การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ภายใต้แนวคิดกรีนซัพพลายเชน สู่การบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา ฝาน้ำดื่ม บมจ.ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน)

Carbon Footprint Analysis under the Concepts of Green Supply Chain towards Environmentally Managerial Approach: A case study of Water Closure; Srithai Superware PLC.

สุบิน พัฒนสกุลลอย
รองศาสตราจารย์ ดร.เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
E-mail : ruengsak@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มภายใต้แนวคิดวัฏจักรชีวิตจักรผลิตภัณฑ์ และ B2B (Business-to-Business; การทำธุรกิจการค้าระหว่างหน่วยงานธุรกิจกับหน่วยธุรกิจ) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่า (Equivalent Greenhouse Gas) ฝาน้ำดื่มที่มีน้ำหนัก 1.45 กรัม (1 ฝา) จะมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เทียบเท่าอยู่เท่ากับ 8.46 g Co2-eq โดยที่สัดส่วนระดับคาร์บอนฟุตพริ้นต์เพื่อการนำเข้าวัตถุเพื่อการผลิตจะอยู่ในระดับสูงสุดเท่ากับ 7.96 g Co2-eq (คิดเป็น 94.12%ของระดับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด) รองลงมาคือกระบวนการผลิต ซึ่งอยู่ที่ระดับ 0.50 g Co2-eq (คิดเป็น 5.88% ของระดับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด) ผลการศึกษาได้เสนอแนวทางการประยุกต์การบริหารจัดการแบบกรีนซัพพลายเชน ด้านการบูรณาการการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและการบริหารห่วงโซ่อุปทาน (LCA) เพื่อเสนอแนวทางการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม จากระดับ 8.46 g Co2-eq ลดลงเหลือ 2.4 g Co2-eq (หรือคิดเป็น 74% ของการปลดปล่อยทั้งหมด) นอกจากนั้นการศึกษาได้เสนอแนวทางการวิเคราะห์และการประยุกต์เพื่อขึ้นทะเบียนฉลากคาร์บอน (Carbon Label) เพื่อส่งเสริมกระบวนการบริหารจัดการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฝาน้ำดื่ม

คำสำคัญ : คาร์บอนฟุตพริ้นท์, B2B (การทำธุรกิจการค้าระหว่างหน่วยงานธุรกิจกับหน่วยธุรกิจ) กรีนซัพพลายเชน, วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (LCA), ผลิตภัณฑ์ฉลากเขียว การบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

Abstract

Grounded on the Life Cycle Assessment (LCA) conceptual ideas and B2B (Business-to-Business) managerial approach, this study analyzes the level of carbon footprint, concerning on carbon equivalent (CO2-eq), of a water closure from a manufacturing process. Results obtained from the study indicated that total carbon equivalent of a piece of water closure is calculated at the level of 8.46 g Co2-eq. In which, are from the raw material acquisition processes 7.96 g Co2-eq (or 94.12% of total carbon footprint), and from the production process 0.50 gCo2-eq. (or 5.88% of total carbon footprint).

In order to reduce the level of carbon footprint, this study suggests a method of integrating the concepts of green supply chain concepts with LCA for the manufacturing process of a water closure. And hence, the company has a room to curb the carbon equivalent from 8.46 gCo2-eq to 2.4 gCo2-eq (or 74% of total carbon footprint). In addition, this manufacturing process would lead to initiate the Carbon Label of a product and as company's environmentally managerial approach.

Keywords : Carbon Footprint, B2B, Green supply chain, Life Cyele Assessment (LCA), Green Label, Environmentally Manaqerial Approach.

บทนำ

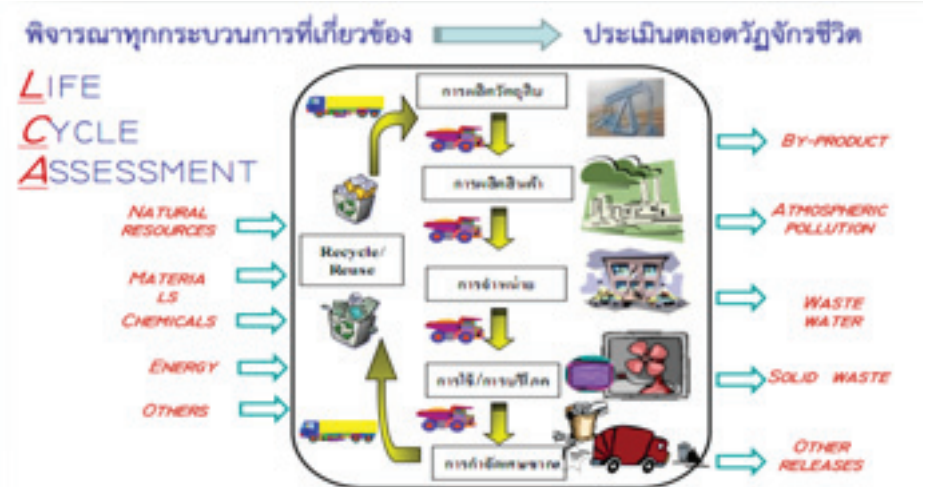
ในบริบทสากล การวิเคราะห์คำนวณ คาร์บอนฟุตพรินท์ (Carbon Footprint) เป็นแนวคิดและการประยุกต์ที่ภาคอุตสาหกรรมการผลิตที่นำมาประยุกต์เพื่อเป็นตัวชี้วัดการบริหารจัดการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (The American Center for Life Cycle Assessment (ACLCA), 2556) สำหรับประเทศไทยการนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้จะหมายถึง กระบวนการศึกษาการวิเคราะห์ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2552) การวิเคราะห์คำนวณ คาร์บอนฟุตพรินท์สำหรับภาคอุตสาหกรรมจะเป็นแนวทางกรส่งเสริม การบริหารจัดการและการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดในระดับสากล อาทิ การกำหนดมาตรฐาน ฉลากคาร์บอน ผลิตภัณฑ์ (Carbon Label) การศึกษานี้ เป็นกรณีศึกษาการวิเคราะห์แนวทางการลดคาร์บอนฟุตพรินท์ และทางกรีนซัพพลาย เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม บมจ.ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า อุตสาหกรรมการผลิตฝาน้ำดื่มสามารถลด คาร์บอนฟุตพริ้นจาก จากระดับ 8.46 gCo2-eq ลดลงเหลือ 2.4 gCo2-eq (หรือคิดเป็น 74% ของการปลดปล่อยทั้งหมด) การศึกษาได้เสนอแนวทางการวิคราะห์ และการประยุกต์เพื่อขึ้นทะเบียนฉลากคาร์บอน (Carbon Label) เพื่อเส่งเสริมกระบวนการบริหารจัดการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฝาน้ำดื่ม

