

พฤติกรรมการณ์มีส่วนร่วมของประชาชน เพื่อพัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำ
ในเขตเทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
PUBLIC PARTICIPATION BEHAVIOR TO DEVELOPMENT A LOW CARBON
SOCIETY IN KUT CHIK SUBDISTRICT MUNICIPALITY, SUNG NOEN DISTRICT,
NAKHON RATCHASIMA PROVINCE

ภัทรพล บัญชาจารุรัตน์

PHATTHARAPHOL BANCHAJARURAT

หฤษณ์สถักษณ์ วิริยะ

HARITSALAK VIRIYA

นิรันดร์ คงฤทธิ์

NIRUN KONGRITTI

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

NAKHON RATCHASIMA RAJABHAT UNIVERSITY

จังหวัดนครราชสีมา

NAKHON RATCHASIMA PROVINCE

รับต้นฉบับ : 12 มิถุนายน 2562 / ปรับแก้ไข : 7 สิงหาคม 2562 / รับลงตีพิมพ์ : 16 สิงหาคม 2562

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการณ์มีส่วนร่วมและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการอุปโภคบริโภค และการใช้พลังงานในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1,193 ครัวเรือน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power 3.0.10 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 119 ครัวเรือน เพื่อความเหมาะสมจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 120 ครัวเรือน ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยหลักความน่าจะเป็น โดยเลือกวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามโดยใช้แบบบันทึกข้อมูล เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากสมการแอลโลเมตรี ผลการวิจัยพบว่า ได้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2,099,295.75 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเท่ากับ 37,098.60 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี แสดงให้เห็นว่าการจัดเก็บก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบชีวมวลของต้นไม้ที่ไม่เกิดเองตามธรรมชาติ ไม่เพียงพอ ที่จะดูดซับก๊าซเรือนกระจกจากการอุปโภคบริโภคและการใช้พลังงาน ดังนั้นประชาชน ควรปรับพฤติกรรมให้มีส่วนร่วมลดการอุปโภคบริโภคการใช้พลังงานและเพิ่มพื้นที่สีเขียว เพื่อพัฒนาพื้นที่ให้เป็นสังคมคาร์บอนต่ำด้วยการมีส่วนร่วมของประชาชน เพราะก๊าซเรือนกระจกนำไปสู่สภาวะโลกร้อน

คำสำคัญ : สังคมคาร์บอนต่ำ, สภาวะโลกร้อน, ก๊าซเรือนกระจก, พฤติกรรมการณ์มีส่วนร่วม

ABSTRACT

The objective of this research went to analyze participation behavior and assess greenhouse gas emission from consumption and energy usage in Kutchik Subdistrict Municipality, Sung neon District, Nakhon Ratchasima Province. The sample size was 1,193 households. Using G * Power 3.0.10 program determined sample size and the sample group consisted of 119 households. For appropriateness, 120 households were assigned. This research using probability sampling by choosing a simple random sampling method. Field data was collected by using the data recording form and the analysis of greenhouse gas storage was compared through Allometric equation. The research found that greenhouse gas emissions equal to 2,099,295.75 kilograms of carbon dioxide equivalent per year and the amount of greenhouse gas storage from trees that we plant is equal to 37,098.60 kilograms of carbon dioxide equivalent per year. The storage of greenhouse gases in the form of biomass from trees show that we plant is not enough to absorb greenhouse gases from consumption and energy usage. Therefore, the villagers in Kutchik Subdistrict Municipality should be adjusted to participate behavior, reduce consumption, reduce energy use and increase green areas, in order to develop the area into a low-carbon society with public participation behavior, because greenhouse gases lead to Global warming.

Keywords : Low carbon society, Global warming, Greenhouse gas, Public participation behavior

