

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas)

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) เกิดจากรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศลงมาถึงผิวโลก โลกจะดูดกลืนเอาไว้ด้วยพื้นน้ำ พื้นดิน พืช และสัตว์ต่างๆ จากนั้นก็จะคายออกมาเป็นพลังงานในรูปของรังสีคลื่นยาวอินฟราเรด ซึ่งเป็นคลื่นความร้อนกลับสู่ชั้นบรรยากาศโลกและบางส่วนก็จะถูกกักเก็บไว้โดยก๊าซในชั้นบรรยากาศซึ่งห่อหุ้มโลกอยู่เหมือนผ้าห่มจึงทำให้โลกมีความอบอุ่นไม่ร้อนจัดหรือเย็นจัดเกินไป โดยประมาณร้อยละ 30 ของพลังงานที่เดินทางมาสู่โลกจะสะท้อนกลับไปสู่ห้วงอวกาศ แต่อีกร้อยละ 70 จะถูกดูดซับโดยผ่านชั้นบรรยากาศ ปรากฏการณ์ที่ความร้อนถูกกักเก็บไว้ในชั้นบรรยากาศนี้เป็นที่รู้จักกันว่าปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพที่เกิดขึ้นภายในเรือนกระจกที่ใช้สำหรับปลูกพืชในประเทศเขตร้อน โดยแสงแดดสามารถส่องผ่านให้ความอบอุ่นภายในเรือนกระจกได้ แต่กระจกสามารถสะท้อนไม่ให้ความร้อนออกไปจากเรือนกระจกได้ จึงสามารถคงอุณหภูมิภายในเรือนกระจกไม่ให้หนาวเย็นเหมือนภายนอก ดังนั้นในภาวะปกติภาวะเรือนกระจกหรือปรากฏการณ์เรือนกระจกจึงเป็นเสมือนกลไกทางธรรมชาติที่ทำหน้าที่เป็นฉนวนห่อหุ้มโลก ทำให้โลกมีความอบอุ่นซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัดและในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัดเนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดกลืนรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวันแล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน แต่ในปัจจุบันก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้มีมากเกินไปจึงส่งผลทำให้โลกร้อนขึ้นเรื่อยๆ ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas : GHG) มีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญคือไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทน ไนตรัสออกไซด์และสารซีเอฟซี เป็นต้น ภาวะโลกร้อนนี้มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ฤดูกาลต่างๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ก็จะค่อยๆ ตายลงและอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด สำหรับผลกระทบต่อมนุษย์นั้นอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอาจทำให้บางพื้นที่กลายเป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่ม บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนักเนื่องจากฝนตกรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูงละลายทำให้ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น

พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบโดยตรง อาจทำให้บางพื้นที่จมนหายไปอย่างถาวร ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศโลกนั้นจึงเป็นระบบที่มีความโยงสัมพันธ์กันไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ดังนั้นปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อนจึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติจะต้องร่วมมือกันป้องกันและเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554)

2.2 วิธีประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของทุกประเทศต้องดำเนินการภายใต้มาตรฐานเดียวกัน โดยใช้สมการดังนี้

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data : AD) เป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณซึ่งเกิดจากกิจกรรมของการเกิดก๊าซเรือนกระจกประเภทต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำมันที่ใช้ ปริมาณถ่านหินที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือพื้นที่ที่ใช้ปลูกข้าว เป็นต้น AD อาจมีหน่วยที่แตกต่างกันไปในแต่ละภาคและสาขาของการคำนวณ ดังนั้นในการนำค่าต่างๆ มาใช้ต้องระมัดระวังให้หน่วยที่นำมาใช้มีความถูกต้องและต้องสัมพันธ์กับหน่วยของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor : EF) ด้วยในบางครั้ง AD ที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ได้โดยตรง ต้องนำมาปรับหรือคำนวณเพิ่มเติมเพื่อให้เป็นค่าที่สามารถนำมาใช้ได้ ตัวอย่าง เช่น ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณได้จากจำนวนประชากรคูณกับอัตราการเกิดขยะ เป็นต้น

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor : EF) เป็นค่าที่แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย เช่น EF ของการผลิตซีเมนต์เท่ากับ 0.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันซีเมนต์ (tCO₂e/ton cement) เป็นต้น EF นี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและเทคโนโลยีของแหล่งปล่อย ในแต่ละประเทศอาจมี EF ตามเงื่อนไขเฉพาะของกิจกรรมนั้นๆ เรียกว่าค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country specific emission factor) ซึ่งได้มาจากการวัดจริงหรือการทดลอง ในกรณีที่บางประเทศไม่มี EF เฉพาะ ในคู่มือการคำนวณของ IPCC ได้เสนอค่าการปล่อยที่แนะนำ (Default value of emission factor) ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณได้ EF อ้างอิงนี้ส่วนใหญ่ได้มาจากการรวบรวมจากเอกสารอ้างอิงในหลายพื้นที่ โดยบางประเทศมีการจำแนก EF อ้างอิงตามพื้นที่ตามเทคโนโลยีหรือตามกิจกรรม

ดังนั้นในการเลือกใช้ EF อ้างอิงต้องระมัดระวังในการใช้เช่นกัน (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553)

ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกอาจอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), มีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) ซึ่งเป็นก๊าซ 7 ตัวภายใต้พิธีสารเกียวโตระยะที่ 2 ซึ่งมีค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.1 ดังนั้นในการแสดงผลสุดท้ายเพื่อเปรียบเทียบจึงมักจะแสดงให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon dioxide Equivalent)

ตารางที่ 2.1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) โดยเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในระยะเวลา 100 ปี (IPCC, 2007)

Greenhouse Gases	Chemical Formula	GWP ในระยะเวลา 100 ปี
คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	1
มีเทน	CH_4	25
ไนตรัสออกไซด์	N_2O	298
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน	HFC	124-14800
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน	PFC	7390-12800
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	SF_6	22800
ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์	NF_3	17200

2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization: CFO หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) เป็นการแสดงชุดข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทั้งจากการผลิตและการบริการที่ปล่อยออกมาขององค์กร (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554) ซึ่งมีขั้นตอนการประเมินดังนี้

