

การปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในชุมชน กรณีศึกษา:
ชุมชนในเขตเทศบาลตำบลตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี
The Carbon Footprint Emission of Municipal Waste by Sources
Case Study: Trakanpuetpon Municipality, Ubon Ratchathani Province

นันทพร สุทธิประภา¹ และสุนิดา ทองโท¹

Nanthaporn Sutthiphapa¹ and Sunida thongtho¹

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

¹Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

Received: December 27, 2019

Revised: July 7, 2020

Accepted: July 13, 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อศึกษาปริมาณขยะและประเภทขยะที่เกิดขึ้นตามแหล่งกำเนิดในชุมชน และ (2) เพื่อหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นตามแหล่งกำเนิดในชุมชน วิธีดำเนินการวิจัยจะทำการสุ่มปริมาณขยะจากแต่ละแหล่งกำเนิด ได้แก่ สถานที่ราชการ ร้านค้า บ้านเรือน ตลาด วัด และโรงเรียน จาก 9 ชุมชน รวมทั้งหมด 40 จุด คำนวณหาความหนาแน่นปกติและแยกองค์ประกอบของขยะแต่ละประเภท และวิเคราะห์ข้อมูลใช้สูตรการคำนวณการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และค่าความถี่ ร้อยละ และค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการวิจัยได้ ดังนี้ (1) ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในชุมชน เท่ากับ 164.27 กิโลกรัม/วัน โดยปริมาณขยะตามแหล่งกำเนิดสูงสุด คือ สถานที่ราชการ เท่ากับ 32.80 กิโลกรัม/วัน รองลงมา คือ ร้านค้า บ้านเรือน ตลาด วัด และโรงเรียน เท่ากับ 32.67, 30.51, 29.12, 27.11 และ 12.06 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ (2) ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในชุมชน เท่ากับ 273.856 KgCO₂eq/วัน โดยปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุด คือ ร้านค้า เท่ากับ 67.7280 KgCO₂eq/วัน รองลงมา คือ ตลาด วัด สถานที่ราชการ บ้านเรือน และโรงเรียน เท่ากับ 65.6864, 62.0673, 58.0007, 53.9083 และ 20.3736 KgCO₂eq/วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ขยะ, คาร์บอนฟุตพริ้นท์, ชุมชน

Abstract

The objectives of this research were to: (1) study the amount and type of municipal waste generated by each source and (2) study the carbon footprint of them. Sampling was obtained from offices, shops, houses, markets, temples and schools from 9 municipalities (40 sampling) was conducted. Then, the carbon footprint formula, frequency, percent and Pearson correlation were statistically analyzed. The result has shown that (1) the amount municipal waste is 164.27 kg/day while the offices generate 32.8 kg/day, which is the most waste, and then followed by shops, houses, markets, temples and schools were shown as having waste at 32.67, 30.51, 29.12, 27.11 and 12.06 kg/day, respectively. (2) the amount of carbon footprint by source was 273.856 KgCO₂eq/day, while the most waste generated were by shops with 67.7280 KgCO₂eq/day and then markets, temples, offices, houses and schools as 65.6864, 62.0673, 58.0007, 53.9083 and 20.3736 KgCO₂eq/day, respectively.

Keywords: waste, carbon footprint, community



บทนำ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งส่งผลกระทบต่อโดยตรงหรือโดยอ้อม คือ การตัดไม้ทำลายป่า ปัจจุบันภาวะโลกร้อน ถือเป็นปัญหาใหญ่ที่ได้รับความสนใจจากหลายหน่วยงาน สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนั้นเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุหนึ่งก็คือก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง การขนส่ง การคมนาคม การเกษตร แม้กระทั่งภาคครัวเรือน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้องค์กรต่าง ๆ ในหลายประเทศต้องหันมาให้ความสนใจและช่วยกันแก้ไขจัดการปัญหาระยะยาวที่เกิดขึ้น โดยการออกกฎระเบียบนโยบาย การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ พืชสารเขียวโต การกำหนดภาษีคาร์บอน การกำหนดมาตรการแสดงค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น แต่หนึ่งในวิธีการที่แพร่หลาย และเป็นที่รู้จัก คือ การแสดงข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ หรือที่เรียกว่า “ฉลากคาร์บอน” องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ได้ให้คำจำกัดความของก๊าซเรือนกระจกเอาไว้ 6 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน

(CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) ซึ่งก๊าซเรือนกระจกนั้นสามารถเกิดได้จากกิจกรรมต่าง ๆ ดังนั้นจึงได้พัฒนาแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการที่กำหนดขอบเขตของการดำเนินงานต้องระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กรสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน และประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Thailand Greenhouse Gas management Organization (Public Organization), 2011)

โดยเทศบาลตำบลตระการพืชผลตั้งอยู่ในอำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานีมีหน่วยงานที่ให้บริการและจัดการขยะมูลฝอยเพียงแห่งเดียว คือ เทศบาลตำบลตระการพืชผล ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเทศบาลมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉลี่ยประมาณ 20-25 ตันต่อวัน เทศบาลเก็บขนขยะใช้รถเก็บขน จำนวน 5 คัน เทศบาลตำบลตระการพืชผลยังไม่มีศูนย์การกำจัดขยะมูลฝอยใน

