

การเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลในงานวิจัยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของประชากรแฝง ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี

Snowball sampling in the carbon footprint research of unregistered populations
in the Faculty of Science and Technology, Rajamangala University
of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi Campus

พิมพ์พรรณ อัมพันธ์ทอง^{1*}

Pimpan Amphanthong^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลประชากรแฝงนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประชากรแฝงในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่ามีความเหมาะสมกับขนาดตัวอย่างน้อย โดยถ้าเลือกตัวอย่างสโนว์บอลแบบเชิงเส้นเหมาะสมกับขนาดไม่เกิน 20 ตัวอย่าง และถ้าเลือกตัวอย่างสโนว์บอลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไม่เลือกปฏิบัติเหมาะสมกับขนาดตัวอย่างไม่เกิน 16 และผลวิจัยการประเมินกิจกรรมการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งออกเป็น 3 ขอบเขต คือ ขอบเขตที่ 1) การปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางตรง ได้แก่ กิจกรรมการเดินทางมหาวิทยาลัย พบปริมาณ 9,312.21 (kg CO₂e/หน่วย) ขอบเขตที่ 2) การปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางอ้อม ได้แก่ กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปาในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบปริมาณ 47,768.28 และ 176.26 (kg CO₂e/หน่วย) ตามลำดับ และขอบเขตที่ 3) การปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางอื่น ๆ ได้แก่ กิจกรรมการใช้กระดาษ ขวดน้ำพลาสติกและการใช้กระดาษในสำนักงานในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบปริมาณ 1,132.98, 1,589.86 และ 13,504.54 (kg CO₂e/หน่วย) ตามลำดับ ผลสรุปว่าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ต่อปีสูงที่สุด ได้แก่ กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปา ดังนั้นควรมีการลดการการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ด้วยการปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ การใช้หลอดไฟไม่มีแสง UV และปล่อยความร้อนน้อย เพื่อช่วยกันประหยัดค่าไฟฟ้าและบรรเทาผลกระทบในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ควรรณรงค์ให้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการปลูกต้นไม้ยืนต้น 1 ต้น เพื่อดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เฉลี่ย 9-15 กิโลกรัม การตั้งเป้าลดการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์เป็นศูนย์หรือ net zero ด้วยการให้คน 2 คนในมหาวิทยาลัยช่วยลดอุณหภูมิลงให้ได้ 2-4 องศาเซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงขึ้นอีกทั้งขยายการปฏิบัติหน่วยตัวอย่างอนุรักษ์ต่อไป

คำสำคัญ: ประชากรแฝง วิธีสโนว์บอล คาร์บอนฟุตพริ้นต์ ก๊าซเรือนกระจก เมืองคาร์บอนต่ำ

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี

¹ Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi Campus

* Corresponding author. E-mail: amphanthongpim@gmail.com

Abstract

This research studied the snowball sampling of the unregistered population of environmentalists in the faculty of science and technology from the unregistered population in the faculty. It was found that the snowball sampling was appropriate for a small sample size. The selection of a linear snowball sample was suitable for a maximum size of 20 samples, and the non-discriminatory exponential snowball sample was suitable for maximum size of 16 samples. Carbon footprint emission in the faculty of science and technology was divided into 3 scopes: scope 1, the direct carbon footprint emissions, i.e. traveling to the university (9,312.21 kg CO₂e/unit), scope 2, the indirect carbon footprint emissions, i.e. electricity and water consumptions in the faculty (47,768.28 and 176.26 kg CO₂e/unit, respectively), and scope 3, the other carbon footprint emissions, such as paper usage, plastic water bottles and paper usage in the faculty (1,132.98, 1,589.86 and 13,504.54 kg CO₂e/unit, respectively). In conclusion, the highest emissions of carbon footprint per year of the faculty was the electricity and water usage. Therefore, carbon footprint should be reduced by converting electricity to solar energy, the use of solar cell and incandescent lamps UV and emit less heat, to save electricity costs and to perform a save water campaign in the faculty. In addition, there should be a campaign for planting a tree in the faculty to absorb 9-15 kilograms of carbon dioxide on average. The goal will be set to reduce carbon footprint to zero or net zero by 2 people in the university reduce the temperature as 2-4 degrees Celsius and control the temperature not to rise, as well as expanding the conservative units.

