

การวิเคราะห์โครงสร้างไม้ในสิมอีสาน จังหวัดร้อยเอ็ด

Timber Structure in Northeast Buddhist Ordination Halls : Roi – Et Province

อรรถ ชมาฤกษ์*

Received: June 20, 2023

Revised: February 12, 2024

Accepted: February 13, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยการวิเคราะห์โครงสร้างไม้ในสิมอีสาน จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและวิเคราะห์เพื่อทราบถึงวิธีแก้ปัญหาด้านโครงสร้างของช่างโบราณ ในการวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจสิมในเขตพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 4 หลัง โดยมีการจัดทำภาพจำลองส่วนประกอบโครงสร้างไม้เพื่อการวิเคราะห์แรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโครงสร้างตลอดจนวิเคราะห์ถึงการเลือกใช้วิธีการเข้าไม้ในรอยต่อของส่วนต่างๆของช่างโบราณ

จากการวิจัยนี้พบว่า ช่างโบราณที่ทำการก่อสร้างสิมทั้ง 4 หลังมีการใช้รูปแบบโครงสร้างหลังคาไม้ในระบบโครงถัก มีการออกแบบให้ถ่ายแรงผ่านศูนย์กลางของส่วนประกอบโครงสร้างเพื่อลดแรงดัด และมีการเลือกการเข้าไม้ที่จุดเชื่อมต่ออย่างสัมพันธ์กับพฤติกรรมการรับแรงของโครงสร้าง หากแต่การเลือกใช้ขนาดของส่วนประกอบโครงสร้างนั้นพบว่าช่างโบราณที่ก่อสร้างสิมในงานวิจัยนี้ นิยมเลือกใช้ไม้ที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่ทั้งสิ้น

ABSTRACT

This research is an analytical approaching to investigate the timber structure of the ordination halls in northeast Thailand. It aims to discover how traditional artisans solve their problems to the design of timber structure. There are 4 samples of ordination halls are selected in the area of Roi-Et province. The details of the structure are measured and drawn to show the components, and analyze structural forces and selection of appropriated joint details.

This research discovered that timber trusses were applied to the roof structure of the 4 ordination halls, the timber trusses were designed to allow the forces in the structure transfer through the components as concentric load in order to reduce bending moments. The pattern timber joints details were selected according to the strength of the structure behavior. However, the timber components of the structure area slightly larger than usual.

คำสำคัญ: สิมอีสาน, จังหวัดร้อยเอ็ด, โครงสร้างไม้อาคารประเพณีนิยม

Keywords: The Isan Sim, Northeast Buddhist Holy Temples, Roi – Et Province

* คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002 ประเทศไทย

* Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand
Corresponding Author E-mail: lekartt@gmail.com

บทนำ

“สิมอีสาน” เป็นงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นที่เป็นศาสนาคารในพระพุทธศาสนาที่เข้ามาเผยแพร่และมีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตคนอีสานที่มีฐานความเชื่อดั้งเดิมในเรื่องการ “ถือผี” เมื่อชุมชนอีสานยอมรับในพระพุทธศาสนาจนมีการจัดตั้งเป็นศาสนสถานหรือ “วัด” เพื่อให้เป็นศูนย์กลางของชุมชน มีกิจกรรมการอุปสมบทหรือสังฆกรรมต่างๆ จึงทำให้มีความต้องการก่อสร้างอาคารสิมอีสานขึ้น สำหรับการออกแบบและก่อสร้างสิมอีสานนั้นต้องเป็นไปตามที่บัญญัติไว้ในพระธรรมวินัย ทำโดยอาศัยศรัทธาของคนในชุมชนและช่างที่ต้องตีความโจทย์และหาคำตอบในการแก้ปัญหาในการก่อสร้างซึ่งมีข้อจำกัดด้านฝีมือช่าง แรงงาน และเครื่องมือในการก่อสร้าง ทำให้สิมอีสานในแต่ละสถานที่ มีลักษณะใน “ชั้นของรายละเอียด” ที่แตกต่างกันไป การศึกษาและวิเคราะห์จากการสำรวจจริงวัด จะเป็น “กระบวนการย้อนกลับ” ที่จะสามารถค้นหาร่องรอยเพื่อที่จะสามารถอธิบายพัฒนาการ หรือกำหนดจำแนก จัดกลุ่มสิมอีสานในแต่ละสถานที่ให้เห็นถึงภาพรวมของ “สถาปัตยกรรม” ในภาคอีสานได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

จังหวัดร้อยเอ็ดนับได้ว่าเป็นศูนย์กลางวัฒนธรรมอีสานและจากในอดีตมีการอพยพของผู้คนในกลุ่มวัฒนธรรมลาวเข้ามาในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง จนถึงสมัยกรุงรัตนโกสินทร์จึงมีการจัดการปกครองส่วนภูมิภาคขึ้นโดยร้อยเอ็ดเป็นส่วนหนึ่งของมณฑลอีสาน แต่ทั้งนี้ชาวอีสานของไทยมีความใกล้ชิดทางด้านชาติพันธุ์กับชนชาติไทยในอาณาจักรล้านช้าง(ลาว)มากกว่าชนชาติไทยในดินแดนลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา สถาปัตยกรรมสิมพื้นถิ่นจังหวัดร้อยเอ็ดมีความหลากหลายในรูปแบบ โดยเฉพาะสิมบก ทั้งสิมโป่งหรือสิมโถง และสิมทึบ การเลือกสิมที่เป็นตัวแทนของสิมในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ดนั้นจะเลือกรูปแบบของสิมที่มีความหลากหลายและมีสภาพสมบูรณ์พอที่จะทำการสำรวจและศึกษา โดยสิมที่เลือกมาเพื่อทำศึกษานั้นจะกระจายอยู่ในพื้นที่หลายอำเภอในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสิมอีสานผ่านโครงสร้างไม้ของสิมในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด
2. เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและความสำคัญของชิ้นส่วนของโครงสร้างไม้ในอาคารสิมอีสาน
3. เพื่อเก็บรวบรวมรูปแบบของการจัดส่วนประกอบ (Member) และจุดเชื่อมต่อ (Joint) ของงานโครงสร้างไม้ในอาคารสิมอีสาน

