

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากองค์ประกอบและกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในสำนักงานคนบตี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ” ในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ ทบทวนวรรณกรรมและ รวบรวมความรู้ ตลอดจน ทฤษฎีที่จำเป็นรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- 1 . ก๊าซเรือนกระจก
2. คาร์บอนฟุตพริ้นท์
- 3 . การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก
- 4 . ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่การทำวิจัย
- 5 . งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก๊าซเรือนกระจก

1. ความหมายของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) หมายถึง ก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะ แล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันร้อนจัดและในตอนกลางคืนหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดซับคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวันแล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งมีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนและถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก โดยมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญได้แก่ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไอโซน มีเทน ไนตรัสออกไซด์และสารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ทั้งนี้ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโตมีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ตามลำดับ ทั้งนี้ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการ

ผลิตโพลีเมอร์ แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโตเนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว และกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ควันจากท่อไอเสียรถยนต์ปล่อยก๊าซโอโซน การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้นส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมา ก็คืออุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้นไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential, GWP) ที่แตกต่างกัน [องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) , 2554] ทั้งนี้ก๊าซเรือนกระจกและศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนสามารถระบุได้ดังตารางที่ 2.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ก๊าซเรือนกระจกและศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (จำนวนเท่าของ CO ₂)
1. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	1
2. ก๊าซมีเทน (CH ₄)	23
3. ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	296
4. ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	140 – 11,700
5. ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs)	6,500 – 9,200
6. ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF ₆)	22,000

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550

2. ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) เป็นปรากฏการณ์ที่ภูมิภาคของโลกมีการไหลวนของพลังงานจากดวงอาทิตย์ พลังงานนี้ส่วนใหญ่เข้ามาสู่โลกในรูปของแสงแดดประมาณร้อยละ 30 ของพลังงานที่เดินทางมาสู่โลกได้สะท้อนกลับไปสู่ห้วงอวกาศ แต่อีกร้อยละ 70 ได้ถูกดูดซับโดยผ่านชั้นบรรยากาศลงมาให้ความอบอุ่นกับพื้นผิวโลก ซึ่งโลกต้องส่งพลังงานเหล่านี้กลับสู่อวกาศในรูปของแสงอินฟราเรด เนื่องจากโลกมีบรรยากาศที่เย็นกว่าดวงอาทิตย์มาก จึงไม่สามารถส่งพลังงานในรูปแสงได้เช่นเดียวกับดวงอาทิตย์ แต่จะส่งกลับพลังงานในรูปของอินฟราเรดหรือรังสีความร้อน การที่โลกได้สะท้อนเอาความร้อนออกไปบ้างช่วยทำให้โลกไม่ ร้อน

ก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเป็นสิ่งขวางกั้นแสงอินฟราเรดที่โลกสะท้อนกลับจากพื้นผิวสู่บรรยากาศได้เหมือนกับแสงสว่าง ดังนั้นพลังงานที่ส่งออกจากพื้นผิวของโลกจึงเป็นการส่งออกโดยกระแสมและเมฆที่อยู่บนชั้นบรรยากาศที่หนาแน่นไปด้วยก๊าซเรือนกระจก ปรากฏการณ์ที่ความร้อนถูกกักเก็บไว้ในชั้นบรรยากาศนี้เป็นที่รู้จักกันว่า "ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect)" เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพที่เกิดขึ้นภายในเรือนกระจกที่ใช้สำหรับปลูกพืชในประเทศเขตร้อน โดยแสงแดดสามารถส่องผ่านให้ความอบอุ่นภายในเรือนกระจกได้ แต่กระจกสามารถสะท้อนไม่ให้ความร้อนออกไปจากเรือนกระจกได้ จึงสามารถคงอุณหภูมิภายในเรือนกระจกไม่ให้หนาวเย็นเหมือนภายนอกได้ [องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2557]

3. ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2557) อธิบายว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกคือ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับโลก อาจกล่าวโดยรวมได้ว่าส่งผลต่อการเกิดภัยแล้ง พายุฝนรุนแรง น้ำท่วม คลื่นความร้อน พืชผลการเกษตรเสียหาย การระบาดของโรคภัยต่างๆ ที่รุนแรงขึ้นและสร้างความเสียหายต่อชีวิตทรัพย์สิน การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของมนุษย์ทุกชาติ บรรยากาศโลกและสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการร่วมกันมายาวนาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ ได้ แต่การปฏิวัติอุตสาหกรรมตั้งแต่ ค.ศ. 1750 เป็นต้นมาทำให้มีการนำพลังงานฟอสซิล (fossil fuel) เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนมาใช้ การใช้พลังงานเหล่านี้ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ปริมาณก๊าซนี้เพิ่มขึ้นจาก 50 ppm. ในช่วงก่อน ค.ศ. 1750 เป็น 356 ppm. ในปัจจุบัน และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 2 เท่า (700 ppm.) ภายใน ค.ศ. 2100 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่นๆ เช่น มีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) มีอยู่ในบรรยากาศโลกในปริมาณน้อย มีคุณสมบัติในการดูดกลืนพลังงานความร้อนจึงเรียกว่าก๊าซเรือนกระจก เมื่อก๊าซเหล่านี้มีปริมาณมากขึ้นบรรยากาศโลกจึงดูดกลืนพลังงานความร้อนไว้เพิ่มขึ้น จากปกติที่ควรแผ่รังสีพลังงานความร้อนคืนกลับออกไปนอกบรรยากาศโลก ส่งผลให้สมดุลของพลังงานโลกเปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิโลกสูงขึ้น เกิดผลกระทบต่อเนื่องนานัปการ เช่น ฤดูกาลและปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลง ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เนื่องจากน้ำแข็งขั้วโลกละลาย น้ำทะเลขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น เกิดพายุและภัยพิบัติที่รุนแรงขึ้นและถี่ขึ้น เป็นต้น

อาจกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการใช้พื้นที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศตามธรรมชาติ การเกษตรเพื่อผลิตอาหารของมนุษย์ สุขภาพอนามัย ตลอดจนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ความรุนแรงของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละประเทศได้รับจะแตกต่างกันตามสภาพทางภูมิศาสตร์และปัจจัยเกื้อหนุนอื่นๆ เนื่องจากภูมิอากาศก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลและสิ่งแวดล้อมเป็นพื้นฐานของการคงอยู่ของทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศย่อมส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ ทรัพยากรชีวภาพ และการดำรงชีพของมนุษย์อย่างกว้างขวาง ตัวแปรของภูมิอากาศที่สำคัญคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิ และปริมาณแสงแดด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือการเปลี่ยนแปลงปริมาณและความถี่ของตัวแปรดังกล่าว [องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2557]

4. การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

พรศิริ สุพัฒน์ (2553) อธิบายว่า วิธีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมี 4 ทางเลือกด้วยกัน คือ (1) การดำเนินงานตามกลไกพัฒนาที่สะอาด คือกลไกที่กำหนดขึ้นภายใต้พิธีสารเกียวโตเพื่อช่วยให้ประเทศอุตสาหกรรมที่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกสามารถบรรลุพันธกรณีและเพื่อส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศกำลังพัฒนา แต่ทั้งนี้ไม่มีวิธีการดำเนินการที่ค่อนข้างมีความซับซ้อนในการจัดทำเอกสารและค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง (2) การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือการที่ภาคอุตสาหกรรมตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการผลิต และมีการปรับปรุงวิธีการในกระบวนการผลิตดังกล่าวเพื่อลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ (3) การซื้อขายคาร์บอน คือแนวคิดในการใช้กลไกตลาดเป็นแรงจูงใจในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยกำหนดให้ “คาร์บอนเครดิต” เป็นสินค้าสำหรับการซื้อขายได้ จึงทำให้เกิดเป็น “ตลาดคาร์บอน” ขึ้น รวมทั้งยังทำให้เกิดการกำหนดราคาของคาร์บอนเครดิตด้วย ซึ่งตามทฤษฎีเศรษฐศาสตร์แล้ว กลไกการตลาดดังกล่าวจะเป็นการทำให้ต้นทุนของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำที่สุด และ (4) การลดก๊าซเรือนกระจกโดยสมัครใจ คือการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่มีกฎบังคับหรือกำหนดระยะเวลา เป็นความสมัครใจขององค์กรที่จะช่วยบรรเทาหรือลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยอาจต้องอาศัยเทคโนโลยีหรือเครื่องมือ ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับจากการลดก๊าซเรือนกระจกโดยสมัครใจนี้จะเกิดต่อผู้ปฏิบัติ สภาพแวดล้อม สังคมหรือองค์กร นั้นๆ ตามมา

5. องค์ประกอบและกิจกรรมที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณปริมาณการปล่อย และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่บ่งชี้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานต่างๆ ขององค์กร โดยแบ่งกิจกรรมที่การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมขององค์กร 3 ประเภท (คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2552) ดังนี้คือ

5.1 ประเภทที่ 1 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆ ภายในสำนักงาน ดังนี้

1) การเผาไหม้ที่อยู่กับที่ ตัวอย่างเช่น การผลิตไฟฟ้าภายในองค์กร การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร

2) การเผาไหม้ที่มีกระบวนการ ได้แก่ การเผาไหม้อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมีภายในกระบวนการผลิต

3) การเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น การไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือเช่าเหมามา แต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

4) การรั่วไหลและอื่นๆ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและหลุมฝังกลบ การใช้ปุ๋ยหรือสารเคมีเพื่อการชักล้างหรือทำความสะอาด

5) การเผาไหม้ชีวมวล

5.2 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำ ที่ถูกนำเข้ามาจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าในองค์กรจึงไม่ใช่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ ตำแหน่งที่องค์กรอยู่ แต่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ ตำแหน่งที่ผลิตกระแสไฟฟ้า

5.3 ประเภทที่ 3 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดประเมินเพื่อรายงานผลเพิ่มเติมได้ โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ ตัวอย่างเช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้น้ำประปาภายในองค์กร การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุสำนักงานที่มีการใช้ภายในองค์กร เช่นกระดาษ เป็นต้น

คาร์บอนฟุตพริ้นท์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ถูกแนะนำครั้งแรกในประเทศอังกฤษในช่วงเดือนมีนาคม 2550 ภายใต้การกำกับดูแลของ Carbon Trust ซึ่งเป็นองค์กรอิสระที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐในสหราชอาณาจักรโดยเฉพาะประเทศอังกฤษ จัดตั้งขึ้นเพื่อดูแลเรื่องสภาวะโลกร้อนและกระตุ้นเรื่องการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ Carbon Trust เป็นที่ปรึกษาในการจัดทำฉลาก เช่น มันทิ้งทอดกรอบตรา Walkers (วิธสา แสงไฟโรจน์, 2553)

1. ความหมายของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

จากการค้นคว้าเอกสารต่างๆ พบว่ามีผู้ให้คำจำกัดความของคำว่า “คาร์บอนฟุตพริ้นท์” (Carbon footprint) ซึ่งในที่นี้จะขอนามากล่าวเพียงบางส่วน ดังต่อไปนี้