Keywords: unregistered population, snowball method, carbon footprint, greenhouse gas, low carbon city

บทนำ

การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างเร่งด่วนเพื่อเน้นการเจริญเติบโตในภาคอุตสาหกรรมก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เช่น การเปลี่ยนแปลงอากาศ การทำลายป่า การลดลงของประชากรสัตว์ป่าและปัญหาขยะ เป็นต้น โดยพบได้จากข้อมูล พ.ศ. 2547 แสดงถึง ค่าใช้จ่ายด้านมลพิษทางอากาศและน้ำของประเทศไทยมีขนาดเพิ่มขึ้นไปประมาณ 1.6-2.6 เปอร์เซ็นต์ของจีดีพีต่อปี นอกจากนี้ยังพบว่าข้อมูลในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) แสดงว่าข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและคุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยกำลังเสื่อมโทรม และกลายเป็นจุดอ่อนในการใช้ชีวิตของประชากรในประเทศ เนื่องจากการใช้

ทรัพยากรทางธรรมชาติจำนวนมากในการพัฒนาประเทศ (Bonkham, 2021) ส่งผลให้เกิดปัญหาป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพถูกคุกคาม ความขัดแย้งในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเกิดจากจัดสรรของการเข้าถึงและการใช้ประโยชน์ที่ไม่เป็นธรรม ปัญหาสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นพร้อม ๆ กับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตอย่างมาก โดยปัญหาใหญ่ที่พบเห็น ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงระบบภูมิอากาศ (climate system) ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ที่ตัดไม้ทำลายป่า ขาดป่าไม้ที่ควบคุมสภาพภูมิอากาศ สอดคล้องกับการศึกษาของ Amphanthong, & Busababodhin (2015) ปริมาณ PM10 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยเนื่องจากการเผาไหม้ทำให้เกิดสภาพ

ที่แห้งแล้งและร้อนขึ้น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยเฉพาะการใช้ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติจากการใช้พลังงาน ผลิตไฟฟ้า คมนาคมขนส่ง และการทำปศุสัตว์เชิงอุตสาหกรรม ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ขึ้นมาดูดซับและกักเก็บความร้อนสู่ชั้นบรรยากาศของโลก ผลก็คือ ส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นเกิดภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น การควบคุมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงมีความจำเป็นก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ไม่สามารถแก้ไขได้ ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas emissions and removals) ที่เกิดจากกิจกรรมการของมนุษย์ วัดรวมอยู่ในรูปของตันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าก๊าซที่มีมากเกินสมดุล สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศนานหลายปี สามารถแบ่งตามอายุการสะสมก๊าซในชั้นบรรยากาศได้ดังนี้ ชนิดที่ 1 ก๊าซที่สะสมในชั้นบรรยากาศไม่นานสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีกับไอน้ำ และชนิดที่ 2 ก๊าซที่สะสมในชั้นบรรยากาศนานหลายปี ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_s) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PEC_s) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (HF_6) และก๊าซไนโตรเจนไดรฟลูออไรด์ (NF_3) เป็นต้น (Paliekkawut, & Manokhoo, 2018; Amphanthong, 2019) โดยที่ผู้วิจัยสนใจสังคมคาร์บอนต่ำ (low carbon society) ที่มีแนวคิดมาจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศให้น้อยที่สุด โดยเฉพาะการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากภาคอุตสาหกรรม และภาคการขนส่ง จึงควรทำให้คนในสังคมมีความตระหนักถึงคุณภาพ

ชีวิตที่เกิดจากการอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ การก้าวเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำ จึงต้องเริ่มด้วยการช่วยกันลดความต้องการในการใช้พลังงาน ดังนั้นในกระบวนการเผาไหม้ที่สามารถแสดงข้อมูลได้จึงพิจารณาเฉพาะปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารการจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดในชั้นบรรยากาศเกิดจากธรรมชาติและการเผาไหม้ เชื้อเพลิงจากถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม ถือเป็นหนึ่งในกลุ่มก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศโลกมากที่สุด ทั้งยังเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนในชั้นบรรยากาศมากที่สุด และจากรายงานของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (Bonkham, 2021) พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2563 ได้แก่ 258.70, 258.50, 263.40, 250.40 และ 224.30 ล้านตันตามลำดับ พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซที่มากที่สุดในปี พ.ศ. 2561 และหลังจากนั้นประเทศไทยได้เผชิญปัญหาโควิด-19 ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงมาดังปี พ.ศ. 2563

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตั้งอยู่อาคาร 6 เป็นคณะที่เปิดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ประกอบด้วยห้องเรียนจำนวนทั้งสิ้น 30 ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 8 ห้อง ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ห้อง ซึ่งเปิดการสอนให้วิชาศึกษาทั่วไปให้กับทุกคนะ ในมหาวิทยาลัย ดังนั้นคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นศูนย์การเรียนการสอนที่มีนักศึกษามาเรียน

จำนวนมาก และการปลดปล่อยพลังงานเกิดขึ้นในทุกวัน ผู้วิจัยสนใจศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกิจกรรมของนักศึกษา โดยเริ่มศึกษาเฉพาะประชากรในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ นักศึกษา อาจารย์และเจ้าหน้าที่ จำนวน 175 คน โดยแบ่งเป็นนักศึกษา จำนวน 150 คน ที่ลงทะเบียนเรียนใน 4 สาขาวิชา คือ สาขานวัตกรรมและการจัดการ ข้อมูลธุรกิจอุตสาหกรรม สาขานวัตกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและเศรษฐกิจดิจิทัลและสาขาเทคโนโลยีมัลติมีเดีย มีอาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 25 คน ทั้งนี้พบว่ายังไม่มี การดำเนินการคำนวณการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผู้วิจัยได้สนใจใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอล (snowball sampling method) เลือกประชากรแฝงอยู่ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีลักษณะดังนี้ สอบถามประชากรทั้งหมดจำนวน 175 คน โดยที่มุ่งสนใจการเป็นกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือมีโอกาสที่จะพัฒนาร่วมกันดูแลสิ่งแวดล้อมในอนาคตหรือไม่ โดยมีการสอบถามเจตคติ ทักษะ ความตั้งใจและมุ่งมั่นหาแนวทางรณรงค์ร่วมกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน แล้วเพิ่มการเลือกหน่วยตัวอย่างจนกว่าจะครบทุกคนตามวิธีการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลเชิงเส้น ซึ่งหลังสอบถามแล้วได้ตัวอย่างแฝงจำนวน 123 คนที่สนใจเป็นกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต จึงศึกษาการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตัวอย่างแฝงในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี พ.ศ. 2565 จำนวน 12 เดือน และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาแนวทางในการลดการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป

วิธีการศึกษา

การประยุกต์วิธีการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอล เป็นการเลือกแบบเชื่อมโยง โดยมีคุณสมบัติเป็นเครือข่ายในการถ่ายทอดหน่วยตัวอย่างผ่านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมจากแบบสอบถามเพื่อพัฒนาแนวอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในอนาคต โดยมีวิธีการศึกษา ดังนี้

1. หลักการการเลือกหน่วยตัวอย่างแบบสโนว์บอล ที่มี 2 หลักการ นั้นการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลเชิงเส้นและการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไม่เลือกปฏิบัติ ซึ่งรายละเอียดของการเลือก ดังนี้

1.1 หลักการของการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลเชิงเส้นกำหนดลำดับ $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ แทนตัวแปรที่ 1, ตัวแปรที่ 2, ตัวแปรที่ 3,..., ตัวแปรที่ n ตามลำดับ จะได้ฟังก์ชันของตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบเชิงเส้น โดยที่ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลครั้งที่ $x_i, i=1,2,\dots,n$ โดยที่ X_i แทน การเกิดตัวอย่างสโนว์บอลที่เป็นตัวแทนลำดับที่ i และจำนวนการเลือกตัวอย่างแบบเชิงเส้น n สามารถเขียนการแจกแจงความน่าจะเป็น ดังสมการ (1)

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x_i}{n} & , 0 \leq x_i \leq 1 \\ 0 & , x_i \text{ มีค่าอื่นๆ} \end{cases} \quad (1)$$

1.2 หลักการของการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไม่เลือกปฏิบัติ กำหนดลำดับ $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ แทนตัวแปรที่ 1, ตัวแปรที่ 2, ตัวแปรที่ 3,..., ตัวแปรที่ n ตามลำดับ จะได้ฟังก์ชันของตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

แบบไม่เลือกปฏิบัติเป็นขยายการเชื่อมต่อขยายเพิ่มเป็นสองเท่าไปเรื่อย ๆ โดยที่ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดการเลือกตัวอย่างสโนว์บอลครั้งที่ $x_i, i=1,2,\dots,n$ โดยที่ x_i แทนการเกิดตัวอย่างสโนว์บอลที่เป็นตัวแทนลำดับที่ i และจำนวนการเลือกตัวอย่างแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไม่เลือกปฏิบัติ 2^n สามารถเขียนการแจกแจงความน่าจะเป็น ดังสมการ (2)

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x_i}{2^n} & , 0 \leq x_i \leq 1 \\ 0 & , x_i \text{ มีค่าอื่นๆ} \end{cases} \quad (2)$$

2. การหาหน่วยตัวอย่างจากประชากรแฝงในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 175 คน ใช้หลักการเลือกตัวอย่างสโนว์บอลแบบเชิงเส้น (1) โดยเริ่มต้นด้วยลำดับหน่วยตัวอย่างแรกเพื่อสอบถามความสนใจในการเป็นกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือมีโอกาสที่จะพัฒนาร่วมกันดูแลสิ่งแวดล้อมในอนาคตหรือไม่ แล้วขยายหน่วยตัวอย่างออกไปจนครบทุกคนพบว่าจำนวนทั้งสิ้น 123 คนที่สนใจเป็นนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในอนาคต (ส่วนหลักการเลือกตัวอย่างก่อนหิมะแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไม่เลือกปฏิบัติไม่ได้นำมาใช้ในการหาหน่วยตัวอย่าง)

3. การดำเนินการเก็บข้อมูลของหน่วยตัวอย่างอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม ในปี พ.ศ. 2565 การเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์อาจารย์ เจ้าหน้าที่และนักศึกษารวมทั้งหมดจำนวน 123 คนและการเก็บข้อมูลทุติยภูมิเป็นการเก็บข้อมูล

จากเอกสารตารางสอนของอาจารย์ ฐานข้อมูลใบเสร็จค่าไฟ ค่าน้ำ ทั้งนี้ได้วางแนวทางประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจัดทำแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจากกิจกรรมที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทั้ง 3 ขอบเขต ดังนี้

ขอบเขตที่ 1 ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางตรง ได้แก่ การใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขอบเขตที่ 2 ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางอ้อม ได้แก่ การใช้ไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น คอมพิวเตอร์ พริ้นเตอร์ และการใช้น้ำหรือห้องน้ำของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขอบเขตที่ 3 ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางอื่น ๆ ได้แก่ การใช้กระดาษหรืออุปกรณ์เครื่องเขียน การใช้น้ำหรือห้องน้ำ และปริมาณขยะของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไปของหน่วยตัวอย่างที่เกิดจากการเลือกตัวอย่างสโนว์บอลแบบเชิงเส้นและการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากกิจกรรมทั้ง 3 ขอบเขต เป็นการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยอ้างอิงวิธีการประมาณการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามหลักเกณฑ์ IPCC: guidelines for national greenhouse gas inventories โดยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมต่าง ๆ ดังสมการ (3)

$$\text{CO}_2 \text{ emission} = \text{activity data} \times \text{emission factor} \quad (3)$$

โดยที่ activity data เป็นข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

emission factor เป็นค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน activity data ให้เป็นค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), 2023)

ผลการศึกษา

จากการศึกษาการใช้วิธีสโนว์บอลในงานวิจัยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของประชากรแฝงในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี แบ่งผลการศึกษาได้ข้อสรุปแบ่งเป็นข้อมูลทั่วไปของหน่วยตัวอย่างที่เกิดจากการเลือกตัวอย่างสโนว์บอลแบบเชิงเส้นและ

ข้อมูลการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากกิจกรรมทั้ง 3 ขอบเขต สรุปผลดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของหน่วยตัวอย่างที่เกิดจากการเลือกตัวอย่างสโนว์บอลแบบเชิงเส้น จำนวน 123 คน พบว่าเป็นเพศชาย จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 66.10 และเพศหญิง จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 43.90 ประกอบด้วยนักศึกษาชาย จำนวน 56 คน นักศึกษาหญิง จำนวน 44 คน อาจารย์และเจ้าหน้าที่เพศชาย จำนวน 13 คน และอาจารย์และเจ้าหน้าที่เพศหญิง จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น 123 คน ส่วนข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ดัง (Table 1)

Table 1 Traveling to Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi campus and types of paper and plastic bottle usage of students, teachers and staff of the Faculty of Science and Technology.

travel	travel activities to the university and the use of paper and plastic water bottles			
	amount	total distance (km)	type of use	total (kg per year)
motorcycle	55	500.70	paper of faculty personnel	523.58
walk	41	35.50	paper of faculty office	6,240.83
car	22	608.00	plastic water bottles of faculty personnel	843.42
public bus	5	143.00		
total	123	1,287.20	total	7,607.83

remark: Papers of faculty personnel refers to the paper used by personnel such as exam paper, worksheets that teach students and personal paper. The paper of faculty office (per year) refers to the paper that personnel receive directly from the faculty office.

จาก (Table 1) พบว่า 1) ข้อมูลกิจกรรมการเดินทางมาที่มหาวิทยาลัยของคณะวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี พบว่า การเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์มีจำนวนมากที่สุด จำนวน 55 คน คิดเป็นระยะทาง

ทั้งหมด 500.70 กิโลเมตร รองลงมา คือ การเดิน มีจำนวน 41 คน คิดเป็นระยะทางทั้งหมด 35.50 กิโลเมตร ทำให้พบว่า นักศึกษาและอาจารย์ส่วนใหญ่พักอยู่ใกล้มหาวิทยาลัย จึงเลือกเดินสะดวกด้วยรถจักรยานยนต์

2) ข้อมูลกิจกรรมการใช้กระดาษและขวดน้ำพลาสติกของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า การใช้กระดาษของสำนักงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อปี) มีปริมาณ 6,240.83 กิโลกรัม และการใช้ขวดน้ำพลาสติกจำนวน 843.42 กิโลกรัม และ 3) ข้อมูลกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า การใช้น้ำมากที่สุดในเดือนกรกฎาคมมีปริมาณ 102,000 ลิตร รองลงมาคือเดือนกันยายนมีปริมาณ 77,000 ลิตร และกิจกรรมการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในเดือนกันยายนมีปริมาณ 10,680 กิโลวัตต์-ชั่วโมง รองลงมาคือเดือนสิงหาคมมีปริมาณ 9,480 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ทั้งนี้จากการวิเคราะห์พบว่าเดือนกรกฎาคม

