

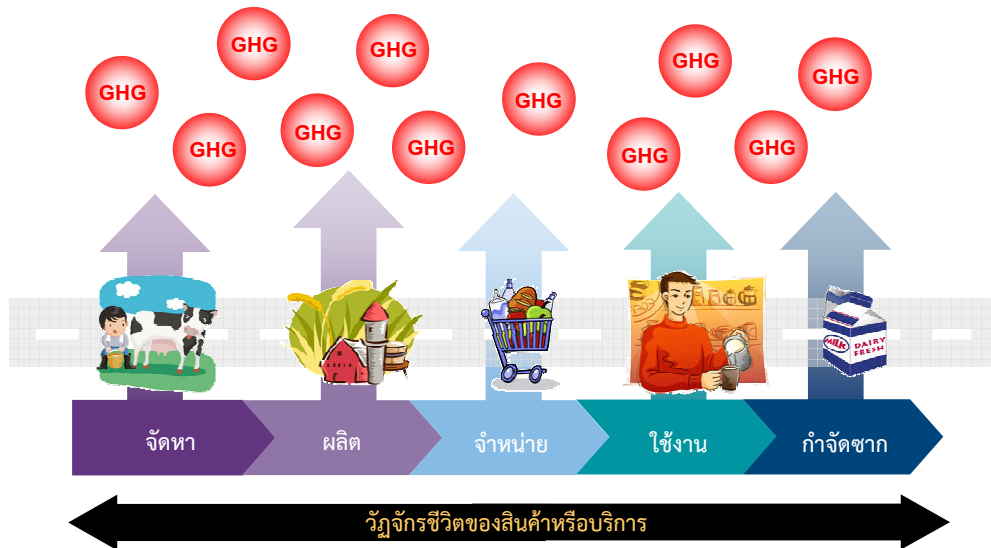
คำจำกัดความของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

“คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint)” เป็นที่กล่าวถึงเป็นอย่างมากในระยะเวลาที่ผ่านมาในบทบาทของเครื่องมือตอบสนองต่อความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางทั้งในภาครัฐ ภาคธุรกิจ และสื่อโฆษณาต่างๆ การได้รับความนิยมของหลักการดังกล่าวมีส่วนเกี่ยวข้องกับระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นในบรรยากาศของโลกในช่วงเวลาที่ผ่านมา มีข้อมูลจากหลายหน่วยงานที่ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไว้ (Andrew John East Growcom, 2008, Global Footprint Network, 2007, Carbon trust ปี 2008, Wiedmann&Minx, 2007, Carbon N Zero, 2008, TreeVestors, 2008, Triplepundit, 2008, MCI, 2008) โดยในปัจจุบันยังไม่มีคำจำกัดความอย่างเป็นทางการสำหรับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ อย่างไรก็ตาม ปฏิเสธไม่ได้ว่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์นั้นมีส่วนไม่น้อยในการกระตุ้นจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมของผู้บริโภคในประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อน อย่างไรก็ตาม อาจกล่าวโดยสรุปจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงต่างๆ ได้ว่า

“คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ ข้อมูลที่บ่งบอกปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas: GHG) ที่ผลิตขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของสินค้าหรือบริการตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ การขนส่ง การผลิต การประกอบชิ้นส่วน ตลอดจนการจัดจำหน่าย การใช้งาน และการกำจัดซาก โดยแสดงเป็นปริมาณ



คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂equivalent: CO₂e)” (รูปที่ 1) หรืออีกนัยหนึ่ง คาร์บอนฟุตพริ้นท์คือ ข้อมูลที่บ่งบอกผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของผลิตภัณฑ์หรือบริการ



รูปที่ 1 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของสินค้าหรือบริการ

ตัวอย่างเช่น คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเหล็กกล้า คือ ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ผลิตขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของเหล็กกล้าตั้งแต่การทำเหมือง การถลุงแร่เหล็ก การหลอมเหล็ก การขึ้นรูป การขนส่งสินค้าไปยังจุดขาย การใช้งาน และการกำจัดซาก เป็นต้น

คาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยอาศัยหลักการที่เรียกว่า “การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life cycle assessment: LCA)” ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมประเด็นต่างๆ ในเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ กระบวนการหรือกิจกรรมโดยพิจารณาถึงการใช้ทรัพยากร พลังงาน และการปลดปล่อยของเสียรูปแบบต่างๆ ครอบคลุมทุกขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการตั้งแต่จัดหาวัตถุดิบจนถึงการกำจัดซาก ทั้งนี้เพื่อนำผลไปใช้ในการกำหนดนโยบายการออกแบบผลิตภัณฑ์ การปรับกระบวนการผลิต หรือเพิ่มทางเลือกในการผลิต เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ LCA เป็นส่วน

หนึ่งในมาตรฐานระบบจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14000¹) โดยมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ LCA ถูกบรรจุใน ISO 14040² และ ISO 14044³ โดยคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นส่วนหนึ่งของ LCA เพราะ LCA จะบ่งบอกผลกระทบสิ่งแวดล้อมในหลายประเด็น ในขณะที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์จะพิจารณาเพียงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพียงประเด็นเดียว

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG) คือ ก๊าซชนิดต่างๆ ที่มีคุณสมบัติในการดูดซับรังสีความร้อนก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อน ก๊าซเรือนกระจกมีหลายชนิดด้วยกัน ก๊าซเรือนกระจกที่กำหนดโดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของสหประชาชาติ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) มี 18 ชนิด ในขณะที่ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญคือก๊าซที่ถูกควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) มี 6 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide: CO₂) มีเทน (Methane: CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide: N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbons: HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbons: PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur hexafluoride: SF₆)

ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีอายุในชั้นบรรยากาศ ความสามารถในการแผ่รังสีความร้อน ความสามารถในการดักจับความร้อน ความสามารถในการดูดซับความร้อนไม่เหมือนกัน ดังนั้น จึงมีความสามารถในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนไม่เท่ากัน ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global warming potential: GWP) จึงถูกกำหนดขึ้นเพื่อบ่งบอกความสามารถในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด เช่นเมื่อพิจารณาในช่วงอายุหนึ่งร้อยปีพบว่า มีเทน และไนตรัสออกไซด์ มีค่า GWP เป็น 25 kgCO₂e/kg และ 298 kgCO₂e/kg ตามลำดับ หมายความว่า มีเทนสามารถดักจับความร้อนในบรรยากาศได้ดีกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ 25 เท่า กล่าวคือการปลดปล่อย

¹ ISO 14000 – Environmental Management

² ISO 14040: 2006 – Environmental Management — Life Cycle Assessment — Principles and Framework

³ ISO 14044: 2006 – Environmental Management — Life Cycle Assessment — Requirements and Guidelines



มีเทน 1 กิโลกรัม สู่บรรยากาศจะก่อให้เกิดผลต่อภาวะโลกร้อนเทียบเท่ากับการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ 25 กิโลกรัม ส่วนไนตรัสออกไซด์สามารถดักจับความร้อนในบรรยากาศได้ดีกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ 298 เท่า กล่าวคือการปลดปล่อยไนตรัสออกไซด์ 1 กิโลกรัม สู่บรรยากาศจะก่อให้เกิดผลต่อภาวะโลกร้อนเทียบเท่ากับการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ 298 กิโลกรัม ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน และแหล่งกำเนิดที่สำคัญของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด

ตารางที่ 1 ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global warming potential: GWP) และแหล่งกำเนิดที่สำคัญของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด

ก๊าซเรือนกระจก	GWP*	แหล่งกำเนิด
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	1	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ การตัดไม้ทำลายป่าและเผาป่า
มีเทน (CH ₄)	25	การเลี้ยงปศุสัตว์ หลุมฝังกลบ รั่วไหลจากการทำเหมือง ขยะมูลฝอย น้ำเสีย การปลูกข้าวแบบน้ำท่วมขัง
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	298	การใช้ปุ๋ย การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การผลิตสารเคมี และการเกษตรกรรม
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF ₆)	22,800	รั่วไหลจากอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ การหลอมแมกนีเซียม High voltage switchgear
เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	7,390-12,200	อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องดับเพลิง การผลิตอลูมิเนียมขั้นต้น
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	124-14,800	รั่วไหลจากเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น สเปรย์ น้ำยาดับเพลิง ฯลฯ

*หมายเหตุ: 'Global warming potential' of a gas is its relative potential contribution to climate change over a 100 year period, where CO₂ = 1

ที่มา: IPCC, 2007



แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) **แหล่งกำเนิดทางตรง (Direct emissions)** ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในโรงงานทั้งจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในโรงงานทั้งในแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ (Stationary source) เช่น หม้อไอน้ำ เตาเผา หัวเผา เป็นต้น และแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile source) เช่น พาหนะต่างๆ ที่ใช้ในการขนย้าย – ขนส่ง การรั่วไหลของสารเคมี (Fugitive emission) การเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในกระบวนการ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาปูนซีเมนต์ ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอนจากการหลอมอลูมิเนียม การเกษตร ตลอดจนกิจกรรมอื่นที่เกิดขึ้นในโรงงาน

ข้อมูลจากแหล่งกำเนิดทางตรงเป็นข้อมูลที่เก็บได้ง่ายที่สุด เนื่องจากเป็นข้อมูลที่อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของโรงงานเอง และมักเป็นข้อมูลสำคัญอันดับแรกที่กำหนดให้ต้องจัดเก็บและรายงาน

(2) **แหล่งกำเนิดทางอ้อม (Indirect emissions)** ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดภายนอกโรงงาน เช่น การผลิตพลังงาน การผลิตวัตถุดิบ โดยแหล่งกำเนิดทางอ้อมสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ประเภท (ตาม GHG Protocol) ได้แก่

- (2.1) แหล่งกำเนิดทางอ้อมจากพลังงานที่รับจากภายนอกโรงงาน (Indirect emissions) เช่น ไฟฟ้า ไอน้ำ ความร้อน เป็นต้น
- (2.2) แหล่งกำเนิดทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect emissions) ได้แก่ กิจกรรมต้นน้ำที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจหลักของโรงงาน เช่น การผลิตวัตถุดิบ การขนส่งวัตถุดิบ หรือกิจกรรมปลายน้ำที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจหลักของโรงงาน เช่น การขนส่งผลิตภัณฑ์ การจัดจำหน่าย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การขนส่งซากผลิตภัณฑ์ การกำจัดซาก เป็นต้น

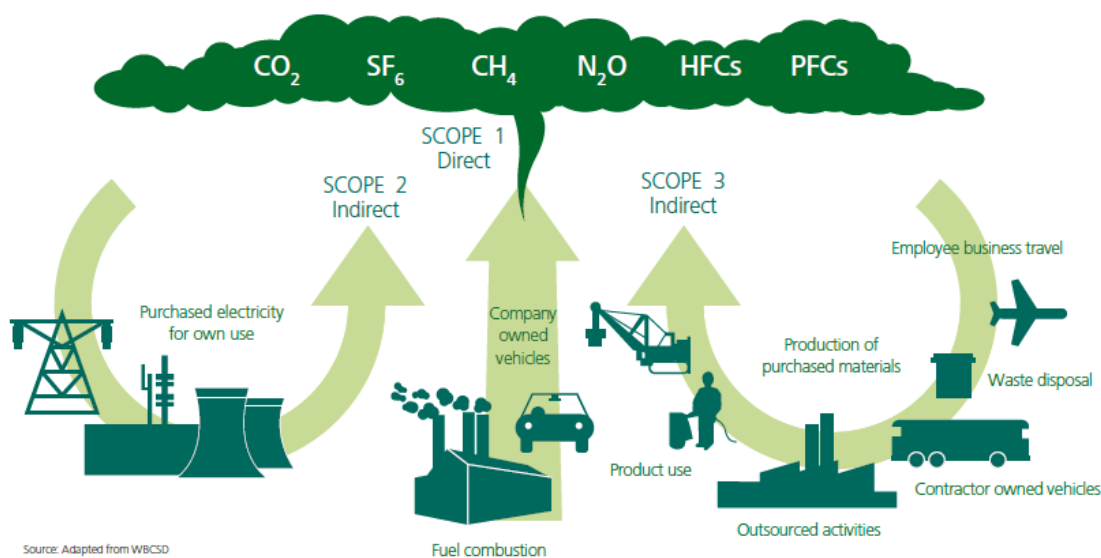
สรุปแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขอบเขต (รูปที่ 2) ดังนี้



ขอบเขตที่ 1: แหล่งกำเนิดทางตรง (Direct Emissions)

ขอบเขตที่ 2: แหล่งกำเนิดทางอ้อมจากการใช้พลังงานที่รับจากภายนอกโรงงาน (Indirect emissions) เช่น ไฟฟ้า ไอน้ำ ความร้อน เป็นต้น

ขอบเขตที่ 3: แหล่งกำเนิดทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emissions)



รูปที่ 2 แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตต่างๆ ตาม GHG Protocol (ที่มา: Climate Change Business Forum, 2009)



บทบาทและความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ภาวะวิกฤตและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอันเป็นผลจากภาวะโลกร้อน ทำให้ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการรณรงค์เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งอาจอยู่ในรูปของกฎหมาย มาตรการ ข้อบังคับ เช่น มาตรการสำหรับอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานสูง และให้เครดิตแก่อุตสาหกรรมที่มีการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือกระแสเรียกร้องจากผู้บริโภคให้ผู้ผลิตต้องวัดและเปิดเผยข้อมูลผลกระทบสิ่งแวดล้อมของการดำเนินธุรกิจสู่สาธารณะ โดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้วยเหตุนี้หลายภาคส่วนได้พยายามดำเนินการเพื่อจัดการและบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน ซึ่งอาจทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น โปรแกรมการจัดการและลดการใช้พลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่โดยหันมาใช้พลังงานหมุนเวียน การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ การใช้เซลล์เชื้อเพลิงสำหรับการขนส่ง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การจัดการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะต้องทราบถึงขั้นตอนสำคัญที่สุดของประเด็นปัญหา ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องประมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนต่างๆ ในวัฏจักรชีวิตของสินค้าหรือบริการ ซึ่งเครื่องมือสำคัญที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อบ่งบอกข้อมูลนี้คือ “คาร์บอนฟุตพริ้นท์” โดยคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีบทบาทและความสำคัญดังนี้

- คาร์บอนฟุตพริ้นท์พิจารณาโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของสินค้าหรือบริการ จึงสามารถบ่งบอกถึงขั้นตอนสำคัญของปัญหา นำไปสู่การกำหนดแนวทางในการจัดการเพื่อแก้ไขปัญหาย่างถูกต้อง จนทำให้ผู้ผลิตสามารถลดก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานและค่าใช้จ่ายกระบวนการผลิตจากการพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ลดการใช้พลังงานฟอสซิล เพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียน
- คาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณบนพื้นฐานของการบริโภค จึงเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการพิจารณาการปลดปล่อยก๊าซ

เรือนกระจกที่เกิดจากการบริโภคมากกว่าที่เกิดจากการผลิต ดังนั้น จึงเป็นข้อมูลสำคัญที่สามารถบ่งบอกถึงผลกระทบจากการใช้สินค้าและบริการ

- คาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณบนพื้นฐานของการบริโภคที่ไม่เพียงแต่สื่อสารให้ทราบถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่ยังช่วยให้ทราบว่าผลกระทบนั้นเกิดขึ้นที่ไหน ดังนั้นคาร์บอนฟุตพริ้นท์จึงเป็นข้อมูลที่ต้องจัดทำเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค เพื่อรักษาสัดส่วนของตลาดและเป็นใบเบิกทางสู่ตลาดสินค้าเพื่อสิ่งแวดล้อม ในกรณีถูกร้องขอจากประเทศคู่ค้าหรือตอบสนองต่อมาตรการสิ่งแวดล้อมต่างๆ ของประเทศคู่ค้า
- คาร์บอนฟุตพริ้นท์สามารถสื่อสารให้ผู้บริโภคทราบถึงจุดยืนของผู้ผลิต ตลอดจนเจตนารมณ์และความมุ่งมั่นในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่บริษัท
- คาร์บอนฟุตพริ้นท์ช่วยกระตุ้นให้ผู้บริโภคมีจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมในการเลือกซื้อสินค้า เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้บริโภคสามารถมีส่วนร่วมในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนโดยใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเลือกซื้อสินค้าและบริการ ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้ผลิตปรับปรุงกระบวนการผลิต การได้มาซึ่งวัตถุดิบและผลิตสินค้าที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อย

ในปัจจุบันผู้ผลิตหลายรายในหลายประเทศได้เริ่มทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แล้ว ได้แก่ สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส แคนาดา ญี่ปุ่น เกาหลี เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีข้อสำคัญที่ผู้ใช้จะต้องระมัดระวังคือคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หนึ่งไม่สามารถใช้เปรียบเทียบกับอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่แตกต่างกันได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้น ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์อาจได้จากการคำนวณด้วยวิธีที่ต่างกัน แต่คาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นวิธีที่มีประโยชน์ต่อบริษัทในการบ่งบอกขั้นตอนที่เป็นสาเหตุสำคัญ (Hot spot) ของการ



ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อที่จะนำไปสู่การจัดการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุด

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์

➤ International Standard Organization (ISO)

สำหรับ ISO คาร์บอนฟุตพริ้นท์มักถูกอ้างถึงในฐานะหมวดหมู่ย่อยของการประเมินวัฏจักรชีวิตซึ่งมีมาตรฐานเกี่ยวกับกรอบการดำเนินงานกำหนดไว้แล้วในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 (Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework) ซึ่งบ่งบอกหลักการและกรอบการดำเนินงานสำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิต ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการประเมินวัฏจักรชีวิต การวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการ การประเมินผลกระทบ การตีความ การรายงานและการตรวจสอบอย่างละเอียด (Critical review) ข้อจำกัดของการประเมินวัฏจักรชีวิต ความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต และ ISO 14044 (Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines) ซึ่งบ่งบอกข้อกำหนดและให้แนวทางสำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตด้วยเหตุนี้ การริเริ่มจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในหลายๆ ประเทศ จึงได้ใช้มาตรฐานดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นในการกำหนดแนวทางสำหรับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่สอดคล้องกับของตนเองขึ้น

นอกจากนี้ ISO ยังมีมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ประกอบด้วย ISO14064 (Greenhouse gases) ซึ่งจะให้รายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการวัด การจัดการ และการรายงานการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรหรือผลิตภัณฑ์ (อาศัยต้นแบบจาก GHG Protocol) ISO14025 (Greenhouse gases – Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition)

ซึ่งจะให้หลักการสำหรับการใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อม ฉลาก และการแสดงข้อมูล และเมื่อปี 2008 ISO ได้เริ่มพัฒนา ISO/WD 14067 ซึ่งเป็นมาตรฐานคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprints of Products) โดยมุ่งหวังจะให้เป็มาตรฐานสากลที่จะใช้สำหรับอ้างอิงในการวัด รายงานและทวนสอบคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ มี 2 ฉบับด้วยกันคือ ISO 14067-1 (Quantifying the carbon footprint, and monitoring and tracking progress in product GHG mitigation) ซึ่งพัฒนาจาก ISO 14000 Series โดยเฉพาะ ISO 14040, ISO 14044 รวมถึง ISO 14025 และ ISO 14067-2 (Communicating the carbon footprint, and monitoring and tracking progress in product GHG mitigation) ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวคาดว่าจะแล้วเสร็จในปี 2012

➤ Publicly Available Specification 2050 (PAS 2050)

“PAS 2050” หรือ “Publicly Available Specification 2050: 2008 - Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services” พัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือระหว่างสถาบันมาตรฐานแห่งชาติของประเทศอังกฤษ (British Standards Institution: BSI) องค์กรคาร์บอนทรัสต์ (Carbon Trust) และกระทรวงสิ่งแวดล้อม อาหารและกิจการชนบทของประเทศอังกฤษ (Department of Environment Food and Rural Affairs: Defra) ตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อเดือนตุลาคม 2008 โดย PAS 2050 เป็นมาตรฐานหนึ่งที่มีจุดเริ่มต้นจาก ISO 14040/44 อาจกล่าวได้ว่า PAS 2050 คืออนุพันธ์หนึ่งของ ISO 14040/44 ซึ่งนับเป็นบันไดก้าวแรกในการสร้างหลักการพื้นฐานสำหรับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ PAS 2050 โดยบ่งบอกถึงข้อกำหนดสำหรับการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของสินค้าและบริการตามเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต เช่นการกำหนดขอบเขตของระบบ แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตของระบบ ข้อมูลที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์ และคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์



โดยพิจารณาจากปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิดตามที่กำหนดในพิธีสารเกียวโต ขอบเขตการพิจารณาจะครอบคลุมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการ รวมถึงการใช้งาน นอกจากนี้ยังพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี 1990 ด้วย ส่วนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่พิจารณาประกอบด้วยก๊าซเรือนกระจกจากสินค้านำเข้า (Capital goods) เช่น เครื่องจักร (Machinery) เครื่องมือ (Equipment) และ สิ่งก่อสร้าง (Building) ที่ใช้ในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ การขนส่งคนงานมายังสถานที่ปฏิบัติงาน การใช้แรงงานคน และการบริการขนส่งโดยสัตว์

ความแตกต่างที่สำคัญของ ISO 14040/44 กับ PAS 2050 คือ PAS 2050 ได้ให้ความสำคัญเพียงเฉพาะกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กล่าวคือผลกระทบในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยมิได้พิจารณาถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมในด้านอื่นๆ ร่วมด้วย เมื่อพิจารณาถึงประเด็นด้านวิธีการของทั้ง 2 มาตรฐาน ก็จะทำให้เห็นความแตกต่างในรายละเอียดอยู่ โดยสิ่งที่เห็นชัดเจนที่สุดคือวิธีการปันส่วนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระหว่างผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-product) นอกจากนี้ PAS 2050 ยังมีหลักการและเทคนิคเพิ่มเติมที่กล่าวถึงลักษณะจำเป็นของการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Land use change) ผลจากการกักเก็บคาร์บอน (Carbon storage) และประเด็นการนับซ้ำ (Double counting) ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน อย่างไรก็ตาม PAS 2050 ยังคงมีประเด็นที่ยังหาข้อสรุปที่ชัดเจนไม่ได้อยู่ อาทิเช่น การรีไซเคิลแบบปลายเปิด (Open loop) การปันส่วน (Allocation) และความไม่แน่นอน (Uncertainty) แม้กระนั้น PAS 2050 ยังคงได้ถูกนำไปปรับแก้และประยุกต์ใช้สำหรับคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในหลายๆ ประเทศ อาทิเช่น

สหราชอาณาจักร ภายใต้การดำเนินการขององค์กรคาร์บอนทรัสต์ได้จัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ 75 ผลิตภัณฑ์จาก 20 บริษัท เช่น Tesco, Walkers Crisp, Cadbury Schweppes และ Boots ทั้งนี้เพื่อทดสอบวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่กำหนดใน PAS 2050 วิธีการดังกล่าวไม่เพียงแต่เป็นการทดสอบเพื่อค้นหาวิธีการ



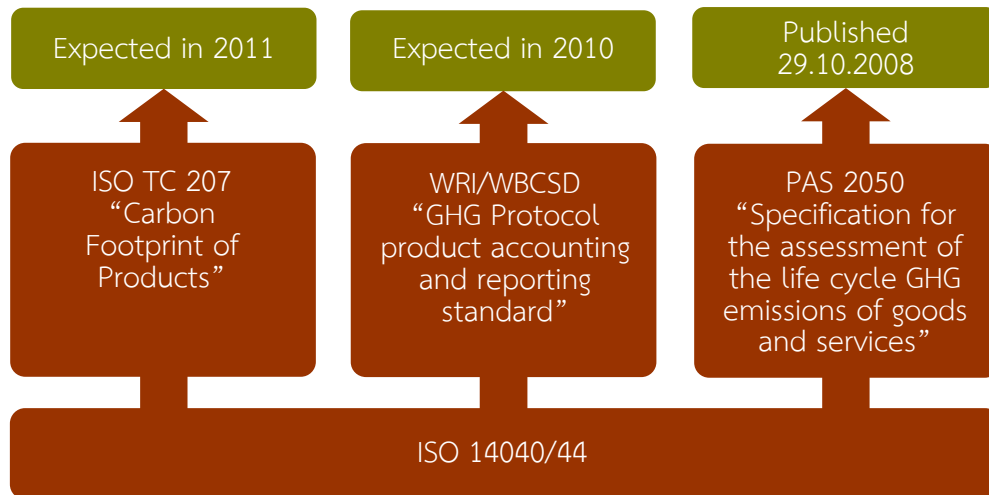
พัฒนาและประยุกต์ใช้มาตรฐานเท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างโอกาสทางธุรกิจจากการวัด
สื่อสารข้อมูล ตลอดจนการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอนาคตอีกด้วย อย่างไรก็ตาม จาก
โครงการนำร่องคาร์บอนฟุตพริ้นท์ดังกล่าวได้มีข้อคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมโครงการถึงความ
หลากหลายของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์อันจะเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการนำไป
ประยุกต์ใช้ ดังนั้นผู้เข้าร่วมโครงการเห็นว่าควรผลักดันให้มีการพัฒนามาตรฐานที่จะเป็น
ที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับสากลขึ้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ประเทศไทยมีโครงการนำร่องประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
อาหารและไม่ใช่อาหารที่แตกต่างกันกว่า 10 ผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการตามที่กำหนดใน
ISO 14040 และ ISO 14044