Bureau (2007 อ้างถึงใน Thomas and Jan, 2007) กล่าวว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดที่มาจากการกระทำของมนุษย์แต่ละคนในระยะเวลา 1 ปี (ซึ่งรวมถึงการปล่อยออกมาผ่านการใช้พลังงานด้วย) นิยามนี้ให้ความสำคัญในส่วนของการ คำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละบุคคล ซึ่งมาจากแนวความคิดที่ว่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ นี้เป็นสิ่งที่มาจากการกระทำของมนุษย์ทุกคนรวมกัน คาร์บอนฟุตพริ้นท์อาจพิจารณาเฉพาะการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงเพียงอย่างเดียว ซึ่งคำนวณจากพลังงานที่ใช้ในครัวเรือนและการ ขนส่งโดยการเดินทางด้วยรถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ หรือการขนส่งสาธารณะอื่นๆ หรืออาจรวมเอา การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมไว้ด้วยก็ได้ ซึ่งจะเอาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผล มาจากสินค้าและบริโภคในแต่ละวัน

ETAP (2007 อ้างถึงใน Thomas and Jan 2007) กล่าวว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นตัวชี้วัด กิจกรรมมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ผลิตในหน่วยตัน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2557) กล่าวว่า วั้ว่า คาร์บอน ฟุตพริ้นท์หมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักร ชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งานและการ จัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ติดบนสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ นั้นเป็นการแสดงข้อมูลให้ผู้บริโภคได้ ทราบว่า ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล่านั้นจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมา ปริมาณเท่าไร คาดกันว่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะช่วยในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคและกระตุ้นให้ ผู้ประกอบการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิตให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ยังมีการ

จัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร โดยในประเทศไทยเริ่มดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวนี้เมื่อประมาณเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 ซึ่งในการคำนวณจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์} = (\text{ข้อมูลกิจกรรม} \times \text{ค่าสัมประสิทธิ์} \text{ ของแต่ละกิจกรรม}) \text{ (kg CO}_2\text{e/หน่วย)}$$

ซึ่งจะแสดงผลอยู่ในรูปของตัน (กิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า อย่างไรก็ตาม จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในหน่วยปริมาณเทียบเท่ากับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2. ประเภทของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ถือเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ โดยตลอดวัฏจักรชีวิต ของผลิตภัณฑ์บริการและองค์กร แสดงผลในเชิงปริมาณคือเทียบเท่ากับศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น กิโลกรัม (kg CO₂ equivalent) หรือตัน (Tons CO₂ equivalent) จึงใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรมอนามัย (2553) ได้จัดแบ่งคาร์บอนฟุตพริ้นท์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมนุษย์ เป็นคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกี่ยวกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นการเดินทาง การใช้ชีวิตที่บ้านและที่ทำงาน แม้กระทั่งการรับประทานอาหาร ทั้งนี้กิจกรรมต่างๆ มีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น โดยค่าเฉลี่ยของประเทศไทยในปัจจุบันมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 5.3 - 5.5 ตันคาร์บอน/คนปี

2.2 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products) เป็นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน จนถึงการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂ eq)

2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organizations) เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมขององค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ เช่น โรงพยาบาล

โรงเรียนหรือสถานศึกษา เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นการปล่อยโดยตรงจากกิจกรรมขององค์กรหรือการปล่อยทางอ้อม เช่น การใช้ไฟฟ้าในองค์กร การปล่อยจากกระบวนการในสายซัพพลายเชน เป็นต้น โดยจะมีการนำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยทั้งหมดมาคำนวณเพื่อให้ได้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในรูปของน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ซึ่งในประเภทที่ 3 ดังกล่าวนี้เป็นส่วนที่คณะผู้วิจัยกำลังศึกษาใน โครงการวิจัยครั้งนี้ โดยเป็นการมุ่งเน้นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีการปล่อยจากองค์ประกอบและกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในสำนักงานคนบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อมุ่งค้นหาแนวทางและวิธีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในสำนักงานคนบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ต่อไป

3. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในหน่วยปริมาณเทียบเท่ากับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

หน่วยการวิเคราะห์ (Unit of analysis) ของการแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับขององค์กร หรือค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ต้องอยู่ในหน่วยตัน (กิโลกรัม) ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด และรวมอยู่ในหน่วยตัน (กิโลกรัม) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรแบ่งออกเป็น 3 ประเภท [องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554] ดังนี้

3.1 การปล่อยโดยตรง (Direct GHG emission) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือควบคุมโดยองค์กรหรือบริษัทที่ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

3.2 การปล่อยทางอ้อม (Indirect GHG emission) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมเป็นการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นผลจากกิจกรรมขององค์กรหรือบริษัทที่ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แต่เกิดขึ้นจากแหล่งที่เป็นเจ้าของหรือควบคุมโดยองค์กรหรือบริษัทอื่น

3.3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emission) ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจาก ที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมิน เพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ

การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

จากผลกระทบของภาวะโลกร้อนส่งผลให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกตระหนักถึงความสำคัญในการดำเนินการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization : CFO หรือ Corporate Footprint : CCF) ซึ่งเป็นวิธีการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระดับหน่วยงาน บริษัทหรือโรงงานอุตสาหกรรม และระดับประเทศ

