



มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

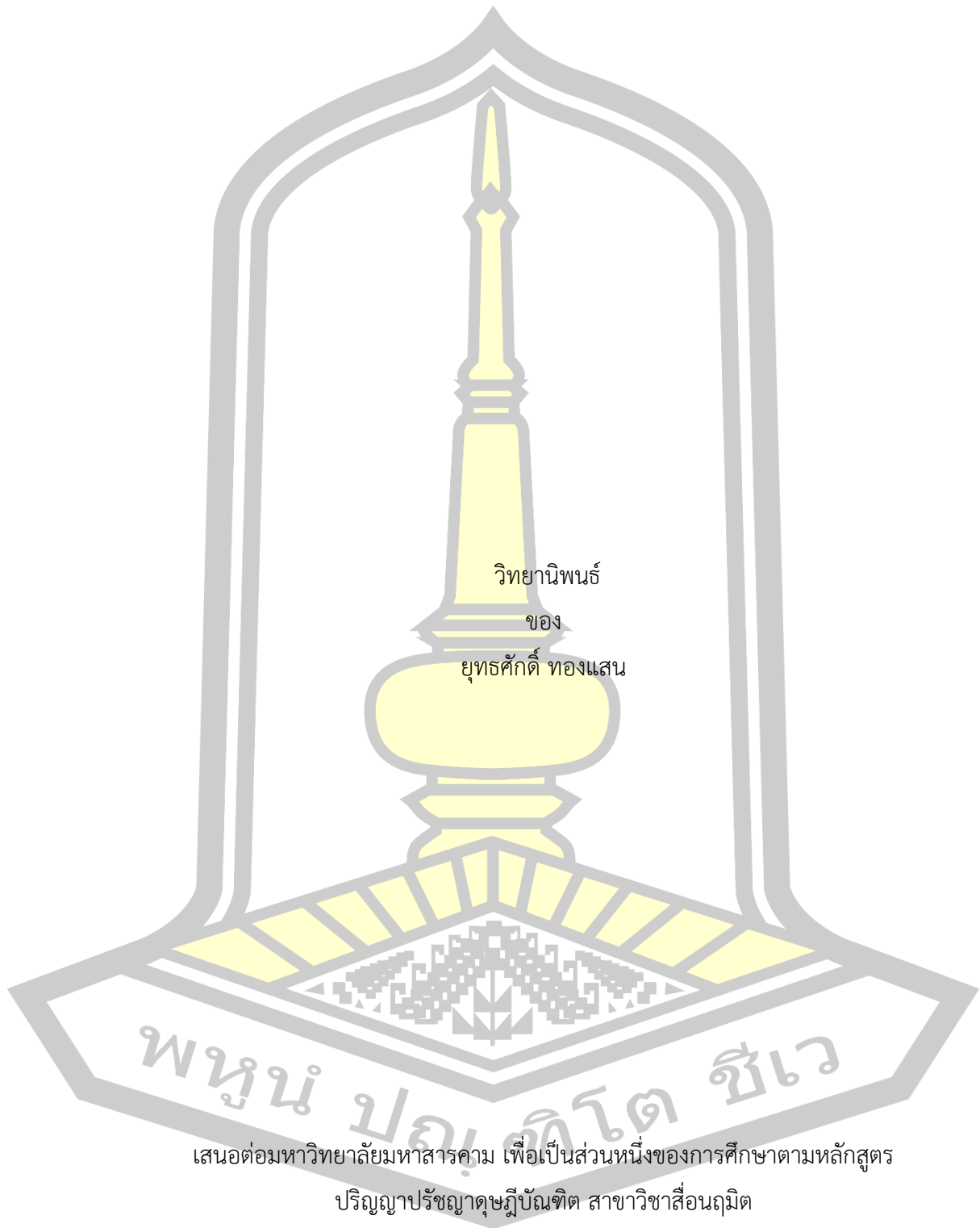
วิทยานิพนธ์  
ของ  
ยุทธศักดิ์ ทองแสน

พจน ปณฺทิตฺย สีเว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสื่ออนฤมิต  
พฤษภาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ



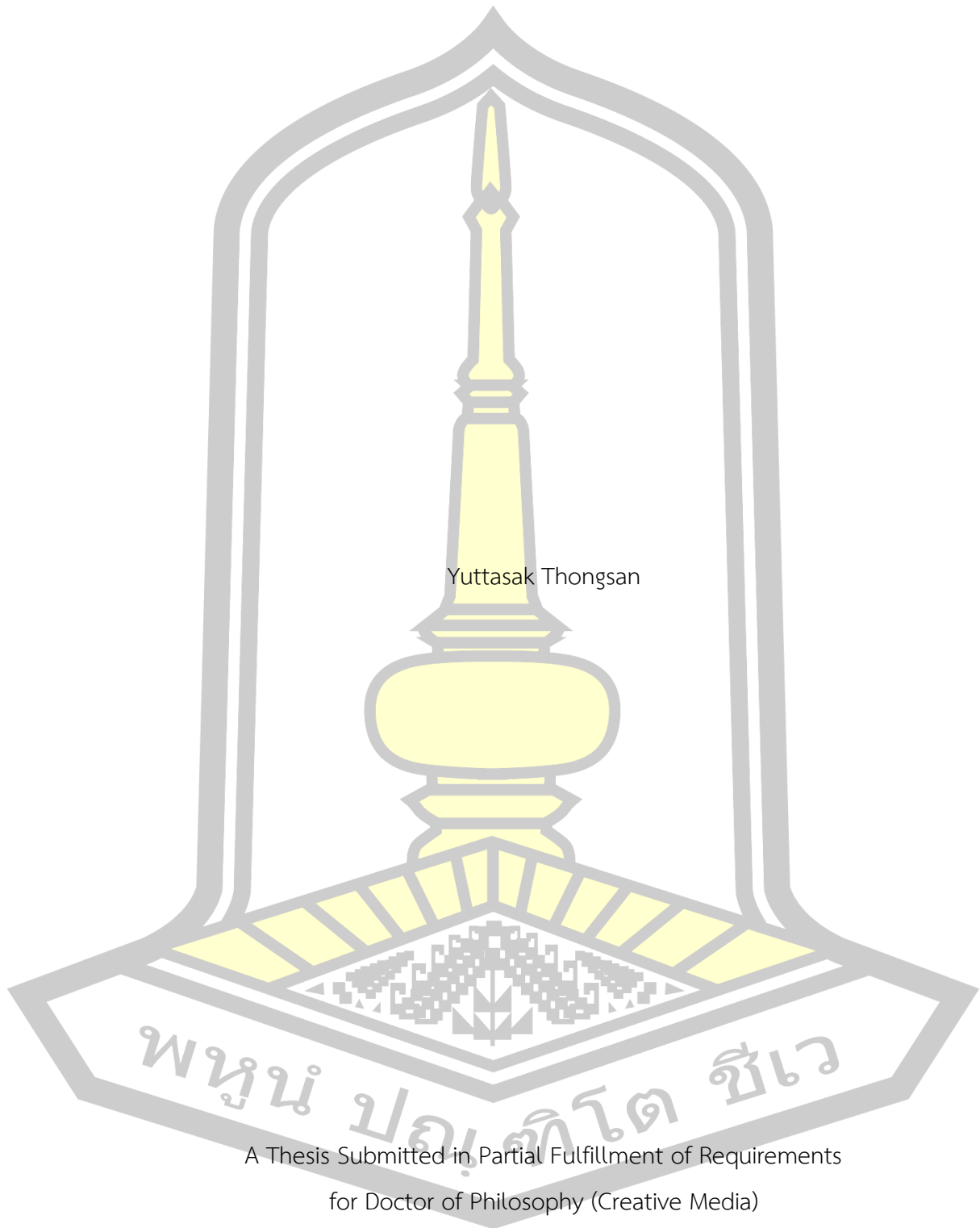
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสื่ออนฤมิต

พฤษภาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Standard Virtual Storage for the Wisdom of 3D Buddhist Art



Yuttasak Thongsan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Doctor of Philosophy (Creative Media)

May 2025

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายยุทธศักดิ์ ทองแสน  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสื่อ  
นฤมิต ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. สิทธิชัย บุขหมั่น )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. เนติรัฐ วีระนาคินทร์ )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รศ. ดร. รัตน์โชติ เทียนมงคล )

กรรมการ

(ผศ. ดร. สุวิช ธีระโคตร )

กรรมการ

(ผศ. ดร. อติเทพ แจ้ดนาลาว )

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสื่อ นฤมิต ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน บุญเกิด ชีวะ

(รศ. ดร. จันทิมา พลพิณิจ )

(ผศ. ดร. พลเดช เขาวรัตน์ )

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ		
ผู้วิจัย	ยุทธศักดิ์ ทองแสน		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. เนติรัฐ วีระนาคินทร์ รองศาสตราจารย์ ดร. รัตนโชติ เทียนมงคล		
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต	สาขาวิชา	สื่อ นฤมิต
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2568

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ 2) เพื่อพัฒนามาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้มาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและความต้องการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ประกอบไปด้วย 1) วิเคราะห์องค์ประกอบการจัดเก็บคลังวัตถุในรูปแบบดิจิทัลที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ 2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จำนวน 15 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ และ 3) สอบถามความต้องการระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากบุคคลทั่วไป จำนวน 32 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ จากผู้ที่มีความรู้และบอกต่อกันในชมรมภาษาศิลปะและพุทธศิลป์ ระยะที่ 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบและสร้างแบบจำลองการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยสังเคราะห์จากการใช้หลักการวิเคราะห์เนื้อหาและการจัดกลุ่มแนวคิด จากนั้นจึงนำเสนอแบบจำลองต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ ความเหมาะสม และความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ และระยะที่ 3 การประเมินและทดสอบระบบในสถานการณ์จำลอง โดยเริ่มจากการถอดแบบจำลองมาสู่การพัฒนาแบบจำลองจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากนั้นประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน และประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ จากผู้ที่มีความรู้และบอกต่อกันในชมรมภาษาศิลปะและพุทธศิลป์ จำนวน 50 คน วิเคราะห์ผลการประเมินด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) มาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

มี 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการวิจัย มีองค์ประกอบย่อย ได้แก่ เมทาดาทาคำอธิบาย การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง และระบบที่รองรับการสืบค้น (2) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและใช้งาน มีองค์ประกอบย่อย ได้แก่ เมทาดาดาเชิงสิทธิ์ เมทาดาดาเชิงเทคนิค และระบบที่รองรับหลายแพลตฟอร์ม และ (3) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ มีองค์ประกอบย่อย ได้แก่ เมทาดาดาเชิงการอนุรักษ์ และการนำเสนอที่สนับสนุนการอนุรักษ์และเผยแพร่ศิลปะ 2) ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี ( $M = 4.66$ ,  $SD = 0.62$ ) และ 3) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $M = 4.63$ ,  $SD = 0.55$ )

การวิจัยมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนาที่มีศักยภาพในการอนุรักษ์ เผยแพร่ และศึกษาพุทธศิลป์ ควรมีการนำไปประยุกต์ใช้และขยายผลในระดับประเทศ โดยอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสร้างคุณค่าให้กับภูมิปัญญาท้องถิ่นและเชื่อมโยงสู่คนรุ่นใหม่

คำสำคัญ : มาตรฐานการจัดเก็บ, พุทธศิลป์, เมทาดาดา, คลังวัตถุเสมือนจริงสามมิติ



**TITLE** Standard Virtual Storage for the Wisdom of 3D Buddhist Art

**AUTHOR** Yuttasak Thongsan

**ADVISORS** Associate Professor Natirath Weeranakin , Ph.D.  
Associate Professor Ratanachote Thienmongkol , Ph.D.

**DEGREE** Doctor of Philosophy **MAJOR** Creative Media

**UNIVERSITY** Mahasarakham **YEAR** 2025  
University

### ABSTRACT

This research aims to: 1) study and synthesize the components of a standardized system for storing Buddhist art in the form of a 3D virtual object repository; 2) develop a standardized system for storing Buddhist art in a 3D virtual object repository; and 3) investigate the outcomes of applying the storage standard in practice. The study was divided into three phases. In Phase 1, the components and requirements for preserving Buddhist art were explored by: (1) analyzing ten globally recognized digital repository systems used in libraries and cultural institutions; (2) conducting in-depth interviews with 15 experts in the field of 3D virtual Buddhist art preservation using chain sampling; and (3) surveying 32 individuals from the general public using chain sampling from members of art and Buddhist art communities to assess the needs for such a storage system.

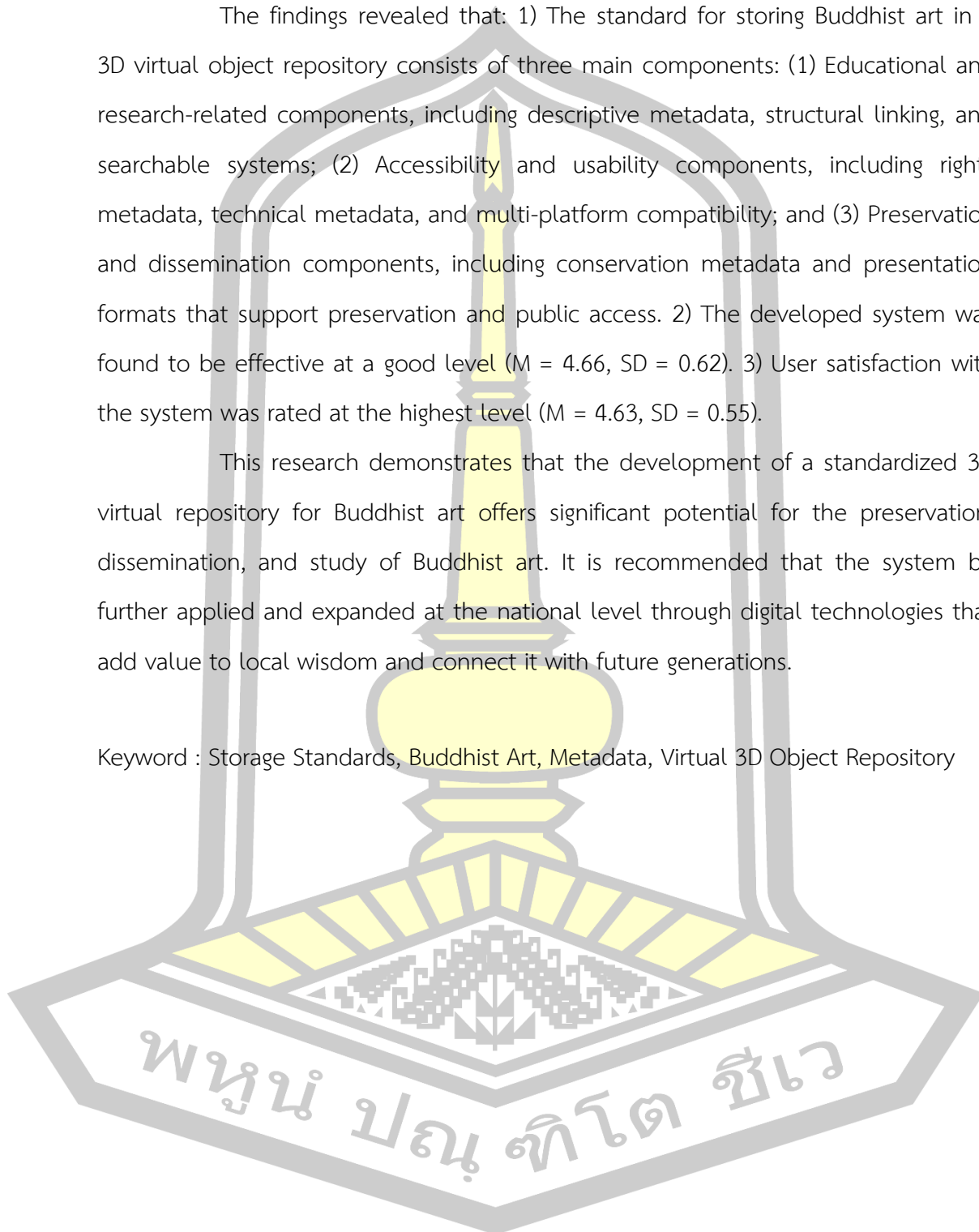
Phase 2 focused on synthesizing the components and constructing a model for the standardized storage system using content analysis and concept grouping techniques. The resulting model was reviewed by three experts to assess its accuracy, appropriateness, and feasibility for system development. In Phase 3, the model was implemented into a functional system and tested in a simulated environment. The system was then evaluated by seven experts for effectiveness, and by 50 users, selected via chain sampling from the Buddhist art community, to measure user satisfaction. The results were analyzed using means and standard

deviations.

The findings revealed that: 1) The standard for storing Buddhist art in a 3D virtual object repository consists of three main components: (1) Educational and research-related components, including descriptive metadata, structural linking, and searchable systems; (2) Accessibility and usability components, including rights metadata, technical metadata, and multi-platform compatibility; and (3) Preservation and dissemination components, including conservation metadata and presentation formats that support preservation and public access. 2) The developed system was found to be effective at a good level ( $M = 4.66$ ,  $SD = 0.62$ ). 3) User satisfaction with the system was rated at the highest level ( $M = 4.63$ ,  $SD = 0.55$ ).

This research demonstrates that the development of a standardized 3D virtual repository for Buddhist art offers significant potential for the preservation, dissemination, and study of Buddhist art. It is recommended that the system be further applied and expanded at the national level through digital technologies that add value to local wisdom and connect it with future generations.

Keyword : Storage Standards, Buddhist Art, Metadata, Virtual 3D Object Repository



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยแรงศรัทธา กำลังใจ และความเมตตาจากหลายภาคส่วน ซึ่งผู้วิจัยขอน้อมแสดงความขอบคุณจากใจอย่างสุดซึ้ง ในเบื้องต้นข้าพเจ้าขอขอบคุณพระรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลาย ที่ประดิษฐานอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งเปี่ยมด้วยพลังแห่งศรัทธาและภูมิปัญญาบรรพชน ได้เป็นแรงบันดาลใจอันยิ่งใหญ่ให้ข้าพเจ้ามุ่งมั่นในการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เพื่อสืบสานและอนุรักษ์มรดกทางพุทธศิลป์เหล่านี้ให้คงอยู่ต่อไปอย่างยั่งยืน

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สิริชัย บุษหมั่น ประธานกรรมการ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอย่างลึกซึ้งและรอบด้าน รวมถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อติเทพ แจ้ดนาลาว กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิช ธีระโคตร กรรมการ ที่ได้ให้เกียรติและสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยอย่างเต็มที่ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร. เนติรัฐ วีระนาคินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร. รัตน์โชติ เทียนมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับการดูแลอย่างใกล้ชิด ผู้ให้คำแนะนำและเป็นแรงสนับสนุนที่มีคุณค่ายิ่งตลอดกระบวนการวิจัย

ข้าพเจ้ายังรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่งต่อคณาจารย์ภาควิชาสีนอมิต และเจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนวิชาการ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยทุกท่านที่กรุณาให้ข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับพุทธศิลป์อีสานและการสร้างโมเดล 3 มิติ ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งเพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้กับงานวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณสำหรับมิตรภาพ ความช่วยเหลือ และกำลังใจที่มีให้อย่างต่อเนื่องจากเพื่อนนิสิตสาขาวิชาสีนอมิตทุกท่าน

ท้ายที่สุด ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติทุกท่านในครอบครัว ที่เป็นแรงสนับสนุนสำคัญในทุกย่างก้าวของชีวิต เป็นพลังใจที่มั่นคงและอบอุ่นเสมอมา จนข้าพเจ้าสามารถนำงานวิจัยชิ้นนี้สู่ความสำเร็จได้อย่างภาคภูมิใจ

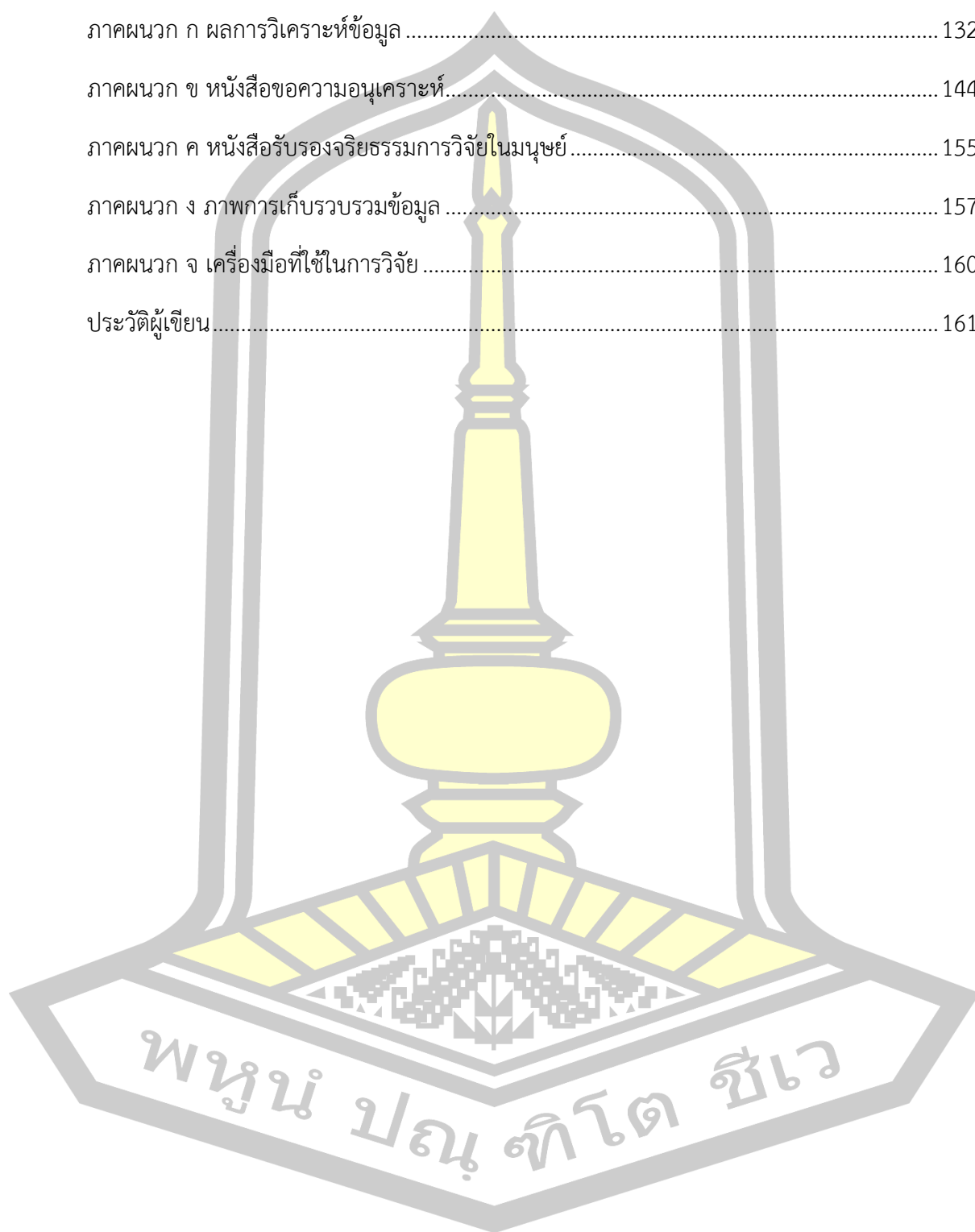
ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้า และต่อยอดองค์ความรู้ในด้านการอนุรักษ์ศิลปกรรมพุทธศิลป์ของไทย โดยเฉพาะในรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นให้เข้าถึงคนรุ่นใหม่ได้อย่างยั่งยืน

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ภูมิหลัง.....	1
1.2 คำถามการวิจัย.....	4
1.3 ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 ทฤษฎีระบบ.....	10
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์.....	17
2.3 พุทธศิลป์.....	19
2.4 เทคโนโลยี 3 มิติ.....	24
2.5 คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ.....	34
2.6 จดหมายเหตุดิจิทัล.....	43
2.7 มาตรฐานเมทาดาดา.....	47

2.8	มาตรฐานการจัดเก็บ .....	51
2.9	ประสบการณ์ผู้ใช้งานและส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน .....	52
2.10	วงจรการพัฒนาในระบบ SDLC .....	55
2.11	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	59
2.12	กรอบแนวคิดการวิจัย .....	66
บทที่ 3	การดำเนินงานวิจัย .....	69
3.1	วิธีดำเนินการวิจัย .....	69
3.2	การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล .....	90
3.3	การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	92
3.3	การวิเคราะห์ข้อมูล .....	94
3.4	สถิติที่ใช้ในการวิจัย .....	96
บทที่ 4	ผลการวิจัย .....	97
4.1	ผลการศึกษาคงประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ .....	97
4.2	ผลการพัฒนาแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ .....	104
4.3	ผลการพัฒนาระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ .....	111
4.4	ผลการใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ .....	114
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	117
5.1	ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	117
5.2	สรุปผลการวิจัย .....	117
5.3	อภิปรายผลการวิจัย .....	119
5.4	ข้อเสนอแนะ .....	122
บรรณานุกรม	.....	124

ภาคผนวก.....	131
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	132
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	144
ภาคผนวก ค หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์.....	155
ภาคผนวก ง ภาพการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	157
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	160
ประวัติผู้เขียน.....	161



## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเมื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน .....	87
ตารางที่ 2	ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติ จำนวน 10 ระบบ ...	98
ตารางที่ 3	ผลวิเคราะห์การสัมภาษณ์เพื่อศึกษาองค์ประกอบสำหรับจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลัง วัตถุเสมือนจริง 3 มิติ.....	99
ตารางที่ 4	ความจำเป็นในการจัดเก็บพุทธศิลป์จากบุคคลทั่วไป.....	101
ตารางที่ 5	ความต้องการภายในระบบจัดเก็บพุทธศิลป์จากบุคคลทั่วไป .....	102
ตารางที่ 6	ความถี่ในการปรากฏของข้อมูลที่มีความหมายคล้ายกันจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูล .....	105
ตารางที่ 7	จัดกลุ่มองค์ประกอบตามบริบทของคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกัน .....	106
ตารางที่ 8	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการทวนสอบแบบจำลอง .....	110
ตารางที่ 9	ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประเมินประสิทธิภาพระบบ.....	111
ตารางที่ 10	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ ...	115
ตารางที่ 11	ค่า IOC แบบสัมภาษณ์ความต้องการรูปแบบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบ คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ.....	133
ตารางที่ 12	ค่า IOC แบบสอบถามความต้องการรูปแบบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลัง วัตถุเสมือนจริง 3 มิติ.....	133
ตารางที่ 13	ค่า IOC แบบประเมินแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุ เสมือนจริง 3 มิติ .....	137
ตารางที่ 14	ค่า IOC แบบประเมินประสิทธิภาพระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ.....	138
ตารางที่ 15	ค่า IOC แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ...	141

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1 พระบรมธาตุไชยา สถาปัตยกรรมยุคศรีวิชัย.....	23
ภาพประกอบที่ 2 พระพุทธชินราช ประติมากรรมสมัยสุโขทัย.....	23
ภาพประกอบที่ 3 จิตรกรรมฝาผนังวัดสามเรือน จังหวัดพิษณุโลก.....	24
ภาพประกอบที่ 4 3D Modeling.....	27
ภาพประกอบที่ 5 3D model rendering.....	27
ภาพประกอบที่ 6 เทคนิคการสร้างภาพลวงตาแบบ Stereoscopy.....	28
ภาพประกอบที่ 7 Computer Generated Imagery (CGI).....	28
ภาพประกอบที่ 8 การพิมพ์ 3 มิติ.....	29
ภาพประกอบที่ 9 แอนิเมชัน 3 มิติ.....	30
ภาพประกอบที่ 10 เทคโนโลยีมุมมอง 3 มิติ.....	30
ภาพประกอบที่ 11 เทคนิคการฉายภาพสามมิติ.....	31
ภาพประกอบที่ 12 เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR).....	32
ภาพประกอบที่ 13 วงจรการพัฒนาาระบบ SDLC.....	57
ภาพประกอบที่ 14 กรอบแนวคิดระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ.....	67
ภาพประกอบที่ 15 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 3.....	71
ภาพประกอบที่ 16 การถ่ายภาพสำหรับใช้ในกระบวนการ Photogrammetry.....	72
ภาพประกอบที่ 17 นำภาพถ่ายมาสร้างแบบจำลองในรูปแบบ Point cloud.....	73
ภาพประกอบที่ 18 พุทธศิลป์ประเภท Polygons จากภาพถ่าย.....	73
ภาพประกอบที่ 19 ลดขนาดเส้นโครงสร้างของโมเดล 3 มิติ.....	74
ภาพประกอบที่ 20 จัดแสงและประมวลผลเป็นไฟล์นามสกุล FBX.....	75
ภาพประกอบที่ 21 บันทึกไฟล์ *.FBX.....	75

ภาพประกอบที่ 22	แผนภาพบริบทระบบ (Context Diagram).....	76
ภาพประกอบที่ 23	ออกแบบระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ .....	77
ภาพประกอบที่ 24	ออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการศึกษาและการวิจัย.....	78
ภาพประกอบที่ 25	ออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการเข้าถึงและการใช้งาน .....	79
ภาพประกอบที่ 26	ออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ.....	80
ภาพประกอบที่ 27	หน้าแรกระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ.....	81
ภาพประกอบที่ 28	โมดูลการเข้าเข้าสู่ระบบเพื่อแยกกลุ่มผู้ใช้งานตามสิทธิ์ .....	81
ภาพประกอบที่ 29	UI เน้นการจัดเรียงข้อมูลอย่างเป็นระบบ .....	82
ภาพประกอบที่ 30	UX เน้นการบริการเป็นหลัก .....	83
ภาพประกอบที่ 31	ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเมื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ .....	85
ภาพประกอบที่ 32	ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเมื่อแสดงผลบนสมาร์ตโฟน .....	86
ภาพประกอบที่ 33	ใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ.....	87
ภาพประกอบที่ 34	ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับกลุ่มตัวอย่าง.....	89
ภาพประกอบที่ 35	แบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ .....	108
ภาพประกอบที่ 36	ผู้วิจัยนำเสนอระบบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ .....	158
ภาพประกอบที่ 37	กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบ .....	158
ภาพประกอบที่ 38	กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบด้วยแท็บเล็ต .....	159
ภาพประกอบที่ 39	กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบด้วยคอมพิวเตอร์ Laptop.....	159

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ภูมิหลัง

ประวัติศาสตร์อันยาวนานของโลกหล่อหลอมด้วยมรดกทางวัฒนธรรมทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ผ่านมิติทางกายภาพ ชีวภาพ จิตใจ สังคม และวัฒนธรรม การเข้าใจมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมจึงไม่จำกัดอยู่แค่สิ่งของที่สัมผัสได้ แต่ครอบคลุมไปถึงวาทกรรมของวัฒนธรรมใหม่ (New Materialism) สะท้อนให้เห็นถึงคำจำกัดความของมรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้หรือมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม (Intangible Cultural Heritage: ICH) ดังที่ยูเนสโกได้บัญญัติไว้ในอนุสัญญาว่าด้วยการสงวนรักษามรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้ พ.ศ. 2546 (Kenderdine et al., 2021) ซึ่งภาคีสานของประเทศไทยล้วนเป็นแหล่งอารยธรรมโบราณอันสำคัญ ที่สะท้อนเรื่องราวทางประวัติศาสตร์อันยาวนาน องค์ความรู้และภูมิปัญญาของชาวอีสานในหลากหลายมิติ ได้รับการถ่ายทอดสืบสานผ่านวัฒนธรรมมุขปาฐะ ลายลักษณ์อักษร และงานศิลปะอันหลากหลาย ทั้งงานพุทธศิลป์และงานศิลปะพื้นถิ่น ได้แก่ ใบลาน ใบเสมา จารึก จิตรกรรม ประติมากรรม ผ้าทอ นอกเหนือจากองค์ความรู้ทางพระพุทธศาสนาแล้ว ยังครอบคลุมถึงประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม ตำรา ความรู้รอบตัวที่ใช้ในการดำเนินชีวิต สะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบการถ่ายทอดและสืบสานความรู้ผ่านทรัพยากรทางวัฒนธรรมที่แสดงออกมาเป็นผลงานศิลปะอันหลากหลาย ส่งผลให้ภูมิปัญญาความรู้เหล่านั้นคงอยู่ยั่งยืนสืบต่อไป (สุจิตรา จงสถิตย์วัฒนา, 2561) ดังนั้น ความสำคัญและประโยชน์ของทรัพยากรวัฒนธรรม จึงเป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์ยืนยันลำดับความเป็นมาของชุมชนและสังคมที่แสดงถึงอัตลักษณ์และเอกลักษณ์ของชุมชนชาติพันธุ์ และสังคมระดับชาติ เป็นวัตถุพยานที่แสดงถึงศักยภาพของชุมชนในการดำรงวิถีชีวิตและปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมและสังคมอื่น ๆ ตามสถานการณ์และลำดับเวลาที่ผ่านมา เป็นทุนของชุมชนที่สามารถนำไปจัดการให้เกิดประโยชน์ในกระบวนการพัฒนาชุมชนทั้งทางด้านการศึกษา สังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ การเมือง และกิจกรรมการท่องเที่ยว และเป็นปัจจัยพื้นฐานของการศึกษาเรียนรู้และการผลิตซ้ำทางวัฒนธรรมที่สามารถนำไปสู่การสร้างสรรคและจัดประโยชน์ในสังคมรุ่นหลังได้ การจัดการทรัพยากรทางวัฒนธรรมจึงต้องใช้วิธีการจัดการดูแลทรัพยากรและกระบวนการวางแผนที่มีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการอนุรักษ์ดูแลรักษาหรือจัดการข้อมูล ซึ่งปัจจุบันจะปรากฏอยู่ในงานพิพิธภัณฑ์ ศูนย์การเรียนรู้หรือนิทรรศการ (ปฏิธรรม สำเนียง, 2560)

พุทธศิลป์อีสาน ได้รับอิทธิพลทางศิลปะมาจากหลายแหล่ง โดยแหล่งที่สำคัญและมีบทบาทมากที่สุดคือ ศิลปะล้านนา เนื่องด้วยความสัมพันธ์ทั้งทางเครือญาติและวัฒนธรรม จึงทำให้ล้านนามี

อิทธิพลปรากฏเด่นชัดในรูปแบบของพุทธศิลป์อีสานรูปแบบล้านช้าง ส่งผลให้พระพุทธรูปล้านช้างมีลักษณะเฉพาะที่ผสมผสานอิทธิพลจากศิลปะสุโขทัย ล้านนา และขอมโบราณ จนพัฒนาเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของพระพุทธรูปล้านช้างในปลายพุทธศตวรรษที่ 21 เป็นต้นมา (ศักดิ์ชัย สายสิงห์, 2564) พระพุทธรูปล้านช้างที่มีเอกลักษณ์เฉพาะแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลัก คือ สกulpture หลวงและช่างพื้นเมืองแบบล้านช้าง มักปรากฏอยู่ตามวัดหัวเมืองสำคัญในอีสาน ซึ่งเป็นภูมิภาคศาสตร์ที่ห่างไกลจากอำนาจทางการเมืองของทั้งล้านช้างและอยุธยา ส่งเสริมให้พระพุทธรูปล้านช้างสามารถพัฒนาอัตลักษณ์อันหลากหลาย สะท้อนวิถีชีวิตแบบเสรี (กรมส่งเสริมวัฒนธรรม, 2562a) พระพุทธรูปล้านช้างเริ่มกำเนิดราวพุทธศตวรรษที่ 19 โดยมีศิลปะเขมรแบบสมัยหลังบายนหรือแบบพระบางเป็นต้นแบบผสมผสานกับศิลปะสุโขทัยและล้านนา อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ศิลปะสุโขทัยและล้านนาแทรกซึมอยู่ในศิลปะพระพุทธรูปล้านช้างมากขึ้น (สมเกียรติ โล่ห์เพชรรัตน์, 2543) อิทธิพลล้านนาที่มีต่อพระพุทธรูปล้านช้าง ซึ่งอิทธิพลดังกล่าวประกอบไปด้วย รูปแบบพระพักตร์รูปเป็นไข่ พระเกศาเปลว พระวรกายอวบอ้วน วัสดุสำริด ทองคำ หิน ลวดลายลายดอกไม้ ลายเครือเถา ลายเทพนม เทคนิคการหล่อแบบดินเผาโบราณ (พระมหาวัชรพัฒน์ เขมปญโญ, 2565) พระพุทธรูปล้านช้างได้แพร่หลายในภาคอีสานของประเทศไทย เนื่องจากภาคอีสานเคยอยู่ภายใต้อิทธิพลของอาณาจักรล้านช้างมาก่อน และก่อนฝรั่งเศสจะเข้าปกครอง อาณาจักรล้านช้างก็เคยอยู่ภายใต้ปกครองของไทย ทำให้พบพุทธศิลป์อีสานที่มีลักษณะเป็นแบบศิลปะล้านช้างอยู่มากในอีสาน (วิจิตร วินทะไชย, 2560) การสร้างพระพุทธรูปล้านช้างเกิดขึ้นจากภูมิปัญญาของบรรพบุรุษที่มีความเชื่อความศรัทธาต่อพระพุทธเจ้า เป็นสื่อที่บ่งบอกถึงศรัทธา ความเชื่อ และการสืบเนื่องของมรดกวัฒนธรรมทางเชิงช่างที่ทรงคุณค่า ที่มีความละเอียดงดงาม อ่อนช้อย อันเป็นฐานรากทางภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ ดังนั้นเพื่อให้ศิลปะพระพุทธรูปล้านช้างคงอยู่คู่บ้านเมืองสืบไป ควรมีการดูแลบูรณะอย่างถูกวิธี (พระอธิวัฒน์ รตนวณโณ, 2562) ในปัจจุบันพุทธศิลป์บางชิ้นได้สูญหายไปด้วยการถูกโจรกรรมโดยบุคคลผู้แสวงหาผลประโยชน์เพื่อนำไปขายให้กับนักสะสมวัตถุโบราณ ทำให้สิ่งมีค่าเหล่านั้นได้สูญหายไปและไม่สามารถสืบหาได้ (พระมหาวัชรพัฒน์ เขมปญโญ, 2565) ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงนำไปสู่กระบวนการบันทึกข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัลเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการพัฒนาภาพจำลอง 3 มิติ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งและต้องทำการสำรวจให้โดยเร็ว เพื่อเป็นหลักฐานสำคัญทางประวัติศาสตร์ ทางวิชาการ และทางกฎหมาย เมื่อเกิดการสูญหาย หรือชำรุดจะได้ใช้ชุดข้อมูลเหล่านี้เป็นหลักฐานสำคัญได้ (ยุทธศักดิ์ ทองแสน และ รัตนาโชติ เทียนมงคล, 2566)

การจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุ เป็นวิธีการจัดทำประวัติเรื่องราวและรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ อันเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นของประเทศไว้เป็นหลักฐานสำคัญทางวิชาการเพื่อการศึกษาและการอนุรักษ์ ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ ศาสตร์หรือวิทยาการหลากหลายสาขาร่วมกัน จึงจะทำให้งานทะเบียนโบราณวัตถุมีความสมบูรณ์และถูกต้อง

(สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร, 2559) การจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุ จึงเปรียบเสมือน การทำจดหมายเหตุ ซึ่งโบราณวัตถุได้รับการประเมินคุณค่าว่าสมควรได้รับการอนุรักษ์ไว้ เพื่อบันทึก ประวัติ เรื่องราว รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับมรดกทางศิลปวัฒนธรรมอันล้ำค่า ข้อมูลเหล่านี้เป็น หลักฐานสำคัญทางวิชาการ สนับสนุนการศึกษาค้นคว้าและเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการอนุรักษ์ โบราณวัตถุ การรวบรวมองค์ความรู้ ค้นหาแนวทาง วิธีการ และตัวอย่างมาจัดทำเป็นหลักฐาน เอกสาร โดยผสมผสานกับเทคโนโลยีในปัจจุบันที่สามารถทำการรังวัดและแสดงผลได้อย่างถูกต้อง แม่นยำจากการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัลมาสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งเป็นวิธีการที่มีต้นทุนต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ จะทำให้การจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุมีประสิทธิภาพ ถูกต้องครบถ้วน (ณรงค์ พูนพจน์มาศ, 2552) การจัดเก็บข้อมูลโบราณวัตถุในรูปแบบดิจิทัลจึงเปรียบเสมือนสะพาน เชื่อมโยงข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรม ช่วยให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างองค์กรที่ดูแลรักษา งาน ศิลปะในรูปแบบต่าง ๆ เป็นไปอย่างราบรื่น โดยใช้แนวทางจัดการทรัพยากรมรดกทางวัฒนธรรมใน รูปแบบดิจิทัล ผ่านมาตรฐานเมทาตาตาระดับสากลซึ่งช่วยขยายขอบเขตการสร้างองค์ความรู้ด้าน วัฒนธรรมได้อย่างมหาศาล นอกจากการจัดการข้อมูลผ่านการสร้างเมทาตาตาแล้ว ยังมีเทคนิคการ แปลงทรัพยากรโบราณวัตถุเป็นรูปแบบดิจิทัล (Digitization) อันจะช่วยเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึง ข้อมูลได้รวดเร็ว เป็นการขยายขอบเขตการสร้างองค์ความรู้ด้านวัฒนธรรม การยกระดับมาตรฐาน การจัดการงานศิลปะในประเทศ การสร้างระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนการศึกษา ค้นคว้า และอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม ส่งผลต่อ การพัฒนาองค์ความรู้ด้านวัฒนธรรมของไทยในภาพรวม (ดุชฎีพร ชาติบุตร, 2562) โดยการสร้าง ระบบสำหรับจัดเก็บพุทธศิลป์ จำเป็นต้องมีการศึกษารูปแบบการจัดเก็บเมทาตาตาที่เหมาะสม โดย สังเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับพัฒนาระบบเพื่อใช้จัดเก็บพุทธศิลป์ ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ องค์ประกอบต่าง ๆ จากข้อดีของแต่ละระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาใช้งานในปัจจุบันร่วมกับการวิเคราะห์ องค์ประกอบที่ได้จากการศึกษาผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดเก็บพุทธศิลป์ เพื่อให้เกิดความเหมาะสม กับบริบทขององค์กร และขยายขอบเขตการเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลสารสนเทศให้เป็นมาตรฐาน

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความจำเป็นในการสร้างระบบจัดเก็บพุทธ ศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมุ่งเน้นกระบวนการศึกษาองค์ประกอบของเมทาตาตาที่ เหมาะสมกับการจัดเก็บพุทธศิลป์ให้อยู่ในรูปแบบเสมือนจริง 3 มิติ ที่สามารถเชื่อมโยงและ แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคลังคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ซึ่งได้รับแรงบันดาลใจจากทฤษฎีระบบ (Systems Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีสหวิทยาการที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานวิจัยหลากหลายสาขา หัวใจสำคัญของทฤษฎีระบบ คือ แนวคิดแบบองค์รวมที่มองทุกสิ่งเป็นองค์ประกอบที่เชื่อมโยงกัน มุ่งเน้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ทฤษฎีระบบจึงช่วยให้นักวิจัย สามารถวิเคราะห์คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ในฐานะระบบที่มีพลวัตเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Luhmann

et al., 2013) จากบทวิเคราะห์หลักการและแนวคิดทฤษฎีระบบ (มันส์วี ศรีนนท์, 2558) ประกอบด้วย 1) ทฤษฎีระบบมีความเชื่อว่า ระบบจะต้องเป็นระบบเปิด (Open System) 2) มีรูปแบบของการจัดลำดับ (The Hierarchical Model) 3) มีรูปแบบของปัจจัยป้อนเข้าและผลผลิต (Input Output Model) 4) แต่ละองค์ประกอบของระบบจะต้องมีส่วนสัมพันธ์กันหรือมีผลกระทบต่อกันและกัน (The Entities Model) 5) ทฤษฎีเชิงระบบเชื่อในหลักการของความมีเหตุผลของสิ่งต่าง ๆ (Cause and Effect) 6) ทฤษฎีเชิงระบบจะมองทุก ๆ อย่างในภาพรวมของทุกองค์ประกอบมากกว่าที่จะมองเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบ 7) ทฤษฎีเชิงระบบคำนึงถึงผลของการปฏิบัติที่เป็น “Output” หรือ “Product” มากกว่า “Process” ซึ่งผลสุดท้ายของงานที่ได้รับอาจมีมากมายหลายสิ่ง ซึ่งก็คือผลกระทบ (Outcome or Impact) ที่เกิดขึ้นตามมาในภายหลัง และ 8) ทฤษฎีเชิงระบบจะมีกระบวนการในการปรับเปลี่ยน และป้อนข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อบอกให้รู้ว่าระบบมีการเบี่ยงเบนอย่างไร ควรจะแก้ไขที่องค์ประกอบใดของระบบ ซึ่งก็คือ การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้วิธีระบบ (Systems Approach) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2553) โดยมีรูปแบบการจัดการระบบ ครอบคลุม 1) การวิเคราะห์ระบบ 2) การสังเคราะห์ระบบ 3) การสร้างแบบจำลองระบบ และ 4) การทดสอบระบบ และขั้นตอนการจัดการระบบตาม SASMES Model (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2555) ซึ่งเป็นแบบจำลองการจัดการระบบที่อิงสาระสำคัญของวิศวกรรมการจัดการระบบเป็นพื้นฐานในการสร้างระบบใหม่หรือการปรับปรุงระบบเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการจัดเก็บเป็นคลังข้อมูลทางวิชาการนำไปใช้ในการอนุรักษ์โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ อันเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่นของภูมิภาคอีสานและในอนาคตจะสามารถนำไปต่อยอดยังพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทยได้

## 1.2 คำถามการวิจัย

- 1) องค์ประกอบที่สำคัญในมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีอะไรบ้าง
- 2) การใช้เมทาดาทากับมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีความสัมพันธ์และขั้นตอนอย่างไร
- 3) ผลการใช้มาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นอย่างไร

## 1.3 ความมุ่งหมายของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ
- 2) เพื่อพัฒนามาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

3) เพื่อศึกษาผลการใช้มาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

- 1) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ศิลปะได้มาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพลดความเสี่ยงจากการเสื่อมสภาพหรือการสูญหาย
- 2) นักพัฒนาระบบได้แนวทางการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลเมทาดาทาที่เหมาะสมในการพัฒนามาตรฐานการจัดเก็บวัตถุโบราณอื่น ๆ ในอนาคต
- 3) นักอนุรักษ์สามารถติดตามข้อมูลและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพุทธศิลป์ได้สะดวก

#### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

##### 1.5.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยประยุกต์ใช้ การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และขั้นตอนการจัดระบบตาม SASMES Model (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2555) ภายใต้กรอบทฤษฎีระบบ (System Theory) สามารถแบ่งการวิจัยเป็น 3 ระยะ ดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ รวมถึงการสำรวจความต้องการจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ดังนั้น ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 ได้แก่

1) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) สามารถจำแนกประเภท ได้ดังนี้

- (1) พระสงฆ์ 3 รูป
- (2) นักวิชาการด้านศิลปะวัฒนธรรม 3 คน
- (3) ผู้พัฒนามัลติมีเดียและเทคโนโลยี 3 มิติ 3 คน
- (4) ผู้พัฒนาระบบระบบ 3 คน

(5) ผู้บริหารห้องสมุด สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและพิพิธภัณฑ์วัดมณีวนาราม จังหวัดอุบลราชธานี 3 คน

2) บุคคลทั่วไป จำนวน 32 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) จากผู้ที่มีความรู้และบอกต่อกัน ในชมรมภาษาศิลปะและพุทธศิลป์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

(1) แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาองค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์  
ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

(2) แบบสอบถามเพื่อศึกษาความต้องการของบุคคลทั่วไปสำหรับระบบ  
การจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

การวิจัยระยะที่ 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบและการสร้างแบบจำลอง (System synthesis & modeling) เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลองค์ประกอบของมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์  
ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ที่สังเคราะห์แล้ว มาจัดทำโครงสร้างแสดงทิศทางและ  
ความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) การสร้างระบบใหญ่ของมาตรฐานการจัดเก็บ  
พุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ได้แก่ บริบท ปัจจัยนำเข้ากระบวนการดำเนินการ  
ผลลัพธ์ และข้อมูลป้อนกลับ 2) กำหนดระบบย่อย 3) ผสมระบบใหญ่และระบบย่อยเข้าด้วยกัน  
และ 4) จัดทำคำบรรยายประกอบเพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการทดลองใช้ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ใน  
รูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เมื่อพัฒนาเป็นแบบจำลองแล้วจึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อ  
ตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ ความเหมาะสม และความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ เมื่อจบ  
การนำเสนอจึงให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความคิดเห็นต่อแบบจำลอง ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตัวอย่าง  
ที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แบ่งออกเป็น

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรสารสนเทศดิจิทัล จำนวน 1 ท่าน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านพุทธศิลป์ จำนวน 1 ท่าน
- 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านโมเดล 3 มิติ และมัลติมีเดีย จำนวน 1 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินแบบจำลองสำหรับออกแบบระบบจัดเก็บ  
พุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

การวิจัยระยะที่ 3 การประเมินหรือทดสอบระบบในสถานการณ์จำลอง (Systems  
Evaluation/Simulation) เป็นขั้นตอนการทดสอบระบบ โดยเริ่มจากการพัฒนาระบบจัดเก็บพุทธ  
ศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ตามแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น จากนั้นนำไปทดลองใช้ใน  
สถานการณ์จำลอง ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการดำเนินการ ผลลัพธ์ และข้อมูลป้อนกลับ  
ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ศึกษาความต้องการรูปแบบ ขั้นที่ 2 สักรวจทรัพยากร ขั้นที่ 3 กำหนด  
วัตถุประสงค์ ขั้นที่ 4 วางแผนการผลิตชุดคลังข้อมูลพุทธศิลป์ ขั้นที่ 5 จัดทำชุดข้อมูลคลังวัตถุเสมือน  
จริง 3 มิติ ขั้นที่ 6 การพัฒนาระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ขั้นที่ 7 การวัดประสิทธิภาพของระบบ  
คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ขั้นที่ 8 ข้อมูลป้อนกลับเพื่อปรับปรุงระบบ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง  
ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 ได้แก่

1) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) สามารถจำแนกประเภท ได้ดังนี้

2) กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) จากผู้ที่มีความรู้และบอกต่อกัน ในชมรมภาษาศิลปะและพุทธศิลป์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1) แบบประเมินประสิทธิภาพระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

2) แบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

#### 1.5.2 ขอบเขตด้านการพัฒนาระบบ

โดยระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้ในรูปแบบของเว็บไซต์ ซึ่งสามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟนที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ผ่านแอปพลิเคชันเว็บเบราว์เซอร์ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับพุทธศิลป์ที่ปรากฏในระบบ เป็นประติมากรรมอีสานในยุคล้านช้างที่ปรากฏอยู่ในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เรียกว่า พระพุทธรูปล้านช้าง แบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลัก คือ สุกุลช่างหลวงและช่างพื้นเมืองแบบล้านช้าง

#### 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1) คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ หมายถึง ระบบที่รวบรวม จัดเก็บ และจัดการพุทธศิลป์เสมือนจริง 3 มิติ ในรูปแบบดิจิทัลไว้ให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึง ดาวน์โหลด และใช้ศึกษารูปทรงพุทธศิลป์ที่มีฟังก์ชันการทำงาน ได้แก่ (1) ความสามารถจัดเก็บวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ประกอบไปด้วย รูปทรง 3 มิติ พื้นผิว แอนิเมชัน เสียง (2) ความสามารถจัดการวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ได้ ประกอบไปด้วย การค้นหา การจัดหมวดหมู่ การแท็ก และการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึง (3) การดึงข้อมูลวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ไปใช้งานในแอปพลิเคชันอื่น เช่น เกม การออกแบบ การศึกษา การฝึกอบรม เป็นต้น

2) การจัดเก็บ หมายถึง การนำเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับบันทึกข้อมูลภาพถ่ายเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการพัฒนาภาพจำลอง 3 มิติ มาประยุกต์ใช้เพื่อเก็บรักษาและเผยแพร่ภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมและศาสนาของอีสาน ซึ่งปรากฏในรูปแบบพุทธศิลป์เสมือนจริง 3 มิติ ที่ประกอบด้วยวัตถุพุทธศิลป์ที่จัดทำโดยการใช้เครื่องสแกน 3 มิติ ร่วมกับการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ขึ้นมาอย่างละเอียดและใส่ข้อมูลเมทาดาตาของวัตถุพุทธศิลป์

3) มาตรฐานการจัดเก็บ หมายถึง แนวทางและวิธีการที่ใช้ในการจัดเก็บวัตถุประติมากรรม 3 มิติที่จับต้องได้ในโลกความจริง ซึ่งสะท้อนอิทธิพลทางวัฒนธรรม ความเชื่อ และวิถีชีวิตของ

ผู้คนที่ท้องถิ่นที่ผสมผสานกับศิลปะพุทธศาสนา ให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลเสมือนจริง 3 มิติ โดยมุ่งเน้นให้สามารถโต้ตอบกับเนื้อหาได้ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ โดยมีการใช้เมทาตาตาในการอธิบายข้อมูลเพื่อสนับสนุนการทำความเข้าใจ การสืบค้น และการใช้งานข้อมูลประติมากรรม 3 มิติในรูปแบบดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ

4) พุทธศิลป์ หมายถึง ภูมิปัญญาของคนที่ย้ายอยู่ภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยภูมิปัญญาดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับพุทธศาสนาและมีการถ่ายทอดผ่านการแสดงออกมาทางศิลปะเป็นพระพุทธรูปโบราณรูปแบบล้านช้าง ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมความศรัทธาแก่ผู้คน โดยพุทธศิลป์ดังกล่าวเป็นประเภทประติมากรรม 3 มิติที่จับต้องได้ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของประติมากรรมที่ปรากฏในภาคของไทยที่สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลทางวัฒนธรรม ความเชื่อ และวิถีชีวิตของผู้คนในท้องถิ่น ผสมผสานกับศิลปะแบบพุทธศาสนาจากแหล่งต่าง ๆ

5) องค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บ หมายถึง ส่วนประกอบต่าง ๆ รวมถึงหลักการและแนวทาง ซึ่งประกอบกันเป็นระบบที่มีชุดข้อมูลที่จำเป็นสำหรับมาตรฐานการจัดเก็บและจัดการพุทธศิลป์เสมือนจริงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยองค์ประกอบเหล่านี้มีบทบาทในการกำหนดการออกแบบระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

6) เมทาตาตา หมายถึง ข้อมูลที่อธิบายลักษณะของพุทธศิลป์ ครอบคลุมถึง ลักษณะทางกายภาพ สัญลักษณ์และความหมาย พุทธประวัติและตำนาน บริบททางสังคมและวัฒนธรรม เทคนิคการสร้างสรรค์ อายุสมัยและแหล่งกำเนิด ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความสามารถในการสืบค้นข้อมูลได้จากการใช้งานผ่านระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

7) การพัฒนา หมายถึง การกำหนดแนวทางและวิธีการที่แสดงถึงกระบวนการพัฒนาระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ที่มีความสามารถ (1) จัดเก็บพุทธศิลป์เสมือนจริง 3 มิติ (2) จัดการพุทธศิลป์เสมือนจริง 3 มิติ และ (3) การดึงข้อมูลวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ไปใช้งานในแอปพลิเคชันอื่น โดยระบบดังกล่าวสามารถใช้งานได้ในรูปแบบของเว็บไซต์ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึง ค้นหา วิเคราะห์ และใช้ประโยชน์จากข้อมูลพุทธศิลป์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8) การประเมินประสิทธิภาพ หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์และตรวจสอบระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ซึ่งวัดด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ประกอบไปด้วยการประเมินประสิทธิภาพ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้างและการออกแบบ ด้านเทคโนโลยี 3 มิติและการแสดงผล ด้านระบบฐานข้อมูลและความปลอดภัย ด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) และการโต้ตอบ มีข้อคำถามเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เพื่อพิจารณาว่าระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

9) ผลการใช้ระบบ หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์และประเมินการใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่พัฒนาขึ้น ซึ่งกระบวนการดังกล่าวถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการประเมินระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งวัดด้วยแบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและข้อมูล ด้านการใช้งานระบบ และด้านคุณประโยชน์ของระบบ มีข้อคำถามเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เพื่อพิจารณาว่าระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้มากน้อยเพียงใด



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีดังนี้

- 2.1 ทฤษฎีระบบ
- 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์
- 2.3 พุทธศิลป์
- 2.4 เทคโนโลยี 3 มิติ
- 2.5 คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ
- 2.6 จดหมายเหตุดิจิทัล
- 2.7 มาตรฐานเมทาตาตา
- 2.8 มาตรฐานการจัดเก็บ
- 2.9 ประสบการณ์ผู้ใช้งานและส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน
- 2.10 วงจรการพัฒนาระบบ SDLC
- 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.12 กรอบแนวคิดการวิจัย

### 2.1 ทฤษฎีระบบ

#### 2.1.1 ความหมายของทฤษฎีระบบ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2553) ได้กล่าวว่า ระบบ (System) เป็นคำที่มีความหมายกว้างครอบคลุมถึงทุกสิ่งเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Dynamic) ไม่ว่าจะเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม การให้คำจำกัดความที่ตายตัวจึงยาก แต่โดยทั่วไปแล้ว หมายถึง หน่วยที่สมบูรณ์แบบ ที่มีความซับซ้อนและสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย ส่วนย่อย (องค์ประกอบหรือระบบย่อย) ที่มีความอิสระ แต่มีความสัมพันธ์และทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ชัดเจน องค์ประกอบหลัก ของระบบ ประกอบด้วย:

**ปัจจัยนำเข้า:** สิ่งต่าง ๆ ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ เช่น วัสดุ อุปกรณ์ บุคคล ทุน ฯลฯ

**กระบวนการ:** เทคนิค วิธีการ ขั้นตอนการดำเนินงาน กิจกรรม วิธีการประเมินผลงาน ซึ่งขับเคลื่อนระบบให้บรรลุเป้าหมาย

**ผลลัพธ์:** ผลผลิตที่ได้จากการทำงานของระบบ

**ผลย้อนกลับ:** ข้อมูลที่สะท้อนกลับ เพื่อนำไปปรับปรุงระบบ

ความหมายของระบบ จึงมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ในแต่ละด้านและแต่ละศาสตร์ แต่โดยสรุปแล้ว หมายถึง หน่วยที่สมบูรณ์แบบ ที่มีความซับซ้อน ประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน มุ่งสู่เป้าหมายที่ชัดเจน

Wendy Patton และ Mary McMahon (2006) เสนอทฤษฎีระบบ กรอบการคิดแบบสหวิทยาการที่ใช้ศึกษา "ระบบ" ต่าง ๆ ทั้งในสังคมและศาสตร์อื่น ๆ ทฤษฎีนี้มุ่งเน้นไปที่ การมองภาพรวม แทนที่จะแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ออกจากกัน แนวคิดหลัก ของทฤษฎีระบบคือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเกิดขึ้นจากองค์ประกอบที่เชื่อมโยงกัน ส่งผลต่อกันและกัน และทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมาย เปรียบเสมือนวงดนตรี วงดนตรีแต่ละวงมีสมาชิกที่เล่นเครื่องดนตรีแตกต่างกัน แต่ละคนมีบทบาทสำคัญ แต่ละคนต้องเล่นพร้อมเพรียงกัน วงดนตรีถึงจะบรรเลงเพลงออกมาได้ไพเราะ ทฤษฎีระบบโต้แย้งว่า การเข้าใจปรากฏการณ์อย่างแท้จริงนั้น จำเป็นต้องมองภาพรวม ไม่สามารถแยกส่วนประกอบมาวิเคราะห์ได้ แม้ว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเบื้องต้นจะสำคัญ แต่มุมมองแบบองค์รวม ช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ โดยมองจากมุมมองที่สูงขึ้น สังเกตการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบทั้งหมด ดังนั้นทฤษฎีระบบเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเข้าใจปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน มุมมองแบบองค์รวมช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ วิเคราะห์ปัญหา และออกแบบระบบที่มีประสิทธิภาพ

