

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ด้วยวิธีการ 2L-LCA สำหรับงานก่อสร้างถนน

Evaluation Greenhouse Gas Emissions by Using 2L - LCA Approach for Road Construction Projects

เมธากุล มีธรรม และ วรภูมิ เบญจโอฬาร

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail : D5740178@g.sut.ac.th

บทคัดย่อ

วิธีการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) เป็นวิธีการภายใต้หลักการขององค์การมาตรฐานสากล อนุกรมมาตรฐาน ISO14040 และ ISO14044 แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าวิธีการ LCA นี้ยังไม่ได้ถูกให้ความสำคัญ หรือนำไปปฏิบัติอย่างจริงจังจากภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้าง โดยเฉพาะงานก่อสร้างถนน อุปสรรคสำคัญเกิดจากลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่มีความผันแปรทางภูมิศาสตร์ตามแต่ละโครงการไป การศึกษานี้เสนอวิธี LCA แบบประยุกต์ หรือเรียกว่า 2Level-LCA (2L-LCA) วิธีการนี้ปรับปรุงจากวิธีการ LCA แบบดั้งเดิมเพื่อใช้สำหรับงานก่อสร้างถนน เสนอแนวทางการทำงานออกเป็น 2 ระดับ คือ 1)ระดับนโยบายเป็นการปรับปรุงในขั้นตอนก่อนการประเมินที่ไม่มีในวิธีการ LCA แบบเดิม โดยปรับปรุงข้อกำหนดและเงื่อนไขเพื่อสนับสนุนและสร้างแรงจูงใจต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม การก่อสร้าง ทำให้มีความตระหนักต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และกลายเป็นส่วนสำคัญที่ต้องดำเนินการควบคู่ไปกับงานก่อสร้างทุกโครงการ และ 2)ระดับปฏิบัติการจะปรับปรุงในส่วนรายละเอียดของการประเมิน เป็นการดำเนินการในขั้นตอนระหว่างการประเมินที่เกี่ยวกับสมมุติฐานการกำหนดขอบเขตและหน่วยการทำงาน ซึ่งผู้ประเมินหรือผู้ปฏิบัติงานระดับโครงการต้องดำเนินการ เพื่อให้ผลลัพธ์มีความสอดคล้องกับบริบทของงานก่อสร้างมากขึ้น

คำสำคัญ

โครงการก่อสร้างถนน ก๊าซเรือนกระจก การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต

Abstract

The Life Cycle Assessment (LCA) is an approach under of the guideline of the International Organization for Standardization (ISO14040 and ISO14044). However, the construction industry sector doesn't use this method in practice of the road construction, particularly. The main obstacle is the

characteristics of the construction industry, which is the geographic variation of each project. This research proposes a new LCA method called 2Level-LCA (2L-LCA), which is improved from the existing LCA for road construction. The method consists of two main levels follows: First is the policy which doesn't have in the traditional method of LCA. These policies are added to the specification to motivate the relevant stakeholder in the construction industry sector. Thus, they increase the awareness of the environmental impact and become the main activity of the construction projects. Second is the operational level is the improvements on the operational details of the assessment procedure. They are the additions to the assumption of the scope and the functional unit. The evaluator must take these steps to ensure the results are consistent with the context of the construction projects.

Keywords

road construction project, greenhouse gases, life cycle assessment

1. บทนำ

ปัญหาภาวะโลกร้อนกลายเป็นปัญหาสำคัญที่เริ่มได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย เพราะปัญหานี้ได้กลายเป็นภัยคุกคามต่อทุกชีวิตบนโลกไปแล้ว จึงเริ่มมีการให้ความสำคัญกับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ ตั้งแต่ช่วงปลายศตวรรษที่ 20 ในทศวรรษที่ 60 ราวปี ค.ศ.1969 สถาบันวิจัยแห่งมิดเวสต์ (Midwest Research Institute: MRI) ร่วมมือกับบริษัทโคคา-โคล่า ได้ริเริ่มศึกษาเพื่อการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) ของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาการใช้วัตถุดิบ และการบริโภคพลังงานจากบรรจุภัณฑ์หรือกระป๋อง น้ำอัดลมที่ต่างชนิดกัน [1-3] ต่อเนื่องไปจนถึงช่วงปลาย ค.ศ.1970 ได้เริ่มมีการก่อตั้งหน่วยงาน และสร้างมาตรการหลายอย่างเพื่อรับมือกับปัญหานี้ ตัวอย่างเช่นในเวทีสากลระดับโลกมีคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ที่ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ.1988 ได้ทำหน้าที่ผลักดันให้ทุกประเทศทั่วโลกให้ความร่วมมือในการลดและบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน

ดังกล่าว หรือการสร้างระบบควบคุมการซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (European Union Greenhouse Gas Emission Trading System: EU ETS) ที่ก่อตั้งขึ้นในปีค.ศ.2005 ออกกฎระเบียบเพื่อเป็นแนวปฏิบัติการซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งกันและกันได้ เป็นต้น ประเทศไทยเองก็ตื่นตัวกับปัญหาดังกล่าวนี้เช่นกัน โดยก่อตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization): TGO) ในปี พ.ศ.2550 องค์การนี้เป็นหน่วยงานให้ความรู้กำกับดูแล และออกมาตรการสนับสนุนเกี่ยวกับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกพิจารณาการออกฉลากผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนการพิจารณาออกฉลากผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ฉลากคุลโหมต ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ฉลากลดคาร์บอน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามมาตรการสนับสนุนดังกล่าวคงจำกัดอยู่แค่ในภาคอุตสาหกรรม การผลิตเท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมและเกี่ยวข้องกับ การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรม



การก่อสร้างโดยตรง แม้ว่าข้อมูลจากบัญชีก๊าซเรือนกระจกในรายงานแห่งชาติฉบับที่ 2 ได้ระบุว่าอุตสาหกรรม การก่อสร้างซึ่งถูกจัดอยู่ในสาขาย่อยของภาคพลังงานที่ 1. A.2 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีพ.ศ.2543 รวม 30.306 ล้านตัน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($\text{MtCO}_2\text{-e}$) คิดเป็นร้อยละ 13.2 ของปริมาณการปล่อยทั้งประเทศ[4] อีกทั้งยังระบุให้เป็นสาขาย่อยที่มีการปล่อยคาร์บอนในระดับสูง ควรให้ความสำคัญในการวางนโยบายเพื่อแก้ไข ในลำดับต้นๆ ก็ตาม

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนั้นต้องการวิธีการที่ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามมาตรฐานสากล และเป็นที่ยอมรับวิธีการประเมิน โปร่งใสและตรวจสอบได้ เพื่อความเท่าเทียมกันตาม ข้อตกลงที่ทุกชาติสมาชิกตกลงร่วมกัน วิธีการหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมคือ วิธีการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต หรือ LCA เพราะเป็นวิธีการที่สามารถเปรียบเทียบ ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากผลิตภัณฑ์ซึ่งต่างรูปแบบ กันได้ [1] โดยมีแนวคิดที่เป็นการประเมินตั้งแต่เกิด จนตาย (Cradle-to-Grave) หรือตั้งแต่ขั้นตอนการได้มา ซึ่งวัตถุดิบจนถึงการทำลายซากในขั้นตอนสุดท้ายเมื่อ สิ้นอายุการใช้งาน (End of Life) โดยทั่วไปวิธีการ LCA ใช้เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสินค้า และบริการใดๆ ซึ่งมักจะเป็นผลิตภัณฑ์จากระบบการ ผลิตในภาคอุตสาหกรรมที่มีการทำงานเป็นระบบ และ กระบวนการที่ชัดเจนไม่เปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม ซึ่งต่างจากกิจกรรมการก่อสร้างที่จะมีความไม่แน่นอน ของสภาพแวดล้อม [5] ด้วยลักษณะเฉพาะของการก่อสร้าง ที่ต่างจากอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ นี้ การใช้วิธีการ LCA จึงต้องมีการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตาม สถานการณ์ด้วย

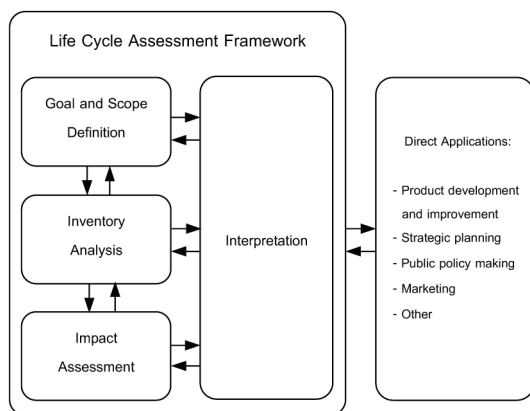
งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการเพื่อลดอุปสรรคต่อการ ใช้ วิธี LCA เดิมในงานก่อสร้างโดยเฉพาะในงานก่อสร้าง ถนนที่จะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างสามารถ