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทั้งการผลิตและการบริการหรือการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรนั้น จะช่วยเสริมสร้างศักยภาพให้กับผู้ประกอบการและธุรกิจของไทยให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก และเป็นการสร้างความพร้อมหากภาครัฐจำเป็นต้องมีการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรต่างๆ ในประเทศไทย การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรดังกล่าวข้างต้นจะแสดงผลให้อยู่ในรูปแบบของตัน (กิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า การคำนวณ “คาร์บอนฟุตพริ้นท์” เป็นการประมาณค่าก๊าซเรือนกระจกทั้งที่ถูกปล่อยหรือถูกจำกัด หรือที่ถูกรวมเข้ากับวงจรชีวิตทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์วงจรชีวิตถูกเรียกว่า การวิเคราะห์จากแหล่งกำเนิดถึงจุดที่ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ การประเมินวงจรชีวิต (Life Cycle Assessment : LCA) ส่งผลให้เห็นภาพตั้งแต่การนำเข้าและส่งออกที่ทำให้เกิดมลพิษทาง ด้านอากาศ น้ำ หรือของเสียอื่นๆ และการใช้พลังงาน จุดประสงค์หลักของคาร์บอนฟุตพริ้นท์จึงเป็นการประเมินวงจรชีวิตเฉพาะปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอนหรือกิจกรรม ขึ้นอยู่กับประเภทของการคำนวณ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น เทคนิคเหล่านี้เป็นที่ทราบโดยทั่วกันในชื่อ “บัญชีก๊าซเรือนกระจก (GHG Inventory)” [องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554]

2. หลักการแสดงผลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

การแสดงผลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับจากกิจกรรมขององค์กรหรือค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 5 ประการ [องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554] ได้แก่

2.1 ความตรงประเด็น (Relevance) มีการเลือกแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก แหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก และแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลรวมถึงวิธีการวัดและคำนวณที่

เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เก็บรวบรวมหรือประเมินได้นั้นควรที่จะสะท้อนถึงปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในองค์กรหรือเกี่ยวข้องกับองค์กร และเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่สามารถช่วยส่งเสริมการตัดสินใจสำหรับการวางนโยบายขององค์กร

2.2 ความสมบูรณ์ (Completeness) ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำการเก็บรวบรวมหรือประเมินได้ควรเป็นปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในองค์กรหรือเกี่ยวข้องกับองค์กร

2.3 ความไม่ขัดแย้งกัน (Consistency) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วต้องไม่ขัดแย้งกัน

2.4 ความถูกต้อง (Accuracy) ลดความมีอคติและความไม่แน่นอนในการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกให้ได้มากที่สุด

2.5 ความโปร่งใส (Transparency) มีการเปิดเผยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เพียงพอและเหมาะสม สามารถตรวจสอบได้ เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตัดสินใจด้วยความเชื่อมั่นอย่างสมเหตุสมผล

3. การกำหนดขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2554) อธิบายถึง การจัดหมวดหมู่แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ในขอบเขตขององค์กร ว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจากแหล่งต่อไปนี้คือ การเผาไหม้ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เช่น หม้อไอน้ำเตาเผา เครื่องทำความร้อน การเผาไหม้ในอุปกรณ์การขนส่ง เช่น รถยนต์ เครื่องบิน เรือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทางกายภาพและกระบวนการทางเคมี เช่น การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตปูนซีเมนต์ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการแตกตัวของตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาโดยเจตนาและไม่เจตนา เช่น การรั่วไหลของอุปกรณ์จากข้อต่อ ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบระบายความร้อน เป็นต้น องค์กรทุกองค์กรมีผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อมหนึ่งหรือสองประเภทที่กล่าวมาข้างต้น

3.1 ระบุการปล่อยประเภทที่ 1 ชั้นแรกระบุการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการซึ่งจะมีเฉพาะกับภาคอุตสาหกรรมบางอย่าง เช่น น้ำมัน ก๊าซ อะลูมิเนียม ปูน เป็นต้น

3.2 ระบุการปล่อยประเภทที่ 2 ชั้นสองการระบุแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มาจากการปล่อยทางอ้อมจากการบริโภคของการซื้อไฟฟ้า ความร้อนหรือไอน้ำ เป็นต้น ซึ่งในส่วนของการใช้พลังงานขององค์กรจะมีเพียงกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก ทั้งนี้การผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิต และในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจะเกิด ณ แหล่งที่ผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าในองค์กรไม่ใช่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ ตำแหน่งที่องค์กรตั้งอยู่ แต่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ แหล่งที่ผลิตกระแสไฟฟ้า จึงเรียกว่าเป็นการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม

3.3 ระบุการปล่อยประเภทที่ 3 ชั้นตอนนี้เป็นสิ่งที่จะต้องจะรายงานหรือไม่ก็ได้ โดยประเภทที่ 3 นั้นจะเกี่ยวข้องกับการปล่อยทางอ้อมอื่นๆ เช่น การขนส่งวัตถุดิบหรือสินค้าและผลิตภัณฑ์ พนักงานเดินทางไปและกลับจากการทำงาน และการเดินทางไปติดต่อธุรกิจโดยพนักงาน เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ชื่อ	หน่วย	ค่าสัมประสิทธิ์ ¹ (kg CO ₂ e)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
<u>ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (Direct Emission)</u>			
- การใช้รถ (รถคณะซึ่งใช้ในการเดินทางไปราชการ)	ลิตร	2.1896	Thai national database
<u>ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อม (Indirect Emission)</u>			
- ไฟฟ้า	kWh	0.6093	Thai national database
<u>ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากแหล่งอื่นๆ (Other Indirect Emission)</u>			
- น้ำประปา	m ³	0.5081	Thai national database
- กระดาษขาว	kg	0.95	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
- ขยะซึ่งไม่ได้ทำการคัดแยกประเภท	kg	2.32	IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5:Waste (2006)

¹ที่มา: องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2557)

4. การเลือกวิธีคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เหมาะสมกับองค์กร

องค์กรต้องคัดเลือกและใช้วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกัน และช่วยลดความไม่แน่นอนอย่างสมเหตุสมผล โดยองค์กรสามารถเลือกวิธีการใดก็ได้แต่ต้องมีเหตุผลประกอบ และต้องแสดงคำอธิบายหากมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณที่เคยใช้มาก่อน ตัวอย่างวิธีการคำนวณสามารถทำได้ดังนี้ [องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554]