บทนำ

จากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเรา พบว่ามีทั้งการเปลี่ยนแปลงในทางลบเป็นส่วนใหญ่ เช่น ภัยแล้ง อุทกภัย ดินถล่ม แผ่นดินไหว ไฟป่า สึนามิ หนาวจัด ร้อนจัด ภูเขา น้ำแข็งละลาย ผิดปกติ สัตว์ต่าง ๆ สูญพันธุ์ และอื่น ๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต เป็นลูกโซ่ ปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากความต้องการที่ไม่สมดุลของมนุษย์ ทำให้โลกร้อนขึ้น ชั้นบรรยากาศถูกทำลายมากขึ้น องค์กรที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ พยายามหาแนวทางแก้ไขเพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมต่อทุกสิ่งทุกอย่างในโลกใบนี้ ในปี 2535 ได้มีการลงนามรับรองอนุสัญญา สหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) และได้เชิญชวนประเทศสมาชิกเข้าร่วม ลงนามให้สัตยาบันในระหว่างการประชุม สหประชาชาติว่าด้วยสิ่งแวดล้อม และการพัฒนา (United Nations Conference on Environment and Development : UNCED) โดยอนุสัญญาฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อรักษาความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้คงที่ ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสภาพอากาศ นักวิทยาศาสตร์จากองค์กรที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ พยายามหาแนวทางแก้ไข เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมต่อทุกสิ่งทุกอย่างในโลกใบนี้ ในปี 2557 ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) รวมทั้งสิ้น 265.9 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี รวมการปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ได้กำหนดการพัฒนาและขับเคลื่อนประเทศเพื่อเตรียมพร้อมไปสู่การเป็นเศรษฐกิจและสังคมคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Office of the National Economic and Social Development Board, 2016, p. 114) จึงมีการดำเนินนโยบายพัฒนาสู่เมืองคาร์บอนต่ำ (Low carbon city) เพื่อจะนำไปสู่การบรรเทาความเปลี่ยนแปลงต่อสภาพภูมิอากาศของโลก จากเอกสารประกอบการระดมความคิดเห็น

ทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยังคงให้ความสำคัญต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่จะแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ทำให้มีความต้องการศึกษาเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการอุปโภคบริโภค ด้วยความร่วมมือของประชาชน ในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา โดยการวิเคราะห์พฤติกรรมและประเมินก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการอุปโภคบริโภคและการใช้พลังงาน ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมในชีวิตประจำวันของประชาชน ควบคู่กับการวิเคราะห์ศักยภาพในการเก็บกักก๊าซเรือนกระจก ซึ่งงานวิจัยนี้ จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาเมืองสังคมคาร์บอนต่ำ และพยากรณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกกิจกรรมการใช้พลังงาน และการบริโภคอุปโภค ที่ผู้วิจัยเลือกพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก เพราะเป็นพื้นที่ ที่เหมาะสม กิ่งเมืองกิ่งชนบท มีความเป็นชุมชนครบถ้วน ประกอบด้วย วัด โรงเรียนถึงระดับมัธยมปลาย ตลาดสด มีชุมชนหนาแน่นและชุมชนเบาบาง พื้นที่สาธารณะและอื่น ๆ อีกทั้งสามารถนำวิธีการวิจัยไปใช้เป็นเมืองต้นแบบให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่น ๆ ได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

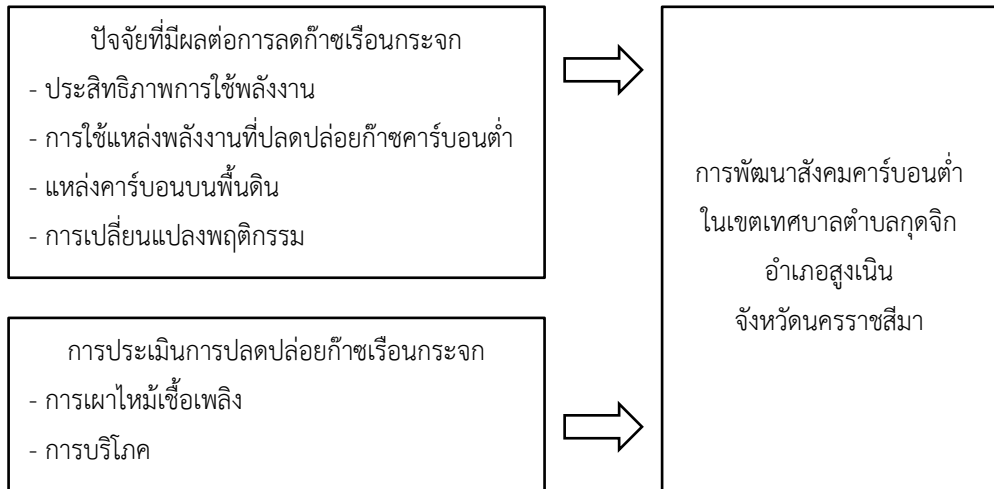
1. เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมการบริโภคอุปโภค และการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน ด้วยการมีส่วนร่วมของประชาชน ในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
2. เพื่อวิเคราะห์และประเมินปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ในพื้นที่สาธารณะเทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา

ประโยชน์การวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการอุปโภคบริโภค (อาหารและพลังงาน) ของประชาชน ในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา เพื่อนำข้อมูลวางแผนจัดการกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
2. ทำให้ทราบถึงปริมาณกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่สาธารณะ เขตเทศบาลตำบลกุดจิก ตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา เพื่อนำข้อมูลที่ได้กำหนดเป็นนโยบาย หรือแนวทางบริหารพื้นที่สีเขียว
3. สามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายหรือมาตรการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำ (Low carbon society) ด้วยการมีส่วนร่วมของประชาชน ในพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่น ๆ ได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการ นำวิธีคิดคำนวณจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (THAILAND GREENHOUSE GAS MANAGEMENT ORGANIZATION, 2015, pp. 22-29) ซึ่งเป็นค่าที่ระบุปริมาณ ก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ ที่รวมกันมีศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนในรูปของก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมการอุปโภคบริโภคและการใช้พลังงาน เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ของต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่สาธารณะของเทศบาลตำบลกุดจิก ในระยะห่างเวลา 1 ปี โดยไม่นำ ข้อมูลของต้นไม้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมาร่วมเปรียบเทียบ ประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดการวิจัยตามวัตถุประสงค์ การวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชาชนในเขตเทศบาลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วย หมู่ที่ 1 บ้านกุดจิก หมู่ที่ 2 บ้านบุสามัคคี และ หมู่ที่ 4 บ้านเจริญพรพัฒนา (บางส่วนของตำบลนากลาง) ซึ่งมีจำนวนประชาชนรวมทั้งสิ้น 2,668 คน จำแนกเป็น ชาย 1,278 คน หญิง 1,390 คน มีสัญชาติไทยร้อยละ 100 มีความหนาแน่นเฉลี่ย 451 คนต่อตารางกิโลเมตร จำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 1,193 ครัวเรือน (Kut Chik Subdistrict Municipality, 2017, unpagged) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม G* Power 3.0.10 และกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยค่าพารามิเตอร์ (Cohen, 1992, pp. 155-159) ด้วยสถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson product-moment coefficient of correlation) และสถิติถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple linear regression) ผู้วิจัยเลือกใช้ ค่าอำนาจทดสอบ (power) ที่ 0.95, ค่าขนาดอิทธิพลกลาง (medium effect size index, f^2) ที่ 0.15 ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (alpha) ที่ 0.05 และได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 119 ครัวเรือน ดังนั้นผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 120 ครัวเรือน ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability sampling) โดยเลือกวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ใช้วิธีจับสลาก (Lottery) ให้เขียนบ้านเลขที่ทุกหลังคาเรือนทำเป็นสลากรวมกัน สุ่มหยิบแล้วไม่ใส่คืน จนครบจำนวน 120 โดยมีขอบเขตการวิจัยในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งใช้แบบบันทึกข้อมูลในการเก็บข้อมูลเพื่อมาคำนวณหาก๊าซเรือนกระจก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูล ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมการบริโภคและการใช้พลังงาน ดำเนินการตามขั้นตอนของการประเมินวัฏจักรชีวิต ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ตามมาตรฐาน ISO 14040: Environmental Management (Life Cycle Assessment-Principle and Framework) ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต การวิเคราะห์และทำบัญชีรายการ การประเมินผลกระทบ และการแปลผลการศึกษา ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่สาธารณะใช้วิธีคำนวณตามสมการแอลโลเมตรี (Allometric equation) และ 2) การวิเคราะห์สมดุลคาร์บอน

ของชุมชน เป็นการวิเคราะห์สมดุลมวลของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂eq) ที่เกิดจากการอุปโภคบริโภค และการใช้พลังงานของประชาชนในเขตพื้นที่ศึกษา เพื่อทราบถึงแนวโน้มของเมือง ในการเข้าสู่การเป็น “เมืองคาร์บอนสมดุล” ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency) การใช้แหล่งพลังงานที่ปลดปล่อยคาร์บอนต่ำ (Low carbon energy supply) แหล่งคาร์บอนบนพื้นดิน (Terrestrial carbon) ได้แก่ ป่าไม้ และพื้นที่การเกษตร การเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรม (Behavior change) เพื่อนำมาคำนวณหา ก๊าซเรือนกระจกและทำการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงที่เกิดจากกิจกรรม 2 ส่วน ดังนี้