ความสำคัญและแนวคิดการศึกษา

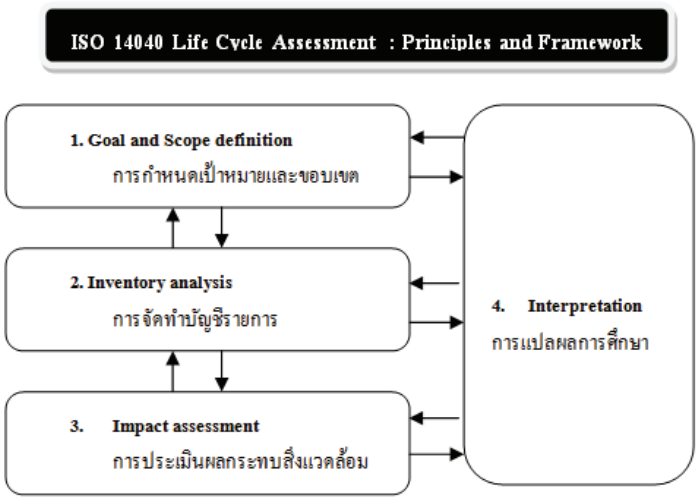
ฝาน้ำดื่มเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับภาคส่วนและเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมการผลิตหลายประเภท ที่ต้องให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) จากกระบวนการผลิต วัตถุประสงค์การศึกษาจึงให้ความสำคัญกับ 1) ศึกษาปริมาณปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพรินท์ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม และ 2) ศึกษาแนวทางการบริหารจัดการภายใต้แนวคิด บริหารจัดการแบบกรีนซัพพลายเชนของอุตสาหกรรมผลิตฝาน้ำดื่ม เป้าหมายการศึกษา เพื่อเสนอแนทางการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพด้านการบริหารจัดการและกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

แนวคิดการศึกษาวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าแนวคิดหลัก ที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ ระดับคาร์บอนฟุตพรินต์ของผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้กับกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมนั้นจะใช้หลักการของการ ประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) ตามมาตรฐาน ISO1404 (Jeroen. 2544) โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาวิเคราะห์ ประเมินปริมาณการใช้ทรัพยากร พลังงาน ตลอดจนแนวทางการลดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์แวดล้อม ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) นั้นๆ โดยแนวคิดการศึกษาดังกล่าวจะมีวิธีการและขั้นตอนการศึกษาตามกรอบของอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 (ภาพที่ 1) ซึ่งแบ่งขั้นตอนการศึกษา วิเคราะห์ออกเป็น 4 ขั้นตอน (ภาพที่ 2) โดยทั้งสี่ขั้นตอนจะประเมินตั้งแต่การสรรหาวัตถุดิบ การผลิต ไปจนถึงกระบวนการกำจัดทิ้ง

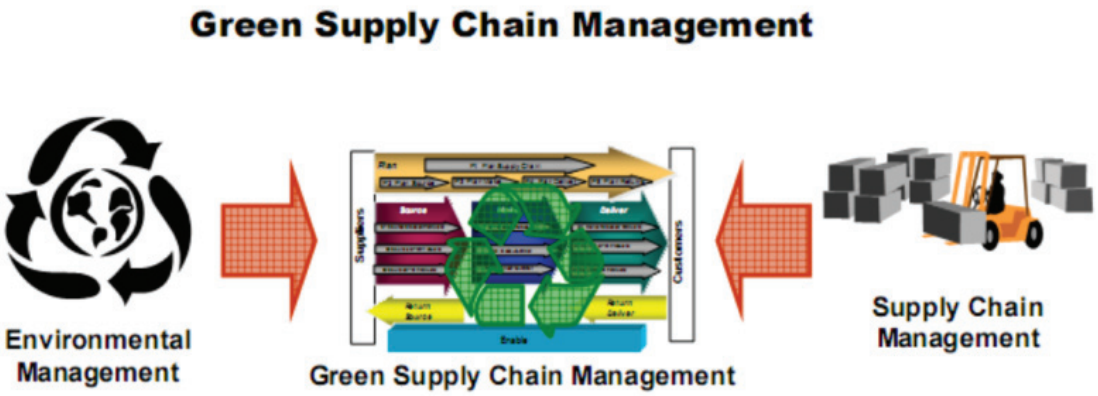


ภาพที่ 1 : การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์
(ที่มา: เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล, ณัฐนี วรยศ และนเรศ วงศ์ใหญ่. 2554)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตามหลัก ISO 14040
(ที่มา: เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล, ณัฐนี วรยศ และนเรศ วงศ์ใหญ่. 2554)