➤ Greenhouse Gas Reporting Protocol (GHG Protocol)

Greenhouse Gas Reporting Protocol (GHG Protocol) พัฒนาโดยสถาบัน
ทรัพยากรโลก (World Resources Initiative: WRI) และกลุ่มองค์กรเครือข่ายด้านการ
พัฒนาอย่างยั่งยืนของโลก (World Business Council for Sustainable
Development: WBCSD) เพื่อให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์
เป็นมาตรฐานสำหรับการวัดและรายการบัญชีก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการยอมรับและ
นำไปใช้อย่างแพร่หลายในระดับสากล และเมื่อกันยายน 2008 WRI และ WBCSD ยังได้
เริ่มพัฒนาวิธีการมาตรฐานสำหรับบริษัทในการเก็บรวบรวมบัญชีรายการ วิเคราะห์ และ
จัดการการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดสายโซ่การผลิตในระดับผลิตภัณฑ์
(Product and Supply Chain GHG Accounting and Reporting Standard) ของ
ตนเอง โดยมาตรฐานฉบับใหม่นี้มีแผนจะเปิดตัวในปี 2010 โดยจะรวมแนวทางสำหรับ
ทั้ง Life Cycle Accounting การคำนวณ และรายงานการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ในขอบเขตที่สาม (แหล่งกำเนิดทางอ้อมอื่นๆ) ด้วย และคาดว่าจะถูกใช้และได้รับ
การยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับสากล ความเป็นมาของมาตรฐานสากลสำหรับการ
คำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์แสดงดังรูปที่ 3





รูปที่ 3 ความเป็นมาของมาตรฐานสากลสำหรับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

(ที่มา: ดัดแปลงจาก Product CFP –The Right Way to Promote Low Carbon Products & Consumption Habits.pdf)

➤ มาตรฐานอื่นๆ

นอกจากนี้ประเทศอื่นๆ อีกหลายประเทศได้มีความพยายามพัฒนาวิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตนเองขึ้นบ้างภายหลังจากมีการตีพิมพ์ PAS 2050 ตัวอย่างเช่น

ประเทศญี่ปุ่น โดยกระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรม ได้ริเริ่มการพัฒนาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Japan Carbon Footprint System) ซึ่งเป็นแบบแผนเชิงสมัครใจขึ้น โดยแบบแผนดังกล่าวได้ถูกจำลองขึ้นบนพื้นฐานของมาตรฐานของประเทศอังกฤษ แบบแผนดังกล่าวได้เปิดตัวและทดลองใช้ครั้งแรกเมื่อเดือนเมษายน 2009 ในเบื้องต้นมุ่งหวังจะดำเนินการกับ 57 ผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างบริษัทใหญ่ๆ ที่เข้าร่วมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ Sapporo Breweries และ Seven- Eleven

สหภาพยุโรป ได้มีการร่างข้อบังคับสำหรับเชื้อเพลิงชีวภาพที่จะรวมข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับเชื้อเพลิงชีวภาพ



รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอ Low Carbon Fuel Standard โดยมีใจความสำคัญว่าตั้งแต่ปี 2011 เป็นต้นไปจนถึงปี 2020 บริษัทต่างๆ จะต้องลดปริมาณคาร์บอนของเชื้อเพลิงที่ใช้ด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นทุกปี หรือซื้อเครดิตจากบริษัทที่ขายเชื้อเพลิงที่สะอาดกว่าเป็นการทดแทน

ประเทศไทย ได้รับทุนจากสหภาพยุโรปทั้งในการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับ PAS 2050 และการนำไปประยุกต์ใช้ ประเทศไทยได้พัฒนาแนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตนเองขึ้น โดยมีการตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อธันวาคม 2009 โดยแนวทางดังกล่าวพัฒนามาจาก ISO14067 (ประเด็นที่ตกลงกันแล้ว) PAS 2050 รวมถึงมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น

มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ยังมีอีกหลายฉบับด้วยกัน ได้แก่ Carbon Footprint Program (Japan PCF), BP X30-323, Carbon index Casino, Greenext, Korea PCF, Food labeling SE, Climatop ฯลฯ



ขั้นตอนการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนพื้นฐานในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่กำหนดโดยแต่ละมาตรฐานอาจไม่เหมือนกัน แต่พอจะสรุปได้ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 การกำหนดจุดประสงค์ของคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์บริษัท
- ขั้นที่ 3 การสร้างแผนที่การผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์เป้าหมาย (ตลอดสายโซ่การผลิต)
- ขั้นที่ 4 การกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์
- ขั้นที่ 5 การเก็บข้อมูลมลพิษทั้งทางตรงและทางอ้อม
- ขั้นที่ 6 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- ขั้นที่ 7 การทำรายงานพร้อมให้คำแนะนำในการลดการปลดปล่อยมลพิษ
- ขั้นที่ 8 การลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

กำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เช่น เพื่อสื่อสารต่อลูกค้า เพื่อแสดงข้อมูลต่อผู้บริโภค เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการผลิต เพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นต้น การกำหนดวัตถุประสงค์มีความสำคัญมาก เพราะจะมีผลต่อขั้นตอนอื่นๆ ต่อไป

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์บริษัท

การวิเคราะห์บริษัท หมายถึง การพิจารณาถึงบุคลากร งบประมาณ ผลิตภัณฑ์เป้าหมาย ตลอดจนกระบวนการต่างๆ ในสายโซ่การผลิตที่เกี่ยวข้องกับการ



ผลิตผลิตภัณฑ์เป้าหมาย โดยก่อนอื่นบริษัทต้องคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกขึ้นกับวัตถุประสงค์และผลลัพธ์ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ เช่น อาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มจะมีผลมากที่สุดต่อกลยุทธ์การลดก๊าซเรือนกระจกของบริษัท ผลิตภัณฑ์ที่มีโอกาสทางการตลาดสูงสุด หรือหากบริษัทยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์มาก่อนอาจจะเริ่มต้นจากผลิตภัณฑ์ที่ง่าย ๆ ก่อน เช่น ผลิตภัณฑ์มีกระบวนการผลิตง่าย ๆ ใช้วัตถุดิบน้อย ๆ มีสายโซ่การผลิตสั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้บริษัทมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ดีกว่า เมื่อเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะศึกษาได้แล้วจะต้องวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เพื่อกำหนดหน่วยอ้างอิงโดยหน่วยอ้างอิงควรจะสะท้อนให้เห็นถึงวิธีที่ผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้โดยผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น น้ำผลไม้บรรจุขวดแก้วปริมาตร 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด แสงจากหลอดไฟที่ให้แสงสว่างนาน 1,000 ชั่วโมง การเข้าพักในโรงแรมเป็นเวลา 1 คืน เป็นต้น

เมื่อกำหนดหน่วยอ้างอิงของผลิตภัณฑ์แล้ว ให้วิเคราะห์รายการวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ กระบวนการผลิต ของเสียที่เกิดขึ้น โดยครอบคลุมถึงวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้สำหรับการจัดเก็บสินค้าและการขนส่งด้วย โดยอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการใช้สูตรการผลิต (Bill-of-Materials: BOM) และแผนผังกระบวนการผลิตก่อน นอกจากนี้จะต้องพิจารณาไปถึงผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องติดต่อเพื่อขอข้อมูล ทรัพยากรบุคคลที่จะดูแลรับผิดชอบโครงการ ไม่ว่าจะเป็นที่ปรึกษาซึ่งอาจเป็นที่ปรึกษาจากภายนอกหรือบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถภายในบริษัทเอง ผู้ติดต่อประสานงานเพื่อจัดเก็บรวบรวมข้อมูลจากแผนกต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ระยะเวลา ตลอดจนงบประมาณที่ต้องใช้

ขั้นที่ 3 การสร้างแผนที่การผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์เป้าหมาย (ตลอดสายโซ่การผลิต)

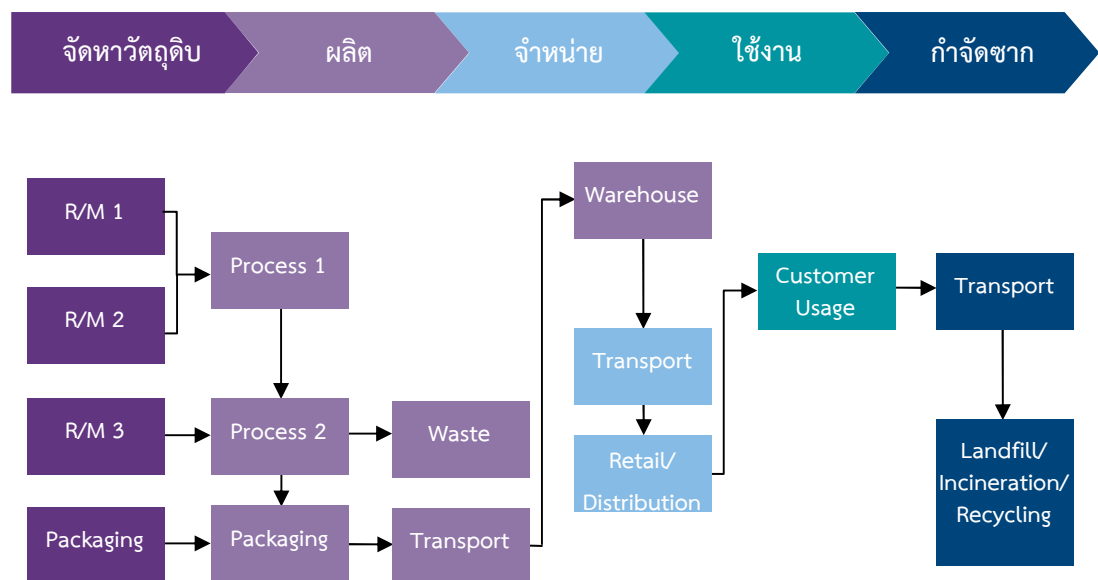
ความเข้าใจในเส้นทางการไหลของกระบวนการและวัสดุต่างๆ ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนนี้จะต้องระบุสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับแต่ละกระบวนการ



โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งโดยทั่วไปวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์จะประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน (รูปที่ 4) และแผนที่การผลิตอย่างง่ายของผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ขั้นตอนสำคัญในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 5 แผนที่การผลิตอย่างง่ายของผลิตภัณฑ์

ขั้นที่ 4 การกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์

แผนที่การผลิตจะช่วยให้ทราบถึงกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต อย่างไรก็ตามขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นส่วนสำคัญที่ต้องกำหนดเพราะจะเป็นสิ่งที่ใช้กำหนดขอบเขตในการจัดเก็บข้อมูลว่าจะสิ้นสุดที่ไหน ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ควรสิ้นสุดเมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์อื่น หรือควรสิ้นสุดเมื่อไม่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกต่อไป โดยทั่วไปขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์มี 2 รูปแบบคือ การประเมินแบบ Business-to-Business (B2B) และการประเมินแบบ Business-to-Consumer (B2C)



- **การประเมินแบบ B2B** จะสิ้นสุดเมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์อื่น การประเมินในรูปแบบนี้จะสอดคล้องกับวิธีการ ‘cradle-to-gate’ ที่ได้อธิบายไว้ใน ISO 14040 โดยจะพิจารณาการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขนส่งไปจนถึงจุดที่ได้ผลิตภัณฑ์มายังลูกค้าซึ่งเป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อื่น (รูปที่ 6ก)
- **การประเมินแบบ B2C** จะครอบคลุมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ การประเมินในรูปแบบนี้จะสอดคล้องกับวิธีการ ‘cradle-to-grave’ (รูปที่ 6ข) ที่ได้อธิบายไว้ใน ISO 14040 โดยจะพิจารณาการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การจัดจำหน่าย การใช้งาน การกำจัดซากผลิตภัณฑ์ รวมถึงการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน



ก) ขอบเขตการประเมินแบบ B2B



ข) ขอบเขตการประเมินแบบ B2C

รูปที่ 6 ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นที่ 5 การเก็บข้อมูลมลพิษทั้งทางตรงและทางอ้อม

การเก็บรวบรวมข้อมูลคือขั้นตอนที่เป็นหัวใจสำคัญในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยทั่วไปการวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงด้วยเครื่องมือวัดเป็นวิธีการที่ไม่ค่อยได้รับความนิยมนัก โดยเฉพาะประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายบังคับให้ผู้ผลิตต้องรายงานข้อมูลตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก ส่วนใหญ่ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นมักได้จากการคำนวณโดยอาศัยหลักสมดุลมวลสาร (Mass balance) หรือหลักปริมาณสารสัมพันธ์ (Stoichiometry) อย่างไรก็ตาม วิธีที่นิยมที่สุดสำหรับการคำนวณ



การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Factor) ที่มีอยู่ในเอกสารอ้างอิงต่างๆ

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเก็บข้อมูล

- 📁 ข้อมูลที่จัดเก็บต้องสอดคล้อง/จำเพาะเจาะจงกับช่วงเวลาที่กำหนด
- 📁 ข้อมูลที่จัดเก็บต้องสอดคล้อง/จำเพาะเจาะจงกับผลิตภัณฑ์เป้าหมาย
- 📁 ข้อมูลที่จัดเก็บต้องสอดคล้อง/จำเพาะเจาะจงกับเทคโนโลยี และกระบวนการที่ใช้
- 📁 ข้อมูลที่ใช้ต้องมีความถูกต้อง เช่น ข้อมูล แบบจำลอง และสมมติฐาน
- 📁 ข้อมูลต้องมีความแม่นยำ เช่น ต้องมีการวัดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล
- 📁 ข้อมูลต้องครบถ้วน เช่น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องใหญ่พอและเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อยของผลิตภัณฑ์ สัดส่วนของข้อมูลที่ใช้ต้องถูกวัดอย่างถูกต้องเมื่อเทียบกับข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลทั่วไป
- 📁 ข้อมูลมีความแน่นอน
- 📁 ข้อมูลต้องทำซ้ำได้
- 📁 ข้อมูลต้องบ่งบอกที่มาชัดเจน

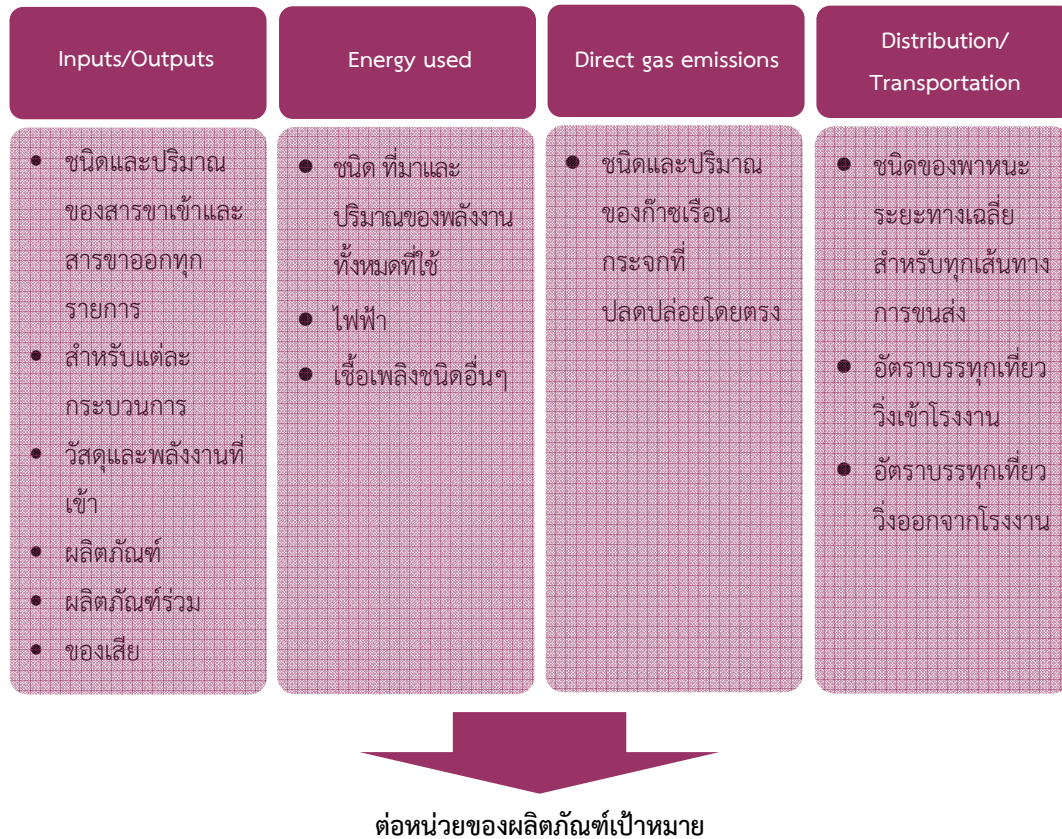
ชนิดของข้อมูล

โดยทั่วไปข้อมูลที่ใช้สำหรับคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มี 2 ประเภทคือ ข้อมูลกิจกรรม (Activity data) และค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emission factor)

- **ข้อมูลกิจกรรม** หมายถึงปริมาณจำเพาะของวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการ เช่น ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ปริมาณน้ำที่ใช้ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ รูปแบบและ



ระยะทางในการขนส่งทางรถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน เป็นต้น ตัวอย่างข้อมูล
กิจกรรมแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวอย่างข้อมูลกิจกรรม

(ที่มา: ดัดแปลงจาก Guide to PAS 2050:

How to assess the carbon footprint of goods and services, 2008)

- **ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก** หมายถึง ตัวเลขที่บ่งบอกปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ โดยจะมีหน่วยเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยของกิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกนั้น เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 0.561 KgCO₂e/kWh



ข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์⁴ อาจเป็นข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data)⁴ หรือข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data)⁵ ก็ได้ หากข้อมูลกิจกรรมเป็นข้อมูลปฐมภูมิ ทั้งหมดจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความเที่ยงตรงสูง แต่การจัดเก็บข้อมูลปฐมภูมิให้ได้ทุกกิจกรรมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตเป็นสิ่งที่ไม่อาจทำได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นโดยปกติแล้ว ข้อมูลเหล่านี้จึงอาจเป็นข้อมูลปฐมภูมิหรือข้อมูลทุติยภูมิก็ได้ ซึ่งในมาตรฐาน PAS 2050 ได้กำหนดให้บริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ใช้ข้อมูลปฐมภูมิสำหรับกระบวนการที่บริษัทเป็นเจ้าของ และ/หรือกระบวนการที่อยู่ภายใต้การควบคุมและดำเนินการของบริษัทเอง ได้แก่ ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ พลังงานที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ ของเสียหลักๆ ที่เกิดขึ้น ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย เป็นต้น นอกเหนือจากข้อมูลเหล่านี้ให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งหมายถึงข้อมูลทั่วไปที่ไม่ได้เฉพาะเจาะจงกับบริษัทโดยตรง แต่เป็นข้อมูลที่สามารถใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลที่ต้องการได้ ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทุติยภูมิเพื่อความสอดคล้องในการประเมิน

PAS 2050 ได้กำหนดให้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิสำหรับกระบวนการและวัสดุที่องค์กรที่จัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นเจ้าของ ดำเนินการหรือควบคุมด้วยตนเอง สำหรับร้านค้าปลีกหรือองค์กรอื่นที่ไม่ได้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลกระทบให้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ สำหรับกระบวนการและวัสดุที่ควบคุมโดยผู้จัดหาวัตถุดิบต้นน้ำที่ใกล้ชิดที่สุดเท่านั้น ส่วนในกระบวนการปลายน้ำ เช่น การใช้งาน การกำจัดซาก ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลปฐมภูมิ

โดยทั่วไปให้ใช้ข้อมูลกิจกรรมที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพราะจะทำให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปลดปล่อยที่แท้จริง และช่วยบ่งบอกโอกาสการปรับปรุงประสิทธิภาพอย่างแท้จริง

⁴ ข้อมูลปฐมภูมิ หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมหรือบันทึกจากแหล่งข้อมูลโดยตรง ซึ่งอาจจะได้จากการสอบถาม การสัมภาษณ์ การสำรวจ การจดบันทึก ตลอดจนการจัดหามาด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติต่างๆ ที่ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลได้ เช่น เครื่องอ่านรหัสแท่ง เครื่องอ่านแถบแม่เหล็ก ข้อมูลปฐมภูมิจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ได้มาจากจุดกำเนิดของข้อมูลนั้นๆ

⁵ ข้อมูลทุติยภูมิ หมายถึง ข้อมูลที่มีผู้อื่นรวบรวมไว้ให้แล้ว บางครั้งอาจจะมีการประมวลผลเพื่อเป็นสารสนเทศ ผู้ใช้ข้อมูลไม่จำเป็นต้องไปสำรวจเอง ตัวอย่างจากข้อมูลสถิติต่างๆ ที่หน่วยงานรัฐบาลทำไว้แล้ว เช่น สถิติจำนวนประชากรแต่ละจังหวัด สถิติการส่งออกสินค้า สถิติการนำเข้าสินค้า ข้อมูลเหล่านี้มีการตีพิมพ์เผยแพร่เพื่อให้ใช้งานได้ หรือนำเอาไปประมวลผลต่อ



ข้อมูลกิจกรรมที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิควรเป็นตัวแทน และสะท้อนสภาพที่พบโดยปกติของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย คำแนะนำเกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลดังกล่าวส่วนใหญ่ในสายโซ่การผลิตที่หลากหลาย

ข้อมูลกิจกรรมที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิสามารถเก็บรวบรวมตลอดสายโซ่การผลิตโดยทีมงานของบริษัทเองหรือโดยบุคคลที่สาม (ที่ปรึกษา) ซึ่งในทางปฏิบัติ ข้อมูลประเภทนี้จะช่วยบอกผู้ที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วนของสายโซ่การผลิตให้แน่ใจว่าแผนที่การผลิตถูกต้องและข้อมูลถูกจัดเก็บอย่างเพียงพอ ข้อมูลอาจมีอยู่แล้วในบริษัท หรืออาจต้องมีการวิเคราะห์ขึ้นใหม่ ในบางกรณีการเก็บข้อมูลกิจกรรมแบบปฐมภูมิอาจต้องมีการติดตั้งเครื่องมือวัดใหม่ เช่น มิเตอร์ หรือมิเตอร์ย่อย เป็นต้น

ถ้าข้อมูลกิจกรรมที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิไม่สามารถหาได้ อาจต้องใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากแหล่งอื่นแทนการวัดจริง ในบางกรณีข้อมูลทุติยภูมิอาจเหมาะสมกว่า อย่างไรก็ตาม ข้อมูลทุติยภูมิทั้งในรูปของข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์ฯ นั้นมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้แต่ละประเทศจำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมและจัดทำเป็นฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory Database: LCI Database) ของแต่ละประเทศขึ้นมา และในกรณีที่ไม่มีข้อมูลสำหรับอ้างอิงก็จำเป็นต้องอธิบายที่มาและรายละเอียดของข้อมูลนั้นให้ชัดเจน

แนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลจะถูกกำหนดให้เป็นไปตามแผนที่กระบวนการระดับสูง (High level process map) ที่ทำขึ้นมา โดยการจัดเก็บข้อมูลต้องดำเนินการตามแนวทาง ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างละเอียด

