

โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม สถาบันอุดมศึกษา ในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร

Wide Span Structure of National University Gymnasium in Bangkok

ฐิตาพร ชีวติโสภณ

หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Thitarporn Chewitsopon

Master of Architectural Program in Architectural Technology

Department of Architecture and Planning Faculty of Architecture

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Thitarporn.c@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอาคารสนามกีฬาในร่ม ของสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวม รูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม โครงสร้างพาดช่วงกว้าง และระยะพาดช่วงกว้างของอาคาร รวมถึงปัจจัยด้านอื่น ๆ ในการออกแบบอาคารให้เหมาะสม และรองรับการใช้งานทางด้านการกีฬา

ผู้วิจัยได้ศึกษา และเปรียบเทียบรูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม จากการลงสำรวจภาคสนามโดยพิจารณาส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้งาน คือ 1) รูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้าง 2) การใช้งานทางด้านการกีฬา 3) รูปแบบการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารรวมถึง ช่องเปิดของอาคาร ขั้นตอนในกระบวนการวิจัย คือ การรวบรวม และจำแนกข้อมูลพื้นฐานของอาคาร จากนั้นทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ อาคารกรณีศึกษาทั้ง 6 กรณีศึกษา เพื่อให้ได้ข้อสรุปแนวทางการออกแบบของอาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการศึกษาพบว่าอาคารสนามกีฬาในร่ม โดยส่วนมากใช้โครงสร้างหลังคาพาดช่วงกว้าง ระยะ ขนาด ประเภท โครงถักรูปจั่วประกอบขึ้นจากเหล็กรูปพรรณ ในส่วนของพื้นที่อาคาร และขนาดอาคารนั้นสอดคล้องกับขนาดสนามกีฬา ประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในอาคาร อีกทั้งที่มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ในอาคาร และมีระบบผนังอาคารที่สามารถระบายอากาศได้ดี

คำสำคัญ: โครงสร้างช่วงพาดกว้าง, อาคารสนามกีฬาในร่ม, สถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ, กีฬา, เหล็กรูปพรรณ

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 1) wide span structure 2) sport usage 3) the use of natural light in the building and openings inside. The research process was to collect and sort the basic information of the indoor stadium buildings, then analyze and compare all 6 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. There is also the use of natural light inside the building and the walls have good air ventilation system.

Keywords: *Wide span structure, Indoor stadium, Higher education institutes under the directive of the government, Sport, Steel*

บทนำ

การเล่นกีฬาในโรงเรียนและมหาวิทยาลัยซึ่งเป็นองค์กร ที่ประกอบด้วยนักศึกษาและบุคลากรอื่น ๆ ตั้งแต่อายุ 18-60 ปี ซึ่งนอกจากการเรียนการสอนด้านวิชาการแล้ว การกีฬาเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ซึ่งจะเห็นได้ว่าในโรงเรียนและมหาวิทยาลัยนั้น โดยส่วนใหญ่จะมีส่วนส่งเสริมด้านการกีฬาต่าง ๆ และส่วนสำคัญคือโรงยิม หรือ อาคารสนามกีฬาในร่ม ควรสามารถใช้เช่นกีฬาได้หลายประเภท ได้แก่ แบดมินตัน วอลเลย์บอล ฟุตบอล ปิงปอง บาสเกตบอล เป็นต้น

อาคารสนามกีฬาในร่มนั้น มีลักษณะโครงสร้างเป็นประเภทโครงสร้างพาดช่วงกว้าง เนื่องด้วยลักษณะการใช้งานภายในอาคารนั้นต้องการพื้นที่เปิดโล่งเพื่อให้สอดคล้องกับการเล่นกีฬา ทำให้โครงสร้างพาดช่วงกว้างของอาคารมีความหลากหลายตามการใช้งานหรือประเภทของกีฬา ซึ่งนอกเหนือจากลักษณะโครงสร้างแล้วยังมีปัจจัยด้านอื่นๆที่ประกอบให้อาคารสนามกีฬาในร่มนั้น ตอบสนองการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ลักษณะช่องเปิดการระบายอากาศ ลักษณะรูปแบบการใช้แสงภายในอาคาร รวมถึงขนาดอาคารสนามกีฬาในร่ม



ภาพ 1 อาคารสนามกีฬาในร่มสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่มา : ผู้วิจัย, 2561

ในการศึกษครั้งนี้เป็นการรวบรวมรูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้างของอาคารสนามกีฬาในร่ม ของสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ศึกษาการเลือกใช้รูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม โดยทำการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่กล่าวมาข้างต้น และนำผลมาเปรียบเทียบ การเลือกใช้รูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม และเป็นข้อมูลในการวิจัยด้านโครงสร้างต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

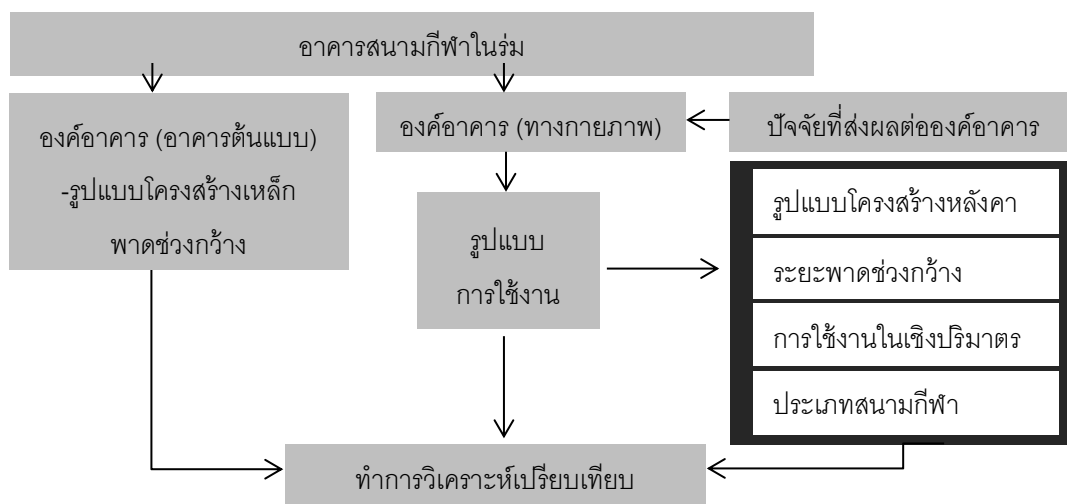
- 1) เพื่อศึกษาวิเคราะห์รูปแบบและเปรียบเทียบรูปแบบโครงสร้างพาดช่วงกว้างของอาคารสนามกีฬาในร่ม
- 2) เพื่อศึกษารูปแบบการใช้งานด้านการกีฬายภายในได้โครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ขอบเขตด้านพื้นที่และสถานที่ อาคารสนามกีฬาในร่ม ของสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ เขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร 2) ขอบเขตด้านเนื้อหา การศึกษาลักษณะการใช้งานอาคารศึกษาประเภทโครงสร้างพาดช่วงกว้าง และปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์และเปรียบเทียบ การใช้งานในเชิงปริมาณ

ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีลักษณะการดำเนินการวิจัยโดยการใช้เทคนิคการสำรวจภาคสนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม โดยศึกษาโครงสร้างหลังคาหลักพาดช่วงกว้าง ระยะพาดช่วงกว้าง รูปแบบการใช้งานด้านการกีฬาของอาคาร รวมถึงการใช้งานในเชิงปริมาณ เพื่อเป็นการรวบรวม จำแนก ลักษณะอาคารสนามกีฬาในร่ม ระยะพาดช่วงของโครงสร้างที่สอดคล้องกับการใช้งาน โดยวิเคราะห์และเปรียบเทียบ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารสนามกีฬาในร่ม ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการวิจัยดังนี้