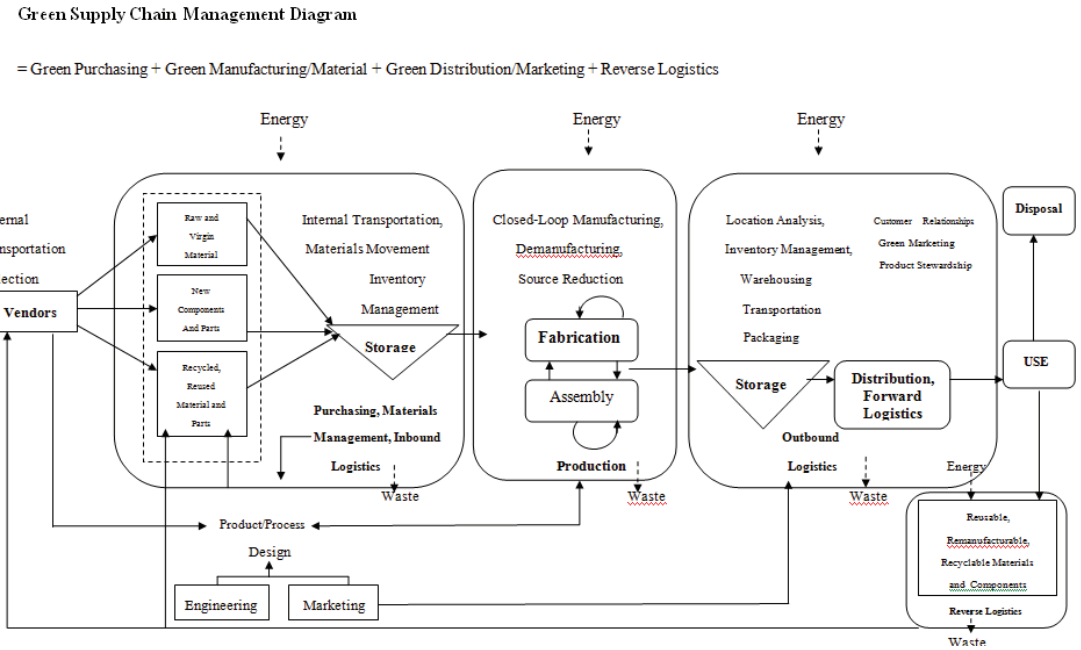
การบริหารจัดการแบบกรีนซัพพลายเชน (Green Supply Chain Management) คือการจัดการที่มีประสิทธิผลในการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ตลอดจนวงจรผลิตภัณฑ์ (Wang, 1999 : อ้างถึงโดยนิลวรรณและทศพล, 2550) ลักษณะของการจัดการโซ่อุปทานตามหลักการของ Green Supply Chain (ภาพที่ 3) โดยหลักการการจัดการโซ่อุปทานตามแนวของกรีนซัพพลายเชน (Green Supply Chain) เป็นการนำหลักของการบริหารโซ่อุปทานมาพัฒนาปรับปรุงผลการดำเนินงานในโซ่อุปทานโดยให้ความสำคัญกับผลกระทบของโซ่อุปทาน ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการดำเนินการบริหารโซ่อุปทานแบบกรีน จะประกอบไปด้วยกิจกรรมต่างๆที่มีลักษณะเช่นเดียวกับการจัดการโซ่อุปทานเพียงแต่สำหรับแต่ละกิจกรรมต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่จะตามมา รวมทั้งแนวทางการลดการใช้ทรัพยากรและมลพิษให้น้อยลงดังสมการต่อไปนี้



ภาพที่ 3 หลักการของ Green Supply Chain Management
(ที่มา: กาญจนา กาญจนสุนทร. 2556)

กรีนซัพพลายเชน (Green Supply Chain) = การจัดซื้อจัดจ้างสีเขียว (Green Purchasing)
+ โลจิสติกส์สีเขียว (Green Logistics)
+ การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศน์ (Green Design)
+ การผลิตสีเขียว (Green Manufacturing)
+ การใช้ของผู้บริโภค (Green Consumption)
+ การนำกลับมาใช้ใหม่ (Green Recycle)

จากสมการดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การบริหารจัดการแบบกรีน จะต้องประกอบด้วยกิจกรรมการจัดซื้อ จัดหา รวมถึงการได้มาซึ่งวัตถุดิบโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม แล้วนำมาผ่านกระบวนการผลิตที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การประหยัดพลังงาน ทรัพยากร และไม่ก่อให้เกิดของเสียและมลพิษซึ่งเป็นกระบวนการที่ได้ผ่านกระบวนการออกแบบที่ดีแล้ว และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม จากนั้นในกระบวนการกระจายสินค้าก็เลือกวิธีการและเทคโนโลยีการขนส่งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และท้ายที่สุดคือวิธีการในการนำวัสดุที่เหลือหรือผ่านกระบวนการใช้แล้วเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) และการนำกลับมาผ่านกระบวนการแปรรูปใหม่เพื่อเป็นวัตถุดิบอีกครั้ง (Recycle) เพื่อให้ปริมาณของของเสียที่ต้องกำจัดมีปริมาณน้อยลง กระบวนการทั้งหมดสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กระบวนการและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ Green Supply Chain
(ที่มา: กาญจนา กาญจนสุนทร. 2556)

วิธีศึกษาวิจัย

ผู้ศึกษาวิจัยได้วิเคราะห์แนวทางในการวัดปริมาณคาร์บอนฟุตพรินท์ของฝาน้ำดื่มชนิดหนึ่งโดยเป็นกรณีศึกษาของ บมจ. ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด(มหาชน ภายใต้แนวคิดการบริหารจัดการแบบกรีนซัพพลายเชนมาเป็นแนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยแบ่งออกเป็นเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินคาร์บอนฟุตพรินท์ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม ประกอบด้วย 1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต 2. การจัดทำบัญชีรายการ 3. การประเมินผลกระทบ 4. การแปลผลการศึกษา ในขั้นตอนนี้เพื่อหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาต่อผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย และศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกระบวนการตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ และกระบวนการผลิต

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์โอกาสและแนวทางการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางกรีนซัพพลายเชน หลังจากทราบค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกระบวนแล้วนั้นผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการบริหารจัดการแบบกรีนซัพพลายเชน ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ Green Procurement, Green Logistics Green Design, Green Consumption และ Green Recycle มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาโอกาสและแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมา

การอภิปรายผลการวิเคราะห์

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพรินท์ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มนั้นจะถูกอธิบายโดยเป็นไปตามขั้นตอนดังนี้

การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต

ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ จัดทำในรูปแบบ B2B ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และกระบวนการผลิต โดยหน่วยผลิตภัณฑ์ (Function Unit: FU) ฝาขวดน้ำดื่ม จำนวน 1 ฝามีน้ำหนัก 1.45 กรัม

ขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการ

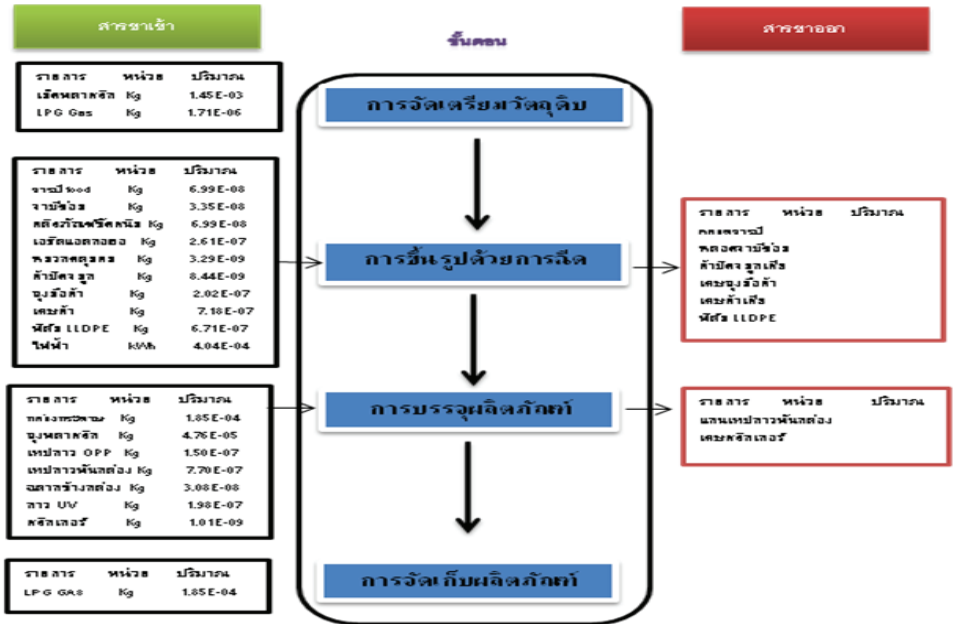
เป็นการเก็บรวบรวมที่ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่เป็นข้อมูลปฐมภูมิซึ่งได้จากการเก็บข้อมูลจากโรงงาน ย้อนหลัง 1 ปี โดยเก็บข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบ ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ บรรจุภัณฑ์และวัสดุช่วยผลิต ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าเครื่องฉีด ข้อมูลการจัดการของเสียและทำการสมดุลมวลและพลังงานดังรูปภาพที่ 6