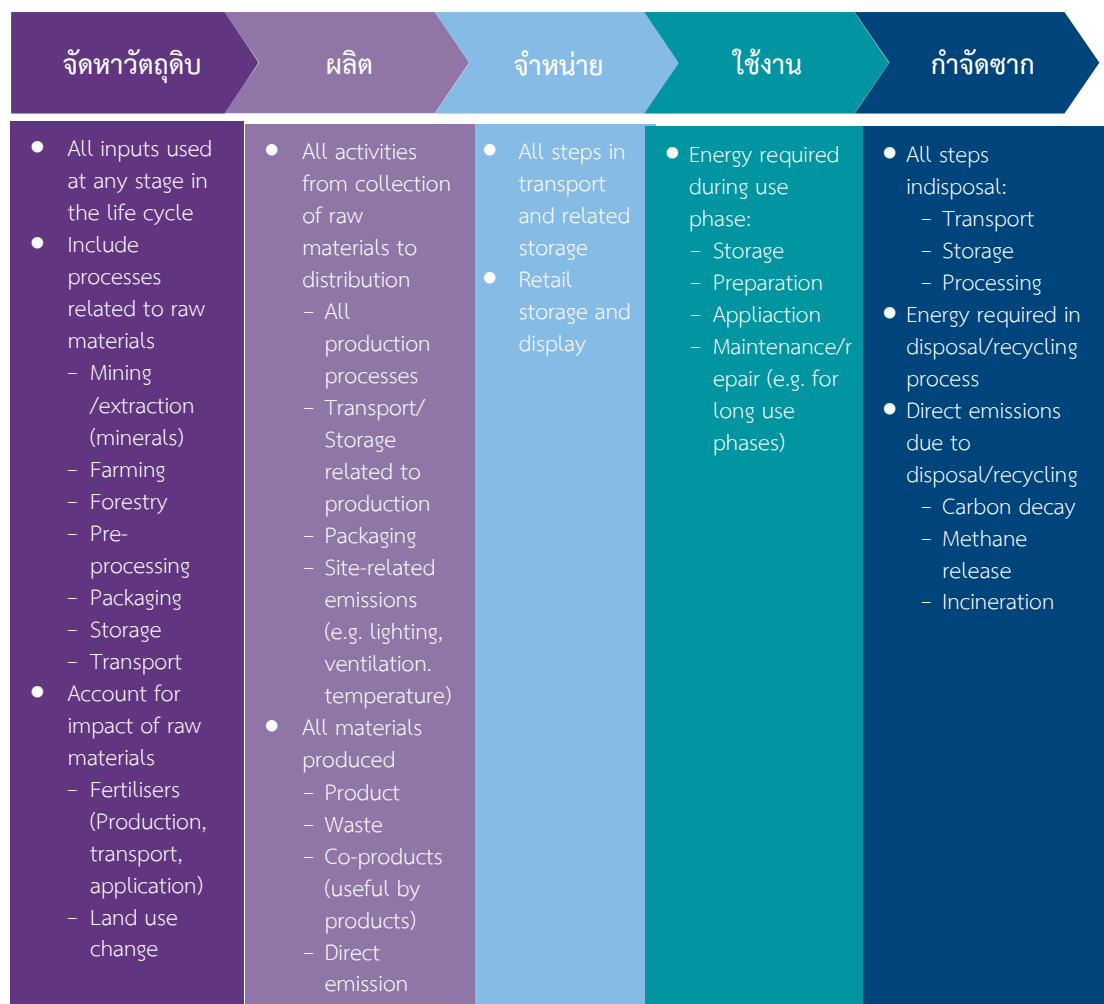
ประเภทของข้อมูลที่จัดเก็บประกอบด้วย **ข้อมูลกิจกรรม (activity data)** และ **สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor)** โดยข้อมูลกิจกรรมคือ ปริมาณวัสดุและพลังงานที่เกี่ยวข้องโดยตลอดวัฏจักรชีวิต ได้แก่ วัสดุที่เข้า วัสดุที่ออก พลังงานที่ใช้ เป็นต้น ส่วนสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือ ค่าที่ใช้สำหรับแปลงปริมาณวัสดุและพลังงานให้อยู่ในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่



ปลดปล่อย ข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจได้จาก แหล่งข้อมูลปฐมภูมิหรือทุติยภูมิก็ได้ ข้อมูลปฐมภูมิคือข้อมูลที่ตรวจวัดโดยตรงใน กิจกรรมที่สนใจ ส่วนข้อมูลทุติยภูมิคือ ข้อมูลค่าเฉลี่ยหรือค่าทั่วไปที่ไม่เฉพาะเจาะจง

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หากเป็นไปได้ควรใช้ข้อมูลปฐมภูมิสำหรับทุก กระบวนการโดยเฉพาะในกิจกรรมหลักที่มีส่วนสำคัญต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่วนข้อมูลทุติยภูมิให้ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลปฐมภูมิได้จริงๆ เท่านั้น

กิจกรรมต่างๆ ที่มักเกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

(ที่มา : ดัดแปลงจาก Guide to PAS 2050:

How to assess the carbon footprint of goods and services, 2008)



กิจกรรมที่มักจะไม่นำมาพิจารณาในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ประกอบด้วย

- แหล่งกำเนิดที่มีผลกระทบน้อยกว่า 1% ของผลกระทบทั้งหมด
- การใช้แรงงานคน
- การเดินทางของผู้บริโภคไปยังร้านค้าปลีก
- การขนส่งโดยสัตว์

ขั้นที่ 6 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

เมื่อสร้างแผนที่ กำหนดขอบเขต และเก็บข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้จากผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลกิจกรรม (ปริมาณของวัสดุ พลังงานและของเสีย) กับค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรม (ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยคูณกับค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกของแต่ละก๊าซ)

$$\begin{array}{ccccc} \text{Carbon footprint of} & = & \text{Activity data} & \times & \text{Emission factor} \\ \text{a given activity} & & \text{(Mass/Volume/kWh/km)} & & \text{(CO}_2\text{e per unit)} \end{array}$$

รูปที่ 9 ตัวอย่างการคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อย (Emission Factor)

ตัวอย่าง:

- ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้: 15,000 kWh

ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสำหรับไฟฟ้า: 0.537 kgCO₂/kWh

☞ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการใช้ไฟฟ้า:

$$15,000 \times 0.537 = 8,055 \text{ kg CO}_2 = 8.1 \text{ tCO}_2$$



- ปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ใช้: 8,000 kWh

ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสำหรับก๊าซธรรมชาติ: $0.19 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$

☞ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการใช้ก๊าซธรรมชาติ:

$$8,000 \times 0.19 = 1,520 \text{ kg CO}_2 = 1.5 \text{ tCO}_2$$

- ปริมาณดีเซลที่ใช้ (สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก): 10,000 km

ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก: $0.1513 \text{ kgCO}_2/\text{km}$

☞ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก:

$$10,000 \times 0.1513 = 1,513 \text{ kgCO}_2 = 1.5 \text{ tCO}_2$$

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะแสดงเป็นค่าต่อหน่วยอ้างอิงของผลิตภัณฑ์ที่เรากำหนดขึ้น การแสดงค่าควรแสดงเป็นรูปกราฟฟิคโดยแสดงให้เห็นผลกระทบในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความสามารถในการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ และแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบ และนำไปสู่กลยุทธ์การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 7 การทำรายงานพร้อมให้คำแนะนำในการลดการปลดปล่อยมลพิษ

การรายงานข้อมูลเป็นการเปิดเผยข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เพื่อสื่อสารต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และแสดงให้เห็นถึงความโปร่งใสของการได้มาซึ่งข้อมูลต่างๆ การรายงานต้องให้ความสำคัญกับสิ่งที่ต้องการนำเสนอและผู้ที่จะรับข้อมูลที่นำเสนอ เพื่อให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่าสูงสุดต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การรายงานควรอธิบายถึงขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และความหมายของข้อมูล โดยรายละเอียดที่ควรต้องรายงานคือ

- วิธีการที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- เงื่อนไขขอบเขตที่กำหนด



- ชนิดของสารที่ปล่อยออกที่นำมาพิจารณาและที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในการคำนวณ
- เทคนิคที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงระดับของความถูกต้องที่ควรจะเป็น
- สมมติฐานหรือวิธีการประมาณค่า
- ระดับของการทวนสอบผลที่ทำโดยบุคคลที่สาม
- ช่วงเวลาที่รายงาน
- ขอบเขตขององค์กรและพารามิเตอร์ต่างๆ
- การปล่อยมลพิษเป็นในหน่วย ton CO₂e
- การเปิดเผยแหล่งกำเนิด (Source) และดูดซับ (Sink) ก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ได้พิจารณา พร้อมระบุเหตุผล
- ผลของการประเมิน
- การทวนสอบ

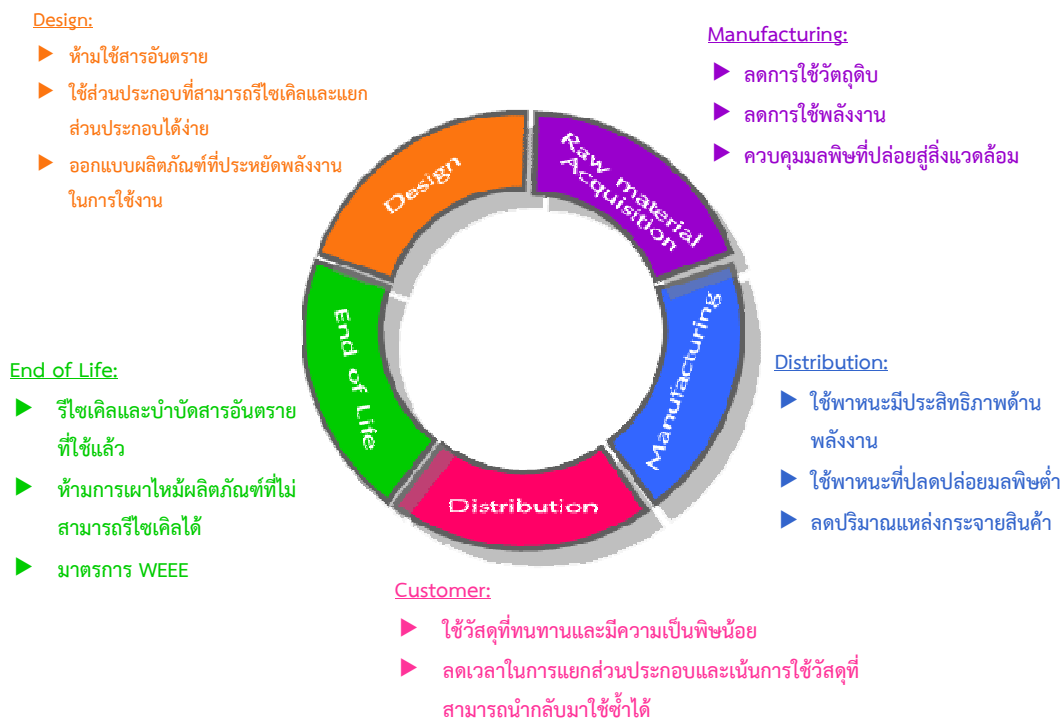
นอกจากนี้ข้อมูลทางเลือกที่อาจต้องรวมไว้ด้วย ได้แก่

- รายละเอียดของนโยบายของบริษัท กลยุทธ์ และแผนดำเนินการ
- รายละเอียดของกิจกรรมการลดการปลดปล่อยและผลการดำเนินการ
- GHG offset ที่ซื้อหรือที่พัฒนาขึ้นเอง
- รายละเอียดการปลดปล่อยสำหรับแต่ละ facility
- การประเมินสมรรถนะขององค์กรเทียบกับค่าเทียบเคียง (Benchmarking) ที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอก

ตัวอย่างการกำหนดแนวทางสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับขั้นตอนต่างๆ แสดง

ดังรูปที่ 10





รูปที่ 10 ตัวอย่างการกำหนดแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขั้นที่ 8 การลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

เมื่อทราบถึงสาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และได้แนวทางที่เหมาะสมในการลดการปลดปล่อย ฯ แล้วให้วางแผน เตรียมบุคลากร และดำเนินการตามแนวทางต่างๆ เพื่อลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

ประโยชน์จากการประยุกต์ใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์นอกจากจะสามารถบ่งบอกภาระสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและบ่งบอกสาเหตุสำคัญของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้วยังสามารถใช้เพื่อทำนายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิต หรือวัสดุสำหรับบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้ทราบว่าวิธีการหรือวัสดุใหม่จะก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตอย่างไรบ้าง



สถานการณ์การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในประเทศไทยและต่างประเทศ

โปรแกรมฉลากคาร์บอนและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้รับความสนใจจากหลายประเทศ เช่น สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส สวิสเซอร์แลนด์ สวีเดน สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน จีน รวมทั้งประเทศไทย มีรายละเอียดดังนี้

1. สหภาพยุโรป

สหภาพยุโรปกำลังพิจารณาการประยุกต์ใช้ “Carbon Labelling” ที่เหมาะสม สหภาพยุโรปได้มอบหมายให้ Italian Life Cycle Engineering Consulting Firm ร่วมกับ the Swedish Environmental Management Council (MSR) ทำการพัฒนา Carbon Footprint Measurement Toolkit และต่อไปจะมีการพัฒนา “EU Carbon Label” โดยอาศัย Carbon Footprint Measurement Toolkit

1) สหราชอาณาจักร

สหราชอาณาจักรนับได้ว่าผู้บุกเบิกในเรื่องของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แห่งสหภาพยุโรป เมื่อเดือนพฤษภาคม ปี 2007 สหราชอาณาจักรได้เปิดตัวโครงการคำนวณคาร์บอนมุ่งเป้าการติดฉลากคาร์บอนแก่ผลิตภัณฑ์ทุกประเภท โดยรัฐบาลอังกฤษได้ให้ทุนแก่บริษัท Carbon Trust และ Defra เพื่อทำงานร่วมกับ UK's National Standards Body BSI British Standards เพื่อให้การสนับสนุนการพัฒนามาตรฐานการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เรียกว่า PAS 2050 สำหรับการวัดก๊าซเรือนกระจกติดตัว (Embodied GHG) ในผลิตภัณฑ์และบริการ บริษัทนำร่องหลายบริษัทได้ให้คำมั่นที่จะคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยใช้วิธีการมาตรฐานดังกล่าว มีเป้าหมายเพื่อจัดการสายโซ่การผลิตเทียบกับการปลดปล่อยคาร์บอนและลดปริมาณของเสีย ต่อมาในเดือนตุลาคม 2007 ด้วยความร่วมมือของ Carbon Trust บริษัท TESCO ได้วางแผนวัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ 30 ผลิตภัณฑ์ ภายใต้เครื่องหมายการค้าของตน และผลิตภัณฑ์ทั้งหมดของ TESCO ก็จะได้ทยอยวัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามมาเรื่อยๆ ในปีถัดไป



นอกจากนี้ ยังมีฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์บ่งบอกในรูปของ Carbon Reduction Label ที่แสดง ณ จุดขายอีกด้วย โดยมี 20 บริษัทเข้าร่วมโครงการ ทุกบริษัทต่างมุ่งที่จะสร้างความโปร่งใสในเรื่องการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่วางขายในสหราชอาณาจักรที่ติดฉลากอย่างน้อย 75 ผลิตภัณฑ์ ภายหลังการเปิดตัวโครงการนำร่องฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสหราชอาณาจักร ประเทศอื่นๆ ในสหภาพยุโรปเริ่มมีการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการจัดทำและเตรียมติดฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้กับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของประเทศตามมา

2) ฝรั่งเศส

การติดฉลากคาร์บอนของฝรั่งเศสเริ่มนำร่องโดยกลุ่มร้านค้าปลีกขนาดใหญ่ของฝรั่งเศส 2 กลุ่มคือ Casino และ E.Leclerc ภายใต้การสนับสนุนของหน่วยงานเพื่อสิ่งแวดล้อมและการจัดการพลังงาน (Agency for the Environment and Energy Management: ADEME)

Casino เปิดตัวโครงการติดฉลากคาร์บอนขึ้นเมื่อปี 2006 ฉลากคาร์บอนที่ Casino พัฒนาขึ้นคือ “L’ Indice Carbone Label” แสดงด้วยสัญลักษณ์ใบไม้สีเขียว ติดอยู่ที่ด้านหน้าของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะบ่งบอกปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ของวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) Farm Step 2) Product Manufacturing 3) Transport from the field to the Casino Warehouses 4) Packaging from raw material extraction to recycling และ 5) Distribution from warehouses Casino to the final point of sale โดยจะแสดงในหน่วย $\text{gCO}_2\text{e}/100\text{g}$ ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ปัจจุบันฉลากดังกล่าวได้ถูกติดแสดงบนผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าของ Casino 26 รายการ และ Casino ตั้งเป้าที่จะติดฉลากบนผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าของ Casino ให้ได้ทั้งสิ้น 3,000 รายการ



วิธีการคำนวณที่ใช้ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยบริษัทที่ปรึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่ชื่อ Bio Intelligence Service (Bio IS) และได้ผ่านการทดสอบความเป็นไปได้ในการคำนวณกับผู้จัดหาวัตถุดิบ 12 ราย ครอบคลุมกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารที่แตกต่างกัน 15 ประเภท ได้แก่ ปลาแช่แข็ง (Frozen fish) นมเปรี้ยว (Yoghurt) สลัดสำเร็จรูป (Prepared salad) พิซซ่า (Pizzas) เครื่องดื่มน้ำผลไม้ (Juices) ซุปและไข่ (Soup & eggs) โดยวิธีการคำนวณดังกล่าวจะถูกปรับแก้อีกในอนาคตเพื่อให้สอดคล้องกับ PAS 2050

E.Leclerc ได้พัฒนาโปรแกรมนำร่องฉลากคาร์บอน โดยใช้วิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่พัฒนาโดยบริษัทที่ปรึกษา Greenext ด้วยวิธีวิเคราะห์ LCA อย่างง่าย ๆ ซึ่งเปิดตัวเมื่อปี 2008 พัฒนา “Bilan Carbon” โดย the French Environment and Energy Agency (ADEME) ซึ่งจะมีการปรับวิธีการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยคำนึงถึงข้อกำหนดใน PAS 2050:2008

3) สวิสเซอร์แลนด์

ฉลากคาร์บอนของประเทศสวิตเซอร์แลนด์เริ่มมีขึ้นเมื่อปี 2008 ภายใต้ชื่อ “Climatop Carbon Label” ฉลากดังกล่าวพัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือของ Myclimate Foundation และ Ecological Centre at Langenbruck มีเป้าหมายเพื่อนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ให้กับผู้บริโภค ข้อมูลดังกล่าวได้จากการคำนวณโดยอาศัยวิธี Hybrid EIO-LCA

“Climatop Carbon Label” ไม่ใช่ฉลากที่แสดงตัวเลขคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แต่เป็นฉลากที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีเอกลักษณ์เฉพาะที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์อื่นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยจะติดให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพการจัดการการปลดปล่อยคาร์บอนดีกว่าผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเดียวกันอย่างน้อย 20%



“Climatop Carbon Label” เริ่มนำร่องติดฉลากโดยธุรกิจร้านค้าปลีก Migros ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่ได้รับฉลากแล้วรวมทั้งสิ้น 104 ผลิตภัณฑ์ เช่น Asparagus Cat litter Detergent Kitchen paper Batteries Chopping Board เป็นต้น

4) เยอรมนี

ประเทศเยอรมนีได้ริเริ่มโครงการนำร่อง “Product Carbon Footprint, Pilot Project Deutschland” ซึ่งดำเนินการโดย The World Wide Fund for Nature (WWF) ร่วมกับ Science Institutes Öko-Institut (Institute for Applied Ecology) Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) และ THEMATA เมื่อปี 2008 นำร่องโดยบริษัทชั้นนำ 10 บริษัท ได้แก่ BASF, dm-drogerie markt, DSM, FROSTA, Henkel, REWE Group, Tchibo, Tetra Pak, T-Home, และ Unternehmensgruppe Tengelmann

โครงการนำร่องของประเทศเยอรมนีมุ่งเน้นที่จะให้เกิดมาตรฐานการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ประสบการณ์ ขับเคลื่อนการพัฒนา มาตรฐาน ความร่วมมือกับผู้ริเริ่มอื่นๆ ในระดับสากล สร้างเวทีการเจรจาสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ประเมินว่าการสื่อสารแก่ผู้บริโภคสามารถให้เครดิตได้และนำไปสู่การบริโภคคาร์บอนต่ำ

Peter Feller ประธานสภาอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มของเยอรมนี (the Federation of German Food and Drink Industries: BEV) ได้เน้นว่า อุตสาหกรรมอาหารจะสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมกล่าวว่าในความเป็นจริงตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์อาหารสัดส่วนของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดระหว่างการผลิตอาหารค่อนข้างต่ำ ในความเห็นของสมาคมฯ ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตลอดวัฏจักรชีวิตไม่ว่าจะเป็น การเพาะปลูก การผลิตอาหาร การบรรจุ การขนส่งเพื่อจำหน่าย การวางจำหน่ายในร้านค้าปลีก การขนส่งไปยังผู้บริโภคและการใช้งาน



จำเป็นต้องวิเคราะห์และตรวจสอบเพื่อดูศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพ

5) สวีเดน

ฉลากคาร์บอนของประเทศสวีเดนเริ่มจากผู้ให้การตรวจรับรอง (Certification body) 2 แห่งของสวีเดน ได้แก่ KRAV (Kontrollföreningen för Alternativ Odling) และ Swedish Seal ได้ร่วมมือกันพัฒนาฉลากคาร์บอนสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร เมื่อปี 2007 โครงการดังกล่าวได้รับความร่วมมืออย่างดีจากบริษัทอาหารและเกษตรสำคัญหลายราย ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผู้ผลิตมีความต้องการที่จะสื่อสารให้ผู้บริโภคเห็นถึงเจตนารมณ์ในการรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงได้มีการริเริ่ม “Swedish Climate Labeling” ขึ้นในเวลาต่อมา โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างระบบให้การรับรอง ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภค เพื่อสร้างโอกาสในการเลือกซื้อสินค้า อีกทั้งยังเป็นการสร้างความเข้มแข็งในการแข่งขันให้กับผู้ผลิตด้วย

ฉลาก Climate label ได้เริ่มใช้กับผลิตภัณฑ์นาร่องในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหาร โดยอาหารที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตและจำหน่ายน้อยกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในกลุ่มเดียวกันอย่างน้อย 25% จะได้รับการติดฉลาก ฉลากดังกล่าวจะเน้นการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน เช่น เนื้อกับไข่ได้

2. สหรัฐอเมริกา

รัฐวอชิงตันมี “Certify Carbon Free Label” พัฒนาโดย Carbon Fund ร่วมมือกับ the Edinburgh Centre for Carbon Management โดยอาศัย LCA, the GHG Protocol และ Carbon Trust’s Carbon Footprint Measurement Methodology



รัฐแคลิฟอร์เนียมี “Climate Conscious Label” พัฒนาโดย California-based Climate Conservancy โดยอาศัย LCA ซึ่งฉลากจะมี 3 ระดับคือ เหรียญทอง เงิน และทองแดง โดยไม่มีการแสดงข้อมูลตัวเลข

นอกจากนี้ Carbon Trust ได้มีการดำเนินการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ในสหรัฐอเมริกา ด้วย LCA ในผลิตภัณฑ์ Coca Cola PepsiCo และบริษัทอื่นๆ เพื่อจัดทำ Carbon Reduction Label

3. แคนาดา

ประเทศแคนาดาได้พัฒนา “Carbon Counted Label” โดยอาศัย ISO 14064, ISO 14025 และ PAS โดยแสดงข้อมูลตัวเลขคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในรูป คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) รับรองผลการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดย Carbon Counted ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์กรที่มีได้แสวงหาผลกำไรของประเทศแคนาดา นอกจากนี้ Carbon Counted ยังได้พัฒนาฐานข้อมูล CarbonConnect ซึ่งเป็นฐานข้อมูลออนไลน์เพื่อให้บริษัทต่างๆ ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ของตนเองด้วย และเมื่อปี 2008 มี 40 บริษัทเข้าร่วมการจัดทำ Carbon Counted Label เช่น Standard Chartered Bank, Investment bank และ UBS เป็นต้น

4. ญี่ปุ่น

โครงการนำร่องของประเทศญี่ปุ่นได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น (Ministry of Economy, Trade and Industry: METI) มี 30 บริษัทเข้าร่วมโครงการ ตัวอย่างสินค้านำร่องที่มีฉลากคาร์บอน ได้ถูกนำมาแสดงเป็นครั้งแรกในนิทรรศการ Eco Products 2008 เช่น ไข่ ข้าว แครอท ส้ม บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป สมุด เครื่องทำความเย็น หลอดไฟ กระดาษทิชชู เสื้อ เป็นต้น

โปรแกรมฉลากคาร์บอนของประเทศญี่ปุ่นอยู่ในรูปแบบของมาตรการสมัครใจ มีบริษัทกว่า 30 แห่ง สมัครใจที่จะติดฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนบรรจุภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์อื่นๆ โดยตั้งแต่เดือนเมษายน 2009 เป็นต้นไป ในประเทศญี่ปุ่นจะมีฉลาก