1. การเผาไหม้เชื้อเพลิง ประกอบด้วย ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน/คน) การใช้น้ำมันดีเซล สำหรับรถยนต์ และน้ำมันเบนซินสำหรับรถยนต์และรถจักรยานยนต์ (ลิตร/เดือน/คน) และแก๊สหุงต้ม (กิโลกรัม/เดือน/คน)
2. การบริโภค ประกอบด้วย การรับประทานข้าว (จาน/เดือน/คน) เนื้อไก่ (กิโลกรัม/เดือน/คน) เนื้อวัว (กิโลกรัม/เดือน/คน) เนื้อหมู (กิโลกรัม/เดือน/คน) และการดื่มนม (แก้ว/เดือน/คน)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบบันทึกข้อมูล ดังนี้

1. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างตามจำนวนครัวเรือน ผู้วิจัยเข้าไปชี้แจงเหตุผลและทำความเข้าใจ เกี่ยวกับการกรอกข้อมูลลงแบบบันทึกข้อมูลกับครัวเรือนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการบันทึกข้อมูลเพื่อให้ได้ ข้อมูลที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงมากที่สุด โดยเริ่มเก็บข้อมูลเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2560 รวมระยะเวลา 2 เดือน
2. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามในพื้นที่สาธารณะทั้งหมดของเทศบาลตำบลกุดจิก ซึ่งประชาชน ทุกคนในเทศบาลมีความเป็นเจ้าของและได้ขอความร่วมมือให้รักษาต้นไม้พร้อมช่วยรักษาพื้นที่สีเขียว จำนวน 8 แห่ง ได้แก่ 1) วัดกุดจิก 2) วัดสันติสีลาธรรม 3) สวนสาธารณะเทศบาลตำบลกุดจิก 4) สำนักงานเทศบาลตำบลกุดจิก 5) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกุดจิก 6) โรงเรียนกุดจิกวิทยา 7) โรงเรียนบ้านกุดจิก (รัฐชูศิริอนุกุล) และ 8) โรงเรียนจตุรคามสามัคคี เพื่อวิเคราะห์ค่าการสะสมมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ โดยเริ่ม วัดขนาดและส่วนสูง พร้อมเก็บข้อมูลประเภทพรรณไม้ ในเดือนตุลาคม 2560 เป็นครั้งแรกและทำการวัดขนาด และส่วนสูงที่เปลี่ยนแปลงเพื่อนำมาเปรียบเทียบอีกครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 1 ปี

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการวิเคราะห์ค่าสะสมมวลชีวภาพจากเฉลี่ยต่อคนในส่วนของปริมาณการใช้ไฟฟ้า น้ำมันประปา น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน แก๊สหุงต้ม และการรับประทานข้าว เนื้อไก่ เนื้อวัว เนื้อหมู และนม ด้วยการคำนวณปริมาณ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเป็นกิโลกรัม (kgCO₂eq) ตามสมการคำนวณ (IPCC, 2007,unpaged) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจาก} &= \text{ข้อมูลกิจกรรม} \times \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละกิจกรรม} \\ \text{กิจกรรมใด ๆ} & \quad \quad \quad \text{(หน่วยกิจกรรม)} \quad \quad \quad \text{(kgCO}_2\text{eq/หน่วยกิจกรรม)} \\ \text{(kgCO}_2\text{eq)} & \end{aligned}$$

2. การวิเคราะห์การเก็บกักก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่สาธารณะ ของเขตเทศบาลตำบลกุดจิก ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเป็นกิโลกรัม (kgCO₂eq) ที่สามารถดูดซับจากชั้นบรรยากาศ เพื่อแปลงสภาพเป็นมวลคาร์บอนที่เก็บสะสมในมวลชีวภาพ จากการวัดเส้นรอบวง ของต้นไม้ที่ความสูงระดับอก (Girth at Breast Height : GBH) ที่ระยะ 1.30 เมตร และความสูงระดับเรือนยอดของต้นไม้

(Total Height :TH) ที่มีลักษณะเป็นไม้ยืนต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร โดยการประยุกต์ใช้ สมการแอลโลเมตรี (THAILAND GREENHOUSE GAS MANAGEMENT ORGANIZATION (PUBLIC ORGANIZATION (2015, pp. 22-29) มีตัวอย่าง ดังนี้

