

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น จากแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม กรณีศึกษา วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร Carbon Footprint Assessment of Solid Waste Management Occurring from Cultural Tourism Sites: Case Study Phramahathat Woramahawihan Temple

สุชานุช ชูสุวรรณ, ศิริอุมา เจาะจิตต์ และ วาริท เจาะจิตต์

หลักสูตรเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพ สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

Suchanuch Chusuwan, Siriuma Jawjit and Warit Jawjit

Environmental, Safety Technology and Health Program School of Public Health,
Walailak University

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมหลักในการสร้างรายได้แก่ประเทศไทย แต่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา โดยเฉพาะปัญหาการจัดการขยะ เช่นเดียวกับวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่กำลังขยับขึ้นทะเบียนเป็นแหล่งมรดกโลก ซึ่งมีเกณฑ์ของการบริหารจัดการขยะมูลฝอย เป็นเกณฑ์หนึ่งในการพิจารณา โดยการจัดการขยะมูลฝอยก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์ของการจัดการขยะมูลฝอยและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะตามรูปแบบ Business-to-Consumer (B2C) ซึ่งพิจารณาที่กิจกรรมการเกิดขึ้นของขยะมูลฝอยตลอดจนการกำจัด โดยใช้ข้อมูลเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 มีขอบเขตพื้นที่คือ เขตพื้นที่แกนกลางและเขตพื้นที่แนวกันชนตามแนวทางของการขอขึ้นทะเบียนมรดกโลกของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ผลการศึกษาพบว่าในเขตพื้นที่แกนกลางและเขตพื้นที่แนวกันชนช่วงที่มีเทศกาลประเพณีมีปริมาณขยะเกิดขึ้นเฉลี่ย 155.56 ± 115.36 และ 147.34 ± 46.42 กิโลกรัม/วัน ช่วงที่ไม่มีเทศกาลประเพณีมีปริมาณขยะเกิดขึ้นเฉลี่ย 75.07 ± 39.80 และ 46.01 ± 9.89 กิโลกรัม/วัน องค์ประกอบหลัก คือ เศษอาหาร พลาสติก กระดาษ และแก้ว โดยวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจัดการขยะด้วยการจ้างบริษัทเอกชนในการเก็บรวบรวม และขนส่ง กำจัดขั้นสุดท้ายโดยเทศบาลนครนครศรีธรรมราชด้วยวิธีเทกอง ส่วนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นต่อกิจกรรมบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร 1 วัน พบว่าเขตพื้นที่แกนกลางมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอย เท่ากับ 834.11 และ 401.66 $\text{kgCO}_2\text{-eq}$ ในช่วงที่มีและไม่มีกิจกรรมประเพณี ตามลำดับ ส่วนเขตพื้นที่แนวกันชนมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอย เท่ากับ 900.23 และ 285.84 $\text{kgCO}_2\text{-eq}$ ในช่วงที่มีและไม่มีกิจกรรมประเพณี ตามลำดับ เมื่อแยกตามการจัดการขยะพบว่าขั้นตอนการกำจัดขยะด้วยวิธีการเทกองมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดคิดเป็น 98% ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด

คำสำคัญ : ขยะมูลฝอย, คาร์บอนฟุตพริ้นท์, การจัดการขยะมูลฝอย, แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม

Abstract

Tourism industry is the main industry to generate revenue for Thailand, but often causes environmental problems, especially the problem of waste management. Phra Mahathat Woramahawihan temple, Nakhon Si Thammarat province, registered as a world heritage site, is also facing this problem. Solid waste management is one of the criteria for consideration of World Heritage Site. Greenhouse gases from solid waste management are emitted from waste generation source to waste disposal site. The purpose of this study is to explore the current situation of solid waste management and assess the carbon footprint of solid waste management according to the Business-to-Consumer (B2C) model. The model considers the occurrence of solid waste as well as disposal. data collection, and was carried out from December 2018 to January 2020 in the core zone and the buffer zone, according to the world heritage registration guidelines for Phra Mahathat Woramahawihan temple. The results showed that the average volume of solid waste in the core zone and buffer zone during traditional festivals were 155.56 ± 115.36 and 147.34 ± 46.42 kg per day, respectively. In non-traditional festival, the volume of solid waste was of 775.07 ± 39.80 and 46.01 ± 9.89 kg per day, respectively. The main components were food waste, plastics, paper and glass. Solid waste management was carried out by hiring private companies to collect and transport the waste to open dumping site. The core area had a carbon footprint of solid waste management of 834.11 and 401.66 kgCO₂-eq/day in traditional festivals and non-traditional festival, respectively. The buffer zone area had a carbon footprint of solid waste management of 900.23 and 285.84 kgCO₂-eq in traditional festival and non-traditional festival, respectively. Open dumping had the largest share (98%) in the carbon footprint due to greenhouse gases emission from the dumping site.

