บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการนำซากมูลฝอยเก่าจากบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมาผลิตเป็นพลังงานมูลฝอย ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ งานวิจัย รายงาน บทความและวารสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อหลัก ๆ ได้ดังนี้

2.1 มูลฝอย

2.2 การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผา (Incineration)

2.3 เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มูลฝอย

2.1.1 ความหมายของมูลฝอย

ตามพระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้ให้คำจำกัดความว่า “มูลฝอย” หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลฝอยหรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดซึ่งเก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

โดยทั่วไปคำว่า “มูลฝอย” จะมีความหมายครอบคลุมกว้างขวาง ซึ่งอาจรวมถึงของเสียหรือวัสดุเหลือใช้จากกิจกรรมของมนุษย์หรือกระบวนการผลิตทางการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม เช่น มูลฝอยชุมชน มูลฝอยหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มูลฝอยติดเชื้อ เป็นต้น

2.1.2 ประเภทของมูลฝอย

พัสรินณ์ พันธุ์แน่น (2547) ได้แบ่งประเภทของมูลฝอยชนิดต่างๆ เป็น 3 ประเภท คือ มูลฝอยที่ย่อยสลายได้ง่าย มูลฝอยที่ย่อยสลายได้ยากและมูลฝอยอันตราย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) มูลฝอยย่อยสลายได้ง่าย หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า มูลฝอยเปียก ซึ่งมีความชื้นสูง เน่าเปื่อยได้ง่ายและส่งกลิ่นเหม็นเร็ว เช่น เศษอาหาร เศษพืชผัก เปลือกผลไม้ เป็นต้น

2) มูลฝอยที่ย่อยสลายได้ยาก หรือที่เรียกกันว่า มูลฝอยแห้ง ซึ่งเน่าเปื่อยยากหรืออาจไม่เน่าเปื่อย เช่น ขวดแก้ว กระป๋องโลหะ เศษผ้า เศษไม้ ยาง เป็นต้น อย่างไรก็ตามมูลฝอยประเภทนี้สามารถเลือกและนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้โดยการคัดแยกก่อนทิ้ง

3) มูลฝอยอันตราย ได้แก่ มูลฝอยที่มีสารเคมี วัตถุมีพิษ รวมถึงมูลฝอยจากสถานพยาบาลที่มีเชื้อโรคปนเปื้อน เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์ที่ใช้แล้ว หลอดไปเสื่อมสภาพ กระป๋องยาฆ่าแมลงกระป๋องสเปรย์ ตลอดจนเศษสำลีที่เปื้อนน้ำเลือดน้ำหนองของผู้ป่วย เข็มฉีดยา มีผ่าตัด เป็นต้น มูลฝอยเหล่านี้ต้องได้รับการกำจัดด้วยวิธีพิเศษ เช่น เผาด้วยเตาเผาอุณหภูมิสูง หรือการใช้สารเคมีทำลาย

2.1.3 ลักษณะและองค์ประกอบของมูลฝอย

อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์และคณะ (2541) ได้กล่าวว่าลักษณะของมูลฝอยสามารถจำแนกได้เป็นลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพ โดยลักษณะของมูลฝอยที่นิยมทำการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน ได้แก่

1) องค์ประกอบทางกายภาพ (Physical characteristics)

(1) องค์ประกอบทางด้านกายภาพ นิยมจำแนกตามชนิดของสิ่งของต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นมูลฝอยทั้งหมด โดยแบ่งเป็นมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ เช่น กระดาษ ผ้า เศษอาหาร หญ้า ไม้ พลาสติก ยาง และมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ เช่น โลหะ แก้ว กระเบื้อง อิฐ หิน กรวด และอื่นๆ องค์ประกอบเหล่านี้อาจถูกแบ่งโดยสัดส่วน โดยน้ำหนักหรือโดยปริมาตรก็ได้ แต่ส่วนใหญ่แล้วมักนิยมแบ่งตามสัดส่วนโดยน้ำหนักมากกว่า

(2) ความหนาแน่น ได้แก่ค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมูลฝอย แบ่งได้เป็นความหนาแน่นปกติ (Bulk density) คือความหนาแน่นปกติโดยไม่มีการอัดหรือบีบมูลฝอยให้ผิดไปจากธรรมดา และความหนาแน่นในขณะขนส่ง (Transported density) คือความหนาแน่นของมูลฝอยในรถยนต์เก็บขนในขณะขนส่ง ซึ่งปกติแล้วจะทำให้แน่นขึ้น เนื่องจากการสั่นสะเทือนและการอัดของพนักงานเก็บขนมูลฝอย

2) ลักษณะทางเคมีของมูลฝอย (Chemical characteristics)

(1) ความชื้น (Moisture content) หมายถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในมูลฝอย โดยทั่วไปปริมาณน้ำที่มีอยู่ในมูลฝอยมีทั้งน้ำที่อยู่ภายในตัวของมูลฝอยเอง เช่น น้ำที่อยู่ในเศษอาหาร และน้ำที่ติดอยู่ภายนอก เช่น น้ำฝน

(2) ปริมาณของแข็งรวม (Total solids) หมายถึงปริมาณมูลฝอยแห้งที่เหลือภายหลังจากนำน้ำออกไปหมดแล้ว

(3) ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile solids) หมายถึงส่วนของมูลฝอยที่สามารถติดไฟหรือเผาไหม้ที่ความร้อนสูงให้หมดไป โดยแปลงสภาพเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ

(4) ปริมาณเถ้า (Ash) หมายถึงกากของมูลฝอยที่เหลือจากการเผาไหม้

(5) ค่าความร้อน (Calorific value) หมายถึงปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้มูลฝอย

(6) องค์ประกอบทางด้านเคมี (Chemical composition) ได้แก่ ปริมาณสารไนโตรเจน (Nitrogen: N) ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P) โปตัสเซียม (Potassium: K) คาร์บอน (Carbon: C) และไฮโดรเจน (Hydrogen: H) เป็นต้น

(7) สารเคมีที่เป็นพิษ เช่น โลหะหนักต่าง ๆ ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลในการประเมินขอบเขตและความรุนแรงของภาวะการปนเปื้อนของของเสียที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

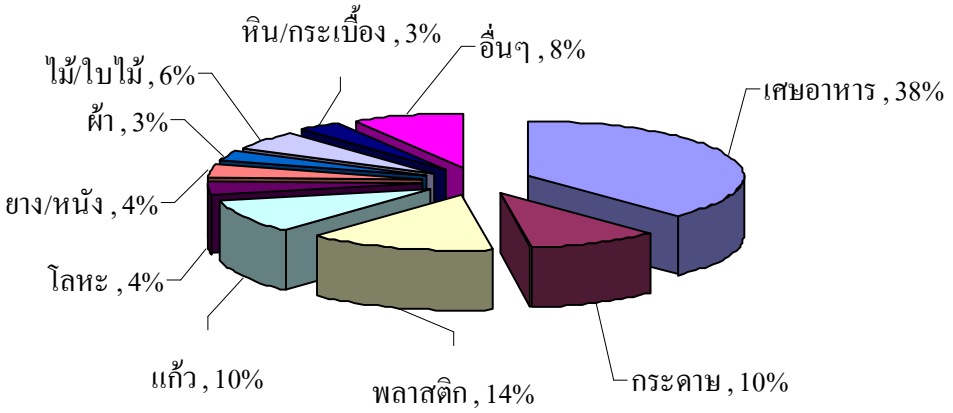
2.1.4 สถานการณ์มูลฝอยของเทศบาลนครสงขลาและเทศบาลเมืองพัทลุง

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 (2548) ได้สรุปสถานการณ์การจัดการมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลาพบว่า ชุมชนที่มีปริมาณมูลฝอยสูงสุด คือเทศบาลนครหาดใหญ่ รองลงมา คือเทศบาลนครสงขลา ส่วนการกำจัด แม้ว่าเทศบาลจะมีสถานที่กำจัดเป็นของตนเอง แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการกำจัดที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล โดยขณะนี้มีเพียง 4 แห่ง ที่มีการก่อสร้างระบบกำจัดที่ถูกหลักสุขาภิบาล คือสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลนครสงขลา สถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลนครหาดใหญ่ สถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลเมืองบ้านพรุและสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลตำบลสะเดา

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการลดปริมาณมูลฝอย ไม่ว่าจะโดยการผลิตมูลฝอยให้น้อยลงหรือการคัดแยกมูลฝอยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใหม่ ยังค่อนข้างมีจำกัด ประสิทธิภาพในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมด้านการให้บริการจัดการมูลฝอยของท้องถิ่นค่อนข้างต่ำ และไม่สามารถจัดเก็บได้ทุกครัวเรือนที่ได้รับบริการ

จากข้อมูลของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 พบว่า ปริมาณมูลฝอยของเทศบาลทุกแห่งในจังหวัดสงขลา ในปีพ.ศ.2548 มีประมาณ 475.93 ตันต่อวัน คิดเป็นอัตราการเกิดมูลฝอย 1.22 กก.ต่อคนต่อวัน ลักษณะของมูลฝอยทางกายภาพจำแนกได้ แสดงดังภาพประกอบ 2-1

องค์ประกอบมูลฝอย (ร้อยละโดยน้ำหนัก) จากเทศบาลทุกแห่งในจังหวัดสงขลา

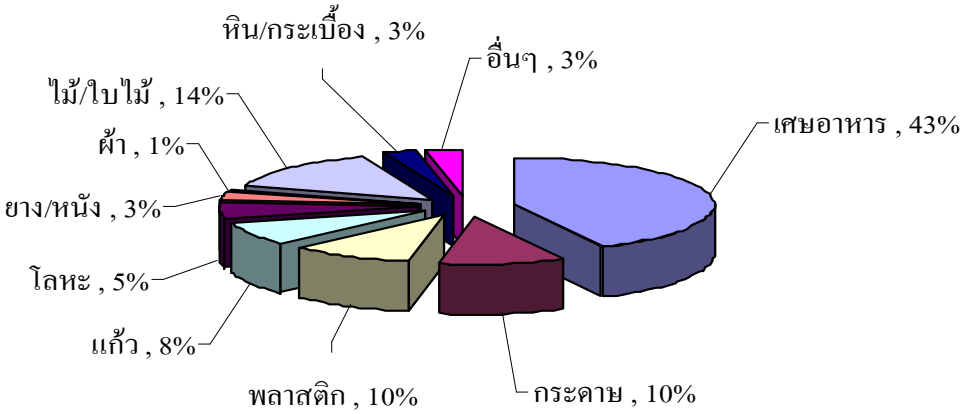


ภาพประกอบ 2-1 องค์ประกอบมูลฝอย (ร้อยละโดยน้ำหนัก) จากเทศบาลทุกแห่งในจังหวัดสงขลา
ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 (2548)

ส่วนสถานการณ์การจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองพัทลุงพบว่า ชุมชนที่มีปริมาณมูลฝอยสูงสุด คือ เทศบาลเมืองพัทลุง รองลงมาคือ เทศบาลตำบลแม่ขรี การเก็บรวบรวมมูลฝอยเพื่อนำไปกำจัด ดำเนินการได้เฉพาะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับเทศบาลเท่านั้น การกำจัด แม้ว่าเทศบาลจะมีสถานที่กำจัดเป็นของตนเอง แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการกำจัดที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล โดยขณะนี้มีเพียง 1 แห่ง ที่มีการก่อสร้างระบบกำจัดที่ถูกหลักสุขาภิบาล คือสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลเมืองพัทลุง

จากข้อมูลสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 พบว่าปริมาณมูลฝอยของเทศบาลทุกแห่งในจังหวัดพัทลุง ในปีพ.ศ.2548 มีประมาณ 71.35 ตันต่อวัน คิดเป็นอัตราการเกิดมูลฝอย 1.02 กก.ต่อคนต่อวัน ลักษณะมูลฝอยทางกายภาพจำแนกได้ แสดงดังภาพประกอบ 2-2

องค์ประกอบมูลฝอย (ร้อยละโดยน้ำหนัก) จากเทศบาลทุกแห่งในจังหวัดพัทลุง



ภาพประกอบ 2-2 องค์ประกอบมูลฝอย (ร้อยละโดยน้ำหนัก) จากเทศบาลทุกแห่งในจังหวัดพัทลุง
ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 (2548)