ลักษณะรวมศูนย์ ในปัจจุบันมีการกำจัดขยะมูลฝอยแบบเทกองที่มีการควบคุม โดยใช้รถขุดดินตะขำ รถไถพาร์มแทรกเตอร์ และรถบดอัดดำเนินการ สถานที่กำจัดขยะเทศบาล มีพื้นที่ 37 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ของเทศบาล ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 7 บ้านดอนใหญ่ ตำบลขุหลุ อำเภอดงหลวง จังหวัดอุบลราชธานี ห่างจากชุมชน ประมาณ 3 กิโลเมตร (Trakanpuetpon Municipality, 2014) เทศบาลตำบลตระการพิชผลมีพื้นที่ประมาณ 30 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 3,990 ครัวเรือน มีประชากรทั้งหมด 8,884 คน แยกเป็นชาย 4,344 คน หญิง 4,540 คน สภาพทั่วไปของอำเภอดงหลวงมีพื้นที่เกษตรกรรมเป็นหลัก คือ ทำนา (นาปี) ทำสวน และทำไร่ อาชีพเสริม คือ ทำประมงเลี้ยงสัตว์ และอุตสาหกรรมในครัวเรือน (Trakanpuetpon Municipality, 2014) ปัญหาขยะที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากการเจริญเติบโตของประชากรที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว การประดิษฐ์เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว อัตราการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นเพื่อผลิตเครื่องอุปโภค บริโภค ที่อยู่อาศัย เป็นเหตุให้เศษสิ่งเหลือใช้มีปริมาณมากขึ้นก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นจำนวนมาก (Pollution Control Department, Ministry of Natural Resource and Environment, 2012)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าวและตระหนักถึงความรับผิดชอบของประชาชนในชุมชนจึงได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนก่อนที่จะนำไปรีไซเคิลและฝังกลบต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณขยะและประเภทขยะที่เกิดขึ้นตามแหล่งกำเนิดในชุมชน
2. เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นตามแหล่งกำเนิดในชุมชน

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความหมายและผลกระทบของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน หรือรังสี

อินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากชั้นบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัดเนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวันแล้วค่อย ๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันมีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน และถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ คือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และสารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิสูงสุดในที่ต่าง ๆ สูงขึ้นเป็นผลให้มีจำนวนวันที่อากาศร้อนเพิ่มขึ้น คลื่นความร้อนรุนแรงขึ้น เกิดภัยพิบัติสืบเนื่องจากภูมิอากาศ เช่น พายุ น้ำท่วมอย่างรุนแรง มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังเป็นปัจจัยเสริมให้เกิดโดมความร้อน (urban heat island) ที่รุนแรงขึ้นในเขตเมือง ซึ่งมีสถานะแวดล้อมที่เอื้อต่อการกักเก็บความร้อนอยู่แล้วอีกด้วย ปรากฏการณ์โดมความร้อนนี้เป็นภาวะที่อุณหภูมิในเขตเมืองสูงกว่าเขตรอบนอก ในทุกช่วงเวลาทั้งกลางวัน กลางคืน และทุกฤดูกาล สามารถเกิดได้ในเมืองใหญ่ หรือเมืองที่มีประชากรเพียงประมาณ 10,000 คน ปรากฏการณ์นี้เป็นที่รู้จักมากกว่าร้อยปี และคาดว่าจำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบอาจมากถึงครึ่งหนึ่งของประชากรโลก

ภายในปลายศตวรรษนี้ การเพิ่มสูงของอุณหภูมิเฉลี่ยยังส่งผลให้เกิดความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อทำความเย็นสูงขึ้น ทำให้เกิดการขยายกำลังการผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีผลกระทบต่อเนื่องถึงปัญหาการขาดแคลนน้ำในหน้าแล้งที่จะใช้ผลิตไฟฟ้า และอุปโภคบริโภค (Thailand Greenhouse Gas management Organization (Public Organization), 2011)

ความหมายและความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

1. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกได้ให้ความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณการปล่อยและการดูดกลับของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมดำเนินงานขององค์กรวัดรวมอยู่ในรูปขององค์กร (กิโลกรัม) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ทั้งนี้ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสามารถคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

2. ความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่องทั้งการใช้พลังงาน เกษตรกรรม การพัฒนา และการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่น ๆ ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อนและนับวันปัญหาดังกล่าวก็ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นจากผลกระทบของภาวะโลกร้อนทำให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกตื่นตัวในการดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Thailand Greenhouse Gas management Organization (Public Organization), 2011)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Meesang (2018) ศึกษาเรื่องแนวโน้มองค์ประกอบและปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของตำบลสามพร้าว พบอยู่ที่ 6,991 กิโลกรัม/วัน เฉลี่ยอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อวันอยู่ที่

0.38 กิโลกรัม/คน โดยเฉลี่ยจากจำนวนประชากรในตำบลสามพร้าวทั้งหมด 17,417 คน ปริมาตรของขยะมูลฝอยอยู่ที่ 122 กก./ลบ.ม. จากการคาดการณ์จำนวนประชากรในอีก 5, 10, 15 และ 20 ปี ชำนาญมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยและขยะอินทรีย์คิดเป็นร้อยละ 40 ขยะทั่วไปคิดเป็นร้อยละ 33 และขยะรีไซเคิลคิดเป็นร้อยละ 27 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบ ความหนาแน่นของขยะมูลฝอยในปริมาณ (กก.) ต่อปริมาตรถัง (GL) ตามการจำแนกกลุ่ม (หมู่บ้าน) พบปริมาณขยะแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ.05 การเปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอย โดยจำแนกตามประเภทของขยะ พบขยะอินทรีย์ไม่แตกต่างกับขยะทั่วไปและขยะรีไซเคิลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) การเปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยของกลุ่ม A โดยจำแนกตามประเภทขยะ พบว่า มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 การเปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยของ กลุ่ม B โดยจำแนกตามประเภทขยะ พบว่า มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 การเปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอย ของ กลุ่ม C โดยจำแนกตามประเภทขยะ พบขยะทั่วไปไม่แตกต่างจากขยะรีไซเคิลและขยะอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

