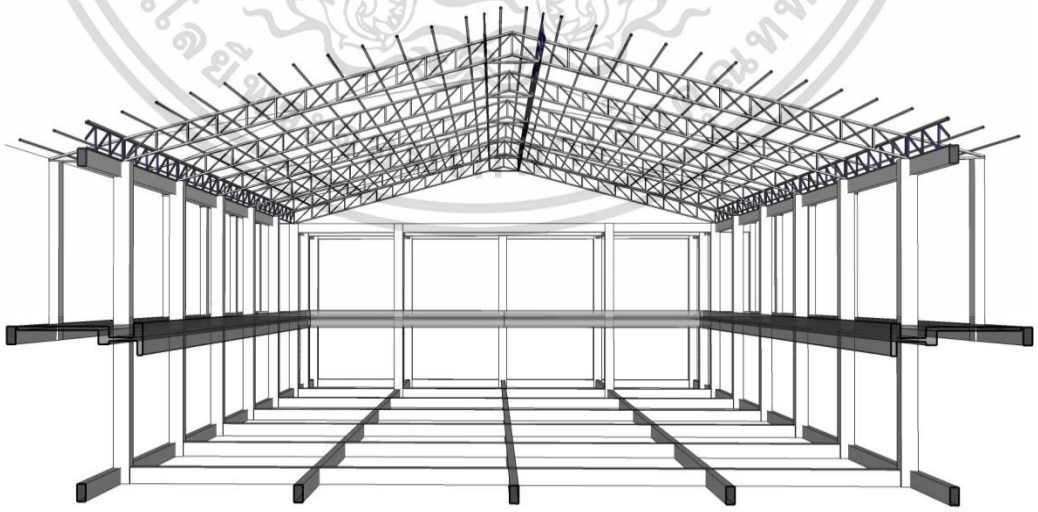
แผนภาพโมเมนต์แรงดัด (Bending Moment Diagram)

แผนภาพแผนภาพการเสียรูป (Deformation)

รูปที่ 5.18 ผลการประมวลผลพฤติกรรมโครงสร้างหลังคาโครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์

ที่มา : ผู้วิจัย

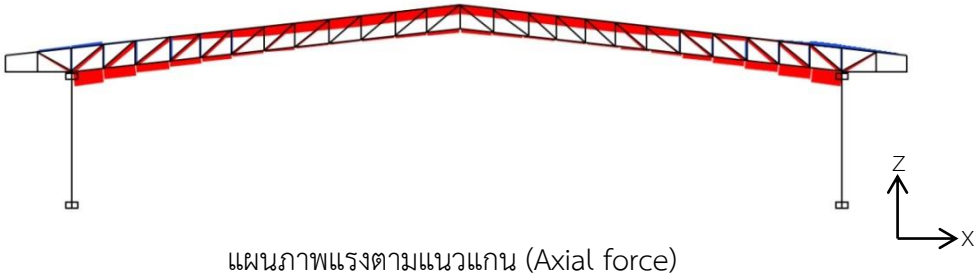
5.3.2.2 โครงแบบแนวเอียง - แบบเอียงคอร์ดขนาน



รูปที่ 5.19 ทัศนียภาพจำลองโครงแบบแนวเอียง-แบบเอียงคอร์ดขนาน

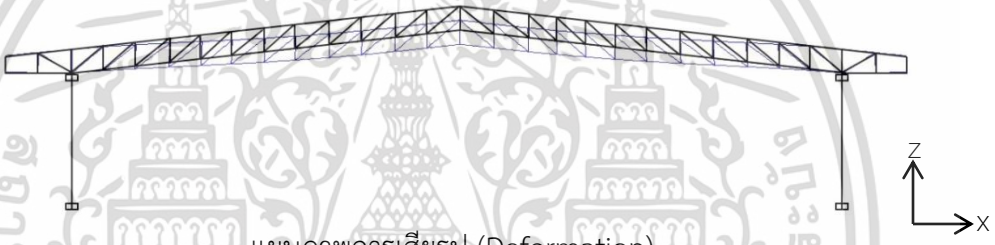
ที่มา : ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภาพแรงตามแนวแกน (Axial force)

แผนภาพโมเมนต์แรงดัด (Bending Moment Diagram)



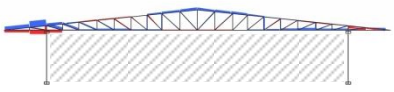
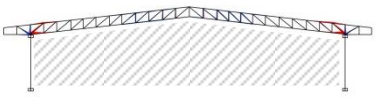
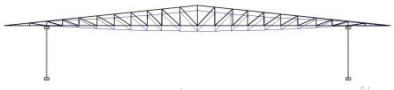
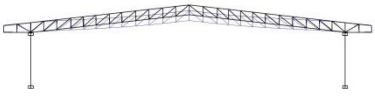
แผนภาพการเสียรูป (Deformation)

รูปที่ 5.20 ผลการประมวลผลพฤติกรรมโครงสร้างหลังคาโครงแบบแนวเอียง - แบบเอียงคอร์ดขนาน

ที่มา : ผู้วิจัย

5.3.3 ผลจากการวิเคราะห์พฤติกรรมโครงสร้าง

ตารางที่ 5.15 เปรียบเทียบพฤติกรรมโครงสร้างหลังคา

พฤติกรรมโครงสร้าง	โครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์	โครงแบบแนวเอียง - เอียงคอร์ดขนาน
แผนภาพแรงตามแนวแกน (Axial force)		
แผนภาพโมเมนต์แรงดัด (Bending Moment Diagram)		
แผนภาพการเสียรูป (Deformation)		

