

การประเมินวัฏจักรชีวิตของอิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวมเพื่อใช้เป็นทางเลือกในการจัดการ เศษแก้วบนเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

Life Cycle Assessment of Concrete Bricks using Waste Glass as Aggregate Replacement for an Alternative Management of Waste Glass on Koh Sichang, Chonburi Province

หทัยชนก วันเพ็ญ (Hathaichanok Warnphen)* ดร.นุตา สุภคต (Dr.Nuta Supakata)**

ดร.วรพจน์ กนกกัณทาพงษ์ (Dr.Vorapot Kanokkantapong)***

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสถานการณ์ขยะเป็นปัญหามลพิษที่มีความสำคัญอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย โดยเศษแก้วเป็นหนึ่งในสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยงามของจังหวัดชลบุรี กำลังประสบกับปัญหาขยะและในปัจจุบันเศษแก้วเป็นขยะที่ยังไม่สามารถจัดการได้บนเกาะสีชัง งานวิจัยนี้จึงใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของอิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวม เปรียบเทียบกับอิฐคอนกรีตทั่วไป โดยพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ การขนส่ง และการผลิตคำนวณโดยวิธี Eco-indicator 99 คู่มือกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สารอนินทรีย์ที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Inorganics) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ (Ecotoxicity) ภาวะความเป็นกรด/การเพิ่มธาตุอาหารพืชในแหล่งน้ำ (Acidification/ Eutrophication) และเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuels) จากผลการศึกษาพบว่า อิฐคอนกรีตในงานวิจัย (1.33 Pt) มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าอิฐคอนกรีตทั่วไป (1.56 Pt) และสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ร้อยละ 17.3 (ต่อการใช้งาน 1 ตารางเมตร) ดังนั้น อิฐคอนกรีตในงานวิจัยที่มีการใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวมจึงเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจในการจัดการเศษแก้วบนเกาะสีชัง

ABSTRACT

At present, the municipal solid waste (MSW) situation is problem in Thailand. Koh Sichang, one of the beautiful attraction in Chonburi Province, is now facing MSW problem due to the difficulty to manage waste glass in the islands. This research applied Life Cycle Assessment (LCA) methodology to compare the environmental impacts between concrete bricks using waste glass as aggregate replacement and normal concrete bricks, considering the processes of acquiring raw materials, transportation and production by Eco-indicator 99 method. The inputs and outputs of each processes were classified into five environmental impacts; respiratory inorganics, climate change, ecotoxicity, acidification/eutrophication and fossil fuels. From the results, concrete bricks using waste glass as aggregate replacement (1.33 Pt) has lower environmental impacts than normal concrete bricks (1.56 Pt) and can reduce environmental impacts 17.3% (per 1 square meter usage) Therefore, concrete bricks in this research will be an alternative option for waste glass management on Koh Sichang.

คำสำคัญ: การประเมินวัฏจักรชีวิต อิฐคอนกรีต เศษแก้ว

Keywords: Life Cycle Assessment, Concrete Brick, Waste Glass

*นิสิต หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

ปัจจุบันสถานการณ์ขยะเป็นปัญหามลพิษที่มีความสำคัญอันดับต้น ๆ ของประเทศ เนื่องมาจากการพัฒนาด้านความเป็นเมืองของชุมชน จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตของชุมชนขยายวงกว้างอย่างรวดเร็ว รวมไปถึงพฤติกรรมบริโภคของประชาชนที่เปลี่ยนแปลงไป มีการใช้บรรจุภัณฑ์ฟุ่มเฟือยมากขึ้น เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด ในการอุปโภค-บริโภค ไม่ว่าจะเป็นการนำไปทำเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหาร บรรจุภัณฑ์ และในการก่อสร้าง ทำให้เกิดการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ รวมไปถึงการขาดแคลนสถานที่กำจัดหลังจากการใช้งาน (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ในปี พ.ศ.2560 มีขยะชุมชนเกิดขึ้นทั่วประเทศประมาณ 27.40 ล้านตัน (หรือประมาณ 75,046 ตันต่อวัน) ซึ่งเพิ่มขึ้น จากปี พ.ศ.2559 ร้อยละ 1.26 โดยจังหวัดชลบุรีเป็นหนึ่งในจังหวัดท่องเที่ยวสำคัญของประเทศไทย มีสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญและสวยงามมากมาย จึงทำให้มีขยะเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากเฉลี่ยวันละ 2,600 ตันต่อวัน รองจากกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีปริมาณ 13,374 ตันต่อวัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) โดยพบว่าปัญหาด้านการจัดการขยะชุมชนของจังหวัดชลบุรีกำลังทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากระบบกำจัดขยะที่มีอยู่ในพื้นที่ของจังหวัดชลบุรีเป็นระบบฝังกลบจึงมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ จากปัญหาขยะที่มีปริมาณสะสมเป็นจำนวนมาก และขาดการจัดการให้ถูกต้องนี้เอง ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางดิน น้ำ อากาศ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรค ทัศนียภาพเสื่อมโทรม เป็นต้น (ปิยชาติ, 2557)