ภาพ 2 แสดงกรอบแนวคิดของผู้วิจัย
ที่มา : ผู้วิจัย, 2561

การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

สำหรับวิธีการเลือกตัวอย่างครั้งนี้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกอาคารกรณีศึกษาเป็นกลุ่มอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีการใช้งานอาคารลักษณะเดียวกันคือ การใช้งานด้านการกีฬา แต่มีความหลากหลายของรูปแบบโครงสร้างซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่ใช้งาน การใช้งานด้านการกีฬาในเชิงปริมาณ และปัจจัยที่สำคัญในด้านอื่นในการเลือกใช้รูปแบบของโครงสร้างอาคาร โดยเลือกศึกษาอาคารกลุ่มนี้เนื่องจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าโครงการดังกล่าวมีรูปแบบโครงสร้างอาคารที่มีความหลากหลาย และ แตกต่างทั้งในส่วนโครงสร้างหลังคา การใช้งานด้านการกีฬา ซึ่งกลุ่มอาคารดังกล่าวมีความเหมาะสมตามขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

- 1) โครงสร้างหลักที่ปกคลุมพื้นที่ใช้งานเป็นโครงสร้างพาดช่วงกว้าง
- 2) มีรูปแบบหลากหลายในการใช้งานที่คล้ายคลึงกัน

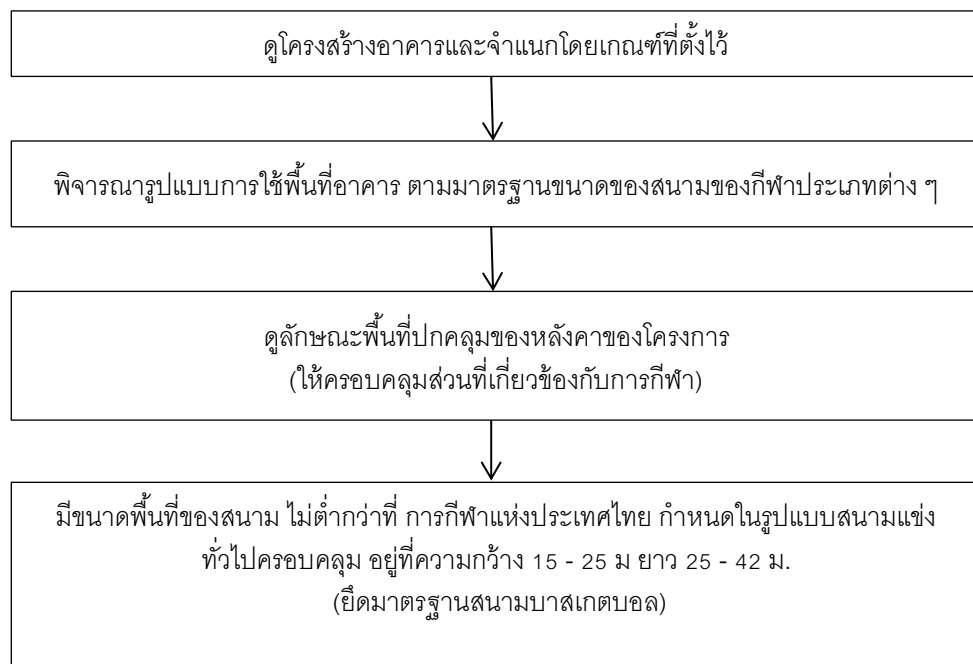
ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลปฐมภูมิ โดยวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้ว เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยมีผลการวิจัยในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. ข้อมูลอาคารสนามกีฬาในร่มที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม จากการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในการ พบว่าสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มีสถาบันอุดมศึกษาในกำกับและของรัฐรวมจำนวนทั้งหมด 35 แห่ง โดยสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีจำนวน

ทั้งหมด 15 แห่งได้ ดังนี้ 1) มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 3) สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ 4) สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน 5) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 6) มหาวิทยาลัยศิลปากร 7) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ วิทยาเขตท่าพระจันทร์ 8) สถาบันดนตรีกัลยาณีวัฒนา 9) มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 10) สถาบันวิทยาลัยชุมชน 11) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 12) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน 13) ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ 14) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 15) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ในจำนวนสถาบันอุดมศึกษา 15 แห่งนี้เมื่อได้ลงสำรวจข้อมูลภาคสนามพบว่า มีเพียง 12 แห่งที่มีอาคารสนามกีฬาในร่ม ทั้งนี้ในการสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลนั้น มีกระบวนการขั้นตอนในการติดต่อเพื่อขอข้อมูลจากสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ซึ่งในระยะเวลาการทำการวิจัยในขณะนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามจากทั้ง 12 แห่ง โดยคัดเลือกจากเกณฑ์ดังต่อไปนี้



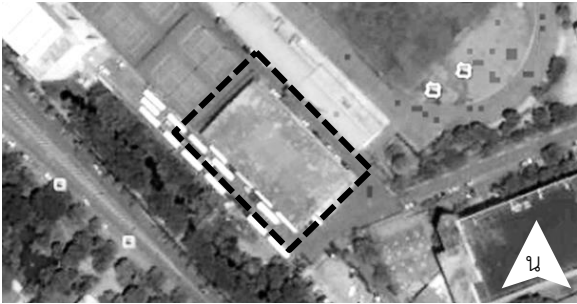
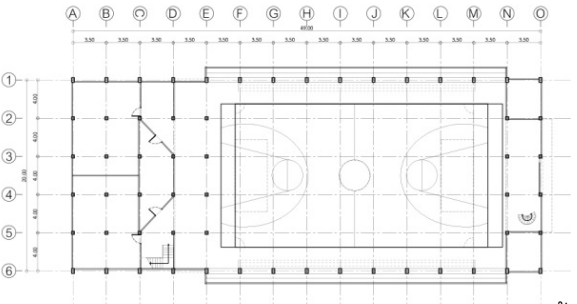
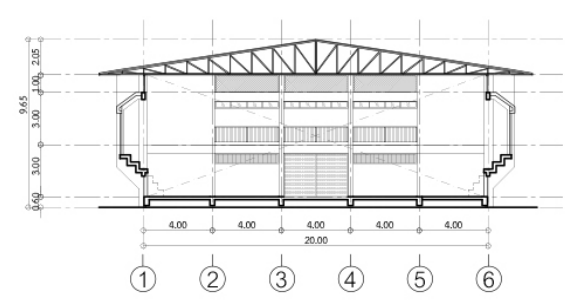
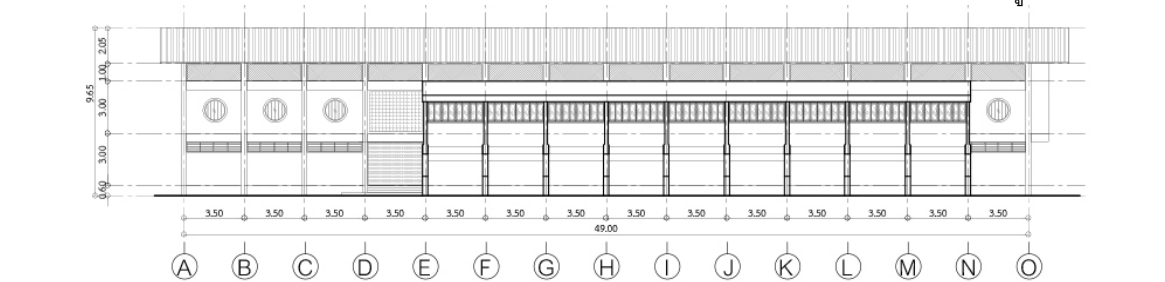
ภาพ 3 เกณฑ์ในการเลือกอาคารเป็นกรณีศึกษา