Keywords : Solid waste, Carbon footprint, Waste Management, Cultural attractions

Received 25/4/2020 Revised 6/5/2020 Accepted 29/6/2020

บทนำ

การท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมสำคัญที่ทำให้มนุษย์สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านการเรียนรู้ด้วยการเดินทางไปยังสถานที่ที่แตกต่างจากสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยของตนเอง¹ โดยปัจจุบันความเป็นโลกาภิวัตน์ได้ส่งเสริมให้มนุษย์เดินทาง

ท่องเที่ยวทั่วโลกได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้ธุรกิจการท่องเที่ยวขยายตัวสูงขึ้น องค์การการท่องเที่ยวโลก (UNWTO) คาดการณ์ว่า พ.ศ. 2563 จะมีการเดินทางทั่วโลกจำนวน 1.56 พันล้านครั้ง² ซึ่งการเดินทางของนักท่องเที่ยว เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนทางวัฒนธรรม ประเทศไทยเป็นหนึ่งใน

ประเทศที่นำเอาวัฒนธรรมมาเป็นจุดขายในรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม เพื่อดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวชาวอเมริกัน และยุโรปที่มีความสนใจที่จะเรียนรู้วัฒนธรรม มรดกทางประวัติศาสตร์ งานสถาปัตยกรรม รวมทั้งซื้อของที่ระลึกที่เป็นงานหัตถกรรมและงานฝีมือที่เกิดจากภูมิปัญญาของประเทศไทย³ อย่างไรก็ตามการขยายตัวของการท่องเที่ยวควรจัดการควบคู่กับการจัดการทรัพยากรการท่องเที่ยวให้มีประสิทธิภาพ มิเช่นนั้นจะเกิดปัญหาตามมา อาทิ ปัญหาขยะล้นเมือง สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมทั้งเกิดจากการก่อสร้างหรือซ่อมแซมที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอย รวมถึงการจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่มีประสิทธิภาพและขาดงบประมาณในการจัดการ ซึ่งจากรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2560 พบว่าในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาปริมาณขยะมูลฝอยของประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง 14.4% เมื่อเปรียบเทียบกับ พ.ศ. 2551 พบว่ามีปริมาณขยะมูลฝอยประมาณ 23.93 ล้านตัน (คิดเป็นอัตราการเกิดขยะมูลฝอยที่ 1.03 กิโลกรัม/คน/วัน) เพิ่มขึ้นเป็น 27.37 ล้านตัน (คิดเป็นอัตราการเกิดขยะมูลฝอยที่ 1.13 กิโลกรัม/คน/วัน) ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งจังหวัดนครราชสีมามีปัญหาขยะมูลฝอยตกค้างสะสมในสถานที่กำจัดเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ (ปริมาณเท่ากับ 1.13 ล้านตัน)⁴ เช่นเดียวกับพื้นที่เชิงเขาคันที่มีเอกลักษณ์โดดเด่นของย่านชุมชนเก่ามีเศรษฐกิจดีขึ้นจากการท่องเที่ยว แต่สิ่งแวดล้อมกลับเสื่อมโทรมเนื่องจากขาดการวางแผน มาตรการการจัดการอย่างเป็นระบบโดยเฉพาะระบบการจัดการขยะมูลฝอยในสถานที่ท่องเที่ยว⁵ ส่วนกรณีของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญทางศาสนาและประวัติศาสตร์ทางโบราณคดี โดยปัจจุบันวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารกำลังจะขอขึ้นทะเบียนเป็นแหล่งมรดกโลก⁶ เนื่องจากอยู่ในเกณฑ์การขึ้นทะเบียนเรื่องความโดดเด่นของอาคารหรือสถา-

ปัตยกรรม การแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาที่สำคัญในประวัติศาสตร์ ซึ่งเกณฑ์ของการบริหารจัดการขยะมูลฝอย เพื่อบริหารจัดการขยะมูลฝอยของนักท่องเที่ยวในอนาคต เป็นเกณฑ์ดำเนินงานหนึ่งในการพิจารณาการขอขึ้นทะเบียนมรดกโลกของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร เรื่อง การปกป้องคุ้มครองและการบริหารจัดการ (Protection and Management) เพื่อคงคุณค่าโดดเด่นอันเป็นสากล (Outstanding Universal Value)⁷ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารด้วยการใช้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์(Carbon Footprint: CF) ตามรูปแบบ Business-to-Consumer (B2C) ซึ่งพิจารณาที่กิจกรรมการเกิดขึ้นของขยะมูลฝอยตลอดจนการจัด เพื่อให้ทราบว่าการใดมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุด เพื่อลดความเสี่ยงต่อการถูกถอดถอนจากการเป็นมรดกโลกเนื่องจากปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยรวมถึงใช้เป็นทางเลือกในการตัดสินใจการวางแผนการจัดการขยะของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร เพื่อไม่ให้มีปัญหาเรื่องความสะอาด ขาดความสวยงาม และเสี่ยงต่อการถูกถอดถอนจากการเป็นมรดกโลก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสถานการณ์ของการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณพื้นที่วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร
2. เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint: CF) ของการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากบริเวณพื้นที่วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร

วิธีดำเนินการวิจัย

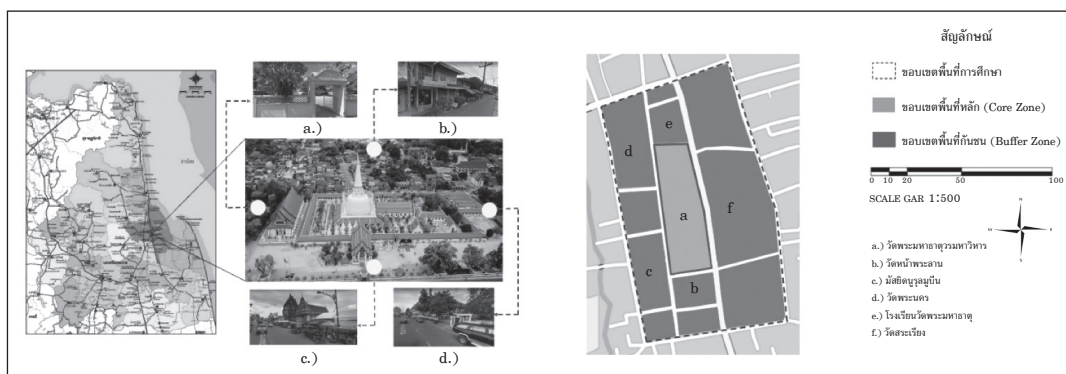
โครงการวิจัยนี้ได้รับการรองรับจากคณะกรรมการการวิจัยในมนุษย์ เลขที่เอกสารรับรอง WUEC-19-212-01