2.1 พันธุ์ไม้ยืนต้นในพื้นที่วิจัย

พรรณไม้ทั่วไป ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ จะใช้สมการแอลโลเมตรี

$$W_S = 0.0396(D^2H)^{0.933}$$

$$W_B = 0.00349(D^2H)^{1.03}$$

$$W_L = (28/(W_S+W_B +0.025))^{-1}$$

$$W_T = W_S+W_B+W_L$$

ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา จะใช้สมการแอลโลเมตรี

$$W_S = 0.0509(D^2H)^{0.919}$$

$$W_B = 0.00893(D^2H)^{0.977}$$

$$W_L = 0.0140(D^2H)^{0.669}$$

$$W_T = W_S+W_B+W_L$$

2.2 การประเมินมวลชีวภาพใต้ดิน ได้จากสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้ เป็นการศึกษา สัดส่วนเพื่อนำมาประเมินหามวลชีวภาพใต้ดินของต้นไม้ในการคำนวณค่าดังกล่าวสามารถการคำนวณโดยใช้ค่า สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้น แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้ (root/shoot ratio) ของชนิด/พรรณไม้

ชนิด/กลุ่มพรรณไม้	สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)
โกกวาง	48.00
ปาล์ม	41.00
ไผ่	27.00
เถาว์วัลย์	27.00
พรรณไม้ทั่วไป	27.00

$$\text{มวลชีวภาพใต้พื้นดิน} = \text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน} \times \frac{\text{สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้ตามชนิด/กลุ่มพรรณไม้ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)}}{\text{สมการแอลโลเมตรี}}$$

จะทำให้ทราบปริมาณมวลชีวภาพรวมที่ได้จากการนำมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมารวมกับมวลชีวภาพใต้พื้นดิน ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพรวม} = \text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน} + \text{มวลชีวภาพใต้พื้นดิน}$$

2.3 การประเมินสัดส่วนคาร์บอน คือ ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของต้นไม้มีการผันแปรระหว่างชนิดของพรรณไม้ไม่มากนัก ซึ่งรวบรวมสัดส่วนคาร์บอนของพรรณไม้ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัดส่วนคาร์บอนของพรรณไม้

ชนิด/กลุ่มพรรณไม้	สัดส่วนคาร์บอนเฉลี่ย (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)
พรรณไม้ทุกชนิด	47.00
โกงกาง	47.15
ปาล์ม	41.30
ไผ่	47.00
เถาว์ลย	47.00

ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ในมวลชีวภาพของต้นไม้ ได้จากการนำมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน มาบวกรวมกัน จะได้ มวลชีวภาพรวม และเมื่อนำมวลชีวภาพรวมมาคูณกับค่าสัดส่วนคาร์บอนเฉลี่ย ที่ได้จากรายการที่ 2 จะทำให้ได้ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอน

$$\text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน} = \text{มวลชีวภาพรวม} \times \text{สัดส่วนคาร์บอนเฉลี่ยตามชนิด/กลุ่มพรรณไม้ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)}$$

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก เมื่อได้มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน นำมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มาคูณด้วยร้อยละของน้ำหนักแห้ง ตามสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้และตามกลุ่มพรรณไม้ จะได้มวลชีวภาพใต้พื้นดิน เมื่อนำมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมารวมกับมวลชีวภาพใต้พื้นดิน จะได้มวลชีวภาพรวม และเมื่อนำมวลชีวภาพรวม มาหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอน จะต้องใช้ร้อยละของน้ำหนักแห้ง สัดส่วนคาร์บอนเฉลี่ย และตามกลุ่มพรรณไม้ จะได้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่นำมาหาปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก โดยใช้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน มาคูณด้วยค่าอัตราส่วนของน้ำหนักโมเลกุลคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และคาร์บอน (C)

ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 1 โมเลกุล ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนจำนวน 1 อะตอม และธาตุออกซิเจนจำนวน 2 อะตอม

โดยธาตุคาร์บอน (C) มีน้ำหนัก 12 กรัมอะตอม

ส่วนธาตุออกซิเจน (O₂) มีน้ำหนัก 16 กรัมอะตอม

ดังนั้นจะได้ว่า น้ำหนักของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) = (12+(16x2)) = 44 กรัมอะตอม

ทำให้การเปลี่ยนก๊าซคาร์บอน เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเท่ากับ CO₂ / C = 44/12

$$\text{ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก} = \text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน} \times 3.666$$

