

อิทธิพลของจำนวนนักท่องเที่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศในอาคารโบราณสถาน

อณัญญา โพธิ์ประดิษฐ์^{1*} โรจน์ คุณเอนก²

บทคัดย่อ

การศึกษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในอาคารโบราณสถานสำคัญ 3 แห่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้แก่ พระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ พระวิหารวัดพนัญเชิง วิหารพระมงคลบพิตร ซึ่งเป็นสถานที่สำคัญ 3 แห่ง มีจำนวนนักท่องเที่ยวสนใจเข้าชมเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน จึงอาจก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของโบราณวัตถุภายในอาคารอันมีค่ายิ่ง ทั้งนี้ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ยากก่อให้เกิดความเสื่อมสภาพ เนื่องจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มน้ำ มีความชื้นสูงในฤดูต่างๆ กว่าภูมิภาคอื่นๆ และจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้าใช้อาคารอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ซึ่งเป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของวัสดุ จากการศึกษาโดยการติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแบบอัตโนมัติ จำนวน 5 ตำแหน่ง และตรวจนับจำนวนนักท่องเที่ยวในทุกๆ 15 นาที ตรงกับการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากเครื่องบันทึกอัตโนมัติ ตลอดระยะเวลา 7 วัน พบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปัจจัยในด้านตำแหน่งและเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันที่ระดับ 0.05 โดยปรากฏผลการทดสอบทางสถิติ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับจำนวนคนทั้งหมดภายในอาคาร ณ ช่วงเวลาใดๆ ในอาคารโบราณสถานทั้ง 3 พบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง ผลจากการวิเคราะห์ความถดถอยพบว่าจำนวนคนมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าลดลง อย่างไรก็ตามยังแสดงค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นไม่สูงมาก ซึ่งหมายถึงปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ส่งผลต่อความผันแปรดังกล่าวนี้

คำสำคัญ : อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อาคารโบราณสถาน

¹ อาจารย์ประจำหลักสูตร หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี e-mail: ananya.po@vru.ac.th

² รองศาสตราจารย์ประจำหลักสูตร ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี e-mail: roj_khunake@yahoo.com

* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: ananya.po@vru.ac.th

INFLUENCES OF THE NUMBER OF TOURISTS ON THE ALTERATION OF TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY IN ANCIENT BUILDINGS

Ananya Popradit^{1*} Roj khunanake²

Abstract

The study of air temperature and relative humidity in three major national heritage sites in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province. The chapel of Wat Na Phra Main, the shrine of Wat Phanancherng, and the shrine of Wat Monkhol Bhorphit, 3 places of the most interesting with a large number of tourists visiting each day. The air temperature and relative humidity of are one of the important factors that can lead to deterioration. Phra Nakhon Si Ayutthaya is a terrain plain with higher humidity in various seasons than other regions. The number of visitors that come to visit the building can affect the temperature and relative humidity. This accelerates the chemical and physical changes of the material. The study was conducted by installing five automatic air temperature and relative humidity detectors and counting the number of tourists every 15 minutes, corresponding to the recording of temperature and relative humidity data from the automatic recorder over a period of 7 days. The relative humidity of the air at various locations was significantly different. Position and time factors did not interact at the 0.05 level. Analysis of the relationship between air temperature and relative humidity with the total number of people within the building at any time in the three archaeological buildings was found to be linear. The results of the regression analysis showed that the number of people influencing the air temperature and relative humidity. As a result, the air temperature inside the building increased significantly and the relative humidity decreases. However, the coefficient of confidence is not very high. It means that other environmental factors could be influenced on such variation.

Keywords : Air temperature Relative humidity Ancient buildings

¹ Doctor of Philosophy Program in Environmental Education, Collage of Innovative Management, Varaya Alongkorn Rajabhat University, Klong Luang, Prathum Thani 13180, Thailand. e-mail: ananya.po@vru.ac.th

² Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, KlongLuang, Rangsit, Prathumthani 12121 Thailand.. e-mail: roj_khunanake@yahoo.com