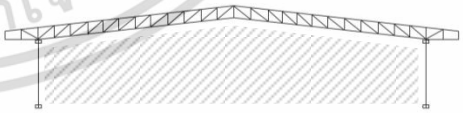
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.15 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการจำลองโครงสร้างทั้ง 2 รูปแบบ ในมิติความสูงและระยะพาดช่วงที่เท่ากัน และ ประมวลผลด้วยโปรแกรม SAP 2000นั้นทำให้เห็นพฤติกรรมโครงสร้างหลังคาทั้ง 2 รูปแบบที่มีความแตกต่าง และ ใกล้เคียงกันในหลาย ๆ ประเด็น ดังนี้

1) แรงตามแนวแกน (Axial force) จากตาราง 5.15 จะเห็นได้ว่า โครงแบบแนวเอียง - แบบเอียงคอร์ดขนาน มีแรงตามแนวแกนที่ มากกว่า โครงรูปจั่วโครงถักแบบคิงก์ เนื่องด้วยลักษณะโครงสร้างที่ขวางขนานกันและไปจบกันที่ช่วงจั่วตรงกลางจึงทำให้มีแรงตามแนวแกนมากกว่า
2) โมเมนต์แรงดัด (Bending Moment Diagram) จากตาราง 5.15 จะเห็นได้ว่าโครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์ นั้นเกิดโมเมนต์แรงดัดบริเวณ รอยต่อระหว่างหลังคา และเสาอาคารมากที่สุด
3) การเสียรูป (Deformation) การเสียรูปของโครงสร้างทั้ง 2 รูปแบบนั้นเมื่อเปรียบเทียบในมิติความสูงและระยะพาดช่วงที่เท่ากันนั้น พบว่ามีการเสียรูปของโครงสร้างที่ใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมทางโครงสร้างของโครงสร้างหลังคาทั้ง 2 รูปแบบที่นิยมใช้กับอาคารสนามกีฬาในร่ม พบว่าการพฤติกรรมทางโครงสร้างที่มีข้อดี – ข้อเสียทางด้านการรับแรงหรือด้านพฤติกรรมทางโครงสร้างที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับการใช้งานทางด้านการกีฬาในเชิงปริมาตรนั้นจะเห็นได้ว่า โครงสร้างหลังคาแบบโครงแบบแนวเอียง – เอียงคอร์ดขนาน นั้นมีพื้นที่การใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาตรที่มากกว่าโครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์ ตามตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 ตารางสรุปโครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้างที่สอดคล้องกับการใช้งานด้านการกีฬา

โครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์	**โครงแบบแนวเอียง - เอียงคอร์ดขนาน**
	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 รูปแบบการใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการศึกษาการใช้งานพื้นที่อาคาร และการใช้งานพื้นที่อาคารในเชิงปริมาตรในด้านการกีฬา พบว่า การใช้งานพื้นที่นั้นมีสัดส่วนของพื้นที่สนามกีฬา – พื้นที่โดยรอบสนามกีฬา และ พื้นที่บริการส่วนอื่น ๆ อยู่ที่ 74 -26

นากจากนี้ยังสามารถลำดับประเภทสนามกีฬาที่นิยม ใช้ในอาคารสนามกีฬาในมากที่สุดคือ สนามบาสเกตบอล สนามแบดมินตัน และสนามฟุตซอล ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนของขนาดสนามกีฬานั้นพบว่า กีฬาทั้ง 3 ประเภท รวมถึงสนามกีฬาอื่น ๆ ที่เลือกใช้ในอาคารสนามกีฬาในร่มนั้น พบว่า มีการเลือกใช้ขนาดสนามที่ใกล้เคียงกัน โดยอยู่ที่ กว้างไม่เกิน 15 เมตร และยาว ไม่เกิน 28 เมตร เมื่อพิจารณาขนาดสนามกีฬาที่ใช้จะพบว่า สนามกีฬาเกือบทุกประเภทที่เลือกใช้ภายในอาคารนั้น มีขนาดใกล้เคียงกันทั้งหมดแม้ว่าจะต่างชนิดกีฬากันก็ตาม

ในส่วนของการใช้งานพื้นที่สนามกีฬาในเชิงปริมาตรนั้น พบว่าการใช้งานในเชิงปริมาตรของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 7 อาคารนั้นมีการใช้งานในเชิงปริมาตรที่ใกล้เคียงกัน คือ 7 ลบ.ม. ต่อ การใช้งานพื้นที่ทางด้านการกีฬา 1 ตร.ม. โดยเมื่อพิจารณามาตรฐานสนามกีฬาที่เป็นมาตรฐานคือสนามกีฬาบาสเกตบอลที่กำหนดไว้ให้มีความสูง ไม่ต่ำกว่า 7 เมตร ก็พบว่ามีความสอดคล้องในด้านการใช้งานในเชิงปริมาตร แม้ว่าอาคารกรณีศึกษาทั้ง 7 กรณี จะมีการใช้รูปแบบโครงสร้างหลังคาที่แตกต่างกันถึง 4 รูปแบบ แต่ในด้านของการใช้งานในเชิงปริมาตรนั้น ถูกออกแบบมาให้ใกล้เคียงกับมาตรฐาน