4.1 วิธีการตรวจวัด ทำการตรวจวัดปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดยตรง ณ แหล่งปล่อยหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องหรือเว้นช่วงเป็นระยะ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์การตรวจวัดที่ได้มาตรฐานตามวิธีการตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่มีความถูกต้องสูง การวัดโดยตรงจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการตรวจสอบความเข้มข้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะคำนวณอยู่บนพื้นฐานของสมดุลของมวลหรือพื้นฐานทางสถิติที่เฉพาะเจาะจงไปยังสถานที่หรือกระบวนการ แต่วิธีที่พบมากที่สุดสำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือการคำนวณผ่านการประยุกต์ใช้ปัจจัยการปล่อย (Emission factor)

4.2 วิธีการคำนวณ การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดลหรือการทำสมการมวลสารสมดุล หรือการวิเคราะห์หาลำดับขั้น หรือการคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กรคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก และแสดงผลให้อยู่ในรูปของตัน (กิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂ equivalent) การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน ISO 14064-1 มีการแปลงเป็นข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2 แบบดังนี้

(1) ข้อมูลด้านกิจกรรม (Activity data) คำนวณจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของทั้งส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และเอกชน หากไม่สามารถใช้ข้อมูลปฐมภูมิได้ก็จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่สัมพันธ์กัน และหากไม่สามารถหาข้อมูลที่เหมาะสม อาจต้องใช้ข้อมูลเทียบเท่าของหน่วยงานต่างประเทศแทน

(2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) หมายถึงค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งเปลี่ยนข้อมูลจากกิจกรรมต่างๆ ให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่าเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยข้อมูล เช่น กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไฟฟ้าหนึ่งหน่วย (kgCO₂e/kWh) เป็นต้น ได้จากหน่วยงานวิจัยในประเทศ วารสาร

บริษัทฯ ตลอดจนการปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยในลำดับแรกจะใช้ค่าเฉพาะและจะเลือกใช้ค่ากลางของ IPCC (Default value) เมื่อไม่สามารถหาค่าที่เหมาะสมได้

5 ประโยชน์เบื้องต้นของการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2554) ได้ระบุถึงประโยชน์เบื้องต้นของการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ดังนี้

5.1 ในด้านภาคธุรกิจ ทำการประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร และสามารถแยกสาเหตุการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งนำไปสู่การหาแนวทางเพื่อลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกลดลง ซึ่งสามารถนำไปขายเป็นคาร์บอนเครดิตได้

5.2 ในด้านภาครัฐบาล ทำให้เกิดการกระตุ้นในการบริหารจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกองค์กร เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อาจส่งผลกระทบต่อโลกและเกิดประโยชน์ต่อประเทศอีกด้วย

5.3 สนับสนุนสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) ทำให้มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ในระดับเมือง สร้างจิตสำนึกของคนในชุมชนซึ่งจะเป็นประโยชน์ในระดับประเทศ สำหรับคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งเป็นองค์กรหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องและเป็นหน่วยงานจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมโดยตรง และเพื่อการเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากองค์กร จึงได้ริเริ่มด้วยการรณรงค์และนำองค์กรเข้าสู่โครงการสำนักงานสีเขียว (Green office) และจัดทำโครงการวิจัยนี้ขึ้นเพื่อวิเคราะห์และแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับขององค์กรหรือค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ซึ่งแสดงอยู่ในหน่วยตัน (กิโลกรัม) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จากการทบทวน นวัตกรรมและผลสรุปจากแบบสำรวจ คณะผู้วิจัยสามารถแบ่งขอบเขตของกิจกรรมในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เพื่อระบุปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากสำนักงานคณะบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ได้เป็น 4 กลุ่มหลัก ดังนี้

(1) ไฟฟ้า คือ ปริมาณไฟฟ้า (วัตต์) ที่ใช้เพื่อกิจกรรมต่างๆ ภายในสำนักงานคณะบดี ได้แก่ แสงสว่าง คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์สำนักงานอื่นๆ เป็นต้น โดยวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าดังกล่าวแยกต่างหากจากมิเตอร์ส่วนกลางและเก็บข้อมูลเป็นรายวัน

(2) น้ำ คือ ปริมาณน้ำประปา (ลิตร) ที่ใช้เพื่อกิจกรรมต่างๆ ภายในสำนักงานคนบดีในการชำระล้างในกิจกรรมต่างๆ โดยวัดปริมาณการใช้น้ำดังกล่าวแยกต่างหากจากมิเตอร์ส่วนกลาง และเก็บข้อมูลเป็นรายวัน

(3) ของเสีย คือ ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ภายในสำนักงานคนบดี ได้แก่ ขยะที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ภายในสำนักงานของบุคลากร โดยการเก็บปริมาณขยะชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน (กิโลกรัม)

(4) การใช้รถยนต์ คือ การใช้รถส่วนบุคคลของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการเดินทางไปราชการของคณะ

(5) อื่นๆ คือ การดำเนินกิจกรรมอื่นๆ ที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเป็นกิจกรรมการดำเนินงานหลักภายในองค์กร อาทิ การถ่ายเอกสาร ปริ้นเตอร์ หมึกพิมพ์ โดยเก็บข้อมูลจากปริมาณการใช้กระดาษในแต่ละกิจกรรม เป็นต้น

ทั้งนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมสามารถระบุได้ว่าแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวมาข้างต้นเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 1 ซึ่งเป็นการปล่อยทางตรง คือ น้ำเสีย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 2 ซึ่งมาจากการปล่อยทางอ้อม คือ การใช้ไฟฟ้าภายในองค์กร และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 3 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปล่อยทางอ้อมอื่นๆ คือ การใช้น้ำประปา ของเสียและกระดาษ เป็นต้น โดยแสดงวิธีการคำนวณได้ดังตารางต่อไปนี้

