

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการก่อสร้างสะพานรถไฟทางคู่ในประเทศไทย

Lifecycle Assessment of Greenhouse Gas Emission Railway Concrete Bridge in Thailand

ปณิธิ นาก้อนทอง¹ และ พีร์นิธิ อักษร^{2*}

Panithi Nakhonthong¹ Preenithi Aksorn^{2*}

* นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* Corresponding author, E-mail: preenithi@kku.ac.th

Received: September 10, 2022

Revise: November 16, 2022

Accepted: November 17, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการก่อสร้างสะพานรถไฟทางคู่ โดยการประเมินวัฏจักรชีวิต การวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้างอิงจากสมการของ IPCC ซึ่งคิดในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ศึกษาจากโครงการก่อสร้างสะพานรถไฟทางคู่ ช่วงสถานี บางเค็ม – สถานีเขาย้อย และคิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามหมวดหมู่ งานก่อสร้าง ได้แก่ งานเสาเข็มคอนกรีต งานฐานราก งานคาน I – Girder งานพื้นคอนกรีตสะพาน รวมไปถึงแบ่งขอบเขตของการวิจัยเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงผลิตวัสดุก่อสร้าง ช่วงการขนส่งวัสดุ และช่วงก่อสร้าง จากการศึกษาพบว่าโครงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 55,870 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยช่วงการผลิตวัสดุก่อสร้างปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 97.36 มีสาเหตุจากการใช้วัสดุประเภทเหล็กเสริมคอนกรีตและคอนกรีตผสมเสร็จในงานคาน I Girder และงานเสาเข็มคอนกรีต

คำสำคัญ: การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก, สะพานรถไฟ, โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ

Abstract

The aim of this research was to estimate the greenhouse gas emissions from the double-track railway bridge construction project by life cycle assessment. Analysis of the data will allow the calculation of greenhouse gas emissions in relation to the IPCC equations in kilograms of carbon dioxide equivalent. Study for the construction of a double-track railway bridge project Bang Khem Station to Khao Yoi Station and greenhouse gas emissions are divided according to construction categories, including concrete pile work, foundation work, I-Girder beam work, deck slab work. The research scope is divided into three stages: construction material production, material transportation and construction. It was found that the project emitted 55,870 tons of carbon dioxide equivalent. The production of construction materials generated the most greenhouse gases representing 97.36 per cent, caused by the use of reinforcing bar and ready-mixed concrete in the I girder beam and precast concrete pile work.

Keywords: Greenhouse gas emission assessment, Railway bridge concrete project, Railway infrastructure

1. บทนำ

การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโลกจากการพัฒนาเศรษฐกิจตั้งแต่การมนุษย์เริ่มปฏิบัติอุตสาหกรรมส่งผลก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มที่รุนแรงมากขึ้นในทุกภูมิภาคของโลก โดยนักวิทยาศาสตร์คาดการณ์ว่าอาจจะใช้เวลาเป็นร้อยปีหรือพันปี [1] ซึ่งหนึ่งในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นจากกระบวนการของอุตสาหกรรมก่อสร้าง [2] กล่าวไว้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 39 ของทั่วโลก และร้อยละ 11 มาจากกิจกรรมการผลิตวัสดุเพื่อใช้สำหรับการก่อสร้าง ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานมากมายตามแผนพัฒนายุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี จากการศึกษา [3] โครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานเป็นแหล่งก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจำนวนมาก อย่างไรก็ตามวิธีที่ดีเพื่อที่จะบรรเทาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากระบบการขนส่ง จำเป็นที่จะต้องทำการพิจารณาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรหรือการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life cycle Assessment) มาปรับใช้ [4] เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในงานก่อสร้าง [5-6] เพื่อที่จะเข้าใจในกระบวนการต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนิยมใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต ในการวิเคราะห์และติดตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการ งานวิจัยภายในประเทศ [4,7-9,10-11] จะศึกษาการก่อสร้างประเภทอาคารไม่ว่าจะเป็นแนวราบหรือแนวตั้ง การศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงสร้างพื้นฐานภายในประเทศยังมีไม่มาก อีกทั้งด้วยปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานตามแผนพัฒนายุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าทางคู่ ช่วงนครปฐม-หัวหิน สัญญาที่ 1 เป็นโครงการก่อสร้างด้านคมนาคมขนาดใหญ่เพื่อพัฒนาการคมนาคมเส้นทางสายใต้ของประเทศ ซึ่งมีเจ้าของโครงการ คือ การรถไฟแห่งประเทศไทย มูลค่าโครงการ 8.2 พันล้านบาท ขอบเขตงานประกอบด้วย งานระบบราง ระยะทางรวม 93 กิโลเมตร งานโครงสร้าง โดยเป็นงานก่อสร้างสะพานรถไฟ คสล. จำนวน 80 สะพาน โครงการก่อสร้างสะพานรถไฟทางคู่ ช่วงสถานีบางเค็ม – สถานีเขาย้อย ถือเป็นโครงการหนึ่งในหมวดงานสะพานรถไฟของโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าทางคู่ ซึ่งโครงการเหล่านี้เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกหากไม่มีการกำหนดนโยบายรวมถึงศึกษาลักษณะแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการลักษณะนี้ ในอนาคตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศอาจเพิ่มสูงอย่างไม่มีการควบคุม [12]