Jaitiang, Vorayos and Kiatsiriroat (2013) ศึกษา เรื่อง ศักยภาพด้านพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการ จัดการขยะในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า การจัดการขยะที่เหมาะสม คือ กรณีที่ 5 ประกอบไปด้วย การรีไซเคิล การฝังกลบ การผลิตปุ๋ย/ก๊าซชีวภาพ และการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 โดยขยะ 1 ตัน มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ 179.43 kg ผลิตปุ๋ยหมักได้ 8.23 kg ผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ได้ 297.15 kg ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะสามารถทดแทนพลังงานได้ 1,157.47 MJ และสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ ได้ 213.47 kgCO₂-eq/ตันขยะ

สมมติฐานการวิจัย

ปริมาณขยะมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ฝ้ายาง พลาสติกปูโต๊ะ หรือพื้น สำหรับแยกประเภทขยะ
2. ถังมียาง
3. หน้ากากกันฝุ่นและกลิ่น
4. ถังพลาสติก
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก
6. ปากคืบ
7. พลั่ว
8. เชือก
9. ถังพลาสติก ขนาด 150 ลิตร

การสุ่มตัวอย่างขยะ

1. การเก็บตัวอย่างขยะกระทำโดย สุ่มตัวอย่างขยะจากแหล่งกำเนิด 6 แหล่ง คือ สถานที่ราชการ ร้านค้า บ้านเรือน ตลาด วัด และโรงเรียน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างขยะ 3 วันเป็นตัวแทนของวันในสัปดาห์ (วันทำการและวันหยุด) คือ วันอาทิตย์ (วันหยุด) วันอังคาร (วันทำการ) และวันพฤหัสบดี (วันทำการ) ในแต่ละชุมชน ทั้งหมด 9 ชุมชน คือ หมู่ 1 บ้านขุหลุ, หมู่ 2 บ้านดอนโพน, หมู่ 3 บ้านขุหลุ, หมู่ 4 บ้านขุหลุ, หมู่ 5 บ้านขุหลุ, หมู่ 6 บ้านดอนทับช้าง, หมู่ 7 บ้านดอนใหญ่, หมู่ 8 บ้านคำนามูล และหมู่ 1 บ้านคำเจริญ รวมจุดเก็บตัวอย่างขยะ 40 จุด
2. นำขยะทั้งหมดที่ได้ประมาณ 1-2 ลูกบาศก์เมตร มาเทกองรวมกันบนอุปกรณ์ปูพื้นที่ได้เตรียมไว้ ทำการคลุกเคล้าให้องค์ประกอบต่าง ๆ กระจายกันอย่างทั่วถึง แล้วนำขยะมากองรวมกันแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันมากที่สุด

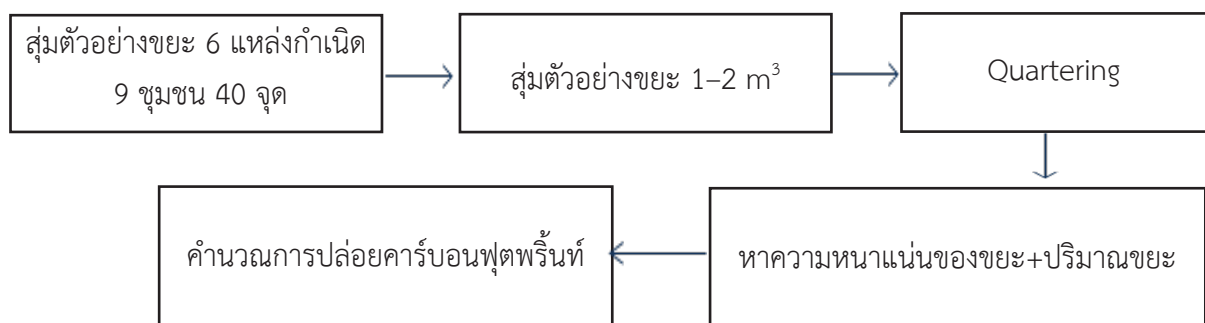
3. กองขยะในลักษณะสมมาตรรูปกรวย แบ่งกองขยะออกเป็น 4 ส่วน (quartering) เลือกสองส่วนที่กองอยู่ตรงข้ามมารวมกัน ส่วนที่เหลือแยกทิ้งไป แล้วคลุกให้เข้ากันอีกครั้ง ให้องค์ประกอบต่าง ๆ กระจายอย่างสม่ำเสมอ ส่วนที่เหลือให้แยกออกและนำกลับไปทิ้ง

การหาค่าความหนาแน่นปกติ

1. ชั่งน้ำหนักถังตวงเปล่า (W1)
2. นำขยะที่ได้จากการ Quartering และผ่านการคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จนเหลือประมาณ 50 ลิตร ใส่ภาชนะตวงขยะ
3. ยกภาชนะตวงขยะสูงจากพื้น 30 เซนติเมตร และปล่อยให้กระแทกกับพื้น 3 ครั้ง หากปริมาณขยะในภาชนะตวงขยะลดลงกว่าระดับที่กำหนดให้เติมขยะลงไปโดยไม่มีการอัดเพิ่ม
4. ชั่งน้ำหนักภาชนะตวงที่มีขยะ (W2)
5. ทดลองหาค่าความหนาแน่นตามวิธีการตามข้อ 1-4 หลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

การหาลักษณะประกอบของขยะ

1. นำตัวอย่างขยะที่ได้จากการ Quartering ชั่งน้ำหนักขยะทั้งหมด
2. คัดแยกขยะแต่ละชนิดแล้วชั่งน้ำหนัก