พิจารณาหรือเลือกที่จะปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง ใดๆ เพื่อให้กิจกรรมการก่อสร้างมีปริมาณการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก และก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนน้อยลง [1] ซึ่งวิธีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในประเทศไทยยังไม่แพร่หลาย จากเหตุผลส่วนหนึ่งที่ว่า ประเทศไทยไม่ได้อยู่ในบัญชีที่ต้องปฏิบัติตามมาตรการ การลดภาวะโลกร้อนของสหประชาชาติ (UNFCCC's non-Annex I) การจำกัดการปล่อยก๊าซหรือการประเมิน การปล่อยก๊าซจึงยังเกิดขึ้นในวงจำกัด มีเพียงการตรวจ วัดในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการใบรับรองในการ ส่งสินค้าออกสู่ต่างประเทศ และกับองค์กรระหว่าง ประเทศที่ตั้งฐานการผลิตในประเทศไทย เพื่อเป็นมาตรการ สนับสนุนความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility: CSR) ขององค์กรเท่านั้น ส่วนการ ประเมินการปล่อยก๊าซจากอุตสาหกรรมการก่อสร้างนั้น มี น้อยมาก อุปสรรคอีกอย่างหนึ่งมาจากลักษณะเฉพาะ ของอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่จะผันแปรตามสถานที่ ก่อสร้างตามแต่ละโครงการไป บทความนี้จึงได้เสนอวิธีการ 2L-LCA บนพื้นฐานของ LCA ดั้งเดิม เพื่อลดอุปสรรคของ การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการ LCA สำหรับงานก่อสร้างโดยเฉพาะงานก่อสร้างถนน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็น ก๊าซที่จะทำให้เกิดภาวะโลกร้อน สามารถประเมินปริมาณ เหล่านี้ได้จากวิธีการ หรือเทคนิค LCA ซึ่งวิธีการ LCA นี้มีที่มาจากความตระหนักถึงปัญหาโลกร้อนที่ทุก ประเทศทั่วโลกหันมาให้ความสำคัญในช่วงศตวรรษที่ 20 ที่ผ่านมา จึงได้เกิดความร่วมมือที่จะหาวิธีการใน การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซขึ้น โดยวิธีการ LCA ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะปฏิบัติตามหลักการ 4 ขั้นตอน ขององค์การมาตรฐานสากล (International Standard Organization: ISO) ซึ่งเริ่มประกาศใช้ครั้งแรกเป็น

อนุกรมมาตรฐาน 4 ชุดด้วยกันคือ ISO14040: 1997, ISO14041: 1999, ISO14042: 2000, ISO 14043: 2000 และมีการปรับปรุงล่าสุดเหลือแค่ 2 ชุด คือ ISO14040: 2006 และ ISO14044: 2006 เป็นวิธีการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิตที่ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบริโภคทรัพยากรของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย[6] มีแนวทางปฏิบัติ 4 ขั้นตอนสำคัญซึ่งแสดงไว้ในภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบการดำเนินงาน LCA ตามมาตรฐาน ISO14040: 2006

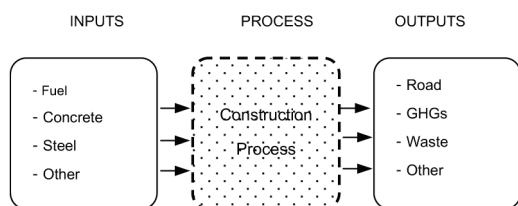
2.1. กรอบวิธีการ LCA แบบดั้งเดิม

กรอบวิธีการ LCA แบบดั้งเดิมตามมาตรฐาน ISO ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญ คือ 1)การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา (Goal and Scope Definition) เป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญมาก ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายเพื่อระบุการนำผลลัพธ์ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใดเช่น การนำผลลัพธ์ไปใช้ในช่วงการออกแบบเพื่อเป้าหมายประเมินทางเลือกของรูปแบบการก่อสร้างระหว่างก่อสร้างคันทางใหม่ 2 ช่องจราจรกับก่อสร้างขยายช่องจราจร 2 ข้างซ้ายทาง-ขวาทาง ก็จะกำหนดหน่วยการทำงาน (Functional Unit: FU) เดียวกันเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบทางเลือกได้ เป็นต้น ส่วนการกำหนดขอบเขต (Scope) เพื่อความชัดเจนว่าจะศึกษาส่วนใดบ้าง และต้องสอดคล้องกับเป้าหมายด้วย

เช่น การกำหนดขอบเขตเพื่อเป้าหมายที่จะเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการก่อสร้างที่ต่างกันอย่างถนน 2 โครงการซึ่งเป็นผิวทางคอนกรีตกับผิวทางแอสฟัลต์ ขอบเขตต้องครอบคลุมทั้งกระบวนการตั้งแต่งานโครงสร้างชั้นทางจนถึงงานชั้นผิวทางต่างจากการกำหนดขอบเขตของผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันอย่างถนนคอนกรีต 2 โครงการ ขอบเขตจะแคบลงพิจารณาเฉพาะในส่วนขั้นตอนการก่อสร้างที่อาจเลือกใช้เทคนิควิธีการก่อสร้างที่ไม่เหมือนกัน เป็นต้น 2)การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory Analysis: LCI) เป็นขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลการบริโภคทรัพยากร ที่หมายรวมรวมถึงวัตถุดิบและพลังงานซึ่งเป็นสิ่งนำเข้า (Inputs) สู่การประเมิน แล้วใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ (Emission Factor: EF) เพื่อแปลงให้สิ่งนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทั้งกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตมาอยู่ในรูปของก๊าซต่างๆ โดยในที่นี้คือสิ่งนำออก (Outputs) ดังแสดงในภาพที่ 2 ตัวอย่างสิ่งนำเข้าอาจประกอบด้วยวัสดุก่อสร้าง เช่น ยางแอสฟัลต์ คอนกรีต เหล็กเส้น พลังงานน้ำมัน หรือพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ผ่านกระบวนการก่อสร้างได้ผลลัพธ์สิ่งนำออกที่เป็นผลิตภัณฑ์ คือ ถนน ตลอดจนผลลัพธ์ที่เป็นก๊าซเรือนกระจกและของเสียที่เป็นขยะด้วย 3)การประเมินผลกระทบ (Life Cycle Impact Assessment: LCIA) เป็นขั้นตอนการประเมินถึงผลจากการบริโภคทรัพยากรว่าก่อให้เกิดภาระใดต่อสิ่งแวดล้อมทั้งต่อคุณภาพชีวิตหรือสุขภาพด้วย พร้อมทั้งจัดหมวดหมู่ของภาระนั้นๆ ตามค่าศักยภาพ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ปริมาณเชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่ใช้ไปทำให้พลังงานของโลกลดลง เป็นต้น ขั้นตอนนี้ต้องประเมินคุณภาพของข้อมูลโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (Sensitivity Analysis) หรือการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของข้อมูล (Uncertainty Analysis) ด้วย 4)การแปรผลลัพธ์ (Life