1. พื้นที่ที่ทำการศึกษา ตั้งแต่แหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอย บริเวณพระมหาธาตุวรมหาวิหาร

จังหวัดนครศรีธรรมราช แบ่งออกเป็น 2 เขตพื้นที่ตามแนวทางของการขอขึ้นทะเบียนมรดกโลก ได้แก่ เขตพื้นที่แกนกลาง (Core Zone) ซึ่งทิศเหนือ ติดต่อกับโรงเรียนวัดพระมหาธาตุ (d) ทิศใต้ติดต่อกับถนนพระลาน (a) ทิศตะวันออกติดต่อกับถนนราชดำเนิน (c) ทิศตะวันตกติดต่อกับถนนพระบรมธาตุและชุมชนที่เกี่ยวข้อง (b) และเขตพื้นที่กันชนหรือปริมาตร (Buffer Zone) เส้นทางกำปั่นและสถานที่กำจัด บริเวณสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 (ทุ่งท่าลาด) จังหวัดนครศรีธรรมราช

ทั้งสิ้น จำนวน 233 ถึง

กลุ่มตัวอย่างใช้การเทียบกับตารางกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิจัยของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan) ได้กลุ่มตัวอย่าง คือ เขตพื้นที่แกนกลาง จำนวน 44 ถึง เขตพื้นที่กันชน จำนวน 73 ถึง ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ สุ่มเก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยในบริเวณที่มีการดำเนินกิจกรรมต่างกัน เนื่องจากกิจกรรมที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อปริมาณและชนิดของขยะมูลฝอย



รูปที่ 1 แสดงขอบเขตวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร เขตพื้นที่แกนกลางและเขตพื้นที่กันชน

2. ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะประเมินตามหลักการขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก โดยทำการศึกษาดังแต่แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยตลอดจนวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นรูปแบบ Business-to-Consumer (B2C) หรือ Cradle to Grave โดยจุดกำเนิด (Cradle) พิจารณาที่กิจกรรมการเกิดขึ้นของขยะมูลฝอยตลอดจนจุดสิ้นสุด (Grave) การกำจัดหรือการรีไซเคิล ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยไม่ได้อยู่ในขอบเขตพื้นที่ศึกษา แต่อยู่ในขอบเขตด้านเนื้อหา

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ จำนวนถังขยะมูลฝอยที่ให้บริการทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา แบ่งออกเป็นเขตพื้นที่แกนกลาง จำนวน 51 ถึง และเขตพื้นที่กันชน จำนวน 91 ถึง รวมประชากรที่ใช้ในการศึกษา

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและกลุ่มตัวอย่างเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระบบการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ตั้งแต่แหล่งกำเนิดตลอดจนการกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจและสัมภาษณ์จากเจ้าหน้าที่ของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารและเจ้าหน้าที่ทางเทศบาลนครนครศรีธรรมราช และข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารการจัดการขยะของเทศบาลนครนครศรีธรรมราช ค่าแฟกเตอร์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอย (กิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมด) ใช้ทั้งข้อมูลปฐมภูมิ (ปริมาณขยะมูลฝอย จำนวนนักท่องเที่ยว เส้นทางและระยะทางการขนส่งขยะมูลฝอย) และทุติยภูมิ (ค่าแฟกเตอร์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก) ในการคำนวณร่วมกัน

การเก็บข้อมูลปริมาณขยะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่

1. ช่วงเวลาที่มีงานเทศกาล ประเพณีสำคัญทางศาสนา ซึ่งครอบคลุมเทศกาลวันขึ้นปีใหม่ วันมาฆบูชา และวันสงกรานต์ เก็บข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563

2. ช่วงเวลาปกติที่ไม่อยู่ในช่วงเทศกาล ประเพณีสำคัญทางศาสนา เก็บตัวอย่างขยะด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบ Quartering โดยจะสุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร มาคลุกเคล้าให้รวมเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อให้ลักษณะของขยะมูลฝอยเหมือนกันทุกส่วน แล้วแบ่งขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน เลือก 2 ส่วนจาก 4 ส่วน ที่อยู่ตรงข้ามกันมากองรวมแล้วผสมคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทำ Quartering อีกหลายๆ ครั้ง จนเหลือขยะมูลฝอยประมาณ 50-100 ลิตร จึงนำขยะมูลฝอยไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ต่อไป^๘

4. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

4.1 แบบบันทึกข้อมูลในการสำรวจศึกษาปริมาณ องค์ประกอบและอัตราการเกิดของขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร

4.2 แบบสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ภายในวัด

พระมหาธาตุวรมหาวิหาร

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผ่านการตรวจสอบคุณภาพ โดยมีค่า Index of Objective Congruence (IOC) เท่ากับ 0.9

5. การวิเคราะห์ข้อมูล จะแบ่งตามลักษณะของการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.1 ปริมาณ องค์ประกอบและอัตรา การเกิดของขยะมูลฝอย ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ คำนวณได้จากสมการ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ($\text{kgCO}_2\text{-eq}$) = ปริมาณขยะมูลฝอยของกิจกรรม \times ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($\text{kgCO}_2\text{-eq/หน่วยกิจกรรม}$)

โดยค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จะใช้ฐานข้อมูลขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก^๙ เป็นหลัก ดังสรุปในตารางที่ 1 และกำหนดให้ Functional unit คือ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร 1 วัน

ตารางที่ 1 ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

กิจกรรม	ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย
การคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชน	0.0096	kg.
ปุ๋ยหมักอินทรีย์ จากการจัดการมูลฝอยสด	0.2552	kg.
การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการเทกอง	0.5000	kg.
รถบรรทุกขยะ 6 ล้อ วิ่งปกติ 0% Loading	0.4923	km.
รถบรรทุกขยะ 6 ล้อ วิ่งปกติ 50% Loading	0.0840	tkm.