6.2 รูปแบบโครงสร้าง อาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการศึกษารูปแบบโครงสร้าง อาคารสนามกีฬาในร่ม พบว่านิยมใช้โครงสร้าง 2 รูปแบบ คือ โครงรูปจั่วโครงถักแบบคิงก์ และ โครงแบบแนวเอียง-แบบเอียงคอร์ดขนาน โดยรูปแบบโครงสร้างที่สอดคล้องกับการใช้งานด้านการกีฬาคือ โครงสร้างหลังคาแบบโครงแบบแนวเอียง-แบบเอียงคอร์ดขนาน โดยมีระยะพาดช่วงระหว่าง 25 เมตร

ในส่วนของขนาด และ ระยะพาดช่วงกว้างของอาคารนั้นพบว่า มักสัมพันธ์กับขนาดของสนามกีฬาที่เลือกใช้ภายในอาคาร โดยมีมาตรฐานสนามกีฬาบาสเกตบอลเป็นหลักส่วนสนามกีฬาชนิดอื่นมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

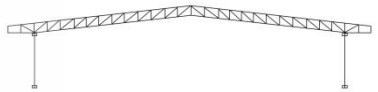
เลือกใช้ขนาดสนามกีฬาที่เป็นขนาดเล็กที่สุดที่กำหนดให้เป็นมาตรฐานของทางการกีฬาแห่งชาติ หรือที่ใช้ฝึกซ้อมกีฬาในสากล

ดังนั้นจึงสันนิษฐานได้ว่าการออกแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร นั้นมีการออกแบบให้อยู่ภายใต้มาตรฐานและข้อกำหนดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของขนาดสนามกีฬา การใช้งานในเชิงปริมาตร

เมื่อพิจารณาทั้งในส่วนของปริมาตรการใช้งานด้านการกีฬา และ รูปแบบโครงสร้างของอาคารสนามกีฬาในร่ม ที่สอดคล้องกันจะสามารถสรุปแนวทางการออกแบบ โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร ได้ดังตารางที่ 6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 ตารางสรุปแนวทางการออกแบบ โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร

สัดส่วนพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา และ พื้นที่ส่วนบริการอื่นๆ	**พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา : พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร (ตร.ม. : ลบ.ม.)**	**ปริมาตรในเชิงระยะความกว้าง ความยาว และความสูง**			**รูปแบบการจัดวางสนามกีฬา**	**ประเภทสนามกีฬา**	**รูปแบบโครงสร้างหลังคา**
		กว้าง (ม.)	**ยาว** (ม.)	**สูง** (ม.)			
74 : 26	1 : 7	15 - 25	25 - 42	7	สนามกีฬาหลายประเภท จัดวางในพื้นที่เดียวกัน	สนามบาสเกตบอล สนามแบดมินตัน สนามฟุตซอล	โครงแบบแนวเอียง-เอียงคอร์ดขนาน 

6.3 ข้อค้นพบ

จากการศึกษาอาคารกรณีศึกษา โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้ง 7 แห่ง พบว่า อาคารกรณีศึกษา 6 แห่งมีการใช้ รูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้าง แบบโครงสร้างเหล็กที่มีลักษณะเป็นเหล็กรูปพรรณสำเร็จรูปในท้องตลาดไม่มีการดัดโค้ง โดยหากเหล็กรูปพรรณไม่มีขนาดตามที่ต้องการก็จะนิยมใช้วิธีการเชื่อมเหล็กรูปพรรณ 2 อันเข้าด้วยกันเพื่อเป็นการเพิ่มขนาดหน้าตัดให้กับโครงสร้าง โดยสาเหตุที่นิยมใช้เหล็กรูปพรรณแบบดังกล่าว เนื่องมาจากหาง่ายตามท้องตลาด สามารถใช้วิธีการก่อสร้างในแบบปกติได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องจักรพิเศษข้ามามีส่วนในการดัดโค้งหรือ หล่อเหล็กขึ้นตามหน้าตัดพิเศษ ทำให้สามารถก่อสร้างได้รวดเร็ว และ ประหยัดค่าใช้จ่าย

6.4 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

จากการศึกษาโครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร มีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. ควรศึกษาโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ของสถาบันการศึกษาในการดูแลของเอกชนร่วมด้วยเพื่อพิจารณาปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดรูปลักษณ์ที่แตกต่างกัน
2. ควรศึกษาการรับแรงและพฤติกรรมของโครงสร้างร่วมด้วย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะพาดช่วงและแรงที่เกิดขึ้นในโครงสร้างพาดช่วงกว้างแต่ละประเภท
3. ควรศึกษาเรื่องแสงธรรมชาติ และ การระบายอากาศที่ใช้ในอาคารสนามกีฬาในร่มร่วมด้วยเพื่อพิจารณาความเหมาะสมทางการออกแบบ
4. ควรศึกษาด้านพัฒนาการโครงสร้าง และรายละเอียดโครงสร้าง ตลอดจนวัสดุเหล็กร่วมด้วย
5. ควรศึกษาเรื่องการวางทิศทางของอาคาร เพื่อวิเคราะห์การใช้งานอาคารประเภทสนามกีฬา กับการใช้แสงธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กลุ่มโครงสร้างพื้นฐาน กองกลาง .2554. **การกรอกแบบสำรวจมาตรฐานสนามกีฬา.**

กวี หวังนิเวศน์กุล. 2553. **การออกแบบโครงสร้างอาคารเหล็กฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งแสงการพิมพ์.