ที่มา : ผู้วิจัย, 2561

โดยเมื่อศึกษาจากข้อมูลที่ได้สำรวจภาคสนามและข้อมูลสนับสนุนจาก สถาบันอุดมศึกษาทั้ง 12 แห่งข้างต้นพบว่า มีอาคารสนามกีฬาในร่มจำนวน 6 แห่ง ที่ต้องตามเกณฑ์ที่วางไว้ ดังนี้

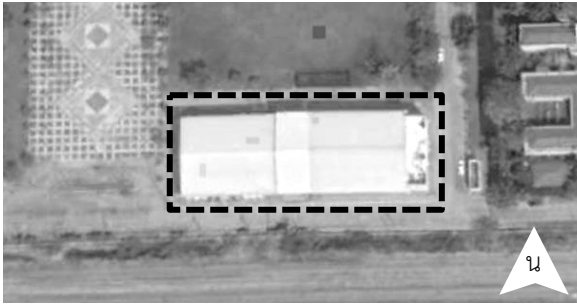
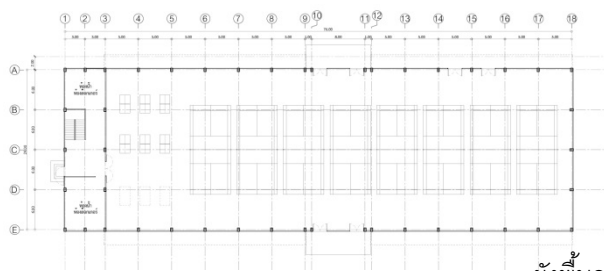
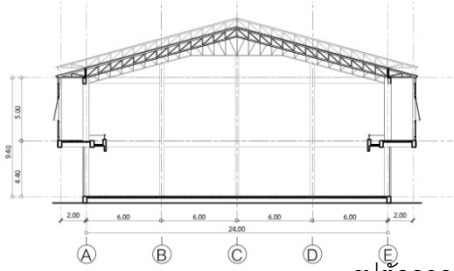
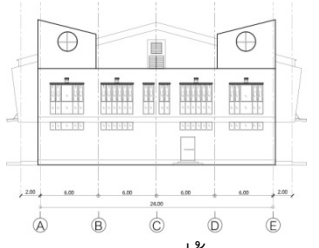
- 1) กรณีศึกษาที่ 1 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ตาราง 1 ข้อมูลทั่วไปโดยสังเขปของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยรามคำแหง

    ผังพื้นอาคาร รูปตัดอาคาร  รูปด้านอาคาร ที่มา : แผนที่ดาวเทียม และ ผู้วิจัย, 2561	
ที่ตั้ง : ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร	
1. ขนาดของอาคาร	สนามกีฬาในร่ม กว้าง 20 เมตร ยาว 50 เมตร(ขนาดรวมทั้งอาคาร) สูง 7 เมตร
2. ลักษณะการใช้งานของอาคาร	เป็นอาคารเดี่ยวมีผนังล้อมรอบ 4 ด้าน มีสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่บริเวณด้านข้างและด้านหลังของอาคาร
3. การใช้งานด้านการกีฬา	ประกอบด้วย 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 โดยทั้งสองสนามตั้งอยู่ซ้อนกัน โดยมีเส้นแบ่งเขตการเล่นกีฬาของทั้ง 2 ชนิดอยู่ในสนามเดียว สามารถใช้เล่นกีฬาได้ช่วงเวลาระยะ 1 ชนิด
4. รูปแบบหลังคาเฉพาะส่วนหลังคาพาดช่วงกว้าง และ ระยะพาดช่วงกว้าง	รูปแบบของหลังคาเป็นโครงถักรูปจั่ว แบบคิงก์ ขนาดระยะพาดช่วงกว้างสูงสุด 20 เมตร ระยะช่วงเสาด้านกว้าง 3.5เมตร จำนวน 14 ช่วง

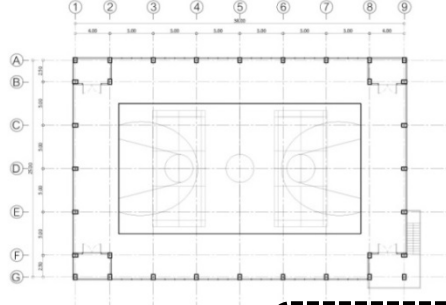
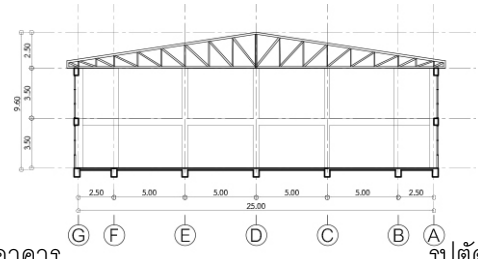
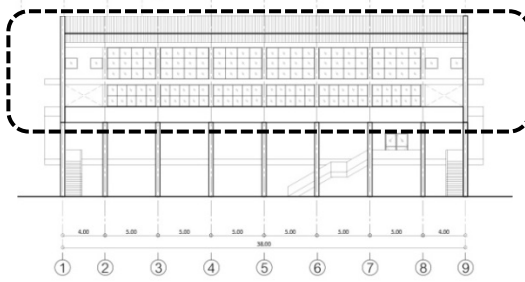
2) กรณีศึกษาที่ 2 อาคารสนามกีฬาในร่ม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง 2 ข้อมูลทั่วไปโดยสังเขปของอาคารสนามกีฬาในร่ม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาคารสนามกีฬาในร่ม 1	
 	
 ผังพื้นอาคาร	 รูปตัดอาคาร
 รูปด้านอาคาร 1	 รูปด้านอาคาร 2
ที่มา : แผนที่ดาวเทียม และ ผู้วิจัย, 2561	
ที่ตั้ง : 3 หมู่ 2 ถนนฉลองกรุง แขวงลำปะทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร	
1. ขนาดของอาคาร	สนามกีฬาในร่ม กว้าง 24 เมตร ยาว 76 เมตร (ขนาดรวมทั้งอาคาร) สูง 9.4 เมตร
2. ลักษณะการใช้งานของอาคาร	เป็นอาคารเดี่ยวมีผนังล้อมรอบ 4 ด้าน มีสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่บริเวณด้านข้างและด้านหลังของอาคาร
3. การใช้งานด้านการกีฬา	ประกอบด้วย 1. สนามแบดมินตัน ขนาด กว้าง 6.1 เมตร ยาว 13.4 เมตร จำนวน 8 สนาม และพื้นที่ตั้ง โต๊ะเทเบิลเทนนิส ขนาด กว้าง 1.52 เมตร ยาว 2.74 เมตร จำนวน 6 โต๊ะ อีกทั้งยังมี บริเวณตั้งเครื่องออกกำลังกายอีกด้วย
4. รูปแบบหลังคาเฉพาะส่วนหลังคาพาดช่วงกว้าง และ ระยะพาดช่วงกว้าง	รูปแบบของหลังคาเป็นโครงถักรูปจั่ว แบบเอียงคอร์ดขนาน ขนาดระยะพาดช่วงกว้างสูงสุด 24 เมตร ระยะช่วงเสาด้านกว้าง 5 เมตร จำนวน 14 ช่วง