2.3.1 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน

ในการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงานจะระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆ ภายในองค์กรดังนี้

(1) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ ตัวอย่างเช่น

1.1) การผลิตไฟฟ้าความร้อนและไอน้ำเพื่อใช้เองภายในองค์กรและ/หรือเพื่อการส่งออกหรือแจกจ่ายให้แก่ผู้ใช้งานนอกขอบเขตองค์กรและการสูญเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าความร้อนหรือไอน้ำ

1.2) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์และ/หรือเครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือเช่าเหมามาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

1.3) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กรโดยองค์กรเป็นผู้รับผิดชอบการดำเนินงานดังกล่าว

(2) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมีภายในกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการ Calcination ของการผลิตปูนซีเมนต์

(3) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น

3.1) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

3.2) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

(4) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive Emissions) ตัวอย่างเช่น

4.1) การรั่วซึมของก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศภายนอกที่เกิดขึ้น ณ บริเวณรอยเชื่อม ข้อต่อ ท่อของอุปกรณ์ที่ตั้งอยู่ในองค์กร เช่น สารทำความเย็น หรือการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่ตั้งอยู่ในองค์กรในขณะทำการซ่อมบำรุง

4.2) การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากหน่วยผลิตย่อยภายในโรงงาน เช่น การรั่วไหลของก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) จากการใช้ Switch gear

4.3) การใช้อุปกรณ์ดับเพลิงประเภทที่สามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกได้

4.4) ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและหลุมฝังกลบ

4.5) ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ยหรือสารเคมีเพื่อการชักล้างหรือทำความสะอาดภายในองค์กร

(5) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ชีวมวล

ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าความร้อนหรือไอน้ำที่ถูกนำเข้ามาจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร

ประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆนอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมินเพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ ตัวอย่างของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่

(1) การเดินทางของพนักงานเพื่อการประชุมสัมมนาและติดต่อธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับองค์กร ด้วยระบบการขนส่งประเภทต่างๆ เช่น ยานพาหนะส่วนตัว ยานพาหนะที่ใช้ภายในองค์กรแต่จ้างเหมาบริการรวมน้ำมันเชื้อเพลิงจากภายนอกองค์กร รถไฟ เรือโดยสาร และเครื่องบิน

(2) การเดินทางไป – กลับจากที่พักถึงองค์กร เพื่อการทำงานของพนักงานด้วยยานพาหนะ

ส่วนตัวหรือยานพาหนะที่ใช้ภายในองค์กรแต่จ้างเหมาบริการรวมน้ำมันเชื้อเพลิงจากภายนอกองค์กร หรือระบบขนส่งสาธารณะ

(3) การขนส่งผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ คนงาน หรือกากของเสีย ที่เกิดจากการจ้างเหมาบริการโดยหน่วยงานหรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้

(4) กิจกรรมต่างๆ ที่สามารถก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเกิดจากการจ้างเหมาดำเนินงานโดยหน่วยงานหรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มจากกิจกรรมการประกอบอาหารภายในโรงอาหารโดยการจ้างเหมาจากบุคคล หน่วยงานหรือองค์กรภายนอก

(5) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกำจัดกากของเสียและการบำบัดน้ำเสีย โดยหน่วยงานหรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้

(6) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์หรือบริการขององค์กรในช่วงการใช้งาน (Use Phase) และช่วงหลังใช้งาน (End-of-Life Phase)

(7) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าไอน้ำและความร้อนที่องค์กรซื้อมาเพื่อขายต่อไปยังหน่วยงานหรือองค์กรอื่นอีกทอดหนึ่ง

(8) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ หรือความร้อน ของหน่วยงานหรือองค์กรอื่นที่มาขอเช่าพื้นที่ขององค์กร

(9) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าทางอ้อมของพนักงานภายในองค์กรในกรณีที่มีการเช่าพื้นที่อาคารขององค์กรอื่นเพื่อใช้เป็นสำนักงาน เช่น การใช้ลิฟต์ภายในอาคาร

(10) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการทำเหมืองหรือการสกัดวัตถุดิบต่างๆ รวมถึงขั้นตอนกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบตั้งต้น ก่อนที่จะมีการนำเข้ามาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นเพื่อใช้งานภายในองค์กร

(11) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้น้ำประปาภายในองค์กร

(12) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุสำนักงานที่มีการใช้ภายในองค์กร เช่น กระดาษ

2.3.2 แนวทางการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขององค์กร

สำหรับการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานต่างๆ ภายในองค์กร สามารถแสดงเป็นตัวอย่างแยกตามลักษณะของกิจกรรมได้ดังนี้

(1) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในกรณีที่องค์กรมีการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนใช้เองในองค์กรหรือเพื่อส่งขาย ณ สถานที่ภายในองค์กร ให้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนนั้นๆ แต่ในกรณีที่องค์กรมีการซื้อไฟฟ้าความร้อนและ/หรือไอน้ำมาจากภายนอกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้คำนวณควรประกอบด้วย

1.1) กรณีของไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำ ที่ถูกส่งมาจากเพียงแหล่งเดียวให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับแหล่งนั้นๆ

1.2) กรณีของไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำ ที่ถูกส่งมาจากระบบพลังงานแบบผสม เช่น ไฟฟ้าแบบ Grid mix ให้ใช้ค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำ จากค่ากลางของประเทศ

สำหรับข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าขององค์กรให้ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงจากองค์กร โดยสามารถใช้ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ระบุในใบเสร็จค่าไฟฟ้าขององค์กร ในกรณีที่องค์กรไปเช่าสถานที่ร่วมกับองค์กรอื่นๆ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดมีการใช้ร่วมกับองค์กรอื่น ซึ่งในใบเสร็จค่าไฟฟ้ามีการระบุร่วมกับองค์กรอื่น ให้ทำการประมาณปริมาณการใช้ไฟฟ้าขององค์กรโดยวิธีการปันส่วนที่เหมาะสม อาทิเช่น การปันส่วนจากค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดที่องค์กรมีการใช้งานจริงคูณด้วยระยะเวลาการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดนั้นๆ