หมายเหตุ : รถบรรทุกขยะ 6 ล้อ วิ่งปกติ 0% Loading ใช้ในกรณีของการนำรถกลับไปจอดเมื่อทำการขนส่งเสร็จ

รถบรรทุกขยะ 6 ล้อ วิ่งปกติ 50% Loading ใช้ในกรณีของการขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด เนื่องจากในการขนส่งแต่ละรอบจะบรรทุกขยะมูลฝอยไม่ถึง 100% Loading

ผลการศึกษา

1. ลักษณะทั่วไปและกิจกรรมที่เกิดขึ้นบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร

วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ตั้งอยู่ถนนราชดำเนิน ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ประมาณ 34.43 ไร่ เป็นสถานที่ที่ชาวนครศรีธรรมราชให้ความเคารพนับถือ ซึ่งกิจกรรมที่ชาวนครฯ ถือปฏิบัติสืบต่อกันมามีความหลากหลายตามประเพณี อาทิ ช่วงเทศกาลปีใหม่มีกิจกรรมสวดมนต์ข้ามปี รุ่งข้ามปี บุญปีใหม่ที่ทานไฟ ทำบุญตักบาตร วันมาฆบูชา มีกิจกรรมการกวนข้าวยาคุ ผลิตผ้าพระบฏ แห่ผ้าพระบฏ และช่วงเทศกาลสงกรานต์มีกิจกรรมสรงน้ำพระพุทธรูปศักดิ์ ก่อเจดีย์ทราย อาบน้ำคนแก่ ส่วนช่วงที่ไม่มีกิจกรรมประเพณีก็ยังคมนักท่องเที่ยวเข้ามาการสักการะบูชา โบราณสถานและกราบไหว้ขอพร “พระกัจจายนะ” เพื่อขอบุตร เป็นต้น โดยพื้นที่ศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 เขตพื้นที่ คือ เขตพื้นที่แกนกลาง และเขตพื้นที่กันชน ตามเกณฑ์การขึ้นทะเบียนเป็นแหล่งมรดกโลก โดยจำนวนนักท่องเที่ยวในช่วงที่มีเทศกาลประเพณี กับช่วงที่ไม่มีเทศกาลประเพณีมีความแตกต่างกัน ซึ่งจากสถิติจำนวนนักท่องเที่ยวที่มาเยี่ยมชมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารในช่วงปี พ.ศ. 2559 ถึง พ.ศ. 2562 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24,802 คน/ปี

2. แหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยต่อจำนวนนักท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร

วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร มีจุดที่ให้บริการเช่าพระหรือบูชาพระเครื่อง เครื่องเงิน เครื่องประดับ ทำจากเงิน ร้านขายของที่ระลึก ร้านยาหอมหรือยาตามสมุนไพร รวมถึงร้านขนม เครื่องดื่ม และร้านอาหารที่มีไว้บริการสำหรับนักท่องเที่ยว กิจกรรมดังกล่าวก่อให้เกิดขยะมูลฝอยภายในบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร อาทิ การประกอบอาหารของแม่ค้า การจำหน่ายอาหาร เครื่องดื่ม การใช้ชีวิตประจำวันของครัวเรือน การจำหน่ายอาหารของ

พระสงฆ์ การสักการะโบราณสถาน การนำขยะไปทำปุ๋ย การคัดแยกและกำจัดขยะมูลฝอย การขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัด

3. ปริมาณ องค์ประกอบ และอัตราการเกิดขึ้นของขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร

จากการศึกษาพบว่าช่วงที่มีเทศกาลประเพณีจะมีกิจกรรมของนักท่องเที่ยวมากกว่าปกติ โดยเขตพื้นที่แกนกลางและเขตพื้นที่แนวกันชนมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 155.56 ± 115.36 และ 147.34 ± 46.42 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ส่วนช่วงที่ไม่มีเทศกาลประเพณีมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 75.07 ± 39.80 และ 46.01 ± 9.89 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาอัตราการเกิดของขยะมูลฝอยใน 2 ช่วง พบว่าเขตพื้นที่แกนกลางมีอัตราการเกิดขึ้นของขยะมูลฝอยเท่ากับ 2.25 และ 1.09 กิโลกรัม/คน/วัน ในช่วงที่มีและไม่มีเทศกาลประเพณี ตามลำดับ ส่วนเขตพื้นที่แนวกันชนมีอัตราการเกิดขึ้นของขยะมูลฝอยเท่ากับ 0.12 และ 0.04 กิโลกรัม/คน/วัน ในช่วงที่มีและไม่มีเทศกาลประเพณี

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณขยะพบว่า บริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารมีปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องทำการกำจัดสูงสุดประมาณวันละ 400.61 ± 40.56 กิโลกรัม ซึ่งเป็นช่วงเทศกาลปีใหม่ ที่มีกิจกรรมงานสวดมนต์ข้ามปี บูชาพระบรมธาตุ และวิ่งข้ามปีราตรีเมืองนคร