การประเมินผลกระทบ

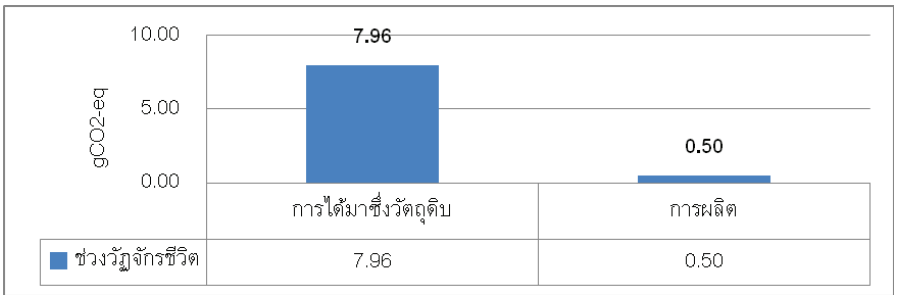
ในขั้นตอนนี้เป็นการคำนวนปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ทำการปล่อยออกมาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม ดังสมการที่ (1)

$$CF=\sum_{i=1}^{n}(Q_{ali} * EF_i) \qquad (1)$$

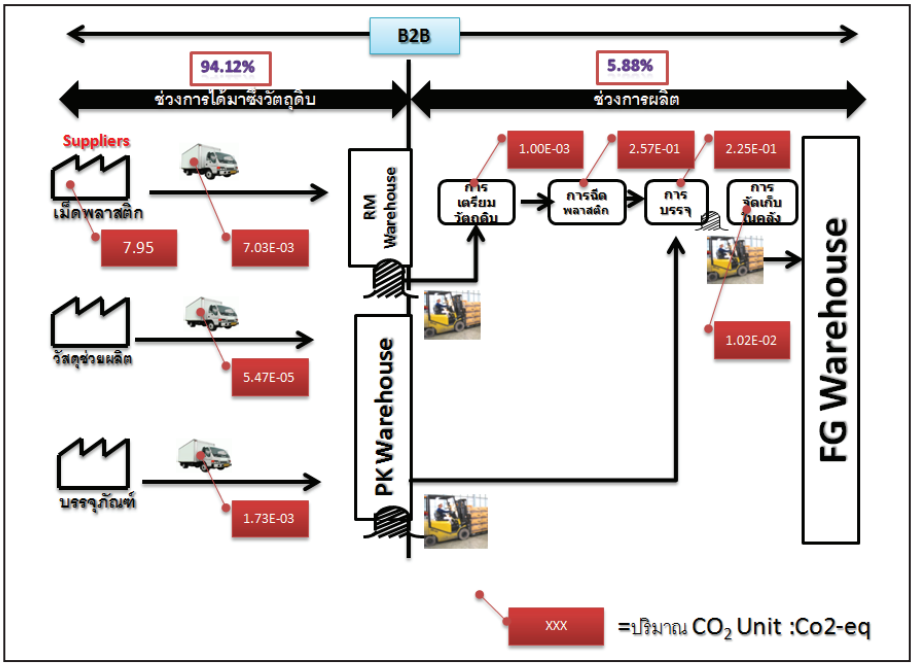
CF คือปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยออกมาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์, Q_{ali}=ปริมาณสารที่ปันส่วนต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของแต่ละวัตถุดิบหรือพลังงาน , EF_i=ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยออกมาต่อหน่วยวัตถุดิบหรือพลังงาน ซึ่งการประเมินผลกระทบจะทำการประเมิน 2 ส่วนคือ 1.การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากร 2.การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากร ซึ่งจากการประเมินตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มนั้นคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีค่า 8.46 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม 1.45 กรัม



ภาพที่ 6 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มที่ทำการสมดุลมวลและสมดุลพลังงาน



ภาพที่ 7 แสดงค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอนของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม



ภาพที่ 8 แผนผังแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยมาในแต่ละกระบวนการย่อย

ตารางที่ 1 แสดงการหาแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามแนวคิดกรีนซัพพลายเชน