เกาะสีชัง เป็นเกาะที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ และการท่องเที่ยวแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี เนื่องจากเป็นสถานที่พักผ่อนที่เงียบสงบ อากาศบริสุทธิ์ มีธรรมชาติอันงดงาม โดยมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 25.61 ตารางกิโลเมตร และยังมีท่าเรือที่จอดเรือขนส่งสินค้าเพราะมีลมสงบ และเกาะเป็นที่กำบังลมได้อย่างดีจึงมีเรือชนิดต่าง ๆ เช่น เรือบรรทุกสินค้า เรือลำเลียงสินค้า (เรือ โป๊ะ) เรือยนต์ลากจูง เรือประมง เรือท่องเที่ยว และเรือโดยสารเป็นจำนวนมากเฉลี่ยวันละประมาณ 400-500 ลำ ทำให้เกิดปัญหาขยะที่เทศบาลตำบลเกาะสีชังต้องรับนำมากำจัดด้วยเตาเผา (Incinerator) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นหิน ไม่สามารถขุดหลุมฝังกลบได้ ซึ่งขยะที่รับมาเป็นขยะอุปโภค-บริโภคในชีวิตประจำวันประมาณ 10-15 ตันต่อวัน ประกอบกับขยะที่เกิดขึ้นบนเกาะอีกประมาณ 10-15 ตันต่อวัน รวมทั้งสิ้น 20-30 ตันต่อวัน (นฤมล, 2559) โดยพบว่าขยะที่ย่อยสลายได้มีปริมาณมากที่สุดร้อยละ 40 รองลงมา คือ พลาสติกร้อยละ 20 ขวดแก้ว ร้อยละ 10 กระดาษร้อยละ 10 และอื่นๆ ร้อยละ 20 ตามลำดับ (เทศบาลตำบลเกาะสีชัง, 2557) ปัญหาของเศษแก้วที่พบบนเกาะสีชังคือ ร้านรับซื้อของเก่าบนเกาะไม่รับซื้อขวดแก้ว ยกเว้นศูนย์บริหารจัดการขยะชุมชน เนื่องจากแก้วมีน้ำหนักมากและราคาถูก จึงไม่คุ้มค่าในการขนส่งไปขายที่จังหวัดชลบุรี ทำให้มีเศษแก้วคั่งอยู่บนลานเทกองเป็นจำนวนมาก เฉลี่ยวันละ 2-3 ตัน (จรรยา, 2559) ทางเทศบาลตำบลเกาะสีชังจึงตระหนักที่จะหาแนวทางในการจัดการเศษแก้วบนเกาะสีชัง

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (Life cycle Assessment: LCA) ของการนำเศษแก้วมาใช้แทนที่มวลรวมในการผลิตอิฐคอนกรีตเปรียบเทียบกับการผลิตอิฐคอนกรีตทั่วไป ตามมาตรฐาน ISO14040 (International standard ISO14040, 2006) โดยศึกษาตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การขนส่ง ตลอดจนการผลิต และรวบรวมปริมาณวัตถุดิบหรือทรัพยากร พลังงานที่ใช้ แล้วนำมาจัดทำบัญชีรายการและนำไปประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 8.0 โดยประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เพื่อใช้เป็นทางเลือกในการจัดการเศษแก้วบนเกาะสีชังต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวม เปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตทั่วไป

วิธีการวิจัย

การประเมินวัฏจักรชีวิต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ พิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave) คือ ตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งและกระจายผลิตภัณฑ์ การใช้งานผลิตภัณฑ์ การใช้ใหม่หรือแปรรูปผลิตภัณฑ์ และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน โดยมีขั้นตอนในการประเมิน 4 ขั้นตอน (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2547)

1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา (Goal and Scope Definition)

เป็นขั้นตอนแรกและมีความสำคัญในการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความชัดเจน สอดคล้องและครอบคลุมในวัตถุประสงค์ และกำหนดขอบเขตที่ต้องการศึกษา ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope) หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ (Product Function) หน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ (Functional Unit) ขอบเขตระบบ (System Boundary) และระบบผลิตภัณฑ์ (Product System)

2) การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory Analysis: LCI)

เป็นการรวบรวมและคำนวณข้อมูลที่ได้จากกระบวนการต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา และสร้างแผนผังของระบบผลิตภัณฑ์ โดยคำนวณหาปริมาณของสารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) จากกระบวนการของผลิตภัณฑ์

3) การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)