คาร์บอนที่แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกปรากฏบนสินค้าอุปโภคบริโภคชนิดต่างๆ ฉลากคาร์บอนของประเทศญี่ปุ่นจะแตกต่างกับฉลากคาร์บอนของประเทศอื่นๆ ในโลก เช่น UK's Tesco และ France's Casino ตรงที่กระทรวงการค้าของญี่ปุ่นได้กำหนดวิธีการสำหรับคำนวณการปลดปล่อยคาร์บอนขึ้นมา ทั้งนี้ เพื่อป้องกันปัญหาอันอาจเกิดจากการที่บริษัทที่ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันอาจใช้การคำนวณที่แตกต่างกัน และส่งผลให้ได้ข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบริษัทหนึ่งน้อยกว่าอีกบริษัทหนึ่ง โดยที่ข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากมีการคำนวณบนพื้นฐานที่แตกต่างกัน ในฉลากคาร์บอนจะแสดงข้อมูลผลกระทบในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต และสินค้านำร่องที่จะได้รับการติดฉลากได้แก่ Sapporo Aeon Lawson Seven-Eleven และ Matsushita ซึ่งจะนำมาแสดงเป็นครั้งแรกในงาน Eco-Product Fair ที่จัดขึ้น ณ เมืองโตเกียว ในเดือนธันวาคม 2009

ในประเทศญี่ปุ่นโครงการนำร่อง Carbon footprint labelling pilot project ได้เปิดตัวเมื่อปี 2009 ซึ่งได้นำร่องศึกษากฎเฉพาะสำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ แบบแผน การทวนสอบ และการพัฒนาฐานข้อมูล โครงการดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจากบริษัท ในประเทศกว่า 300 บริษัท โดยมีเป้าหมายเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภทจาก อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์ซักผ้า จนถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าและมุ่งเน้นให้ ข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์แยกตามช่วงวัฏจักรชีวิต

5. เกาหลีใต้

กระทรวงสิ่งแวดล้อมของประเทศเกาหลีใต้ (The South Korean Environment Ministry) ได้ริเริ่มโครงการนำร่อง “Carbon Label” เมื่อปี 2007 โดยให้ฉลากแสดงปริมาณคาร์บอนที่ใช้ในการผลิต กระจายสินค้า ใช้งาน และกำจัดซาก และถูกคาดหวังว่าจะใช้อย่างเป็นทางการในเดือนมกราคม 2009 ผลิตภัณฑ์นำร่อง 10 ชนิดตัวอย่าง เช่น เครื่องทำน้ำบริสุทธิ์ (Water purifier) ผลิตโดยWoongjin เครื่องซักผ้า (Washing Machines) ผลิตโดย LG Electronics ข้าวหุงสำเร็จ (Instant pre-



cooked microwavable rice) ผลิตโดย CJ เครื่องทำความร้อน (Heater) ผลิตโดย Kyungdong จอแอลซีดี (LCD glass) โดย Samsung Corning Precision Glass

เมื่อปี 2008 The Korea Eco-products Institute (KOEKO) ได้เปิดตัวโปรแกรมที่เรียกว่า Cool Label (CO₂ low label) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมรูปแบบการซื้อที่ผู้บริโภคเป็นผู้นำในการซื้อสินค้าคาร์บอนต่ำเพื่อสนับสนุนผู้ผลิตให้พัฒนาเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำ เพื่อความพยายามในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

The South Korean CFP labeling System ได้เปิดตัวในเดือนกุมภาพันธ์ 2009 ซึ่งมีการรับรองสองช่วงคือ (1) A Carbon Footprint Certificate (2) A Low Carbon Product Certificate โดยการรับรองในช่วงแรกจะออกให้กับผู้ผลิตที่มุ่งมั่นจะลด CFP อาจใช้เป็น Carbon Emission Baseline สำหรับผลิตภัณฑ์ได้ ต่อมาในเดือนมกราคม 2010 ได้มีบริษัท 37 แห่ง และผลิตภัณฑ์ 125 รายการที่ได้รับการรับรองในช่วงแรก ส่วนในช่วงที่ 2 มีลักษณะคล้ายกับ Carbon Reduction label (CRL) ของคาร์บอนทรัสต์ และมีแผนจะนำไปใช้ในปี 2011

6. ประเทศไทย

ประเทศไทยเริ่มโครงการนำร่องจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในปี 2009 โดยความร่วมมือขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในปัจจุบัน (2554) มีบริษัทนำร่อง 69 บริษัท 233 ผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องดื่มโคคา-โคลานิดบรรจุกระป๋อง กระเบื้องเซรามิคบุผนัง เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูป เป็นต้น



ตารางที่ 2 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของประเทศต่างๆ













การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์บัญชีรายการ

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์บัญชีรายการ จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย ผลลัพธ์เป้าหมาย หน่วยอ้างอิง ขอบเขตของการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และ จัดทำแผนภาพวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Flow Chart) อันเป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการ ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไปแล้ว โดยจะได้อธิบายถึงขั้นตอนที่ต้องดำเนินการในลำดับต่อไป คือ “การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์บัญชีรายการ”

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์บัญชีรายการในบริบทที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ หมายถึง การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการคำนวณคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ ได้แก่ ข้อมูลด้านกิจกรรมที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอนของ วัฏจักรชีวิตตามที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตของการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และข้อมูล ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากแต่ละกิจกรรม (ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก) และนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาประมวลผล ตรวจสอบความครบถ้วน และความถูกต้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพอันจะนำไปสู่ข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

ข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ถูกต้อง แม่นยำ จะต้องได้จากข้อมูลด้านกิจกรรมและ ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากแต่ละกิจกรรมที่ถูกต้องแม่นยำเช่นกัน การเก็บข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและละเอียดให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จึงมี ความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นขั้นตอนการเก็บข้อมูลนับว่าเป็นขั้นตอนที่เป็น หัวใจสำคัญและใช้เวลามากที่สุด

ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บ

ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บมี 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ คาร์บอนฟุตพริ้นท์



ข้อมูลทั่วไป หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เช่น ชื่อบริษัท ชื่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ชื่อผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประเมิน รูปลักษณ์ ลักษณะทั่วไป และลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประเมิน เทคโนโลยีการผลิต ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล เป็นต้น

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ประกอบด้วย ข้อมูลด้านกิจกรรม (Activity data) และข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากแต่ละกิจกรรม หรือที่มักเรียกกันว่า ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emission factor: GHG EF.)

- **ข้อมูลด้านกิจกรรม (Activity data)** คือ ข้อมูลที่บ่งบอกถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก เช่น การผลิตวัสดุ การผลิตพลังงาน การผลิตสาธารณูปโภค การขนส่งวัตถุดิบ การขนส่งของเสีย การขนส่งผลิตภัณฑ์ การบำบัดและกำจัดของเสียที่ปล่อยออก เป็นต้น ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแต่ละกิจกรรมมักขึ้นอยู่กับผลผลิตของกิจกรรมนั้นๆ เช่น ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการผลิตวัสดุมักขึ้นกับปริมาณวัสดุที่ผลิต ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการขนส่งมักขึ้นกับปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นต้น ดังนั้นข้อมูลด้านกิจกรรมอาจอยู่ในรูปของปริมาณวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตหน่วยเป็นกิโลกรัม เชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบในหน่วยลิตร ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการเดินเครื่องจักรต่างๆ ในหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง ของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตในหน่วยกิโลกรัม เป็นต้น หรือกล่าวง่ายๆ ข้อมูลด้านกิจกรรม คือ ข้อมูลที่เกี่ยวกับการผลิตทรัพยากร วัตถุดิบ พลังงาน และสาธารณูปโภคต่างๆ ตลอดจนการบำบัดและกำจัดของเสียต่างๆ นั่นเอง เพราะทุกกิจกรรมเหล่านี้ล้วนก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น

ข้อมูลด้านกิจกรรมอาจสามารถหาได้จากหลายแหล่ง ซึ่งอาจเป็นข้อมูลจริงที่เก็บได้จริงจากเครื่องมือตรวจวัด การจดบันทึกรายวัน ใบเสร็จ ใบเรียก



เก็บเงินต่างๆ เช่น ใบเสร็จค่าน้ำ-ค่าไฟฟ้า หรืออาจเป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลอื่นประกอบ เช่น ข้อมูลเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งวัตถุดิบ อาจเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้จริงที่ได้จากใบเสร็จค่าเชื้อเพลิงโดยตรง หรืออาจได้จากการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลประเภทพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางที่ขนส่ง เป็นต้น

การจัดเก็บข้อมูลด้านกิจกรรมที่ดีควรอยู่ในหน่วยที่มีมาตรฐานในการชั่งตวง วัดที่แน่นอน เช่น ลิตรของน้ำมันดีเซลที่ใช้ กิโลกรัมของสารเคมีที่ใช้ เพื่อให้สามารถคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น หากเป็นไปได้ผู้มีส่วนที่เกี่ยวข้องในการจัดเก็บข้อมูลควรตกลงร่วมกัน และกำหนดระบบหน่วยที่จะใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อช่วยให้สามารถเก็บข้อมูลได้สอดคล้องกัน และสามารถเปรียบเทียบกันได้ง่ายไม่ต้องเสียเวลาในการแปลงหน่วย ส่วนหน่วยที่ไม่ควรจัดเก็บเนื่องจากไม่มีมาตรฐานในการชั่งตวง วัดที่แน่นอน ได้แก่ ชิ้น แผ่น เส้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม หากจำเป็นต้องจัดเก็บข้อมูลในหน่วยดังกล่าวก็ควรให้ข้อมูลอื่นเพิ่มเติมประกอบด้วย เช่น น้ำหนักต่อชิ้น น้ำหนักต่อแผ่น เป็นต้น ตัวอย่างข้อมูลด้านกิจกรรมที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่พบเห็นได้โดยทั่วไปพร้อมตัวอย่างแหล่งที่มาของข้อมูล และตัวอย่างหน่วยการจัดเก็บที่ใช้แสดงดังตารางที่ 3

- *ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emission factor: GHG EF.)* คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม มักอยู่ในรูปของกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($\text{kgCO}_2\text{equivalent}$: kgCO_2e)⁶ ต่อหน่วยของข้อมูลด้านกิจกรรม เช่น

⁶ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO_2e) คือ หน่วยมาตรฐานสำหรับบ่งบอกถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจก เมื่อเทียบในรูปปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

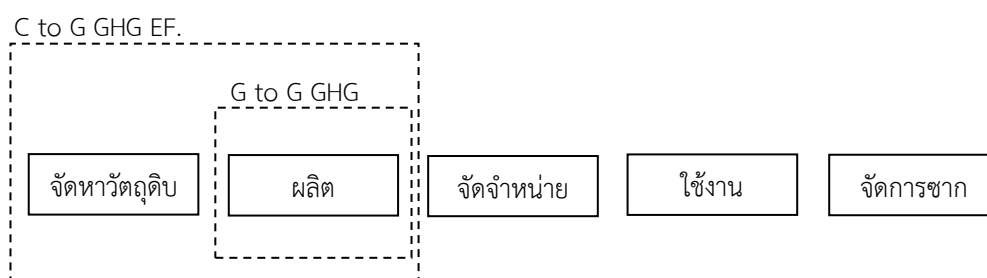


กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมวัสดุที่ผลิต กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมงไฟฟ้าที่ผลิต กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตรน้ำเสียที่บำบัด เป็นต้น ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อาจหมายถึง ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะกิจกรรมนั้นๆ (Gate to Gate GHG EF. หรือ G to G GHG EF.) หรือ ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รวมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการต้นน้ำทั้งหมดไว้ด้วย (Cradle to Gate GHG EF. หรือ C to G GHG EF.)

ตารางที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลด้านกิจกรรม แหล่งที่มาของข้อมูล และตัวอย่างหน่วยการจัดเก็บที่ใช้

ข้อมูลด้านกิจกรรม	แหล่งที่มาของข้อมูล	ตัวอย่างหน่วยการจัดเก็บที่ใช้
วัสดุที่ใช้	- ใบเรียกเก็บค่าสินค้า - แบบบันทึกการรับจ่ายวัตถุดิบ	กิโลกรัม (kg) ลิตร (L)
ไฟฟ้าที่ใช้	- ใบเสร็จค่าไฟฟ้า - มิเตอร์วัดปริมาณไฟฟ้า - แบบบันทึกการใช้ไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)
สาธารณูปโภคที่ใช้	- ใบเสร็จค่าน้ำ - มิเตอร์วัดปริมาณน้ำ - แบบบันทึกการใช้น้ำ	ลูกบาศก์เมตร (m ³)
เชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิต	- ใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง - มิเตอร์วัดอัตราการไหลของเชื้อเพลิงและระยะเวลาที่ใช้ - แบบบันทึกการใช้เชื้อเพลิง	กิโลกรัม (kg) ลิตร (L) เมกะจูล (MJ)
เชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนย้ายภายในโรงงาน	- ใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง - ตัวเลขระยะทางในการใช้	กิโลกรัม (kg) ลิตร (L)

ข้อมูลด้านกิจกรรม	แหล่งที่มาของข้อมูล	ตัวอย่างหน่วยการจัดเก็บที่ใช้
	พาหนะจากสมุดบันทึกการปฏิบัติงาน หรือมิเตอร์วัดระยะบนพาหนะ - แบบบันทึกการใช้เชื้อเพลิง	
เชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบ	- ใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง - ตัวเลขระยะทางในการใช้พาหนะจากสมุดบันทึกการปฏิบัติงาน หรือมิเตอร์วัดระยะบนพาหนะ - แบบบันทึกการใช้เชื้อเพลิง	กิโลกรัม (kg) ลิตร (L)
ของเสียที่เกิดขึ้นและนำไปบำบัดและกำจัดนอกโรงงาน	- แบบบันทึกข้อมูลของเสีย - แบบขออนุญาตนำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน (สก.2) ⁷	กิโลกรัม (kg)



รูปที่ 11 ขอบเขตข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภท

⁷ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 กำหนดว่า “ห้ามมิให้นำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือผู้ซึ่งอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรมมอบหมายให้นำออกไปเพื่อการจัดการด้วยวิธีการและสถานที่ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด” โดยให้ใช้แบบ สก.2 ในการยื่นขออนุญาตนำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน



ค่าสัมประสิทธิ์ฯ แบบ Gate to Gate GHG EF. อาจเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง เช่น ก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการในอุตสาหกรรม หรืออาจได้การคำนวณโดยอาศัยข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามทฤษฎี เช่น สมการการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ สมการการเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวของสารประกอบคาร์บอนเนต ฯลฯ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ Cradle to Gate GHG EF. มักได้จากการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตรวมก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกระบวนการต้นน้ำอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย ซึ่งก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกระบวนการต้นน้ำประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ เป็นจำนวนมาก อาจได้จากการวัดจริง การคำนวณ หรือข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงต่างๆ ในหลายกิจกรรมที่เป็นกิจกรรมพื้นฐาน เช่น การผลิตไฟฟ้า การผลิตเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ การขนส่งรูปแบบต่างๆ มักจะมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ฯ ที่เป็นมาตรฐานไว้แล้วซึ่งสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์ฯ ไปใช้ในการคำนวณได้เลยโดยไม่ต้องวัดการปลดปล่อยจริงทุกครั้งไป เช่น ประเทศไทยได้มีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ฯ ของพาหนะสำหรับการขนส่งประเภทต่างๆ ไว้โดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ซึ่งสามารถดูได้จากภาคผนวก ก ของแนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2553) สหราชอาณาจักรได้มีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ฯ ของเชื้อเพลิง ไฟฟ้า การขนส่งรูปแบบต่างๆ ไว้โดยกระทรวงสิ่งแวดล้อมอาหารและพัฒนาชนบท (Department for Environment, Food and Rural Affairs: DEFRA) ซึ่งสามารถดูได้จากเว็บไซต์กระทรวงสิ่งแวดล้อมอาหารและพัฒนาชนบทของสหราชอาณาจักร (<http://www.defra.gov.uk>)

นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์ฯ สำหรับกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่สามารถตรวจวัดได้โดยง่าย เช่น การทำการเกษตร การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ก็ควรต้องมีการคำนวณค่ามาตรฐานไว้ให้ด้วยเช่นกัน

ตัวอย่างข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ฯ และแหล่งที่มาของข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4 อย่างไรก็ตาม ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์อาจสืบค้นได้จากแหล่งอ้างอิงมากกว่า 1 แหล่ง ดังนั้น การเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ฯ ต้องพิจารณาถึงวิธีการได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ฯ



ขอบเขตที่ครอบคลุม และรายละเอียดอื่นๆ ประกอบ เช่น เทคโนโลยีการผลิต สภาพภูมิประเทศ ฯลฯ ซึ่งในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ควรต้องเลือกค่าสัมประสิทธิ์ที่มีความเป็นมาที่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงให้มากที่สุด

ตารางที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลสัมประสิทธิ์ฯ และแหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ฯ	แหล่งที่มาของข้อมูล
GHG E.F. ของการผลิต	- ผู้จัดหาวัสดุ (Raw material supplier) - ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai National LCI Database)⁸ - ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed publications) - ฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของต่างประเทศ (International LCI database)⁹
GHG E.F. ของการผลิต สาธารณูปโภค	- ผู้จัดหาสาธารณูปโภค (Utility supplier) - ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai National LCI Database) - ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed

⁸ “โครงการพัฒนาฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศ” (National Life Cycle Inventory Database Development) ได้ริเริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2550 โดยความร่วมมือระหว่างศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับ หน่วยงานพันธมิตร 4 หน่วยงาน คือ กระทรวงอุตสาหกรรม โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

⁹ ฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของประเทศต่างๆ ที่เผยแพร่ทั่วไปซึ่งมีทั้งแบบที่ต้องเสียค่าธรรมเนียมและแบบที่ไม่ต้องเสียค่าธรรมเนียม เช่น Ecoinvent (สวิสเซอร์แลนด์), BUWAL 250 (สวิสเซอร์แลนด์), IDEMAT 2001 (เนเธอร์แลนด์), FRANKLIN US LCI (สหรัฐอเมริกา), ETH-ESU 96 (Swiss and Eastern European), Industry data (ยุโรป), LCA Food (เดนมาร์ก) เป็นต้น



ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์	แหล่งที่มาของข้อมูล
	publications) - ฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของต่างประเทศ (International LCI database)
GHG E.F. ของการผลิตพลังงานไฟฟ้า	- ผู้จัดหาพลังงานไฟฟ้า (Electricity supplier) - ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai National LCI Database) - ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศ ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed publications) - ฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของต่างประเทศ (International LCI database)
GHG E.F. ของการเผาไหม้เชื้อเพลิง	- IPCC, 2006
GHG E.F. ของการบำบัดและกำจัดของเสีย	- IPCC, 2006

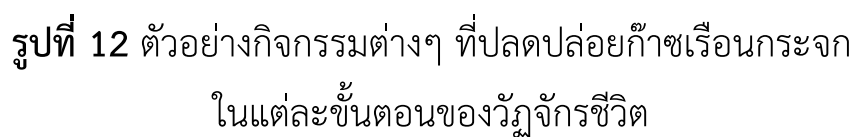
การจัดเก็บข้อมูลจะต้องจัดเก็บให้ครอบคลุมขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตที่อยู่ภายใต้ขอบเขตที่พิจารณาตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ (Raw material acquisition) การผลิต (Manufacturing) การจัดจำหน่าย (Retail) การใช้งาน (Use) การจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งาน (Disposal) ในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตอาจประกอบด้วยกระบวนการย่อยต่างๆ ที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกหลายกระบวนการ โดยเฉพาะขั้นตอนจัดหาวัตถุดิบ (Raw material acquisition) และการผลิต (Manufacturing) แสดงดังรูปที่ 12

เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลกระบวนการย่อยที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนได้อย่างครบถ้วน ก่อนอื่นเราจำเป็นต้องทราบถึงประเภทกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก



รวมถึงแหล่งกำเนิดของแต่ละกิจกรรม โดยตัวอย่างกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงดังตารางที่ 5 เมื่อทราบถึงกิจกรรมที่จะก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกแล้ว การศึกษาทำความเข้าใจกระบวนการผลิตอย่างละเอียดจะช่วยให้สามารถระบุกระบวนการย่อยต่างๆ ที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมได้อย่างครบถ้วน ซึ่งจะส่งผลให้สามารถคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างแม่นยำ ไม่ทำให้เกิดการตีความและแปลความหมายที่ผิดพลาดภายหลัง และนำไปสู่การกำหนดแนวทางพัฒนาปรับปรุง เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม หากไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนในทุกๆ ส่วนที่เกี่ยวข้องด้วยสาเหตุใดก็ตาม การจดบันทึกและรายงานข้อมูลส่วนที่ละไว้พร้อมชี้แจงเหตุผลที่เหมาะสมจะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป





ตารางที่ 5 ตัวอย่างกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งโดย
ทางตรงและโดยทางอ้อม และแหล่งกำเนิดของแต่ละกิจกรรม

แหล่งกำเนิด	ตัวอย่างกิจกรรม
ก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย<u>โดยตรง</u>จากสิ่ง อำนวยความสะดวกที่อยู่ภายใต้การครอบครอง และควบคุมโดยผู้ผลิตสินค้า ตัวอย่างเช่น ก) แหล่งกำเนิดอยู่กับที่ (Stationary sources) เช่น หม้อไอน้ำ เตาเผา เครื่อง กำเนิดไฟฟ้า ฯลฯ ข) แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ (Non-stationary sources) เช่น ยานพาหนะ ค) การรั่วไหล (Fugitive Emissions): ระบบทำความเย็น ระบบปรับอากาศ การใช้ปุ๋ย ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ	- การเผาไหม้เชื้อเพลิงในแหล่งกำเนิด อยู่กับที่ - การเผาไหม้เชื้อเพลิงในแหล่งกำเนิด เคลื่อนที่ - การรั่วไหลของสารเคมีบางชนิด - การเกิดปฏิกิริยาเคมี - การเกษตร
ก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย<u>โดยอ้อม</u>จากการใช้ ไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำจากแหล่งภายนอกซึ่ง ไม่ได้อยู่ภายใต้การครอบครองและควบคุมโดย ผู้ผลิตสินค้า กล่าวคือก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจาก สิ่งอำนวยความสะดวกที่เป็นแหล่งกำเนิด พลังงานโดยสิ่งอำนวยความสะดวกดังกล่าวที่ ไม่ได้อยู่ภายใต้การครอบครองและควบคุมโดย ผู้ผลิตสินค้า เช่น ไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำที่ ซื้อจากภายนอก	- ไฟฟ้าที่รับจากภายนอก - ไอน้ำที่รับจากภายนอก
ก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย<u>โดยอ้อม</u>จาก กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการของผู้ผลิต สินค้า แต่ไม่ได้เป็นกิจกรรมที่อยู่ภายใต้การ ครอบครองและควบคุมโดยผู้ผลิตสินค้า เช่น	- การเดินทางของพนักงาน - การขนส่งสินค้า - การบำบัดและกำจัดของเสีย - การใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการ



แหล่งกำเนิด	ตัวอย่างกิจกรรม
ก) การเดินทางของพนักงานทั้งทางอากาศ รถบัส แท็กซี่ รถยนต์ ฯลฯ ข) การติดต่อสื่อสารของพนักงาน ค) การขนส่งสินค้าภายนอก ง) การบำบัดและกำจัดของเสีย จ การได้มาซึ่งวัตถุดิบหรือพลังงานที่ซื้อ	

หมายเหตุ ก๊าซเรือนกระจกทั้ง 6 ชนิด¹⁰ จากการผลิตและเผาไหม้ชีวมวล¹¹ หรือก๊าซชีวภาพต้องรวมอยู่ในการพิจารณา ยกเว้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ชีวมวลเท่านั้นที่ไม่ต้องรวมอยู่ในการพิจารณา

ตารางที่ 6 ตัวอย่างกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อมในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต

ขั้นตอนในวัฏจักรชีวิต	ตัวอย่างกิจกรรม
การจัดหาวัตถุดิบ (Raw material acquisition)	- การผลิตวัตถุดิบต้นน้ำ - การขนส่งวัตถุดิบต้นน้ำมายังผู้ผลิตวัตถุดิบ - การผลิตวัตถุดิบ - การขนย้ายภายใน - ระบบส่องสว่าง - ระบบทำความเย็น - การทำความสะอาด - การซ่อมบำรุง - การบำบัดและกำจัดของเสีย ณ แหล่งผลิต - การผลิตเชื้อเพลิง ณ แหล่งผลิต - การผลิตสาธารณูปโภค ณ แหล่งผลิต