วิธีการศึกษา

1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ทำการศึกษาคติความเชื่อ การสร้างศาสนาคารประเภทสิม
2. ทำการสำรวจจริงวัด สิมอีสาน ในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ดโดยใช้การบันทึกภาพ การวัดขนาด การสเกตช์เพื่อบันทึกลักษณะของอาคารสิมทั้งหลัง และเน้นรายละเอียดโครงสร้างไม้ทั้งโครงสร้างหลังคา โครงสร้างเสาคาน โครงสร้างพื้นไม้ ตลอดจนรอยต่อ (Joints) ของชิ้นส่วนต่างๆ
3. ทำการเขียนแบบสองมิติและสามมิติโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ โดยจำลองภาพสามมิติในคอมพิวเตอร์
4. ทำการวิเคราะห์โครงสร้างของอาคารสิมแต่ละหลังในเรื่องการรับแรงถ่ายแรง โดยใช้โปรแกรม ZAP2000 24.2.0 ในการวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงสร้างไม้ และโดยเฉพาะการเลือกใช้ข้อต่อ (Joints) ในงานโครงสร้างไม้ และวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบอาคารอื่นๆ
5. สรุปองค์ความรู้ของรูปแบบสิมอีสานที่ได้ทำการสำรวจ เพื่ออธิบายถึงวิธีการแก้ปัญหา ข้อจำกัดการเลือกวิธีการในการก่อสร้างของสกุลช่างที่ออกแบบก่อสร้างสิมในพื้นที่ทำการศึกษา

สถานที่เก็บข้อมูลสำรวจ

สถานที่เก็บข้อมูลสำรวจได้แก่ 1 สิมวัดบ้านขอนแก่นเหนือ 2 สิมวัดราศีไศล 3 สิมวัดเสมายบ้านท่าค้อ ซึ่งจัดอยู่ในสิมประเภทเดียวกัน คือเป็นสิมที่มีหลังคาเป็นโครงสร้างไม้ และ 4 สิมวัดไตรภูมิ เป็นสิมโปรงหรือสิมโถงที่ใช้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบลักษณะการก่อสร้าง



ภาพที่ 1 : ที่ตั้งของสิมที่ทำการสำรวจเก็บข้อมูล

การทบทวนเอกสาร ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

“สิม” มีที่มาจากคำว่า “สีมา” หมายถึง “หลัก” หรือที่นิยมเรียกกันทั่วไปว่า “ใบสีมา” (หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ใบเสมา”) ที่ใช้ปักล้อมรอบพระอุโบสถเพื่อเป็นนิมิต (การแสดงขอบเขตศักดิ์สิทธิ์ของอุโบสถ) ในวัฒนธรรมลาวมีการปักใบสีมาคล้ายกับในล้านนา คือนิยมทำสีมาเป็นแท่งเสา หรือบางแห่งอาจจะใช้หลักหินหรือก้อนหินธรรมชาติฝังติดกับพื้นดินให้โผล่ขึ้นมาเพียงเล็กน้อยและปักสีมาตามความเหมาะสมคือไม่จำเป็นต้องครบตามทิศทั้งแปด 1 และมีการจำแนกประเภทของสิมอีสานไว้ดังนี้

1. สิมน้ำ คือ อาคารที่ปลูกสร้างอยู่กลางน้ำ ริมธาร ริมแม่น้ำ ยังไม่ได้กำหนดหรือ ผูกเขต (อพัทธสีมา) ซึ่งในการกำหนดเขตสีมานั้นกระทำโดยระยะการวางน้ำสาตของวัยกลางคน สิมเช่นนี้ไม่มีวิสูตรมาสมาแบบถาวร อยู่ลักษณะอุทกเขตสีมา ในปัจจุบันสิมประเภทนี้มีเหลือน้อย ลักษณะทางสถาปัตยกรรมของสิมน้ำมีลักษณะคล้ายที่พอกอาศัย ที่ทั้งผนังทึบและโปรง ซึ่งเกิดขึ้นจากความจำเป็นเร่งด่วนในการประกอบสังฆกรรมในชนบทห่างไกล จึงมิได้คำนึงถึงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมประการใด ตัวอย่างเช่น สิมน้ำวัดเทพนิตดา อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม และสิมวัดหนองแขว จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น

2. สิมบก เป็นอาคารที่สร้างอยู่บนพื้นดิน อาคารโดยรวมทำด้วยวัสดุและโครงสร้างมีความมั่นคงถาวร และรูปแบบทางสถาปัตยกรรมค่อนข้างหลากหลายกว่า จึงอาจแบ่งตามรูปแบบเป็นประเภทหลักได้ 2 แบบ คือ สิมโปรง หรือสิมโถง และสิมก่อผนัง

2.1 สิมโงหรือสิมโปรง เป็นอาคารขนาดเล็กที่มีอายุการสร้างบางแห่งเก่าถึง 272 ปี พบมากในอีสานตอนกลาง ลักษณะรูปแบบโดยรวมเรียบง่ายมีลักษณะบางประการคล้ายกับสิมทิบกลุ่มหนึ่ง มีแผนผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ประกอบด้วยบันไดทางเข้าด้านหน้า ส่วนฐานและพื้นจะยกสูงขึ้นจากพื้นดินพอประมาณ ตัวอาคารก่ออิฐทำจากดินเหนียวผสมแกลบหรือฟางข้าว เรียก

ตามภาษาท้องถิ่นว่า “สิมดินดิบ” ส่วนของฝาผนังของสิมโปรงนี้ ในบางหลังอาจพบว่าได้ก่อผนังด้านข้าง หากจะมีก็เฉพาะด้านหลังพระประธานและฝาผนังด้านข้างซ้าย-ขวา ที่สร้างขึ้นในลักษณะลดหลั่นเป็นขั้นบันไดเพื่อป้องกันฝนสาด

การก่อผนังเช่นนี้ทำให้ตัวอาคารดูโล่งและโปร่ง โครงสร้างหลังคาอาจมีทั้งหลังค่อจั่วชั้นเดียวหรือซ้อนชั้น รวมทั้งในบางหลังอาจมีหลังคอปีกนกคลุมระเบียงโดยรอบด้วย วัสดุผนังหลังคามักใช้แป้นเกล็ด