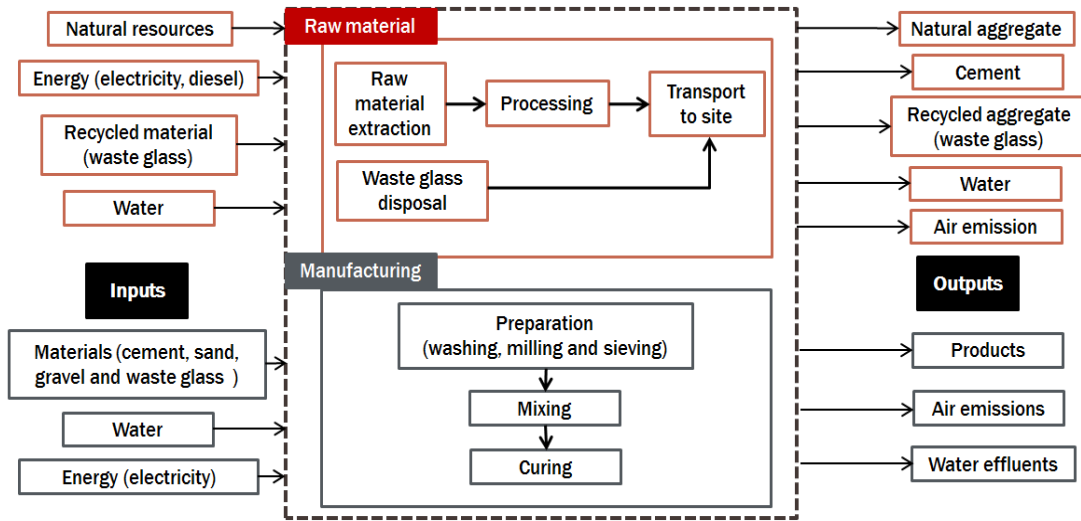
เป็นขั้นตอนประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการ โดยจะจำแนกจัดกลุ่มผลกระทบ และคัดเลือกตัวชี้วัดของกลุ่ม ซึ่งผลของการคำนวณจะบ่งชี้ว่ากลุ่มผลกระทบใดมีความสำคัญหรือก่อให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงที่สุดและเกิดจากกระบวนการใดของระบบผลิตภัณฑ์ โดยการประเมินผลกระทบจะป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 8.0

4) การแปลผลการศึกษา (Life Cycle Interpretation)

เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ และสรุปผลจากการประเมินผลกระทบ นำเสนอแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงให้ผลกระทบที่เกิดขึ้นลดลง

โดยในการศึกษานี้ จะประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวม เปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตทั่วไป เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเศษแก้วบนเกาะสีชัง มีขั้นตอนในการศึกษา ดังนี้

เป้าหมายและขอบเขต คือ ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวม เปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตทั่วไป โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 8.0 ด้วยวิธี Eco-Indicator 99 ขอบเขตของงานวิจัยจะพิจารณาตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การขนส่ง และกระบวนการผลิต หรือที่เรียกว่า “Cradle to Gate” โดยมีขอบเขตของการศึกษา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขอบเขตของระบบการผลิตอิฐคอนกรีตที่ทำการศึกษา (ในกรอบเส้นประ)

หน่วยการทำงานที่ทำงานศึกษา คือ อิฐคอนกรีตต่อพื้นที่การใช้งาน 1 ตารางเมตร (จำนวน 50 ก้อน) ที่มีกรแทนที่ของเศษแก้ว เปรียบเทียบกับอิฐคอนกรีตทั่วไป โดยจะแบ่งประเภทของผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่พิจารณา 5 ประเภท ดังนี้ 1. สารอนินทรีย์ที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Inorganics) 2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) 3. ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ (Ecotoxicity) 4. ภาวะความเป็นกรด/การเพิ่มธาตุอาหารฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ (Acidification/ Eutrophication) 5. เชื้อเพลิงธรรมชาติ (Fossil Fuels) โดยผลของการประเมินจะแสดงผล 2 แบบคือ แบบแยกראายผลกระทบแสดงออกมาในรูปแบบของการกำหนดบทบาท (Characterization) และแบบผลกระทบโดยรวมแสดงออกมาในรูปแบบของคะแนนเชิงเดี่ยว (Single Score)

การจัดทำบัญชีรายการ จะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในแต่ละกระบวนการที่สนใจศึกษา เช่น การใช้พลังงาน การใช้ทรัพยากร ผลิตภัณฑ์และของเสียที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะมีทั้งข้อมูลที่เก็บเองจากการทดลอง (Primary Data) และข้อมูลที่มีผู้ศึกษารวบรวมไว้ (Secondary Data) และทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

ผลและอภิปรายการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวม โดยปริมาณของเศษแก้วที่ใช้ได้มาจากการทดลองแล้วให้คุณสมบัติที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 20 (โดยน้ำหนัก) เปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตทั่วไป โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 8.0 แสดงผลได้ดังนี้

การจัดทำบัญชีรายการ

1. การได้มาของวัตถุดิบ

เป็นขั้นตอนของการสกัดวัตถุดิบมาจากแหล่งธรรมชาติ จนมาเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในงานในกระบวนการผลิตต่อไป โดยในงานวิจัยนี้ในขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบจะอ้างอิงมาจากรายงานข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 8.0

2. การขนส่ง เริ่มตั้งแต่แหล่งผลิตวัตถุดิบไปยังสถานที่ที่ทำการผลิตอิฐคอนกรีต

โดยปูนซีเมนต์เริ่มมาจากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ขนส่งโดยใช้รถบรรทุก 28 ตัน ส่งไปยังเกาะลอย จังหวัดชลบุรี แล้วขนส่งทางเรือและรถบรรทุกขนาดเล็กไปยังเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

ทรายเริ่มมาจาก อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ขนส่งโดยใช้รถบรรทุก 28 คัน ส่งไปยังเกาะลอย จังหวัดชลบุรี แล้วขนส่งทางเรือและรถบรรทุกขนาดเล็ก ไปยังเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

ส่วนเศษแก้วเป็นขยะที่เกิดขึ้นบนเกาะสีชัง และมีการเก็บรวบรวมไว้ที่ลานเทกองของเกาะสีชังอยู่แล้ว จึงไม่คิดการขนส่ง โดยบัญชีรายการของการขนส่งที่ใช้ในการผลิตอิฐคอนกรีตในงานวิจัย และอิฐคอนกรีตทั่วไป แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บัญชีรายการของการขนส่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอิฐคอนกรีตในงานวิจัย และอิฐคอนกรีตทั่วไป

วัตถุดิบ	ชนิดของการขนส่ง	อิฐคอนกรีต ในงานวิจัย		อิฐคอนกรีตทั่วไป	
		ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
ปูนซีเมนต์	รถบรรทุก 28 คัน	8.31	tkm	8.31	tkm
	เรือขนสินค้า	0.39	tkm	0.39	tkm
	รถบรรทุกขนาดเล็ก	0.10	tkm	0.10	tkm
ทรายหยาบ	รถบรรทุก 28 คัน	1.40	tkm	1.80	tkm
	เรือขนสินค้า	0.91	tkm	1.17	tkm
	รถบรรทุกขนาดเล็ก	0.25	tkm	0.32	tkm

หมายเหตุ : tkm คือ ตัน-กิโลเมตร

3. การเตรียมวัตถุดิบ และการผลิตอิฐคอนกรีต

เป็นขั้นตอนที่ประกอบด้วย ขั้นตอนการล้าง การบด การร่อนคัดขนาดของวัตถุดิบ และการผสมวัตถุดิบเข้าด้วยกัน ในการศึกษาวัตถุดิบที่ใช้ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ ทรายหยาบ เศษแก้ว และน้ำประปา และในการผลิตอิฐคอนกรีตทั่วไป วัตถุดิบที่ใช้ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ ทรายหยาบ และน้ำประปา โดยแต่ละขั้นตอนหลัก ๆ จะประกอบด้วยน้ำประปา และพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเครื่องบดใช้เวลา 15 นาที เครื่องร่อนคัดขนาดใช้เวลา 10 นาที และเครื่องผสมใช้เวลา 5 นาที โดยทั้ง 3 เครื่องใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า หรือเท่ากับ 2.24 กิโลวัตต์ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บัญชีรายการของการผลิตอิฐคอนกรีตในงานวิจัย และอิฐคอนกรีตทั่วไป

ขั้นตอน	ชนิดของ สารขาเข้า	อิฐคอนกรีตในงานวิจัย		อิฐคอนกรีตทั่วไป	
		ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
การเตรียมวัตถุดิบ					
การล้างเศษแก้ว	น้ำประปา	18.3	kg	-	-
การบดเศษแก้ว	พลังงานไฟฟ้า	0.5595	kWh	-	-
การร่อนคัดขนาด	พลังงานไฟฟ้า	0.5595	kWh	-	-
การผลิต					
การผสม	พลังงานไฟฟ้า	0.1857	kWh	0.1857	kWh