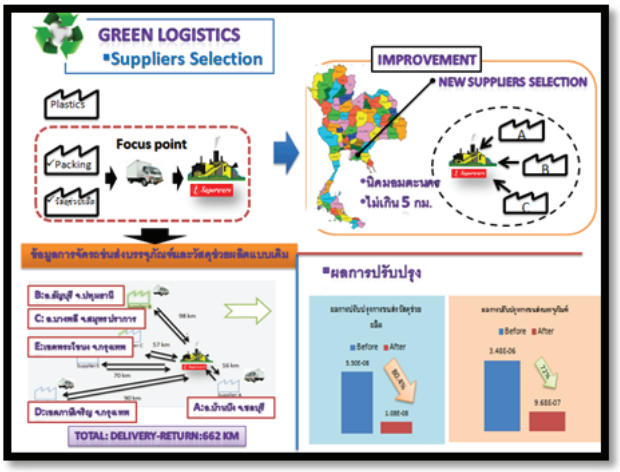
GSCM	แนวคิดการบริหารจัดการ	วิธีการดำเนินงานเพื่อลดปริมาณ Co2	แนวคิดการปรับปรุงเพื่อลด Co2
Green Procurement (การจัดซื้อสีเขียว)	1. การจัดซื้อจัดหาจากผู้ส่งมอบสีเขียว (Green Suppliers) 2. วิธีการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 3. การซื้อวัตถุดิบที่เป็นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	เนื่องจากมีการกำหนดวัตถุดิบและกำหนดซัพพลายเออร์ผู้ผลิตไว้ตั้งแต่ทำโครงการ	นอกขอบเขตการศึกษาวิจัย
Green Logistics (โลจิสติกส์สีเขียว)	1. การเคลื่อนย้าย จัดเก็บ หรือขนส่งวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ โดยมีต้นทุนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่น้อยที่สุด 2. การออกแบบผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ให้ให้เหมาะสมต่อการเคลื่อนย้ายขนส่งที่เหมาะสม 3. ลดการบรรทุกไม่เต็มพาหนะการวิ่งรถเที่ยวเปล่า	1. การเลือกซัพพลายเออร์ที่มีทำเลใกล้ที่ตั้งโรงงาน 2. การขนส่งแบบ Milk Run 3. โครงการ Back Hauling 4. การปรับเปลี่ยนรูปแบบบรรจุภัณฑ์	- เปลี่ยนซัพพลายเออร์บรรจุภัณฑ์ที่มีโรงงานตั้งอยู่ระยะทางไม่เกิน 5 กม. - ใช้รถขนส่งของโรงงานวิ่งรับบรรจุภัณฑ์และวัสดุช่วยผลิต - ศึกษาเส้นทางที่มีลูกค้าอยู่ในเส้นทางการส่งมอบเดียวกับวัพพลายเออร์เพื่อทำ Back Hauling ร่วมกัน - เปลี่ยนจำนวนบรรจุให้มากขึ้น
Green Design (การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศน์)	การนำความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ตลอดช่วงอายุ (Life Cycle Assessment)	การทดลองเปลี่ยนวัตถุดิบ	หาวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง HDPE คือ PP ซึงมีค่า EF น้อยกว่าทำให้ค่าการปล่อย CO2 ลดลง
Green Manufac-turing (การผลิตสีเขียว)	1. การผลิตด้วยเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) 2. การใช้หลัก 3R คื อ Reduce Reuse, Recycle	1. การลดพลังงานจากการเคลื่อนย้าย, จัดเก็บ 2. การปรับลด Cycle time 3. การ Recycle ของเสีย	- ปรับเปลี่ยนกระบวนการที่ใช้รถ Folk Lift ในการเคลื่อนย้ายเพื่อลด CO2 จาก LPG (เปลี่ยนอย่างไร... LPG กับ ไฟฟ้า หรือ น้ำมัน ให้ค่า EF ไม่ต่างกัน กรณีที่สัดส่วนวัตถุดิบ และพลังงานต่างกันมาก ท่านเขียนมาเองด้วย) - ทดลองลด Cycle time เพื่อให้มีการใช้ไฟฟ้าลดลง - ติดตั้งระบบรีไซเคิลชิ้นงานเสียที่เครื่องจักร
Green Consumption (การใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค)	การใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีและมีการใช้อย่างเหมาะสมก็จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ในปริมาณที่คาดการณ์ไว้ ผู้ผลิตควรสื่อสารถึงผู้บริโภคถึงวิธีการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างถูกวิธีและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีการจัดการความสัมพันธ์กับลูกค้าที่เหมาะสม (CRM)	เนื่องจากการวิจัยนี้มีขอบเขตการประเมิน แบบ B2B	นอกขอบเขตการศึกษาวิจัย
Green Recycle	การนำซากผลิตภัณฑ์กลับมารีไซเคิล	เนื่องจากการวิจัยนี้มีขอบเขตการประเมิน แบบ B2B	นอกขอบเขตการศึกษาวิจัย

อภิปรายผล

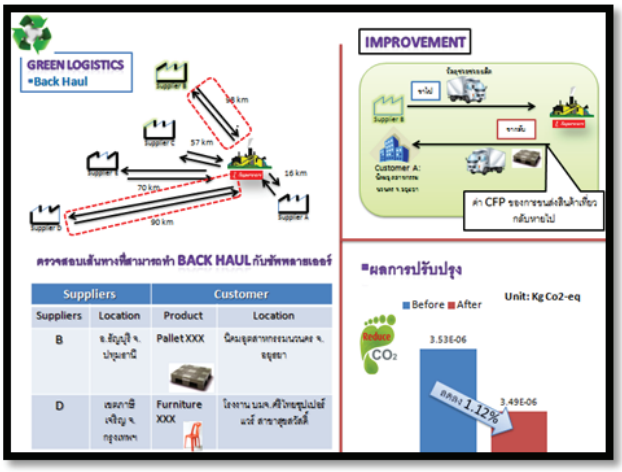
การวิเคราะห์นคาร์บอนฟุตพริ้นท์ฝาน้ำดื่มภายใต้แนวคิด ใน B2B พบว่าช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ที่ 7.96 g Kg Co2-eq คิดเป็น 94.12% รองลงมาคือขั้นตอนการผลิตมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ 0.50 g Kg Co2-eq คิดเป็น 5.88% (ภาพที่ 7) และสามารถแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการต่างๆที่ปล่อยออกมาในแต่ละขั้นตอนย่อยระบุตามแหล่งที่เกิดได้ตามภาพที่ 8

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางกรีนซัพพลายเชน

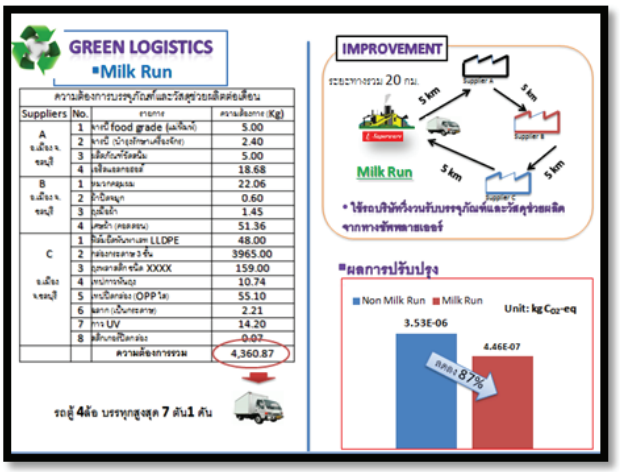
ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์และแนวทางการโดยใช้แนวคิดกรีนซัพลายเชน ได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งในแต่ละแนวคิดการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละด้านสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 9 ถึงภาพที่ 16