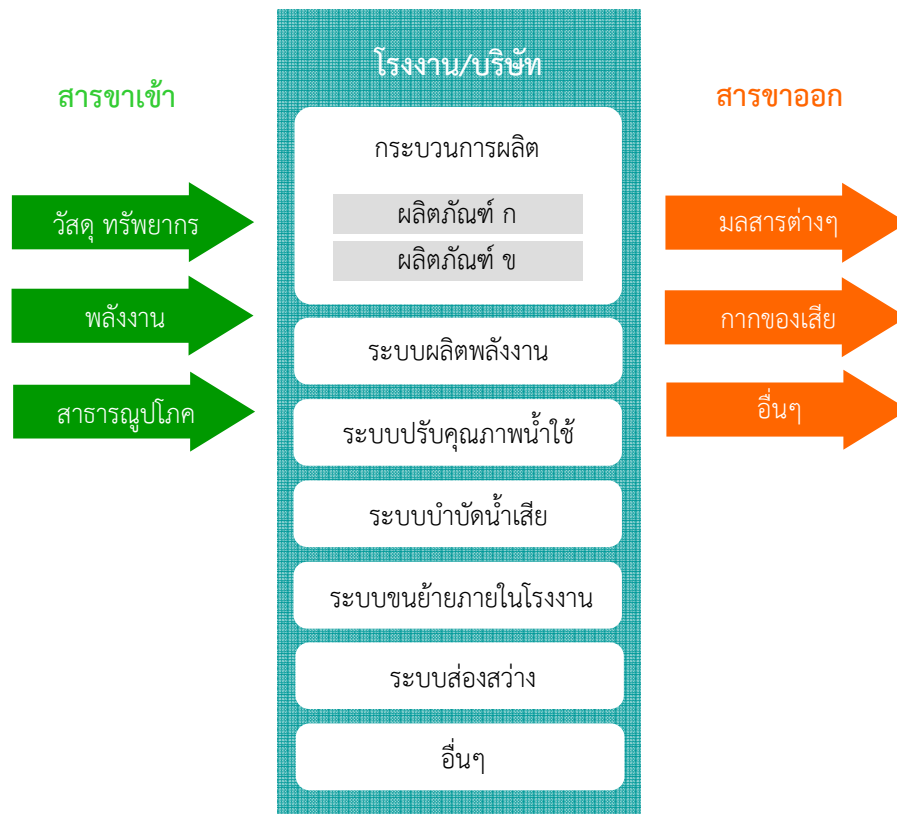
¹⁰ ก๊าซเรือนกระจกที่พิจารณาในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์คือ ก๊าซ 6 ชนิดตามที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆)

¹¹ ชีวมวล คือ วัสดุที่เกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตแต่ไม่รวมถึงวัสดุที่ถูกที่ถลุงจนเป็นฟอสซิลหรือมีต้นกำเนิดมาจากฟอสซิล (ที่มา: แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์, 2553)



ขั้นตอนในวัฏจักรชีวิต	ตัวอย่างกิจกรรม
	- การขนส่งวัตถุดิบไปยังผู้ผลิตผลิตภัณฑ์
การผลิต (Manufacturing)	- การผลิตผลิตภัณฑ์ - การบรรจุหีบห่อ - การขนย้ายภายใน - ระบบส่องสว่าง - ระบบทำความเย็น - การทำความสะอาด - การซ่อมบำรุง - การบำบัดและกำจัดของเสีย ณ แหล่งผลิต - การผลิตเชื้อเพลิง ณ แหล่งผลิต - การผลิตสาธารณูปโภค ณ แหล่งผลิต
การจัดจำหน่าย (Retail)	การขนส่งผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ไปยังตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) การผลิตพลังงานและสาธารณูปโภคใดๆ ที่จำเป็นต่อการจัดจำหน่ายและกระบวนการต้นน้ำทั้งหมด
การใช้งาน (Use)	การผลิตพลังงานและสาธารณูปโภคใดๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งานและกระบวนการต้นน้ำทั้งหมด
การจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งาน (Disposal)	การผลิตพลังงานและสาธารณูปโภคใดๆ ที่จำเป็นต่อการจัดการซากและกระบวนการต้นน้ำทั้งหมด





รูปที่ 13 แผนภาพขอบเขตการเก็บข้อมูลที่ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ
ในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์

เมื่อกำหนดขอบเขตการเก็บข้อมูล และกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นเป้าหมายในการจัดเก็บข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไปให้เริ่มวางแผนการจัดเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างขอบเขตการเก็บข้อมูลที่ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ ในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนแรกของการเก็บข้อมูลควรสำรวจแหล่งที่มาของข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการจะจัดเก็บ ระบุวิธีที่จะใช้ในการจัดเก็บ รวมถึงกำหนดผู้รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล โดยข้อมูลสามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data)



ข้อมูลปฐมภูมิ หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมหรือบันทึกจากแหล่งข้อมูลโดยตรง ซึ่งอาจจะได้จากการสอบถาม การสัมภาษณ์ การสำรวจ การจดบันทึก ใบเสร็จ ค่าน้ำ ใบเสร็จค่าไฟ สมุดบันทึกการฝึกปฏิบัติงาน (Log book) รายงานประจำปี ตลอดจนการจัดหามาด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติหรือเครื่องมือตรวจวัดต่างๆ ที่ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลได้ เช่น เครื่องอ่านรหัสแท่ง เครื่องอ่านแถบแม่เหล็ก เป็นต้น กล่าวคือ ข้อมูลปฐมภูมิเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ได้มาจากจุดกำเนิดของข้อมูลนั้นๆ ตัวอย่างข้อมูลปฐมภูมิ แหล่งที่มาของข้อมูลปฐมภูมิ และหน่วยการจัดเก็บแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตัวอย่างข้อมูลปฐมภูมิ แหล่งที่มาของข้อมูล และหน่วยที่ใช้จัดเก็บ

ตัวอย่างข้อมูลปฐมภูมิ	แหล่งที่มาของข้อมูล	หน่วยการจัดเก็บ
ไฟฟ้าที่ใช้	ใบเรียกเก็บเงิน/ใบเสร็จค่าไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม. (kWh)
ก๊าซเชื้อเพลิงที่ใช้	ใบเรียกเก็บเงิน/ใบเสร็จค่าก๊าซ	ลูกบาศก์เมตร (m ³) เมกะจูล (MJ)
น้ำที่ใช้	ใบเรียกเก็บเงิน/ใบเสร็จค่าน้ำ	ลูกบาศก์เมตร (m ³)
เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการขนย้ายภายในโรงงาน	ใบเสร็จ/ใบเรียกเก็บเงินค่าน้ำมันตัวเลหะระยะทางในการใช้พาหนะจากสมุดบันทึกการปฏิบัติงาน หรือมิเตอร์วัดระยะบนพาหนะ	ลิตร (L) กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) เมกะจูล (MJ)
การบำบัดและกำจัดของเสีย	ใบเรียกเก็บเงินจากผู้ให้บริการเก็บรวบรวมของเสีย	กิโลกรัม (kg)
เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการขนส่งภายนอกโรงงาน	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ที่วัดจริงจากใบเสร็จค่าน้ำมัน หรือประมาณการจากชนิดของพาหนะ ระยะทางและอัตราบรรทุกโดยใช้ฐานข้อมูลการใช้	ลิตร (L) กิโลกรัม (kg)



ตัวอย่างข้อมูลปฐมภูมิ	แหล่งที่มาของข้อมูล	หน่วยการจัดเก็บ
	เชื้อเพลิงของพาหนะสำหรับ ขนส่งทางบกจากฐานข้อมูลของ ประเทศ (National Life Cycle Inventory Database)	

ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องบันทึกข้อมูลต่างๆ ใน Spreadsheet โดยตัวอย่างโปรแกรมยอดนิยมที่ใช้ในการสร้าง Spreadsheet ได้แก่ Microsoft Excel ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการบันทึกข้อมูลและช่วยคำนวณ อีกทั้งหากผู้ใช้ออกแบบโครงสร้างของ Spreadsheet ได้อย่างเหมาะสมจะช่วยให้สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลให้ทันสมัยได้ง่าย อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลทั้งภายในโรงงานเองและผู้ตรวจสอบจากภายนอก ตลอดจนสะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่ออีกด้วย ข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยปกติมักกำหนดให้เป็นข้อมูลล่าสุดที่เก็บต่อเนื่องนาน 12 เดือน เป็นอย่างน้อย โดยส่วนใหญ่มักได้จากข้อมูลการผลิตประจำปีของผู้ผลิต และข้อมูลที่จัดเก็บทั้งหมดควรเป็นข้อมูลที่จัดเก็บในช่วงเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ บ่อยครั้งข้อมูลอาจไม่ได้จากการตรวจวัดจริงทั้งหมด โดยข้อมูลบางส่วนอาจได้จากแหล่งข้อมูลอื่นๆ เช่น หนังสือ รายงาน วิทยานิพนธ์ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ข้อมูลลักษณะนี้เรียกว่า ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทุติยภูมิ หมายถึงข้อมูลที่มีผู้อื่นรวบรวมไว้ให้แล้ว บางครั้งอาจจะมีการประมวลผลเพื่อเป็นสารสนเทศ ผู้ใช้ข้อมูลไม่จำเป็นต้องไปสำรวจเอง ตัวอย่างจากข้อมูลสถิติต่างๆ ที่หน่วยงาน องค์กร หรือสถาบันต่างๆ ได้ทำไว้แล้ว เช่น สถิติจำนวนประชากรแต่ละจังหวัด สถิติการส่งสินค้าออก สถิติการนำเข้าสินค้า ข้อมูลเหล่านี้มีการตีพิมพ์เผยแพร่เพื่อให้ใช้งานได้ หรือนำเอาไปประมวลผลต่อ

ข้อมูลทุติยภูมิอาจได้จากหลายแหล่งซึ่งแต่ละแหล่งอาจให้ข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้ข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงที่แตกต่างกันอาจทำให้ได้ผลการคำนวณที่



แตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อความสอดคล้องในการนำข้อมูลมาใช้ ข้อมูลทุติยภูมิที่จะนำมาใช้ คำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของประเทศไทย ได้มีลำดับข้อมูลที่ให้นำมาใช้ก่อน-หลัง ดังนี้¹²

- ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai National LCI Database) โดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศ ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed publications)
- ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ LCA Software ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม ฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ เช่น Ecoinvent, BUWAL 250, IDEMAT 2001, FRANKLIN US LCI, ETH-ESU 96, LCA Food
- ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น IPCC สหประชาชาติ

ตัวอย่างข้อมูลทุติยภูมิ แหล่งที่มาของข้อมูล และหน่วยการจัดเก็บแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตัวอย่างข้อมูลทุติยภูมิ แหล่งที่มาของข้อมูล และหน่วยที่ใช้จัดเก็บ

ตัวอย่างข้อมูลทุติยภูมิ	แหล่งที่มาของข้อมูล	หน่วยการจัดเก็บ
ค่าสัมประสิทธิ์ฯ สำหรับการ ผลิตไฟฟ้า	Thai National LCI Database	kgCO ₂ e/KWh
ค่าสัมประสิทธิ์ฯ สำหรับการ ผลิตก๊าซธรรมชาติ	Ecoinvent	kgCO ₂ e/MJ
ค่าสัมประสิทธิ์ฯ สำหรับการ เผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ	IPCC, 2006	kgCO ₂ e/MJ

¹² แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ของประเทศไทย, 2553



การเลือกใช้ข้อมูลปฐมภูมิหรือหัตถิภูมิมีเงื่อนไขคือ ข้อมูลด้านกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประเมินซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ฯ ต้องจัดเก็บข้อมูลแบบปฐมภูมิเท่านั้น ส่วนข้อมูลด้านกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่ได้อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ฯ อาจเป็นข้อมูลปฐมภูมิหรือข้อมูลหัตถิภูมิก็ได้ อย่างไรก็ตามกิจกรรมใดๆ ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 50% ของก๊าซเรือนกระจกรวมที่ปล่อยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ประเมิน แม้ว่าจะไม่ได้เป็นกิจกรรมที่อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ฯ ก็ต้องจัดเก็บข้อมูลด้านกิจกรรมแบบปฐมภูมิ ตัวอย่างข้อมูลและประเภทของข้อมูลที่จัดเก็บในขั้นตอนต่างๆ ของวัฏจักรชีวิตแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ข้อมูลและประเภทของข้อมูลที่จัดเก็บในขั้นตอนต่างๆ ของวัฏจักรชีวิต

ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บ	ประเภทของข้อมูล
ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ	
ข้อมูลชนิดและปริมาณของวัสดุที่ใช้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ
ข้อมูล E.F. ของการผลิตวัสดุที่ใช้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลหัตถิภูมิ
ขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบ	
ข้อมูลชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับขนส่งวัสดุที่ใช้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ
ข้อมูล E.F. ของเชื้อเพลิงที่ใช้	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลหัตถิภูมิ
ข้อมูลพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางขนส่งเที่ยวไป-เที่ยวกลับ	ข้อมูลปฐมภูมิ
ข้อมูล E.F. ของพาหนะที่ใช้	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลหัตถิภูมิ
ขั้นตอนการผลิต	
ข้อมูลชนิดและปริมาณของพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนที่ใช้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ



ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บ	ประเภทของข้อมูล
ข้อมูลชนิดและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ
ข้อมูล E.F. ของการผลิตและใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนที่ใช้	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ข้อมูล E.F. ของการบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ขั้นตอนการจัดจำหน่าย	
ข้อมูลชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับขนส่งสินค้าไปยังตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer)	ข้อมูลปฐมภูมิ
ข้อมูล E.F. ของเชื้อเพลิงที่ใช้	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ข้อมูลพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางขนส่งเที่ยวไป-เที่ยวกลับ	ข้อมูลปฐมภูมิ
ข้อมูล E.F. ของพาหนะที่ใช้	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ขั้นตอนการใช้งาน	
ข้อมูลชนิดและปริมาณของวัสดุที่ใช้สำหรับการใช้งานผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ข้อมูล E.F. ของการผลิตวัสดุที่ใช้สำหรับการใช้งานผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ข้อมูลชนิดและปริมาณของพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนที่ใช้สำหรับการใช้งานผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ข้อมูลชนิดและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานผลิตภัณฑ์	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ข้อมูล E.F. ของการผลิตและใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนที่ใช้	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ข้อมูล E.F. ของการบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ



ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บ	ประเภทของข้อมูล
ขั้นตอนการจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งาน	
ข้อมูลชนิดและปริมาณของเสียที่เหลือทิ้งหลังหมดอายุการใช้งาน	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ
ข้อมูล E.F. ของการบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น	ข้อมูลปฐมภูมิ / ข้อมูลทุติยภูมิ

วิธีการจัดเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมและจัดการข้อมูลด้านกิจกรรมและข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ฯ ต่างๆ ของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประเมิน อาจทำโดยบุคลากรของบริษัทผู้ผลิตเองหรือโดยที่ปรึกษาจากภายนอกบริษัทก็ได้ ซึ่งข้อมูลอาจจัดเก็บได้หลายแบบด้วยกัน ตัวอย่างเช่น อาจได้จากพนักงานที่ปฏิบัติงานที่กรอกข้อมูลผ่านฐานข้อมูลอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต ฟอรมกรอกข้อมูลมาตรฐานของบริษัท หรืออีเมลที่ส่งข้อมูลไปประมวลผลยังส่วนกลาง หากเป็นไปได้ ควรให้มีการคำนวณและการรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกในเครื่องมือรายงานผลที่มีอยู่ในแต่ละกระบวนการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถติดตามปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่สำคัญการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแต่ละฝ่าย/แผนกที่เกี่ยวข้องควรใช้รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่เหมาะสมและเป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ได้รับจากแต่ละฝ่ายสอดคล้องอยู่บนพื้นฐานเดียวกัน สามารถเปรียบเทียบกันได้ สะดวกต่อการนำไปวิเคราะห์ และสามารถตรวจสอบได้ ซึ่งในส่วนนี้อาจต้องสร้างระบบจัดการที่มีคุณภาพเพื่อให้แน่ใจว่าได้ผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มีคุณภาพ นอกจากนี้ระบบจัดการคุณภาพยังจะทำให้ได้กระบวนการที่เป็นระบบในการป้องกันและแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร อย่างไรก็ตามโดยปกติข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์นั้นต้องเก็บรวบรวมจากหลายฝ่ายในบริษัท ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายผลิต ฝ่ายสิ่งแวดล้อม ฝ่ายขนส่ง เป็นต้น ซึ่งในบางครั้งผู้ที่ได้รับมอบหมายให้จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลอาจไม่ได้เป็นผู้ที่มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบข้อมูลโดยตรง ดังนั้น ผู้ที่



ได้รับมอบหมายให้จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลต้องเข้าใจเป็นอย่างดีถึงลักษณะของข้อมูลที่ต้องการและสามารถถ่ายทอดถึงลักษณะข้อมูลที่ต้องการให้กับผู้ที่ดูแลรับผิดชอบข้อมูลโดยตรงได้ บางครั้งอาจต้องทำแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูลขึ้นมาและมีการให้คำแนะนำแก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ถูกต้องตรงกับความต้องการ

ข้อมูลที่จัดเก็บต้องมีการบันทึกแหล่งที่มาของข้อมูลและสมมติฐานที่ใช้อย่างละเอียดเพราะอาจต้องนำไปใช้ประโยชน์ในการคำนวณต่อไป การสื่อสารข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์สู่ภายนอกโรงงานต้องให้ข้อมูลขอบเขตการประเมินอย่างละเอียด รวมถึงให้คำแนะนำถึงวิธีการนำข้อมูลไปใช้และแหล่งที่มาข้อมูลต้องสามารถเปิดเผยสู่สาธารณะได้อย่างโปร่งใส

ขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิตเริ่มพิจารณาตั้งแต่วัตถุดิบต่างๆ สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์เข้าสู่โรงงานผู้ผลิต จากนั้นวัตถุดิบต่างๆ ถูกส่งต่อไปยังขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิต จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจำหน่ายออกมา ดังนั้นขอบเขตที่พิจารณาในขั้นตอนการผลิตมักประกอบด้วย การรับวัตถุดิบ การจัดเก็บวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การบรรจุหีบห่อ การจัดเก็บสินค้า รวมถึงระบบสนับสนุนต่างๆ ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของโรงงานเอง เช่น การผลิตพลังงาน การผลิตสาธารณูปโภค การปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ การบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต เช่น น้ำเสีย อากาศเสีย กากของเสีย และระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เช่น การขนย้าย การทำความสะอาด การซ่อมบำรุง ระบบส่องสว่าง ระบบความร้อน ระบบความเย็น การระบายอากาศ ตลอดจนระบบอื่นใดที่มีส่วนสำคัญเกี่ยวข้องกับการผลิต แต่ไม่รวมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับส่วนสำนักงาน โรงอาหาร ไม่รวมสินค้านำเข้า (Capital goods)¹³

¹³ “สินค้านำเข้า” หมายถึง เครื่องจักร อุปกรณ์ และอาคารสิ่งปลูกสร้างที่ใช้ในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (ที่มา: แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ 2553)



ข้อมูลที่จัดเก็บสำหรับขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ จะประกอบด้วย

- 1) ชนิดและปริมาณของวัตถุดิบ พลังงาน และสารานุปโภคในทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ประเมิน
- 2) ชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์พลอยได้ในทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ประเมิน
- 3) ชนิดและปริมาณของมลสารที่ปล่อยสู่อากาศ มลสารที่ปล่อยสู่น้ำ กากของเสียในทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ประเมิน
- 4) ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งสารขาเข้าแต่ละรายการ (ยกเว้นการขนส่งผ่านท่อส่งหรือส่งผ่านสายไฟฟ้า) ทั้งที่เกี่ยวกับวัตถุดิบเข้าโรงงานและเที่ยวที่วิ่งออกจากโรงงาน

ข้อมูลในขั้นตอนการผลิตสามารถจัดเก็บได้ง่ายที่สุดและละเอียดที่สุด เนื่องจากเป็นข้อมูลที่เข้าถึงได้ง่ายที่สุดเพราะเป็นข้อมูลที่อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ผลิตเอง เงื่อนไขในการข้อมูลที่จัดเก็บในขั้นตอนการผลิตคือ ข้อมูลทั้งหมดต้องเป็นข้อมูลที่มีการบันทึกไว้จริงและเป็นข้อมูลที่จัดเก็บในช่วงเวลาเดียวกัน การจัดเก็บข้อมูลในขั้นตอนการผลิตมักเก็บข้อมูลแยกตามกระบวนการย่อย เพื่อหลีกเลี่ยงการปนส่วนโดยไม่จำเป็น และช่วยให้สามารถบ่งบอกขั้นตอนสำคัญที่เป็นสาเหตุสำคัญของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิต และนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงในขั้นตอนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ให้ข้อมูลควรเป็นผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลข้อมูลโดยตรงจากแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ในส่วนผลิต ควรได้จากแผนกดูแลและควบคุมการผลิต ข้อมูลวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ควรได้รับจากแผนกสิ่งแวดล้อม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลจริงได้ ตัวอย่างเช่น โรงงานไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่มีระบบการจัดเก็บข้อมูล เช่น กรณีโรงงานไม่ได้มีการขนส่งวัตถุดิบด้วยตนเอง แต่ทางผู้ขายวัตถุดิบเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการให้หรือโรงงานใช้บริการรับจ้างขนส่งจากภายนอก โรงงานไม่ได้ดำเนินการเก็บข้อมูล เนื่องจากไม่มีกฎ



ข้อบังคับจากภาครัฐ เช่น อัตราการปลดปล่อย CO₂ เป็นต้น กรณีต่างๆ เหล่านี้ให้ใช้การคำนวณเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็น ตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บในแต่ละกิจกรรมย่อยของขั้นตอนการผลิตแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บในแต่ละกิจกรรมย่อยของขั้นตอนการผลิต

กิจกรรมย่อย	ตัวอย่างข้อมูลสารขาเข้าที่จัดเก็บ	ตัวอย่างข้อมูลสารขาออกที่จัดเก็บ
ผลิต	วัตถุดิบ สารเคมี พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน	ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้ มลสารที่ปล่อยสู่อากาศ มลสารที่ปล่อยสู่น้ำ กากของเสีย
บรรจุหีบห่อ	บรรจุภัณฑ์ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน	ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้ มลสารที่ปล่อยสู่อากาศ มลสารที่ปล่อยสู่น้ำ กากของเสีย
ขนย้าย	เชื้อเพลิง	—
ทำความสะอาด	น้ำยาทำความสะอาด	—
ซ่อมบำรุง	น้ำมันหล่อลื่น	—
ระบบส่องสว่าง	พลังงานไฟฟ้า	—
จัดเก็บวัตถุดิบ	พลังงานไฟฟ้า	วัตถุดิบที่จัดเก็บ
กิจกรรมย่อย	ตัวอย่างข้อมูลสารขาเข้าที่จัดเก็บ	ตัวอย่างข้อมูลสารขาออกที่จัดเก็บ
จัดเก็บสินค้า	พลังงานไฟฟ้า	ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่จัดเก็บ
ผลิตพลังงาน	เชื้อเพลิง	พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน
ผลิตสาธารณูปโภค	น้ำบาดาล น้ำประปา สารเคมี เชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า	น้ำประปา น้ำใช้ที่ปรับคุณภาพแล้ว ไอน้ำ
ปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้	น้ำบาดาล น้ำประปา สารเคมี พลังงานไฟฟ้า	น้ำใช้ที่ปรับคุณภาพแล้ว



ขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบ

ขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบที่พิจารณาในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุดิบโดยวิธีการใดก็ตาม ทั้งรถยนต์ รถบรรทุก เครื่องบิน เรือ หรือ รถไฟ โดยจะพิจารณาตั้งแต่โรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบมายังโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ทั้ง ภายนอกและภายในประเทศ ทั้งทางบก ทางเรือ และทางอากาศ ข้อมูลที่จัดเก็บ ประกอบด้วย

1) ข้อมูลเชื้อเพลิงที่ใช้จริงซึ่งอาจได้จากใบเสร็จค่าน้ำมันต่างๆ โดยต้อง ครอบคลุมทุกรายการวัตถุดิบที่ขนส่งมาจากภายนอกโรงงาน และครอบคลุมทั้งเที่ยวที่ ขนวัตถุดิบเข้าโรงงานผู้ผลิตและเที่ยวที่วิ่งออกจากโรงงานผู้ผลิต หรือ