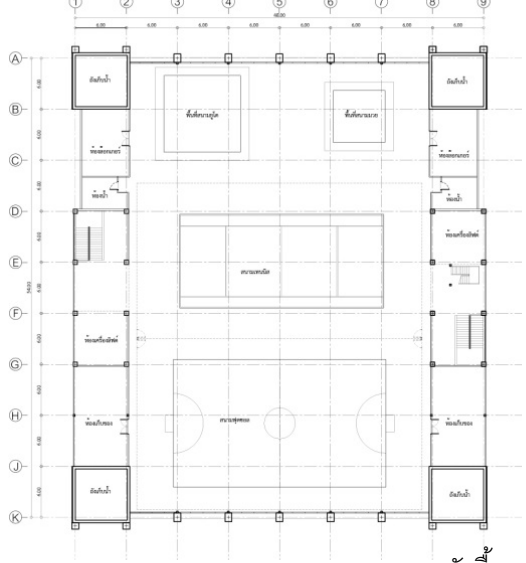
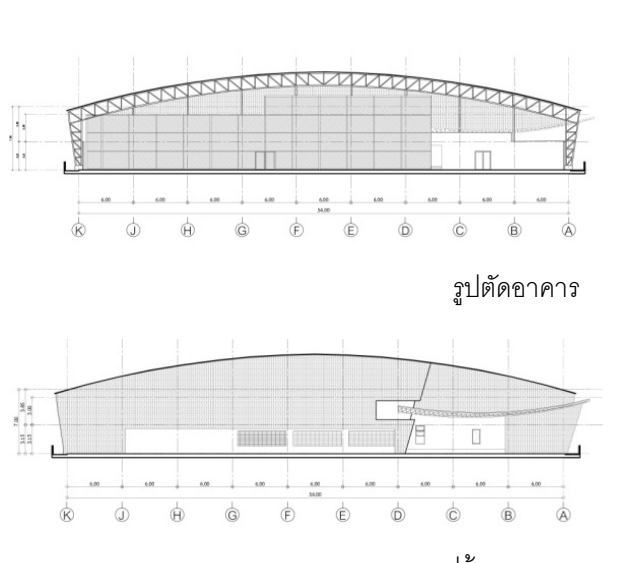
3) กรณีศึกษาที่ 3 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ตาราง 3 ข้อมูลทั่วไปโดยสังเขปของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

     ที่มา : แผนที่ดาวเทียม และ ผู้วิจัย, 2561	
ที่ตั้ง : 295 ถนนราชสีมา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร	
1. ขนาดของอาคาร	สนามกีฬาในร่ม กว้าง 25 เมตร ยาว 38 เมตร (ขนาดรวมทั้งอาคาร) สูง 7 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้คาน(ล่างสุด)
2. ลักษณะการใช้งานของอาคาร	เป็นอาคารเดี่ยวมีผนังล้อมรอบ 4 ด้าน มีสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่บริเวณด้านข้างและด้านหลังของอาคาร ชั้นล่างใช้งานเป็นออฟฟิศของสำนักกีฬาและเป็นส่วนห้องเล่นกีฬาอื่น ๆ
3. การใช้งานด้านการกีฬา	ประกอบด้วย 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 โดยทั้ง 3 สนามตั้งอยู่ซ้อนกัน โดยมีเส้นแบ่งเขตการเล่นกีฬาของทั้ง 2 ชนิดอยู่ในสนามเดียว สามารถใช้เล่นกีฬาได้ช่วงเวลาละ 1 ชนิด
4. รูปแบบหลังคาเฉพาะส่วนหลังคาพาดช่วงกว้าง และ ระยะพาดช่วงกว้าง	รูปแบบของหลังคาเป็นโครงถักรูปจั่ว แบบคิงก์ ขนาดระยะพาดช่วงกว้างสูงสุด 25 เมตร ระยะช่วงเสาด้านกว้าง 4-5 เมตร จำนวน 9 ช่วง

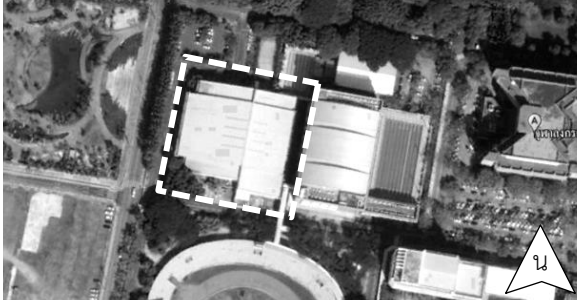
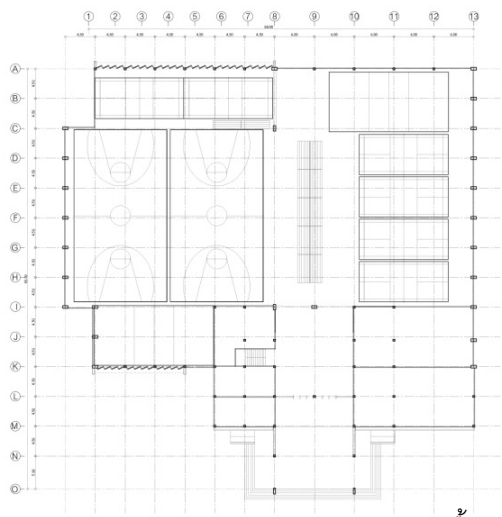
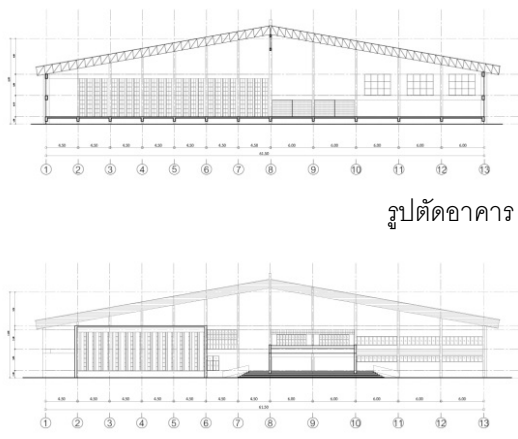
4) กรณีศึกษาที่ 4 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตาราง 4 ข้อมูลทั่วไปโดยสังเขปของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

    ผังพื้นอาคาร รูปตัดอาคาร รูปด้านอาคาร ที่มา : แผนที่ดาวเทียม และ ผู้วิจัย, 2561	
ที่ตั้ง : 1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร	
1. ขนาดของอาคาร	สนามกีฬาในร่ม กว้าง 48 เมตร ยาว 54 เมตร (ขนาดรวมทั้งอาคาร) สูง 5.5 – 9.3 เมตร
2. ลักษณะการใช้งานของอาคาร	เป็นอาคารเดี่ยวมีผนังล้อมรอบ 4 ด้าน มีสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่บริเวณด้านข้างของอาคาร โดยตั้งอยู่บนชั้นลาดฟ้า ของอาคาร 11 ชั้น หรืออาคาร 40 ปี มจพ.
3. การใช้งานด้านการกีฬา	ประกอบด้วย 1. สนามฟุตบอล ขนาด กว้าง 15.0 เมตร ยาว 25.0 เมตร จำนวน 1 สนาม 2. สนามเทนนิส ขนาด กว้าง 11 เมตร ยาว 24 เมตร จำนวน 1 สนาม 3. สนามยูโด ขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 10 เมตร จำนวน 1 สนาม และพื้นที่โดยรอบสนาม นอกจากนั้นยังมีพื้นที่สำหรับฝึกซ้อมมวยไทย
4. รูปแบบหลังคาเฉพาะส่วนหลังคาพาดช่วงกว้าง และ ระยะเวลาพาดช่วงกว้าง	รูปแบบของหลังคาเป็นโครงถักแบบโค้ง ขนาดระยะพาดช่วงกว้างสูงสุด 54 เมตร ระยะช่วงเสาด้านกว้าง 6 เมตร จำนวน 10 ช่วง