รัตนโชติ เทียนมงคล และ Aukje Thomassen (2557) นำเสนอทฤษฎีระบบซึ่งเป็นการผสมผสานทฤษฎีความซับซ้อนและไซเบอร์เนติกส์เข้าด้วยกัน โดยจุดเด่นของทฤษฎีนี้คือ การพัฒนาวิธีการคิดแบบเป็นกระบวนการระบบ (Systematic Thinking) วิธีการคิดแบบเป็นกระบวนการระบบ มุ่งเน้นไปที่การปรับกระบวนการทัศนคติเกี่ยวกับวิธีการจัดการกับความซับซ้อน โดยใช้แนวคิดเชิงสังเคราะห์ (Synthetic Science) แยกการทำงานออกเป็นขั้นตอนเพื่อควบคุมโครงสร้างที่ซับซ้อนภายในระบบ ตามหลักการของไซเบอร์เนติกส์ ทฤษฎีระบบช่วยให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในระบบทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยคุณสมบัตินี้ ทฤษฎีระบบจึงเกี่ยวข้องกับการศึกษาและบูรณาการความรู้แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) รวบรวมหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และกระบวนการต่าง ๆ เข้ามาจัดลำดับ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ในการทำงานที่ยืดหยุ่นระหว่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้คือ เพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาผลลัพธ์ใหม่ๆ ทางการศึกษาในศาสตร์ต่าง ๆ ที่นำไปประยุกต์ใช้ ดังนั้น ทฤษฎีระบบ เสนอมุมมองแบบองค์รวมที่ช่วยให้เข้าใจระบบโดยรวมได้อย่างลึกซึ้ง กระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์เชิงระบบ พัฒนากระบวนการจัดการกับความซับซ้อน และส่งเสริมการบูรณาการความรู้จากศาสตร์หลากหลาย นำไปสู่การค้นพบผลลัพธ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทฤษฎีระบบ เป็นแนวคิดแบบสหวิทยาการ มุ่งเน้นการมองภาพรวมของระบบทั้งหมด แทนที่จะแยกส่วนประกอบออกจากกัน แนวคิดนี้ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาวิธีการคิด

แบบเป็นกระบวนการระบบ ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ผ่านมุมมองแบบองค์รวม เข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ เหล่านั้น มองระบบทั้งหมด ไม่แยกส่วนประกอบ เน้นความสัมพันธ์ พึ่งพาอาศัยกันเป็นสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลง ไหลเวียนอยู่เสมอ ระบบมีเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายร่วมกัน การเปลี่ยนแปลง องค์ประกอบหนึ่ง ส่งผลต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ภายในระบบ ทฤษฎีระบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ ศาสตร์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ บริหารธุรกิจ ฯลฯ การใช้ทฤษฎีระบบช่วยให้เข้าใจระบบต่าง ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง วิเคราะห์ปัญหา แก้ไขปัญหา และ ออกแบบระบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

### 2.1.2 ที่มาของทฤษฎีระบบ

ชัยวัฒน์ ใบไม้ (2564) ได้กล่าวถึงที่มาของแนวคิดเชิงระบบหรือทฤษฎีระบบ แนวคิดเชิง ระบบ หรือทฤษฎีระบบว่า ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 1950 กลุ่มนักวิชาการและนักธุรกิจผู้สนใจศึกษา เรื่องระบบได้รวมตัวกัน ก่อตั้งสมาคม "Society for General Systems Research" (ต่อมาเปลี่ยน ชื่อเป็น "International Society for the Systems Sciences") ผลงานวิจัยด้านระบบถูกตีพิมพ์ลง ในวารสาร "General Systems Yearbook" จุดประสงค์หลัก ของการรวมตัวและงานวิจัยเหล่านี้ มุ่งเน้นไปที่การค้นหาคำตอบว่า "ระบบโดยทั่วไป" (General Systems) คืออะไร ถึงแม้จะยังไม่มีคำ จำกัดความที่ชัดเจน แต่ทฤษฎีระบบมักเน้นย้ำถึง "ความสมดุล" ของระบบ ตัวอย่างในทางฟิสิกส์ กฎ เทอร์โมไดนามิกส์ถูกใช้เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนกับพลังงานรูปแบบอื่น และ พิสูจน์ว่าพลังงานในระบบรักษาสถิตได้อย่างไร เมื่อมีเอนโทรปี (Entropy) หรือค่าที่บอกถึงความไม่ เป็นระเบียบของระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามกฎเทอร์โมไดนามิกส์มีข้อจำกัด ไม่สามารถ อธิบายปรากฏการณ์อื่นได้มากนัก กรณีที่พลังงานทั้งหมดอยู่ในระบบปิด ทฤษฎีวิวัฒนาการจึงได้รับ การยอมรับอย่างกว้างขวางมากกว่า ในการอธิบายการเกิดสปีชีส์ (Species) อันเนื่องมาจากการ คัดเลือกโดยธรรมชาติ ที่นำไปสู่ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต แนวคิดวิวัฒนาการ ยังสามารถนำไป ประยุกต์ใช้กับความรู้ในสาขาอื่น รวมไปถึงทางสังคมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เพราะมีความใกล้เคียงกัน ในลักษณะที่เป็นระบบเปิด

ทฤษฎีระบบมีวิวัฒนาการมาจากหลายสาขาวิชา Kevin MacGregor Adams (2012) อธิบายว่า ทฤษฎีนี้มีรากฐานมาจากปรัชญา วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ แนวคิดหลักของ ทฤษฎีระบบมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ระบบแบบองค์รวม โดยพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ภายใน ระบบ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ ทฤษฎีระบบ เป็นกรอบแนวคิดที่ช่วยให้เข้าใจระบบสหวิทยาการ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบจากหลากหลาย สาขาวิชา แนวคิดนี้ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ ทฤษฎีระบบเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์ระบบแบบองค์รวม ช่วย

ให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบ วิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และระบุจุดอ่อนหรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้น กรอบแนวคิดและข้อเสนอแนะจากทฤษฎีระบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ทฤษฎีระบบช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถออกแบบและพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน และบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทฤษฎีระบบถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา เช่น วิศวกรรมศาสตร์ การจัดการ วิทยาการคอมพิวเตอร์ สังคมศาสตร์ และชีววิทยา ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ทฤษฎีระบบ ได้แก่ การออกแบบระบบควบคุม การจัดการห่วงโซ่อุปทาน การวิเคราะห์ระบบนิเวศ และการจำลองทางชีววิทยา

Niklas Luhman (2013) ได้กล่าวถึงที่มาของทฤษฎีระบบว่า ทฤษฎีระบบมีต้นกำเนิดจากหลายสาขาวิชา โดยเริ่มจากปรัชญาและชีววิทยาในศตวรรษที่ 19 โดยได้รับแรงบันดาลใจจากการศึกษาเกี่ยวกับระบบทางชีววิทยาและกลไก Ludwig von Bertalanffy นักชีววิทยาชาวออสเตรีย ที่ได้รับการยกย่องว่าเป็น "บิดาแห่งทฤษฎีระบบ" เขาเสนอแนวคิดของ "ระบบทั่วไป" ซึ่งเป็นระบบที่สามารถจำลองระบบต่าง ๆ ได้โดยไม่คำนึงถึงเนื้อหาเฉพาะของระบบ แนวคิดของทฤษฎีระบบได้รับการพัฒนาต่อโดยนักวิจัยคนอื่น ๆ อีกมากมาย รวมถึง Norbert Wiener, John von Neumann, W. Ross Ashby, and Herbert Simon ทฤษฎีระบบมีต้นกำเนิดมาจากหลายสาขาวิชา รวมถึง วิศวกรรมศาสตร์ ชีววิทยา สังคมศาสตร์ และปรัชญา ในช่วงศตวรรษที่ 20 มีการพัฒนาแนวคิดระบบที่เป็นเอกภาพมากขึ้น แนวคิดเหล่านี้ได้รับการประยุกต์ใช้กับหลากหลายสาขา เช่น การออกแบบระบบ การจัดการ และการวิเคราะห์นโยบาย แหล่งที่มาสำคัญของทฤษฎีระบบมาจากหลายสาขาวิชา เช่น

วิศวกรรมศาสตร์: วิศวกรเริ่มใช้แนวคิดระบบเพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบที่ซับซ้อน เช่น เครื่องจักร โรงงาน และระบบไฟฟ้า

ชีววิทยา: นักชีววิทยาเริ่มมองสิ่งมีชีวิตเป็นระบบที่ซับซ้อนซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่ทำงานร่วมกัน

สังคมศาสตร์: นักสังคมศาสตร์เริ่มมองสังคมเป็นระบบที่ซับซ้อนซึ่งประกอบด้วยบุคคล กลุ่ม และสถาบันที่เชื่อมโยงถึงกัน

ปรัชญา: นักปรัชญามีส่วนร่วมในการพัฒนาแนวคิดระบบโดยการสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ

ทฤษฎีระบบมีต้นกำเนิดจากหลายสาขาวิชา Luhman อธิบายว่าทฤษฎีระบบมีลักษณะคือ เน้นย้ำถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ มองระบบเป็นสิ่งที่ซับซ้อน เน้นย้ำถึงการเปลี่ยนแปลงและวิวัฒนาการและมองระบบเป็นสิ่งที่เปิดกว้าง

สรุปว่า ทฤษฎีระบบ ถือกำเนิดจากการรวมพลังของนักวิชาการ นักวิทยาศาสตร์ และนักธุรกิจผู้สนใจในกลไกการทำงานของระบบ แนวคิดนี้หลอมรวมหลักการ การวิเคราะห์เชิงทฤษฎี การ

อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ข้อเท็จจริงทางสังคมวิทยา มานุษยวิทยา และกรอบความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการวิพากษ์วิจารณ์และถกเถียงอย่างเข้มข้น นำไปสู่การก่อกำเนิดทฤษฎีระบบอันทรงพลัง หัวใจสำคัญของทฤษฎีระบบ คือ ความสามารถในการประยุกต์ใช้เพื่อต่อยอดองค์ความรู้ทุกแขนงในรูปแบบสหวิทยาการ ผู้สร้างองค์ความรู้เชิงระบบที่สมบูรณ์แบบ

### 2.1.3 หลักการและแนวคิดทฤษฎีระบบ

มนัสวี ศรีนนท์ (2558) กล่าวถึงทฤษฎีระบบว่า เป็นกรอบความคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจระบบที่ซับซ้อน โดยมุ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสภาพแวดล้อม หลักการและแนวคิดสำคัญของทฤษฎีระบบมีดังนี้

1) ระบบเปิด (Open System): ระบบเปิดเป็นระบบที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ระบบจะรับเอาพลังงาน สารสนเทศ และวัสดุจากสภาพแวดล้อม และส่งผลลัพธ์ ผลิตภัณฑ์ หรือบริการ กลับไปยังสภาพแวดล้อม ระบบเปิดมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

2) ลำดับชั้น (Hierarchy): ระบบที่ซับซ้อนมักประกอบด้วยระบบย่อย ๆ หลาย ๆ ระบบ ระบบย่อยเหล่านี้มีความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น ระบบย่อยระดับล่างจะประกอบขึ้นเป็นระบบย่อยระดับบน และระบบย่อยระดับบนทั้งหมดจะรวมกันเป็นระบบใหญ่

3) ปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์ (Input-Output Model): ระบบจะรับเอปัจจัยนำเข้า (Input) มาแปรรูปผ่านกระบวนการ (Process) และส่งผลลัพธ์ (Output) ออกมา ปัจจัยนำเข้าอาจเป็นพลังงาน สารสนเทศ วัสดุ หรือข้อมูล กระบวนการเป็นวิธีการที่ระบบแปรรูปปัจจัยนำเข้าให้กลายเป็นผลลัพธ์ ผลลัพธ์อาจเป็นผลิตภัณฑ์ บริการ หรือผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

4) ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ (The Entities Model): องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบมีความสัมพันธ์และส่งผลกระทบต่อกันและกัน การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหนึ่งองค์ประกอบ จะส่งผลต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ภายในระบบ

5) หลักเหตุและผล (Cause and Effect): ทฤษฎีระบบเชื่อในหลักเหตุและผล เหตุการณ์หนึ่งเหตุการณ์ใดจะต้องมีสาเหตุ ปัญหาที่เกิดขึ้นมักมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน

6) มุมมองแบบองค์รวม (Holistic View): ทฤษฎีระบบมองทุกสิ่งในภาพรวม ไม่แยกส่วน พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสภาพแวดล้อม

7) ผลลัพธ์ (Output or Product): ทฤษฎีระบบให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ของระบบ ผลลัพธ์อาจเป็นผลิตภัณฑ์ บริการ หรือผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

8) ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback): ระบบมีกระบวนการปรับเปลี่ยนและป้อนข้อมูลย้อนกลับ ข้อมูลย้อนกลับช่วยให้ระบบเรียนรู้และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

ทฤษฎีระบบจึงเป็นกรอบแนวคิดที่มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ระบบที่ซับซ้อน ช่วยให้เราเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ในมุมมององค์รวม มองเห็นความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ วิเคราะห์สาเหตุและผลลัพธ์ เข้าใจผลลัพธ์จากการกระทำและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน หลักการและแนวคิดของทฤษฎีระบบสามารถประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายสาขาวิชา เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การบริหารจัดการ และสังคมศาสตร์

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทฤษฎีระบบเสนอมุมมองแบบองค์รวม มุ่งเน้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การพึ่งพาอาศัยกัน และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ โดยระบบถูกมองว่าเป็นระบบแบบเปิดที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม แต่ละองค์ประกอบภายในระบบมีความเชื่อมโยงและส่งผลต่อกัน ระบบมีโครงสร้างที่เป็นลำดับชั้น แต่ละองค์ประกอบมีบทบาทและหน้าที่เฉพาะเจาะจง ทฤษฎีระบบให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งเข้าสู่ระบบและผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ ระบบคำนึงถึงทั้งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการทำงานของระบบและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ระบบมีกระบวนการปรับเปลี่ยนและป้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการวิเคราะห์และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

#### 2.1.4 องค์ประกอบของทฤษฎีระบบขององค์ประกอบของทฤษฎีระบบ

มนัสวี ศรีนนท์ (2558) ได้นำทฤษฎีระบบมาวิเคราะห์การบริหารการศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21 และเสนอองค์ประกอบหลักของทฤษฎีระบบ 4 ประการ ดังนี้

1) ปัจจัยนำเข้า (Input): หมายถึง ทรัพยากร สิ่งเร้า ข้อมูล หรือพลังงานต่าง ๆ ที่ระบบได้รับจากภายนอก เช่น นักเรียน ครู เงินทุน อุปกรณ์การสอน หลักสูตร นโยบาย ฯลฯ องค์ประกอบเหล่านี้จำเป็นต่อการทำงานของระบบ และส่งผลกระทบต่อผลผลิตของระบบ

2) กระบวนการ (Process): หมายถึง กิจกรรม ขั้นตอน หรือวิธีการต่าง ๆ ที่ระบบใช้แปลงปัจจัยนำเข้าให้กลายเป็นผลผลิต เช่น การจัดการเรียนการสอน การวัดผล การพัฒนาหลักสูตร การบริหารทรัพยากร ฯลฯ กระบวนการเหล่านี้ต้องมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของระบบ

3) ผลผลิต (Output): หมายถึง สินค้า บริการ หรือผลลัพธ์ที่ระบบสร้างขึ้นมา เช่น ความรู้ ทักษะ สมรรถนะของนักเรียน ผลการเรียน การพัฒนาองค์กร ฯลฯ ผลผลิตเหล่านี้บ่งบอกถึงความสำเร็จของระบบ และเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน

4) ผลกระทบ (Impact): หมายถึง ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ผลผลิตของระบบ ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกที่ส่งกลับมาเพื่อควบคุม ปรับปรุง หรือพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ผลการวัดผล การประเมินผล ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้ระบบสามารถเรียนรู้ ปรับตัว และพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

นอกจากองค์ประกอบ 4 ประการนี้แล้วยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของ สภาพแวดล้อม (Environment) ที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของระบบ สภาพแวดล้อมในระบบการศึกษาอาจรวมถึง

เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และเทคโนโลยี ทฤษฎีระบบของมนัสวี ศรีนันท นำเสนองค์ประกอบหลัก 4 ประการ ของระบบการศึกษาไทย ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลผลิต และผลกระทบ องค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน การวิเคราะห์ระบบช่วยให้เข้าใจภาพรวมระบบปัญหา หาแนวทางแก้ไข ตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การพัฒนาการศึกษาไทยอย่างยั่งยืน

### 2.1.5 หลักการจัดระบบการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ตามวิถีไทย

ศศิณัฐ สรรคบุรานุรักษ์ (2558) อธิบายไว้ในงานวิจัยเรื่อง "การบริหารจัดการหลักสูตรในศตวรรษที่ 21: ห้องเรียนที่กว้างเท่ากับโลก" ว่า วิธีการเชิงระบบ หรือ เทคนิคเชิงระบบ (System Approach) หมายถึง วิธีการนำเอาความรู้เรื่องระบบมาเป็นกรอบ ช่วยในการค้นหาปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และใช้แนวทางความคิดเชิงระบบ ช่วยในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ

- 1) ปัจจัยป้อน (Input): หมายถึง ทรัพยากร ข้อมูล และสิ่งต่าง ๆ ที่นำเข้าสู่ระบบ อาจจะเป็นวัตถุดิบ บุคลากร เงินทุน ข้อมูล หรือพลังงาน
- 2) กระบวนการ (Process): หมายถึง กิจกรรมหรือขั้นตอนต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงปัจจัยป้อนให้กลายเป็นผลผลิต ประกอบด้วยวิธีการ เครื่องมือ เทคนิค และกลยุทธ์ที่ใช้ในการทำงาน
- 3) ผลผลิต (Outputs): หมายถึง สินค้า บริการ หรือผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ เป็นสิ่งที่ระบบสร้างขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้
- 4) การสะท้อนผล (Feedback): หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตที่ส่งกลับไปยังระบบ ใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบและปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีการเชิงระบบเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์และแก้ปัญหา ช่วยให้เข้าใจระบบโดยรวม ระบบปัญหา หาสาเหตุ พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และนำไปใช้กับระบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย รวมไปถึงระบบการศึกษา

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2553) การจัดระบบหรือวิธีระบบ (System Approach) เป็นกระบวนการศึกษาองค์ประกอบภายในของระบบ การจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างประหยัด ให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ การวางแผนการพัฒนาระบบใหม่ หรือปรับปรุงระบบ ที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น ด้วยการกำหนดปรัชญา ปณิธาน จุดมุ่งหมาย องค์ประกอบ ภาระหน้าที่ ความสัมพันธ์ ปฏิสัมพันธ์ ขั้นตอน และปัจจัยเกื้อหนุนและการประเมินควบคุมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานหรือแก้ปัญหาการดำเนินงาน ขั้นตอนการจัดระบบตามแนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2555) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์ระบบ (Systems analysis): ศึกษาสภาพปัจจุบันของระบบ ระบบปัญหา และความต้องการ กำหนดขอบเขต เป้าหมาย และวัตถุประสงค์ของระบบ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์

กระบวนการทำงาน ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบ ระบุข้อจำกัด เงื่อนไข และปัจจัยที่มีผลต่อระบบ

2) การสังเคราะห์ระบบ (Systems Synthesis): ออกแบบระบบใหม่ โดยคำนึงถึงปัญหาและความต้องการที่วิเคราะห์ไว้ กำหนดองค์ประกอบ กระบวนการทำงาน โครงสร้าง และกลไกการทำงานของระบบ เลือกเทคโนโลยี เครื่องมือ และทรัพยากรที่เหมาะสม ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) และส่วนติดต่อระบบ (System Interface)

3) การสร้างแบบจำลอง (Systems Modeling): สร้างแบบจำลองจำลองระบบเพื่อทดสอบและประเมินการทำงาน อาจใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองทางกายภาพ หรือแบบจำลองจำลองคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ผลลัพธ์จากแบบจำลอง ปรับปรุงแก้ไขการออกแบบระบบ

4) การประเมิน/ทดสอบระบบในสถานการณ์จำลอง (Systems Evaluation/Simulation): ทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมจำลองที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง ใช้ข้อมูลทดสอบ วิเคราะห์ประสิทธิภาพ ความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความปลอดภัยของระบบ ระบุข้อบกพร่อง ปัญหา และจุดที่ต้องปรับปรุง ปรับแก้ระบบจนได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

การจัดระบบเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นไปที่การออกแบบ พัฒนา และนำระบบใหม่มาใช้ เพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ ขั้นตอนการจัดระบบทั้ง 4 ขั้นตอนมีความสัมพันธ์กันและต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง การจัดระบบเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการออกแบบ พัฒนา และนำระบบใหม่มาใช้ ช่วยให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ และมั่นใจได้ว่าระบบจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์

### 2.2.1 นิยามการอนุรักษ์

นิยามการอนุรักษ์ ตามที่กรมศิลปากรได้ให้ไว้ในปี พ.ศ. 2532 หมายถึง การรักษาสภาพของโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และโบราณสถาน ให้คงสภาพเดิมไว้โดยไม่เปลี่ยนแปลง โดยมุ่งเน้นไปที่การรักษารูปแบบ ลักษณะ โครงสร้าง วัสดุ และหลักฐานทางประวัติศาสตร์ของโบราณสถาน ศิลปวัตถุ และโบราณวัตถุสถาน ให้คงสภาพเดิมมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ให้คงไว้ซึ่งคุณค่าทางประวัติศาสตร์ สถาปัตยกรรม ประติมากรรม โบราณคดี และคุณค่าอื่น ๆ ที่ปรากฏอยู่ โดยอาศัยหลักทางวิชาการ และเทคนิคที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อการศึกษา ค้นคว้า เป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์ และมรดกทางวัฒนธรรมของชาติ รวมทั้งเป็นแหล่งเรียนรู้และแหล่งท่องเที่ยว

โดยสรุปการอนุรักษ์มุ่งเน้นไปที่การรักษาสภาพให้คงสภาพเดิมไว้มากที่สุด โดยไม่เปลี่ยนแปลง คงไว้ซึ่งคุณค่าทางประวัติศาสตร์ สถาปัตยกรรม ประติมากรรม โบราณคดี และคุณค่าอื่น ๆ ที่ปรากฏอยู่ ใช้วิธีการที่เหมาะสมกับสภาพของโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และโบราณสถานนั้น ๆ

## 2.2.2 รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 เกี่ยวกับการอนุรักษ์ศิลปะหรือวัฒนธรรม

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2550) มุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมและปกป้องศิลปะ วัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น มาตรการที่เกี่ยวข้องโดยตรงมีดังนี้:

มาตรา 43: บุคคลและชุมชนย่อมมีสิทธิ

- 1) อนุรักษ์ ฟื้นฟู หรือส่งเสริมภูมิปัญญา ศิลปะ วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียม ประเพณีอันดีงาม ทั้งของท้องถิ่นและของชาติ
- 2) จัดการ บำรุงรักษา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุล และยั่งยืนตามวิธีการที่กฎหมายบัญญัติ
- 3) เข้าซื้อกันเพื่อเสนอแนะต่อหน่วยงานของรัฐ ให้ดำเนินการหรืองดเว้นการดำเนินการ อันจะกระทบต่อความเป็นอยู่อย่างสงบสุขของประชาชน หรือชุมชน

มาตรา 77: รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการปกครองท้องถิ่น และส่งเสริมให้ประชาชนในท้องถิ่นมีสิทธิมีเสียงในการจัดการดูแลทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมท้องถิ่น

มาตรา 180: รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษา วิจัย พัฒนา และเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญา ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณีอันดีงามของชาติ และส่งเสริมให้ประชาชนมีจิตสำนึกในการรักษาไว้ซึ่งเอกลักษณ์และภูมิปัญญาไทย

มาตรา 272: รัฐต้องรักษาไว้ซึ่งเอกลักษณ์และภูมิปัญญาไทย ส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมท้องถิ่น

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2550 ยังมีบทบัญญัติอื่น ๆ อีกมากมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ศิลปะ วัฒนธรรม ภูมิปัญญา และทรัพยากรธรรมชาติ แต่โดยรวมจะมอบหมายให้รัฐและประชาชนร่วมมือกันในการอนุรักษ์ศิลปะ วัฒนธรรม ภูมิปัญญา และทรัพยากรธรรมชาติ รัฐมีหน้าที่ในการส่งเสริม สนับสนุน และปกป้อง ประชาชนมีสิทธิในการมีส่วนร่วม ร่วมอนุรักษ์ ฟื้นฟู และส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม ร่วมจัดการ บำรุงรักษา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพ

## 2.3 พุทธศิลป์

### 2.3.1 ศิลปวัตถุ วัตถุโบราณ มรดกทางวัฒนธรรม

สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร (2559) ได้ให้ความหมายของศิลปวัตถุและวัตถุโบราณ ไว้ในหนังสือคู่มือการจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ ดังนี้

ศิลปวัตถุ หมายถึง สิ่งที่ทำด้วยฝีมืออย่างประณีตและมีคุณค่าสูงทางศิลปะ วัตถุนั้นอาจเป็นของโบราณหรือสร้างขึ้นใหม่ก็ได้ ตามพระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยฉบับที่ 2 พ.ศ. 2535 ยังมีวัตถุที่เรียกว่า "สิ่งเทียมโบราณวัตถุ" และ "สิ่งเทียมศิลปวัตถุ" หมายถึง วัตถุที่เลียนแบบหรือจำลองของโบราณวัตถุหรือศิลปวัตถุ

โบราณวัตถุ หมายถึง สंहาริมทรัพย์ที่เป็นของโบราณ ไม่ว่าจะเป็สิ่งประดิษฐ์ สิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือที่เป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของโบราณสถาน ซากมนุษย์ หรือซากสัตว์ ซึ่งโดยอายุ ลักษณะแห่งการประดิษฐ์ หรือหลักฐานเกี่ยวกับประวัติของสังหาริมทรัพย์นั้น เป็นประโยชน์ในทางศิลปะ ประวัติศาสตร์ หรือโบราณคดี

ชาคริต สิทธิฤทธิ์ (2559) ได้ให้อธิบายความหมายและความสำคัญของมรดกทางวัฒนธรรมไว้ว่า มรดกทางวัฒนธรรม หมายถึง สิ่งที่มีรูปรธรรมและนามธรรมที่แสดงถึงเอกลักษณ์และคุณค่าของวัฒนธรรม ซึ่งถูกสืบทอดจากคนรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่ง มรดกทางวัฒนธรรมแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ 1) มรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องได้ (Tangible Cultural Heritage) สิ่งของที่สามารถสัมผัสและมองเห็นได้ เช่น โบราณสถาน โบราณวัตถุ สถาปัตยกรรม ผลงานศิลปะ ฯลฯ และ 2) มรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้ (Intangible Cultural Heritage) สิ่งที่ไม่สามารถสัมผัสได้ แต่สัมผัสได้ทางความคิด เช่น ประเพณี ความเชื่อ ภาษา ภูมิปัญญา ฯลฯ ชาคริต สิทธิฤทธิ์ ยังได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม เพื่อคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์และความหลากหลายทางวัฒนธรรมสำหรับคนรุ่นต่อไป นอกจากนี้ มรดกทางวัฒนธรรมยังเป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีคุณค่า ช่วยให้เราเข้าใจโลกและพัฒนาตนเอง การศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับมรดกทางวัฒนธรรม ช่วยให้เราพิจารณาญาณ คติวิเคราะห์ และตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล โดยสรุป มรดกทางวัฒนธรรมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อสังคม ควรค่าแก่การอนุรักษ์และส่งเสริมให้คนรุ่นต่อไปได้เรียนรู้และเข้าใจ

### 2.3.2 พุทธศิลป์อีสาน

พุทธศิลป์อีสาน ในงานวิจัยนี้หมายถึงประติมากรรมพระพุทธรูปโบราณ ซึ่งเป็นวัตถุที่สืบทอดและพัฒนาต่อมายอดมาจากศิลปะและวัฒนธรรมล้านช้าง สะท้อนให้เห็นถึงความผูกพันทางประวัติศาสตร์ สังคม และประเพณีร่วมกัน หัวเมืองอีสานในอดีต เปรียบเสมือนหัวเมืองลาวอื่น ๆ ที่ได้รับอิทธิพลทางพุทธศาสนาจากล้านช้างเวียงจันทน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบการปกครองคณะสงฆ์

และระบบสมณศักดิ์แบบล้านช้าง ล้วนส่งผลต่อรูปแบบสถาปัตยกรรมและงานพุทธศิลป์แขนงต่าง ๆ ของอีสาน ไม่ว่าจะเป็น พระอุโบสถ วิหาร พระธาตุ คัมภีร์ทางพุทธศาสนา ฮูปแต้ม หีบพระธรรม หอธรรมาสน์ โองสวด ฮาวไตเทียน ทั้งนี้ ผลงานเหล่านี้ ล้วนมีเอกลักษณ์โดดเด่น แสดงถึงภูมิปัญญาเฉพาะถิ่นของช่างฝีมืออีสาน โดยสามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น ช่างหลวงและช่างพื้นเมืองแบบล้านช้าง ซึ่งสามารถพบเห็นได้ตามวัดวาอารามสำคัญต่าง ๆ ทั่วภาคอีสาน ด้วยภูมิประเทศที่ห่างไกลจากอิทธิพลทางการเมืองของทั้งล้านช้างและอยุธยา ส่งผลให้พุทธศิลป์อีสานมีวิวัฒนาการและสร้างสรรค์เอกลักษณ์เฉพาะตนอย่างหลากหลาย สะท้อนวิถีชีวิตและค่านิยมของผู้คนในสังคมอีสานที่เปี่ยมไปด้วยเสรีภาพ (กรมส่งเสริมวัฒนธรรม, 2562a)

พุทธศิลป์อีสาน หมายถึง ผลงานทางศิลปะที่เกี่ยวข้องกับศาสนาพุทธในดินแดนอีสาน ซึ่งมีความโดดเด่นและเอกลักษณ์เฉพาะตัว สะท้อนให้เห็นถึงวัฒนธรรม ประเพณี ความเชื่อ และภูมิปัญญาของชาวอีสาน พุทธศิลป์อีสานได้รับอิทธิพลจากศิลปะอินเดีย ลาว และไทย ผสมผสานกับรูปแบบท้องถิ่น ก่อให้เกิดรูปแบบพุทธศิลป์ที่งดงามและทรงคุณค่า (กรมศิลปากร, 2554)

จากการศึกษาความหมายของพุทธศิลป์อีสานจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า พุทธศิลป์อีสาน หมายถึง มรดกทางวัฒนธรรมที่สืบทอดและพัฒนาต่อยอดมาจากศิลปะและวัฒนธรรมล้านช้าง สะท้อนให้เห็นถึงความผูกพันทางประวัติศาสตร์ สังคม และประเพณีร่วมกัน ซึ่งมีเอกลักษณ์โดดเด่นที่แสดงถึงภูมิปัญญาเฉพาะถิ่นของช่างฝีมืออีสาน เปรียบเสมือนบันทึกทางประวัติศาสตร์ สะท้อนให้เห็นถึงวิวัฒนาการทางศิลปวัฒนธรรม ความเชื่อ ประเพณี และภูมิปัญญาของชาวอีสาน เป็นแหล่งเรียนรู้ ปลูกฝังจิตสำนึก และสร้างความภาคภูมิใจในวัฒนธรรมท้องถิ่น อันมีคุณค่าแก่การอนุรักษ์

### 2.3.3 วิวัฒนาการของพุทธศิลป์อีสาน

พุทธศิลป์อีสานมีการพัฒนาต่อเนื่องมาอย่างยาวนาน เริ่มต้นตั้งแต่สมัยทวารวดี ลพบุรี เขมร จนถึงปัจจุบัน ได้รับอิทธิพลจากศาสนาพุทธ วัฒนธรรม และความเชื่อดั้งเดิม ผสมผสานกับรูปแบบศิลปะภายนอกอย่างกลมกลืน สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลทางวัฒนธรรมและความเชื่อของผู้คนในภูมิภาคนี้ เริ่มแรกได้รับอิทธิพลจากทวารวดี ลพบุรี และเขมร ผสมผสานกับเอกลักษณ์ท้องถิ่น กลายเป็นพุทธศิลป์อีสานที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว (กรมส่งเสริมวัฒนธรรม, 2562b) พุทธศิลป์อีสานมีวิวัฒนาการที่ยาวนาน สามารถแบ่งตามช่วงยุคได้ดังนี้

1) ยุคก่อนประวัติศาสตร์: หลักฐานทางโบราณคดีบ่งชี้ว่า พุทธศาสนาเริ่มเข้ามาในดินแดนอีสานตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ พบโบราณวัตถุที่เกี่ยวกับความเชื่อในศาสนาพราหมณ์-ฮินดู เช่น เทวรูป รูปเคารพ และลวดลายบนภาชนะดินเผา หลักฐานเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า พุทธศาสนาได้รับการนับถือในอีสานมานานหลายพันปี

2) ยุคทวารวดี: ในยุคทวารวดี พุทธศิลป์อีสานได้รับอิทธิพลจากศิลปะทวารวดี ซึ่งเป็นศิลปะที่ผสมผสานระหว่างศิลปะอินเดียและศิลปะท้องถิ่น เป็นพุทธศาสนาแบบมหายานจากอินเดียตอนใต้ ลักษณะเด่นของพุทธศิลป์ทวารวดีอีสาน ลักษณะเด่นของพุทธศิลป์ทวารวดีอีสาน ได้แก่ พระพุทธรูปปางสมาธิ พระพักตร์กลม พระเกศาขดเป็นวง พระวรกายอวบอ้วน สวมอาภรณ์น้อย ประดับเครื่องประดับอย่างเต็มยศ

3) ยุคพินาย: ศูนย์กลางอยู่ที่เมืองพินาย ได้รับอิทธิพลจากขอมโบราณ ลักษณะเด่นของพุทธศิลป์พินาย คือ พระพุทธรูปปางไตรภูมิ พระพักตร์เหลี่ยม พระวรกายผอมบาง ประดับเครื่องประดับน้อย มักประดิษฐานอยู่ภายในปราสาทประธานของปราสาทหิน

4) ยุคสุโขทัย: ในยุคสุโขทัย พุทธศิลป์อีสานเริ่มมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวมากขึ้น ลักษณะเด่นของพุทธศิลป์สุโขทัยอีสาน ได้แก่ พระพุทธรูปปางมารวิชัย พระพักตร์กว้าง พระเกศาเป็นโมก พระวรกายอวบอ้วน สวมอาภรณ์น้อย

5) ยุคธนบุรี: ได้รับอิทธิพลจากกรุงศรีอยุธยา ลักษณะเด่นของพุทธศิลป์ธนบุรี คือ พระพุทธรูปปางป่าเลไลยก์ ปางสมาธิ และปางไตรภูมิ พระพักตร์กลม พระวรกายอวบอ้วน ประดับเครื่องประดับอย่างเต็มยศ มักทำจากวัสดุหลากหลาย เช่น หินทราย โลหะสำริด และไม้แกะสลัก

6) ยุครัตนโกสินทร์: ได้รับอิทธิพลจากกรุงเทพมหานคร ศิลปะไทยภาคกลาง ลักษณะเด่นของพุทธศิลป์รัตนโกสินทร์ คือ พระพุทธรูปปางมารวิชัย ปางสมาธิ และปางไตรภูมิ พระพักตร์เรียวยาว พระวรกายผอมบาง ประดับเครื่องประดับน้อย มักทำจากวัสดุหลากหลาย เช่น หินอ่อน โลหะสำริด และไม้แกะสลัก นอกจากนี้ยังมีการสร้างพระพุทธรูปปางอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ปางเปิดโลก ปางห้ามสมุทร และปางฉันทสมภาร

ในปัจจุบัน พุทธศิลป์อีสานยังคงมีวิวัฒนาการต่อเนื่อง มีความหลากหลาย ศิลปินอีสานได้ผสมผสานรูปแบบศิลปะดั้งเดิมกับรูปแบบศิลปะสมัยใหม่ เน้นการสื่ออารมณ์และความรู้สึกผ่านงานศิลปะ สร้างสรรค์ผลงานพุทธศิลป์ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อและวัฒนธรรมของชาวอีสานในยุคปัจจุบัน

พุทธศิลป์อีสานในประเทศไทย หรือที่เรียกว่า ศิลปะล้านช้าง ได้รับอิทธิพลทางศิลปะจากหลายแหล่ง โดยเฉพาะ ศิลปะล้านนา ที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดทั้งทางภูมิศาสตร์และวัฒนธรรม ส่งผลให้รูปแบบพระพุทธรูปล้านช้างได้รับอิทธิพลจากล้านนามาก่อนที่จะพัฒนาเป็นเอกลักษณ์ของตัวเองอย่างแท้จริงในช่วงปลายพุทธศตวรรษที่ 21 (ศักดิ์ชัย สายสิงห์, 2564) พุทธปฏิมากรรมสำริดศิลปะล้านช้าง เริ่มก่อกำเนิดราวพุทธศตวรรษที่ 19 โดยผสมผสานศิลปะเขมรแบบสมัยหลังบายนหรือแบบพระบาง ศิลปะสุโขทัย และศิลปะล้านนาเข้าด้วยกัน (สมเกียรติ โล่ห์เพชรรัตน์, 2543) ดังกล่าวนี้อาจเป็นผลมาจากความสัมพันธ์อันใกล้ชิดระหว่างล้านช้างกับสุโขทัยและล้านนา โดยล้านช้างเคยเป็นเมืองขึ้นของสุโขทัย มีการติดต่อค้าขายและแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกันอยู่เสมอ รวมไปถึง

ความสัมพันธ์ส่วนตัวระหว่างพระเจ้าฟ้างุ้ม กษัตริย์ล้านช้าง กับพระยาคำตัน เจ้าเมืองน่าน ดินแดนที่อุดมไปด้วยศิลปะสุโขทัยและล้านนา การแพร่หลายของศิลปะล้านช้างในภาคอีสาน เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของอาณาจักรล้านช้างในอดีต ประกอบกับก่อนที่ฝรั่งเศสจะเข้ายึดครองล้านช้าง ภาคอีสานเคยอยู่ใต้ปกครองของไทย ส่งผลให้พบเห็นพระพุทธรูปล้านช้างได้อย่างแพร่หลายในภาคอีสาน (วิจิตรวินทะไชย, 2560) การสร้างพระพุทธรูปล้านช้าง สะท้อนภูมิปัญญาและความศรัทธาที่มีต่อพระพุทธเจ้าของบรรพบุรุษ ผลงานเหล่านี้แสดงเอกลักษณ์เฉพาะของ สกุลช่างล้านช้าง ที่ผสมผสานหลักกรรมทางพุทธศาสนากับปรัชญาศิลปะอย่างกลมกลืน ก่อให้เกิดคุณค่าความงามอันล้ำค่าทางพระพุทธศาสนา พระพุทธรูปล้านช้างเหล่านี้ยังมีอิทธิพลต่อการสร้างพระพุทธรูปทั้งในอดีตและปัจจุบัน (พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณ, 2562)

พุทธศิลป์อีสานเผยให้เห็นถึง ความเชื่อ วัฒนธรรม และอิทธิพลทางศิลปะจากหลากหลายภูมิภาค วิวัฒนาการของพุทธศิลป์อีสาน แสดงถึงความยืดหยุ่นและความคิดสร้างสรรค์ของช่างฝีมือท้องถิ่น สะท้อนให้เห็นถึง อิทธิพลทางวัฒนธรรม ความเชื่อ และ ค่านิยมที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา การศึกษาพุทธศิลป์อีสานจึงช่วยให้เข้าใจวัฒนธรรม ประเพณี และความเชื่อของชาวอีสานได้ดียิ่งขึ้น

#### 2.3.4 ประเภทของภูมิปัญญาพุทธศิลป์อีสาน

ภูมิปัญญาพุทธศิลป์อีสานคืองานศิลปะประเภทต่าง ๆ ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมความศรัทธา ประเภทของพุทธศิลป์ แบ่งได้เป็น 3 ประเภทได้แก่ สถาปัตยกรรม ประติมากรรมและจิตรกรรม (พระครูภัทรจิตตาภรณ์ และ พระมหาสุพร รุกขิตธมฺโมและพระยุพธนา อธิจิตโต, 2563)

1) สถาปัตยกรรม หมายถึง การออกแบบก่อสร้างอาคารสถานที่ต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบพิธีกรรมทางพระพุทธศาสนา เช่น พระอุโบสถ พระวิหาร พระเจดีย์ ฯลฯ ลักษณะเด่นของสถาปัตยกรรมพุทธศิลป์ไทยจะเน้นความเรียบง่าย สง่างาม สมดุล กลมกลืนกับธรรมชาติ ตัวอย่างสถาปัตยกรรมพุทธศิลป์ไทยที่โด่งดัง เช่น วัดพระศรีรัตนศาสดาราม (วัดพระแก้ว) วัดอรุณราชวราราม ราชวรมหาวิหาร วัดมหาธาตุยุวราชรังสฤษฎิ์

พูน ปณ ทิโต ชิว



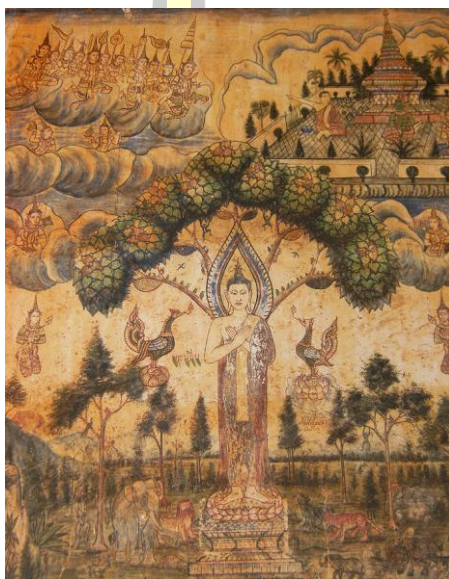
ภาพประกอบที่ 1 พระบรมธาตุไชยา สถาปัตยกรรมยุคศรีวิชัย  
(มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2559)

2) ประติมากรรม หมายถึง งานปั้น หล่อ แกะสลักวัสดุขึ้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ประติมากรรมพุทธศิลป์ไทยจะเน้นสร้างพระพุทธรูป พระโพธิสัตว์ เทวดา และบุคคลสำคัญในพุทธศาสนา ลักษณะเด่นของประติมากรรมพุทธศิลป์ไทยจะสื่อถึงความสง่างาม อ่อนโยน เมตตา ตัวอย่างประติมากรรมพุทธศิลป์ไทยที่โด่งดัง เช่น พระพุทธชินราช พระพุทธศรีสรรเพชญ์ พระปางไตรภูมิ



ภาพประกอบที่ 2 พระพุทธชินราช ประติมากรรมสมัยสุโขทัย  
(เชียงใหม่เพรส, 2564)

3) จิตรกรรม หมายถึง การวาดภาพลงบนพื้นผิวต่าง ๆ จิตรกรรมพุทธศิลป์ไทยจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ จิตรกรรมฝาผนังและจิตรกรรมบนใบลาน เนื้อหาของจิตรกรรมพุทธศิลป์ไทยจะเน้นเรื่องราวในพุทธศาสนา เช่น ประวัติพระพุทธเจ้า ชาดก อติตชาติ ลักษณะเด่นของจิตรกรรมพุทธศิลป์ไทยจะเน้นสีสันสดใสสดใสลวดลายวิจิตรบรรจง ตัวอย่างจิตรกรรมพุทธศิลป์ไทยที่โด่งดัง เช่น จิตรกรรมฝาผนังวัดพระศรีรัตนศาสดาราม (วัดพระแก้ว) จิตรกรรมบนใบลานเรื่องพระเวสสันดรชาดก



ภาพประกอบที่ 3 จิตรกรรมฝาผนังวัดสามเรือน จังหวัดพิษณุโลก  
(ไพบุลย์ อมรประภา, 2553)

## 2.4 เทคโนโลยี 3 มิติ

### 2.4.1 หลักการและองค์ประกอบของเทคโนโลยี 3 มิติ

มิติ หมายถึง คุณสมบัติของพื้นที่ อธิบายถึงการขยายตัวไปในทิศทางต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ภาพ 2 มิติประกอบด้วยความยาวและความกว้าง เปรียบเสมือนภาพวาดบนกระดาษ ในขณะที่วัตถุส่วนใหญ่ในโลกแห่งความเป็นจริงมี 3 มิติประกอบไปด้วยความยาว ความกว้าง และความลึก ตัวอย่างที่ชัดเจนคือลูกบาศก์ซึ่งมีความยาว ความกว้าง และความลึก ในภาพยนตร์ 2 มิติทั่วไป หน้าจอจะมีเพียงความยาวและความกว้างไม่มีความลึก ผู้ชมจึงรู้สึกเหมือนฉากแอคชั่นทั้งหมดกำลังเกิดขึ้นบนจอภาพขนาดใหญ่ แต่ภาพยนตร์ 3 มิติจะเพิ่มมิติความลึก ช่วยให้ผู้ชมรู้สึกเหมือนเป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์ ดึงดูดใจและสร้างความตื่นเต้นเร้าใจยิ่งขึ้น

เทคโนโลยี 3 มิติ (3D Technology) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้จำลองวัตถุ สภาพแวดล้อม และประสบการณ์เสมือนจริง นำเสนอวิธีการสร้างสรรค์และโต้ตอบกับวัตถุ สภาพแวดล้อมเสมือนจริงผ่านภาพ เสียง และการโต้ตอบที่สมจริง เทคโนโลยีนี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างสรรค์ผลงานที่มีมิติสมจริงดึงดูดผู้ใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน สร้างภาพลวงตาให้ผู้ชมรับรู้ถึงมิติความลึกช่วยให้ได้สัมผัสประสบการณ์ที่หลากหลายและดึงดูดใจ (Masih, 2022) องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยี 3 มิติ ประกอบด้วย

1) ฮาร์ดแวร์: ประกอบด้วย อุปกรณ์รับภาพ กล้อง จอแสดงผล คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลและแสดงผลภาพ 3 มิติ เช่น

คอมพิวเตอร์: ประมวลผลข้อมูล 3 มิติ คำนวณภาพ 3 มิติ และควบคุมอุปกรณ์แสดงผล

อุปกรณ์แสดงผล: แสดงผลภาพ 3 มิติ เช่น จอคอมพิวเตอร์ จอสมาร์ทโฟน หรือแว่นตา VR

อุปกรณ์รับข้อมูล: เก็บข้อมูล 3 มิติ เช่น กล้องสแกน 3 มิติ เซ็นเซอร์จับความเคลื่อนไหว หรืออุปกรณ์สวมใส่

อุปกรณ์ควบคุม: ควบคุมการโต้ตอบกับวัตถุ 3 มิติ เช่น เม้าส์ คีย์บอร์ด จอยสติ๊ก หรืออุปกรณ์สวมใส่

2) ซอฟต์แวร์: ประกอบด้วย โปรแกรมสำหรับสร้าง แก้ไข และแสดงผลโมเดล 3 มิติ โปรแกรมสำหรับจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง และโปรแกรมสำหรับการโต้ตอบกับวัตถุและสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เช่น

โปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติ: สร้าง แก้ไข และจัดการข้อมูล 3 มิติ

โปรแกรมแอนิเมชัน: สร้างการเคลื่อนไหวให้กับวัตถุ 3 มิติ

โปรแกรมเกม 3 มิติ: สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสำหรับเกม

โปรแกรมจำลองสภาพแวดล้อม: จำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสำหรับการฝึกอบรมหรือการออกแบบ

3) เนื้อหา: ประกอบด้วย โมเดล 3 มิติ สภาพแวดล้อมเสมือนจริง ภาพ เสียง และข้อมูลอื่น ๆ ที่ใช้ในการสร้างประสบการณ์เสมือนจริง เช่น

โมเดล 3 มิติ: ข้อมูลดิจิทัลที่แทนค่ารูปร่างของวัตถุ

เทกเจอร์: ข้อมูลดิจิทัลที่แทนค่าพื้นผิว

เทคโนโลยี 3 มิติ สร้างภาพเสมือนจริงของวัตถุ สภาพแวดล้อม และประสบการณ์ โดยอาศัยหลักการดังต่อไปนี้

1) การแทนค่าข้อมูล 3 มิติ: ข้อมูล 3 มิติ ประกอบด้วยจุด ขอบ และพื้นผิวของวัตถุ แต่ละจุดถูกกำหนดด้วยค่าพิกัด  $x, y, z$  ในระบบพิกัดสามมิติ ข้อมูลเหล่านี้ถูกเก็บไว้ในรูปแบบดิจิทัล เช่น ไฟล์ STL, OBJ หรือ PLY ข้อมูลเหล่านี้จะได้มาจากการสร้างโมเดล 3 มิติของวัตถุ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

การสแกน 3 มิติ: ใช้เครื่องสแกน 3 มิติยิงแสงเลเซอร์หรือแสงอื่น ๆ ไปยังวัตถุเพื่อเก็บข้อมูลรูปร่างและพื้นผิว จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างโมเดล 3 มิติ

การสร้างโมเดล 3 มิติจากภาพถ่าย: ใช้โปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติจากภาพถ่ายหลายภาพ โดยอาศัยหลักการ Photogrammetry

การสร้างโมเดล 3 มิติด้วยมือ: ใช้โปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติ โดยใช้เทคนิคการวาด การปั้น ฯลฯ

2) กระบวนการสร้างภาพ 3 มิติ: เมื่อได้โมเดล 3 มิติแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการแสดงผลบนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแว่นตา VR โดยใช้เทคนิคการประมวลผลกราฟิก 3 มิติ (3D Graphics) กระบวนการนี้เรียกว่า "การเรนเดอร์" (Rendering) เทคนิคการเรนเดอร์ที่นิยมใช้ ได้แก่

2.1) การเรนเดอร์แบบเรย์แคสติ้ง (Ray Casting): ปลอ่ยรังสีจากจุดชมภาพไปยังวัตถุ 3 มิติ คำนวณจุดตัดระหว่างรังสีกับวัตถุ และกำหนดสีของจุดภาพตามสีของวัตถุ

2.2) การเรนเดอร์แบบแรสเตอร์ (Rasterization): แบ่งหน้าจอออกเป็นพิกเซลย่อย คำนวณสีของแต่ละพิกเซลตามข้อมูล 3 มิติของวัตถุ

3) การโต้ตอบกับวัตถุ 3 มิติ: ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับวัตถุ 3 มิติ ผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เม้าส์ คีย์บอร์ด จอยสติ๊ก หรืออุปกรณ์สวมใส่ ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับวัตถุ 3 มิติได้หลายวิธี เช่น หมุน ขุม เข้า-ออก เลือกรูปร่างหรือเลือกวัตถุ 3 มิติ ได้อย่างอิสระ ช่วยให้ผู้ใช้ได้รับประสบการณ์ที่สมจริงยิ่งขึ้น

#### 2.4.2 ประเภทของเทคโนโลยี 3 มิติ

เทคโนโลยี 3 มิติมีหลากหลายประเภท แต่ละประเภทมีจุดเด่นและจุดด้อยที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการใช้งาน วัสดุ และงบประมาณ (Masih, 2022) โดยแบ่งออกเป็นประเภทได้ดังนี้

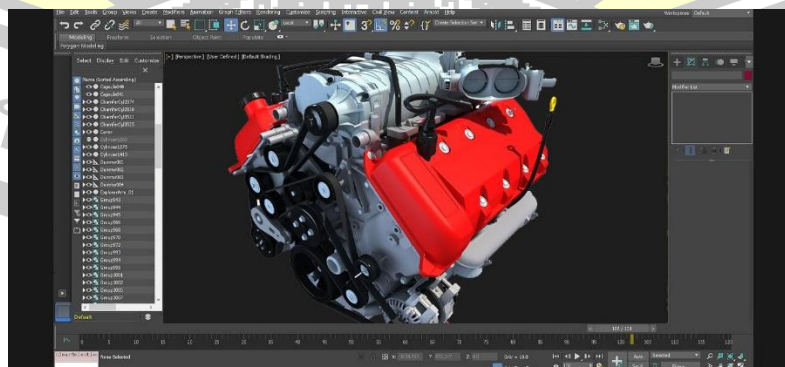
1) การสร้างโมเดลสามมิติ (3D Modeling): เป็นเทคนิคการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยซึ่งใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างโมเดลเสมือนจริงของผลิตภัณฑ์ในรูปแบบสามมิติ เทคนิคนี้ช่วยให้นักออกแบบสามารถสร้างภาพจำลองที่สมจริงของผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบรายละเอียดต่าง ๆ ของการออกแบบ ทดสอบการทำงาน และนำเสนอผลงานอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการสร้างโมเดลสามมิติโดยทั่วไปเริ่มต้นด้วยการสร้างแบบจำลองโครงสร้างพื้นฐาน (wireframe) ของผลิตภัณฑ์โดยใช้ซอฟต์แวร์ CAD (Computer-Aided Design) จากนั้นจึงเพิ่มรายละเอียดต่าง ๆ ของ

โมเดล เช่น พื้นผิว ลวดลาย สี และวัสดุ เทคนิคการสร้างภาพ (visualization) ต่าง ๆ เช่น การเรนเดอร์ (rendering) และการจำลองแสงเงา (lighting simulation) จะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างภาพสองมิติที่สมจริงของโมเดลสามมิติซอฟต์แวร์สร้างโมเดลสามมิติมีให้เลือกใช้งานหลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับความต้องการและลักษณะการใช้งานของผู้ใช้ ดังภาพประกอบที่ 4 ซอฟต์แวร์ยอดนิยมบางตัว ได้แก่ 3ds Max, Autodesk Maya, Blender, SolidWorks, Rhino 3D



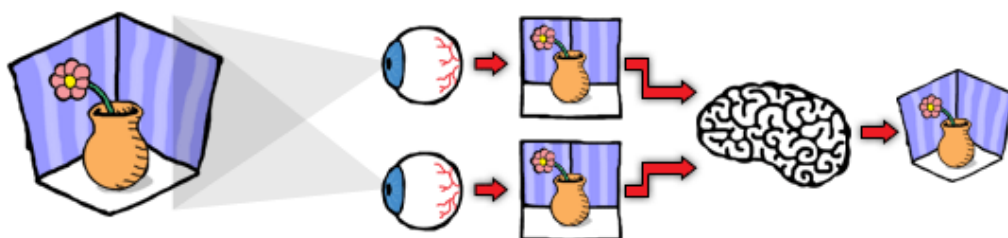
ภาพประกอบที่ 4 3D Modeling  
(ThePro3DStudio, 2023)

2) การเรนเดอร์ภาพสามมิติ (3D Rendering): เป็นเทคนิคการสร้างภาพเสมือนจริงของผลิตภัณฑ์โดยใช้คอมพิวเตอร์ เทคนิคนี้ช่วยให้เห็นกรอบแบบสามารถสร้างภาพดิจิทัลที่เหมือนจริงของผลิตภัณฑ์ เพื่อนำเสนอรายละเอียดต่าง ๆ ของการออกแบบ ทดสอบการทำงาน และนำเสนอผลงานอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการเรนเดอร์ภาพสามมิติโดยทั่วไปเริ่มต้นด้วยการสร้างโมเดลสามมิติของผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงนำโมเดลไปผ่านกระบวนการเรนเดอร์ ซึ่งซอฟต์แวร์เรนเดอร์จะคำนวณแสงเงา พื้นผิว และวัสดุต่าง ๆ ของโมเดล เพื่อสร้างภาพสองมิติที่เหมือนจริง ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบที่ 5 3D model rendering  
(ThePro3DStudio, 2023)

3) สเตอริโอสโคป (Stereoscopy): เทคนิคการสร้างภาพลวงตาให้เกิดมิติความลึกเสมือนจริง โดยอาศัยหลักการมองเห็นสองตา (binocular vision) ของมนุษย์ เทคนิคนี้ทำงานโดยนำเสนอภาพสองภาพที่คล้ายคลึงกันแต่มีความแตกต่างเล็กน้อย ไปยังตาข้างซ้ายและตาข้างขวาของผู้ชมแยกกัน ภาพสองภาพที่นำเสนอนี้ มักจะมีความแตกต่างกันในมุมมองหรือตำแหน่ง เมื่อสมองได้รับภาพทั้งสองภาพ สมองจะทำการรวมภาพสองมิติเหล่านี้เข้าด้วยกัน สร้างการรับรู้เชิงลึกเสมือนจริงหรือที่เรียกว่า "การมองเห็นแบบ 3 มิติ" ดังภาพประกอบที่ 6



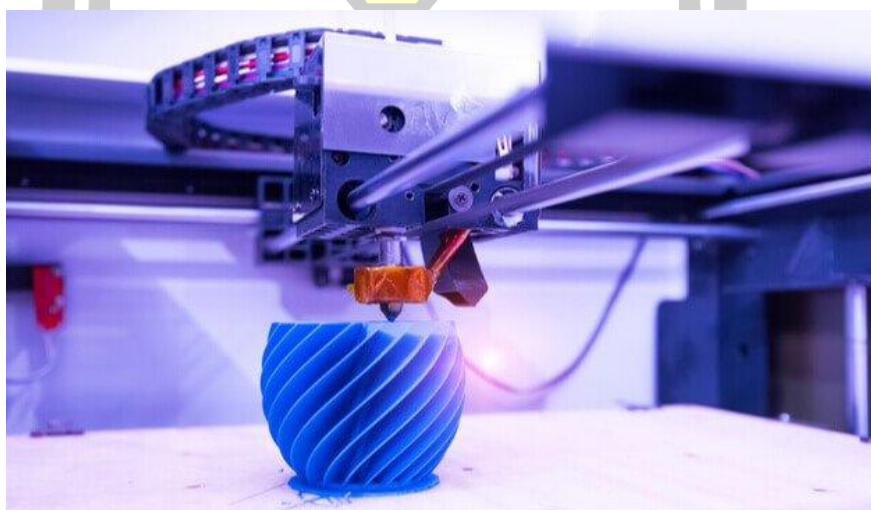
ภาพประกอบที่ 6 เทคนิคการสร้างภาพลวงตาแบบ Stereoscopy  
(Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSITEC), n.d.)