2) หากไม่มีการจัดเก็บข้อมูลเชื้อเพลิงที่ใช้จริง หรือมีแต่ไม่ครอบคลุมทุกรายการ วัตถุดิบหรือไม่ครอบคลุมทุกเที่ยวที่ขนส่ง ให้คำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ โดยอาศัย ข้อมูลประเภทพาหนะ รวมกับข้อมูลระยะทางการขนส่ง และอัตราบรรทุก¹⁴

พาหนะทั้งหมดควรมีสมาุดบันทึกการปฏิบัติงาน (log book) ซึ่งต้องให้กรอก ข้อมูลทุกครั้งที่มีการเติมเชื้อเพลิง สมุดบันทึกควรต้องมีข้อมูลดังต่อไปนี้

- วันที่
- ผู้ปฏิบัติงาน ผู้ควบคุมพาหนะ ผู้ใช้พาหนะ
- ระยะทางเริ่มต้น
- ปริมาณเชื้อเพลิงที่เติม
- ราคาเชื้อเพลิงต่อลิตร
- สถานที่ซื้อน้ำมันเชื้อเพลิง

¹⁴ อัตราบรรทุก หมายถึง สัดส่วนน้ำหนักที่บรรทุกจริงในการขนส่งวัตถุดิบโดยไม่จำเป็นต้องเป็นวัตถุดิบรายการเดียวกัน

- ข้อมูลเกี่ยวกับการซ่อมบำรุง เช่น ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ การตรวจสอบยาง เป็นต้น

ในทางทฤษฎีเราสามารถถามผู้ขับขี่พาหนะเพื่อกรอกข้อมูลในสมุดปฏิบัติงานเมื่อสิ้นสุดการเดินทาง เทียบกับระยะทาง สภาพการจราจร เป็นต้น อย่างไรก็ตามคุณภาพของข้อมูลก็จะขึ้นกับผู้เก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลต้องง่ายและรวดเร็ว นอกจากนี้พนักงานต้องได้รับการฝึกอบรมให้คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถเก็บข้อมูลได้สอดคล้องกัน ไม่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนที่ผู้ขับขี่พาหนะสำหรับการเดินทางระยะสั้นๆ บ่อยๆ สมุดบันทึกอาจทำเป็นรายเดือนและให้รวมอยู่ในการจัดการข้อมูล

นอกจากนี้ ถ้าผลิตภัณฑ์ต้องมีการให้ความเย็นในขณะขนส่งก็ต้องนำมาคิดรวมในผลกระทบช่วงการขนส่งด้วย ส่วนผลกระทบจากการก่อสร้างเช่น การสร้างยานพาหนะหรือสิ่งก่อสร้างที่ใช้เช่น ลานบิน ตลอดจนการเดินทางของลูกค้าทั้งจากบ้านมายังจุดขายและจุดขายกลับบ้าน และการเดินทางของพนักงานไป-กลับที่ทำงานมักจะอยู่นอกขอบเขตที่พิจารณาสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ

ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบจะพิจารณาการผลิตวัสดุต่างๆ ที่นำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์รวมถึงกิจกรรมต้นน้ำทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิตวัสดุต่างๆ เหล่านั้น ตลอดจนบรรจุมูลค่าของเสียที่ต้องเก็บรวบรวมและขนส่งไปกำจัดยังแหล่งบำบัดและกำจัดซึ่งอาจอยู่ภายในหรือภายนอกบริษัทผู้ผลิตก็ได้ น้ำเสียที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการบำบัดและกำจัด

ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ คือการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตวัตถุดิบหรือส่วนผสมต่างๆ ของผลิตภัณฑ์รวมไปถึงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต้นน้ำ หรือกล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์ฯ ของส่วนผสมต่างๆ นั้นเอง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจเป็นข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบดังกล่าวที่ได้รับ



จากผู้จัดหาวัตถุดิบโดยตรงในกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีข้อมูลการวิเคราะห์คาร์บอน
ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ของตนเองอยู่แล้ว หรืออาจได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการ
ผลิตของผู้จัดหาวัตถุดิบในกรณีที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ หรืออาจเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้
จากแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่มีอยู่ก็ได้ ในกรณีที่ต้องจัดเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ฯ
เอง ขอบเขตการเก็บข้อมูลจะจัดเก็บแบบเดียวกันกับขั้นตอนการผลิตทุกประการ การ
จัดเก็บข้อมูลการผลิตวัตถุดิบแบบปฐมภูมิจะเพิ่มความถูกต้องในการวิเคราะห์คาร์บอน
ฟุตพริ้นท์ อีกทั้งทำให้ผู้ผลิตสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านการจัดการ
สายโซ่อุปทาน (Supply chain management) ได้อีกด้วย เนื่องจากในหลายๆ กรณี
ขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบจะเป็นขั้นตอนสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งวิธีที่ดีที่สุด
ที่บริษัทจะลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้คือ การซื้อวัตถุดิบที่มีการปลดปล่อย
ก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่า หรือร่วมมือกับผู้จัดหาวัตถุดิบในการหาแนวทางเพื่อลดการ
ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตวัตถุดิบ อย่างไรก็ตาม การจัดเก็บข้อมูลการผลิต
ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์แบบปฐมภูมิโดยปกติอาจทำได้ไม่มากนัก เนื่องจากผู้ผลิตวัตถุดิบ
ส่วนใหญ่มักมีความกังวลในเรื่องของการเปิดเผยข้อมูลการผลิตซึ่งถือเป็นข้อมูลสำคัญยิ่ง
ในทางการค้า อีกทั้งอาจขาดทรัพยากรบุคคลและค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดเก็บข้อมูลใน
ปริมาณมาก ดังนั้น หากต้องมีการจัดเก็บข้อมูลการผลิตวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบจริง
ควรต้องชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้กับผู้จัดหาวัตถุดิบ
ทราบก่อน พร้อมทั้งบ่งบอกข้อมูลที่ต้องการให้ชัดเจนพร้อมระบุรูปแบบของข้อมูลที่
ต้องการ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ที่ติดต่อเพื่อขอข้อมูลทราบถึงชนิดของข้อมูลที่ต้องการเป็น
อย่างดีแล้ว โดยในระยะยาวผู้จัดหาวัตถุดิบควรใช้วิธีการนี้ในการระบุปริมาณก๊าซ
เรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการผลิตผลิตภัณฑ์ของตนเองรวมถึงข้อมูลก๊าซเรือนกระจก
ที่ปลดปล่อยจากกระบวนการผลิตต้นน้ำทั้งหมดได้



เมื่อเก็บข้อมูลปฐมภูมิของพลังงานและการผลิตระดับโรงงานแบบ Top down¹⁵ สามารถใช้ได้ ถ้ากระบวนการเฉพาะได้ถูกวิเคราะห์สามารถแยกออกไปได้ เช่น โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวและผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมีความต้องการพลังงานเท่าๆ กัน

นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ที่จะได้รับค่าประมาณแบบ Bottom up¹⁶ สำหรับความต้องการพลังงานและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีที่แตกต่างกันของเครื่องมือสามารถวัดได้ในช่วงเวลาหนึ่งๆ วิธีการนี้อาจเหมาะสมแต่ต้องระวังว่าผลอาจเป็นตัวแทนของเพียงหน่วยเดียวซึ่งไม่ใช่ตัวแทนของทั้งโรงงาน หากมีการตรวจวัดกระบวนการที่แยกออกไป จำเป็นต้องนับรวมทุกกระบวนการในโรงงานในการคำนวณแบบ bottom up

ขั้นตอนการจัดจำหน่าย

โดยปกติขั้นตอนการจัดจำหน่ายจะประเมินเฉพาะกรณีที่ขอบเขตการศึกษาเป็น B2C เท่านั้น ขั้นตอนการจัดจำหน่ายจะพิจารณาตั้งแต่การขนส่งผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตไปยังตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) จนกระทั่งจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้กับผู้บริโภค ดังนั้นขอบเขตที่พิจารณาในขั้นตอนการจัดจำหน่ายจึงประกอบด้วย การขนส่งผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตไปยังตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) การขนส่งผลิตภัณฑ์จากตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) ไปยังผู้ค้าปลีก (Retailer) การจัดเก็บและดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ทั้งขณะขนส่ง ก่อนวางจำหน่าย และขณะวางจำหน่าย

ข้อมูลที่จัดเก็บสำหรับขั้นตอนการจัดจำหน่ายประกอบด้วย

1) ชนิดและปริมาณผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการขนส่ง ก่อนวางจำหน่าย และขณะวางจำหน่าย

¹⁵ Top-down approach เป็นการประเมินภาพรวมขององค์กร แต่ไม่สามารถประเมินระดับกระบวนการย่อยได้ เหมาะกับการประเมินระดับประเทศ

¹⁶ Bottom-up approach เป็นการประเมินระดับกิจกรรมย่อย เพื่อกำหนดมาตรการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมหลัก



2) วิธีการจัดเก็บและดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ขณะขนส่ง ก่อนวางจำหน่ายและขณะวางจำหน่าย

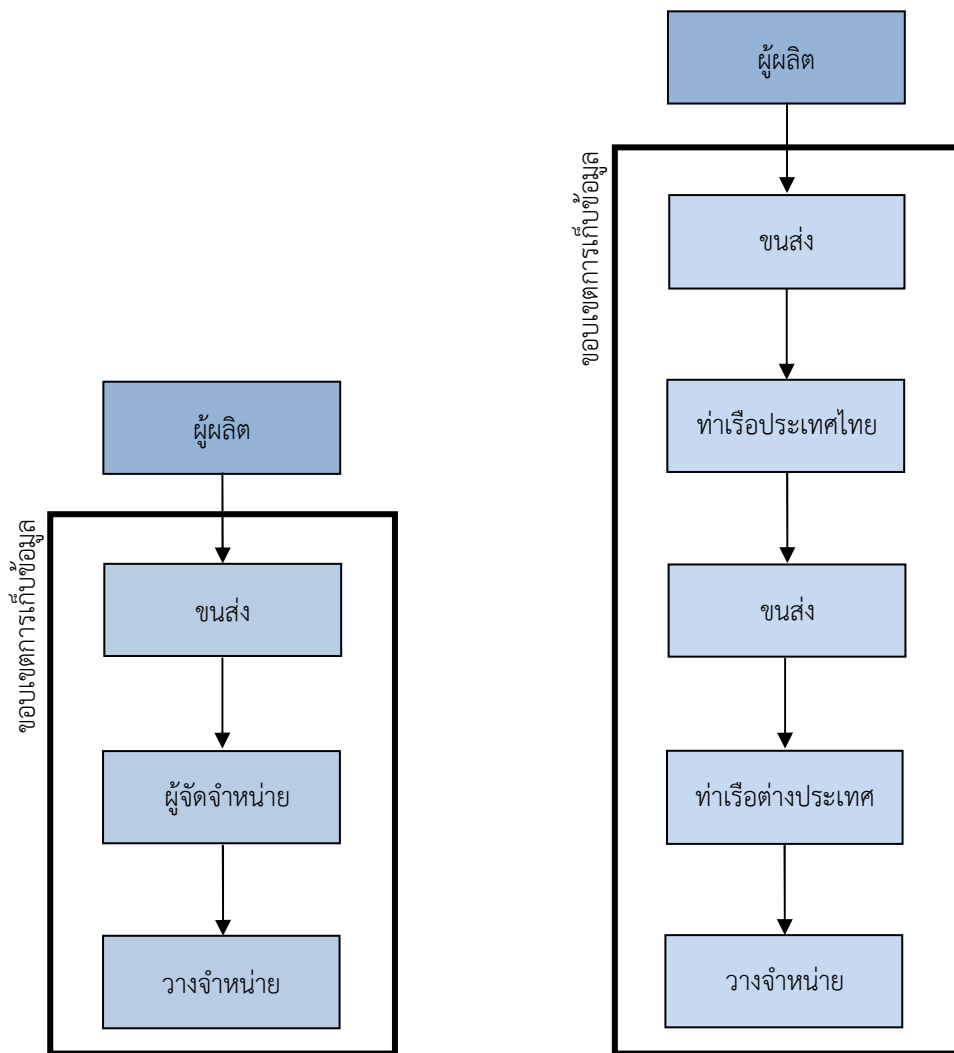
3) ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) ซึ่งอาจเป็นปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้จริงที่ได้มีการบันทึกไว้ หรือได้จากใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง หรืออาจคำนวณจากประเภทพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์แทนในกรณีที่ไม่มีทราบปริมาณเชื้อเพลิง

4) ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งจากตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) ไปยังผู้ค้าปลีก (Retailer) ซึ่งอาจเป็นปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้จริงที่ได้มีการบันทึกไว้ หรือได้จากใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง หรืออาจคำนวณจากประเภทพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์แทนในกรณีที่ไม่มีทราบปริมาณเชื้อเพลิง

5) ชนิดและปริมาณของทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการจัดเก็บและดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ขณะขนส่ง ก่อนวางจำหน่ายและขณะวางจำหน่าย เช่น ไฟฟ้าที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารแช่แข็ง เป็นต้น

6) ชนิดและปริมาณของก๊าซเรือนกระจกและของเสียที่เกิดขึ้นขณะขนส่ง ก่อนวางจำหน่าย และขณะวางจำหน่าย ตัวอย่างขอบเขตการเก็บข้อมูลสำหรับการจัดจำหน่ายแสดงดังรูปที่ 15





ก) ขนส่งสินค้าภายในประเทศ

ข) ขนส่งสินค้านระหว่างประเทศ

รูปที่ 15 ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูลสำหรับการจัดจำหน่าย

ขั้นตอนการใช้งาน

โดยปกติขั้นตอนการใช้งานจะประเมินเฉพาะกรณีที่ขอบเขตการศึกษาเป็น B2C เท่านั้น ขั้นตอนการใช้งานจะพิจารณาตั้งแต่ผลิตภัณฑ์ออกจากร้านขายไปถึงผู้บริโภค จนกระทั่งผลิตภัณฑ์หมดอายุการใช้งาน ดังนั้นขอบเขตที่พิจารณาในขั้นตอนการใช้งานจึงประกอบด้วย การขนส่งผลิตภัณฑ์จากร้านขายไปยังผู้บริโภค การเตรียมการสำหรับ



การติดตั้งผลิตภัณฑ์ การติดตั้ง การใช้งานหรือการบริโภคสินค้าตามสภาพปกติ การบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งาน จนกระทั่งผลิตภัณฑ์หมดอายุการใช้งาน

ข้อมูลที่จัดเก็บสำหรับขั้นตอนการใช้งานประกอบด้วย

1) **วิธีการเตรียม การติดตั้ง การใช้งานหรือการบริโภคสินค้า ตลอดจนการบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งาน** ซึ่งอาจได้จากผู้ผลิตเอง จากมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศ (Published National Guidelines) เช่น Market Transformation Programme Energy in use data¹⁷ มาตรฐานต่างประเทศ (Published International Standards) เช่น Energy Star Database¹⁸ มาตรฐานอุตสาหกรรม (Published Industry Guidelines) หากไม่มีข้อมูลการใช้ที่ตีพิมพ์ให้ตรวจสอบจากสมาคมอุตสาหกรรมแต่ละประเภท หรือสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ

2) **ชนิดและปริมาณของทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการเตรียมการสำหรับการติดตั้งผลิตภัณฑ์ การใช้งานหรือการบริโภคสินค้าตามสภาพปกติ การบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งาน** เช่น ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารแช่แข็ง ปริมาณผงซักฟอกที่ใช้ตลอดอายุการใช้งานของเสื้อผ้า ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์ ปูนที่ใช้ยาแนวรอยต่อระหว่างกระเบื้องในการติดตั้งแผ่นกระเบื้อง เป็นต้น

3) **ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งจากร้านขายไปยังผู้บริโภค** ซึ่งอาจเป็นปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้จริงที่ได้มีการบันทึกไว้ หรือได้จากใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง หรืออาจคำนวณจากประเภทพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์แทนในกรณีที่ไม่มีทราบปริมาณเชื้อเพลิง

4) **ชนิดและปริมาณของก๊าซเรือนกระจกและของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการใช้งาน** เช่น สารทำความเย็นที่รั่วไหลจากเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

¹⁷ <http://whatif.mtprog.com>

¹⁸ www.eu-enrgystar.org/en/en_database.htm



ผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทจะมีวิธีการใช้งาน และความต้องการทรัพยากรที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวที่ผลิตโดยผู้ผลิตคนละรายก็อาจมีวิธีการใช้งานหรือความต้องการทรัพยากรที่แตกต่างกัน ดังนั้นการกำหนดรูปแบบการใช้งานผลิตภัณฑ์จึงกำหนดให้อ้างอิงตามข้อมูลการใช้งานผลิตภัณฑ์ตามที่ผู้ผลิตกำหนด หากไม่มีข้อมูลการใช้งานจากผู้ผลิตให้อ้างอิงข้อมูลการใช้งานตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rule: PCR)¹⁹ ที่มีอยู่ หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เคยมีข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์มาก่อนให้กำหนดข้อมูลการใช้งานโดยอาศัยข้อมูลทางสถิติ สมมติฐาน หรือการประมาณค่า ซึ่งต้องเป็นข้อมูลที่ได้เปิดเผยสู่สาธารณะ โดยต้องเป็นข้อมูลที่สะท้อนถึงพฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภคอย่างแท้จริงและไม่ควรเป็นพฤติกรรมที่เปลี่ยนได้ง่ายๆ เนื่องจากจะมีผลต่อการคำนวณ นอกจากนี้ ขั้นตอนการใช้งานจะก่อให้เกิดน้ำเสียและของเสีย เช่น บรรจุภัณฑ์ จึงจำเป็นต้องประเมินปริมาณของเสียต่างๆ และนำไปรวมกับผลกระทบในช่วงการจัดการซาก

ขั้นตอนการจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งาน

โดยปกติขั้นตอนการจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งานจะประเมินเฉพาะกรณีที่ขอบเขตการศึกษาเป็น B2C เท่านั้น โดยกำหนดให้พิจารณาครอบคลุมทั้งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานและบรรจุภัณฑ์ที่เหลือหลังจากการใช้งาน ขั้นตอนการจัดการซากจะพิจารณาตั้งแต่การขนส่งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานและบรรจุภัณฑ์จากจุดใช้งานไปยังสถานที่บำบัดและกำจัด และการบำบัดและกำจัดตามเหตุการณ์จริง

ข้อมูลที่จัดเก็บสำหรับขั้นตอนการจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งานประกอบด้วย

1) ชนิดและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานแล้ว บรรจุภัณฑ์รวมทั้งวัสดุอื่นใดที่เกิดขึ้นและเหลือหลังการใช้งาน

¹⁹ กฎเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่ผูกกำหนดขึ้นตามแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 (Type III Environmental Declarations) และมีความเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์ (ที่มา: แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553)



2) วิธีการบำบัดและกำจัดซากที่เหลือหลังการใช้งานต่างๆ

3) ชนิดและปริมาณของทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการบำบัดและกำจัดซากที่เหลือหลังการใช้งานต่างๆ

4) ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งซากที่เหลือหลังการใช้งานต่างๆ ไปยังสถานที่บำบัดและจัดการซาก หรือประเภทพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางในการขนส่งซากที่เหลือหลังการใช้งานต่างๆ แทนในกรณีที่ไม่ทราบปริมาณเชื้อเพลิง

5) ชนิดและปริมาณของก๊าซเรือนกระจกและของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งาน

6) ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการบำบัดและกำจัด (ถ้ามี) เช่น ในกรณีที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการจัดการซากถูกถ่ายเทไปยังระบบอื่น เช่น กรณีใช้วิธีการจัดการซากด้วยการฝังกลบ และมีการนำก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน เป็นต้น ให้จัดเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการจัดการก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว และผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการจัดการก๊าซเรือนกระจกด้วยเพื่อใช้ประกอบการคำนวณปันส่วนเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการซากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

1. การปันส่วน

ในความเป็นจริงโรงงานหนึ่งๆ มักผลิตผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 รายการและบ่อยครั้งมีการใช้กระบวนการต่างๆ ร่วมกัน ใช้เครื่องจักรการผลิตเดียวกัน และไม่มีการจัดเก็บข้อมูลด้านกิจกรรมไม่ว่าจะเป็น วัตถุดิบที่ใช้ สาธารณูปโภคที่ใช้ ไฟฟ้าที่ใช้ เชื้อเพลิงที่ใช้ น้ำเสียที่เกิดขึ้น ของเสียที่เกิดขึ้น โดยจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ซึ่งกรณีที่มีข้อมูลรวมสำหรับทุกผลิตภัณฑ์ ต้องทำการจัดสรรข้อมูลเหล่านี้ให้กับผลิตภัณฑ์แต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยการปันส่วน ดังนั้น การปันส่วนคือการจัดสรรการใช้ทรัพยากร พลังงาน



และการเกิดของเสียให้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสมในกรณีที่กระบวนการหนึ่งๆ ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าได้มากกว่า 1 ผลิตภัณฑ์²⁰

วิธีการปันส่วนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ปันส่วนโดยมวล ปันส่วนโดยปริมาตร ปันส่วนโดยพลังงาน ปันส่วนโดยมูลค่าฯ ให้ใช้วิธีปันส่วนข้อมูลตามความเหมาะสม อาจใช้มากกว่าหนึ่งวิธีก็ได้ อย่างไรก็ตามตาม ISO กำหนดให้ใช้วิธีการปันส่วนเชิงกายภาพ²¹ ก่อน เช่น การปันส่วนเชิงมวล การปันส่วนเชิงปริมาตร เป็นต้น และให้เลือกวิธีการปันส่วนเชิงเศรษฐศาสตร์²² เป็นทางเลือกสุดท้ายเนื่องจากมูลค่าของผลิตภัณฑ์ในตลาดมีความผันแปรค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม ถ้าผลิตภัณฑ์รวมไม่ได้ถูกนำไปใช้ที่กระบวนการในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์อื่น ให้คิดว่าเป็นของเสียและไม่มีการปันส่วน

2. การตัดออก

ปัญหาหนึ่งที่มีกพบเสมอในการเก็บข้อมูลโรงงานคือ ผู้ผลิตใช้วัตถุดิบในการผลิตเป็นจำนวนมากบางครั้งใช้วัตถุดิบทั้งหมดรวมกว่า 100 รายการหรือมากกว่า คำถามที่เกิดขึ้นคือจำเป็นต้องเก็บข้อมูลครอบคลุมรายการวัตถุดิบใดบ้าง คำตอบคือต้องเก็บให้ครอบคลุมทุกรายการวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ประเมิน อย่างไรก็ตามมีเงื่อนไขทางเลือกที่สามารถทำได้คือ ใช้วิธีตัดออกและทำการเพิ่มสัดส่วน (Scale up) โดยที่ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากส่วนที่ตัดออกนั้นไม่เกิน 5% ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด คำถามต่อไปที่เกิดขึ้นคือ จะทราบได้อย่างไรว่าผลกระทบของส่วนที่ตัดออกจะไม่เกิน 5% ในกรณีนี้เราสามารถคำนวณง่ายๆ คือให้เลือกค่าสัมประสิทธิ์²³ ที่สูงที่สุดจากรายการสัมประสิทธิ์²³ ของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ และนำค่าสัมประสิทธิ์²³ ดังกล่าวแทนในค่าสัมประสิทธิ์²³ ของรายการวัตถุดิบที่คาดว่าจะตัดออก จากนั้นลองคำนวณว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการผลิตวัตถุดิบดังกล่าวคิด

²⁰ ผลิตภัณฑ์อื่นที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์หลักที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเดียวกัน เรียกว่าผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-product)

²¹ การปันส่วนเชิงกายภาพ คือการปันส่วนโดยใช้ปริมาณทางกายภาพของผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-product)

²² การปันส่วนเชิงเศรษฐศาสตร์ คือการปันส่วนโดยใช้ราคาของผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-product)



เป็นสัดส่วนเท่าไรของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณได้ หากพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการผลิตวัตถุดิบดังกล่าวมีปริมาณไม่เกิน 5% ให้อนุมานว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการผลิตวัตถุดิบดังกล่าวมีค่าน้อยมากและให้ตัดออกได้ อย่างไรก็ตามเมื่อตัดรายการวัตถุดิบดังกล่าวออกไปแล้วให้ทำการเพิ่มสัดส่วน (Scale up) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบและสารขอออกรวมทุกรายการโดยใช้ฐานเท่ากับร้อยละ 100²³

การตรวจสอบข้อมูล

เมื่อจัดเก็บข้อมูลต่างๆ มาแล้ว จำต้องตรวจสอบความครบถ้วนตามรายการข้อมูลที่ได้กำหนดไว้และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งวิธีการตรวจสอบข้อมูลสามารถทำได้โดยวิธีการต่อไปนี้

