



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

วัฏจักรชีวิตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการกากอุตสาหกรรม
ประเภทไม่อันตรายโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของประเทศไทย
Life Cycle Analysis of Greenhouse Gas Emissions from Non-hazardous
Industrial Waste Management by Sanitary Landfill System in Thailand

ปทุมพร มณีรัตน์ (Patoomporn Maneerat)¹หาญพล พึ่งรัศมี (Hampon Phungrassami)² ไพรัช อุศุภรัตน์ (Phairat Usubharatana)³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากหลุมฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลในประเทศไทย โดยใช้หลักการของการประเมินวัฏจักรชีวิต สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม องค์ประกอบของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เครื่องยนต์ใช้ในการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรมมายังหลุมฝังกลบ และขั้นตอนและวิธีการจัดการกากอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้แก้ไขปัญหาในอนาคตต่อไป ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการนำกากอุตสาหกรรมไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการดำเนินกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นเป็นปริมาณมากถึง 2,433 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปริมาณของเสีย 1,000 กิโลกรัม ตั้งแต่การขนส่งกากอุตสาหกรรมไปฝังหลุมฝังกลบ การฝังกลบของเสียอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และการบำบัดน้ำชะขยะ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องจึงต้องมีมาตรการในการป้องกันและลดของเสียจากแหล่งกำเนิดให้ได้มากที่สุด และลดปริมาณของเสียที่นำไปฝังกลบซึ่งเป็นการจัดการของเสียที่ปลายเหตุ ประโยชน์จากการวิจัยนี้ทำให้ผู้ก่อกำเนิดของเสีย ผู้ขนส่งของเสีย และผู้รับกำจัดของเสีย ตลอดจนหน่วยงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและบุคคลทั่วไป ได้ตระหนักถึงผลกระทบและมลพิษที่มีต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการที่ภาคอุตสาหกรรมได้ส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประเภทไม่อันตรายไปกำจัด โดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่มีใบอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมในการประกอบกิจการอย่างถูกต้องตามกฎหมายในประเทศไทย และถูกต้องตามหลักวิชาการ

คำสำคัญ กากอุตสาหกรรม การประเมินวัฏจักรชีวิต การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การฝังกลบของเสียอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

² รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

³ รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

Abstract

This research is an applied research to perform a life cycle analysis of greenhouse gas emissions from non-hazardous industrial waste management by sanitary landfill in Thailand. Life-cycle assessment (LCA) was taken into account to analyze data on factory industrial waste or unused materials, and their components, fossil fuels used by trucks transporting the materials from factory to landfill, and processes and methods of waste management. Results were greenhouse gas emissions from workplace activities involving industrial waste transportation from factory to landfills did cause environmental impact for 2,433 kg.CO₂ eq/1,000 kg. of non-hazardous waste weight. Sanitary landfill and wastewater treatment systems were affected by leachate. These findings suggest that extra measures should be taken to reduce industrial waste source materials as well as landfill, to diminish the problems of industrial waste management. The advantage of this research is that the waste generator, transporter and processor were considered. Environmental impact of greenhouse gas (GHG) emissions is widely understood. Non-hazardous industrial waste or unused materials are authorized for disposal in sanitary landfill with legal permission by Thailand's Department of Industrial Works.

Keywords: Industrial waste, Life cycle assessment (LCA), Greenhouse gas (GHGs), Sanitary Landfill



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

บทนำ

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้มีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น จากจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยนั้นมีมากถึง 140,000 โรงงาน แต่ในทางกลับกันก็ก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบจากการจัดการกากอุตสาหกรรมที่ยังไม่มีประสิทธิภาพมากนัก ซึ่งเป็นปัญหาด้านการจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) ของฝ่ายต่างๆที่มีความเกี่ยวข้อง เช่น ผู้ก่อกำเนิดของเสีย (Waste Generator; WG) ขาดความรู้ ความเข้าใจกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และขาดทัศนคติที่ดีต่อการจัดการของเสียเนื่องจากราคากำจัดและการขนส่งของเสียมีราคาที่สูง ทำให้ไม่ส่งของเสียไปบำบัดหรือกำจัดตามที่ได้รับอนุญาตหรือส่งของเสียไปบำบัดหรือกำจัดโดยที่ของเสียนั้นยังสามารถใช้ประโยชน์ใหม่ได้หรือนำกลับมาใช้ซ้ำได้ต้องถูกทำลายไปด้วย ผู้รับกำจัดของเสีย (Waste Processor; WP) ขาดแคลนพื้นที่สำหรับใช้เป็นสถานที่ของหลุมฝังกลบ, การดำเนินงานและการดูแลรักษาระบบหลุมฝังกลบไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร, การดำเนินงานต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญ และผู้ขนส่งของเสีย (Waste Transporter; WT) ไม่แจ้งการรับของเสีย หรือของเสียไปไม่ถึงผู้รับกำจัดปลายทาง (กระทรวงอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2558) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาร้องเรียนเกี่ยวกับกากอุตสาหกรรมถึง 125 เรื่องในปี 2558 – 2559 (กระทรวงอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2560)