Cycle Interpretation) เป็นขั้นตอนที่นำบัญชีรายการที่ผ่านการประเมินผลกระทบแล้ว เพื่อจะได้ทราบถึงกระบวนการ หรือขั้นตอนใดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด และสามารถนำไปกำหนดนโยบายใดๆ เพื่อปรับปรุงกระบวนการในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้



ภาพที่ 2 ตัวอย่างสิ่งนำเข้าผ่านกระบวนการก่อสร้างได้ผลลัพธ์เป็นสิ่งนำออก

2.2. งานวิจัย LCA ในอดีต

การศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์จากวิธีการ LCA ในอดีต พบว่าเป็นวิธีการที่ช่วยให้สามารถตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดได้ [7] และช่วยให้ผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับการออกแบบหรือการกำหนดนโยบายใดๆ สามารถนำไปใช้เพื่อระบุถึงสิ่งที่ต้องปรับปรุงในตัวผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือเพื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินได้จากผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันใน FU เดียวกันได้วิธีการ LCA ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมการผลิตทั่วไปอย่างแพร่หลายมานานหลายปี บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยหลายบริษัทให้ความสำคัญต่อการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจการของบริษัท โดยทั่วไปจะเป็นรูปแบบของรายงานการพัฒนายั่งยืน ตัวอย่างเช่น บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เป็นต้น อีกทั้งยังมีการประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอีกมากมาย แต่ส่วนใหญ่จะอ้างอิงฐานข้อมูลจากประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป เช่น โปรแกรม BEES, ELP, Eco-Quantum, BEAT,

EcoEffect, SimaPro, Athena [8] เป็นต้น ประเทศไทยยังไม่มีฐานข้อมูลที่สมบูรณ์มากพอ เป็นเพียงผู้นำฐานข้อมูลอื่นมาปรับใช้ทั้งอุตสาหกรรมทั่วไป และอุตสาหกรรม การก่อสร้างด้วย อย่างไรก็ตามการใช้วิธีการ LCA กับอุตสาหกรรมการก่อสร้างส่วนใหญ่เป็นการประเมินเกี่ยวกับความยั่งยืน กล่าวคือเป็นการประเมินเพื่อหาคะแนน (Rating) อาคารหรือสิ่งก่อสร้างเพื่อแสดงถึงความเป็นอาคารเขียว (Green Building) ส่วนการประเมินในงานระบบโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน หรือสะพาน มีการประเมินเป็นส่วนน้อยกว่างานอาคาร [2] , [9]

Park et al. [10] ได้ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการถนนทางหลวงก่อนการก่อสร้างจริงด้วยวิธีการ LCA โดยแบ่งวัฏจักรชีวิตของโครงการออกเป็น 4 ช่วง คือ 1)ช่วงการผลิตวัสดุก่อสร้าง วิเคราะห์จากการสิ่งนำเข้า-สิ่งนำออก เพื่อหาการบริโภคพลังงานจากการผลิตสมมุติให้คิดปริมาณวัสดุจากหน้าตัดทั่วไป (General Section) ของทางหลวง และใช้รายการแสดงปริมาณงาน (Bill of Quantities: BOQs) เป็นข้อมูลประกอบ 2)ช่วงการก่อสร้าง เป็นข้อมูลจากการใช้งานเครื่องจักรที่มีการบริโภคพลังงานซึ่งแปรผันตามขนาด สภาพเครื่องจักร และทักษะของผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้ข้อมูลจาก BOQs 3) ช่วงการบำรุงรักษา/ซ่อมแซม พิจารณาเฉพาะการซ่อมแซมผิวทางทุกๆ 7 ปีครั้ง และปูผิวใหม่ทุกๆ 20 ปีเท่านั้น เพราะการซ่อมแซมลักษณะอื่นๆ นั้นยากที่จะระบุช่วงเวลาที่จะซ่อมแซมได้โดยใช้ข้อมูลของวัสดุและเครื่องจักรที่ใช้ในช่วงการผลิตและช่วงการก่อสร้าง และ 4)ช่วงการรื้อถอน/นำกลับมาใช้ใหม่ วิเคราะห์จากการบริโภคพลังงานของเครื่องจักรที่นำเข้มารื้อถอนและสมมุติให้กำจัดซากทิ้งร้อยละ 65 คิดการบริโภคพลังงานจากการขนส่งไปทิ้ง และนำกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 35 คิดการบริโภคพลังงานทั้งน้ำมันและไฟฟ้าที่โรงงานเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ ได้ผลลัพธ์การประเมินว่าปริมาณ