เป็นเดือนแรกที่เปิดเรียนในภาคการศึกษาที่ 1 และเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีกิจกรรมการซ่อมรับปริญญา ดังนั้น นักศึกษาและอาจารย์ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงใช้สถานที่ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบกิจกรรมดังกล่าวนอกเวลาเรียน

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแบ่งจากการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในกิจกรรมทั้ง 3 ขอบเขต คือ ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางตรง ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางอ้อม และประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางอื่น ๆ

ขอบเขตที่ 1 ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ทางตรงจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ ดัง (Table 2)

Table 2 Travel activities to the university.

travel	the amount of carbon dioxide emissions of the Faculty of Science and Technology					
	distance (km/day)	distance (km/year)	fuel (liters/year)	fuel (liters/year)	amount (kg CO ₂ e/unit)	percentage
motorcycle	500.70	180,252.00	10,014.00	8,011.20	3,233.71	34.73
walk	35.50	12,780.00	0.00	0.00	0.00	0.00
car	608.00	218,880.00	14,592.00	11,673.60	4,697.46	50.44
public bus	143.00	51,480.00	4,290.00	3,421.00	1,381.04	14.83
total	1,287.20	463,392.00	28,896.00	23,105.80	9,312.21	100.00

remark: Fuel consumption rate for cars is 15 km/liter, for motorbike is 18 km/liter (under the specification fuel is all types of gasoline), for bus is 12 km/liter (under the fuel requirement is all types of diesels).

จาก (Table 2) พบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนฟุตพริ้นต์จากกิจกรรมการเดินทางมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรีของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อปี

เท่ากับ 9,312.21 (kg CO₂e/หน่วย) แสดงให้เห็นสัดส่วนของการใช้เชื้อเพลิงจากรถยนต์และรถจักรยานยนต์ มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี 4,697.46 (kg CO₂e/หน่วย) คิดเป็นร้อยละ 50.44 และ 3,233.71 (kg CO₂e/หน่วย) คิดเป็นร้อยละ 34.73 ตามลำดับ ส่วนการใช้เชื้อเพลิงจากรถโดยสารสาธารณะ มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี 1,381.04 (kg CO₂e/หน่วย) คิดเป็นร้อยละ 14.83 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จะเห็นว่านักศึกษา

และอาจารย์เดินทางด้วยรถจักรยานยนต์มากที่สุด แต่พอเทียบกับการใช้เชื้อเพลิงจากรถยนต์กลับมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงมากกว่าการเดินทางด้วยวิธีอื่นๆ

ขอบเขตที่ 2 ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อม ได้แก่ การใช้ไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น คอมพิวเตอร์ พริ้นเตอร์ และการใช้น้ำหรือห้องน้ำดัง (Table 3)

Table 3 The amount of carbon dioxide emissions by electricity consumption and water or toilets activity in Faculty of Science and Technology.

month	water or toilet activity			electrical activity		
	quantity (cubic meter)	amount (kg CO ₂ e/unit)	percentage	quantity (kW output meter)	amount (kg CO ₂ e/unit)	percentage
January	47	13.36	7.58	3,840	2,298.62	4.81
February	35	9.95	5.65	4,560	2,729.61	5.71
March	24	6.82	3.87	6,120	3,663.43	7.67
April	29	8.24	4.68	3,360	2,011.29	4.21
May	43	12.22	6.94	3,360	2,011.29	4.21
June	57	16.20	9.13	6,840	4,094.42	8.57
July	102	28.99	16.45	8,520	5,100.07	10.68
August	58	16.48	9.35	9,480	5,674.72	11.88
September	77	21.89	12.42	10,680	6,393.04	13.38
October	58	16.48	9.35	8,040	4,812.74	10.08
November	41	11.65	6.12	7,320	4,381.75	9.17
December	49	13.93	8.46	7,680	4,597.24	9.63
total	620	176.26	100	79,800	47,768.28	100.00

จาก (Table 3) พบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการใช้น้ำหรือห้องน้ำในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของคณะวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี ต่อปี 176.26 (kg CO₂e/หน่วย) โดยพบว่าใช้น้ำมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม มีปริมาณ 102 ลิตร เทียบเท่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 28.99 (kg CO₂e/หน่วย) ต่อปี คิดเป็น

ร้อยละ 16.45 และรองลงมาในเดือนกันยายน คือ 21.89 (kg CO₂e/หน่วย) ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 12.42 และปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อปี 47,768.28 (kg CO₂e/หน่วย) โดยพบว่าใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในเดือนกันยายนมีปริมาณ 10,680 กิโลวัตต์เอิร์มเตอร์ เทียบเท่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คือ 6,393.04 (kg CO₂e/หน่วย) ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 13.38 รองลงมาในเดือนสิงหาคม คือ 5,674.72 (kg CO₂e/หน่วย) ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 11.88 แสดงการเปรียบเทียบกิจกรรม ดัง (Figure 1)