ภาพ 1 วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สํารวจจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละชุมชน
2. ทำการสุ่มปริมาณขยะ และแยกประเภทขยะตามแหล่งกำเนิดขยะในชุมชน ทั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมขยะในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560
3. นำขยะที่เก็บรวบรวมได้หาความหนาแน่นของขยะ คัดแยกประเภท และคำนวณปริมาณขยะแต่ละประเภท
4. คำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะแต่ละประเภทตามแหล่งกำเนิดขยะในชุมชน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาความหนาแน่น และปริมาณขยะ

- 1) คำนวณ Activity Data โดยหาความหนาแน่นปกติ ดังแสดงในสมการ

$$D = \frac{W2 - W1}{V} \quad (1)$$

โดยที่ D	คือ ความหนาแน่นปกติ
W1	คือ น้ำหนักภาชนะตวงขยะเปล่า
W2	คือ น้ำหนักภาชนะตวงขยะที่มีขยะ
V	คือ ปริมาตรภาชนะตวงขยะ

ตาราง 1

ก๊าซเรือนกระจกและศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	200-450	1
มีเทน (CH ₄)	11	21
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	120	310
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	2-19	140-11,700
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	มากกว่า 1,000	6,500-9,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF ₆)	3,200	23,900

Note: Adapted from “Carbon footprint”, by Thailand greenhouse gas management Organization (Public Organization), 2011, Retrieved from <http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php>.

2) นำ Activity Data มาแปลงให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยคูณเข้ากับ Emission Factor

3) แปลงค่าก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการนำมาคูณเข้ากับค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด

4) แปลงค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากหน่วยกิโลกรัม (kg CO₂eq) ให้เป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าด้วย 1,000 (TCO₂eq) เนื่องจาก 1,000 กิโลกรัมเท่ากับ 1 ตัน

5) การหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะ ดังแสดงในสมการ

$$\text{GHG Emission (CO}_2\text{eq/หน่วย)} = \text{Activity data} \times \text{Emission factor} \quad (2)$$

โดยที่ Activity data เป็นข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ปริมาณขยะ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

Emission factor เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละกิจกรรมใด ๆ

GHG Emission คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมใด ๆ GHG Emission คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมใด ๆ

ตาราง 2

ค่าแสดงศักยภาพ (emission factor) ของขยะแต่ละประเภท

ประเภทขยะ	หน่วย	ค่าแฟกเตอร์
กระดาษ	กิโลกรัม	0.7350
เศษไม้	กิโลกรัม	0.0735
เศษอาหาร	กิโลกรัม	2.5300
ยาง,หนัง	กิโลกรัม	3.1300
ผ้า	กิโลกรัม	2.1100
โฟม	กิโลกรัม	2.2971
แก้ว	กิโลกรัม	1.1870
ถุงพลาสติก	กิโลกรัม	2.3990
ขวดพลาสติก	กิโลกรัม	1.6170
ลังกระดาษ	กิโลกรัม	0.7243
โลหะผสม	กิโลกรัม	1.7600
ผ้าอนามัย	กิโลกรัม	4.0000
อะลูมิเนียม	กิโลกรัม	4.4315
เหล็ก	กิโลกรัม	1.7600
สังกะสี	กิโลกรัม	3.0964

Note: Adapted from “Green Office Manual”, by Department of Environmental Quality Promotion, 2014, Nakhon Pathom: Mahidol University.

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าความถี่ ร้อยละ และค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการวิจัย

ผลการคำนวณค่าความหนาแน่นปกติตามแหล่งกำเนิดของขยะ ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 3 ดังนี้

จากตาราง 3 องค์ประกอบของขยะแต่ละแหล่งกำเนิดโดยหาค่าความหนาแน่นของปริมาณขยะ พบว่า ร้านค้ามีค่าความหนาแน่นมากที่สุด เท่ากับ 4.016 กิโลกรัมต่อลิตร เนื่องจากช่วงที่สุ่มตัวอย่างขยะมีเป็นวันอาทิตย์ของต้นเดือนซึ่งร้านค้ามีการลงสินค้าเพิ่มเติมและทิ้งบรรจุภัณฑ์ หีบห่อในถังขยะซึ่งบางชิ้นมีขนาดใหญ่ รองลงมา คือ บ้านเรือน สถานที่ราชการ วัด ตลาด และโรงเรียน โดยมีค่าความหนาแน่นมากที่สุด เท่ากับ 0.022 0.021 0.020