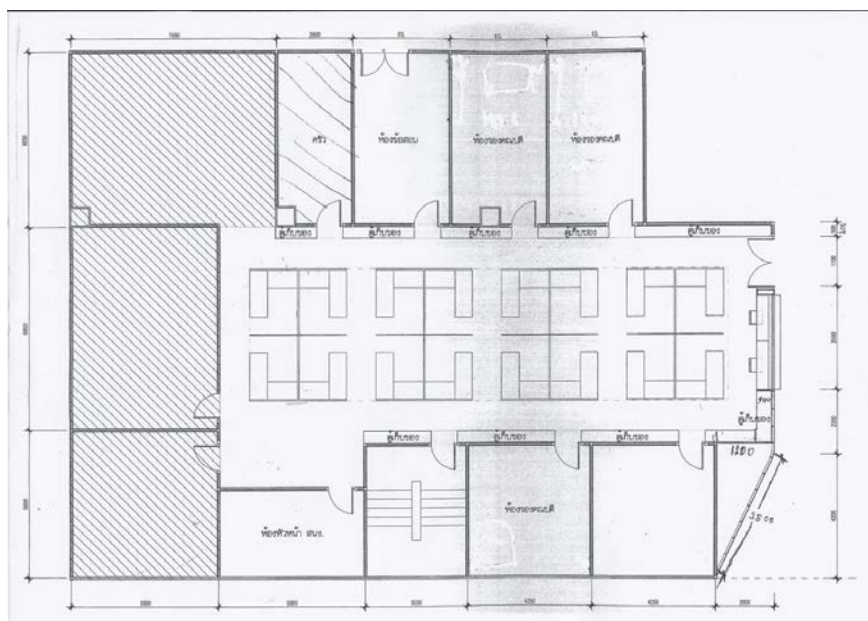
ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบและกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในสำนักงาน

ประเภทของกิจกรรมที่มี	วิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
การปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก	(kg CO ₂ e/หน่วย)
ประเภทที่ 1 การใช้รถ	ปริมาณการใช้รถในราชการ x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้รถ
ประเภทที่ 2 การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฟฟ้า
ประเภทที่ 3 การใช้น้ำประปา	ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำประปา
ประเภทที่ 3 กระดาษ	กระดาษที่ใช้แล้ว x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระดาษ

ที่มา: องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2554)

ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ สำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งตั้งอยู่ ณ เลขที่ 1 ถนนอุทงนอก แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300 โดยภายในสำนักงานคณบดีประกอบด้วย ห้องทำงานคณบดี 1 ห้อง ห้องทำงานรองคณบดี 4 ห้อง ห้องทำงานหัวหน้าสำนักงาน 1 ห้อง และมีบุคลากรสายสนับสนุนฝ่ายต่างๆ ปฏิบัติงานอยู่อีกจำนวน 20 ท่าน รวมบุคลากรทั้งสิ้นซึ่งปฏิบัติงานในสำนักงานคณบดี 26 ท่าน นอกจากนี้ยังประกอบด้วยห้องประชุม ห้องจัดเตรียมเอกสาร ห้องจัดเตรียมอาหารว่าง เครื่องดื่ม และห้องสุขา ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยทั้งสิ้น 325.2 ตารางเมตร ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนผังสำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

สุคนธ์ มาศนุ้ย (2551) ทำการศึกษาพฤติกรรมการประหยัดพลังงานเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนของบุคลากร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการประหยัดพลังงานเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนของบุคลากรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้แก่ อายุ อายุการ

ทำงานที่สถาบันฯ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารและทัศนคติ ส่วนปัจจัยที่ไม่มีผลต่อพฤติกรรม การประหยัดพลังงานเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนของบุคลากร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้แก่ เพศ สถานภาพ ภูมิฐานะ การศึกษาสูงสุด ตำแหน่ง และหน่วยงานตามลำดับ

พรศิริ สุพัฒน์ (2553) ทำการศึกษาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในโรงงานปิโตรเคมี พบว่าการหาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมี 4 ทางเลือกคือ (1) การดำเนินงานด้านกลไกพัฒนาที่สะอาด (2) การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (3) การซื้อขายคาร์บอน และ (4) การลดก๊าซเรือนกระจกโดยสมัครใจ ซึ่งแต่ละทางเลือกได้ถูกประเมินในเชิงคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง โดยใช้การสัมภาษณ์และแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์หาเกณฑ์ที่มีผลกับแต่ละทางเลือก และได้ประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process : AHP) เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ หลังจากนั้นจึงนำทางเลือกทั้ง 4 ทางเลือกมาประเมินเปรียบเทียบเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงาน ผลจากการวิเคราะห์พบว่า การดำเนินงานด้านกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism : CDM) ถูกเลือกเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงานเพื่อจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโรงงานปิโตรเคมี (โรงงานกรณีศึกษา) โดยมีคะแนนถ่วงน้ำหนักสูงสุดคือ 0.347 นอกจากนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ความไวพบว่า การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัยหลักไม่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือก

ธนัท พูลประทีนและคณะ (2554) ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถาบันการศึกษา โดยการคำนวณเป็นค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามแนวทางที่ระบุใน ISO 14064-1 และ ISO/WD TR 14069 รวมทั้งแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของประเทศไทย โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 ครอบคลุมการรั่วไหลของสารทำความเย็น การใช้เชื้อเพลิงในภาควิชา ประเภทที่ 2 ครอบคลุมการใช้พลังงานไฟฟ้า และประเภทที่ 3 ครอบคลุมการเดินทางไปกลับและการรับประทานอาหารของนิสิตระดับปริญญาตรี การใช้น้ำประปา และการใช้วัสดุจำพวกก๊าซไนโตรเจนเหลวบรรจุท่อของห้องปฏิบัติการส่วนกลาง การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และการใช้กระดาษชำระ เป็นต้น จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของภาควิชาในปีการศึกษา 2553

เท่ากับ 1,036.43 tCO₂e/yr โดยการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 52.9 รองลงมาเป็นการเดินทางไปกลับและการรับประทานอาหารของนิสิตปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 24.7 และ 21.5 ตามลำดับ โดยกิจกรรมอื่นๆ ที่เหลือมีเพียงร้อยละ 0.81 เท่านั้น จากผลการประเมินที่ได้สามารถนำมาใช้เสนอแนะมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของภาควิชา และนำไปสู่การวางแผนปรับปรุงการจัดเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาควิชาสำหรับการประเมินปีการศึกษา 2554 ต่อไป

สมชาย แซ่มชุกกลิ่น และสมรัฐ นัยรัมย์ (2553) ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเสนอแนวทางและมาตรการการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้แก่ผู้บริหารองค์กร วิธีการประเมินตามแนวทางการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข อ้างถึงแนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ระบุใน GHG Protocol จัดทำขึ้นโดย World Resource Institute (WRI) เป็นหน่วยงานที่ร่วมกับ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) ทำการประเมินในปี 2552-2554 ผลการประเมินพบว่าองค์กรปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ปริมาณ 503,193 , 446,747 และ 428,829 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี 2552 ถึง 2554 ตามลำดับ โดยในปี 2554 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลดลงจากปี 2552 ซึ่งเป็นปีฐานคิดเป็นร้อยละ 14.78 เมื่อแยกรายกิจกรรมพบว่า ส่วนใหญ่กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า และการใช้พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 88.43-89.52 เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อหัวประชากรพบว่า ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีค่า 12.05 , 12.06 และ 11.68 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนในปี 2552 ถึง 2554 ตามลำดับ โดยปี 2554 ลดลงจากปี 2552 ในปริมาณ 0.37 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน ทั้งนี้เนื่องจากในปี 2553 องค์กรมีการดำเนินโครงการสาธารณสุขรวมใจรณรงค์ลดโลกร้อน (GREEN and CLEAN Hospital) โดยการบริหารจัดการด้านการประหยัดพลังงานทำให้ลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้ในขณะที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้ายังคงเพิ่มสูงขึ้นทุกปี แต่อย่างไรก็ตามภาพรวมปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ยังคงลดลง ดังนั้นในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในปีต่อไปควรเน้นหนักที่การลดการใช้พลังงานโดยเฉพาะการใช้ไฟฟ้าที่มีปริมาณสูงมากขึ้นทุกปี

วีรพล ยิ้มสมบุญธรรมและคณะ (2554) ทำการศึกษาวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับสถาบันการศึกษา กรณีตัวอย่างวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 ครอบคลุมการเดินทางของบุคลากรต่างๆ ที่ใช้

เชื้อเพลิงโดยองค์กรรับผิดชอบการรั่วไหลของสารทำความเย็น การเผาไหม้โดยตรง ประเภทที่ 2 ครอบคลุมการใช้พลังงานไฟฟ้าไอน้ำและน้ำเย็น และประเภทที่ 3 ครอบคลุมการสั่งซื้อสินค้า เช่น กระดาษสำนักงาน การฝังกลบขยะ การเดินทางของบุคลากร โดยที่เชื้อเพลิงไม่ได้รับผิดชอบโดยองค์กร ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายใน วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ในปีการศึกษา 2552 เท่ากับ 76.62 ton CO₂e ต่อปี ของทั้ง 3 กิจกรรม โดยประเภทที่ 2 เป็นกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดเป็น 42.67 ton CO₂e ต่อปี รองลงมาคือประเภทที่ 3 เป็น 28.20 ton CO₂e ต่อปี และประเภทที่ 1 เป็น 5.75 ton CO₂e ต่อปี

บุญจิรา จนางคะกาญจน์ (2554) ทำการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ สถาบันการศึกษา โดยการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้ไฟฟ้าและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การใช้เชื้อเพลิงในการเดินทาง การใช้วัสดุและการเกิดของเสีย วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเสนอแนะทางเลือกในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้หลักการของ รอยเท้าคาร์บอนเป็นเครื่องมือในการประเมิน ซึ่งผลการประเมินพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ ถูกปล่อยจากภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 138.6 CO₂e/ปี และรอยเท้าคาร์บอนเฉลี่ยต่อคนเป็น 1.08 CO₂e/ปี ซึ่งพบว่าการใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญที่สุดของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยคิดเป็น 85.2 CO₂e/ปี หรือเท่ากับร้อยละ 61.5 รองลงมาคือ การขนส่ง การจัดการของเสียและการใช้วัสดุคิดเป็น 43.3 , 9.5 และ 0.6 CO₂e/ปี เมื่อคำนวณออกมาเป็นร้อยละต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจะเท่ากับร้อยละ 31.3 , 6.8 และ 0.4 ตามลำดับ

ชุตติมา สุขอนันต์ (2555) ทำการศึกษาเรื่องการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็น 3,627.53 ตันต่อปี ทั้งนี้จากหลักเกณฑ์ที่กำหนดให้องค์กรแสดงค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพียงประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 เท่านั้น พบว่ามีแหล่งกำเนิดหลักคือการใช้พลังงานไฟฟ้า 3,387.32 ตันของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั้งหมดต่อปีคิดเป็นร้อยละ 93.38 รองลงมาคือภาระของการใช้สารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 5.59 และ จากกิจกรรมอื่นๆ ที่เหลือคิดเป็นร้อยละ 1.03 และประเภทที่ 3 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือน กระจกเป็น 1,805.06 ตันต่อปี นอกจากนี้ในปีการศึกษา 2553 กิจกรรมต่างๆ ของคณะ