ขอบเขตที่ 3 ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอื่นๆ ได้แก่ การใช้กระดาษหรืออุปกรณ์เครื่องเขียน และขวดน้ำของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดัง (Table 4-5)

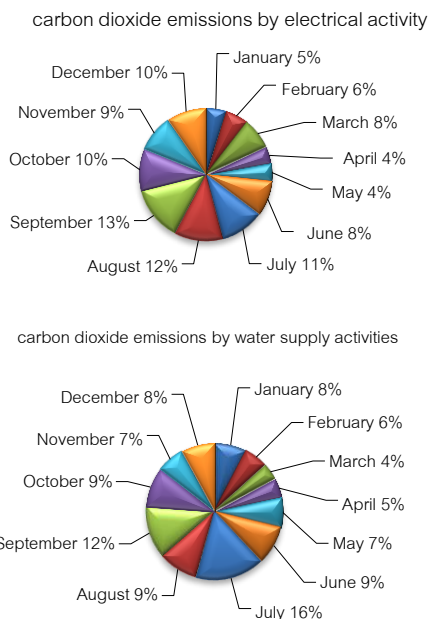


Figure 1 Comparison of carbon footprint emissions from electricity and water use activities.

Table 4 Activities on the use of paper and plastic bottles in the Faculty of Science and Technology.

paper (A4 70 gram)		plastic water bottle (750 ml)	
students (sheets/day)	264	students (sheets/day)	17
teachers and staff (sheets/day)	39	teachers and staff (sheets/day)	147
total (sheets/day)	303	total (sheets/day)	164
amount (kg/year)	523.58	amount (kg/year)	843.42
amount (kg CO ₂ e/unit)	1,132.98	amount (kg CO ₂ e/unit)	1,589.86

จาก (Table 4) การใช้กระดาษพบว่านักศึกษาจะใช้ปริมาณมากกว่าอาจารย์ แต่ถ้าเป็นการใช้ขวดน้ำพลาสติกพบว่าอาจารย์จะใช้มากกว่า ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก

กิจกรรมการใช้กระดาษและขวดน้ำพลาสติกในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งปี มีปริมาณ 1,132.98 (kg CO₂e/หน่วย) และ 1,589.86 (kg CO₂e/หน่วย) ตามลำดับ

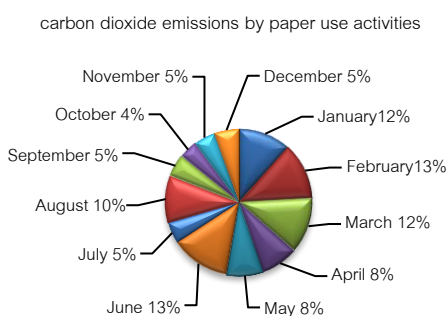
Table 5 Paper use activity in the office of the Faculty of Science and Technology.

month	the amount of carbon dioxide emissions of the Faculty of Science and Technology			
	quantity (sheets/month)	quantity (kg/year)	amount (kg CO ₂ e/unit)	percentage
January	151,185	725.68	1,570.31	11.63
February	162,296	779.02	1,685.72	12.48
March	159,739	766.74	1,659.16	12.29
April	107,311	515.09	1,114.60	8.25
May	105,817	507.92	1,099.09	8.14
June	169,790	814.99	1,763.56	13.06
July	60,996	292.78	633.54	4.69
August	134,672	646.42	1,398.80	10.36
September	63,191	303.31	656.34	0.49
October	52,806	253.46	548.48	4.06
November	61,765	296.47	641.53	4.76
December	70,606	338.90	733.36	9.80
total	1,300,174	6240.83	13,504.54	100.00

จาก (Table 5) พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากกิจกรรมการใช้กระดาษในสำนักงานต่อปี คิดเป็น 13,504.54 (kg CO₂e/หน่วย) โดยพบว่าการใช้กระดาษในสำนักงานมากที่สุดในเดือนมิถุนายน มีปริมาณ 814 กิโลกรัมต่อปี เทียบเท่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 1,763.56 (kg CO₂e/หน่วย) ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 13.06 และรองลงมาในเดือนกุมภาพันธ์ คือ 1,685.72 (kg CO₂e/หน่วย) ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 12.48 ดัง (Figure 2)

จาก (Figure 2) แสดงการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอื่น ๆ จากกิจกรรมการใช้กระดาษในสำนักงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อปี พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง

ที่สุดในเดือนมิถุนายน รองลงมาในเดือนกุมภาพันธ์ อันดับ 3 ในเดือนมีนาคม ซึ่งพบว่าเดือนมิถุนายนเป็นเดือนที่มีเอกสารอบรม เอกสารเวียนหนังสือให้อาจารย์และเจ้าหน้าที่แต่ละคนรับทราบเพราะเป็นเดือนที่ยังไม่มีการเรียนการสอนในช่วงดังกล่าว

**Figure 2** Carbon footprint emissions from office paper usage.

อภิปรายผล

จากการศึกษาวิธีการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลในงานวิจัยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของประชากรแฝงในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แยกประเด็นที่สนใจออกเป็นสองประเด็น คือ **ประเด็นที่หนึ่ง** ต้องการศึกษาวิธีสโนว์บอลในการเลือกหน่วยตัวอย่างของประชากรแฝงนั้น ถือว่าเป็นการเลือกแบบไม่ใช้หลักความน่าจะเป็นกล่าวคือ การเลือกหน่วยตัวอย่างด้วยความสมัครใจ ปรับให้เข้ากับประเภทของวัตถุประสงค์ของการเลือกตัวอย่าง ดังนั้นเหมาะกับขนาดตัวอย่างไม่มาก ดังนั้นในการเลือกตัวอย่างตามลำดับจึงแตกต่างกันไปตามแต่ละตัวอย่างที่ดึงมาแต่ค่าคาดหวังของตัวอย่างที่ต้องการมีความแม่นยำมากพอสมควร แต่อาจน้อยกว่าในการเลือกตัวอย่างทั่วไป แต่มีข้อดีในประหยัดเวลาและเข้าถึงลักษณะหน่วยตัวอย่างที่หายาก สอดคล้องงานกับการศึกษาของ Voicu, & Babonea (2011) ได้ประยุกต์ใช้การเลือกตัวอย่างโดยอาศัยการเพิ่มจำนวนหน่วยตัวอย่างขึ้นตามแบบการใช้แบบสอบถามตามหาหน่วยตัวอย่างในงานการตลาด แต่ถ้าสนใจวิธีการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลเป็นการแจกแจงไม่ต่อเนื่อง จะสอดคล้องการศึกษาของ Frank, & Snijders (1994) ที่ต้องการเปลี่ยนมาใช้เงื่อนไขหน่วยตัวอย่างเป็นการแจกแจงทวินามมองลำดับของการเลือกเป็นแบบเครือข่ายของหน่วยตัวอย่างแฝงจะช่วยทำให้งานน่าสนใจมากขึ้น นอกจากนี้ Shafie (2010) ยังศึกษาการออกแบบการหาตัวประมาณค่าสำหรับวิธีสโนว์บอลด้วยการใช้การถ่วงน้ำหนักจะทำให้การเลือกหน่วยตัวอย่างแบบสโนว์บอลน่าสนใจมากขึ้น **ประเด็นที่สอง** ต้องการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจากผลการศึกษา มีทั้งหมด 73,484.13 (kg CO₂e/หน่วย) โดยพบว่าเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นควรมีการรณรงค์การลดภาวะเรือนกระจกด้วยการจัดการวัฏจักรการใช้งานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำมาจัดการแสดงข้อมูลให้ทุกคนทราบถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์เท่าไร เพื่อช่วยให้ทุกคนได้ตระหนักและรณรงค์อย่างชัดเจนในเรื่องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สอดคล้องกับการศึกษาของ Sisamoe, & Chainarong (2021) ที่สนใจการประเมินการนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต การประเมินการนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต มุ่งมั่นในการลดขยะและควบคุมการใช้กระดาษซึ่งเห็นได้จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้หันมาใช้ block chain ในการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มากกว่าการใช้กระดาษโดยตรง นอกจากนี้อาจมีการประชุมเพื่อกำหนดแนวทางของกิจกรรมใหม่ ๆ จะได้แนวปฏิบัติที่นำมาแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน การรณรงค์ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญอีกทางหนึ่งคือ การปลูกต้นไม้ยืนต้น 1 ต้น เพื่อให้ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เฉลี่ย 9-15 กิโลกรัม ถ้า 2 คนปลูกในมหาวิทยาลัยจะช่วยลดอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส การตั้งเป้าลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ หรือ net zero ต่อไปเพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยให้สอดคล้องกับพิธีสารเกียวโตที่วางเป้าหมายในปี พ.ศ. 2555 ได้กำหนดแนวทางการสร้างฉลากในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