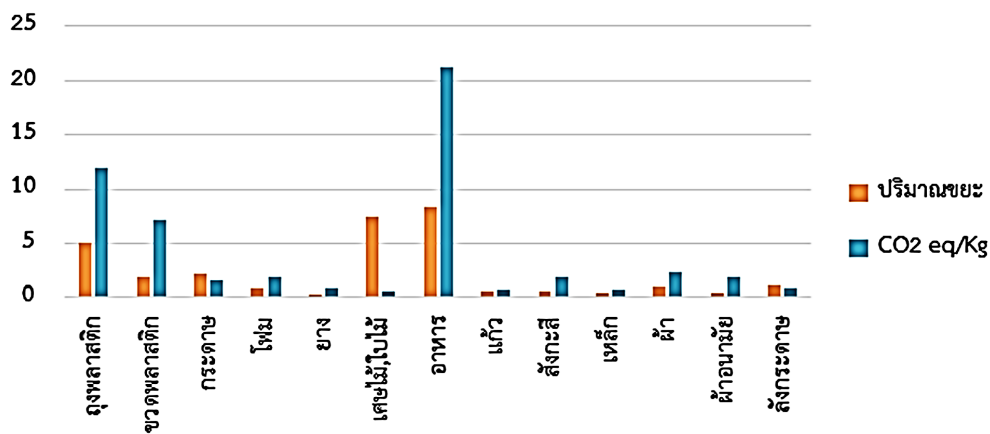
0.019 และ 0.006 กิโลกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ผลการคำนวณปริมาณขยะและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามองค์ประกอบของขยะ ซึ่งแสดงไว้ในภาพ 2-7 ดังนี้ จากภาพ 2 พบว่า ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากบ้านเรือน มีปริมาณขยะสูงสุด คือ เศษอาหาร เท่ากับ 8.40 กิโลกรัม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมา เท่ากับ 21.2520 KgCO₂eq รองลงมา คือ ไม้หรือใบไม้ ถุงพลาสติก กระดาษ ขวดพลาสติก ลังกระดาษ ผ้า โฟม แก้ว สังกะสี ผ้าอนามัย เหล็ก และยาง เท่ากับ 7.40, 5.00, 2.30, 1.90, 1.20, 1.10, 0.81, 0.60, 0.60, 0.50, 0.40 และ 0.30 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมาตามปริมาณขยะ เท่ากับ 0.5439, 11.9950, 1.6905, 7.1630, 0.8692, 2.3210, 1.8607, 0.7122, 1.8578, 2.000, 0.7040 และ 0.9390 KgCO₂eq ตามลำดับ

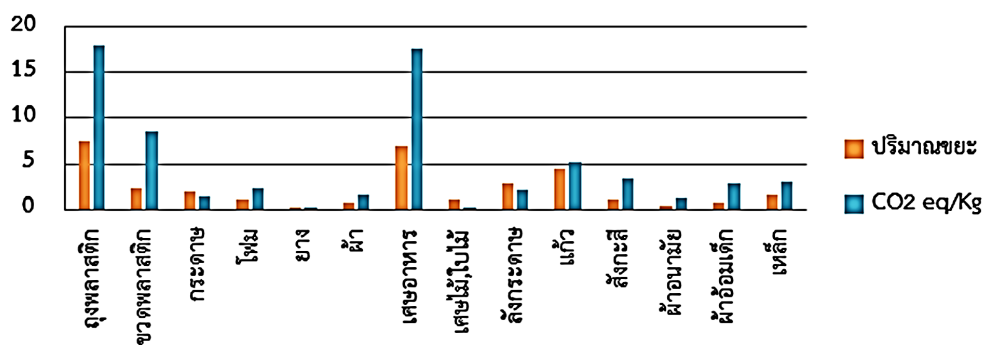
ตาราง 3

ผลการคำนวณค่าความหนาแน่นปกติ

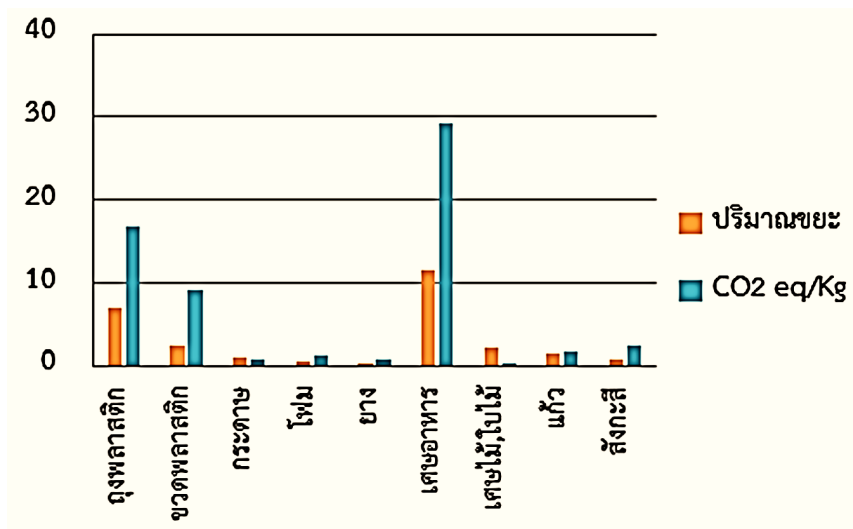
แหล่งกำเนิด	ค่าความหนาแน่นปกติ (กิโลกรัมต่อลิตร)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
บ้านเรือน	0.023	0.022	0.020	0.022
ร้านค้า	11.995	0.020	0.032	4.016
วัด	0.023	0.018	0.020	0.020
โรงเรียน	0.003	0.006	0.009	0.006
ตลาด	0.022	0.016	0.020	0.019
สถานที่ราชการ	0.022	0.018	0.022	0.021



ภาพ 2 การเปรียบเทียบปริมาณขยะและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นจากบ้านเรือน



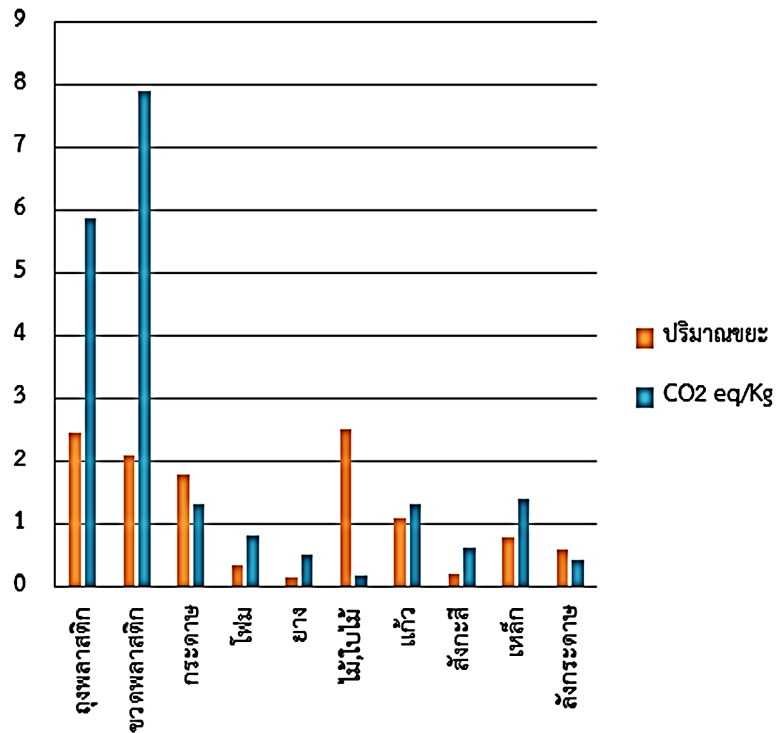
ภาพ 3 การเปรียบเทียบปริมาณขยะและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นจากร้านค้า



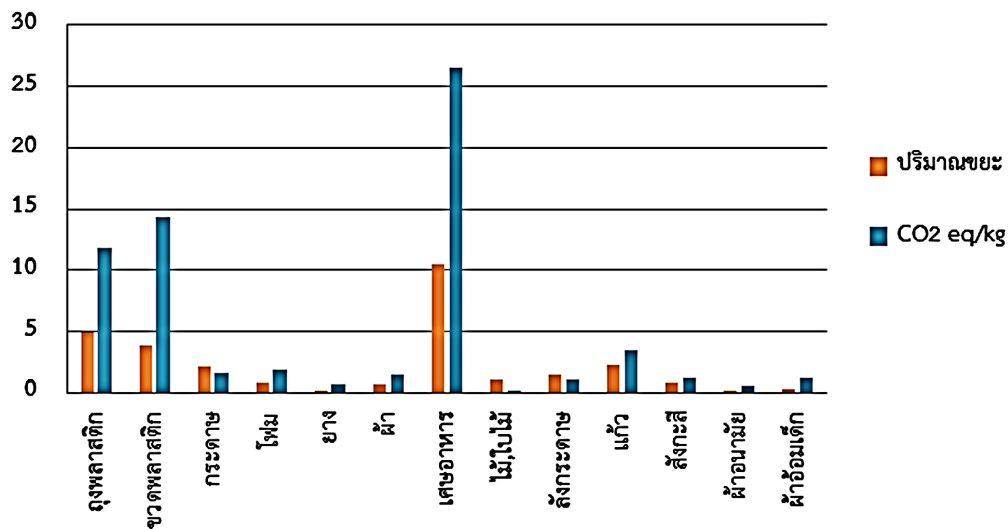
ภาพ 4 การเปรียบเทียบปริมาณขยะและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นจากวัด

จากภาพ 3 พบว่า ขยะที่เกิดขึ้นจากร้านค้า มีปริมาณขยะสูงสุด คือ ถุงพลาสติก เท่ากับ 7.50 กิโลกรัม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมา เท่ากับ 17.9925 KgCO₂ eq รองลงมา คือ เศษอาหาร แก้ว สังกะสี ขวดพลาสติก กระดาษ เหล็ก สังกะสี โฟม ไม้หรือใบไม้ ผ้า ผ้าอ้อมเด็ก และผ้าอนามัย เท่ากับ 7.00, 4.40, 2.90, 2.25, 1.90, 1.70, 1.12, 1.01, 1.00, 0.80, 0.70, 0.30 และ 0.09 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมาตามปริมาณขยะ เท่ากับ 17.7100, 5.2228, 2.1005, 8.4825, 1.3965, 2.9920, 3.4680, 2.3201, 0.0735, 1.6880, 2.8000, 1.2000 และ 0.2817 KgCO₂ eq ตามลำดับ

จากภาพ 4 พบว่า ขยะที่เกิดขึ้นจากวัด มีปริมาณขยะสูงสุดคือ เศษอาหาร เท่ากับ 11.60 กิโลกรัม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมา เท่ากับ 29.3480 KgCO₂ eq รองลงมาคือ ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก ไม้หรือใบไม้ แก้ว กระดาษ สังกะสี โฟม และยาง เท่ากับ 7.00, 2.40, 2.20, 1.50, 0.90, 0.80, 0.51 และ 0.20 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมาตามปริมาณขยะ เท่ากับ 16.7930, 9.0480, 0.1617, 1.7805, 0.6615, 2.4771, 1.1715 และ 0.6260 KgCO₂ eq ตามลำดับ



ภาพ 5 การเปรียบเทียบปริมาณขยะและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นจากโรงเรียน