2.2 สิมก่อผนังหรือสิมทิบ รูปแบบของอาคารโดยรวมของสิมกลุ่มนี้ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างสิมอาจมีทั้งไม้และอิฐ จึงอาจแยกเป็นประเภทย่อยคือเป็นสิมไม้ และสิมก่ออิฐฉาบปูน ส่วนมากจะหันหน้าไปทางทิศตะวันออก และลักษณะทั่วไป คือเป็นอาคารขนาดเล็กที่มีผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มักมีทางเข้าด้านหน้าด้านเดียว มีเพียงหนึ่งห้องไว้สำหรับพระสงฆ์ทำสังฆกรรม ส่วนฐานก่อเป็นฐานบัวคว่ำ บัวหงาย หรือภาษาถิ่นเรียกว่า “โบกคว่ำ โบกหงาย” ก็อาจเรียกรวมกันเป็นฐาน “เอวขัน” ด้วย องค์ประกอบตกแต่งสถาปัตยกรรมทำด้วยวัสดุที่เป็นไม้ประกอบไปด้วยซ่อฟ้า กลางประดับด้วยสันหลังคา โหง่ ใบระกา หางหงส์ หน้าบัน คนทวย รวงผึ้ง

จากการอธิบายถึงลักษณะโดยรวมและการแบ่งประเภทของสิมที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นนักวิชาการมักกล่าวถึงและให้ความสำคัญอย่างมากในประเภทของสิมบก โดยเฉพาะสิมก่อผนังหรือสิมทิบ อาจด้วยเหตุผลที่เป็นอาคารที่สร้างด้วยวัสดุที่มั่นคงถาวรกว่าจึงเหลือหลักฐานให้ศึกษาในปัจจุบัน อีกทั้งมีรูปแบบที่ค่อนข้างหลากหลาย ในการศึกษาที่ผ่านมาจึงมีการกล่าวถึงในลักษณะที่แตกต่างและสอดคล้องกัน นอกจากอิทธิพลทางสภาพอากาศ ความเชื่อสังคมและ ฝาผนัง วัสดุในท้องถิ่น และเศรษฐกิจที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบศิลปกรรมแล้ว เมื่อพิจารณาลักษณะเฉพาะทางสถาปัตยกรรมของสิมอีสานก็สามารถแบ่งตามลักษณะของอิทธิพลศิลปะที่ปรากฏได้ เช่น อิทธิพลศิลปะลาว อิทธิพล ข่างญวน อิทธิพลศิลปะรัตนโกสินทร์ และข่างพื้นถิ่น²

งานไม้ในสถาปัตยกรรมไทยที่เป็นส่วนประกอบของอาคารพักอาศัย ศาลา ศาสนสถาน และอาคารอื่นๆ ว่าเป็นระบบโครงสร้างระบบเสาและคาน (รวมทั้งรอด) ถือว่ามีลักษณะอิสระไม่ตรึงแน่น (Freely supported) ไม่นิยมใช้ระบบคาน (cantilever) ที่ระดับพื้นใช้งาน แต่ระดับหลังคา ชายคาจะยื่นออกไปในระบบ cantilever โดยรอบ มีการใช้ค้ำยันหรือการยึดยันกับส่วนโครงสร้างหลังคากายนอกแนวผนังอาคาร มีการแกะสลักชิ้นส่วนโครงสร้างค้ำยันด้วย สำหรับภายใน มีงานแกะสลักกับเชิง support ของโครงหลังคาสองข้าง ตกแต่งเป็นระบายให้ใช้ประโยชน์ด้านประดิษฐ์สถาปัตยกรรม (จะใช้กับภายในของอาคารก่ออิฐล้วน) รูปทรงที่ให้คุณสมบัติด้านการทรงตัว (stability) ก็คือรูปทรงที่เอนลิ่มเข้าหาแกนโน้มถ่วงเป็นลักษณะเด่นชัดในโครงสร้างอาคารไม้ล้วนในสถาปัตยกรรมเรือนไทยเดิม ลักษณะของเสาสูงหน้าตัดกลม โคนต้นใหญ่ปลายเรียวเล็กลงซึ่งเป็นธรรมชาติของวัสดุลำต้นไม้ก็มีความสมบัตินการทรงตัวสูงเมื่อมีแรงกระทำภายนอก (external force) กระทำต่ออาคารลักษณะเด่นชัดอีกประการคือ การให้ความอิสระระหว่างโครงสร้างหลักกับฝาผนังหรือที่เรียกว่า ระหวางขึ้นส่วนโครงสร้างกับขึ้นส่วนสถาปัตยกรรม หรือระหว่างองค์ประกอบโครงสร้างกับองค์ประกอบสถาปัตยกรรมก็ได้ ลักษณะนี้ไม่ต่างจากการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปเช่นใน

¹ ศักดิ์ชัย สายสิงห์, ศาสตราจารย์ . เจตีย์ พระพุทธรูป ฐานบัว ศิลปะลาวและอีสาน , กรุงเทพมหานคร : มิวเซียมเพลส, 2555

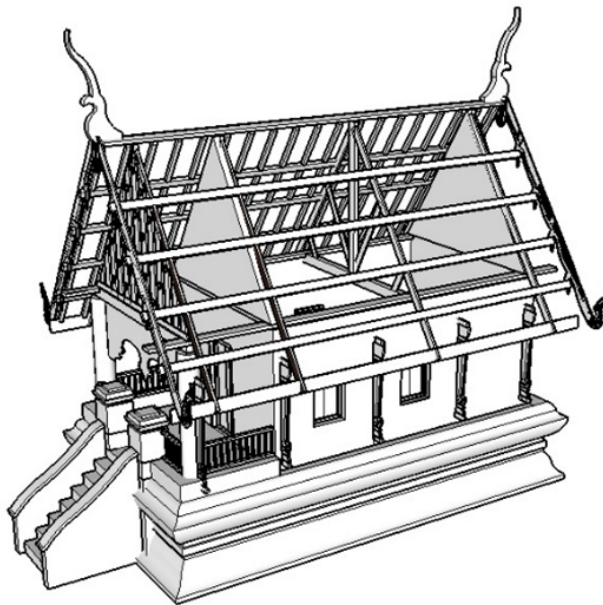
² วิโรฒ สรรสุโร, สิมอีสาน กรุงเทพฯ : มูลนิธิโตโยต้า, 2536.