(2) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทางและขนส่งด้วยรถประเภทต่างๆ

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางรถ สามารถทำได้โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

2.1) ในกรณีที่ทราบข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทางหรือขนส่งให้นำปริมาณที่ใช้ไปคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ (ค่าแฟกเตอร์การเผาไหม้เชื้อเพลิง)

2.2) กรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง ให้เลือกใช้วิธีการคำนวณโดยเลือกจากวิธีต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1) กรณีมีข้อมูลระยะทางในการเดินทางและประเภทของเชื้อเพลิง:ให้นำข้อมูลระยะทางที่เก็บมาได้มาคำนวณเป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (โดยอ้างอิงค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากแหล่งอ้างอิงที่เหมาะสม อาทิเช่น Compendium of Greenhouse Gas Emission Methodology for the Oil and Gas Industry (API, 2004))

2.2.2) กรณีมีข้อมูลระยะทางในการเดินทางและประเภทของยานพาหนะ:ให้นำข้อมูลระยะทางที่เก็บมาได้มาคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของยานพาหนะ (โดยอ้างอิงจากแหล่งอ้างอิงที่เหมาะสม อาทิเช่น รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร เป็นต้น)

(3) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทางด้วยเครื่องบิน

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทางโดยเครื่องบิน สามารถทำได้โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

3.1) กรณีมีข้อมูลระยะทาง ให้คำนวณจากระยะทางที่เดินทางคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางโดยเครื่องบิน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลเมตร)

3.2) กรณีไม่มีข้อมูลระยะทาง ให้คำนวณจากจำนวนเที่ยวในการเดินทางคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางโดยเครื่องบินต่อเที่ยว (กรณีเดินทางเที่ยวละไม่เกิน 1,500 กิโลเมตร)

(4) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้สารเคมี

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารเคมี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี ได้แก่

4.1) กรณีที่สารเคมีไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกภายในกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างใช้งาน ให้นำปริมาณสารเคมีที่ใช้ไปคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของสารเคมีที่ใช้ (ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารเคมีที่ใช้ได้ ให้พิจารณาค่า

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเคมีที่มีลักษณะใกล้เคียงมาใช้คำนวณแทน)

4.2) กรณีที่สารเคมีสามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างใช้งาน ให้ทำการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการเกิดปฏิกิริยา โดยอาศัยหลักมวลสารสัมพันธ์ แล้วนำไปรวมกับค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากปริมาณสารเคมีคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดสารเคมีที่ใช้

(5) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ย

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยเคมี ทำได้โดยนำปริมาณปุ๋ยเคมีที่มีการใช้จริงคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทและสูตรของปุ๋ยที่ใช้

(6) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดของเสีย

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการกำจัดของเสีย ในกรณีที่องค์กรมีระบบการกำจัดของเสีย การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ใช้ข้อมูลตามวิธีการกำจัดจริงหรือข้อมูลปฐมภูมิของระบบการกำจัดของเสียขององค์กร ทั้งนี้หากไม่มีข้อมูลปฐมภูมิขององค์กรให้คำนวณโดยกำหนดให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดของเสียแบบฝังกลบ (Landfill) โดยใช้ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบดิน ของ IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories-Volume 5: Waste (2006) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบดิน

องค์ประกอบของของเสีย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบดิน (tCO ₂ e ต่อดัชนีของเสีย)
กระดาษ / กระดาษกล่อง	2.93
ผ้า	2.00
เศษอาหาร	2.53
เศษไม้	3.33
กิ่งไม้ต้นหญ้าจากสวน	3.27
ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ	4.00
ยางและหนัง	3.13

โดยในการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดของเสีย คำนวณการนำปริมาณของเสียแยกตามองค์ประกอบแล้วคูณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามองค์ประกอบในตารางที่ 2.2 สำหรับของเสียที่เป็นวัสดุอื่นนอกเหนือจากตารางที่ 2.2 และมีองค์ประกอบของคาร์บอน ให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2.32 tCO₂e ต่อตันของเสีย หากของเสียเป็นวัสดุที่ไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ให้คิดเป็นศูนย์

(7) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งกากของเสียไปกำจัด

การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งกากของเสียไปกำจัด ณ แหล่งกำจัดใด หากมีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงหรือระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง ให้ทำการคำนวณตามแนวทางการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทางและขนส่ง (ข้อ 2) แต่หากไม่มีข้อมูลดังกล่าวให้คำนวณโดยการตั้งสมมติฐานของการขนส่งกากของเสีย โดยการประมาณระยะทางจากองค์กรไปยังเมืองหรือจังหวัดสถานที่กำจัดกากของเสียขนส่งไปกำจัดด้วยรถบรรทุก 6 ล้อขนาด 16 ตัน บรรทุกแบบน้ำหนักเต็มและให้พิจารณาการขนส่งจากกลับที่เป็นรถบรรทุกเปล่าด้วย โดยใช้ระยะทางในการขนส่ง 40 กิโลเมตร

(8) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้ลิฟต์ภายในอาคาร

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้ลิฟต์ภายในอาคาร สามารถคำนวณได้จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อการใช้ลิฟต์หนึ่งครั้ง (สามารถหาได้จากการวัดปริมาณไฟฟ้าที่ใช้โดยตรงหรืออ้างอิงจากแหล่งอ้างอิงที่เหมาะสม อาทิเช่น รายงานผลการวิจัยร่วมบริษัท อีซีจี คอร์ปอเรชั่น จำกัด และห้องปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นต้น) คูณด้วยจำนวนครั้งที่ใช้งานลิฟต์ภายในหนึ่งวันของพนักงานหนึ่งคน (ในกรณีที่ไม่มีทราบข้อมูลสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อการประเมินเป็นจำนวน 4 ครั้งต่อพนักงานหนึ่งคน) แล้วนำมาคูณด้วยจำนวนพนักงานที่ใช้ลิฟต์ทั้งหมดภายในชั้นที่ทำการประเมินและจำนวนวันที่มีการใช้งานลิฟต์