กออิศรา ประชาอาทร. 2555. **จุดต่อโครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง กรณีศึกษาสถานีรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. 2542. **การก่อสร้างด้วยเหล็ก.** กรุงเทพฯ : อี.ที. พับลัชชิ่ง.

เฉลิม สุจริต. 2543. **วัสดุและการก่อสร้างสถาปัตยกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนินทร์ ทิพโยภาส ,**โครงถักกับงานสถาปัตยกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชลธี อิ่มอุดม. 2556. **ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม**. พิมพ์ครั้งที่5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชวลิต นิตยะ. 2548. **โครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม**. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. 2551. **เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง บูรณาการแห่งโครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม** , ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทูมา, แจน เจ. 2541. **การวิเคราะห์โครงสร้าง**, แปลจาก Schism's Outline Series ; Theory and Problems of Structural Analysis, โดย สงวน วงษ์ชวลิตกุล และพิมาน ชาญวานิชบริการ ,กรุงเทพฯ: แมคกรอ -ฮิล.

ธนศักดิ์ พิทยากร. 2557. **โครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณพาดช่วงกว้างสนามฟุตซอล ในเขตกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปิยะ ดโนทัย. 2555. **รอยต่อชิ้นส่วนก่อสร้างสำเร็จรูป กรณีศึกษาบ้านพักอาศัย 4 โครงการ**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิภพ สุนทรสมัย. 2551. **การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก**. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภานุมาศ พรทอง, ภูวเดช ไพศาลวัชรกิจ และอภินันท์ ดวงสนิท. 2546.**เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนิกส์การใช้งานโปรแกรม SAP2000 เพื่อประกอบการสอนวิชาโครงสร้าง**, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มงคล จิรวัชรเดช. 2556 .**เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนึกส์เรื่องโครงถักหลังคา**, สาขาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยสุรนารี.

มานิตย์ ลีกิจวัฒนะ .2542. **การศึกษาพฤติกรรมของโครงข้อแข็งเหล็กรูปพรรณที่มีข้อต่อแบบกึ่งยึดแน่นโดยการวิเคราะห์แบบอันดับสอง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วินิต ช่อวิเชียร .2528. **ทฤษฎีโครงสร้าง**, พิมพ์ครั้งที่ 4 (กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และทักษิณ เทพชำตรี. 2541. **การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น.

ภาษาอังกฤษ

Bjorn Norman Sandaker, Arne Petter Eggen, **The Structure: Basic of Architecture**, Watson-Guptill Publication, New York, 1992

Lauer, Kenneth R. 1981. **Structural Engineering for Architects.** New York : Mc-Graw-Hill.

Mario Salvadori. 1990. **Why buildings stand up: the strength of architecture.** New York : W.W. Norton.

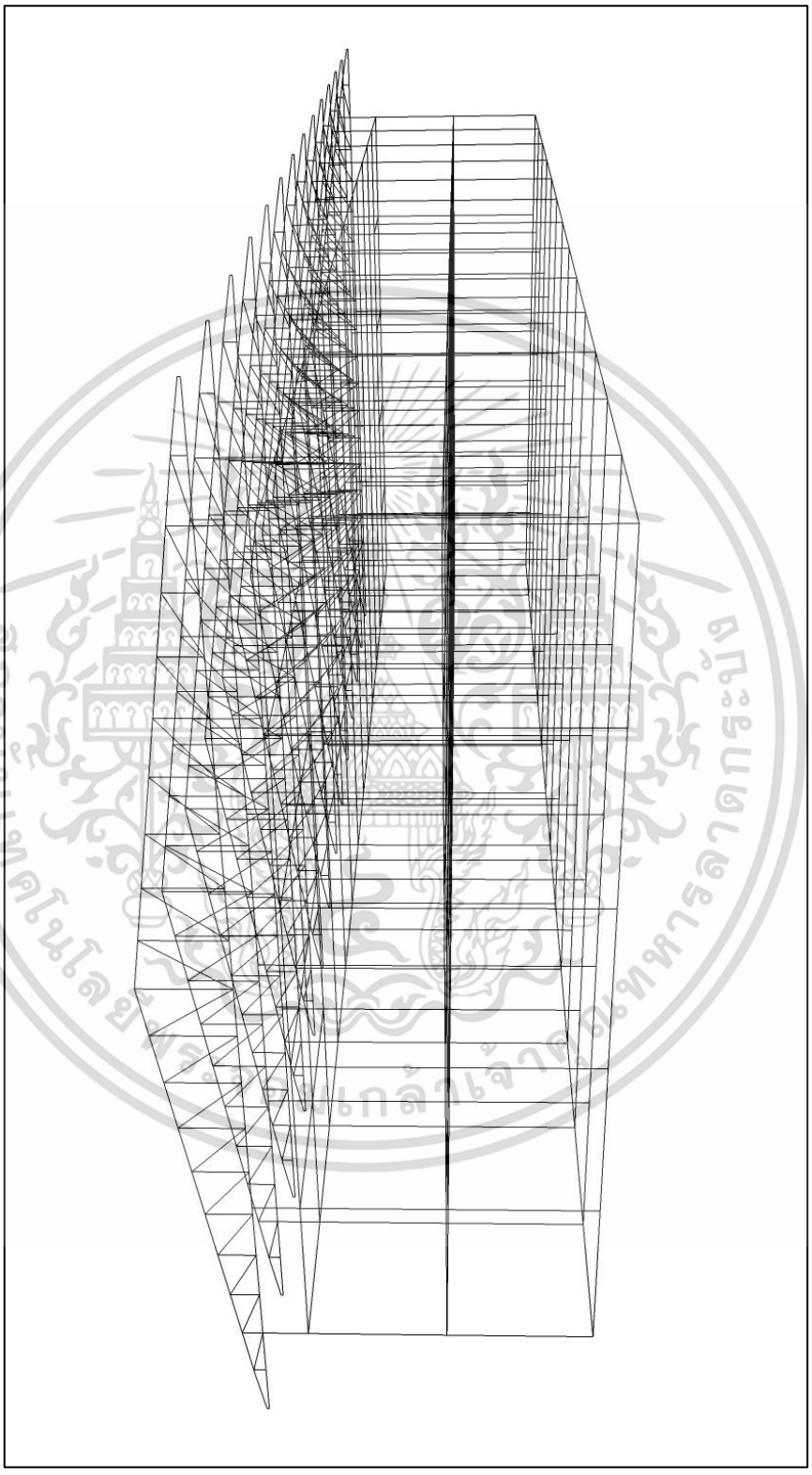
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