ปัจจุบัน อาคารโครงสร้างไม้จริงจากไม้ซุง โครงสร้างไม้กลมที่ได้มาจากไม้เบญจพรรณ โครงสร้างไม้ไผ่ ใช้ระบบ โครงสร้างประเภทเดียวกัน เรือนเครื่องผูกเป็นโครงสร้างไม้ไผ่ มีความแตกต่างกันในเรื่องรอยต่อและวัสดุผูกมัดเท่านั้น³

ผลการศึกษา

ในงานวิจัยนี้จะแยกพิจารณาในแง่มุมสองประการของโครงสร้าง ได้แก่ ประการที่หนึ่งด้านส่วนประกอบของ โครงสร้างไม้ (Member) ประการที่สองด้านจุดเชื่อมต่อหรือลักษณะการเข้าไม้ (Joints) และแรงที่เกิดในโครงสร้าง ไม้ (Force) เพื่อที่จะทำให้เข้าใจภาพกว้างจากลักษณะของการถ่ายน้ำหนักตามธรรมชาติของโครงสร้าง ไปจนถึงการ ที่ช่างโบราณได้เลือกรูปแบบและขนาดของส่วนประกอบต่างๆ ตลอดจนจุดเชื่อมต่อเพื่อที่จะแก้ปัญหาด้านโครงสร้าง ดังกล่าว สำหรับชื่อเรียกส่วนประกอบโครงสร้างไม้ในภาพรวมของการสำรวจในงานวิจัยนี้ จะขอเรียกส่วนประกอบ โครงสร้าง (Member) ในชื่อเรียกตามการศึกษาที่เป็นสากลในสมัยปัจจุบัน เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ แต่ทั้งนี้ สามารถอ้างอิงชื่อเรียกพื้นถิ่นของส่วนประกอบโครงสร้างได้โดยการเทียบเคียงจากหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละชนิด ตามตำแหน่งและพฤติกรรมโครงสร้าง โดยจะแสดงผลการสำรวจโครงสร้างไม้ของสิมที่ทำการศึกษาลงในตารางต่อไปนี้

1. สิมวัดบ้านขอนแก่นเหนือ



ภาพที่ 2 : สิมวัดบ้านขอนแก่นเหนือ

³ เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, ศาสตราจารย์ . วิทยาการอาคาร . หนังสือวิชาการรวบรวมผลงานศาสตราจารย์เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, คณะ กรรมการนักศึกษา สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร, 2528.



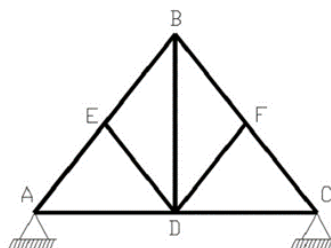
ภาพที่ 3 : ตำแหน่งที่ตั้งวัดขอนแก่นเหนือ (สัญลักษณ์รูป)

1.1 ส่วนประกอบโครงสร้างไม้ลิ่มวัดบ้านขอนแก่นเหนือ

ตารางที่ 1 แสดงขนาดและวัสดุของส่วนประกอบโครงสร้างไม้ลิ่มวัดบ้านขอนแก่นเหนือ

ส่วนประกอบโครงสร้าง (member)	วัสดุ (materials)	ขนาด (cm. x cm.)
แป	ไม้เนื้อแข็ง	8 x 15
จันทัน	ไม้เนื้อแข็ง	5 x 15
อกไก่	ไม้เนื้อแข็ง	8 x 20
ดั่ง	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 20
ตุ้กตา หรือ ค้ายัน	ไม้เนื้อแข็ง	5 x 15
ซื่อ	ไม้เนื้อแข็ง	15 x 20
อเส	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 15
เสากลม	ไม้เนื้อแข็ง	เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 cm.

1.2 วิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาวัดบ้านขอนแก่นเหนือ



ภาพที่ 4 โครงหลังคาวัดบ้านขอนแก่นเหนือ

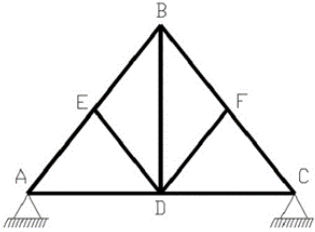
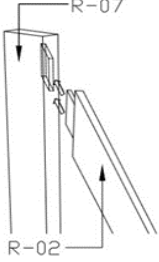
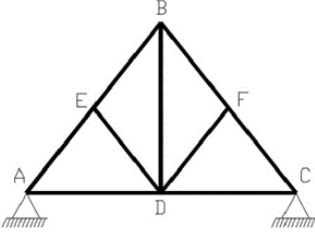
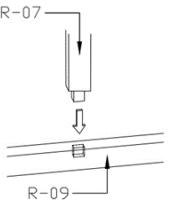
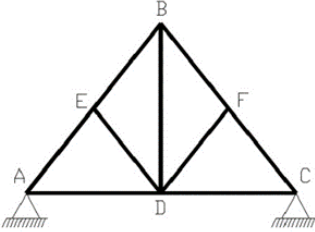
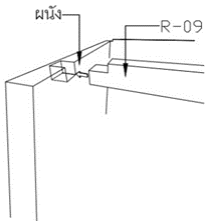
ทำการวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาวัดบ้านขอนแก่นเหนือโดยพิจารณาตามการออกแบบโครงสร้างในระบบโครงถักที่ไม่มีการถ่ายแรงแบบเอียงศูนย์ และคำนวณโดยโปรแกรม ZAP2000 24.2.0 จะสามารถสรุปแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนประกอบโครงสร้าง (Member) ได้ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะแรงที่เกิดขึ้นในส่วนประกอบโครงสร้างสิมวัดบ้านขอนแก่นเหนือ