1) เปรียบเทียบกับข้อมูลปฐมภูมิภายในบริษัทเอง เช่น ข้อมูลการผลิตย้อนหลังของบริษัท

2) เปรียบเทียบกับข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลหรือฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้ เช่น ข้อมูลของบริษัทอื่นที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ ข้อมูลทางสถิติของอุตสาหกรรม ข้อมูลจากการประมาณค่าหรือการวัดกับค่าทางทฤษฎี ซึ่งทำโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการเปรียบเทียบกับข้อมูลทุติยภูมิต้องคำนึงถึงข้อมูลอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น เทคโนโลยีที่ใช้ ขนาดของโรงงาน เป็นต้น

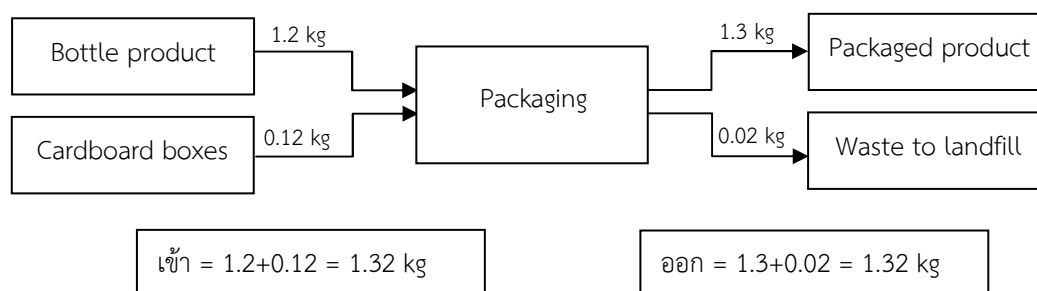
3) สอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ โดยเฉพาะ ซึ่งความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีส่วนช่วยลดความผิดพลาดและความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยเฉพาะผู้เชี่ยวชาญจากภาคส่วนซึ่งให้ข้อมูล

ปกติข้อมูลพื้นฐานที่ต้องตรวจสอบคือ ตรวจสอบสมดุลมวลสาร (Mass balance) และสมดุลพลังงาน (Energy balance)

²³ แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553



การทำสมดุลสาร (Mass balance) คือ การคำนวณปริมาณวัสดุทั้งหมดที่เข้าและออกจากกระบวนการเรียกว่า การตรวจสอบสมดุลมวลสาร ให้ตรวจสอบมวลสารขาเข้าเทียบกับมวลสารขาออก ซึ่งมวลสารขาเข้าไม่ควรน้อยกว่ามวลสารขาออก และสัดส่วนผลผลิตของผลิตภัณฑ์ไม่ควรต่ำกว่าความเป็นจริง การทำสมดุลมวลสารจะช่วยให้มั่นใจว่าวัสดุทั้งหมดได้ถูกนับรวมเข้าไว้ในระบบและไม่มีวัสดุใดหายไปโดยไม่ได้นำมาพิจารณา หลักการพื้นฐานคือปริมาณการไหลทั้งหมดที่เข้าสู่กระบวนการควรเท่ากับปริมาณการไหลทั้งหมดที่ออกจากกระบวนการ ตัวอย่างการตรวจสอบสมดุลมวลสารแสดงดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 ตัวอย่างการตรวจสอบสมดุลมวลสาร

ในทางปฏิบัติ การตรวจสอบสมดุลมวลสารเป็นวิธีที่มีประโยชน์ในการบ่งบอกปริมาณของเสียที่หายไป เช่น หากมวลสารที่ออกจากกระบวนการน้อยกว่ามวลสารที่เข้าสู่กระบวนการ ก็อาจอนุมานได้ว่า ปริมาณที่หายไปนั้นคือปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม สำหรับกระบวนการทางธรรมชาติที่ซับซ้อนบางกระบวนการ เช่น การเกษตร สมดุลมวลสารอาจใช้ไม่ได้ในทางปฏิบัติ

วิธีที่ง่ายที่สุดในการคำนวณสมดุลมวลสารขณะที่เก็บข้อมูล เริ่มต้น ณ จุดที่ซื้อวัสดุและพลังงานทั้งหมดต่อหน่วยกระบวนการ และมวลสารที่ปล่อยออกทั้งหมดต่อหน่วยกระบวนการ วิธีการนี้จะช่วยให้มั่นใจได้ว่าได้พิจารณามวลสารทั้งหมดไว้แล้วในขั้นตอน



การผลิต นอกจากนี้วิธีการแบบเดียวกันนี้ก็สามารถนำไปใช้พิจารณาในขั้นตอนการใช้งานและจัดการซากได้ด้วย

การตรวจสอบสมดุลพลังงาน ให้ตรวจสอบการใช้พลังงานจำเพาะเทียบกับข้อมูลในเอกสารอ้างอิงที่สามารถหาได้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ส่วนการผลิตพลังงานใช้เองประสิทธิภาพการผลิตพลังงานก็ไม่ควรต่ำเกินไปเพราะจะไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงทางธุรกิจ

ลักษณะข้อมูลที่ดี คุณภาพของข้อมูล

ข้อมูลที่ดีควรมีแหล่งที่มาของข้อมูลชัดเจน สามารถตรวจสอบได้ มีความสม่ำเสมอของข้อมูล ไม่ควรเก็บข้อมูลในช่วงการดำเนินงานไม่เป็นปกติซึ่งจะทำให้เกิดการแกว่งของข้อมูลได้มาก

การคำนวณข้อมูล

ข้อมูลบางอย่างไม่มีการจัดเก็บไว้อาจได้จากการคำนวณ ตัวอย่างทฤษฎีที่มักใช้ในการคำนวณ เช่น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการเกิดปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการเคมี เป็นต้น



แนวทางและข้อกำหนดการเก็บข้อมูลสำหรับประเทศไทย

เมื่อปี 2552 ประเทศไทยได้พัฒนาคู่มือแนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ขึ้นครั้งแรกภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยความร่วมมือของ องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) และคณาจารย์จากสถาบันการศึกษาซึ่งคู่มือดังกล่าวได้กำหนดวิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ สำหรับให้ผู้ประกอบการ นักวิชาการ และผู้ที่สนใจนำไปใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงแนวทางและข้อกำหนดสำหรับการเก็บข้อมูลตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ปี 2553 อาจมีรายละเอียดที่เหมือนหรือแตกต่างกับมาตรฐานของประเทศอื่นๆ

1. ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบและกระบวนการผลิต

ข้อมูลในขั้นตอนการผลิตต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิที่จัดเก็บต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 12 เดือน เป็นข้อมูลที่เก็บตามกระบวนการผลิตย่อยข้อมูลในขั้นตอนการผลิตและระบบสนับสนุนที่อยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ขอต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิตานั้น ข้อมูลในขั้นตอนอื่นๆ ของวัฏจักรชีวิตที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ขอข้อมูลไม่สามารถใช้ข้อมูลทุติยภูมิได้หากไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลปฐมภูมิได้ และส่วนที่ใช้ข้อมูลทุติยภูมินั้นไม่ได้เป็นสาเหตุสำคัญของประเด็นปัญหา

1.1 วัตถุดิบ

พิจารณาก๊าซเรือนกระจกจากการจัดหาและการใช้วัตถุดิบ การจัดหาและการใช้พลังงาน รวมทั้งแหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง



หมายเหตุ

1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบจะรวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำเหมือง หรือการสกัดวัตถุดิบต่างๆ (ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ เช่น เหล็ก น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ) ของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน การสกัด และกระบวนการขั้นต้น ที่เกี่ยวกับวัตถุดิบและอื่นๆ

2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรกรรมจะรวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ย (การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน) การปล่อยก๊าซจากการเพาะปลูกพืช (ก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าว) และการปล่อยก๊าซจากการปศุสัตว์ (เช่น ก๊าซมีเทนจากโค กระบือ สุกร)

3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับวัตถุดิบจะมีค่าเป็น 0 เมื่อวัตถุดิบนั้นๆ ไม่ได้ถูกผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงจากภายนอก เช่น สินแร่เหล็กก่อนถูกถลุง

1.2 พลังงาน

พิจารณาก๊าซเรือนกระจกจากการจัดหาและการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์รวมถึงการปล่อยก๊าซที่เกิดจากระบบการจัดหาพลังงานด้วย

หมายเหตุ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานจะรวมถึงการปล่อยก๊าซที่เกิดจากวัฏจักรชีวิตของพลังงาน ซึ่งประกอบไปด้วย

1) การปล่อย ณ แหล่งที่มีการใช้พลังงาน (การปล่อยก๊าซอันเนื่องมาจากการเผาถ่านหินและก๊าซ) และ

2) การปล่อยก๊าซที่เกิดจากการจัดหาพลังงาน ประกอบด้วย

2.1) การผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อน และ

2.2) การปล่อยก๊าซที่เกิดจากเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่ง และ



2.3) การปล่อยก๊าซต้นน้ำ (เหมืองแร่ และการขนส่งเชื้อเพลิงไปยังแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าหรือเตาเผาอื่นๆ) รวมถึงกระบวนการทำให้ได้ชีวมวลเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง และ

2.4) การปล่อยก๊าซปลายน้ำ (การบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต)

1.3 สินค้านำเข้า (capital goods)

ไม่ต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสินค้านำเข้า

1.4 บรรจุภัณฑ์

ให้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของบรรจุภัณฑ์โดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิ หากไม่มีข้อมูลปฐมภูมิให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิและสามารถละเว้นการคำนวณหากเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีสัดส่วนน้อยกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบสำหรับการใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ (Material acquisition state) ในกรณีของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จำพวกบรรจุภัณฑ์โดยตรงต้องใช้ข้อมูลปฐมภูมิของวัตถุดิบหลักที่นำมาผลิตบรรจุภัณฑ์

1.5 ข้อกำหนดของการผลิตและการบริการ (Manufacturing and service provision)

ให้คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตสินค้าและบริการภายในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ในกรณีที่มีกระบวนการสร้างต้นแบบ (Model) ของผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยทำการปันส่วนการปล่อยก๊าซไปยังผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-product) ด้วย

1.6 การปฏิบัติงานในพื้นที่ (Operation of premises)

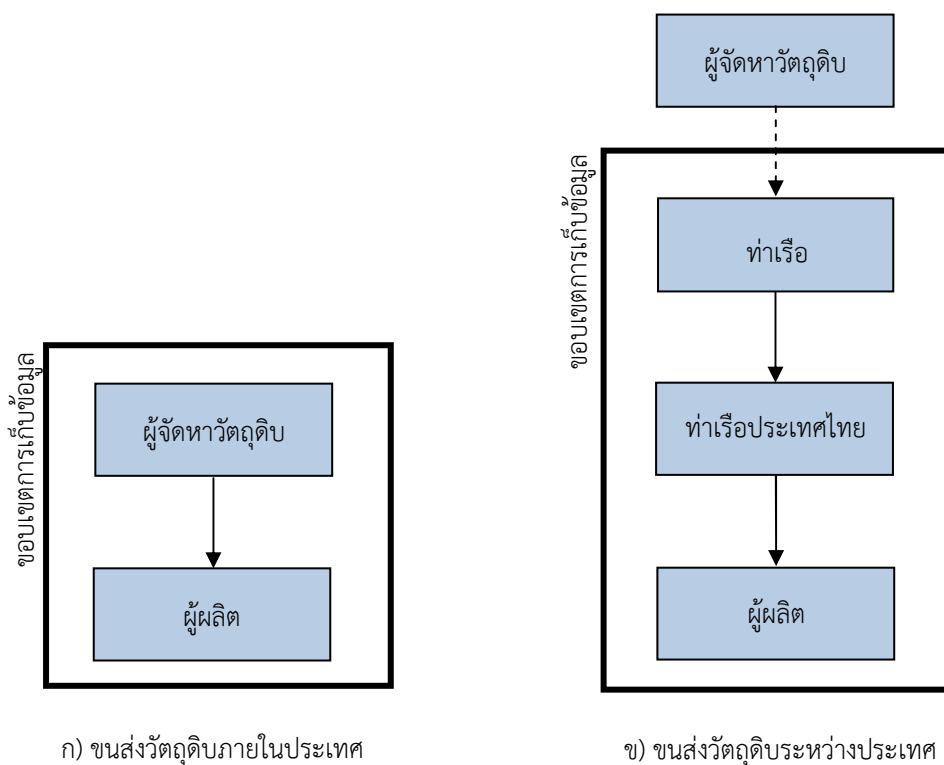
ให้คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการปฏิบัติงานในพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วยระบบแสงสว่าง ระบบความร้อน ระบบความเย็น การระบายอากาศ การควบคุมความชื้น และการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ณ สถานที่นั้น โดยใช้วิธีการปัน



ส่วนที่เหมาะสม เช่น ในกรณีของโกดังสินค้าให้ปันส่วนโดยใช้ช่วงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ถูกเก็บ จำนวนผลิตภัณฑ์ เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ เป็นต้น ซึ่งรวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงงาน โกดังสินค้า แหล่งกระจายสินค้า

2. ขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบ

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2553) กำหนดให้ประเมินขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบด้วยเสมอ โดยจะพิจารณาตั้งแต่โรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบมายังโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งภายนอกและภายในประเทศ ทั้งทางบก ทางเรือ และทางอากาศ แต่สำหรับการขนส่งทางเรือหรือทางอากาศจากต่างประเทศจะพิจารณาตั้งแต่การขนส่งทางเรือจากท่าเรือของประเทศผู้ผลิตมายังท่าเรือของประเทศผู้ผลิต และการขนส่งทางบกจากท่าเรือของประเทศผู้ผลิตมายังโรงงานผู้ผลิต ส่วนการขนส่งทางบกจากโรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบมายังท่าเรือของประเทศผู้ผลิตวัตถุดิบจะไม่พิจารณา ตัวอย่างขอบเขตการเก็บข้อมูลสำหรับการขนส่งแสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 ขอบเขตการเก็บข้อมูลสำหรับการขนส่งวัตถุดิบ

ก) ภายในประเทศ ข) ระหว่างประเทศ

ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบนั้นสามารถจัดเก็บได้หลายแบบ

วิธีที่ 1 ให้จัดเก็บข้อมูลเชื้อเพลิงที่ใช้จริงซึ่งอาจได้จากใบเสร็จค่าน้ำมันต่างๆ โดยต้องครอบคลุมทุกรายการวัตถุดิบที่ขนส่งมาจากภายนอกโรงงาน และครอบคลุมทั้งเที่ยวที่ขนส่งวัตถุดิบเข้าโรงงานผู้ผลิตและเที่ยวที่วิ่งออกจากโรงงานผู้ผลิต

วิธีที่ 2 หากไม่มีการจัดเก็บข้อมูลเชื้อเพลิงที่ใช้จริง หรือมีแต่ไม่ครอบคลุมทุกรายการวัตถุดิบหรือไม่ครอบคลุมทุกเที่ยวที่ขนส่ง ให้คำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ โดยอาศัยข้อมูลประเภทพาหนะ รวมกับข้อมูลระยะทางการขนส่ง และอัตราบรรทุก²⁴ โดยประเภทพาหนะที่มีในฐานข้อมูลของประเทศไทยแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ประเภทพาหนะขนส่งวัตถุดิบ

ประเภทพาหนะ	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ	16
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ	16
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ	7
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก	8.5
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่	11
รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ	32
รถกระบะบรรทุกพ่วง 20 ล้อ	32
รถกระบะบรรทุกพ่วง 22 ล้อ	32
รถตู้บรรทุก 10 ล้อ	16
รถตู้บรรทุก 4 ล้อ	1.5
รถตู้บรรทุก 6 ล้อ	11
รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ	16

²⁴ อัตราบรรทุก หมายถึง สัดส่วนน้ำหนักที่บรรทุกจริงในการขนส่งวัตถุดิบโดยไม่จำเป็นต้องเป็นวัตถุดิบรายการเดียวกัน โดยอัตราบรรทุกที่ระบุในฐานข้อมูลมี 4 แบบคือ วิ่งเปล่า (0% Load) บรรทุกครึ่งหนึ่ง (50% Load) บรรทุก $\frac{3}{4}$ (75% Load) และบรรทุกเต็ม (100% Load)



ประเภทพาหนะ	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด
รถตู้บรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ	32
รถตู้บรรทุกพ่วง 18 ล้อ	32
รถบรรทุกเฉพาะกิจ ติดเครน 10 ล้อ	16
รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ	16
รถบรรทุกซีเมนต์ชนิดโม้ 10 ล้อ	16
รถบรรทุกซีเมนต์ผก แบบเต้าและถ้วย 10 ล้อ	16
รถบรรทุกซีเมนต์ผก แบบเต้าและถ้วย 18 ล้อ	32
รถบรรทุกซีเมนต์ผก แบบถ้วย 10 ล้อ	16

นอกจากนี้ กรณีที่ไม่ทราบระยะทางการขนส่งอาจจะบุตำแหน่งที่ตั้งของ บริษัทผู้ผลิตแทนเพื่อใช้ในการประมาณระยะทางการขนส่ง ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิง ซึ่งจากข้อมูลที่ตั้งของบริษัทผู้ผลิตจะสามารถตรวจสอบระยะทางในการขนส่งได้จาก แหล่งข้อมูลต่อไปนี้

- ตรวจสอบระยะทางเส้นทางเดินเรือระหว่างประเทศ (จากเว็บไซต์ <http://www.searates.com>) ทั้งนี้ การตรวจสอบระยะทางเส้นทางเดินเรือระหว่างประเทศจำเป็นต้องทราบท่าเรือที่แน่นอนซึ่งในกรณีที่ไม่มีข้อมูลดังกล่าว ให้เลือกใช้ท่าเรือการค้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศนั้นๆ เป็นตัวแทนของ ข้อมูล เช่น ท่าเรือแหลมฉบังของประเทศไทย ท่าเรือ Novorossiysk ของประเทศรัสเซีย ท่าเรือ Hamburg ของประเทศเยอรมนี ท่าเรือ Gioia Tauro ของประเทศอิตาลี เป็นต้น
- ตรวจสอบระยะทางระหว่างอำเภอ/จังหวัดของประเทศไทย จากเว็บไซต์ กรมทางหลวง (<http://map-server.doh.go.th/>) ทั้งนี้ การตรวจสอบระยะทางเดินรถภายในประเทศสามารถตรวจสอบได้ถึงระยะทางระหว่างอำเภอ อย่างไรก็ตามกรณีที่ไม่มีข้อมูลให้ใช้อ้างอิงจากอำเภอเมือง



วิธีที่ 3 กรณีที่ไม่มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งอาจคำนวณได้โดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สถานการณ์ที่กำหนดให้ใช้สำหรับการขนส่งในกรณีที่ไม่มีการเก็บข้อมูล

ข้อมูล	แหล่งที่มา
ประเภทพาหนะ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ 32 ตัน
ระยะทางเฉลี่ย	700 กม.
ปริมาณสินค้าที่บรรทุก	ข้อมูลปฐมภูมิ
อัตราบรรทุก	เที่ยวไป (บรรทุกเต็ม)
	เที่ยวกลับ (วิ่งเปล่า)
ค่าสัมประสิทธิ์ ^a สำหรับรถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ 32 ตัน	ภาคผนวกในแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2553)

หมายเหตุ อาจใช้ข้อมูลใดเพียงข้อมูลหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ร่วมกับข้อมูลจริงบางส่วนก็ได้ในกรณีที่สามารถเก็บข้อมูลจริงได้แต่ไม่ครบทุกรายการที่ต้องการ เช่น มีการจัดเก็บข้อมูลประเภทพาหนะและระยะทางแต่ไม่ทราบอัตราบรรทุก ให้ใช้ข้อมูลประเภทพาหนะและระยะทางจริง และใช้อัตราบรรทุกตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นต้น

นอกจากนี้ บ่อยครั้งที่ผู้ผลิตอาจใช้วัตถุดิบชนิดหนึ่งโดยรับจากผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) หลายราย ซึ่งผู้ผลิตแต่ละรายมีที่ตั้งแตกต่างกัน ดังนั้น ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งก็จะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นกับสัดส่วนของวัตถุดิบที่รับจากผู้จัดหา (Supplier) และขึ้นกับระยะทางในการขนส่งวัตถุดิบจากผู้จัดหาไปยังโรงงานผู้ผลิต ดังนั้นในกรณีนี้ให้เลือกวิธีการจัดเก็บข้อมูลตามลำดับดังนี้

วิธีที่ 1 ให้จัดเก็บข้อมูลตามจริงครบทุกเส้นทางจากทุกผู้จัดหา และคำนวณระยะทางเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก โดยระยะทางเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก = $\sum$ ระยะทางจากผู้จัดหาไปยังโรงงาน $\times$ สัดส่วนวัตถุดิบที่รับจากผู้จัดหา

ทั้งนี้การถ่วงน้ำหนักต้องถ่วงน้ำหนักสำหรับพาหนะเดียวกัน เช่น



Supplier	ปริมาณวัตถุดิบที่ขนส่ง (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)	ระยะทางที่ ขนส่ง (กม.)	พาหนะ
ก	10	230	รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ
ข	30	344	รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ
ค	45	175	รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ
ง	15	320	รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ

สรุป

- รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ => $230 \times 0.1/(0.1+0.45) + 175 \times 0.45/(0.1+0.45)$
กิโลเมตร
- รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ => $344 \times 0.3/(0.3+0.15) + 320 \times 0.15/(0.3+0.15)$
กิโลเมตร

วิธีที่ 2 ให้จัดลำดับผู้จัดหาที่ซื้อวัตถุดิบจากมากไปน้อย และจัดเก็บข้อมูลครอบคลุมอย่างน้อย 50% ของวัตถุดิบที่รับ คำนวณระยะทางเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักโดยถือว่าข้อมูลที่จัดเก็บมาได้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด

วิธีที่ 3 หากไม่สามารถจัดเก็บให้ครอบคลุม 50% ได้ให้เลือกผู้จัดหาที่ซื้อเข้ามามากที่สุดเป็นตัวแทน หรือเลือกผู้จัดหาที่มีระยะทางห่างที่สุดมาเป็นตัวแทนดี

พาหนะทั้งหมดควรมีสมุดบันทึกการปฏิบัติงาน (Log book) ซึ่งต้องให้กรอกข้อมูลทุกครั้งที่มีการเติมเชื้อเพลิง สมุดบันทึกควรมีข้อมูลดังต่อไปนี้

- วันที่
- ผู้ปฏิบัติงาน ผู้ควบคุมพาหนะ ผู้ใช้พาหนะ
- ระยะทางเริ่มต้น
- ปริมาณเชื้อเพลิงที่เติม
- ราคาเชื้อเพลิงต่อลิตร



- สถานที่ซื้อน้ำมันเชื้อเพลิง
- ข้อมูลเกี่ยวกับการซ่อมบำรุง เช่น ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ การตรวจสอบยาง เป็นต้น

ในทางทฤษฎีเราสามารถถามผู้ขับขี่พาหนะเพื่อกรอกข้อมูลในสมุดปฏิบัติงานเมื่อสิ้นสุดการเดินทางเทียบกับระยะทาง สภาพการจราจร เป็นต้น อย่างไรก็ตามคุณภาพของข้อมูลก็จะขึ้นกับผู้เก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลต้องง่ายและรวดเร็ว นอกจากนี้ พนักงานต้องได้รับการฝึกอบรมให้คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถเก็บข้อมูลได้สอดคล้องกัน ไม่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนที่ผู้ขับขี่พาหนะสำหรับการเดินทางระยะสั้นๆ บ่อยๆ สมุดบันทึกอาจทำเป็นรายเดือนและให้รวมอยู่ในการจัดการข้อมูล

นอกจากนี้ถ้าผลิตภัณฑ์ต้องมีการให้ความเย็นในขณะขนส่งก็ต้องนำมาคิดรวมในผลกระทบช่วงการขนส่งด้วย ส่วนผลกระทบจากการก่อสร้างเช่น การสร้างยานพาหนะหรือสิ่งก่อสร้างที่ใช้ เช่น ลานบิน จะไม่นำมาพิจารณา ตลอดจนการเดินทางของลูกค้าทั้งจากบ้านมายังจุดขายและจุดขายกลับบ้าน และการเดินทางของพนักงานไป-กลับที่มางานก็ไม่นำมาพิจารณา

3. ขั้นตอนการจัดจำหน่าย

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2553) กำหนดให้ประเมินขั้นตอนการจัดจำหน่ายเฉพาะกรณีที่ขอบเขตการศึกษาเป็น B2C เท่านั้น โดยให้พิจารณาตั้งแต่การขนส่งผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตไปยังตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) จนกระทั่งจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้กับผู้บริโภค โดยไม่รวมการขนส่งผลิตภัณฑ์จากตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) ไปยังผู้ค้าปลีก (Retailer)