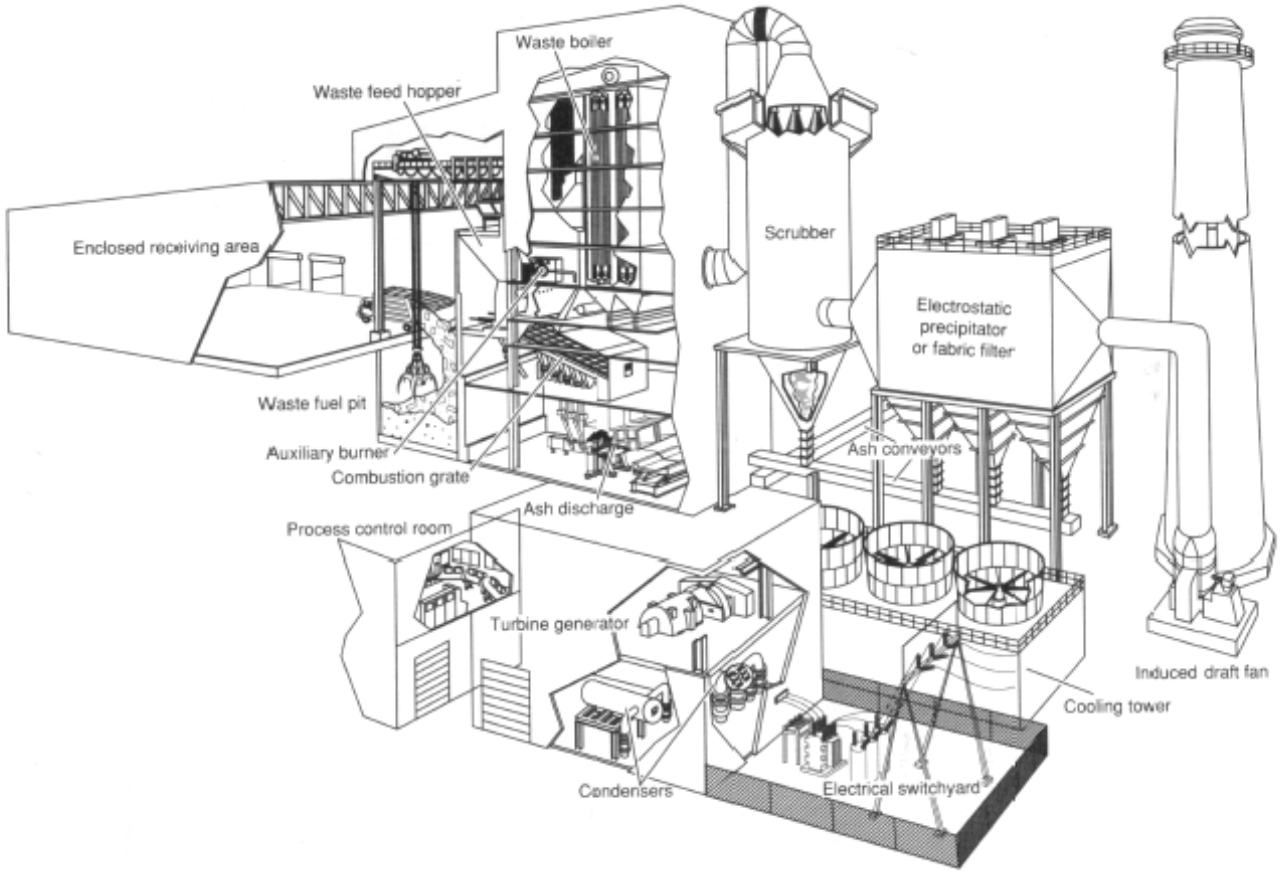
2.2 การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผา (Incineration)

มูลฝอยเป็นสิ่งของที่เหลือใช้จากกิจกรรมต่างๆ และจำเป็นต้องมีวิธีกำจัดที่เหมาะสมเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบมูลฝอยประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีพลังงานเคมีอยู่ในปริมาณมาก การแปรรูปพลังงานที่มีอยู่ในมูลฝอยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการกำจัดมูลฝอยด้วยความร้อนอุณหภูมิสูงจะกระทำในเตาเผาที่ได้มีการออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อให้เข้ากับลักษณะสมบัติของมูลฝอย การเผาไหม้จะต้องมีการควบคุมที่ดีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษและการรบกวนต่อสิ่งแวดล้อม (สมรัฐ เกิดสุวรรณ, 2548)

2.2.1 องค์ประกอบของเตาเผา

การกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผา เป็นวิธีการกำจัดมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพมากวิธีหนึ่ง สามารถลดปริมาตรมูลฝอยลงได้ประมาณร้อยละ 80-90 อาศัยลักษณะสมบัติของมูลฝอย ซึ่งสามารถติดไฟภายในเตาเผาโดยมีอากาศหรือเชื้อเพลิงเสริมภายใต้อุณหภูมิ ความดันที่เหมาะสม ผลที่ได้จากปฏิกิริยาเผาไหม้จะเกิดก๊าซชนิดต่างๆ ไอน้ำ ฝุ่นและขี้เถ้า ในการกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผา (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกและคณะ, 2541)

โรงเตาเผามูลฝอยโดยทั่วไปมีส่วนประกอบหลัก แสดงดังภาพประกอบ 2-3



ภาพประกอบ 2-3 โรงเตาเผามูลฝอยแบบนำความร้อนมาผลิตกระแสไฟฟ้า

ที่มา: Tchobanoglous *et al* (1993)

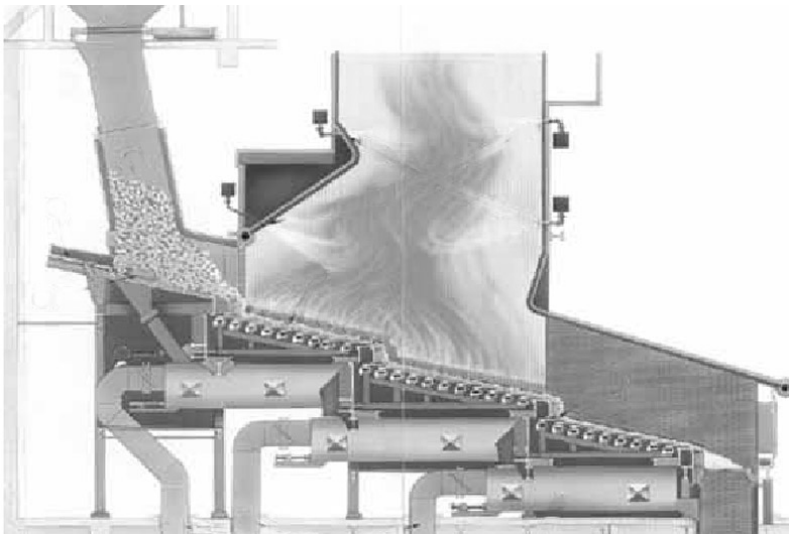
โรงเตาเผามูลฝอยโดยทั่วไปมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

1) ที่เก็บกักมูลฝอย ออกแบบก่อสร้างเป็นคอนกรีตอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน เพื่อรวบรวมมูลฝอยที่เก็บขนมาได้รอการป้อนเข้าสู่เตาเผา ความจุของห้องมีขนาดความจุตั้งแต่ 1.5 เท่าของประสิทธิภาพในการเผามูลฝอยแต่ละวันขึ้นไป

2) ระบบป้อนมูลฝอย เป็นเครื่องจักรกลทำหน้าที่ป้อนมูลฝอยเข้าไปในเตาเผาขนาดใหญ่ มีบ่อรับมูลฝอย จะใช้ระบบเครนและก้ามปูป้อนเข้าสู่กรวยรับมูลฝอย

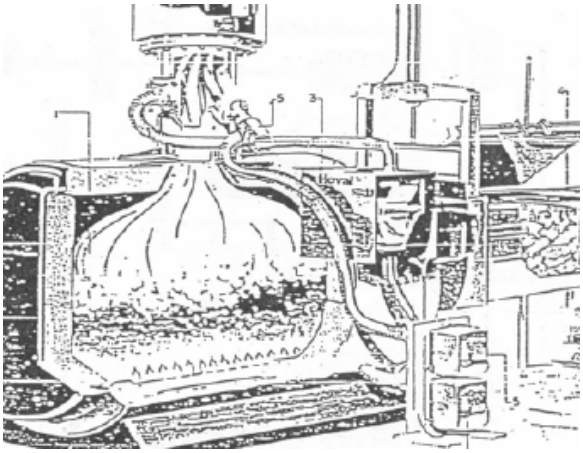
3) เตาเผา เป็นขั้นตอนที่มูลฝอยถูกเผาไหม้ในห้อง โดยการควบคุมอากาศหรือเชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้สมบูรณ์ เตาเผามีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับขนาดและการใช้งานเตา ดังนี้

3.1) เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ (Stoker-Fired Incinerator) แผงตะกรับทำหน้าที่ในการป้อนมูลฝอยภายในเตาเผา วิธีการเผาใช้อากาศมากเกินพอ และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเสริมในการเผาไหม้ด้วย อุณหภูมิในเตาประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เหมาะสมกับปริมาณมูลฝอยที่มีปริมาณมาก คือ 150 ตันต่อวัน แสดงดังภาพประกอบ 2-4



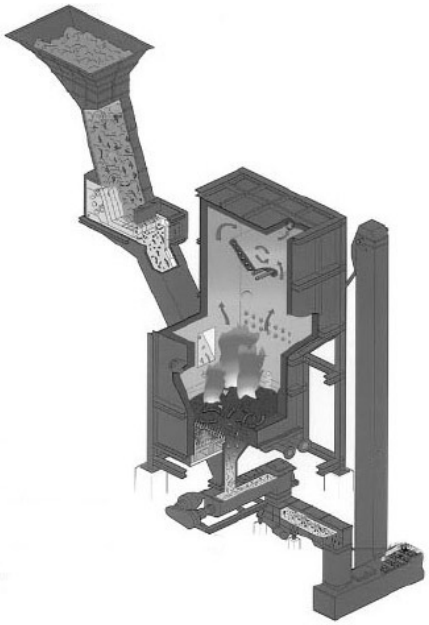
ภาพประกอบ 2-4 เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ (Stoker-Fired Incinerator)
ที่มา: Brunner (1996)

3.2) เตาเผาชนิดควบคุมการไหม้ (Paralytic Incinerator) แบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ขั้นตอน ขั้นแรกจะควบคุมการเผาไหม้ในสภาวะไร้อากาศ ที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส และในขั้นสุดท้ายจะเป็นการเผาไหม้ในสภาวะอากาศมากเกินพอ และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงด้วย อุณหภูมิในเตาประมาณ 1,000-1,200 องศาเซลเซียส เหมาะสมกับมูลฝอยที่มีปริมาณน้อย 10 ตันต่อวัน แสดงดังภาพประกอบ 2-5



ภาพประกอบ 2-5 เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้ (Paralytic Incinerator)
ที่มา: Tillman (1986)

3.3) เตาเผาไหม้ชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized Bed Incinerator) ตัวกลางที่ใช้ในการเผา เป็นแร่ควอทซ์หรือทรายแม่น้ำขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร มูลฝอยจะต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลง ตัวกลางและมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตา และเผาไหม้โดยใช้อากาศมากเกินพอ จะได้อุณหภูมิประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เหมาะสมกับปริมาณมูลฝอย 25-100 ตันต่อวัน แสดงดังภาพประกอบ 2-6



ภาพประกอบ 2-6 เตาเผาไหม้ชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized Bed Incinerator)
ที่มา: Brunner (1996)

4) ระบบการทำไอเสียเย็นลงและการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ ไอเสียจากการเผาไหม้มูลฝอยจะมีอุณหภูมิประมาณ 700-950 องศาเซลเซียส ก่อนที่ผ่านไปยังระบบกำจัดไอเสีย จะต้องทำให้เย็นลงอีกถึง 250-300 องศาเซลเซียส โดยอาจใช้วิธีการพ่นน้ำโดยตรงไปยังท่อไอเสียและน้ำจะระเหยหายไป หรือติดตั้งหม้อต้มน้ำโดยการนำความร้อนจากไอเสียไปทำให้น้ำร้อน แล้วนำไอน้ำร้อนนี้ไปหมุนกังหันไอน้ำต่อเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

5) ระบบกำจัดไอเสีย ไอเสียที่ลดอุณหภูมิต่ำลงแล้วจะต้องถูกกำจัดสารมลพิษต่างๆ ออกก่อนที่จะระบายจากปล่องสู่บรรยากาศ มลสารที่เกิดจากการเผาไหม้ ได้แก่ ผงฝุ่น ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เป็นต้น อุปกรณ์ที่กำจัดได้แก่ ไซโคลน (Cyclone) ถุงกรอง (Bag house filter), Electrostatic precipitator (EP), Wet or dry scrubber อุปกรณ์ที่ใช้กำจัดก๊าซส่วนใหญ่จะใช้ระบบเปียกโดยมีปูนขาวพ่นเข้าไปจับสารมลพิษไอเสีย

6) การกำจัดเถ้า เถ้าที่เกิดจากการเผามูลฝอยมี 2 ประเภท คือ เถ้าบิน กระจายออกไปพร้อมกับไอเสีย เพราะมีขนาดเล็กและเบา กำจัดโดยอุปกรณ์กำจัดฝุ่นและเก็บรวบรวมไว้รอกำจัดต่อไป ส่วนเถ้าหนักจะเหลืออยู่ที่ก้นเตาถูกลำเลียงและพ่นน้ำเพื่อให้เย็นลงและรวบรวมไว้ในบ่อเก็บเถ้า