4) ภาพจำลองคอมพิวเตอร์ (CGI): Computer Generated Imagery (CGI) หมายถึง กระบวนการสร้างภาพเสมือนจริงหรือภาพเคลื่อนไหว โดยอาศัยการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์กราฟิกคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยี 3 มิติได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรม อาทิ การโฆษณา อีคอมเมิร์ซ สถาปัตยกรรม ภาพยนตร์ ฯลฯ ด้วยคุณสมบัติที่ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย CGI จึงกลายเป็นทางเลือกอันทรงประสิทธิภาพสำหรับการถ่ายภาพผลิตภัณฑ์ โดยมอบผลลัพธ์ที่สมจริง คุ่มค่า และตอบโจทย์ความต้องการได้อย่างดียิ่ง



ภาพประกอบที่ 7 Computer Generated Imagery (CGI)  
(Beatrice, 2020)

5) เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing technology): 3D Printing หรือ การพิมพ์ 3 มิติ เป็นเทคโนโลยีการผลิตแบบเติมเนื้อวัสดุ (Additive Manufacturing) ซึ่งสร้างวัตถุสามมิติขึ้นจากโมเดลคอมพิวเตอร์ กระบวนการสร้างวัตถุสามมิติใช้วัสดุหลากหลายชนิด วางทีละชั้น จนกลายเป็นรูปทรงที่ต้องการ เทคโนโลยีนี้แตกต่างจากกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมที่ใช้วิธีการกัดเซาะวัสดุออกจากแท่งโลหะหรือบล็อกพลาสติก หลักการทำงาน ของเทคโนโลยี 3D Printing เปรียบเสมือนการพิมพ์เอกสารแบบ 2 มิติ แต่แทนที่จะพิมพ์ลงบนกระดาษ เทคโนโลยีนี้จะพิมพ์ลงบนพื้นผิว 3 มิติโดยใช้หัวฉีดพ่นวัสดุ เลเซอร์หรือแสง ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้ ดังภาพประกอบที่ 8 วัสดุที่ใช้ในการพิมพ์ 3 มิติมีหลากหลายประเภท เช่น พลาสติก เรซิน โลหะ ผงเซรามิก วัสดุชีวภาพ เป็นต้น



ภาพประกอบที่ 8 การพิมพ์ 3 มิติ

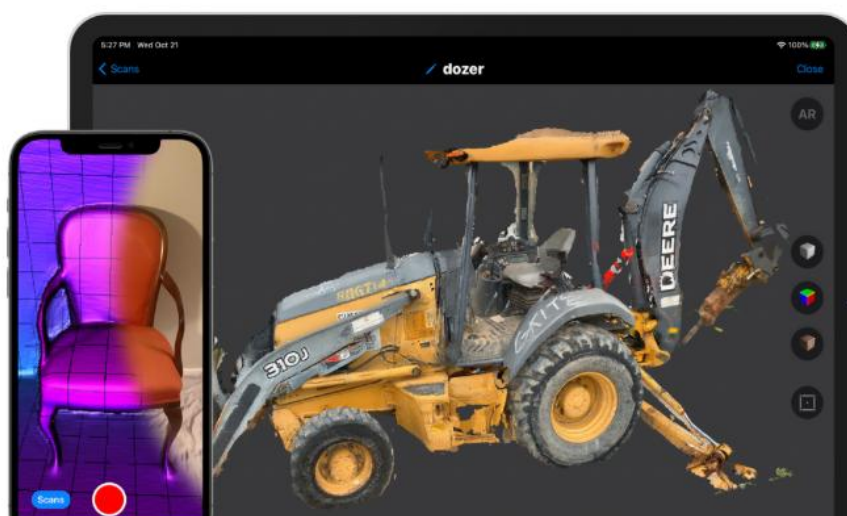
(Business World Innovative Technologies, 2020)

6) แอนิเมชัน 3 มิติ (3D Animation): เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สร้างภาพเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยอาศัยโมเดลดิจิทัล 3 มิติ แทนการใช้วัตถุจริง เทคโนโลยีนี้ช่วยให้สร้างภาพลวงตาของการเคลื่อนไหวเสมือนจริง ดึงดูดความสนใจของผู้ชมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น ในอุตสาหกรรมภาพยนตร์ เกม โฆษณา สถาปัตยกรรม และงานออกแบบ กระบวนการสร้างแอนิเมชันแบบ 3 มิติประกอบไปด้วยหลายขั้นตอน เริ่มต้นด้วยการออกแบบโมเดล 3 มิติ กำหนดรายละเอียดของตัวละคร วัตถุ ฉาก แสง เงา และเนื้อสัมผัส ต่อมาทำการเคลื่อนไหวโมเดล 3 มิติ ปรับแต่งการแสดงผลออก ทำทาสี และการเคลื่อนไหวให้สมจริง สุดท้ายทำการเรนเดอร์ภาพและเสียง เพื่อแปลงข้อมูลดิจิทัลทั้งหมดเป็นภาพยนตร์แอนิเมชัน



ภาพประกอบที่ 9 แอนิเมชัน 3 มิติ  
(Heraldo, 2019)

7) เทคโนโลยีมุมมอง 3 มิติ (3D Viewer): นำเสนอประสบการณ์การช้อปปิ้งแบบเรียลไทม์ที่เหนือจริง ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสัมผัสสภาพสินค้าที่มีรายละเอียดและเอฟเฟกต์ที่สมจริงราวกับได้สัมผัสสินค้าจริง ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน ดังภาพประกอบที่ 10 การผสมรวมเทคโนโลยีมุมมอง 360 องศาเข้ากับร้านค้าออนไลน์ ช่วยให้ลูกค้าสามารถสำรวจสินค้าได้อย่างอิสระ หมุนดูสินค้าได้ทุกมุมมอง ชุมเข้าเพื่อชมรายละเอียดที่คมชัด เปรียบเสมือนกำลังเดินอยู่ในร้านค้าจริง ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการตัดสินใจซื้อ และลดโอกาสการส่งคืนสินค้า

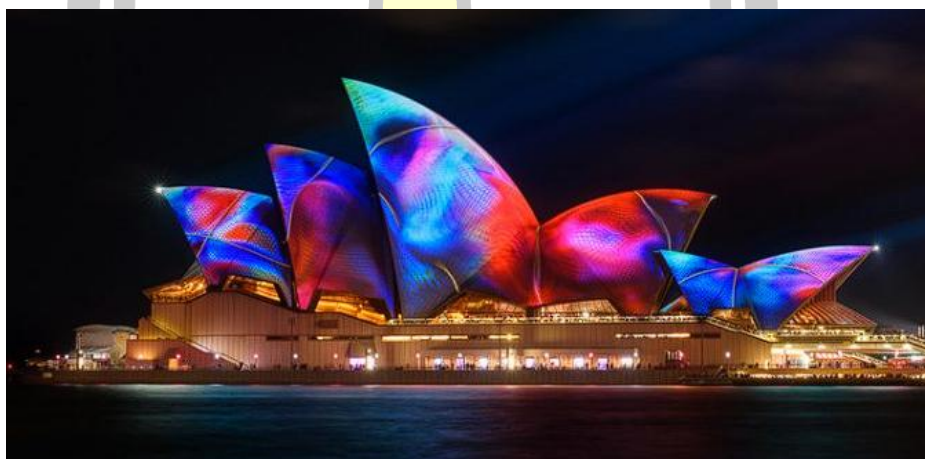


ภาพประกอบที่ 10 เทคโนโลยีมุมมอง 3 มิติ  
(3DSurveyService, 2020)

8) เทคนิคการฉายภาพสามมิติ (3D Projection): เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แปลงข้อมูลของจุดในภาพสามมิติไปยังพื้นผิวระนาบสองมิติ (2D Plane) ดังภาพประกอบที่ 11 เทคนิคนี้มีความหลากหลาย โดยอาศัยหลักการทางเรขาคณิตแบบระนาบสองมิติในการแสดงผล ข้อมูลกราฟิก ผลลัพธ์ที่ได้จากการฉายภาพสามมิติเป็นที่นิยมใช้ในงานด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ วิศวกรรม และงานเขียนแบบทางเทคนิค การฉายภาพสามมิติ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

8.1) การฉายภาพแบบฉากตั้ง (Orthographic projection): เป็นการฉายภาพที่เส้นขนานกันในวัตถุสามมิติ จะถูกฉายไปยังระนาบฉายภาพแบบขนานกันเสมอ ส่งผลให้ภาพที่ได้มีขนาดและสัดส่วนที่ถูกต้อง แต่ไม่มีมิติความลึก

8.2) การฉายภาพแบบจุดศูนย์กลาง (Perspective projection): เป็นการฉายภาพที่เหมือนกับการมองวัตถุผ่านกล้อง โดยเส้นขนานกันในวัตถุสามมิติ จะถูกฉายไปยังระนาบฉายภาพแบบบรรจบกันที่จุดศูนย์กลางการฉายภาพ ส่งผลให้ภาพที่ได้มีมิติความลึก สมจริง



ภาพประกอบที่ 11 เทคนิคการฉายภาพสามมิติ

(HeavyM, n.d.)

9) เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR): เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน AR ทำหน้าที่ผสมผสานโลกความจริงเข้ากับโลกเสมือนจริง ช่วยยกระดับประสบการณ์การช้อปปิ้งและการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ โดยเทคโนโลยีนี้ ช่วยให้ผู้บริโภคสามารถทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ที่ปรับแต่งตามความต้องการภายในสภาพแวดล้อมบ้านของตนเอง เพื่อให้เห็นภาพลักษณะของสินค้าในสถานการณ์จริง ในอดีต ผู้คนจำเป็นต้องวัดขนาดพื้นที่เพื่อเลือกซื้อเฟอร์นิเจอร์ อีกทั้งต้องคาดการณ์ว่าเฟอร์นิเจอร์นั้นจะเข้ากับสไตล์ของห้องหรือไม่ เทคโนโลยีความจริงเสริม ช่วยขจัดความยุ่งยากเหล่านั้น ลูกค้าสามารถทดลองจัดวางเฟอร์นิเจอร์ที่เลือกไว้ภายในห้องเสมือนจริง เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมที่สุด



ภาพประกอบที่ 12 เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR)  
(Masih, 2022)

นอกจากการช่วยให้ลูกค้าตัดสินใจเลือกซื้อได้ง่ายขึ้นแล้ว AR ยังมีศักยภาพในด้านการตลาด ธุรกิจต่าง ๆ สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีนี้ในการประชาสัมพันธ์แบรนด์ และนำเสนอข้อมูลสินค้าด้วยประสบการณ์แบบ 3 มิติ ซึ่งจะช่วยสร้างความน่าสนใจและดึงดูดลูกค้าได้มากยิ่งขึ้น เทคโนโลยีนี้ช่วยให้ผู้บริโภคสามารถทดลองใช้งานเฟอร์นิเจอร์ที่ปรับแต่งได้เองภายในสภาพแวดล้อมบ้านพักอาศัยโดยสามารถมองเห็นภาพลักษณะของเฟอร์นิเจอร์เหล่านั้นได้อย่างสมจริงในอดีตผู้คนจำเป็นต้องวัดขนาดพื้นที่เพื่อเลือกซื้อเฟอร์นิเจอร์ อีกทั้งต้องอาศัยการคาดการณ์ว่าเฟอร์นิเจอร์นั้นจะเข้ากับสไตล์ของห้องหรือไม่ เทคโนโลยี AR ช่วยขจัดความยุ่งยากเหล่านั้น ลูกค้าสามารถทดลองจัดวางเฟอร์นิเจอร์ที่เลือกไว้ภายในห้องเสมือนจริง เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมที่สุด

#### 2.4.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 3 มิติกับพุทธศิลป์

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 3 มิติกับพุทธศิลป์ เปรียบเสมือนการเปิดประตูสู่โอกาสใหม่ ๆ ในการศึกษา การอนุรักษ์ และการเผยแพร่ศิลปกรรมล้ำค่าเหล่านี้ให้เป็นที่รู้จักแก่สาธารณชนกว้างขวางยิ่งขึ้น เทคโนโลยีนี้ ช่วยให้ผู้ชมสามารถสัมผัสประสบการณ์พุทธศิลป์อย่างใกล้ชิด เข้าใจรายละเอียดและมิติของงานศิลป์ได้อย่างลึกซึ้ง และยังสามารถศึกษา อนุรักษ์ และเผยแพร่พุทธศิลป์ ช่วยให้ผู้คนเข้าถึงและเรียนรู้เกี่ยวกับผลงานทางศิลปกรรมอันล้ำค่าเหล่านี้ได้อย่างลึกซึ้งและเข้าถึงได้ง่ายยิ่งขึ้น (พิริยา พิทยาวัฒน์ชัย, 2563) ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 3 มิติกับพุทธศิลป์มีดังนี้

1) การศึกษา: เทคโนโลยี 3 มิติสามารถสร้างแบบจำลองเสมือนจริงของโบราณวัตถุพุทธศิลป์ ช่วยให้ให้นักวิจัยและนักศึกษาสามารถศึกษาและวิเคราะห์โบราณวัตถุเหล่านี้ได้อย่างละเอียดและ

แม่นยำยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุจริงซึ่งอาจมีความเสี่ยงต่อการเสียหาย ตัวอย่างการใช้งานเทคโนโลยี 3 มิติเพื่อการศึกษาพุทธศิลป์ ได้แก่

- การสร้างแบบจำลองเสมือนจริงของพุทธศิลป์ ช่วยให้นักวิจัยสามารถศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดของพระพุทธรูป เช่น ลวดลายประดับ การแต่งกาย และลักษณะทางกายวิภาคได้อย่างละเอียด

- การสร้างแบบจำลองเสมือนจริงของสถาปัตยกรรมโบราณสถาน ช่วยให้นักวิจัยสามารถศึกษาและวิเคราะห์การออกแบบ การก่อสร้าง และการใช้งานของสถาปัตยกรรมโบราณสถานได้อย่างละเอียด

- การสร้างแบบจำลองเสมือนจริงของจิตรกรรมฝาผนัง ช่วยให้นักวิจัยสามารถศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา รูปแบบ และเทคนิคการวาดภาพได้อย่างละเอียด

2) การอนุรักษ์: เทคโนโลยี 3 มิติสามารถใช้บันทึกและสแกนโบราณวัตถุพุทธศิลป์ ช่วยให้สามารถสร้างสำเนาเสมือนจริงของโบราณวัตถุเหล่านี้ไว้สำหรับการศึกษาและอ้างอิงในอนาคต กรณีที่โบราณวัตถุถูกทำลายหรือสูญหาย ตัวอย่างการใช้งานเทคโนโลยี 3 มิติเพื่อการอนุรักษ์พุทธศิลป์ ได้แก่

- การสแกนโบราณวัตถุพุทธศิลป์เพื่อสร้างแบบจำลองเสมือนจริง ช่วยให้สามารถบันทึกและเก็บรักษาข้อมูลเกี่ยวกับโบราณวัตถุเหล่านี้ไว้สำหรับอนาคต

- การสร้างสำเนาเสมือนจริงของโบราณวัตถุพุทธศิลป์ ช่วยให้สามารถนำไปจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์หรือสถานที่อื่น ๆ โดยไม่ต้องนำโบราณวัตถุจริงมาจัดแสดง ซึ่งอาจมีความเสี่ยงต่อการเสียหาย

- การพิมพ์ 3 มิติโบราณวัตถุพุทธศิลป์ ช่วยให้สามารถสร้างสำเนาของโบราณวัตถุเหล่านี้ไว้สำหรับการศึกษา การอนุรักษ์ หรือการจัดแสดง

3) การเผยแพร่: เทคโนโลยี 3 มิติสามารถใช้สร้างประสบการณ์เสมือนจริง (VR) และความเป็นจริงเสริม (AR) ช่วยให้ผู้ชมสามารถสัมผัสกับพุทธศิลป์ได้อย่างใกล้ชิดและเสมือนจริงมากขึ้น ตัวอย่างการใช้งานเทคโนโลยี 3 มิติเพื่อการเผยแพร่พุทธศิลป์ ได้แก่

- การสร้างประสบการณ์ VR ของโบราณสถานพุทธศิลป์ ช่วยให้ผู้ชมสามารถเดินชมโบราณสถานเสมือนจริงและเรียนรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของโบราณสถานเหล่านี้

- การสร้างแอปพลิเคชัน AR ที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับโบราณวัตถุพุทธศิลป์ ช่วยให้ผู้ชมสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับโบราณวัตถุเหล่านี้ได้อย่างง่ายดายและสะดวก

- การสร้างระบบหรือโซเชี่ยลมีเดียที่แสดงภาพและวิดีโอ 3 มิติของพุทธศิลป์ ช่วยให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงและเรียนรู้เกี่ยวกับพุทธศิลป์เหล่านี้ได้จากทุกที่ในโลก

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 3 มิติกับพุทธศิลป์ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการ การศึกษา การอนุรักษ์ และการเผยแพร่ศิลปกรรมล้ำค่าเหล่านี้ เทคโนโลยีนี้ช่วยให้ผู้ชมสามารถสัมผัส ประติมากรรมพุทธศิลป์อย่างใกล้ชิด เข้าใจรายละเอียดและมิติของงานศิลป์ได้อย่างลึกซึ้ง และยังช่วย ให้สามารถศึกษา อนุรักษ์ และเผยแพร่พุทธศิลป์ ช่วยให้ผู้คนเข้าถึงและเรียนรู้เกี่ยวกับผลงานทาง ศิลปกรรมอันล้ำค่าเหล่านี้ได้อย่างลึกซึ้งและเข้าถึงได้ง่ายยิ่งขึ้น

## 2.5 คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

### 2.5.1 คลังข้อมูล

คลังข้อมูล คือ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ขององค์กร ที่รวบรวมฐานข้อมูลจากหลายแหล่ง หลาย ช่วงเวลา เป็นระบบฐานข้อมูลผ่านการปรับแก้ให้ถูกต้องแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาช่วยใน การตัดสินใจได้ แหล่งจัดเก็บข้อมูลขององค์กรที่ได้รับการออกแบบ เพื่อช่วยสำหรับวิเคราะห์และตัดสินใจ ของผู้บริหารโดยระบบข้อมูลเพื่อการบริหารจะแยกจากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติงาน ซึ่งอาจได้ข้อมูลจาก ฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติงานหรือจากภายนอกองค์กร มาประมวลผลร่วมกัน ซึ่งข้อมูลที่นำมาประมวลผล จะเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือเป็นข้อมูลในอดีต โดยจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงข้อมูลใด ๆ แต่อาจจะปรับ เพื่อความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปเก็บไว้ในคลังข้อมูลและมักจะเก็บเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นต่อการ ใช้ งานเท่านั้น โดยข้อมูลที่จัดเก็บในคลังนั้นมักจะจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเก็บ ข้อมูลในรูปแบบข้อมูลสรุป (ณัฐนนท์ จิรภิกขนิมิตร และ ศาสตรา เหล่าอรระคะ, 2564)

ชนวัฒน์ ศรีสอาน (2550) ได้กล่าวถึงคลังข้อมูลว่าประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ดังต่อไปนี้

1) ระบบสกัดแยกข้อมูล (Data Extraction, Transformation and Loading - ETL): ทำหน้าที่ดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกองค์กร แปลงข้อมูลให้เป็นรูปแบบที่ สอดคล้องกับโครงสร้างของคลังข้อมูล โหลดข้อมูลที่แปลงแล้วเข้าสู่คลังข้อมูล

2) พื้นที่จัดเก็บข้อมูลชั่วคราว (Data Staging Area): เป็นพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลดิบที่ดึง มาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ใช้สำหรับทำความสะอาด แก้ไข และแปลงข้อมูลก่อนโหลดเข้าสู่คลังข้อมูล จริง

3) ฐานข้อมูลคลังข้อมูล (Data Warehouse Database): เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้ว ออกแบบมาเพื่อรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก มีโครงสร้างที่เหมาะสมกับ การวิเคราะห์ข้อมูลตามหัวข้อ (Subject-Oriented)

4) เมทาดาตา (Metadata): ข้อมูลที่อธิบายข้อมูลในคลังข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูล เกี่ยวกับแหล่งที่มาของข้อมูล โครงสร้างของข้อมูล ความหมายของข้อมูล ฯลฯ ใช้สำหรับการค้นหา จัดการ และวิเคราะห์ข้อมูล

5) เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis Tools): เครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลในคลังข้อมูล ประกอบด้วย เครื่องมือสำหรับรายงาน สรุปข้อมูล สร้างแบบจำลองทางสถิติ ฯลฯ ช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถดึงข้อมูลเชิงลึกจากข้อมูลในคลังข้อมูล

6) เครื่องมือจัดการคลังข้อมูล (Data Warehouse Management Tools): เครื่องมือที่ใช้สำหรับจัดการคลังข้อมูล ประกอบด้วย เครื่องมือสำหรับโหลดข้อมูล แปลงข้อมูล สำรองข้อมูล ฯลฯ ช่วยให้ผู้ใช้ดูแลระบบสามารถดูแลรักษาคลังข้อมูลให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7) ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface): ช่องทางที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลในคลังข้อมูล ประกอบด้วย เว็บอินเทอร์เฟซ รายงาน แดชบอร์ด ฯลฯ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหา วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลได้อย่างง่ายดาย

8) บุคลากร (Personnel): บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ พัฒนา ดูแลรักษา และใช้งานคลังข้อมูล ประกอบด้วย นักวิเคราะห์ นักพัฒนา นักดูแลระบบ ผู้ใช้ ฯลฯ ทรัพยากรบุคคลที่มีทักษะและความรู้ที่จำเป็นเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จของคลังข้อมูล

นอกจากส่วนประกอบหลักเหล่านี้แล้ว คลังข้อมูลอาจมีส่วนประกอบอื่น ๆ เพิ่มเติม ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานขององค์กร เช่น ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System) ระบบสำรองข้อมูล (Backup System) ระบบจัดการข้อมูลคุณภาพ (Data Quality Management System)

คุณลักษณะเฉพาะของคลังข้อมูล การที่ระบบคลังข้อมูลสามารถนำมาใช้ช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจได้เพราะมีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญ (ณัฐนนท์ จิรภิกขนิมิตร และ ศาสตรา เหล่าอรระคะ, 2564) โดยคลังข้อมูลมีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1) การแบ่งโครงสร้างตามเนื้อหา (Subject Oriented): ข้อมูลในคลังข้อมูลจะถูกจัดกลุ่มตามหัวข้อหรือประเด็นที่สนใจของธุรกิจต่างจากฐานข้อมูลทั่วไปที่มีจัดเก็บข้อมูลตามโครงสร้างการทำงานของระบบ ข้อมูลในคลังข้อมูลจะถูกจัดกลุ่มตามหัวข้อทางธุรกิจที่สนใจ เช่น ลูกค้า สินค้า หรือยอดขาย ข้อมูลเหล่านี้จะถูกดึงออกมาวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามเชิงลึกเกี่ยวกับประสิทธิภาพการขาย กลยุทธ์การตลาด หรือพฤติกรรมของลูกค้า

2) การรวมเป็นหนึ่งเดียว (Integrated): คลังข้อมูลจะรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูล เช่น ฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ ระบบ หรือไฟล์จะถูกนำมารวมและจัดรูปแบบให้สอดคล้องกัน ข้อมูลซ้ำซ้อนจะถูกกำจัด ข้อมูลเหล่านี้จะถูกแปลงให้เป็นรูปแบบมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้อย่างง่ายดาย

3) ความสัมพันธ์กับเวลา (Time Variant): ข้อมูลในคลังข้อมูลจะถูกเก็บไว้อย่างยาวนาน ช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาผ่านไป เปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับข้อมูลในอดีตเพื่อหาสาเหตุและผลลัพธ์ ตัวอย่างเช่น นักวิเคราะห์

สามารถวิเคราะห์ยอดขายสินค้าตามช่วงเวลา เปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมาเพื่อดูว่ามีเปลี่ยนแปลงอย่างไร

4) ความเสถียรของข้อมูล (Non-Volatile): ข้อมูลในคลังข้อมูลจะไม่ถูกแก้ไขหรือลบหลังจากถูกนำเข้าสู่ระบบ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บไว้เพื่อการอ้างอิงและวิเคราะห์ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและวิเคราะห์ข้อมูลเก่าได้ตลอดเวลา

คุณลักษณะเหล่านี้ทำให้คลังข้อมูลเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลเชิงลึกที่ได้จากคลังข้อมูลสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจทางธุรกิจ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและสร้างโอกาสทางธุรกิจใหม่

การพัฒนาคลังข้อมูลแบบผสมผสาน (Mixed Data Warehouse Development) เป็นวิธีการพัฒนาคลังข้อมูลโดยแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ แล้วพิจารณาเลือกวิธีการวิเคราะห์และออกแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลแต่ละส่วน แล้วจึงนำเอาแต่ละส่วนที่ได้พัฒนาขึ้นมาแล้วมารวมกันในภายหลัง มีข้อดีคือสามารถปรับแต่งให้เหมาะกับลักษณะข้อมูลที่แตกต่างกัน ช่วยให้การวิเคราะห์มีประสิทธิภาพมากขึ้น และลดความซับซ้อนของระบบ ข้อมูลที่ให้ในคลังข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ได้มาจากหลาย ๆ แหล่งจึงต้องมีการหาแนวทางที่จะเก็บข้อมูลไว้ในรูปแบบเดียวกัน ก่อนที่ข้อมูลจะนำเข้าสู่คลังข้อมูล จำเป็นต้องผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลอย่างละเอียดเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง เชื่อถือได้ และพร้อมใช้งาน ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

#### 1) การเก็บข้อมูลประจำวัน

ขั้นตอนแรกคือการเก็บข้อมูลประจำวันจากระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ข้อมูลเหล่านี้มักอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เช่น ข้อมูลด้านการเงิน การสั่งซื้อ และรายการสินค้าคงคลัง ฮาร์ดแวร์ที่ใช้เก็บข้อมูลมีหลากหลายประเภท ตั้งแต่เซิร์ฟเวอร์ทั่วไปบนระบบยูนิกซ์ (UNIX) วินโดวส์เอ็นที (Windows NT) และเมนเฟรม ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เช่น DB2, Oracle หรือ Informix

#### 2) การรวบรวม แก้ไข และแปลงข้อมูล

หลังจากเก็บข้อมูลประจำวันแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวม แก้ไข และแปลงข้อมูล ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากเพราะข้อมูลที่นำเข้าสู่คลังข้อมูลมาจากหลายแหล่ง และอาจมีรูปแบบและคุณภาพที่แตกต่างกัน

2.1) การกรองข้อมูล คือการกรองข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องจะต้องถูกกำจัดออกจากระบบ เนื่องจากข้อมูลที่ไม่ถูกต้องอาจส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของการวิเคราะห์

2.2) การแปลงข้อมูล ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ อาจมีรูปแบบและวิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน แต่ข้อมูลเหล่านั้นหมายถึงสิ่งเดียวกัน ดังนั้น จำเป็นต้องแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้เป็น

รูปแบบมาตรฐานเดียวกัน ตัวอย่างเช่น หน่วยวัดอาจแตกต่างกันในแต่ละแหล่งข้อมูล จำเป็นต้องแปลงหน่วยวัดให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

### 3) การนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล

เมื่อข้อมูลผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล ขั้นตอนนี้ต้องอาศัยโปรแกรมพิเศษที่ออกแบบมาเพื่อนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูลโดยเฉพาะ โปรแกรมเหล่านี้ต้องมีประสิทธิภาพสูงเพื่อรองรับปริมาณข้อมูลที่มาก ขั้นตอนนี้มีรายละเอียดดังนี้

3.1) การนำเข้าข้อมูล: โปรแกรมที่ใช้สำหรับนำเข้าข้อมูลควรมีประสิทธิภาพสูงเพื่อรองรับปริมาณข้อมูลที่มาก

3.2) การปรับปรุงข้อมูล: ข้อมูลในคลังข้อมูลควรได้รับการปรับปรุงอยู่เสมอ นโยบายการปรับปรุงข้อมูลจะขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน ปริมาณข้อมูล และประสิทธิภาพของระบบจัดการฐานข้อมูล

### 4) การปรับปรุงข้อมูล

ข้อมูลในคลังข้อมูลจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงอยู่เสมอ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและทันสมัย นโยบายการปรับปรุงข้อมูลขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานข้อมูล ปริมาณข้อมูล และประสิทธิภาพของระบบจัดการฐานข้อมูล

การจัดเตรียมข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูลเป็นกระบวนการที่สำคัญมาก ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลอย่างละเอียด จะช่วยให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลมีความถูกต้อง เชื่อถือได้ และพร้อมใช้งาน ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์และตัดสินใจ

โดยสรุป คลังข้อมูลเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับองค์กรที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ คลังข้อมูลช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจข้อมูลในภาพรวม ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล และตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดคลังข้อมูลภาพถ่ายมาพัฒนาคลังข้อมูลเพื่อสร้างต้นแบบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ คลังข้อมูลนี้ช่วยให้นักวิจัยสามารถวิเคราะห์และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพุทธศิลป์ได้อย่างละเอียด

#### 2.5.2 ความหมายและประเภทของคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ (3D Virtual Object Repository) หรือ คลังโมเดล 3 มิติ หมายถึง แหล่งรวมโมเดลวัตถุ 3 มิติที่จัดเก็บไว้ในรูปแบบดิจิทัล โมเดลเหล่านี้สามารถจำลองวัตถุได้หลากหลาย ตั้งแต่วัตถุธรรมดาที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ไปจนถึงสิ่งมีชีวิตในจินตนาการ โมเดล 3 มิติถูกสร้างขึ้นโดยใช้ซอฟต์แวร์เฉพาะทาง ซึ่งช่วยให้ผู้สร้างสามารถกำหนดรายละเอียดของวัตถุได้อย่างแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง ลักษณะ สี สัน และคุณสมบัติอื่น ๆ เปรียบเสมือนห้องสมุดดิจิทัลที่รวบรวมโมเดล 3 มิติไว้มากมาย คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เปรียบเสมือนโลกเสมือนจริงที่ถูกสร้างขึ้น

ด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถค้นหา ดาวน์โหลด และนำโมเดลเหล่านี้ไปใช้งานได้หลากหลาย (Hardesty et al., 2020) ประโยชน์ของคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีดังนี้

1) ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย: การออกแบบและสร้างโมเดล 3 มิติด้วยตัวเองนั้นใช้เวลานานและต้องใช้ทักษะเฉพาะทาง แต่หากใช้โมเดลสำเร็จรูปจากคลัง ผู้ใช้สามารถประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสร้างโมเดลใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากต้องการโมเดลที่ซับซ้อนหรือมีความละเอียดสูง

2) เข้าถึงโมเดลที่หลากหลาย: คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มักมีโมเดลให้เลือกมากมาย ครอบคลุมประเภทต่าง ๆ ตั้งแต่เฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ไปจนถึงตัวละคร สัตว์ และสิ่งของต่าง ๆ ผู้ใช้สามารถค้นหาโมเดลที่ตรงกับความต้องการของตนได้อย่างง่ายดาย

3) ส่งเสริมการแบ่งปันและความร่วมมือ: ผู้ใช้สามารถแบ่งปันโมเดล 3 มิติที่ตนเองสร้างขึ้นหรือดาวน์โหลดจากคลังให้กับผู้อื่นได้ ช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันและแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักออกแบบและผู้สร้างสรรค์

4) เพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสาร: โมเดล 3 มิติ ช่วยให้สื่อสารแนวคิดและข้อมูลได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ภาพวาดหรือข้อความ เหมาะสำหรับการนำเสนองานออกแบบ การสอน การฝึกอบรม หรือการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ

5) ส่งเสริมการเรียนรู้: โมเดล 3 มิติ ช่วยให้นักเรียน นักศึกษา และผู้เรียนทั่วไป เข้าใจเนื้อหาการเรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี การออกแบบ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม

6) เพิ่มความบันเทิง: โมเดล 3 มิติ ถูกนำมาใช้สร้างเกม ภาพยนตร์ แอนิเมชัน และสื่อบันเทิงประเภทต่าง ๆ ช่วยเพิ่มประสบการณ์ที่สมจริงและน่าสนใจสำหรับผู้ใช้งาน

7) ผลักดันนวัตกรรม: เทคโนโลยี 3 มิติ พัฒนาอย่างรวดเร็ว คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ช่วยให้นักพัฒนาและผู้ใช้งานสามารถติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ลองใช้เครื่องมือใหม่ๆ และสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่

8) สนับสนุนธุรกิจ: ธุรกิจต่าง ๆ เช่น สถาปนิก นักออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้พัฒนาเกม และผู้สร้างภาพยนตร์ สามารถใช้คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ และสร้างประสบการณ์ที่ดึงดูดลูกค้า

คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ นำเสนอประโยชน์มากมายสำหรับนักออกแบบ ผู้สร้างสรรค์ นักเรียน นักศึกษา ผู้ใช้ทั่วไป และธุรกิจต่าง ๆ ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ส่งเสริมการแบ่งปันความรู้ เพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสาร ส่งเสริมการเรียนรู้ เพิ่มความบันเทิง ผลักดันนวัตกรรม และสนับสนุนธุรกิจ (SmartIcons, 2023) คลังวัตถุแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1) คลังวัตถุฟรี: คลังวัตถุฟรีเป็นแหล่งรวมโมเดล 3 มิติที่ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย คลังวัตถุฟรีเหล่านี้มักมีโมเดลวัตถุหลากหลายประเภท เช่น เฟอร์นิเจอร์ อาคาร ยานพาหนะ ตัวละคร และพืชพรรณ ข้อดีคือดาวน์โหลดและใช้งานฟรี มีโมเดลวัตถุหลากหลายประเภท หาได้ง่าย ส่วนข้อเสียคือโมเดลวัตถุอาจมีคุณภาพต่ำ อาจมีลิขสิทธิ์ที่จำกัดและไม่ค่อยมีการอัปเดต คลังวัตถุฟรีที่ได้รับความนิยม ได้แก่ TurboSquid, Sketchfab

2) คลังวัตถุแบบเสียเงิน: คลังวัตถุแบบเสียเงินเป็นแหล่งรวมโมเดล 3 มิติที่ผู้ใช้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อดาวน์โหลดและใช้งาน โมเดลวัตถุในคลังวัตถุแบบเสียเงินมักมีคุณภาพสูงกว่าโมเดลวัตถุในคลังวัตถุฟรี และมักมีลิขสิทธิ์แบบปลอดภัย ข้อดีคือโมเดลวัตถุมีคุณภาพสูง มีลิขสิทธิ์แบบปลอดภัย และอัปเดตสม่ำเสมอ ส่วนข้อเสียคือต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อดาวน์โหลดและใช้งานและโมเดลวัตถุอาจมีราคาแพง คลังวัตถุแบบเสียเงินที่ได้รับความนิยม ได้แก่ CGTrader, Creative Market

3) คลังวัตถุเฉพาะ: คลังวัตถุเฉพาะเป็นแหล่งรวมโมเดล 3 มิติที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานเฉพาะ เช่น คลังวัตถุสำหรับเกม คลังวัตถุสำหรับงานสถาปัตยกรรม หรือคลังวัตถุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ใช้สามารถค้นหาวัตถุที่ตรงกับความต้องการของตนได้ง่ายขึ้น และมักมีตัวเลือกการดาวน์โหลดหลายแบบ เช่น โมเดลแบบ low-poly หรือ high-poly มีข้อดีคือโมเดลวัตถุออกแบบมาสำหรับการใช้งานเฉพาะ มีคุณภาพสูง มีลิขสิทธิ์แบบปลอดภัย ส่วนข้อเสียคือเข้าถึงได้ยาก และอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อดาวน์โหลดและใช้งาน ตัวอย่างเช่น Unity Asset Store, Unreal Engine Marketplace

4) คลังวัตถุส่วนตัว: คลังวัตถุส่วนตัวเป็นแหล่งรวมโมเดล 3 มิติที่ผู้ใช้สร้างขึ้นเอง ผู้ใช้สามารถเก็บโมเดล 3 มิติของตนเองไว้ในคลังวัตถุส่วนตัวและแชร์กับผู้อื่นได้ คลังวัตถุส่วนตัวมักมีโมเดลที่ไม่เหมือนใครและหาที่อื่นไม่ได้ มีข้อดีคือ สามารถเก็บและแบ่งปันโมเดล 3 มิติของตนเองกับผู้อื่นได้ และสามารถควบคุมการเข้าถึงโมเดล 3 มิติได้ ส่วนข้อเสียคือต้องสร้างโมเดล 3 มิติและจัดการคลังวัตถุด้วยตนเอง

### 2.5.3 องค์ประกอบของคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

องค์ประกอบหลักของคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ (Doerr et al., 2010) ประกอบไปด้วย:

1) วัตถุเสมือนจริง 3 มิติ (3D Virtual Objects): องค์ประกอบหลักของคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติคือ วัตถุเสมือนจริง 3 มิติ วัตถุเหล่านี้สามารถเป็นโมเดล 3 มิติของวัตถุจริง เช่น เฟอร์นิเจอร์ อาคาร หรือรถยนต์ หรือสามารถเป็นวัตถุเสมือนจริงที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดเก็บวัตถุ 3 มิติในคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิตินั้นรวมถึง

- โมเดล 3 มิติสามารถแสดงได้ในรูปแบบไฟล์ต่าง ๆ เช่น OBJ, FBX, STL
- ข้อมูลวัสดุระบุคุณสมบัติของพื้นผิวของวัตถุ เช่น สี ความเงา และความหยาบ
- ข้อมูลเมตาตาทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ เช่น ชื่อ ผู้สร้าง และคำอธิบาย

- 2) ระบบจัดเก็บข้อมูล: ระบบจัดเก็บข้อมูลใช้สำหรับจัดเก็บวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ระบบจัดเก็บข้อมูลควรมีประสิทธิภาพและสามารถรองรับวัตถุเสมือนจริง 3 มิติขนาดใหญ่จำนวนมากได้
- 3) ระบบค้นหา: ระบบค้นหาใช้สำหรับค้นหาวัตถุเสมือนจริง 3 มิติในคลัง ระบบค้นหาควรสามารถค้นหาวัตถุเสมือนจริง 3 มิติตามคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ชื่อ ประเภท ขนาด และสี รองรับการค้นหาตามชื่อ ผู้สร้าง คำอธิบาย และคุณสมบัติอื่น ๆ ของวัตถุ 3 มิติ
- 4) ระบบแสดงผล: ระบบแสดงผลใช้สำหรับแสดงวัตถุ 3 มิติแก่ผู้ใช้ ระบบแสดงผลควรรองรับรูปแบบไฟล์ 3 มิติที่หลากหลายและสามารถแสดงวัตถุ 3 มิติที่มีคุณภาพสูง สมจริงและราบรื่น
- 5) ระบบจัดการสิทธิ์การเข้าถึง: ระบบจัดการสิทธิ์การเข้าถึงใช้สำหรับควบคุมว่าใครสามารถเข้าถึงวัตถุเสมือนจริง 3 มิติในคลังได้ ระบบจัดการสิทธิ์การเข้าถึงควรสามารถรองรับระดับการเข้าถึงที่แตกต่างกัน เช่น การอ่าน การเขียน และการลบ ระบบนี้สามารถใช้เพื่อจำกัดการเข้าถึงวัตถุ 3 มิติที่เป็นความลับหรือมีลิขสิทธิ์
- 6) ระบบเมทาเดตา: ระบบเมทาเดตาใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ 3 มิติ ข้อมูลเมทาเดตานี้สามารถรวมถึงชื่อ ผู้สร้าง คำอธิบาย หมวดหมู่ และแท็ก ข้อมูลเมทาเดตาช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาและจัดระเบียบวัตถุ 3 มิติได้ง่าย
- 7) ระบบเวอร์ชันการควบคุม: ระบบเวอร์ชันการควบคุมช่วยให้ติดตามการเปลี่ยนแปลงที่ทำกับวัตถุ 3 มิติ ระบบเวอร์ชันการควบคุมควรสามารถกู้คืนเวอร์ชันก่อนหน้าของวัตถุเสมือนจริง 3 มิติได้
- 8) ระบบการประเมินผล: ระบบการประเมินผลช่วยให้ผู้ใช้ประเมินคุณภาพของวัตถุ 3 มิติ ระบบนี้สามารถใช้เพื่อระบุวัตถุ 3 มิติที่มีคุณภาพสูงและแนะนำวัตถุ 3 มิติให้กับผู้ใช้ ระบบการประเมินผลอาจรวมถึงเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ความสมจริง ความถูกต้อง และประสิทธิภาพ
- 9) ระบบการวิเคราะห์: ระบบการวิเคราะห์ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์การใช้งานของคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ข้อมูลการวิเคราะห์อาจรวมถึงจำนวนผู้ใช้ ประเภทของวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่ค้นหา และระยะเวลาที่ผู้ใช้ใช้ในคลัง เพื่อปรับปรุงคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้
- 10) ระบบการอัปเดต: ระบบการอัปเดตใช้สำหรับอัปเดตวัตถุเสมือนจริง 3 มิติในคลัง ระบบการอัปเดตควรสามารถอัปเดตวัตถุเสมือนจริง 3 มิติแบบอัตโนมัติหรือด้วยตนเองได้ คลังวัตถุ 3 มิติควรมีระบบการอัปเดตเพื่ออัปเดตวัตถุ 3 มิติและคุณสมบัติใหม่ ระบบนี้ช่วยให้มั่นใจได้ว่าคลังวัตถุ 3 มิติจะมีข้อมูลที่ทันสมัยอยู่เสมอ

#### 2.5.4 การออกแบบและพัฒนาคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

องค์ประกอบสำคัญของการออกแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ (Doerr et al., 2010) การออกแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เปรียบเสมือนการสร้างบ้านที่มีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1) ประเภทของวัตถุ: เปรียบเสมือนการกำหนดประเภทของห้องในบ้าน คลังวัตถุควรระบุประเภทของวัตถุที่จะเก็บไว้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น เฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่ง ยานพาหนะ ตัวละคร ฉาก สิ่งมีชีวิต ฯลฯ การจำแนกประเภทวัตถุอย่างละเอียด ช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการได้ง่ายขึ้น

2) รูปแบบไฟล์: เปรียบเสมือนการเลือกวัสดุในการก่อสร้าง คลังวัตถุควรรองรับรูปแบบไฟล์ 3 มิติที่หลากหลาย เช่น OBJ, FBX, glTF, glb แต่ละรูปแบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน

OBJ: รูปแบบไฟล์ที่เรียบง่าย เหมาะสำหรับโมเดลที่มีโครงสร้างพื้นฐาน

FBX: รูปแบบไฟล์ที่รองรับข้อมูลโมเดลหลากหลาย เหมาะสำหรับโมเดลที่มีรายละเอียดปานกลาง

glTF: รูปแบบไฟล์ที่พัฒนาโดย Khronos Group เหมาะสำหรับโมเดลที่มีรายละเอียดสูง รองรับการแสดงผลแบบเรียลไทม์

glb: รูปแบบไฟล์ binary ของ glTF มีขนาดไฟล์เล็ก เหมาะสำหรับโหลดโมเดลบนเว็บ

3) เมทาดาดา: เปรียบเสมือนการตกแต่งบ้านให้สวยงาม เมทาดาดา เปรียบเสมือนข้อมูลป้ายชื่อ บ่งบอกรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุ เช่น ชื่อ ขนาด สี วัสดุ คุณสมบัติทางกายภาพ แหล่งที่มา ลิขสิทธิ์ คำอธิบาย ฯลฯ เมทาดาดาที่ดีช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจวัตถุ ตัดสินใจเลือกใช้งานและค้นหาวัตถุที่ตรงกับความต้องการได้ง่ายขึ้น

4) การจัดระเบียบ: เปรียบเสมือนการจัดระเบียบข้าวของในบ้าน คลังวัตถุควรมีระบบการจัดระเบียบวัตถุที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการได้ง่าย วิธีการจัดระเบียบที่นิยมใช้ได้แก่

หมวดหมู่: จัดกลุ่มวัตถุตามประเภท เช่น เฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่ง ยานพาหนะ ตัวละคร ฉาก สิ่งมีชีวิต ฯลฯ

แท็ก: กำหนดคำหลักที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ ช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาด้วยคำค้นหาที่หลากหลาย

ระบบค้นหา: พัฒนาระบบค้นหาที่มีประสิทธิภาพ รองรับการค้นหาด้วยคำหลัก เมทาดาดา คุณสมบัติทางกายภาพ ฯลฯ

5) การเข้าถึง: เปรียบเสมือนการเปิดประตูบ้านให้ผู้คนเข้ามา คลังวัตถุควรมีวิธีการเข้าถึงวัตถุที่สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย วิธีการเข้าถึงที่นิยมใช้ได้แก่

การดาวน์โหลด: ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดไฟล์โมเดล 3 มิติ ไปใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง

การสตรีม: ผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลโมเดล 3 มิติ ผ่านระบบเครือข่าย เพื่อใช้งานบนอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยไม่ต้องดาวน์โหลดไฟล์

การฝังในแอปพลิเคชัน: ผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน VR/AR สามารถฝังคลังวัตถุไว้ในแอปพลิเคชันของตนเอง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและใช้งานวัตถุ 3 มิติ ได้โดยตรง

การออกแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ที่ชาญฉลาด ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพจะช่วยส่งเสริมการใช้งานเทคโนโลยี VR/AR กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และขับเคลื่อนการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในอนาคต หลังจากออกแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาคลังให้ใช้งานได้จริง การพัฒนาคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติเปรียบเสมือนการสร้างห้องสมุดเสมือนจริงที่เก็บรวบรวมวัตถุ 3 มิติหลากหลายประเภทเพื่อนำไปใช้งานในแอปพลิเคชัน VR/AR กระบวนการพัฒนาคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติโดยทั่วไปมีดังนี้

1) การรวบรวมวัตถุ: แหล่งที่มาของวัตถุ 3 มิติสามารถมาจากหลากหลายแหล่ง เช่น โมเดลที่สร้างขึ้นเอง โมเดลที่ดาวน์โหลดฟรี โมเดลที่ซื้อจากระบบและการสแกนวัตถุจริง สิ่งสำคัญคือต้องเลือกวัตถุที่มีคุณภาพสูง มีรายละเอียดที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการใช้งาน ควรมีระบบการคัดกรองวัตถุเพื่อให้แน่ใจว่าวัตถุนั้นปลอดภัย ปราศจากลิขสิทธิ์ และเหมาะสมกับผู้ใช้ทุกเพศทุกวัย

2) การประมวลผลวัตถุ: วัตถุ 3 มิติที่รวบรวมมา จำเป็นต้องผ่านกระบวนการประมวลผลเพื่อเตรียมให้พร้อมใช้งาน ขั้นตอนนี้รวมถึง การปรับขนาด การแปลงรูปแบบไฟล์ การเพิ่มพื้นผิว การสร้าง UV maps และการตั้งค่าการเรนเดอร์ ด้วยซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลวัตถุ 3 มิติ เช่น Blender, Maya และ 3ds Max

3) การจัดเก็บวัตถุ: การจัดเก็บวัตถุ 3 มิติอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการค้นหา ดาวน์โหลดและใช้งานวัตถุได้อย่างรวดเร็ว ควรมีระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลเมทาดาตาเกี่ยวกับวัตถุ เช่น ชื่อ ประเภท ขนาด รูปแบบไฟล์ และคำอธิบายระบบจัดเก็บข้อมูลควรรองรับการเข้าถึงแบบออนไลน์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงวัตถุได้จากทุกที่

4) การพัฒนาอินเทอร์เฟซ: อินเทอร์เฟซผู้ใช้ของคลังวัตถุ 3 มิติ ควรใช้งานง่าย ใช้งานสะดวกและมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้ควรสามารถค้นหาวัตถุตามชื่อ ประเภท ขนาด รูปแบบไฟล์และคำอธิบาย อินเทอร์เฟซควรแสดงตัวอย่างวัตถุ 3 มิติก่อนดาวน์โหลด ควรมีระบบการดาวน์โหลดที่รวดเร็วและปลอดภัย

5) การทดสอบและการปรับปรุง: คลังวัตถุ 3 มิติควรผ่านการทดสอบอย่างละเอียดเพื่อหาข้อผิดพลาดและปรับปรุงประสิทธิภาพ ควรเก็บรวบรวมข้อเสนอแนะจากผู้ใช้ ควรมีการอัปเดตคลังวัตถุอยู่เสมอด้วยวัตถุใหม่ ๆ และฟีเจอร์ใหม่ ๆ

การพัฒนาคลังวัตถุ 3 มิติที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย เช่น นักออกแบบ นักพัฒนาโปรแกรม และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คลังวัตถุที่มีคุณภาพสูงจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ในหลากหลายสาขาและช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาเทคโนโลยี 3 มิติ และการนำพุทธศิลป์ที่สะท้อนคติความเชื่อ ศรัทธา และอิทธิพลคำสอนของพระพุทธเจ้า ผ่านงานสถาปัตยกรรม

ประติมากรรม และจิตรกรรมอันทรงคุณค่า เทคโนโลยีคลังวัตถุเสมือนจริง เปรียบเสมือนประตูสู่มิติใหม่ในการเข้าถึงและศึกษาพุทธศิลป์ ช่วยให้เข้าถึงได้สะดวกรวดเร็ว โดยไม่ต้องเดินทางไปยังสถานที่จริง เป็นประโยชน์ด้านการศึกษาอย่างลึกซึ้ง ผ่านข้อมูลรายละเอียดที่ครบถ้วน อนุรักษ์และสืบสานมรดกทางวัฒนธรรมอันล้ำค่า ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจ แก่สาธารณชน การนำพุทธศิลป์มาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยี นับเป็นการยกระดับคุณค่า ช่วยให้เข้าถึงผู้คนได้อย่างกว้างขวาง สนับสนุนการศึกษา การอนุรักษ์ และการสืบสานมรดกทางวัฒนธรรมอันล้ำค่านี้ต่อไป

## 2.6 จดหมายเหตุดิจิทัล

### 2.6.1 ความหมายของจดหมายเหตุ

สำนักบรรณสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2561) ได้นิยามความหมายของจดหมายเหตุตามหลักวิชาการไว้ในเอกสาร "คู่มือการจัดการจดหมายเหตุอิเล็กทรอนิกส์" ว่า จดหมายเหตุ หมายถึง เอกสารที่หน่วยงานภาครัฐ สถาบันเอกชน ครอบครัวยุ และบุคคลแต่ละคน สร้างขึ้นและ/หรือ ได้รับ ไว้เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานหรือดำเนินกิจกรรม รูปแบบของเอกสารมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับเนื้อหาหรือสื่อที่ใช้จัดทำ เช่น เอกสารบนกระดาษ ภาพถ่าย ภาพยนตร์ แถบบันทึกภาพ แถบบันทึกเสียง สื่อบันทึกทางคอมพิวเตอร์ เช่น ซีดี ดีวีดี ยูเอสบี ดีสก์ เซิร์ฟเวอร์ ฯลฯ เมื่อเอกสารเหล่านี้ผ่านพ้นกระบวนการใช้งาน หรือแม้จะยังคงใช้งานอยู่ แต่ได้รับการประเมินว่าสมควรได้รับการเก็บรักษา ไว้ อันเนื่องมาจากมีคุณค่าต่อเนื่องหรือคุณค่าถาวรในมิติต่าง ๆ เช่น ด้านพยานหลักฐาน ด้านบริหาร ด้านการเงิน หรือด้านการศึกษา ค้นคว้าและทำวิจัย เอกสารเหล่านี้จึงถูกคัดเลือกและจัดเก็บรักษาไว้เป็นเอกสารจดหมายเหตุ

ศักรินทร์ สุทธิสาร (2562) นิยาม "จดหมายเหตุ" ว่า หมายถึง ข้อมูลทุกประเภทที่หน่วยงานสร้างขึ้น ใช้งานในกระบวนการทำงาน เมื่อสิ้นสุดการใช้งานแล้ว ผ่านการประเมินและพบว่ามีความสำคัญ เป็นเสมือนข้อมูลดิบที่สะท้อนให้เห็นถึงการดำเนินงานและพัฒนาการของหน่วยงานนั้น ๆ รวมไปถึงเอกสารส่วนตัวที่ได้รับบริจาคจากบุคคลสำคัญหรือทายาท ซึ่งล้วนมีคุณค่าต่อการศึกษา ค้นคว้า วิจัยประวัติศาสตร์ของทั้งหน่วยงานและบุคคล

สมบัติ พิกุลทองและคณะ (2564) ได้นิยามเอกสารจดหมายเหตุว่า คือ เอกสารที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เปี่ยมด้วยคุณค่าทางการศึกษา การวิจัย และประวัติศาสตร์ เปรียบเสมือนมรดกทางวัฒนธรรมที่หล่อหลอมจิตใจและสร้างความเข้าใจต่อดีดิต รูปแบบและวิธีการเก็บรักษาเอกสารจดหมายเหตุแต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน เอกสารจดหมายเหตุแบบแอนะล็อก จำเป็นต้องได้รับการปกป้องเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพ เก็บรักษาอย่างปลอดภัยจากภัยคุกคามต่าง ๆ เช่น แมลง ทัศนีย อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ฯลฯ เอกสารจดหมายเหตุดิจิทัล ซึ่งรวมถึงทั้งเอกสารดิจิทัลดั้งเดิมและเอกสารที่แปลงมาจากสิ่งพิมพ์ การเก็บรักษาจำเป็นต้องอาศัยการจัดการเชิงนโยบาย การ

วางแผน และการจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ เช่น งบประมาณ เวลา บุคลากร ฯลฯ ควบคู่ไปกับการจัดการด้านเทคโนโลยีและวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งแตกต่างจากเอกสารจดหมายเหตุแบบแอนะล็อก ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและใช้งานเอกสารจดหมายเหตุดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในปัจจุบันและอนาคต การอนุรักษ์เอกสารจดหมายเหตุ เปรียบเสมือนการรักษาความทรงจำอันล้ำค่า เป็นการสืบทอดมรดกทางวัฒนธรรมให้คงอยู่สืบไป สังคมจึงควรให้ความสำคัญกับการเก็บรักษาและดูแลเอกสารจดหมายเหตุอย่างถูกต้อง เพื่อให้เป็นแหล่งข้อมูลที่มีคุณค่าสำหรับการศึกษา การวิจัย และประวัติศาสตร์ต่อไป

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เอกสารทุกประเภทที่หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน ครอบครั้ว และบุคคลผลิตขึ้นหรือรับไว้เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานหรือดำเนินกิจกรรม ล้วนจัดเป็นเอกสารจดหมายเหตุ รูปแบบของเอกสารจะแตกต่างกันไปตามเนื้อหาหรือสื่อที่ใช้ เช่น เอกสารบนกระดาษ ภาพถ่าย ภาพยนตร์ แถบบันทึกภาพ แถบบันทึกเสียง สื่อบันทึกทางคอมพิวเตอร์ เอกสารเหล่านี้ แม้จะสิ้นสุดกระแสการปฏิบัติงานแล้ว หรือแม้จะยังอยู่ในกระแสการปฏิบัติงาน แต่ได้รับการประเมินคุณค่าว่าสมควรได้รับการอนุรักษ์ไว้ อันเนื่องมาจากมีคุณค่าต่อเนื่องหรือคุณค่าถาวรในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านพยานหลักฐาน ด้านบริหาร ด้านการเงิน หรือด้านการศึกษา ค้นคว้า และทำวิจัย จึงคัดเลือกและจัดเก็บรักษาไว้เป็นเอกสารจดหมายเหตุ

### 2.6.2 ความสำคัญของจดหมายเหตุ

บุหลัน กุลวิจิตร (2564) ได้กล่าวถึงบทบาทสำคัญของเอกสารจดหมายเหตุ เปรียบเสมือนชุมทรัพย์ทางข้อมูลอันล้ำค่าที่สะท้อนภาพการดำเนินงานของหน่วยงาน เอกสารเหล่านี้เปี่ยมไปด้วยเนื้อหาสาระสำคัญ เผยให้เห็นถึงประวัติ ความเป็นมา และวิวัฒนาการขององค์กร เอกสารจดหมายเหตุจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือสำคัญในการศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ และติดตามความเปลี่ยนแปลงขององค์กร ทั้งนี้การที่บุคคลทั้งภายในและภายนอกหน่วยงานจะรับรู้เรื่องราวเกี่ยวกับเอกสารจดหมายเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัยการประชาสัมพันธ์จากหอจดหมายเหตุ โดยมุ่งเน้นไปที่การให้ความรู้แก่บุคคลทั่วไป สร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อองค์กรและชุมชนและสร้างความน่าเชื่อถือต่อเอกสารจดหมายเหตุ

เบญจมา รุ่งเรืองศิลป์ (2561) ได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของระบบบริหารจัดการเอกสารจดหมายเหตุที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือส่งเสริมการบริหารจัดการองค์ความรู้ การรักษาไว้ซึ่งประวัติศาสตร์ และสนับสนุนการวิจัยทางประวัติศาสตร์ของมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ มหาวิทยาลัยจึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบบริหารจัดการเอกสารจดหมายเหตุอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มั่นใจว่าเอกสารเหล่านี้สามารถส่งประโยชน์สูงสุดต่อมหาวิทยาลัยและสังคมโดยรวม

สำนักบรรณสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2561) ได้อธิบายความสำคัญของการจัดเก็บเอกสารจดหมายเหตุไว้ว่า เอกสารเหล่านี้เปรียบเสมือนทรัพยากรสารสนเทศขั้นพื้นฐาน (primary resources) และทรัพย์สินอันล้ำค่าของหน่วยงานที่มีความสำคัญ ดังนี้

- 1) หลักฐานอ้างอิง: เอกสารจดหมายเหตุดำรงบทบาทสำคัญในการประกอบหลักฐานทางกฎหมาย อ้างอิงในงานวิจัย และใช้ตรวจสอบความโปร่งใสและธรรมาภิบาลขององค์กร
- 2) บทเรียนและแนวทาง: เอกสารเหล่านี้สะท้อนถึงประสบการณ์และแนวทางปฏิบัติในอดีต ช่วยให้หน่วยงานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานปัจจุบัน วางแผนอนาคต และพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่อง
- 3) แหล่งข้อมูลการวิจัย: นักวิจัยสามารถใช้เอกสารจดหมายเหตุเพื่อศึกษาประเด็นต่าง ๆ ที่สนใจ เอกสารเหล่านี้เปรียบเสมือนหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่ช่วยให้เข้าใจอดีตได้อย่างลึกซึ้ง
- 4) มรดกทางวัฒนธรรม: เอกสารจดหมายเหตุเปรียบเสมือนภูมิปัญญาของมนุษย์สะท้อนถึงวัฒนธรรม ประเพณี และวิถีชีวิตของสังคมในอดีต เอกสารเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับหลักฐานรูปแบบอื่น ๆ เช่น หนังสือ วารสาร ภาพยนตร์ ฐานข้อมูลออนไลน์ ฯลฯ ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้เข้าใจเรื่องราว เหตุการณ์ประวัติศาสตร์ และความเป็นมาของสังคม ช่วยสร้างความภาคภูมิใจให้แก่คนรุ่นหลัง

จากประเด็นที่ผู้วิจัยได้ศึกษา เห็นได้ชัดเจนว่าการจัดเก็บเอกสารจดหมายเหตุเปรียบเสมือนการรักษาอมรดกทางวัฒนธรรมอันล้ำค่า ซึ่งทำหน้าที่เสมือนประตูสู่กาลเวลา ช่วยให้เราสามารถเข้าใจบริบทและเหตุการณ์ในอดีตได้อย่างถ่องแท้ นำไปสู่การวิเคราะห์และวางแผนอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังเป็นแหล่งสร้างความภาคภูมิใจและจิตสำนึกในความเป็นเจ้าของมรดกทางวัฒนธรรมร่วมกัน ส่งต่อความรู้ ประสบการณ์และภูมิปัญญาอันล้ำค่าแก่คนรุ่นหลังต่อไป

### 2.6.3 การจำแนกประเภทเอกสารจดหมายเหตุ

การจำแนกประเภทของเอกสารจดหมายเหตุขึ้นอยู่กับมุมมองและบริบทที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง (สำนักบรรณสารสนเทศ มสธ. และ สวทช., 2561) ดังนี้

- 1) การแบ่งเอกสารจดหมายเหตุตามรูปลักษณ์
  - 1.1) เอกสารจดหมายเหตุประเภทลายลักษณ์อักษร (Textual Archives)
  - 1.2) เอกสารโสตทัศนจดหมายเหตุ (Audio - Visual Archives)
  - 1.3) เอกสารจดหมายเหตุประเภทแผนที่ แผนที่ (Cartographic Archives)
  - 1.4) เอกสารจดหมายเหตุประเภทวัสดุอ่านด้วยคอมพิวเตอร์ (Machine - Readable Archives)