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร พบว่าช่วงที่มีและไม่มีเทศกาลประเพณีมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 3) ได้แก่ เศษอาหาร 56.75% พลาสติก 19.19% กระดาษ 12.53% และแก้ว 4.53% เมื่อเปรียบเทียบขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารใน 2 เขตพื้นที่พบว่า เขตพื้นที่กันชนในช่วงที่มีเทศกาลประเพณีมีสัดส่วนมากที่สุด เนื่องจากพื้นที่กันชนมีกิจกรรมการประกอบอาหารของแม่ค้า การจำหน่ายอาหาร เครื่องดื่มมากกว่าเขตพื้นที่แกนกลาง ซึ่งกิจกรรม

ตารางที่ 2 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารในเขตพื้นที่แกนกลางและเขตพื้นที่กันชน

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นใน 1 วัน (กิโลกรัม/วัน)			
	เขตพื้นที่แกนกลาง (Core Zone)		เขตพื้นที่กันชน (Buffer Zone)	
	มีเทศกาลประเพณี	ไม่มีเทศกาลประเพณี	มีเทศกาลประเพณี	ไม่มีเทศกาลประเพณี
1	400.61	134.57	165.88	54.38
2	247.28	76.79	183.09	36.09
3	185.54	55.02	148.08	31.24
4	174.26	83.94	125.22	57.94
5	137.31	118.32	137.24	45.66
6	103.91	52.35	48.15	38.71
7	39.98	51.56	129.82	50.88
8	41.43	99.54	178.97	58.28
9	69.77	3.57	209.60	40.89
MEAN ± S.D.	155.56 ± 115.36	75.07 ± 39.80	147.34 ± 46.42	46.01 ± 9.89

หมายเหตุ: เก็บในช่วงวันปีใหม่ วันมาฆบูชา วันสงกรานต์

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ในเขตพื้นที่แกนกลาง (Core Zone) และเขตพื้นที่กันชน (Buffer Zone) ช่วงที่มีเทศกาลประเพณีและไม่มีเทศกาลประเพณี

ประเภท ขยะมูลฝอย	เขตพื้นที่แกนกลาง (CORE ZONE)				เขตพื้นที่กันชน (BUFFER ZONE)			
	มีเทศกาลประเพณี		ไม่มีเทศกาลประเพณี		มีเทศกาลประเพณี		ไม่มีเทศกาลประเพณี	
	Mean ± S.D.	%	Mean ± S.D.	%	Mean ± S.D.	%	Mean ± S.D.	%
1. เศษอาหาร	51.97 ± 59.29	49.59	27.24 ± 23.06	54.43	75.29 ± 60.67	72.16	12.59 ± 8.73	35.74
2. พลาสติก	28.95 ± 38.78	27.62	6.82 ± 6.51	13.63	12.80 ± 8.98	12.26	7.93 ± 2.38	22.52
3. กระดาษ	10.16 ± 5.67	9.70	8.71 ± 7.36	17.41	9.57 ± 3.17	9.17	8.45 ± 3.89	23.98
4. แก้ว	3.68 ± 6.42	3.51	3.30 ± 6.41	6.60	3.85 ± 4.52	3.69	2.52 ± 2.80	7.16
5. ไม้	1.20 ± 2.42	1.14	0	0	0	0	0	0
6. เศษผ้า	3.99 ± 10.53	3.81	0	0	2.11 ± 2.54	2.02	2.30 ± 1.56	6.54
7. รูป	1.48 ± 2.95	1.41	0.66 ± 1.99	1.33	0	0	0	0
8. เทียน	2.50 ± 6.00	2.39	1.54 ± 2.53	3.08	0	0	0	0
9. กระป๋อง	0.20 ± 0.60	0.19	1.77 ± 3.24	3.54	0.73 ± 1.55	0.70	1.36 ± 1.10	3.85
10. กล่องโฟม	0.68 ± 1.36	0.65	0	0	0	0	0.08 ± 0.23	0.22

ดังกล่าวเป็นกิจกรรมหลักที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร ส่วนพลาสติกจะพบมากที่สุด ในเขตพื้นที่แกนกลางช่วงที่มีเทศกาลประเพณี ซึ่งเป็นเทศกาลปีใหม่ที่มีกิจกรรมงานสวดมนต์ข้ามปี บูชาพระบรมธาตุ และวิ่งข้ามปีราตรีเมืองนคร โดยกิจกรรมวิ่งข้ามปีเป็นกิจกรรมหลักที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยประเภทพลาสติก เนื่องจากมีการแจกเครื่องดื่มให้แก่ผู้วิ่ง

4. การจัดการขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร

จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ในวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร พบว่ามีการจ้างบริษัทเอกชนในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั้งหมด 10 คน ซึ่งปฏิบัติงานครอบคลุมทั้งพื้นที่การสักการะบูชา สถานที่จำหน่ายสินค้าที่ระลึก ลานจอดรถ และกุฏิพระสงฆ์ (เขตพื้นที่แกนกลาง) และจากการสำรวจข้อมูลภาชนะรองรับขยะมูลฝอยพบว่า มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอย 3 ประเภท ได้แก่ ถังขยะเหยียบขนาด 18 ลิตร จำนวน 16 ถัง ถังไม้บรรจุถุงดำขนาด 36 x 45 นิ้ว บรรจุได้ประมาณ 180 ลิตร จำนวน 32 ถัง และถังพลาสติกแบบมีฝาปิดขนาด 200 ลิตร จำนวน 3 ถัง โดยจะมีการวางถังเพิ่มเติม 20 จุด ในช่วงที่มีงานประเพณี ซึ่งก่อนเจ้าหน้าที่จะเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจะมีการคัดแยกขยะออกไป 20% โดยบุคคลภายนอกซึ่งประกอบอาชีพรับซื้อของเก่า และการเก็บรวบรวมเจ้าหน้าที่ จะทำการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยตลอดทั้งวัน โดยจะรวบรวมพวกเศษใบไม้ไปทำปุ๋ย 30% ส่วนที่เหลืออีก 50% จะรวบรวมไปยังจุดเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยบริเวณหลังวัดเพื่อให้เจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครนครศรีธรรมราชขนส่งไปยังสถานที่กำจัด โดยระหว่างการขนส่งจะมีการคัดแยกขยะที่ทำยรตประมาณ 10% คัดแยกในสถานที่กำจัด 10% และเข้าสู่ระบบกำจัด 25% โดยการขนส่งไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซึ่งระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