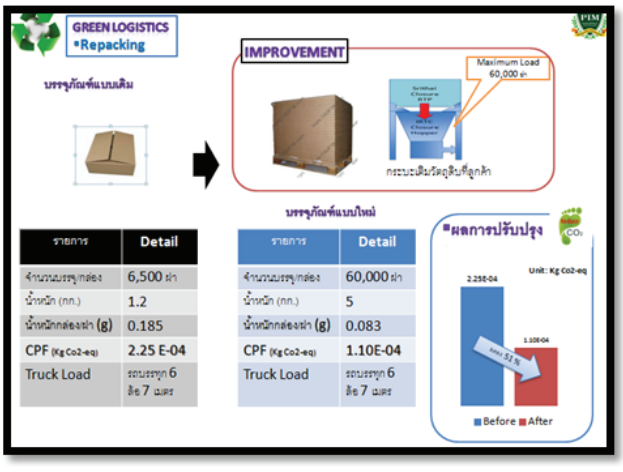
ภาพที่ 9 การลด CO2
โดยวิธีการ Suppliers Selection



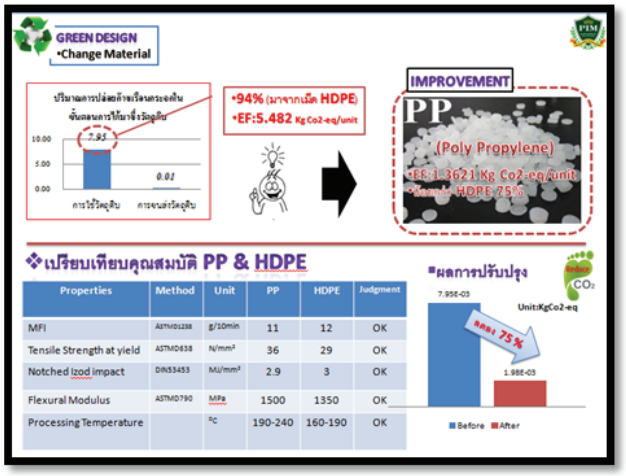
ภาพที่ 11 การลด CO2
โดยวิธีการ Back Haul



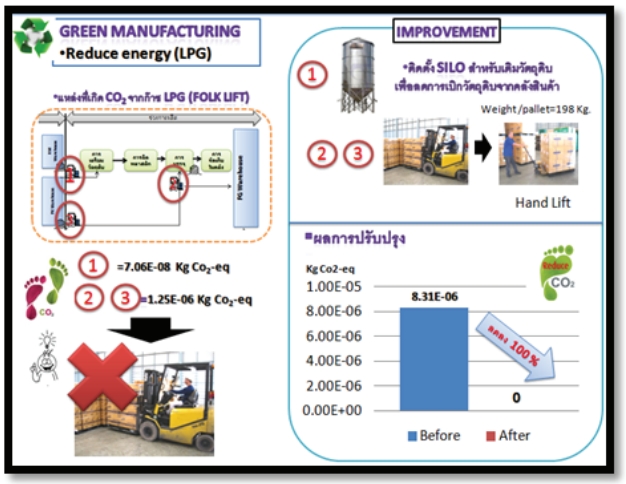
ภาพที่ 10 การลด CO2
โดยการขนส่งแบบ Milk Run



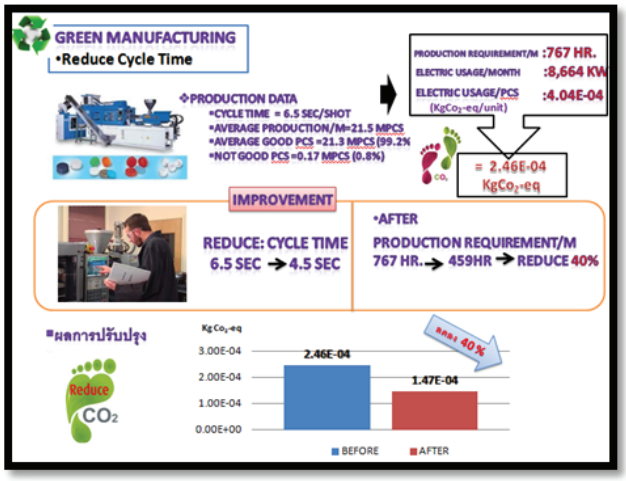
ภาพที่ 12 การลด CO2
โดยวิธีการปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์