ดังนั้นในการวิจัยนี้มีความต้องการที่จะศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการก่อสร้าง โดยศึกษาจากโครงการก่อสร้างสะพานรถไฟทางคู่ ช่วงสถานีบางเค็ม – สถานีเขาย้อย ซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งทางรางและแผนการพัฒนาระบบการเชื่อมโยงโครงข่ายการคมนาคม

2. วัตถุประสงค์

เพื่อหาศึกษาวิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประเมินหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการก่อสร้างสะพานรถไฟ แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงผลิตวัสดุก่อสร้าง ช่วงการขนส่งวัสดุก่อสร้าง และ ช่วงก่อสร้าง โดยศึกษาจากโครงการก่อสร้างสะพานรถไฟทางคู่ ช่วงสถานีบางเค็ม – สถานีเขาย้อย และเสนอแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการก่อสร้าง

3. วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ต้องการที่จะวิเคราะห์หาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก ซึ่งจะคำนวณออกมาในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนเทียบเท่า (kg CO₂-eq) โดยที่ค่าตัวแปรหรือปริมาณที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือยากที่จะทำการศึกษาเนื่องจากความซับซ้อนจะไม่ถูกนำมาคำนวณ ได้แก่ ค่าความสึกหรอของเครื่องจักร การใช้น้ำประปาภายในโครงการ และการกำจัดเศษวัสดุก่อสร้างในโครงการ

3.1 ข้อมูลโครงการกรณีศึกษา

โครงการก่อสร้างสะพานรถไฟทางคู่ (ช่วงสถานีบางเค็ม-สถานีเขาย้อย) มีเจ้าของโครงการ คือ การรถไฟแห่งประเทศไทย กระทรวงคมนาคม มูลค่าโครงการ 979,816,524.21 ล้านบาท โดยแบ่งเป็น งานเสาเข็มคอนกรีต 38.72% งานฐานราก 10.04% งานคาน I – Girder 34.96% งานพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 14.81% งานระบบระบายน้ำ 0.48% และงานราวกันตก 0.99%



รูปที่ 1 โครงการก่อสร้างสะพาน Concrete Railway Bridge ช่วงสถานี บางเค็ม - เขาย้อย

3.2 การเก็บข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ได้เลือกใช้ฐานข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (TGO) และฐานข้อมูลของหน่วยงาน MTEC (Thai Lifecycle Inventory : TLCI) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลภายในประเทศ และได้นำฐานข้อมูลจากต่างประเทศที่เป็นที่ยอมรับมาใช้ในงานวิจัยด้วย เช่น ฐานข้อมูลของ Inventory of Carbon and Energy (ICE) ของ University of Bath [14]