* Corresponding author, e-mail: ananya.po@vru.ac.th

บทนำ

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคาดว่าจะมีความรุนแรงมากขึ้นทั้งในเชิงความผันผวน ความถี่ และขอบเขตที่กว้างขวางมากขึ้น ซึ่งจะสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ระบบโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น ระบบนิเวศมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงและมีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงในการสูญเสียความสามารถในการรองรับความต้องการของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ของผลกระทบอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศดังกล่าวที่แต่ละประเทศจะต้องเผชิญจะมีความแตกต่างกัน ทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างบูรณาการจะได้รับความสำคัญและความสนใจเพิ่มมากขึ้น (Newman 2017) สอดคล้องกับประเด็นยุทธศาสตร์ชาติด้านสร้างคุณประโยชน์หลายด้านการท่องเที่ยว โดยการเป็นจุดหมายปลายทางที่สำคัญของการท่องเที่ยวระดับโลกที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวทุกระดับและเพิ่มสัดส่วนของนักท่องเที่ยวที่มีคุณภาพสูง มุ่งพัฒนาธุรกิจด้านการท่องเที่ยวให้มีมูลค่าสูงเพิ่มมากยิ่งขึ้น ด้วยอัตลักษณ์และวัฒนธรรมไทย การท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์และวัฒนธรรมเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวผ่านการสร้างและพัฒนาสินค้าและบริการด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น ความคิดสร้างสรรค์ และทุนทางวัฒนธรรมเพื่อให้การท่องเที่ยวไทยมีเรื่องราวที่เป็นเอกลักษณ์ มีการคุ้มครองและปกป้องเมืองประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม และศิลปะ ให้ได้รับการขึ้นทะเบียนและการอนุรักษ์ที่เหมาะสม (ราชกิจจานุเบกษา 2561)

การเพิ่มขึ้นของประชากรในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งมีจำนวนประชากรวัยสูงอายุเพิ่มมากขึ้น กลุ่มประชากรในวัยดังกล่าวจะมีการเดินทางท่องเที่ยวในอัตราที่สูง อีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือผลอันเนื่องมาจากกฎหมายระหว่างประเทศและข้อบังคับต่างๆ ถูกเปิดกว้างให้มีการเดินทางเพื่อการลงทุน และเพื่อการทำงานมากขึ้น (Eccles and Costa 1996) ดังนั้นประเทศไทยอันเป็นเมืองแห่งศิลปวัฒนธรรมอันทรงคุณค่าแห่งหนึ่งในอารยธรรมตะวันออกซึ่ง UNESCO ได้ขึ้นทะเบียนแหล่งโบราณสถานในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นมรดกโลก จึงเป็นเป้าหมายหนึ่งในการเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวและหาความรู้จำนวนนักท่องเที่ยวที่แออัดในวันหยุดเทศกาลการท่องเที่ยว ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของโบราณสถานต่างๆ (Nas *et al.* 2002) จากปัญหาด้านการจัดการในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการเสื่อมโทรมของโบราณสถาน ด้านมลพิษและการจัดการด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและด้านขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากจำนวนคนที่เข้ามาเยี่ยมชมและการประกอบกิจการค้าขายในพื้นที่อันทรงคุณค่าอย่างขาดการกำกับดูแลอย่างถี่ถ้วนส่งผลกระทบอย่างยิ่ง (ธีรพงษ์ จงพินิจ และคณะ 2561) แหล่งโบราณสถานในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่กำลังเกิดปัญหากับสถานภาพของการเป็นมรดกโลก ดังนั้น การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการอนุรักษ์มรดกอันมีค่าของชาติจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง (Grinzato, Bison and Marinetti 2002)

อีกทางหนึ่ง ภายใต้ความผันแปรของความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิของอากาศ อาจส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของอาคารโบราณสถาน (อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์ 2554) อีกทั้งจำนวนนักท่องเที่ยวอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นโบราณสถาน (Roels *et al.* 2004)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

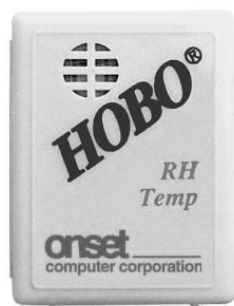
1. การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการความผันแปรของอุณหภูมิและความชื้นภายใต้อิทธิพลของจำนวนนักท่องเที่ยว จำนวน 3 แห่ง คือ พระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ พระวิหารวัดพนัญเชิง และวิหารพระมงคลบพิตร

2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแนวทางการจัดการด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมศิลปกรรม

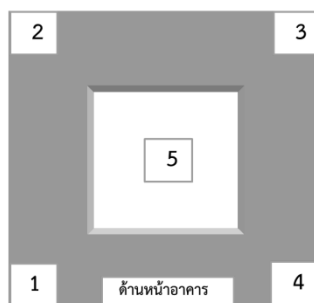
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

การศึกษาโดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Data Logger) ดังภาพที่ 1 ติดตั้ง ภายในอาคารพระวิหารวัดพนัญเชิง วิหารพระมงคลบพิตร และพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ ในตำแหน่งต่างๆ ทั้ง 4 ด้าน ดังภาพที่ 2 โดยติดตั้งให้อุปกรณ์ทำการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในแต่ละแห่งตลอดทุก 15 นาที เป็นเวลา หนึ่งสัปดาห์ ในการศึกษาจะใช้หน่วยอุณหภูมิเป็น องศาเซลเซียส และหน่วยของค่าความชื้นสัมพัทธ์เป็น เปอร์เซ็นต์