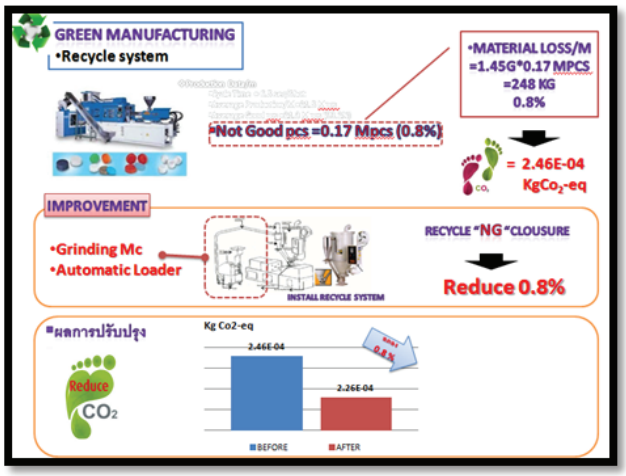
ภาพที่ 13 การลด CO2
โดยวิธีการเปลี่ยนวัตถุดิบ



ภาพที่ 14 การลด CO2
โดยวิธีการลดการใช้พลังงาน (LPG)



ภาพที่ 15 การลด CO2
โดยการปรับลด Cycle Time



ภาพที่ 16 การลด CO2
โดยการติดตั้งระบบรีไซเคิล

จากการปรับปรุงนั้นสามารถสรุปผลรวมการปรับปรุงกระบวนการการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในทุกวิธีที่นำเสนอได้ดังตารางที่ 2

สรุปผลการวิจัย

จากผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มของบริษัทกรณีศึกษานั้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มขนาดน้ำหนัก 1.45 กรัม ที่ทำการประเมินในขอบเขต B2B นั้นมีปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 8.46 g Co2-eq โดยจากการพิจารณาแยกเป็น 3 ขั้นตอนซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนของการขนส่งนั้น พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบมากที่สุดคือมีปริมาณมากถึง 7.96 g Co2-eq หรือคิดเป็น 94.12% ของปริมาณการปลดปล่อยทั้งหมด และรองลงมาอันดับสองคือในขั้นตอนของกระบวนการผลิตที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 0.50 g Co2-eq หรือคิดเป็น 5.88% ของปริมาณปลดปล่อยทั้งหมด และจากผลการปรับปรุงการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางของหลักการกรีนซัพพลายเชนนั้นสามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกรวมอยู่ที่ 6.20E-03 Kg Co2-eq ซึ่งสามารถลดลงได้ 74%

ตารางที่ 2 แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกก่อนและหลังการปรับปรุง

กิจกรรม กรีนซัพพลายเชน	แนวทางการปรับปรุงในแต่ละกระบวนการ	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกก่อนการปรับปรุง ($KgCo_2$-eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการปรับปรุง ($KgCo_2$-eq)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกลดลง ($KgCo_2$-eq)
Green Logistics	การเลือกซัพพลายเออร์ (Suppliers Selection)	3.35E-06	9.79E-07	2.55E-06
	การขนส่ง Milk Run	3.35E-06	4.46E-07	3.08E-06
	โครงการ Back Hauling	3.35E-06	3.49E-06	3.89E-08
	การปรับเปลี่ยนรูปแบบบรรจุภัณฑ์	2.25E-04	1.1E-04	1.10E-04
Green Design	การทดลองเปลี่ยนวัตถุดิบ	7.95E-03	1.98E-03	5.97E-03
Green Manufacturing	การลดพลังงานจากการใช้รถฟอร์คลิฟท์	1.32E-06	0	1.32E-06
	การปรับลด Cycle time	2.46E-04	1.52E-04	0.94E-04
	การติดตั้งระบบ Recycle ของเสีย	2.46E-04	2.26E-04	0.20E-04
			ผลรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง	6.20E-03
			ร้อยละก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง	74%

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2554. **แนวทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ได้ฉลากคาร์บอน.** ค้นเมื่อ มิถุนายน 2556. จาก http://www.degp.go.th.

เศรษฐ์ สัมภัตตะกุลณัฐนีวรยศ และนเรศ วงศ์ใหญ่. 2554. หลักการพื้นฐาน และแนวคิดการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. **เอกสารประกอบการสัมมนา หน่วยวิจัยเพื่อการจัดการพลังงานและเศรษฐนิเวศ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** ค้นเมื่อ 1 กันยายน 2556. จาก http://www.dft.go.th.

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. Carbon Footprint (CPF) ECEE (Excellence center of Eco-Energy) Chemical Engineering, TU. 2556. ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์. **เอกสารประกอบการสัมมนาคาร์บอนฟุตพริ้นท์. เอกสารประกอบการสัมมนาคาร์บอนฟุตพริ้นท์กำลังจะเป็นมาตรฐาน ISO 14067 ภายในปี ค.ศ.2011.** ค้นเมื่อ มิถุนายน 2556. จาก http://iscribd.com/doc.

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. 2555. GREEN SUPPLY CHAIN การจัดการองค์กรสู่ห่วงโซ่สีเขียว. **เอกสารประกอบการสัมมนา สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.** ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2556. จาก http://www.Ftpi-or.th.

สำนักโลจิสติกส์. 2556. **การจัดการโซ่อุปทานแบบกรีน (Green Supply Chain Management)** ค้นเมื่อ กันยายน 2556 จาก http://logistics.dpim.go.th/webdatas/articles/ArticleFile1363.pdf

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2552. **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์.** ค้นเมื่อ 1 กันยายน 2556. จาก http://thaicarlabet.go.or.th/carbonorg/.

Jeroen, G. 2001. **Handbook on Life Cycle Assessment : Operational Guide to the ISO standards (Eco-Efficiency in Industry and Science)**. USA : Kluwer Academic Publiscrs.