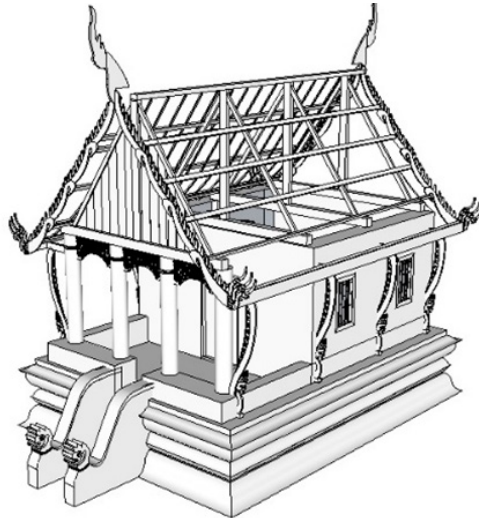
ส่วนประกอบโครงสร้าง (member)	ลักษณะแรงที่เกิดขึ้น
AE	แรงอัด (Compression)
EB	แรงอัด (Compression)
BF	แรงอัด (Compression)
FC	แรงอัด (Compression)
AD	แรงดึง (Tension)
DC	แรงดึง (Tension)
ED	แรงอัด (Compression)
DF	แรงอัด (Compression)
BD	แรงดึง (Tension)

1.3 จุดเชื่อมต่อ (Joint) ในโครงสร้างหลังคาวัดบ้านขอนแก่นเหนือ

ตารางที่ 3 รายละเอียด Joint ในโครงสร้างหลังคาวัดบ้านขอนแก่นเหนือ

ตั้งและจันทัน (จุด B ในภาพที่ 2) เป็นลักษณะการออกแบบโครง Truss ที่มีการถ่ายแรงตามแนวศูนย์กลางส่วนประกอบ (Axial) ทำให้ไม่เกิด Moment ตัดในส่วนประกอบ		
ตั้งและซื่อ (จุด D ในภาพที่ 2) เป็นลักษณะของการเข้าไม้โดยการเจาะแล้วยึดด้วยเดือยเพื่อรับแรงดึง		
ซื่อและผนัง (จุด A และ C ในภาพที่ 2) เป็นการยึดซื่อไว้ด้วยการทำร่องบากที่ผนังรับแรง		

2. สิมวัดราศีไศล



ภาพที่ 5 : สิมวัดราศีไศล



ภาพที่ 6 : ตำแหน่งที่ตั้งสิมวัดราศีไศล (สัญลักษณ์รูป)

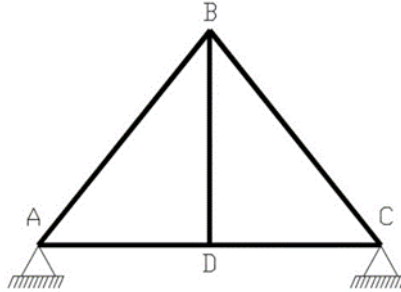
2.1 ส่วนประกอบโครงสร้างไม้สิมวัดราศีไศล

ตารางที่ 4 แสดงขนาดและวัสดุของส่วนประกอบโครงสร้างไม้ในสิมวัดราศีไศล

ส่วนประกอบโครงสร้าง (member)	วัสดุ (materials)	ขนาด (cm. x cm.)
แป	ไม้เนื้อแข็ง	5 x 10
จันทัน	ไม้เนื้อแข็ง	8 x 10
อกไก่	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 20
ตั้ง	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 20
ซื่อ	ไม้เนื้อแข็ง	20 x 20
อเส	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 15
เสากลม	ไม้เนื้อแข็ง	เส้นผ่าศูนย์กลาง 35 cm.

2.2 วิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาสิมวัดราศีไศล

โครงหลังคาของสิมวัดราศีไศล มีแนวทางการถ่ายแรงในโครงสร้างดังต่อไปนี้



ภาพที่ 7 : โครงสร้างหลังคาสิมวัดราศีไศล

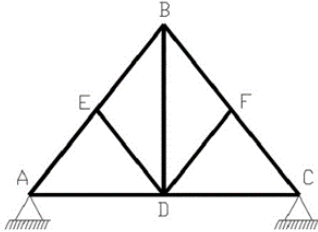
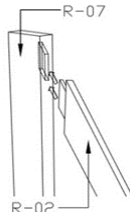
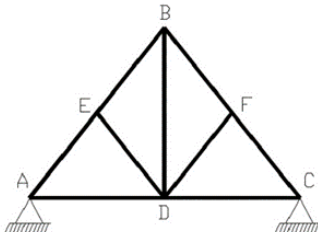
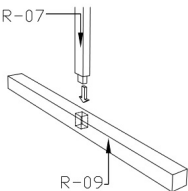
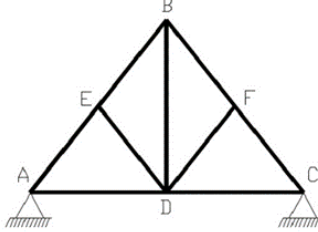
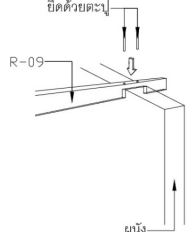
ทำการวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาสิมวัดราศีไศล โดยพิจารณาตามการออกแบบโครงสร้างในระบบโครงถักที่ไม่มีการถ่ายแรงแบบเยื้องศูนย์ และคำนวณโดยโปรแกรม ZAP2000 24.2.0 จะสามารถสรุปแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนประกอบโครงสร้าง (Member) ได้ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะแรงที่เกิดขึ้นในส่วนประกอบโครงสร้างสิมวัดราศีไศล

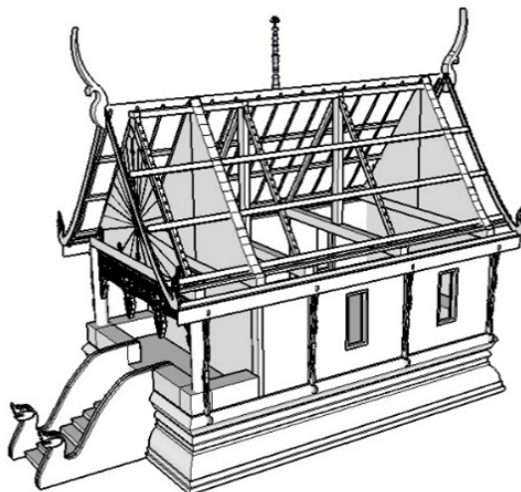
ส่วนประกอบโครงสร้าง (member)	ลักษณะแรงที่เกิดขึ้น
AB	แรงอัด (Compression)
BC	แรงอัด (Compression)
AD	แรงดึง (Tension)
DC	แรงดึง (Tension)
BD	แรงดึง (Tension)