7) การกำจัดน้ำเสีย น้ำเสียที่เกิดในโรงงานเตาเผา จะเกิดจากการล้างพื้น น้ำชะมูลฝอย ระบบกำจัดเถ้า น้ำหมุนเวียนในระบบกำจัดไอเสีย เป็นต้น วิธีกำจัดน้ำเสียส่วนใหญ่ใช้วิธีกำจัดทางเคมี ได้แก่ การสะเทิน และการสร้างตะกอน น้ำที่บำบัดแล้วมักนำกลับไปใช้ในโรงงานอีก ในระบบการทำให้ไอเสียเย็นลงหรือขบวนการกำจัดเถ้า เป็นต้น

เตาเผามูลฝอยทั้ง 3 แบบ มีรูปแบบการทำงานที่ไม่เหมือนกัน รวมทั้งข้อเด่น ข้อด้อยในการใช้งานและราคาของเตาเผา จึงได้แสดงข้อเปรียบเทียบในการใช้งานเตาเผาชนิดต่างๆ ดังแสดงในตาราง 2-1 และข้อดี ข้อเสียของการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา ดังแสดงในตาราง 2-2 เพื่อให้สามารถคัดเลือกเตาเผาไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 2-1 ข้อเปรียบเทียบการใช้งานเตาเผาชนิดต่างๆ

แบบเตาเผา	การทำงาน	ข้อเด่น-ข้อด้อยในการใช้งาน
1. Pyrolysis ขนาดเล็ก 10 ตัน/วัน	2 ขั้นตอน คือไร้อากาศกับอากาศมากเกินพอ	1. สามารถป้อนมูลฝอยได้โดยตรง 2. เดินเครื่องได้ 8 ชม./วัน 3. ประหยัดเชื้อเพลิง เพราะใช้เชื้อเพลิงน้อย 4. มีอากาศเสียปริมาณน้อยเพราะใช้อากาศเผาไหม้น้อย 5. เหมาะกับการเผามูลฝอยปริมาณน้อย
2. **Fluidized Bed Incinerator** ขนาด 20-150 ตัน/วัน	ใช้ตัวกลางนำความร้อนและอากาศมากเกินพอ	1. มูลฝอยต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็กก่อนป้อนเข้าเตาเผา 2. มูลฝอยบางชนิดบดย่อยยากไม่สามารถนำเข้าเตาเผา 3. ค่าดำเนินการสูง เพราะต้องย่อยมูลฝอย 4.สามารถเดินเครื่องตลอด 24 ชม. 5. เกิดอากาศเสียปริมาณมาก เพราะใช้อากาศมาก
3.Stoker-Fired ขนาดใหญ่กว่า 150 ตัน/วัน	ใช้อากาศมากเกินพอ	1. ป้อนมูลฝอยทุกขนาดได้โดยตรง 2. เดินเครื่องต่อเนื่องได้ตลอด 24 ชม. 3. ปริมาณอากาศเสียมาก เพราะใช้อากาศมากเกินพอ 4. เหมาะสำหรับมูลฝอยปริมาณมาก 5. ความร้อนที่ได้นำไปผลิตไอน้ำร้อนและไฟฟ้า

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2549)

ตาราง 2-2 ข้อดีและข้อเสียของวิธีเผาในเตา

ข้อดี	ข้อเสีย
- ใช้พื้นที่น้อย เมื่อเทียบกับวิธีการฝังกลบมูลฝอย - กำจัดมูลฝอยได้เกือบทุกชนิด และขี้เถ้าที่เหลือจากการเผามีน้อยไม่มีปัญหาในการกำจัดขั้นต่อไป - สามารถก่อสร้างเตาเผาไว้ใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดมูลฝอยได้ทำให้ประหยัดค่าขนส่ง - สามารถนำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น นำมาผลิตกระแสไฟฟ้า	- ค่าลงทุนการก่อสร้างสูงมาก โดยเฉพาะเตาเผาขนาดใหญ่ - ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงรักษาค่อนข้างสูง รวมทั้งมีความร้อนสูง จึงทำให้เกิดการสึกหรอง่าย - เตาเผาขนาดเล็กมักพบปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นและควันที่เกิดจากการเผาไหม้ - การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษจากการเผามูลฝอย จะทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2549)

2.2.2 สารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้จากเตาเผามูลฝอย

วราวุธ เสือดี (2542) ได้กล่าวถึงสารมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้ว่าขึ้นอยู่กับองค์ประกอบมูลฝอยเป็นส่วนใหญ่และพิจารณาชนิดเตาเผาเป็นส่วนรอง สารมลพิษที่เกิดขึ้น ได้แก่

1) ฝุ่น ปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบมูลฝอย ชนิดของเตาและลักษณะการใช้งาน เช่น สัดส่วนอากาศที่ป้อนเข้าไป ฝุ่นส่วนมากก็คือสารอนินทรีย์ที่ไม่เผาไหม้ในเตาเผา ขนาดของฝุ่นที่ปรากฏมีตั้งแต่ต่ำกว่า 1 ไมครอนจนไปถึงหลายร้อยไมครอน

2) โลหะ เป็นองค์ประกอบบางชนิดในมูลฝอย เช่น กระดาษ สีพิมพ์ โลหะ มักจะมีอนุภาคเล็กๆ ปนมากับฝุ่น โลหะที่พบ เช่น อาซีนิค (As) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) โลหะบางชนิดระบายออกมาในสภาพไอ เช่น ไอของปรอท (Hg) โดยทั่วไปเมื่อผ่านระบบบำบัดฝุ่นแล้ว มากกว่า 98% ของโลหะ จะถูกบำบัดออกจากอากาศที่ระบายออกทางปล่อง ยกเว้นปรอทที่เป็นไอ

3) ก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรด ก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรด 2 ชนิดที่สำคัญ คือ ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) แต่มีก๊าซอื่นอีก 2-3 ชนิดที่พบอยู่เสมอ มีความเข้มข้นต่ำกว่า คือ ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) ไฮโดรเจนโบร-ไมด์ (HBr) และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) ปริมาณของ HCl และ SO_2 ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบมูลฝอย ซึ่งคือคลอรีนที่ปรากฏในกระดาษพลาสติก และซัลเฟอร์ปรากฏในวัสดุหลายชนิด เช่น แผ่นยิปซั่ม วัสดุที่มียางแอสฟัลค์

4) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของคาร์บอนที่ควรจะเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากอุณหภูมิที่ไม่สูงพอ อากาศที่ไม่เพียงพอหรือระยะเวลาการเผาไหม้ที่สั้นเกินไป เป็นดัชนีสำคัญที่ชี้ถึงประสิทธิภาพของการเผาไหม้และจะเพิ่มหรือลดตามการระบายก๊าซอินทรีย์

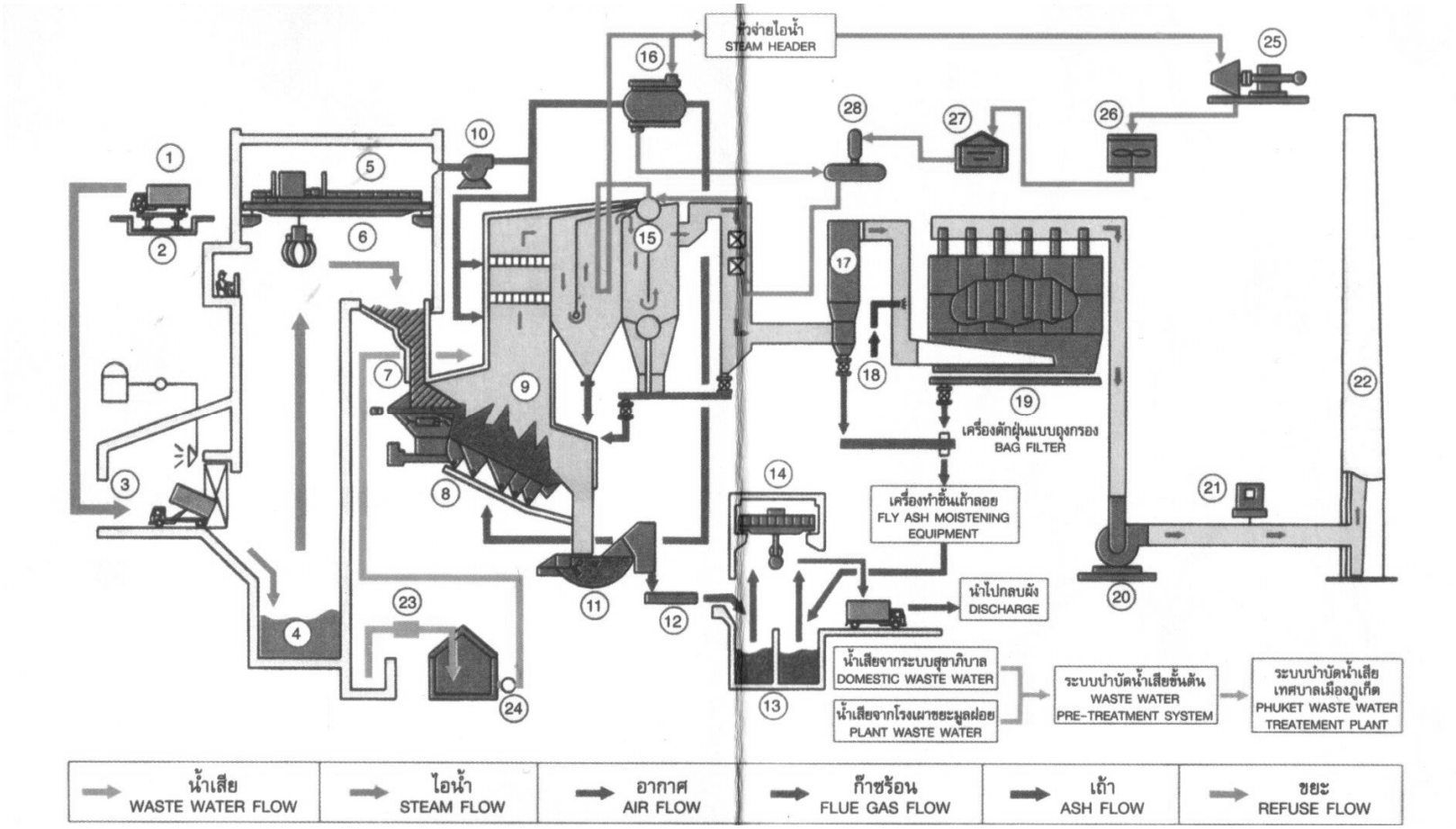
5) ออกไซด์ของไนโตรเจน NO_x เกิดจากการสันดาปไนโตรเจนและออกซิเจนในอากาศภายในเตาเผาและจากองค์ประกอบมูลฝอย เนื่องจากไนโตรเจนของมูลฝอยสามารถสันดาปได้ในอุณหภูมิต่ำกว่า (ประมาณ 1,000 C) ขณะที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนและออกซิเจนในอากาศต้องการอุณหภูมิที่สูงกว่านี้จึงจะเกิดขึ้นที่ปริมาณมาก ๆ ดังนั้นในเตาเผามูลฝอย NO_x จะเกิดจากไนโตรเจนในมูลฝอยเป็นส่วนใหญ่

6) ก๊าซอินทรีย์ มีก๊าซอินทรีย์หลายชนิดที่เกิดขึ้นในเตาเผา เช่น ไดออกซิน (Dioxins) และก๊าซอินทรีย์อื่นๆ เช่น คลอโรเบนซิน โพลิคลอลิเนท เดทไบเฟนนิล คลอโลฟินอล เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดเป็นสารก่อมะเร็ง บางตัวของก๊าซจะกลั่นตัวกลายเป็นฝุ่นและถูกกำจัดออกจากระบบบำบัด เมื่อพิจารณาผลกระทบพบว่าไดออกซิน เป็นกลุ่มสารที่มีระดับความเป็นพิษและความเข้มข้นสูง

2.2.3 การแปรรูปมูลฝอยไปเป็นพลังงานความร้อน

การกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาในต่างประเทศนิยมใช้มาก เนื่องจากสามารถลดปริมาณมูลฝอยได้มาก ใช้พื้นที่น้อย สามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เตาเผามูลฝอยสามารถใช้เผามูลฝอยได้แทบทุกชนิด สภาพของดินฟ้าอากาศไม่เป็นปัญหาในการกำจัด สามารถปรับระยะเวลาในการทำงานได้ มูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับการจำกัดโดยวิธีเผาต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ ความชื้นไม่เกิน 50% มีสารที่เผาไหม้ได้อย่างน้อย 25 % มีสารที่เผาไหม้ไม่ได้ไม่เกิน 60% และอื่นๆ 15% นอกจากนี้จะต้องมีการออกแบบเทคโนโลยีที่จะป้องกัน ควบคุมมิให้กระบวนการเผาไหม้มีอุณหภูมิ ควัน ฝุ่นละออง ไอเสีย ฯลฯ เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษทางอากาศ สถานภาพการผลิตพลังงานจากมูลฝอยในปัจจุบันการผลิตและการใช้พลังงานจากมูลฝอยของประเทศไทยยังมีไม่มากนัก เนื่องจากมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ค่าลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบมีราคาแพง ค่าความร้อนต่ำ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548)

สำหรับระบบกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาของเทศบาลนครภูเก็ต ซึ่งสามารถนำความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้เตาเผาประเภทตะกรับ แบบเผาไหม้ต่อเนื่อง กำลังการเผา 250 ตัน/วัน แสดงดังภาพประกอบ 2-7



ภาพประกอบ 2-7 องค์ประกอบของระบบเตาเผามูลฝอยชนิดมีแผงตะกรับ (Stoker type)

ที่มา: เทศบาลนครภูเก็ต (2548)

จากภาพประกอบ 2-7 ขั้นตอนการทำงานของระบบเตาเผา มีรายละเอียดตามหมายเลขที่ระบุ ดังนี้

1 คือ รถเก็บขนมูลฝอย
2 คือ สะพานชั่งน้ำหนักมูลฝอย
3 คือ ลานเข้าเทมูลฝอย
4 คือ บ่อพักมูลฝอย
5 คือ ปั้นจั่นขนถ่ายมูลฝอย
6 คือ กรวยรับมูลฝอย
7 คือ เครื่องป้อนมูลฝอย
8 คือ ชุดอุปกรณ์เคล้ามูลฝอย
9 คือ ห้องเผามูลฝอย
10 คือ พัดลดอัดอากาศ
11 คือ เครื่องรับและระบายเถ้า
12 คือ เครื่องส่งผ่านเถ้าแบบสั่นสะเทือน
13 คือ บ่อพักเถ้า
14 คือ ปั้นจั่นขนถ่ายเถ้า
15 คือ หม้อไอน้ำ
16 คือ เครื่องทำความร้อนโดยใช้ ไอน้ำ
17 คือ เครื่องทำความเย็นแบบพ่นฝอย
18 คือ เครื่องพ่นผงปูนขาว
19 คือ เครื่องดักฝุ่นแบบถุงกรอง
20 คือ พัดลมดูดอากาศ
21 คือ เครื่องตรวจสอบมลพิษทางอากาศแบบต่อเนื่อง
22 คือ ปล่องควัน
23 คือ เครื่องกรองน้ำเสียจากมูลฝอยในบ่อพัก
24 คือ เครื่องสูบน้ำเสียจากมูลฝอย
25 คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันไอน้ำ
26 คือ เครื่องทำให้อากาศเย็น
27 คือ ถังควบแน่น
28 คือ เครื่องไล่อากาศ

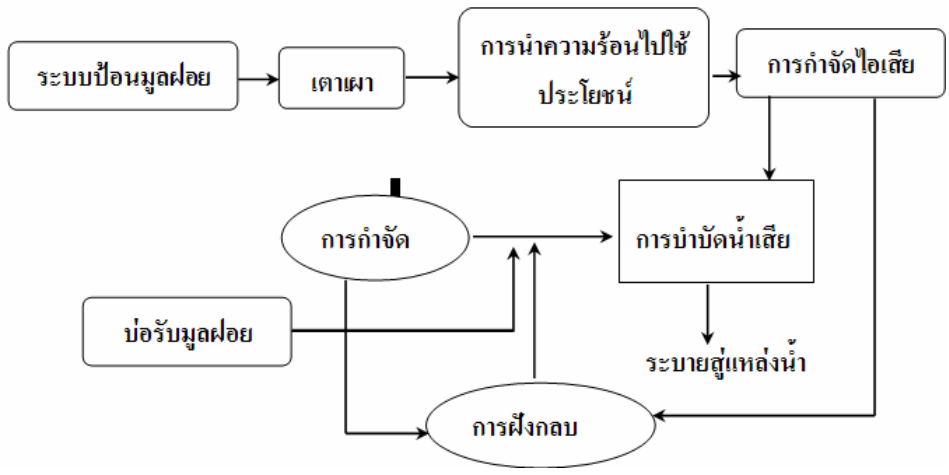
(1) ขั้นตอนในการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตา การกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผามีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. บ่อรับมูลฝอย (Refuse storage)
2. ระบบป้อนมูลฝอย (Refuse feed system)
3. เตาเผา (Incineration)
4. การทำให้ไอเสียเย็นลงและการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ (Fuel gas cooling heat recovery)
5. การกำจัดไอเสีย (Fuel gas treatment)
6. การกำจัดเถ้า (Residue handling)
7. การกำจัดน้ำเสีย (Waste water treatment)

รถบรรทุกเก็บขนซากมูลฝอยต้องมีการชั่งน้ำหนักมูลฝอยโดยผ่านสะพานชั่งน้ำหนักมูลฝอย เพื่อบันทึกข้อมูลน้ำหนักจากรถบรรทุกเก็บขนที่วิ่งมาที่ลานเข้าเทมูลฝอย เพื่อถ่ายเทมูลฝอยไว้ยังบ่อพักมูลฝอย มีปั้นจั่นขนถ่ายมูลฝอยและกรวยรับมูลฝอย ทำหน้าที่ในการนำ

ซากมูลฝอยป้อนไปยังเครื่องป้อนมูลฝอย ชุดอุปกรณ์เคล้ามูลฝอย มีลักษณะเป็นแผงตะกรับส่งซากมูลฝอยเหล่านั้นไปยังห้องเตาเผา มีพัดลดอัดอากาศช่วยในการเผาไหม้ เนื่องจากเป็นวิธีการเผาไหม้ใช้อากาศมากเกินพอ เศษเถ้าที่เผาไหม้ไม่หมดถูกส่งผ่านมายังเครื่องรับและระบายเถ้าส่งต่อไปยังเครื่องส่งผ่านเถ้าแบบสั่นสะเทือน และมีบ่อพักมูลฝอยเพื่อนำไปฝังกลบ หรือทำวัสดุใช้งานต่อไป โดยมีปั้นจั่นขนถ่ายใส่รถเก็บขนเถ้า และในส่วนของระบบทำไอเสียเย็นลงและนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ มีอุปกรณ์ คือ หม้อไอน้ำ เครื่องทำความร้อนโดยไอน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหัน ไอน้ำ ผลิตได้เป็นกระแสไฟฟ้าและส่วนของระบบกำจัดไอเสีย มีอุปกรณ์ คือ เครื่องทำความเย็นแบบพ่นฝอย เครื่องพ่นปูนขาว เครื่องดักฝุ่นแบบถุงกรอง พัดลมดูดอากาศ โดยมีเครื่องตรวจสอบมลพิษทางอากาศแบบต่อเนื่อง ก่อนที่จะปล่อยอากาศออกสู่บรรยากาศภายนอกทางปล่องควัน และระบบบำบัดน้ำเสีย มีเครื่องกรองน้ำเสียจากมูลฝอยในบ่อพักและเครื่องสูบน้ำเสียจากมูลฝอย

นอกจากนี้ขั้นตอนในการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผา มีระบบป้อนมูลฝอยและบ่อรับมูลฝอยส่งเข้าเตาเผา มีระบบการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ โดยการผลิตกระแสไฟฟ้า มีระบบควบคุมมลพิษ ทั้งการกำจัดไอเสียและการบำบัดน้ำเสียก่อนระบายสู่สิ่งแวดล้อม ในส่วนของเศษเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้มีการนำไปฝังกลบหรือสามารถนำกลับมาทำเป็นวัสดุใช้งานใหม่ได้ด้วย ซึ่งขั้นตอนในการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผา แสดงดังภาพประกอบ 2-8



ภาพประกอบ 2-8 ขั้นตอนในการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผา
ที่มา: วราวุธ เสือดี (2542)

(2) กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า

หลักการหรือกระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน โดยทั่วไป กระบวนการผลิต เริ่มจากการลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาเผา ซึ่งในที่จะนี้เป็นเชื้อเพลิงมูลฝอย เชื้อเพลิงมูลฝอยจะถูกเผาไหม้ พลังงานความร้อนที่ได้จะนำไปต้มน้ำที่หม้อต้มไอน้ำ (Boiler) จากนั้นจะได้ไอน้ำ ไอน้ำที่ได้จะถูกส่งไปหมุนกังหัน (Turbines) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนไอน้ำร้อนที่ผ่านกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้ว จะถูกทำให้เย็นลงด้วยกระบวนการควบแน่นด้วย Condenser จะได้เป็นหยดน้ำซึ่งจะถูกรวบรวม และส่งด้วยปั๊มน้ำ (Boiler feed pump) ไปเติมให้กับหม้อต้มน้ำเพื่อให้หมุนเวียนกลายเป็นไอต่อไป ส่วนน้ำหล่อเย็น (Cooling water) ที่ใช้ในการควบแน่นแล้วมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากได้รับความร้อนที่ถ่ายเทมาจากไอน้ำจะถูกทำให้เย็นลงโดยใช้หอหล่อเย็น Cooling tower ระบายความร้อนออกจากน้ำหล่อเย็นสู่อากาศ ส่วนน้ำที่อุณหภูมิลดลงแล้วก็จะถูกนำมาใช้ใหม่อีกระบบน้ำหล่อเย็น (วิสุทธิ์ สุวรรณมณี, 2546)

2.2.4 การผลิตพลังงานจากการเผาไหม้มูลฝอยในประเทศต่างๆ

สมรัฐ เกิดสุวรรณ (2548) กล่าวว่า โดยทั่วโลกแล้ว มูลฝอยชุมชนกว่า 130 ล้านตันต่อปี ถูกเผาทำลายในโรงเตาเผามูลฝอย ซึ่งมีมากกว่า 600 แห่งทั่วโลก โดยสามารถนำพลังงานกลับคืนมาทั้งรูปพลังงานไฟฟ้าและไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมหรือให้ความร้อน รวมทั้งนำเศษโลหะที่เหลือจากการเผาไหม้กลับมาใช้ใหม่ ตั้งแต่ปี คศ.1995 อุตสาหกรรมการผลิตพลังงานจากมูลฝอยได้เพิ่มความสามารถในการกำจัดมูลฝอยชุมชนกว่า 16 ล้านตัน ปัจจุบันกว่า 35 ประเทศได้มีการกำจัดมูลฝอยโดยเตาเผา ซึ่งรวมประเทศใหญ่ๆ เช่น จีน และประเทศขนาดเล็ก เช่น เบอร์มิวดา นอกจากนี้มีโรงเตาเผามูลฝอยสร้างใหม่จำนวนมากในประเทศแถบเอเชีย

จากข้อกำหนดของประชาคมยุโรป กำหนดว่าการฝังกลบมูลฝอยจะไม่สามารถทำการฝังกลบมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ในอีกทศวรรษหน้า ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตพลังงานจากการเผามูลฝอยขยายตัวขึ้น อีกทั้งประเทศในแถบยุโรปที่มีการติดตั้งโรงเผามูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานดังแสดงในตาราง 2-4 และเมื่อเทียบกับปริมาณมูลฝอยที่มีการเผาเพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ใหม่ในญี่ปุ่นมีจำนวน 314 กก.ต่อประชากร ในสิงคโปร์เท่ากับ 252 กก.ต่อประชากร และในสหรัฐอเมริกาเท่ากับ 105 กก.ต่อประชากร ประเทศใหม่ที่เริ่มมีการใช้โรงเผามูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานคือ จีน ซึ่งมีโรงเตาเผามูลฝอยมากกว่า 7 แห่ง และมีอัตราการเผามูลฝอยมากกว่าปีละ 1.6 ล้านตัน

ตาราง 2-3 การผลิตพลังงานจากการเผามูลฝอยของประเทศต่างๆ ในแถบยุโรป

ประเทศ	ปริมาณมูลฝอย (ตันต่อปี)	Kilograms/capita	Thermal energy (gigajoules)	Electric energy (gigajoules)
ออสเตรเลีย	450,000	56	3,053,000	131,000
เดนมาร์ก	2,562,000	477	10,543,000	3,472,000
ฝรั่งเศส	10,984,000	180	32,303,000	2,164,000
เยอรมัน	12,853,000	157	27,190,000	12,042,000
ฮังการี	352,000	6	2,000	399,000
อิตาลี	2,169,000	157	3,354,000	2,338,000
เนเธอร์แลนด์	4,818,000	137	-	9,130,000
นอร์เวย์	220,000	482	1,409,000	27,000
โปรตุเกต	322,000	49	1,000	558,000
สเปน	1,039,000	26	-	1,934,000
สวีเดน	2,005,000	225	22,996,000	4,360,000
สวิตเซอร์แลนด์	1,363,000	164	8,698,000	2,311,000
สหรัฐอเมริกา	1,074,000	18	1,000	1,895,000
รวมทั้งสิ้น	**40,484,000**	**154.5 (Average)**	**109,550,000**	**40,761,000**

ที่มา: สมรัฐ เกิดสุวรรณ (2548)