ทั้งหมดประมาณ 15.4 กิโลเมตร (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ วันที่ 27 กันยายน 2562)¹⁰ และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่งานรักษาความสะอาดของเทศบาลนครนครศรีธรรมราช พบว่า ทางเทศบาลดำเนินการเก็บขนขยะมูลฝอยเอง โดยมีเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติงานทั้งหมด 12 คน ซึ่งจะปฏิบัติงานครอบคลุมเขตเทศบาลทั้งหมด 5 เขต รวมทั้งบริเวณรอบๆ วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารด้วย (เขตพื้นที่แนวกันชน) และจากการสำรวจข้อมูลภาชนะรองรับขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่แนวกันชน พบว่า มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอย 5 ประเภท ได้แก่ ถังพลาสติก ขนาด 50, 120, 150, 200 ลิตร และถังคอนเทนเนอร์ขนาด 2,000 ลิตร จำนวน 7, 29, 9, 41 และ 5 ถัง ตามลำดับ ส่วนการจัดการขยะมูลฝอยที่ต้นทาง จะทำการคัดแยกขยะมูลฝอยออกไป 30% โดยบุคคลซึ่งประกอบอาชีพค้าของเก่า ส่วนอีก 70% จะเข้าสู่การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยโดยเจ้าหน้าที่ของทางเทศบาลนครนครศรีธรรมราชที่จะทำการเก็บรวบรวมทุกวัน ตั้งแต่เวลา 20.00 น. เป็นต้นไป โดยระหว่างการขนส่งจะมีการคัดแยกขยะที่ทำยรตประมาณ 10% คัดแยกในสถานที่กำจัด 15% และเข้าสู่ระบบกำจัด 45% โดยใช้ยานพาหนะในการขนส่ง 2 ประเภท ได้แก่ รถบรรทุกถังขยะคอนเทนเนอร์ขนาด 15 ตัน และรถบรรทุกขยะแบบอัดท้าย ขนาด 15 ตัน ทำการขนส่งไปยังสถานที่กำจัดโดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน มีระยะทางที่ใช้ในการขนส่งทั้งหมดประมาณ 35.5 กิโลเมตร และทำการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเทกอง ซึ่งจะมีการคัดแยกขยะมูลฝอยในระหว่างการขนส่งและในสถานที่กำจัด

5. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร จะแบ่งแยกตามกระบวนการจัดการขยะมูลฝอย ได้แก่ การคัดแยกขยะมูลฝอย

ที่แหล่งกำเนิด การนำขยะมูลฝอยมาทำปุ๋ย การคัดแยกขยะมูลฝอยทำยรรถเก็บขน การขนส่งขยะมูลฝอย การคัดแยกขยะมูลฝอยในสถานที่กำจัด และการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเทกอง โดยการขนส่งขยะมูลฝอยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ขาไปและขากลับ จากการศึกษาในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 พบว่าการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารในเขตพื้นที่แกนกลางมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร 1 วัน เท่ากับ 834.11 kgCO₂-eq ในช่วงที่มีกิจกรรมประเพณี และเท่ากับ 401.66 kgCO₂-eq ในช่วงที่ไม่มีกิจกรรมประเพณี ส่วน

เขตพื้นที่แนวกันชนมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น 1 วัน เท่ากับ 900.23 kgCO₂-eq ในช่วงที่มีกิจกรรมประเพณี และเท่ากับ 285.84 kgCO₂-eq ในช่วงที่ไม่มีกิจกรรมประเพณี ส่วนกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยที่มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดทั้ง 2 เขตพื้นที่ คือ การกำจัดด้วยการเทกอง เท่ากับ 816.70 และ 892.54 kgCO₂-eq ในช่วงที่มีกิจกรรมประเพณี ส่วนช่วงที่ไม่มีกิจกรรมประเพณีเท่ากับ 394.13 และ 278.70 kgCO₂-eq คิดเป็น 98% ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด รองลงมา คือ การขนส่งขยะมูลฝอย คิดเป็น 0.5-1% และการทำปุ๋ยคิดเป็น 0.95% ซึ่งถือว่ามีส่วนน้อยมาก (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ในเขตพื้นที่แกนกลาง (Core Zone) และเขตพื้นที่กันชน (Buffer Zone)

พื้นที่	ช่วงเวลา	ปริมาณ ขยะ มูลฝอย เฉลี่ย (กิโลกรัม/ วัน)	คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอย (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าขยะมูลฝอย ที่เกิดขึ้นบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร 1 วัน)						รวม
			การ คัดแยก ขยะ มูลฝอย ที่แหล่ง กำเนิด	การ ทำปุ๋ย	การ ขนส่ง ขยะ มูลฝอย	การ คัดแยก ขยะ มูลฝอย ทำยรรถ เก็บขน	การ คัดแยก ขยะ มูลฝอย ในสถานที่ กำจัด	การ กำจัดขยะ มูลฝอยด้วย วิธีการ เทกอง	
เขตพื้นที่แกนกลาง									
(CORE ZONE)	มีกิจกรรมประเพณี	155.56	0.20	7.94	3.52	0.10	5.65	816.70	834.11
	ไม่มีกิจกรรมประเพณี	75.07	0.10	3.83	3.48	0.05	0.07	394.13	401.66
เขตพื้นที่กันชน									
(BUFFER ZONE)	มีกิจกรรมประเพณี	147.34	0.33	-	7.10	0.11	0.16	892.54	900.23
	ไม่มีกิจกรรมประเพณี	46.01	0.10	-	6.96	0.03	0.05	278.70	285.84