ที่แสดงสัญลักษณ์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขึ้นเพื่อจัดหาวัตถุดิบเพื่อลดโลกร้อน สอดคล้องกับการศึกษาของ Keawsawang, Amonsanguansin, & Sornil (2017) ที่ต้องการสร้างแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบยั่งยืนขององค์กร อีกทั้งการสร้างโปรแกรมคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อทำให้ทุกคนได้ทราบเพื่อเป็นการส่งเสริมให้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำไปวางแผนเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ถูกจุดและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้สูงที่สุด และขยายในภาพรวมของมหาวิทยาลัย โดยเห็นได้จากโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียวที่เข้าร่วม UI Green Metric 2022 World University Ranking พบว่า อันดับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอยู่ที่ 3 แต่ถ้าเทียบมหาวิทยาลัยทั่วประเทศอยู่ที่อันดับ 32 แต่ถ้าระดับโลกอยู่ที่อันดับ 514 ทำให้เห็นว่า ถ้าได้รณรงค์การทำกิจกรรมดำเนินการซื้อขายคาร์บอนเครดิตตามแนวทางของโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER) จะทำให้มหาวิทยาลัยสามารถเปลี่ยนอันดับที่ดีขึ้นและอาจเป็นตัวอย่างพื้นที่สีเขียวแล้วก่อให้เกิดกลไกตลาดที่เรียกว่า ตลาดคาร์บอน และมีการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเป็นแนวทางของมหาวิทยาลัยในการกักเก็บคาร์บอนของทั้งมหาวิทยาลัย

สรุป

จากการศึกษาแสดงวิธีการเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอลในงานวิจัยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของประชากรแฝงในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ได้สรุปการศึกษา 3 ขอบเขตตามตัวอย่าง

แฝงในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเป็นกลุ่มที่สนใจเป็นกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในอนาคต โดยได้ภาพรวมของการประเมินการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมทั้งหมด พบว่าการประเมินการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มาจากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด มีปริมาณ 4,747,768.28 (kg CO₂e/หน่วย) ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 65.00 และรองลงมาเป็นกิจกรรมการเดินทางมามหาวิทยาลัย มีปริมาณ 9,312.21 (kg CO₂e/หน่วย) ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 12.67 แสดงให้เห็นถึงการใชไฟฟ้าและพลังงานเชื้อเพลิงทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้โดยตรงและถ้าในปีต่อไป กิจกรรมดังกล่าวยังดำเนินการและการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ยังสูงต่อเนื่องดังนั้นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจะไม่หมดไป แต่หากหน่วยตัวอย่างแฝงที่ได้พบได้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรม มีเจตคติ ทักษะ ความตั้งใจและมุ่งมั่นหาแนวทางรณรงค์ร่วมกันรักษาสีเขียวอย่างยั่งยืนจะทำให้ปัญหาดังกล่าวได้ลดลง และพบว่าตลาดคาร์บอน เกิดจากการก่อตัวของพื้นที่สีเขียวที่เกิดจากแนวทางของมหาวิทยาลัยในการกักเก็บคาร์บอน ย่อมก่อให้เกิดการซื้อขาย คาร์บอนเครดิตที่เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่น่าสนใจต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- Amphanthong, P., & Busababodhin, P. (2015). Efficiency of parameter estimation methods in multilevel analysis when the sample size is small. *Burapha Science Journal*, 20(1), 15-24. (in Thai)
- Amphanthong, P. (2019). Analysis of water quality in the Suphan Buri River by extreme value theory. *RMUTSB Academic Journal*, 7(1), 1-19. (in Thai)

- Bonkham, P. (2021). *COVID-19, the reason why Thailand's carbon emissions have decreased?* Retrieved 1 January 2023, from <https://urbancreature.co/reenindex-carbondioxide/> (in Thai)
- Frank, O., & Snijders, T. (1994). Estimating the size of the hidden populations using snowball sampling. *Journal of Official Statistics*, 10(1), 53-47.
- Keawsawang, N., Amonsanguansin, J., & Sornil, W. (2017). Carbon footprint assessment and sustainable approaches to reducing the greenhouse gas emissions of Thai local administrative organizations: A case study of the Bangkhae District Office, Thailand. *Kasetsart Engineering Journal*, 30(102), 61-72. (in Thai)
- Paliekkawut, W., & Manokhoon, P. (2018). The study of water quality change at Sai-Noi Floating Marketing, Phra Phimonracha canal, Sai-Noi district, Nonthaburi province. *RMUTSB Academic Journal*, 6(1), 37-44.
- Shafie, T. (2010). *Design-based estimators for snowball sampling*. Retrieved 1 January 2023, from <https://ssrn.com/abstract=2471006>
- Sisamoe, S., & Chainarong, C. (2021). Energy recovery assessment in dairy production process. *RMUTSB Academic Journal*, 9(2), 199-211. (in Thai)
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2023). *Emission factor of the combustion group of the fuel (stationary combustion) and the combustion of fuel (with movement)*. Retrieved 12 March 2023, from <http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=YjNkbllXNBibUYwYVc5dVgyVnRhWE56YVc5dQ>. (in Thai)
- Voicu, M.-C., & Babonea, A.-M. (2011). Using the snowball method in marketing research on hidden populations. *Challenges of the Knowledge Society*, 1(1), 1341-1351.