2.3 จุดเชื่อมต่อ (Joint) ในโครงสร้างหลังคาสิมวัดราศีไศล

ตารางที่ 6 รายละเอียด Joint ในโครงหลังคาวัดราศีไศล

ตั้งและจันทัน (จุด B ในภาพที่ 7) เป็นลักษณะการออกแบบโครง Truss ที่มีการถ่ายแรงตามแนวศูนย์กลางส่วนประกอบ (Axial) ทำให้ไม่เกิด Moment ตัดในส่วนประกอบ		
ตั้งและซื่อ (จุด D ในภาพที่ 7) เป็นลักษณะของการเข้าไม้โดยการเจาะแล้วยึดด้วยเดือยเพื่อรับแรงดึง		
ซื่อและผนัง (จุด A และ C ในภาพที่ 7) เป็นการยึดซื่อไว้ด้วยการทำร่องบากที่ผนังรับแรง		

3. สิมวัดเสมา บ้านท่าค้อ



ภาพที่ 8 : สิมวัดเสมา บ้านท่าค้อ



ภาพที่ 9 : ตำแหน่งที่ตั้งวัดเสมาบ้านท่าค้อ (สัญลักษณ์รูป)

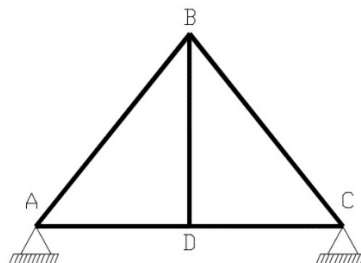
3.1 ส่วนประกอบโครงสร้างไม้วัดเสมาบ้านท่าค้อ

ตารางที่ 7 แสดงขนาดและวัสดุของส่วนประกอบโครงสร้างไม้ในวัดเสมาบ้านท่าค้อ

ส่วนประกอบโครงสร้าง (member)	วัสดุ (materials)	ขนาด (cm. x cm.)
แป	ไม้เนื้อแข็ง	3 x 4
จันทัน	ไม้เนื้อแข็ง	7 x 10
อกไก่	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 20
ดั่ง	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 20
ซื่อ	ไม้เนื้อแข็ง	20 x 20
เสากลม	ไม้เนื้อแข็ง	เส้นผ่าศูนย์กลาง 25 cm.

3.2 วิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาวัดเสมาบ้านท่าค้อ

โครงหลังคาของวัดเสมา ท่าค้อ มีแนวทางการถ่ายแรงในโครงสร้างดังต่อไปนี้



ภาพที่ 10 โครงสร้างหลังคาวัดเสมาบ้านท่าค้อ

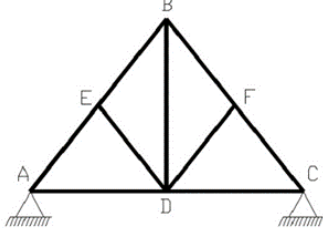
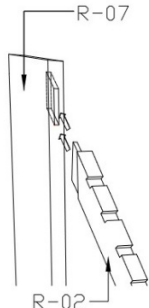
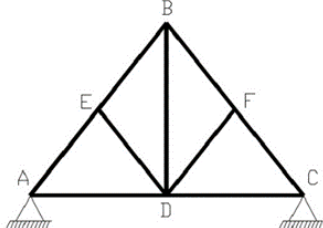
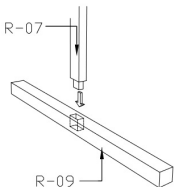
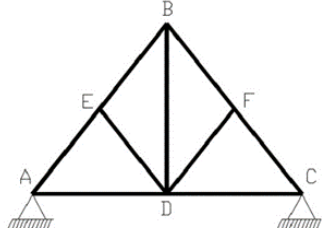
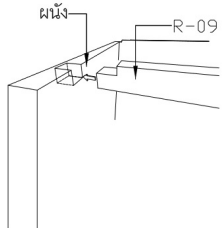
ทำการวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาโดยพิจารณาการออกแบบโครงสร้างในระบบโครง
ถักที่ไม่มีการถ่ายแรงแบบเยื้องศูนย์ และคำนวณโดยโปรแกรม ZAP2000 24.2.0 จะสามารถสรุปแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละ
ส่วนประกอบโครงสร้าง (Member) ได้ดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงลักษณะแรงที่เกิดขึ้นในส่วนประกอบโครงสร้างสิมวัดเสมอบ้านท่าค้อ

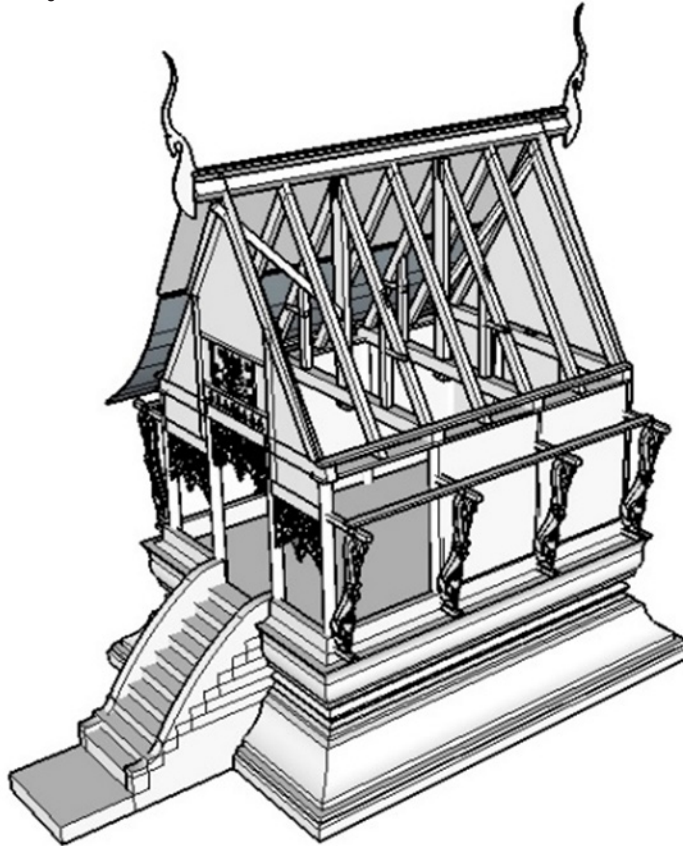
ส่วนประกอบโครงสร้าง (member)	ลักษณะแรงที่เกิดขึ้น
AB	แรงอัด (Compression)
BC	แรงอัด (Compression)
AD	แรงดึง (Tension)
DC	แรงดึง (Tension)
BD	แรงดึง (Tension)