- 2) การแบ่งตามประเภทวัสดุที่ใช้บันทึกข้อมูล
    - 2.1) เอกสารจดหมายเหตุประเภทกระดาษ
    - 2.2) เอกสารจดหมายเหตุประเภทฟิล์ม
    - 2.3) เอกสารจดหมายเหตุประเภทแถบแม่เหล็ก หรือเทปแม่เหล็ก
    - 2.4) เอกสารจดหมายเหตุประเภทวัสดุสมัยใหม่
    - 2.5) เอกสารจดหมายเหตุประเภทวัสดุอื่น ๆ
  - 3) การแบ่งตามสถาบันผู้ผลิตเอกสาร
    - 3.1) เอกสารจดหมายเหตุของทางราชการ
    - 3.2) เอกสารจดหมายเหตุของสถาบัน หรือองค์กร
    - 3.3) เอกสารจดหมายเหตุของกลุ่มธุรกิจ
    - 3.3) เอกสารจดหมายเหตุของตระกูลหรือส่วนบุคคล
  - 4) การแบ่งตามแหล่งที่มา
    - 4.1) เอกสารจดหมายเหตุขององค์กร (public archives or institutional archives)
    - 4.2) เอกสารจดหมายเหตุส่วนบุคคล/หรือเอกสารจดหมายเหตุเฉพาะเรื่อง (personal papers or special archives collection) เอกสารจดหมายเหตุมหาวิทยาลัยแห่งใดแห่งหนึ่ง อาจแยกประเภทเอกสารจดหมายเหตุ เป็น 2 ประเภท ดังนี้
      - 4.2.1) เอกสารจดหมายเหตุมหาวิทยาลัย คือ เอกสารที่เกิดจากการบริหารและดำเนินงานตามพันธกิจ
      - 4.2.2) เอกสารจดหมายเหตุส่วนบุคคล/เอกสารจดหมายเหตุเฉพาะเรื่อง คือ กลุ่มเอกสารของบุคคลสำคัญของมหาวิทยาลัย
- นอกจากนี้การแบ่งประเภทของเอกสารจดหมายเหตุยังขึ้นอยู่กับนโยบายและวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งหน่วยงานจดหมายเหตุที่กำหนดไว้ด้วย
- สรุปว่า จดหมายเหตุเปรียบเสมือนหลักฐานอันล้ำค่าที่สะท้อนให้เห็นถึงประวัติศาสตร์และการดำเนินงานของหน่วยงาน เอกสารเหล่านี้ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับภาพรวมขององค์กร บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ ตลอดจนข้อมูลส่วนบุคคลที่เกี่ยวข้อง ด้วยเหตุนี้จดหมายเหตุจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อองค์กร หน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลจดหมายเหตุมีบทบาทสำคัญในการจัดเก็บรักษาและบริหารจัดการเอกสารเหล่านี้ให้คงอยู่สภาพสมบูรณ์ เอกสารจดหมายเหตุเปรียบเสมือนทรัพยากรสารสนเทศชั้นปฐมภูมิและทรัพย์สินอันทรงคุณค่าขององค์กร จดหมายเหตุเปรียบเสมือนแหล่งข้อมูลที่มีคุณค่า หลักฐานสำคัญ ทรัพย์สินอันล้ำค่าขององค์กร หน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลจดหมายเหตุจึงมี

บทบาทสำคัญในการจัดเก็บรักษาและบริหารจัดการเอกสารเหล่านี้ให้คงอยู่สภาพสมบูรณ์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อองค์กรและเผยแพร่ต่อสาธารณชน

## 2.7 มาตรฐานเมทาดาดา

### 2.7.1 ความหมายของเมทาดาดา

Erik Mitchell (2015) กล่าวว่า เมทาดาดา (Metadata) หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูล เป็นชุดข้อมูลที่อธิบาย ให้ข้อมูลเกี่ยวกับ ลักษณะ เนื้อหาและบริบทของข้อมูลอื่น ๆ เปรียบเสมือนฉลากที่ติดอยู่กับข้อมูล เพื่อช่วยให้สามารถเข้าถึง ค้นหา จัดการและเข้าใจข้อมูลนั้นได้ง่ายขึ้น

ดุษฐิพร ชาติบุตร (2562) นิยาม ข้อมูลอภิพันธ์ (Metadata) เปรียบเสมือนกุญแจสำคัญที่ช่วยไขประตูสู่นาคต เต็มไปด้วยศักยภาพในการจัดการ วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลอภิพันธ์ หมายถึง ข้อมูลที่อธิบายข้อมูลอื่น หรือเรียกอีกอย่างว่า "ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูล" ทำหน้าที่เสมือนฉลากที่ติดกับวัตถุดิจิทัล บอกเล่ารายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับวัตถุนั้น เช่น ประเภท แหล่งที่มา ผู้สร้าง วันที่สร้าง ขนาด ไฟล์ รูปแบบ เนื้อหา สิทธิการใช้งาน ความสัมพันธ์กับวัตถุอื่น ๆ และอื่น ๆ อีกมากมาย

### 2.7.2 ความสำคัญของมาตรฐานเมทาดาดา

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สำนักงานบรรณสารสนเทศ (2561) ได้อธิบายถึงความสำคัญของเมทาดาดา ว่าเปรียบเสมือนหัวใจสำคัญในการจัดการเอกสารจดหมายเหตุแบบดิจิทัล โดยทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบหลักที่ช่วยให้สามารถค้นหาเอกสารดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเอื้ออำนวยให้สามารถนำเอกสารหรือสารสนเทศไปใช้งานได้อย่างสะดวก ทั้งนี้ เมทาดาดาของเอกสารดิจิทัล ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ๆ หลายส่วน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ องค์ประกอบที่ทำหน้าที่หลัก (Function) และองค์ประกอบที่ทำหน้าที่สนับสนุน (Support) ข้อมูลเมทาดาดาเปรียบเสมือนฉลากที่ติดอยู่กับทรัพยากรสารสนเทศ เผยให้เห็นรายละเอียดสำคัญเกี่ยวกับทรัพยากรนั้น ๆ ข้อมูลเมทาดาดาสามารถแบ่งออกเป็นประเภทหลัก ๆ ดังนี้

1) เมทาดาดาเชิงบรรยาย (Descriptive Metadata): เมทาดาดาประเภทนี้ให้ข้อมูลที่ระบุตัวตน ตำแหน่ง และบริบทของข้อมูล แหล่งที่มาของข้อมูล รูปแบบไฟล์ รวมถึงข้อมูลที่ช่วยในการค้นหา เช่น หัวเรื่อง คำสำคัญ ดัชนี และความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่น ๆ ข้อมูลเมทาดาดาเชิงบรรยายเปรียบเสมือนป้ายกำกับที่ช่วยให้ผู้ใช้ระบุและเข้าใจเนื้อหาของข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

2) เมทาดาดาเชิงเทคนิค (Technical Metadata): เมทาดาดาประเภทนี้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการทางเทคนิคที่ใช้ในการสร้าง จัดการ หรือแปลงข้อมูลดิจิทัล ข้อมูลเหล่านี้อาจรวมถึง ข้อมูลเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ มาตรฐานที่ใช้ รูปแบบไฟล์ และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานข้อมูลอย่างถูกต้อง

3) เมทาตาตาเชิงการจัดการ (Administrative Metadata): เมทาตาตาประเภทนี้เกี่ยวข้องกับจัดการและควบคุมดูแลข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้อาจรวมถึง ข้อมูลเกี่ยวกับสิทธิ์การเข้าถึง ลิขสิทธิ์ การเก็บรักษา การสำรองข้อมูล และการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เมทาตาตาเชิงการจัดการช่วยให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลถูกใช้และจัดการอย่างถูกต้องตามกฎหมายระเบียบ

4) เมทาตาตาเชิงการใช้งาน (Use Metadata): เมทาตาตาประเภทนี้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้อาจรวมถึง ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ เวลา สถานที่ วิธีการ และวัตถุประสงค์ในการใช้งานข้อมูล เมทาตาตาเชิงการใช้งานช่วยให้เข้าใจรูปแบบการใช้งานข้อมูล ระบุปัญหา และพัฒนาบริการข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ

5) เมทาตาตาเชิงการอนุรักษ์ (Preservation Metadata): เมทาตาตาประเภทนี้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ข้อมูลดิจิทัล ข้อมูลเหล่านี้อาจรวมถึง ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบไฟล์ การแปลงข้อมูล การสำรองข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการรักษาข้อมูลให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

เมทาตาตาเปรียบเสมือนป้ายกำกับที่ช่วยให้จัดการ จัดระเบียบ ค้นหาและใช้งานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปรียบเสมือนเข็มทิศนำทางในโลกข้อมูลอันกว้างใหญ่ เมทาตาตาแต่ละประเภทมีบทบาทเฉพาะ เผยให้เห็นรายละเอียดสำคัญเกี่ยวกับข้อมูล ช่วยให้เห็นใจได้ว่าข้อมูลถูกใช้และจัดการอย่างถูกต้อง เปรียบเสมือนบัตรประชาชนของข้อมูล บอกชื่อ ที่มา ประเภท และคุณสมบัติ การเข้าใจประเภทและการใช้งานเมทาตาตาอย่างถูกต้อง เปรียบเสมือนการมีกุญแจไขประตูสู่ข้อมูล ช่วยให้ผู้ใช้ค้นหา เข้าถึง และใช้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ช่วยให้ผู้ใช้ไปถึงจุดหมายปลายทางได้โดยไม่หลงทาง เมทาตาตาเปรียบเสมือนเครื่องมืออันทรงพลังช่วยให้จัดการทรัพยากรสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมทาตาตาที่ครบถ้วนและถูกต้องช่วยให้ผู้ใช้ค้นหา เข้าใจและใช้ประโยชน์จากข้อมูลได้อย่างสูงสุด

### 2.7.3 ประเภทของเมทาตาตา

เมทาตาตาเปรียบเสมือนข้อมูลเบื้องหลังข้อมูล ทำหน้าที่อธิบายรายละเอียดของข้อมูล ช่วยให้ผู้ใช้ใช้งานเข้าใจที่มาที่ไป เนื้อหา และบริบทของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เมทาตาตาสามารถแบ่งออกเป็นประเภทหลักๆ ดังนี้ (Kandregula, 2020)

1) เมทาตาตาเชิงบรรยาย (Descriptive Metadata): อธิบายเนื้อหาและบริบทของข้อมูล เน้นให้ผู้ใช้เข้าใจเนื้อหาของข้อมูลโดยไม่ต้องดูข้อมูลจริง เปรียบเสมือนป้ายกำกับที่บอกรายละเอียดของสินค้า เช่น

- บันทึกข้อมูลในระบบห้องสมุด: ชื่อหนังสือ ผู้แต่ง สำนักพิมพ์ ISBN เนื้อหา สรุปรเนื้อหา ภาษา

- ข้อมูลข่าวสาร: หัวข้อข่าว วันที่เผยแพร่ ผู้เขียน แหล่งที่มา เนื้อหา สรุปรเนื้อหา

- รูปภาพ: ชื่อภาพ ช่างภาพ วันที่ถ่าย สถานที่ถ่าย คำอธิบายภาพ

2) เมทาดาตาเชิงเทคนิค (Technical Metadata): อธิบายลักษณะทางเทคนิคของข้อมูล เน้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง รูปแบบ และวิธีการจัดเก็บข้อมูล เปรียบเสมือนรายละเอียดทางเทคนิคของสินค้า เช่น

- ไฟล์วิดีโอ: รูปแบบไฟล์ ความละเอียด อัตราเฟรม บิตเรต ความยาว

- ไฟล์เสียง: รูปแบบไฟล์ บิตเรต ความยาว

- เอกสารดิจิทัล: รูปแบบไฟล์ ขนาด โปรแกรมที่ใช้สร้าง

3) เมทาดาตาเชิงการจัดการ (Administrative Metadata): อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการข้อมูล เน้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง การดัดแปลง การจัดเก็บ การเข้าถึง การสำรองข้อมูล และการรักษาความปลอดภัย เปรียบเสมือนคู่มือการใช้งานสินค้า เช่น

- สิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล: ใครบ้างสามารถเข้าถึงข้อมูลได้

- การเก็บสำรองข้อมูล: ข้อมูลถูกสำรองไว้ที่ไหน เมื่อไหร่

- การอัปเดตข้อมูล: ข้อมูลถูกอัปเดตล่าสุดเมื่อไหร่

- สถานะการใช้งานข้อมูล: ข้อมูลสามารถใช้งานได้หรือไม่

เมทาดาตามี 3 ประเภทหลักๆ แต่ละประเภทมีบทบาทสำคัญในการอธิบายข้อมูล ช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจข้อมูลได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และใช้งานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประเภทของเมทาดาตาอาจมีการจำแนกประเภทเพิ่มเติม ขึ้นอยู่กับบริบทและความต้องการของแต่ละองค์กร ควรให้ความสำคัญกับการจัดทำเมทาดาตาที่มีคุณภาพ ส่งเสริมการเปิดเผยข้อมูล การใช้งานข้อมูลและการบริหารจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

#### 2.7.4 มาตรฐานเมทาดาตา

เมทาดาตา เปรียบเสมือนข้อมูลเกี่ยวกับป้ายกำกับที่ติดอยู่กับไฟล์ ดิจิทัล อธิบายว่าไฟล์นั้นคืออะไร มาจากไหน ใครสร้าง เกี่ยวกับอะไร และจะใช้ทำอะไร มาตรฐานเมทาดาตาคือชุดกฎที่อธิบายวิธีการจัดหมวดหมู่ข้อมูลในโลกของข้อมูลดิจิทัล มาตรฐานเหล่านี้มีความสำคัญเนื่องจากช่วยให้ระบบและองค์กรต่าง ๆ เข้าใจข้อมูลซึ่งกันและกันได้ มาตรฐานเมทาดาตาช่วยให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกัน ค้นหาได้ง่าย และสามารถใช้ร่วมกันได้ ตัวอย่างเช่น มาตรฐาน Dublin Core กำหนดชุดฟิลด์เมทาดาตาที่สามารถใช้เพื่ออธิบายทรัพยากรดิจิทัลต่าง ๆ เช่น หนังสือ บทความ และระบบ การใช้ฟิลด์เหล่านี้ทำให้มั่นใจได้ว่าทรัพยากรเหล่านี้สามารถค้นหาได้ง่ายโดยใช้เครื่องมือค้นหาต่าง ๆ (Mizrahi, 2024) ตัวอย่างมาตรฐานเมทาดาตาที่นิยมใช้ ได้แก่

Dublin Core Metadata Initiative (DCMI): มาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปสำหรับการอธิบายทรัพยากรสารสนเทศดิจิทัล เช่น ระบบ บทความ และรูปภาพ DCMI กำหนดชุดองค์ประกอบเมทาดาตาหลัก 15 รายการ เช่น ชื่อผู้เขียน หัวข้อ และวันที่เผยแพร่

ISO/IEC 11179: มาตรฐานสากลสำหรับเมทาดาทาสำหรับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเทคนิค มาตรฐานนี้กำหนดชุดขององค์ประกอบเมทาดาทาที่ครอบคลุมมากขึ้น ซึ่งรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการรวบรวมข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

Content Standard Framework (CSF): มาตรฐานเมทาดาทาที่พัฒนาโดย National Archives and Records Administration (NARA) ของสหรัฐอเมริกา มาตรฐานนี้ใช้สำหรับการจัดการบันทึกของรัฐบาลและมักใช้ในหน่วยงานภาครัฐ

หากแบ่งมาตรฐานของเมทาดาทาเป็นตามลักษณะวัตถุประสงค์ใช้งาน จากการใช้งานในระบบห้องสมุดของมหาวิทยาลัยรัฐในพิตต์สเบิร์ก รัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา (University of Pittsburgh, 2025) มาตรฐานที่เป็นที่นิยมสำหรับแต่ละจุดประสงค์แบ่งได้ดังนี้

### 1) วัตถุประสงค์ทั่วไป (General Purpose)

- ชุดข้อมูลมาตรฐาน ดับลินคอร์ (Dublin Core: DC) เป็นชุดคุณสมบัติพื้นฐาน 15 ประเภทสำหรับการอธิบายทรัพยากรหลากหลายประเภท

- รูปแบบการอธิบายวัตถุข้อมูล (Metadata Object Description Schema: MODS) เป็นมาตรฐานการอธิบายที่ใช้สำหรับทรัพยากรหลากหลายประเภท ได้รับการดูแลโดยหอสมุดรัฐสภา (Library of Congress) สหรัฐอเมริกา

### 2) สาขาชีววิทยาศาสตร์ (Sciences)

- ดาร์วิน คอร์ (Darwin Core: DwC) ใช้ในงานวิทยาศาสตร์ชีวภาพเพื่ออธิบายกลุ่มตัวอย่างสิ่งมีชีวิตหรือข้อมูลทางชีวภาพ รวมถึงคลังศัพท์เฉพาะทางเพื่อสนับสนุนการแบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ

- การเข้าถึงข้อมูลตัวอย่างชีวภาพ (Access to Biological Collection Data: ABCD) ใช้ในงานวิทยาศาสตร์ชีวภาพเพื่ออธิบายตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและการสังเกตทางวิทยาศาสตร์

- มาตรฐานข้อมูลภาพดาราศาสตร์ที่ได้จากข้อมูล (Astronomy Visualization Metadata Standard: AVM) ใช้สำหรับอธิบายภาพดาราศาสตร์ที่สร้างจากข้อมูล

- ภาษาตัวกลางข้อมูลระบบนิเวศ (Ecological Metadata Language: EML) ใช้เพื่อทำให้แนวคิดที่จำเป็นในการอธิบายข้อมูลระบบนิเวศเป็นทางการและเป็นมาตรฐาน

- มาตรฐานคณะกรรมการข้อมูลภูมิศาสตร์กลาง (Federal Geographic Data Committee Standard: FGDC) เป็นมาตรฐานสำหรับการบันทึกข้อมูลทางภูมิศาสตร์ดิจิทัล มีความสำคัญโดยเฉพาะกับนักวิจัยในสาขาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

### 3) สาขาสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ (Social and Behavioral Sciences)

- โครงการริเริ่มการจัดทำเอกสารข้อมูล (Data Documentation Initiative: DDI) เป็นมาตรฐานสำหรับการอธิบายข้อมูลการสังเกตและสำรวจในสาขาสังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์

เศรษฐศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สุขภาพ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์สำหรับการจัดโครงสร้างเอกสาร  
ข้อมูลการวิจัย

- โอแล็ค (OLAC) เป็นมาตรฐานที่ใช้โดยชุมชนคลังภาษาเปิด (Open Language Archives Community) สำหรับการอธิบายทรัพยากรด้านภาษาในการวิจัยด้านภาษาศาสตร์

#### 4) ศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์ (Arts and Humanities)

- แนวทางการริเริ่มการเข้ารหัสข้อความ (Text Encoding Initiative Guidelines: TEI) เป็นมาตรฐานสำหรับการแสดงข้อความในรูปแบบดิจิทัล นักวิจัยในสาขาสังคมศาสตร์  
ภาษาศาสตร์ และมนุษยศาสตร์นิยมใช้มาตรฐานนี้ตั้งแต่ปี 1994

- วีอาร์เอ คอร์ (VRA Core) เป็นมาตรฐานที่สร้างโดยสมาคมทรัพยากรภาพ (Visual Resources Association) สำหรับการอธิบายวัตถุทางวัฒนธรรม เช่น ภาพและงานศิลปะ

- พีบีคอร์ (PBCore) หรือที่เรียกว่า พจนานุกรมข้อมูลสาธารณะแพร่ภาพกระจาย  
เสียง (Public Broadcasting Metadata Dictionary) เป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับการ  
อธิบายทรัพยากรเสียงและภาพในรูปแบบดิจิทัลและอนาล็อก

มาตรฐานเมทาตาตาเปรียบเสมือนภาษาสากลที่ใช้ในการอธิบายข้อมูล ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจ  
ค้นหาและใช้งานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่คำนึงถึงระบบ แพลตฟอร์มหรือแหล่งที่มาของ  
ข้อมูล มาตรฐานเมทาตาตามีบทบาทสำคัญในยุคดิจิทัล ช่วยให้จัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้  
งานข้อมูลร่วมกันได้สะดวกและช่วยให้ค้นหาข้อมูลได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น

## 2.8 มาตรฐานการจัดเก็บ

ผู้วิจัยได้ศึกษาคุณสมบัติห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติ ที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการ  
ห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

1) 3D Library of Congress เป็นหอสมุดรัฐสภาสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้จัดทำโมเดล 3 มิติ  
ของวัตถุทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสำรวจและศึกษาได้อย่างละเอียด โดย  
ผู้สนใจสามารถเข้าศึกษาได้ที่เว็บไซต์ <https://www.loc.gov/3d/>

2) Europeana เป็นโครงการร่วมมือของสหภาพยุโรปที่รวบรวมทรัพยากรดิจิทัลจาก  
ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ และหอจดหมายเหตุทั่วยุโรป โดยมีการจัดเก็บในรูปแบบ 3 มิติให้ผู้สำรวจ  
ผู้สนใจสามารถเข้าศึกษาได้ที่เว็บไซต์ <https://www.europeana.eu/>

3) Smithsonian 3D Digitization โดยสถาบันสมิธโซเนียน ได้จัดเก็บประเภทของวัตถุ  
ของตนเองในรูปแบบ 3 มิติ เพื่อการศึกษาและวิจัย ผู้สนใจสามารถเข้าศึกษาได้ที่เว็บไซต์  
<https://3d.si.edu/>

4) Sketchfab เป็นแพลตฟอร์มที่อนุญาตให้พิพิธภัณฑ์และห้องสมุดอัปโหลดและแบ่งปันโมเดล 3 มิติ โดยผู้ใช้สามารถเข้าถึงและโต้ตอบกับวัตถุ 3 มิติเหล่านั้นได้ สามารถใช้งานได้จากเว็บไซต์ <https://sketchfab.com/>

5) Google Arts & Culture เป็นโครงการของ Google ที่ร่วมมือกับสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลก เพื่อจัดแสดงงานศิลปะและวัตถุในรูปแบบดิจิทัล รวมถึงโมเดล 3 มิติ โดยผู้สนใจสามารถเข้าศึกษาได้จากเว็บไซต์ <https://artsandculture.google.com/>

6) Digital Public Library of America (DPLA) เป็นห้องสมุดดิจิทัลสาธารณะแห่งอเมริกาที่รวบรวมทรัพยากรจากห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ และหอจดหมายเหตุทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีการจัดเก็บในรูปแบบ 3 มิติ และให้บริการผ่านเว็บไซต์ <https://dp.la/>

7) World Digital Library เป็นโครงการร่วมมือระหว่างหอสมุดรัฐสภาสหรัฐอเมริกา และยูเนสโก ที่รวบรวมเอกสารทางประวัติศาสตร์จากทั่วโลกในรูปแบบดิจิทัล สามารถเข้าศึกษาได้จากเว็บไซต์ <https://www.wdl.org/>

8) Internet Archive โดยองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรที่เก็บรักษาเนื้อหาดิจิทัลหลากหลายประเภท รวมถึงโมเดล 3 มิติ ในเว็บไซต์ <https://archive.org/>

9) Virtual Library of Bibliographical Heritage เป็นโครงการของหอสมุดแห่งชาติสเปน ที่นำเสนอการจัดเก็บหนังสือและเอกสารโบราณในรูปแบบดิจิทัล ผู้สนใจศึกษาสามารถเข้าชมได้ที่เว็บไซต์ <http://www.bne.es/en/Colecciones/PatrimonioBibliografico/>

10) Khan Academy เป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีสื่อการสอนที่หลากหลาย รวมถึงโมเดล 3 มิติ สำหรับวิชาต่าง ๆ สามารถเข้าศึกษาได้จากเว็บไซต์ <https://www.khanacademy.org/>

ห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติทั้ง 10 ระบบ ที่ผู้วิจัยได้ศึกษา ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและโต้ตอบกับทรัพยากรดิจิทัลในรูปแบบ 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะไม่มีมาตรฐานสากลที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน แต่การพัฒนาและใช้งานระบบเหล่านี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลก ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติหลัก

## 2.9 ประสบการณ์ผู้ใช้งานและส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน

### 2.9.1 ประสบการณ์ผู้ใช้งาน

ประสบการณ์ผู้ใช้งาน (User Experience หรือ UX Design) เป็นศัพท์ที่บัญญัติขึ้นโดยดอน นอร์แมน (Don Norman) ผู้ร่วมก่อตั้ง Nielsen Norman Group และผู้เขียน The Design of Everyday Things ซึ่งเป็นหนังสือที่ถือเป็นรากฐานของการออกแบบโดยวางผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design) หากมีการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งานที่ดี จะทำให้ผู้ใช้ใช้งานง่าย

ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนรู้สึกอยากใช้งานต่อและนำไปสู่การบอกต่อ (ชาตรี ต้นสถาวิรัฐ, 2566) โดยการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งานเป็นการออกแบบส่วนได้ต่อบรรหว่างผู้ใช้งานกับผลิตภัณฑ์หรือบริการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบในทุกองค์ประกอบที่ส่งผลต่อประสบการณ์ของผู้ใช้งาน เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกเมื่อใช้งานอุปกรณ์ เป็นการออกแบบให้ผู้ใช้มีความสะดวกสบายขณะใช้งานและทำให้แอปพลิเคชันมีคนเข้าถึงได้มากที่สุด (อันโดรโม, 2564) ในกรณีนี้คือแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน จึงหมายถึงการออกแบบการโต้ตอบระหว่างผู้เล่นกับเกมและเมนูต่าง ๆ ภายในเกม ที่ส่งผลให้การเล่นเกมมอบประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้เล่น ออกแบบรูปแบบการควบคุมการเล่น เพื่อให้ผู้เล่นเล่นเกมได้อย่างราบรื่น สะดวก และตอบสนองต่อสภาพทางชีววิทยาของผู้เล่นที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งานที่ดีควรมีคุณสมบัติ 4 ข้อ ดังนี้ (ชาตรี ต้นสถาวิรัฐ, 2566)

- 1) ใช้งานง่าย (Usable) หมายถึงการออกแบบที่ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย เข้าใจถึงวิธีการใช้งานโดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่หรือเรียนรู้วิธีการใช้ให้น้อยที่สุด
- 2) ใช้งานได้กับกลุ่มคนที่หลากหลาย (Equitable) ซึ่งคนละความหมายกับความเท่าเทียม (Equity) โดยความเท่าเทียมคือการให้โอกาสทุก ๆ คนอย่างเท่าเทียมกัน แต่การใช้งานได้กับกลุ่มคนที่หลากหลายเป็นการที่ทำให้ทุกคนได้รับประสบการณ์แบบเดียวกัน
- 3) ให้ประสบการณ์ที่สนุก (Enjoyable) หรืออีกความหมายคือการที่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกดีเมื่อใช้งาน
- 4) แก้ปัญหาให้ผู้ใช้งานได้จริง (Useful) หมายถึงการออกแบบที่ช่วยแก้ปัญหาที่ผู้ใช้งานพบเจอ

การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งานจึงเป็นการออกแบบประสบการณ์ใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจสูงสุด เช่น ใช้งานง่าย มีลำดับขั้นตอนชัดเจน เป็นการสร้างความรู้สึกจดจำให้ผู้ใช้งานอยากกลับมาใช้งานอีก

จากการศึกษาการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประสบการณ์ผู้ใช้งานต้องมีการออกแบบโดยคำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นหลัก เพื่อให้มีความง่ายต่อการใช้งานและมีการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เป็นอย่างดี ซึ่งการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งานในงานวิจัยนี้ เป็นการออกแบบส่วนได้ต่อกับผู้ใช้งานกับระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาใหม่ ดังนั้น การออกแบบจึงคำนึงถึงผู้ใช้เป็นหลัก เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบมีความสะดวกสบายขณะใช้งานและทำให้ระบบมีคนเข้าถึงได้มากที่สุด

### 2.9.2 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน

การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน (User Interface หรือ UI Design) เป็นการออกแบบที่เน้นในลักษณะและรูปแบบของแอปพลิเคชัน เพื่อเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานและส่วน

ที่มีการโต้ตอบการใช้งาน การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ดีที่สุดคือการออกแบบที่ทำให้ผู้ใช้พิจารณาว่าเป็นมิตรกับผู้ใช้ เรียบง่าย ใช้งานง่าย และน่าพึงพอใจ (อันโดโรโม, 2564) ในกรณีนี้คือแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน จึงหมายถึงการออกแบบจุดเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานและการโต้ตอบของกลไกหรือระบบของเกม ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของกราฟิก โดยกราฟิกส่วนต่อประสานผู้ใช้งานเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของเกมในส่วนของสุนทรียศาสตร์ ไม่เพียงแต่การออกแบบกราฟิกเพียงอย่างเดียวแต่หมายรวมถึงการออกแบบกราฟิกที่สามารถสื่อสารกับผู้เล่นได้ มีรูปแบบที่น่าพึงพอใจต่อผู้เล่น มีขนาดและสีที่เข้าใจในความหมายของการโต้ตอบได้ง่าย การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งานจึงเป็นการออกแบบที่เชื่อมประสานระหว่างผู้ใช้งานกับระบบหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งมุ่งเน้นไปที่หน้าตาการออกแบบ เช่น การวางภาพ ปุ่ม หรือขนาดตัวอักษร เป็นต้น (Iconext Writer, 2564)

การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน มักจะมี 5 องค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

- 1) Information Design : กระบวนการออกแบบที่เน้นการนำเสนอข้อมูล เพื่อสร้างความเข้าใจและเกิดการเรียงลำดับข้อมูลได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง
- 2) Interaction Design : กระบวนการออกแบบโดยคำนึงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับวัตถุที่เน้นการตอบสนองที่ถูกต้อง และผู้ใช้งานสามารถไปถึงเป้าหมายได้อย่างรวดเร็ว เช่น การกดปุ่มลดเสียง แล้วเสียงเบาลง หรือการใช้คำที่สื่อความหมาย ทำให้ผู้ใช้งานทราบได้ทันทีว่าต้องการจะสื่อความหมายอะไร หรือให้ผู้ใช้ทำอะไร เป็นต้น
- 3) Information Architecture : เป็นการจัดเรียงข้อมูลอย่างเป็นระบบ และการจัดกลุ่มข้อมูลให้มีความถูกต้อง เพื่อให้ผู้ใช้งานรู้ลำดับการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เช่น การทำแผนผังเว็บไซต์ (Sitemap)
- 4) Visual Design: เน้นการนำเสนอภาพเพื่อให้เกิดความสวยงาม ครบทุกองค์ประกอบ เช่น การจัดวางตำแหน่ง การใช้สี การใช้ตัวอักษร ในการนำเสนอให้สวยงาม ให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่าย
- 5) Human Computer Interaction: การออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งานและการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ดี เพราะการพัฒนานั้นเริ่มต้นตั้งแต่การใช้งานคอมพิวเตอร์ผ่านระบบ Command line ที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน จนมาถึงการออกแบบกราฟิกส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน (Graphic User Interface: GUI) ที่มีสีสัน มีหน้าตา มีความสวยงาม และใช้งานง่ายมากยิ่งขึ้น โดยในปัจจุบันยังคงมีการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษาการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งานกับระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นการออกแบบที่เน้นในลักษณะและรูปแบบของกราฟิกภายในระบบ เพื่อเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่าง

ผู้ใช้งานและส่วนที่มีการโต้ตอบการใช้งาน โดยกราฟิกต้องสามารถสื่อสารกับผู้ใช้ได้ มีรูปแบบเป็นที่น่าพึงพอใจขณะใช้งาน มีขนาดและสีสันทที่เข้าใจในความหมายของการโต้ตอบได้ง่าย ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การออกแบบนำเสนอข้อมูลโดยมีการเรียงลำดับข้อมูลได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง 2) การออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับกราฟิกที่มีฟังก์ชันการตอบสนองที่ถูกต้อง 3) การจัดเรียงข้อมูลอย่างเป็นระบบ 4) ออกแบบเน้นที่กราฟิกสวยงามเหมาะกับผู้ใช้ 5) ออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์

## 2.10 วงจรการพัฒนาแบบ SDLC

### 2.10.1 ความสำคัญและขั้นตอนของวงจรการพัฒนาแบบ

โสภี แก้วชะฎา (2556) อธิบายถึง การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (Systems analysis) ว่าเป็นกระบวนการที่มุ่งศึกษาปัญหาและข้อบกพร่องของระบบงานปัจจุบัน เพื่อออกแบบระบบการทำงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากการออกแบบระบบใหม่แล้ว เป้าหมายสำคัญอีกประการหนึ่งของการวิเคราะห์ระบบ คือ การปรับปรุงและแก้ไขระบบงานเดิมให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น ก่อนที่จะนำระบบงานใหม่มาใช้ งานระบบงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะเรียกว่า "ระบบปัจจุบัน" (Current system) เมื่อมีการพัฒนาระบบใหม่และนำมาใช้งาน ระบบปัจจุบันที่เคยใช้อยู่จะกลายเป็น "ระบบเก่า" (Old system) โดยสรุป การวิเคราะห์และออกแบบระบบเปรียบเสมือนเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการสร้างระบบสารสนเทศใหม่และปรับปรุงระบบที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยให้ธุรกิจสามารถบรรลุเป้าหมายและขับเคลื่อนการดำเนินงานไปสู่ความสำเร็จได้

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2555) ได้กล่าวว่า วงจรการพัฒนาแบบ (System Development Life Cycle : SDLC) หมายถึง ลำดับขั้นตอนที่เป็นระบบแบบแผนในการพัฒนาระบบงานหรือระบบสารสนเทศ ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงการใช้งานจริงภายในองค์กร เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาหรือตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน อาจจะเป็นการนำระบบงานเดิมมาพัฒนาปรับปรุงใหม่ หรือเป็นการพัฒนาระบบขึ้นมาใหม่โดยสิ้นเชิง โดยทั่วไป การพัฒนาระบบขนาดเล็ก จะประกอบด้วยกิจกรรมหลักๆ 3 กลุ่ม ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ และการนำไปใช้ อย่างไรก็ตาม สำหรับระบบขนาดใหญ่ จำเป็นต้องดำเนินการพัฒนาตามแบบแผนของ SDLC ครบทุกขั้นตอน จำแนกขั้นตอนของ SDLC ออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้

1) การวางแผนโครงการ (Project Planning): กำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ ขอบเขต แผนงาน ระยะเวลา งบประมาณ ทรัพยากร และบุคลากรที่จำเป็นสำหรับโครงการพัฒนาระบบ

2) การวิเคราะห์ (Analysis): ศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน ปัญหาที่พบเจอ ข้อมูลกระบวนการทำงาน และข้อจำกัดต่าง ๆ ของระบบปัจจุบัน

3) การออกแบบ (Design): กำหนดรายละเอียดทางเทคนิค สถาปัตยกรรมของระบบ โครงสร้างข้อมูล หน้าจอการใช้งาน เอกสารประกอบ และคู่มือการใช้งาน

4) การนำไปใช้ (Implementation): พัฒนาและเขียนโปรแกรม ทดสอบระบบ ติดตั้ง และปรับแต่งระบบให้พร้อมใช้งานจริง

5) การบำรุงรักษา (Maintenance): ดูแลรักษา แก้ไขข้อผิดพลาด ปรับปรุงระบบ พัฒนาต่อยอด และรองรับความต้องการใหม่ๆ ของผู้ใช้งาน

เกียรติพงษ์ อุดมธนะธีระ (2562) กล่าวว่า วงจรการพัฒนาแบบ (SDLC) เป็นกระบวนการที่เป็นระบบสำหรับการพัฒนาและใช้งานระบบสารสนเทศ ช่วยให้เห็นใจได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นตรงตามความต้องการของผู้ใช้ มีประสิทธิภาพ และคุ้มค่า โดยแบ่งการพัฒนากระบวนการหรือระบบเทคโนโลยีสารสนเทศออกเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน มุ่งมั่นแก้ปัญหาทางธุรกิจ ตอบสนองความต้องการขององค์กร และขับเคลื่อนระบบสู่ความสำเร็จ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาระบบใหม่ หรือการต่อยอดระบบเดิมให้ดียิ่งขึ้น SDLC ล้วนมีบทบาทสำคัญ เปรียบเสมือนกรอบที่ช่วยให้กระบวนการพัฒนาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ควบคุมได้ และบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

นิลลภาพ บุษพาโชติ และ ศชาภฤช เหลี่ยมไธสง (2563) ได้อธิบายกระบวนการของวงจรการพัฒนาแบบว่า SDLC ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) การระบุปัญหา (Problem Recognition): ขั้นตอนแรกคือการระบุปัญหาหรือความต้องการที่ระบบใหม่จะต้องแก้ไขหรือตอบสนอง ขั้นตอนนี้มักเริ่มต้นด้วยการรวบรวมข้อมูลจากผู้ใช้งานผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การสัมภาษณ์ การประชุมกลุ่ม การสำรวจความคิดเห็น

2) การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study): เมื่อระบุปัญหาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ เพื่อประเมินว่าโครงการนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการสำเร็จหรือไม่ การศึกษาความเป็นไปได้อาจพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความต้องการของผู้ใช้ เทคโนโลยีที่มีอยู่ งบประมาณ ระยะเวลา และทรัพยากร

3) การวิเคราะห์ (Analysis): ในขั้นตอนนี้ จะทำการวิเคราะห์ระบบปัจจุบันอย่างละเอียด เพื่อระบุปัญหาและข้อจำกัด รวมไปถึงความต้องการของผู้ใช้สำหรับระบบใหม่ ข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นตอนนี้จะถูกนำไปใช้ในการออกแบบระบบใหม่

4) การออกแบบ (Design): ขั้นตอนการออกแบบจะทำการออกแบบระบบใหม่ กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ เครือข่าย ฐานข้อมูลและอินเทอร์เน็ตเพชผู้ใช้ ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ กำหนดส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบ ออกแบบอินเทอร์เน็ตเพชผู้ใช้ เขียนเอกสารรายละเอียดการออกแบบและสร้างต้นแบบระบบ การออกแบบระบบจะต้องสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และเป็นไปได้ในทางเทคนิค

5) การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test): ในขั้นตอนนี้ จะทำการพัฒนาและทดสอบระบบใหม่ตามที่ออกแบบไว้ การพัฒนาอาจรวมถึงการเขียนโปรแกรม การกำหนดค่าฮาร์ดแวร์ และการสร้างเอกสารประกอบ การทดสอบจะช่วยระบุข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องในระบบ

6) การใช้งาน (Implementation): เมื่อระบบใหม่ผ่านการทดสอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการติดตั้งและใช้งานระบบจริง อาจรวมถึงการฝึกอบรมผู้ใช้ การแปลงข้อมูล และการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน

7) การบำรุงรักษา (System Maintenance): หลังจากระบบใช้งานจริงแล้ว จะต้องมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด ปรับปรุงระบบ และรองรับความต้องการใหม่ๆ ของผู้ใช้

### 2.10.2 โมเดลวงจรการพัฒนาารบบ

โมเดล SDLC มีหลากหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีข้อดี ข้อเสีย และเหมาะสมกับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยเลือกใช้ โมเดล SDLC 7 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพประกอบที่ 13 วงจรการพัฒนาารบบ SDLC

(Mindphp, 2565)

1. การค้นหาปัญหาขององค์กร (Problem Recognition) เป็นกิจกรรมแรกที่สำคัญในการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการปรับปรุงโดยใช้ระบบเข้ามาช่วยนำข้อมูลปัญหาที่ได้มาจำแนกจัดกลุ่มและจัดลำดับความสำคัญ เพื่อใช้คัดเลือกโครงการที่เหมาะสมที่สุดมาพัฒนา โดยโครงการที่จะทำการพัฒนาต้องสามารถแก้ปัญหาที่มีในองค์กรและให้ประโยชน์กับองค์กรมากที่สุด

**2. การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study)** ว่าเหมาะสมหรือไม่ที่จะปรับเปลี่ยนระบบ โดยให้เสียค่าใช้จ่าย (Cost) และเวลา (Time) น้อยที่สุดแต่ให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ และหาความต้องการของผู้เกี่ยวข้องใน 3 เรื่อง คือ เทคนิคเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ บุคลากรและความพร้อม และความคุ้มค่า เพื่อให้นำเสนอต่อผู้บริหารพิจารณาอนุมัติดำเนินการต่อไป

**3. การวิเคราะห์ (Analysis)** เป็นการรวบรวมข้อมูลปัญหาความต้องการที่มีเพื่อนำไปออกแบบระบบ ขั้นตอนนี้จะศึกษาจากผู้ใช้งาน โดยวิเคราะห์การทำงานของระบบเดิม (As Is) และความต้องการที่มีจากระบบใหม่ (To Be) จากนั้นนำผลการศึกษาและวิเคราะห์มาเขียนเป็นแผนภาพผังงานระบบ (System Flowchart) และทิศทางการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram)

**4. การออกแบบ (Design)** นำผลการวิเคราะห์มาออกแบบเป็นแนวคิด (Logical Design) เพื่อแก้ไขปัญหา โดยในส่วนนี้จะยังไม่ได้มีการระบุถึงรายละเอียดและคุณลักษณะอุปกรณ์มากนัก เน้นการออกแบบโครงสร้างบนกระดาษ แล้วส่งให้ผู้ออกแบบระบบนำไปออกแบบ (System Design) ซึ่งขั้นตอนนี้จะเริ่มมีการระบุลักษณะการทำงานของระบบทางเทคนิค รายละเอียดคุณลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้ เทคโนโลยีที่ใช้ ชนิดฐานข้อมูลการออกแบบ เครือข่ายที่เหมาะสม ลักษณะของการนำข้อมูลเข้า ลักษณะรูปแบบรายงานที่เกิด และผลลัพธ์ที่ได้

**5. การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test)** เป็นขั้นตอนการการเขียนโปรแกรม (Coding) เพื่อพัฒนาระบบจากแบบบนกระดาษให้เป็นระบบตามคุณลักษณะที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการทดสอบหาข้อผิดพลาด (Testing) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จนมั่นใจว่าถูกต้องและตรงตามความต้องการ หากพบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการทำงานของระบบต้องปรับแก้ไขให้เรียบร้อยพร้อมใช้งานก่อนนำไปติดตั้งใช้จริง

**6. การติดตั้ง (Implementation)** เป็นขั้นตอนการนำระบบที่พัฒนาจนสมบูรณ์มาติดตั้ง (Installation) และเริ่มใช้งานจริง ในส่วนนี้นอกจากติดตั้งระบบใช้งานแล้ว ยังต้องมีการจัดเตรียมขั้นตอนการสนับสนุนส่งเสริมการใช้งานให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ โดยจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมผู้ใช้งาน (Training) เอกสารประกอบระบบ (Documentation) และแผนการบริการให้ความช่วยเหลือ (Support) เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

**7. การซ่อมบำรุงระบบ (System Maintenance)** เป็นขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบต่อเนื่องหลังจากเริ่มดำเนินการ ผู้ใช้ระบบอาจจะพบกับปัญหาที่เกิดขึ้นภายหลัง เช่น ปัญหาเนื่องจากความไม่คุ้นเคยกับระบบใหม่ จึงควรกำหนดแผนค้นหาปัญหาอย่างต่อเนื่อง ติดตามประเมินผล เก็บรวบรวมคำร้องขอให้ปรับปรุงระบบ วิเคราะห์ข้อมูลร้องขอให้ปรับปรุงระบบ จากนั้นออกแบบการทำงานที่ต้องการปรับปรุงแก้ไขและติดตั้ง ซึ่งต้องมีการฝึกอบรมการใช้งานระบบให้แก่ผู้ใช้งาน เพื่อที่จะทราบความพึงพอใจของผู้ใช้

วงจรรการพัฒนาาระบบ (SDLC) เป็นกรอบการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้มั่นใจว่าโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบงานต่าง ๆ จะบรรลุเป้าหมาย ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานและประสบความสำเร็จ แต่ละรูปแบบมีข้อดี ข้อเสีย และเหมาะสมกับสถานการณ์ที่ต่างกัน การเลือกโมเดลที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของโครงการ ความเสี่ยง งบประมาณ ระยะเวลา และความต้องการของผู้ใช้ ควรศึกษาและนำ SDLC ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับงาน เพื่อให้ได้ระบบงานที่มีคุณภาพและคุ้มค่ากับการลงทุน การนำ SDLC ไปพัฒนาระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ช่วยให้มั่นใจได้ว่าระบบมีคุณภาพสูง ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ และสามารถใช้งานได้จริง

## 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติเพื่อเก็บรักษาพุทธศิลป์ ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการจัดเก็บเมทาดาดาและการพัฒนาระบบ จากแหล่งข้อมูลทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่ามีประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

### 2.11.1 งานวิจัยในประเทศ

ศิลปะและศาสนามีความสัมพันธ์อันแน่นแฟ้นต่อเนื่องมายาวนานตั้งแต่ยุคโบราณ ศิลปะมักถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่หลักธรรมคำสอนของศาสนาไปยังศาสนิกชน อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นสัญลักษณ์อันศักดิ์สิทธิ์ของศาสนานั้นๆ กล่าวได้ว่า ศาสนาเปรียบเสมือนบ่อเกิดของศิลปะอันงดงาม เมื่อมนุษย์มีความศรัทธาในศาสนา พวกเขาทุ่มเทแรงกายแรงใจสร้างสรรค์ผลงานอันงดงามเพื่ออุทิศให้แก่ศาสนาที่ตนเคารพนับถือ เนื้อหาและเป้าหมายของศาสนศิลป์มุ่งเน้นไปที่การสื่อถึงความดีงาม ความงดงาม และเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ปรัชญาของแต่ละศาสนา (พระครูสังฆรักษ์ ศุภณัฐ ภูริวฑฒโน, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับพระดำรัสของพระธรรมโกศาจารย์ (ภวนิจ ฐิตฺตมฺหาเถโร, 2544) ที่ได้กล่าวไว้ว่า "ยอดของศิลปะนั้น เป็นเรื่องดำรงชีวิตจิตใจให้อยู่เหนือความทุกข์ นี่เป็นศิลปะสูงสุดในพระพุทธศาสนา เรียกว่าเป็นศิลปะของชาวพุทธ ในการช่วยกันปลดเปลื้องความทุกข์ในทางจิตใจ หรือปัญหาสังคม ในปัจจุบันเปลี่ยนไปเป็นเรื่องของวัตถุ ศิลปะของชาวพุทธเลยกลายเป็นเรื่องโบสถ์เจดีย์และพระพุทธรูปสวยๆ ดังนั้น ศิลปะจึงเป็นสิ่งจำเป็นในพระพุทธศาสนา เพราะศิลปะนั้นต้องใช้การดำรงชีวิต"

จากภูมิปัญญาอันสั่งสมผ่านขนบธรรมเนียม ประเพณี พิธีกรรม และคติความเชื่อ ผสานกับวิถีชีวิตอันเรียบง่ายที่ผูกพันกับธรรมชาติของชุมชนโบราณในภาคอีสาน ประกอบกับความศรัทธาอันลึกซึ้งในพระพุทธศาสนา เมื่อหลอมรวมเป็นหนึ่ง จึงก่อกำเนิดเป็นงานพุทธศิลป์อันทรงเอกลักษณ์และงดงามล้ำค่า งานศิลปกรรมเหล่านี้ ล้วนแล้วแต่สื่อถึงเรื่องราวและคติธรรมอันล้ำค่าจากพระพุทธศาสนา สะท้อนให้เห็นถึงความศรัทธาและภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ ผ่านฝีมืออันประณีตบรรจงสร้างสรรค์ผลงานที่เปี่ยมไปด้วยคุณค่าทั้งด้านวัฒนธรรม สุนทรียศาสตร์ จริยธรรม และจิต

วิญญาณ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศักดิ์ชัย เกียรตินาคินทร์ (2542) ที่ชี้ให้เห็นว่าคุณค่าของ ศิลปกรรมในชุมชน ประกอบด้วยมิติต่าง ๆ คือ คุณค่าด้านวัฒนธรรม สุนทรียภาพและจริยธรรม คุณค่าด้านบุคลิกภาพและอารมณ์ คุณค่าด้านการเรียนรู้และคุณค่าด้านการพัฒนาพฤติกรรมทาง สังคม งานวิจัยพบว่า การเรียนรู้คุณค่าศิลปกรรมโดยเชื่อมโยงความคิดกับประวัติศาสตร์และความรู้ ดั้งเดิม ส่งผลดีต่อทัศนคติต่อตนเอง ชุมชนมีความเข้าใจตัดสินใจได้เอง มีความมั่นใจ ภูมิใจและมี เกียรติภูมิ ส่งผลให้เกิดทัศนคติเชิงบวกต่อตนเอง ในทางตรงกันข้ามการเรียนรู้คุณค่าศิลปกรรมโดย เชื่อมโยงความคิดกับความรู้ใหม่ภายนอกชุมชนส่งผลเสียต่อทัศนคติต่อตนเอง ชุมชนมีความไม่เข้าใจ ตัดสินใจเองไม่ได้ ขาดความมั่นใจ ไม่ภูมิใจและไม่มีเกียรติภูมิ ส่งผลให้เกิดทัศนคติเชิงลบต่อตนเอง นอกจากนี้ การเรียนรู้คุณค่าศิลปกรรมยังส่งผลต่อความผูกพันกับชุมชน ชุมชนที่มีความคุ้นเคยกับ แบบแผนทางสังคม ส่งผลดีต่อความผูกพันกับชุมชน ชุมชนที่มีความเชื่อมั่น ยอมรับปรับตัวต่อ พฤติกรรมภายในชุมชนได้ มีความพอใจและรู้สึกเป็นเจ้าของชุมชน ในทางตรงกันข้ามชุมชนที่ไม่ คุ้นเคยกับแบบแผนทางสังคมส่งผลเสียต่อความผูกพันกับชุมชน ชุมชนมีความไม่เชื่อมั่น วางเฉย ปรับตัวไม่ได้ต่อพฤติกรรมภายในชุมชน มีความไม่พอใจและไม่รู้สึกเป็นเจ้าของชุมชน สรุปได้ว่าคุณค่า ศิลปกรรมมีบทบาทสำคัญต่อชุมชน ส่งผลดีต่อทั้งทัศนคติต่อตนเอง ความผูกพันกับชุมชน และพัฒนา พฤติกรรมทางสังคม ชุมชนควรส่งเสริมให้สมาชิกเรียนรู้คุณค่าศิลปกรรมโดยเชื่อมโยงความคิดกับ ประวัติศาสตร์ ภูมิปัญญา วัฒนธรรมและวิถีชีวิต เพื่อสร้างชุมชนเข้มแข็งมีเอกลักษณ์ และยั่งยืน

การศึกษาพุทธศิลป์ผ่านคัมภีร์โบราณนครลำปาง โดยพระครูสังฆรักษ์ศุภณัฐ ภูริวฑฒโน, ภัทรเดช ปันขยารณาตุล และ ศิลาวัฒน์ ชัยวงศ์ (2561) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาพุทธศิลป์ผ่าน มุมมองของคัมภีร์โบราณในนครลำปาง นำเสนอองค์ความรู้และหลักปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับพุทธศิลป์ ผลงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของพุทธศิลป์ในการขัดเกลาเชิงวัฒนธรรม ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม กระตุ้นให้เกิดความศรัทธา จรรยาบรรณ และปัญญา โดยให้ความหมายและความสำคัญ ของพุทธศิลป์ว่า พุทธศิลป์ หมายถึง ผลงานทางศิลปะที่สื่อถึงหลักธรรมคำสอนของพระพุทธศาสนา มุ่งสร้างสรรค์ผลงานที่งดงาม กระตุ้นให้เกิดความศรัทธา นำไปสู่การขัดเกลาจิตใจ พัฒนาคุณธรรม และส่งเสริมให้สังคมอยู่ร่วมกันอย่างสันติ งานวิจัยแบ่งพุทธศิลป์ออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) พุทธรูป: มักมีลักษณะท่าทาง อิริยาบถ และเครื่องประดับที่สื่อถึงเรื่องราวและพระพุทธรูป 2) สถาปัตยกรรม: มักมีรูปแบบ ลวดลาย และสัญลักษณ์ที่สื่อถึงหลักธรรมคำสอน 3) ประติมากรรม: มัก มีรูปลักษณะ ท่าทาง และรายละเอียดที่สื่อถึงเรื่องราวทางพุทธศาสนา พุทธศิลป์มีบทบาทสำคัญในการ ส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม กระตุ้นให้เกิดความศรัทธาจรรยาบรรณ ปัญญา ผลงานทางพุทธศิลป์สร้าง แรงบันดาลใจให้ผู้คนดำเนินชีวิตตามหลักมรรคผลส่งเสริมให้สังคมอยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข งานวิจัยชิ้น นี้ นำเสนอมุมมองที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับพุทธศิลป์ในฐานะเครื่องมือสำคัญในการขัดเกลาเชิงวัฒนธรรม ช่วย ให้เข้าใจบทบาทของพุทธศิลป์ที่มีต่อสังคมไทย

พระพุทธรูปหรือพระพุทธรูปปฏิมากร เป็นสัญลักษณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแทนองค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้า เป็นรูปเคารพที่ผู้คนเคารพบูชาและระลึกถึงพระธรรมคำสอนของพระองค์ พระพุทธรูปจึงเป็นเครื่องหมายสำคัญอย่างหนึ่งที่แสดงถึงความเคารพเลื่อมใสศรัทธาต่อองค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้า และเป็นการสืบทอดพระพุทธศาสนาให้ยั่งยืนสืบไป ตำนานพระพุทธรูป เป็นเรื่องเล่าที่กล่าวถึงประวัติความเป็นมา ประเพณีพิธีกรรมอันเกี่ยวข้องกับพระพุทธรูปสำคัญที่ประดิษฐานอยู่ในชุมชนชายแดนไทย-ลาว ซึ่งผู้คนในชุมชนให้ความเคารพศรัทธาและเชื่อว่าเป็นสัญลักษณ์ศักดิ์สิทธิ์แทนองค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้า การถ่ายทอดเรื่องราวเกี่ยวกับพระพุทธรูป นอกจากจะสื่อความหมายทางวัฒนธรรมแล้ว พระพุทธรูปยังมีบทบาทในการสร้างความสัมพันธ์ทางสังคมในชุมชนชายแดนไทย-ลาว ตำนาน เหล่านี้มักมีเนื้อหาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์และความสัมพันธ์ทางสังคมหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการนับถือและเคลื่อนย้ายพระพุทธรูปไปยังดินแดนต่าง ๆ ในกรณีของดินแดนอาณาจักรเก่าแก่ในอาณาบริเวณลุ่มแม่น้ำโขง พบว่าความสำคัญของพระพุทธรูปในอาณาจักรสยามและล้านช้าง มีฐานะเป็น พระคู่บ้านคู่เมือง (ราสี บุรุษรัตนพันธุ์, 2548)

การจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ คือ การจัดทำประวัติเรื่องราวและรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ อันเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่นและของประเทศไว้เป็นหลักฐานสำคัญทางวิชาการเพื่อการศึกษาและการอนุรักษ์ โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ ขึ้นใดไม่มีทะเบียนประวัติแน่ชัดย่อมขาดคุณค่าความสำคัญทางวิชาการและกฎหมาย การปฏิบัติงาน ด้านทะเบียนโบราณวัตถุศิลปวัตถุต้องใช้ศาสตร์หรือวิทยาการหลากหลายสาขาร่วมกัน รวมทั้งต้องมีการประสานงานและความชำนาญที่สั่งสมมานานพอสมควรจึงจะทำให้งานทะเบียนโบราณวัตถุ ศิลปะวัตถุมีความสมบูรณ์และถูกต้อง การรวบรวมความรู้ด้านนี้มาจัดทำเป็นหลักฐานเอกสารจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง (สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร, 2559) โดยในปัจจุบัน พุทธศิลป์อีสานที่มีคุณค่า บางชิ้นได้สูญหายไปด้วยการถูกโจรกรรมโดยบุคคลผู้ที่แสวงหาผลประโยชน์เพื่อนำไปขายให้กับนักสะสมวัตถุโบราณ ทำให้สิ่งมีค่าเหล่านั้นได้สูญหายไปและไม่สามารถสืบหาได้เนื่องจาก โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ โดยเฉพาะพุทธศิลป์อีสาน ศิลปะล้านช้าง ที่มีอยู่มากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตามประวัติศาสตร์ คือพื้นที่ของ อาณาจักรล้านช้าง) เป็นพระพุทธรูปที่มีความงดงาม จึงเป็นที่นิยมอย่างมากในหมู่นักสะสมพุทธศิลป์อีสาน เมื่อมีความนิยมมากความต้องการของนักสะสมจึงมีมากและทำให้พระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง จึงมีราคาสูงตามไปด้วย ทำให้เกิดการโจรกรรมและสูญหายไปอย่างที่ได้ยินข่าวอยู่ตามสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นประจำ การมีชุดข้อมูลภาพถ่ายหรือการมีข้อมูลภาพจำลองสามมิติจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งและจะต้องรีบทำการสำรวจให้โดยเร็วเพื่อเป็นหลักฐานสำคัญทางประวัติศาสตร์ ทางวิชาการและทางกฎหมาย เมื่อเกิดการสูญหาย หรือขำรุค จะได้ใช้ชุดข้อมูลเหล่านี้เป็นหลักฐานสำคัญได้ (พระมหาวชิรพัฒน์ เขมปัญโญ, 2565) นอกจากนั้น โบราณวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างทางประวัติศาสตร์มีการเสื่อมสภาพ เสื่อมสลายไปตามสภาวะทาง

ธรรมชาติเป็นไปตามการเวลา โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุมักจะไม่มีการเก็บข้อมูลภาพถ่ายไว้เป็นหลักฐาน หรือ ไม่มีข้อมูลของแบบจำลองสามมิติที่มีความเสมือนจริง ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจะทำการอนุรักษ์หรือ บำรุงรักษานั้นจึงไม่มีข้อมูลที่สามารถอ้างอิงในเชิงศิลปะและวิศวกรรมเพื่อทำการอนุรักษ์ได้ ถ้าสามารถทำการรังวัดและแสดงผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จากการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัลมาสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ศิลปะและมรดกทางวัฒนธรรมเพื่อสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายซึ่งเป็นวิธีการที่มีต้นทุนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ และมีความถูกต้องแม่นยำสูงจึงเหมาะสำหรับการนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ได้ (ณรงค์ พูนพจน์มาศ, 2552) สอดคล้องกับ วิจิตร วินทะไชย (2560) ได้ศึกษารูปแบบทางศิลปะของพุทธปฏิมากรรมสำริด ศิลปะล้านช้างในอีสาน พบว่า สุนทรียศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความงามทั้งในศิลปะและธรรมชาติ ในทางปรัชญาสุนทรียศาสตร์ ก็คือศิลปะที่ว่าด้วยเรื่องมาตรฐานของความงาม กฎเกณฑ์ทางศิลปะ ทฤษฎีอันเกี่ยวกับประสบการณ์ทางสุนทรียภาพ การแสวงหาคคุณค่า “ความงาม” คือสถานภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดความเพลิดเพลิน การชื่นชมผ่านความเข้าใจ และรับรู้ถึงความสมดุล สัดส่วน และแรงดึงดูดของสิ่งๆ นั้น ซึ่งอาจจะเป็นบุคคล สัตว์ สิ่งของ เหตุการณ์ สถานที่ ดนตรี ศิลปะ ในคัมภีร์พระไตรปิฎก “ความงาม” ตรงกับคำภาษาบาลี ว่า “ไตรลักษณ์, กลยณ, โสภณ, สุนทรีย” บ่งถึงความงามที่เป็นลักษณะของธรรม ผลจากการปฏิบัติที่ปรากฏต่อผู้ปฏิบัติ โดยไม่จำกัดอายุ เพศ วัยมีอยู่ 3 ประการ คือ งามในเบื้องต้นด้วยศิลปะและสมาธิ งามในท่ามกลางด้วยวิปัสสนาและมรรคงาม ในที่สุดด้วยผลและนิพพาน การสร้างพระพุทธรูปล้านช้างเกิดขึ้นจากภูมิปัญญาของบรรพบุรุษที่มีความเชื่อ ความศรัทธาต่อพระพุทธเจ้า ปรากฏในลักษณะเฉพาะของงานศิลปะจนทำให้เกิดเป็นสกุลช่างล้านช้าง ที่มีความประสานสอดคล้องกันระหว่างพุทธศาสนาและปรัชญาศิลปะ ที่ก่อให้เกิดคุณค่าความงามที่ทรงคุณค่าทางพระพุทธศาสนา พระพุทธรูปที่สร้างขึ้นนั้นนอกจากสามารถมองเห็นได้จากภายนอกแล้วยังสามารถสื่อถึงพุทธจริยาตามคัมภีร์ทางพระพุทธศาสนาที่ได้อธิบายไว้ในตำรามหาบุรุษลักษณะที่แสดงถึงลักษณะพิเศษ ของพระพุทธเจ้า 32 ประการ พร้อมทั้งอนุพยัญชนะ 80 ประการ ถือว่ามีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการสร้างพระพุทธรูปตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