ถึงแม้การฝังกลบเป็นวิธีการจัดการขยะมูลฝอยที่ทั่วโลกใช้มากที่สุด และมีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากแต่ยังไม่มีกรณีเผยแพร่ความรู้มากนัก (Simone Manfredi, 2009) ประเทศกำลังพัฒนาในเอเชียส่วนใหญ่ยังคงจัดการขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบซึ่งจะเกิดกระบวนการหมักขยะอินทรีย์แบบไร้อากาศ (Anaerobic decomposition) ทำให้เกิดก๊าซในหลุมฝังกลบที่เรียกว่า Landfill gas (LFG) ซึ่งองค์ประกอบหลักประกอบด้วยก๊าซมีเทนร้อยละ 60 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 40 (CRA, 2553) โดยปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณและองค์ประกอบของ ขยะมูลฝอย ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และวิธีการจัดการ โดยทั่วไปปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณสารอินทรีย์และความชื้นเพิ่มขึ้น ดังนั้นหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลมีศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนมากกว่าหลุมฝังกลบที่ไม่มีการจัดการ (เทกอง) เนื่องจากขยะที่อยู่ด้านบนส่วนใหญ่เกิดการย่อยสลายแบบใช้อากาศ หลุมฝังกลบที่ไม่มีการจัดการที่มีความลึกมากจะเกิดก๊าซมีเทนมากกว่าหลุมฝังกลบที่ไม่มีการจัดการซึ่งมีความลึกน้อยกว่า (Menikpura and Sang-Arun, 2013) ดังนั้นการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) อย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล เป็นระบบกำจัดของเสียในขั้นตอนสุดท้าย มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินการน้อยกว่าวิธีอื่น การจัดการไม่สลับซับซ้อนมากนัก มีความยืดหยุ่นมากในการรองรับ ทั้งด้านปริมาณและลักษณะของของเสีย แต่ก็ใช้พื้นที่ในการดำเนินงานบริเวณกว้าง มีค่าใช้จ่ายในการดูแลและฟื้นฟูพื้นที่ในระยะยาวไม่น้อยกว่า 10 ปี ต้องมีการติดตามตรวจสอบน้ำชะขยะ (Landfill Leachate) และ Land Gas ทำให้วิธีการฝังกลบเป็นที่นิยมสำหรับภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยในการที่จะส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมากำจัด (กระทรวงอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549)

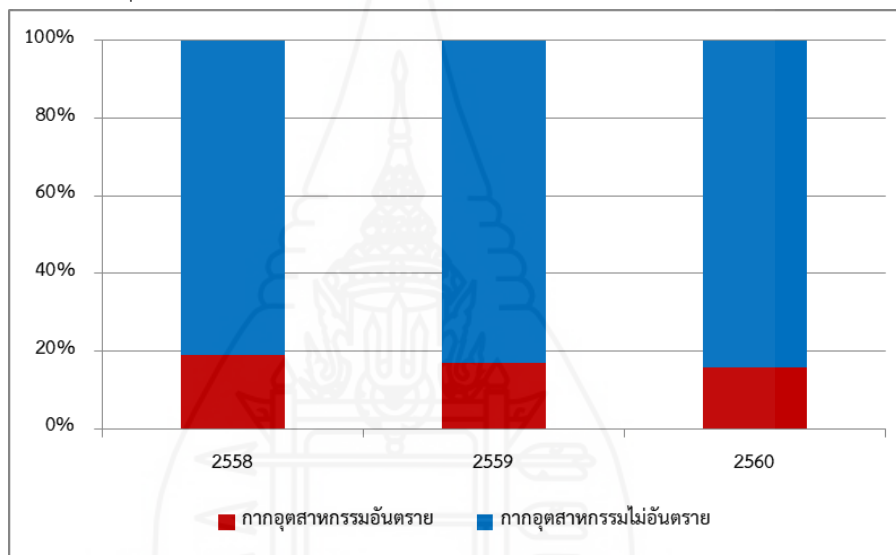
จากข้อมูลของกระทรวงอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณกากอุตสาหกรรมของประเทศไทย จากฐานข้อมูลการรายงานการนำออกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกโรงงาน ตั้งแต่ พ.ศ. 2558 – 2560 ดังภาพที่ 1 พบว่า ปริมาณของกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตราย (Non-hazardous industrial waste) มีปริมาณที่โรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นผู้ก่อกำเนิดของเสียแจ้งข้อมูล 4,249,028.66 ตันต่อปี, 5,362,379.18 ตันต่อปี และ 6,168,326.91 ตันต่อปีตามลำดับ และปริมาณของกากอุตสาหกรรมประเภทอันตราย (Hazardous industrial waste) มีปริมาณที่โรงงานอุตสาหกรรมที่