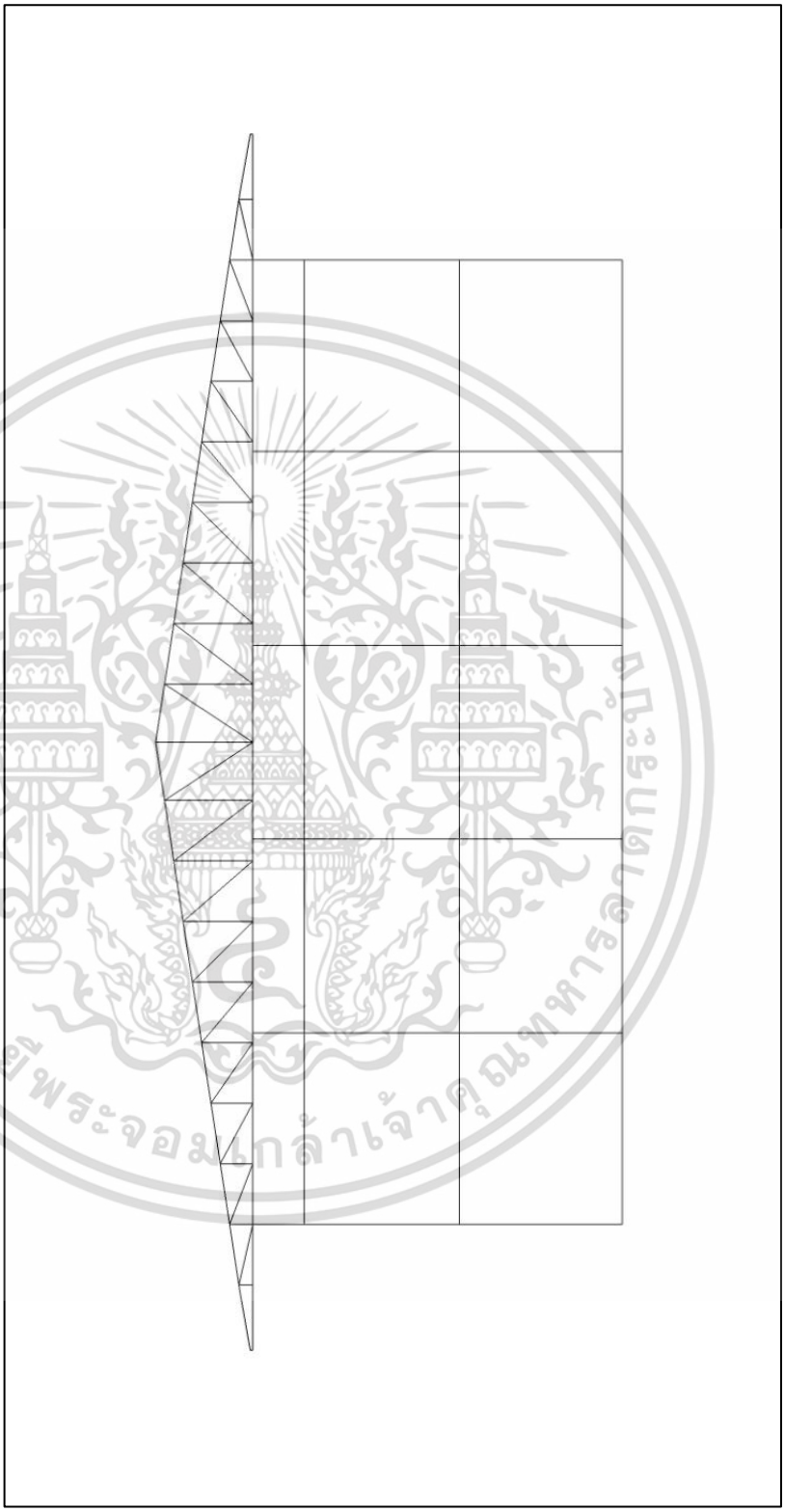
ภาคผนวก ก.
ตัวอย่างการจำลองโครงสร้างเพื่อทอสอบด้วยโปรแกรม SAP2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่างการเตรียมแบบจำลองอาคารให้เป็นแบบจำลองเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่างการเตรียมแบบจำลองอาคารให้เป็นแบบจำลองเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
รายละเอียดโปรแกรม SAP2000