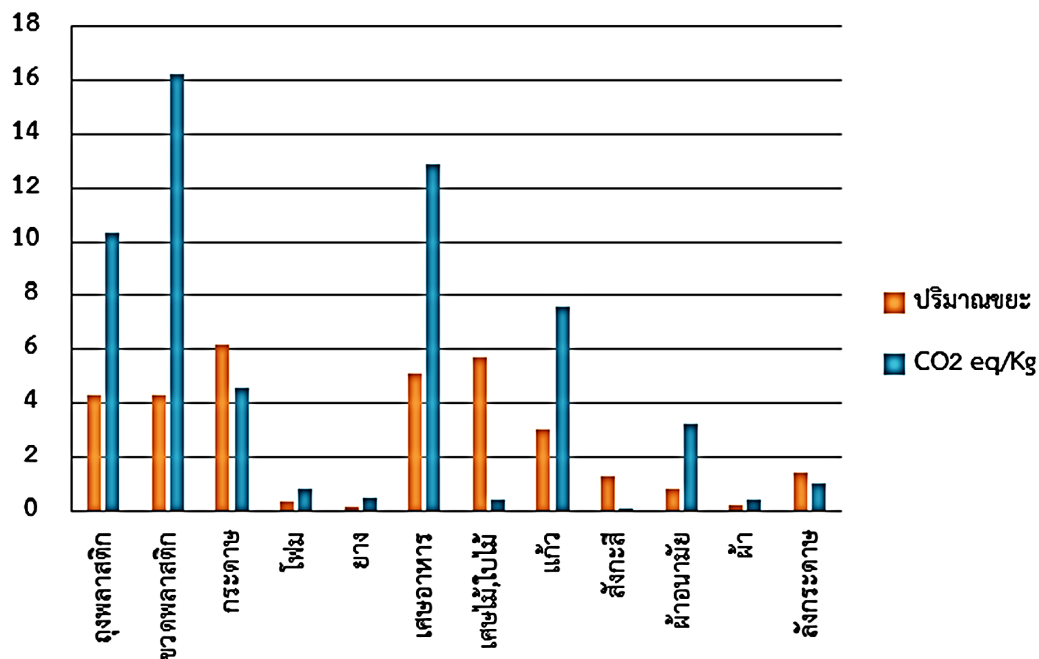
ภาพ 6 การเปรียบเทียบปริมาณขยะและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นจากตลาด

จากภาพ 5 พบว่า ขยะที่เกิดขึ้นจากโรงเรียน มีปริมาณขยะสูงสุด คือ ไม้หรือไม้ไผ่ เท่ากับ 2.50 กิโลกรัม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมา เท่ากับ 0.1838 KgCO₂eq รองลงมา คือ ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก กระดาษ แก้ว เหล็ก ลังกระดาษ โฟม สังกะสี และยาง เท่ากับ 2.45,

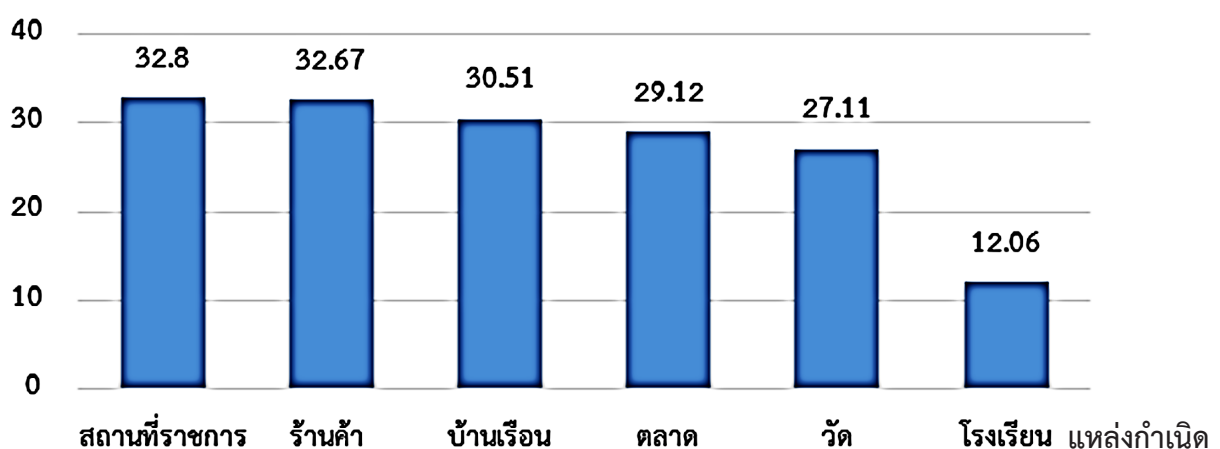
2.10, 1.80, 1.10, 0.80, 0.60, 0.35, 0.20 และ 0.16 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมาตามปริมาณขยะ เท่ากับ 5.8776, 7.9170, 1.3230, 1.3057, 1.4080, 0.4346, 0.8040, 0.6193 และ 0.5008 KgCO₂eq ตามลำดับ

จากภาพ 6 พบว่า ขยะที่เกิดขึ้นจากตลาด มีปริมาณขยะสูงสุดคือ เศษอาหาร เท่ากับ 10.50 กิโลกรัม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมา เท่ากับ 26.5650 KgCO₂eq รองลงมาคือ ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก แก้ว กระดาษ ลังกระดาษ ไม้หรือใบไม้ โฟม สังกะสี ผ้า ผ้าอ้อม เด็ก ยาง และผ้าอนามัย เท่ากับ 4.90, 3.80, 2.30, 2.10,

1.50, 1.09, 0.80, 0.80, 0.70, 0.30, 0.20 และ 0.13 กิโลกรัมตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมาตามปริมาณขยะ เท่ากับ 11.7551, 14.3260, 3.4016, 1.5435, 1.0865, 0.0801, 1.8377, 1.2680, 1.4770, 1.2000, 0.6260 และ 0.5200 KgCO₂eq ตามลำดับ



ภาพ 7 การเปรียบเทียบปริมาณขยะและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นจากสถานที่ราชการ กิโลกรัม



ภาพ 8 ปริมาณขยะจำแนกตามแหล่งกำเนิดขยะ

KgCO₂eq



ภาพ 9 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จำแนกตามแหล่งกำเนิดขยะ

ตาราง 4

การหาความสัมพันธ์ปริมาณขยะและการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จำแนกตามแหล่งกำเนิดขยะ