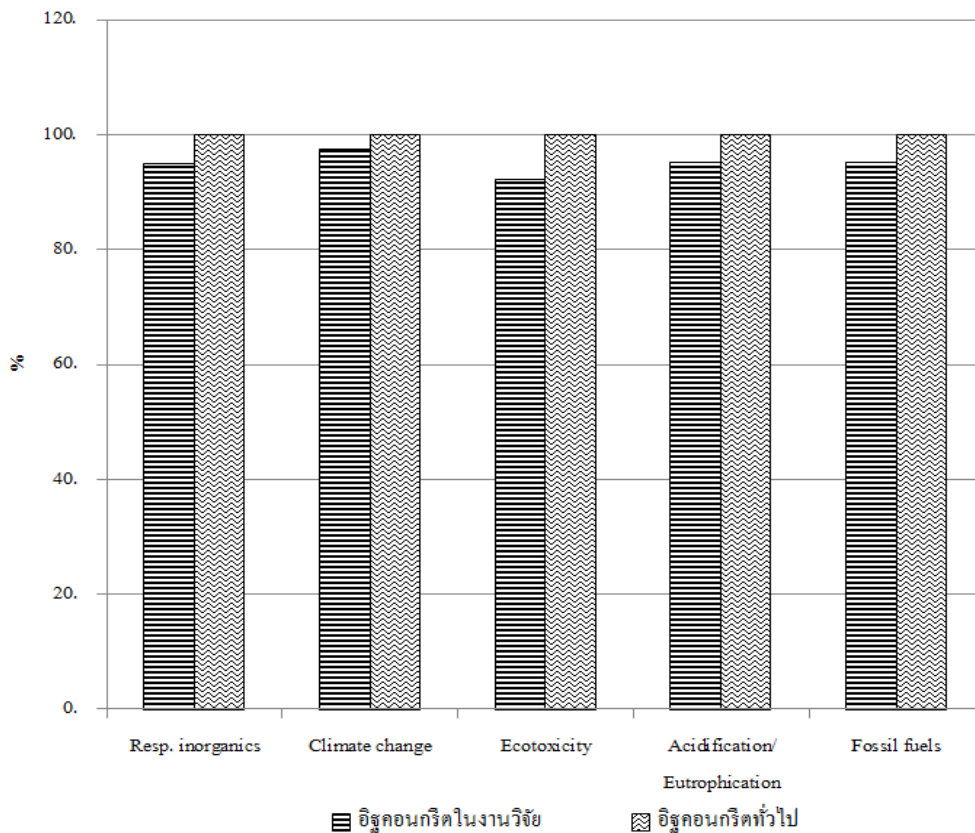
หมายเหตุ : kWh คือ กิโลวัตต์-ชั่วโมง

kg คือ กิโลกรัม

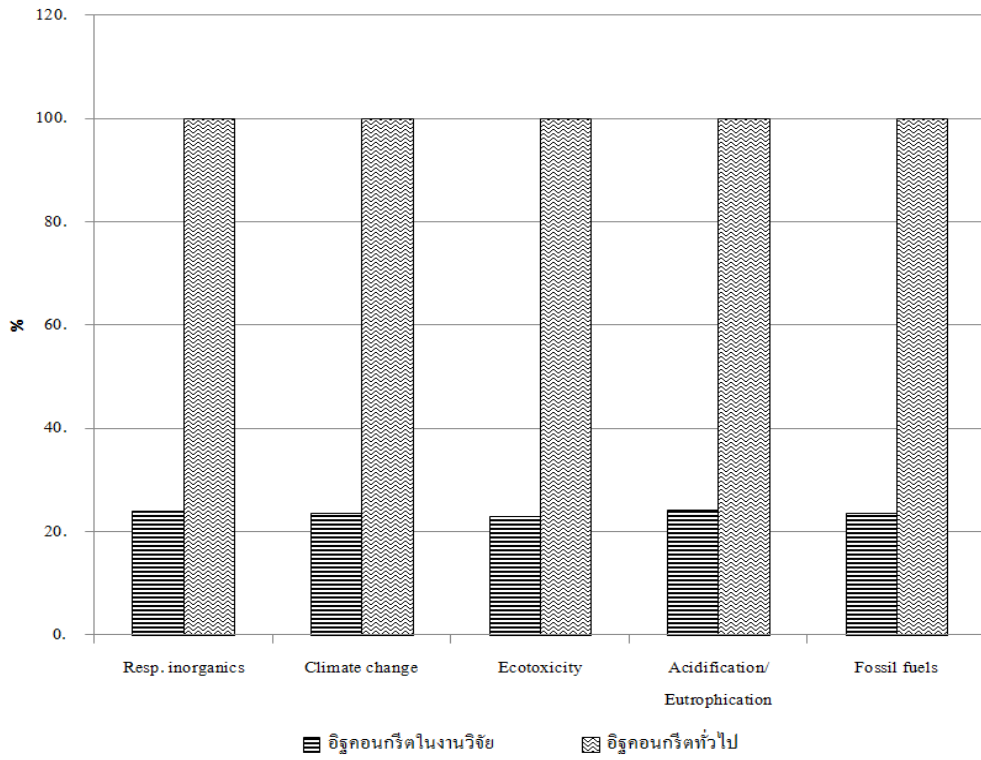
ผลจากการประเมินวัฏจักรชีวิต

หลังจากเก็บรวบรวมบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 8.0 ด้วยวิธี Eco-Indicator 99 เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการได้มาของวัตถุดิบ การขนส่ง และการผลิต อิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป แสดงผลออกมาในรูปแบบของกราฟ แบ่งเป็นการกำหนดบทบาท (Characterization) และคะแนนเชิงเดี่ยว (Single Score)