2.3 เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ

การประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อม เป็นการใช้ชุดเครื่องมือหรือเทคนิคในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสินค้าทั้งที่มีราคาตลาดและไม่มีราคาตลาด ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและบริการที่ได้รับ (Lipton *et al*, 1995 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, 2547) สำหรับเหตุผลที่ต้องมีการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมนั้น เนื่องจากความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและความเสียหายที่เกิดแก่สิ่งแวดล้อมเกิดจากการที่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไม่ได้ถูกประเมินค่าอย่างถูกต้องในการนำมาเป็นสินค้าและบริการแก่สังคม ซึ่งมีสาเหตุหนึ่งมาจากกลไกตลาดล้มเหลว ดังนั้น ปัญหาสำคัญก็คือต้องพยายามระบุต้นทุนหรือผลประโยชน์ของการใช้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีราคาหรือมีราคาต่ำกว่าความเป็นจริงนั้นและประเมินออกมาเป็นมูลค่าตัวเงินให้ได้ (Norgaard and Howarth, 1995 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, 2547)

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economic evaluation) เป็นการประเมินคุณประโยชน์ของทรัพยากรที่มีต่อสังคมซึ่งเป็นผู้ได้รับประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่วนการวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic analysis) นั้นแตกต่างจากการวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงิน (Financial analysis) ที่มุ่งสนใจผลตอบแทนจากการลงทุน หรือกำไรและขาดทุนของโครงการ การวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโครงการนี้จะเกี่ยวข้องกับต้นทุน รายได้ และ การจ่ายในรายการทางด้านการเงินทั้งหลาย โดยวัดออกมาในรูปราคาตลาด โดยปกติข้อมูลที่เป็นตัวเงินเหล่านี้สามารถหาได้จากการวิเคราะห์ทางการเงินตามปกติธรรมดา ในทางตรงข้ามการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์จะคำนึงถึงต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการที่มีต่อเศรษฐกิจโดยรวม ซึ่งวัดออกมาในรูปของมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ การประเมินผลทางด้านนี้จะตรวจสอบผลกระทบของโครงการในทุกด้าน รวมทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมด้วย (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540)

หลักเศรษฐศาสตร์กับการวิเคราะห์โครงการ หรือองค์ประกอบของการวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์ คือ กระแสเงินสดและการคิดลด กระแสเงินสดประกอบด้วย ต้นทุนและรายได้ที่เป็นตัวเงินสด ต้นทุนเงินสดทั้งหมด ได้แก่ รายจ่ายที่เกิดขึ้น วัตถุดิบ แรงงาน เป็นต้น ส่วนรายได้เงินสดทั้งหมดมาจากผลผลิตทั้งหมดของโครงการ กระแสเงินสดในอนาคตจะถูกคิดลดเพื่อให้สะท้อนถึงมูลค่าที่เปลี่ยนไปตามเวลา นอกจากนี้ยังต้องคิดผลกระทบวงนอกที่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งอาจจะเป็นผลกระทบวงนอกด้านบวก (External economies) และผลกระทบวงนอกด้านการทำลายหรือด้านลบ (External diseconomies) ซึ่งการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจมักจะประยุกต์ใช้กับโครงการของภาครัฐ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2545)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เป็นส่วนประกอบสำคัญประการหนึ่งในการประเมินค่าโครงการ เนื่องจากจะสามารถบ่งบอกได้ว่าโครงการใดมีความคุ้มค่าและสมควรนำไปลงทุน เพราะการดำเนินงานโครงการจำเป็นต้องใช้ทรัพยากร การประเมินค่าโครงการจะรับรองว่าการจัดสรรและใช้ทรัพยากรเป็นไปด้วยความมีประสิทธิภาพ ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะให้ความสำคัญแก่ผลตอบแทน หรือประสิทธิภาพการผลิต หรือความสามารถในการให้ผลประโยชน์ของโครงการต่อสังคมหรือระบบเศรษฐกิจโดยส่วนรวมจากการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัด (อภิรัชศักดิ์ รัชนีวงศ์, 2538)

2.3.1 วิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

วิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนวทางดังนี้ (เรืองไร โตกฤษณะ, 2540 และธันวา จิตต์สงวน, 2540)

(1) การประเมินมูลค่าโดยใช้ราคาตลาดที่เกี่ยวข้องและค่าใช้จ่ายทางตรง (Market value approach) การประเมินมูลค่าด้วยวิธีนี้ใช้ราคาตลาดของสินค้าและบริการตลอดจนต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นหรือมีโอกาสจะเกิดขึ้นมาวัดค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1) การวัดค่าจากการเปลี่ยนแปลงไปของความสามารถในการผลิต (Change in productivity approach) โดยวัดจากผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เนื่องจากภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปจะมีผลต่อการผลิตทั้งในเชิงปริมาณผลผลิต คุณภาพและต้นทุนการผลิต ที่สามารถวัดค่าได้โดยตรง

2) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการป้องกัน (Preventive expenditure) โดยวัดค่าจากค่าใช้จ่ายที่จ่ายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากการนำทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาใช้ เช่น ต้นทุนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำสาธารณะ

3) ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity cost) เป็นการนำแนวคิดเรื่องค่าเสียโอกาสของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาคำนวณว่าการสงวนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไว้ใช้ประโยชน์ทางใดทางหนึ่งนั้น จะมีค่าเสียโอกาสของการนำทรัพยากรไปใช้ประโยชน์ทางอื่นอย่างไร เช่น การสงวนรักษาพื้นที่ป่าเอาไว้อาจมีค่าเสียโอกาสของการใช้ที่ดิน ค่าเสียโอกาสของการเก็บของป่า ล่าสัตว์ เป็นต้น

4) ต้นทุนที่จ่ายทดแทน/ซ่อมแซมให้คืนสภาพ (Replacement/Restoration cost) เป็นต้นทุนที่เกิดจากการสร้างทดแทนทรัพย์สินบางอย่างที่ได้รับความเสียหายจากการที่มีคุณภาพของสิ่งแวดล้อมลดลง ต้นทุนดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประเมินมูลค่าต่ำสุดของประโยชน์ที่พึงจะเกิดจากโครงการในการป้องกันหรือในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม

5) ต้นทุนเกี่ยวกับการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไป (Cost of illness) โดยวัดจากค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสุขภาพ อาการเจ็บป่วย อัตราการเสียชีวิตก่อนเวลาปกติ รายได้ที่ลดลงเนื่องจากสุขภาพที่อ่อนแอ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงมูลค่าของทรัพยากรมนุษย์ได้ด้วย

6) ต้นทุนที่ประมาณจากการสมมติสถานการณ์ที่จะรักษาภาวะแวดล้อมไว้ (Shadow project) วิธีนี้ใช้กับกรณีของการที่มีข้อเสนอของโครงการในการพัฒนาที่เกิดขึ้น แล้วก่อให้เกิดการสูญเสียแก่คุณภาพสิ่งแวดล้อม โครงการดังกล่าวเปรียบเสมือนกับการทำให้มีสินค้าดังกล่าวเกิดขึ้นทดแทนสินค้าชนิดเดียวกันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นค่าประมาณของคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้

(2) การประเมินค่าโดยราคาตลาดตัวแทน (Surrogate market approach) ในบางกรณีที่ไม่อาจใช้ราคาตลาดที่เกี่ยวข้องและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการประเมินค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เราอาจใช้ราคาตลาดตัวแทนเข้ามาช่วยในการประเมินค่า โดยราคาตลาดตัวแทนที่ใช้นิยมประเมินค่าผ่านปัจจัยตัวแทนต่าง ๆ ดังนี้

1) การประเมินมูลค่าทรัพย์สินหรือที่ดิน (Property or land value approach) หลักการทั่วไปของแนวทางนี้คือ ราคาที่ผู้บริโภคจ่ายออกไปเพื่อซื้อหาทรัพย์สินหรือซื้อหาที่ดินจะสะท้อนถึงมูลค่าทั้งหมดที่มีอยู่ของทรัพย์สินหรือที่ดินนั้น ๆ โดยจะสะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าที่จับต้องได้และมูลค่าที่จับต้องไม่ได้หรือมูลค่าสิ่งแวดล้อมที่ดีหรือไม่ดีของทรัพย์สินหรือที่ดินด้วย ทำให้มูลค่าทรัพย์สินหรือที่ดินมีมูลค่าที่แตกต่างกันไปทั้ง ๆ ที่โดยเนื้อแท้ของลักษณะทางกายภาพของทรัพย์สินจะเหมือนกัน

2) ประเมินจากความแตกต่างของค่าจ้าง (Wage differential) เป็นการใช้ราคาค่าจ้างหรือเงินเดือนที่แรงงานได้รับสะท้อนให้เป็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่เป็นอยู่ของสถานที่ทำงาน ซึ่งจากแนวคิดนี้มีอยู่ว่าอัตราค่าจ้างที่สูงน่าจะสะท้อนให้เห็นถึงกรณีสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่ดีนักของการทำงาน จึงจำเป็นต้องมีการจ่ายค่าทดแทนต่อสิ่งแวดล้อมที่ไม่ดีในรูปของค่าจ้างที่สูงขึ้นเพื่อเป็นแรงจูงใจในการทำงานหรือในกรณีที่มีสภาพแวดล้อมที่ดีมากอัตราค่าจ้างอาจจะลดลงมา เพื่อทดแทนกับสภาพแวดล้อมที่ดีอยู่แล้ว ความแตกต่างของค่าจ้างนี้คือมูลค่าของสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงานโดยที่มาจากชนิดของงานที่เหมือนกัน

3) ประเมินจากค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel cost method: TCM) เป็นการประยุกต์ใช้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางเป็นปัจจัยตัวแทนในการประเมินค่าความพอใจหรือการให้คุณค่าต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นิยมใช้กันมากในกรณีศึกษาเกี่ยวกับการท่องเที่ยวนันทนาการหรือการพักผ่อนหย่อนใจในพื้นที่ท่องเที่ยวแหล่งต่าง ๆ

4) ประเมินจากการสร้างสินค้าตัวแทน (Proxy goods) หลักการคือ การประเมินมูลค่าโดยสมมติว่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสามารถที่จะสร้างขึ้นมาใหม่โดยมนุษย์เพื่อทดแทนส่วนของธรรมชาติที่ขาดหายไปได้ ต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการสร้างสินค้าหรือโครงการใด ๆ ขึ้นมาทดแทนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่หายไปจึงจะถือว่าเป็นระดับความเต็มใจที่สังคมจะจ่ายไปเพื่อแลกเปลี่ยนกับสภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่สังคมมีความต้องการ ซึ่งอีกนัยหนึ่งอาจจะสะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินไว้แล้วโดยสังคม

(3) การประเมินค่าโดยใช้ตลาดสมมติ (Simulated market approach) หากไม่สามารถใช้ราคาตลาดที่เกี่ยวข้องและราคาตลาดตัวแทนได้ในการประเมินค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอาจสมมติสถานการณ์ขึ้นเพื่อหาราคาที่ต้องการ ซึ่งทำได้ดังนี้

1) การสร้างตลาดเทียม (Artificial market) ใช้ทดลองหาราคาของความยินดีที่จะจ่าย (Willingness To Pay: WTP) หรือความยินดีที่จะรับ (Willingness To Accept: WTA) สำหรับสินค้าหรือบริการที่ได้จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2) การประเมินค่าโดยใช้ Contingent Valuation Method (CVM) มีลักษณะเป็นการสอบถามถึงทัศนคติของความยินดีที่จะจ่าย (Willingness To Pay: WTP) หรือความยินดีที่จะรับ (Willingness to accept: WTA) ของผู้ถูกสอบถามโดยกำหนดสถานการณ์สมมติหรือสภาพการณ์ที่มิได้เกิดขึ้นจริง แล้วให้ผู้ถูกสอบถามได้ตอบเพื่อแสดงความยินดีที่จะจ่ายหรือความยินดีที่จะรับภายใต้สภาพการณ์ที่สมมติขึ้น

3) การประเมินค่าโดยใช้ Contingent ranking ถามโดยเริ่มจากการตั้งสภาพการณ์สมมติ (Hypothetical scenarios) แล้วสอบถามบุคคลต่าง ๆ (ผู้ให้สัมภาษณ์) โดยขอร้องให้เรียงลำดับทางเลือกต่าง ๆ พร้อมกับเงินหรือต้นทุนที่พร้อมจะจ่ายของแต่ละทางเลือก (เช่น สำหรับสถานที่พักผ่อนหย่อนใจแต่ละที่ที่มีลักษณะและค่าธรรมเนียมที่ต่างกัน) การให้เรียงลำดับสามารถจะอนุมานออกมาเป็นมูลค่าเป็นตัวเงิน (คำถามว่าเขาชอบ “A” มากกว่า “B” หรือเปล่า) นักวิชาการบางกลุ่มผู้สนับสนุนเทคนิคนี้มีความเห็นว่า contingent ranking อาจจะเหมาะสมกว่าวิธี Contingent valuation method (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540)