ภาพที่1 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Data Logger)



ภาพที่ 2 แผนผังแสดงตำแหน่งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Data Logger)

2. การดำเนินการนับจำนวนนักท่องเที่ยวและเจ้าหน้าที่ภายในอาคาร

เนื่องจากต้องการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักท่องเที่ยวในอาคาร โบราณสถานดังกล่าวกับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ เวลาใดๆ จึงต้องทำการนับจำนวนคนทั้งหมดที่มีในอาคาร ณ เวลาหนึ่งๆ ที่สัมพันธ์กับการบันทึกข้อมูลของเครื่อง โดยทั้งนี้จะรวมถึงจำนวนเจ้าหน้าที่และพระสงฆ์ในบริเวณทั้งหมด อุปกรณ์ที่ใช้ในการนับจำนวนคนคือเครื่องกดนับ กำหนดการทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้เป็นตัวแทนของการศึกษาข้อมูลในช่วงฤดูฝน คือช่วง เดือน กันยายน ถึงเดือน ตุลาคม 2560 โดยมีรายละเอียดวันและเวลาที่ทำการบันทึกคือ (1) พระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ ตั้งแต่วันอาทิตย์ที่ 3 กันยายน 2560 ถึงวันเสาร์ที่ 9 กันยายน 2560 (2) พระวิหารวัดพนัญเชิง ตั้งแต่วันอาทิตย์ที่ 10 กันยายน 2560 ถึงวันเสาร์ที่ 16 กันยายน 2560 และ (3) วิหารพระมงคลบพิตร ตั้งแต่วันอาทิตย์ที่ 17 กันยายน 2560 ถึงวันเสาร์ที่ 23 กันยายน 2560 โดยเริ่มนับจำนวนคนตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 17.00 น. และช่วงเวลาที่อาคารปิดเครื่อง

บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ยังคงบันทึกตลอดทุก 15 นาที และจะบันทึกจำนวนคนในช่วงเวลาดังกล่าวเป็น 0 คน เนื่องจากการนับจำนวนคนนั้นเป็นไปได้ค่อนข้างยาก เพราะมีการเข้าออกตลอดเวลา ดังนั้นการนับจึงจัดรูปแบบเป็นสองรูปแบบและนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยมีหลักการคือ (1) การนับจำนวนคนเข้าออกจากประตูด้านหน้าอาคาร โดยการจัดเจ้าหน้าที่สองคน เพื่อนับคนเข้าและคนออก จากนั้นจดบันทึก ณ เวลาที่ตรงกันกับเวลาในการบันทึกข้อมูลของเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และนำมาหาผลต่างค่าที่ได้คือจำนวนคนที่คงเหลือในอาคาร (2) การนับโดยตรง คือจัดเจ้าหน้าที่ 2 คน เดินกดนับจำนวนคน ทุก 15 นาที โดยตรงแล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (3) นำค่าที่ได้จาก ทั้งสองวิธีการมาเฉลี่ยอีกครั้งเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงที่สุด

3. การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละวันมาจัดดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ถดถอย โดยใช้โปรแกรม MINITAB 17 เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิจัย

1. วัดหน้าพระเมรุ

1.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิจากข้อมูลที่บันทึกได้ ณ พระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ

1.1.1 อุณหภูมิสูงสุด ในการวัดทั้ง 7 วันเป็น 36.40°C ต่ำสุด 25.95°C โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 28.27°C และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 16.30 น. เป็น 29.75°C

1.1.2 ตำแหน่งกลางพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ เป็นตำแหน่งที่มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำสุดที่บริเวณองค์พระพุทธรูปนิมิตพิชิตมารโมลีศรีสรรเพชญ์บรมไตรโลกนาถ คือ 28.83°C

1.1.3 ค่าของอุณหภูมิ ที่บันทึกทุก 15 นาที เป็นเวลา 7 วัน ในตำแหน่งและเวลาต่างๆ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ค่าของอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งและวันที่ต่างกันนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ณ เวลาต่างๆพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปัจจัยของตำแหน่งและเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

1.2 ผลการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูลที่บันทึกได้ ณ พระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ

1.2.1 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่า 72.08% สูงสุด 81.90% ต่ำสุด 38.30% ตำแหน่งที่ 5 คือบริเวณองค์พระประธานมี ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือ 73.62%