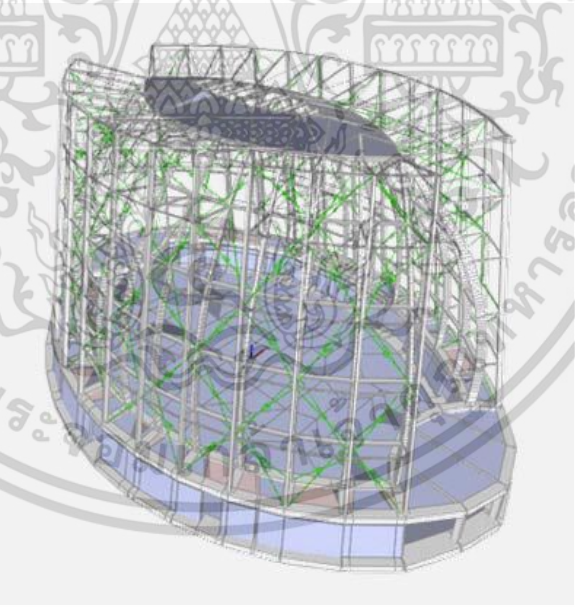
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SAP2000

Computers and Structures, Inc.

Berkeley, California, USA

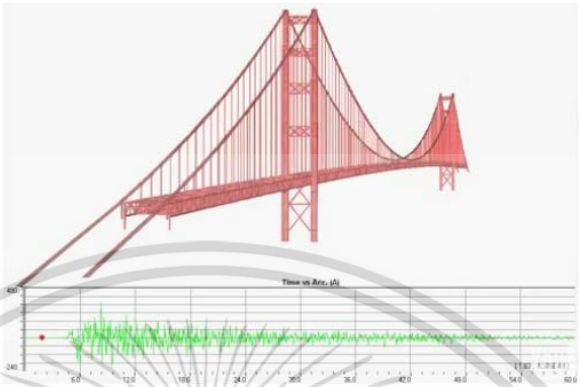
SAP2000 is a general-purpose civil-engineering software ideal for the analysis and design of any type of structural system. Basic and advanced systems, ranging from 2D to 3D, of simple geometry to complex, may be modeled, analyzed, designed, and optimized using a practical and intuitive object-based modeling environment which simplifies and streamlines the engineering process. The SAPFire ® Analysis Engineintegral to SAP2000 drives a sophisticated finite-element analysis procedure. An additional suite of advanced analysis features are available to users engaging state-of-the-art practice with nonlinear and dynamic consideration. Created by engineers for effective engineering, SAP2000 is the ideal software tool for users of any experience level, designing any structural system.



Integrated modeling templates, code-based loading assignments, advanced analysis options, design optimization procedures, and customizable output reports all coordinate across a powerful platform to make SAP2000 especially useful for practicing professionals.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SAP2000 is also an excellent medium for education. Open SAP2000 and follow the CSI Watch & Learn video series to receive not only instruction on software use, but also insight into structural engineering philosophy and practice.



Modeling

Built-in modeling templates, a versatile and user-friendly interface, intuitive controls and features all combine to simplify and expedite a sophisticated object-based modeling process. A broad range of modeling options provide for methods and technologies at the forefront of structural engineering. Model domain may be component, system, or global-level in scope, while encompassing sub-grade components and soil-structure interaction. Grid line, snap, and replication tools are a few of the many practical features which make the modeling environment and process accessible to beginners and sophisticated for advanced users.

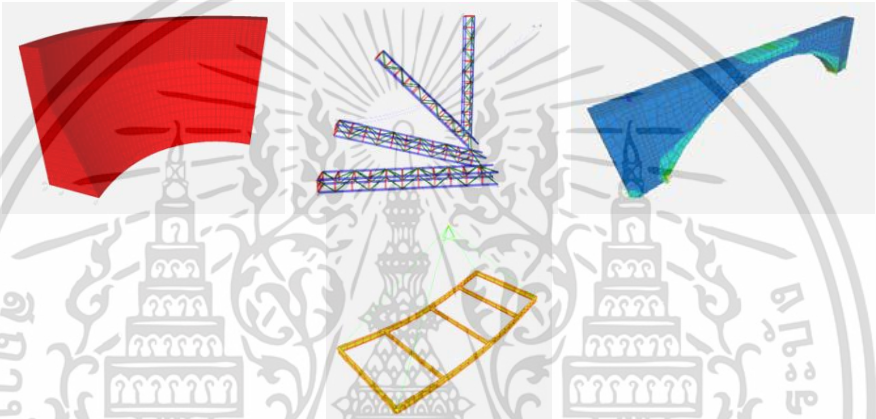
Linear or curved members, cables and posttensioned tendons, link elements to model springs, dampers, isolators, and their associated nonlinear and hysteretic behavior, framing, shell or multi-layered shell, solid elements with isoperimetric formulation and nonlinear response are all modeling options for object assembly in SAP2000. When preferred structural members are not provided in the extensive libraries of SAP2000, the Section Designer is available for custom cross-section design. Users specify geometry and material composition before the Section Designer automatically calculates member properties and generates biaxial-interaction and moment-curvature diagrams.