พงศ์วิเชส ทองอินทร์ และคณะ (2565) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินร่วมกับเทคนิคโครงสร้างจากการเคลื่อนที่ในการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมวัดไทยสมัยอยุธยา: กรณีศึกษาวัดปราสาท งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาประสิทธิภาพของกล้องถ่ายภาพแบบมิลเลอร์เลส (Mirrorless Camera) ร่วมกับเทคนิคโครงสร้างจากการเคลื่อนที่ (Structure from Motion) ในการสำรวจโบราณสถานสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา โดยใช้กรณีศึกษาวัดปราสาท ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของกล้องมิลเลอร์เลสแบบฟูลเฟรม (Full-frame) ในการรังวัดด้วยเทคนิครังวัดบนภาพถ่ายภาคพื้นดิน (Terrestrial Photogrammetry) ซึ่งสามารถสร้างแบบจำลองสามมิติของโบราณสถานที่มีความแม่นยำสูง งานวิจัยนี้ใช้กล้องมิลเลอร์เลสแบบฟูลเฟรมรวบรวมภาพถ่าย

ภาคพื้นดินของวัดปราสาท จากนั้นประมวลผลภาพด้วยซอฟต์แวร์ Photogrammetry เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติของโบราณสถาน วิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการวัดภาคสนาม ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองสามมิติที่สร้างจากกล้องมิลเลอร์เลสแบบฟูลเฟรมมีความแม่นยำสูง โดยความคลาดเคลื่อนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 อยู่ที่ระดับไม่เกิน  $\pm 10$  ซม. ผลลัพธ์นี้บ่งชี้ว่ากล้องมิลเลอร์เลสเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการสำรวจโบราณสถานสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของกล้องถ่ายภาพแบบมิลเลอร์เลส ร่วมกับเทคนิคโครงสร้างจากการเคลื่อนที่ ในการสำรวจโบราณสถานสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา เทคนิคนี้สามารถสร้างข้อมูลสามมิติที่มีความแม่นยำสูงซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์โบราณสถานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อภิรักษ์ สีม่วงงาม (2561) ได้ศึกษาการสร้างข้อมูลสามมิติแบบกลุ่มเมฆจากภาพถ่ายในโทรศัพท์มือถือเพื่อการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมและพื้นที่ งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการสร้างข้อมูลสามมิติแบบกลุ่มเมฆ (Point Cloud) จากภาพถ่ายที่ได้จากโทรศัพท์มือถือ เพื่อประยุกต์ใช้กับงานอนุรักษ์สถาปัตยกรรมและพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า การสำรวจจริงวัดด้วยภาพถ่ายดิจิทัล หรือที่เรียกว่า "ดิจิทัลโฟโตแกรมเมตรี" มีบทบาทสำคัญในการเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่โดยไม่ต้องสัมผัสวัตถุโดยตรง เทคนิคนี้ช่วยให้ผู้สำรวจสามารถวัดระยะทางและขนาดจากภาพถ่ายดิจิทัลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และประมวลผลภาพถ่ายเหล่านั้นเป็นข้อมูลสามมิติแบบกลุ่มเมฆของวัตถุ อาคาร หรือพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ กระบวนการนี้ช่วยให้งานอนุรักษ์มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และแม่นยำ ข้อมูลสามมิติแบบกลุ่มเมฆมีบทบาทสำคัญในการเก็บข้อมูลสภาพพื้นที่ ณ ช่วงเวลาที่ทำการสำรวจ ช่วยให้ผู้เก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ วางแผนการอนุรักษ์ ออกแบบและพัฒนาสถาปัตยกรรมหรือชุมชน นอกจากนี้ ข้อมูลสามมิติแบบกลุ่มเมฆที่เก็บรวบรวมไว้ในแต่ละช่วงเวลา ยังสามารถนำมาเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของงานสถาปัตยกรรม หรือลักษณะทางภูมิประเทศของชุมชนได้อีกด้วย ปัจจุบันเทคโนโลยีการถ่ายภาพพัฒนาอย่างรวดเร็ว ประชาชนทั่วไปสามารถบันทึกข้อมูลเชิงพื้นที่ของสถานที่ต่างๆ ผ่านโทรศัพท์มือถือได้ตลอดเวลา งานวิจัยนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะสร้างข้อมูลสามมิติแบบกลุ่มเมฆจากภาพถ่ายที่ได้จากโทรศัพท์มือถือ ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประยุกต์ใช้กับงานสำรวจวัดและงานอนุรักษ์สถาปัตยกรรมและพื้นที่ต่อไป

ชนิตา ฉะยิงพิมาย (2560) พัฒนาระบบสารสนเทศออนไลน์และคำศัพท์พื้นถิ่นเพื่อการศึกษาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสานโดยใช้เทคโนโลยีโฟโตแกรมเมตรี งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาสารสนเทศออนไลน์และคำศัพท์พื้นถิ่นเพื่อส่งเสริมการศึกษาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสานโดยอาศัยเทคโนโลยีโฟโตแกรมเมตรี ผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายภาพเรือนพื้นถิ่นอีสานและสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายเหล่านั้น ระบบสารสนเทศออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยฐานข้อมูลแบบจำลองสามมิติของเรือนพื้นถิ่นอีสาน คำศัพท์พื้นถิ่นที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทาง

สถาปัตยกรรม และข้อมูลประกอบอื่นๆ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงระบบผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อเลือกชมแบบจำลองสามมิติของเรือนที่ต้องการ เปรียบเทียบองค์ประกอบต่างๆ ของเรือน และศึกษาคำศัพท์พื้นถิ่นที่เกี่ยวข้อง ผลการประเมินจากผู้ใช้งบชี้ว่าระบบสารสนเทศออนไลน์นี้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจและชื่นชมสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสาน เทคโนโลยีโฟโตแกรมเมตรีช่วยให้ผู้ใช้สามารถสัมผัสประสบการณ์เสมือนจริงของเรือนพื้นถิ่น ประกอบกับคำศัพท์พื้นถิ่นที่น่าเสนอ ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจรายละเอียดและความหมายขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมได้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยโดย ภัททิยะ พิงวงค์ (2566) นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบอาคารด้วยเทคโนโลยีโฟโตแกรมเมตรีเพื่อประเมินสภาพสะพานสำหรับการดูแลรักษาของกรมทางหลวง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการนี้ งานวิจัยนี้ใช้สะพานธนะรัตน์ในจังหวัดราชบุรีเป็นกรณีศึกษา เริ่มต้นด้วยการเก็บภาพสะพานด้วยอากาศยานไร้คนขับ นำมาสร้างแบบจำลองแพลตฟอร์มของสะพาน จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลองแพลตฟอร์มกับข้อมูลการตรวจสอบภาคสนามพบว่าวิธีการนี้มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง ช่วยลดเวลาและความเสี่ยงในการตรวจสอบภาคสนาม การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มและอากาศยานไร้คนขับมีประโยชน์ดังนี้ ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลด้วยอากาศยานไร้คนขับรวดเร็วกว่าการตรวจสอบภาคสนามแบบดั้งเดิม เพิ่มความปลอดภัยผู้ตรวจสอบไม่จำเป็นต้องเข้าไปยังพื้นที่เสี่ยง เพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษา ข้อมูลจากแบบจำลองแพลตฟอร์มช่วยให้สามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ แพลตฟอร์มช่วยให้ติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพสะพานได้อย่างต่อเนื่อง

งานวิจัยของชาญณรงค์ ศรีสุวรรณ (2555) เรื่อง "โฟโตแกรมเมตรีกับงานอนุรักษ์สถาปัตยกรรม : ทบทวนองค์ความรู้และความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรมไทย" นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่ายดิจิทัลควบคู่กับซอฟต์แวร์จากต่างประเทศ งานวิจัยนี้ใช้ภาพถ่ายมุมกว้าง (Panorama) จาก Google Earth มาสร้างโมเดล 3 มิติของสถาปัตยกรรมไทย โดยเริ่มจากการตั้งภาพถ่ายที่มีข้อมูลพิกัด 360 องศา มาจับภาพ (Capture) จากหน้าจอในมุมมองต่างๆ แก้ไขความบิดเบือนของภาพด้วยโปรแกรม PTGui และ Autopano ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แม้จะมีข้อมูลจำกัด กระบวนการนี้ก็สามารถพิสูจน์ได้ว่า เทคนิคโฟโตแกรมเมตรีจากต่างประเทศสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรมไทยได้ โดยความแตกต่างของลักษณะอาคารไทยกับตะวันตกไม่ใช่อุปสรรค อย่างไรก็ตาม การสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่ายและข้อมูลภาคสนามน่าจะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำยิ่งขึ้น

### 2.11.2 งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัย "Becoming Digital: The Challenges of Archiving Digital Photographs" ของ Simonson (2006) ศึกษาการแปลงจดหมายเหตุดิจิทัลแบบดั้งเดิมเป็นดิจิทัล เปรียบเทียบการจัดเก็บแบบเก่ากับแบบดิจิทัล พบว่าการจัดการภาพโบราณผ่านสำเนาดิจิทัลในงานจดหมาย

เหตุ ช่วยเพิ่มโอกาสการเข้าถึงข้อมูล ลดค่าใช้จ่ายระยะยาว และลดปัญหาเสื่อมสลายของภาพถ่าย หน่วยงานที่ดูแลภาพถ่ายโบราณต้องวางแผนรับมือกับการจัดการภาพดิจิทัลเหล่านี้อย่างเร่งด่วน เพราะการเสื่อมสลายของภาพถ่ายจะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีความรู้ทั้งทฤษฎีการจัดการสารสนเทศและแนวทางจัดการจดหมายเหตุภาพถ่าย ร่วมกำหนดแนวทางปฏิบัติ แบบแผน และมาตรฐานต่าง ๆ เช่น มาตรฐานการทำสำเนาดิจิทัลหรือมาตรฐานเมทาเดตา ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้สามารถใช้งานภาพถ่ายดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย สำหรับเครือข่ายการจัดเก็บข้อมูลที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เหล่านี้

Mellado et al. (2010) ศึกษาการประกอบชิ้นส่วนวัตถุโบราณที่แตกหักแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้รูปทรงเรขาคณิต พบว่าการสแกน 3 มิติตรงทางวัฒนธรรมที่แตกหักได้รับความนิยมมากขึ้น นำไปสู่การรวบรวมข้อมูล 3 มิติจำนวนมากของวัตถุโบราณที่แตกหัก งานวิจัยชิ้นนี้เสนอเทคโนโลยีการประกอบชิ้นส่วนวัตถุจำลองแบบอัตโนมัติโดยใช้การจับคู่รูปทรงเรขาคณิตแบบเรียลไทม์ อัลกอริทึมจะระบุตำแหน่งสัมพันธ์และการวางแนวของวัตถุทั้งสองชิ้นจนสร้างวัตถุที่สมบูรณ์แบบแบบเรียลไทม์ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีนี้อาจช่วยนักวิจัยในการอนุรักษ์วัตถุโบราณที่แตกหักได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Pan et al. (2022) นำเสนอวิธีการสร้างภาพหุ่นต่ำภายในบุโรพุทโธแบบ 3 มิติจากภาพถ่าย 2 มิติ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกที่ปรับปรุงด้วยขอบนุ่ม วิธีการนี้มีประโยชน์สำหรับวัตถุตรงทางวัฒนธรรมแบบ 3 มิติที่เสียหายหรือสูญหาย ซึ่งไม่สามารถสแกน 3 มิติเพื่อสร้างคลังข้อมูลดิจิทัลได้ วิธีการนี้ ประกอบด้วยการใช้ภาพถ่าย 2 มิติ ร่วมกับเทคนิคการคาดการณ์ค่าความรู้บนเครือข่าย Deep Learning ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับภาพหุ่นต่ำที่มีความลึกต่างกันเล็กน้อยและมีความโค้งมนต่ำ งานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการที่สามารถนำไปใช้กับภาพหุ่นต่ำสูงภายในวัดบุโรพุทโธ ซึ่งเป็นแหล่งมรดกโลกขององค์การยูเนสโก ภาพหุ่นต่ำเหล่านี้เสื่อมสภาพตามกาลเวลา เทคโนโลยี Deep Learning ช่วยให้เราสามารถจำลองภาพ 3 มิติขึ้นมาใหม่ได้อย่างสมจริง

งานวิจัยเรื่อง "แนวโน้มล่าสุดในการสำรวจมรดกทางวัฒนธรรมแบบ 3 มิติ: วิธีการใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์แบบโพโตแกรมเมตริก" โดย Aicardi et al. (2018) ชี้ให้เห็นถึงความสนใจที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในเทคนิคการวัดและสร้างแบบจำลอง 3 มิติจากภาพถ่าย หรือที่เรียกว่า โพโตแกรมเมทรี ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ปัจจุบันมีเครื่องมือซอฟต์แวร์รุ่นใหม่ ๆ มากมายที่ได้รับการพัฒนาขึ้น ควบคู่ไปกับมาตรฐานระบบอัตโนมัติของกระบวนการโพโตแกรมเมตริก ส่งผลให้การใช้แนวทางนี้สำหรับการสร้างโมเดล 3 มิติแพร่หลายมากขึ้น

งานวิจัยโดย Igthaut et al. (2019) เกี่ยวกับโครงสร้างจากโพโตแกรมเมทรีแบบเคลื่อนไหว ในป่าไม้ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยี SfM photogrammetry ซึ่งผสมผสานความรู้ด้านคอมพิวเตอร์วิชั่น ดิจิทัลโพโตแกรมเมทรี และการประมวลผลภาพดิจิทัล เข้าด้วยกันเพื่อประมาณค่า

พิกัดสามมิติทั้งกล้องและวัตถุต่าง ๆ ในภาพจากข้อมูลภาพถ่ายสองมิติเพียงอย่างเดียว เทคโนโลยีนี้มีประโยชน์ในการสำรวจป่าไม้โดยใช้กล้องถ่ายภาพ คอมพิวเตอร์ และโดรนสำหรับเก็บภาพมุมสูง SfM photogrammetry ช่วยสร้างข้อมูล 3 มิติของป่าไม้ ทำให้สามารถประเมินและติดตามสภาพป่าได้รวดเร็วและประหยัดกว่าวิธีดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีนี้มีข้อจำกัดคือ ต้องอาศัยแสงธรรมชาติ และพื้นผิวที่มีลวดลายชัดเจน การพัฒนาเทคนิคการเก็บข้อมูลและประมวลผลที่เหมาะสมกับงานป่าไม้ จะช่วยให้ SfM photogrammetry ถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

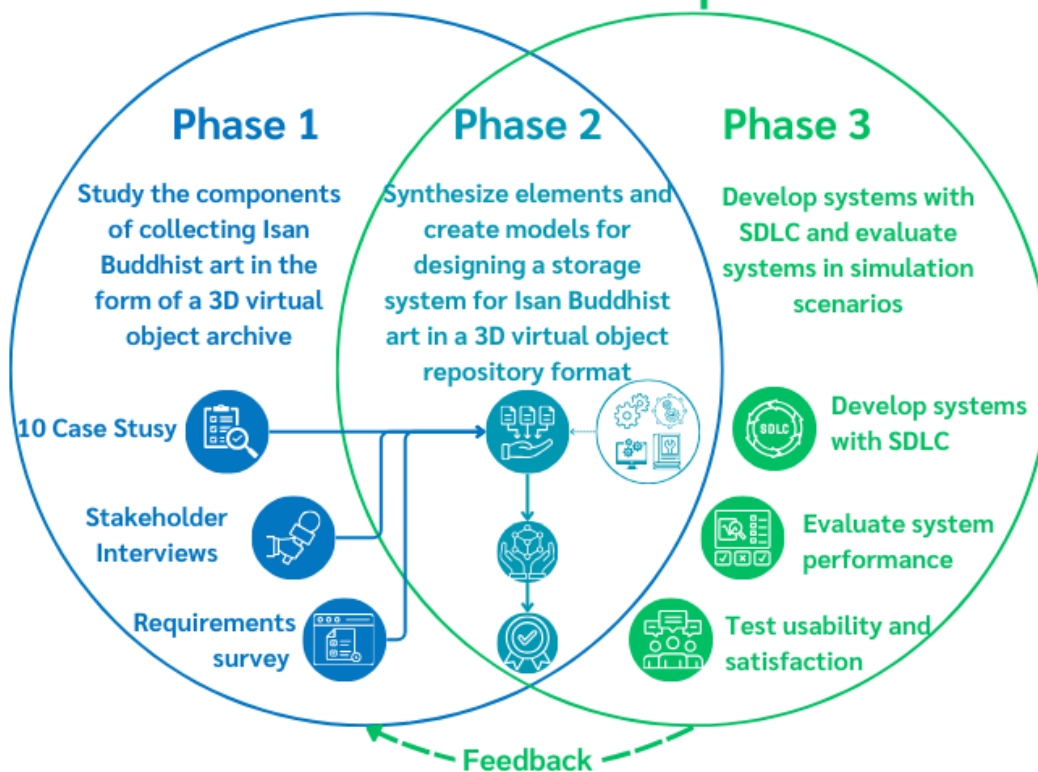
Do and Nguyen (2019) ได้ทำการทบทวนวิธีสเตอร์ิโอโฟโตแกรมเมตรีสำหรับการสร้างภาพ 3 มิติใหม่ในคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (CV) พบว่าการสร้างภาพ 3 มิติ เป็นประเด็นสำคัญในด้าน CV มาตั้งแต่แรกเริ่มแรกของการพัฒนา ประวัติศาสตร์ของการสร้างภาพ 3 มิติ แสดงถึงความสำคัญต่อสังคมและความจำเป็นในการพัฒนาความซับซ้อน ความเร็ว และความแม่นยำของระบบ แม้จะมีการคิดค้นอัลกอริทึมและวิธีการต่างๆ มากมาย แต่การถ่ายภาพสเตอริโอที่ใช้หลักการมองเห็นสองข้าง ยังคงเป็นวิธีที่ใกล้เคียงกับระบบการมองเห็นของมนุษย์มากที่สุด สเตอริโอโฟโตแกรมเมตรี แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ local, global และ semi-global ซึ่งเป็นการจับคู่เพื่อหาความลึกและสร้างโมเดล 3 มิติ งานวิจัยนี้ ส่งผลต่อการวิจัยและแนวทางการทำงานในอนาคต ซึ่งสามารถพัฒนาต่อไปได้

## 2.12 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยการประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) (คิวนปรียา ประเสริฐสังข์ และ เกวรินทร์ จันทร์ดำ, 2567) และขั้นตอนการจัดระบบตาม SASMES Model (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2555) ภายใต้กรอบทฤษฎีระบบ (System Theory) มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม (Intangible Cultural Heritage: ICH) พุทธศิลป์อีสาน (Isan Buddhist Art) พระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง (Lan Xang Buddha statue) การรังวัดภาพระยะใกล้ (Photogrammetry) จัดหมายเหตุดิจิทัล (Digital Archives) มาตรฐานเมทาดาทา (Metadata Standards) และคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ (3D virtual object library)

พหุ ม ประทีป ชีวะ

## Research & Development



ภาพประกอบที่ 14 กรอบแนวคิดระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

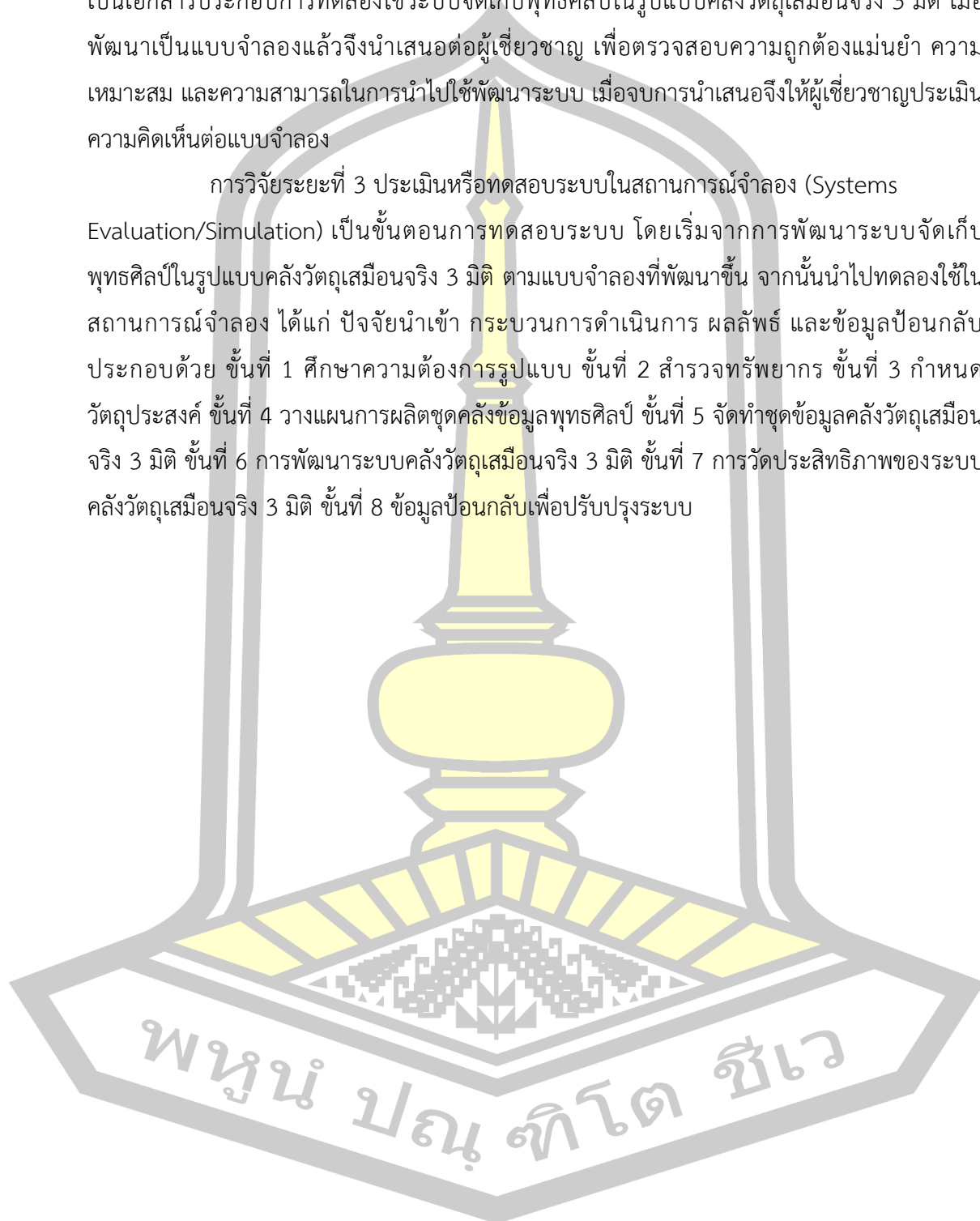
จากภาพกรอบแนวคิดระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สามารถแบ่งการวิจัยเป็น 3 ระยะ ดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบของมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ รวมถึงการสำรวจความต้องการจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)

การวิจัยระยะที่ 2 สังเคราะห์องค์ประกอบและสร้างแบบจำลอง (System synthesis & modeling) สำหรับออกแบบระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลองค์ประกอบของมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ที่สังเคราะห์แล้ว มาจัดทำโครงสร้างแสดงทิศทางและความสัมพันธ์ต่อเนืองของระบบประกอบด้วย 1) การสร้างระบบใหญ่ของมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ได้แก่ บริบท ปัจจัยนำเข้ากระบวนการดำเนินการ ผลลัพธ์ และข้อมูลป้อนกลับ 2) กำหนด

ระบบย่อย 3) ผสมระบบใหญ่และระบบย่อยเข้าด้วยกัน และ 4) จัดทำคำบรรยายประกอบเพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการทดลองใช้ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เมื่อพัฒนาเป็นแบบจำลองแล้วจึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ ความเหมาะสม และความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ เมื่อจบการนำเสนอจึงให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความคิดเห็นต่อแบบจำลอง

การวิจัยระยะที่ 3 ประเมินหรือทดสอบระบบในสถานการณ์จำลอง (Systems Evaluation/Simulation) เป็นขั้นตอนการทดสอบระบบ โดยเริ่มจากการพัฒนาระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ตามแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น จากนั้นนำไปทดลองใช้ในสถานการณ์จำลอง ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการดำเนินการ ผลลัพธ์ และข้อมูลป้อนกลับ ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ศึกษาความต้องการรูปแบบ ขั้นที่ 2 สืบหาทรัพยากร ขั้นที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์ ขั้นที่ 4 วางแผนการผลิตชุดคลังข้อมูลพุทธศิลป์ ขั้นที่ 5 จัดทำชุดข้อมูลคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ขั้นที่ 6 การพัฒนาระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ขั้นที่ 7 การวัดประสิทธิภาพของระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ขั้นที่ 8 ข้อมูลป้อนกลับเพื่อปรับปรุงระบบ



### บทที่ 3

#### การดำเนินงานวิจัย

มาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยการประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) และขั้นตอนการจัดระบบตาม SASMES ภายใต้กรอบทฤษฎีระบบ (System Theory) มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม (Intangible Cultural Heritage: ICH) พุทธศิลป์อีสาน (Isan Buddhist Art) จดหมายเหตุดิจิทัล (Digital Archives) มาตรฐานเมทาดาตา (Metadata Standards) และคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ (3D Virtual Object Repository)

#### 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สามารถแบ่งการวิจัยเป็น 3 ระยะ ดังนี้

**3.1.1 การวิจัยระยะที่ 1** ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ รวมถึงการสำรวจความต้องการจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 ได้แก่

1) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) สามารถจำแนกประเภท ได้ดังนี้

- (1) พระสงฆ์ 3 รูป
- (2) นักวิชาการด้านศิลปวัฒนธรรม 3 คน
- (3) ผู้พัฒนาอัลติมีเดียและเทคโนโลยี 3 มิติ 3 คน
- (4) ผู้พัฒนาระบบระบบ 3 คน

(5) ผู้บริหารห้องสมุด สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและพิพิธภัณฑวัตถุวัฒนธรรมจังหวัดอุบลราชธานี 3 คน

2) บุคคลทั่วไป จำนวน 32 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) จากผู้ที่มีความรู้และบอกต่อกัน ในชมรมภาษาศิลปะและพุทธศิลป์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

(1) แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความต้องการของผู้เชี่ยวชาญสำหรับระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

(2) แบบสอบถามเพื่อศึกษาความต้องการของบุคคลทั่วไปสำหรับระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

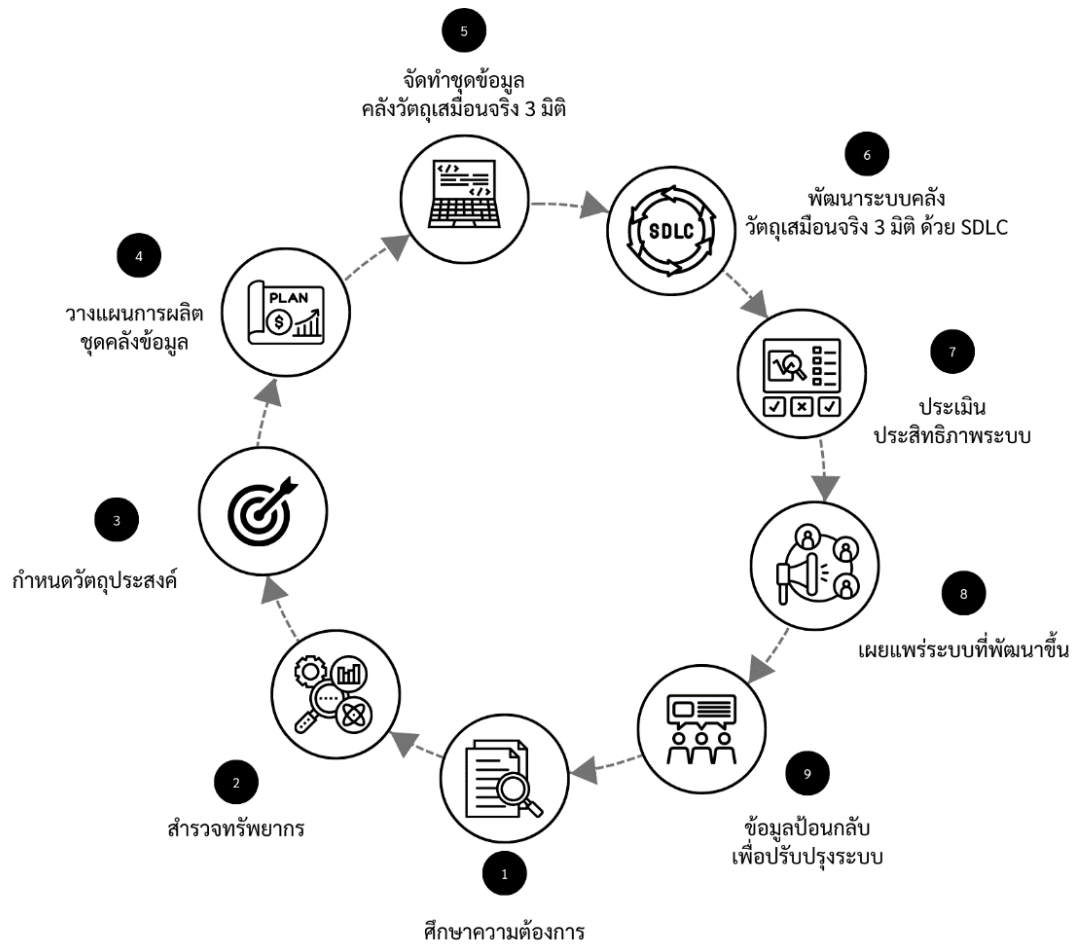
**3.1.2 การวิจัยระยะที่ 2** การสังเคราะห์องค์ประกอบและการสร้างแบบจำลอง (System synthesis & modeling) สำหรับออกแบบระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลองค์ประกอบของมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่สังเคราะห์แล้วมาจัดทำโครงสร้างแสดงทิศทางและความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ เป็นการนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ระบบจากการวิจัยระยะที่ 1 มาสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ตามองค์ประกอบของวิธีระบบ (Systems Approach) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2553) ด้วยการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และสังเคราะห์โดยการคัดเลือกเนื้อหาที่มีความถี่ของข้อมูลตั้งแต่ 2 แหล่งข้อมูลขึ้นไป

นำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มตามประเด็นหลัก โดยใช้หลักการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และ การจัดกลุ่มแนวคิด (Thematic Categorization) เพื่อพัฒนาเป็นแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากนั้นจึงนำเสนอแบบจำลองต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เมื่อจบการนำเสนอจึงให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความคิดเห็นต่อแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ ความเหมาะสม และความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ มีประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แบ่งออกเป็น

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรสารสนเทศดิจิทัล จำนวน 1 ท่าน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านพุทธศิลป์ จำนวน 1 ท่าน
- 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านโมเดล 3 มิติ และมัลติมีเดีย จำนวน 1 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

**3.1.3 การวิจัยระยะที่ 3** การประเมินหรือทดสอบระบบในสถานการณ์จำลอง (Systems Evaluation/Simulation) เป็นขั้นตอนการพัฒนาและทดสอบระบบโดยการประเมินระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่พัฒนาขึ้น โดยนำไปทดลองใช้ในสถานการณ์จำลอง ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการดำเนินการ ผลลัพธ์ และข้อมูลป้อนกลับ ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพประกอบที่ 15 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 3

จากภาพ ผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 3 ดังนี้

#### 3.1.3.1 ขั้นที่ 1 ศึกษาความต้องการ

ผู้วิจัยลงพื้นที่สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและพิพิธภัณฑวัดมณีวนาราม จังหวัดอุบลราชธานี ในการศึกษาความต้องการระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ และนำผลการวิจัยในระยะที่ 1 มาวิเคราะห์ความต้องการเมทาตาตาสำหรับระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

#### 3.1.3.2 ขั้นที่ 2 สำรองทรัพยากร

ผู้วิจัยลงพื้นที่สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและพิพิธภัณฑวัดมณีวนาราม จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อตรวจสอบความพร้อมในด้านวัสดุอุปกรณ์และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทรัพยากรสารสนเทศดิจิทัล และระบบสารสนเทศสำหรับงานห้องสมุด

### 3.1.3.3 ชั้นที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์

1) เพื่อให้ระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีประสิทธิภาพในการเป็นสื่อสำหรับเรียนรู้ วิจัย อนุรักษ์และเผยแพร่ศิลปะวัฒนธรรมผ่านพุทธศิลป์ อีสานรูปแบบล้านช้าง

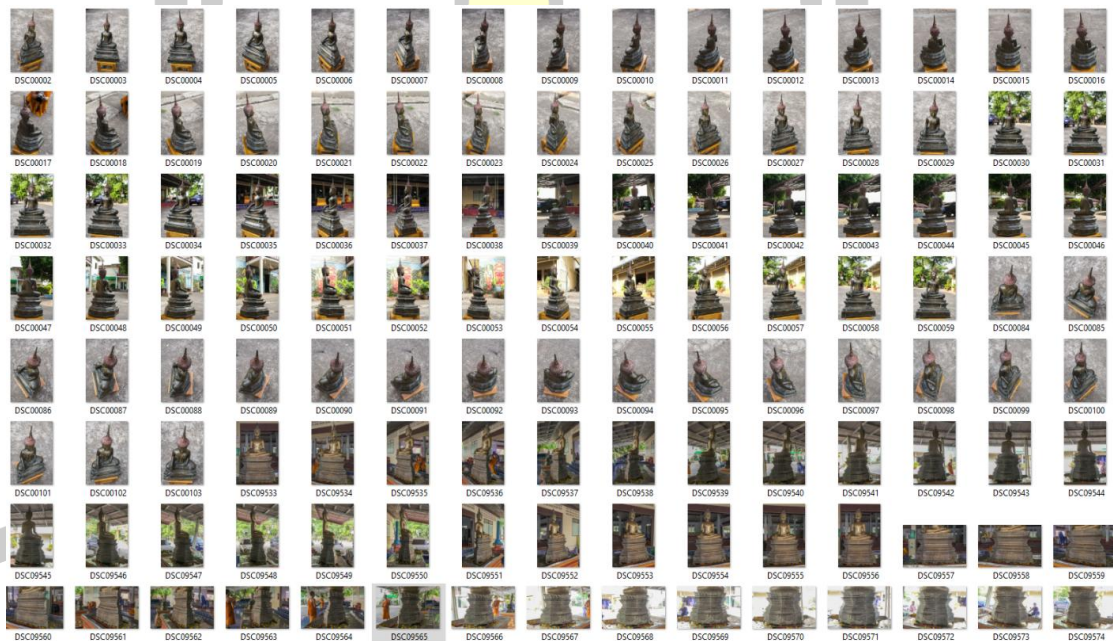
2) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลพุทธศิลป์อีสานรูปแบบล้านช้างได้ง่ายและสะดวก

### 3.1.3.4 ชั้นที่ 4 วางแผนการผลิตชุดคลังข้อมูลพุทธศิลป์

โดยสำรวจเครื่องมือฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และกำลังพลสำหรับการพัฒนาคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ รวมถึงวางแผนการจัดทำชุดข้อมูลคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

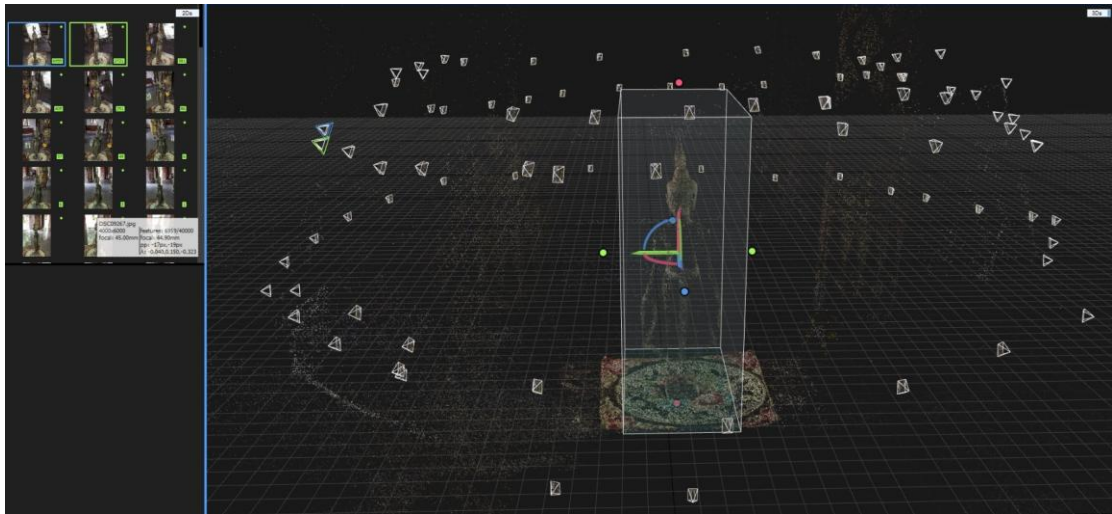
### 3.1.3.5 ชั้นที่ 5 จัดทำชุดข้อมูลคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

1) เรียบเรียงและประมวลผลข้อมูลดิจิทัลที่ได้จากการเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ ให้เป็นหมวดหมู่ โดยผู้วิจัยใช้เทคนิค Photogrammetry ในการเก็บข้อมูลพุทธศิลป์



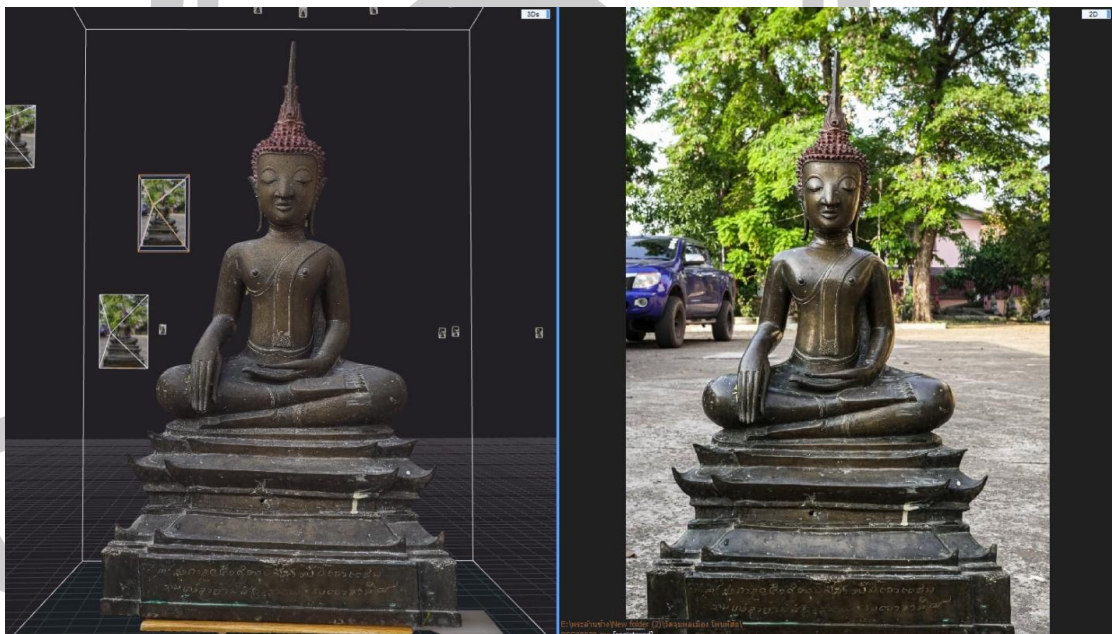
ภาพประกอบที่ 16 การถ่ายภาพสำหรับใช้ในกระบวนการ Photogrammetry

จากภาพ เป็นการบันทึกข้อมูลภาพถ่ายพุทธศิลป์จากหลายมุมหลายทิศทาง จากนั้นจึงนำภาพมาเข้าสู่โปรแกรมสร้าง Point cloud เพื่อสร้างแบบจำลอง



ภาพประกอบที่ 17 นำภาพถ่ายมาสร้างแบบจำลองในรูปแบบ Point cloud

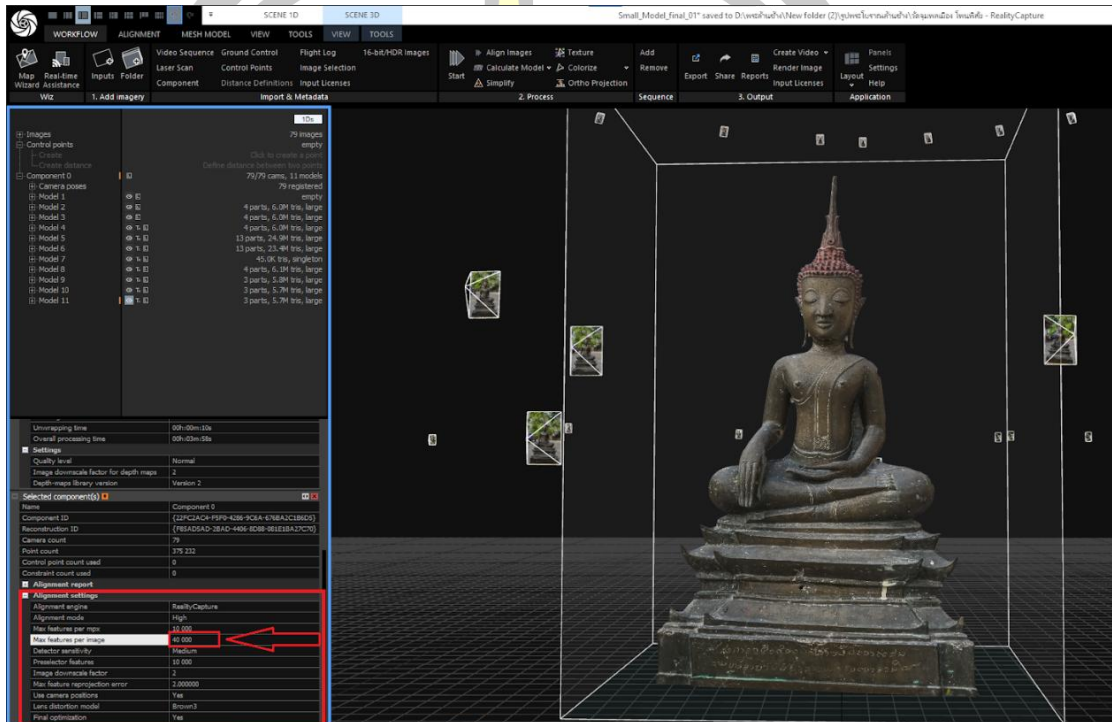
เมื่อได้แบบจำลอง Point cloud จึงแปลงแบบจำลองให้เป็นโมเดล 3 มิติ ประเภท Polygons เพื่อความเข้ากันได้ของซอฟต์แวร์สร้างงาน 3 มิติ และสะดวกในการปรับแต่งแก้ไข และนำไปในงานบนเว็บไซต์



ภาพประกอบที่ 18 พุทธศิลป์ประเภท Polygons จากภาพถ่าย

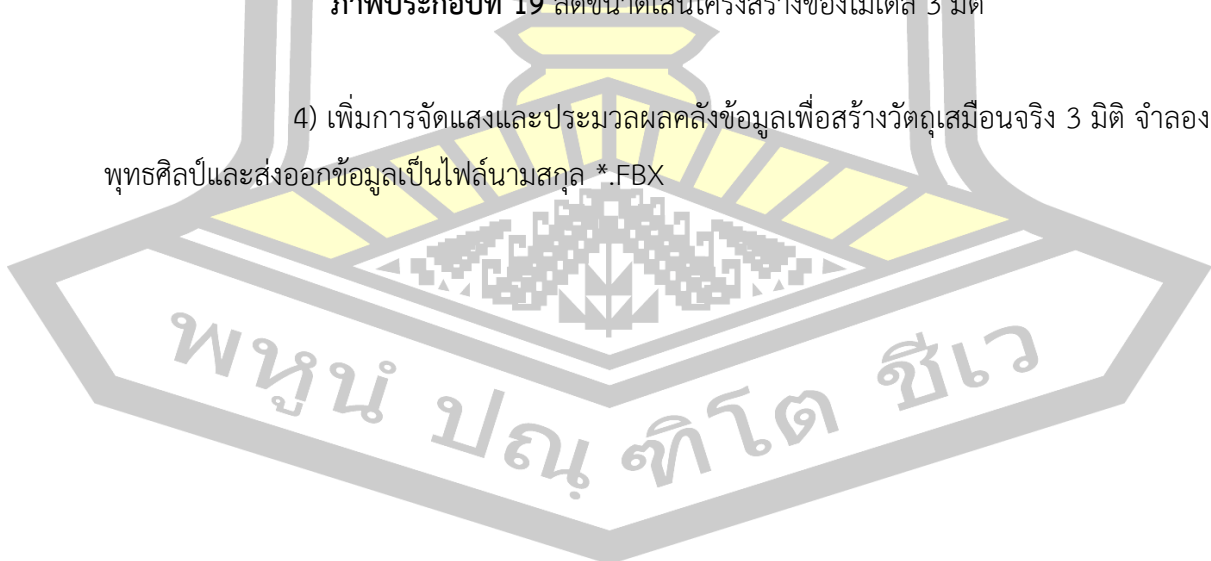
2) ตรวจสอบคุณสมบัติของคลังข้อมูลพุทธศิลป์

3) ประมวลผลคลังข้อมูลภาพถ่ายพุทธศิลป์ ให้มีคุณภาพสูงและอยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้งาน สำหรับนำเข้าสู่กระบวนการสร้างวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยเน้นที่การลดขนาดเส้นโครงสร้างของโมเดล 3 มิติ (Mesh) แต่ยังคง Texture ที่ได้จากกระบวนการ Photogrammetry เพื่อให้พุทธศิลป์ในรูปแบบดิจิทัล 3 มิติมีความสมจริง



ภาพประกอบที่ 19 ลดขนาดเส้นโครงสร้างของโมเดล 3 มิติ

4) เพิ่มการจัดแสงและประมวลผลคลังข้อมูลเพื่อสร้างวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จำลองพุทธศิลป์และส่งออกข้อมูลเป็นไฟล์นามสกุล \*.FBX



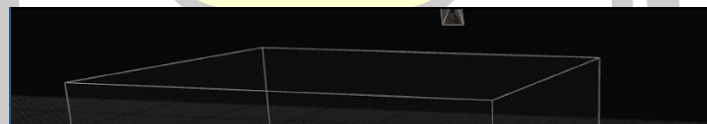


ภาพประกอบที่ 20 จัดแสงและประมวลผลเป็นไฟล์นามสกุล FBX

5) แก้ไขข้อมูลพุทธศิลป์ 3 มิติ ดิจิทัลให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด

6) นำข้อมูลวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยการบันทึกไฟล์ \*.FBX ที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ

ได้แก่ Meshes Lights Texture เป็นต้น



### Export Your Creation

Select a desired export format.

Filter Filter



Show feasible options only

Cancel



ภาพประกอบที่ 21 บันทึกไฟล์ \*.FBX

7) นำชุดข้อมูลมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ จำนวน 3 ท่าน

8) นำชุดข้อมูลมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

### 3.1.3.6 ขั้นที่ 6 การพัฒนาระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

การพัฒนาระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สำหรับจัดเก็บข้อมูลรูปแบบการเข้าถึงแบบเปิด (Open Access) ประกอบไปด้วย ชุดข้อมูลรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ และชุดคำอธิบายข้อมูลเมทาดาตา มีขั้นตอนการพัฒนาโดยใช้วงจรการพัฒนาระบบของ SDLC มี 7 ขั้นตอน (เกียรติพงษ์ อุตมณะธีระ, 2562) ดังนี้

1) การกำหนดปัญหา: เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศสำหรับจัดเก็บข้อมูลคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เนื่องจากคลังจดหมายเหตุดิจิทัลของศูนย์ศิลปะและวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี เดิมมีการเก็บรักษาข้อมูลแบบคงที่ (Static Digitization) ทำให้การเก็บข้อมูลภาพถ่ายพุทธศิลป์ถูกจำกัดอยู่เพียงการใช้รูปแบบเอกสารแบบเดิม และจัดเก็บข้อมูลสื่อมัลติมีเดียแบบ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง และภาพวิดีโอ เป็นต้น ผลจากช่องว่างนี้จึงมีความจำเป็นสำหรับการสงวนรักษาข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ คำอธิบายชุดข้อมูลเมทาดาตาที่สนับสนุนนักศึกษาและนักวิจัย นักอนุรักษ์ และบุคคลที่สนใจให้เข้าถึงข้อมูลได้ง่าย

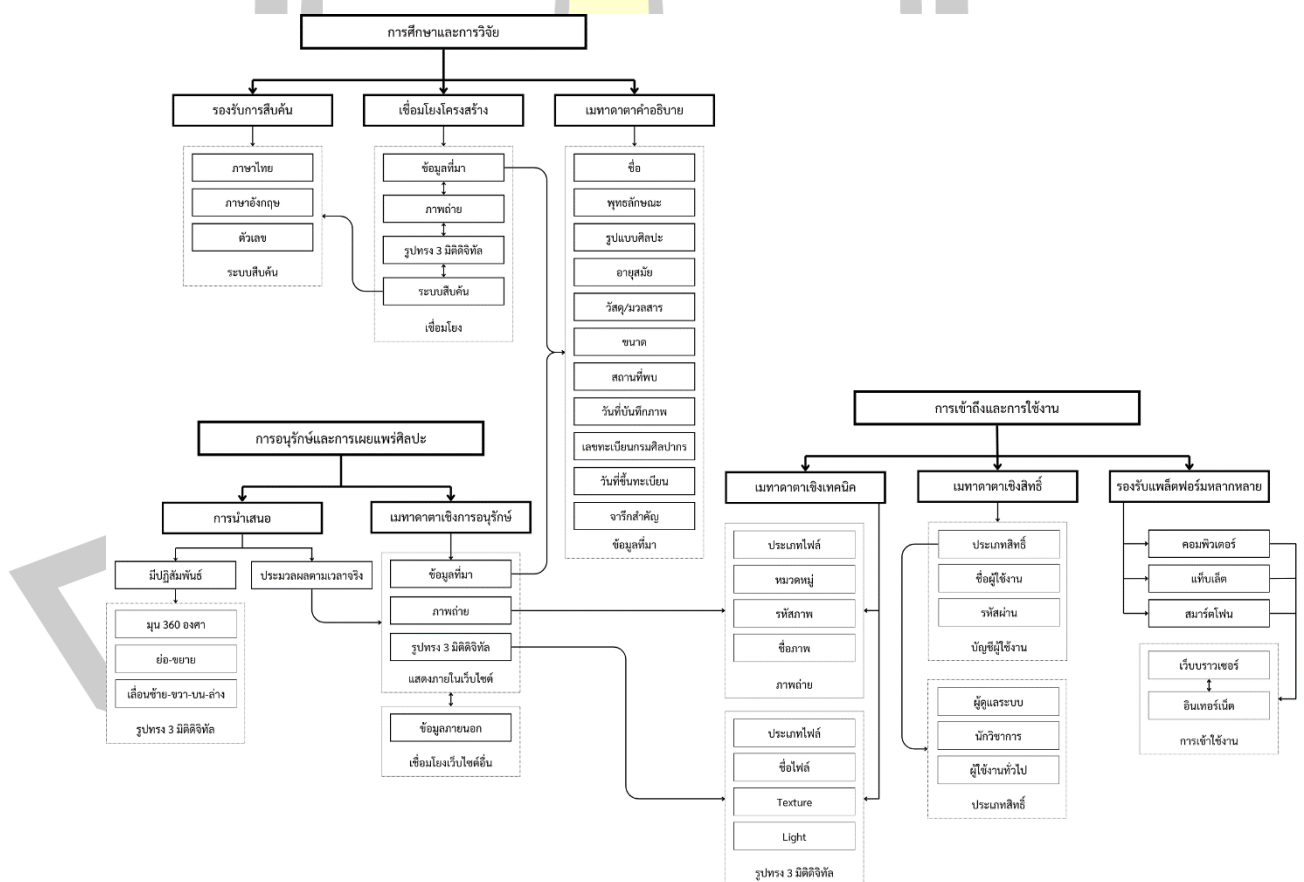
2) การวิเคราะห์: จากปัญหาที่กล่าวมาในขั้นที่ 1 ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูล และเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานระบบ และสามารถสร้างเป็นแผนภาพบริบท (Context Diagram) ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบที่ 22 แผนภาพบริบทระบบ (Context Diagram)

3) การออกแบบ: ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบจำลองเชิงตรรกะ (Logical Model) มาออกแบบเป็นแบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Model) สำหรับการออกแบบระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน การนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศมาใช้ในการจัดการระบบ โดยพิจารณาจากอุปกรณ์ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ โครงสร้างเครือข่ายที่จะนำมาใช้ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ และแบบฟอร์มรายงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ การออกแบบฐานข้อมูลและเพิ่มข้อมูลที่จำเป็น โดยมุ่งเน้นไปที่การแก้ไขปัญหา สามารถสรุปกิจกรรมในการออกแบบออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ 1) การออกแบบที่ได้จากการถอดแบบแบบจำลองมาตรฐานการจัดการเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สู่การออกแบบระบบ และ 2) การออกแบบกราฟิกภายในระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

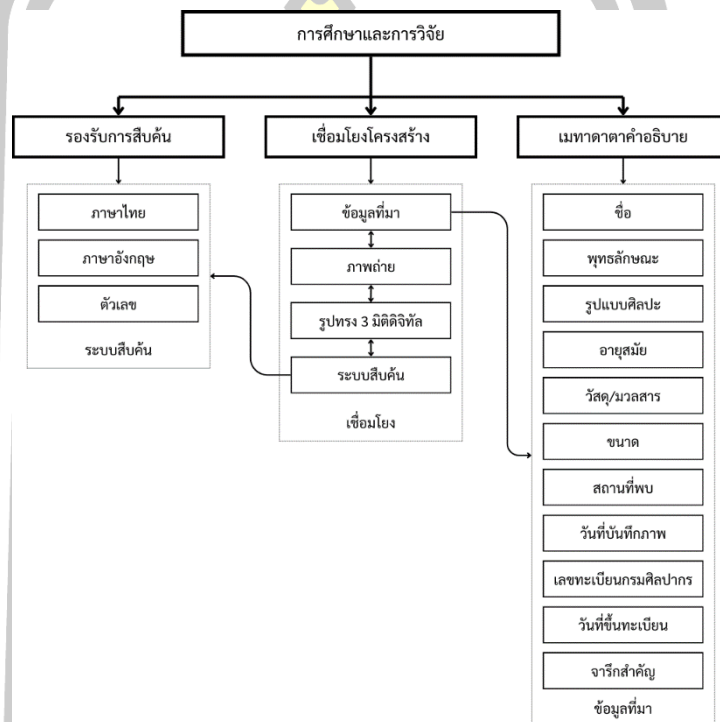
3.1) การออกแบบที่ได้จากการถอดแบบแบบจำลองมาตรฐานการจัดการเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สู่การออกแบบระบบ



ภาพประกอบที่ 23 ออกแบบระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

จากภาพ ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบจัดเก็บที่มีการเชื่อมโยงข้อมูล ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดการออกแบบระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ดังนี้

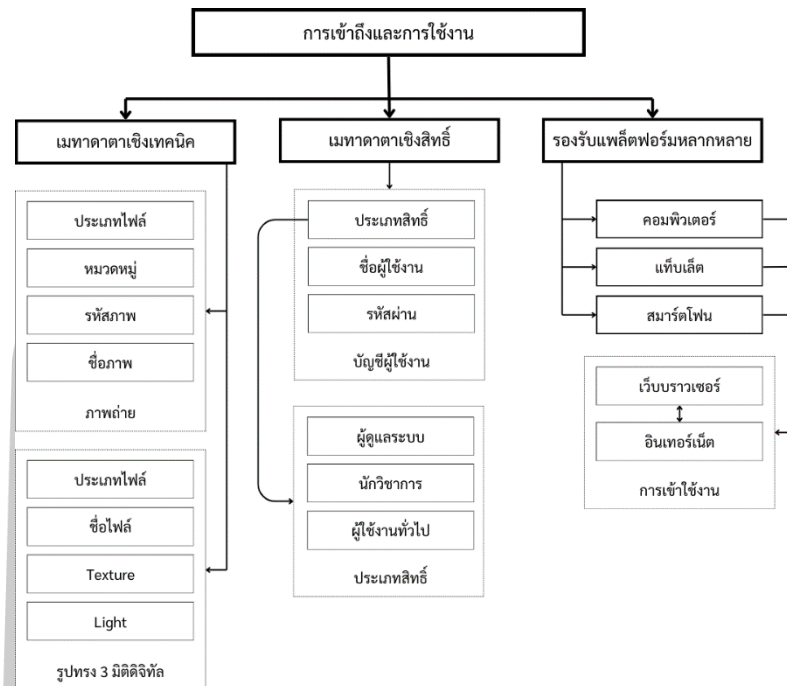
(1) การออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการศึกษาและการวิจัย (Educational and Research) ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ รองรับการสืบค้น เชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง เมทาดาดาคำอธิบาย ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 24 ออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการศึกษาและการวิจัย

จากภาพ ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบที่สามารถสืบค้นข้อมูลจากการจัดเก็บเมทาดาดาเกี่ยวกับที่มาของพุทธศิลป์ได้ โดยการสืบค้นข้อมูลพุทธศิลป์ด้วยการพิมพ์อักษรภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ หรือตัวเลข โดยออกแบบให้ระบบมีการเชื่อมโยงโครงสร้างกับข้อมูลส่วนอื่น ได้แก่ เมทาดาดาคำอธิบาย ภาพถ่าย รูปทรง 3 มิติ และระบบสืบค้น