(9) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย

ในกรณีที่องค์กรไม่มีการเก็บรวบรวมปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง สามารถใช้สมมติฐานในการประมาณค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ กรณีองค์กรประเภทโรงงานอุตสาหกรรม ให้ประมาณค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำที่ใช้จริงทั้งหมดภายในโรงงาน หรือ

กรณีองค์กรประเภทสำนักงานและสถานศึกษาให้ประมาณค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับปริมาณน้ำที่มีการใช้จริงทั้งหมดภายในองค์กร

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย สามารถทำได้โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งเรียงลำดับความสำคัญของวิธีการคำนวณ ดังนี้

9.1) กรณีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด ให้ทำการคำนวณอ้างอิงตามสมการการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย (อ้างอิง 2006 UNFCCC, Methane recovery in waste water treatment-Version 16.0, Method number AMS-III H) ดังนี้

$$PE_y = PE_{y, \text{power}} + PE_{y, \text{ww, treated}} + PE_{y, \text{s, final}} + PE_{y, \text{fugitive}} + PE_{y, \text{dissolved}}$$

เมื่อ PE_y คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียในระหว่างปี y (หน่วยตัน tCO_2e)

$PE_{y, \text{power}}$ คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงในการบำบัดน้ำเสียในระหว่างปี y

$PE_{y, \text{ww, treated}}$ คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ประเภทคาร์บอนภายในกระบวนการบำบัดน้ำเสียในระหว่างปี y

$PE_{y, \text{s, final}}$ คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายแบบไร้อากาศของกากตะกอนที่เกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายในปี y (ตัวแปรนี้สามารถตัดออกได้หากกากตะกอนที่เกิดขึ้นมีการกำจัดด้วยวิธีการเผา ฝังกลบ หรือนำไปใช้เป็นปุ๋ย)

$PE_{y, \text{fugitive}}$ คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของระบบกักเก็บและ เผาทำลาย

$PE_{y, \text{dissolved}}$ คือปริมาณก๊าซมีเทนที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย

9.2) กรณีที่ไม่มีการเก็บรวบรวมคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด ให้ทำการคำนวณอ้างอิงตามสมการการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียของ IPCC (2006): Wastewater Treatment and Discharge ดังนี้

9.2.1) คำนวณหาปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทั้งหมดในน้ำเสีย (Total Organically Degradable Material in Wastewater: TOW) โดยใช้ค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง คูณด้วยค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

9.2.2) นำค่าปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทั้งหมดมาลบด้วยปริมาณกากตะกอนที่เกิดขึ้นจากการบำบัด แล้วนำไปคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยแยกตามประเภทการบำบัดน้ำเสียดังแสดงในตารางที่ 2.4

9.2.3) ในกรณีที่มีการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัด ให้ นำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามาลบออกจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณได้จากการบำบัดน้ำเสียในข้อที่ 9.2.2

ตารางที่ 2.3 ค่าประมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมีของแต่ละประเภทอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรม	ปริมาณ COD เฉลี่ย (kg/m ³)	ช่วง COD (kg/m ³)
กลั่นแอลกอฮอล์	11	5 - 22
เบียร์	2.9	2 - 7
กาแฟ	9	3 - 15
ผลิตภัณฑ์จากนม	2.7	1.5 - 5.2
แปรรูปอาหารทะเล	2.5	
แปรรูปเนื้อสัตว์	4.1	2 - 7
เคมีอินทรีย์	3	0.8 - 5
กลั่นน้ำมัน	1	0.4 - 1.6
พลาสติกและเม็ดพลาสติก	3.7	0.8 - 5
เยื่อกระดาษและกระดาษ	9	1 - 15
ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด		0.5 - 1.2
ผลิตภัณฑ์แป้ง	10	1.5 - 42
กลั่นน้ำตาล	3.2	1 - 6
น้ำมันพืช		0.5 - 1.2
น้ำผัก - ผลไม้	5	2 - 10
ไวน์และน้ำส้มสายชู	1.5	0.7 - 3.0

ตารางที่ 2.4 ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทของการบำบัดน้ำเสีย

ประเภทของการ บำบัดน้ำเสีย	Methane Conversion Factor (kgCH ₄ /kg COD)	Emission Factor (kgCO ₂ e/kg COD)	หมายเหตุ
กรณีน้ำเสียไม่ได้รับการบำบัด			
การปล่อยน้ำเสียลงสู่ ทะเล แม่น้ำ และบึง โดยตรง	0.025	0.625	ไม่รวมปริมาณก๊าซ เรือนกระจกที่เกิดจาก สารอินทรีย์ภายใน แหล่งน้ำ
กรณีน้ำเสียได้รับการบำบัด			
โรงบำบัด แบบเติมอากาศ	0	0	
โรงบำบัด แบบเติมอากาศ	0.075	1.875	ประเภทที่ไม่มีการ ควบคุมดูแล และมีการ ทำงานเกินความจุ
ระบบกำจัดสลัดจ์ แบบไร้อากาศ	0.20	5	ไม่รวมปริมาณก๊าซ เรือนกระจกที่ดักเก็บ ได้จากระบบบำบัด
Reactor แบบไร้อากาศ	0.20	5	ไม่รวมปริมาณก๊าซ เรือนกระจกที่ดักเก็บ ได้จากระบบบำบัด
บ่อบำบัดดิน แบบไร้อากาศ	0.05	1.25	ความลึกไม่เกิน 2 เมตร
บ่อบำบัดลึก แบบไร้อากาศ	0.20	5	ความลึกมากกว่า 3 เมตร

(10) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารดับเพลิง

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารดับเพลิงคำนวณได้จากปริมาณสารดับเพลิงที่มีการใช้จริงคูณด้วยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารเคมีแต่ละประเภทที่บรรจุอยู่ภายในถังดับเพลิง (ปริมาณก๊าซ

เรือนกระจกที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้สารดับเพลิงเพื่อดับไฟไม่นำมาพิจารณา เนื่องจากมีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารเคมีดับเพลิงและยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในระหว่างปฏิกิริยาดังกล่าว)

2.4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีสถาปนาขึ้นมาจากวิทยาลัยเทคนิคธนบุรี ซึ่งเป็นวิทยาลัยในสังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2503 และในปี พ.ศ.2514 ได้รวมกับวิทยาลัยเทคนิคพระนครเหนือ และวิทยาลัยเทคนิคโทรคมนาคมเข้าด้วยกัน เป็นสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ต่อมาในปี พ.ศ. 2517 ได้ยกฐานะเป็นสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย และในปี พ.ศ. 2529 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เป็นนิติบุคคล มีฐานะเป็นกรมในทบวงมหาวิทยาลัยตามพระราชบัญญัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปัจจุบันเปลี่ยนเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตามพระราชบัญญัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2541 ได้กำหนดให้มีฐานะเป็น มหาวิทยาลัยของรัฐ ที่ไม่เป็นส่วนราชการ แต่อยู่ในกำกับดูแลของรัฐบาล และเป็นนิติบุคคล พระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้รับการประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 115 ตอนที่ 11 เมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2541 มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 7 มีนาคม 2541

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เน้นการเรียน การสอน ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เปิดสอนในระดับปริญญาตรีจำนวน 6 คณะดังนี้ (1) คณะวิศวกรรมศาสตร์ (2) คณะวิทยาศาสตร์ (3) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี (4) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ (5) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ (6) วิทยาลัยสหวิทยาการ และในระดับบัณฑิตจำนวน 12 คณะ ดังนี้ (1) คณะวิศวกรรมศาสตร์ (2) คณะวิทยาศาสตร์ (3) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี (4) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ (5) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ (6) คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี (7) คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ (8) คณะศิลปศาสตร์ (9) บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม (10) สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม (11) บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (12) วิทยาลัยสหวิทยาการ มีจำนวน

บุคลากร และจำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2556 รวมเป็นจำนวน 19,872 คน 20,125 คน และ 19,859 คน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 จำนวนประชากรของ มจร. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2556

จำนวนประชากรของ มจร.			
ประเภท	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556
นักศึกษาระดับป.ตรี (คน)	12,005	11,884	11,816
นักศึกษาระดับบัณฑิต (คน)	5,667	6,096	5,898
บุคลากร (คน)	2,200	2,145	2,145
รวมทั้งสิ้น (คน)	19,872	20,125	19,859

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีได้วางเป้าหมายการดำเนินการของมหาวิทยาลัยอย่างชัดเจน ในการมุ่งสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) ที่มีการจัดระบบบริหารจัดการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมความปลอดภัยและอาชีวอนามัยให้เป็นไปตามมาตรฐานอย่างมีคุณภาพและบูรณาการระบบเหล่านั้น ให้เข้ากับการดำเนินการทุกด้านของมหาวิทยาลัย เพื่อเป็นต้นแบบให้กับมหาวิทยาลัยและหน่วยงานอื่นทั้งภาครัฐและเอกชน ได้นำไปประยุกต์ให้เกิดผลดีต่อสภาพแวดล้อมและนักศึกษา บุคลากรภายในมหาวิทยาลัย ตลอดจนชุมชนและอุตสาหกรรมที่อยู่รอบข้างมหาวิทยาลัยและก่อให้เกิดผลดีต่อสภาพแวดล้อมของประเทศโดยรวม จึงทำให้ มจร. ถูกจัดอันดับให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) ในอันดับที่ 38 ของโลก และอันดับที่ 2 ของไทย จากการจัดอันดับของ UI GreenMetric World Universities Ranking (2556) นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่จัดตั้งขึ้นเพื่อทำหน้าที่ด้านจัดระบบบริหารจัดการและจัดทำระเบียบ ปฏิบัติ ข้อบังคับด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมความปลอดภัยและอาชีวอนามัยให้สอดคล้องกับเป้าหมาย วิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยและประสานให้เกิดการดำเนินการปฏิบัติตามระเบียบ ข้อบังคับนั้นๆ ให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันทั้งมหาวิทยาลัยคือศูนย์การจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (Energy Environment Safety and Health : EESH) เป็น และทำหน้าที่จัดกิจกรรมที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก ตัวอย่างเช่น กิจกรรมส่งเสริมการใช้จักรยานภายในมหาวิทยาลัย การใช้พลังงานทดแทน การพัฒนาอาคารประหยัดพลังงาน รวมถึงการรณรงค์ลดกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การลดการใช้โฟมและพลาสติก เป็นต้น

2.5 การพัฒนาระบบสารสนเทศ

การพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development) เป็นกิจกรรมทั้งหมดที่จำเป็นในการนำระบบสารสนเทศมาใช้เพื่อแก้ปัญหาขององค์กรหรือสร้างโอกาสให้กับองค์กร การพัฒนาระบบสารสนเทศมีหลายวิธี เช่น แบบวงจรชีวิต (System Development Life Cycle), การสร้างต้นแบบ (Prototyping) การเน้นผู้ใช้เป็นหลัก (End-User Development) การจ้างบุคคลภายนอก (Outsourcing) และการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งการพัฒนาระบบงานแบบวงจรชีวิต (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นเทคนิคที่นิยมที่สุด ประกอบด้วยวิธีการดำเนินการ (Methodology) หลายวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบ ความรู้ความถนัดของผู้พัฒนาระบบ เครื่องมือการพัฒนาระบบด้วย ตัวอย่าง Methodology ที่นิยมใช้ในการพัฒนาระบบอย่างเช่น แบบ Objected Oriented และแบบ Waterfall Methodology โครงการสารสนเทศที่มีขนาดใหญ่จะมีขั้นตอนการพัฒนาระบบสารสนเทศดังกล่าว แต่โครงการขนาดเล็กอาจใช้บางตอนเท่านั้น ในอดีตนักพัฒนาระบบใช้วิธีการที่เรียกว่า waterfall approach ในการดำเนินการตามเทคนิค SDLC โดยมีการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนให้เสร็จเรียบร้อยก่อนที่จะดำเนินการต่อไป แต่ในปัจจุบันนักพัฒนาระบบอาจจะดำเนินการย้อนกลับไปที่กลับมาได้ตามความจำเป็น (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2558) ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

2.5.1 การสำรวจระบบ (System Investigation)

เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการว่ามีโอกาสความสำเร็จมากน้อยเพียงใด รวมทั้งประเมินความเป็นไปได้ด้านต่างๆ ดังนี้

- (1) ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (Technical Feasibility)
- (2) ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Feasibility)
- (3) ความเป็นไปได้ด้านพฤติกรรม (Behavioral Feasibility)

2.5.2 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

เป็นการวิเคราะห์ปัญหาขององค์กรซึ่งจะแก้ไขโดยระบบสารสนเทศ ขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการระบุปัญหาขององค์กร สาเหตุของปัญหา การแก้ปัญหา และระบุความต้องการสารสนเทศ (Information requirement)

2.5.3 การออกแบบระบบ (System Design)

เป็นการบรรยายเกี่ยวกับสิ่งที่ระบบต้องทำเพื่อแก้ปัญหาองค์การ และวิธีการดำเนินงาน โดยประกอบด้วย

- (1) ปัจจัยนำเข้าของระบบ, ผลผลิตของระบบ, และการออกแบบหน้าจอให้กับผู้ใช้ (User Interface)
- (2) ฮาร์ดแวร์, ซอร์ฟแวร์, ฐานข้อมูล การสื่อสารโทรคมนาคม, บุคลากร และกระบวนการ (procedure)
- (3) การบูรณาการส่วนประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวอย่างเป็นระบบ

2.5.4 การเขียนโปรแกรม (Programming)

คือการเปลี่ยนแปลงจากรายละเอียดของการออกแบบ (Design specification) เป็นรหัสคอมพิวเตอร์ (Computer code) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอาจจะใช้เวลานาน โปรแกรมขนาดใหญ่อาจจะประกอบด้วยคำสั่งหลายหมื่นบรรทัดโดยใช้โปรแกรมเมอร์เป็นร้อยคน

2.5.5 การทดสอบ (Testing)

การทดสอบจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่ารหัสคอมพิวเตอร์ที่เขียนไว้จะสามารถให้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ การทดสอบจะต้องใช้เวลา และความพยายามมาก การทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาด (Bugs) ซึ่งอาจเกิดจากความผิดพลาด 2 ประการคือ

- (1) ความผิดพลาดในเรื่องของรูปแบบ (Syntax error)
- (2) ความผิดพลาดเชิงตรรกะ (Logic error)

2.5.6 การนำระบบไปติดตั้ง (Implementation)

เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนจากระบบเก่าเข้าสู่ระบบใหม่ ซึ่งวิธีการเปลี่ยนระบบสามารถทำได้ 4 รูปแบบคือ

(1) แบบคู่ขนาน (Parallel) เป็นการดำเนินการพร้อมกันทั้งระบบเก่าและระบบใหม่ ในเวลาเดียวกัน เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน การเปลี่ยนแปลงแบบนี้ มีต้นทุนแพงที่สุด แต่มีความเสี่ยงน้อยที่สุด ระบบงานที่มีขนาดใหญ่มักนิยมใช้แบบนี้ เพื่อลดความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

(2) แบบเปลี่ยนทั้งหมด (Direct Conversion) เป็นการติดตั้งระบบใหม่แทนระบบเดิมทั้งหมด

(3) การเปลี่ยนแปลงนี้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดแต่มีความเสี่ยงมากที่สุด หากระบบไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้การเปลี่ยนแปลงโดยใช้โครงการนำร่อง (Pilot Conversion) เป็นการติดตั้งระบบใหม่ส่วนใดส่วนหนึ่งขององค์กร และหลังจากที่ระบบใหม่ติดตั้งและดำเนินการไประยะหนึ่งแล้วก็จะมีการประเมินผล หากระบบใหม่มีความเหมาะสมจึงค่อยนำไปใช้กับส่วนอื่นๆ

(4) การเปลี่ยนแปลงแบบมีขั้นตอน (Phased Conversion) คือมีการแบ่งการเปลี่ยนแปลงออกเป็นส่วนย่อยๆ หรือ module หรือแบ่งระยะเวลาในการติดตั้ง จากนั้นจึงลองนำบาง module ไปทดลองติดตั้ง หากได้ผลจึงค่อยนำ module อื่นไปปฏิบัติจนกระทั่งครบทั้งระบบ

2.5.7 การดำเนินการและการบำรุงรักษา

เมื่อมีการติดตั้งระบบใหม่แล้ว จะต้องมีการบำรุงรักษา ซึ่งมีหลายลักษณะ คือ

(1) ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Debugging the program) เป็นขั้นตอนที่ต้องทำต่อเนื่องไปตลอดอายุของระบบ

(2) ปรับปรุงระบบให้ทันสมัยสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไข การปฏิบัติที่อาจเปลี่ยนแปลงไป

(3) เพิ่มหน้าที่ทำงานให้ระบบ

2.5.8 ข้อจำกัดของ SDLC

(1) ใช้ทรัพยากรมาก เนื่องจากมีขั้นตอนการดำเนินงานมาก ทั้งด้านบุคลากร งบประมาณ และเวลา

(2) ไม่ยืดหยุ่น และทำการเปลี่ยนแปลงลำบาก

(3) ไม่เหมาะสมกับระบบสารสนเทศที่ใช้ในการตัดสินใจ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนัท พูลประทีน (2553) ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถาบันการศึกษา โดยคำนวณเป็นค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตาม ISO 14064-1 และ ISO/WD TR 14069 รวมทั้งแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ขององค์การอาหารและเกษตรกรรม (องค์การมหาชน) โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ประเภทที่ 1 ครอบคลุมการรั่วไหลของสารทำความเย็น และการใช้เชื้อเพลิง ประเภทที่ 2 ครอบคลุมการใช้พลังงานไฟฟ้า และประเภทที่ 3 ครอบคลุมการเดินทางไปกลับ และการรับประทานอาหารของนิสิตระดับปริญญาตรี การใช้น้ำประปา และการใช้วัสดุจำพวกก๊าซไนโตรเจนเหลวบรรจุท่อของห้องปฏิบัติการส่วนกลาง การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และการใช้กระดาษชำระของธุรการ เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในปีการศึกษา พ.ศ. 2553 เท่ากับ 1,036.43 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 52.9 รองลงมาเป็นการเดินทางไปกลับ คิดเป็นร้อยละ 24.7 และการรับประทานอาหารของนิสิตปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 24.7 โดยกิจกรรมอื่นๆ ที่เหลือมีผลเพียงร้อยละ 0.81 เท่านั้น จากผลการประเมินที่ได้สามารถนำมาใช้เสนอแนะมาตรการ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และนำไปสู่การวางแผนปรับปรุงการจัดเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาควิชาสำหรับการประเมินในปีการศึกษา 2554 ต่อไป

