

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรม กรณีศึกษาการออกข้อสอบคัดเลือก
บุคคลพลเรือน ทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึก

Carbon Footprint Assessment of Activity: A Case Study,
an In-Depth Exam for the Selection of Civilian Personnel,
Reserve Soldiers to Serve as Commissioned Officers

พันโท รองศาสตราจารย์ ดร.การุณย์ ชัยวานิชย์^{1*}

Lieutenant Colonel Associate Professor Dr. Karun Chaivanich^{1*}

ดร.พุทธิ อุบลสุข²

Dr. Putthadee Ubolsook²

¹กองวิชาวิศวกรรมสรรพาวุธ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า นครนายก 26001 ประเทศไทย

¹Department of Ordnance Engineering, Academic Division,

Chulachomkiao Royal Military Academy, Nakhon Nayok 26001, Thailand

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

อุตรดิตถ์ 53000 ประเทศไทย

²Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology,

Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000, Thailand

*Corresponding Author. E-mail : kchaivanich@gmail.com

(Received: July 3, 2022, Revised: August 24, 2022, Accepted: August 29, 2022)

บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือนทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึก ประจำปีงบประมาณ 2565 จากการศึกษาพบว่าในการจัดกิจกรรมมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 1.216 tCO₂e โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกิดจากบริการ เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ ประเภทที่ 2 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และประเภทที่ 3 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมเท่ากับ 0.3591 0.0145 และ 0.8423 tCO₂e ตามลำดับ ผลการประเมินระดับคุณภาพโดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คือ มีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง มีเพียงกิจกรรมการใช้พลังงานการใช้เชื้อเพลิงแบบเคลื่อนที่และขยะพลาสติกเท่านั้นที่มีผลประเมินอยู่ในระดับ 1 ซึ่งในการจัดงานกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือนฯ ครั้งนี้ สามารถลดปัญหาสภาวะโลกร้อนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก ด้วยการซื้อคาร์บอนเครดิตจากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจในประเทศไทยมาชดเชยกับก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมดังกล่าวแทนการชดเชยด้วยวิธีการอื่น ๆ เพื่อเป็นการแสดงจิตสำนึกและความรับผิดชอบต่อสังคมที่จะช่วยกันลดการสร้างสภาวะโลกร้อน

คำสำคัญ: การปล่อยก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนฟุตพริ้นท์ กิจกรรม

Abstract : The objective of this research is to measure the carbon footprint of an in-depth exam for the selection of civilian personnel, reserve soldiers to serve as commissioned officers' activity, fiscal year B.E 2565. It was found that the activity had the amount of greenhouse gas emissions at 1.216 tCO₂e and can be separated in 3 scopes. Scope 1 emissions are direct emissions from the activity. Scope 2 emissions are indirect emissions from electricity consumption and Scope 3 emissions are all indirect emissions (excluding the scope 2). The result of this study which has been shown in scope 1 scope 2 and scope 3 were 0.3591 tCO₂e, 0.0145 tCO₂e and 0.8423 tCO₂e, respectively. The result of quality evaluation was mostly at level 2 which means it was a little unstable and data quality was at medium level. Therefore, this activity can reduce greenhouse gas emissions that cost global warming by purchasing carbon credit from Thailand Voluntary Emission Reduction Program to compensate the emission from the activity. This shows the value of conscious and social responsibility toward solving global warming.

Keywords: Greenhouse Gas Emission, Carbon Footprint, Event

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามกรอบอนุสัญญาของสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (United Nation Framework Convention on Climate Change Convention on Climate Change: UNFCCC) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของอากาศซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมทำให้ส่วนประกอบของบรรยากาศโลกเปลี่ยนแปลงไป [1] อันก่อให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) [2] ซึ่งเป็นปัญหาที่ทวีความรุนแรงไปทั่วโลก เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) ที่เกิดจากการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งการใช้พลังงาน การใช้เชื้อเพลิงที่มาจากฟอสซิล การใช้ทรัพยากร การตัดไม้ทำลายป่า การเกษตรกรรม การพัฒนาประเทศ การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและการขนส่ง ซึ่งกระแสโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้สังคมโลกหันมาสนใจและตระหนักถึงภัยพิบัติที่เกิดขึ้น ภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจมองว่าเป็นต้นเหตุที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งประชาคมโลกได้เห็นความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดแนวทางการแก้ไขปัญหาโลกร้อนภายใต้แนวคิด “สังคมคาร์บอนต่ำ” หรือที่เรียกกันว่า “Low carbon society” ซึ่งการจัดงานหรือกิจกรรม (Organization Events) ที่มีการรวมตัวกันของคนจำนวนมากล้วนมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งส่งผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อนด้วยเช่นกัน [3]