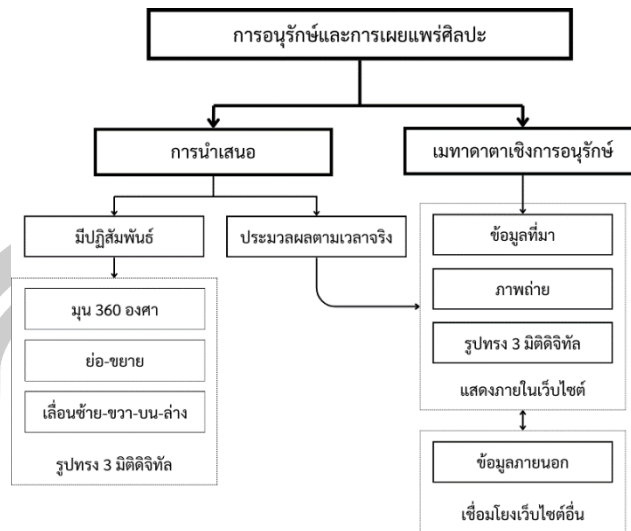
(2) การออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการศึกษาและการใช้งาน (Access and Usability) ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ เมทาดาดาเชิงเทคนิค เมทาดาดาเชิงสิทธิ์ รองรับแพลตฟอร์มหลากหลาย ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 25 ออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการเข้าถึงและการใช้งาน

จากภาพ การเข้าถึงและการใช้งานระบบ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบสามารถเข้าใช้งานได้ด้วยอุปกรณ์พกพา ได้แก่ คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ผ่านการใช้งานระบบด้วยแอปพลิเคชันเว็บเบราว์เซอร์ที่อาศัยสัญญาณอินเทอร์เน็ต มีการจัดเก็บเมทาดาดาเชิงเทคนิค 2 ประเภท คือ เมทาดาดาสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพถ่าย และเมทาดาดาสำหรับจัดเก็บข้อมูลรูปทรง 3 มิติ ดิจิทัล อีกทั้งมีการจัดเก็บเมทาดาดาเชิงสิทธิ์เพื่อจัดแยกกลุ่มผู้ใช้งานตามสิทธิ์ และขอบเขตหน้าที่ของผู้ใช้งานระบบ โดยแบ่งออกเป็น 1) ผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่ จัดการ เพิ่ม ลบ บัญชีผู้ใช้งาน และแก้ไขข้อมูลโมเดล 3 มิติ และเมทาดาดา สามารถค้นหาข้อมูลของพุทศศิลป์และเมทาดาดาการกำหนดสิทธิ์สำหรับผู้ใช้งานในระบบ สามารถค้นหาข้อมูลของผู้ใช้งานระบบ และสามารถสรุปผลข้อมูลได้จากระบบการทำงานโดยดึงข้อมูลมาใช้เพื่อให้ระบบรายงานผลข้อมูลของแต่ละระบบงาน 2) กลุ่มนักวิชาการ มีหน้าที่ จัดการ เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลโมเดล 3 มิติ และเมทาดาดา สามารถค้นหาข้อมูลของพุทศศิลป์และเมทาดาดา และสามารถสรุปผลข้อมูลได้จากระบบการทำงานโดยดึงข้อมูลมาใช้เพื่อให้ระบบรายงานผลข้อมูลของแต่ละระบบงาน และ 3) กลุ่มผู้ใช้งาน มีหน้าที่ สืบค้นข้อมูลพุทศศิลป์และเมทาดาดาจากระบบ สามารถเลือกรายการ และยื่นคำขออนุมัติใช้ข้อมูลจากผู้ดูแลระบบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมสำหรับการนำข้อมูลไปใช้งาน

(3) การออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการอนุรักษ์และการเผยแพร่ ศิลปะ (Preservation and Dissemination) ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย 2 องค์ประกอบ ได้แก่ การนำเสนอ และ เมทาดาดาเชิงการอนุรักษ์ ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 26 ออกแบบระบบภายในองค์ประกอบการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ

จากภาพ การออกแบบระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์ไม่เพียงแต่ช่วยรักษาข้อมูลทางศิลปะให้คงอยู่ แต่ยังช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในด้านศิลปะและวัฒนธรรม โดยผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดเก็บข้อมูลรูปทรง 3 มิติ ลวดลาย และรายละเอียดที่มาของวัตถุศิลป์ โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถสืบค้นและแสดงผลแบบออนไลน์ผ่านอุปกรณ์พกพาที่หลากหลาย ได้แก่ คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่มีความละเอียดและเข้าใจได้ง่ายขึ้น เพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์กับพุทธศิลป์ที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล 3 มิติด้วยการหมุนชมรายละเอียดได้ 360 องศา สามารถย่อและขยาย และเลื่อนไปด้านซ้าย ขวา บน ล่างได้

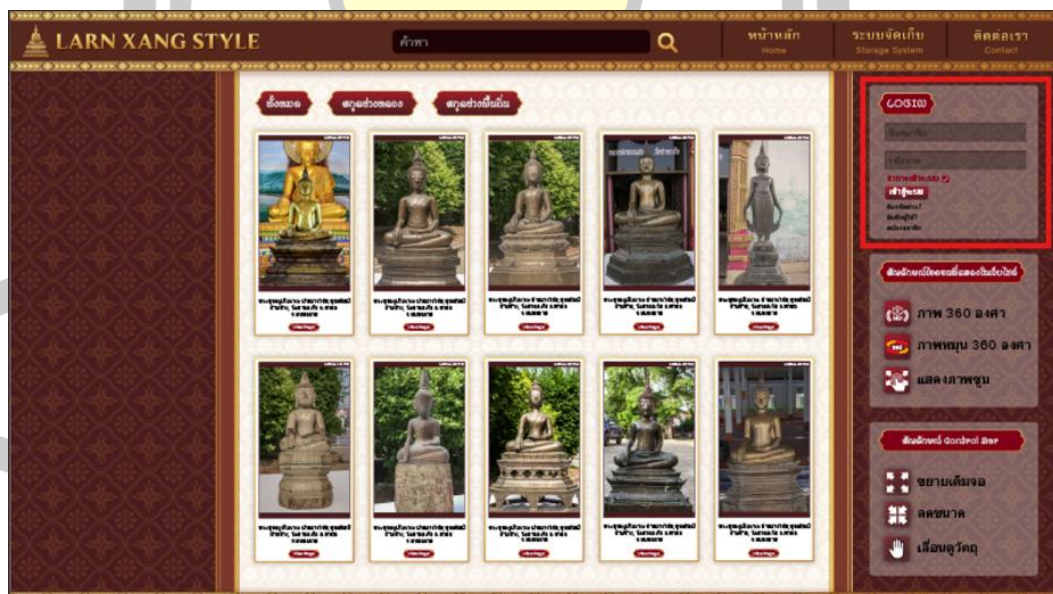
3.2) การออกแบบกราฟิกภายในระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ผู้วิจัยเลือกใช้โทนสีแดง-น้ำตาล-ทองที่มีความโดดเด่น และให้อารมณ์ใกล้ชิดกับพระพุทธศาสนา เลือกใช้ตัวอักษรภาษาไทยเป็นหลัก โดยตัวอักษรมีรูปแบบเป็นภาษาไทยโบราณในสมัยล้านช้าง แต่ยังคงมีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับไว้ โดยมีรายละเอียดย่อดังรายการต่อไปนี้



ภาพประกอบที่ 27 หน้าแรกของระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

(1) การออกแบบระบบหลักของระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สามารถแสดงความสัมพันธ์แต่ละส่วนประกอบ ดังนี้

(1.1) การออกแบบระบบการเข้าถึง (Authentication Login) เพื่อจัดแยกกลุ่มผู้ใช้งานตามสิทธิ์ และขอบเขตหน้าที่ของผู้ใช้งานระบบ



ภาพประกอบที่ 28 โมดูลการเข้าเข้าสู่ระบบเพื่อแยกกลุ่มผู้ใช้งานตามสิทธิ์

(1.1.1) ผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่ จัดการ เพิ่ม ลบ บัญชีผู้ใช้งาน และแก้ไขข้อมูลโมเดล 3 มิติ และเมทาดาทา สามารถค้นหาข้อมูลของพุทธศิลป์และเมทาดาทาการกำหนดสิทธิ์สำหรับผู้ใช้งานในระบบ สามารถค้นหาข้อมูลของผู้ใช้งานระบบ และสามารถสรุปผลข้อมูลได้จากระบบการทำงานโดยดึงข้อมูลมาใช้เพื่อให้ระบบรายงานผลข้อมูลของแต่ละระบบงาน

(1.1.2) กลุ่มนักวิชาการ มีหน้าที่ จัดการ เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลโมเดล 3 มิติ และเมทาดาทา สามารถค้นหาข้อมูลของพุทธศิลป์และเมทาดาทา และสามารถสรุปผลข้อมูลได้จากระบบการทำงานโดยดึงข้อมูลมาใช้เพื่อให้ระบบรายงานผลข้อมูลของแต่ละระบบงาน

(1.1.3) กลุ่มผู้ใช้งาน มีหน้าที่ สืบค้นข้อมูลพุทธศิลป์และ เมทาดาทาจากระบบ สามารถเลือกรายการ และยื่นคำขออนุมัติใช้ข้อมูลจากผู้ดูแลระบบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมสำหรับการนำข้อมูลไปใช้งาน

(2) การออกแบบส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน ด้วยการประยุกต์ใช้ส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน (User Interface : UI) และการออกแบบปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (User Experience : UX) (สุคนธ์ทิพย์ คำจันทร์ และประภาพร กุลลิ้มรัตน์ชัย. 2565 : 67-71) มีขั้นตอนดังนี้

(2.1) การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน (User Interface : UI) ประกอบด้วย กระบวนการออกแบบที่เน้นนำเสนอข้อมูล (Information Design) กระบวนการออกแบบโดยคำนึงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานที่สามารถไปถึงเป้าหมายได้อย่างรวดเร็ว (Interaction Design) การจัดเรียงข้อมูลอย่างเป็นระบบ และการจัดกลุ่มข้อมูลให้มีความถูกต้อง (Information Architecture) เน้นการนำเสนอภาพพุทธศิลป์เพื่อให้เกิดความสวยงาม และการออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ (Human Computer Interaction) ใช้การออกแบบให้ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานเน้นไปที่ตัวอักษรเพื่อผู้ใช้รู้ว่าสิ่งนั้นจะนำเข้าสู่ฟังก์ชันการทำงานใด



ภาพประกอบที่ 29 UI เน้นการจัดเรียงข้อมูลอย่างเป็นระบบ

(2.2) การออกแบบปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (User Experience : UX) ประกอบด้วย การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) การออกแบบการบริการที่เน้นการบริการ

เท่านั้น (Service Design) กระบวนการเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (Design Sprint) และ กระบวนการออกแบบที่ให้ความสำคัญกับผู้ใช้งานเป็นหลัก (User Centered Design) เพื่อสนอง ความต้องการในด้านการค้นหาข้อมูลเป็นสำคัญ โดยคงส่วนที่เป็นเมนูและกล่องเครื่องมือต่าง ๆ ไว้ที่ ตำแหน่งเดิมในทุกหน้าการแสดงผล เพื่อความสะดวกของผู้ใช้งาน โดยไม่ต้องสับสนหรือยุ่งยากกับ การค้นหาปุ่มเมนูและเครื่องมือต่าง ๆ



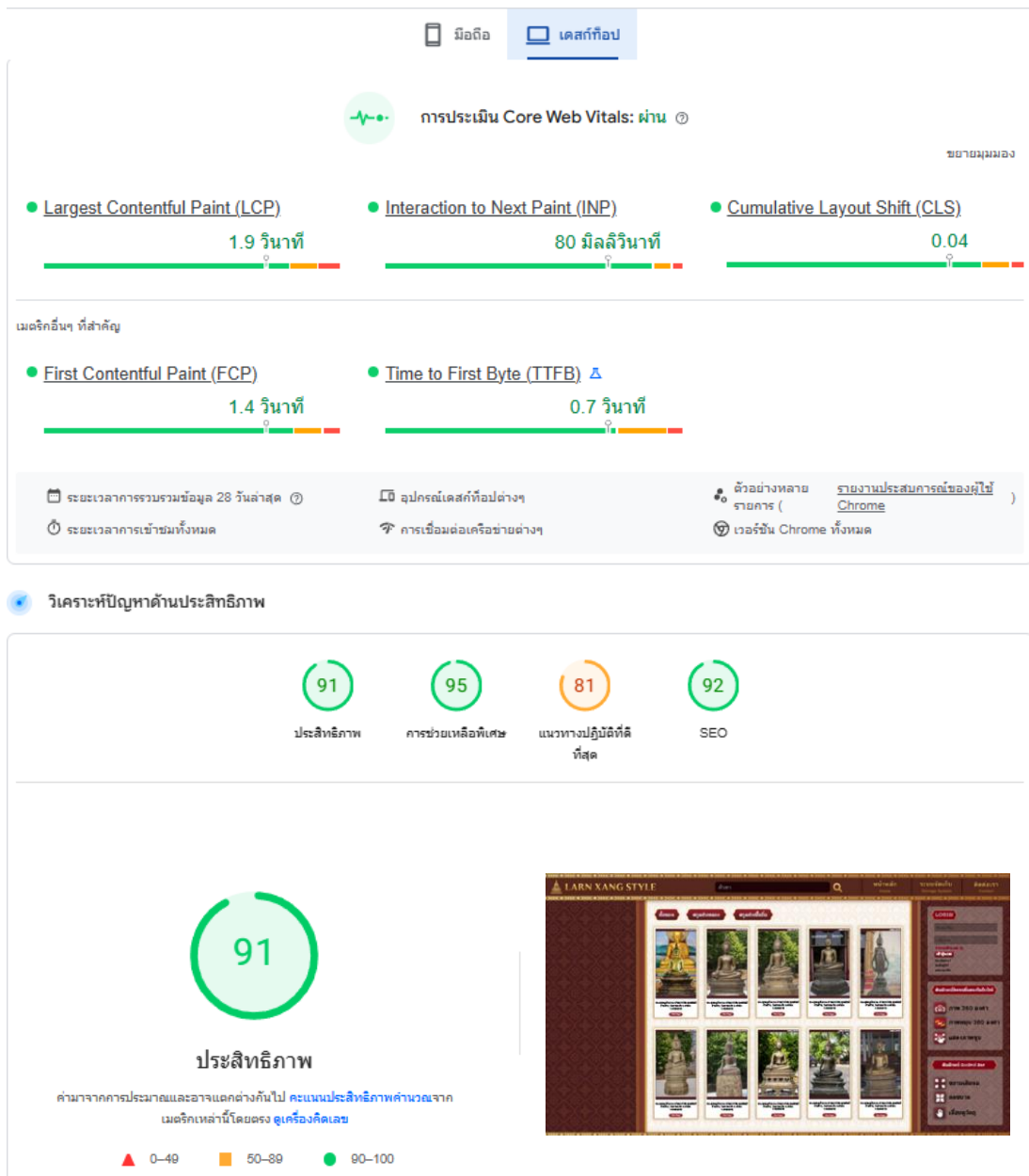
ภาพประกอบที่ 30 UX เน้นการบริการเป็นหลัก

4) การพัฒนา: ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบ โดยนำข้อมูลจากการวิเคราะห์และออกแบบระบบมาเป็นแนวทางในการพัฒนา สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบระบบสารสนเทศ โดยประยุกต์ใช้ Google Sheet เป็น Database เพื่อจัดการฐานข้อมูล เนื่องจาก Google Sheet ใช้งานง่าย มีความยั่งยืน ไม่มีการจำกัดอายุการใช้งาน ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน และผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลได้จากอุปกรณ์ที่สามารถเปิด Google Sheet ได้ โดยการพัฒนาระบบประกอบด้วย ระบบจัดการผู้ใช้ ระบบจัดการข้อมูลโมเดล 3 มิติ และเมทาดาทา และระบบการขออนุมัติใช้ข้อมูล

5) การทดสอบ: การทดสอบประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยการทดสอบประสิทธิภาพแบบ Black box มีกระบวนการทดสอบ คือ ใส่ข้อมูลทดสอบ (URL ระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ) ลงในระบบ (input) แล้วตรวจสอบเปรียบเทียบผลลัพธ์ (output) จากหน้าระบบ <https://pagespeed.web.dev/> โดยมีเกณฑ์ดังนี้

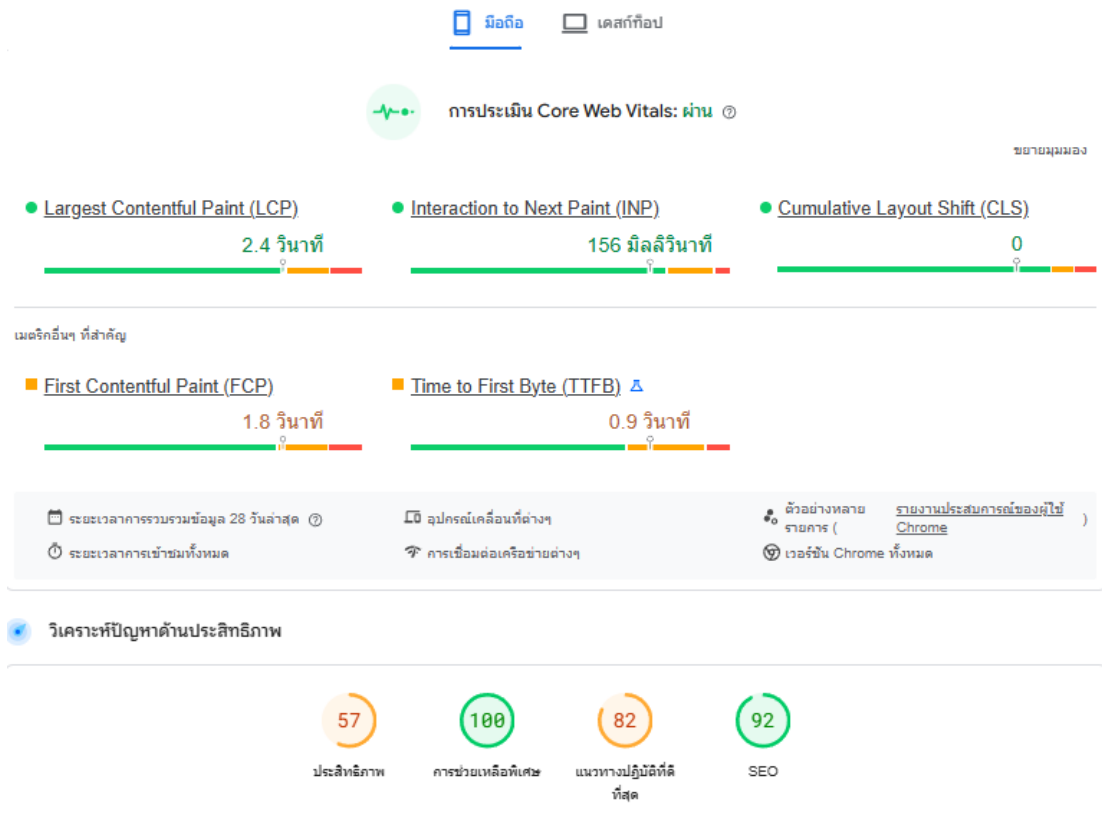
First Contentful Paint (FCP)		Time to First Byte (TTFB)	
ผ่าน :	≤ 1.8 วินาที	ผ่าน :	≤ 0.8 วินาที
ต้องปรับปรุง:	1.8 – 3 วินาที	ต้องปรับปรุง:	0.8 – 1.8 วินาที
แย่:	> 3 วินาที	แย่:	> 1.8 วินาที

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ



ภาพประกอบที่ 31 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเมื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

จากภาพสรุปผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพระบบเมื่อแสดงผลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ พบว่า First Contentful Paint (FCP) ได้ 1.4 วินาที และ Time to First Byte (TTFB) ได้ 0.7 วินาที



### ภาพประกอบที่ 32 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเมื่อแสดงผลบนสมาร์ทโฟน

จากภาพสรุปผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพระบบเมื่อแสดงผลบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน พบว่า First Contentful Paint (FCP) ได้ 1.8 วินาที และ Time to First Byte (TTFB) ได้ 0.9 วินาที

ผู้วิจัยได้สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เมื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน ดังตาราง

**ตารางที่ 1** สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเมื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน

การแสดงผล	First Contentful Paint (FCP)	แปลผล	Time to First Byte (TTFB)	แปลผล
คอมพิวเตอร์	1.4	ผ่าน	0.7	ผ่าน
สมาร์ทโฟน	1.8	ผ่าน	0.9	ต้องปรับปรุง

จากตาราง พบว่าการแสดงผลบนสมาร์ทโฟนยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานระบบ ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ในด้านความเร็วในการโหลดหน้าเว็บ โดยลดขนาดไฟล์ภาพและลดขนาดโครงสร้างโมเดล 3 มิติ เพื่อให้ระบบสามารถแสดงผลได้บนสมาร์ทโฟนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการแสดงผลสมาร์ทโฟนย่อมมีความแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพฮาร์ดแวร์ของสมาร์ทโฟนด้วย

6) การนำระบบไปใช้: หลังจากที่มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบและได้ดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบแล้ว จึงเตรียมความพร้อมของระบบเพื่อนำไปสู่กระบวนการใช้งานจริง โดยการทดสอบใช้งานและประเมินการทำงานระบบในด้านระบบจัดการผู้ใช้ ระบบจัดการข้อมูลโมเดล 3 มิติ เมทาดาทา และระบบการขออนุมัติใช้ข้อมูล



**ภาพประกอบที่ 33** ใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

7) การบำรุงรักษา: หลังจากการทดสอบการใช้งานจริงไปสักระยะจะต้องมีการบำรุงรักษา ระบบ โดยจะมีผู้ดูแลระบบคอยทำหน้าที่เพิ่ม ลบ แก้ไข และปรับปรุงข้อมูลของระบบให้เกิดความสมบูรณ์และทันสมัย หรือกลุ่มผู้ใช้งานอาจมีการปรับเปลี่ยนเพื่อรองรับการขยายตัวหรือการรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ดังนั้น ขั้นตอนนี้จะช่วยให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ

3.1.3.7 ขั้นที่ 7 การประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

ผู้วิจัยนำระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน วิเคราะห์ประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็นประเภทของหัวข้อออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่

- 1) ด้านโครงสร้างและการออกแบบระบบ
- 2) ด้านเทคโนโลยี 3 มิติ และการแสดงผล
- 3) ด้านระบบฐานข้อมูลและความปลอดภัย
- 4) ด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) และการโต้ตอบ
- 5) ด้านศิลปะวัฒนธรรมและพุทธศิลป์

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบและการแปลผลการวัดประสิทธิภาพ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert, 1932) และสรุปผลข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงระบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีผู้ประเมินจำนวน 5 คน ใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบด้วย

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรสารสนเทศดิจิทัล
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านโมเดล 3 มิติ
- 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านพุทธศิลป์
- 4) ผู้เชี่ยวชาญด้านพิพิธภัณฑ์
- 5) ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปะและวัฒนธรรม

3.1.3.8 ขั้นที่ 8 เผยแพร่ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

ผู้วิจัยนำเสนอระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน



ภาพประกอบที่ 34 ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับกลุ่มตัวอย่าง

### 3.1.3.9 ชั้นที่ 9 ข้อมูลป้อนกลับเพื่อปรับปรุงระบบ

เป็นการนำผลการทดลองใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มาวิเคราะห์หาข้อพร่อง จากนั้นนำไปปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

- 1) ตรวจสอบการดำเนินการและการปรับปรุงระบบให้มีความสมบูรณ์ และมีผู้ดูแลระบบเพื่อทำการปฏิบัติงานต่าง ๆ
- 2) กำหนดวัตถุประสงค์ และเกณฑ์การประเมินคุณภาพ เป็นการกำหนดหลักเกณฑ์ในการประเมิน
- 3) รวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองใช้ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและพิพิธภัณฑ์วัดมณีวนาราม จังหวัดอุบลราชธานี
- 4) ประเมินคุณภาพผลลัพธ์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่คงสภาพไว้ และกลุ่มที่มีคุณภาพต้องปรับปรุง
- 5) วิเคราะห์และปรับปรุงระบบ เป็นการนำผลการประเมินคุณภาพผลลัพธ์ ด้านที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ควรปรับปรุงและควรปรับปรุงอย่างยิ่ง และนำแต่ละด้านมาวิเคราะห์ว่าเกิดความบกพร่องจากส่วนใดของระบบ และดำเนินการปรับปรุงในส่วนนั้น โดยดำเนินการวิเคราะห์ และปรับปรุงตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่คณะกรรมการกำหนด
- 6) ประเมินการปรับปรุงระบบ โดยการทดสอบในส่วนที่ดำเนินการปรับปรุง เปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุง ประกอบด้วย

6.1) ผลการประเมินผ่าน เมื่อประเมินผ่าน จึงดำเนินการประเมินและปรับปรุงระบบในด้านอื่นต่อไป

6.2) ผลการประเมินไม่ผ่านต้องดำเนินการปรับปรุงในส่วนนั้นใหม่จนกระทั่งผ่าน

### 3.2 การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีวิธีการสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลโดยศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเพื่อกำหนดรูปแบบ ข้อคำถาม และด้าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาองค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากความต้องการของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อหาข้อคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ประกอบไปด้วยข้อคำถามแบบปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ

2) แบบสอบถามเพื่อศึกษาองค์ประกอบการพัฒนากระบวนการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากความต้องการของบุคคลทั่วไป ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือโดยใช้แบบสอบถาม ประกอบไปด้วย

(1) ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบ จำนวน 2 ข้อ

(2) ความจำเป็นในการจัดเก็บพุทธศิลป์ เป็นคำถามรูปแบบเลือกได้หลายคำตอบ จำนวน 4 ข้อ

(3) ความต้องการภายในระบบการจัดเก็บพุทธศิลป์ เป็นคำถามรูปแบบเลือกได้หลายคำตอบ จำนวน 9 ข้อ

3) แบบประเมินแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ประกอบไปด้วยการทวนสอบ 3 ด้าน ได้แก่

(1) ความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลอง จำนวน 4 ข้อ

(2) ความเหมาะสมของแบบจำลอง จำนวน 4 ข้อ

(3) ความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ จำนวน 4 ข้อ

โดยข้อคำถามเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (Linkert, R., 1932) โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

เห็นด้วยในระดับมากที่สุด กำหนดให้ 5 คะแนน

เห็นด้วยในระดับมาก กำหนดให้ 4 คะแนน

เห็นด้วยในระดับปานกลาง กำหนดให้ 3 คะแนน

เห็นด้วยในระดับน้อย กำหนดให้ 2 คะแนน

เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด กำหนดให้ 1 คะแนน

4) แบบประเมินประสิทธิภาพระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ประกอบไปด้วยการประเมินประสิทธิภาพ 4 ด้าน ได้แก่

- (1) ประสิทธิภาพด้านโครงสร้างและการออกแบบระบบ จำนวน 7 ข้อ
- (2) ประสิทธิภาพด้านเทคโนโลยี 3 มิติ และการแสดงผล จำนวน 7 ข้อ
- (3) ประสิทธิภาพด้านระบบฐานข้อมูลและความปลอดภัย จำนวน 7 ข้อ
- (4) ประสิทธิภาพด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) และการโต้ตอบ จำนวน 9 ข้อ

โดยข้อคำถามเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (Linkert, R., 1932) โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

ประสิทธิภาพดีมาก	กำหนดให้ 5 คะแนน
ประสิทธิภาพดี	กำหนดให้ 4 คะแนน
ประสิทธิภาพปานกลาง	กำหนดให้ 3 คะแนน
ประสิทธิภาพพอใช้	กำหนดให้ 2 คะแนน
ควรปรับปรุงประสิทธิภาพ	กำหนดให้ 1 คะแนน

5) ) แบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ประกอบไปด้วยการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่

- (1) ความพึงพอใจด้านเนื้อหาและข้อมูล จำนวน 8 ข้อ
- (2) ความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบ จำนวน 6 ข้อ
- (3) ความพึงพอใจด้านคุณประโยชน์ของระบบ จำนวน 6 ข้อ

โดยข้อคำถามเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (Linkert, R., 1932) โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	กำหนดให้ 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	กำหนดให้ 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	กำหนดให้ 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	กำหนดให้ 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	กำหนดให้ 1 คะแนน

จากนั้นจึงนำเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC) และความเที่ยงตรง (Validity) จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรสารสนเทศดิจิทัล จำนวน 1 คน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านหอสมุดแห่งชาติ จำนวน 1 คน

จึงคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ก) และนำไปสร้างแบบสอบถามฉบับจริงเพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

**การวิจัยระยะที่ 1** การเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบสำหรับจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ซึ่งได้จาก 1) วิเคราะห์คุณสมบัติห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ 2) ศึกษาความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเกี่ยวกับองค์ประกอบสำหรับจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากการสัมภาษณ์ 3) สำรวจความต้องการระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียด้วยแบบสอบถาม จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอน ดังนี้

1) ประสานขอความร่วมมือเพื่อจัดเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทั่วประเทศ เพื่อเข้าถึงระบบห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 3 เดือน

2) ลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึก โดยสัมภาษณ์ความต้องการมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามชุดเดียวกัน ดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเองแบบตัวต่อตัว ใช้ระยะเวลาในการสัมภาษณ์ 2 เดือน ประกอบด้วย

(1) พระสงฆ์ 3 รูป

(2) นักวิชาการด้านศิลปะวัฒนธรรม 3 คน

(3) ผู้พัฒนาอัลติมีเดียและเทคโนโลยี 3 มิติ 3 คน

(4) ผู้พัฒนาระบบระบบ 3 คน

(5) ผู้บริหารห้องสมุด สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและพิพิธภัณฑวัดมณีวนาราม จังหวัดอุบลราชธานี 3 คน

3) เก็บรวบรวมข้อมูลจากบุคคลทั่วไป ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) จากผู้ที่มีความรู้และบอกต่อกัน ในชมรมภาษาศิลปะและพุทธศิลป์ โดยใช้แบบสอบถามความต้องการมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ในรูปแบบออนไลน์

**การวิจัยระยะที่ 2** พัฒนาแบบจำลองสำหรับใช้ออกแบบระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ภายใต้กรอบทฤษฎีระบบ (System Theory) โดยการสร้างแบบจำลองเป็นขั้นตอนพัฒนาเมทาตาตาและคุณสมบัติของระบบ เพื่อใช้สำหรับจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมีกระบวนการดังนี้

1) ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ให้มีความครอบคลุมขององค์ประกอบสำหรับใช้จัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยได้จากผลจากการทำวิจัยในระยะที่ 1 รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการศึกษาดำรงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำการสรุปข้อมูล

2) ทำการสังเคราะห์ข้อมูล โดยการสังเคราะห์องค์ประกอบด้วยการนำปัจจัยนำเข้าทั้งหมดมาดำเนินการเพื่อหาผลลัพธ์ ด้วยกระบวนการวิธีแบบทำการสังเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีเปรียบเทียบความคงที่ของข้อมูลเพื่อหาหัวเรื่อง (Theme) และหัวข้อ (Category) ที่คล้ายคลึงกัน การตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูลใช้วิธีสามเส้าหรือไตรแองกูเลชัน (Triangulation)

3) การพัฒนาแบบจำลอง ประกอบด้วย การนำองค์ประกอบที่สังเคราะห์แล้วมาจัดทำโครงสร้างแสดงทิศทางและความสัมพันธ์ต่อเนื่องของมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

4) การประเมินแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรสารสนเทศดิจิทัล 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านพุทธศิลป์ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านโมเดล 3 มิติ และมัลติมีเดีย เพื่อสอบถามความคิดเห็นต่อความครอบคลุมขององค์ประกอบ และการได้มาของแต่ละองค์ประกอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1) ส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ล่วงหน้าเป็นเวลา 1 เดือน

4.2) นำเสนอแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ พร้อมส่งแบบประเมินแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ให้กับผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความครอบคลุมองค์ประกอบด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้กำหนดการทวนสอบโดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

(1) ความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลอง

(2) ความเหมาะสมของแบบจำลอง

(3) ความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ

4.3) นำข้อมูลจากแบบประเมินแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4) ปรับปรุงองค์ประกอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

4.5) กำหนดมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ได้แก่ การกำหนดทิศทาง และความสัมพันธ์ต่อเนื่องขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ

4.6) จัดเรียงองค์ประกอบของระบบใหญ่ ระบบย่อย ตามลำดับก่อนหลัง

4.7) กำหนดสัญลักษณ์แสดงขั้นตอนของระบบ ประกอบด้วย ระบบใหญ่และระบบย่อย

**การวิจัยระยะที่ 3** การใช้ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ด้วยการนำไปทดลองใช้ในสถานการณ์จำลอง ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) เขียนข้อเสนอเพื่อเผยแพร่ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ต่อมหาวิทยาลัย

2) เมื่อได้รับการอนุมัติจากมหาวิทยาลัย ให้ดำเนินโครงการเผยแพร่ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ และทำหนังสือประสานไปยังสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและพิพิธภัณฑวัตถุวัฒนธรรมจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อใช้สำหรับประชาสัมพันธ์แก่ผู้ที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมเผยแพร่ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

3) ผู้เข้าร่วมโครงการประเมินความพึงพอใจจากการใช้งาน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและข้อมูล ด้านการใช้งานระบบ และด้านคุณสมบัติของระบบ

4) ตรวจสอบข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5) สรุปผลการประเมิน

### 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ จึงแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

**การวิจัยระยะที่ 1** การวิเคราะห์ข้อมูล จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสำรวจความต้องการมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์จากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ผู้วิจัยมีการจัดทำและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

1) ข้อมูลจากการศึกษาคุณสมบัติห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาและความคล้ายคลึงกัน

2) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาแยกกลุ่มผู้ให้สัมภาษณ์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยวิธีหาความสอดคล้อง (Method of Agreement) ดำเนินการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลประเด็นที่กำหนดไว้ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulate)

3) ข้อมูลจากแบบสอบถามความต้องการระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สำหรับบุคคลทั่วไป วิเคราะห์โดยใช้ความถี่และร้อยละ

**การวิจัยระยะที่ 2** การวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ผู้วิจัยมีการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กำหนดการแปลผลความคิดเห็นเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert, 1932) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	หมายถึง
4.51-5.00	เห็นด้วยในระดับมากที่สุด
3.51-4.50	เห็นด้วยในระดับมาก
2.51-3.50	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
1.51-2.50	เห็นด้วยในระดับน้อย
1.00-1.50	เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

สรุปผลข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงองค์ประกอบของแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

**การวิจัยระยะที่ 3** ในระยะนี้ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากพัฒนาระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แปลผลเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert, 1932) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	หมายถึง
4.51-5.00	มีประสิทธิภาพดีมาก
3.51-4.50	มีประสิทธิภาพดี
2.51-3.50	ประสิทธิภาพปานกลาง
1.51-2.50	ประสิทธิภาพพอใช้
1.00-1.50	ควรปรับปรุงประสิทธิภาพ

2) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากการใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้การแปลผลแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert, 1932) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	หมายถึง
4.51-5.00	มีความพึงพอใจมากที่สุด
3.51-4.50	มีความพึงพอใจมาก
2.51-3.50	มีความพึงพอใจปานกลาง
1.51-2.50	มีความพึงพอใจน้อย
1.00-1.50	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

### 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 ค่าสถิติร้อยละ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ	p แทน	ค่าร้อยละ
	f แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ
	N แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.5.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยคำนวณจากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ	$\bar{x}$ แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$ แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของผู้เรียน
	n แทน	จำนวนผู้เรียน

3.5.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (อาร์เอ็ม ออนไลน์ เซอร์วิสเซส, 2564) โดยคำนวณจากสูตร

$$S.D. = \frac{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
	$\sum x^2$	แทน	ผลบวกกำลังสองของคะแนนทั้งหมดของผู้เรียน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของผู้เรียน
	n	แทน	จำนวนผู้เรียน

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีวัตถุประสงค์  
 1) เพื่อศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง  
 3 มิติ 2) เพื่อพัฒนาระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ 3) เพื่อศึกษาผลการ  
 ใช้ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ในบทนี้ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิจัย 4  
 หัวข้อ ได้แก่

- 1) ผลการศึกษาองค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือน  
จริง 3 มิติ
- 2) ผลการพัฒนาแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือน  
จริง 3 มิติ
- 3) ผลการพัฒนากระบวนการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ
- 4) ผลการใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

มีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

4.1.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาคุณสมบัติห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางใน  
 วงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ โดยมีผลวิเคราะห์  
 เปรียบเทียบคุณสมบัติหลัก 15 ข้อ ดังตาราง

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติ จำนวน 10 ระบบ

รายการ	รองรับการแสดงผล 3 มิติ	รองรับเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ	รองรับ VR	รองรับ AR	รองรับปฏิสัมพันธ์กับวัตถุ 3 มิติ	รองรับ Open Source API	เหมาะสมกับการศึกษาและวิจัย	เหมาะสมกับพิพิธภัณฑ์และหอจดหมายเหตุ	รองรับการสแกนโมเดล 3 มิติ	รองรับโมเดล 3 มิติจากแหล่งภายนอก	รองรับการดาวน์โหลดโมเดล 3 มิติ	ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลเมทาดาทา	รองรับการจัดเก็บข้อมูลระยะยาว	รองรับการใช้งานหลายภาษา	รองรับการใช้งานบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต
Library of Congress 3D	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Europeana	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Smithsonian 3D	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sketchfab	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Google Arts & Culture	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DPLA	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
World Digital Library	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Internet Archive	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Virtual Library of Bibliographical Heritage	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Khan Academy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ผลรวม	7	7	6	5	7	7	10	8	6	6	5	10	10	10	10

จากตาราง สรุปได้ว่า ทั้ง 10 ระบบมีข้อดีที่เหมือนกัน 5 คุณสมบัติ ได้แก่ 1) ระบบมีความเหมาะสมกับการศึกษาและวิจัย 2) ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลเมทาดาทา 3) ระบบรองรับการจัดเก็บข้อมูลระยะยาว 4) ระบบรองรับการใช้งานหลายภาษา และ 5) ระบบรองรับการใช้งานบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต รองลงมาคือคุณสมบัติด้านความเหมาะสมกับพิพิธภัณฑ์และหอจดหมายเหตุ โดย

ระบบห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติทั้ง 10 ระบบ มุ่งเน้นการเผยแพร่และเข้าถึงสื่อดิจิทัลในรูปแบบ 3 มิติได้อย่างเปิดกว้าง พร้อมรองรับการใช้งานเพื่อการศึกษาและการจัดเก็บข้อมูลที่มีโครงสร้างเพื่อความสะดวกในการสืบค้น

4.1.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบสำหรับจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบตัวต่อตัว จากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 15 คน ประกอบไปด้วย 1) พระสงฆ์ 3 รูป 2) นักวิชาการด้านศิลปวัฒนธรรม 3 คน 3) ผู้พัฒนาอัลติมีเดียและเทคโนโลยี 3 มิติ 3 คน 4) ผู้พัฒนาระบบระบบ 3 คน และ 5) ผู้บริหารห้องสมุด สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและพิพิธภัณฑ์วัดมณีวนาราม จังหวัดอุบลราชธานี 3 คน ผู้วิจัยจึงรายงานผลการศึกษา ดังนี้

**ตารางที่ 3** ผลวิเคราะห์การสัมภาษณ์เพื่อศึกษาองค์ประกอบสำหรับจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

หัวข้อสัมภาษณ์	ความคิดเห็นที่พบบ่อย	ข้อแตกต่างที่สำคัญ
1. ความสำคัญของการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยให้เห็นรายละเอียดของพุทธศิลป์รอบทิศทาง</li> <li>- มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์และการศึกษา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บางคนเน้นด้านงานวิจัยและการเรียนการสอน</li> <li>- บางคนมองว่าสำคัญต่อการอนุรักษ์และท่องเที่ยว</li> </ul>
2. ปัญหาที่พบในปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีข้อมูลกลางที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย</li> <li>- ข้อมูลที่มีอยู่ไม่สมบูรณ์</li> <li>- ขาดระบบที่เป็นมาตรฐานในการจัดเก็บ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บางคนมองว่าข้อมูลที่มีอยู่กระจัดกระจาย</li> <li>- บางคนกังวลว่าข้อมูลอาจถูกใช้ในทางที่ไม่เหมาะสม</li> </ul>
3. การใช้งานแพลตฟอร์มดิจิทัลหรือแหล่งข้อมูลออนไลน์เกี่ยวกับพุทธศิลป์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เคยใช้ระบบพิพิธภัณฑ์และกรมศิลปากร</li> <li>- ส่วนใหญ่ยังไม่มีรูปแบบ 3 มิติที่สามารถโต้ตอบได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บางคนเคยใช้ Sketchfab หรือสื่ออัลติมีเดียออนไลน์</li> <li>- บางคนไม่เคยใช้ระบบดิจิทัลเลย</li> </ul>
4. คุณลักษณะที่ควรมีในคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรมี ภาพ 3 มิติที่หมุนดูได้ทุกมิติ</li> <li>- ควรมี ข้อมูลประกอบ เช่น คำ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บางคนให้ความสำคัญกับความสมจริงของพื้นผิว</li> <li>- บางคนเน้น ความง่ายในการ</li> </ul>

หัวข้อสัมภาษณ์	ความคิดเห็นที่พบบ่อย	ข้อแตกต่างที่สำคัญ
	บรรยาย วิดีโอ เสียง	เข้าถึงข้อมูล
5. ข้อมูลที่ควรจัดเก็บในระบบ	- ชื่อ ขนาด วัสดุ ปีที่สร้าง แหล่งที่พบ สถานที่จัดเก็บ - ข้อมูลสำคัญและจารึก	- บางคนเสนอให้มีตำนานหรือ เรื่องเล่า ประกอบ - บางคนเน้นที่การวิเคราะห์ ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ
6. การเปิดให้ประชาชนเข้าถึง ข้อมูลออนไลน์	- ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าควรเปิด ให้เข้าถึง - ควรมีระบบการลงทะเบียน ผู้ใช้งาน - ควรจำกัดการเพิ่มข้อมูลเพื่อ ความถูกต้อง	- บางคนต้องการให้ข้อมูลถูก จำกัดเฉพาะกลุ่มนักวิจัย - บางคนต้องการให้ประชาชน ทั่วไปเข้าถึงได้แบบเสรี
7. หน่วยงานที่ควรรับผิดชอบ การดูแลมาตรฐาน	- ควรเป็นความร่วมมือระหว่าง ภาครัฐ มหาวิทยาลัย วัด และ ชุมชน	- บางคนมองว่าต้องเมืองค์กร เฉพาะทางในการจัดเก็บข้อมูล
8. การนำไปใช้ประโยชน์ของ คลังข้อมูล 3 มิติ	- การศึกษา งานวิจัย การ อนุรักษ์ และการท่องเที่ยวเชิง วัฒนธรรม	- บางคนมองว่าควรใช้ในการ ฝึกอบรมการหล่อพระหรือ ช่างฝีมือ
9. ความกังวลเกี่ยวกับมาตรฐาน การจัดเก็บข้อมูล	- ควรมี การตรวจสอบข้อมูล อย่างเคร่งครัด - อาจเกิดปัญหาเรื่องการสูญ หายหรือการขโมยวัตถุโบราณ	- บางคนกังวลเกี่ยวกับความ แม่นยำของข้อมูล - บางคนมองว่าควรปกปิด สถานที่จัดเก็บจริงของพุทธศิลป์ บางรายการ
10. วิธีที่ชุมชนและผู้เชี่ยวชาญ สามารถมีส่วนร่วม	- เผยแพร่ข้อมูลให้กว้างขวาง - ให้ชุมชนและนักวิชาการมี บทบาทในการเพิ่มข้อมูล	- บางคนเสนอให้มีแพลตฟอร์ม ออนไลน์ที่ทุกคนสามารถร่วม พัฒนาได้

จากตาราง ผู้วิจัยสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันเกี่ยวกับการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติ โดยให้เหตุผลสำคัญว่าระบบจัดเก็บที่จะพัฒนาขึ้นควรประกอบไปด้วยความสามารถที่หลากหลาย ได้แก่ 1) ช่วยในการอนุรักษ์ 2)

สนับสนุนการศึกษาและงานวิจัย 3) เสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ให้คนทั่วไป อย่างไรก็ตาม ผู้ให้สัมภาษณ์ได้สะท้อนถึงปัญหาสำคัญที่พบ ได้แก่ การไม่มีฐานข้อมูลกลางที่เป็นมาตรฐาน และมีความกังวลว่าข้อมูลที่มีการจัดเก็บในปัจจุบันนี้มีความกระจัดกระจายและอาจเป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง โดยผู้ให้สัมภาษณ์มีความต้องการให้มีการจัดเก็บข้อมูลที่ครอบคลุมอย่างละเอียด ซึ่งประกอบไปด้วย ขนาด วัสดุ ปีที่สร้าง แหล่งที่พบ โดยเสนอแนะว่า คำบรรยาย วิดีโอ และเสียงประกอบ ถ้ามีจะทำให้ข้อมูลมีความละเอียดมากยิ่งขึ้น สำหรับการเข้าถึงข้อมูล ผู้ให้สัมภาษณ์เห็นพ้องกันว่าควรเปิดให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูลออนไลน์ แต่ต้องมีมาตรการควบคุม ได้แก่ ระบบลงทะเบียนผู้ใช้ การจำกัดสิทธิ์ การเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูลให้เฉพาะผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ ได้มีข้อเสนอให้หน่วยงานภาครัฐ มหาวิทยาลัย วัด ชุมชน และนักวิชาการร่วมมือกันในการดูแลและพัฒนาระบบฐานข้อมูล เพื่อให้การจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

4.1.3 ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบจากการสำรวจความต้องการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบ คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากบุคคลทั่วไป จำนวน 32 คน เป็นเพศชายร้อยละ 84.38 เพศหญิงร้อยละ 15.63 ประกอบไปด้วยพระสงฆ์/นักบวช ร้อยละ 18.75 ศิลปิน/นักออกแบบ ร้อยละ 12.50 นักวิจัย/ครู/อาจารย์ ร้อยละ 21.88 นักพัฒนาเทคโนโลยี ร้อยละ 3.13 และอาชีพอื่น ๆ ร้อยละ 43.75 โดยมีรายละเอียดความต้องการระบบจัดเก็บ ดังตาราง

**ตารางที่ 4** ความจำเป็นในการจัดเก็บพุทธศิลป์จากบุคคลทั่วไป

รายการ	ความถี่	ร้อยละ
การจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบดิจิทัลมีความจำเป็นเพียงใด		
จำเป็นมาก	30	93.75
จำเป็นปานกลาง	2	6.25
ระบบจัดเก็บข้อมูลแบบ 3 มิติจะช่วยอนุรักษ์ พุทธศิลป์ได้อย่างไร		
ป้องกันการสูญหายของข้อมูลทางวัฒนธรรม	30	93.75
ทำให้ประชาชนเข้าถึงศิลปะได้ง่ายขึ้น	20	62.50
ช่วยให้คนรุ่นใหม่สนใจพุทธศิลป์มากขึ้น	16	50.00
ไม่มีผลกระทบต่อการอนุรักษ์	4	12.50
การเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติ ควรครอบคลุมเนื้อหาใดบ้าง		
รูปทรงและลวดลายของวัตถุศิลป์	30	93.75
ความหมายทางศาสนาและวัฒนธรรม	18	56.25

รายการ	ความถี่	ร้อยละ
ประวัตินหรือแหล่งที่มาของวัตถุ	8	25.00
การจัดเก็บข้อมูลในระบบ 3 มิติ จะช่วยสนับสนุนงานวิจัยด้านพุทธศิลป์มากน้อยเพียงใด		
ช่วยได้มาก	30	93.75
ช่วยได้ปานกลาง	2	6.25

จากตาราง ชี้ให้เห็นว่าการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบดิจิทัลมีความจำเป็นมาก ร้อยละ 93.75 โดยมีเป้าหมายเพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลทางวัฒนธรรม ร้อยละ 93.75 รองลงมาคือ ทำให้ประชาชนเข้าถึงศิลปะได้ง่ายขึ้น ร้อยละ 62.50 รองลงมาคือ ช่วยให้คนรุ่นใหม่สนใจพุทธศิลป์มากขึ้น ร้อยละ 50.00 และอีกร้อยละ 12.50 มองว่าการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบดิจิทัลไม่มีผลกระทบต่อการอนุรักษ์ นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามยังได้ระบุถึงเนื้อหาและข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติที่ควรจัดเก็บ โดยให้ความสำคัญที่การจัดเก็บข้อมูลรูปทรงและลวดลายของวัตถุศิลป์ ร้อยละ 93.75 รองลงมาคือ ความหมายทางศาสนาและวัฒนธรรม ร้อยละ 56.25 รองลงมาคือ ประวัตินหรือแหล่งที่มาของวัตถุ ร้อยละ 25.00 โดยให้ข้อคิดเห็นว่า การจัดเก็บข้อมูลในระบบ 3 มิติ จะช่วยสนับสนุนงานวิจัยด้านพุทธศิลป์มาก ร้อยละ 93.75 และช่วยได้ปานกลาง ร้อยละ 6.25

#### ตารางที่ 5 ความต้องการภายในระบบจัดเก็บพุทธศิลป์จากบุคคลทั่วไป

รายการ	ความถี่	ร้อยละ
ความต้องการผู้รับผิดชอบดูแลระบบจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์		
สถาบันการศึกษา/นักวิจัย	29	90.63
หน่วยงานภาครัฐ	22	68.75
วัดและองค์กรทางศาสนา	19	59.38
ชุมชนท้องถิ่น	17	53.13
ความต้องการใช้งานระบบบนอุปกรณ์ประเภทใด		
โทรศัพท์สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต	31	96.88
คอมพิวเตอร์	29	90.63
อุปกรณ์ VR/AR	15	46.88
ความต้องการพีเจอร์ในคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ		
ระบบแสดงภาพ 3 มิติ 360 องศา	28	87.50

รายการ	ความถี่	ร้อยละ
ระบบสืบค้นข้อมูลวัตถุศิลป์	26	81.25
ระบบข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพุทธศิลป์	25	78.13
ระบบแปลภาษาเพื่อเผยแพร่ระดับสากล	18	56.25
ระบบเสริมประสบการณ์ VR/AR	11	34.38
สิทธิ์ในการเพิ่มข้อมูลของระบบ		
ควรให้เฉพาะผู้เชี่ยวชาญในการเพิ่มข้อมูล	17	53.13
ควรเปิดให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อมูลได้	15	46.88
ความสามารถในการให้คะแนนหรือรีวิววัตถุศิลป์		
ควรมี เพื่อให้ผู้ใช้มีส่วนร่วม	20	62.50
ไม่จำเป็น	12	37.50
ระบบจะช่วยส่งเสริมการศึกษาและงานวิจัยด้านพุทธศิลป์อย่างน้อยเพียงใด		
ช่วยได้มาก	31	96.88
ช่วยได้ปานกลาง	1	3.13
ระบบจะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างน้อยเพียงใด		
ช่วยได้มาก	26	81.25
ช่วยได้ปานกลาง	6	18.75
ระบบควรเปิดให้ประชาชนเข้าถึงได้ฟรีหรือไม่		
ควรเปิดให้เข้าถึงฟรีทั้งหมด	19	59.38
ควรมีบางส่วนที่ต้องสมัครสมาชิก	11	34.38
ควรเก็บค่าใช้จ่าย	2	6.25
การพัฒนาโมเดล 3 มิติของพุทธศิลป์ ควรมีการนำไปใช้ในด้านอื่น ๆ ไต่บ้าง		
ใช้ในงานอนุรักษ์และซ่อมแซมโบราณวัตถุ	30	93.75
ในงานออกแบบศิลปะร่วมสมัย	28	87.50
ใช้ในการเรียนการสอน	28	87.50
อื่น ๆ	5	15.63

จากตาราง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการให้สถาบันการศึกษา/นักวิจัยเป็นผู้รับผิดชอบดูแลระบบจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ ร้อยละ 90.63 รองลงมาคือหน่วยงานภาครัฐ ร้อยละ 68.75 รองลงมาคือวัดและองค์กรทางศาสนา 59.38 รองลงมาคือชุมชนท้องถิ่น ร้อยละ 53.13

นอกจากนี้ยังมีความต้องการให้ระบบสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต สูงถึงร้อยละ 96.88 รองลงมาคือคอมพิวเตอร์ ร้อยละ 90.63 และอุปกรณ์ VR/AR ร้อยละ 46.88 นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามยังมีความต้องการให้ระบบมีฟีเจอร์แสดงภาพ 3 มิติ 360 องศา สูงถึงร้อยละ 87.50 รองลงมาคือ สืบค้นข้อมูลวัตถุศิลป์ ร้อยละ 81.25 รองลงมาคือข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพุทธศิลป์ ร้อยละ 78.13 รองลงมาคือ มีระบบแปลภาษาเพื่อเผยแพร่ระดับสากล และเสริมประสบการณ์ VR/AR ร้อยละ 56.25 และ 34.38 ตามลำดับ ในด้านการเพิ่มข้อมูล พบว่า ควรให้เฉพาะผู้เชี่ยวชาญเพิ่มข้อมูล ร้อยละ 53.13 และควรเปิดให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อมูลได้ ร้อยละ 46.88 ในด้านความสามารถในให้คะแนนหรือรีวิววัตถุศิลป์ เห็นว่ามีความจำเป็นถึงร้อยละ 62.50 และเห็นว่าระบบจะช่วยส่งเสริมการศึกษาและงานวิจัยด้านพุทธศิลป์สูงถึงร้อยละ 96.88 และเห็นว่าระบบควรเปิดให้เข้าถึงฟรีทั้งหมด ร้อยละ 59.38 แต่ยังมีผู้ตอบบางท่านเห็นว่า ควรมีบางส่วนที่ต้องสมัครสมาชิกเพื่อเข้าถึงข้อมูล ร้อยละ 34.38 นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามยังคิดเห็นว่าการพัฒนาโมเดล 3 มิติของพุทธศิลป์ ควรมีการนำไปใช้ในด้านอื่น ๆ โดยนำไปใช้ในงานอนุรักษ์และซ่อมแซมโบราณวัตถุ ร้อยละ 93.75 รองลงมาคือ นำไปใช้ในงานออกแบบศิลปะร่วมสมัย และ ใช้ในการเรียนการสอน ร้อยละ 87.50

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถามที่น่าสนใจคือ ในช่วงแรกของการพัฒนาระบบควรให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้จัดทำและดูแลข้อมูล เมื่อระบบนิ่งแล้วจึงประชาสัมพันธ์ให้ความรู้แก่ผู้สนใจเข้ามามีส่วนร่วม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับพุทธศิลป์ในพื้นที่อื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องมีผู้เชี่ยวชาญคอยตรวจสอบข้อมูล

#### 4.2 ผลการพัฒนาแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในหัวข้อ 4.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อาจจัดกลุ่มตามประเด็นหลัก โดยใช้หลักการการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และ การจัดกลุ่มแนวคิด (Thematic Categorization) เพื่อแสดงความถี่ในการปรากฏกลุ่มข้อมูล ดังตาราง

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชิว

ตารางที่ 6 ความถี่ในการปรากฏของข้อมูลที่มีความหมายคล้ายกันจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูล

คุณสมบัติ	ห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติที่ ได้รับการยอมรับ	การสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ	การสำรวจ จากบุคคลทั่วไป	ความถี่
มีความเหมาะสมกับการศึกษาและวิจัย	1	1	1	3
รองรับการจัดเก็บข้อมูลเมทาดาดา	1	1	1	3
รองรับการจัดเก็บข้อมูลระยะยาว	1	0	0	1
รองรับการใช้งานหลายภาษา	1	0	0	1
รองรับการใช้งานบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต	1	0	1	2
จัดเก็บข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์	0	1	1	2
จัดเก็บข้อมูลเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ เกี่ยวกับพุทธศิลป์	0	1	1	2
คำบรรยาย วิดีโอ เสียงประกอบ	0	1	0	1
การเข้าถึงข้อมูลออนไลน์	0	1	1	2
มาตรการควบคุมการเข้าถึงข้อมูล	0	1	1	2
การร่วมมือของหน่วยงานต่าง ๆ	0	1	1	2
ป้องกันการสูญหายของข้อมูลทางวัฒนธรรม	0	0	1	1
ทำให้ประชาชนเข้าถึงศิลปะได้ง่ายขึ้น	0	1	1	2
ช่วยให้คนรุ่นใหม่สนใจพุทธศิลป์	0	0	1	1
การจัดเก็บข้อมูลรูปทรงและลวดลายของวัตถุ ศิลป์	0	1	1	2
ระบุประวัติหรือแหล่งที่มาของวัตถุ	0	1	1	2
สนับสนุนงานวิจัยด้านพุทธศิลป์	0	0	1	1

จากตาราง ผู้วิจัยสังเคราะห์คุณสมบัติที่จำเป็นต่อการพัฒนาแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยคัดเลือกคุณสมบัติที่มีความถี่ตั้งแต่ 2 แหล่งข้อมูล ได้แก่ 1) มีความเหมาะสมกับการศึกษาและวิจัย 2) รองรับการจัดเก็บข้อมูลเมทาดาดา

3) รองรับการใช้งานบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต 4) จัดเก็บข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์ 4) จัดเก็บข้อมูลเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ 5) การเข้าถึงข้อมูลออนไลน์ 6) มาตรการควบคุมการเข้าถึงข้อมูล 7) การร่วมมือของหน่วยงานต่าง ๆ 8) ทำให้ประชาชนเข้าถึงศิลปะได้ง่ายขึ้น 9) การจัดเก็บข้อมูลรูปทรงและลวดลายของวัตถุศิลป์ 10) ระบุประวัติหรือแหล่งที่มาของวัตถุ

จากนั้นผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์มาจัดกลุ่มโดยวิเคราะห์ข้อมูลที่มีบริบทคล้ายคลึงกัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 7 จัดกลุ่มองค์ประกอบตามบริบทของคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกัน

องค์ประกอบ	คุณสมบัติ	บริบทที่คล้ายคลึงกัน
การศึกษาและการวิจัย	<ol style="list-style-type: none"> <li>เหมาะสมกับการศึกษาและการวิจัย</li> <li>รองรับการจัดเก็บข้อมูลเมทาดาตา</li> <li>จัดเก็บข้อมูลเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์</li> </ol>	<p>การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับพุทธศิลป์สามารถสร้างความรู้ใหม่และนำไปใช้ประโยชน์ได้ จากการจัดเก็บข้อมูลเมทาดาตาเป็นสิ่งสำคัญในงานวิจัย เพราะจะช่วยให้สามารถเรียกดูและวิเคราะห์ข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็ว ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลที่มีคุณภาพจะช่วยสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับพุทธศิลป์ ส่งผลให้ผู้ที่ศึกษาสามารถตีความและเข้าใจบริบททางวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งคุณสมบัติทั้ง 3 นี้ล้วนสนับสนุนการศึกษาและการวิจัยเกี่ยวกับพุทธศิลป์</p>
การเข้าถึงและการใช้งาน	<ol style="list-style-type: none"> <li>รองรับการใช้งานบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต</li> <li>การเข้าถึงข้อมูลออนไลน์</li> <li>มาตรการควบคุมการเข้าถึงข้อมูล</li> <li>ทำให้ประชาชนเข้าถึงศิลปะได้ง่ายขึ้น</li> </ol>	<p>การจัดเก็บที่สามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์สมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา ทำให้การศึกษาและการสัมผัสกับพุทธศิลป์มีความสะดวกมากขึ้น โดยเฉพาะการให้บริการข้อมูลศิลปะออนไลน์ช่วยให้ผู้คนที่ค้นหาและเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปยังสถานที่จริง การตั้งค่าระดับการเข้าถึง หรือการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงจะช่วยรักษาความปลอดภัยและปกป้องข้อมูลจากการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต ทำให้ประชาชนสามารถเรียนรู้และเข้าใจศิลปะผ่านข้อมูลพุทธศิลป์ได้ง่ายและรวดเร็ว ช่วยลดอุปสรรคในการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งคุณสมบัติทั้ง 4 รายการล้วนเกี่ยวข้อง</p>