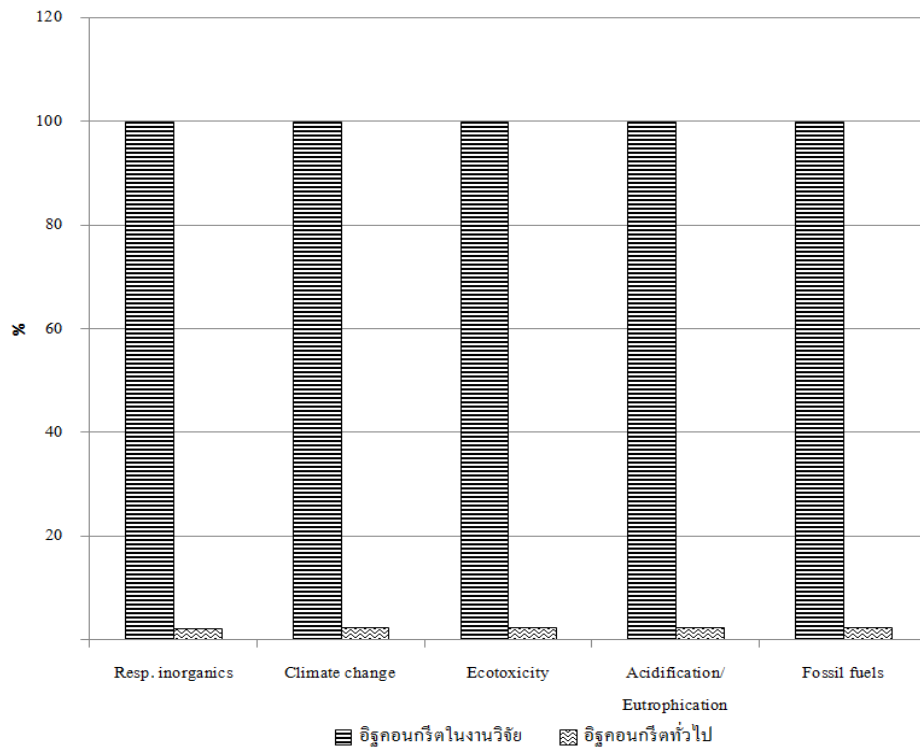
จากการประเมินวัฏจักรชีวิตแสดงผลแบบแยกรายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการกำหนดบทบาท พบว่าการผลิตอิฐคอนกรีตทั่วไปในกระบวนการได้มาของวัตถุดิบ และการขนส่ง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าอิฐคอนกรีตในงานวิจัย ดังรูปที่ 2 และ 3 เนื่องมาจากการผลิตอิฐคอนกรีตในงานวิจัยนั้น ใช้ทรายหยาบน้อยกว่าอิฐคอนกรีตทั่วไป ดังข้อมูลในตารางที่ 1 จึงส่งผลให้การได้มาของวัตถุดิบและการขนส่งมีค่าน้อยกว่า ส่วนในกระบวนการผลิตจะพบว่า อิฐคอนกรีตในงานวิจัยจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่า ดังรูปที่ 4 เนื่องมาจากการใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวมนั้น จะต้องมีขั้นตอนการเตรียมเศษแก้วให้พร้อมใช้งานก่อน โดยมีขั้นตอนการล้าง การบด รวมไปถึงการร่อนคัดขนาด ดังข้อมูลในตารางที่ 2 จึงทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบทุกกระบวนการดังรูปที่ 5 จะพบว่าการผลิตมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ การได้มาของวัตถุดิบ และการขนส่ง เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการใช้พลังงานน้อยกว่าในกระบวนการอื่น ๆ



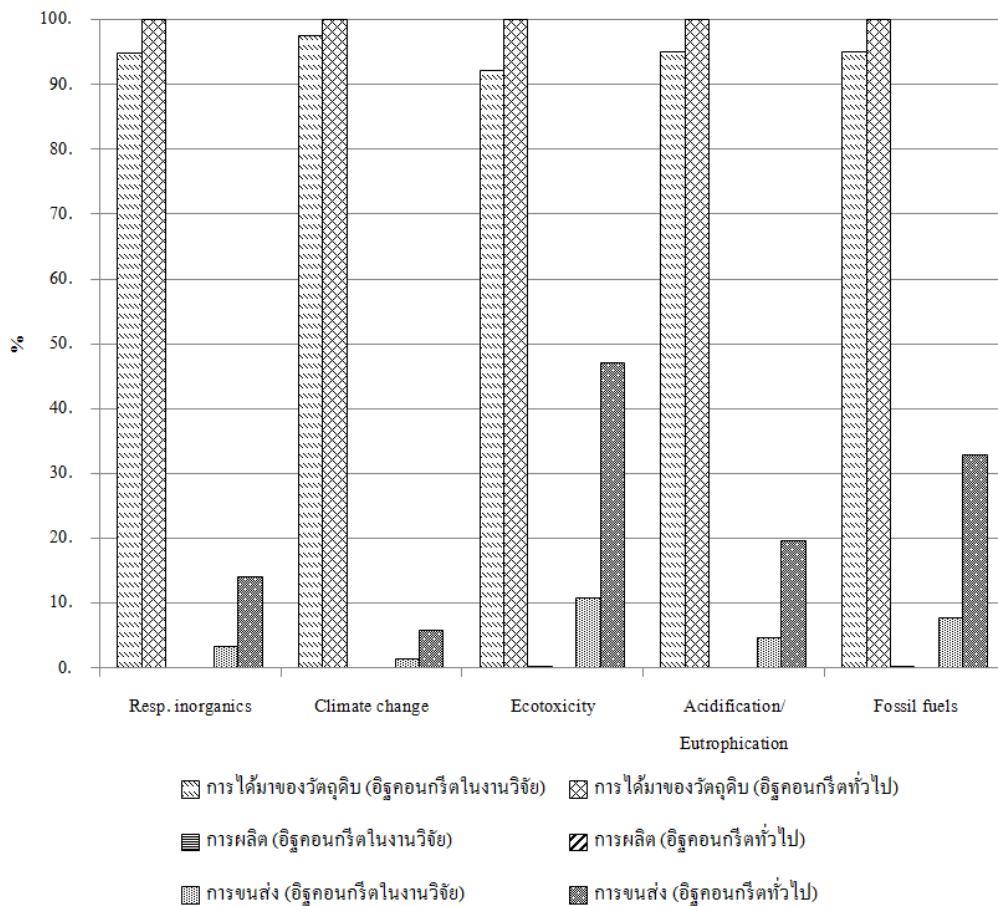
รูปที่ 2 เปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการได้มาของวัตถุดิบในการผลิตอิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป



รูปที่ 3 เปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการขนส่งในการผลิตอิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป

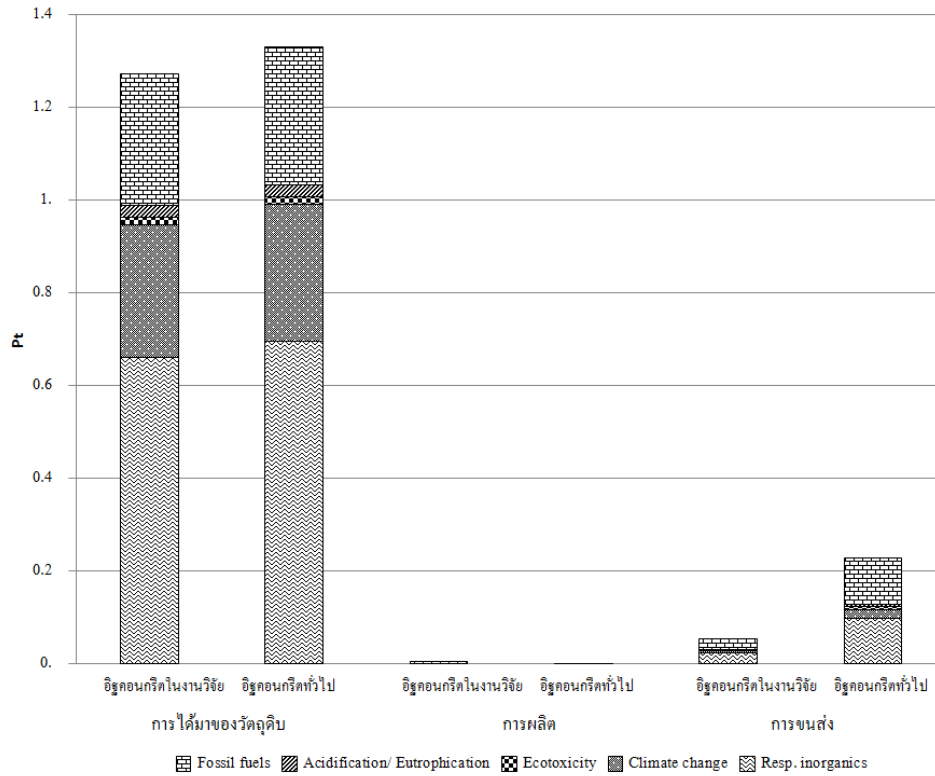


รูปที่ 4 เปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตอิฐคอนกรีตในการผลิตอิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป



รูปที่ 5 เปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของทุกกระบวนการของอิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป

และเมื่อนำมาให้น้ำหนักความสำคัญ (Weighting) แสดงแบบผลกระทบโดยรวม โดยคิดเป็นคะแนนเชิงเดี่ยว (Single Score) ซึ่งผลกระทบทุกประเภทจะถูกนำมาประเมินให้อยู่ในหน่วยเดียวกันคือ หน่วย “Point” หรือ “Pt” แสดงค่าดังตารางที่ 3 และรูปที่ 6 พบว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มากที่สุดคือ สารอนินทรีย์ที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Inorganics) โดยเฉพาะในกระบวนการการได้มาของวัสดุดิบของทั้งอิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป มีค่าเท่ากับ 0.659 และ 0.694 Pt ตามลำดับ ซึ่งเกิดมาจาก PM 2.5 ในขั้นตอนสกัดวัสดุดิบ และการเผาไหม้เชื้อเพลิง (Jolliet et al., 2003) รองลงมาคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) และเชื้อเพลิงธรรมชาติ (Fossil fuels) มีค่าเท่ากับ 0.288 และ 0.295 Pt และ 0.283 และ 0.298 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตปูนซีเมนต์ (Hoenig, Schneider, 2002) ส่วนในการขนส่ง ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือ สารอนินทรีย์ที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Inorganics) รองลงมาคือ เชื้อเพลิงธรรมชาติ (Fossil Fuels) เช่นเดียวกัน โดยพบว่าอิฐคอนกรีตทั่วไปมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับอิฐคอนกรีตในงานวิจัย มีค่าเท่ากับ 0.979 และ 0.235 mPt และ 0.980 และ 0.230 mPt ตามลำดับ เนื่องจากการนำเศษแก้วมาใช้แทนที่มวลรวมนั้น ทำให้การขนส่งวัสดุดิบเพื่อใช้ในการผลิตอิฐคอนกรีตลดลง จึงช่วยลดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและการใช้ทรัพยากรได้



รูปที่ 6 เปรียบเทียบคะแนนเชิงเดี่ยวของทุกกระบวนการของอิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป

ตารางที่ 3 ค่าเปรียบเทียบของคะแนนเชิงเดี่ยวของทุกกระบวนการของอิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป

ผลกระทบ	หน่วย	อิฐคอนกรีตในงานวิจัย	อิฐคอนกรีตทั่วไป
การได้มาของวัตถุดิบ			
Respiratory Inorganics	Pt	6.59E-01	6.94E-01
Climate Change	Pt	2.88E-01	2.95E-01
Ecotoxicity	Pt	1.61E-02	1.75E-02
Acidification/ Eutrophication	Pt	2.45E-02	2.57E-02
Fossil Fuels	Pt	2.83E-01	2.98E-01
รวม	Pt	1.27E+00	1.33E+00
การผลิต			
Respiratory Inorganics	mPt	4.19E-01	8.80E-03
Climate Change	mPt	2.99E-01	7.00E-03
Ecotoxicity	mPt	4.44E-02	1.00E-03
Acidification/ Eutrophication	mPt	1.67E-02	4.00E-04
Fossil Fuels	mPt	9.81E-01	2.33E-02
รวม	mPt	1.76E+00	4.05E-02

ตารางที่ 3 ค่าเปรียบเทียบของคะแนนเชิงเดี่ยวของทุกกระบวนการของอิฐคอนกรีตในงานวิจัยและอิฐคอนกรีตทั่วไป (ต่อ)

ผลกระทบ	หน่วย	อิฐคอนกรีตในงานวิจัย	อิฐคอนกรีตทั่วไป
การขนส่ง			
Respiratory Inorganics	mPt	2.35E+01	9.79E+01
Climate Change	mPt	4.06E+00	1.72E+01
Ecotoxicity	mPt	1.89E+00	8.23E+00
Acidification/ Eutrophication	mPt	1.23E+00	5.08E+00
Fossil Fuels	mPt	2.30E+01	9.80E+01
รวม	mPt	5.37E+01	2.26E+02
รวมทั้งหมด	Pt	1.33E+00	1.56E+00

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวม (ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก) เปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตอิฐคอนกรีตทั่วไป ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 8.0 ด้วยวิธี Eco-indicator 99 โดยศึกษาตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การขนส่ง และการผลิต หรือที่เรียกว่า “Cradle to Gate” และมีหน่วยการทำงาน (Functional Unit) คือ อิฐคอนกรีตต่อพื้นที่การใช้งาน 1 ตารางเมตร (จำนวน 50 ก้อน) พบว่าการได้มาของวัตถุดิบ เป็นกระบวนการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด รองลงมาคือ การขนส่ง โดยเฉพาะการผลิตอิฐคอนกรีตแบบทั่วไป ซึ่งการผลิตอิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวมมีผลกระทบน้อยกว่า เนื่องจากสามารถลดปริมาณการใช้ทรายหยาบซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ รวมทั้งยังสามารถลดการใช้พลังงานและค่าขนส่งทรายหยาบไปยังเกาสีซังได้ ซึ่งการใช้อิฐคอนกรีตที่ใช้เศษแก้วแทนที่มวลรวมนี้สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ร้อยละ 17.3 (ต่อการใช้งาน 1 ตารางเมตร) และเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการจัดการปัญหาเศษแก้วที่มีจำนวนมากบนเกาสีซัง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโปรแกรมวิจัย Municipal Solid Waste and Hazardous Waste Management Program HSM-PJ-CT-17-02 สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สบว.) สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือแนวทางการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย. กรุงเทพฯ: รุ่งศิลป์การพิมพ์ (1997);

2551.

กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2561. กรุงเทพฯ: วงศ์สว่างพับลิชชิ่ง แอนด์ พริ้นติ้ง;

2560.

- จรรยา พันธมา. การประยุกต์เปลือกหอยแมลงภู่มูลและหอยแครงผสมกับเศษแก้วและขยะปูนซีเมนต์เพื่อผลิตอิฐคอนกรีต [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ]. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2559.
- เทศบาลตำบลเกาะสีชัง. รายงานสถานการณ์ ปัญหา และการบริหารจัดการขยะมูลฝอย ปี 2557. ชลบุรี: [ม.ป.พ.]; 2557.
- นฤมล รัตนสุวรรณ. “ขยะ”ที่เกาะสีชัง. มติชน 18 กุมภาพันธ์ 2559: 10.
- ปิยชาติ ศิลปะสุวรรณ. ขยะมูลฝอย ปัญหาใหญ่ที่ประเทศกำลังเผชิญ. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา; 2557.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. คู่มือการจัดการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ภายใต้โครงการ “การจัดทำฐานข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตปูนซีเมนต์และเหล็กกล้าเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม”. นนทบุรี: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย; 2547.
- Hoening V, Schneider M. VDZ Congress 2002 Process Technology of Cement Manufacturing. Germany: Dusseldorf; 2002.
- International Organization for Standard ISO14040. Environmental management Life Cycle assessment – Principles and framework. Switzerland; 2006.
- Jolliet O, Margni M, Charles R, Humbert S, Payet J, Rebitzer G, et al. IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology. Int J LCA 2003; 8(6): 324-330.