2.3.2 การกลั่นกรองผลกระทบ

ผลกระทบสิ่งแวดล้อมก่อนที่จะนำไปประเมินค่าทางด้านเศรษฐกิจจะต้องผ่านขั้นตอนการกลั่นกรอง เพราะว่าผลกระทบบางตัวอาจจะวัดออกมาในเชิงคุณภาพ ในขณะที่ผลกระทบบางตัวอาจจะวัดออกมาในเชิงปริมาณ ผลกระทบบางตัวควรคัดออกไป และพิจารณาว่าควรหรือไม่ที่จะนำผลกระทบเหล่านั้นเข้ามาประเมินผลทางด้านเศรษฐกิจ โดยทั่วไปการกลั่นกรองใช้ 4 หลักเกณฑ์ดังนี้ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540)

การกลั่นกรองที่ 1 ผลกระทบนั้นได้รับการดูแล “ภายใน” หรือมีมาตรการบรรเทาแล้วหรือไม่

พิจารณา 2 ประเด็น ประเด็นแรก ผลกระทบดังกล่าวถูกรวมอยู่ในการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจโดยเป็นต้นทุนหรือผลประโยชน์ภายในแล้วหรือไม่ ถ้ารวมอยู่แล้วจะไม่พิจารณาอีก

เพราะเป็นการนับซ้ำ ประเด็นที่สอง ผลกระทบนั้นถูกทำให้บรรเทาลงทั้งหมด (หรือส่วนใหญ่) หรือไม่ ถ้าหากมีมาตรการบรรเทาแล้ว ต้นทุนของการบรรเทาย่อมถูกรวมไว้ในต้นทุนของโครงการแล้ว

- ถ้าคำตอบ (ในข้อใดข้อหนึ่ง) คือ “ใช่” หมายถึง ไม่ต้องประเมินผลกระทบประเภทนั้นเป็นตัวเงิน แต่ควรจะระบุรายการผลกระทบนั้นไว้ในตาราง พร้อมระบุเหตุผลอย่างชัดเจนของการตัดออก
- ถ้าคำตอบ คือ “ไม่” (หรือไม่แน่นอน) จะต้องกลั่นกรองต่อไป

การกลั่นกรองที่ 2 ผลกระทบนั้นมีขนาด “เล็ก” (ในความหมายเชิงเปรียบเทียบ) หรือไม่

พิจารณาว่าผลกระทบนั้น ๆ มีขนาด “เล็ก” หรือไม่ หรือมีขนาดเล็กเปรียบเทียบกับผลกระทบหัวเรื่องอื่น ๆ

- ถ้าคำตอบ คือ “ใช่” หมายความว่า ผลกระทบนั้นไม่มีนัยสำคัญพอเพียง และไม่จำเป็นต้องตีค่าออกมาเป็นตัวเงิน แต่ควรบันทึกในตาราง พร้อมอธิบายเหตุผลว่าทำไมจึงต้องเอาผลกระทบนั้นออก
- ถ้าคำตอบ คือ “ไม่” (หรือ “ไม่อย่างแน่นอน”) จะต้องกลั่นกรองขั้นตอนต่อไป

การกลั่นกรองที่ 3 ผลกระทบนั้นไม่ค่อยแน่นอน หรืออ่อนไหวง่ายหรือไม่

พิจารณาว่ามีความไม่แน่นอนสูงในเรื่องที่กำลังพิจารณาหรือไม่ หรืออยู่ในสภาพ “อ่อนไหวง่าย”

- ถ้าคำตอบ คือ “ใช่” ควรดำเนินการประเมินเชิงคุณภาพ แต่ทั้งนี้ถ้าหากระบุเชิงปริมาณด้วย (เท่าที่เป็นไปได้) พร้อมกับอธิบายเหตุผลว่าทำไมไม่สามารถระบุเชิงปริมาณหรือวัดค่าเป็นตัวเงินได้
- ถ้าคำตอบ คือ “ไม่” (หรือ “ไม่แน่ใจ”) ควรทำการกลั่นกรองขั้นต่อไป

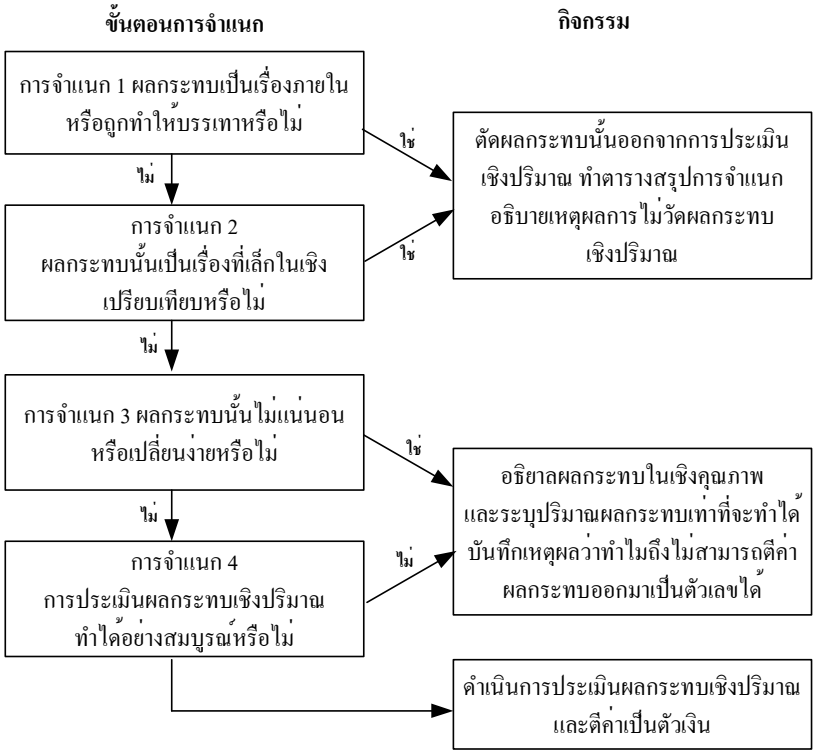
การกลั่นกรองที่ 4 การประเมินผลเชิงปริมาณสามารถทำได้ “ครบถ้วน” หรือไม่

พิจารณาว่ามีข้อมูลหรือข่าวสารอื่นพอเพียงที่จะนำมาประเมินได้มากกว่าการประเมินเชิงคุณภาพ

- ถ้าใช่ (หรือไม่แน่ใจ) ควรดำเนินการประเมินเชิงปริมาณต่อไป

- ถ้าไม่ ควรทำการประเมินเชิงคุณภาพ ทั้งนี้ควรระบุผลกระทบในเชิงปริมาณ (เท่าที่จะทำได้) ระบุเหตุผลที่มีน้ำหนักเพียงพอว่าทำไมไม่สามารถที่จะระบุผลกระทบออกมาเป็นปริมาณหรือเงินได้

การกลั่นกรองผลกระทบวงนอกทั้งทางด้านบวกและด้านลบโดยใช้หลักเกณฑ์การกลั่นกรองของกองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม แสดงดังภาพประกอบ 2-9



ภาพประกอบ 2-9 หลักเกณฑ์การกลั่นกรองผลกระทบวงนอก
ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540)

2.3.3 อัตราคิดลด (Discount rate)

อัตราคิดลด (Discount rate) ในการคิดลดจะต้องเลือกใช้อัตราส่วนลดที่เหมาะสม เนื่องจากถ้าใช้อัตราส่วนลดที่มีค่าสูงจะมีผลทำให้โครงการผ่านการวิเคราะห์มีน้อย แต่ถ้าใช้อัตราส่วนลดที่มีค่าต่ำจะมีผลทำให้โครงการจำนวนมากผ่านการวิเคราะห์ได้ ประเด็นปัญหาจึงอยู่ที่ว่าอัตราส่วนลดที่เหมาะสมควรจะเป็นอัตราใด สำหรับอัตราส่วนลดที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านการเงินได้แก่ อัตราดอกเบี้ยของเงินทุนซึ่งก็คือต้นทุนของเงินทุนที่สะท้อนต้นทุนค่าเสียโอกาสของเงินทุน

และถ้าเป็นเงินทุนผสมระหว่างเงินทุนของตนเองและเงินกู้ อัตราส่วนลดก็คืออัตราเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของต้นทุนเงินทุนจากแหล่งทั้งสอง

สำหรับการวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐกิจอัตราส่วนลดที่เลือกใช้ก็คือ ค่าเสียโอกาสของทุน (Opportunity cost of capital) อัตรานี้จะเป็นอัตราผลตอบแทนของเงินทั้งหมดที่ใช้ในการดำเนินงานซึ่งอาจเป็นผลตอบแทนเงินลงทุนหน่วยสุดท้าย สำหรับประเทศไทยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเสนอแนะให้ใช้ร้อยละ 12 โดยทั่วไปการพิจารณาเลือกใช้อัตราคิดลดอาจจะพิจารณาดังนี้ ถ้ากระแสเงินสดของโครงการอยู่ในรูปราคาคงที่จะต้องใช้อัตราส่วนลดแท้จริง (Real discount rate) ไม่ควรใช้อัตราส่วนลดตลาดปัจจุบัน แต่ถ้าใช้ราคาตลาดในการตีค่าปัจจัยการผลิตและผลผลิต ควรทำส่วนลดด้วยอัตราดอกเบี้ยตลาดปัจจุบัน (Nominal discount rate) เนื่องจากกระแสเงินสดที่จัดทำขึ้นก็เป็นกระแสเงินสดที่ใช้ราคาตลาดปัจจุบันเช่นกัน (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2545)

2.3.4 หลักเกณฑ์การประเมินโครงการ

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของกิจกรรมหนึ่งๆ ช่วยให้สามารถตัดสินใจในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดและหาได้ยากให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล การพิจารณาว่ากิจกรรมนั้นมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่ อาศัยตัวชี้วัดอยู่ 3 เกณฑ์ คือ

(1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หมายถึง ผลรวมของผลประโยชน์สุทธิที่ได้ปรับค่าของเวลาและของโครงการหรือกิจกรรม ซึ่งมุ่งเพื่อวัดว่าโครงการหรือกิจกรรมที่กำลังพิจารณาอยู่นั้น จะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าหรือมีกำไรต่อส่วนรวมหรือไม่ เกณฑ์การตัดสินใจ คือ อนุมัติโครงการเมื่อ ค่า NPV$\geq$0 แต่ถ้า NPV ของโครงการติดลบหรือมีค่าต่ำกว่าศูนย์ ก็ไม่ควรอนุมัติโครงการ เพราะรายได้ที่ได้รับจะไม่คุ้มกับการลงทุน

(2) อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (Benefit–Cost Ratio: BCR) แสดงถึงอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดอายุของโครงการหรือกิจกรรม เกณฑ์การตัดสินใจ คือ ควรรับโครงการที่มีค่า BCR$\geq$1 นั่นคือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุน และไม่ควรอนุมัติโครงการที่มีค่า BCR ต่ำกว่า 1 เพราะกรณีนี้ผลตอบแทนโครงการไม่คุ้มค่าการลงทุน

(3) อัตราผลตอบแทนของโครงการหรือกิจกรรม (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราที่ทำให้ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายที่ได้คิดลดเป็นค่าในปัจจุบันแล้วเท่ากัน เกณฑ์ในการตัดสินใจ ค่า IRR มากกว่า อัตราส่วนคิดลดโครงการยอมรับได้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยจะนำเสนอเป็น 3 ส่วน คือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษที่เกิดจากการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์สำหรับการจัดการมูลฝอย และงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเถ้าหนักและเถ้าลอยจากเตาเผาไปใช้เป็นวัสดุต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษที่เกิดขึ้นจากเตาเผา ทั้งเตาเผามูลฝอยติดเชื้อและเตาเผามูลฝอยชุมชน

จากการตรวจสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษที่เกิดขึ้นจากเตาเผา พบว่ามีงานวิจัยประเภทนี้อยู่พอสมควร ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้ยกมาเฉพาะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเตาเผามูลฝอยติดเชื้อและเตาเผามูลฝอยชุมชน โดยเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อที่ได้มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศและการปนเปื้อนของโลหะหนักในเถ้า จำนวน 3 ชิ้น และเป็นงานวิจัยเตาเผามูลฝอยชุมชนที่มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศและควบคุมประสิทธิภาพเตาเผา ซึ่งเป็นงานวิจัยต่างประเทศ 1 ชิ้น และเป็นงานวิจัยของประเทศไทย 1 ชิ้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อระบบบำบัดมลพิษที่เกิดจากเตาเผา ซึ่งเป็นงานวิจัยของประเทศไทย จำนวน 2 ชิ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

รัฐิมา พัฒนเจริญ (2542) ศึกษาการทำงานของเตาเผามูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลเขตเทศบาลนครขอนแก่น เพื่อศึกษามลสารที่ปลดปล่อยออกจากปล่องควัน ผลการศึกษาพบว่ามลพิษทางอากาศที่เกิดจากเตาเผา ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และฝุ่นละออง เมื่อตรวจวัดปริมาณมลสารทางอากาศพบว่า ก๊าซทั้ง 3 ประเภทมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ส่วนปริมาณฝุ่นละอองมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน 3 เท่า

นอกจากมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากเตาเผาแล้ว ยังพบว่ามีโลหะหนักในเถ้าก้นเตาจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ได้แก่งานวิจัยของธนชิต โสดสิงห์ (2542) ศึกษาโลหะหนักในเถ้าก้นเตาจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ จังหวัดภูเก็ต ผลการศึกษาพบว่า มีปริมาณโลหะหนักของแบเรียม ตะกั่ว โครเมี่ยม เงิน เซลีเนียมและแคดเมี่ยม มีค่า 2602.41, 1130, 559.91 , 245.27, 39.48 และ 13.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณโลหะหนักพบน้อยมาก ได้แก่ ปรอทและสารหนู ซึ่งความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะล้างก้นเตาไม่มีค่าใดสูงกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรินทร์ ราโช (2544) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักในขี้เถ้าก้นเตาเผามูลฝอยติดเชื้อโรงพยาบาล เขตเทศบาลนครราชสีมา ได้แก่ ตะกั่ว เงิน เหล็ก สังกะสี ผลการศึกษา

พบว่า ในน้ำชะล้างขี้เถ้าก้นเตาเผามีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 0.08 , 0.07 , 0.21 และ 0.26 mg/L ซึ่งความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะล้างก้นเตาไม่มีค่าใดสูงกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยด้านมลพิษจากเตาเผามูลฝอยชุมชน ได้แก่งานวิจัยของเลอศักดิ์ โคสูงเนิน (2544) ศึกษามลพิษทางอากาศและน้ำจากเตาเผามูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก ที่จังหวัดนครราชสีมาโดยใช้เตาเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร สูง 2.6 เมตร และมีท่อระบายไอเสียเชื่อมกับหอพ่นน้ำ ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพอากาศที่ระบายออกมาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ค่อนข้างสูง ส่วนคุณภาพของน้ำเสียมีความเป็นกรดสูง เนื่องจากปริมาณของคลอไรด์สูง สอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศของ Pin-Jing He *et al*. (2004) ศึกษาลักษณะมลพิษทางอากาศ จากโรงเตาเผามูลฝอยชุมชนที่เมือง Shanghai พบว่ามลพิษทางอากาศ มีลักษณะเหมือนกับทุกๆ ที่ที่ตั้งมาแล้ว ไม่ว่าเมือง Yuqiao หรือ Pudong ผลการศึกษามี soluble salts คลอไรด์ 17.4-21.9% มีไดออกซินและโลหะในน้ำชะมูลฝอย 0.98-1.5 ng TEQ/g

จากการตรวจเอกสารผู้วิจัยพบว่ามลพิษที่เกิดจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อและเตาเผามูลฝอยชุมชน ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละออง โดยมีค่าความแตกต่างของมลพิษที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดจากการที่เตาเผามูลฝอยชุมชนมีปริมาณมูลฝอยแห้งที่เผาไหม้มากกว่าเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งค่าของคาร์บอนมอนอกไซด์จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณมูลฝอยแห้ง นอกจากนี้ยังมีโลหะหนักที่ปนเปื้อนในเถ้าก้นเตาจากเตาเผามูลฝอย ทั้งจากเถ้าหนักและเถ้าลอย ซึ่งโลหะหนักได้แก่ โลหะหนักของแบเรียม ตะกั่ว โครเมี่ยม เงิน เซลีเนียมและแคดเมี่ยม ปรอทและสารหนู ตะกั่ว เงิน เหล็ก สังกะสี เป็นต้น

มลพิษที่เกิดทั้งหมดเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญจากเตาเผา แต่พบว่ามีในระบบเตาเผามีกระบวนการบำบัดมลสารอย่างมีประสิทธิภาพก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่ความเข้มข้นของมลสารต่างๆ มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด มีเพียงมลสารบางตัวที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพและสิ่งแวดล้อมได้

อย่างไรก็ตาม มลภาวะทางอากาศ ทางน้ำหรือการปนเปื้อนโลหะหนัก สามารถป้องกันได้ ในปัจจุบันเตาเผามีระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้องค์ประกอบมูลฝอยและเชื้อเพลิงยังมีส่วนในการลดมลสารเหล่านี้ ดังเช่นงานวิจัยของไพบูลย์ ตันคงจำรัสกุล (2539) ศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไนโตรเจนออกไซด์ในเตาเผามูลฝอยชุมชน โดยควบคุมตัวแปรปริมาณมูลฝอย ปริมาณอากาศ ปริมาณไอเสียย้อนกลับ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์มีความผันแปรตรงกับปริมาณมูลฝอยและปริมาณอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโกศล อมรไชย (2540) ได้ศึกษาการออกแบบเตาเผามูลฝอยชุมชนและตัวแปรที่มีผลต่อการเผาไหม้

และการปลดปล่อยก๊าซมลพิษ ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิในห้องเผาไหม้เป็นตัวแปรที่มีผลต่อการเผาไหม้ ซึ่งอุณหภูมิขึ้นอยู่กับปริมาณมูลฝอย ปริมาณอากาศ ปริมาณเชื้อเพลิง และพบว่าปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมอุณหภูมิและองค์ประกอบมูลฝอย งานวิจัย 2 ชิ้นนี้ ผู้วิจัยพบว่าต้องมีการควบคุมปัจจัยที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ ควบคุมตัวแปรปริมาณมูลฝอย ปริมาณอากาศและปริมาณไอเสียย้อนกลับให้เหมาะสมเพื่อการเผาไหม้สมบูรณ์ ซึ่งจะลดปัญหาที่เกิดต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมได้

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์สำหรับการจัดการมูลฝอย

จากการตรวจสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์สำหรับการจัดการมูลฝอย พบว่ามีงานวิจัยในลักษณะนี้อยู่บ้าง โดยเป็นงานวิจัยทางเศรษฐศาสตร์การลงทุนเกี่ยวกับการคัดแยกวัสดุรีไซเคิลและกำจัดมูลฝอยอินทรีย์ด้วยขบวนการชีวภาพ 1 ชิ้น งานวิจัยต้นทุนผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของการบริหารจัดการมูลฝอย 1 ชิ้น นอกจากนี้เป็นงานวิจัยการวิเคราะห์อัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอย โดยเป็นงานวิจัยของประเทศไทย 1 ชิ้น และเป็นงานวิจัยต่างประเทศ 1 ชิ้น

ส่วนงานวิจัยเกี่ยวกับความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การลงทุนในการผลิตพลังงานมูลฝอยมีน้อยเช่นกัน อย่างไรก็ตามเท่าที่สำรวจมาได้นั้นเป็นงานวิจัยของประเทศไทย 2 ชิ้น ส่วนงานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์การลงทุนเชื้อเพลิงมูลฝอย (RDF) มี 3 ชิ้น นอกจากนี้เป็นงานวิจัยที่ใช้เทคนิค Benefit Transfer เพื่อประเมินมูลค่า แต่พบว่างานวิจัยที่ใช้เทคนิคดังกล่าวยังมีอยู่น้อยมาก เท่าที่สำรวจได้มีเพียง 2 ชิ้นเท่านั้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การุณย์ แสงบุริมทิศ (2541) ศึกษาการจัดการมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การลงทุน โดยคัดแยกวัสดุรีไซเคิลและมูลฝอยอินทรีย์กำจัดด้วยขบวนการชีวภาพ ผลการศึกษาปริมาณมูลฝอย แยกได้เป็นวัสดุรีไซเคิล ปุ๋ยหมัก และผลิตกระแสไฟฟ้า โดยรายได้จากวัสดุรีไซเคิล 18 ล้านบาทต่อปี ปุ๋ยหมัก 4 ล้านบาทต่อปีและกระแสไฟฟ้า 25 ล้านบาทต่อปี การลงทุนมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 84 ล้านบาท ที่อัตราคิดลด 12% อัตราผลตอบแทนของโครงการประมาณ 27%

จากการตรวจเอกสารผู้วิจัยพบว่า การจัดการแบบคัดแยกมูลฝอย คือแยกวัสดุรีไซเคิลทำปุ๋ยหมัก และผลิตกระแสไฟฟ้าจะก่อให้เกิดความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การลงทุนและเป็นวิธีการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เนื่องจากเป็นระบบปิด และมีคัดแยกประเภทมูลฝอยเพื่อนำวัสดุต่างๆ หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เป็นการลดการใช้พลังงานและลดการทำลายทรัพยากรอีกด้วย

พิณทิพย์ ศรีสมัย (2548) ประเมินมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมและวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของการบริหารจัดการมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา ผลการศึกษาพบว่า ส่วนมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 12 เท่ากับ 28,940,535.03 บาท และอัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย เท่ากับ 2.09 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ในทุกกรณี ยกเว้นกรณีที่ไม่คิดผลกระทบวงนอก หากเทศบาลนครสงขลาต้องการให้เกิดความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ควรรณรงค์ให้ประชาชนในเขตเทศบาลคัดแยกมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดและพิจารณาลงทุนสร้างโรงคัดแยกมูลฝอยเพื่อนำไปขาย ตลอดจนเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินการบริหารจัดการมูลฝอย เป็นโครงการที่ผู้ก่อมูลฝอยเป็นผู้จ่าย (Polluter pay) หรือเพื่อป้องกัน (Prevention pay)

งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์อัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอย ได้แก่ งานวิจัยของอุรารัตน์ วรรธนะจิตติกุล (2543) ศึกษาอัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอยจากการเปรียบเทียบต้นทุนในการจัดการมูลฝอยโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลและการกำจัดแบบเตาเผาของเทศบาลนครเชียงใหม่ พบว่าการจัดเก็บค่าธรรมเนียมเก็บขนมูลฝอยจากบ้านเรือน อัตรา 20 บาทต่อเดือน จากโรงแรม ร้านค้าและตลาด อัตรา 1,000 บาท/ลูกบาศก์เมตร แต่ถ้าให้สอดคล้องกับหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (PPP) ควรเก็บอัตรา 1,311.52 บาทต่อตัน วิธีการใช้เตาเผาควรเก็บในอัตรา 2,536.66 บาทต่อตัน ส่วนต้นทุนฝังกลบ 80,335,419.20 บาท และต้นทุนแบบเตาเผา ประมาณ 189,863,920 บาท สอดคล้องกับงานวิจัยของต่างประเทศของ Elbert and Herman (2004) ได้ประเมินมูลค่าวิธีการกำจัดมูลฝอยเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการฝังกลบและการกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผาเพื่อผลิตพลังงานในประเทศเนเธอแลนด์ โดยพิจารณาต้นทุนทางสังคมที่รวมต้นทุนของสิ่งแวดล้อมเข้าไปด้วย ผลการศึกษาพบว่า เมื่อคิดต้นทุนทางการเงิน ต้นทุนการกำจัดแบบฝังกลบเท่ากับ 36 ยูโรต่อตัน ส่วนกำจัดแบบเตาเผา เท่ากับ 79 ยูโรต่อตัน แต่เมื่อคิดต้นทุนทางสังคม โดยใช้ราคาเงาวิธีต้นทุนที่จ่ายทดแทน เมื่อรวมผลกระทบวงนอกต่อสังคมทั้งทางด้านบวกและด้านลบเข้าไปพบว่า การกำจัดแบบฝังกลบมีต้นทุน เท่ากับ 22.14 ยูโรต่อตัน ส่วนกำจัดแบบเตาเผา เท่ากับ 17.64 ยูโรต่อตัน

จากการตรวจเอกสาร ผู้วิจัยพบว่า เทศบาลส่วนใหญ่มีอัตราการเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอยอัตราต่ำกว่าค่าใช้จ่ายจริง ไม่สอดคล้องกับหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่ายที่ต้องครอบคลุมทั้งการเก็บขนและการกำจัด โดยจัดเก็บตามปริมาณการก่อมูลฝอย เทศบาลควรเปลี่ยนแปลงการจัดเก็บค่าธรรมเนียมที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้เกิดความสมดุลกับรายจ่าย และการกำจัดแบบเตาเผาจะมีต้นทุนที่สูงมากเมื่อเทียบกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

นอกจากนี้งานวิจัยเกี่ยวกับความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการลุงทุนการแปรรูปเชื้อเพลิงทดแทน โดยปนัดดา เลิศลอย (2540) ได้ศึกษาโครงการโรงงานกำจัดมูลฝอยด้วยระบบเตาเผาขนาด 2,000 ตันต่อวันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ เท่ากับ -2,728,483,318 บาท ค่า B/C Ratio เท่ากับ 0.39 จึงจัดว่าเป็นโครงการที่ไม่คุ้มค่ากับต้นทุนเงินทุนที่เสียไป ส่วนหนึ่งเนื่องจากคุณสมบัติของมูลฝอยยังไม่เหมาะสมเพียงพอต่อการเผาไหม้ที่จะทำให้ได้พลังงานความร้อนที่เพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในระดับปริมาณที่มาก แต่ถ้ามองในผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในสังคมที่จะช่วยทำให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมดีขึ้น ก็เป็นโครงการที่น่าจะเกิดประโยชน์กับสังคมได้