3.3 จุดเชื่อมต่อ (Joint) ในโครงหลังคาวัดเสมอบ้านท่าค้อ

ตารางที่ 9 รายละเอียด Joint ในโครงหลังคาวัดเสมอบ้านท่าค้อ

ตั้งและจันทัน (จุด B ในภาพที่ 10) เป็นลักษณะการออกแบบโครง Truss ที่มีการถ่ายแรงตามแนว ศูนย์กลางส่วนประกอบ (Axial) ทำให้ไม่เกิด Moment ตัดใน ส่วนประกอบ		
ตั้งและข้อ (จุด D ในภาพที่ 10) เป็นลักษณะของการเข้าไม้โดย การเจาะแล้วยึดด้วยเดือยเพื่อรับ แรงดึง		
ข้อและผนัง (จุด A และ C ในภาพที่ 10) เป็นการยึดข้อไว้ด้วยการทำร่อง บากที่ผนังรับแรง		

4. สิมวัดไตรภูมิ



ภาพที่ 11 : สิมวัดไตรภูมิ

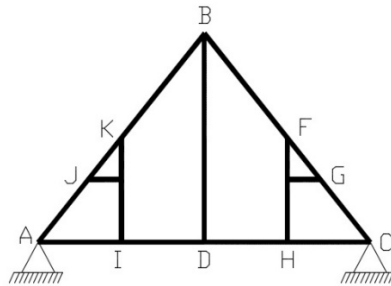
4.1 ส่วนประกอบโครงสร้างไม้สิมวัดไตรภูมิ

ตารางที่ 10 : แสดงขนาดและวัสดุของส่วนประกอบโครงสร้างไม้ในสิมวัดไตรภูมิ

ส่วนประกอบโครงสร้าง (member)	วัสดุ (materials)	ขนาด (cm. x cm.)
แป	ไม้เนื้อแข็ง	3 x 4
จันทัน	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 15
อกไก่	ไม้เนื้อแข็ง	17 x 18
ดั่ง	ไม้เนื้อแข็ง	15 x 20
ซื่อ	ไม้เนื้อแข็ง	20 x 20
ตูกตาหรือค้ายัน	ไม้เนื้อแข็ง	10 x 20
อเส	ไม้เนื้อแข็ง	5 x 15
เสากลม	ไม้เนื้อแข็ง	เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 cm.

4.2 วิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาสิมวัดไตรภูมิ

โครงหลังคาของสิมวัดไตรภูมิ มีแนวทางการถ่ายแรงในโครงสร้างดังต่อไปนี้



ภาพที่ 12 : โครงสร้างหลังคาสิมวัดไตรภูมิ

ทำการวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาโดยพิจารณาตามการออกแบบโครงสร้างในระบบโครงถักที่ไม่มีการถ่ายแรงแบบเยื้องศูนย์ และคำนวณโดยโปรแกรม ZAP2000 24.2.0 จะสามารถสรุปแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนประกอบโครงสร้าง (Member) ได้ดังนี้

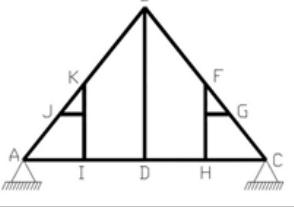
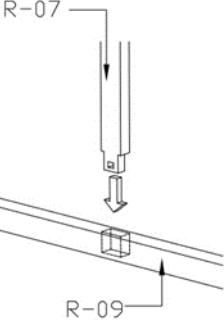
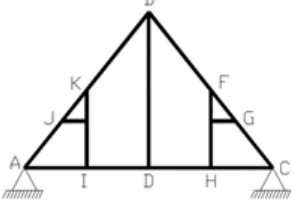
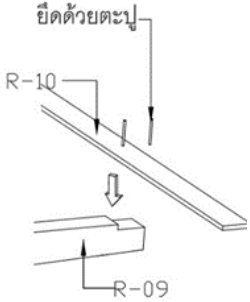
ตารางที่ 11 : แสดงลักษณะแรงที่เกิดขึ้นในส่วนประกอบโครงสร้างสิมวัดไตรภูมิ

ส่วนประกอบโครงสร้าง (member)	ลักษณะแรงที่เกิดขึ้น
AB	แรงอัด (Compression)
BC	แรงอัด (Compression)
AD	แรงดึง (Tension)
DC	แรงดึง (Tension)
BD	แรงดึง (Tension)
KI	แรงอัด (Compression)
FH	แรงอัด (Compression)

4.3 จุดเชื่อมต่อ (Joint) ในโครงหลังคาวัดไตรภูมิ

ตารางที่ 12 รายละเอียด Joint ในโครงหลังคาวัดไตรภูมิ

ตั้งและจันทัน (จุด B ในภาพที่ 12) เป็นลักษณะการออกแบบโครง Truss ที่มีการถ่ายแรงตามแนว ศูนย์กลางส่วนประกอบ (Axial) ทำให้ไม่เกิด Moment ตัดในส่วน ประกอบ		
---	--	--

ตั้งและซื่อ (จุด D ในภาพที่ 12) เป็นลักษณะของการเข้าไม้โดยการ เจาะแล้วยึดด้วยเดือยเพื่อรับแรงดึง		
ซื่อและอเส (จุด A และ C ในภาพที่ 2) จุดเชื่อมต่อระหว่างซื่อและอเสของสิ มวัดไตรภูมิ มีการบากร่องซื่อเพื่อรับ อเสและยึดด้วยตะปู		