วิศวกรรมศาสตร์มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเทียบต่อนิสิตเท่ากับ 488.36 กิโลกรัมต่อปี

พุทธิพรธน ปาลกะวงษ์ ณ อยุธยา (2555) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจกในองค์กรกรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก ก เป็นการศึกษาตามกิจกรรมการดำเนินงานภายในองค์กร โดยแบ่งกิจกรรมการดำเนินงานออกเป็น 3 ประเภทคือ ประเภทที่ 1 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง ประเภทที่ 2 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน และประเภทที่ 3 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมอื่นๆ พร้อมทั้งนำเสนอทางเลือกและค่าใช้จ่ายสำหรับลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในแต่ละประเภทกิจกรรมการดำเนินงานในองค์กร และมีการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลดก๊าซเรือนกระจกในองค์กร ซึ่งจากการเปรียบเทียบปัจจัยหลักทั้ง 5 ปัจจัย และทางเลือก 3 ทางเลือกโดยผู้ทำการประเมินทั้งหมด 4 ท่าน พบทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในองค์กร คือ การลดของเสียและลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งการลดของเสียสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 13 ตัน คิดเป็นมูลค่าชิ้นงานประมาณ 2,113,513 บาทต่อปี รองลงมาคือการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กรซึ่งช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 167 ตันและสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 733,381 บาทต่อปี

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

Gomes และคณะ (2008) ทำการศึกษากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษาเทศบาล Oeires ประเทศโปรตุเกส เนื่องจากมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นจากภาคครัวเรือนและภาคบริการ ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นตัวสำคัญทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการผลิตกระแสไฟฟ้ การคมนาคมขนส่ง และการบำบัดกากของเสียทั้งของแข็งและของเหลว จากผลการศึกษาในปี ค.ศ. 2003 พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดมาจากการผลิตไฟฟ้คิดเป็นร้อยละ 75 จากการผลิตเชื้อเพลิงก๊าซร้อยละ 11 จากหลุมฝังกลบร้อยละ 8 จากการผลิตเชื้อเพลิงเหลวร้อยละ 5 และจากน้ำเสี้อยู่ร้อยละ 1

Lai (2013) ทำการศึกษาค่าคาร์บอนของโรงแรม 3 ระดับในเมืองฮ่องกงได้แก่ โรงแรม 5 ดาว โรงแรม 4 ดาว และโรงแรม 3 ดาว โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักมาจากการใช้ไฟฟ้ การใช้ก๊าซ LPG การเดินทางของบุคคลากร ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงแรม 5 ดาว โรงแรม 4 ดาว และโรงแรม 3 ดาวมีค่าเท่ากับ 96,197,078 และ 2,219

tCO₂e/yr ตามลำดับ นอกจากนี้การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงแรมเพื่อเป็นต้นแบบให้กับโรงแรมอื่นๆ

Larsen และคณะ (2011) ได้ศึกษาการวัดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยกรณีศึกษา Norwegian University of Technology and Science (NTNU) ตั้งอยู่ในเมือง Trondheim ประเทศนอร์เวย์ มีนักศึกษากว่า 20,000 คนและบุคลากร 5,500 คน มหาวิทยาลัย NTNU แบ่งเป็น 7 คณะ 53 สาขาวิชา ในปี ค.ศ. 2005 เริ่มมีการจัดการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและใช้ ISO 14001 เป็นมาตรฐาน โดยมีเป้าหมาย 4 แบบ ได้แก่ การใช้พลังงาน การเดินทางเพื่อกิจกรรมขององค์กร การจัดการของเสีย และการใช้วัสดุอุปกรณ์ทางการศึกษา ผลการศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการใช้แบบจำลอง Environmental Extended Input-Output (EEIO) คำนวณผลรวมทั้งหมดได้ 92,000 tCO₂e/yr หรือค่าเฉลี่ยต่อคนคือ 3.61 tCO₂e/person/yr ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัย NTNU จะแตกต่างกันไปตามคณะ คณะที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่ำที่สุดคือคณะสถาปัตยกรรม เนื่องจากมีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ส่วนใหญ่มาจากการเดินทางเพื่อกิจกรรมองค์กร คณะที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงที่สุดคือคณะแพทยศาสตร์ เนื่องจากมีการใช้พลังงานจากการใช้อุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ในการศึกษา มหาวิทยาลัย NTNU มีกิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเริ่มจากการลดการใช้พลังงาน มีระบบการจัดการต่างๆ ตัวอย่างเช่น การควบคุมความร้อน การระบายอากาศ และระบบแสงสว่าง สำหรับตัวอาคาร สำหรับนักศึกษาและบุคลากรมีการรณรงค์ให้ปิดไฟช่วงพักกลางวันและหลังกลับบ้าน การพักหน้าจอสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์และเปิดโหมดสแตนด์บายด์เครื่องจักรกลอื่นๆ

Leticia และคณะ (2013) ทำการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในมหาวิทยาลัยของประเทศอังกฤษระหว่างปี ค.ศ. 2008 ถึง 2009 ทั้งในประเภทที่ 1, 2 และ 3 โดยใช้มาตรฐาน Greenhouse Gas Protocol (WRI/WBCSDX) ซึ่งข้อมูลจะถูกรวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ในมหาวิทยาลัยและนำมาประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สรุปผลการศึกษาพบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 51,080 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ประเภทที่ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 79 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ถือเป็นแหล่งกำเนิดหลักของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งสิ้น 3 ประเภท มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 33 สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 29 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมอื่นๆ ภายในมหาวิทยาลัยคิดเป็นร้อยละ 38