อภิปรายผล

จากการศึกษาปริมาณ องค์ประกอบ และ อัตราการเกิดขึ้นของขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารพบว่าบริเวณพื้นที่แกนกลางช่วงที่มีกิจกรรมประเพณีจะมีปริมาณ องค์ประกอบ และอัตราการเกิดขยะมูลฝอยมากที่สุดสอดคล้องกับ จิตรดี มณีไสย์¹¹ กล่าวว่า ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ น้ำตกเจ็ดสาวน้อย ช่วงวันหยุดมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นมากกว่าวันธรรมดา เนื่องจากจำนวนนักท่องเที่ยวในแต่ละช่วงมีความแตกต่างกัน ดังนั้น จะเห็นได้ว่าจำนวนประชากรหรือนักท่องเที่ยวจะส่งผลต่อปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ส่วนองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในแต่ละช่วงฤดูกาลของนักท่องเที่ยวมีองค์ประกอบหลักและสัดส่วนไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากนักท่องเที่ยวนิยมนำอาหารมารับประทานริมน้ำตกทำให้องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบเป็นส่วนใหญ่ คือ เศษอาหาร กล่องบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติกและกระดาษ

จากการศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารพบว่าทางวัดบริหารจัดการด้วยการว่าจ้างบริษัทเอกชนในการดำเนินงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอนุสิษฐ์ บางแสง¹² ทำการศึกษาการจัดการขยะภายในแหล่งท่องเที่ยว พิพิธภัณฑ์เมืองโบราณ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีการจัดการโดยจ้างบริษัทเอกชนในการจัดเก็บขยะทุกถังทุกวัน และขนส่งออกนอกพื้นที่ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานประมาณ 32,000 บาทต่อเดือน

จากการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร พบว่าช่วงที่มีกิจกรรมประเพณีมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร 1 วัน อยู่ในช่วง 834.11-900.23 kgCO₂-eq ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ ลักษณะนารา ขวัญชุม¹³ ทำการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์โรงคัดแยกขยะของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งมีปริมาณ

ขยะมูลฝอยเกิดขึ้นวันละประมาณ 3,940.09 กิโลกรัม แต่มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.85 kg-CO₂-eq ต่อขยะมูลฝอย 1 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร เนื่องจากโรงคัดแยกขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยมหาสารคามและชาวบ้านบริเวณใกล้เคียงร่วมกันคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทอินทรีย์มาทำเป็นปุ๋ย ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องเข้าสู่ระบบกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบลดลง ส่วนกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยที่มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุด คือ การกำจัดด้วยการเทกอง คิดเป็น 98% ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของเทศบาลหนองสำโรง¹⁴ กล่าวว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรประมาณ 90% มาจากการกำจัดขยะมูลฝอยเช่นกัน โดยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่เกิดขึ้นจากการกำจัดด้วยวิธีการเทกอง คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก๊าซมีเทน (CH₄) โดยก๊าซมีเทน (CH₄) จะเกิดจากการย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ซึ่งมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) สูง (25 เท่าเมื่อเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์) เมื่อคิดเป็นค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทำให้มีค่าสูง ดังนั้นหากต้องการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการจัดการขยะมูลฝอยของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ควรให้ความสนใจในการลดปริมาณขยะที่ต้องถูกส่งเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบเทกอง โดยมุ่งเน้นที่การลดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากต้นทาง ซึ่งได้เริ่มมีการทำไปบ้างแล้วบางส่วน ได้แก่ การนำขยะอินทรีย์บางส่วนไปทำปุ๋ยหมัก หากได้มีการลดขยะอินทรีย์ (ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของขยะมูลฝอยกว่า 50%) ที่ต้นทางมากยิ่งขึ้นก็จะเป็นการลดปริมาณขยะมูลฝอยที่นำไปเทกอง นอกจากนั้นการหาวิธีกำจัด

ขยะมูลฝอยด้วยทางเลือกอื่นเช่นการทำเชื้อเพลิง RDF (Refused Derived Fuel) ก็เป็นทางเลือกที่น่าสนใจเนื่องจากมีการดำเนินการสำเร็จแล้ว ในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นๆ อาทิเช่น เทศบาลเมืองทุ่งสง

สรุปผล

จากการศึกษาสถานการณ์ของการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณพื้นที่วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ในเขตพื้นที่แกนกลางและเขตพื้นที่แนวกันชนช่วงที่มีเทศกาลประเพณีมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 155.56 ± 115.36 และ 147.34 ± 46.42 กิโลกรัม/วัน และช่วงที่ไม่มีเทศกาลประเพณีมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 75.07 ± 39.80 และ 46.01 ± 9.89 กิโลกรัม/วัน มีองค์ประกอบหลักของขยะมูลฝอย คือ เศษอาหาร 56.75% พลาสติก 19.19% กระดาษ 12.53% โดยวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารทำการจัดการขยะมูลฝอยด้วยการจ้างบริษัทเอกชนในการดำเนินงานบริเวณวัด และให้ทางเทศบาลนครนครศรีธรรมราชทำการขนส่งและกำจัดด้วยวิธีการเทกองต่อไป