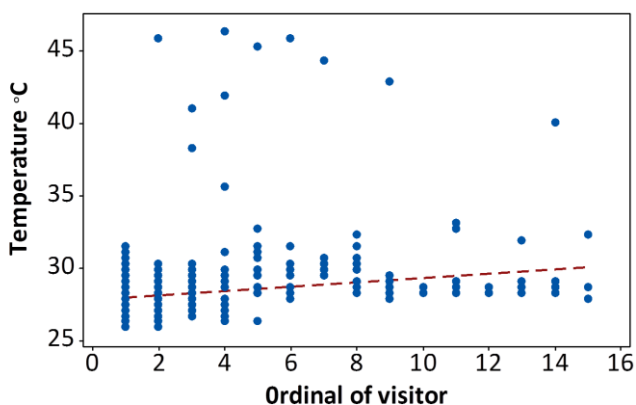
1.2.2 ในรอบสัปดาห์ วันที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือวันอังคารที่ 5 กันยายน 2560 มีค่า 77.34% และบริเวณองค์พระพุทธรูปนิมิตพิชิตมารโมลีศรีสรรเพชญ์บรมไตรโลกนาถมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำแหน่งอื่นๆ

1.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำแหน่งต่างๆ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีค่าของความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำแหน่งและวันที่ต่างกันนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ณ เวลาต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและ ปัจจัยของตำแหน่งและเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

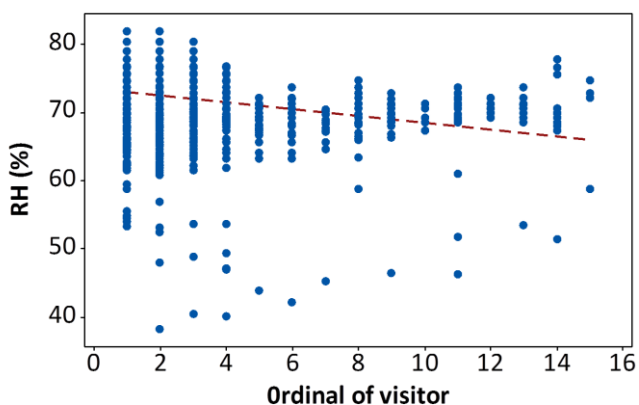
1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และจำนวนคนในอาคาร ณ พระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ

การวิเคราะห์ความถดถอยแยกออกเป็นสองส่วนคือ วิเคราะห์การวิเคราะห์อุณหภูมิและจำนวนคน กับอีกส่วนหนึ่งคือการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์และจำนวนคน โดยทั้งนี้ได้ทำการจัดจำนวนคน

เป็นลำดับของข้อมูลเสียก่อนเพื่อให้่ายต่อการสังเกตแนวโน้มของความสัมพันธ์ โดยจัดให้จำนวน 0-10 คน เป็นช่วงจำนวนคนในอาคารที่ 1 11-20 คน เป็นช่วงจำนวนคนในอาคารที่ 2 เป็นต้น แล้วจึงทำการหาความสัมพันธ์ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและช่วงจำนวนคนในอาคาร



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และช่วงจำนวนคนในอาคาร

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์และการวิเคราะห์ถดถอยและผลการวิเคราะห์พบว่า ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและจำนวนคนในอาคาร มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงตามสมการ

$$\text{Temp} = 27.9 + 0.02 \text{ visitor}$$

โดยมีค่า R^2 เป็น 6 % ซึ่งหมายถึง จำนวนคนมีผลกับอุณหภูมิ ในระดับ 6 % ถือเป็นค่าที่น้อย นั้นหมายถึงมีปัจจัยอื่นเข้ามามีอิทธิพลมากถึง 94 % และความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์และจำนวนคนใน อาคาร มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงตามสมการ

$$RH \% = 73.3 - 0.05 \text{ visitor}$$

โดยมีค่า R^2 เป็น 5.7 % ซึ่งหมายถึง จำนวนคนมีผลกับความชื้นสัมพัทธ์ ในระดับ 5.7 % ถือเป็นค่าที่น้อยนั้นหมายถึงมีปัจจัยอื่นเข้ามามีอิทธิพลมากกว่าถึง 94.3 %

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆที่เข้ามามีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นั้นอาจมาจากช่วงเวลาในแต่ละวันนั้นหมายถึง อุณหภูมิภายนอกเป็นปัจจัยหนึ่งที่เข้ามามีผลอย่างยิ่ง นอกจากนั้นการระบายอากาศของอาคารน่าจะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน

2. วัดพินัยเชิง

2.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิจากข้อมูลที่บ้านทีกได้ ณ พระวิหารวัดพินัยเชิง

2.1.1 อุณหภูมิสูงสุด ในการวัดทั้ง 7 วันเป็น 32.34°C ต่ำสุด 27.12°C เฉลี่ย 30.14°C ตำแหน่งที่ 2-4 เป็นตำแหน่งที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 30.25°C

2.1.2 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบสัปดาห์ ในวันอาทิตย์ ที่ 10 กันยายน 2551 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในรอบ 7 วันที่วัด คือ 30.62°C และบริเวณองค์พระพุทธรูปรัตนนายกมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับตำแหน่งอื่นๆ

2.1.3 ค่าของอุณหภูมิ ที่บันทึกทุก 15 นาที เป็นเวลา 7 วัน ในตำแหน่งและเวลาต่างๆ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีค่าของอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งและวันที่ต่างกันนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ณ เวลาต่างๆพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและจากปัจจัยของตำแหน่งและเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

2.2 ผลการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูลที่บ้านทีกได้ ณ พระวิหารวัดพินัยเชิง

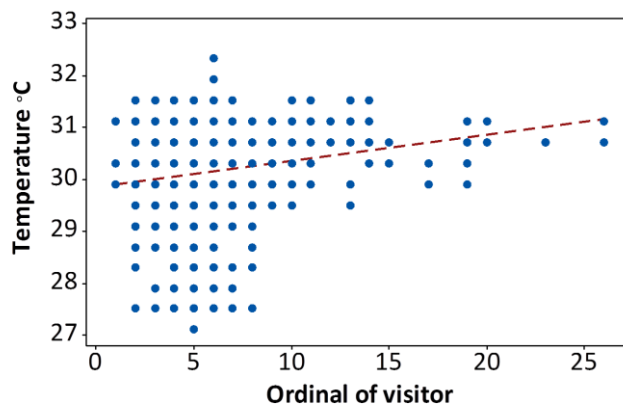
2.2.1 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่า 67.22% สูงสุด 81.90% ต่ำสุด 49.50% ตำแหน่งที่ 1-4 มี ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดคือ 67.64%

2.2.2 ในรอบ สัปดาห์ วันที่มี ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือวันอังคารที่ 12 กันยายน 2560 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 77.34%

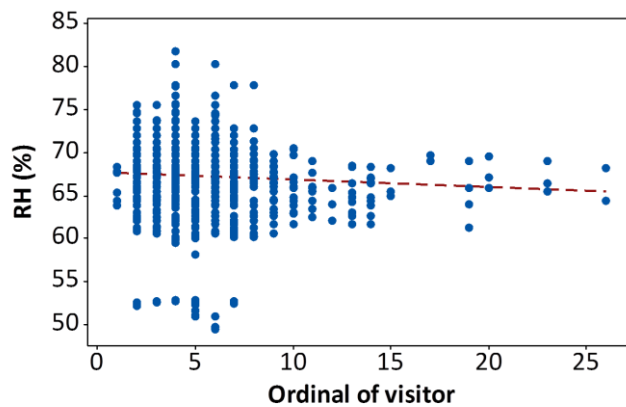
2.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำแหน่งต่างๆจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีค่าของความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำแหน่งและวันที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ณ เวลาต่างๆพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปัจจัยของตำแหน่งและเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และจำนวนคนในอาคาร ณ พระวิหารวัดพินัยเชิง

การวิเคราะห์ความถดถอยแยกออกเป็นสองส่วนคือ วิเคราะห์การวิเคราะห์อุณหภูมิ และจำนวนคน อีกส่วนหนึ่งคือการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์และจำนวนคน โดยทั้งนี้ได้ทำการจัดจำนวนคนเป็นลำดับเช่นเดียวกับในพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ ได้ผลดังภาพที่ 5 และ 6



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและช่วงจำนวนคนในอาคาร



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และช่วงจำนวนคนในอาคาร

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์และการวิเคราะห์ถดถอยและผลการวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและจำนวนคนในอาคาร มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงตามสมการ

$$\text{Temp} = 29.9 + 0.01 \text{ visitor}$$

โดยมีค่า R^2 เป็น 4.7 % ซึ่งหมายถึง จำนวนคนมีผลกับอุณหภูมิ ในระดับ 4.7 % ซึ่งถือเป็นค่าที่น้อยนั่นหมายถึงมีปัจจัยอื่นเข้ามามีอิทธิพลมาก 95.3 % และความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์และจำนวนคนในอาคาร มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงตามสมการ

$$\text{RH\%} = 67.8 - 0.01 \text{ visitor}$$

โดยมีค่า R^2 เป็น 6 % ซึ่งหมายถึง จำนวนคนมีผลกับความชื้นสัมพัทธ์ ในระดับต่ำมาก ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆที่เข้ามามีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นั้นอาจมาจากช่วงเวลาในแต่ละวันนั้นหมายถึง อุณหภูมิภายนอกเป็นปัจจัยหนึ่งที่เข้ามามีผลอย่างยิ่ง นอกจากนี้การระบายอากาศของอาคาร

3. วัดมงคลบพิตร

3.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิจากข้อมูลที่บ้านทีกได้ ณ พระวิหารวัดมงคลบพิตร

3.1.1 อุณหภูมิสูงสุด ในการวัดทั้ง 7 วันเป็น 35.27 °C ต่ำสุด 24.790 °C เฉลี่ย 29.49 °C ตำแหน่งที่ 1 เป็นตำแหน่งที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 29.632 °C

3.1.2 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบสัปดาห์ ในวันอังคาร ที่ 19 กันยายน 2560 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดใน รอบ 7 วัน ที่วัด คือ 29.93 °C อุณหภูมิบริเวณองค์พระมงคลบพิตรแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กับบริเวณอื่น

3.1.3 ค่าของอุณหภูมิ ที่บันทึกทุก 15 นาที เป็นเวลา 7 วัน ในตำแหน่งและเวลาต่างๆ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีค่าของอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งและวันที่ต่างกันนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ณ เวลาต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปัจจัยของตำแหน่งและเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

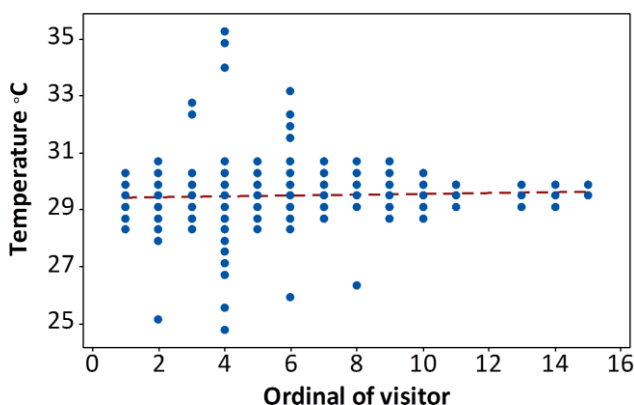
3.2 ผลการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูลที่บ้านทีกได้ ณ พระวิหารวัดมงคลบพิตร

3.2.1 ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยมีค่า 68.69 % สูงสุด 77.88 % ต่ำสุด 55.40 % ตำแหน่งที่ 2 มี ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยสูงสุดคือ 69.91 %

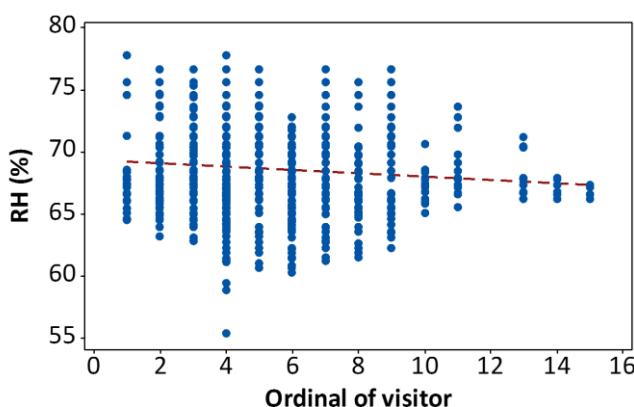
3.2.2 ในรอบสัปดาห์วันที่มีความชื้นสัมพัทธ์ สูงสุดคือวันพุธที่ ที่ 20 กันยายน 2560 มีค่า 71.45 %

3.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำแหน่งต่างๆจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีค่าของความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำแหน่งและวันที่ต่างกันนั้น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ณ เวลาต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปัจจัยของตำแหน่งและเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และจำนวนคนในอาคาร ณ พระวิหารวัดมงคลบพิตร



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและช่วงจำนวนคนในอาคาร



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และช่วงจำนวนคนในอาคาร

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์และการวิเคราะห์ถดถอยและผลการวิเคราะห์พบว่า ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและจำนวนคนในอาคาร มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงตามสมการ

$$\text{Temp} = 29.4 + 0.001 \text{ visitor}$$

โดยมีค่า R^2 เป็น 3 % ซึ่งหมายถึง จำนวนคนมีผลกับอุณหภูมิ ในระดับ 3 % ซึ่งถือเป็นค่าที่น้อยนั่นหมายถึงมีปัจจัยอื่นเข้ามามีอิทธิพลมากกว่าถึง 97 % ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่าพระวิหารวัดมงคลพิตรนั้นมีประตูขนาดใหญ่เปิดทุกด้านจึงน่าจะเป็นเหตุผลประการหนึ่งที่ทำให้จำนวนคนมีอิทธิพลน้อยกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับจำนวนคนก็มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงตามสมการ

$$\text{RH\%} = 69.3 - 0.01 \text{ visitor}$$

โดยมีค่า R^2 เป็น 1.1 % ซึ่งหมายถึง จำนวนคนมีผลกับความชื้นสัมพัทธ์ ในระดับต่ำเช่นกัน