ข้อมูลที่จัดเก็บสำหรับขั้นตอนการจัดจำหน่ายประกอบด้วย



1) ชนิดและปริมาณผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการขนส่ง ก่อนวางจำหน่าย และขณะวางจำหน่าย

2) วิธีการจัดเก็บและดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ขณะขนส่ง ก่อนวางจำหน่ายและขณะวางจำหน่าย

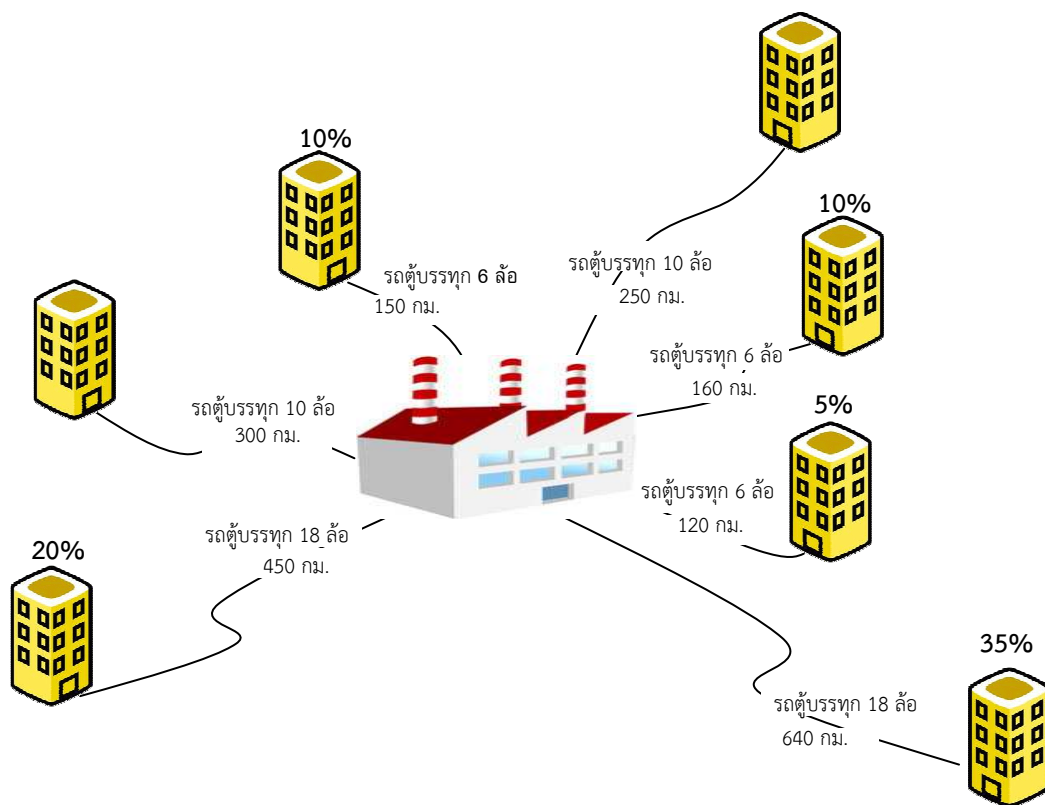
3) ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตัวแทนจำหน่าย (Distributor) หรือผู้ค้าส่ง (Dealer) ซึ่งอาจเป็นปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้จริงที่ได้มีการบันทึกไว้ หรือได้จากใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง หรืออาจคำนวณจากประเภทพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์แทนในกรณีที่ไม่ทราบปริมาณเชื้อเพลิง

4) ชนิดและปริมาณของทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการจัดเก็บและดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ขณะขนส่ง ก่อนวางจำหน่ายและขณะวางจำหน่าย เช่น ไฟฟ้าที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารแช่แข็ง เป็นต้น

5) ชนิดและปริมาณของก๊าซเรือนกระจกและของเสียที่เกิดขึ้นขณะขนส่ง ก่อนวางจำหน่ายและขณะวางจำหน่าย

ในกรณีที่มีตัวแทนจำหน่ายและผู้ค้าส่งหลายราย แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2553) กำหนดให้เก็บข้อมูลการขนส่งไปยังตัวแทนจำหน่ายและผู้ค้าส่งทุกราย สำหรับเส้นทางที่ใช้พาหนะชนิดเดียวกันให้คำนวณระยะทางเฉลี่ยในการขนส่งสินค้าแบบถ่วงน้ำหนักสำหรับการใช้พาหนะชนิดนั้น ตัวอย่างเช่น ผู้ผลิตหนึ่งมีตัวแทนจำหน่าย 7 ราย โดยมีสัดส่วนการจำหน่ายให้แก่ตัวแทนจำหน่ายแต่ละรายพาหนะที่ใช้ และระยะทางดังแสดงในรูปที่ 18





รูปที่ 18 แผนภาพแสดงการขนส่งไปยังผู้จัดจำหน่ายหรือผู้ค้าส่งหลายราย

สามารถคำนวณระยะทางเฉลี่ยสำหรับพาหนะแต่ละประเภทได้ดังนี้

- รถตู้บรรทุก 6 ล้อ ระยะทางเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก
 $(0.10 \times 150) + (0.05 \times 120) + (0.10 \times 160) = 37 \text{ กม.}$
- รถตู้บรรทุก 10 ล้อ ระยะทางเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก
 $(0.10 \times 250) + (0.10 \times 300) = 55 \text{ กม.}$
- รถตู้บรรทุก 18 ล้อ ระยะทางเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก
 $(0.20 \times 450) + (0.35 \times 640) = 314 \text{ กม.}$

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งโดยเรียงลำดับวิธีการที่ต้องใช้คำนวณก่อน ดังนี้

- 1) ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้



2) ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงดังข้อ 1) ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของระยะทางคูณด้วยปริมาณสินค้าที่บรรทุก จากนั้นจึงนำมาคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทรถที่ใช้ขนส่ง

3) หากไม่มีข้อมูลตามข้อ 1) และ 2) ให้คำนวณการขนส่งโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นคือ มีระยะทางการขนส่งเป็น 700 กิโลเมตร (กรุงเทพฯ - เชียงใหม่) พิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ โดยเที่ยวไปคิดเป็นการขนส่งผลิตภัณฑ์เป้าหมายทั้งหมด ส่วนขากลับคิดเดินทางกลับด้วยรถเปล่า จากนั้นจึงนำมาคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ของรถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ ขนาด 32 ตัน ทั้งนี้หากเป็นการประเมินแบบ B2B ให้คำนวณจนถึง ณ จุดที่ออกจากโรงงาน หากเป็นการประเมินแบบ B2C ให้คิดไปถึงจุดกระจายสินค้าหรือจุดขายหลัก

4. ขั้นตอนการใช้งาน

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2553) กำหนดให้ประเมินขั้นตอนการใช้งานเฉพาะกรณีที่ขอบเขตการศึกษาเป็น B2C เท่านั้น โดยกำหนดให้พิจารณาตั้งแต่ผลิตภัณฑ์ออกจากร้านขายไปยังผู้บริโภค โดยไม่รวมการขนส่งจากร้านค้าไปยังผู้บริโภค ดังนั้นกิจกรรมขณะใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การใช้ทรัพยากรและพลังงานสำหรับการเตรียม การติดตั้ง การใช้งานหรือการบริโภคสินค้าตามปกติ ตลอดจนการบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งาน จนกระทั่งผลิตภัณฑ์หมดอายุการใช้งาน แต่ไม่รวมการปลดปล่อยโดยทางอ้อมหลังการใช้ ดังนั้นข้อมูลที่ต้องจัดเก็บประกอบด้วย

1) วิธีการเตรียม การติดตั้ง การใช้งานหรือการบริโภคสินค้า ตลอดจนการบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งาน

2) ชนิดและปริมาณของทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์ เช่น ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารแช่แข็ง ปริมาณผงซักฟอกที่ใช้



ตลอดอายุการใช้งานของเสื้อผ้า ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์
ป้อนที่ใช้ยานวอยต่อระหว่างกระเบื้องในการติดตั้งแผ่นกระเบื้อง เป็นต้น

3) ชนิดและปริมาณของก๊าซเรือนกระจกและของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการ
ใช้งาน เช่น สารทำความเย็นที่รั่วไหลจากเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

การกำหนดรูปแบบการใช้งานผลิตภัณฑ์ให้อ้างอิงตามข้อมูลการใช้งานผลิตภัณฑ์
ตามที่ถูกผลิตกำหนด หากไม่มีข้อมูลการใช้งานจากผู้ผลิตให้อ้างอิงข้อมูลการใช้งานตาม
ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rule: PCR)²⁵ ที่มีอยู่ หากเป็น
ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เคยมีข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์มาก่อนให้กำหนดข้อมูลการใช้งาน
โดยอาศัยข้อมูลทางสถิติ สมมติฐาน หรือการประมาณค่า ซึ่งต้องเป็นข้อมูลที่ได้เปิดเผยสู่
สาธารณะ โดยต้องเป็นข้อมูลที่สะท้อนถึงพฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภคอย่างแท้จริง
และไม่ควรเป็นพฤติกรรมที่เปลี่ยนได้ง่าย ๆ เนื่องจากจะมีผลต่อการคำนวณ

นอกจากนี้ขั้นตอนการใช้งานจะก่อให้เกิดน้ำเสียและของเสียเช่นบรรจุภัณฑ์ จึง
จำเป็นต้องประเมินปริมาณของเสียต่างๆ และนำไปรวมกับผลกระทบในช่วงการจัดการซาก

5. ขั้นตอนการจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งาน

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2553) กำหนดให้ประเมิน
ขั้นตอนการจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งานเฉพาะกรณีที่ขอบเขตการศึกษาเป็น B2C
เท่านั้น โดยกำหนดให้พิจารณาครอบคลุมทั้งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานและ
บรรจุภัณฑ์ที่เหลือหลังจากการใช้งาน ขั้นตอนการจัดการซากฯ จะพิจารณาตั้งแต่การ
ขนส่งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานและบรรจุภัณฑ์จากจุดใช้งานไปยังสถานที่บำบัด
และกำจัด และการบำบัดและกำจัดตามเหตุการณ์จริง ดังนั้นข้อมูลที่จัดเก็บในขั้นตอนนี้
ประกอบด้วย

²⁵ กฎเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่ถูกกำหนดขึ้นตามแนวทางในการพัฒนาฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 (Type III Environmental Declarations) และมีความเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์ (ที่มา: แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553)



1) ชนิดและปริมาณผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์รวมทั้งวัสดุอื่นใดที่เกิดขึ้นและเหลือหลังการใช้งาน

2) วิธีการบำบัดและกำจัด

3) ชนิดและปริมาณทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการจัดการซากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ตามเหตุการณ์จริง

4) เชื้อเพลิงที่จำเป็นต้องใช้ในช่วงการขนส่งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานแล้วหรือประเภทพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานแล้วแทนในกรณีที่ไม่ทราบปริมาณเชื้อเพลิง

5) ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการบำบัดและกำจัด (ถ้ามี) เช่น ในกรณีที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการจัดการซากถูกถ่ายเทไปยังระบบอื่น เช่น กรณีใช้วิธีการจัดการซากด้วยการฝังกลบ และมีการนำก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน เป็นต้น ให้จัดเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการจัดการซากซากเรือนกระจกดังกล่าว และผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการจัดการซากซากเรือนกระจกด้วยเพื่อใช้ประกอบการคำนวณปันส่วนเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการซากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์

ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลวิธีการจัดการซากตามเหตุการณ์จริงให้ใช้สถานการณ์สำหรับการจัดการซากที่กำหนดไว้ในแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ถือว่าซากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์²⁶ ถูกนำไปบำบัดและกำจัดด้วยการฝังกลบ 100% และก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการจัดการซากถูกปล่อยสู่บรรยากาศทั้งหมดไม่มีการถ่ายเทไปยังระบบอื่น หากซากผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์มีการนำกลับไปใช้ใหม่โดยเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น หรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์ประเภทเดิมแต่ไม่ใช่

²⁶ การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการซากด้วยวิธีฝังกลบตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (2553) จะจำแนกของเสียเป็น 8 ชนิดด้วยกันคือ 1) กระดาษ 2) ผ้า 3) เศษอาหาร 4) เศษไม้ 5) กิ่งไม้ ต้นหญ้าจากการทำสวน 6) ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ 7) ยางและหนัง 8) ของเสียอื่น ๆ ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 9) ของเสียที่ไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

สายการผลิตเดิมก็ตาม เช่น บรรจุภัณฑ์ซึ่งในความเป็นจริงมักจะถูกเก็บรวบรวมและนำกลับไปใช้ใหม่ ในกรณีดังกล่าวการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการซากจะถือว่าซากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์นั้นถูกนำไปจัดการด้วยการฝังกลบทั้งหมด แต่หากซากผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์มีการนำกลับไปใช้ใหม่โดยนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทเดิมในสายการผลิตเดิมจึงจะถือว่าไม่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการซาก แต่ให้คิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งซากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่

กรณีที่ไม่มีข้อมูลเชื้อเพลิงที่ใช้ในช่วงการขนส่งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานแล้ว รวมทั้งข้อมูลประเภทพาหนะ อัตราบรรทุก และระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานแล้ว ให้ใช้สถานการณ์สำหรับการขนส่งซากที่หมดอายุการใช้งานแล้วที่กำหนดไว้ในแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 13



ตารางที่ 13 สถานการณ์ที่กำหนดให้ใช้สำหรับการจัดการซากในกรณีที่ไม่มีข้อมูล

ข้อมูล	แหล่งที่มา
การขนส่งซากผลิตภัณฑ์	
ประเภทพาหนะ	รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ 16 ตัน ²⁷
ระยะทางเฉลี่ย	เที่ยวละ 40 กิโลเมตร
ปริมาณซากที่บรรทุก	ข้อมูลปฐมภูมิ
อัตราบรรทุก	เที่ยวไป (บรรทุกเต็ม)
	เที่ยวกลับ (วิ่งเปล่า)
ค่าสัมประสิทธิ์ ²⁸ สำหรับรถบรรทุกขยะ 10 ล้อ 16 ตัน	ภาคผนวก ก ในแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2553)
การบำบัดและกำจัดซาก	
ฝังกลบ 100%	

หมายเหตุ อาจใช้ข้อมูลใดเพียงข้อมูลหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ร่วมกับข้อมูลจริงบางส่วนก็ได้ ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปฐมภูมิ ให้คำนวณโดยกำหนดให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการซากผลิตภัณฑ์แบบการฝังกลบ (Landfill)

6. ประเด็นที่ไม่กำหนดให้อยู่ในขอบเขตระบบ

กิจกรรมที่ยังไม่กำหนดให้ต้องนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

- พลังงานของมนุษย์ที่ใช้สำหรับกระบวนการต่างๆ และ/หรือ สำหรับการเตรียมกระบวนการ (เช่น การเก็บผลไม้ด้วยมือ)
- การเดินทางไปและกลับของลูกค้า ณ จุดขายปลีก
- การเดินทางไปและกลับของพนักงาน
- การบริการขนส่งโดยใช้สัตว์

²⁷ ในทางปฏิบัติ รถบรรทุกขยะจะเป็นรถ 6 ล้อ บรรทุกน้ำหนัก 15 - 20 ตัน หากแต่ฐานข้อมูลไทยมีเพียงรถบรรทุกขยะ 10 ล้อ ขนาด 16 ตัน จึงใช้ข้อมูลเทียบเคียง (ที่มา: แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553)

- การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Land use change)²⁸
- การดูดซับคาร์บอน (Carbon sequestration)
- การใช้พลังงานในส่วนบริหารจัดการ สำนักงาน โรงอาหาร

7. สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ (Material contribution) และค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องคำนวณเฉพาะวัตถุดิบ สารขาเข้าและพลังงานที่ใช้ทั้งหมดสำหรับใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยคิดทุกช่วงวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษา ทั้งนี้ต้องมีข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด สำหรับข้อมูลที่ขาดซึ่งต้องมีสัดส่วนไม่เกินร้อยละ 5 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทั้งระบบผลิตภัณฑ์ ให้สามารถตัดออก (Cut off) ข้อมูลดังกล่าวออกได้ และเมื่อตัดออกแล้วให้ทำการเพิ่มสัดส่วน (Scale up) ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบและสารขาออกรวมทุกรายการโดยใช้ฐานเท่ากับร้อยละ 100

8. กรณีที่ไม่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาออกบางชนิด

ในปัจจุบันข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาออกมีอยู่ค่อนข้างจำกัดและอาจไม่ครอบคลุมวัตถุดิบหรือสารขาออกทุกรายการที่อยู่ในขอบข่ายการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ดังนั้นในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารขาเข้าหรือสารขาออกได้ทั้งข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ได้กำหนดให้พิจารณาหาข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภท คุณสมบัติทาง

²⁸ ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สมบูรณ์เพียงพอที่จะนำมาคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงยังไม่กำหนดให้ต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อย่างไรก็ตามในอนาคตหากประเทศไทยมีฐานข้อมูลที่มีความสมบูรณ์มากขึ้นก็นำประเด็นนี้มาคำนวณเพิ่มเติม (ที่มา: แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553)



กายภาพและเคมีของวัตถุดิบหรือสารขาออกที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาใช้ในการคำนวณ แทน สำหรับวัตถุดิบหรือสารขาออกที่ไม่สามารถจำแนกหรือหาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย ก๊าซเรือนกระจกของวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงมาใช้คำนวณได้ ให้นำข้อมูล สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Highest emission factor) ของวัสดุหรือ สารขาออกในช่วงวัฏจักรชีวิตนั้นๆ มาใช้คำนวณแทน อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวไม่ควร เป็นส่วนที่มีค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับที่มีนัยสำคัญ

9. ข้อมูลและคุณภาพข้อมูล

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ได้กำหนดให้ข้อมูลที่ นำมาใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรคำนึงถึงประเด็นดังต่อไปนี้

1) เวลา (Time related coverage): อายุของข้อมูล และระยะเวลาที่ใช้ในการ เก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณให้ใช้ค่าเฉลี่ยของทั้งปี

2) ภูมิศาสตร์ (Geographical coverage): พื้นที่เชิงภูมิศาสตร์ของแหล่งที่ทำ การเก็บข้อมูลเพื่อตอบสนองจุดประสงค์ของการศึกษา (เช่น การเก็บตัวอย่างข้อมูล ยางพาราที่จังหวัดนครศรีธรรมราชทางตอนใต้ของประเทศไทย เป็นต้น)

3) เทคโนโลยี (Technology coverage): เทคโนโลยีที่ใช้ผลิตข้อมูลที่ศึกษา อาจเป็นเทคโนโลยีเฉพาะทาง หรือมีการใช้เทคโนโลยีหลายชนิด

4) ความเที่ยง (Precision): ให้ความสำคัญกับความแปรปรวนทางสถิติของ ฐานข้อมูลซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของฐานข้อมูล (ถ้ามี)

5) ความครบถ้วน (Completeness): ดูความสมบูรณ์ของสารขาเข้า และขา ออกของกระบวนการผลิต และแปลงตีค่าออกมาเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า ซึ่งจะสามารถได้มาจากการวัดจริงหรือจากการประมาณค่า

6) ความเป็นตัวแทนของข้อมูล (Representativeness): พิจารณาจากเวลา ภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยพิจารณาว่าฐานข้อมูลแสดงถึงลักษณะที่แท้จริงของข้อมูล



หรือไม่ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลการปลูกข้าวหอมมะลิที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถเป็นตัวแทนของประเทศไทยได้ เนื่องจากมีปริมาณการปลูกที่สูง และภาคอื่นมีกำลังการผลิตที่น้อยกว่ามาก หรือข้อมูลการปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้สามารถเป็นตัวแทนของประเทศไทยได้เนื่องจากมีการผลิตที่สูงมาก เป็นต้น

7) ความสม่ำเสมอ (Consistency): เป็นการประเมินเชิงคุณภาพ โดยพิจารณาจากการได้มาซึ่งฐานข้อมูลว่าสอดคล้องกัน ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูลการย้อมผ้าระหว่างสีเข้ม และสีอ่อน ขอบเขตการทำงานและข้อบังคับของการเก็บข้อมูลเหมือนกันหรือไม่

8) ความสามารถในการทำซ้ำ (Reproducibility): ในกรณีที่บุคคลอื่นมีความประสงค์ที่จะทำการวัดซ้ำ ด้วยวิธีการเดิม ค่าที่ได้ออกมาควรจะสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่

9) แหล่งที่มาของข้อมูล (Source of the data): สามารถอธิบายที่มาและความน่าเชื่อถือของข้อมูลทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ

10) ความไม่แน่นอนของข้อมูล (Uncertainty of the information): พิจารณาตัวแปรที่สามารถทำให้ฐานข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เช่น การปันส่วน (Allocation) การตัดออก (Cut-off rule) สมมติฐาน (Assumption)



Andrew John East Growcom, 2008, *Vegetable Industry Carbon Footprint Scoping Study: What is a carbon footprint? An overview of definitions and methodologies*, viewed 1st December 2010, http://www.dpi.qld.gov.au/documents/PlantIndustries_FruitAndVegetables/Hort-Fruit-Drought-Carbon-Report1.pdf

Carbon N Zero, 2008, *Glossary of commonly used terms*, Landcare Research, viewed 13th September 2008, <http://www.carbonzero.co.nz/glossary.asp>

Carbon trust, 2008, *Carbon trust*, Carbon trust, viewed 11th of September 2008, <http://www.carbon-label.co.uk/>

Carbon Trust, 2008, *Guide to PAS 2050: How to assess the carbon footprint of goods and services*

Climate Change Business Forum, 2009, *The Hong Kong Business Guide to Emission Reduction: Capitalising on the Business Opportunity (GHG Guide)*, viewed 1st December 2010, http://www.climatechangebusinessforum.com/guide/english/sections/how-step2_manage_energy_usage.pdf

Coca-Cola Enterprises Limited, 2008, *Coco-Cola Corporate Responsibility Review 2008*, viewed 1st December 2010, http://www.cokecce.com/assets/uploaded_files/2008CRReview_GB.pdf



The food and grocery experts, Coca-Cola - Looking to the Future on Packaging and Resource Efficiency, Date Published: 25/03/2010, viewed 14th December 2010, <http://www.igd.com/index.asp?id=1&fid=1&sid=5&tid=153&foid=71&cid=1476>

Food Marketing Institute, 2009, *Carbon Footprint 101: A Guide for Food Retailers*, viewed 1st December 2010, http://www.fmi.org/docs/sustainability/fmi_9078_carbonfootprint_v4.pdf

Global Footprint Network, 2007, *Ecological Footprint: Overview*, *Global Footprint Network*, http://www.footprintnetwork.org/gfn_sub.phpMcontent-footprint_overview

Innocent, 2007, *Innocent annual report 2007*, viewed 1st December 2010, http://www.innocentdrinks.co.uk/AGM/innocent_annual_report_2007.pdf

IPCC, 2007, *Chapter 2: Change in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf>

MCI, 2008, *Mci's go green glossary*, viewed 15th September 2008, <http://www.mcicoach.com/gogreen/greenGlossary.htm>

PCF Pilot Project Germany, 2009, *Product Carbon Footprinting – The Right Way to Promote Low Carbon Products and Consumption Habits?*, http://www.pcf-projekt.de/files/1241103260/lessons-learned_2009.pdf

TreeVestors, 2008, *Green glossary*, TreeVestors, viewed 15th September 2008, http://www.treevestors.com/?section=A_Greener_Life&page=Green_Glossary



Triplepundit, 2008, *Carbon Market Terminology Deciphered by ClimateCheck*, Triplepundit, viewed 15th September 2008, <http://www.triplepundit.com/pages/carbon-market-terminology-deci-003010.php>

Wiedmann, T & Minx, J, 2007, *A definition of 'carbon footprint'*, ISA Reseravh and Consulting, Durham, United Kingdom, viewed 28th August 2008, <http://www.censa.org.uk/reports.html>

Carbon Counted.com, How is Carbon Counted Regulated, Canada, view 16th December 2010, <http://www.carboncounted.com/index.php/information/businesses/how-is-carboncounted-regulated/>

Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) (2010) Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting Produced by AEA for the Department of Energy and Climate Change (DECC), <http://www.defra.gov.uk>

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), แนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. 2553

<http://www.pcf-projekt.de/main/press-and-documentation/case-studies/>
เว็บไซต์ของ Platform for Climate Compatible Consumption in Germany

<http://www.searates.com/> เว็บไซต์ของ International freight exchange - services for sea transportation companies

<http://map-server.doh.go.th> เว็บไซต์กรมทางหลวง