Pearson Correlation	.999
Sig (2-tailed)	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากภาพ 7 พบว่า ขยะที่เกิดขึ้นจากสถานที่ราชการ มีปริมาณขยะสูงสุด คือ กระดาษ เท่ากับ 6.20 กิโลกรัม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมา เท่ากับ 4.5570 Kg CO₂eq รองลงมา คือ ไม้หรือใบไม้ เศษอาหาร ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก แก้ว ลังกระดาษ สังกะสี ผ้าอนามัย โฟม ผ้า และยาง เท่ากับ 5.70, 5.10, 4.30, 4.30, 3.00, 1.40, 1.30, 0.80, 0.35, 0.20, และ 0.15 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมาตามปริมาณขยะ เท่ากับ 0.4190, 12.9030, 10.3157, 16.2110, 7.5900, 1.0140, 0.0956, 3.2000, 0.8040, 0.4220 และ 0.4695 KgCO₂eq ตามลำดับ

จากภาพ 8 พบว่า ปริมาณขยะสูงสุด คือ สถานที่ราชการ เท่ากับ 32.80 กิโลกรัม รองลงมาคือ ร้านค้า บ้านเรือน ตลาด วัด และโรงเรียน เท่ากับ 32.67, 30.51, 29.12, 27.11 และ 12.06 กิโลกรัม ตามลำดับ

จากภาพ 9 พบว่า ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จำแนกตามแหล่งกำเนิดขยะสูงสุด คือ ร้านค้า เท่ากับ 67.7280 KgCO₂eq รองลงมา คือ ตลาด วัด สถานที่

ราชการ บ้านเรือน และโรงเรียน เท่ากับ 65.6864, 62.0673, 58.0007, 53.9083 และ 20.3736 KgCO₂eq ตามลำดับ

จากตาราง 4 พบว่า ปริมาณขยะมีความสัมพันธ์กับคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p<.05) โดยมีความสัมพันธ์กันทางบวก (ความสัมพันธ์ 99.9%)

สรุปตามสมมติฐาน คือ ถ้าปริมาณขยะมีปริมาณมาก ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ก็จะมากตามไปด้วย สุ่มตัวอย่างจะถูกคัดแยก และนำไปฝังกลบขยะ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Meesang (2016) ศึกษาเรื่องแนวโน้มองค์ประกอบและปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของตำบลสามพร้าว พบอยู่ที่ 6,991 กิโลกรัม/วัน เฉลี่ยอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อวันอยู่ที่ 0.38 กิโลกรัม/คน ปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยจะพบมากคือวันทำการปกติ

การศึกษาการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในชุมชน พบว่า ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในชุมชน เท่ากับ 273.856 KgCO₂eq/วัน โดยปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การอภิปรายผล

ผลการศึกษาการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในชุมชน สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

1. การศึกษาปริมาณขยะในชุมชน พบว่า ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมดเท่ากับ 273.856 กิโลกรัม โดยวันที่พบปริมาณขยะมากที่สุด คือ วันพฤหัสบดี เท่ากับ 205.80 กิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากเป็นวันทำการประชาชนในชุมชน ออกนอกบ้านและจับจ่ายใช้สอย อาจเป็นผลให้ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นมากกว่าวันอื่น ๆ โดยปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากแต่ละแหล่งกำเนิดที่ผ่านการสูงสุด คือ ร้านค้า เท่ากับ 67.7280 KgCO₂eq/วัน รองลงมา คือ ตลาด วัด สถานี่ราชการ บ้านเรือน และโรงเรียน เท่ากับ 65.6864, 62.0673, 58.0007, 53.9083 และ 20.3736 KgCO₂eq/วัน ตาม

ลำดับ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขยะและการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างน้อยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความสัมพันธ์กันทางบวก สรุปตามสมมติฐาน คือ ถ้าปริมาณขยะมีมากปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ก็จะมีมากเช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการจัดอบรมเกี่ยวกับการจัดการขยะให้กับชุมชนเป็นการถ่ายทอดความรู้อย่างต่อเนื่อง

2. ควรจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้กับชุมชน หากต้องการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ควรลดที่การจัดการขยะ เนื่องจากปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะแปรผันตามกับปริมาณขยะที่เกิดขึ้น

3. ควรลดปริมาณขยะจากสถานที่ราชการ เนื่องจากมีปริมาณขยะสูงสุดจากแหล่งกำเนิดทั้งหมด ควรคัดแยกกระดาษที่ใช้แล้วไปจำหน่ายหรือนำมาใช้เป็นกระดาษรีไซเคิล



References

- Department of Environmental Quality Promotion. (2014). *Green office manual*. Nakhon Pathom: Mahidol University. (in Thai)
- Jaitiang, T., Vorayos, N., & Kiatsiroat, T. (2013). Energy potential and greenhouse gas emission of solid waste management in Chiang Mai University. *Engineering Journal Chiang Mai University*, 20(1), 12-21. (in Thai)
- Meesang, W. (2018). Trends composition and amount solid waste in Sam Phrao Sub-district, Udon Thani Province. *Udon thani Rajabhat University Journal of Science and Technology*, 6(1), 125-135. (in Thai)
- Pollution Control Department, Ministry of Natural Resource and Environment. (2004). *Municipal solid waste management*. Retrieved from http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html (in Thai)

Pollution Control Department, Ministry of Natural Resource and Environment. (2012). *Annual report year 2012*. Retrieved from http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=annual2555 (in Thai)

Pollution Control Department, Ministry of Natural Resource and Environment. (2015). *Thailand state of pollution report*. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)

Thailand Greenhouse Gas management Organization (Public Organization). (2011). *Carbon footprint*. Retrieved from <http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php>. (in Thai)

Trakanpuetpon Municipality. (2014). *Basic information of Trakanpuetpon Municipality*. Retrieved from <http://www.tambontrakan.go.th> (in Thai)