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความผันแปรของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับจำนวนคนทั้งหมดภายในอาคาร ณ ช่วงเวลาใดๆ ในอาคารโบราณสถานทั้ง 3 พบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง ผลจากการวิเคราะห์ความถดถอยพบว่า จำนวนคนมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงที่มีจำนวนผู้เข้าภายในอาคารจำนวนมาก ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขณะดังกล่าวมีค่าลดลง เพราะเมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นจะทำให้อากาศขยายตัว จึงสามารถรับมวลไอน้ำได้มากขึ้น ดังนั้นเมื่อจำนวนคนในอาคารออกจากอาคารทั้งหมดในเวลาปิดให้เข้าชม อุณหภูมิอากาศภายในลดลงรวดเร็ว ปริมาณความชื้นที่มีอยู่มีโอกาสดูดซับไอน้ำได้มากในช่วงเวลาค่ำโดยเฉพาะบริเวณพื้นผิวโลหะซึ่งมีการลดลงของอุณหภูมิได้เร็ว จึงอาจเป็นเหตุให้โลหะที่ประกอบเป็นองค์พระพุทธรูปสำคัญที่ประดิษฐานอยู่ภายในเกิดการผุกร่อนได้ง่ายขึ้น

(Manabe and Wetherald 1967) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาพบว่า จำนวนคนมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ระดับ R^2 ระหว่าง 4 % -5 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความผันแปรของอุณหภูมิและหลักนั้นเกิดจากปัจจัยอื่นๆ ทางสิ่งแวดล้อมเช่น ที่ตั้งอาคาร ความห่างไกลแหล่งน้ำ และรูปแบบการระบายอากาศของอาคาร

ในอาคารวิหารพระมงคลบพิตร แสดงค่า R^2 ต่ำที่สุดในทั้ง 3 อาคาร เมื่อพิจารณาจากสภาพแวดล้อมพบว่าอาคารพระวิหารตั้งอยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำและรูปแบบอาคารสูงโปร่งมีการระบายอากาศดี เมื่อพิจารณาในอาคาร พระวิหารวัดพนัญเชิงและพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ นั้นโดยตำแหน่งที่ตั้งจะอยู่ใกล้แหล่งน้ำ กล่าวคือพระวิหารวัดพนัญเชิงตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำขนาดใหญ่คือบริเวณแม่น้ำป่าสักและแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ ตั้งอยู่ไม่ไกลจากริมฝั่งแม่น้ำลพบุรีสายเก่า เป็นปัจจัยให้อาคารทั้งสองแห่งนี้มีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิหารพระมงคลบพิตร อย่างไรก็ตามอิทธิพลของนักท่องเที่ยวผู้เข้าเยี่ยมชมภายในอาคารส่งอิทธิพลชัดเจนมากในอาคาร พระวิหารวัดพนัญเชิงและพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเข้าใช้อาคารคือ ในอาคารทั้งสองนี้มีจำนวนนักท่องเที่ยวจำนวนมากและนักท่องเที่ยวมักอยู่ภายในอาคารเป็นระยะเวลานานกว่าในวิหารพระมงคลบพิตร

ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณของนักท่องเที่ยวสามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในอาคารทั้ง 3 แห่ง โดยเฉพาะการเข้าใช้ภายในอาคารครั้งละมากๆ สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ เป็นที่น่าสังเกตว่าหากในอาคารที่มีการระบายอากาศดี การเพิ่มของจำนวนคนภายในอาคารย่อมมีอิทธิพลน้อย เช่น ในวิหารพระมงคลบพิตร ภายในมีการระบายอากาศค่อนข้างดี ซึ่งแตกต่างจากพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ พระวิหารวัดพนัญเชิง ที่มีลักษณะค่อนข้างอับทึบ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและข้อสรุปที่ได้สามารถเสนอแนะการดูแลอาคารทั้งสามได้ดังต่อไปนี้

1. เมื่อได้ทราบค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยแล้วสามารถนำไปใช้พิจารณาเลือกวัสดุต่างๆ เช่น สีและโลหะที่จะนำมาทำการบูรณะภายในอาคารให้มีความเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น และสามารถต่อยอดผลการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบเดือนและรอบปีของอาคารโบราณสถานที่มีคุณค่าอื่นๆ

2. จากการศึกษพบว่าองค์พระประธานวัดหน้าพระเมรุเป็นตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดภายในพระอุโบสถคือเฉลี่ย 28.03 องศาเซลเซียส ดังนั้นจากความสัมพันธ์จึงทำให้เป็นจุดที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากโดยมีค่าเฉลี่ยถึง 73.62% ดังนั้นจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกิน 70% จะก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของโบราณวัตถุ (นวลลักษณ์ วีสันตชาติ 2553) ได้ง่ายจึงควรหาแนวทางในการดูแลที่เหมาะสมต่อไป

3. แม้จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในพระวิหารและพระอุโบสถต่างๆจะมีอิทธิพลบ้างกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น จึงกล่าวได้ว่าอาคารต่างๆ นั้นจะสามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้มากโดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายมากนัก แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือปัญหาด้านอื่นๆ เช่นการเกิดขยะมูลฝอยจากการท่องเที่ยว (เจษฎานันท์ เวียงนันท และคณะ 2561) ความเบียดเสียดแออัด อาจทำให้เกิดการเสียดีสี กับองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมต่างๆ ภายในจนเกิดความเสียหายได้ จึงควรกำหนดจำนวนนักท่องเที่ยวที่จะเข้าชมภายในอาคารให้มีจำนวนที่เหมาะสม โดยเฉพาะในช่วงวันหยุดเทศกาลและฤดูการท่องเที่ยวตามเทศกาลที่สำคัญจึงควรเน้นเป็นพิเศษ และการสร้างองค์ความรู้ในด้านการอนุรักษ์แก่ประชาชนทั่วไปให้มีความตระหนักในการเข้าชมโดยการจัด

ประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ย่อมเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่จะช่วยรักษามรดกทางวัฒนธรรมไว้ให้คงอยู่ (Alhemoud 1996)

เอกสารอ้างอิง

- เจษฎานันท์ เวียงนนท์ ธีเรศ ศรีสถิต และ อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์ (2561). ทศนคติของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีต่อการจัดการขยะของแหล่งท่องเที่ยวบนพื้นที่สูง กรณีศึกษาอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน. **วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ**, 11(2), 101-109.
- ธีระพงษ์ จงพหิณ นิสา พัทธวีไล วีระวัฒน์ อุ่นเสนาหา และอนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์. (2561). รูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่น: VRU Research and Development **Journal Humanities and Social Science**, 13(1).
- ประกาศ เรื่องยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561 - 2580) พ.ศ. 2561. (2561, 30 ตุลาคม). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 135 ตอนที่ 82 ก. หน้า 1-73.
- นวลลักษณ์ วัสนันตชาติ. (2553). การเสื่อมสภาพของพระพุทธรูปอันเนื่องมาจากเกลือกรณีศึกษา: พระพุทธรูปในพระอุโบสถหลังเดิมวัดอินทารามวรวิหาร กทม. **NAJUA Architecture, Design and Built Environment**, 24, 205-205.
- อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์. (2554). ความผันแปรของการสะสมความชื้นในผนังอาคารโบราณสถานบางแห่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Alhemoud, A. M., & Armstrong, E. G. (1996). Image of tourism attractions in Kuwait. **Journal of travel Research**, 34(4), 76-80.
- Eccles, G. & J. Costa (1996) Perspectives on tourism development. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, 8, 44-51.
- Grinzato, E., P. Bison & S. Marinetti (2002) Monitoring of ancient buildings by the thermal method. **Journal of Cultural Heritage**, 3, 21-29.
- Manabe, S. & R. T. Wetherald (1967) Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity. **Journal of the Atmospheric Sciences**, 24, 241-259.
- Nas, P. M., H. P. Talal, H. M. Claessen, R. Handler, R. Kurin, K. Olwig, L. Sears & P. M. Nas (2002) Masterpieces of oral and intangible culture: Reflections on the UNESCO World Heritage List. **Current Anthropology**, 43, 139-148.
- Newman, T. P. (2017) Tracking the release of IPCC AR5 on Twitter: Users, comments, and sources following the release of the Working Group I Summary for Policymakers. **Public Understanding of Science**, 26, 815-825.
- Roels, S., Carmeliet, J., Hens, H., Adan, O., Brocken, H., Cerny, R., & Peil, L. (2004). A comparison of different techniques to quantify moisture content profiles in porous building materials. **Journal of Thermal Envelope and Building Science**, 27(4), 261-276.