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร เขตพื้นที่แกนกลางมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร 1 วัน เท่ากับ $834.11 \text{ kgCO}_2\text{-eq}$ ในช่วงที่มีกิจกรรมประเพณี และเท่ากับ $401.66 \text{ kgCO}_2\text{-eq}$ ในช่วงที่ไม่มีกิจกรรมประเพณี ส่วนเขตพื้นที่แนวกันชนมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น 1 วัน เท่ากับ $900.23 \text{ kgCO}_2\text{-eq}$ ในช่วงที่มีกิจกรรมประเพณี และเท่ากับ $285.84 \text{ kgCO}_2\text{-eq}$ ในช่วงที่ไม่มีกิจกรรมประเพณี และเมื่อแยกตามกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยพบว่า การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเทกองมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดทั้งในเขตพื้นที่

แกนกลางและเขตพื้นที่แนวกันชน คิดเป็น 98% ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ดังนั้นวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรหาแนวทางร่วมกันในการแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วน ด้วยการปรับเปลี่ยนวิธีการกำจัด เนื่องจากการกำจัดด้วยการเทกอง เพื่อเป็นการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอย

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอยบริเวณวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยเป็นหลัก ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการประเมินคาร์บอนฟุต พริ้นท์เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล และค่าแฟกเตอร์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งและการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเทกองอ้างอิงจากการศึกษาของต่างประเทศ อาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนกับค่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทยบ้าง และเพื่อเป็นการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นจากการจัดการขยะมูลฝอย วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารควรทำการปรับเปลี่ยนขั้นตอนในการจัดการขยะมูลฝอย เนื่องจากการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเทกองเป็นกิจกรรมที่มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุด ดังนั้นหากมีปริมาณขยะมูลฝอยเท่าเดิม แต่มีการปรับเปลี่ยนวิธีการกำจัดก็จะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลดลง ส่วนกรณีที่มีจากการจัดการที่แหล่งกำเนิดด้วยการใช้โครงการ 3Rs และ Zero waste จากการปฏิเสธ ไม่รับพลาสติกประเภทใช้ครั้งเดียวทิ้ง และมีการปรับเปลี่ยนวิธีการกำจัดก็สามารถลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้เช่นกัน ส่วนในอนาคตหากมีการเริ่มใช้โครงการตลาดสีเขียว ด้วยการใช้บรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติในจำหน่ายสินค้า และรณรงค์ให้มีการคัดแยกขยะมูลฝอยได้ 100% รวมถึงการนำขยะมูลฝอยไปใช้ประโยชน์ด้วยการทำ

ปัญหามาก เนื่องจากองค์ประกอบหลักของขยะมูลฝอยที่พบส่วนใหญ่เป็นขยะอินทรีย์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพื่อเป็นการลดขยะมูลฝอยที่จะต้องเข้าสู่ระบบกำจัดซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุด (hotspot) ในระบบการจัดการขยะมูลฝอย

เอกสารอ้างอิง

1. นุชนารถ รัตนสูงศักดิ์. กลยุทธ์การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม. วารสารมนุษยศาสตร์ (1). 2554; 31-50.
2. UNWTO. Tourism 2020 [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 9 มิถุนายน 2562]. แหล่งข้อมูล: <http://www.unwto.org/facts/eng/vision.htm>.
3. กระทรวงวัฒนธรรม. วัฒนธรรม คุณค่าสู่มูลค่า. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2562]. แหล่งข้อมูล: http://www.culture.go.th/culture_th/
4. กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2560. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 21 เมษายน 2562]. แหล่งข้อมูล: http://infofile.pcd.go.th/Waste/Wst20180821_02.pdf
5. มนัสนันท์ จันทรเพ็ง. แนวทางการลดผลกระทบด้านลบจากการพัฒนาการท่องเที่ยวภายในแหล่งท่องเที่ยวทาง วัฒนธรรมประเภทย่านชุมชนเก่า กรณีศึกษา ชุมชนริมน้ำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย. Silpakorn University, 2558; 2.
6. วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร. การขึ้นทะเบียนมรดกโลก.[อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2562]. แหล่งข้อมูล: <http://phra-mahathat-heritage.com/>
7. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). คู่มือการนำเสนอแหล่งมรดกทาง วัฒนธรรมและแหล่งมรดกทางธรรมชาติเป็นแหล่งมรดกโลก. กรุงเทพมหานคร: 2561; อี.ที.พัลลภ: 68-79.
8. United States Environmental Protection Agency: US. EPA. Waste Sampling Draft Technical Guidance. In Planning, Implementation, and Assessment 2002; (Vol. EPA 530/D-02-002 RCRA).
9. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). Emission Factor. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2562]. แหล่งข้อมูล: http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_f2e7bb377d.pdf
10. ประดิษฐ์ ศรีสงคราม. ลักษณะของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเยี่ยมชมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร. [สัมภาษณ์]. [สัมภาษณ์เมื่อ 27 กันยายน 2562].
11. จิตรดี มณีไสย์. การวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเพื่อเป็น แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ น้ำตกเจ็ดสาวน้อย จังหวัดสระบุรี (บัณฑิตวิทยาลัย), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.
12. อนุสิทธิ์ บางแสง. การจัดการขยะภายในแหล่งท่องเที่ยว: กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์เมืองโบราณ จังหวัดสมุทรปราการ. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
13. ลักษณ์นารา ขวัญชุม, ปรีชาติ ยะสาธะโร, เฉลิมชัย บุญสุข. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์โรงคัดแยกขยะของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย, 2561; 14: 680-694
14. เทศบาลหนองสำโรง. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลเมืองหนองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี. [สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2563]. แหล่งข้อมูล: <http://www.nong-samrong.go.th/files/gallerycontent/file-7465.pdf>