การปล่อยก๊าซในช่วงการผลิตมีปริมาณการปล่อยก๊าซเท่ากับ 1,391.4 TCO₂-e จากปริมาณการปลดปล่อยก๊าซทั้งหมด 2,438.5 TCO₂-e ซึ่งปริมาณดังกล่าวได้จากการใช้ค่า EF แต่เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวของประเทศเกาหลียังขาดความสมบูรณ์อยู่ จึงใช้ค่า EF ของ IPCC แทน

Cassand Mukherjee [5] ได้ศึกษาขั้นตอนระหว่างการก่อสร้าง เพื่อพัฒนาวิธีการและแสดงให้เห็นถึงวิธีการที่หน่วยงานของรัฐสามารถนำไปใช้ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์จากการเลือกออกแบบผิวทางในรูปแบบต่างๆ ได้ ทั้งผิวทางคอนกรีตและผิวทางแอสฟัลต์ โดยพิจารณาจากบัญชีรายการที่แสดงข้อมูลการใช้วัสดุและเครื่องจักรระหว่างการดำเนินการก่อสร้างทางหลวง ซึ่งวิธีการ LCA แบบดั้งเดิมมีข้อจำกัดที่การนิยามผลิตภัณฑ์จากงานผิวทางที่ต่างรูปแบบกันทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากความถี่ในการบำรุงรักษาผิวทางที่แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับสมมุติฐานในการออกแบบและการใช้งานจริงในแต่ละภูมิภาค อีกทั้งยังมีข้อจำกัดของข้อมูลระหว่างการก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นการใช้งานเครื่องจักรที่ตั้งโครงการ หรือที่ตั้งแหล่งวัสดุในการก่อสร้าง จากเหตุผลดังกล่าวส่งผลให้การนิยามขอบเขตของผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสม และอาจได้ผลการประเมินที่ไม่น่าเชื่อถือ จึงได้เสนอวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตแบบผสม (Hybrid LCA) กำหนดการศึกษาออกเป็น 2 โมเดลตามเครื่องมือที่แตกต่างกัน โดยเน้นที่การเก็บข้อมูลภาคสนามระหว่างการก่อสร้างผิวทาง แต่การเก็บข้อมูลภาคสนามก็เป็นการเพิ่มภาระหน้าที่ให้กับผู้ปฏิบัติงาน และอาจไม่ได้รับความร่วมมือจากทุกโครงการ หากต้องนำไปปฏิบัติจริง

นิกร เจียมวรพงศ์และธนิต ธงทอง [11] ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในรูปของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการก่อสร้าง โดยศึกษาเปรียบเทียบจากการเก็บข้อมูลวิจัยของวิธีการที่มีผู้เคยใช้ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอดีตแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่ามีความแตกต่างกันของผู้ประเมินแต่ละรายในการกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของช่วงกิจกรรมการก่อสร้างที่จะนำมาพิจารณาอยู่ใน 2 ช่วงหลักๆ คือ ช่วงการได้วัตถุดิบมารวมกระบวนการผลิต และช่วงระหว่างการก่อสร้าง จากผลการศึกษาพบว่า การกำหนดขอบเขตที่ต่างกันส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินได้ หากพิจารณาตั้งแต่ช่วงการได้วัตถุดิบมารวมกระบวนการผลิตด้วยแล้วจะมีปริมาณการปล่อยก๊าซที่สูงกว่าการพิจารณาแค่ช่วงการก่อสร้าง

Barandica et al. [9] ได้ศึกษาแนวทางการจัดการวางแผนและควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมโครงการการบริหารจัดการจะใช้ระบบข้อมูลที่พัฒนาขึ้นมาที่เรียกว่า CO₂NSTRUCT โดยได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากการสอบถาม ฐานข้อมูลดังกล่าวนี้ประกอบด้วยข้อมูลขนาดใหญ่ที่ใช้ในประเทศสเปน แต่ตอนโลมิให้สามารถพัฒนาข้อมูลเพื่อใช้ทั่วไปได้ด้วย การพัฒนาฐานข้อมูล CO₂NSTRUCT นี้มีสาเหตุจากความไม่สมบูรณ์ของบัญชีรายการผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างโดยเฉพาะงานก่อสร้างถนน สาเหตุหนึ่งเพราะกิจกรรมงานก่อสร้างนี้ไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตของคำสั่ง 2003/87/CE ที่เกี่ยวข้องกับระบบการซื้อขายการปลดปล่อยมลพิษของสหภาพยุโรป (European Union Emissions Trading System: EU ETS) จึงทำให้บัญชีรายการในภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างยังไม่ได้ได้รับความสนใจที่จะพัฒนาให้สมบูรณ์



3. อุปสรรคการใช้ LCA สำหรับงานก่อสร้างถนน

ผลจากการศึกษาข้อมูลที่รวบรวมได้ทำให้เห็นถึงทิศทางการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์อุตสาหกรรมการผลิตทั่วไปจะให้ความสำคัญกับการประเมินการปล่อยก๊าซ โดยถือเป็นกิจกรรมหลักที่มุ่งแสดงถึง CSR ขององค์กร เช่น บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) ประเมินการปล่อยก๊าซจากกิจกรรมของบริษัทที่แสดงในรายงานประจำปีเพื่อแสดงถึง CSR ขององค์กร เป็นต้น ในทางกลับกันการใช้ LCA กับงานก่อสร้างมีการดำเนินการอยู่ในวงจำกัดโดยเฉพาะงานก่อสร้างถนนที่ขาดแรงจูงใจสนับสนุนที่เพียงพอ อีกทั้งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเองก็ไม่มีความตื่นตัวและตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวอย่างจริงจัง ดังนั้นการประเมินการปล่อยก๊าซจากการก่อสร้างถนนด้วยความสมัครใจยังคงเกิดขึ้นได้ยาก

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซช่วงหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จเป็นการประเมินการทาบัญชีรายการ (LCIA) โดยใช้ข้อมูลจากการบันทึกการทำงานของเครื่องจักร หรือแรงงานที่ดำเนินงานจริงในสนาม ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระแก่ผู้ปฏิบัติงาน [5] หากไม่มีการเพิ่มผลตอบแทนแก่ผู้ปฏิบัติอาจไม่ได้รับความร่วมมือหรือได้รับข้อมูลอันเป็นเท็จซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อความถูกต้องของปริมาณก๊าซที่ประเมินได้

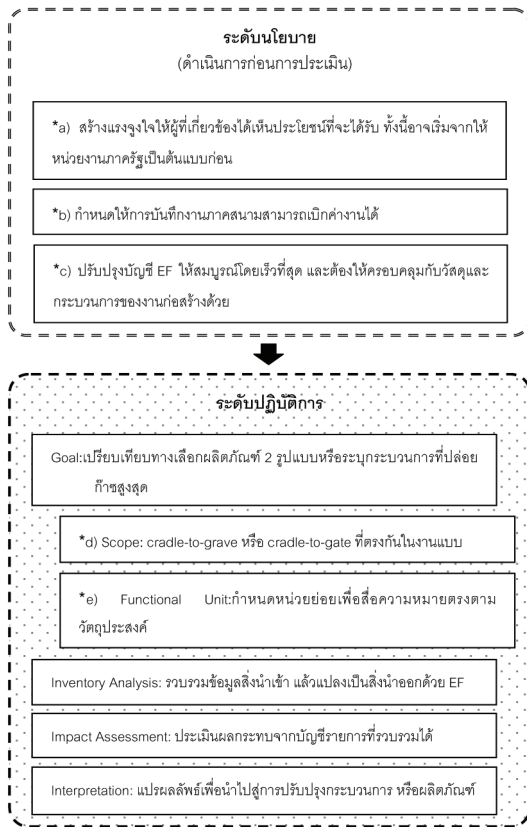
ความไม่สมบูรณ์ของบัญชีรายการและข้อมูลประกอบจากงานวิจัยของ Park et al. [10] ค่า EF ยังไม่มีความสมบูรณ์ครบถ้วนต้องอ้างอิงจากข้อมูลของต่างประเทศ หรือของ IPCC ซึ่งมีข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์กว่า ข้อมูลบางอย่างยังคงต้องใช้การสมมุติขึ้น แสดงให้เห็นถึงการนำไปใช้งานกับอุตสาหกรรมก่อสร้างจริงยังทำได้ยาก หรืออาจไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับบริบทของ

อุตสาหกรรม โดยเฉพาะในกรณีของประเทศไทย TGO ซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบก็กำลังดำเนินการปรับปรุงให้สมบูรณ์ แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์ที่ทันต่อสถานการณ์ในปัจจุบัน ความล่าช้านี้จะยิ่งทำให้การนำไปปฏิบัติจริงเกิดขึ้นได้ยาก รวมถึงบัญชีรายการนี้ต้องครอบคลุมถึงงานก่อสร้างด้วย

วิธีการ LCA โดยทั่วไปนั้นสามารถกำหนด FU เดียวกันเพื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันได้ อย่างไรก็ตาม สำหรับผลิตภัณฑ์ในงานก่อสร้างนั้นไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ตายตัว (Non Well-Defined Product) [9] หากจะกำหนด FU เดียวกันอาจทำให้ผลลัพธ์ที่ใช้เปรียบเทียบคลาดเคลื่อนได้ ตัวอย่างเช่น ต้องการเปรียบเทียบความเหมาะสมของถนนระหว่างถนนผิวทางคอนกรีตกับผิวทางแอสฟัลต์ซึ่งมีอายุการใช้งาน ระยะเวลาการบำรุงรักษา หรือการบริโภคทรัพยากรตลอดวัฏจักรชีวิตที่ไม่เท่ากัน เมื่อกำหนด FU เดียวกันเป็น 1Km/Lane ก็อาจเปรียบเทียบ 2 ผลิตภัณฑ์นี้ได้ แต่ถ้ากำหนด FU เดียวกันนี้เพื่อเปรียบเทียบว่ากระบวนการใดที่ปล่อยก๊าซสูงสุดในแต่ละผลิตภัณฑ์ ผลลัพธ์ที่ได้อาจทำให้เข้าใจว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบนี้เหมือนกัน เป็นต้น