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงผลิตรวัสดุก่อสร้าง

Construction Material	Emission Factor	Unit
Sand	0.0037	kg CO ₂ - eq/kg
Lean Concrete (10 Mpa)	240.00	kg CO ₂ - eq/m ³
Structure Concrete 400 Ksc. (40 Mpa)	362.40	kg CO ₂ - eq/m ³
Structure Concrete 350 Ksc. (35 Mpa)	316.80	kg CO ₂ - eq/m ³
Structure Concrete 300 Ksc. (30 Mpa)	271.20	kg CO ₂ - eq/m ³
Reinforced Concrete Bar and Tie Rod	2.77	kg CO ₂ - eq/kg
Plate	3.27	kg CO ₂ - eq/kg
General Steel	2.89	kg CO ₂ - eq/kg
Wire	3.02	kg CO ₂ - eq/kg
Polyvinyl Chloride (PVC)	2.1415	kg CO ₂ - eq/kg

ที่มา: Thai National LCI Database/MTech, The Inventory of Carbon and Energy (ICE) University of Bath, World steel Data [13,14]

http://jeet.siamtechu.net

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัสดุก่อสร้าง บางส่วน

Transportation Description	Emission Factor	Unit
รถบรรทุก 10 ล้อ ดัดเคเรน บรรทุกเต็มพิกัด จาก 16 ตัน วิ่งปกติ 50% Load	0.0957	kg CO ₂ - eq/t-km
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ บรรทุกเต็มพิกัด 32 ตัน วิ่ง ปกติ Full Load	0.0449	kg CO ₂ - eq/t-km
รถกระบะบรรทุก 22 ล้อ บรรทุกเต็มพิกัด 32 ตัน วิ่งปกติ Full Load	0.4590	kg CO ₂ - eq/t-km

ที่มา: Thai National LCI Database/MTech (With TGO Electricity 2014) [13]

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงของการก่อสร้าง

Construction Machinery and Equipment	Emission Factor	Unit
Stationary Combustion – Diesel Oil	2.7076	liter
Mobile Combustion (On Road) – Diesel Oil	2.7403	liter
Mobile Combustion (Off Road) – Diesel Oil	2.9790	liter
Electricity, Grid mix – Diesel Oil	0.4999	kWh

ที่มา: Thai National LCI Database From IPCC Vol.2 Table 2.2, DEDE and ARS [13]

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้วัสดุในโครงการ (Construction Material Data) ข้อมูลส่วนนี้ได้จากเอกสารที่บันทึกไว้ในหน่วยงานก่อสร้างโดยตรงจากโครงการก่อสร้าง เป็นข้อมูลการใช้วัสดุจริงในโครงการ และจากรายการวัสดุก่อสร้าง (Bill of Quantity) บางส่วน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการขนส่งวัสดุก่อสร้าง (Transportation Data) ข้อมูลส่วนนี้ได้จากเอกสารที่บันทึกไว้ในหน่วยงานก่อสร้าง โดยข้อมูลจะระบุแหล่งจัดจำหน่ายวัสดุก่อสร้างซึ่งสามารถนำไปหาระยะทางและประเภทรถที่ใช้ในการขนได้

ส่วนที่ 4 ข้อมูลกิจกรรมของการทำงานก่อสร้าง (Construction Activity Data) เพื่อนำไปคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการก่อสร้าง โดยข้อมูลกิจกรรมของการทำงานก่อสร้างสามารถหาได้จากรายงานประจำวันของโครงการและข้อมูลการใช้น้ำมันจากเครื่องจักรในโครงการก่อสร้าง

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้างอิงสมการของ IPCC ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ได้หลากหลายและสามารถปรับเปลี่ยนตัวแปร [15] เพื่อให้ประเทศในภาคีที่มีความแตกต่างกันด้านข้อมูลสามารถคำนวณได้ตามมาตรฐานเดียว มีสมการดังนี้ [16]

$$FC_i = H_i \times FE_i \tag{1}$$

$$E_{f, GHG} = \sum_i FC_i \times EF_{f, GHG} \tag{2}$$

โดยที่ FC_i จำนวนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงหรือพลังงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง i ในโครงการก่อสร้างมีหน่วยเป็น Liter หรือ kWh และ H_i คือชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักรในโครงการมีหน่วยเป็น ชั่วโมง และ FE_i คือ อัตราการใช้