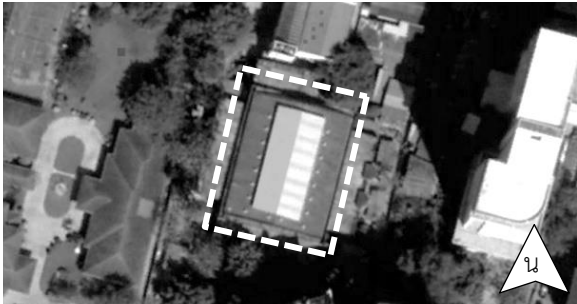
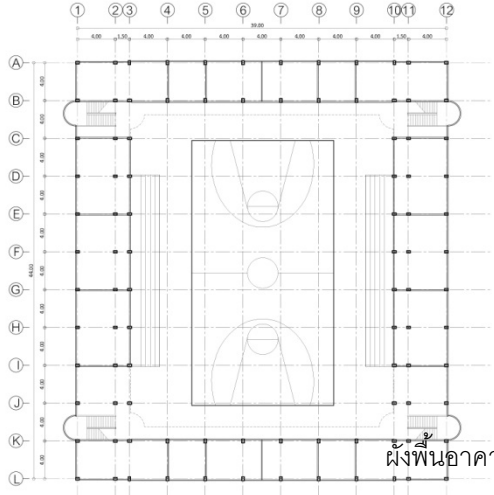
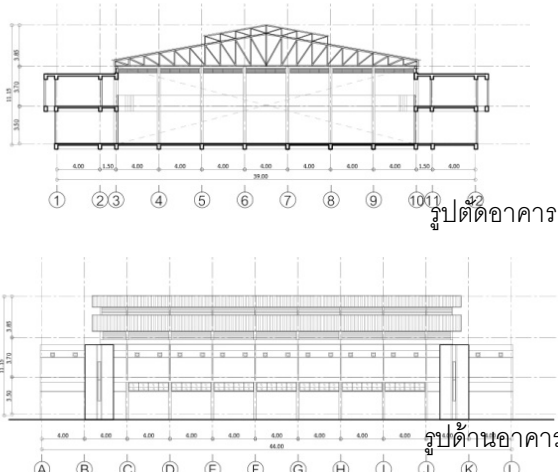
5) กรณีศึกษาที่ 5 อาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5 ข้อมูลทั่วไปโดยสังเขปของอาคารสนามกีฬาในร่ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

    ผังพื้นอาคาร รูปตัดอาคาร รูปด้านอาคาร ที่มา : แผนที่ดาวเทียม และ ผู้วิจัย, 2561	
ที่ตั้ง : 254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร	
1. ขนาดของอาคาร	สนามกีฬาในร่ม กว้าง 58 เมตร ยาว 63 เมตร (ขนาดรวมทั้งอาคาร) สูง 6 – 12 เมตร
2. ลักษณะการใช้งานของอาคาร	เป็นอาคารเดี่ยวมีผนังล้อมรอบ 4 ด้าน มีสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่บริเวณด้านข้างและด้านหน้าของอาคาร
3. การใช้งานด้านการกีฬา	ประกอบด้วย 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 3. สนามวอลเลย์บอล ขนาด กว้าง 9 เมตร ยาว 18 เมตร จำนวน 2 สนาม
4. รูปแบบหลังคาเฉพาะส่วนหลังคาพาดช่วงกว้าง และ ระยะเวลาพาดช่วงกว้าง	รูปแบบของหลังคาเป็นโครงถักรูปจั่ว แบบเอียงคอร์ดขนาน ขนาดระยะพาดช่วงกว้างสูงสุด 61.5 เมตร ระยะช่วงเสาด้านกว้าง 4.5-5 เมตร จำนวน 15 ช่วง

6) กรณีศึกษาที่ 6 อาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

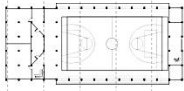
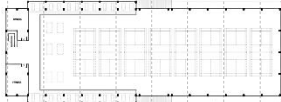
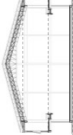
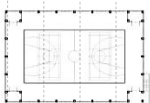
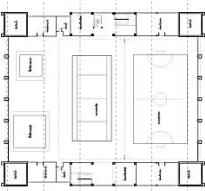
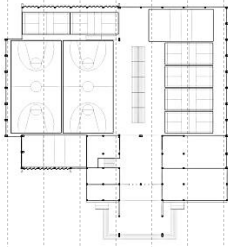
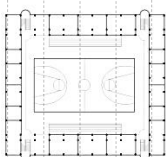
ตาราง 6 ข้อมูลทั่วไปโดยสังเขปของอาคารสนามกีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

    ที่มา : แผนที่ดาวเทียม และ ผู้วิจัย, 2561	
ที่ตั้ง : 114 ซอย สุขุมวิท 23 แขวง คลองเตยเหนือ เขต วัฒนา กรุงเทพมหานคร	
1. ขนาดของอาคาร	สนามกีฬาในร่ม กว้าง 39 เมตร ยาว 44 เมตร (ขนาดรวมทั้งอาคาร) สูง 7.2 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับใต้คาน(ล่างสุด)
2. ลักษณะการใช้งานของอาคาร	เป็นอาคารเดี่ยวมีผนังล้อมรอบ 4 ด้าน มีสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่บริเวณด้านข้างของอาคาร เป็นอาคาร 2 ชั้น
3. การใช้งานด้านการกีฬา	ประกอบด้วย 1. สนามบาสเกตบอล ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 28 เมตร จำนวน 1 สนาม
4. รูปแบบหลังคาเฉพาะส่วนหลังคาพาดช่วงกว้าง และ ระยะพาดช่วงกว้าง	รูปแบบของหลังคาเป็นโครงถักรูปจั่ว แบบคิงก์ ขนาดระยะพาดช่วงกว้างสูงสุด 28 เมตร ระยะช่วงเสาด้านกว้าง 4 เมตร จำนวน 12 ช่วง

จากข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามจะเห็นได้ว่าอาคารสนามกีฬาในร่มของสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร นั้นมีความหลากหลายทั้งในส่วนของการใช้งาน รูปแบบโครงสร้าง โดยขนาดพื้นที่ของอาคารโดยมากสอดคล้องกับ ขนาดของสนามกีฬาแต่ละประเภท