Larsen, et al. (2011) ศึกษาการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา Norwegian University of Technology and Science (NTNU) ประเทศนอร์เวย์ โดยมีนักศึกษา 20,000 คน และบุคลากร 5,500 คน NTNU แบ่งเป็น 7 คณะ และ 53 สาขา ในปี ค.ศ. 2005 โดยประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ การใช้พลังงาน การเดินทางและการท่องเที่ยว การจัดการของเสีย และการใช้วัสดุ ผลการศึกษาคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการใช้แบบจำลอง Environmental Extended Input-Output (EEIO) ได้ค่าสุทธิเท่ากับ 92,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ค่าเฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 4.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนต่อปี โดยคณะสถาปัตยกรรมมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่ำที่สุด เพราะมีการใช้พลังงานน้อย ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ส่วนใหญ่มาจากการเดินทางและท่องเที่ยว และคณะแพทยศาสตร์มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงที่สุด เพราะมีการใช้พลังงานจากการใช้อุปกรณ์เครื่องมือทางการศึกษามาก กิจกรรมลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยเริ่มจากการลดการใช้พลังงาน มีระบบการจัดการต่างๆ ตัวอย่างเช่น การควบคุมความร้อน การระบายอากาศ และการจัดการใช้แสงสว่างสำหรับอาคาร ส่วนนักศึกษาและ

บุคลากรมีการรณรงค์ให้ปิดไฟตอนพักและหลังกลับบ้าน ใช้โหมคสแทนบายด์สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องจักรกลอื่นๆ

Ozawa-Meida, et al. (2011) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา De Montfort University สหราชอาณาจักร ภายใต้นโยบายและกลยุทธ์สำหรับสนับสนุนด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ นโยบายด้านพลังงาน แผนการเดินทางสีเขียว นโยบายการจัดการของเสีย และแผนการจัดการคาร์บอน โดยใช้ข้อมูลในปี ค.ศ. 2008 ซึ่งมีนักศึกษา 21,585 คน และบุคลากรจำนวน 3,995 คน โดยการคำนวณแบ่งออกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่ การใช้พลังงานจากอาคาร การเดินทางและการท่องเที่ยว และการใช้วัสดุ ผลการศึกษาพบว่าค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 2.00 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนต่อปี โดยขอบเขตที่ 1 มีปริมาณร้อยละ 6 ขอบเขตที่ 2 มีปริมาณร้อยละ 15 และขอบเขตที่ 3 มีปริมาณร้อยละ 79 มหาวิทยาลัยได้เสนอนโยบายและเทคนิคการใช้พลังงาน โดยผลการดำเนินงานระยะยาวจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุของภาวะโลกร้อน

บุญจิรา จนางคะกาญจน์ และคณะ (2554) ศึกษาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้า และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การใช้เชื้อเพลิงในการเดินทาง การใช้วัสดุและการเกิดของเสีย โดยใช้การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต (LCA) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากภาควิชาในปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 138.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือเท่ากับ 1.08 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนต่อปี (จากบุคลากร 35 คน) ซึ่งพบว่าการใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่สุด โดยคิดเป็น 85.2 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือเท่ากับร้อยละ 61.5 ของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยทั้งหมด รองลงมาคือการขนส่ง การจัดการของเสีย และการใช้วัสดุ คิดเป็น 43.3, 9.5 และ 0.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ตามลำดับ หรือเท่ากับร้อยละ 31.3, 6.8 และ 0.4 ตามลำดับ จากผลการคำนวณที่ได้สามารถนำมาใช้เสนอแนะกลยุทธ์และมาตรการเพื่อลดการปล่อยเรือนกระจกของสถาบันการศึกษาได้

กนกพร สิทธิจินดาโชค (2555) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยใช้คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ของ อบก. โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ขอบเขต ผลการศึกษาพบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมของคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มีค่าเท่ากับ 538.68 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

หรือคิดเป็น 0.94 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนต่อปี โดยขอบเขตที่ 1 2 และ 3 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 39.09, 401.25 และ 98.34 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 7, 75 และ 18 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนต่อปีตามลำดับ โดยปริมาณการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกมีค่าเท่ากับ 3.9 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 4 จากการศึกษาพบว่าขอบเขตที่ 2 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด มาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 401.25 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี รองลงมาคือขอบเขตที่ 3 โดยมาจากเดินทางไปและกลับที่พักของบุคลากรคิดเป็น 38.29 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และขอบเขตที่ 1 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำที่สุด โดยมาจากการเติมสารทำความเย็นคิดเป็น 32.84 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมช่วยในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่จัดทำขึ้นโดย อบก. ร่วมกับสำนักพัฒนาความยั่งยืนองค์กร เครือเจริญโภคภัณฑ์ (2554) ซึ่งเป็นเครื่องมือคำนวณในรูปแบบตารางสำเร็จรูป โดยอ้างอิงรูปแบบและวิธีการคำนวณจากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสำหรับประเทศไทยซึ่งจัดทำโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกสามารถกรอกข้อมูลและประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรได้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ที่จัดทำขึ้นโดย อบก.

ซึ่งกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรออกเป็น 3 ขอบเขต ดังนี้

ขอบเขตที่ 1 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรงจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การใช้ LPG และเชื้อเพลิงอื่นๆ ในห้องปฏิบัติการ การใช้สารเคมีต่างๆ อาทิ สารทำความเย็น สารในห้องปฏิบัติการ สารเคมีในระบบบำบัดน้ำเสีย หรือการขนส่งโดยพาหนะขององค์กร เป็นต้น โดยมีหน้าตาสำหรับกรอกข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 2.2

ขอบเขตที่ 2 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า และการใช้พลังงานความร้อนที่องค์กรไม่ได้ผลิตเอง โดยมีหน้าตาสำหรับกรอกข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 2.3

ขอบเขตที่ 3 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมด้านอื่นๆ (Other Indirect Emissions) เช่น การเดินทางของพนักงานด้วยพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร การใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ การใช้น้ำประปา และของเสีย เป็นต้น โดยมีหน้าตาสำหรับกรอกข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 2.4

ตารางที่ 1: สำหรับกรอกข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ														
หน่วย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม	
1) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์และ/หรือเครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของ หรือเช่าเหมามาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง														
ถ่านหิน (Coal)														
แอนทราไซต์ (Anthracite)	กิโลกรัม													-
บิทูมินัส (Bituminous)	กิโลกรัม													-
ซับ-บิทูมินัส (Sub-bituminous)	กิโลกรัม													-
ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)														
ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)	scf.													-
ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (Petroleum)														
น้ำมันดีเซล (Diesel)	ลิตร													-
น้ำมันเตา (Fuel Oil)	ลิตร													-
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	กิโลกรัม													-
ชีวมวล (Biomass)														
ฟืน (Wood/Wood Waste)	กิโลกรัม													-
แกลบ (Rice Husk)	กิโลกรัม													-
ฟางข้าว (Rice Straw)	กิโลกรัม													-

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างโปรแกรมส่วนการกรอกข้อมูลในขอบเขตที่ 1

ตารางที่ 1: สำหรับกรอกข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า														
หน่วย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม	
1) การใช้ไฟฟ้าของ Office Buildings	kWh													-
2) การใช้ไฟฟ้าของ Operational Buildings	kWh													-
3) การใช้ไฟฟ้าของ Data Center	kWh													-
4) การใช้ไฟฟ้าของ Retails	kWh													-
รวม	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ตารางที่ 2: ผลการคำนวณค่าการใช้พลังงานในหน่วยกิกะจูล (Gigajoule) จากการใช้พลังงานไฟฟ้า														
หน่วย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม	
1) การใช้ไฟฟ้าของ Office Buildings	กิกะจูล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2) การใช้ไฟฟ้าของ Operational Buildings	กิกะจูล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3) การใช้ไฟฟ้าของ Data Center	กิกะจูล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4) การใช้ไฟฟ้าของ Retails	กิกะจูล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	กิกะจูล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างโปรแกรมส่วนการกรอกข้อมูลในขอบเขตที่ 2

ตารางที่ 1: สำหรับกรอกข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ													
	พ.ว.ช.	ม.ร.	ภ.พ.	ส.ร.	ล.ร.	พ.ร.	ส.ร.	ภ.ร.	ม.ร.	ภ.ร.	พ.ร.	ส.ร.	รวม
1) การเดินทางของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจขององค์กรโดยสารที่องค์กรจัดให้จากการเหมาจ้าง													
เชื้อเพลิงฟอสซิล													
น้ำมันดีเซล (Diesel)	ลิตร												-
น้ำมันเบนซิน (Gasoline)	ลิตร												-
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas, LPG)	กิโลกรัม												-
ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)	กิโลกรัม												-
เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels)													
Ethanol (100% ethanol, 0% gasoline)	ลิตร												-
E85 (85% ethanol, 15% gasoline)	ลิตร												-
E20 (20% ethanol, 80% gasoline)	ลิตร												-
E10 or Gasohol (10% ethanol, 90% gasoline)	ลิตร												-
B100 (100% biodiesel, 0% diesel)	ลิตร												-
B20 (20% biodiesel, 80% diesel)	ลิตร												-
B5 (5% biodiesel, 95% diesel)	ลิตร												-
B3 (3% biodiesel, 97% diesel)	ลิตร												-

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างโปรแกรมส่วนการกรอกข้อมูลในขอบเขตที่ 3

เมื่อมีการกรอกข้อมูลครบถ้วนตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ โปรแกรมจะทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรออกมาในหน่วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO₂e)

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2553) ได้จัดทำโปรแกรมคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขึ้นภายใต้โครงการสาธารณสุขรวมใจลดโลกร้อนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2554 ดังแสดงในเว็บไซต์ของสำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม ซึ่งตัวอย่างโปรแกรมของเว็บไซต์แสดงดังรูปที่ 2.5 ดำเนินการด้านการสำรวจข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสถานบริการสาธารณสุขและเลือกวิธีการประเมินและกำหนดขอบเขตดังนี้

ขอบเขตที่ 1 Direct Emission จากการดำเนินกิจกรรมที่โรงพยาบาลควบคุม ซึ่งต้องใช้เชื้อเพลิงก๊าซหุงต้ม การปั่นไฟฟ้าใช้เองในองค์กร การบำบัดน้ำเสีย การใช้สารเคมีในสถานบริการสาธารณสุข

ขอบเขตที่ 2 Indirect Emission จากการใช้กระแสไฟฟ้าซึ่งต้องซื้อจากผู้ผลิตกระแสไฟฟ้า

ขอบเขตที่ 3 Indirect Emission การกำจัดขยะเช่น การเผา การฝังกลบในสถานประกอบการของผู้รับจ้าง การจ้างเหมาบริการต่างๆ



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างโปรแกรมสาธารณสุขรวมใจลดโลกร้อน

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2554) ได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องมือเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระดับองค์กรสำหรับโรงพยาบาล โดยเป็นรูปแบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web Application) โดยอ้างอิงตามคู่มือของ อบก. โดยแบ่งกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรออกมาในหน่วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณกิจกรรมดูดกลับและเสนอแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ สสส.

สำหรับการคำนวณจะแบ่งกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 6 หมวดหมู่ ได้แก่ หมวดไฟฟ้า หมวดไอน้ำ หมวดการเดินทาง หมวดน้ำประปา หมวดวัสดุ และหมวดของเสีย ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างโปรแกรมส่วนการกรอกข้อมูล