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

เป็นผู้ก่อกำเนิดของเสียแจ้งข้อมูล 990,925 ตันต่อปี, 1,086,637.1 ตันต่อปี, 1,160,658.09 ตันต่อปี ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณของกากอุตสาหกรรมทั้งสองประเภท พบว่ากากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายมีปริมาณที่มากกว่ากากอุตสาหกรรมประเภทอันตรายมากถึง 5 เท่า จึงได้ทำการศึกษาข้อมูลของการกำจัดหรือบำบัดกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตราย พบว่ากากอุตสาหกรรมบางส่วนถูกส่งไปกำจัดโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้สำหรับกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่เป็นกากอุตสาหกรรมอันตรายเท่านั้น โดยข้อมูลจากการแจ้งการส่งกำจัดกากอุตสาหกรรม พบว่าในปี พ.ศ. 2559 – 2560 มีกากอุตสาหกรรมที่นำไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลปริมาณ 154,741.65 ตันต่อปี, 139,324.06 ตันต่อปี ตามลำดับ คิดเป็น 2.89%, 2.76% ของการส่งกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายไปกำจัดตามลำดับ (กระทรวงอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2559-2560)



ภาพที่ 1 อัตราส่วนของกากอุตสาหกรรมในประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2558 - 2560

ที่มา: กระทรวงอุตสาหกรรม, กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2558 – 2560)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากหลุมฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในประเทศไทย โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต
2. เพื่อศึกษาแนวทางหรือหลักปฏิบัติในการจัดการของเสียจากกากอุตสาหกรรม ที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในประเทศไทย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายของประเทศไทย ซึ่งมีการส่งกำจัดหรือบำบัดไปยังผู้รับกำจัดสิ่งปฏิกูลและวัสดุที่ไม่ใช่แล้วอย่างถูกต้องตามกฎหมาย ดังนี้

1. การเก็บข้อมูลตัวแปร: ปริมาณของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม องค์ประกอบของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เครื่องยนต์ใช้ในการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรมมายังหลุมฝังกลบ ขั้นตอนและวิธีการจัดการขยะอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 2559 - 2560

2. สถานที่ที่ใช้ในการศึกษา: โรงงานที่ให้บริการรับฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว ในปัจจุบันของประเทศไทย (โรงงานลำดับที่ 105) ซึ่งประเทศไทยมีบริษัทซึ่งเป็นผู้รับกำจัดของเสียโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล 3 แห่ง ได้แก่ บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน) บริษัท เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน จำกัด (มหาชน) และบริษัท โปรเฟสชั่นแนล เวสต์ เทคโนโลยี (1999) จำกัด (มหาชน)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา:

3.1 โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา

โปรแกรม Simapro และโปรแกรม Microsoft office

3.2 วิธีที่ใช้ในการประเมินวัฏจักรชีวิต

ในการศึกษาวัฏจักรชีวิตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตราย โดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของประเทศไทยนี้ ได้เลือกใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต เป็นเครื่องมือในการศึกษาเพื่อพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทั้งหมดที่เกิดขึ้น โดยครอบคลุมขอบเขตการศึกษาตั้งแต่ของเสียประเภทไม่อันตรายที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม ถูกขนส่งโดยผู้รับกำจัดของเสีย ไปยังหลุมฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล จนเสร็จสิ้นกระบวนการฝังกลบในอนาคต

3.2.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา (Goal and Scope definition)

การกำหนดเป้าหมาย (Goal): เพื่อประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากหลุมฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วในประเทศไทย โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งทำให้ผู้ก่อกำเนิดของเสีย, ผู้ขนส่งของ, ผู้รับกำจัดของเสีย ตลอดจนหน่วยงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และบุคคลทั่วไป ได้ตระหนักถึงผลกระทบและมลพิษที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการที่ภาคอุตสาหกรรมได้ส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วที่ไม่อันตรายไปฝังกลบไปยังวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ที่มีใบอนุญาตการประกอบกิจการอย่างถูกต้องตามกฎหมายในประเทศไทย และถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยบุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียสามารถเพิ่มอัตราการป้องกันมลพิษที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทั้งวิธีในเชิงนโยบาย และวิธีในเชิงปฏิบัติ โดยการลดการเกิดของเสีย, การใช้ซ้ำ, การนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นการจัดการของเสียที่ต้นทางหรือแหล่งกำเนิดให้ได้มากที่สุด เพื่อลดอัตราการส่งของเสียไปบำบัดหรือกำจัด ซึ่งเป็นการจัดการของเสียที่ปลายเหตุ

ขอบเขตของระบบ (System boundary):

การศึกษานี้เป็นการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) แบบ Cradle to Grave ของการจัดการกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของประเทศไทย เริ่มต้นจากการที่ผู้



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

ก่อกำเนิดของเสีย หรือโรงงานอุตสาหกรรมมีความต้องการที่จะส่งของเสียไปกำจัด จะต้องติดต่อไปยังบริษัทผู้รับกำจัดหรือบำบัดของเสีย เพื่อตรวจสอบลักษณะของของเสียนั้นว่าเป็นประเภทใด เช่น มีของเสียไม่ทราบประเภทที่แน่ชัด ทางโรงงานผู้ก่อกำเนิดจะต้องติดต่อไปยังบริษัทผู้รับกำจัดของเสียเพื่อนำของเสียดังกล่าวไปตรวจสอบประเภทว่าเป็นกากอุตสาหกรรมอันตรายหรือไม่อันตราย และสามารถบำบัดหรือกำจัดโดยวิธีของผู้รับกำจัด/บำบัดของเสีย ได้เองหรือไม่ เมื่อบริษัทผู้รับกำจัดหรือบำบัดของเสียทราบผลจะแจ้งให้ผู้ก่อกำเนิดของเสีย เพื่อดำเนินการแจ้งขออนุญาตกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมในการนำออกของเสียหรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่ใช่แล้วไปกำจัดต่อไป โดยบริษัทผู้รับกำจัดหรือบำบัดของเสียจะติดต่อบริษัทที่รับผิดชอบในการขนส่งของเสีย ให้ขนส่งของเสียจากโรงงานของผู้ก่อกำเนิดของเสีย มายังบริษัทผู้รับกำจัดหรือบำบัดของเสีย โดยในประเทศไทยมีบริษัทซึ่งเป็นผู้รับกำจัดของเสียโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล 3 แห่ง ได้แก่ บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน) บริษัท เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน จำกัด (มหาชน) และบริษัท โปรเฟสชั่นแนล เวสต์ เทคโนโลยี (1999) จำกัด (มหาชน) ซึ่งในการศึกษานี้บริษัทผู้รับกำจัดหรือบำบัดของเสียได้ใช้วิธีการฝังกลบในการกำจัดของเสียจากอุตสาหกรรม โดยก่อนนำไปฝังกลบจะต้องตรวจสอบของเสียอีกครั้งเพื่อยืนยันข้อมูลลักษณะของของเสียว่าเป็นกากอุตสาหกรรมประเภทอันตราย หรือประเภทไม่อันตราย เนื่องจากกากอุตสาหกรรมทั้งสองประเภทใช้วิธีการฝังกลบที่แตกต่างกัน เมื่อฝังกลบไปช่วงระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการย่อยสลายของของเสีย ทำให้เกิดน้ำชะขยะออกมาจากหลุมฝังกลบ ดังนั้นบริษัทผู้รับกำจัดหรือบำบัดของเสียจะต้องออกแบบระบบรวบรวมน้ำชะขยะเพื่อนำมาบำบัดต่อไป

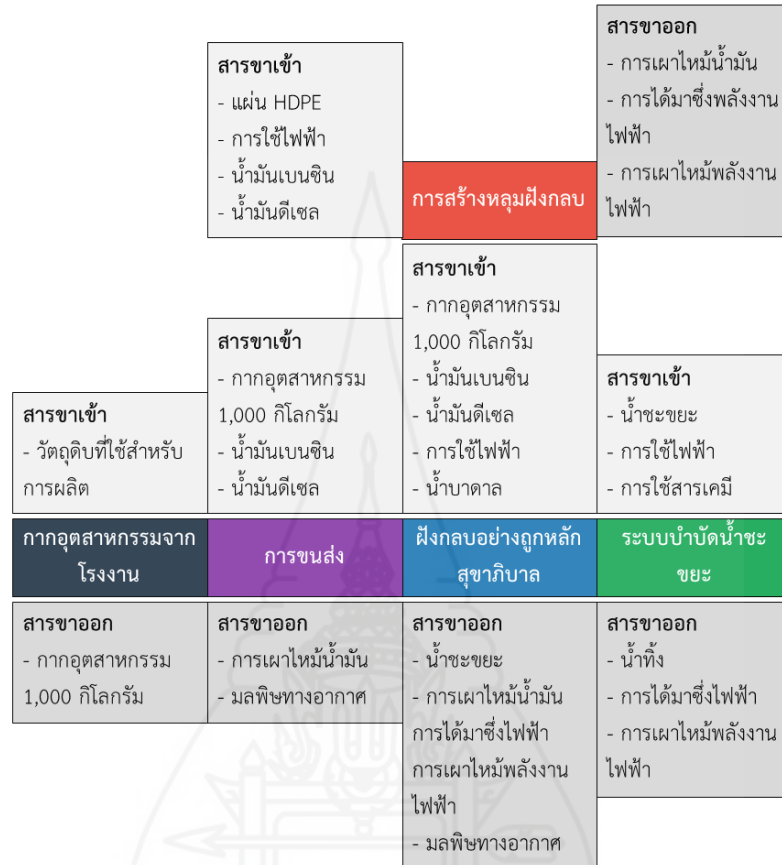
หน่วยการทำงานของระบบ (Functional unit): ปริมาณของเสียเทียบกับน้ำหนัก 1,000 กิโลกรัม ซึ่งเป็นของเสียประเภทไม่อันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย

3.2.2 การทำบัญชีรายการ (Inventory analysis)

ในการจัดการกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของประเทศไทยนั้น มีกิจกรรมหลักที่เกี่ยวข้องดังนี้ โรงงานก่อกำเนิดของเสีย การขนส่งของเสียจากโรงงานผู้ก่อกำเนิดไปยังหลุมฝังกลบ การก่อสร้างหลุมฝังกลบ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และการบำบัดน้ำชะขยะดังภาพที่ 2 ซึ่งในแต่ละกิจกรรมนั้นมีการใช้ทรัพยากรสำหรับดำเนินกิจกรรมให้เกิดประสิทธิภาพ และเกิดผลลัพธ์ที่สามารถส่งต่อไปยังกิจกรรมถัดไปได้



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8
The 8th STOU National Research Conference



ภาพที่ 2 รายการสิ่งแวดล้อมของการจัดการกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของประเทศไทย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

โดยการศึกษาวิจัยจักรชีวิตของการจัดการขยะอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลัก
สุขาภิบาลของประเทศไทยมีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนการดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาเพื่อประเมินวัฏจักรชีวิตของการจัดการกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของประเทศไทย ผู้ศึกษาได้มีการวางแผนสำหรับการดำเนินการศึกษา โดยเริ่มจากการศึกษางานวิจัยของทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะศึกษา และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียโดยวิธีการฝังกลบ การประเมินวัฏจักรชีวิต กฎหมายของประเทศไทย เป็นต้น โดยทำการรวบรวมข้อมูลตัวแปรที่สำคัญที่ใช้สำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิต เช่น ข้อมูลทรัพยากรที่ใช้ในการฝังกลบของเสีย ตั้งแต่กระบวนการขนส่งกากอุตสาหกรรมจากโรงงานผู้ก่อกำเนิดของเสียมายังหลุมฝังกลบเพื่อทำการกำจัดของเสีย ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายของการจัดการของเสีย ข้อมูลปริมาณของกากอุตสาหกรรมในประเทศไทย เป็นปริมาณของกากอุตสาหกรรมที่โรงงานผู้ก่อกำเนิดแจ้งข้อมูลมายังกระทรวงอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อยืนยันข้อมูลการนำออกของเสียหรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่ใช่แล้วตามกฎหมาย ข้อมูลของโรงงานที่ให้บริการฝังกลบของเสียในประเทศไทย โดยส่วนใหญ่จะให้บริการฝังกลบของเสียทั้งประเภทไม่อันตรายและประเภทอันตราย เป็นต้น และนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดเหล่านั้นมาประเมินวัฏจักรชีวิต เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อด้านสิ่งแวดล้อม เมื่อทราบถึงขนาดของผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้ว สามารถนำผลการประเมินนั้นมาพัฒนาการจัดการกากอุตสาหกรรมในปัจจุบันของประเทศไทย และนำเสนอมาตรการในการดำเนินงานเพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

ผลการศึกษา

จากการประเมินผลกระทบ (Impact analysis) ของกระบวนการการส่งกากอุตสาหกรรมจากโรงงานอุตสาหกรรมไปกำจัด โดยการขนส่งกากอุตสาหกรรมดังกล่าวไปยังหลุมฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และการบำบัดน้ำชะขยะที่มาจากหลุมฝังกลบ ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นเหล่านี้ล้วนมีการใช้ทรัพยากรในการดำเนินการและทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นดังภาพที่ 2 ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากทุกกิจกรรมของการฝังกลบกากอุตสาหกรรมเพื่อให้ครอบคลุมถึงกิจกรรมทั้งหมด

การคำนวณค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

$$\text{GHG Emissions} = \text{Activity Data (AD)} \times \text{Emission Factor (EF)} \quad (1.1)$$

กำหนดให้

GHG emissions: ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ตันหรือกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

Activity Data: ข้อมูลกิจกรรม

Emission Factor: ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg.GHGs/unit of activity)

การคำนวณค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากหลุมฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในประเทศไทย โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต พบว่า การฝังกลบกากอุตสาหกรรมไม่อันตรายในปัจจุบันของประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากกิจกรรม การขนส่งของเสีย การสร้างหลุมฝังกลบ การฝังกลบของเสียอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และการบำบัดน้ำชะขยะมากถึง 2,433 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปริมาณของเสีย 1,000 กิโลกรัม ซึ่งผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนี้จะสามารถทำให้ผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการของเสียจากการประกอบกิจการได้

อภิปรายผลการวิจัย

กรณีศึกษาในปัจจุบัน:

จากกรณีศึกษาเบื้องต้นของการประเมินวัฏจักรชีวิตของการจัดการกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของประเทศไทยดังภาพที่ 4 พบว่าในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นผู้ก่อกำเนิดของเสียส่วนใหญ่ มักจะพบกับปัญหาในการจัดการของเสียจากกระบวนการผลิต เช่น พนักงานที่เกี่ยวข้องไม่ตระหนักถึงการแยกประเภทของเสีย (ประเภทอันตราย – ไม่อันตราย) ในสถานที่รวบรวมของเสียหรือสถานที่จัดเก็บของเสียอย่างชัดเจน ส่งผลให้เมื่อผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งได้ส่งกากอุตสาหกรรมไปกำจัดหรือบำบัดเกิดการปะปนกันระหว่างกากอุตสาหกรรมทั้งประเภทอันตรายและไม่อันตราย โดยไม่มีการแยกของเสียตามประเภทที่ยังสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่เมื่อผ่านกระบวนการรีไซเคิลกับของเสียที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้แล้ว ทำให้โรงงานที่มีหน้าที่ในการกำจัดหรือบำบัดกากอุตสาหกรรมนั้น ใช้ทรัพยากรในการกำจัดหรือบำบัดกากอุตสาหกรรมอย่างไม่คุ้มค่า



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

นอกจากนี้ยังมีกากอุตสาหกรรมบางส่วนหลุดลอดปะปนอยู่ในบ่อฝังกลบชุมชน เนื่องจากมีค่ากำจัดที่ถูกลงกว่าประมาณ 300 – 400 บาทต่อตัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำจัดกากอุตสาหกรรมไม่อันตรายซึ่งมีค่ากำจัดประมาณ 1,200 – 1,500 บาทต่อตัน ซึ่งยังไม่รวมถึงค่าขนส่งประมาณ 3,000 – 5,000 บาทต่อเที่ยวการขนส่ง



ภาพที่ 4 ขอบเขตการประเมินวัฏจักรชีวิตของการจัดการกากอุตสาหกรรมประเภทไม่อันตรายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของประเทศไทย

แบบจำลองกรณีที่มีการปรับปรุงการจัดการของเสีย:

ในปัจจุบันถึงแม้ว่ากรมโรงงานอุตสาหกรรมจะมีระบบติดตามตรวจสอบสำหรับการจัดการกากอุตสาหกรรมที่ทันสมัยมากขึ้น แต่ก็ยังมีผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นผู้ก่อเกิดของเสียบางรายที่อาจจะเป็นผู้ประกอบการรายใหม่ หรือยังขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญในการเข้ามาดูแลรับผิดชอบในส่วนของการนำออกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มาจากกระบวนการผลิตของตนให้ถูกต้องตามกฎหมาย ทำให้ไม่สามารถที่จะถ่ายทอดองค์ความรู้ไปยังหน่วยงานต่างๆภายในองค์กร ให้ตระหนักถึงความสำคัญของการแยกประเภทของของเสียที่มาจากกระบวนการผลิตของโรงงานนั้นให้ถูกต้อง และง่ายต่อการส่งไปรีไซเคิล หรือการกำจัดต่อไป เช่น ทั้งกากอุตสาหกรรมประเภทพลาสติกประเภทที่ไม่สามารถใช้งานได้แล้วปะปนกับพลาสติกที่สามารถนำมาผ่านกระบวนการรีไซเคิลได้ ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมนั้นส่งกากอุตสาหกรรมเหล่านั้นไปกำจัดหรือฝังกลบทั้งหมด โดยที่ยังไม่มีขั้นตอนในการแยกประเภทของกากอุตสาหกรรมก่อน นอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดหรือบำบัดกากอุตสาหกรรมมากขึ้นเกินความจำเป็นแล้ว โรงงานอุตสาหกรรมยังขาดโอกาสที่จะมีรายได้เพิ่มเติมจากการที่นำกากอุตสาหกรรมที่ยังสามารถนำไปรีไซเคิลได้ไปจำหน่ายยังโรงงานผู้รับกำจัดหรือบำบัดที่มีใบอนุญาตในการรีไซเคิลของเสียอย่างถูกกฎหมายต่อไปดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แบบจำลองการจัดการกากอุตสาหกรรมไม่อันตราย โดยการแยกประเภทของของเสียตามชนิดให้ถูกต้องก่อนนำไปกำจัดต่อไป



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

สรุปผลการวิจัย

การกำจัดหรือบำบัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุโดยวิธีการนำไปฝังกลบควรเป็นวิธีสุดท้าย เนื่องจากส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระจุก ซึ่งสำหรับของเสียที่ไม่สามารถกำจัดด้วยวิธีการลดปริมาณที่แหล่งกำเนิด และควรเริ่มต้นการจัดการของเสียตั้งแต่ การใช้ซ้ำ (Source reduction and Reuse), การรีไซเคิล (Recycle), การหมักทำปุ๋ย (Composting), การเปลี่ยนขยะให้เป็นพลังงาน (Waste to energy) ดังนั้นในการจัดการของเสียควรเริ่มจากการรณรงค์ให้ความรู้ และออกมาตรการต่างๆ เพื่อลดปริมาณขยะที่แหล่งกำเนิดเป็นขั้นตอนแรก จากนั้นหาวิธีการรีไซเคิลวัสดุในของเสียเท่าที่จะเป็นไปได้ให้มากที่สุด เช่น การแยกประเภทของของเสียก่อนทิ้งให้ชัดเจน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ก่อเกิดของเสีย ผู้ขนส่งของเสีย ผู้รับกำจัดของเสีย ตลอดจนหน่วยงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และบุคคลทั่วไป ควรตระหนักถึงผลกระทบและมลพิษที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการที่ภาคอุตสาหกรรมได้ส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่อันตรายไปฝังกลบไปยังหลุมฝังกลบกากอุตสาหกรรมชนิดไม่อันตราย ที่มีใบอนุญาตการประกอบกิจการอย่างถูกต้องตามกฎหมายในประเทศไทย และถูกต้องตามหลักวิชาการ
2. ผู้ก่อเกิดของเสีย ผู้ขนส่งของเสีย ผู้รับกำจัดของเสีย ตลอดจนหน่วยงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และบุคคลทั่วไป ควรตระหนักถึงการเพิ่มอัตราการป้องกันมลพิษที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยการลดการเกิดของเสีย (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) จนไม่สามารถนำของเสียไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว ซึ่งเป็นการจัดการของเสียที่ต้นทางหรือแหล่งกำเนิด และลดอัตราการส่งของเสียไปบำบัดหรือกำจัด ซึ่งเป็นการจัดการของเสียที่ปลายทาง
3. เมื่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รับทราบถึงผลกระทบและมลพิษที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการที่ภาคอุตสาหกรรมได้ส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่อันตรายไปฝังกลบไปยังหลุมฝังกลบกากอุตสาหกรรมชนิดไม่อันตราย ควรนำไปกำหนดมาตรการสำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการกากอุตสาหกรรมในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นมาตรการในการป้องกันมลพิษสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเกิดเพิ่มขึ้น หรือกำหนดทิศทางของกฎหมายในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2560). แนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล, 1 – 98.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2558). คู่มือการจัดการกากอุตสาหกรรม. โครงการดำเนินการตามแผนแม่บทการพัฒนาเข้าสู่เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ, 1 – 100.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2549). คู่มือมาตรฐานการตรวจสอบโรงงานประกอบกิจการคัดแยกและฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (ประเภทโรงงานด้าลับที่ 105), 1 – 78.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2549). ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2549, 1 – 89.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 8

The 8th STOU National Research Conference

- บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน). (2556). รายงานความรับผิดชอบต่อสังคม, 1 – 60.
- บริษัท เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน จำกัด (มหาชน). (2560). รายงานประจำปี 2560, 1 – 254.
- บริษัท เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน จำกัด (มหาชน). (2560). รายงานความรับผิดชอบต่อสังคม, 1 – 94.
- บริษัท โพรเฟสชั่นแนล เวสต์ เทคโนโลยี (1999) จำกัด (มหาชน). (2559) รายงานประจำปี 2559, 1 – 170.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2550) สถานการณ์และการจัดการกากอุตสาหกรรม, 1 – 23.
- Assamoi and Lawryshyn. (2012). The environmental comparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion. *Waste Management*, 1019 – 1030. Toronto: University of Toronto.
- Obersteiner, Binner, Mostbauer and Salhofer. (2007). Landfill modelling in LCA – A contribution based on empirical data. *Waste Management*, 58 – 74. Vienna: BOKU University of Natural Resources and Applied Life Science.
- Khoo, L.Z. Tan and B.H. Tan. (2012). Projecting the environmental profile of Singapore's landfill activities. Comparisons of present and future scenarios based on LCA, *Waste Management*, 890 – 900. Singapore: Singapore University.
- Jan-Olov Sundqvist. (1999). Life cycles assessments and solid waste – Guidelines for solid waste treatment and disposal in LCA. Swedish Environmental Research Institute, 1 – 169. Stockholm: Swedish Environmental Protection Agency.
- Jinren, Honglian, Yangsheng and Zhijie. (2002). Life cycle analysis of sanitary landfill and incineration of municipal solid waste, 1 – 4. Beijing: Peking University.
- Parkes, Lettieri and Bogle. (2015). Life cycle assessment of integrated waste management systems for alternative legacy scenarios of the London Olympic Park. *Waste Management*, 157 – 166. London: University College London.
- Ozeler, Yetis and Demirer. (2006). Life cycle assesment of municipal solid waste management methods. Ankara case study. *Environmental International*, 405 – 411. Ankara: Middle East Technical University.
- Ajayi and Oyedele. (2017). Policy imperatives for diverting construction waste from landfill. Experts' recommendations for UK policy expansion. *Journal of Cleaner Production*, 56 – 65. United Kingdom: University of West of the England.
- Simon Eggleston. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5 Waste, 1 - 40.
- Simone Manfredi. (2009). Environmental Assessment of Solid Waste Landfilling in a Life Cycle Perspective (LCA model EASEWASTE), 1 – 88. Miljoevej: Technical University of Denmark.
- Han, Ma, Shi, He, Wei and Shi. (2016). A review of groundwater contamination near municipal solid waste landfill sites in China, 1255 – 1264. Chengdu: Chengdu University of Technology.