การวิเคราะห์จำแนกรูปแบบของโครงสร้างอาคาร และรูปแบบสนามกีฬา

ตาราง 7 การวิเคราะห์จำแนกอาคารกรณีศึกษา

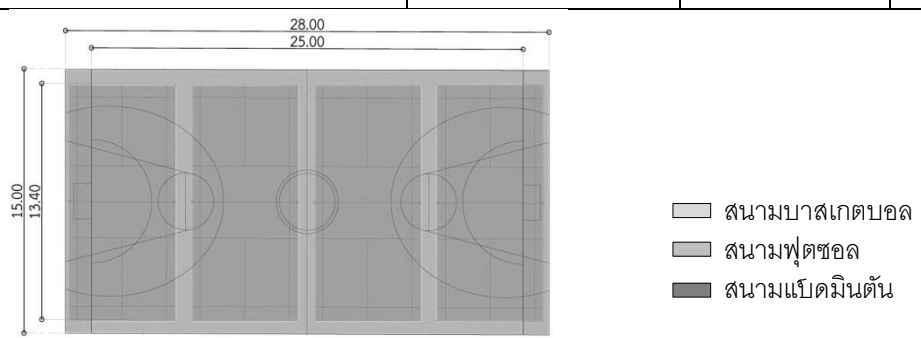
อาคาร กรณีศึกษา	ผังพื้นอาคาร								รูปตัดอาคาร	รูปแบบโครงสร้าง หลังคา	รูปแบบสนามกีฬา
	10 เมตร	20 เมตร	30 เมตร	40 เมตร	50 เมตร	60 เมตร	70 เมตร	80 เมตร			
อาคาร กรณีศึกษาที่ 1										โครงถักแบบคิงก์	- บาสเกตบอล - แบดมินตัน - ฟุตซอล
อาคาร กรณีศึกษาที่ 2										โครงถัก แบบเอียง คอร์ดขนาน	- แบดมินตัน - เทเบิลเทนนิส
อาคาร กรณีศึกษาที่ 3										โครงถักแบบคิงก์	- บาสเกตบอล - แบดมินตัน
อาคาร กรณีศึกษาที่ 4										โครงถัก แบบโค้ง	- เทนนิส - ฟุตซอล - ยูโด
อาคาร กรณีศึกษาที่ 5										โครงถัก แบบเอียง คอร์ดขนาน	- บาสเกตบอล - แบดมินตัน - วอลเลย์บอล
อาคาร กรณีศึกษาที่ 6										โครงถักแบบคิงก์	- บาสเกตบอล

จากตาราง 7 จะเห็นได้ว่ารูปแบบโครงสร้างหลังคาที่นิยมใช้ในอาคารสนามกีฬานั้น มี 2 รูปแบบหลัก ที่นิยมใช้ในอาคารสนามกีฬานั้นคือ 1) โครงรูปจั่ว โครงถักแบบคิงก์ 2) โครงแบบแนวเอียง และ แบบเอียงคอร์ดขนาน

นอกจากนี้ยังสามารถลำดับประเภทสนามกีฬาที่นิยม ใช้ในอาคารสนามกีฬาในมากที่สุดคือ สนามบาสเกตบอล สนามแบดมินตัน และสนามฟุตซอล ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนองขนาดสนามกีฬานั้นพบว่า กีฬาทั้ง 3 ประเภท รวมถึงสนามกีฬาอื่น ๆ ที่เลือกใช้ในอาคารสนามกีฬานั้นพบว่า มีการเลือกใช้ขนาดสนามที่ใกล้เคียงกัน หรือ มีขนาดใกล้เคียงกันในเชิงทวิคูณ

ตาราง 8 การวิเคราะห์ขนาด และรูปแบบสนามกีฬา

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา	ประเภทสนามกีฬา	ขนาด (เมตร)	จำนวน(สนาม)
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	- สนามฟุตบอล	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
		- สนามฟุตบอล	15 X 25	1
4	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	- สนามบาสเกตบอล	15 X 28	1
		- สนามฟุตบอล	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	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- สนามบาสเกตบอล	14 X 26	2
		- สนามแบดมินตัน	6.1 X 13.4	6
		- สนามวอลเลย์บอล	9 X 18	2

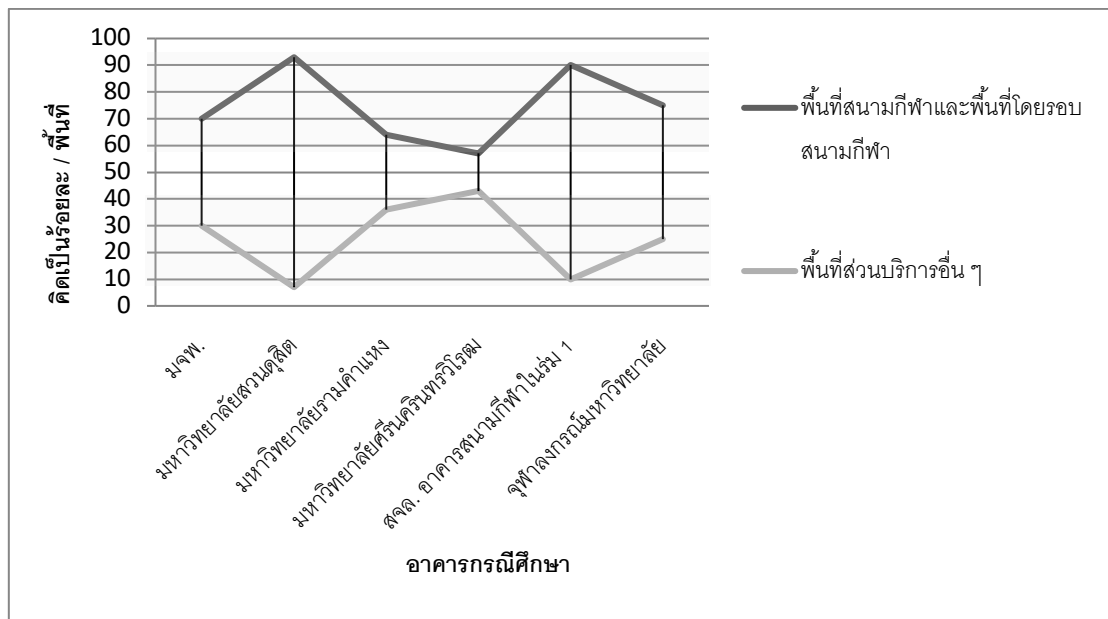


การวิเคราะห์การจำแนกพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาในส่วนการใช้งานทางด้านการกีฬา โดยจากการรวบรวมข้อมูลพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬาของอาคารกรณีศึกษา เพื่อวิเคราะห์พื้นที่การใช้งาน และ พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร ภายใต้โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม อีกทั้งยังพิจารณาสวนพื้นที่และขนาดสนามกีฬาแต่ละประเภท ทั้งนี้สำหรับอาคารสนามกีฬาในร่มที่มีจำนวนชั้นมากกว่า 1 ชั้นนั้น การพิจารณาจะพิจารณาเฉพาะในส่วนชั้นที่มีการใช้งานเพื่อการกีฬาเท่านั้น

ตาราง 9 การจำแนกพื้นที่การใช้งานทางด้านการกีฬา

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา	พื้นที่อาคาร ส่วนชั้นสนาม กีฬา (ตร.ม.)	พื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่ โดยรอบสนาม กีฬา (ตร.ม.)	พื้นที่ส่วนบริการ อื่น ๆ (ตร.ม.)
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	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	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อาคารสนามกีฬาในร่ม 1)	1,872	1,700	172
		คิดเป็นร้อยละ	90	10
6	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2,878	2,171	707
		คิดเป็นร้อยละ	75	25