Nonlinear-fiber-hinge assignment is another advanced modeling technique available. SAP2000 implements code-based or empirical hinging behavior by modeling geometry and materials as discrete points within a crosssection, then

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

correlating these discretized areas with their associated nonlinear behaviors. Limit-state and hysteretic considerations may also be implemented under nonlinear-static and dynamic analyses.

Once an object-based model is created, the SAPFire ® Analysis Engine automatically converts the assembly into a finite-element model by meshing the material domain using an efficient network of quadrilateral subelements. Joint-interpolation algorithms drive automatic edge-constraint technology to connect mesh mismatch. The Reshaper Tool is then available for mesh reshaping and refinement.



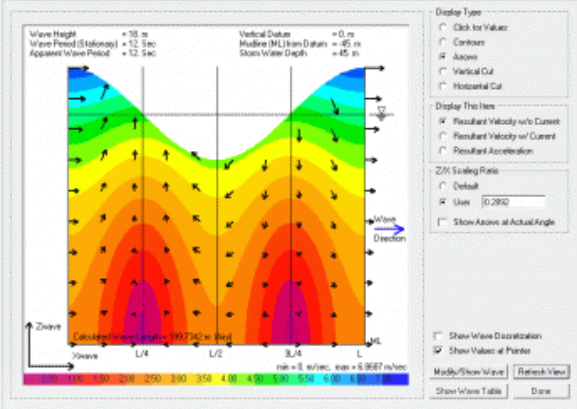
SAP2000 is the ideal tool for modeling structural systems of any complexity and any project type. Buildings, bridges, transportation infrastructure, such specialty structures as dams, sports facilities, and offshore systems are a few examples of the limitless design possibilities.

Loading

Powerful built-in templates also simplify and expedite the load-application process. Seismic, wind, vehicle, wave, and thermal forces may all be automatically generated and assigned according to a suite of code-based guidelines. Users are free to define and envelope an unlimited number of load cases and combinations.

Moving-load-generation features and a library of AASHTO vehicle applications provide for evaluation of transportation infrastructure systems. For marine systems, wave-load-generation features consider the static and dynamic response of wave, current, buoyancy, and wind while capturing inertial effects.

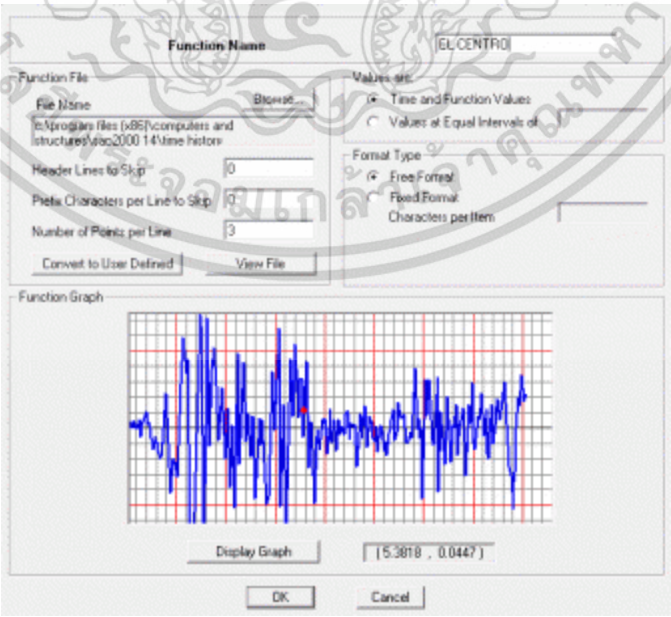
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Enveloped load conditions may be coupled with certain advanced analysis and construction techniques (P-Delta effect, segmental construction, etc.) for additional insight into structural response.

Analysis

A range of innovative analysis techniques are integrated into the capabilities of SAP2000. Users are free to supplement the standard yet sophisticated analysis process by implementing advanced features for nonlinear and dynamic consideration. This versatility makes SAP2000 a practical and productive tool for any analysis type ranging from simple static, linear-elastic to more complex dynamic, nonlinear-inelastic.



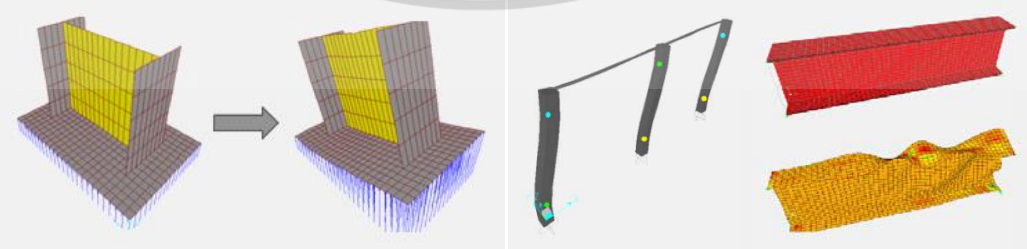
To begin, the SAPFire ® Analysis Engine drives analysis optimization with multiple 64-bit solvers. Options include Eigen analysis (with auto shifting for ill-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

conditioned relations) and Ritz analysis (for expedited convergence). P-delta effect captures geometric nonlinearity. Buckling analyses provide insight into structural stability through methods characterizing linear buckling (which considers multiple buckling modes under nonlinear-static or dynamic application), nonlinear buckling (which considers P-delta and large-deflection effects), snap-through buckling, and progressive collapse. Material nonlinearity capture inelastic and limit-state behavior, along with such time-dependent phenomena as creep and shrinkage behavior in reinforced-concrete systems. Plastic hinging may be specified in flexural members according to code-based standards or empirical data. Tension and compression-only springs may be assigned with limits and nonlinear attributes to simulate support plasticity.