การจัดงาน การจัดกิจกรรมหรือโครงการ โดยเฉพาะการจัดงานระดับองค์กรที่ส่วนใหญ่จะเป็นเชิงธุรกิจที่สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท ได้แก่ การจัดประชุม (Meeting) การท่องเที่ยวเพื่อเป็นรางวัล (Incentive) การประชุมนานาชาติ (Convention) การจัดแสดงสินค้าหรือนิทรรศการ (Exhibition) หรือที่รู้จักกันดีในนามของอุตสาหกรรมไมซ์ MICE (Meeting, Incentive, Convention, และ Exhibition) ปัจจุบันได้รับความนิยมและมีการเติบโตสูง มีความสำคัญต่อการ

จ้างงานและสร้างรายได้ให้กับประเทศ ซึ่งการจัดงานเหล่านี้จำเป็นต้องใช้พลังงาน ทั้งส่วนของการจัดงาน การพักผ่อน การเดินทางของผู้เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการสิ่งเหลือทิ้งจากการจัดงาน ที่ล้วนแล้วแต่เป็นกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งส่งผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อนทั้งสิ้น หากการจัดกิจกรรมมีการคำนึงถึงการลดการสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือชดเชยก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกิจกรรม ควรคำนึงถึงการจัดกิจกรรม เพื่อให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากงานนับได้เท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral) [4] ซึ่งการจัดกิจกรรมหรืองานดังกล่าวจะเรียกเป็นการจัดกิจกรรมแบบคาร์บอนนิวทรัลอีเวนต์ (Carbon Neutral Event) [5] หรืองานปลอดคาร์บอน ด้วยการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

หน่วยงานทางทหารที่มีการจัดกิจกรรมหลากหลายที่มาจากความร่วมมือกันของกำลังพลและส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมจำนวนมาก โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการออกข้อสอบบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึกประจำปี ซึ่งเป็นกิจกรรมของกองทัพที่มีความประสงค์จะรับสมัครสอบบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตรเพื่อบรรจุลงในตำแหน่งที่ขาดแคลนตามหน่วยต่าง ๆ ในกองทัพ จากผู้ที่สอบผ่านการสอบภาควิชาการรอบแรก มาทำการทดสอบความรู้วิชาเฉพาะตามคุณวุฒิของตำแหน่ง (เชิงลึก) เพื่อคัดเลือกบุคคลที่มีความรู้เฉพาะในสาขานั้นอย่างแท้จริง ดังนั้น ขั้นตอนของกิจกรรมการออกข้อสอบฯ ประกอบด้วย หน่วยเจ้าของอัตราตามหน่วยต่าง ๆ ในกองทัพ ส่งกำลังพลผู้ออกข้อสอบที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาเก็บตัวเพื่อออกข้อสอบฯ ณ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (ไม่อนุญาตให้ใช้โทรศัพท์และเครื่องมือสื่อสารทุกชนิด) โดยมีคณะทำงานต่าง ๆ หลายส่วนในกองทัพเป็นผู้รับผิดชอบ เพื่อให้การ

ออกข้อสอบ มีความโปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ในทุกขั้นตอนการปฏิบัติและป้องกันการทุจริต นับว่าเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญและมีส่วนทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่มาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรมดังกล่าวนี้ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งวางแนวทางการจัดหาคาร์บอนเครดิตจากโครงการหรือกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่จะมาชดเชย สำหรับเป็นแรงจูงใจและเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมที่ทำให้มีผู้จัดกิจกรรมร่วมกันลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศไทยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้และรวมถึงการส่งเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ และศักยภาพในการจัดกิจกรรมแบบ Carbon Neutral Event ที่กำลังเป็นกระแสหลักในปัจจุบันเช่นกัน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึก ประจำปีงบประมาณ 2565