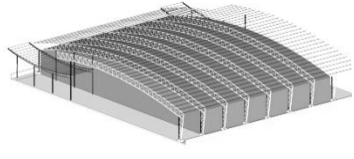
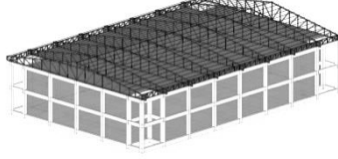
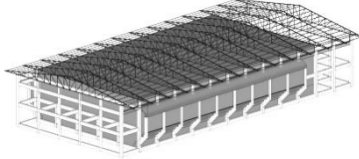
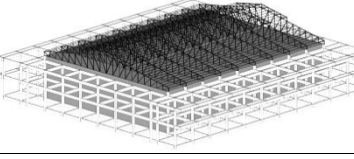
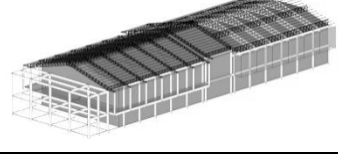
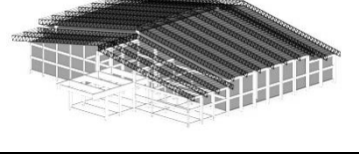


ภาพ 4 แผนภูมิแสดงการใช้งานพื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ
ที่มา : ผู้วิจัย, 2561

สามารถสรุปได้ว่าการใช้งานทางด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม นั้นแบ่งพื้นที่การใช้งานเป็น พื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา คิดเป็นร้อยละ 60-90 ของพื้นที่ส่วนการกีฬาทั้งหมด ส่วนพื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ อาทิเช่น ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ ห้องแต่งตัว และห้องล็อกเกอร์นั้น คิดเป็นร้อยละ 10-40 ของพื้นที่ส่วนการกีฬาทั้งหมด หรือคิดร้อยละของพื้นที่ พื้นที่สนามกีฬา รวมถึงพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา และ พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ ได้เป็น 74 : 26

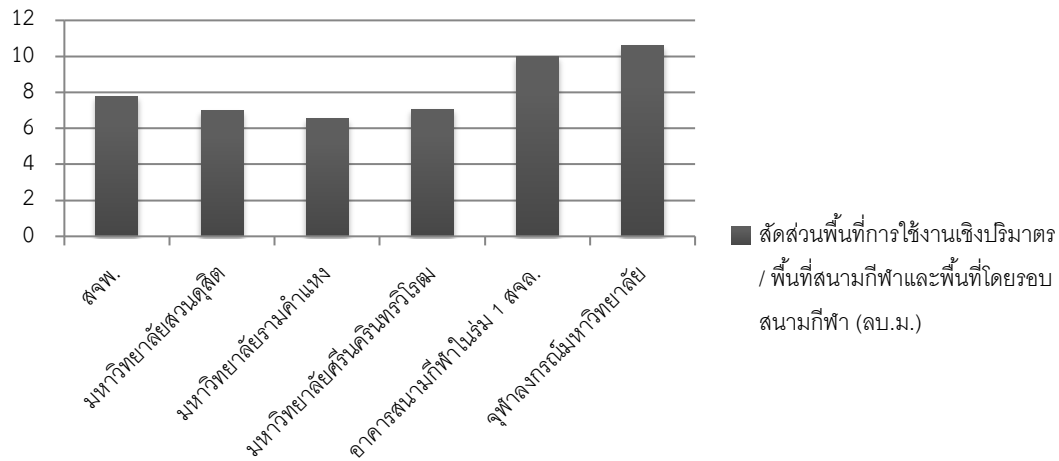
การวิเคราะห์การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตร

จากการศึกษาข้อมูลการใช้งานด้านกรีกฟ้าของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 6 แห่ง สามารถแสดงการใช้งานด้านการกรีกฟ้าในเชิงปริมาตรของอาคารสนามกีฬาในร่มโดยวิธีการจำลอง โดยพื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตรในที่นี้คือพื้นที่การใช้งานด้านการกรีกฟ้า หรือ พื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่โดยรอบสนามกีฬานั้นไม่รวมส่วนบริการอื่น ๆ เช่น ห้องน้ำ สำนักงาน ฯลฯ ตาราง 10 การใช้งานในเชิงปริมาตรของอาคารสนามกีฬาในร่มโดยวิธีการจำลอง

		
สจพ. พื้นที่เชิงปริมาตร 14,502 ลบ.ม.	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พื้นที่เชิงปริมาตร 6,468 ลบ.ม.	มหาวิทยาลัยรามคำแหง พื้นที่เชิงปริมาตร 5,061 ลบ.ม.
		
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พื้นที่เชิงปริมาตร 7,114 ลบ.ม.	สจล. พื้นที่เชิงปริมาตร 17,127 ลบ.ม.	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พื้นที่เชิงปริมาตร 23,075 ลบ.ม.

ตาราง 11 สรุปการจำแนกพื้นที่การใช้งานทางด้านการกรีกฟ้า และ การใช้งานพื้นที่ในเชิงปริมาตร

ลำดับ	อาคารกรณีศึกษา อาคารสนามกีฬาในร่ม	พื้นที่สนาม กีฬาและ พื้นที่ โดยรอบ สนามกีฬา (ตร.ม.)	พื้นที่การใช้งานในเชิงปริมาตร				พื้นที่การใช้งานเชิง ปริมาตร : พื้นที่ สนามกีฬาและพื้นที่ โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม. : ลบ.ม.)
			กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ (สจพ.)	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	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) (อาคารสนามกีฬาในร่ม 1)	1,700	24	67	9.4 ถึง 12.6	17,127	1 : 10
6	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2,171	34	62	6 ถึง 12	23,075	1 : 10.6



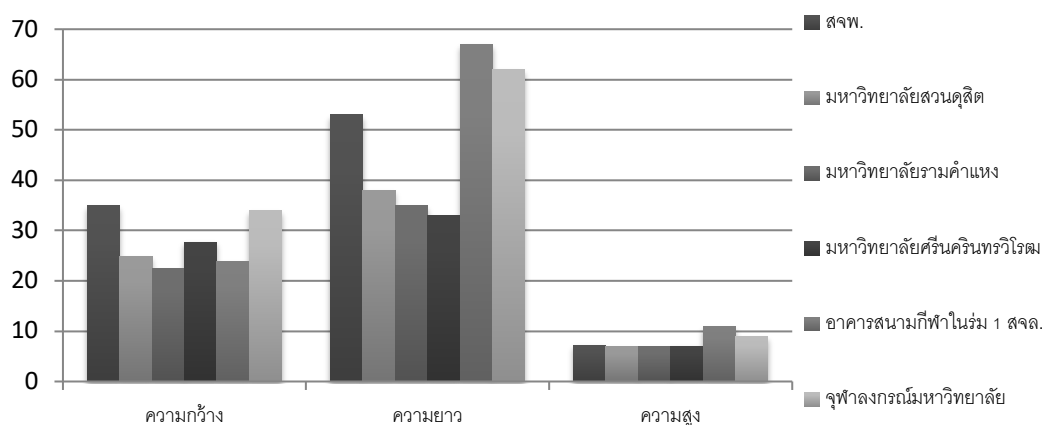
ภาพ 5 แผนภูมิแสดงการใช้งานพื้นที่สนามกีฬา และพื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ
ที่มา : ผู้วิจัย, 2561

จากภาพข้างต้น จะเห็นได้ว่าสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬานั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

สัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณ ประเภทที่ 1 มีสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อยู่ที่ประมาณ 7 ลบ.ม. ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. โดยมีอาคารกรณีศึกษา 4 อาคาร ที่มีสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา จัดอยู่ใน สัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณประเภทที่ 1 ได้แก่ 1) มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 2) มหาวิทยาลัยรามคำแหง 3) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 4) อาคารสนามกีฬาในร่ม 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณ ประเภทที่ 2 มีสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา อยู่ที่ประมาณ 11 ลบ.ม. ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. โดยมีอาคารกรณีศึกษา 2 อาคาร ที่มีสัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณต่อพื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา จัดอยู่ใน สัดส่วนการใช้งานเชิงปริมาณประเภทที่ 2 ได้แก่ 1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในส่วนของการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม นั้นสามารถเปรียบเทียบ การใช้งานด้านปริมาตรในเชิงระยะความกว้าง ยาว สูง ได้ดังนี้



ภาพ 6 แผนภูมิแสดงปริมาตรระยะการใช้งานด้านการกีฬาของอาคารสนามกีฬาในร่ม
ที่มา : ผู้วิจัย

สรุปผลการศึกษา

1. รูปแบบการใช้งานด้านการกีฬา อาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการศึกษาการใช้งานพื้นที่อาคาร และการใช้งานพื้นที่อาคารในเชิงปริมาณในด้านการกีฬาพบว่า การใช้งานพื้นที่นั้นมีสัดส่วนของพื้นที่สนามกีฬา – พื้นที่โดยรอบสนามกีฬา และ พื้นที่บริการส่วนอื่น ๆ อยู่ที่ 74 -26

นอกจากนี้ยังสามารถลำดับประเภทสนามกีฬาที่นิยม ใช้ในอาคารสนามกีฬาในมากที่สุดคือ สนามบาสเกตบอล สนามแบดมินตัน และสนามฟุตซอล ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนของคุณลักษณะสนามกีฬานั้นพบว่า กีฬาทั้ง 3 ประเภทรวมถึงสนามกีฬาอื่น ๆ ที่เลือกใช้ในอาคารสนามกีฬาในร่มนั้นพบว่า มีการเลือกใช้ขนาดสนามที่ใกล้เคียงกัน โดยอยู่ที่กว้างไม่เกิน 15 เมตร และยาว ไม่เกิน 28 เมตร เมื่อพิจารณาขนาดสนามกีฬาที่ใช้จะพบว่า สนามกีฬาเกือบทุกประเภทที่เลือกใช้ภายในอาคารนั้นมีขนาดใกล้เคียงกันทั้งหมดแม้ว่าจะต่างชนิดกีฬากันก็ตาม

ในส่วนของการใช้งานพื้นที่สนามกีฬาในเชิงปริมาณนั้น พบว่าการใช้งานในเชิงปริมาณของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 7 อาคารนั้นมีการใช้งานในเชิงปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือ 7 ลบ.ม. ต่อ การใช้งานพื้นที่ทางด้านการกีฬา 1 ตร.ม. โดยเมื่อพิจารณามาตรฐานสนามกีฬาที่เป็นมาตรฐานคือสนามกีฬาบาสเกตบอลที่กำหนดไว้ให้มีความสูง ไม่ต่ำกว่า 7 เมตร พบว่ามีความสอดคล้องในด้านการใช้งานในเชิงปริมาณ แม้ว่าอาคารกรณีศึกษาทั้ง 6 กรณี จะมีการใช้รูปแบบโครงสร้างหลังคาที่แตกต่างกันถึง 4 รูปแบบ แต่ในด้านของการใช้งานในเชิงปริมาณนั้น ถูกออกแบบมาให้ใกล้เคียงกับมาตรฐาน

2. รูปแบบโครงสร้าง อาคารสนามกีฬาในร่ม

จากการศึกษารูปแบบโครงสร้าง อาคารสนามกีฬาในร่ม พบว่านิยมใช้โครงสร้าง 2 รูปแบบ คือ โครงรูปจั่วโครงถักแบบคิงก์ และ โครงแบบแนวเอียง-แบบเอียงคอร์ดขนาน โดยรูปแบบโครงสร้างที่สอดคล้องกับการใช้งานด้านการกีฬา คือ โครงสร้างหลังคาแบบโครงแบบแนวเอียง-แบบเอียงคอร์ดขนาน โดยมีระยะพาดช่วงระหว่าง 25 เมตร เนื่องจากมีลักษณะโครงสร้างที่ให้การใช้งานในเชิงปริมาณที่มากกว่าโครงรูปจั่วโครงถักแบบคิงก์ ซึ่งทำให้สอดคล้องกับการใช้งานด้านการกีฬา

เมื่อพิจารณาทั้งในส่วนของคุณลักษณะการใช้งานด้านการกีฬา และ รูปแบบโครงสร้างของอาคารสนามกีฬาในร่ม ที่สอดคล้องกันจะสามารถสรุปแนวทางการออกแบบ โครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร ได้ดังนี้

ตาราง 12

สัดส่วนพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา และ พื้นที่ส่วนบริการอื่น ๆ	พื้นที่การใช้งานเชิงปริมาตร : พื้นที่สนามกีฬาและพื้นที่โดยรอบสนามกีฬา (ตร.ม. : ลบ.ม.)	ปริมาตรในเชิงระยะความกว้าง ความยาว ความสูง			รูปแบบการจัดวางสนามกีฬา	ประเภทสนามกีฬา	รูปแบบโครงสร้างหลังคา
		กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)			
74 : 26	1 : 7	15 - 25	25 - 42	7	สนามกีฬาหลายประเภทจัดวางในพื้นที่เดียวกัน	สนามบาสเกตบอล สนามแบดมินตัน สนามฟุตซอล	โครงแบบแนวเอียง-เอียงคอร์ดขนาน 

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาโครงสร้างพาดช่วงกว้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร มีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1.ควรศึกษาโครงสร้างอาคารสนามกีฬาในร่ม ของสถาบันการศึกษาในการดูแลของเอกชนร่วมด้วยเพื่อพิจารณาปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดรูปแบบที่แตกต่างกัน

2.ควรศึกษาการรับแรงและพฤติกรรมของโครงสร้างร่วมด้วย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะพาดช่วงและแรงที่เกิดขึ้นในโครงสร้างพาดช่วงกว้างแต่ละประเภท

3.ควรศึกษาเรื่องแสงธรรมชาติ และ การระบายอากาศที่ใช้ในอาคารสนามกีฬาในร่มร่วมด้วยเพื่อพิจารณาความเหมาะสมทางการออกแบบ

บรรณานุกรม

- วินิต ช่อวิเชียร, ทฤษฎีโครงสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528
- เฉลิม สุจริต, วัสดุและการก่อสร้างสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3 .กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2540
- มานิตย์ ลิกิจวัฒน์, การศึกษาพฤติกรรมของโครงข้อแข็งเหล็กรูปพรรณที่มีข้อต่อแบบกึ่งยึดแน่นโดยการวิเคราะห์แบบอันดับสอง .ปริญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542
- พума, แจน เจ. การวิเคราะห์โครงสร้าง. แปลโดย สงวน วงษ์สวัสดิกุล และพิมาน ชาญวานิชบริการ. กรุงเทพฯ: แมคกรอ-ฮิล, 2541
- ชลธิ์ อิมอุตม. 2556. ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชวลิต นิตยะ. 2548. โครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิภพ สุนทรสมัย. 2551. การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ปิยะ ดนัย. 2555. รอยต่อชิ้นส่วนก่อสร้างสำเร็จรูป กรณีศึกษาบ้านพักอาศัย 4 โครงการ.
- วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชนินทร์ ทิพย์ภาส ,โครงถักกับังงานสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชำนาญ บุญญาพุดพิงศ์, เอกสารและสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง บุรณาการแห่งโครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม , ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2551