Static and dynamic methods are available for earthquake simulation. Nonlinear-static-pushover analyses may consider modal, uniform, or user-defined lateral load patterns, plastic-hinging behavior of slender elements, inelastic response of shear walls, floor slabs, and steel plates, and then formulate demand-capacity, damping, and performance-point calculations with customizable summary reports.

Dynamic methods include response-spectrum (for likely maximum seismic response given pseudo-spectral acceleration vs. structural period curve), power-spectral-density and steady-state (for fatigue behavior with optional damping and complex-impedance properties), and time-history analyses. Time histories may follow modal or direct-integration methods, and may be chained together and enveloped with such advanced analyses as P-delta and staged-construction procedures.



Staged-construction features are comprehensive. The construction sequence is scheduled with Gantt-chart options, enveloped with performance measures, and

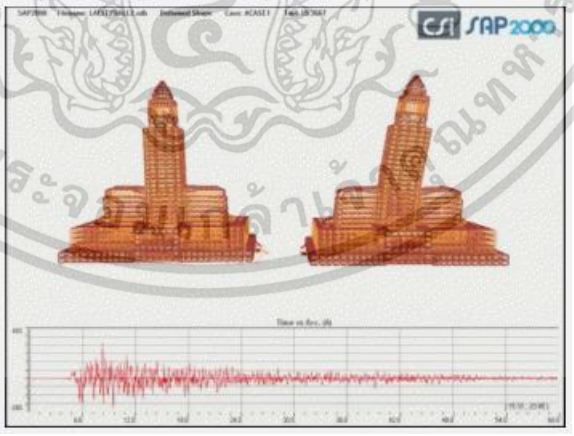
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

paired with analysis procedures. At each construction stage, evaluation may consider static or dynamic structural response, support reactions, geometric and material nonlinearity (including buckling, creep, and shrinkage), tendon and cable application with target-tensioning, etc. The Model Alive feature is available for small to medium-sized projects to analyze real or possible structural modifications.

Design, Output, and Interoperability

Design is fully integrated with the analysis process, enveloping results before automatically sizing steel members and designing reinforced-concrete sections. Automatic steel, concrete, aluminum and cold-formed-framing design code checks ensure that structures meet criteria of American, Canadian, and a variety of international standards.

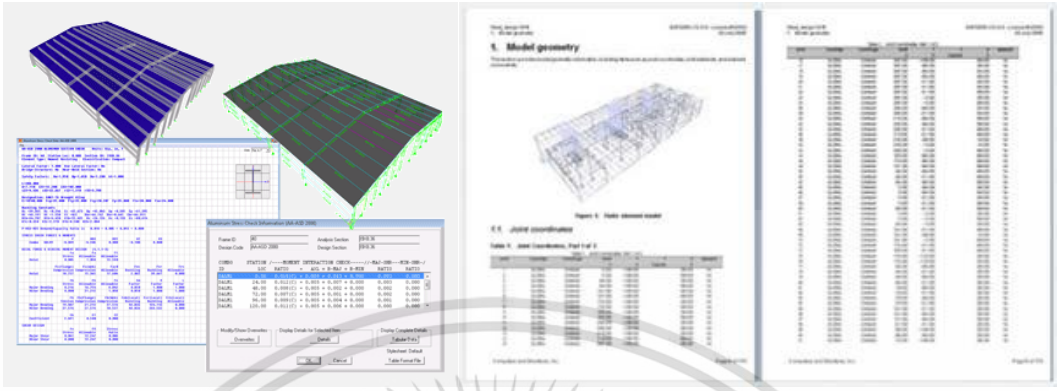
Output and display options are intuitive and practical. Finalized member design, deformed geometry per load combination or mode shape, moment, shear, and axial-force diagrams, section-cut response displays, and animation of time-dependent displacements outline a few of the graphics available upon conclusion of analysis. SAP2000 automatically generates reports for the presentation of images and data. Built-in and customizable templates are available to users for specialized formatting.



SAP2000 also provides a suite of interoperability features. Output reports may be transferred to Microsoft platforms in RTF file format or websites in HTML.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SAP2000 models may import and export between CIS/2 STEP, SDNF, AutoCAD, Frameworks Plus, IGES, and Prosteel.



The SAP2000 Open Application Programming Interface (OAPI) allows developers to create custom programming applications linking related design platforms to SAP2000 function. Visual Basic and most standard languages are supported. Visit the OAPI page of the CSI Website to learn more about interoperability with SAP2000[1]

[1] Mike Abell. 2012. SAP2000. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: https://wiki.csiberkeley.com/display/sap2000/Home. (วันที่ค้นข้อมูล: 13 มีนาคม 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล ฐิตาพร ชีวิตโสภณ

วัน เดือน ปีเกิด 17 กุมภาพันธ์ 2536 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ 21/86 หมู่4 ซอย รามคำแหง142 เขตสะพานสูง กทม. 10240

โทร. 097-1542829

Thitarporn.c@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษา ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม

พ.ศ. 2553 สำเร็จการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน ตำแหน่ง : สถาปนิก

บริษัท วิจัยและออกแบบสถาปัตยกรรมที่เหมาะสม จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้