และงานวิจัยของรัชนี โพธิรัชต์ (2546) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโรงกำจัดมูลฝอยชุมชนด้วยการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงทดแทน โดยเติมเศษยางเพื่อเพิ่มพลังงานความร้อน เขตกรุงเทพมหานคร กำลังการผลิต 150 ตันRDFต่อวัน ผลิต RDF ที่มีค่าความร้อน 4,000 kcal/kg. กำจัดมูลฝอยได้สูงสุด 451 ตันต่อวัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 109.62 ล้านบาท ค่า IRR เท่ากับ 24% ระยะคืนทุน 4 ปี โดยมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 109.25 ล้านบาท ใช้เศษยาง 35 ตันต่อวัน ผลการวิเคราะห์พบมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าบวกทุกโครงการ

สอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศของ Antonio and Pacifico (2002) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบสายการผลิต RDF ที่แตกต่างกัน ด้วยคอมพิวเตอร์โมเดลที่ได้พัฒนาด้วยการทำสมดุลมวล ด้วยการใช้ Recovery factor transform function (RFTF) และศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิต RDF ที่ให้ค่าความร้อนสูง (>4000 kcal/kg LHV) พบว่า NPV จะมีค่าเป็นบวกสำหรับโรงงาน RDF ที่มีกำลังการผลิต 25 ตันต่อชั่วโมง เมื่อราคาขาย RDF ประมาณ 0.013 Euro/kg และโรงงานกำลังการผลิต 200 ตันต่อชั่วโมง ประมาณ 0.005 Euro/kg จากการศึกษาพบว่าการผลิต RDF เพื่อขายไม่มีภาวะดึงดูดการลงทุน ขณะที่ผลิต RDF เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จะทำให้ NPV เป็นบวก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abu-Hijleha *et al*. (2004) ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโรงกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาในประเทศจอร์แดน มีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีต้นทุนของโรงเตาเผา ประมาณ 90 ล้านUSD เป็นต้นทุนที่ดินและค่าก่อสร้าง ประมาณ 1.5 ล้านUSD ต้นทุนค่าบำรุงรักษา ประมาณ 5% ของต้นทุนทั้งหมด ส่วนรายได้มาจากการขายพลังงานไฟฟ้า ราคาหน่วยละ 0.048 USD/kWh และจากการขายวัสดุรีไซเคิล ประมาณ 44 ล้านUSD นอกจากนี้เถ้าเบาสามารถขายเพื่อทำวัสดุก่อสร้าง มีระยะเวลาคืนทุน 30 ปี ผลการศึกษาพบว่าโครงการมีความคุ้มค่าที่จะลงทุน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maria and Pavesi (2006) ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิต RDF จากมูลฝอยชุมชนเป็นพลังงานมูลฝอยไฟฟ้า ที่เมือง Umbria ประเทศอิตาลี ผลการศึกษา ปีค.ศ.

2006 ปริมาณมูลฝอย 300,000 ตัน สามารถผลิต RDF 70,000-100,000 ตันต่อปี ควรมีโรงเตาเผาที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 50-70 GW. ต่อปี ซึ่งถ้าราคาขายไฟฟ้า 0.04-0.06 €/kWh. ค่า NPV เป็นลบ แต่ถ้าราคาเป็น 0.08 €/kWh. ค่า NPV เป็นบวก พิจารณาโครงการ 15 ปี

จากงานวิจัยทั้ง 5 ชิ้น ผู้วิจัยพบว่า การกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา มีต้นทุนในการก่อสร้างและบำรุงรักษาสูงมาก แต่ยังมีบางโครงการมีค่า NPV เป็นบวก ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติมูลฝอยที่ต้องให้ค่าความร้อนสูงเพื่อการผลิตไฟฟ้าได้มาก ประกอบกับราคาขายไฟฟ้าต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงจะทำให้โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน และการผลิต RDF เป็นเชื้อเพลิงทดแทนจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุนมากกว่าผลิต RDF เพื่อขาย นอกจากนี้ยังมีรายได้จากการนำเถ้าไปทำวัสดุใช้งานต่อเนื่อง ยังสามารถเพิ่มรายได้ได้อีกด้วย และผู้วิจัยพบว่า การผลิต RDF ในงานวิจัยของประเทศไทยมีการเติมเศษยางเพื่อเพิ่มพลังงานความร้อน แตกต่างจากงานวิจัยของต่างประเทศที่ไม่ต้องเติมเศษยางเพื่อเพิ่มค่าความร้อน ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบมูลฝอยที่จะให้ค่าความร้อนต่างกัน ซึ่งองค์ประกอบมูลฝอยของประเทศไทย มูลฝอยเปียกมีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าต่างประเทศ แต่มีลักษณะสอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศที่เป็นการผลิต RDF เพื่อทำเป็นเชื้อเพลิงมากกว่าการผลิต RDF เพื่อขาย

งานวิจัยที่ใช้เทคนิค Benefit transfer approach โดยสถาบันเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2540) ได้ศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโครงการแก่งเสือเต้นเพื่อประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐกิจของสภาพป่าจากการสูญเสียพื้นที่ เนื้อที่ 45.6 ตร.กม. ใช้วิธีการโอนประโยชน์เพื่อประเมินมูลค่า โดยนำผลการประเมินมูลค่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เมื่อปี 2538 มาเป็นเกณฑ์ในการปรับมูลค่า ขั้นตอนและผลการศึกษา คือ (1) การปรับพื้นที่ศึกษา เนื่องจากป่าที่ถูกน้ำท่วมของอุทยานเขาใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ 2,176 ตร.กม. คิดเป็นมูลค่า 183 บาท/คน/ปี ถ้าโครงการแก่งเสือเต้นน่าจะมีมูลค่าประมาณ 3.84 บาท/คน/ปี [(45.6*183)/2,176] (2) ปรับอัตราเงินเฟ้อ ปี 2539 (ร้อยละ 4.7) ปี 2540 (ร้อยละ 8.5) ทำให้มูลค่า เพิ่มเป็น 4.36 บาท/คน/ปี (3) ปรับมูลค่าตามขนาดประชากร ตามขนาดประชากร ประมาณ 11,264,000 คน ทำให้ได้มูลค่าสภาพป่าบริเวณโครงการแก่งเสือเต้น เฉพาะปี 2540 ประมาณ 49.07 ล้านบาท

Rowe *et al* (1993) ศึกษาอัตราเสี่ยงต่อความตายจากทุกสาเหตุ โดยใช้เทคนิค Benefit Transfer Approach ด้วยการปรับค่าข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเสี่ยงตายของสหรัฐ เท่ากับ $ 3,300,000 ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าจ้างและความเสี่ยง (US Wage-risk studies) แล้วนำค่ามาประยุกต์ให้สอดคล้องกับประเทศฟิลิปปินส์ ขั้นตอนและผลการศึกษา คือ (1) แปลงเงิน $3,300,000 ให้เป็นเปอร์เซ็นต์ต่อผลิตภัณฑ์ประชาชาติต่อหัว มีค่าเท่ากับ $22,000 (เท่ากับ 15,000 เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ประชาชาติต่อหัวใน

ฟิลิปปินส์) (2) ปรับค่าเปอร์เซ็นต์ต่อ per capita GDP ในประเทศฟิลิปปินส์ ($ 830) ดังนั้นอัตราการเสี่ยงตายในฟิลิปปินส์ เท่ากับ $ 124,500 ถ้าหากต้องการปรับค่าให้เป็นค่าเงินท้องถิ่น คำนวณโดยใช้อัตราแลกเปลี่ยนทางการ

จากงานวิจัยที่ใช้เทคนิค Benefit Transfer Approach ทั้ง 2 ชิ้น ผู้วิจัยพบว่า ต้องระบุขนาดผลกระทบในเชิงปริมาณ กำหนดขนาดประชากร ในการโอนมูลค่าของสถานที่อื่นที่ศึกษาไว้แล้วมาทำการปรับค่า จะต้องปรับค่าให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่กำลังศึกษา เช่น ขนาดพื้นที่ จำนวนประชากร การปรับผลของเงินเฟ้อ การปรับค่าข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ซึ่งจะทำให้มูลค่าที่ได้มีความแม่นยำกว่าการนำค่าที่คำนวณไว้ในสถานที่อื่นมาใช้กับสถานที่ที่กำลังศึกษาโดยตรง แต่มีข้อคำนึงว่าวิธีการโอนประโยชน์ยังมีข้อจำกัดในความแตกต่างของสภาพต่าง ๆของพื้นที่อ้างอิงกับพื้นที่ศึกษา อาจจะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการประเมินมูลค่าได้

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเถ้าหนักและเถ้าเบาจากเตาเผาไปใช้เป็นวัสดุต่างๆ

จากการตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเถ้าหนักและเถ้าลอยจากเตาเผาไปใช้เป็นวัสดุต่างๆ พบว่ามีงานวิจัยในลักษณะนี้น้อย อย่างไรก็ตาม เท่าที่สำรวจมาได้นั้นมีงานวิจัยของประเทศไทย 3 ชิ้น และเป็นงานวิจัยต่างประเทศ 4 ชิ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

พจณีย์ อินทสโร (2545) ศึกษาการนำเถ้าลอยจากเตาเผามูลฝอยชุมชนมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์บางส่วน เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีและทางแร่ของเถ้าลอยจากเตาเผามูลฝอยชุมชน เพื่อนำมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ในซีเมนต์มอร์ต้าร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของสินีนาฎ พวงมณี (2547) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าลอยจากเตาเผามูลฝอยชุมชน จังหวัดภูเก็ตมาทำเป็นคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก โดยใช้เถ้าลอยแทนที่ปูนซีเมนต์ในส่วนผสม 20% โดยน้ำหนัก พบว่าความสามารถในการรับแรงอัดของก้อนอิฐลดลง แต่อยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีอัตราการดูดน้ำมากขึ้น และน้ำสกัดจากก้อนอิฐมีปริมาณตะกั่วต่ำ

นอกจากนี้งานวิจัยของชีระวิทย์ รัตนพันธ์ (2548) ศึกษาการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยใช้เถ้าลอยจากเตาเผาภูเก็ต ผลการศึกษาพบว่าเถ้าลอยจากเตาเผามีปริมาณแคลเซียมออกไซด์สูง (54.26 %ของน้ำหนักแห้ง) ซึ่งจะมีผลต่อการกำจัดออโธฟอสเฟต ความสามารถในการดูดซับมีค่าเท่ากับ 158.63 มิลลิกรัมต่อออโธฟอสเฟตต่อกรัมของเถ้าลอย

ส่วนงานวิจัยต่างประเทศ Collivignarelli and Sorlini (2002) ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เถ้าลอยผสมเพิ่มเป็นวัสดุผสมธรรมชาติในงานคอนกรีต โดยการบดและล้างเถ้าก่อนนำไปทำเสถียรด้วย Cement-line process และทำเป็นวัสดุผสมรีไซเคิลในการผลิตคอนกรีต และ

Rem *et al* (2004) ศึกษาการนำเถ้าหนักจากเตาเผามาทำเป็นวัสดุก่อสร้างสำหรับทำถนน ซึ่งเถ้าหนักต้องไม่ปนเปื้อนโลหะหนัก เนื่องจากถ้านำไปทำวัสดุก่อสร้างอาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Holger and Annika (2006) ที่วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการนำเถ้าหนักมาทำวัสดุปูถนน วิเคราะห์ค่า pH , L/S (Liquid-to-solid ratio) และงานวิจัยของ Pai-Haung Shih *et al* (2003) ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าจากการเผาไหม้มูลฝอยชุมชนเป็นส่วนผสมซีเมนต์ โดยใช้มาตรฐานความแข็งแรงของซีเมนต์จากประเทศไต้หวัน ที่ใช้เถ้าเป็นส่วนผสมน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แคลเมี่ยมออกไซด์ 183 กรัม และใช้เถ้า 15 เปอร์เซ็นต์ ผลการผลิตพบว่าค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้น อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความแข็งแรงที่กำหนดไว้ ดังนั้นเถ้าจากเตาเผามูลฝอยชุมชนมีความเหมาะสมในการนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตซีเมนต์

จากการตรวจสอบเอกสารผู้วิจัยพบว่า สามารถนำเถ้าหนักและเถ้าลอยที่เหลือจากการเผาไหม้ ไปทำเป็นวัสดุต่างๆ ได้แก่ วัสดุแทนปูนซีเมนต์ สารบำบัดน้ำเสีย หรือวัสดุก่อสร้าง วัสดุทำถนน เป็นต้น ซึ่งจะก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อเนื่องและช่วยลดปริมาณเถ้าทั้ง 2 ประเภทลงได้ และยังเป็นการช่วยลดเศษวัสดุที่เหลือใช้ลงได้ โดยการนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ในการนำเถ้าหนักและเถ้าลอยมาใช้ประโยชน์นั้น จะต้องมีกระบวนการผลิตที่ต้องไม่มีการปนเปื้อนของมลพิษจากโลหะหนักต่างๆ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมได้