

รูปแบบการจัดการความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีและคู่มือสำหรับการสร้างฐานข้อมูล ดิจิทัลแบบ 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

Knowledge management model for technology transferred and manual for direct digital fabrication of stucco

คุณยุต เอี่ยมสะอาด*
กิตตินาถ วรณิสสร*
วรัทยา ธรรมกิตติภพ**
จักรพันธ์ วิลาสินีกุล***
พิเชฐ เขียวประเสริฐ***

บทคัดย่อ

การอนุรักษ์ประติมากรรมปูนปั้นประดับสะพานแนวทางหนึ่ง ได้แก่ การทำสำเนา 3 มิติ เพื่อจัดเก็บไว้เป็นหลักฐานสำหรับศึกษาและการซ่อมแซมที่ถูกต้องต่อไป การทำสำเนา 3 มิติ เป็นวิธีการที่ใช้กับมรดกทางวัฒนธรรมที่ตั้งอยู่กลางแจ้งและเคลื่อนย้ายไม่ได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์การวิจัยครั้งนี้จึงศึกษารูปแบบการจัดการความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีสำหรับการสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติ และจัดทำคู่มือองค์ความรู้การสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน ระเบียบวิธีการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงพรรณนา แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักคือการศึกษารูปแบบการจัดการความรู้จากนักวิจัย และจัดทำคู่มือองค์ความรู้ ซึ่งได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบจัดการความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีสำหรับการสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การถอดความรู้ ขั้นตอนที่ 2 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยการถ่ายทอดจากนักวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายผ่านการฝึกอบรมการสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติ ของรูปทรงและลวดลายเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน ขั้นตอนที่ 3 การนำความรู้ไปใช้ โดยการติดตามและประเมินผลจากการฝึกอบรมไปใช้ในงานอนุรักษ์ และขั้นตอนที่ 4 การเก็บรักษาความรู้

2. ผลการจัดทำคู่มือองค์ความรู้เพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน พบว่า มีความสมบูรณ์ในเนื้อหาผ่านการตรวจสอบรับรองคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้จริง

คำสำคัญ : การจัดการความรู้/ การถ่ายทอดเทคโนโลยี/ การสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติ/
การอนุรักษ์โบราณสถาน

*อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**อาจารย์ ภาควิชาอาชีวศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

***อาจารย์ คณะจิตรกรรมประติมากรรมและภาพพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Abstract

One way to preserve the stucco sculpture is to create a 3D copy for the proper study and repair. Direct digital fabrication is a method used for cultural heritage located outdoors and moving. The objective of this research is to study the knowledge management model for technology transferred, and create the knowledge management for direct digital fabrication of stucco. This research method uses descriptive research in two main stages: the study of the knowledge management model from the researcher and make a knowledge guide. The study was conducted by 4 experts.

The research found that;

1. Knowledge management model for technology transferred for direct digital fabrication of stucco consists of 4 steps: step 1 transcription, step 2 exchange of learning by transferring from the researcher to the target audience through training, step 3 monitoring and evaluating the training and step 4 Storage of knowledge.

2. The knowledge management manual for direct digital fabrication of stucco was checked the by the experts and qualified applicants.

Keywords : Knowledge management/ Technology transferred/ Direct digital fabrication/ Stucco

บทนำ

โบราณสถานและโบราณวัตถุเป็นสิ่งแสดงประวัติความเป็นมาอันเก่าแก่ ของชุมชนและอารยธรรมของชนชาติ ศิลปกรรมที่เป็นเอกลักษณ์ของชาติเป็นสิ่ง แสดงออกถึงความงามวิจิตรบรรจงจากความสามารถเชิงช่างอันปราณีต สุนทรียภาพ ของงานศิลปกรรมยังแสดงให้เห็นการขัดเกลาทางวัฒนธรรม และแสดงถึงความเชื่อ ขนบธรรมเนียมและประเพณีที่ฝังลึกเป็นวิถีของชุมชน เป็นรากฐานความคิด ที่ยึดเหนี่ยวผู้คนในสังคมไว้ด้วยกัน เรื่องราวทางประวัติศาสตร์ซึ่งศึกษาได้จากหลักฐาน ทางโบราณคดี สถาปัตยกรรม และศิลปกรรมต่างๆ เป็นสิ่งเชื่อมโยงปัจจุบันกับอดีต เข้าด้วยกัน โบราณสถานโบราณวัตถุจึงเป็นมรดกทางวัฒนธรรมและเป็น ความภาคภูมิใจของคนในชาติ การดูแลรักษาโบราณสถาน โบราณวัตถุ และศิลปกรรม ซึ่งเป็นมรดกของชาติจึงมีความสำคัญและเป็นหน้าที่ของทุกคนในสังคม ไม่เพียงเฉพาะ หน่วยงานที่หน้าที่ดูแลเท่านั้น

ในด้านนโยบาย รัฐบาลต้องการกระจายบทบาทหน้าที่ให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการดูแลท้องถิ่นของตน ซึ่งรวมถึงการดูแลรักษาและการบริหารจัดการโบราณสถานซึ่งเป็นสมบัติสาธารณะด้วย จึงได้ออกพระราชบัญญัติ กำหนดแผน และขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นพ.ศ. 2542 มาตรา 16 และมาตรา 17 และรัฐธรรมนูญฉบับพ.ศ. 2550 กำหนดให้ประชาชน ชุมชน ท้องถิ่น มีหน้าที่บำรุงรักษาศิลปวัฒนธรรมของชาติ อันดีงาม กรมศิลปากร จึงปรับบทบาทการดำเนินงานให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติดังกล่าว และค่อยๆโอนโบราณสถานขึ้นทะเบียนอนุรักษ์บนพื้นที่สาธารณะหลายแห่งทั่วประเทศ ให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดูแลรักษา ปัจจุบันการสอดส่องดูแล ความเสียหายหรือความทรุดโทรม และการจัดสรรงบประมาณในการอนุรักษ์ บำรุงรักษา โบราณสถานจึงเป็นบทบาทหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น นอกจากนี้ ยังมีโบราณสถานและโบราณวัตถุที่ขึ้นทะเบียนอนุรักษ์แล้วอีกจำนวนมาก อยู่ในพื้นที่ตั้งของหน่วยงานของรัฐและเอกชนหรือศาสนสถาน ซึ่งหน่วยงาน หรือเจ้าของพื้นที่ดังกล่าวเป็นผู้ดูแล อย่างไรก็ตาม ประชาชนทั่วไปยังมีความเข้าใจว่า การอนุรักษ์ดูแล

รักษาโบราณสถานเป็นหน้าที่ของกรมศิลปากรเท่านั้น จึงมีความจำเป็นต้องเร่งสร้างความตระหนักรู้ให้กว้างขวางว่าทุกคนและทุกหน่วยงานในสังคมมีหน้าที่สอดส่องดูแลรักษาโบราณสถานในท้องถิ่น หรือในความดูแลของตน และเมื่อโบราณสถานมีความเสียหายหรือเสื่อมโทรมลง การดำเนินการอนุรักษ์ซ่อมแซมเป็นหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ หรือเจ้าของพื้นที่ที่จะต้องจัดแผนและจัดสรรงบประมาณในการดำเนินการซ่อมแซม แล้วเสนอแผนการอนุรักษ์ซ่อมแซมโบราณสถานที่มีขั้นตอนถูกต้องตามหลักวิชา โดยประสานความร่วมมือทางวิชาการกับสำนักศิลปากร กรมศิลปากรในพื้นที่ การศึกษาผลการถ่ายโอนอำนาจดูแลโบราณสถานจากกรมศิลปากรให้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในช่วงแรกพบว่า การดูแลโบราณสถานหลายแห่ง มีประสิทธิภาพลดลง และมีการบริหารจัดการอย่างไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดความเสียหาย นอกจากนี้ เจ้าหน้าที่ในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยังมีความไม่เข้าใจในอำนาจ หน้าที่ของตนในการดำเนินการดังกล่าวด้วย ในขั้นต้นกรมศิลปากรจึงได้ชะลอ การถ่ายโอนโบราณสถาน และพิจารณาถ่ายโอนให้เฉพาะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่มีความพร้อมก่อน ผลกระทบดังกล่าวชี้ให้เห็นได้ว่า ความมุ่งหวังของรัฐ ในการกระจายอำนาจให้ทุกภาคส่วนช่วยกันดูแลรักษามรดกทางวัฒนธรรม จะบรรลุวัตถุประสงค์ได้นั้น การให้ความรู้ในขั้นตอนการอนุรักษ์โบราณสถาน แก่หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องและประชาชนทั่วไปมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

การดูแลรักษา อนุรักษ์และเก็บรักษาประติมากรรมต้นแบบของชาติ ถือเป็นภารกิจที่สำคัญของกรมศิลปากรทั้งนี้ประติมากรรมต่างๆ ทั้งโบราณวัตถุ ได้มีความเสื่อมโทรมไปด้วยสภาพและกาลเวลา ทำให้ต้องมีการบูรณะซ่อมแซมเพื่อให้องค์สภาพเดิมให้มากที่สุด หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมศิลปากร และสำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร ต้องดำเนินการบูรณะซ่อมแซม รักษาต้นแบบดังกล่าวด้วยการใช้วิธีการทางวิศวกรรมเข้ามาช่วย ได้แก่ การทำแม่พิมพ์และการหล่อด้วยยางพาราและเรซินซึ่งเป็นกระบวนการต้นประติมากรรม แต่จากการประมวลสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ พบว่า ด้วยกระบวนการ การหล่อด้วยยางพาราและเรซินโดยการถอดแบบจากศิลปกรรมที่อยู่กลางแจ้งได้ทำให้สีที่เคลือบและเนื้อปูนสะพานได้หลุดลอกหรือกะเทาะล่อนออกมาทำให้สะพานได้รับความเสียหาย สำหรับโรงหล่อที่ใช้เทคโนโลยีสามมิติเข้ามาช่วยมีความสามารถแค่เพียงขึ้นรูปพิมพ์ซึ่งไม่สามารถนำเป็นชิ้นงานได้ทันที ต้องเสียเวลาถอดพิมพ์จากพิมพ์ด้วยซิลิโคนเพื่อนำไปหล่อปูนปลาสเตอร์ก่อนนำไปตั้งชิ้นงานด้วยช่างผู้ชำนาญงานประติมากรรม ด้วยปัญหาของวิธีการที่ทำอยู่ปัจจุบันทำให้การถอดแบบเพื่อการปั้น ชิ้นรูปทรง หรือลอกกลวดลายจากประติมากรรมต้นแบบเกิดความผิดพลาด การลอกกลวดลายไม่คมชัด สีหลุดลอก หรือการบูรณะใช้ปูนพอกหนาเกินไปกลบรายละเอียดของเดิม รวมทั้งทำให้เกิดความเสียหายในการถอดแบบประติมากรรมเพื่อการเก็บรักษา

การดำเนินงานที่ผ่านมาในปี พ.ศ. 2557 สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร ได้จัดพิธีลงนามข้อตกลงว่าด้วยการดำเนินการของโครงการอนุรักษ์ประติมากรรมและลายปูนปั้นประดับสะพานในกรุงเทพมหานคร ระหว่าง กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยศิลปากร และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ยกสะพานมหาดไทยอุทิศ อายุ 100 ปีเป็นกรณีศึกษา วัตถุประสงค์เพื่อเก็บรักษาต้นแบบประติมากรรม และลายปูนปั้นประดับสะพานที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ เก็บรักษาต้นแบบใช้วิธีการทำสำเนา 3 มิติ ซึ่งเป็นวิธีการทางประติมากรรม และเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ ดิจิตอล เก็บข้อมูล 3 มิติ และช่วยทำต้นแบบเพื่อเป็นหลักฐานสำหรับศึกษาและการซ่อมแซมที่ถูกต้องในอนาคต ซึ่งผลงานนวัตกรรมดังกล่าวสร้างความประจักษ์แก่สำนักผังเมือง และกรมศิลปากรเป็นอย่างยิ่งในความสามารถของนักวิจัยไทย และประทับใจแก่ผู้เข้าชมนิทรรศการเก็บรักษาต้นแบบประติมากรรม และลายปูนปั้นประดับสะพานที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์โดยใช้วิธีการทำสำเนา 3 มิติเด่นของสะพานมหาดไทยอุทิศที่ดำเนินการสร้างในสมัยรัชการที่ 6 อยู่ที่ประติมากรรมนูนต่ำรูปชายจูงมือเด็ก และหญิงอุ้มเด็กในอาคารโศกเศร้า หน้าจั่วด้านหัวป้ายมีอักษรย่อ จปร. อีกซุ้มหนึ่งมีเลข 5 เพื่อเป็นเครื่องหมายแสดงให้เห็นว่า สร้างขึ้นเพื่ออุทิศถวายเป็นพระราช

กุศลแต่รัชกาลที่ 5 ด้วยเหตุนี้ คนทั่วไปจึงเรียกขานว่า ‘สะพานร้องไห้’ ลวดลายของราวสะพานแบ่งเป็นช่องสี่เหลี่ยม ภายในบรรจุรูปปั้นหล่อรูปพวงหรือวงกลมพันด้วยใบลอเรลคั่นกลางด้วยแถบรับปั้นห้อย และยังมีซุ้มย่อยข้างละ 4 ซุ้ม แต่ละซุ้มแบ่งเป็น 2 ตอน โดยตอนบนประดับรูป ‘ราชสีห์’ นูนต่ำ ยืนบนแท่นหันหน้าทิศกลางสะพาน การบูรณะครั้งล่าสุดมีจุดบกพร่องสำคัญ คือ การลอกลวดลายไม่เป็นไปตามแบบ เนื่องจากมีส่วนว่า โค้ง นูนหลายจุดทำให้การบูรณะลอกลายผิดไปจากเดิม และดำเนินการด้วยความยากลำบาก มีการแก้ไขอย่างจริงจังคือ ปีนกางเกงในแทนจับปิ้งของเด็กชายซึ่งผิดไปจากต้นแบบเดิมอย่างเห็นได้ชัด และอีกตัวอย่างหนึ่งของการอนุรักษ์ประติมากรรมระดับสะพานเจริญรัช 31 มีความเสี่ยงสูงที่จะชำรุดเสียหาย อันเกิดจากการก่อสร้างสถานีรถไฟใต้ดินในบริเวณใกล้เคียง และผลกระทบจากการจราจรที่หนาแน่นตลอดทั้งวัน เนื่องจากสะพานแห่งนี้อยู่ใกล้ตลาดขายส่งผลไม้และดอกไม้ ผลงานประติมากรรมปูนปั้นระดับสะพานแห่งนี้มีความหลากหลาย เช่น ประติมากรรมลอยตัว ประติมากรรมนูนต่ำและสำริดหล่อประกอบลายปูนปั้น รูปปั้นเสือและพระขรรค์ที่อยู่ระหว่างลูกกรงราวสะพาน ลวดลายดอกบัวและฝักบัวที่ประดับขอบสะพานด้านบน บ้ายชื่อสะพานและตราพระปรมาภิไธยย่อ “ว.ป.ร.” บ้ายและลายหัวเสาจารึกเลข 31 ซึ่งมีความละเอียดที่ซับซ้อน และบางส่วนอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สามารถเข้าถึงได้จากบนสะพาน สำนักผังเมืองไม่สามารถดำเนินการบูรณะต้นแบบเดิมได้

การทำสำเนา 3 มิติเพื่อการอนุรักษ์ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าเทคโนโลยีมาใช้ในการอนุรักษ์ และได้ใช้การผสมผสานวิธีการทำสำเนา 3 มิติแบบดั้งเดิม คือการทำแม่พิมพ์และการหล่อซึ่งเป็นกระบวนการด้านประติมากรรม และแบบที่ใช้เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ ร่วมกับเทคนิคการผลิตซ้ำโดยใช้การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ซีเอ็นซี เนื่องจากทั้งสองเทคนิคมีข้อดีและข้อด้อยที่สามารถเสริมกันได้ ข้อดีของกระบวนการดั้งเดิมคือ สามารถใช้กับงานที่มีรายละเอียด และมีความซับซ้อนสูงได้ อีกทั้งพิมพ์สามารถทำสำเนาได้หลายชิ้น แต่จำเป็นต้องมีพื้นที่ในการเก็บรักษา ส่วนการใช้เทคโนโลยีสามารถลอกแบบงานที่มีขนาดใหญ่ เช่นปราสาททั้งหลายให้อยู่ในข้อมูลระบบดิจิทัลที่แสดงภาพจำลองให้เห็นได้ ซึ่งสามารถทำสิ่งของหรือมรดกทางวัฒนธรรมที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ ที่สูญหายไปแล้วขึ้นมาใหม่ได้ ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าการอนุรักษ์โบราณวัตถุจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเก็บข้อมูลเพื่อการเปรียบเทียบ อ้างอิง ทั้งที่เป็นสำเนาดิจิทัล 3 มิติ เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับศึกษาและการซ่อมแซมที่ถูกต้องในอนาคต คณะวิจัยได้นำเทคโนโลยี 3D Scanning มาใช้ในการบูรณะซ่อมแซมกรณีศึกษาดังกล่าวด้วยการสับคั้นและรวบรวมเอกสาร ภาพถ่าย หลักฐานเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา การสำรวจสภาพ ลวดลายปูนปั้นระดับสะพาน การบันทึกแบบลวดลายระดับสะพานด้วยเทคนิควาดเส้น การทำแม่พิมพ์และหล่อพลาสติกลวดลายระดับสะพาน การบันทึกข้อมูลลวดลายระดับสะพานแบบสามมิติโดยใช้เทคโนโลยี 3D Scanning และการเขียนแบบสะพานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งความพิเศษของเทคโนโลยีนี้คือการทำ 3D Scanning ซึ่งเป็นวิธีการเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยี ซึ่งพิพิธภัณฑสถานศิลปะในต่างประเทศนิยมใช้ เนื่องจากสามารถเก็บรักษาสำเนา 3 มิติไว้ได้จำนวนมาก โดยไม่ต้องใช้พื้นที่จริงในการเก็บ ทำให้รักษาได้ยาวนาน ปัจจุบันกรมศิลปากร มอบหมายให้กรุงเทพมหานครเป็นผู้ดูแลโบราณสถานในพื้นที่จำนวน 39 แห่ง และจะมอบให้อีก 130 แห่ง ทั้งนี้ ยังมีอีกหลายชิ้นที่ยังไม่รับการขึ้นทะเบียน โดยเป็นอาคารตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 1-5 ใน 17 เขตชั้นในกรุงเทพฯ อีกกว่า 5,000 แห่ง กรุงเทพฯ ทำได้เพียงถ่ายภาพอาคารที่ควรอนุรักษ์ไว้ แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อได้ จึงต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเทคโนโลยีดังกล่าวออร์กับผู้เชี่ยวชาญทางด้านศิลปกรรมมาช่วยให้คำปรึกษา เป็นที่เลี้ยงแก่บุคลากรของสำนักผังเมืองและกรมศิลปากร และช่วยดำเนินการในงานอนุรักษ์ประติมากรรม เพื่อการสร้างงาน พัฒนางานในการบูรณะ ซ่อมแซมโบราณสถาน โบราณวัตถุให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การเรียนรู้เทคโนโลยีการสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติ ของรูปทรงและลวดลายเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถานจึงมีความจำเป็นเพื่อการนำไปพัฒนางานที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้อมูลเพื่อศึกษา บูรณะ ซ่อมแซมอนุรักษ์ จาก

ความสำคัญดังกล่าวข้างต้น คณะวิจัยจึงเห็นว่าควรมีการจัดการความรู้ในการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้และควรจัดทำเป็นคู่มือองค์ความรู้ได้ เพื่อการเผยแพร่อันเป็นประโยชน์แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนผู้สนใจทั่วไป ในการศึกษาการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมของไทย

วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน และจัดทำคู่มือองค์ความรู้การสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพรรณนา ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษารูปแบบการจัดการความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน นักวิจัยจำนวน 5 คน เป็นผู้ให้ข้อมูลในการรวบรวมองค์ความรู้ และการสืบค้นเอกสารเพื่อนำมาเรียบเรียงเป็นองค์ความรู้สำคัญเพื่อไปสู่การถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อไป เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกการประชุม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจัดกลุ่มเนื้อหา และอธิบายพรรณนาโดยใช้ความเรียง

ขั้นตอนที่ 2 การจัดทำคู่มือองค์ความรู้การสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน ประชากรเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรม มีความรู้และมีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการทำสำเนา 3 มิติ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านศิลปกรรมที่เกี่ยวข้อง มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในงานอนุรักษ์โบราณสถานและโบราณวัตถุ รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินคู่มือจำนวน 4 คน ดังนี้

ชื่อ สกุล	สถานที่ทำงาน
ศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ แสงระวีพันธุ์ศิริ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรมมันต์ ชูประเสริฐ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต ขาวเขียว	คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร
นางศันสนีย์ ศรีศุกรี	กรมโยธาธิการและผังเมือง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมข้อมูล ได้แก่ (ร่าง) คู่มือองค์ความรู้การสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบสามมิติเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน จำนวน 1 ฉบับ และ 2) แบบประเมินความสอดคล้องของ คู่มือองค์ความรู้การสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบสามมิติเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน จำนวน 1 ชุด ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าความถี่ และกำหนดเกณฑ์การประเมิน ประกอบด้วย 1)เนื้อหา ประกอบด้วย ความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ และความเป็นปัจจุบัน 2)รูปแบบของคู่มือ ประกอบด้วย ความกะทัดรัด น่าสนใจ การลำดับเนื้อหามีความสอดคล้อง เชื่อมโยง ในทุกขั้นตอน ขนาด/รูปแบบตัวอักษร 3) คุณค่าและประโยชน์ของคู่มือ ฯ ประกอบด้วย การแสดงองค์ความรู้ที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินงานสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถานได้อย่างชัดเจน การนำไปใช้ในการถ่ายทอด/ฝึกอบรมเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจในหน่วยงานได้เป็น

อย่างดี และการนำไปใช้เผยแพร่องค์ความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการอนุรักษ์งานศิลปกรรมได้ดี ทั้งนี้การผ่านเกณฑ์ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีความคิดเห็นต่อประเด็นต่างๆ ค่อนข้างไปในทิศทางเดียวกัน

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษารูปแบบการจัดการความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติ ของรูปทรงและลวดลายเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

การอนุรักษ์และการบริหารจัดการโบราณสถาน โบราณวัตถุมักประสบปัญหา เนื่องจากขาดการสนับสนุนร่วมมือจากหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และขาดการให้ความรู้แก่ชุมชนอย่างต่อเนื่อง ทำให้ชุมชนขาดความรู้ความเข้าใจในการดูแลรักษาโบราณสถาน โบราณวัตถุ และขาดความตระหนักถึงความสำคัญ รวมถึงไม่กล้าเข้าไปมีส่วนในจัดการส่งผลให้การจัดการดูแลโบราณสถาน โบราณวัตถุส่วนใหญ่ที่อยู่ในความดูแลของท้องถิ่นยังไม่สามารถดำเนินงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ด้วยข้อจำกัดทางด้านความรู้ความเข้าใจ การขาดบุคลากรเฉพาะทางและเทคโนโลยีในการดำเนินงานอนุรักษ์ที่ไม่เพียงพอต่อจำนวนโบราณสถานทั้งหมดทั่วประเทศ ส่งผลให้การอนุรักษ์โบราณสถานโบราณวัตถุหลายแห่งถูกละเลยจนกล่าวได้ว่าเป็นมรดกเมืองที่ถูกกลืน



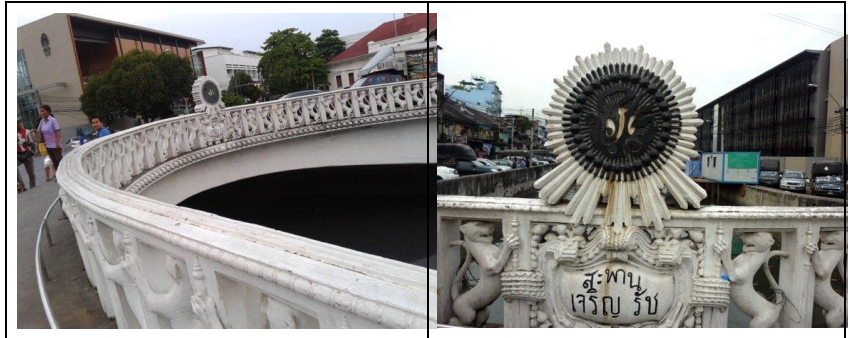
ภาพที่ 1 ราวสะพานมหาดไทยอุทิส

สะพานมหาดไทยอุทิสตั้งอยู่ใกล้เคียงกับภูเขาทอง วัดสระเกศ และป้อมมหากาฬ เปิดใช้เป็นทางการเมื่อวันที่ 23 ตุลาคม พ.ศ. 2457 เป็นสะพานของถนนบริพัตร เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นทางเชื่อมข้ามคลองมหานาค ณ จุดบรรจบระหว่างคลองมหานาคกับคลองรอบกรุงหรือคลองโอ่งอ่างบางลำพูมาเชื่อมกับถนนดำรงรักษ์ และถนนหลานหลวง รวมทั้งถนนราชดำเนิน การก่อสร้างสะพานมหาดไทยอุทิสเป็นพระราชดำริของล้นเกล้ารัชกาลที่ 5 มีรูปแบบทางสถาปัตยกรรมแบบยุโรปและก่อสร้างตามวิธีสมัยใหม่ กลางราวสะพานด้านขวามีภาพประติมากรรมนูนด้านต่ำ เป็นรูปสตรีอุ้มเด็กในมือมีช่อดอกซ่อนกลิ่น ด้านซ้ายเป็นรูปผู้ชายยืนจับไหล่ของเด็ก (ดังภาพที่ 1) ซึ่งเป็นภาพแสดงถึงความอาลัยรำลึกในพระมหากรุณาธิคุณของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวเสด็จพระราชดำเนินประกอบพิธีเปิดสะพานด้วยพระองค์เองในคล้ายวันสวรรคตของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว

สะพานเจริญรัช 31 กับการจัดทำสำเนา 3 มิติ

สะพานเจริญรัช 31 เป็นสะพานแรกในสะพานชุดเจริญที่พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าฯพระราชทานทรัพย์ให้กรมสุขาภิบาลสร้างเพื่อสาธารณประโยชน์ในวันเฉลิมพระชนมายุครบ 31 พรรษา ในปี พ.ศ. 2454 ซึ่งเป็น

ปีแรกที่เสด็จขึ้นครองราชย์ โดยคำว่า “เจริญ” มีความหมายว่า เมื่อรัชกาลที่ 5 เสด็จสวรรคตแล้ว รัชกาลที่ 6 เจริญ รัชกาลสืบต่อไป