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิตลดา หายมัน และคณะ [6] กล่าวถึงความเป็นมาหลักการพื้นฐานและยกตัวอย่างของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นจากกิจกรรม ฐิติกร หายมัน และคณะ [7] ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก กำหนด 3 ขอบเขต โดยขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ โดยกำหนดปี 2559 เป็นปีฐานเก็บข้อมูล พบว่าขอบเขตที่ 2 จากการ

ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุด ไผทมาศ เปรื่องปรีชาศักดิ์ และคณะ [8] ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า (ประเภท 2) มีปริมาณมากที่สุด ภัทรภรณ์ ศรีอภัย และวิสาขา ภูจินดา [9] ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมในโรงพยาบาลราชพิพัฒน์ พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะเกิดมากที่สุดในกิจกรรมประเภทที่ 2 คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่นเดียวกับการศูนย์ช่วยฉวยชัย [10] ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะเกิดมากที่สุดในกิจกรรมทางอ้อมคือการใช้พลังงานไฟฟ้า พิมพลักษณ์ พงศกรรังศิลป์ [11] ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการบริโภคในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาด ในพื้นที่อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดมาจากพาหนะในการเดินทาง รองลงมาคือธุรกิจที่พัก และสุดท้ายคือการจัดการขยะ

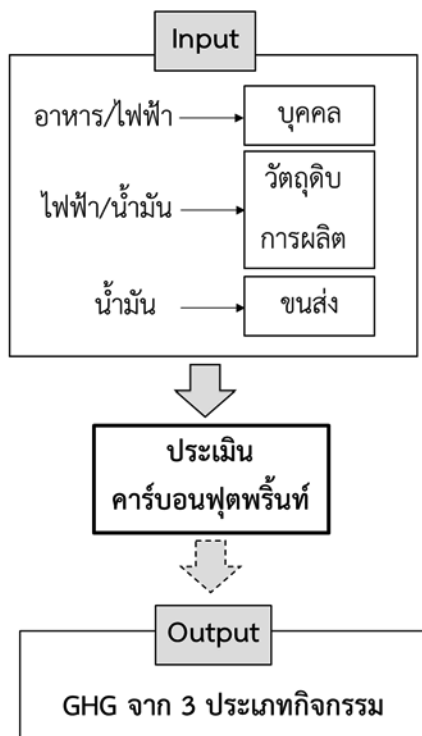
4. วิธีดำเนินการศึกษา

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึก ประจำปีงบประมาณ 2565 เพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีขั้นตอน (ภาพที่ 1) ดังนี้

4.1 การกำหนดขอบเขตการวิจัย

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึกครั้งนี้ เริ่มต้นจากหน่วยเจ้าของอัตราส่งกำลังพลผู้ออกข้อสอบที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาเก็บตัวเพื่อออกข้อสอบฯ ณ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จนจบ

ภารกิจการออกข้อสอบ โดยวัสดุใช้สอยต่าง ๆ ที่หน่วยทหารฯ เป็นผู้รับผิดชอบในการจัดกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุนเข้ารับราชการ เป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึก มีขอบเขตพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การผลิตและการขนส่ง รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขยะ หรือของเสียที่เกิด ตั้งแต่การจัดเก็บ ขนส่ง และการจัดการของเสียตามประเภทของของเสียที่กำหนดไว้



ภาพที่ 1 ขอบเขตและขั้นตอนการดำเนินการ

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO₂ Emission Factor) จากแหล่งข้อมูลสนับสนุนต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อหาปัจจัยและวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์เพื่อนำมารวบรวมทำรายการแสดงผลการคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมการออก

ข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึก ประจำปี 2565 ที่มาจากการปฏิบัติงานประกอบด้วย กำลังพล นายทหารสัญญาบัตร 44 นาย นายทหารชั้นต่ำกว่าสัญญาบัตร 7 นาย พนักงานราชการ 2 นาย รวมทั้งหมดจำนวน 53 นายต่อกิจกรรม

ข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้จากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ดังนี้ ข้อมูลปฐมภูมิ หมายถึง ข้อมูลที่สามารถเก็บรวบรวมได้จากกิจกรรม เช่น ปริมาณการปรุงอาหาร ขยะ พลังงานไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิง และการเดินทาง เป็นต้น ข้อมูลทุติยภูมิ หมายถึง ข้อมูลที่ไม่สามารถเก็บรวบรวมได้จากกิจกรรม เช่น ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยสามารถใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ

4.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์กิจกรรม

ปัจจุบันองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก กำหนดการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของงานกิจกรรม โดยพิจารณาหลักการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ประเภท [12] ได้แก่

ประเภทที่ 1 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกิดจากบริการ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ของกิจกรรมในหน่วยฯ ที่รับผิดชอบในการดำเนินการ ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้ โดยผู้บังคับบัญชาของหน่วยฯ เป็นผู้รับผิดชอบ เช่น การปรุงอาหาร อาหารและเครื่องดื่ม ที่จัดเตรียมไว้ให้ในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น

ประเภทที่ 2 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ หรือความร้อนในการเตรียมงานและสถานที่ตลอดช่วงการปฏิบัติการกิจ

ประเภทที่ 3 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากประเภทที่ 2 ได้แก่ การใช้ทรัพยากรในหน่วยทหารฯ การเดินทางของผู้บังคับบัญชาและข้าราชการทหาร การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่

เกิดจากการเดินทางภายในประเทศของผู้เข้าร่วมกิจกรรม เช่น การเดินทางโดยรถยนต์ รถโดยสารประจำทาง การใช้กระดาษ พลาสติก ขยะของเสีย เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินได้จะใช้บ่งชี้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานต่าง ๆ เฉพาะศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่านั้น ไม่ได้นำผลกระทบสิ่งแวดล้อมประเด็นอื่น ๆ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) การเกิดฝนกรด (Acidification) หรือความเป็นพิษ (Toxicity) มาใช้ในการประเมินร่วมด้วย

4.4 หลักการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรม

การคำนวณจากการใช้ข้อมูลกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุน เข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึก ประจำปีงบประมาณ 2565 มาคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและแสดงผลให้อยู่ในรูปของมวล (ตันหรือกิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) ดังสมการที่ 1 [13]

$$GHG_i = \sum A_i \times EF_i \quad (1)$$

GHG_i คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (kgCO₂e)

A_i คือ ข้อมูลกิจกรรม (unit)

EF_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอ้างอิงจากคู่มือแนวทางการทวนสอบคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานอีเว้นท์ [12] โดยต้องทำการวางแผนและออกแบบบัญชีรายการที่ต้องการเพื่อให้สะดวกในการจัดหาข้อมูลให้ได้ครบถ้วน โดยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งเก็บข้อมูล	ค่าแฟกเตอร์ (kg CO ₂ e/unit)	แหล่งข้อมูล
ประเภทที่ 1			
ก๊าซหุงต้ม (kg)	แบบบันทึกการใช้พลังงาน	3.1133	[14]
อาหารปกติ (Person)	ใบลงทะเบียน	2.4432	[15]
อาหารมังสวิรัติ (Person)	ใบลงทะเบียน	0.7496	[15]
ประเภทที่ 2			
การใช้พลังงานไฟฟ้าจากกิจกรรม (kWh)	บันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้า	0.4999	[16]
ประเภทที่ 3			
การเดินทาง			
รถยนต์ส่วนบุคคล (Liter)	แบบบันทึกการเดินทาง	2.2372	[17]
รถกระบะส่วนบุคคล (Liter)	แบบบันทึกการเดินทาง	2.7403	[17]
รถตู้ (Liter)	แบบบันทึกการเดินทาง	2.7403	[17]
จักรยานยนต์ (Liter)	แบบบันทึกการเดินทาง	2.2373	[17]
การพักผ่อน			
จำนวนผู้พักผ่อน (Person/Night)	แบบบันทึกการเดินทาง	7.9700	[18]
เอกสาร			
กระดาษ (kg)	รายการเบิกจ่ายวัสดุ	2.1020	[19]
พลาสติก (kg)	รายการเบิกจ่ายวัสดุ	2.6922	[19]
ของเสียหลังการจัดกิจกรรม			
กระดาษ/กระดาษกล่อง (kg)	รายการเบิกจ่ายวัสดุ	2.9300	[19]
เศษอาหาร (kg)	รายการเบิกจ่ายวัสดุ	2.5300	[19]
ยางและหนัง (kg)	รายการเบิกจ่ายวัสดุ	3.1300	[19]
อื่นๆ (kg)	รายการเบิกจ่ายวัสดุ	2.3200	[19]

4.5 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน การประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รวบรวมได้ รวมถึงความไม่แน่นอน ที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่ง

อ้างอิง ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไม่แน่นอนควร นำสู่กระบวนการทบทวนของกิจกรรมผู้รับผิดชอบข้อมูล เพื่อหาแนวทาง การจัดการความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น และการบริหารจัดการคุณภาพบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ในการจัดทำครั้งต่อไป [20] หน่วยทหารที่จัดกิจกรรม ต้องประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูล การปล่อยก๊าซ เรือนกระจก รวมไปถึงความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องกับ ตัวประกอบที่ใช้ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และบันทึกจัดทำเป็นเอกสาร หน่วยทหารฯ สามารถเลือก ใช้วิธีการประเมินความไม่แน่นอนได้ตามความเหมาะสม ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าการปล่อยก๊าซ เรือนกระจกที่เลือกใช้สามารถตรวจสอบระดับคุณภาพ ของข้อมูลได้โดยการกำหนดระดับคะแนน ดังแสดงใน ตารางที่ 2-4 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าที่ใช้ในการคำนวณของระดับข้อมูล

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล		
	ลักษณะ	X = 6 คะแนน	Y = 3 คะแนน
การเก็บ ข้อมูล	เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง	เก็บข้อมูลจาก มิเตอร์และใบเสร็จ	เก็บข้อมูล จากการประมาณค่า

ตารางที่ 3 ค่าที่ใช้ในการคำนวณของระดับข้อมูล

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล (คะแนน)			
	ค่า GHG	A = 4 คะแนน	B = 3 คะแนน	C = 2 คะแนน
	EF จากการ วัดมีคุณภาพ	EF จากผู้ผลิต ระดับประเทศ	EF ระดับ ภูมิภาค	EF ระดับสากล

ตารางที่ 4 ระดับความไม่แน่นอนและคุณภาพของข้อมูล

ระดับ	ระดับคะแนน โดยรวมของข้อมูล	คำอธิบาย
1	1-6	มีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี
2	7-12	มีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง
3	13-18	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดี
4	19-24	มีความไม่แน่นอนต่ำคุณภาพของข้อมูลดีเยี่ยม

5. ผลการศึกษา

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรม ตามคู่มือการทำกิจกรรมชดเชยคาร์บอนสำหรับการ จัดงานอีเว้นท์ [3] และคู่มือแนวทางทวนสอบคาร์บอน ฟุตพริ้นท์งานอีเว้นท์ [12] มีรายละเอียด ดังตารางที่ 5

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทั้ง 3 ที่ถูก ปล่อยออกมารวมทั้งสิ้น 1.2116 tCO₂e โดยมาจาก ประเภทที่ 1 ปริมาณ 0.3591 tCO₂e คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 28.76 ประเภทที่ 2 ปริมาณ 0.0145 tCO₂e คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.21 และประเภทที่ 3 ปริมาณ 0.8432 tCO₂e คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 70.03 จะเห็น ได้ว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นสูงสุด จากประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ พิมพ์ลักษ์ พงศกรรังศิลป์ [11] ที่ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการ บริโภคในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวทาง ทะเลและชายหาด พบว่าแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก ที่สุดมาจาก ประเภทที่ 3 คือ การใช้พาหนะในการเดินทาง และธุรกิจที่พัก เช่นเดียวกับกับ M. Salo, H. Savolainen, S. Karhinen and A. Nissinen [21] ประเมินคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ ผู้บริโภคในครอบครัวของประเทศฟินแลนด์ พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นมากที่สุดจากการ ขนส่ง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในครัวเรือนจากการขนส่งสูงที่สุด ตามไปด้วยเช่นกัน

โดยมีค่ามากที่สุดจากกิจกรรมประเภทที่ 3 คือ การเข้าพักในโรงแรม ซึ่งมาจากการใช้ไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 0.4224 tCO₂e เป็นไปแนวทางเดียวกับการวิจัยของ ลูติกร หมายมัน และคณะ [7] ไผทมาศ เปรื่องปรีชาศักดิ์ และคณะ [8] ภัทรภรณ์ ศรีอภัย และวิชา ภูจินดา [9] และ การุณย์ ชัยวณิชย์ [10] ที่ได้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากองค์กร พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้ามีปริมาณสูงสุด ลำดับถัดมาคือ การเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลหรือจากการใช้น้ำมัน การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการประเมินและจัดการความไม่แน่นอนโดยดูเกณฑ์ประเมินจากตารางที่ 2-4 เพื่อประเมินระดับคุณภาพ ดังรายละเอียดในตารางที่ 6 พบว่าผลการประเมินระดับคุณภาพโดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 อธิบายได้ว่ามีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง มีเพียงกิจกรรมการใช้พลังงานการใช้เชื้อเพลิงแบบเคลื่อนที่และขยะพลาสติกเท่านั้น ที่มีผลประเมินอยู่ในระดับ 1 คือ มีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี ทั้งนี้ สาเหตุที่ทำให้การประเมินและจัดการความไม่แน่นอนได้คะแนนในระดับ 1 เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีมาตรการค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor-EF) เพื่อให้ครอบคลุม และเพียงพอต่อการเลือกใช้

การทำกิจกรรมชดเชยคาร์บอนจากการจัดกิจกรรมสามารถดำเนินการได้ 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนการจัดกิจกรรมด้วยการทำการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแบบอนุमानที่คาดว่าจะเกิดจากการจัดกิจกรรม โดยพิจารณาจากแผนงาน งบประมาณที่ได้ตั้งไว้ ตามแนวทางของ อบก. [3] หรือหลังช่วงจัดงานแล้วเสร็จ โดยการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจริงจากการจัดงานตามแนวทางของ อบก. และส่งรายงานการคำนวณไปยังผู้ทวนสอบอิสระที่มีความสามารถในการทวนสอบ และติดต่อผู้จัดหาเครดิตหรือผู้ทำหน้าที่จัดหาคาร์บอนเครดิตชดเชย เพื่อชื้อขายคาร์บอนตามปริมาณที่คำนวณ เพื่อให้

ตารางที่ 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรม

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ GHG (tCO ₂ e)	สัดส่วน (%)
ประเภทที่ 1				
ก๊าซหุงต้ม	70	kg	0.2179	
อาหารปกติ	52	Person	0.1270	
อาหารมังสวิรัติ	1	Person	0.0145	
รวมประเภทที่ 1			0.3591	28.76
ประเภทที่ 2				
การใช้พลังงานไฟฟ้า	29	kWh	0.0145	1.12
รวมประเภทที่ 2			0.0145	
ประเภทที่ 3				
การเดินทาง				
รถยนต์ส่วนบุคคล	111.30	Liter	0.2490	
รถกระบะส่วนบุคคล	1.26	Liter	0.0034	
รถตู้	2.09	Liter	0.0057	
การพักแรม				
จำนวนผู้พักแรม	53	Person/ Night	0.4224	
เอกสาร				
กระดาษ	19.2	kg	0.0403	
พลาสติก	5.25	kg	0.0141	
ของเสียหลังการจัดกิจกรรม				
กระดาษ/กระดาษกล่อง	22.8	kg	0.0668	
เศษอาหาร	15.2	kg	0.0384	
ยางและหนัง	0.3	kg	0.0009	
อื่นๆ	0.456	kg	0.0010	
รวมประเภทที่ 3			0.8423	70.03
รวมทั้งหมด			1.2162	100.00

เกิดการรองรับการทำกิจกรรมชดเชยคาร์บอนของอีเว้นท์นั้น ซึ่งถือว่าการจัดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นหรือกำลังดำเนินการได้แสดงความรับผิดชอบต่อสังคมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากขึ้น

ตารางที่ 6 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

กิจกรรม	คะแนนการ เก็บข้อมูล (A)	คะแนน ค่า EF (B)	ผลการ ประเมิน (AxB)	ระดับ คุณภาพ
ประเภทที่ 1				
ก๊าซหุงต้ม	3	1	3	1
อาหารปกติ	3	3	9	2
อาหารมังสวิรัติ	3	3	9	2
ประเภทที่ 2				
พลังงานไฟฟ้า	3	3	9	2
ประเภทที่ 3				
รถยนต์ส่วนบุคคล	3	1	3	1
รถกระบะส่วนบุคคล	3	1	3	1
รถตู้	3	1	3	1
จักรยานยนต์	3	1	3	1
รถยนต์ส่วนบุคคล	3	1	3	1
จำนวนผู้พักแรม	3	3	9	2
กระดาษ	3	3	9	2
พลาสติก	3	1	3	1
กระดาษ/กระดาษ กล่อง	3	3	9	2
เศษอาหาร	3	3	9	2
เศษไม้	3	3	9	2
ยางและหนัง	3	3	9	2
อื่นๆ	3	3	9	2

6. สรุปและอภิปรายผล

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือน ทหารกองหนุนเข้ารับราชการเป็นนายทหารสัญญาบัตร รอบเชิงลึก ประจำปีงบประมาณ 2565 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมเท่ากับ 1.216 tCO₂e จาก 3 ประเภท โดยประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ทางตรง ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.3591, 0.0145 และ 0.8426 tCO₂e ตามลำดับ ผลการประเมินระดับคุณภาพโดยส่วนใหญ่ อยู่ในระดับ 2 อธิบายได้ว่ามีความไม่แน่นอน เล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง มีเพียงกิจกรรมการใช้พลังงานการใช้เชื้อเพลิงแบบเคลื่อนที่และขยะพลาสติกเท่านั้น ที่มีผลประเมินอยู่ในระดับ 1 ซึ่งการจัดงานกิจกรรมการออกข้อสอบคัดเลือกบุคคลพลเรือนสามารถเป็นส่วนหนึ่งในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้ด้วยการทำกิจกรรมชดเชยคาร์บอน โดยส่งเสริมให้มีการจัดหาคาร์บอนเครดิตจากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยมาชดเชยกับก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมฯ เพื่อให้ก๊าซเรือนกระจกสุทธิลดลงเรียกว่า Carbon Offset หรือทำให้ก๊าซเรือนกระจกสุทธิลดลงเท่ากับศูนย์เรียกว่า Carbon Neutral การทำกิจกรรมชดเชยคาร์บอนจากการจัดงานกิจกรรมถือว่าเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคม เนื่องจากช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาครวมลง ทั้งนี้ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า มีกิจกรรมต่างๆ ที่จัดเป็นประจำทุกปีสามารถนำมาจัดเป็นกิจกรรมแบบคาร์บอนนิวทรัลอีเว้นท์หรืองานปลอดคาร์บอนด้วยการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น งานนิทรรศการวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า งานพิธีประดับยศนายทหารใหม่ เป็นต้น หากในอนาคตส่วนราชการ ภาคส่วนต่าง ๆ ร่วมใจกันจัดหาคาร์บอนเครดิต จากโครงการหรือกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมมากขึ้น ก็จะเป็นแรงจูงใจที่สำคัญที่ทำให้มีผู้พัฒนาโครงการหรือกิจกรรมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีมากขึ้นด้วย อันจะทำให้ประเทศไทยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้มากขึ้นเช่นกัน

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ที่สนับสนุนข้อมูลในการทำวิจัยและขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงต้นฉบับบทความดังกล่าวนี้

8. บรรณานุกรม

- (1) A Costello, M Abbas, A Allen, et al. "Managing the health effects of climate change: Lancet and University College London Institute for Global Health Commission," *The Lancet*, vol. 373, pp. 1693-1733, 2009.
- (2) ประสิทธิ์ ไกรลสมม, วรวิทย์ ลีลาวรรณ และ ธนากร เมียงอารมณ. "แนวทางในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก กรณีศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี," *วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*, ปีที่ 2, ฉบับที่ 15, หน้า 19-24, กรกฎาคม-ธันวาคม, 2562.
- (3) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), "คู่มือการทำกิจกรรมลดเขยคาร์บอนสำหรับการจัดงานอีเว้นท์." 2562, <http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th/post/TGO200100019>
- (4) X. Wei, R. Qiu, Y. Liang, Q. Liao, J. J. Klemeš, J. Xue, and H. Zhang, "Roadmap to carbon emissions neutral industrial parks: Energy, economic and environmental analysis," *Energy*, vol. 238, 2022, doi:10.1016/j.energy.2021.121732
- (5) R. P. Shea, M. O. Worsham, A. D. Chiasson, J. K. Kissock, and B. J. McCall, "A lifecycle cost analysis of transitioning to a fully-electrified, renewably powered, and carbon-neutral campus at the University of Dayton," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 37, 2020.
- (6) จิตลดา หมายมัน, อติกร เสรีพัฒนานนท์, บัณฑิต รัตนไตร และ สมบัติ ทิมทรัพย์, "คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร," *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย*, ฉบับที่ 1, ปีที่ 11, 2560.
- (7) วิจิตร หมายมัน, บัณฑิต รัตนไตร, ชำนาญ ทองมาก, และ สุรพันธ์ ใจมา, "การลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย," *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย*, ฉบับที่ 2, ปีที่ 14, 2563.
- (8) โยทมาศ เป็รื่องปรีชาศักดิ์, ฤทธิรงค์ จังโกฏิ, พฤกษ์ ตัญตรัยรัตน์ และ เทพมร คำสอง, "การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น," *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ฉบับที่ 3, ปีที่ 13, 2563.
- (9) ภัทรภรณ์ ศรีอภัย และ วิสาขา ภูจินดา, "การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงพยาบาลราชพิพัฒน์ สำนักงานแพทย์ กรุงเทพมหานคร," *วารสารศูนย์อนามัยที่ 9 : วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*, ฉบับที่ 36, ปีที่ 15, 2021.
- (10) การุณย์ ชัยวนิชย์, "คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรกรณีศึกษา กอวิชาวิศวกรรมสรรพาวุธ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า," *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, ปีที่ 12, ฉบับที่ 15, มกราคม-มิถุนายน, 2563.
- (11) พิมพ์ภัส พงศกรรังศิลป์, "คาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการบริโภคในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาดในพื้นที่ อำเภอกะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี," *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, ฉบับที่ 1, ปีที่ 10, 2560.
- (12) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), "แนวทางการทวนสอบคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานอีเว้นท์," พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2562.
- (13) เนตรชนากานต์ สุนันดา และ เศรษฐ์ สัมภิตตะกุล, "การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะเทศบาลด้วยระบบวัฏจักรแรงดันอินทรีย์," *วารสารเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา*, ปีที่ 1, ฉบับที่ 1, หน้า 1-14, กรกฎาคม-ธันวาคม, 2560.
- (14) IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories, Volume 2 table 2.2 DEDE; AR5. Workbook. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- (15) The emission factors and sources are derived for Europe, Food and Drink in INDUSTRIAL PROCESSES, 1996, (Online) <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch2ref3.pdf>
- (16) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), "Emission Factor," 2560, http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_f2e7bb377d.pdf
- (17) IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories, Volume 2 table 3.2.1.; 3.2.2 DEDE; AR5. Workbook. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

- (18) Measure Manage, and Mitigate Climate Impact. Carbon zero Certified. (Internet). (cited 2022 April 18). Available from: <https://www.carbonzero.ca>
- (19) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), “แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์,” พิมพ์ครั้งที่ 6, กรุงเทพฯ, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2561.
- (20) รุติกร หมายมั่น, สมบัติ ทีฆทรัพย์, อติกร เสรีพัฒนานนท์ และ บัณฑิต รัตนไตร, “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย,” *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 12, ฉบับที่ 2, หน้า 109-205, 2561.
- (21) M. Salo, H. Savolainen, S. Karhinen and A. Nissinen, “Drivers of household consumption expenditure and carbon footprints in Finland,” *Journal of Cleaner Production*, Vol. 289, 2021.