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมและประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมการบริโภคอุปโภค และการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน ด้วยการมีส่วนร่วมของประชาชน ในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละหมู่บ้าน

หมู่ ที่	ชาย (คน)	หญิง (คน)	รวม (คน)	ค่าเฉลี่ยรายบุคคล	ค่าปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
				ที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า/วัน)	(กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า/วัน)
1	773	812	1,585	2.00	3,175.39
2	358	412	770	2.15	1,653.88
4	148	165	313	2.95	922.22
			2,668		5,751.49

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลรวมค่าปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประชาชนในเขตเทศบาลตำบลกุดจิก มีปริมาณ 5,751.49 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/วัน และเมื่อคิดเป็นจำนวนต่อปี จะได้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ประชาชนในเขตเทศบาลตำบลกุดจิกปลดปล่อยที่ 2,099,295.75 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี

2. ผลการวิเคราะห์และประเมินปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่สาธารณะเทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในระยะเวลา 1 ปี

พื้นที่สาธารณะที่ตรวจวัด	ปีที่ N	ปีที่ N+1	ปริมาณกักเก็บก๊าซเรือนกระจก
			ในระยะ 1 ปี (กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี)
โรงเรียนกุดจิกวิทยา	10,434.42	12,061.58	1,627.16
โรงเรียนจตุรคามสามัคคี	5,546.12	8,842.77	3,296.65
สำนักงานเทศบาลตำบลกุดจิก	15,372.97	20,233.83	4,860.86
โรงพยาบาลส่งเสริมคุณภาพตำบลกุดจิก	8,801.35	10,556.36	1,755.01
โรงเรียนบ้านกุดจิก	27,744.72	34,513.02	6,768.30
วัดกุดจิก	15,016.28	19,159.34	4,143.06
วัดสันติศีลาราม	28,038.74	33,731.77	5,693.03
สวนสาธารณะ	64,163.25	73,117.79	8,954.54
			37,098.61

จากตารางที่ 4 พบว่า ในช่วงเริ่มเก็บข้อมูลมีปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ทั้งหมดจำนวน 175,117.85 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี และหลังจากนั้นเก็บข้อมูลห่างกัน 1 ปี จะได้ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ทั้งหมดจำนวน 212,216.46 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี (โดยใช้ต้นไม้กลุ่มเดิม) แสดงว่า ข้อมูลที่ได้ภายในหนึ่งปีของต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่สาธารณะของเขตเทศบาลตำบลกุดจิกมีศักยภาพกักเก็บก๊าซเรือนกระจกได้ 37,098.61 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี

อภิปรายผล

การวิจัยเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการบริโภคอุปโภค และการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน ด้วยการใช้มีส่วนร่วมของประชาชน ในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ได้ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 2,099,295.75 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี ซึ่งมากกว่าศักยภาพปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในมวลชีวภาพของต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ในพื้นที่สาธารณะเขตเทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้ 37,098.61 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี แสดงได้ว่า ประชาชนในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิกปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากกว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจก ที่เก็บจากต้นไม้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองในพื้นที่สาธารณะมีศักยภาพในการกักเก็บ ถึง 2,062,196.40 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี ซึ่งการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่จะมาจากการใช้เชื้อเพลิง รองลงมาได้แก่ การใช้ไฟฟ้า และการบริโภค ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pleerux (2012, pp. 895-910) ที่ได้ศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมมนุษย์กรณีศึกษาเทศบาลเมืองแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี พบว่า กิจกรรมการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงมีค่ามากที่สุด ซึ่งผลที่ได้ ทำให้ทราบแหล่งที่มาของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของประชาชนในพื้นที่เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ดังนั้น หากต้องการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดสภาวะโลกร้อน จำเป็นต้องส่งเสริมและให้ความรู้แก่ประชาชน เพื่อให้ เกิดความตระหนักรวมทั้งจัดทำแนวทางในการพัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำ ด้วยวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มปริมาณ ศักยภาพการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า ทุก ๆ 1 ต้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เราปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ จะต้องถูกชดเชยด้วยการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลง 1 ต้นเช่นกัน” ของ Myles Allen หัวหน้าโครงการวิจัยสภาพอากาศของ Oxford University อย่างไรก็ดี เพื่อให้เกิดการพัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำในพื้นที่ เทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา หลายภาคส่วนต้องร่วมกันวางแผนโดยให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วม จึงจะสามารถเกิดความยั่งยืนได้ ดังจะเห็นได้จากในหลาย ๆ ประเทศได้มีการพัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำ เช่น ในประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีน (People's Republic of China (PRC)): การวิจัยและการปฏิบัติ (Low Carbon Society in China: Research and Practice) บ่งชี้ว่าการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศจีน มีการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจกจำนวนมาก เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและกระบวนการบริโภค กำลังเผชิญความท้าทายที่รุนแรง ของความไม่สมดุลในการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้เกิดความเสียหาย และผลกระทบจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของใช้ทรัพยากรจำนวนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีโครงการ ที่ครอบคลุมเป็นระบบและเป็นวิทยาศาสตร์เพื่อใช้พัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำในประเทศจีน ผ่านการวิจัยจากนักวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของ LCS (Low Carbon Society) ซึ่งสรุปได้ว่า ประเทศจีน โดยรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่น มีนโยบายและข้อบังคับใหม่สำหรับการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศโดยเฉพะนโยบายการประหยัด พลังงานและพลังงานทดแทน เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจควบคู่กับการนำเสนอเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การเก็บภาษีก๊าซเรือนกระจก เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำ (Bo-Feng, Jin-Nam, Wei-Shan, Lan-Cui, & Dong, 2012, p. 107)