ภาพที่ 2 สะพานเจริญบุรี 31

ตัวสะพานมีลักษณะเป็นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก ราวสะพานทั้งสองข้างโค้งเป็นรูปครึ่งวงกลม ภาพที่ 2 แสดง “ลูกกรง” ทำเป็นปูนปั้นรูปเสื่อปายยื่นหันข้าง ทำคู่หน้าถือน้ำพระขรรค์ ป้ายกลางสะพานเป็นรูปโล่จารึกชื่อสะพานประดับด้วยลายใบไม้แบบยุโรป เนื้อป้ายประดิษฐานพระปรมาภิไธยย่อ ว.ป.ร. ปลายราวสะพานทั้งสี่มีป้ายรูปวงกลมจารึกเลข 31 ด้านล่างราวสะพานฝั่งคลองประดับลายดอกบัวเรียงต่อกันไป ตรงกลางของแถวดอกบัวมีป้ายตัวเลข 130 ปัจจุบันตั้งอยู่บริเวณปากคลองตลาด แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร ถือเป็นหนึ่งโนโบราณสถานที่ทรงคุณค่าของประเทศ แต่สะพานเจริญบุรี 31 ได้ประสบปัญหาเช่นเดียวกับสะพานอื่นๆ คือเสื่อมโทรมเสียหายตามกาลเวลา ไม่ได้ได้รับการอนุรักษ์ดูแลรักษาเท่าที่ควร ปูนและสีหลุดลอก มีรอยแตกร้าว (ภาพที่ 3) มีคราบสกปรกปกคลุมบดบังลวดลาย (ภาพที่ 4) ชิ้นส่วนแตกหักเสียหาย ทั้งลวดลายบางส่วนยังผิดเพี้ยนไปเพราะการซ่อมแซมแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 3 ปูนหลุดลอก ตกเป็นรอยร้าว



ภาพที่ 4 คราบสกปรกดำบดบังความสวยงามของสะพาน



ภาพที่ 5 ลวดลายแตกหักเสียหายของสะพาน

องค์ความรู้จากงานวิจัยสู่การจัดการความรู้

ผลการวิจัยพบว่า การทำสำเนา 3 มิติเพื่อการอนุรักษ์ เป็นแนวทางหนึ่งที่น่าเทคโนโลยีมาใช้ในการอนุรักษ์ และได้ใช้การผสมผสานวิธีการทำสำเนา 3 มิติแบบดั้งเดิม คือการทำแม่พิมพ์และการหล่อซึ่งเป็น

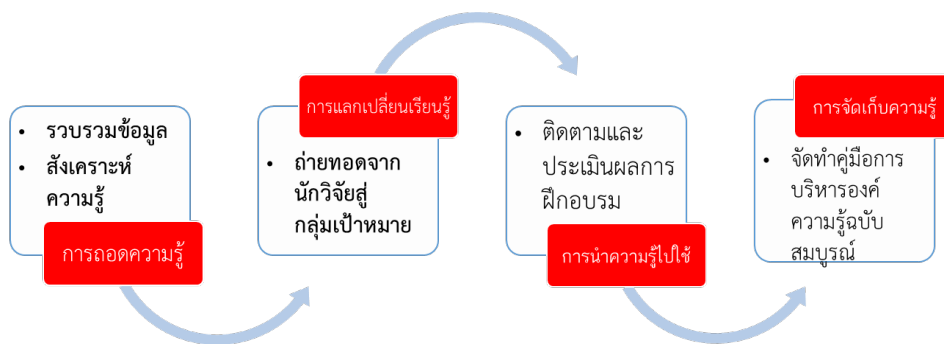
กระบวนการด้านประติมากรรม และแบบที่ใช้เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์การสแกน 3 มิติ ร่วมกับเทคนิคการผลิตซ้ำโดยใช้การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ซีเอ็นซี เนื่องจากทั้งสองเทคนิคมีข้อดีและข้อด้อยที่สามารถเสริมกันได้ ข้อดีของกระบวนการดั้งเดิมคือ สามารถใช้กับงานที่มีรายละเอียด และมีความซับซ้อนสูงได้ อีกทั้งพิมพ์สามารถทำสำเนาได้หลายชิ้น แต่จำเป็นต้องมีพื้นที่ในการเก็บรักษา ส่วนการใช้เทคโนโลยีสามารถลอกแบบงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น ปราสาททั้งหลายให้อยู่ในข้อมูลระบบดิจิทัลที่แสดงภาพจำลองให้เห็นได้ ซึ่งสามารถทำสิ่งของหรือมรดกทางวัฒนธรรมที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ ที่สูญหายไปแล้วขึ้นมาใหม่ได้ ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าการอนุรักษ์โบราณวัตถุจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเก็บข้อมูลเพื่อการเปรียบเทียบ อ้างอิง ทั้งที่เป็นสำเนาดิจิทัล 3 มิติ เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับศึกษาและการซ่อมแซมที่ถูกต้องในอนาคต