<http://jeet.siamtechu.net>

พลังงานของเครื่องจักรในโครงการ โดยที่ $E_{f,GHG}$ คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่ถูกปล่อยจากเครื่องจักร และ $EF_{fi,GHG}$ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเครื่องจักรมีหน่วยเป็น kg CO₂-eq /liter หรือ kg CO₂-eq/kWh การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการผลิตวัสดุก่อสร้างจะถูกคำนวณโดยการคูณปริมาณการใช้วัสดุกับสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังสมการที่ 3

$$E_{m,GHG} = \sum_i (Q_m \times EF_{mi,GHG}) \tag{3}$$

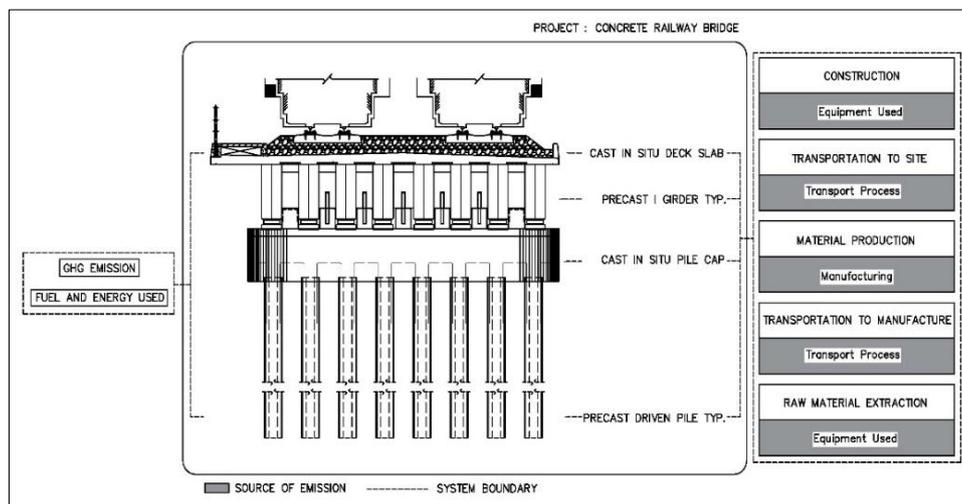
โดยที่ $E_{m,GHG}$ คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในช่วงผลิตวัสดุก่อสร้าง Q_m คือปริมาณการใช้วัสดุในโครงการก่อสร้างมีหน่วยเป็น Unit และ $E_{mi,GHG}$ คือค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัสดุก่อสร้างมีหน่วยเป็น kg CO₂-eq /Unit

และในช่วงการขนส่งวัสดุระยะทางการขนส่งวัสดุจะถูกคูณด้วยน้ำหนักในการขนส่งวัสดุนั้นๆ แล้วจึงนำมาคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งแต่ละประเภทตามวัสดุก่อสร้างนั้นๆ ดังสมการที่ 4

$$E_{t,GHG} = \sum_i (Q_t \times EF_{ti,GHG}) \tag{4}$$

โดยที่ $E_{t,GHG}$ คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในช่วงผลิตวัสดุก่อสร้าง Q_t คือปริมาณการขนส่งวัสดุมายังโครงการก่อสร้างมีหน่วยเป็น ตัน-กิโลเมตร และ $E_{ti,GHG}$ คือค่าสัมประสิทธิ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของการขนส่ง

จากรูปที่ 2 แยกตามหมวดหมู่และจัดลำดับตามปริมาณตามหมวดหมู่งานหลักๆ ได้แก่ งานเสาเข็มคอนกรีต งานฐานราก งานคาน I – Girder งานพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก รวมไปถึงแยกตามขอบเขตของการวิจัย ได้แก่ ช่วงผลิตวัสดุก่อสร้าง ช่วงการขนส่งวัสดุก่อสร้าง และช่วงก่อสร้าง ตามกรอบแนวคิดของการวิจัย



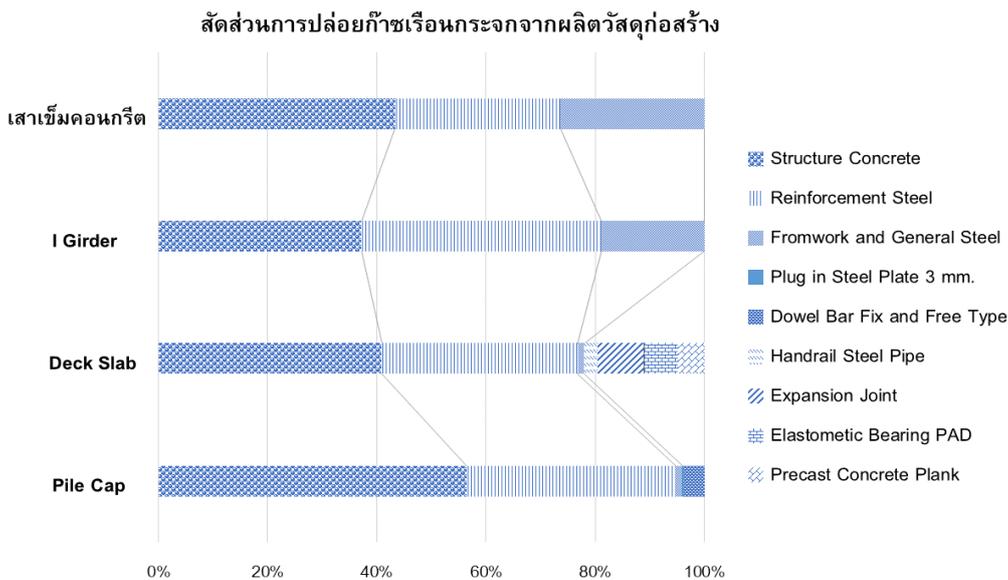
รูปที่ 2 แสดง System Boundary ของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4. ผลการศึกษา

4.1 ช่วงผลิตวัสดุก่อสร้าง

การวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงการผลิตวัสดุก่อสร้างพบว่าในช่วงผลิตวัสดุก่อสร้างปล่อยก๊าซเรือนกระจก 54,397,273.39 kg CO₂-eq โดยงาน I Girder มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดที่ คิดเป็นร้อยละ 39.01 งานเสาเข็มคอนกรีต 30.04 งานพื้นคอนกรีตสะพาน (Deck Slab) 18.09 และงานฐานราก (Pile Cap) คิดเป็นร้อยละ 18.09 และ 12.86 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4

ซึ่งจากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าในงาน I Girder มีการใช้เหล็กเสริมคอนกรีตในปริมาณที่มาก ซึ่งทำให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 43.89 จากทั้งหมดของงาน I Girder และใช้คอนกรีต โดยปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นร้อยละ 37.21 และในงานแบบเหล็กและเหล็กทั่วไป ปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นร้อยละ 18.89 ในกรณีเดียวกันงานเสาเข็มคอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีตปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 30.32 จากทั้งหมดของงานเสาเข็ม วัสดุคอนกรีตปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 43.30 และแบบเหล็กและเหล็กทั่วไป ปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 26.38 ในงานพื้นคอนกรีตสะพาน (Deck Slab) มีการใช้คอนกรีตปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 40.94 และเหล็กเสริมคอนกรีตปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 35.90 และวัสดุอื่น ๆ ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมกันคิดเป็นร้อยละ 23.15 เช่นเดียวกับงานฐานราก (Pile Cap) การใช้คอนกรีตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 56.35 และเหล็กเสริมคอนกรีตซึ่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 38.28 รวมไปถึงวัสดุอื่น ๆ ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 5.37



รูปที่ 3 แสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากช่วงการผลิตวัสดุก่อสร้าง

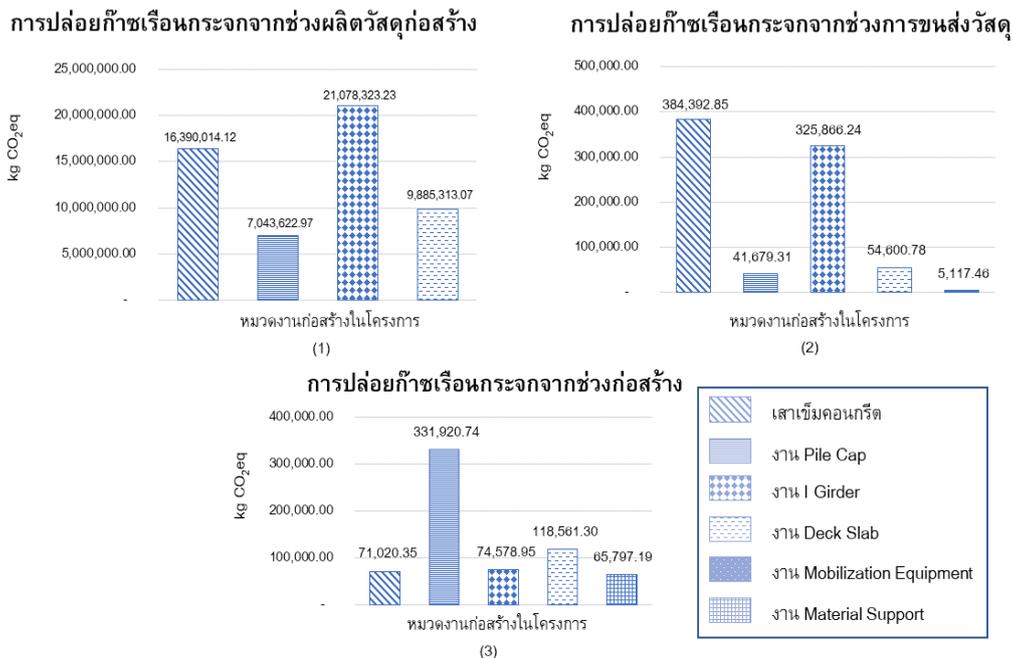
4.2 ช่วงการขนส่งวัสดุ

การวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงการขนส่งวัสดุก่อสร้างพบว่าในช่วงผลิตวัสดุก่อสร้างปล่อยก๊าซเรือนกระจก 811,656.65 kg CO₂-eq โดยในการขนส่งเสาเข็มคอนกรีตเป็นงานที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เนื่องจากระยะทางการขนส่งค่อนข้างไกลและปริมาณเสาเข็มที่มีจำนวนมากเท่ากับ 4,515 ต้น โดยปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 47.36 ของการขนส่งทั้งหมด การขนส่งคานคอนกรีต I Girder มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากเช่นกัน เนื่องจากการขนส่งมีระยะทางไกล และน้ำหนักของ I Girder มีน้ำหนักมากทำให้สามารถขนส่งได้ทีละ 1 ชั้นต่อเที่ยว โดยปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 40.14 งานฐานราก และงานพื้นสะพาน คิดเป็นร้อยละ 5.13 และ 6.73 ตามลำดับ การขนส่งส่วนใหญ่

เป็นการขนส่งคอนกรีตมายังสถานที่ก่อสร้าง และการขนส่งเครื่องจักรมายังสถานที่ก่อสร้างปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 0.63

4.3 ช่วงก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในช่วงการก่อสร้างจะพบว่าในช่วงการก่อสร้างปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นจำนวน 661,878.52 kg CO₂-eq ซึ่งในงานฐานรากเป็นงานที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 50.15 ของช่วงก่อสร้าง เนื่องจากในการทำงานมีเครื่องจักรหนักเพื่อใช้ในงานปักซีตไฟท์และงานขุดดิน มากกว่างานอื่น เช่น Excavator และ Vibro Hammer ที่มีอัตราการใช้น้ำมันเป็นจำนวนมากที่ 99,970.83 ลิตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 48 จากการใช้น้ำมันทั้งหมด ในงานพื้นสะพานเป็นงานที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกรองลงมาคิดเป็นร้อยละ 17.91 ซึ่งเกิดจากเหล็กเสริมคอนกรีต และงานเทคอนกรีต ที่จำเป็นต้องใช้เครน 25 ตัน ในการสนับสนุน รวมไปถึงเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในงานเสาเข็มและงานติดตั้ง I Girder มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใกล้เคียงกันคิดเป็นร้อยละ 10.74 และ 11.27 ตามลำดับ เนื่องจากงานคอนกรีตหล่อสำเร็จมีการเครื่องจักรที่น้อยกว่าและสามารถทำงานได้เสร็จเร็วกว่างานหล่อในที่ งานขนส่งวัสดุภายในสถานที่ก่อสร้างปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 9.93 ของช่วงก่อสร้าง



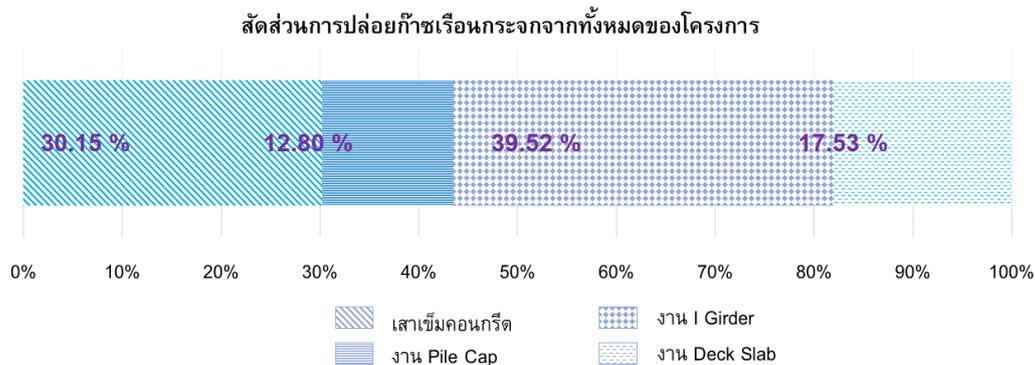
รูปที่ 4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงผลิวัสดุก่อสร้าง (2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงขนส่งวัสดุ (3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงก่อสร้าง

5. สรุปและเสนอแนะ

การศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการก่อสร้างสะพานรถไฟทางคู่ ช่วง สถานี บางเค็ม – เขาย้อย โดยการประเมินวัฏจักรชีวิตโครงการ หรือ LCA มีตัวแปร คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปริมาณการใช้พลังงานในโครงการก่อสร้าง รวมไปถึงปริมาณการใช้วัสดุก่อสร้างเป็นตัวแปรสำคัญในการคำนวณ ซึ่งวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตสามารถชี้ให้เห็นถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้ชัดเจนทั้งทางตรงหรือทางอ้อม ตั้งแต่ช่วงช่วงผลิวัสดุก่อสร้าง การขนส่งวัสดุ การก่อสร้าง การใช้งาน รวมไปถึงช่วงการลื้อถอนและกำจัดซาก แต่ด้วยการประเมินวัฏ

จักรชีวิตครอบคลุมหลายช่วงโครงการทำให้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก ใช้เวลาในการคำนวณและรวบรวมผลการวิจัย จากการศึกษายังมีข้อจำกัดในด้านข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศ

ผลจากการศึกษาพบว่าในโครงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 55,870.8 ton CO₂-eq โดยในช่วงผลิตวัสดุก่อสร้างปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 97.36 ช่วงการขนส่งวัสดุปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1.45 ในช่วงการก่อสร้างปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นคิดเป็นร้อยละ 1.19 เมื่อคิดต่อกิโลเมตร 10,531 ton CO₂-eq ต่อกิโลเมตร จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องชี้ว่าในโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าความเร็วสูงชนิดงานที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคืองานสะพาน [3, 16, 20] จากการศึกษาของ Yuan Chang และ Shuhua Lei พบว่าในงานสะพานและรางน้ำปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 75 จากทั้งโครงการ ซึ่งเมื่อคิดต่อกิโลเมตร 26,445 - 32,204 ton CO₂-eq ต่อกิโลเมตร [16, 20] ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงสร้างสะพาน ปริมาณงาน และกิจกรรมที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างแตกต่างกันไปตามภูมิประเทศ จากการศึกษาพบว่าในงานคาน I – Girder ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รวมไปถึงงานเสาเข็มคอนกรีตคิดเป็นร้อยละ 39.52 และ 30.15 ตามลำดับโดยจะเห็นสัดส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังรูปที่ 5 ดังนั้นเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงควรเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น ลดการวัสดุก่อสร้างหรือใช้พลังงานในการผลิตให้คุ้มค่า



รูปที่ 5 แสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโครงการ

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานภายในประเทศเพื่อเป็นตัวชี้วัดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเชิงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งการศึกษาวิจัยภายในประเทศยังไม่ครอบคลุมถึงช่วงการใช้งาน ล้อถอน รวมไปถึงการกำจัดซาก ซึ่งควรศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมตลอดวัฏจักรชีวิต อีกทั้งยังควรศึกษาในโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ เช่น โครงการถนนโครงการสนามบิน