สรุป

สิ่งทุกหลังที่ได้ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ ใช้การก่อสร้างโครงหลังคาไม้ในลักษณะของโครงถัก (Truss System) และส่วนใหญ่จะมีแนวการถ่ายแรงโครงสร้างผ่านแกน (Axial) ของส่วนประกอบโครงสร้าง โดยแรงที่เกิดขึ้นในโครงหลังคาส่วนใหญ่เป็นแรงดึง (Tension) หรือแรงอัด (Compression) โดยมีแรงดัด (Bending Moment) เกิดขึ้นกับส่วนประกอบโครงสร้งน้อยมาก ซึ่งอาจเลือกใช้ไม้ที่มีขนาดหน้าตัดเล็กเพื่อให้เกิดความรู้สึกบางเบาได้ เช่น ส่วนของ “ตั้ง” ที่ตามปกติในโครงหลังคาไม้ทั่วไปในการก่อสร้างสมัยใหม่จะทำหน้าที่รับแรงอัด แต่ในโครงหลังคาสิ่งทุกหลังในงานวิจัยนี้ “ตั้ง” ทำหน้าที่รับแรงดึง -Tension ตามที่เรียกกันว่า “ตั้งแขวน” หากแต่ในโครงหลังคาสิ่งทุกหลังในงานวิจัยนี้ ช่างจะเลือกใช้ขนาดหน้าตัดไม้ที่มีขนาดใหญ่ (Over Scale) เมื่อเปรียบเทียบกับพฤติกรรมการรับแรง

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการเข้าไม้หรือจุดเชื่อมต่อของโครงสร้างไม้ (Joints) พบว่า ช่างได้เลือกใช้ระบบการเข้าไม้ที่สัมพันธ์กับระบบโครงสร้างแบบโครงถัก (Truss) ซึ่งแสดงว่าช่างโบราณนั้นมีความเข้าใจในระบบการรับแรงในโครงหลังคาไม้ แต่การแก้ปัญหาในรายละเอียดเช่น รูปแบบการเข้าไม้และการออกแบบจุดเชื่อมต่อ (Joints) จะเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงสกุลช่างที่ต่างกันออกไป ซึ่งในงานวิจัยนี้พบว่าช่างที่ทำการก่อสร้างสิ่งทุกวัดไตรภูมินั้นจะมีความซับซ้อนของโครงหลังคามากที่สุด ขณะที่สิ่งหลังอื่นที่เป็นสิ่งที่มีจะมีการแก้ปัญหาทางโครงสร้างที่ค่อนข้างเรียบง่ายตรงไปตรงมาใกล้เคียงกัน

กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินทุนวิจัยจากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2558 ในการเก็บข้อมูลภาคสนามตลอดจนการเขียนแบบลิ้มทั้งสี่หลังได้รับความเอื้อเฟื้อจากอาจารย์ฤทธิชัย ศรีจวนและอาจารย์สุธา สินี ดวงมณีจากวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ดในการกำกับดูแลศิษยานุศิษย์ในการลงพื้นที่ทำงานและช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในทุกขั้นตอน ขอขอบพระคุณอาจารย์ดารารัตน์ คำเชียงตา สำหรับข้อมูลหลายๆด้านที่เป็นประโยชน์ยิ่ง ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ทรงยศ วีระทวีมาศ สำหรับการจุดประกายความสนใจในการศึกษาอาคารพื้นถิ่นทางศาสนา

เอกสารอ้างอิง

- กรมการศาสนา. (2537). ประวัติวัดทั่วราชอาณาจักร เล่มที่ 13. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- โชติ กัลยาณมิตร, ศาสตราจารย์. (2539). สถาปัตยกรรมแบบไทยเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- โชติ กัลยาณมิตร. (2548). พจนานุกรมสถาปัตยกรรมและศิลปะเกี่ยวเนื่อง. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : เมืองโบราณ.
- ต่อพงษ์ ยมภาค, รองศาสตราจารย์. (2541). วัสดุและการก่อสร้างไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธวัช ปุณโณทก. (2522). วรรณกรรมอีสาน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- นงนุช ภูมาลี. (2552). “สกุลช่างพื้นบ้าน : สิมอีสานในเขตจังหวัดร้อยเอ็ด”. การค้นคว้าอิสระหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไพโรจน์ สโมสร. (2532). จิตรกรรมอีสาน. กรุงเทพฯ : อมรินทร์ พรินติ้ง กรุ๊ป.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2514). พจนานุกรม ราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ส่วนท้องถิ่น.
- เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, ศาสตราจารย์. (2528). วิทยาการอาคาร. หนังสือวิชาการรวบรวมผลงานศาสตราจารย์เรืองศักดิ์ กันตะบุตร คณะกรรมการนักศึกษา สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.
- วัฒนา อุณหิรัพย์. (2550). “พงศาวดารหัวเมืองมณฑลอีสาน:เมืองสุวรรณภูมิ”. ศิลปากร50, 3พฤษภาคม-มิถุนายน 2550.
- วินิต ช่อวิเชียร. (2545). การออกแบบโครงสร้างไม้ . พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร : ป.สัมพันธ์พาณิชย์.
- วิโรฒ ศรีสุโร. (2536). สิมอีสาน. กรุงเทพฯ : มูลนิธิโตโยต้า.
- สงวน รอดบุญ. (2545). พุทธศิลปลาว. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สายธาร.
- สมเด็จพระมหาสมณเจ้า กรมพระยาวชิรญาณวโรรส. (2521). วินัยมุข เล่ม 3. กรุงเทพฯ : มหามกุฏราชวิทยาลัย.
- สมเด็จพระมหาวีรวงศ์. (2513). พจนานุกรมภาคอีสาน-ภาคกลาง. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.
- สุวิทย์ จิระมณี. (2533). “สิมพื้นถิ่นอีสานตอนกลาง”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุวิทย์ จิระมณี. (2545). ศิลปะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในวัฒนธรรมไทย-ลาว. ชลบุรี :

คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุรสวัสดิ์ สุขสวัสดิ์. (2535). จากหลวงพระบางถึงเวียงจันทน์. กรุงเทพฯ : เมืองโบราณ.

สุเทพ สุนทรเกสซ์. (2511). สังคมวิทยาของหมู่บ้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพฯ : คณะรัฐศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศักดิ์ชัย สายสิงห์, ศาสตราจารย์. (2555). เจดีย์ พระพุทธรูป ฐานบัว ศิลปะลาวและอีสาน. กรุงเทพฯ : มิวเซียม
เพรส.

<https://sites.google.com/site/banfaleuxm/prawati-wad-ra-sri-sil> สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2558