สรุปผลการประชุมกลุ่มนักวิจัยและรวบรวมองค์ความรู้การฐานข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถานที่สามารถนำไปสู่การถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง ควรจะมีการรวบรวมองค์ความรู้ให้ชัดเจน และผ่านการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นลายลักษณ์อักษร ตรวจสอบได้ และผ่านการตรวจสอบและยอมรับจากผู้ทรงคุณวุฒิ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในงานหรือปรับใช้เพื่อการทำงานเพื่อการอนุรักษ์ได้จริง การถ่ายทอดเทคโนโลยีในลักษณะนี้ควรเป็นการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การสร้างความตระหนักในการอนุรักษ์และความตระหนักในการใช้เทคโนโลยีในการอนุรักษ์ การอบรมการใช้เทคโนโลยี ภายหลังจากมีการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี ควรมีการติดตามการนำความรู้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วย

องค์ความรู้ที่ควรจัดทำ รวบรวม บ่งชี้ความรู้ จำนวน 3 เรื่อง

1. องค์ความรู้ที่ 1 การสำรวจสภาพศิลปกรรม 3 มิติ
2. องค์ความรู้ที่ 2 การทำสแกน 3 มิติ
3. องค์ความรู้ที่ 3 การสำเนาศิลปกรรม 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์

ผลการประชุมสรุปรูปแบบการจัดการความรู้ที่เหมาะสมกับการดำเนินการเพื่อการอนุรักษ์เพื่อนำไปสู่การถ่ายทอดเทคโนโลยี สรุปได้ดังนี้



ภาพที่ 6 รูปแบบการจัดการความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

ขั้นตอนที่ 1 การถอดความรู้ (Capture Knowledge) การสร้างฐานข้อมูลดิจิทัล ของรูปทรงและลวดลายเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

ขั้นตอนที่ 2 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Sharing) โดยการถ่ายทอดจากนักวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย ผ่านการฝึกอบรมการฐานข้อมูลดิจิทัล เพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

ขั้นตอนที่ 3 การนำความรู้ไปใช้ (Knowledge Reuse) โดยการติดตามและประเมินผลจากการฝึกอบรมไปใช้ในงานอนุรักษ์

ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรักษาความรู้ (Knowledge Maintenance) จัดทำคู่มือการบริหารองค์ความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

2. ผลการจัดทำคู่มือองค์ความรู้การสร้างฐานข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

คณะวิจัยได้ดำเนินการ จัดทำคู่มือองค์ความรู้การสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน และประเมิน (ร่าง) คู่มือ ฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ



ภาพที่ 7 คู่มือองค์ความรู้การสำรวจ การทำสแกน 3 มิติ และการสำเนาศิลปกรรม 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน

องค์ประกอบของเนื้อหาในเล่มคู่มือฯ ประกอบด้วย 4 บท แต่ละบทมีรายละเอียดสู่การนำไปปฏิบัติใช้ และเอกสารอ้างอิง ดังนี้

บทที่ 1 ประกอบด้วย บทนำ สะพานมหาดไทยอุทิศกับการจัดทำสำเนา 3 มิติ สะพานเจริญรัช 31 กับการจัดทำสำเนา 3 มิติ

บทที่ 2 ประกอบด้วย การสำรวจสภาพศิลปกรรม 3 มิติ การสำรวจรอบแรก การทำแผนผัง วิธีการสำรวจ ประเภทของความเสียหาย การสรุปผลเพื่อคัดเลือกชิ้นงานเก็บเป็นต้นแบบ

บทที่ 3 ประกอบด้วย การทำสแกน 3 มิติเครื่องสแกน 3 มิติ (3D Scanner) การเลือกใช้เครื่อง 3D Lase scanner กับงานอนุรักษ์

บทที่ 4 ประกอบด้วย การสำเนาศิลปกรรม 3 มิติ เพื่อการอนุรักษ์กระบวนการผลิตโดยการขึ้นรูปเครื่องจักรซีเอ็นซี (Computer Numerical Control) เครื่องสร้างต้นแบบรวดเร็ว และเครื่องกัด การผลิตซ้ำด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกนครึ่ง

ผลการประเมินความสอดคล้อง/เหมาะสมของคู่มือองค์ความรู้

รายการ	ระดับการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ (น้อยที่สุด ไปยัง มากที่สุด)				ผลการประเมิน ผ่าน/ไม่ผ่าน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	
เนื้อหา					
1. ถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก	✓
2. ตรงกับความต้องการของผู้ใช้	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด	✓
3. เป็นปัจจุบัน	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	✓
รูปแบบของคู่มือ					
1. กะทัดรัด น่าสนใจ	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก	✓
2. การลำดับเนื้อหา สอดคล้อง เชื่อมโยงในทุกขั้นตอน	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก	✓
3. ขนาด/รูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย	มากที่สุด	มาก	มาก	มาก	✓
ด้านคุณค่าและประโยชน์ของคู่มือ ฯ					
1. แสดงองค์ความรู้ที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินงานสร้างฐานข้อมูลดิจิทัลแบบ 3 มิติของรูปทรงและลวดลายเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถานได้อย่างชัดเจน	มากที่สุด	มาก	มาก	มากที่สุด	✓
2. สามารถนำไปใช้ในการถ่ายทอด/ฝึกอบรมเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจได้เป็นอย่างดี	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	✓
3. สามารถนำไปใช้เผยแพร่องค์ความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการอนุรักษ์งานศิลปกรรมได้ดี	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	✓

ผลการประเมิน พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน มีความเห็นว่าคู่มือฯ ที่จัดทำ ผ่านเกณฑ์การประเมินทุกด้าน กล่าวคือ เนื้อหา รูปแบบของคู่มือ คุณค่าและประโยชน์ของคู่มือมีความเหมาะสมในระดับมากขึ้นไปทุกรายการ และมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุง ได้แก่ ควรมี flow Chart ของกระบวนการหรือขั้นตอนการทำงาน ทั้งหมดให้เห็นตำแหน่งการสำรวจ การ SCAN การผลิตควรเพิ่มรายละเอียดการแปลง Cloud Point ให้ไปอยู่ในรูปของผิวที่เหมาะสมสำหรับงาน CNC Machine และงานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยที่ดีมาก ควรสนับสนุนการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ให้ครบและครอบคลุมโบราณสถานหลายๆ รูปแบบ รวมถึง โบราณวัตถุต่างๆ ด้วย

สรุป

การจัดการความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี สู่การจัดทำคู่มือองค์ความรู้ในครั้งนี้ ได้ดำเนินการรวบรวมองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย คณะวิจัยให้ความสำคัญในการทำสำเนา 3 มิติซึ่งเป็นการอนุรักษ์แนวทางหนึ่ง รวมทั้งการผสมผสานวิธีการทำสำเนา 3 มิติแบบดั้งเดิม คือการทำแม่พิมพ์และการหล่อซึ่งเป็นกระบวนการด้านประติมากรรม และแบบที่ใช้เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์การสแกน 3 มิติ ร่วมกับเทคนิคการผลิตซ้ำโดยใช้การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ซีเอ็นซี เนื่องจากทั้งสองเทคนิคมีข้อดีและข้อด้อยที่สามารถเสริมกันได้ ข้อดีของกระบวนการดั้งเดิมคือ สามารถใช้กับงานที่มีรายละเอียด และมีความซับซ้อนสูงได้ อีกทั้งพิมพ์สามารถทำสำเนาได้หลายชิ้น แต่จำเป็นต้องมีพื้นที่ในการเก็บรักษา ส่วนการใช้เทคโนโลยีสามารถแบบที่เก็บงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น ปราสาททั้งหลายอยู่ในข้อมูลระบบดิจิทัลที่แสดงภาพจำลองให้เห็นได้ ซึ่งสามารถทำสิ่งของที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ ที่สูญหายไปแล้วขึ้นมาใหม่ได้ ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าในการอนุรักษ์โบราณวัตถุ

จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเก็บข้อมูลเพื่อการเปรียบเทียบ อ้างอิง ทั้งที่เป็นสำเนาดิจิทัล 3 มิติ เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับศึกษาและการซ่อมแซมที่ถูกต้องในอนาคต “...การถ่ายทอดเทคโนโลยีในครั้งนี้จึงแสดงถึงบทบาทของนักวิจัยและการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเก็บรักษาต้นแบบเพื่อการอนุรักษ์สะพานเป็นสำคัญ...”

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณฝ่ายจัดการความรู้งานวิจัย กองประเมินผลและจัดการความรู้จากงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เห็นประโยชน์และคุณค่าของผลงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่บูรณาการระหว่างความรู้เทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และความรู้ในศาสตร์จิตรกรรม ประติมากรรมเพื่องานศิลปะในการอนุรักษ์มรดกของชาติ เป็นผู้ให้งบประมาณสนับสนุนการดำเนินงานโครงการดังกล่าวนี้ และให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- กรมศิลปากร. (2528). *ระเบียบกรมศิลปากรว่าด้วยการอนุรักษ์โบราณสถาน พ.ศ. 2528*. เข้าถึงได้จาก <http://www.icomosthai.org/charters/FineArt.pdf>.
- คณะจิตรกรรม ประติมากรรมและภาพพิมพ์. (2558). *รายงานสรุปโครงการอนุรักษ์ประติมากรรมและลวดลายประดับสะพานข้ามคลองในกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษาสะพานมหาดไทยอุทิศ*.
- ชาญคณิต อวารณ, สายกลาง จินดาสุ, ภิญญพันธ์ พจนะลาวัฒน์ และ เพ็ญสุภา สุขตะ ใจอินทร์. 2558. แนวทางการเสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการโบราณสถานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ได้รับการถ่ายโอนภารกิจจากกรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). เข้าถึงได้จาก <http://www.pcrp-org.com/home/wp-content/uploads/2016/12/56.pdf>
- ฝ่ายวางแผนปรับปรุงฟื้นฟูเมือง กองจัดรูปที่ดินและปรับปรุงฟื้นฟูเมือง สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร. (2550). *โครงการจ้างที่ปรึกษาตรวจสอบและจัดทำต้นแบบโบราณสถาน 39 แห่ง*. เข้าถึงได้จาก <http://www.urbma.org/document/studyproject/4.2.1.1-2548-โครงการจ้างที่ปรึกษาตรวจสอบและจัดทำต้นแบบโบราณสถาน%2039%20แห่ง.pdf>.
- สมชาติ จึงสิริอารักษ์. (2558). *ประวัติ แนวคิด ทฤษฎี และการปฏิบัติการในการอนุรักษ์โบราณสถาน*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- English Heritage. (2011). *3D Laser Scanning for Heritage*, Published October 2011. English Heritage Publishing.
- ICOMOS. (1965). International charter for the conservation and restoration of monuments and sites (The Venice Charter 1964). International Charters for Conservation and Restoration. Stockholm: ICOMOS.
- Lee, J. J. (2013). *5 Ways Smithsonian Uses 3-D Scanning to Open Up History*, September 05, National Geographic.
- Naai-J, S., Huey-J, W., Chen Y. L., & Chai-Y, L. (2007). 3D scan for the digital preservation of a historical temple in Taiwan. *Advances in Engineering Software*, 38(7), 501-512.