องค์ประกอบ	คุณสมบัติ	บริบทที่คล้ายคลึงกัน
		กับการใช้งานและการเข้าถึงข้อมูล
การอนุรักษ์ และการ เผยแพร่ ศิลปะ	1. จัดเก็บข้อมูลเพื่อ การอนุรักษ์ 2. การร่วมมือของ หน่วยงานต่าง ๆ 3. การจัดเก็บข้อมูล รูปทรง 3 มิติและ ลวดลายของวัตถุศิลป์ 4. ระบุประวัติหรือ แหล่งที่มาของวัตถุ	การจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพุทธศิลป์จะช่วยให้สามารถ วางแผนการอนุรักษ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงาน ร่วมกันระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ มีส่วนช่วยสร้างเครือข่าย ในการอนุรักษ์และเผยแพร่ศิลปะได้ การใช้เทคโนโลยีใน การจัดเก็บข้อมูลรูปทรง 3 มิติและลวดลายของวัตถุศิลป์ เป็นการสร้างแบบจำลองที่สามารถทำการศึกษาและ วิเคราะห์ได้ จะช่วยให้การอนุรักษ์สามารถคงสภาพเดิม ของพุทธศิลป์ได้เป็นอย่างดี การระบุประวัติและแหล่งที่มา ของวัตถุศิลป์จะช่วยเพิ่มความเข้าใจในบริบททาง วัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ของศิลปะนั้น ๆ ซึ่งคุณสมบัติ ทั้ง 4 รายการล้วนเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และการ เผยแพร่ศิลปะ

จากตารางสามารถอธิบายคุณสมบัติและข้อกำหนดที่ควรมีในมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์  
ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติได้ดังนี้

1) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการวิจัย (Educational and Research Purpose)

(1) ควรมีความเหมาะสมกับการศึกษาและวิจัย โดยสนับสนุนการศึกษาวิจัยและใช้งาน  
ข้อมูลในเชิงวิชาการ

(2) รองรับการจัดเก็บข้อมูลเมตาตาตา ซึ่งมีสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลสำคัญเพื่อการ  
ค้นหาข้อมูลในภายหลัง

(3) จัดเก็บข้อมูลเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ โดยมุ่งเน้นการใช้ข้อมูล  
เพื่อการศึกษาและเพิ่มพูนความรู้ด้านศิลปะ

2) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและการใช้งาน (Access and Usability)

(1) รองรับการใช้งานบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้  
จากอุปกรณ์หลากหลาย

(2) การเข้าถึงข้อมูลออนไลน์ ซึ่งเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลจากทุกที่

(3) มีมาตรการควบคุมการเข้าถึงข้อมูล โดยสร้างความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล เช่น มีการควบคุมการเข้าถึงที่เหมาะสม มีการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้ที่มีหน้าที่และความสามารถแตกต่างกัน

(4) ทำให้ประชาชนเข้าถึงศิลปะได้ง่ายขึ้น จากการใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่ทั่วไป หลีกเลี่ยงการใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อน

3) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ (Preservation and Dissemination)

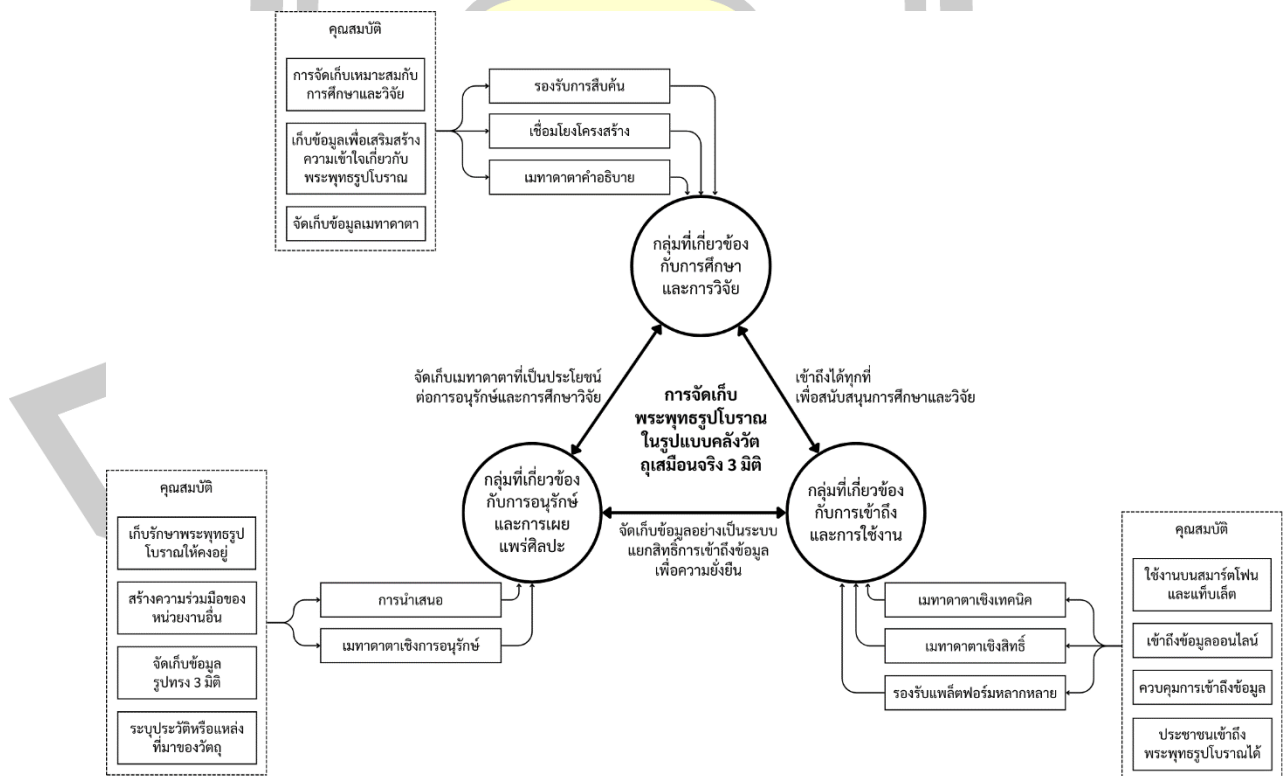
(1) จัดเก็บข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์ โดยระบบมีความสามารถช่วยในการเก็บรักษาข้อมูลทางศิลปะให้คงอยู่และสามารถใช้งานในอนาคต

(2) มีการสร้างความร่วมมือของหน่วยงานต่าง ๆ ทำให้ประชาชนเข้าถึงศิลปะได้ง่ายขึ้น เพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการเผยแพร่ศิลปะและเพิ่มโอกาสให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูล

(3) มีการจัดเก็บข้อมูลรูปทรง 3 มิติ และลวดลายของวัตถุศิลปะซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเก็บข้อมูลที่มีความสำคัญทางศิลปะเพื่อการอนุรักษ์

(4) มีการระบุประวัติหรือแหล่งที่มาของวัตถุ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับต้นกำเนิดของศิลปะและมรดกทางวัฒนธรรม

จากการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์ ผู้วิจัยจึงนำมาเขียนเป็นแบบจำลอง ดังนี้



ภาพประกอบที่ 35 แบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

จากภาพแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ประกอบไปด้วยองค์ประกอบใหญ่ ๆ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และการวิจัย 2) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและการใช้งาน และ 3) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ ซึ่งผู้วิจัยอธิบายความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ ภายในแบบจำลอง ได้ดังนี้

1) กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการวิจัย (Educational and Research Purpose)

ความสัมพันธ์กับกลุ่มการเข้าถึงและการใช้งาน: ระบบที่สามารถเข้าถึงข้อมูลออนไลน์และรองรับการใช้งานบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ตจะช่วยสนับสนุนการศึกษาและวิจัยได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลจากทุกที่ทุกเวลาเพื่อการศึกษาวิจัย

ความสัมพันธ์กับกลุ่มการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ: มาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลเมทาเดตาและการเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ ส่งผลให้ข้อมูลเกี่ยวกับศิลปะอีสานได้รับการอนุรักษ์และเผยแพร่ในรูปแบบที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ซึ่งช่วยเพิ่มโอกาสในการเผยแพร่ศิลปะให้กับประชาชน

2) กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและการใช้งาน (Access and Usability)

ความสัมพันธ์กับกลุ่มการศึกษาและการวิจัย: การใช้งานบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ตและการเข้าถึงข้อมูลออนไลน์ช่วยให้ผู้ศึกษาและนักวิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกจากอุปกรณ์หลายประเภท เพิ่มประสิทธิภาพในการศึกษาวิจัย

ความสัมพันธ์กับกลุ่มการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ: การมีมาตรการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลไม่เพียงแต่ช่วยในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล แต่ยังช่วยให้ผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์สามารถเข้าถึงข้อมูลพุทธศิลป์ได้อย่างมีระเบียบและเหมาะสม โดยการจัดการสิทธิ์การเข้าถึง ช่วยให้ข้อมูลถูกใช้งานอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

3) กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ (Preservation and Dissemination)

ความสัมพันธ์กับกลุ่มการศึกษาและการวิจัย: มาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์ไม่เพียงแต่ช่วยรักษาข้อมูลทางศิลปะให้คงอยู่ แต่ยังช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในด้านศิลปะและวัฒนธรรม

ความสัมพันธ์กับกลุ่มการเข้าถึงและการใช้งาน: มาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลรูปทรง 3 มิติและลวดลายของพุทธศิลป์ไม่เพียงแต่ช่วยในการอนุรักษ์ข้อมูล แต่ยังช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่มีความละเอียดและเข้าใจได้ง่ายขึ้น ทั้งในรูปแบบออนไลน์และอุปกรณ์พกพา

โดยมีผลจากการทวนสอบแบบจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ที่ค่าเฉลี่ย 4.50 ขึ้นไป แปลผลคือ เห็นด้วยมากที่สุด ดังนี้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการทวนสอบแบบจำลอง

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ความคิดเห็น
ความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลอง			
แบบจำลองสะท้อนองค์ประกอบที่จำเป็นต่อมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ได้อย่างถูกต้อง	5.00	0.00	เห็นด้วยมากที่สุด
โครงสร้างของแบบจำลองมีความชัดเจนและเป็นไปตามหลักวิชาการ	4.33	0.58	เห็นด้วยมาก
แบบจำลองสามารถอธิบายแนวทางการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติได้อย่างแม่นยำ	4.00	0.00	เห็นด้วยมาก
ข้อมูลที่กำหนดในแบบจำลองครอบคลุมคุณสมบัติที่สำคัญของมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลทางศิลปะ	4.33	0.58	เห็นด้วยมาก
<b>ความคิดเห็นด้านความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลอง</b>	<b>4.42</b>	<b>0.51</b>	<b>เห็นด้วยมาก</b>
ความเหมาะสมของแบบจำลอง			
แบบจำลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดเก็บข้อมูลด้านพุทธศิลป์ได้	5.00	0.00	เห็นด้วยมากที่สุด
โครงสร้างของแบบจำลองมีความเหมาะสมกับการใช้งานในบริบทของการศึกษาและการอนุรักษ์ศิลปะ	4.67	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
แบบจำลองรองรับมาตรฐานด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการจัดเก็บและเข้าถึงข้อมูล	4.67	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดกลุ่มองค์ประกอบของแบบจำลองมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.33	0.58	เห็นด้วยมาก
<b>ความคิดเห็นด้านความเหมาะสมของแบบจำลอง</b>	<b>4.67</b>	<b>0.49</b>	<b>เห็นด้วยมากที่สุด</b>
ความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ			
แบบจำลองสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.67	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
โครงสร้างของแบบจำลองสามารถรองรับการใช้งานบนแพลตฟอร์มดิจิทัล	4.33	0.58	เห็นด้วยมาก
แบบจำลองสามารถนำไปใช้สนับสนุนการวิจัยและการศึกษาด้าน	4.67	0.58	เห็นด้วย

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ความคิดเห็น
พุทธศิลป์ได้			มากที่สุด
แบบจำลองสามารถช่วยให้ประชาชนและหน่วยงานต่าง ๆ เข้าถึงข้อมูลด้านพุทธศิลป์ได้ง่ายขึ้น	4.67	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
ความคิดเห็นด้านความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ	4.58	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด
ความคิดเห็นต่อแบบจำลองโดยรวม	4.56	0.50	เห็นด้วยมากที่สุด

จากตาราง พบว่า โดยรวมผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยมากที่สุดกับแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่พัฒนาขึ้น ค่าเฉลี่ย 4.56 โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือด้านความเหมาะสมของแบบจำลอง ค่าเฉลี่ย 4.67 รองลงมาคือด้านความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ ค่าเฉลี่ย 4.58 และสุดท้ายคือด้านความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลอง ค่าเฉลี่ย 4.42 อย่างไรก็ตามทุกด้านยังมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่สูง ซึ่งสะท้อนถึงความเห็นพ้องของผู้เชี่ยวชาญต่อคุณภาพและศักยภาพของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น

โดยรวมผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.56 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (4.50) ผู้วิจัยจึงนำแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มาถอดแบบเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบ ซึ่งมีผลการวิจัยในหัวข้อถัดไป

#### 4.3 ผลการพัฒนาระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เสร็จสิ้นตามกระบวนการแล้วจึงนำไปประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน มีผลการประเมินดังตาราง

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประเมินประสิทธิภาพระบบ

(n=7)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ประสิทธิภาพ
ประสิทธิภาพด้านโครงสร้างและการออกแบบระบบ			
ระบบมีการจัดหมวดหมู่ข้อมูลเกี่ยวกับพุทธศิลป์อย่างเป็นระบบ	4.71	0.49	ดีมาก
ระบบรองรับการปรับเปลี่ยนเลย์เอาต์ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่	4.57	0.53	ดีมาก

(n=7)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ประสิทธิภาพ
แตกต่างกัน			
ระบบมีโครงสร้างที่เป็นระบบและเข้าใจง่าย	4.43	0.53	ดี
ระบบนำทาง (Navigation) มีความชัดเจนและใช้งานสะดวก	4.29	0.76	ดี
การออกแบบระบบมีความสวยงามและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.29	0.49	ดี
การใช้สีและตัวอักษรมีความเหมาะสมและอ่านง่าย	4.14	0.69	ดี
ระบบมีการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดหรือแนะนำการใช้งานอย่างเหมาะสม	3.71	0.95	ดี
<b>ประสิทธิภาพด้านด้านโครงสร้างและการออกแบบระบบ</b>	<b>4.31</b>	<b>0.68</b>	<b>ดี</b>
ประสิทธิภาพด้านเทคโนโลยี 3 มิติ และการแสดงผล			
ระบบสามารถแสดงผลโมเดล 3 มิติของพุทธศิลป์ได้อย่างถูกต้องและคมชัด	4.86	0.38	ดีมาก
ผู้ใช้งานสามารถหมุน ซูม และดูรายละเอียดของโมเดล 3 มิติได้อย่างราบรื่น	4.71	0.49	ดีมาก
ระบบใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการพัฒนาโมเดล 3 มิติ (เช่น WebGL, Three.js, Babylon.js)	4.71	0.49	ดีมาก
เวลาในการโหลดโมเดล 3 มิติอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่เกิดความล่าช้า	4.43	0.53	ดี
ระบบสามารถรองรับไฟล์โมเดล 3 มิติในหลายรูปแบบ (เช่น .glTF, .OBJ, .STL)	4.43	0.79	ดี
ระบบรองรับการดาวน์โหลดโมเดล 3 มิติสำหรับการใช้งานต่อ	4.14	0.90	ดี
มีระบบการเปรียบเทียบโมเดล 3 มิติในมุมมองที่แตกต่างกันได้	4.00	0.58	ดี
<b>ประสิทธิภาพด้านเทคโนโลยี 3 มิติ และการแสดงผลโดยรวม</b>	<b>4.47</b>	<b>0.65</b>	<b>ดี</b>
ประสิทธิภาพด้านระบบฐานข้อมูลและความปลอดภัย			
ระบบมีระบบฐานข้อมูลที่สามารถจัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูลวัตถุเสมือนจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.71	0.49	ดีมาก
การจัดเก็บข้อมูลของระบบสอดคล้องกับมาตรฐานด้านการจัดการข้อมูลดิจิทัล	4.57	0.53	ดีมาก

(n=7)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ประสิทธิภาพ
ระบบสามารถป้องกันการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาตได้อย่างเหมาะสม	4.43	0.79	ดี
ระบบสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งานพร้อมกันได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ	4.43	0.53	ดี
ระบบรองรับการบันทึกประวัติการเข้าชมและกิจกรรมของผู้ใช้เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป	4.43	0.53	ดี
ระบบมีความปลอดภัยในการเข้าถึงและจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพุทธศิลป์	4.29	0.49	ดี
ระบบมีมาตรการสำรองข้อมูลและป้องกันการสูญหายของข้อมูล	4.29	0.76	ดี
<b>ประสิทธิภาพด้านระบบฐานข้อมูลและความปลอดภัยโดยรวม</b>	<b>4.45</b>	<b>0.58</b>	<b>ดี</b>
ประสิทธิภาพด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) และการโต้ตอบ			
การออกแบบระบบช่วยส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ให้กับผู้ใช้	4.86	0.38	ดีมาก
ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพบนเบราว์เซอร์หลัก เช่น Google Chrome, Firefox, Safari และ Edge	4.86	0.38	ดีมาก
ระบบสามารถเข้าถึงและใช้งานได้บนอุปกรณ์ที่หลากหลาย (เช่น คอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต, สมาร์ทโฟน)	4.71	0.49	ดีมาก
ระบบสามารถใช้งานได้ง่ายสำหรับผู้ใช้ทั่วไปที่ไม่มีพื้นฐานด้านเทคโนโลยี	4.57	0.53	ดีมาก
ระบบมีคำแนะนำหรือคู่มือการใช้งานที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.43	0.79	ดี
ระบบมีการตอบสนองที่รวดเร็วต่อการป้อนคำสั่งของผู้ใช้	4.43	0.53	ดี
ระบบสามารถรองรับการเข้าถึงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วต่ำได้	4.29	0.76	ดี
ระบบมีเครื่องมือช่วยให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งการแสดงผลของโมเดล 3 มิติได้ตามต้องการ	4.14	0.69	ดี
ระบบสามารถปรับเปลี่ยนภาษาเพื่อรองรับผู้ใช้จากกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลาย	3.86	0.69	ดี
<b>ประสิทธิภาพด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) และการโต้ตอบ</b>	<b>4.46</b>	<b>0.64</b>	<b>ดี</b>

(n=7)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ประสิทธิภาพ
โดยรวม			
ด้านศิลปะวัฒนธรรมและพุทธศิลป์			
การนำเสนอข้อมูล พุทธศิลป์ ผ่านโมเดล 3 มิติช่วยเพิ่มความเข้าใจด้านพุทธศิลป์ได้	4.86	0.38	ดีมาก
การจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติสามารถรักษาคุณค่าทางศิลปะและวัฒนธรรมได้	4.71	0.49	ดีมาก
ข้อมูลที่ระบบจัดเก็บ เช่น ขนาด, วัสดุ, เทคนิคการสร้าง, บริบททางวัฒนธรรม มีความครบถ้วนและเหมาะสม	4.57	0.53	ดีมาก
การจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ 3 มิติ ควรถูกนำไปใช้ประโยชน์	4.57	0.53	ดีมาก
ระบบนี้สามารถช่วยนักวิชาการ, พระสงฆ์ หรือช่างฝีมือในการเรียนรู้และถ่ายทอดองค์ความรู้ทางพุทธศิลป์ได้	4.57	0.53	ดีมาก
<b>ประสิทธิภาพด้านศิลปะวัฒนธรรมและพุทธศิลป์</b>	<b>4.66</b>	<b>0.48</b>	<b>ดีมาก</b>
<b>ประสิทธิภาพโดยรวม</b>	<b>4.46</b>	<b>0.62</b>	<b>ดี</b>

จากตาราง พบว่า ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยรวมมีประสิทธิภาพดี ค่าเฉลี่ย 4.46 หากพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านศิลปะวัฒนธรรมและพุทธศิลป์ มีผลการประเมินประสิทธิภาพสูงสุด มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.66 รองลงมาคือด้านเทคโนโลยี 3 มิติ และการแสดงผล มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.47 รองลงมาคือด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) และการโต้ตอบ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.46 รองลงมาคือด้านระบบฐานข้อมูลและความปลอดภัย มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.45 และอันดับสุดท้ายคือด้านโครงสร้างและการออกแบบระบบ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.31

#### 4.4 ผลการใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

ผู้วิจัยได้นำระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินความพึงพอใจจากการใช้งาน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและข้อมูล ด้านการใช้งานระบบ และด้านคุณสมบัติประโยชน์ของระบบ โดยมีผู้ตอบแบบประเมินจำนวน 50 คน มีรายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ

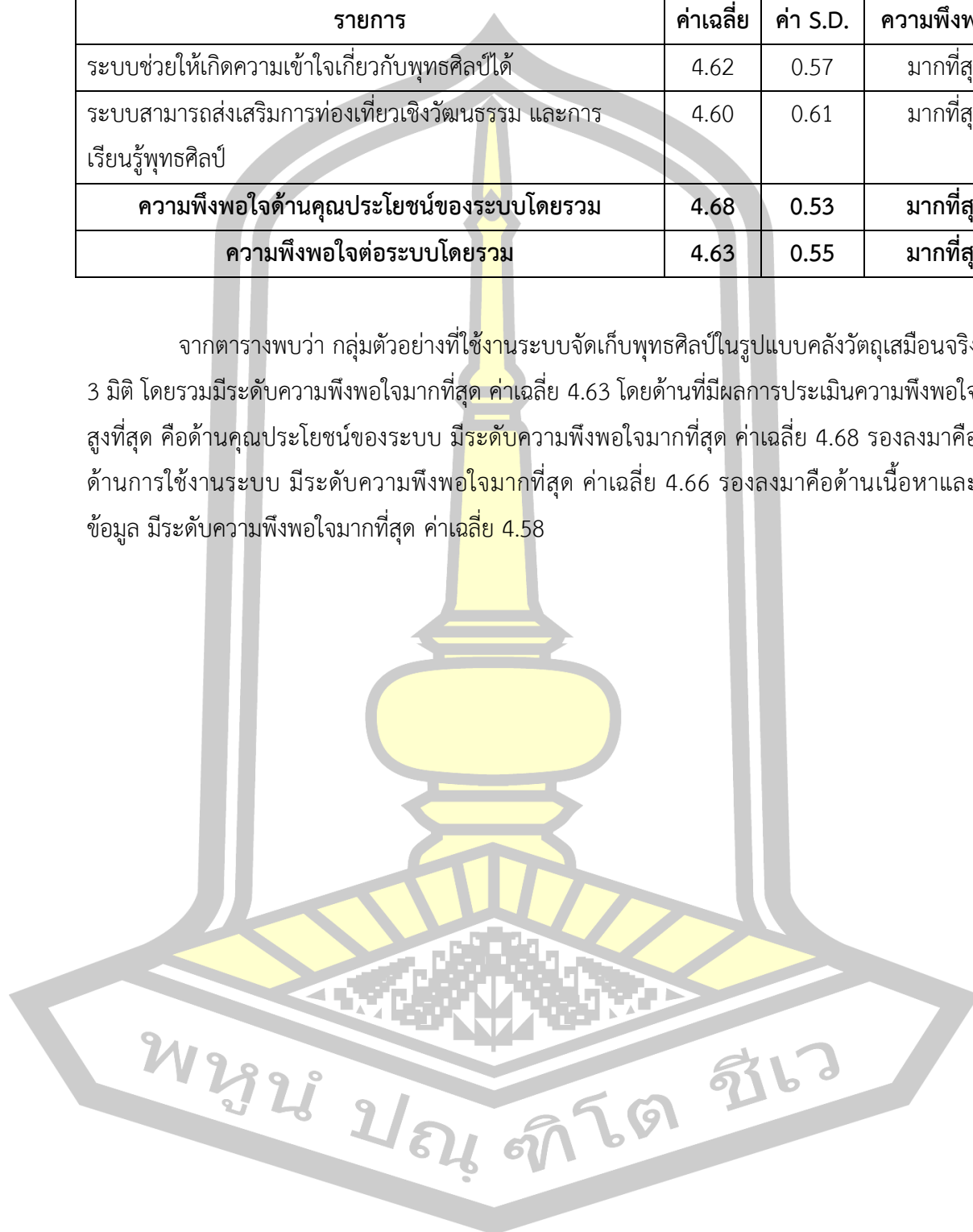
(n=50)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ความพึงพอใจ
ความพึงพอใจด้านเนื้อหาและข้อมูล			
การแสดงผลข้อมูลตัวอักษรอ่านง่าย	4.74	0.44	มากที่สุด
การแสดงผลรูปภาพมีความชัดเจนและรวดเร็ว	4.68	0.55	มากที่สุด
แสดงผลข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติได้อย่างรวดเร็ว	4.66	0.48	มากที่สุด
แสดงผลข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติได้อย่างสมจริง	4.62	0.60	มากที่สุด
ข้อความบรรยายประกอบช่วยให้เข้าใจพุทธศิลป์ได้ดียิ่งขึ้น	4.58	0.61	มากที่สุด
ข้อมูลที่น่าสนใจในระบบ มีความน่าสนใจ	4.48	0.54	มาก
การแบ่งหมวดหมู่พุทธศิลป์เข้าใจง่าย	4.46	0.71	มาก
ข้อมูลในระบบมีรายละเอียดสำหรับสนับสนุนการศึกษาหรือวิจัยเกี่ยวกับพุทธศิลป์	4.40	0.67	มาก
<b>ความพึงพอใจด้านเนื้อหาและข้อมูลโดยรวม</b>	<b>4.58</b>	<b>0.59</b>	<b>มากที่สุด</b>
ความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบ			
ระบบรองรับการแสดงผลบนอุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์	4.70	0.51	มากที่สุด
มีการแสดงผลรวดเร็วขณะใช้งานพร้อมกันหลายคน	4.70	0.51	มากที่สุด
สามารถซูม หมุน และโต้ตอบกับโมเดล 3 มิติได้ง่าย	4.68	0.51	มากที่สุด
ฟังก์ชันการค้นหาข้อมูลมีความแม่นยำและใช้งานง่าย	4.68	0.51	มากที่สุด
การใช้งานระบบมีความสะดวก ใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน	4.64	0.48	มากที่สุด
ระบบสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ	4.56	0.54	มากที่สุด
<b>ความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบโดยรวม</b>	<b>4.66</b>	<b>0.51</b>	<b>มากที่สุด</b>
ความพึงพอใจด้านคุณสมบัติของระบบ			
ระบบมีประโยชน์ต่อการอนุรักษ์และเผยแพร่พุทธศิลป์	4.78	0.42	มากที่สุด
ความพึงพอใจต่อระบบการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ	4.76	0.43	มากที่สุด
ระบบสามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการศึกษาและวิจัยได้	4.66	0.48	มากที่สุด
ท่านสามารถนำระบบไปเป็นต้นแบบสำหรับพัฒนาการจัดเก็บข้อมูลอื่น ๆ ในรูปแบบดิจิทัล 3 มิติ ได้	4.66	0.63	มากที่สุด

(n=50)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ความพึงพอใจ
ระบบช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ได้	4.62	0.57	มากที่สุด
ระบบสามารถส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และการเรียนรู้พุทธศิลป์	4.60	0.61	มากที่สุด
<b>ความพึงพอใจด้านคุณประโยชน์ของระบบโดยรวม</b>	<b>4.68</b>	<b>0.53</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ความพึงพอใจต่อระบบโดยรวม</b>	<b>4.63</b>	<b>0.55</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยรวมมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.63 โดยด้านที่มีผลการประเมินความพึงพอใจสูงสุด คือด้านคุณประโยชน์ของระบบ มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.68 รองลงมาคือ ด้านการใช้งานระบบ มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.66 รองลงมาคือด้านเนื้อหาและข้อมูล มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.58



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนา โดยการประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาแบบ SDLC และขั้นตอนการจัดระบบตาม SASMES ภายใต้กรอบทฤษฎีระบบ มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม พุทธศิลป์ จดหมายเหตุดิจิทัล มาตรฐานเมทาตาตา และคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยผู้วิจัยมีการนำเสนอสรุปผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่

- 5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย
- 5.2 สรุปผลการวิจัย
- 5.3 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.4 ข้อเสนอแนะ

มีรายละเอียด ดังนี้

#### 5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ
- 2) เพื่อพัฒนามาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ
- 3) เพื่อศึกษาผลการใช้มาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

#### 5.2 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

5.2.1 จากการศึกษาองค์ประกอบของมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากคุณสมบัติของห้องสมุดดิจิทัล 3 มิติ ที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการห้องสมุดและสถาบันทางวัฒนธรรมทั่วโลกเป็นจำนวน 10 ระบบ และการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อศึกษาความต้องการการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ และสอบถามความต้องการระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ จากบุคคลทั่วไป พบว่า การจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เป็นแนวทางสำคัญในการอนุรักษ์ เผยแพร่ และพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ด้านศิลปะ โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาช่วยให้การจัดเก็บและเผยแพร่องค์ความรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งวงการศึกษ วัฒนธรรม และเศรษฐกิจในระยะยาว โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการวิจัย โดยออกแบบระบบที่สนับสนุนการศึกษาและวิจัยโดยให้สามารถเข้าถึงข้อมูลพุทธศิลป์ได้สะดวก มีโครงสร้างเมทาดาทาที่แยกหมวดหมู่อย่างเป็นระบบระเบียบ เพื่อสนับสนุนการบันทึกข้อมูลรายละเอียดที่มาของพระพุทธรูปได้อย่างชัดเจน เช่น รูปทรง วัสดุ ลวดลาย และสนับสนุนเชิงโครงสร้างที่เชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ งานวิจัย บทความ หรือฐานข้อมูลศิลปะอื่น ๆ ตลอดจนรองรับการสืบค้นข้อมูล ซึ่งระบบควรมีฟังก์ชันค้นหาข้อมูลแบบขั้นสูง เช่น ค้นหาตามยุคสมัย ศิลปิน วัสดุ พื้นที เป็นต้น โดยมีแนวทางการประยุกต์ใช้ (1) เมทาดาทาคำอธิบาย (2) การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง และ (3) การรองรับการสืบค้น เป็นองค์ประกอบย่อย

2) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและการใช้งาน โดยออกแบบระบบที่รองรับการเข้าถึงผ่านอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ตลอดจนมีมาตรการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งาน เช่น ระดับการเข้าถึงของนักวิจัย นักศึกษา หรือบุคคลทั่วไป และต้องคำนึงถึงการออกแบบระบบที่สามารถจัดเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับไฟล์ดิจิทัลที่สามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างละเอียด เช่น ขนาดไฟล์ รูปแบบไฟล์ 3D Model (OBJ, FBX, STL) ตลอดจนจัดเก็บเมทาดาทาที่รองรับการใช้งานร่วมกับระบบอื่น โดยมีแนวทางการประยุกต์ใช้ (1) เมทาดาทาเชิงสิทธิ์ (2) เมทาดาทาเชิงเทคนิค และ (3) การรองรับแพลตฟอร์มหลากหลาย เป็นองค์ประกอบย่อย

3) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ โดยออกแบบระบบที่มีโครงสร้างข้อมูลที่สามารถช่วยในการอนุรักษ์และเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับพุทธศิลป์ เช่น เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของศิลปวัตถุและการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น บันทึกประวัติการบำรุงรักษา โดยระบบต้องมีความสามารถรองรับไฟล์ 3 มิติ และข้อมูลประกอบที่ช่วยให้เข้าใจบริบทของพุทธศิลป์ เช่น สามารถบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับแสง เงา พื้นผิว เพื่อให้การแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติมีความเหมือนจริง โดยมีแนวทางการประยุกต์ใช้ (1) เมทาดาทาเชิงการอนุรักษ์ และ (2) การนำเสนอ เป็นองค์ประกอบย่อย

เพื่อให้ระบบจัดเก็บเมทาดาทาสามารถรองรับการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้คลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สามารถใช้งานได้จริง ทั้งในด้านการศึกษา การวิจัย การเข้าถึงข้อมูล และการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม ได้อย่างยั่งยืน

5.2.2 ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.66 เมื่อตรวจสอบประสิทธิภาพรายด้าน พบว่าด้านศิลปะวัฒนธรรม และพุทธศิลป์ ได้รับการประเมินสูงสุดในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.66 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถนำเสนอข้อมูลทางศิลปะและวัฒนธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองลงมาคือด้านเทคโนโลยี 3 มิติ และการแสดงผล ได้รับการประเมินในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.47 สะท้อนถึงความสามารถของระบบใน

การสร้างและแสดงผลวัตถุเสมือนจริงได้อย่างเหมาะสม รองลงมาคือด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) และการโต้ตอบ มีประสิทธิภาพในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.46 แสดงให้เห็นว่าการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้และการโต้ตอบของระบบตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้ดี รองลงมาคือด้านระบบฐานข้อมูลและความปลอดภัย ได้รับการประเมินในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.45 ซึ่งให้เห็นว่าระบบมีมาตรฐานการจัดเก็บและรักษาความปลอดภัยของข้อมูลได้ดี และอันดับสุดท้ายคือด้านโครงสร้างและการออกแบบระบบ ถึงจะมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดแต่ยังมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.31 แสดงถึงความจำเป็นในการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของโครงสร้างและความเสถียรของระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานให้ดียิ่งขึ้น

5.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.63 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านคุณสมบัติของระบบ ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุดในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.68 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบโจทย์ด้านการอนุรักษ์และเผยแพร่ข้อมูลพุทธศิลป์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองลงมาคือด้านการใช้งานระบบ ได้รับการประเมินในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.66 สะท้อนถึงความสะดวกในการเข้าถึงและการเข้าใช้งานของระบบ และอันดับสุดท้ายคือด้านเนื้อหาและข้อมูล ได้รับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.58 แสดงถึงคุณภาพของข้อมูลที่น่าเสนอภายในระบบ อย่างไรก็ตามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี ทั้งในด้านการอนุรักษ์ การศึกษา และการเข้าถึงข้อมูลพุทธศิลป์

### 5.3 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สามารถอภิปรายผล ดังนี้

1) จากการศึกษาความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ พบว่า พุทธศิลป์มีเอกลักษณ์และลวดลายที่เกิดจากภูมิปัญญาชาวบ้านและช่างศิลป์พื้นถิ่นโบราณ ซึ่งในปัจจุบันมีการสืบทอดการสร้างงานศิลปะนี้ไม่มากนัก เพื่อเป็นการอนุรักษ์พุทธศิลป์จึงจำเป็นต้องมีการศึกษา วิจัย และเผยแพร่ศิลปะซึ่งมีการสอดแทรกเนื้อหาและเรื่องราวการดำรงชีวิตของชาวพุทธ ดังคำกล่าวของ กวีวงศ์ รวบรวม (2544) เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ปรัชญาของศาสนาพุทธ อันสื่อถึงความดีงามและความงดงาม สอดคล้องกับคำกล่าวของ พระครูสังฆรักษ์ศุภณัฐ ภูริวัตฒโน (2561) โดยพุทธศิลป์เปี่ยมไปด้วยคุณค่าทั้งด้านวัฒนธรรม สุนทรียศาสตร์ จริยธรรม และจิตวิญญาณ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความศรัทธา และภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ ผ่านฝีมืออันประณีต ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการขัดเกลาเชิง

วัฒนธรรม ช่วยให้ผู้ศึกษาเข้าใจบทบาทของพุทธศิลป์ที่มีต่อสังคมไทย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศักดิ์ชัย เกียรตินาคินทร์ (2542) การคงอยู่และอนุรักษ์ไว้ของพุทธศิลป์จึงมีความสำคัญ และมีบทบาทในการสร้างความสัมพันธ์ทางสังคมในชุมชน และเป็นการสืบทอดพระพุทธศาสนาให้ยั่งยืนสืบไป (ราศรีบุรุษรัตนพันธุ์, 2548) ดังนั้น การรวบรวมความรู้ด้านศิลปะที่แสดงออกมาในรูปแบบของพุทธศิลป์นี้ มาจัดทำเป็นหลักฐานเอกสารจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง สอดคล้องกับ สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร (2559) ที่มีบทบาทในการจัดทำประวัติเรื่องราวและรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ อันเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่นและของประเทศ เพื่อให้มาตรฐานการจัดเก็บหลักฐานทางพุทธศิลป์มีความสมบูรณ์และครอบคลุมข้อมูลที่จำเป็นต่อการอนุรักษ์และศึกษาวิจัย ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาองค์ประกอบของมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลจากหลายแหล่งข้อมูล จากนั้นจึงนำองค์ประกอบเหล่านั้นมาสังเคราะห์และพัฒนาเป็นแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการวิจัย องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและการใช้งาน และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และการเผยแพร่ศิลปะ ซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบ ล้วนมีความสัมพันธ์กัน โดยช่วยทำให้การจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ สามารถใช้งานได้หลายด้าน ทั้งด้านการศึกษา การเข้าถึง และการอนุรักษ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน นำไปสู่การพัฒนาระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ซึ่งผู้วิจัยได้อภิปรายไว้ในหัวข้อถัดไป

2) ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้มีการจัดเก็บข้อมูลเมทาดาทาสำคัญ และมีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบได้แก่

(1) เมทาดาคำอธิบาย ผู้วิจัยได้จัดเก็บข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับที่มา สถานที่ ประวัติ และลักษณะเด่นของศิลปวัตถุ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิตา เฉียงพิมาย (2560) โดยข้อมูลคำอธิบายจะประกอบไปด้วยคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพุทธศาสนา ศิลปะ และคำศัพท์พื้นถิ่น ซึ่งคำอธิบายเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมความเข้าใจและสนับสนุนการชื่นชมพุทธศิลป์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) คุณสมบัติการเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง ผู้วิจัยได้เชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพุทธศิลป์ กับฐานข้อมูลศิลปะอื่น ๆ เช่น เชื่อมโยงกับภาพถ่าย ภาพหุ่นต่า รูปทรง 3 มิติ เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pan et al. (2022) การเชื่อมโยงเนื้อหากับโครงสร้างอื่น ส่งผลต่อความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์อย่างลึกซึ้ง

(3) รองรับการสืบค้น ผู้วิจัยได้สร้างฟังก์ชันการค้นหาข้อมูลจากหลายหมวดหมู่ ซึ่งรองรับการค้นหาทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และตัวเลข ได้แก่ ค้นหาตามยุคสมัย รูปแบบศิลปะ พื้นที่

เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Simonson (2006) โดยการจัดเก็บข้อมูลเมทาดาดาในรูปแบบดิจิทัลอย่างเป็นระบบระเบียบ มีการจัดหมวดหมู่ถูกต้องชัดเจน ส่งผลให้การสืบค้นมีประสิทธิภาพ โดยลดระยะเวลาในการสืบค้นได้

(4) เมทาดาดาเชิงสิทธิ์ ผู้วิจัยได้กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล โดยแบ่งออกเป็นสิทธิ์สำหรับผู้ดูแลระบบ ผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิชาการหรือนักวิจัย และสิทธิ์สำหรับบุคคลทั่วไป เพื่อปกป้องความปลอดภัยของข้อมูล รวมถึงการเข้าถึง แก๊ไขข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับสิทธิ์การใช้งาน

(5) เมทาดาดาเชิงเทคนิค ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีการจัดเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับไฟล์ดิจิทัล ได้แก่ ประเภทไฟล์ ชื่อไฟล์ เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัททิยะ พึ่งวงศ์ (2566) ที่ใช้การเก็บข้อมูลแบบจำลองในรูปแบบดิจิทัล โดยข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง ช่วยลดเวลาในการสร้างข้อมูล และลดเวลาในการตรวจสอบข้อมูล ลดเวลาและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในรูปแบบแอนะล็อก

(6) การรองรับแพลตฟอร์มหลากหลาย ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบสามารถนำไปใช้ร่วมกับระบบอื่น ๆ ที่ใช้ Google Sheet เป็น Database โดยมีการแสดงผลโมเดล 3 มิติผ่านระบบได้ด้วยการประมวลผลแบบเรียลไทม์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mellado et al. (2010) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในด้านการแสดงผลโมเดล 3 มิติได้จากหลายแพลตฟอร์ม หลายอุปกรณ์

(7) เมทาดาดาเชิงการอนุรักษ์ ผู้วิจัยได้จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของพุทธศิลป์ทั้งในรูปแบบของข้อมูลตัวอักษร ภาพ และโมเดล 3 มิติ อันจะส่งผลต่อสุนทรียศาสตร์ความงามของศิลปะที่แสดงออกมาในประติมากรรมพุทธศิลป์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิจิตร วินทะไชย (2560) โดยการศึกษาความงามทางศิลปะมีความสอดคล้องกันระหว่างพุทธศาสนาและปรัชญาศิลปะที่ก่อให้เกิดคุณค่าความงามที่ทรงคุณค่าทางพระพุทธรูปศาสนา

(8) การนำเสนอ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับแสงเงาพื้นผิว ในให้การแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ ที่เหมือนจริง จากการจัดเก็บเมทาดาดาเชิงเทคนิค ด้วยข้อมูลที่ได้จากเทคนิค Photogrammetry ที่ทำให้ได้โมเดลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติ ที่มีความสมจริงทั้งขนาดและลวดลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศ์วัชรเรศ ทองอินทร์ (2565) และ อภินันท์ สีม่วงงาม (2561) ซึ่งเทคนิค Photogrammetry นี้ จะช่วยให้งานอนุรักษ์มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และแม่นยำ และสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ 3 มิติที่มีความสมจริง โดยมีการนำเสนอพุทธศิลป์ 3 มิติ เสมือนจริงดิจิทัลที่ผู้ใช้งานระบบสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโมเดล 3 มิติได้โดยการย่อ-ขยาย เลื่อน หมุนได้ 360 องศา สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาญณรงค์ ศรีสุวรรณ (2555) การประยุกต์ใช้เทคนิค Photogrammetry จึงมีความเหมาะสมสำหรับจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาจัดเก็บในเมทาดาดาเชิงเทคนิคและนำเสนอในรูปแบบเสมือนจริงดิจิทัล

3) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.63 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านคุณประโยชน์ของระบบ ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุดในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.68 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองต่อผู้ใช้ในด้านการอนุรักษ์และเผยแพร่ข้อมูลพุทธศิลป์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พระครูสังฆรักษ์ศุภณัฐ ภูริวฑฒโน (2561) โดยการอนุรักษ์พุทธศิลป์ให้คงอยู่ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีบทบาทในการสร้างความสัมพันธ์ทางสังคมในชุมชน และเป็นการสืบทอดพระพุทธศาสนาให้ยั่งยืน เข้าถึงคนรุ่นใหม่และสะดวกต่อการศึกษา ค้นคว้าวิจัย ด้วยรูปแบบดิจิทัลที่สามารถเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบออนไลน์ได้จากอุปกรณ์พกพา ได้แก่ คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต จึงทำให้ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในด้านการใช้งานระบบได้รับการประเมินในระดับมากที่สุด ซึ่งสะท้อนถึงความสะดวกในการเข้าถึงและใช้งานของระบบ โดยระบบได้ออกแบบการจัดเก็บข้อมูลที่สนับสนุนการศึกษา วิจัย อนุรักษ์ เผยแพร่ ศิลปะ ด้วยการนำเสนอเนื้อหาที่มีความหลากหลาย ได้แก่ ข้อความบรรยาย ตัวอักษร ภาพ และโมเดล 3 มิติ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากเทคนิค Photogrammetry ซึ่งมีศักยภาพในการสร้างโมเดล 3 มิติที่มีความแม่นยำ สมจริง และสมบูรณ์แบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aicardi et al. (2018) ประกอบการนำเสนอพุทธศิลป์ในรูปแบบโมเดล 3 มิติด้วยการประมวลผลในรูปแบบเรียลไทม์จากฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์พกพาที่มีความเร็ว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Iglhaut et al. (2019) และ Do and Nguyen (2019) ผลการประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาและข้อมูลอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด บ่งชี้ถึงคุณภาพของข้อมูลที่นำเสนอภายในระบบได้เป็นอย่างดี การสร้างภาพ 3 มิติ จากการเก็บข้อมูลโครงสร้าง 3 มิติ จากพุทธศิลป์ของจริง เพื่อนำเสนอในรูปแบบดิจิทัล จึงมีความสำคัญ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้ ทั้งในด้านการอนุรักษ์ การศึกษา และการเข้าถึงข้อมูลพุทธศิลป์

#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

ระบบจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ มีศักยภาพในการอนุรักษ์ เผยแพร่ และศึกษาศิลปะ ควรมีการนำไปประยุกต์ใช้และขยายผลในระดับประเทศ โดยอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสร้างคุณค่าให้กับภูมิปัญญาท้องถิ่นและเชื่อมโยงสู่คนรุ่นใหม่ ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะโดยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

5.4.1 ข้อเสนอแนะในการนำแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ไปใช้งาน

1) สนับสนุนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมศิลปากร สำนักศิลปะและวัฒนธรรมของมหาวิทยาลัย หรือพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ ให้พัฒนาระบบจัดเก็บโบราณวัตถุทางพุทธ

ศาสนาในรูปแบบ 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูองค์ความรู้ จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง มาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

2) ประยุกต์ใช้แบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ให้มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์และช่วยจำลองการฟื้นฟูโบราณวัตถุทางพุทธศาสนา โดยการใช้เทคนิค Photogrammetry และสร้างรูปทรง 3 มิติ เสมือนจริงดิจิทัล สำหรับใช้ในการบูรณะศิลปะโบราณ

3) สนับสนุนหลักสูตรด้านศิลปกรรมและวัฒนธรรม โดยพัฒนาระบบตามแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ เพื่อใช้รูปทรง 3 มิติ เป็นสื่อนำเสนอโบราณวัตถุทางพระพุทธศาสนาประกอบการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยที่มีหลักสูตรเกี่ยวกับศิลปะไทย โบราณคดี หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง

#### 5.4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) พัฒนาประสบการณ์ผู้ใช้ ให้มีความสามารถในการสัมผัสกับศิลปะในรูปแบบเสมือนจริงผ่านสื่อใหม่ ได้แก่ AR VR ด้วยอุปกรณ์สมาร์ทโฟนหรือแว่น VR เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ

2) เพิ่มพีเจอร์ AI และ Machine Learning เพื่อช่วยวิเคราะห์และจำแนกลักษณะของพุทธศิลป์ หรือ โบราณวัตถุทางศาสนาได้อัตโนมัติ

3) พัฒนาระบบ Crowdsourcing เพื่อให้ประชาชนและนักวิจัยสามารถเพิ่มข้อมูลหรือข้อคิดเห็นเกี่ยวกับศิลปวัตถุได้



## บรรณานุกรม

- 3DSurveyService. (2020). *3D Scanner จากเซนเซอร์ LiDAR มีแล้ว บน iPhone 12 Pro และ iPad Pro*. 3DSurveyService.com. Retrieved 2025 April 1 from <https://3dsurveyservice.com/3d-scanner-lidar-iphone-12/>
- Adams, K. (2012). Systems theory: A formal construct for understanding systems. *Int. J. of System of Systems Engineering*, 3, 209-224. <https://doi.org/10.1504/IJSSE.2012.052684>
- Aicardi, I., Chiabrando, F., Maria Lingua, A., & Noardo, F. (2018). Recent trends in cultural heritage 3D survey: The photogrammetric computer vision approach. *Journal of Cultural Heritage*, 32, 257-266. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.11.006>
- Beatrice, A. (2020). *Computer Generated Imagery (CGI): The Magic Wand of Cinema Industry*. Analytics Insight. Retrieved 2025 April 1 from <https://www.analyticsinsight.net/latest-news/computer-generated-imagery-cgi-the-magic-wand-of-cinema-industry>
- Business World Innovative Technologies. (2020). *12 Types of 3D Printing Technology*. Retrieved 2025 April 1 from <https://www.businessworldit.com/3d-4d-technologies/types-of-3d-printing-technology/>
- Do, P. N. B., & Nguyen, Q. C. (2019, 25-27 Sept. 2019). A Review of Stereo-Photogrammetry Method for 3-D Reconstruction in Computer Vision. 2019 19th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT),
- Doerr, M., Tzompanaki, K., Theodoridou, M., Georgis, C., Axaridou, A., & Havemann, S. (2010). *A Repository for 3D Model Production and Interpretation in Culture and Beyond*. <https://doi.org/10.2312/VAST/VAST10/097-104>
- Hardesty, J., Johnson, J., Wittenberg, J., Hall, N., Cook, M., Lischer-Katz, Z., Xie, Z., & McDonald, R. (2020). 3D Data Repository Features, Best Practices, and Implications for Preservation Models: Findings from a National Forum. *College & Research Libraries*, 789. <https://doi.org/10.5860/crl.81.5.789>
- HeavyM. (n.d.). *Top 10 - Best 3D Projection Mapping Projects*. [www.heavym.net](http://www.heavym.net).

- Retrieved 2025 April 1 from <https://www.heavym.net/top10-3d-projection-mapping/>
- Heraldo. (2019). *Siete razones por las que 'Toy Story' nos gusta "hasta el infinito y más allá"*. Retrieved 2025 April 1 from <https://www.heraldo.es/noticias/ocio-y-cultura/2019/06/20/toy-story-pelicula-por-que-nos-gusta-1321143.html>
- Iconext Writer. (2564). *UX/UI Design คืออะไร*. iconext.co.th. Retrieved 2568 มีนาคม 31 from <https://iconext.co.th/th/2021/07/19/ux-ui-design-คืออะไร/>
- Iglhaut, J., Cabo, C., Puliti, S., Piermattei, L., O'Connor, J., & Rosette, J. (2019). Structure from Motion Photogrammetry in Forestry: a Review. *Current Forestry Reports*, 5(3), 155-168. <https://doi.org/10.1007/s40725-019-00094-3>
- Kandregula, S. (2020). *An Introduction to Metadata Management*. Retrieved 30 April 2024 from <https://www.dataversity.net/an-introduction-to-metadata-management/>
- Kenderdine, S., Hibberd, L., & Shaw, J. (2021). Radical Intangibles: Materializing the Ephemeral [digital museums; computational museology; new materialism; embodied historiography; virtual reality;]. 2021, 19(2), 21. <https://doi.org/10.29311/mas.v19i2.3638>
- Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSITEC). (n.d.). *Estereoscopia*. LSITEC. Retrieved 2025 April 1 from <https://www.lsi.usp.br/interativos/nrv/ilusao/html/comofunciona.html>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22 140, 55-55.
- Luhmann, N., Baecker, D., & Gilgen, P. (2013). *Introduction to systems theory*. Polity Cambridge.
- Masih, S. (2022). *3D Technology: The Future And Applications*. To The Verge. Retrieved 30 April 2024 from <https://www.totheverge.com/what-is-3d-technology/>
- Mellado, N., Reuter, P., & Schlick, C. (2010, 2010-09-21). Semi-automatic geometry-driven reassembly of fractured archeological objects. VAST 2010 - The 11th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, Paris, France.
- Mindphp. (2565). *วงจรการพัฒนากระบวน (SDLC) คืออะไร*. Retrieved 2568 เมษายน 7 from <https://www.mindphp.com/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1/software-project-manage/8073-system-development->

[system-sdlc.html](#)

Mitchell, E. (2015). Metadata standards and web services in libraries, archives, and museums.

Mizrahi, E. (2024). 4 Common Metadata Standards To Follow. Retrieved 5 May 2024 from <https://www.secoda.co/blog/4-common-metadata-standards-to-follow>

Pan, J., Li, L., Yamaguchi, H., Hasegawa, K., Thufail, F. I., Brahmantara, & Tanaka, S. (2022). 3D reconstruction of Borobudur reliefs from 2D monocular photographs based on soft-edge enhanced deep learning. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 183, 439-450.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.11.007>

Patton, W., & McMahon, M. (2006). The Systems Theory Framework of Career Development and Counseling: Connecting Theory and Practice. *International Journal for the Advancement of Counselling*, 28(2), 153-166.  
<https://doi.org/10.1007/s10447-005-9010-1>

Simonson, K. R. (2006). *Becoming digital: the challenges of archiving digital photographs* [The University of Manitoba].  
<https://mspace.lib.umanitoba.ca/server/api/core/bitstreams/65863a84-1aa8-4347-a3eb-573d5e02faf6/content>

SmartIcons. (2023). *EXPLORING THE WORLD OF 3D MODELS: A COMPREHENSIVE GUIDE*. SmartIcons. Retrieved 30 April 2024 from <https://smarticons.co/blog/exploring-the-world-of-3d-models/>

ThePro3DStudio. (2023). *Stages of 3D Model Creation From Basic to the Finished Product*. ThePro3DStudio. Retrieved 30 April 2024 from <https://professional3dservices.com/blog/stages-of-3d-model-creation.html>

University of Pittsburgh. (2025). *Metadata Standards - Course & Subject Guides*. University of Pittsburgh. Retrieved 2025 April 4 from <https://pitt.libguides.com/metadatadiscovery/metadata-standards>

เกียรติพงษ์ อุดมชนะธีระ. (2562). วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC). กองโกลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. Retrieved 1 พฤษภาคม 2567 from <https://dol.dip.go.th/th/category/2019-02-08-08-57-30/2019-03-15-11-06-29>

- เชียงใหม่เพรส. (2564). “พระพุทธรูปชินราช” พระพุทธรูปสกุลช่างเมืองพิษณุโลก. Retrieved 2568 เมษายน 7 from <https://chiangmaipress.com/2021/03/16/พระพุทธรูปชินราช-พระพุทธร/>
- เบญจมา รุ่งเรืองศิลป์. (2561). งานจดหมายเหตุมหาวิทยาลัย. วารสารห้องสมุด สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทยฯ, 54(1), 39-50. [https://so06.tci-thaijo.org/index.php/tla\\_bulletin/article/view/160147](https://so06.tci-thaijo.org/index.php/tla_bulletin/article/view/160147)
- โสภี แก้วชะฎา. (2556). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. <http://dspace.nstru.ac.th:8080/dspace/handle/123456789/1841>
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2555). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. ซีไอเดียเคชั่น.
- ไพบุลย์ อมรประภา. (2553). ลักษณะจิตรกรรมไทย. Retrieved 2568 เมษายน 7 from <https://phaiboon01.wordpress.com/2010/04/26/ลักษณะจิตรกรรมไทย/>
- กรมศิลปากร. (2554). พุทธศิลป์อีสาน. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม.
- กรมส่งเสริมวัฒนธรรม. (2562a). พุทธศิลป์อีสาน พัฒนาการและความเปลี่ยนแปลงทางสังคม การเมือง และวัฒนธรรม. วารสารวัฒนธรรม. Retrieved 19 เมษายน 2567 from <http://article.culture.go.th/index.php/gallery/3-column-layout-7/179-2019-12-06-08-31-36>
- กรมส่งเสริมวัฒนธรรม. (2562b). วารสารวัฒนธรรม (Vol. 84). กรมส่งเสริมวัฒนธรรม กระทรวงวัฒนธรรม. <http://magazine.culture.go.th/2019/3/mobile/index.html#p=3>
- กวีวงศ์ รวบรวม. (2544). ศิลปะ และสุนทรียภาพทางจิตวิญญาณ. สำนักพิมพ์สุภาพใจ.
- ชนิดา เฉียงพิมาย. (2560). การพัฒนาระบบสารสนเทศออนไลน์และคำศัพท์พื้นถิ่นเพื่อการศึกษาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสานโดยใช้เทคโนโลยีโฟโตแกรมเมตรี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2553). 27703 การจัดระบบทางการศึกษา. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมชราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2555). 27705 เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษากับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมชราช.
- ชัยวัฒน์ ไบไม่มี. (2564). แนวคิดเชิงระบบสู่การบริหารธุรกิจยุคใหม่. วารสารปาริชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 34(3), 18-36.
- ชาคริต สิทธิฤทธิ์. (2559). จับต้องได้ - จับต้องไม่ได้ : ความไม่หลากหลาย ในความหลากหลายของมรดกทางวัฒนธรรม. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 8(2), 141-160. <https://e-journal.sru.ac.th/index.php/jhsc/article/view/467>
- ชาญณรงค์ ศรีสุวรรณ. (2555). โฟโตแกรมเมตรีกับงานอนุรักษ์สถาปัตยกรรม : ทบทวนองค์ความรู้และความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรมไทย. หน้าจั่ว ว่าด้วยประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมไทย, 9, 158-185. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/NAJUA/article/view/16649>
- ชาติรี ต้นสถาวิรัฐ. (2566). UX คืออะไร สำคัญอย่างไร และแบบไหนถึงเรียกว่า UX ที่ดี? Ahead.asia. Retrieved 2568 มีนาคม, 31 from <https://ahead.asia/2023/10/16/what-is-ux-and-what-is-good->

[ux/](#)

ณรงค์ พูนพจน์มาศ. (2552). การสร้างแบบจำลองสามมิติของโบราณวัตถุด้วยภาพถ่ายดิจิทัล.

<http://dspace.rmutk.ac.th/handle/123456789/1374>

ดุชฎีพร ซาติบุตร. (2562). มาตรฐานเมทาดาดา สำหรับพิพิธภัณฑ์: ก้าวใหม่ของพิพิธภัณฑ์ไทยในยุคดิจิทัล. วารสารสังคมวิทยามานุษยวิทยา, 38(1), 107-134. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSA/article/view/158225>

นิลละกาฬ บุษพาโชติ และ คชากฤษ เหลี่ยมไธสง. (2563). การพัฒนาโปรแกรมเสริมสำหรับจัดเก็บและซื้อขายไลบรารีสินทรัพย์ดิจิทัลของโปรแกรมด้าน วิชาการเอฟเฟค. *Journal of Innovation and Management*, 5, 103-117. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/journalcim/article/view/244684>

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. สุวีริยาสาส์น.

บุหลัน กุลวิจิตร. (2564). สื่อสังคมออนไลน์กับการประชาสัมพันธ์หอจดหมายเหตุ. ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 13-26.

<https://doi.org/https://doi.org/10.14456/sujthai.2021.2>

ปฏิธรรม สำเนียง, ทวีศักดิ์ ชูมา, พระมหาอดุล อุตโตโร และ พระครูศรีสุธรรมนิวิฐ. (2560). การส่งเสริมการจัดการทรัพยากรวัฒนธรรมเชิงพุทธในการอนุรักษ์มรดกโลก มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตนครสวรรค์]. <http://mcur.mcu.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/543>

พงศ์วัชร ทองอินทร์, พนกฤษณ คลังบุญครอง, ซาดิซาย ไวยสุระสิงห์, พงศกร พรธรัตน์ศิลป์ และ ชุติมา ไวยสุระสิงห์. (2565). การใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินร่วมกับเทคนิคโครงสร้างจากการเคลื่อนที่ ในการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมวัดไทยสมัยอยุธยา: กรณีศึกษาวัดปราสาท. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, 33(2), 91-101. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/eit-researchjournal/article/view/245280>

พระครูภัทรจิตตาภรณ์ และ พระมหาสุพร รกชิตธมโมและพระยุธนา อธิจิตโต. (2563). รูปแบบการส่งเสริมการอนุรักษ์พุทธศิลป์ของอุโบสถในจังหวัดนครราชสีมา. วารสาร มจร อุบลปริทรรศน์, 5(2), 135-147.

<https://so06.tci-thaijo.org/index.php/mcjou/article/view/241153>

พระครูสังฆรักษ์ศุภณัฐ ภูริพัฒน์, ภัทรเดช ปั่นขยาธนาดุล และ ศิลาวีวัฒน์ ชัยวงศ์. (2561). การศึกษาองค์ความรู้และหลักปฏิบัติเพื่อการขุดเกลาเชิงวัฒนธรรม ที่ปรากฏในคัมภีร์โบราณนครลำปาง สถาบันวิจัยพุทธศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.

<http://mcur.mcu.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/287>

พระมหาวัชรพัฒน์ เขมปัญญา. (2565). พุทธศิลป์อีสานล้านช้างและการอนุรักษ์ [Interview].

พระอธิวัฒน์ รตนวณโณ, ชูชาติ สุทธะ และ วิโรจ วิชัย และ ชีระพงษ์ จาตุมา. (2562). วิเคราะห์พุทธสุนทรียศาสตร์ในพระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง. วารสารธรรมวิษณุ, 2(2).

พริยา พิทยาวัฒน์ชัย, โสวิทย์ บำรุงภักดิ์และพระครูปริยัติธรรมวงศ์ ธรรมวงศ์. (2563). วิเคราะห์การเผยแผ่

- พระพุทธศาสนาด้วยการใช้พุทธศิลป์และภูมิทัศน์สถานของวัดเจติยภูมิ อำเภอป่าพอง จังหวัดขอนแก่น วารสารวิชาการธรรมทรรศน์, 20(1), 63-74. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/dhammathas/article/view/178399>
- ภัททิยะ พึ่งวงศ์, วิจิต ปานสุข และ พชร เครือวิทย์. (2566). การพัฒนาแพลตฟอร์มในการประเมินสภาพของสะพาน จากแบบจำลองสารสนเทศด้วยอากาศยานไร้คนขับ สำหรับการดูแลรักษาทรัพย์สินของกรมทางหลวง. การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 28, 28(0). <https://www.conference.thaince.org/index.php/ncce28/article/view/2265>
- มนัสวี ศรีนนท์. (2558). วิเคราะห์การบริหารการศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21 ด้วยทฤษฎีการบริหารการศึกษาเชิงระบบ. วารสาร ศึกษาศาสตร์ มจร(2), 51-57. <http://202.29.86.169/index.php/edj/article/view/92>
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2559). วัดพระบรมธาตุไชยาราช วรวิหาร. Retrieved 2568 เมษายน 7 from <https://clib.psu.ac.th/southerninfo/content/1/5d4f24ad>
- ยุทธศักดิ์ ทองแสน และ รัตโนชติ เทียนมงคล. (2566). การจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์อีสาน ในรูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมตรีเพื่อการอนุรักษ์. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์, 8(1), 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.14456/journalindus.2023.1>
- รัตโนชติ เทียนมงคล และ Aukje Thomassen. (2557). การสร้างทฤษฎีระบบใหม่ : เพื่อใช้ในการออกแบบแผนที่ กราฟิกระบบขนส่งสาธารณะในเขตเทศบาลนครขอนแก่น. วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(1), 100-128. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/fakku/article/view/27112>
- ราศี บุรุษรัตนพันธุ์. (2548). นานาสาระวัฒนธรรมไทย. กรมศิลปากร.
- วิจิตร วินทะไชย. (2560). รูปแบบทางศิลปะของพุทธปฏิมากรรมสำริดศิลปะล้านช้างในอีสาน. วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 9(1), 341-364. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/fakku/article/view/93328>
- ศศิณัฐ์ สรรคบุราณรักษ์. (2558). การบริหารจัดการหลักสูตรในศตวรรษที่ 21: ห้องเรียนที่กว้างเท่ากับโลก. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์ 10(28), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.14456/10.14456/jssra.2015.1>
- ศักดิ์ชัย เกียรตินาคินทร์. (2542). ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าศิลปกรรมกับการสร้างทัศนคติต่อตนเองและความผูกพันกับชุมชน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
- ศักดิ์ชัย สายสิงห์. (2564). พระพุทธรูปในประเทศไทย. Retrieved 19 เมษายน 2567 from [https://www.finearts.go.th/storage/contents/2021/06/detail\\_file/NmOBH5KF1AeeH HciRPOPP3ShJYoTWFdy2gZaUU9l.pdf](https://www.finearts.go.th/storage/contents/2021/06/detail_file/NmOBH5KF1AeeH HciRPOPP3ShJYoTWFdy2gZaUU9l.pdf)
- ศักรินทร์ สุทธิสาร. (2562). แนวทางการจัดการภาพถ่ายโบราณในประเทศไทย. วารสารวิจิตรศิลป์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 10(1), 88-111. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/fineartsJournal/article/view/105088>

ศิวปรียา ประเสริฐสังข์ และ เกวรินทร์ จันทร์ดำ. (2567). การจัดการสารสนเทศโรงอุตสาหกรรมสุรากลั่นขนาดเล็ก สำนักงานสรรพสามิตพื้นที่พะเยา มหาวิทยาลัยพะเยา].

<http://202.28.20.112/dspace/handle/123456789/696>

สมเกียรติ โล่ห์เพชรรัตน์. (2543). ประวัติศาสตร์การสร้างพระพุทธรูปล้านช้าง. อัมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

สมบัติ พิภูลทอง, แหวตา เตชาทวิวรรณ และ ดุษฎี สี่วังคำ. (2564). สภาพและปัญหาการสงวนรักษาเอกสารจดหมายเหตุดิจิทัลของหน่วยงานบริการจดหมายเหตุในประเทศไทย. วารสารบรรณศาสตร์ มศว, 14(1), 123-138.

[https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JLIS\\_SWU/article/view/248605](https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JLIS_SWU/article/view/248605)

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2550). รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย ฉบับที่ 18 (พุทธศักราช 2550).

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สำนักบรรณสารสนเทศ มสธ. และ สวทช. (2561). หลักและแนวปฏิบัติการจัดการจดหมายเหตุดิจิทัล. สำนักบรรณสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร. (2559). คู่มือการจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ. กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม.

สุจิตรา จงสถิตย์วัฒนา. (2561). โลกกับธรรม : ภูมิปัญญาความรู้ในงานพุทธศิลป์อีสาน. Retrieved 22 เมษายน 2567 from <http://www.thaistudies.chula.ac.th/book/program-book-โลกกับธรรม-ภูมิปัญญาฯ/>

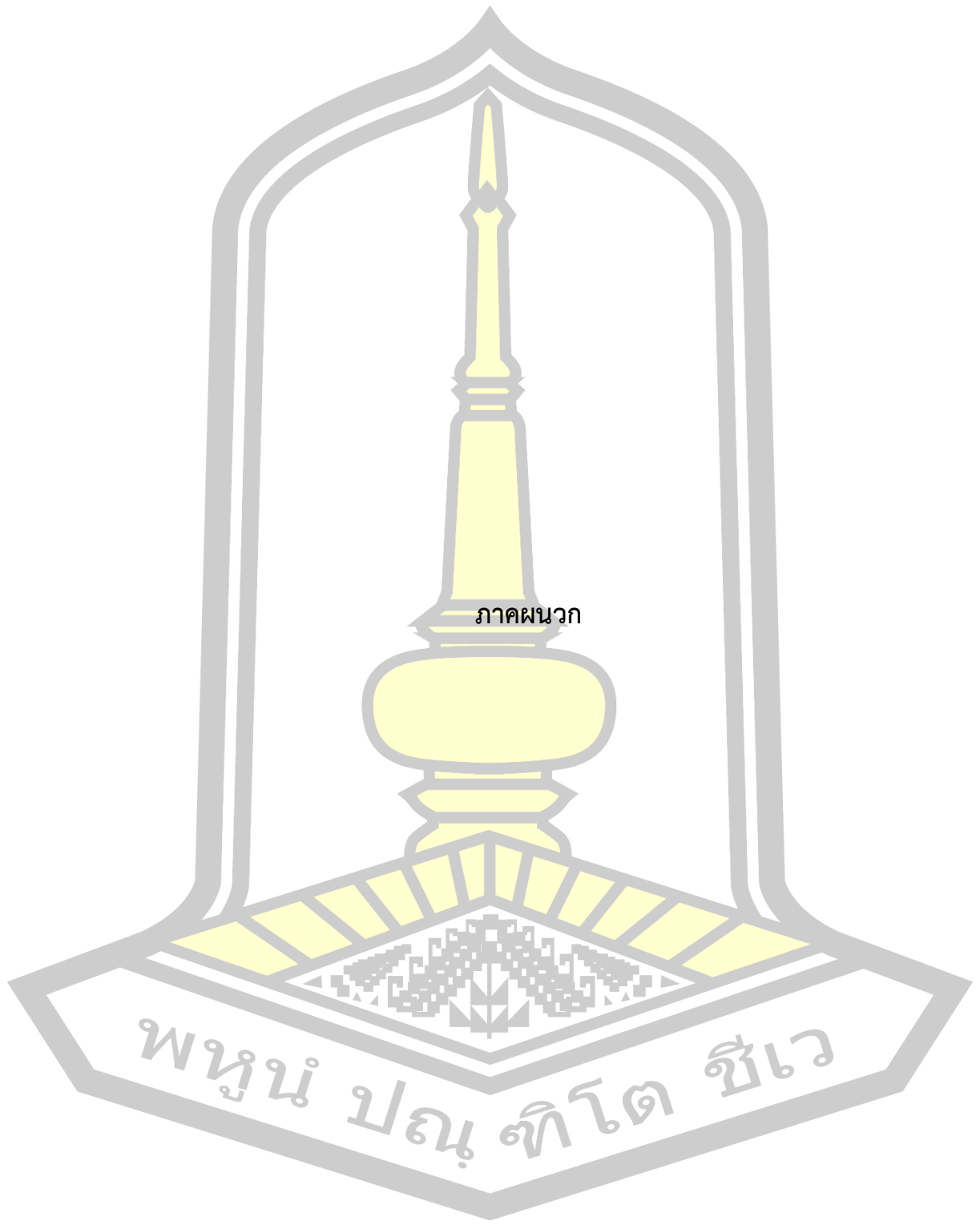
อภิรักษ์ สีม่วงงาม. (2561). การสร้างข้อมูลสามมิติพ้อยท์คลาวด์จากภาพถ่ายในโทรศัพท์มือถือเพื่อการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมและพื้นที่. การประชุมวิชาการระดับชาติ “วลัยลักษณ์วิจัย”, 2018(5).

อันโดรโม. (2564). การออกแบบแอปมือถือ: คู่มือฉบับเต็มวิธีสร้างการออกแบบที่สมบูรณ์แบบสำหรับแอปพลิเคชันของคุณ. Andromo. Retrieved 2568 มีนาคม 31 from

<https://www.andromo.com/th/blog/how-to-design-mobile-apps/>

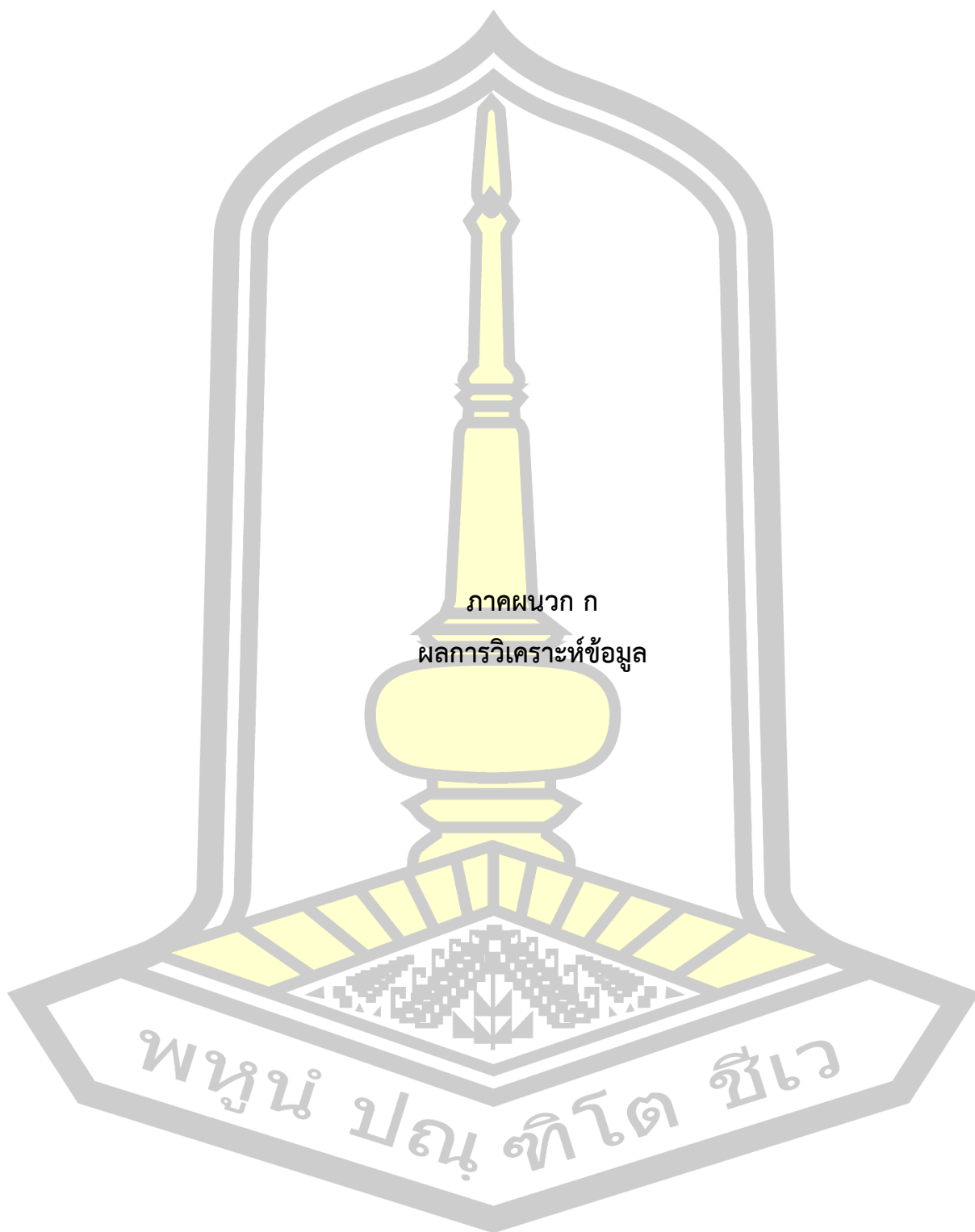
อาร์เอ็ม ออนไลน์ เซอร์วิสเสส. (2564). *SDLC Model* คืออะไร? มีขั้นตอนอย่างไรบ้าง? อาร์เอ็ม ออนไลน์ เซอร์วิสเสส. Retrieved 1 พฤษภาคม 2567 from <https://www.rmonlineservices.com/article/13/>





ภาคผนวก

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ก  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

พหุ ประจักษ์ ชัยเว

**ตารางที่ 11** ค่า IOC แบบสัมภาษณ์ความต้องการรูปแบบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ความสำคัญของการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. ปัญหาที่พบในปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. การใช้งานแพลตฟอร์มดิจิทัลหรือแหล่งข้อมูลออนไลน์เกี่ยวกับพุทธศิลป์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. คุณลักษณะที่ควรมีในคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. ข้อมูลที่ควรจัดเก็บในระบบ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6. การเปิดให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูลออนไลน์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7. หน่วยงานที่ควรรับผิดชอบการดูแลมาตรฐาน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. การนำไปใช้ประโยชน์ของคลังข้อมูล 3 มิติ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9. ความกังวลเกี่ยวกับมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูล	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10. วิธีที่ชุมชนและผู้เชี่ยวชาญสามารถมีส่วนร่วม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

**ตารางที่ 12** ค่า IOC แบบสอบถามความต้องการรูปแบบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. เพศ ○ ชาย ○ หญิง ○ ไม่ระบุ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.อายุ ○ ต่ำกว่า 20 ปี ○ 21-30 ปี	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่า IOC	แปล ผล
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 31-40 ปี</li> <li>○ 41-50 ปี</li> <li>○ มากกว่า 50 ปี</li> </ul>					
3.ระดับการศึกษา <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ต่ำกว่าปริญญาตรี</li> <li>○ ปริญญาตรี</li> <li>○ ปริญญาโท</li> <li>○ ปริญญาเอก</li> </ul>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.อาชีพ <ul style="list-style-type: none"> <li>○ นักศึกษา</li> <li>○ นักวิจัย / ครู / อาจารย์</li> <li>○ ศิลปิน / นักออกแบบ</li> <li>○ นักพัฒนาเทคโนโลยี</li> <li>○ พระสงฆ์ / นักบวช</li> <li>○ อาชีพอิสระ</li> <li>○ อื่น ๆ</li> </ul>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. ท่านเคยศึกษาหรือทำงานเกี่ยวข้องกับพุทธศิลป์หรือไม่? <ul style="list-style-type: none"> <li>○ เคย</li> <li>○ ไม่เคย</li> </ul>	0	0	0	0.00	ใช้ ไม่ได้
6.ท่านคิดว่าการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบดิจิทัลมี ความจำเป็นเพียงใด? <ul style="list-style-type: none"> <li>○ จำเป็นมาก</li> <li>○ จำเป็นปานกลาง</li> <li>○ ไม่จำเป็น</li> </ul>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7.ระบบจัดเก็บข้อมูลแบบ 3 มิติจะช่วย อนุรักษ์ พุทธศิลป์ได้ อย่างไร? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ป้องกันการสูญหายของข้อมูลทางวัฒนธรรม</li> <li>○ ทำให้ประชาชนเข้าถึงศิลปะได้ง่ายขึ้น</li> </ul>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า IOC	แปล ผล
	1	2	3		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ช่วยให้คนรุ่นใหม่สนใจพุทธศิลป์มากขึ้น</li> <li>○ ไม่มีผลกระทบต่อการอนุรักษ์</li> </ul>					
<p>8. ท่านคิดว่าการเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติ ควรครอบคลุมเนื้อหาใดบ้าง? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ รูปทรงและลวดลายของวัตถุศิลป์</li> <li>○ ความหมายทางศาสนาและวัฒนธรรม</li> <li>○ ประวัติหรือแหล่งที่มาของวัตถุ</li> <li>○ อื่น ๆ</li> </ul>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
<p>9. ท่านคิดว่าการจัดเก็บข้อมูลในระบบ 3 มิติ จะช่วยสนับสนุนงานวิจัยด้านพุทธศิลป์หรือไม่?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ช่วยได้มาก</li> <li>○ ช่วยได้ปานกลาง</li> <li>○ ไม่ช่วยเลย</li> </ul>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
<p>10. ท่านคิดว่าใครควรเป็นผู้ดูแลระบบจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ หน่วยงานภาครัฐ</li> <li>○ สถาบันการศึกษา / นักวิจัย</li> <li>○ วัดและองค์กรทางศาสนา</li> <li>○ ชุมชนท้องถิ่น</li> <li>○ อื่น ๆ</li> </ul>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
<p>11. ท่านต้องการให้ระบบนี้รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์ใดบ้าง? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ คอมพิวเตอร์</li> <li>○ โทรศัพท์สมาร์ทโฟน / แท็บเล็ต</li> <li>○ อุปกรณ์ VR / AR</li> <li>○ อื่น ๆ</li> </ul>	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
<p>12. ท่านคิดว่าควรมีพีเจอาร์ไอในคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)</p>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่า IOC	แปล ผล
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ระบบสืบค้นข้อมูลวัตถุศิลป์</li> <li>○ ระบบแสดงภาพ 3 มิติ 360 องศา</li> <li>○ ระบบข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพุทธศิลป์</li> <li>○ ระบบแปลภาษาเพื่อเผยแพร่ระดับสากล</li> <li>○ ระบบเสริมประสบการณ์ VR / AR</li> <li>○ อื่น ๆ</li> </ul>					
<p>13. ท่านคิดว่าควรมีระบบการให้ข้อมูลจากผู้ใช้งานหรือไม่?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ควรเปิดให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อมูลได้</li> <li>○ ควรให้เฉพาะผู้เชี่ยวชาญในการเพิ่มข้อมูล</li> </ul>	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
<p>14. ท่านคิดว่าควรมีระบบให้คะแนนหรือรีวิวัตถุศิลป์ในระบบหรือไม่?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ควรมี เพื่อให้ผู้ใช้มีส่วนร่วม</li> <li>○ ไม่จำเป็น</li> </ul>	-1	-1	-1	-1.00	ใช้ไม่ได้
<p>15. ระบบนี้จะช่วยส่งเสริมการศึกษาและงานวิจัยด้านพุทธศิลป์หรือไม่?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ช่วยได้มาก</li> <li>○ ช่วยได้ปานกลาง</li> <li>○ ไม่ช่วยเลย</li> </ul>	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
<p>16. ระบบนี้จะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมหรือไม่?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ช่วยได้มาก</li> <li>○ ช่วยได้ปานกลาง</li> <li>○ ไม่ช่วยเลย</li> </ul>	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
<p>17. ท่านคิดว่าคลังข้อมูลนี้ควรเปิดให้ประชาชนเข้าถึงได้ฟรีหรือไม่?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ควรเปิดให้เข้าถึงฟรีทั้งหมด</li> <li>○ ควรมีบางส่วนที่ต้องสมัครสมาชิก</li> <li>○ ควรเก็บค่าใช้จ่าย</li> </ul>	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า IOC	แปล ผล
	1	2	3		
18. ท่านคิดว่าการพัฒนาโมเดล 3 มิติของพุทธศิลป์ ควรมีการนำไปใช้ในด้านอื่น ๆ หรือไม่? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ) ○ ใช้ในงานอนุรักษ์และซ่อมแซมโบราณวัตถุ ○ ใช้ในงานออกแบบศิลปะร่วมสมัย ○ ใช้ในการเรียนการสอน ○ อื่น ๆ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19. ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบจัดเก็บข้อมูลนี้หรือไม่?	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 13 ค่า IOC แบบประเมินแบบจำลองมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า IOC	แปล ผล
	1	2	3		
โครงสร้างและการออกแบบระบบ					
แบบจำลองสะท้อนองค์ประกอบที่จำเป็นต่อมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ได้อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
โครงสร้างของแบบจำลองมีความชัดเจนและเป็นไปตามหลักวิชาการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
แบบจำลองสามารถอธิบายแนวทางการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบคลังวัตถุเสมือน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ข้อมูลที่กำหนดในแบบจำลองครอบคลุมคุณสมบัติที่สำคัญของการจัดเก็บข้อมูล	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ความเหมาะสมของแบบจำลอง					
แบบจำลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดเก็บข้อมูลด้านพุทธศิลป์ได้จริง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
โครงสร้างของแบบจำลองมีความเหมาะสมกับการใช้งานในบริบทของการศึกษาและการอนุรักษ์ศิลปะ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า IOC	แปล ผล
	1	2	3		
แบบจำลองรองรับมาตรฐานด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการจัดเก็บและเข้าถึงข้อมูล	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การจัดกลุ่มองค์ประกอบของแบบจำลองมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ความสามารถในการนำไปใช้พัฒนาระบบ					
แบบจำลองสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
โครงสร้างของแบบจำลองสามารถรองรับการใช้งานบนแพลตฟอร์มดิจิทัล เช่น สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
แบบจำลองสามารถนำไปใช้สนับสนุนการวิจัยและการศึกษาด้านพุทธศิลป์ได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
แบบจำลองสามารถช่วยให้ประชาชนและหน่วยงานต่าง ๆ เข้าถึงข้อมูลด้านพุทธศิลป์ได้ง่ายขึ้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 14 ค่า IOC แบบประเมินประสิทธิภาพระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า IOC	แปล ผล
	1	2	3		
ประสิทธิภาพด้านโครงสร้างและการออกแบบระบบ					
ระบบมีการจัดหมวดหมู่ข้อมูลเกี่ยวกับพระพุทธรูปโบราณอย่างเป็นระบบ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบรองรับการปรับเปลี่ยนเลย์เอาต์ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบมีโครงสร้างที่เป็นระบบและเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบนำทาง (Navigation) มีความชัดเจนและใช้งานสะดวก	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การออกแบบระบบมีความสวยงามและเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การใช้สีและตัวอักษรมีความเหมาะสมและอ่านง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบมีการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดหรือแนะนำการใช้งานอย่าง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่า IOC	แปล ผล
เหมาะสม					
ประสิทธิภาพด้านเทคโนโลยี 3 มิติ และการแสดงผล					
ระบบสามารถแสดงผลโมเดล 3 มิติของพระพุทธรูปโบราณได้อย่างถูกต้องและคมชัด	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ผู้ใช้สามารถหมุน ซูม และดูรายละเอียดของโมเดล 3 มิติได้อย่างราบรื่น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการพัฒนาโมเดล 3 มิติ (เช่น WebGL, Three.js, Babylon.js)	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
เวลาในการโหลดโมเดล 3 มิติอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่เกิดความล่าช้า	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถรองรับไฟล์โมเดล 3 มิติในหลายรูปแบบ (เช่น .glTF, .OBJ, .STL)	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบรองรับการดาวน์โหลดโมเดล 3 มิติสำหรับการใช้งานต่อ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
มีระบบการเปรียบเทียบโมเดล 3 มิติในมุมมองที่แตกต่างกันได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ประสิทธิภาพด้านระบบฐานข้อมูลและความปลอดภัย					
ระบบมีระบบฐานข้อมูลที่สามารถจัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูลวัตถุเสมือนจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การจัดเก็บข้อมูลของระบบสอดคล้องกับมาตรฐานด้านการจัดการข้อมูลดิจิทัล	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถป้องกันการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาตได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งานพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบรองรับการบันทึกประวัติการเข้าชมและกิจกรรมของผู้ใช้เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบมีความปลอดภัยในการเข้าถึงและจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่า IOC	แปล ผล
พุทธศิลป์					
ระบบมีมาตรการสำรองข้อมูลและป้องกันการสูญหายของข้อมูล	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ประสิทธิภาพด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) และการโต้ตอบ					
การออกแบบระบบช่วยส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับพระพุทธรูปโบราณให้กับผู้ใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพบนเบราว์เซอร์หลัก เช่น Google Chrome, Firefox, Safari และ Edge	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
ระบบสามารถเข้าถึงและใช้งานได้บนอุปกรณ์ที่หลากหลาย (เช่น คอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต, สมาร์ทโฟน)	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถใช้งานได้ง่ายสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบมีคำแนะนำหรือคู่มือการใช้งานที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบมีการตอบสนองที่รวดเร็วต่อการป้อนคำสั่งของผู้ใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถรองรับการเข้าถึงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วต่ำได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบมีเครื่องมือช่วยให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งการแสดงผลของโมเดล 3 มิติได้ตามต้องการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถปรับเปลี่ยนภาษาเพื่อรองรับผู้ใช้จากกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลาย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ประสิทธิภาพด้านศิลปะวัฒนธรรมและพุทธศิลป์					
การนำเสนอข้อมูลพุทธศิลป์ผ่านโมเดล 3 มิติช่วยเพิ่มความเข้าใจด้านพุทธศิลป์ได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติสามารถรักษาคุณค่าทางศิลปะและวัฒนธรรมได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ข้อมูลที่ระบบจัดเก็บ เช่น ขนาด, วัสดุ, เทคนิคการสร้าง, บริบททางวัฒนธรรม มีความครบถ้วนและเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ 3 มิติ ควรถูกนำไปใช้ประโยชน์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

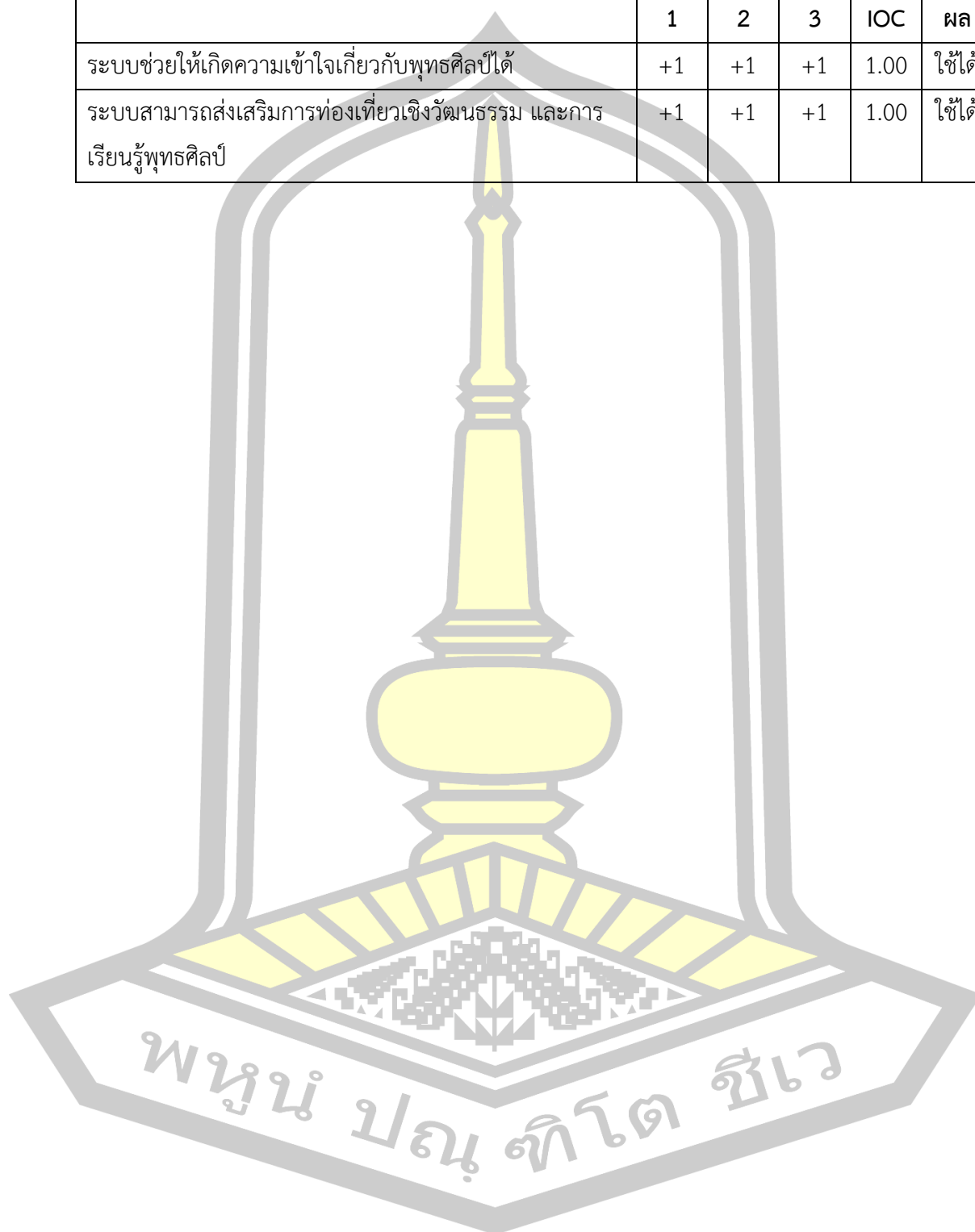
รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า	แปล
	1	2	3	IOC	ผล
ระบบนี้สามารถช่วยนักวิชาการ, พระสงฆ์ หรือช่างฝีมือในการเรียนรู้และถ่ายทอดองค์ความรู้ทางพุทธศิลป์ได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

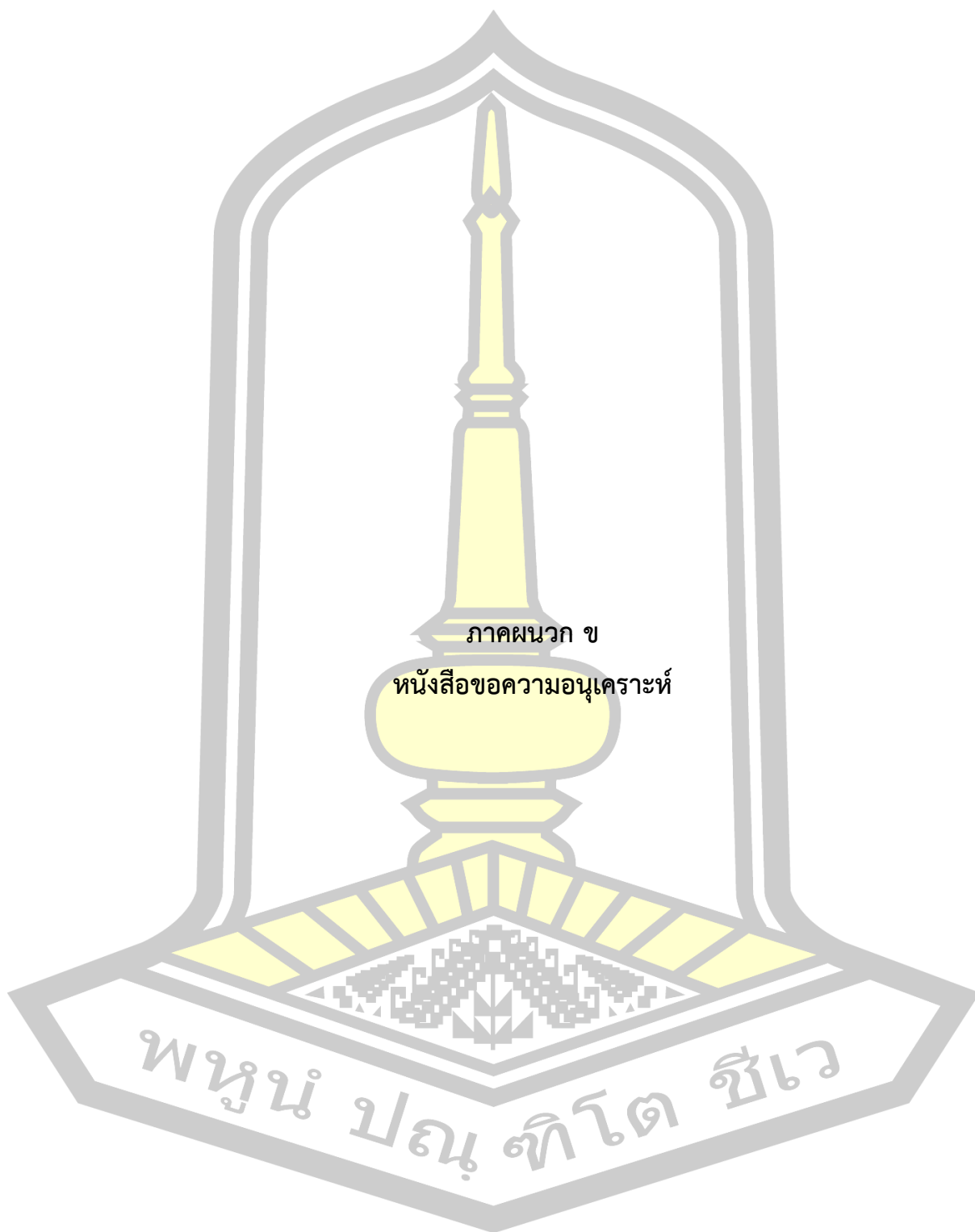
ตารางที่ 15 ค่า IOC แบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานระบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

รายการคำถาม	คนที่	คนที่	คนที่	ค่า	แปล
	1	2	3	IOC	ผล
1. เพศ ○ ชาย ○ หญิง ○ ไม่ระบุ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.อายุ ○ ต่ำกว่า 20 ปี ○ 21-30 ปี ○ 31-40 ปี ○ 41-50 ปี ○ มากกว่า 50 ปี	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.ระดับการศึกษา ○ ต่ำกว่าปริญญาตรี ○ ปริญญาตรี ○ ปริญญาโท ○ ปริญญาเอก	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.อาชีพ ○ นักศึกษา ○ นักวิจัย / ครู / อาจารย์ ○ ศิลปิน / นักออกแบบ ○ นักพัฒนาเทคโนโลยี ○ พระสงฆ์ / นักบวช	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่า IOC	แปล ผล
○ อาชีพอิสระ ○ อื่น ๆ					
ท่านเคยศึกษาหรือทำงานเกี่ยวข้องกับพุทธศิลป์หรือไม่	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
ความพึงพอใจด้านเนื้อหาและข้อมูล					
การแสดงผลข้อมูลตัวอักษรอ่านง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การแสดงผลรูปภาพมีความชัดเจนและรวดเร็ว	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
แสดงผลข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติได้อย่างรวดเร็ว	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
แสดงผลข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติได้อย่างสมจริง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ข้อความบรรยายประกอบช่วยให้เข้าใจพุทธศิลป์ได้ดียิ่งขึ้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ข้อมูลที่น่าสนใจในระบบ มีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การแบ่งหมวดหมู่พุทธศิลป์เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ข้อมูลในระบบมีรายละเอียดสำหรับสนับสนุนการศึกษาหรือวิจัยเกี่ยวกับพุทธศิลป์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบ					
ระบบรองรับการแสดงผลบนอุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
มีการแสดงผลรวดเร็วขณะใช้งานพร้อมกันหลายคน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
สามารถซูม หมุน และโต้ตอบกับโมเดล 3 มิติได้ง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ฟังก์ชันการค้นหาข้อมูลมีความแม่นยำและใช้งานง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การใช้งานระบบมีความสะดวก ใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ความพึงพอใจด้านคุณประโยชน์ของระบบ					
ระบบมีประโยชน์ต่อการอนุรักษ์และเผยแพร่พุทธศิลป์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ความพึงพอใจต่อระบบการจัดเก็บข้อมูลพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการศึกษาและวิจัยได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ท่านสามารถนำระบบไปเป็นต้นแบบสำหรับพัฒนาการจัดเก็บข้อมูลอื่น ๆ ในรูปแบบดิจิทัล 3 มิติ ได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

รายการคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่า IOC	แปล ผล
ระบบช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับพุทธศิลป์ได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ระบบสามารถส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และการเรียนรู้พุทธศิลป์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้





ภาคผนวก ข  
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัณฑิตยาลัย



ที่ อว 0605.13/ 242๐

คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเฒ่า อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

3๐ กันยายน 2567

เรื่อง ขออนุญาตให้พระภิกษุสงฆ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

นมัสการ เจ้าอาวาส วัดนรนาถสุนทริการาม กรุงเทพมหานคร

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ด.สีออนฤมิตร คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตราฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในกรณี คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่าพระภิกษุสงฆ์ คือ พระมหาวิชรพัฒน์ เขมปญโญ เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขออนุญาตให้พระคุณท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

คณะวิทยาการสารสนเทศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความเมตตาจากพระคุณท่าน  
จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอนมัสการมาด้วยความเคารพ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลพิณิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสีออนฤมิตร คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044

ที่ อว 0605.13/ ๑๒๑9



คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

3๐ กันยายน 2567

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. วิสเพ็ญ

ด้วย นายอุทิศศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ด.สี่อนฤมิตร คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาครฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์ ชีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พถทินิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสี่อนฤมิตร คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044

ที่ อว 0605.13/2219



คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๕๐ กันยายน 2567

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนพระหฤศบุททวิद्याคม อำเภอกศรีเชียงใหม่ จังหวัดหนองคาย

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ค.สีอนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่า บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ นายพงศ์ศักดิ์ พลธิกาญจนบุตร เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลพิณิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสีอนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044



ที่ อว 0605.13/ ๑๕๕19

คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๕๐ กันยายน 2567

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน คณบดีคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ศ.สีนวมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่า บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชู ภูศรี เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลทินิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสีนวมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044

ที่ ฮา 0605.13/ว2219



คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเือง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๒๗ กันยายน 2567

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ศ.เลื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านทฤษฎศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรีรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในกรณี คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลพิบิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาเลื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044



ที่ อว 0605.13/ว ๒๐๖

คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

5 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน คณบดีคณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ด.สีอ่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่า บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ อาจารย์ย่นวัฒน์ โพธิสาร อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและมัลติมีเดีย เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลทินิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสีอ่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



ที่ อว 0605.13/ว ๒๐7

คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

5 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และศิลปกรรมสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ด.สีนอมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในกรณี คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่า บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญญรัตน์ รังสูงเนิน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลพิณิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสีนอมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044



ที่ อว 0605.13/ ๖ ๒๐๗

คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

5 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ด.สีออนฤมิตร คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่า บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ **อาจารย์พรหมบัญชา พรหมมาหล้า** เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลพินิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสีออนฤมิตร คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044



ที่ อว 0605.13/ว 6๐7

คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

5 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน คณบดีคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ด.สีนอมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่า บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิติราช พงษ์เฉลียว เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลทินิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสีนอมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044

มหาวิทยาลัย



ที่ อว 0605.13/ว ๒๐๗

คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

5 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

เรียน คณบดีคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ด้วย นายยุทธศักดิ์ ทองแสน นิสิตระดับปริญญาเอก หลักสูตร ปร.ด.สีอนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่า บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชชัย แก้วตา อาจารย์ประจำสาขาวิชาวัฒนธรรมดิจิทัล เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาและเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

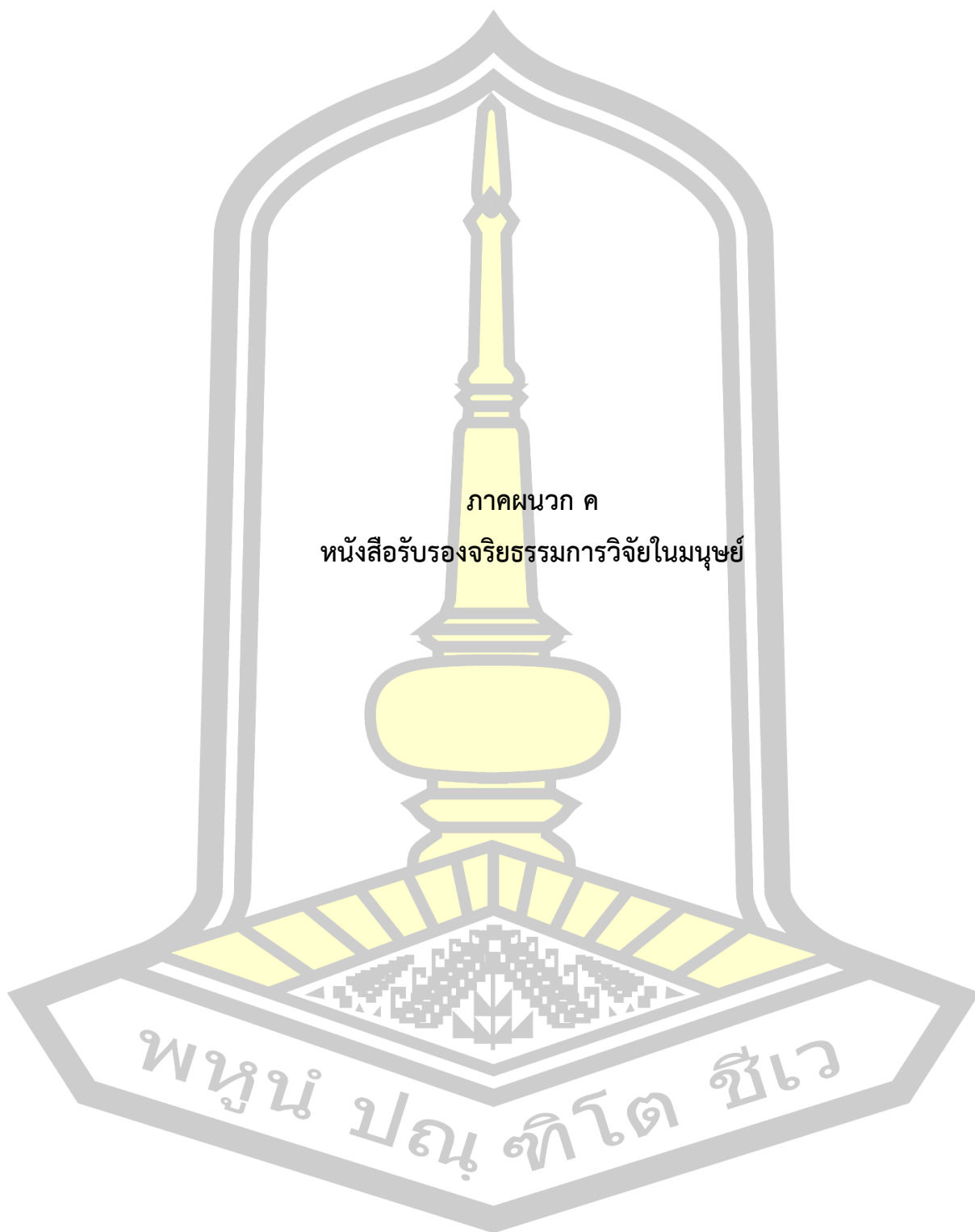
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา พลพินิจ)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาสีอนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ  
โทร 06 3635 5044



ภาคผนวก ค

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

พหุบัณฑิตวิทยาลัย



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

เลขที่การรับรอง : 443-455/2567

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) มาตรฐานการจัดเก็บภูมิปัญญาด้านพุทธศิลป์อีสานในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) Standard Virtual Storage for the Wisdom of 3D Isan Buddhist Art.

ผู้วิจัย : นายยุทธศักดิ์ ทองแสน

หน่วยงานที่รับผิดชอบ : คณะวิทยาการสารสนเทศ

สถานที่ทำการวิจัย : จังหวัดอุบลราชธานี และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประเภทการพิจารณาแบบ : แบบยกเว้น

วันที่รับรอง : 23 กรกฎาคม 2567

วันหมดอายุ : 22 กรกฎาคม 2568

ข้อเสนอการวิจัยนี้ ได้รับการพิจารณาและให้ความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้ว และอนุมัติในด้านจริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ บนพื้นฐานของโครงงานวิจัยที่คณะกรรมการฯ ได้รับและพิจารณา เมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้วให้ผู้วิจัยส่งแบบฟอร์มการปิดโครงการและรายงานผลการดำเนินงานมายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจะต้องยื่นขอรับการพิจารณาใหม่

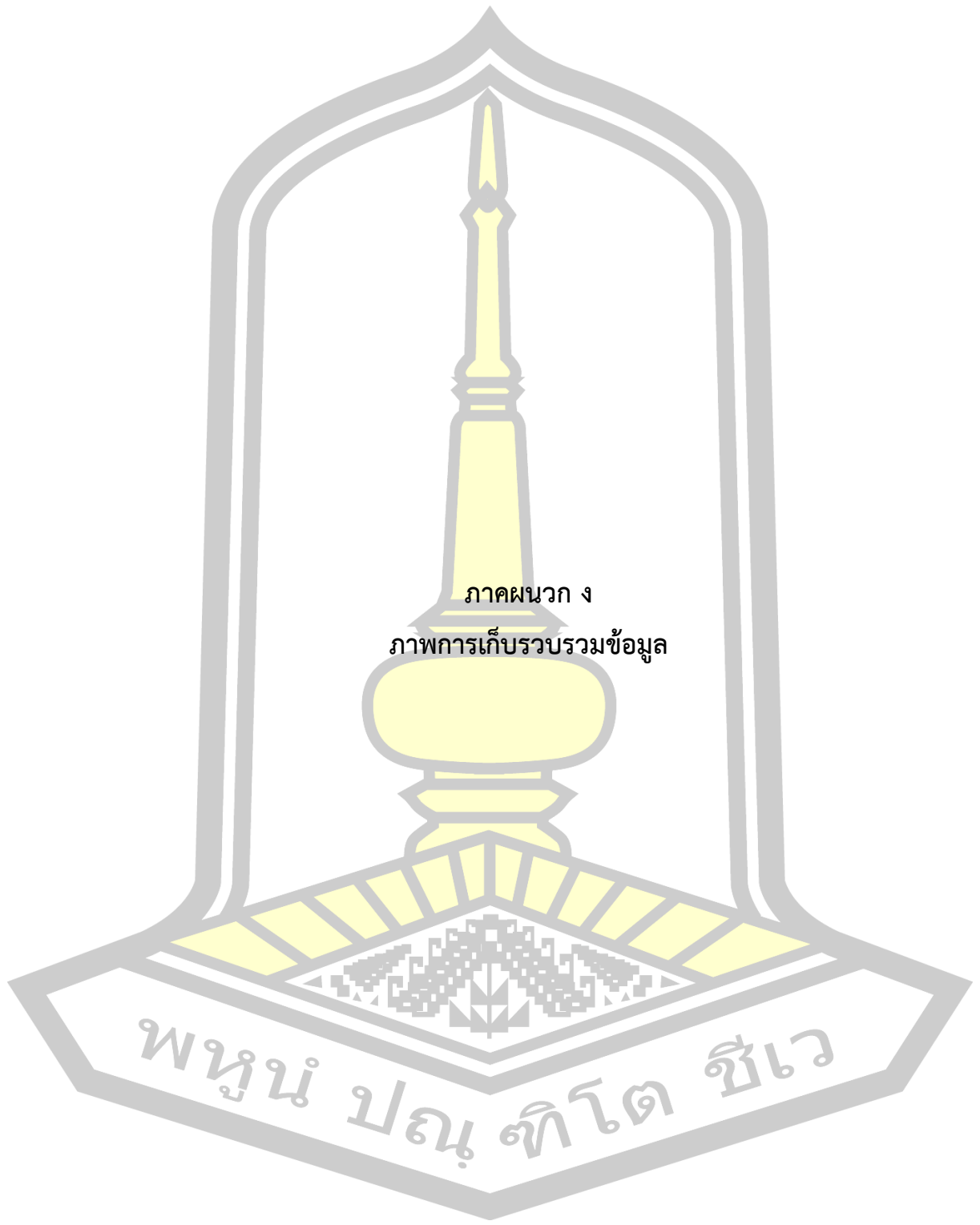
ดร. สหวิมล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกษัชกรหญิงราตรี สว่างจิตร)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)



ภาคผนวก ง  
ภาพการเก็บรวบรวมข้อมูล

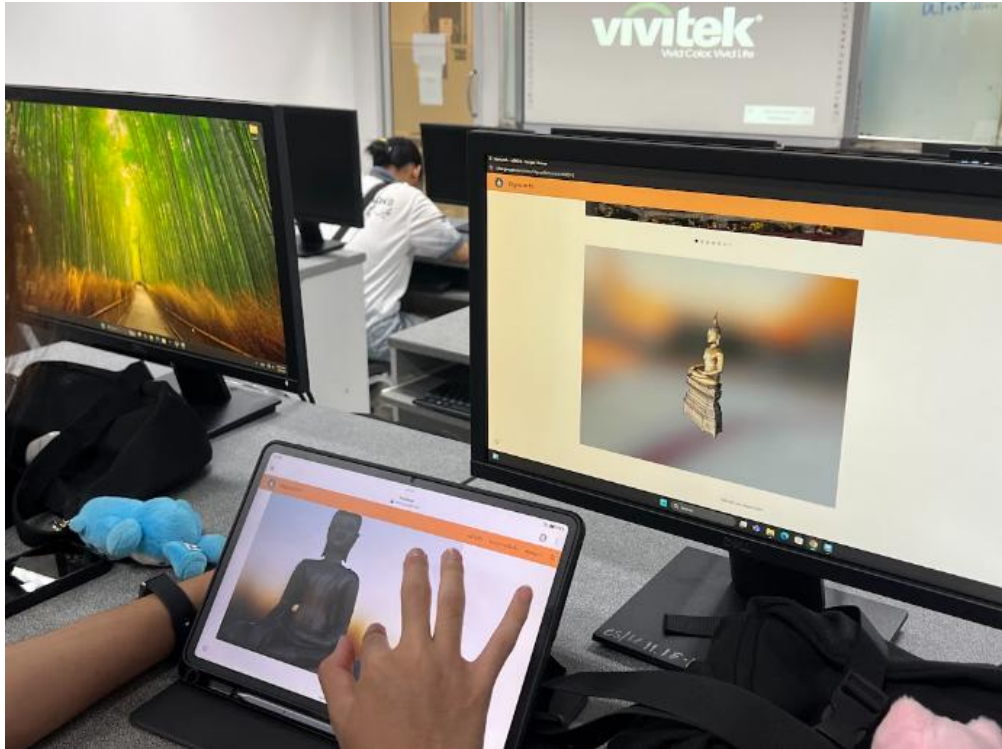
พหุจน์ ปณฺ ทิโต ชีเว



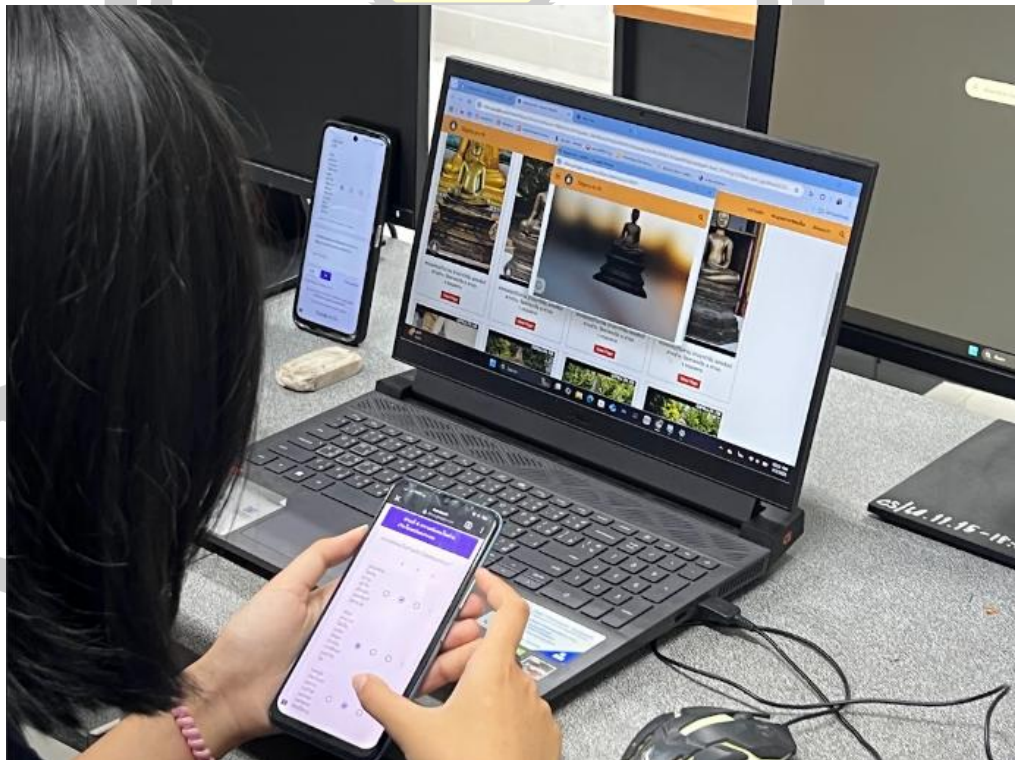
ภาพประกอบที่ 36 ผู้วิจัยนำเสนอระบบมาตรฐานการจัดเก็บพุทธศิลป์ในรูปแบบคลังวัตถุเสมือนจริง  
3 มิติ



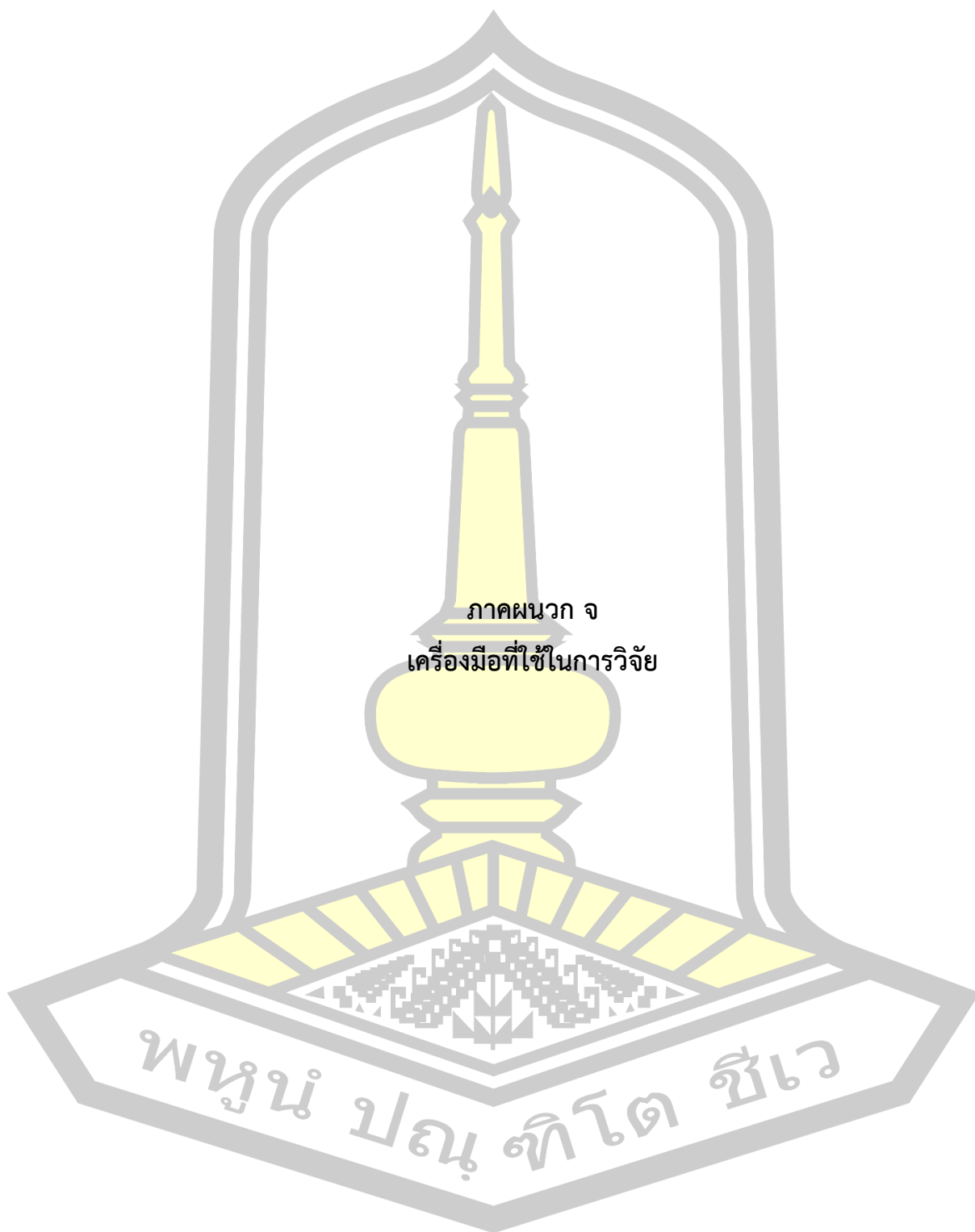
ภาพประกอบที่ 37 กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบ



ภาพประกอบที่ 38 กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบด้วยแท็บเล็ต



ภาพประกอบที่ 39 กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบด้วยคอมพิวเตอร์ Laptop



ภาคผนวก จ  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุ ประถมศึกษา

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายยุทธศักดิ์ ทองแสน
วันเกิด	วันที่ 18 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	255 หมู่ 8 บ.หนองแวง ต.หนองแวง อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ 33130
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีมีัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี เลขที่ 2 ถนนราชธานี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสื่ออนฤมิต พ.ศ. 2556 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสื่ออนฤมิต พ.ศ. 2568 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาสื่ออนฤมิต
ผลงานวิจัย	Thongsan, Y., & Thienmongkol, R. . (2023). Storing ancient Buddha images in the form of 3D virtual objects with the photogrammetry technique for conservation. Industrial Technology Journal Surin Rajabhat University, 8(1), 1–16. <a href="https://doi.org/10.14456/journalindus.2023.1">https://doi.org/10.14456/journalindus.2023.1</a>

พูน ปณ ทิโต ชีเว