การขับเคลื่อนแนวคิดเมืองคาร์บอนต่ำได้เกิดขึ้นอย่างกว้างขวางในหลายเมืองทั่วโลก และมีการดำเนินการ พัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในหลาย ๆ ประเทศดังนี้ สหรัฐอเมริกา 1,050 เมือง อินเดีย 40 เมือง จีน 100 เมือง และญี่ปุ่น 83 เมือง (Tan et al., 2015, pp. 2516-2522) โดยเมืองต่าง ๆ ในหลาย ๆ ประเทศมีการดำเนินการพัฒนาเมือง ไปสู่เมืองคาร์บอนต่ำด้วยวิธีที่หลากหลาย จากข้อมูลรายงาน The C40 Cities Climate Leadership Group (C40 is a network of the world's megacities committed to addressing climate change) ซึ่งเป็นเครือข่าย

ความร่วมมือของเมืองใหญ่ต่าง ๆ ของโลกในการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่าร้อยละ 92 ของประเทศในกลุ่ม C40 สามารถดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกได้ในระดับที่สูง (Tan et al., 2017, pp. 1919-1930) อีกทั้งยังมีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการดำเนินงานตามมาตรการต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ เช่น ในเมืองนาโกยา (ญี่ปุ่น) เมืองแวกซ์โจ (สวีเดน) และบรัสเซล (เบลเยียม) เป็นต้น ตัวอย่างมาตรการ ได้แก่ การพัฒนาเมืองให้สอดคล้องกับธรรมชาติในพื้นที่ ส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือก ส่งเสริมให้ชาวเมืองบริโภคอาหารที่มาจากแหล่งผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยพฤติกรรมกรรมกรมีส่วนร่วมของประชาชน เพื่อพัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำ ในเขตเทศบาลตำบลกุดจิก อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา เห็นควรมีมาตรการสังคมคาร์บอนต่ำมาปรับใช้ให้เข้ากับบริบทและวิถีชีวิตของประชาชนในพื้นที่ ทั้งนี้เครื่องมือทางนโยบายและการบริหารที่ควรมีนำมาใช้เพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนแปลงไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ ดังนี้

1. การสร้างทัศนคติที่ดีให้ประชาชนต่อสิ่งแวดล้อมและความรับผิดชอบต่ออนาคต ปัจจัยที่มีผลสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการปรับเปลี่ยนไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำคือ การเปลี่ยนแปลงทัศนคติของประชาชนด้านสิ่งแวดล้อมต่อพฤติกรรมบริโภคอุปโภคและวิถีชีวิตของประชาชนทุกคน ในระยะเวลาที่ผ่านมา ประชาชนได้รับรู้ถึงภัยพิบัติและผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นรุนแรงและถี่ขึ้น ควรปลูกฝัง สร้างความเข้าใจ เริ่มตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงวัยทำงาน ร่วมกับการรณรงค์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้ประชาชนทั่วไปมีความเข้าใจ และเป็นแนวร่วมด้านสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นวิชาบังคับเรียน สถานประกอบการมีการทดสอบทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อม