4. กรอบวิธีการ 2L-LCA

จากอุปสรรคที่แสดงในหัวข้อก่อนหน้านี้ ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางที่จะลดอุปสรรคต่อการใช้วิธีการ LCA กับงานก่อสร้างถนนให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำมากขึ้น โดยเสนอวิธีการที่เรียกว่า 2Level-LCA หรือ 2L-LCA สำหรับประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากงานก่อสร้างถนน วิธีการที่เสนอนี้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับนโยบายและระดับปฏิบัติการแสดงขั้นตอนกรอบการดำเนินการในภาพที่ 3



หมายเหตุ: สัญลักษณ์ *แสดงขั้นตอนที่มีการปรับปรุง

ภาพที่ 3 ตัวอย่างกรอบวิธีการ 2L-LCA ที่ปรับปรุงใช้ สำหรับงานก่อสร้างถนน

ระดับนโยบายกระบวนการนี้เน้นการปรับปรุงที่ข้อตกลงและข้อกำหนดระหว่างคู่สัญญา โดยภาพรวมต้องดำเนินการปรับปรุงก่อนการประเมินซึ่งเป็นอุปสรรคที่พบจากวิธีการ LCA แบบเดิม คือ a) การส่งเสริมเพื่อสร้างแรงจูงใจที่เป็นรูปธรรมให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างได้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับทั้งทางตรงและทางอ้อม ทั้งนี้อาจเริ่มจากให้หน่วยงานภาครัฐเป็นต้นแบบก่อนก็ได้ แล้วจึงค่อยนำไปใช้อย่างจริงจังสำหรับทุกงานก่อสร้าง แรงจูงใจนี้อาจเสนอผลตอบแทนในรูปของสิทธิพิเศษหรือแต้มต่อสำหรับประมาณงานของภาครัฐได้ก่อนผู้รับเหมารายอื่นๆ b) นอกจากนี้ได้ปรับปรุงในส่วนของอุปสรรคจากภาระงานที่เพิ่มขึ้นจากการต้องบันทึก

การทำงานของเครื่องจักร หรือแรงงานที่ทำงานในสนาม โดยกำหนดให้มีการแนบท้ายประกอบสัญญาจ้างเพื่อกำหนดเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ผู้รับจ้างสามารถเบิกค่างานได้เป็นร้อยละของมูลค่างานทำนองเดียวกับค่างานป้ายจราจรระหว่างการก่อสร้างถนน เพื่อผู้ที่เกี่ยวข้องจะได้ทราบถึงภาระนี้ตั้งแต่ก่อนเริ่มงาน และได้เพิ่มค่าใช้จ่ายดังกล่าวเข้าไว้ในสัญญาจ้างด้วย c) รวมถึงการปรับปรุงบัญชีรายการ EF โดยการกำหนดให้ปัญหาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นวาระแห่งชาติ เพื่อเร่งให้มีความสำคัญกับการปรับปรุงบัญชีรายการ EF ของประเทศที่โครงการตั้งอยู่ให้มีความสมบูรณ์โดยเร็ว รวมถึงให้ครอบคลุมวัสดุและกระบวนการของงานก่อสร้างด้วย แต่ในระหว่างที่บัญชี EF ระดับพื้นที่ยังปรับปรุงไม่สมบูรณ์นั้นให้ใช้ฐานข้อมูลที่สมบูรณ์มากกว่าและเป็นฐานข้อมูลจากองค์กรสากลที่ไม่แสวงกำไร อย่างเช่น ในกรณีประเทศไทยเมื่อฐาน LCI-Thai National Database ยังไม่สมบูรณ์ให้เลือกใช้ของ IPCC หรือ EMEP/EEA-inventory ของสหภาพยุโรปก่อนฐานข้อมูล Ecoinvent เป็นต้น

ระดับปฏิบัติการเป็นการปรับปรุงที่กระบวนการในขั้นตอนการประเมินที่ผู้ประเมินต้องปรับสมมุติฐานการกำหนดขอบเขตและหน่วยการทำงาน คือ d) การกำหนด FU เดียวกันกับผลิตภัณฑ์ในงานก่อสร้างซึ่งไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ตายตัว เมื่อเปรียบเทียบแล้วอาจทำให้ผลลัพธ์ที่ใช้เปรียบเทียบคลาดเคลื่อนได้ ขั้นตอนนี้ปรับปรุงโดยการกำหนด FU ที่แยกย่อยออกตามลักษณะของวัสดุที่ใช้ เมื่อต้องการเปรียบเทียบถึงกระบวนการใดที่ปล่อยก๊าซสูงสุดในแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน เช่น ผลิตภัณฑ์ถนนผิวทางคอนกรีตกับผิวทางแอสฟัลต์กำหนด FU เป็น 1Km/Lane- concrete กับ 1Km/Lane-asphalt จะทำให้เห็นถึงความแตกต่างและเปรียบเทียบได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์มากขึ้น e) การปรับปรุงขั้นตอนการกำหนดขอบเขตที่แตกต่างกันในแต่ละโครงการจะส่งผล



โดยตรงต่อปริมาณก๊าซที่ประเมินได้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เปรียบเทียบกันได้อาจต้องมีการกำหนดขอบเขตการประเมินให้เป็นมาตรฐานเดียวกันในทุกผลิตภัณฑ์งานก่อสร้างคือ แบบ cradle-to-grave ผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซก็จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธี LCA สำหรับงานก่อสร้างถนนในอดีตด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูลและประเมินปัญหาจากอุปสรรคในเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่าอุปสรรคสำคัญเกิดจากลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรม การก่อสร้างที่มีความผันแปรทางภูมิศาสตร์ตามแต่ละโครงการ หรืออุปสรรคจากการที่ผลิตภัณฑ์งานก่อสร้างไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ตายตัว ทำให้ต้องบันทึกการใช้งานทรัพยากรที่ใช้จริงในสนาม ส่งผลให้เป็นภาระต่อผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรม การก่อสร้างเองก็ไม่ได้ตระหนักถึงปัญหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากนัก ต่างจากอุตสาหกรรมทั่วไปที่ให้ความสำคัญกับปัญหาก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขององค์กรเป็น CSR ขององค์กร เมื่อปรับปรุงสร้างแรงจูงใจเพื่อจัดการกับปัญหาแล้วก็จะเกิดความตระหนักรู้เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมทั่วไป ผู้วิจัยจึงได้เสนอวิธีการที่จะลดปัญหาอุปสรรคดังกล่าวลงจนสามารถใช้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากงานก่อสร้างถนนได้ วิธีการที่เสนอนี้เรียกว่า 2L-LCA เป็นวิธีการที่ปรับปรุงโดยอาศัยพื้นฐานมาจากวิธีการ LCA แบบดั้งเดิม

อย่างไรก็ตามหากมีผู้สนใจศึกษาเพื่อประเมินอุปสรรคเพิ่มเติมเพื่อนำไปพัฒนาวิธีการต่อไปนั้น ขอแนะนำให้ใช้วิธีการวิจัยผ่านแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ทดลองใช้วิธี LCA และ 2L-LCA ผลลัพธ์จากแบบสอบถามดังกล่าวนี้ อาจทำให้ทราบถึงอุปสรรคบางอย่างเพิ่มเติมจากที่ได้กล่าวไว้ในงานวิจัยนี้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุนการศึกษาผู้มีผลการเรียนดีระดับบัณฑิตศึกษาประจำปี 2557

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Crawford R.H. (2011). Life Cycle Assessment in the Built Environment. Spon Press., New York.
- [2] Buyle M., Braet J., and Audenaert A., (2013)., “Life cycle assessment in the construction sector: A review”. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 26., pp. 379–388.
- [3] Hunt R.G., and Franklin W.E., (1996) “LCA — How it came about: — Personal reflections on the origin and the development of LCA in the USA”. International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 1., No. 1, pp. 4–7.
- [4] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553). รายงานฉบับสมบูรณ์การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- [5] Cass D., and Mukherjee A., (2011)., “Calculation of Greenhouse Gas Emissions for Highway Construction Operations by Using a Hybrid Life-Cycle Assessment Approach: Case Study for Pavement Operations”. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 137., No. 11, pp. 1015–1025.
- [6] Finkbeiner M., Inaba A., Tan B.H.R.,

Christiansen K., and Klüppel H.-J., (2006)., “The New International Standards for Life Cycle Assessment: ISO 14040 and ISO 14044”. International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 11., No. 2, pp. 80–85.

[7] Curran M.A., (2006)., Life Cycle Assessment: Principles and Practice. National Risk Management Research Laboratory., Ohio.

[8] Forsberg A., and von Malmberg F., (2004)., “Tools for environmental assessment of the built environment”. Building and Environmental, Vol. 39., No. 2, pp. 223–228.

[9] Barandica J.M., Fernández-Sánchez G., Berzosa Á., Delgado J.A., and Acosta F.J.,

(2013)., “Applying life cycle thinking to reduce greenhouse gas emissions from road projects”. Journal of Cleaner Production, Vol. 57., pp. 79–91.

[10] Park K., Hwang Y., Seo S., and Seo H., (2003)., “Quantitative Assessment of Environmental Impacts on Life Cycle of Highways”. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 129., No. 1, pp. 25–31.

[11] นิกร เจียมวรพงค์ และธนิศ ธงทอง. (2555). การศึกษาแนวทางการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการก่อสร้างการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17.