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีร์นิตติ อักษร อาจารย์ที่ปรึกษาทางวิจัย ขอขอบพระคุณข้อมูลจาก การรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) บริษัท เอ.เอส.แอลโซซิเอท เอนยีเนียริง (1964) จำกัด รวมไปถึง บริษัท เนาวรัตน์ พัฒนาการ จำกัด (มหาชน) และมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่มอบทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). Low Carbon Society Guidebook. Low Carbon Society Guidebook. First Edition, Laksi District, Bangkok: Taweewat Printing Co., Ltd.2015.
- [2] GABC Global Alliance for Buildings and Construction. International Energy Agency and the United Nations Environment Program: 2019 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-Emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector.2019.
- [3] Chang, B., & Kendall, A. Life cycle greenhouse gas assessment of infrastructure construction for California's high-speed rail system. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 16(6), 429-434. (2011)
- [4] Aransiri K. Greenhouse Gas Emissions from Construction Materials and Processes. King Mongkut's University of Technology Thonburi/Bangkok. (2010)
- [5] Seo Y, Kim SM. Estimation of materials-induced CO2 emission from road construction in Korea. Renewable and Sustainable Energy Reviews; 26:625-31.2013 Oct 1.
- [6] Fenner, A. E., Kibert, C. J., Woo, J., Morque, S., Razkenari, M., Hakim, H., & Lu, X. The carbon footprint of buildings: A review of methodologies and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 94, 1142-1152. (2018).
- [7] ชลิตา สุวรรณ, ธณัฐชัยศ สมใจ. Comparative Greenhouse Gas Evaluation of House Construction: A Conventional House versus an Interlocking Block House. วารสาร วิชาการ พระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 30(4), 570-577.(2020).
- [8] ธณัฐวิภา รุ่งเรืองธนาผล. "การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุและการใช้งานของอาคารพักอาศัยต้นแบบในโครงการบ้านประชารัฐ การเคหะแห่งชาติ." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2559.
- [9] หทัยรัตน์ ลอยประโคน. "การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสร้างบ้านผู้มีรายได้น้อยในประเทศไทย". วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2557)
- [10] นิกร เจียมวรพงศ์. การศึกษากระบวนการก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2555).
- [11] วรณิดา ปานทอง. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานในอาคารประเภทอาคารชุดที่พักอาศัย ช่วงก่อสร้างและพักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2557).
- [12] ธวัชจิว บุญชู. การประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อลดค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรกลในกระบวนการก่อสร้างทางรถไฟ (Doctoral dissertation, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย). (2559).
- [13] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2564). [สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 มกราคม 2565]. ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/>
- [14] Hammond G, Jones C, Lowrie EF, Tse P. Embodied carbon. The inventory of carbon and energy (ICE). Version (2.0). 2011.
- [15] IPCC SE, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories-volume 2: Energy.

<http://jeet.siamtechu.net>

- [16] Lee JY, Lee CK, Chun YY. Greenhouse gas emissions from high-speed rail infrastructure construction in Korea. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2020 Oct 1; 87:102514.
- [17] Mao C, Shen Q, Shen L and Tang L. Comparative study of greenhouse gas emissions between off-site prefabrication and conventional construction methods: Two case studies of residential projects. *Energy and Buildings*. (2013) 66, 165-176.
- [18] McLellan BC, Williams RP, Lay J, Van Riessen A, Corder GD. Costs and carbon emissions for geopolymers in comparison to ordinary portland cement. *Journal of cleaner production*. 2011 Jun 1;19(9-10):1080-90.
- [19] López-Mesa B, Pitarch Á, Tomás A, Gallego T. Comparison of environmental impacts of building structures within situ cast floors and with precast concrete floors. *Building and environment*. 2009 Apr 1;44(4):699-712.
- [20] Chang Y, Lei S, Teng J, Zhang J, Zhang L, Xu X. The energy use and environmental emissions of high-speed rail transportation in China: A bottom-up modeling. *Energy*. 2019 Sep 1; 182:1193-201.