2. มาตรการด้านกฎหมายหรือกฎระเบียบหรือนโยบาย ภาครัฐต้องมีแนวทางชัดเจนและเห็นว่าเป็นเรื่องสำคัญที่จะสร้างสังคมคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน เน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักร วิธีการผลิตหรือการใช้อานพาหนะ ต้องมีกฎหมายหรือกฎระเบียบที่สามารถบังคับใช้ได้และเอื้อต่อการดำเนินการของทุกภาคส่วน เช่น มาตรการภาษี การลงโทษต่อสถานประกอบการที่สร้างมลพิษ กฎหมายควบคุมอาคาร เป็นต้น

3. การลงทุนและวางแผนด้านโครงสร้างพื้นฐานของภาครัฐต้องสอดคล้องกับแนวทางสังคมคาร์บอนต่ำ ภาครัฐต้องมีแผนระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว ที่จะพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐานให้สอดคล้องแนวทางสังคมคาร์บอนต่ำ เช่น สนับสนุนอาคารอนุรักษ์พลังงาน สร้างเครือข่ายสัญญาณจราจรสาธารณะ รณรงค์ให้ปั่นจักรยานหรือเดินในระยะทางที่เหมาะสม

4. สนับสนุนนวัตกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น พฤติกรรมเดิมหรือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบเดิมที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม จะต้องแก้ไขปรับด้วยนวัตกรรม ตัวอย่างนวัตกรรมทางสังคมของประเทศไทยที่ดำเนินการอยู่ ได้แก่ โครงการสำนักงานสีเขียว (Green office) มอบรางวัลตราสัญลักษณ์ G-Green ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และโครงการคัดแยกขยะแบบมีส่วนร่วมของประชาชน ของสำนักงานเทศบาลตำบลกุดจิก

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยี เป็นเรื่องที่ควรส่งเสริม เพราะเทคโนโลยี จะช่วยให้ชีวิตสะดวกสบาย ประหยัด ปลอดภัยมากขึ้น เช่น เทคโนโลยีโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมกับกระบวนการผลิตก๊าซจากถ่านหิน (Integrated Gasification Combine Cycle, IGCC) และโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซพลังงานความร้อนร่วม (Combined Cycle Gas Turbine, CCGT) เพื่อใช้แทนเทคโนโลยีโรงไฟฟ้าแบบเก่า เช่น ถ่านหินและโรงไฟฟ้าลิกไนต์ ดังนั้นประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 56

เอกสารอ้างอิง

- Bo-Feng, C., Jin-Nam, W., Wei-Shan, Y., Lan-Cui, L., & Dong, C. (2012). Low carbon society in China: Research and practice. *Advances in Climate Change Research*, 3(2), 106-120.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.
- IPCC. (2007). *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change*. Switzerland : Geneve.
- Kut Chik Subdistrict Municipality. (2017). *Population Registration Database October, 21, 2017*. Unpublished manuscript. (In Thai)
- Office of the National Economic and Social Development Board. (2016). National Economic and Social Development Plan. Retrieved May 25, 2019, from http://www.nesdb.go.th/ewt_w3c/ewt_dl_link.php?nid=6422 (In Thai)
- Pleerux, N. (2012). Mapping carbon dioxide emissions from human activities, case studies, municipalities Happy Muang, Chonburi. *KKU Research Journal*, 17(6), 895-910. (In Thai)
- Tan, S., Yang, J., & Yan, J. (2015). Development of the Low-carbon City Indicator (LCCI) Framework. *Energy Procardia*, 75(8), 2516-2522.
- Tan, S., Yang, J., Yan, J., Lee, C., Hashim, H., & Chen, B. (2017). A holistic low carbon city indicator framework for sustainable development. *Applied Energy*, 185(2), 1919-1930.
- THAILAND GREENHOUSE GAS MANAGEMENT ORGANIZATION (PUBLIC ORGANIZATION). (2015). Thailand Voluntary Emission Reduction Program Reference Manual. *Forestry and Agriculture Sector*, 22-29. (In Thai)

ผู้เขียนบทความ

นายภัทรพล บัญชาจากรัตน์

นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
340 ถนนสุนทรารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000
E-mail : january2713@hotmail.com

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หญิงสุสลักษณ์ วิริยะ

อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ คงฤทธิ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์

หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา