บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในบทนี้จะเป็นการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการศึกษาความเหมาะสมการจัดการขยะมูลฝอยแบบบูรณาการขององค์การบริหารส่วนตำบลไม้เค็ด ซึ่งจะประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล องค์การบริหารส่วนจังหวัด และหน่วยงานระดับเทศบาลอื่นๆ ที่ได้มีการทำการศึกษาไว้แล้ว
- การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน หลักการทำงาน จุดเด่นและข้อจำกัดของแต่ละเทคโนโลยี
- การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับรูปแบบการปลูกจิตสำนึกการมีส่วนร่วมของประชาชนในการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย

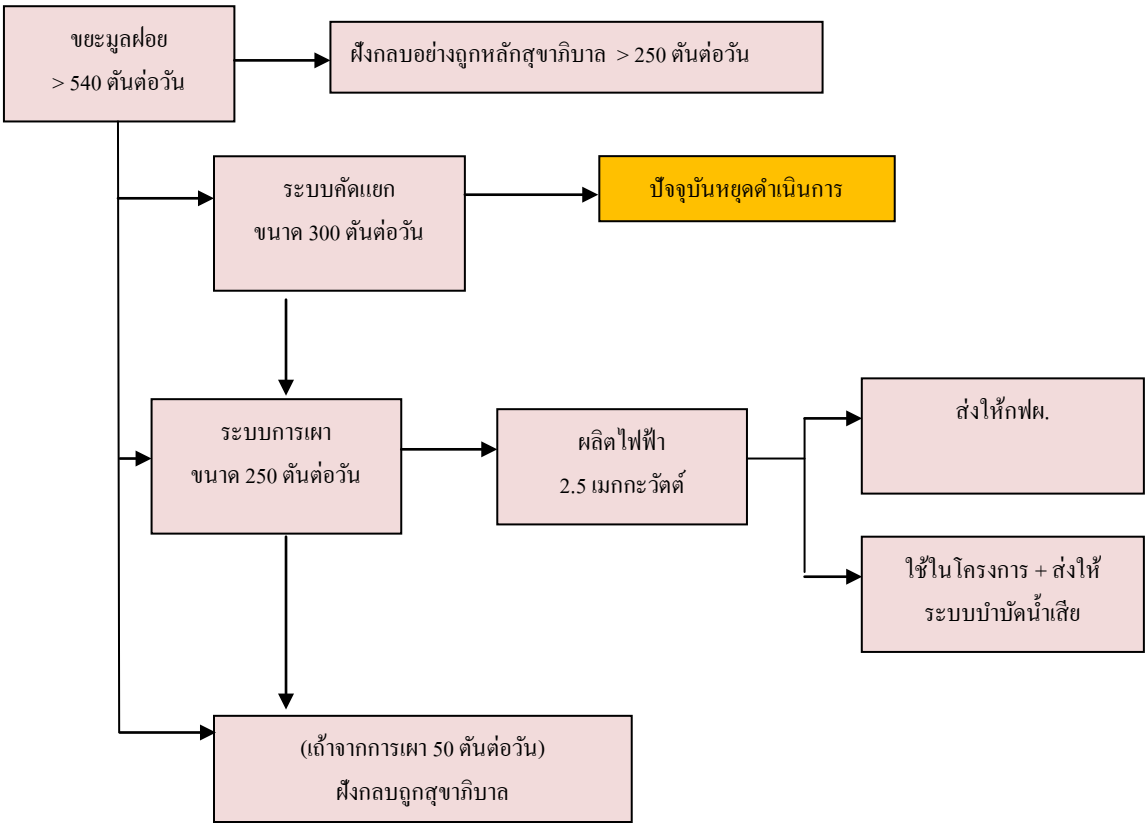
2.1 การจัดการขยะมูลฝอยในระดับเทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบลและองค์การบริหารส่วนจังหวัด

การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยประกอบไปด้วยเทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล และองค์การบริหารส่วนจังหวัดที่มีการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ในการจัดการขยะมูลฝอยดังต่อไปนี้

- เทศบาลนครภูเก็ต
- เทศบาลนครระยอง
- เทศบาลนครพิษณุโลก
- เทศบาลนครสงขลา
- เทศบาลเมืองวารินชำราบ
- เทศบาลตำบลเวียงฝาง
- เทศบาลตำบลแม่สาย
- แหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อ.พนมสารคาม
- องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี
- องค์การบริหารส่วนจังหวัดอุบลราชธานี
- องค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี

2.1.1 เทศบาลนครภูเก็ต

จังหวัดภูเก็ตมีเนื้อที่ประมาณ 570 ตารางกิโลเมตร จำนวนประชากรของจังหวัดภูเก็ตมีประมาณ 315,961 คน (ณ มกราคม 2551) ซึ่งไม่รวมจำนวนนักท่องเที่ยวซึ่งมีไม่ต่ำกว่า 5 ล้านคน และประชากรแฝงประมาณ 6 แสนคน ทำให้เกิดขยะมูลฝอยขึ้นบนเกาะมากกว่าวันละ 540 ตัน ซึ่งท้องถิ่นได้ดำเนินการเก็บขนและส่งมากำจัดยังโรงเผาขยะมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต ซึ่งตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 1 ถนนรัตนโกสินทร์ 200 ปี ตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต พื้นที่ทั้งหมดประมาณ 291 ไร่ ประกอบด้วย พื้นที่กำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบ จำนวน 134 ไร่ พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบเตาเผา จำนวน 46 ไร่ พื้นที่บำบัดน้ำเสีย 33 ไร่ และพื้นที่ฉนวน 76 ไร่ โดยมีเทศบาลนครภูเก็ตเป็นเจ้าของโครงการภาพรวมในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต สามารถสรุปได้ดังแสดงในรูปที่ 2.1-1



รูปที่ 2.1-1 ภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต

เนื่องจากปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้มากกว่า 540 ตันต่อวัน ในขณะที่โรงคัดแยกขยะมูลฝอย มีความสามารถในการคัดแยกขยะมูลฝอย 300 ตันต่อวัน ดังนั้นขยะมูลฝอยบางส่วนจะต้องนำไปฝังกลบในขั้นตอนแรกก่อน สำหรับขยะมูลฝอย 300 ตันที่ส่งเข้าโรงคัดแยกในแต่ละวันจะถูกคัดแยก โดยส่วนที่คัดแยกได้จะนำกลับมาใช้ใหม่หรือขาย ส่วนที่คัดแยกไม่ได้จะถูกนำไปเผาในระบบเตาเผาขยะมูลฝอยที่มีความสามารถในการเผาวันละ 250 ตัน และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 2.51 เมกะวัตต์ (กลุ่มพลังงานมูลฝอย สำนักวิจัยค้นคว้าพลังงาน, 2552) ไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้ส่วนหนึ่งใช้ในโรงเผาขยะมูลฝอยและระบบบำบัดน้ำเสียที่อยู่ติดกัน สำหรับไฟฟ้าส่วนที่เหลือจะจำหน่ายเข้าสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำหรับขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไม่ได้จะนำไปฝังกลบพร้อมกับขี้เถ้าที่เกิดจากเตาเผา แต่เนื่องจากจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณขยะมูลฝอยจากการอุปโภคและบริโภคเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยวทางเทศบาลภูเก็ตจึงมีแผนจะปรับปรุงระบบเตาเผาที่มีอยู่เดิม รวมทั้งก่อสร้างระบบเตาเผาใหม่อีก 1 ชุด ซึ่งจะสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ 700 ตันต่อวัน และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 12 เมกะวัตต์ (บริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด, 2009)

2.1.1.1 องค์ประกอบของระบบ

การดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยของโรงเผามูลฝอยเทศบาลนครภูเก็ตประกอบด้วย 4 ระบบการทำงาน คือ ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย ระบบเตาเผาขยะมูลฝอย ระบบฝังกลบขยะมูลฝอย และระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

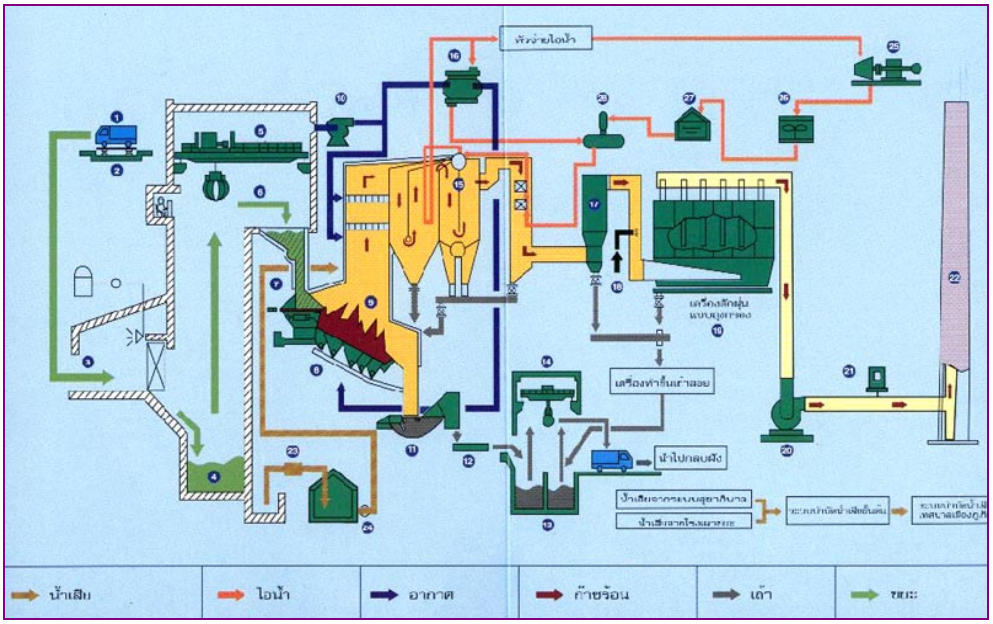
ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย

ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอยมีพื้นที่ประมาณ 8 ไร่ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนอาคารสำนักงาน และส่วนเครื่องจักร เช่น สายพานลำเลียง เครื่องฉีกถุง สายพานอุโมงค์ลำเลียงขยะมูลฝอย และห้องควบคุม ปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถรองรับได้คือ 300 ตันต่อวัน จากผลการดำเนินการที่ผ่านมาพบว่าระบบคัดแยกขยะมูลฝอยสามารถคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระป๋อง เศษกระดาษออกได้ประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่ส่งเข้าระบบ มีขั้นตอนการดำเนินการคือ ขยะมูลฝอยจะถูกนำมากองรวมกันไว้บริเวณลานพักชั่วคราว จากนั้นจะลำเลียงเข้าสู่ระบบคัดแยกทางสะพานเหล็กลำเลียงจะมีการคัดแยกขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่เผาไหม้ไม่ได้ออกมา จากนั้นขยะมูลฝอยจะถูกลำเลียงไป โดยสะพานแบบสั่นเพื่อกระจายขยะมูลฝอยให้แยกง่ายแล้วส่งต่อไปยังสะพานคัดแยก จะมีการฉีกถุงพลาสติกโดยเครื่องจักร แล้วส่งไปยังสะพานคัดแยกซึ่งใช้คนงานในการคัดแยกวัสดุพวกกระดาษ พลาสติก โลหะ

และแก้ว ขยะมูลฝอยที่ผ่านจากระบบคัดแยกจะถูกลำเลียงทางสายพานส่งไปยังโรงงานเผาขยะมูลฝอย ส่วนขยะมูลฝอยที่ถูกคัดแยกออกมาจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเครื่องจักรไม่สามารถคัดแยกขยะมูลฝอยรีไซเคิลจากมูลฝอยทิ้งรวมได้ ทำให้ในปัจจุบันระบบคัดแยกขยะมูลฝอยได้หยุดดำเนินการ

ระบบเตาเผาขยะมูลฝอย

ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบเตาเผามีพื้นที่ 46 ไร่ ประกอบด้วยอาคารเตาเผา อาคารประกอบต่างๆ ระบบฝังกลบเถ้า และโครงสร้างพื้นฐาน สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับโรงงาน ภายในอาคารเตาเผาประกอบด้วย เตาเผา 1 ชุด ซึ่งเผาขยะมูลฝอยได้ 250 ตันต่อวัน ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง และสามารถทำงานได้เป็นเวลาอย่างน้อย 7,008 ชั่วโมงต่อปี ระบบผลิตไฟฟ้ามีกำลังผลิต 2.5 เมกะวัตต์ ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้ในโรงเผาขยะมูลฝอยทั้งหมด และมีไฟฟ้าส่วนเกินสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ ระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ เป็นระบบแห้งพร้อมเครื่องกรองฝุ่นชนิดถุง (Bag Filter) ระบบบำบัด-น้ำเสีย ระบบควบคุมกลิ่น และระบบควบคุมเสียง ซึ่งเพียงพอที่จะทำให้มลพิษต่าง ๆ ลดลงอยู่ในระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม รูปที่ 2.1-2 แสดงแผนผังพื้นที่และการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอยของจังหวัดภูเก็ต



รูปที่ 2.1-2 แผนผังพื้นที่และการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอยของจังหวัดภูเก็ต
(ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย, 2551)

ขยะมูลฝอยที่เก็บขนมายังโรงเผามูลฝอยแล้วถูกนำไปเก็บไว้ชั่วคราวในบ่อรับขยะ จากนั้นจะถูกลำเลียงออกจากบ่อรับด้วยปั้นจั่นลอยแล้วไปปล่อยสู่ช่องรับขยะมูลฝอย แล้วป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเตาเผาแบบตะกรับ โดยอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้มีค่าประมาณ 800-950 องศาเซลเซียส ขยะมูลฝอยจะถูกเผาไหม้จนกลายเป็นเถ้า จากนั้นเถ้าก็จะถูกดันลงสู่เครื่องดักเถ้า เถ้าจะถูกทำให้เปียก เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย จากนั้นจะถูกลำเลียงไปไว้ในบ่อพักเถ้า (Ash Pit) และจะถูกขนเพื่อนำไปฝังกลบต่อไป ส่วนเถ้าเบาจะถูกกรองด้วยเครื่องกรองชนิดถุงเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย

ระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลนครภูเก็ตมีเนื้อที่ 134.7 ไร่ มีจำนวน 5 บ่อ ฝังกลบขยะมูลฝอยขั้นที่ 1 ได้ประมาณ 370,000 ตัน และสามารถดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยได้อีก 340,000 ตัน หากใช้ร่วมกับระบบเตาเผาขยะมูลฝอยสามารถยืดอายุการใช้งานได้กว่า 12 ปี ปัจจุบัน ได้ทำการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถมสูง 4 เมตร โดยถมขยะมูลฝอยจากด้านบนแล้วกลบด้วยดินกลบ 0.60 เมตร ส่วนด้านหน้าตัดเปิดไว้ให้อากาศเข้าช่วยให้เกิดการเร่งการย่อยสลาย นอกจากนั้นยังมีระบบระบายก๊าซ ที่เกิดจากการทับถมของขยะมูลฝอยและระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยเพื่อป้องกันผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น

ระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อเป็นเตาเผาแบบอเนกประสงค์ มีความสามารถในการกำจัด 3 ตันต่อวัน ระบบเตาเผาประกอบด้วย ห้องเผาไหม้ใหญ่ ห้องเผากลิ่นและควัน หัวเผาน้ำมันดีเซล ตะแกรงรองรับ มูลฝอย ห้องเก็บเถ้า ระบบควบคุมการเผา และปล่องควัน ขยะมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บขนจากโรงพยาบาล ศูนย์บริการสาธารณสุข สถานีอนามัย คลินิก โรงฆ่าสัตว์ จะถูกเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ใหญ่ที่อุณหภูมิ เผาไหม้ประมาณ 800-900 องศาเซลเซียส ในระหว่างการเผาไหม้จะมีการพลิกขยะมูลฝอยตามเวลา ที่เหมาะสม เมื่อขยะมูลฝอยเป็นเถ้าดีแล้วจะทิ้งเถ้าไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง จึงเก็บเถ้าแล้วนำไปฝังกลบ

2.1.1.2 ผลการดำเนินการ

เนื่องจากระบบคัดแยกไม่สามารถคัดแยกขยะมูลฝอยที่ทิ้งรวมกันมาเพื่อแยกขยะรีไซเคิลออกมาได้ ทำให้ปัจจุบันไม่ได้เดินระบบดังกล่าว จึงกล่าวได้ว่า ปัจจุบันเทศบาลนครภูเก็ตใช้เทคโนโลยีการเผามูลฝอยในเตาเผา และการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลเพื่อการกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมากกว่าวันละ 540 ตัน

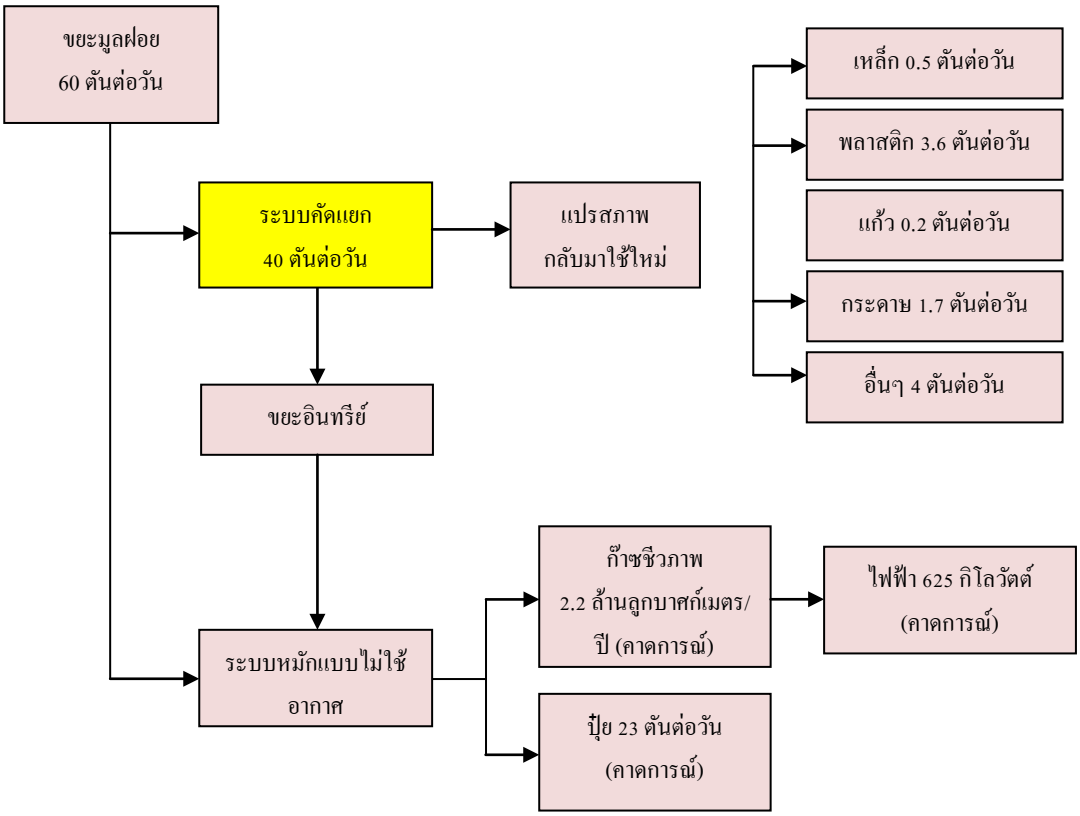
โดยมีแผนที่จะก่อสร้างระบบเตาเผาเพิ่มขึ้นอีก โดยมีความสามารถในการกำจัดวันละ 700 ตัน และผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 12 เมกะวัตต์

ระบบเตาเผาที่ใช้งานมากว่า 13 ปี ในปัจจุบันยังสามารถใช้งานได้ แต่มีประสิทธิภาพในการกำจัดมูลฝอยที่ลดลงตามอายุการใช้งาน ซึ่งจำเป็นต้องมีการซ่อมเปลี่ยนปรับปรุงเพื่อยืดอายุการใช้งานของระบบ ในส่วนประสิทธิภาพการเผาไหม้นั้น เนื่องจากขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเกาะภูเก็ตเป็นขยะที่มีความชื้นสูงและไม่ได้คัดแยก ทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้และการผลิตกระแสไฟฟ้าไม่สูงเท่าที่ควร ซึ่งควรมีการออกแบบเทคโนโลยีที่สามารถลดความชื้นที่เกิดขึ้นจากมูลฝอยที่เก็บขนมา ก่อนที่จะส่งเข้าไปเผาไหม้ในเตาเผา ในส่วนของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครภูเก็ตมีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี ทำให้ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน

อุปสรรคสำคัญในการดำเนินการของศูนย์กำจัดเทศบาลนครภูเก็ตคือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาที่สูงของระบบเตาเผามูลฝอย ซึ่งทำให้ต้องใช้ระบบที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากเพื่อจะได้รับรายได้กลับคืนมาชดเชยค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้น

2.1.2 เทศบาลนครระยอง

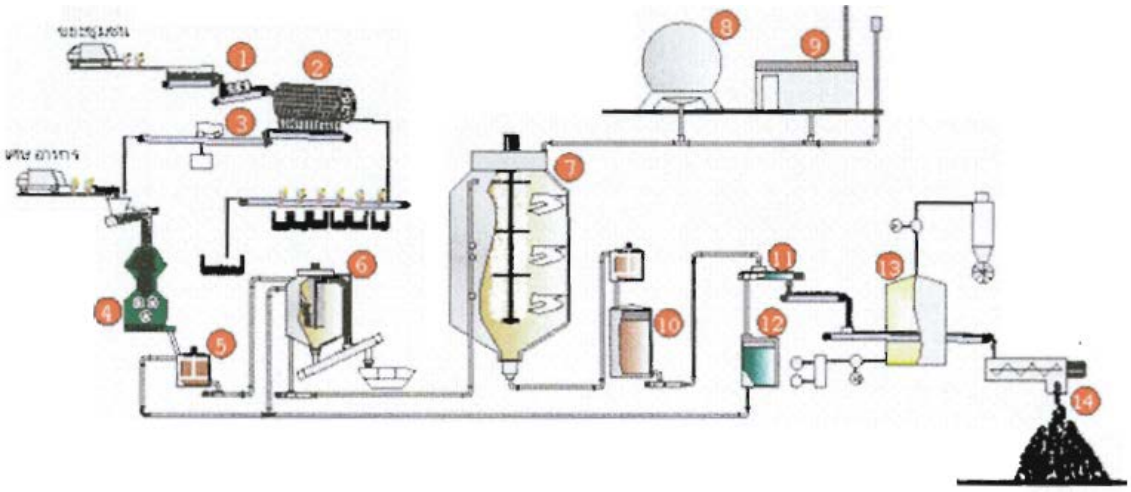
เทศบาลนครระยองได้ทำการจัดตั้งโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน เพื่อกำจัดขยะมูลฝอย ที่ถนนสมุทรเจดีย์ ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง โดยมีพื้นที่โครงการทั้งสิ้นประมาณ 5 ไร่ โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานเทศบาลนครระยองมีความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยได้ 60 ตันต่อวัน โดยแบ่งเป็น ขยะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการคัดแยกที่แหล่งกำเนิด 20 ตันต่อวัน และขยะมูลฝอยที่ไม่ผ่านกระบวนการคัดแยก 40 ตันต่อวัน นอกจากนี้ระบบยังได้รับการออกแบบให้สามารถรองรับการบำบัดสิ่งปฏิกูลได้ 14 ตันต่อวัน (เสรีย์, 2548) รูปที่ 2.1-3 แสดงภาพรวมการจัดการมูลฝอยของเทศบาลนครระยอง



รูปที่ 2.1-3 ภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครระยอง

2.1.2.1 องค์ประกอบของระบบ

การดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครระยองประกอบด้วย 3 ระบบการทำงานหลักๆ คือ ระบบรับและคัดแยกขยะมูลฝอยด้วยเครื่องจักรกล ระบบหมักแบบไม่ใช้อากาศ ระบบบีดน้ำออกจากตะกอนของเหลว รูปที่ 2.1-4 แสดงเครื่องจักรและอุปกรณ์หลักของระบบกำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครระยอง



1. เครื่องฉีกถุง (BAG OPENER)
2. เครื่องแยกเศษอาหาร(DRUM SCREEN)
3. เครื่องแยกเหล็ก(MAGNETIC SEPARATOR)
4. เครื่องย่อย(FRAGMENTIZER)
5. ถังพัก(SUSPENTION TANK)
6. ถังเตรียมสารอินทรีย์(FEED PREPARATION TANK)
7. ถังหมัก(BIOREACTOR)
8. ถังเก็บก๊าซชีวภาพ(BIOGAS HOLDER)
9. เครื่องปั่นไฟฟ้า (GAS-ENGINE GENERATOR)
10. ถังพักกาก (BUFFER STORAGE TANK)
11. เครื่องแยกน้ำ (MECHANICAL DRYER)
12. ถังพักน้ำเติมระบบ (PROCESS WATER TANK)
13. เครื่องอบปุ๋ย (THERMAL DRYER)
14. ปุ๋ยอินทรีย์ (FERTILIZER)

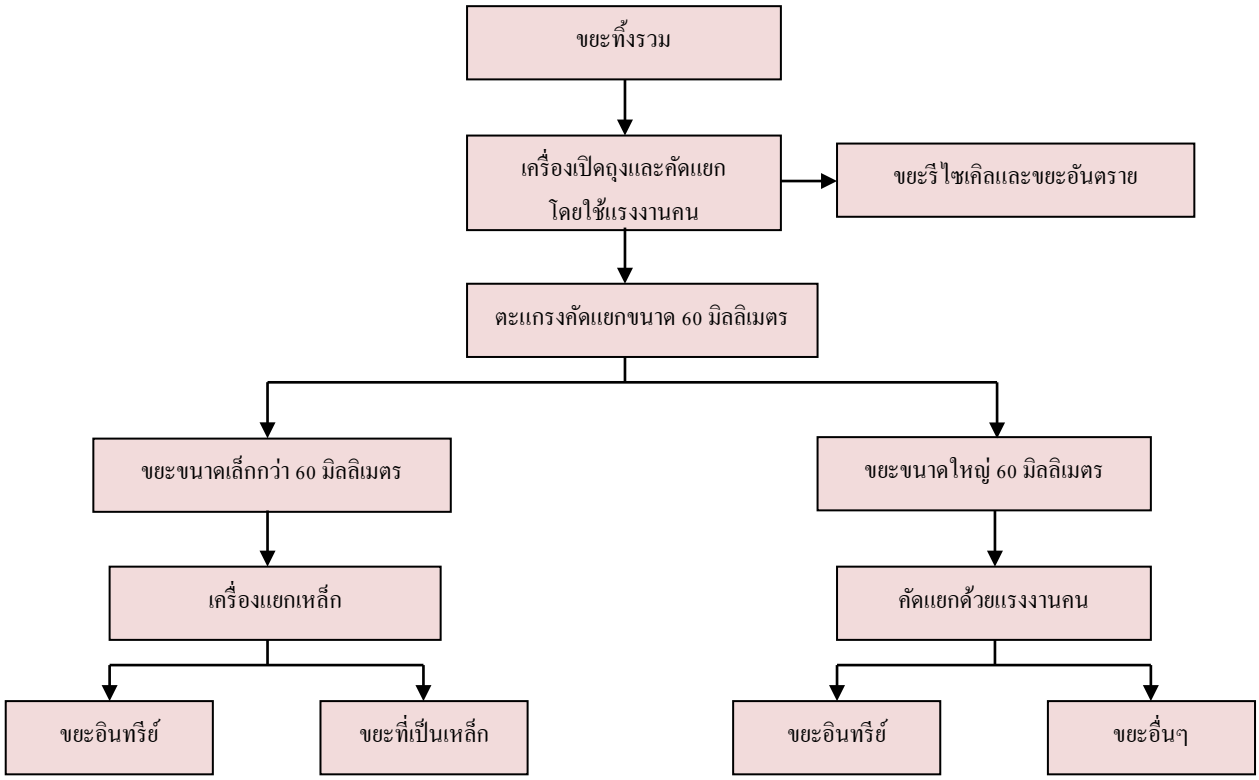
รูปที่ 2.1-4 เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักของระบบกำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครระยอง (เสรีย์, 2548)

ระบบรับและคัดแยกขยะมูลฝอย

ลักษณะการเดินระบบรับและคัดแยกมูลฝอยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การรับขยะมูลฝอยเข้าสู่โรงงาน การคัดแยกขยะมูลฝอย และการเตรียมสภาพอินทรีย์เบื้องต้น

ในส่วนของการรับขยะมูลฝอยเข้าสู่โรงงานจะมีทั้งขยะอินทรีย์ที่ผ่านการคัดแยกมาจากแหล่งกำเนิดและขยะทิ้งรวม สำหรับขยะอินทรีย์ที่ผ่านการคัดแยกมาแล้วจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องบดย่อยโดยตรง สำหรับขยะทิ้งรวมจะถูกเทกองทิ้งไว้บริเวณพื้นที่รองรับขยะมูลฝอย จากนั้นจึงนำขยะมูลฝอยทิ้งรวมมาเข้าเครื่องเปิดถุงเพื่อรอให้คนงานกรีดถุงและคัดแยกวัสดุที่ไม่ต้องการออก เช่น ขยะรีไซเคิลและขยะอันตราย จากนั้นจะนำขยะมูลฝอยที่ผ่านการคัดแยกเบื้องต้นลำเลียงขึ้นสายพาน เพื่อเข้าสู่กระบวนการคัดแยกด้วยเครื่องจักร ซึ่งประกอบด้วยตะแกรงคัดแยก (Drum Screen) ที่มีขนาดรูตะแกรง 60 มิลลิเมตร ขยะมูลฝอยที่มีขนาดเล็กกว่ารูตะแกรงจะตกลงมา หากมีขยะมูลฝอยที่เป็นเหล็กปะปนมาด้วยจะต้องทำการคัดแยกด้วยเครื่องแยกเหล็ก จากนั้นขยะอินทรีย์ที่เหลือจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องบดย่อย สำหรับขยะที่มีขนาดใหญ่กว่ารูตะแกรงจะถูกลำเลียงไปยังสายพานคัดแยกด้วยแรงงานคน เพื่อคัดแยกเอาวัสดุอื่นๆ ออกจากขยะอินทรีย์

ขยะอินทรีย์จะถูกส่งไปยังเครื่องบดย่อย ส่วนวัสดุอื่นๆ จะถูกนำไปรีไซเคิลและฝังกลบต่อไป ดังได้สรุปไว้ในรูปที่ 2.1-5



รูปที่ 2.1-5 กระบวนการคัดแยกขยะทิ้งรวมของเทศบาลนครระยอง

ในการเตรียมขยะอินทรีย์เบื้องต้น ขยะอินทรีย์ที่แยกออกมาได้ทั้งหมดจะถูกป้อนเข้าสู่กรวยและถูกลำเลียงไปยังเครื่องบดย่อยแบบใช้น้ำ เพื่อทำให้ขยะอินทรีย์มีขนาดเล็กลงและผสมเป็นเนื้อเดียวกัน คล้ายตะกอนเหลว จากนั้นตะกอนเหลวก็จะถูกสูบไปเก็บไว้ที่ถังพัก เพื่อปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดให้มีค่าประมาณร้อยละ 20 และตกตะกอนลงมา ตะกอนเหลวนี้จะถูกส่งไปพักไว้ในถังเตรียมสารอินทรีย์ของระบบหมักแบบไม่ใช้อากาศ

ระบบหมักแบบไม่ใช้อากาศ (Effective Microorganism)

ในถังเตรียมสารอินทรีย์ของระบบหมักแบบไม่ใช้อากาศจะมีการปรับอุณหภูมิของตะกอนเหลวของสารอินทรีย์ให้อยู่ระหว่าง 36-38 องศาเซลเซียส รวมทั้งมีการปรับค่าปริมาณของแข็งให้มีค่าประมาณร้อยละ 15 โดยน้ำหนักและปรับค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วงประมาณ 6-7 ก่อนที่จะป้อนเข้าสู่ถังปฏิกิริยาชีวภาพ กระบวนการย่อยสลายที่เกิดขึ้นในถังปฏิกิริยาชีวภาพ เป็นการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แบบไม่ใช้

ออกซิเจน ตะกอนเหลวจะถูกป้อนเข้าสู่ส่วนบนของถังที่มีการควบคุมการไหลของส่วนผสมอย่างช้าๆ และต่อเนื่องลงสู่ก้นถัง และมีใบพัดสำหรับกวนส่วนผสมต่างๆให้เข้ากันเป็นอย่างดีเพื่อช่วยป้องกันปัญหาการเกิดฟองหรือก้อนวัสดุบางอย่างลอยอยู่เหนือผิวของเหลวในถัง ระยะเวลาในการหมักประมาณ 18-20 วัน ในระหว่างกระบวนการของแข็งที่ระเหยได้จะเปลี่ยนสภาพไปเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีส่วนประกอบของก๊าซมีเทนประมาณร้อยละ 60-65 ระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ไม่น้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เมตรต่อมูลฝอยอินทรีย์ 1 ตัน ก๊าซที่ได้จะถูกนำไปเก็บไว้ที่ถังเก็บก๊าซ เพื่อทำการผลิตพลังงานไฟฟ้า 625 กิโลวัตต์ ประมาณร้อยละ 10 ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะนำมาใช้ในโรงงาน ส่วนที่เหลือจะขายเข้าระบบของการไฟฟ้า เพื่อนำรายได้มาเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อไป ส่วนกากตะกอนของสารอินทรีย์ซึ่งมีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 9-10 จะถูกสูบมาเก็บไว้ที่ ถังพักกากตะกอนเพื่อนำมาผลิตปุ๋ยในขั้นตอนต่อไป (เสรีย์, 2548), (โรงผลิตปุ๋ยอินทรีย์, Online)

ระบบรีดน้ำออกจากตะกอนเหลวและระบบอบความร้อน

กากตะกอนที่เก็บไว้ในถังพักกากตะกอนจะถูกส่งไปรีดน้ำออกด้วยเครื่องรีดน้ำแบบ Belt Press จนมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30-35 ในระหว่างการรีดน้ำจะมีการเติมโพลีเมอร์ เข้าไป เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรีดน้ำ จากนั้นกากตะกอนที่ผ่านการรีดน้ำแล้วจะถูกส่งไปที่เครื่องอบความร้อนแบบหมุน โดยใช้ไอร้อนจากไอเสียเครื่องยนต์เป่าผ่านกากตะกอน ทำให้ค่าความชื้นของกากตะกอนลดลงจนได้ปริมาณของแข็งทั้งหมดเป็นร้อยละ 65 อุณหภูมิที่ใช้ทำการอบอยู่ที่ประมาณ 120-140 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงเพียงพอสำหรับทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ทั้งหมด กากตะกอนที่ทำการรีดน้ำและอบความร้อนแล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ ส่วนน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจากการรีดน้ำจะถูกส่งไปยังถังน้ำในระบบน้ำใช้ เพื่อหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (เสรีย์, 2548), (โรงผลิตปุ๋ยอินทรีย์, Online)

2.1.2.2 ผลการดำเนินการ

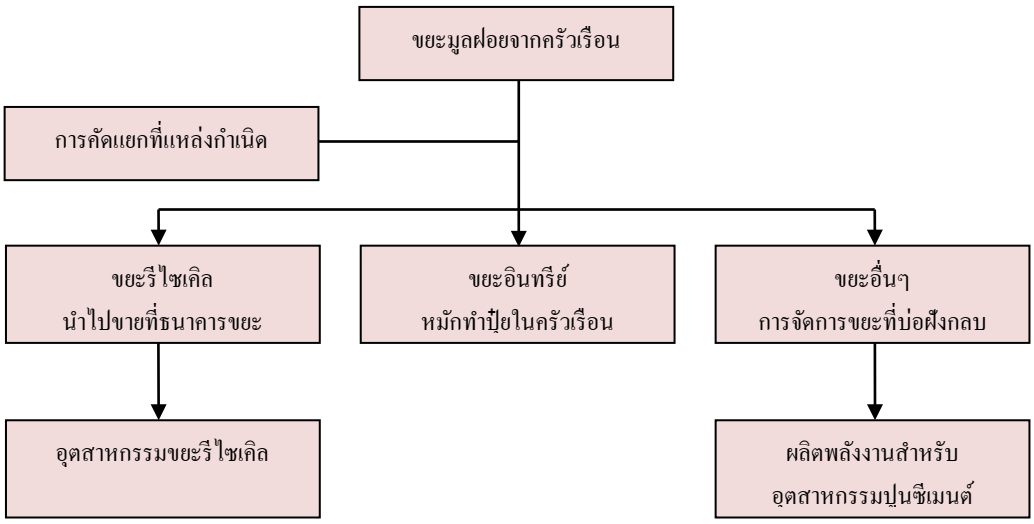
เนื่องจากขยะมูลฝอยที่เก็บขนมาเข้าระบบเป็นขยะทิ้งรวม ดังนั้นแม้ว่าในองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจะมีขยะอินทรีย์มากกว่าร้อยละ 60 แต่การใช้เครื่องจักรกล ได้แก่ เครื่องฉีกถุงและตะแกรงร่อน ไม่สามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ออกมาได้ การใช้แรงงานคนในการคัดแยกก็จะแยกได้เฉพาะขยะรีไซเคิลซึ่งมีอยู่ไม่มากแล้วในขยะมูลฝอยที่เก็บขนมา อีกทั้งยังมีบรรยากาศการทำงานที่ไม่ดี ส่งผลให้การคัดแยกขยะอินทรีย์ไม่สามารถทำได้ ดังนั้นจึงมีเฉพาะขยะอินทรีย์ที่แยกทิ้งจากแหล่งกำเนิด เช่น เศษอาหาร เศษผัก

ผลไม้ เท่านั้น ที่สามารถส่งเข้าไปในถังหมักได้ ระบบจึงปฏิบัติงานในสภาวะที่ต่ำกว่าที่ออกแบบไว้ ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพน้อย และไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เกิดรายได้เพียงพอสำหรับมาชดเชยรายจ่ายที่เกิดขึ้น

2.1.3 เทศบาลนครพิษณุโลก

ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลก เป็นระบบบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งตั้งอยู่ที่ ตำบลบึงกอก อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีเนื้อที่ 230 ไร่ ในปัจจุบันมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นประมาณ 130 ตันต่อวัน ซึ่งขยะมูลฝอยบางส่วนได้คัดแยกส่วนที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ออกจนเหลือขยะมูลฝอยที่ถูกส่งมากำจัดด้วยวิธีการฝังกลบประมาณ 90 ตันต่อวัน ซึ่งหากขยะมูลฝอยที่นำมากำจัดมีปริมาณประมาณ 90-100 ตันต่อวัน บ่อฝังกลบนี้จะมีอายุใช้งานอีกประมาณ 20-50 ปี (Walter Schoell) โดยอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบนั้นจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอยก่อนนำไปฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลต่อไป

การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครพิษณุโลกจะเน้นในเรื่องของการจัดการขยะมูลฝอยก่อนการฝังกลบ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การปลูกจิตสำนึกต่อสังคม การคัดแยกตามหลัก 3R (Reduce, Reuse and Recycle) และแยกถังขยะสำหรับขยะอินทรีย์และขยะอื่นๆ การเก็บขน รวมถึงการจัดการขยะมูลฝอยที่บริเวณบ่อฝังกลบ (Yanin, 2008) โดยมีหลักการดังแสดงในรูปที่ 2.1-6



รูปที่ 2.1-6 หลักการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลก

จากรูปที่ 2.1-6 การดำเนินการจัดการมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลกจะประกอบด้วย 3 ระบบ คือ ระบบการคัดแยกที่แหล่งกำเนิด ระบบการหมักทำปุ๋ยในครัวเรือน และระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ระบบการคัดแยกที่แหล่งกำเนิด

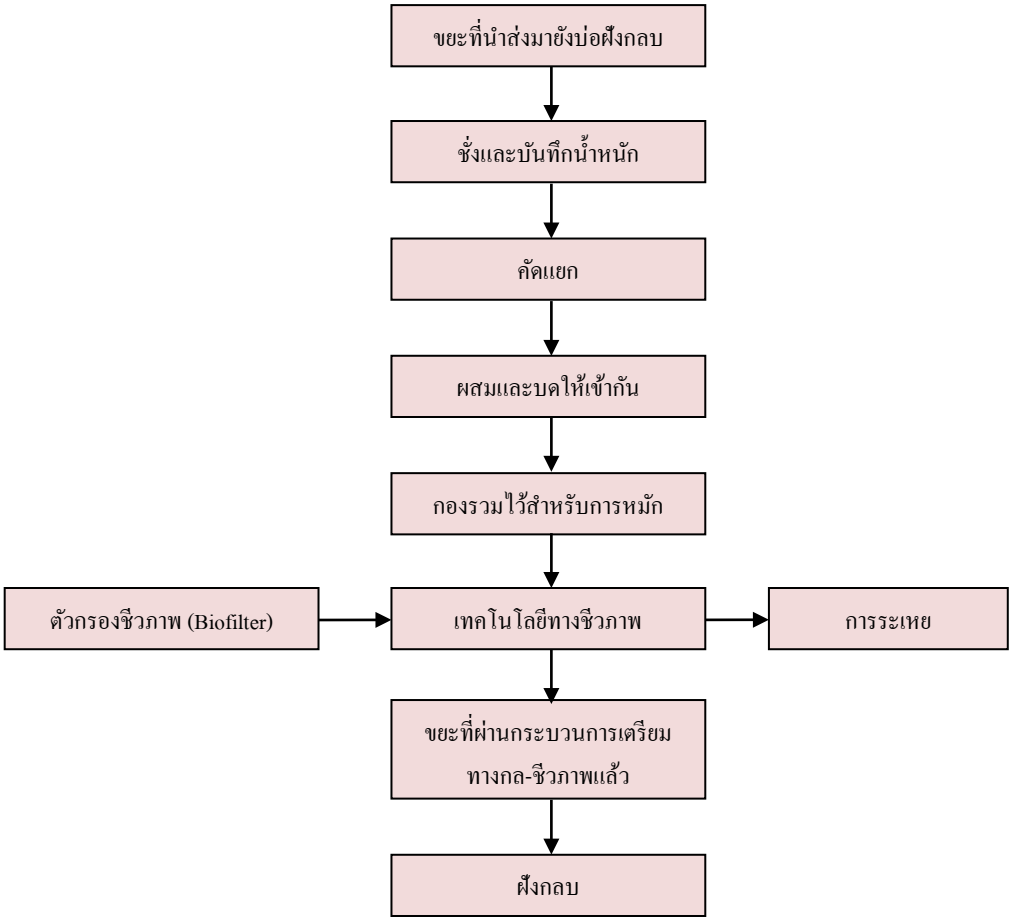
กระบวนการคัดแยกที่แหล่งกำเนิดมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะส่งมายังบ่อฝังกลบ โดยในการคัดแยกจะแบ่งประเภทของขยะมูลฝอยออกเป็น 3 ประเภท คือ ขยะรีไซเคิล ขยะอินทรีย์ และขยะอื่นๆ โดยทางเทศบาลนครพิษณุโลกมีเป้าหมายในการคัดแยกขยะรีไซเคิล (นำไปขายสร้างรายได้) และขยะอินทรีย์ (นำไปหมักทำปุ๋ย) ให้ได้ประเภทละร้อยละ 40 ของขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ทั้งหมด ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 20 เป็นขยะมูลฝอยอื่นๆ สำหรับนำไปฝังกลบ

ระบบหมักทำปุ๋ย

สำหรับขยะอินทรีย์ทางเทศบาลนครพิษณุโลกจะมีการอบรมวิธีการหมักทำปุ๋ยเพื่อใช้ภายในครัวเรือน รวมทั้งแจกจ่ายอุปกรณ์สำหรับการหมักทำปุ๋ยและติดต่อจัดหาตลาดรับซื้อปุ๋ยหมักให้กับชาวบ้านในท้องถิ่น

ระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลและเทคโนโลยีการเตรียมมูลฝอยทางกล-ชีวภาพ

ระบบการฝังกลบขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลกจะแตกต่างจากบ่อฝังกลบอื่นๆ คือ จะมีการเตรียมขยะมูลฝอยก่อนการฝังกลบโดยเทคโนโลยีการเตรียมขยะมูลฝอยทางกล-ชีวภาพ (Mechanical Biological Treatment, MBT) จะประกอบด้วย ขั้นตอนทางกล (Mechanical Stage) และขั้นตอนทางชีวภาพ (Biological Stage) รูปที่ 2.1-7 แสดงหลักการทำงานของเทคโนโลยีทางกล-ชีวภาพของบริษัท FABER AMBRA ซึ่งนำมาใช้ในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลก



รูปที่ 2.1-7 หลักการทำงานของเทคโนโลยีทางกล-ชีวภาพของบริษัท FABER AMBRA (Yanin, 2008)

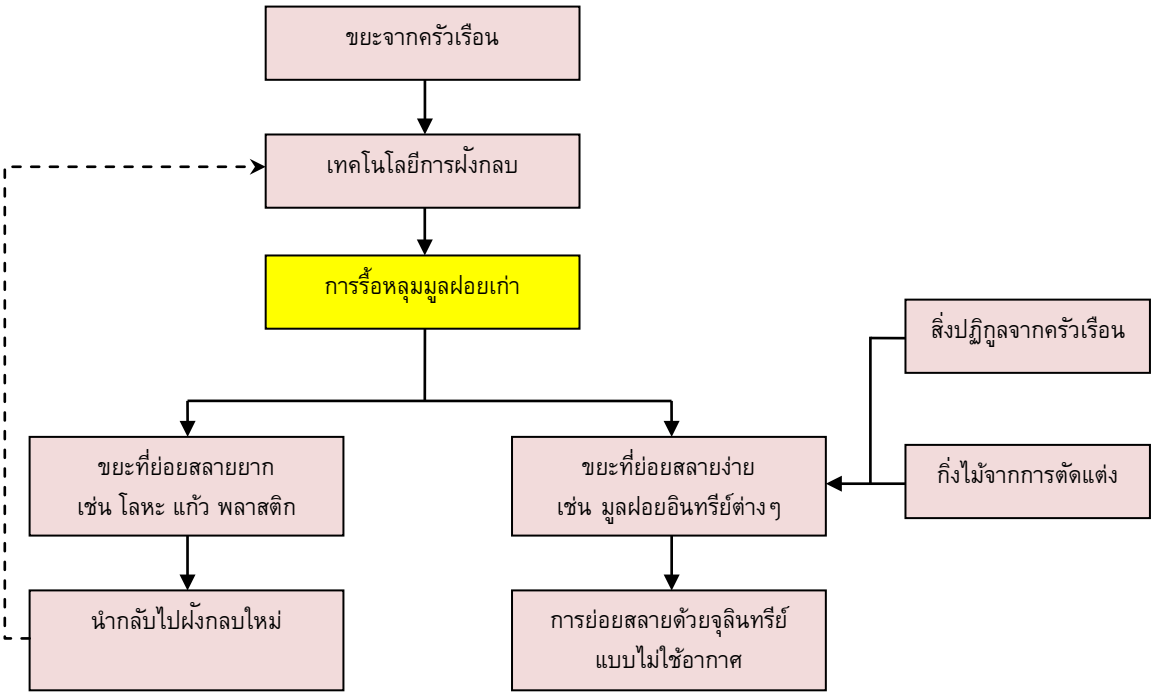
ในขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนทางกล ซึ่งเป็นการผสมผสานขยะมูลฝอยให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการแยกขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ออกก่อนด้วยแรงงานคน จากนั้นจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือมาปั่นหรือบดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Shredder หรือ Ball mill จนกระทั่งขยะมูลฝอยผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นขยะมูลฝอยที่เตรียมไว้จะถูกส่งไปบำบัดในขั้นตอนที่สองซึ่งเป็นขั้นตอนการย่อยสลายทางชีวภาพแบบใช้อากาศ ในขั้นตอนนี้ขยะมูลฝอยที่เตรียมไว้จะถูกนำมากองเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูเหนือช่องระบายอากาศ จากนั้นนำใยมะพร้าวซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกรองชีวภาพมาคลุมทับอีกทีหนึ่ง (Walter Schoell) เพื่อช่วยกรองกลิ่นไม่พึงประสงค์ รวมทั้งป้องกันนกและแมลง ในขั้นตอนนี้จะมีการพรมน้ำเพื่อควบคุมความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการย่อยสลาย นอกจากนี้ยังมีการวัดปริมาณก๊าซต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้วย เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์และมีเทน ในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 9 เดือนก่อนที่จะนำขยะมูลฝอยที่ผ่านขั้นตอนนี้ไปดำเนินการฝังกลบต่อไป การจัดเตรียมขยะมูลฝอยก่อนการฝังกลบจะทำให้สามารถลดปริมาตรของขยะมูลฝอยได้ ซึ่งช่วยยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบให้ยาวนานขึ้น

2.1.4 เทศบาลนครสงขลา

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เทศบาลนครสงขลาใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ เทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งมีพื้นที่ขนาด 200 ไร่ ตั้งอยู่ที่บ้านบ่ออิฐ ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ภายในพื้นที่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยประกอบด้วยบ่อฝังกลบ 140 ไร่ บ่อบำบัดน้ำเสียจากขยะมูลฝอย 20 ไร่ โรงงานผลิตปุ๋ย บ่อหมักแบบใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลาย (Effective Microorganism) และอาคารก่อสร้างอื่นๆ ที่เกี่ยวกับระบบการกำจัดมูลฝอย

ขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้จากเทศบาลนครสงขลามีประมาณ 81-85 ตันต่อวัน จะถูกเก็บรวบรวมและส่งไปกำจัดโดยวิธีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยการนำขยะมูลฝอยมาเทในบ่อที่เตรียมไว้ เกลี่ยขยะมูลฝอยให้กระจายเป็นชั้นบางๆ จากนั้นทำการบดอัดด้วยเครื่องจักรให้เหลือปริมาตรน้อยที่สุด แล้วกลบทับด้วยดิน หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสม ส่วนขยะมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดจากสถานพยาบาลต่างๆ จะนำไปเผาในเตาเผาของเทศบาลนครหาดใหญ่ แต่เนื่องจากปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่กำจัดของบ่อฝังกลบมีจำกัดและคาดการณ์ว่าจะเต็มภายในระยะเวลา 20 ปี เทศบาลนครสงขลาจึงได้ดำเนินการนำขยะมูลฝอยเก่าที่อยู่ในบ่อฝังกลบมาเข้าโรงงานคัดแยกขยะมูลฝอย โดยจะนำขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายยาก เช่น โลหะ พลาสติก แก้ว ไปฝังกลบใหม่ ส่วนขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายง่าย เช่น ขยะอินทรีย์ต่างๆ จะนำไปหมักทำปุ๋ยด้วยวิธีการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ (Effective Microorganism, EM) เพื่อนำไปเป็นวัสดุทำปุ๋ยธรรมชาติ นอกจากขยะอินทรีย์จากบ่อฝังกลบแล้ว ยังมีการนำสิ่งปฏิกูลที่จัดเก็บจากครัวเรือนและกิ่งไม้จากการตัดแต่งในเขตเทศบาลมาหมักทำปุ๋ยอีกด้วย (การจัดการมูลฝอย เทศบาลนครสงขลา, Online) รูปที่ 2.1-8 แสดงภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา

การจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลาจะมีความเหมาะสมกับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณประมาณวันละ 100 ตัน โดยต้องมีพื้นที่ที่เตรียมการไว้สำหรับการฝังกลบแล้ว อย่างไรก็ตาม สิ่งที่เทศบาลฯ ต้องเตรียมการไว้ในอนาคต คือ เรื่องพื้นที่ที่จะใช้ในการกำจัด เนื่องจากการฝังกลบใช้พื้นที่มาก และยังต้องมีมาตรการในการดูแลบ่อฝังกลบที่เต็มแล้ว ทั้งเรื่องการจัดการก๊าซชีวภาพและน้ำเสียที่เกิดขึ้น รวมทั้งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

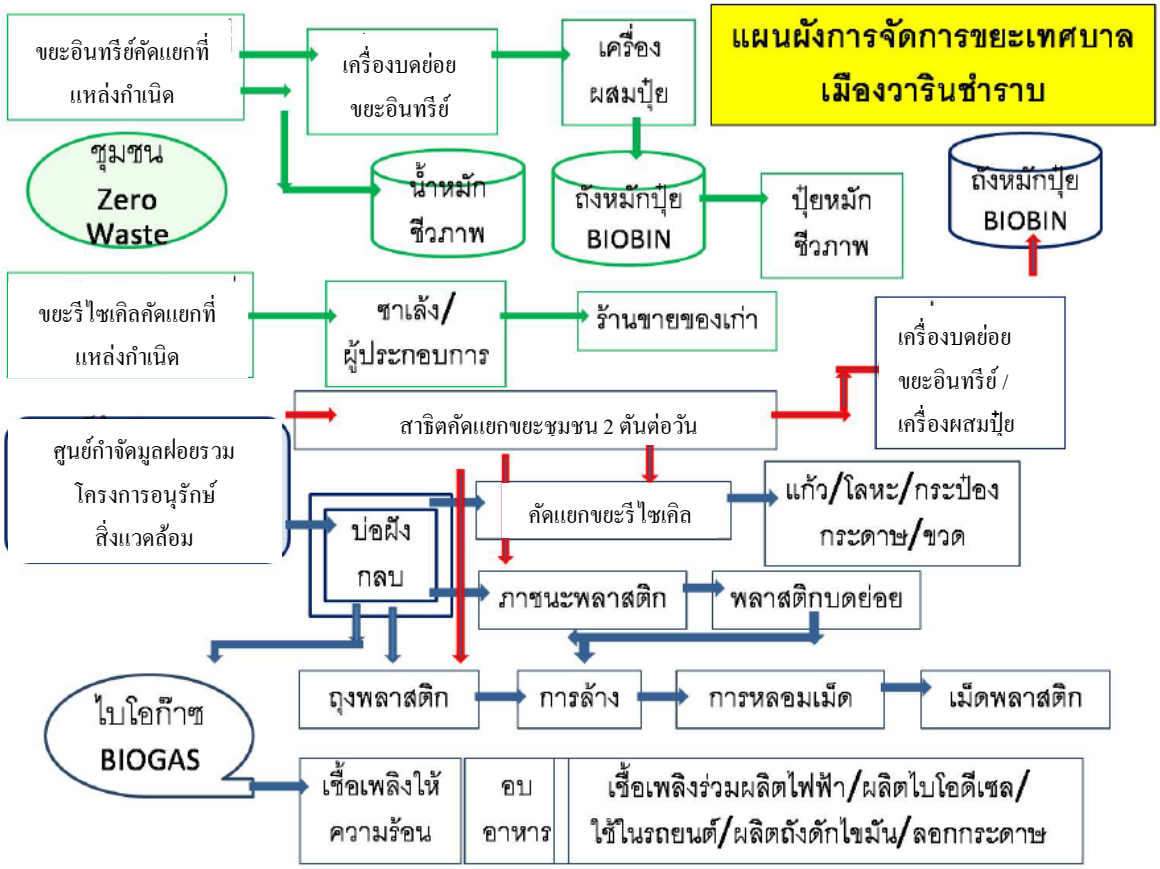


รูปที่ 2.1-8 ภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา

2.1.5 เทศบาลเมืองวารินชำราบ

ระบบกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เป็นระบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่ใช้เทคโนโลยีแบบผสมผสาน โดยจะใช้วิธีการฝังกลบเป็นหลัก ดังแสดงในรูปที่ 2.1-9 ขยะมูลฝอยที่เข้าระบบจะมีการคัดแยกขยะอินทรีย์และขยะพลาสติกออกไปใช้ประโยชน์ สำหรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลเมืองวารินชำราบมีปริมาณเฉลี่ย 20-25 ตันต่อวัน แต่ต้องรับภาระในการจัดการขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นข้างเคียงเฉลี่ย 140-150 ตันต่อวัน ซึ่งขยะมูลฝอยที่เข้ามาจะมีการคัดแยกออกไปเหลือส่วนที่ต้องนำไปกำจัดโดยการฝังกลบประมาณร้อยละ 98.5 ในส่วนของการกำจัดขยะมูลฝอย ใช้วิธีการฝังกลบมีเนื้อที่ประมาณ 238 ไร่ และมีระบบบำบัดน้ำชะขยะมีเนื้อที่ประมาณ 17 ไร่ ประกอบด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบหอผึ่ง จำนวน 3 บ่อ มีระยะเวลากักเก็บรวม 50 วัน ซึ่งประกอบด้วย บ่อที่ 1 เป็นการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ บ่อที่ 2 เป็นการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ และบ่อที่ 3 เป็นการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ โดยมีการก่อสร้างหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล และได้มีการจัดทำโครงการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน โดยการก่อสร้างโรงงานคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อแปรรูปเป็นพลังงานขนาด 50 ตันต่อวัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะมีการคัดแยกขยะมูลฝอย ได้แก่ การคัดแยกถุงพลาสติก การคัดแยกขวดพลาสติก การทำน้ำหมักชีวภาพ การผลิตปุ๋ย

หมักชีวภาพจากเศษอาหาร การผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากผักตบชวา การคัดแยกขยะอินทรีย์ การนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำไปฝังกลบได้อีกด้วย

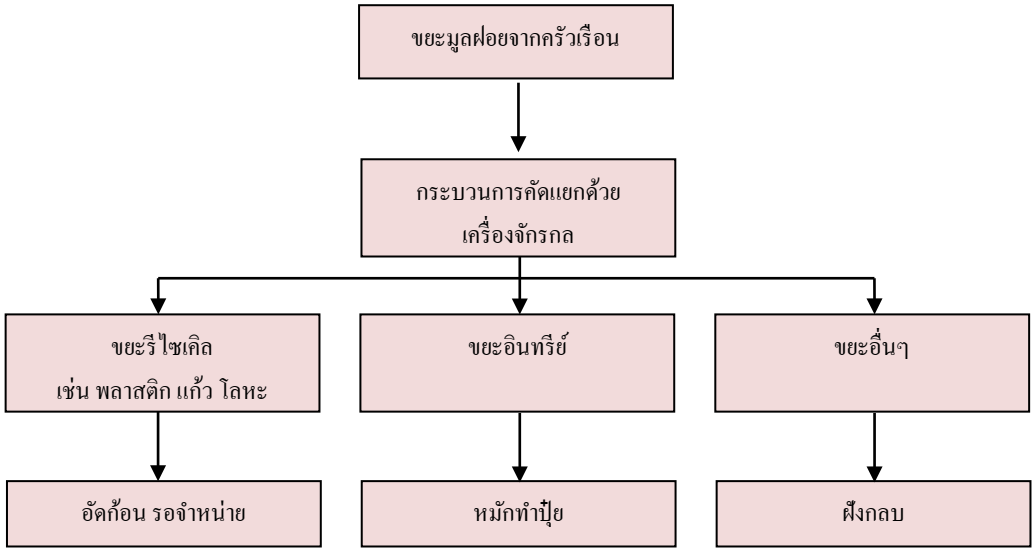


รูปที่ 2.1-9 ผังการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองวารินชำราบ (สุธีร์, 2552)

สำหรับขยะมูลฝอยที่เข้ามาในระบบจะมีการคัดแยกขยะอินทรีย์เพื่อแปรสภาพขยะอินทรีย์ เป็นปุ๋ย และมีการคัดแยกขยะพลาสติก และขยะรีไซเคิล โดยถุงพลาสติกที่คัดแยกได้จะนำมาทำการล้างและแยกเป็นถุงพลาสติกประเภทต่างๆ จากนั้นจะนำเข้าเครื่องหลอมเพื่อผลิตเป็นเม็ดพลาสติก ส่วนขวดพลาสติกที่แยกออกมาจะนำมาล้างและแกะฉลากและผลิตเป็นเม็ดพลาสติกเช่นเดียวกัน รวมทั้งการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกซึ่งได้เริ่มดำเนินการติดตั้งระบบผลิตน้ำมันจากพลาสติกแล้ว นอกจากนี้ยังมีโครงการทดสอบขนาดเล็กซึ่งได้ทำการรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมาใช้ประโยชน์ เช่น การนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในหัวเผาสำหรับเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ การนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันไบโอดีเซล นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องปั่นไฟขนาด 5 กิโลวัตต์ และใช้ในกิจกรรมต่างๆ

2.1.6 เทศบาลตำบลเวียงฝาง

เทศบาลตำบลเวียงฝางได้ทำการจัดตั้งศูนย์การจัดการขยะมูลฝอยตามหลักสุขาภิบาลขึ้นที่หมู่ 13 ตำบลเวียงฝาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ บนพื้นที่ 150 ไร่ ศูนย์การจัดการขยะมูลฝอยแห่งนี้ได้เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2548 โดยมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนส่งมากำจัดเฉลี่ยประมาณ 50-60 ตันต่อวัน ในขณะที่ระบบมีความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยได้ถึง 150 ตันต่อวัน (รายงานเทคนิค, เทศบาลตำบลเวียงฝาง) ศูนย์การจัดการขยะมูลฝอยแห่งนี้ประกอบด้วยระบบต่างๆ คือ ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย 2,160 ตารางเมตร ระบบการหมักทำปุ๋ย 2,880 ตารางเมตร และระบบฝังกลบซึ่งมีความจุประมาณ 80,000 ลูกบาศก์เมตร (เอกสารเผยแพร่, เทศบาลตำบลเวียงฝาง) รูปที่ 2.1-10 แสดงภาพรวมระบบการจัดการมูลฝอยของศูนย์การจัดการมูลฝอยตามหลักสุขาภิบาลเทศบาลตำบลเวียงฝาง



รูปที่ 2.1-10 ภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลเวียงฝาง

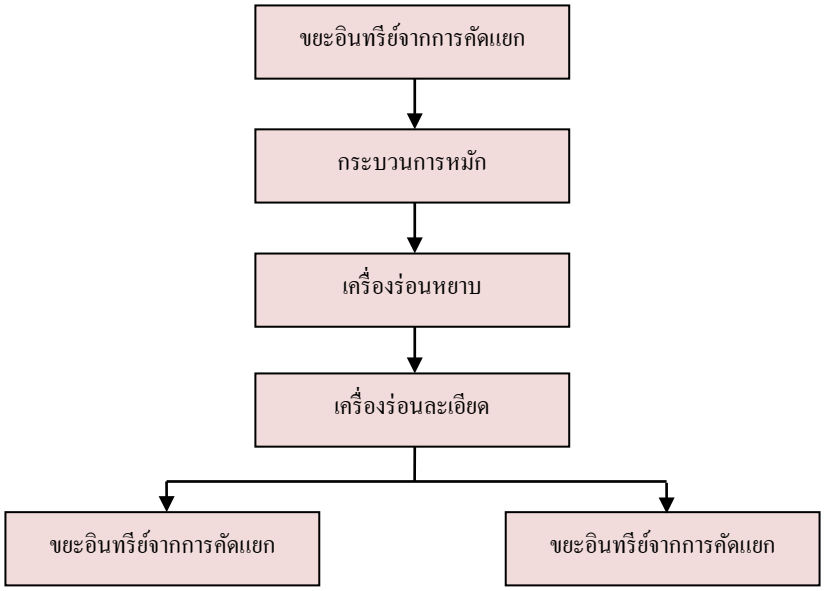
ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย

ในระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย ขยะมูลฝอยที่เก็บขนมาได้จะถูกเทลงบนสายพานลำเลียง จากนั้นจะใช้แรงงานคนในการคัดแยก โดยจากการดำเนินการในปี พ.ศ. 2552 พบว่าขยะที่คัดแยกได้ประกอบด้วย ขยะรีไซเคิล ขยะอินทรีย์และขยะอื่นๆ เป็นจำนวนร้อยละ 3 ร้อยละ 45 และร้อยละ 52 ตามลำดับ (รายงานเทคนิค, เทศบาลตำบลเวียงฝาง) ขยะรีไซเคิลที่เป็นพลาสติกจะถูกนำไปอัดเป็นก้อนเพื่อรอจำหน่ายต่อไป ในขณะที่

แก้วและโลหะจะถูกแยกเก็บไว้ในโรงเก็บขยะรีไซเคิลเพื่อรอจำหน่าย ขยะอินทรีย์จะนำไปผลิตทำปุ๋ย ส่วนขยะอื่นๆ จะนำไปฝังกลบ

ระบบผลิตปุ๋ยหมัก

ขยะอินทรีย์ที่แยกออกมาจากระบบคัดแยก เช่น เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหาร จะถูกนำมาป้อนเข้าสู่ระบบผลิตปุ๋ยหมักซึ่งมีลักษณะการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.1-11 ขยะอินทรีย์จะถูกนำมาเทกองและหมักไว้ในซองหมัก มีการฉีดน้ำหมักจุลินทรีย์เข้าไปในซองหมักและทำการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักเป็นระยะๆ เมื่อทำการหมักเสร็จแล้วจะนำขยะที่ผ่านการหมักเรียบร้อยแล้วมาทำการร่อน โดยในขั้นแรกเป็นการร่อนหยาบ เพื่อคัดเอาขยะที่ไม่ย่อยสลายที่มีขนาดใหญ่ออก จากนั้นจึงทำการร่อนละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ปุ๋ยที่ผ่านการย่อยละเอียดแล้วจะมีลักษณะ เป็นผง สามารถนำไปใช้งานได้เลย หรือจะนำไปผสมกับสารเคมี เพื่อใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักอัดเม็ด



รูปที่ 2.1-11 ระบบหมักปุ๋ยของเทศบาลตำบลเวียงฝาง

ระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ขยะอื่นๆ ที่เหลือจากการคัดแยกจะถูกขนส่งไปยังบ่อฝังกลบ เพื่อทำการกำจัดด้วยวิธีการ ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลต่อไป

นอกจากนี้ เทศบาลตำบลเวียงฝางยังมีระบบการจัดการขยะมูลฝอยเก่า โดยนำขยะมูลฝอยเก่าที่ถูกฝังกลบเมื่อ 5-15 ปี ก่อนการก่อสร้างศูนย์กำจัดซึ่งมีจำนวนประมาณ 100,000 ตัน มาผ่านกระบวน การร่อน แยกเอาปุ๋ยหมักไปผสมกับอินทรีย์ชีวภาพ และคัดแยกขยะพลาสติกนำไปจำหน่ายเพื่อรีไซเคิล เริ่มดำเนินการในปี 2552 โดยมีระบบการดำเนินงาน คือ ขยะเก่าในหลุมฝังกลบจะถูกขุดขึ้นมาตากแดด จากนั้นนำไปขึ้นสายพายลำเลียงขยะมูลฝอยเข้าสู่เครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อทำการคัดแยกขยะรีไซเคิลและปุ๋ยอินทรีย์หยาบ ปุ๋ยอินทรีย์หยาบที่ได้จะถูกนำไปร่อนละเอียดด้วยแรงงานคน เพื่อแยกเศษแก้วและเศษวัสดุอื่นๆ ทิ้ง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้สามารถนำไปขายได้ในราคากิโลกรัมละ 3 บาท ส่วนถุงพลาสติกที่แยกออกมาในกระบวนการร่อนหยาบจะถูกส่งเข้าสู่เครื่องล้างพลาสติก โดยพลาสติกที่นำมาล้างสะอาดแล้ว จะนำมาตากให้แห้งและส่งเข้าเครื่องอัดถุงพลาสติกก้อนเพื่อจำหน่ายต่อไปในราคากิโลกรัมละ 1.50-3.50 บาท (รายงานเทคนิค, เทศบาลตำบลเวียงฝาง)

2.1.7 เทศบาลตำบลแม่สาย

ศูนย์กำจัดมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลตำบลแม่สาย ตั้งอยู่ที่บ้านป่าเหมืองรุ่งเจริญ หมู่ที่ 5 ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีพื้นที่ประมาณ 95 ไร่ สามารถรองรับขยะมูลฝอยได้ถึง 50 ตันต่อวัน แต่ในปัจจุบันมีขยะมูลฝอยเข้าสู่ระบบเฉลี่ย 37.15 ตัน ศูนย์กำจัดมูลฝอยของตำบลแม่สายประกอบด้วยระบบคัดแยกมูลฝอย ระบบหมักปุ๋ย และระบบฝังกลบ ภาพรวมการจัดการมูลฝอยของศูนย์กำจัดมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลแม่สายจะมีลักษณะเหมือนกับที่เทศบาลตำบลเวียงฝาง

ระบบคัดแยกขยะมูลฝอย

ในระบบคัดแยกขยะมูลฝอย ขยะมูลฝอยจะถูกนำมาเทกองบนลานรับและคัดแยกขยะมูลฝอยเบื้องต้น จากนั้นรถตักจะทำการตักขยะมูลฝอยเพื่อส่งเข้าสู่สายพานลำเลียง และผ่านการคัดแยกอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีการคัดแยกด้วยเครื่องจักรซึ่งเป็นอุโมงค์คัดแยกอีกครั้งหนึ่ง ขยะมูลฝอยที่ผ่านการคัดแยกแล้วจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ขยะอินทรีย์ ซึ่งจะถูกนำไปคัดแยกนำเอาสิ่งปนเปื้อนออกอีกครั้งก่อนเข้าสู่โรงหมักปุ๋ย และขยะทั่วไปที่เหลือจะถูกนำไปคัดแยกรีไซเคิลอีกครั้งก่อนที่จะถูกนำไปฝังกลบ ขยะรีไซเคิลจะถูกมัดเรียงกองไว้ เพื่อรอการจำหน่าย โดยจะมีปริมาณขยะรีไซเคิลร้อยละ 3.25 ขยะอินทรีย์ร้อยละ 40 และขยะอื่นๆ ร้อยละ 56.75 ของมูลฝอยทั้งหมด (รายงานเทคนิค, เทศบาลตำบลแม่สาย)

ระบบผลิตปุ๋ยหมัก

ขยะอินทรีย์ที่แยกได้จะถูกลำเลียงมายังโรงหมักปุ๋ยภายในศูนย์ ซึ่งมีจำนวน 16 ช่อง รองรับขยะมูลฝอยได้ 10 ตันต่อช่อง ขยะอินทรีย์จะถูกนำมาย่อยเพื่อให้มีขนาดเล็กลง และลำเลียงต่อไปยังสกรูขนถ่ายเกลียวคู่ เพื่อผสมกับวัสดุเพิ่มโครงสร้าง เช่น มูลวัวและเข้าสู่กระบวนการหมักขยะอินทรีย์ด้วยวิธีเติมอากาศ โดยใช้เวลาประมาณ 30 วัน และใช้รถตักในการคลุกเคล้าและกลับขยะอินทรีย์สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จากนั้นนำมาบดและร่อนจึงจะได้ปุ๋ยอินทรีย์

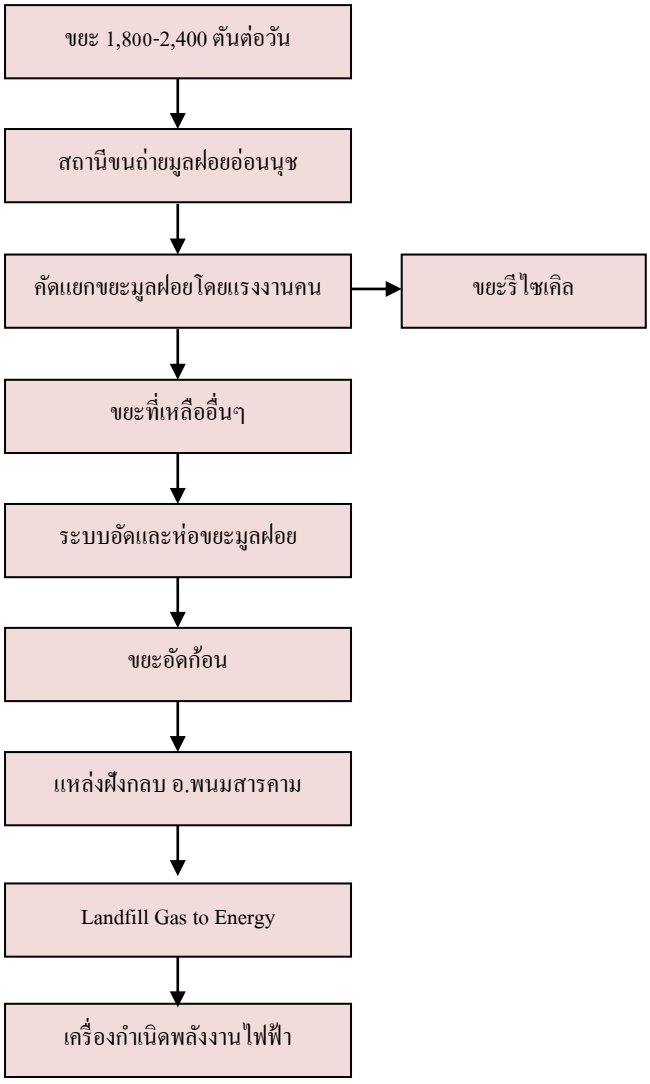
ระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ขยะอื่นๆ ที่เหลือจากกระบวนการคัดแยกจะถูกนำมาฝังกลบที่บ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งในขณะนี้ได้มีการใช้พื้นที่บ่อฝังกลบไปแล้ว 1 ใน 4 ของพื้นที่ฝังกลบ

ในขณะนี้ทางเทศบาลตำบลแม่สายมีแนวคิดในการยืดอายุการใช้งานพื้นที่ฝังกลบ ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเพื่อให้ประชาชนได้รับประโยชน์สูงสุดจากศูนย์กำจัดมูลฝอย จึงมีการติดตั้งเครื่องจักรเพิ่มเติมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงระบบกำจัดขยะมูลฝอยเดิม เครื่องจักรที่ติดเพิ่มเติมนี้ใช้เทคโน-โลยีก๊าซซิฟิเคชั่นต่อพ่วงกับเครื่องยนต์ เพื่อแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานไฟฟ้าขนาด 500 กิโลวัตต์ ซึ่งจะใช้กระบวนการทางความร้อนเปลี่ยนขยะมูลฝอยหรืออินทรีย์สารที่มีองค์ประกอบหลักคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่ติดไฟได้ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซมีเทน โดยกำจัดปริมาณออกซิเจน เครื่องจักรที่ทำการติดตั้งใหม่ประกอบด้วย ระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิง ระบบทำความสะอาดก๊าซเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ (ประกาศเทศบาลตำบลแม่สาย, 2552)

2.1.8 แหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อ.พนมสารคาม

แหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ตำบลท่าถ่าน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา มีพื้นที่ตามสัญญา 388 ไร่ เริ่มดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยในปี 2548 เป็นระยะเวลา 10 ปี โดยรับกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ประมาณ 1,800-2,400 ตันต่อวัน (รายงานเทคนิค, พนมสารคาม) ในปัจจุบันนี้มีขยะมูลฝอยสะสมทั้งหมดในโครงการประมาณ 4.25 ล้านตัน รูปที่ 2.1-12 แสดงภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดจนถึงกระบวนการผลิตพลังงานของแหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อ. พนมสารคาม



รูปที่ 2.1-12 ภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดของ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

ระบบการคัดแยกและการอัดก้อน

ขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในเขตกรุงเทพมหานครส่วนหนึ่ง (ประมาณ 1,800-2,400 ตันต่อวัน) จะถูกส่งเข้าสู่สถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุชเพื่อดำเนินการคัดแยกขยะรีไซเคิล โดยขยะมูลฝอยจะถูกส่งเข้า อาคารรับขยะมูลฝอย และถูกลำเลียงเข้าสู่สายพานคัดแยก และคัดแยกขยะมูลฝอยโดยแรงงานคน ขยะมูลฝอยที่ผ่านการคัดแยกแล้วจะถูกส่งต่อเข้าสายพานเหล็กซึ่งจะทำหน้าที่ป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ระบบอัดและห่อขยะมูลฝอย ระบบอัดและห่อขยะมูลฝอยถูกนำเข้ามาใช้เพื่อลดปัญหาเรื่องกลิ่น ประกอบด้วยเครื่องอัดและห่อขยะมูลฝอยจำนวน 2 ชุด ติดตั้งที่สถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุช ความสามารถในการอัดและห่อประมาณ 50 ก้อน

ต่อชั่วโมง โดยขยะมูลฝอยอัดก้อนที่ได้จะมีน้ำหนักประมาณ 1.2-1.3 ตัน และมีขนาดประมาณ 0.8 x 1.1 x 1.6 เมตร จากนั้นขยะมูลฝอยอัดก้อนจะถูกขนส่งโดยรถบรรทุกที่คลุมด้วยผ้าใบและรัดด้วยเข็มขัดไปฝังกลบที่แหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ตำบลท่าถ่าน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

ระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

พื้นที่แหล่งฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อำเภอพนมสารคาม อยู่ห่างจากสถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุช 90 กิโลเมตร พื้นที่ฝังกลบแบ่งออกเป็น 4 เฟส รวมทั้งสิ้น 290 ไร่ โดยเป็นพื้นที่บ่อฝังกลบเฟส 1 ประมาณ 65 ไร่ นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ Buffer ประมาณ 1,700 ไร่ การก่อสร้างพื้นที่ฝังกลบจะมีการปรับสภาพพื้นฐานของบ่อฝังกลบ โดยการบดอัดดิน ขุดร่องรวบรวมน้ำชะขยะ ทดสอบสภาพดิน ของพื้นบ่อฝังกลบและบ่อบำบัดน้ำเสีย จากนั้นปูแผ่นพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) หนา 1.5 มิลลิเมตร รวมทั้งจะต้องมีการทดสอบรอยเชื่อม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะลงสู่น้ำใต้ดิน ในกระบวนการฝังกลบจะทำการลำเลียงขยะอัดก้อนลงสู่แหล่งฝังกลบโดยต้องทำการฝังกลบและปิดกลบหน้าดินรายวัน

ระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซขยะมูลฝอย

ก๊าซที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยจะประกอบด้วยก๊าซมีเทนร้อยละ 45-55 และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 35-45 ที่เหลือเป็นก๊าซไนโตรเจนและอื่นๆ มีค่าความร้อนต่ำประมาณ 410-500 บีทียูต่อลูกบาศก์ฟุตที่สภาวะปกติ โดยก๊าซที่ได้จะถูกเก็บรวบรวมในระบบรวบรวมก๊าซแบบแนวนอนและส่งต่อผ่านท่อสั่งก๊าซขยะมูลฝอยไปยังระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาด 1 เมกะวัตต์ ซึ่งประกอบด้วยระบบดูดก๊าซ (Pre filter Blower และ Gas cooler) Landfill gas engine และระบบไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยระบบสายจ่ายไฟฟ้าแรงสูง (24 กิโลวาร์) และระบบเชื่อมโยงกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบเครื่องมือวัดซื้อ/ขายไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ อุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง (24 กิโลวาร์) และอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า 22/0.4 กิโลวาร์ 1,250 กิโลวัตต์

2.1.9 องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

จังหวัดนนทบุรีมีพื้นที่ประมาณ 622 ตารางกิโลเมตร โดยแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 6 อำเภอและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอีก 46 แห่ง ในปี พ.ศ. 2551 มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 1,004,919 คน จากจำนวนประชากรดังกล่าวนี้ส่งผลให้มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้นในจังหวัดนนทบุรีประมาณวันละ 900 ตัน โดยในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นนั้น เทศบาลและองค์การบริหารส่วนตำบลจะเป็นผู้รับผิดชอบเก็บ

รวบรวมขยะมูลฝอยจากชุมชนต่างๆ และนำส่งไปยังพื้นที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยจะต้องจ่ายค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอยในอัตราตันละ 150 บาท ซึ่งเป็นไปตามบันทึกข้อตกลงการกำจัดขยะมูลฝอยจังหวัดนนทบุรีที่ทุกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดนนทบุรีได้ลงนามร่วมกันไว้

สถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 8 ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ในปัจจุบันมีพื้นที่รวมประมาณ 456 ไร่ สถานที่ฝังกลบแห่งนี้ได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 ซึ่งในขณะนั้นมีเนื้อที่เพียงประมาณ 68 ไร่ การกำจัดขยะมูลฝอยในช่วงแรกจะเป็นการใช้วิธีการเทกองกลางแจ้งเป็นกองภูเขาสูงซึ่งส่งผลกระทบต่อชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงสถานที่กำจัดมูลฝอย เช่น มีกลิ่นเหม็นและมีแมลงวันจำนวนมาก ต่อมาได้ซื้อที่ดินเพิ่มเติมอีกจำนวน 120 ไร่ ในบริเวณต่อเนื่องกับสถานที่กำจัดมูลฝอยเดิม และในปี 2548 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 154 ล้านบาท ในการจัดทำโครงการปรับปรุงและปิดพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยเดิม และโครงการก่อสร้างระบบกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร ซึ่งในภายหลังจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีได้ทำการขอเปลี่ยนระบบกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจรเป็นเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบกำจัดมูลฝอย ซึ่งจะลดปัญหาการใช้พื้นที่ในการฝังกลบมูลฝอยและลดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว แต่เนื่องจากโครงการก่อสร้างเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่นจำเป็นจะต้องมีการศึกษารายละเอียดโครงการให้มีความชัดเจนสมบูรณ์และจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเป็นโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 16 เมกะวัตต์ รวมทั้งต้องมีการจัดทำประชาพิจารณ์โครงการ ดังนั้นโครงการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษานาน จึงทำให้ต้องดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยต่อไปอีกระยะหนึ่ง ในปี 2551 จึงได้มีการก่อสร้างระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลในพื้นที่ส่วนขยายที่ 2 เนื้อที่ประมาณ 200 ไร่ เพิ่มเติม รวมทั้งจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำชะขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยใช้งบประมาณของปีงบประมาณ 2549-2550 จำนวน 230 ล้านบาทและองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีสมทบอีกจำนวน 62 ล้านบาท รวม 292 ล้านบาท เพื่อให้มีพื้นที่รองรับขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นก่อนโครงการก่อสร้างระบบ Pyrolysis and Gasification จะเปิดดำเนินการได้ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6, 2551) จากแผนการดำเนินข้างต้นระบบกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจะประกอบด้วยระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ระบบนี้ถือเป็นระบบหลักในการกำจัดมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี โดยระบบนี้จะสามารถรองรับขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดในจังหวัดนนทบุรี เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 ปี แต่หากมีการติดตั้งระบบ

เตาเผาขยะมูลฝอย เพื่อลดปริมาณของขยะมูลฝอยก่อน ก็จะทำให้เหลือเศษขี้เถ้าและเศษอื่นๆ ประมาณร้อยละ 15 ของขยะมูลฝอยที่ส่งเข้ามากำจัด ซึ่งขี้เถ้าและเศษอื่นๆ ที่เหลือจะถูกนำไปฝังกลบในขั้นตอนสุดท้าย จะทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบได้นานกว่า 15 ปี หรือหากมีระบบคัดแยกเศษอินทรีย์ไปทำการหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะไปรีไซเคิล ก็จะเหลือขยะไปยังบ่อฝังกลบอย่างมากไม่เกินร้อยละ 50 ซึ่งก็จะทำให้ระยะเวลาของการใช้บ่อฝังกลบยาวนานขึ้น ดังนั้นองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจึงได้มีการออกแบบและขอดำเนินการก่อสร้างระบบกำจัดมูลฝอยในพื้นที่ส่วนขยายที่ 2 โดยมีระบบป้องกันการซึมของน้ำชะขยะลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินและมีระบบรวบรวมน้ำชะขยะเข้าสู่ระบบบำบัดแบบ Reverse Osmosis ในส่วนของการลดปัญหากลิ่นเหม็นจะทำการปิดทับขยะมูลฝอยรายวันด้วยดินทุกวัน เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของกลิ่นเหม็นไปยังชุมชนใกล้เคียง นอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาจากแมลงวันได้ด้วย

ระบบคัดแยกและระบบผลิตปุ๋ยหมัก

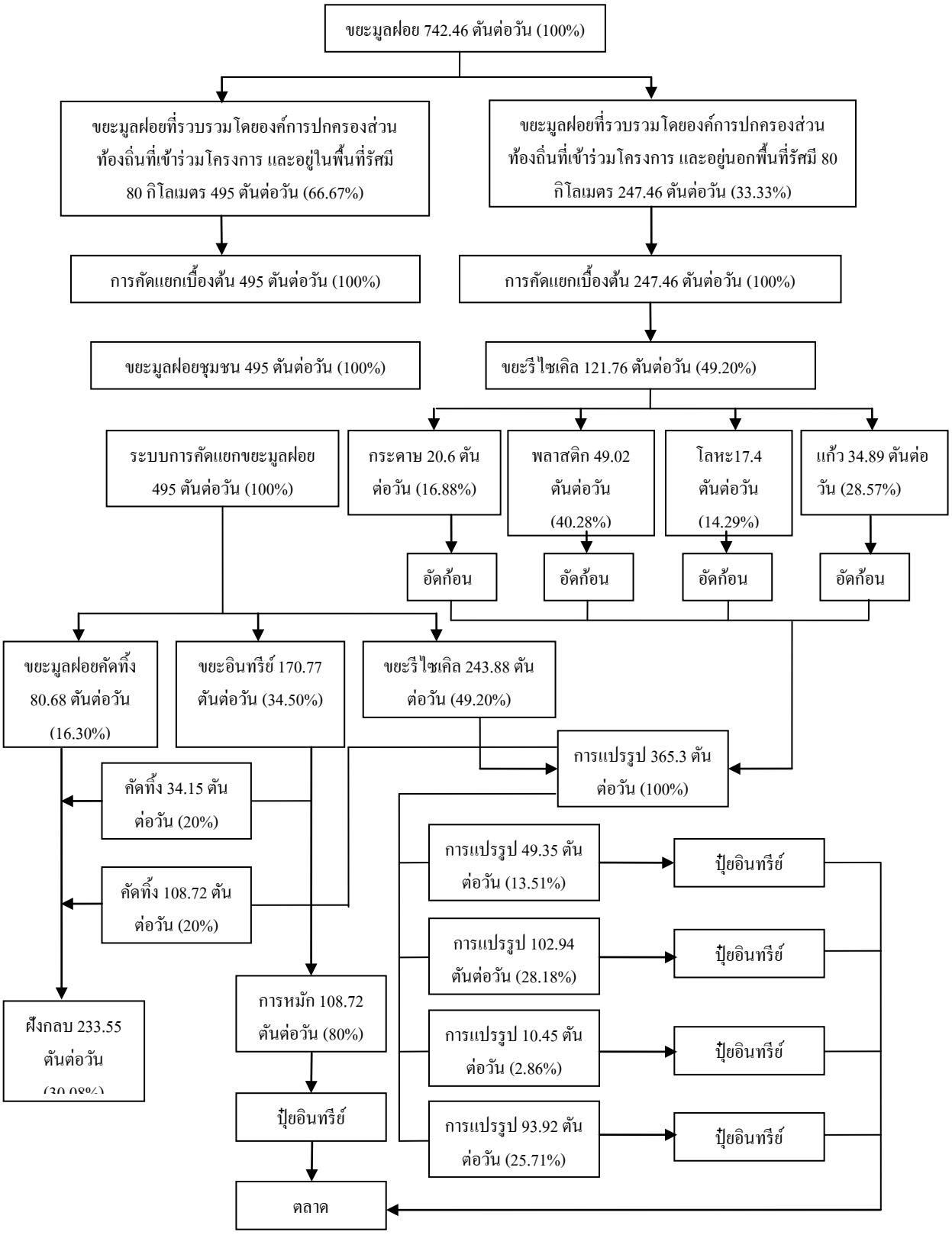
องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมีแผนงานกิจกรรมในส่วนของการสร้างจิตสำนึก และการมีส่วนร่วมของประชาชนและชุมชนต่างๆ ในจังหวัดนนทบุรีร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกแห่ง เช่น การลดการผลิตและทิ้งขยะมูลฝอย การนำขยะมูลฝอยไปใช้ประโยชน์ใหม่ การคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อรีไซเคิล รวมถึงการนำเศษอาหารและสารอินทรีย์ไปหมักทำปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีได้มีการอุดหนุนงบประมาณให้กับองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งคาดว่าจะสามารถนำขยะมูลฝอยไปใช้ประโยชน์ได้ประมาณร้อยละ 10 ของขยะ มูลฝอยที่เกิดขึ้น

ระบบแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน

ทางองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจะนำเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น มาใช้เป็นแนวทางในการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน โดยมีแนวคิดที่จะให้เอกชนเข้ามาลงทุนก่อสร้างระบบเพื่อใช้กำจัดขยะมูลฝอยในระยะยาว ซึ่งในขณะนี้อยู่ระหว่างการจัดทำเอกสารต่างๆ เพื่อขอความเห็นชอบจากหน่วยงานราชการ เช่น การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม และข้อกำหนดการให้เอกชนเข้ามาลงทุนตามพระราชบัญญัติร่วมทุนฯ เป็นต้น ซึ่งคาดว่าจะดำเนินการในส่วนของเอกสารให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2552 นี้ และให้เอกชนมาลงทุนและเดินระบบต่อไป

2.1.10 องค์การบริหารส่วนจังหวัดอุบลราชธานี

องค์การบริหารส่วนจังหวัดอุบลราชธานี ได้ศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบกำจัดมูลฝอยของจังหวัดอุบลราชธานี โดยมีรายละเอียดดังนี้ รูปแบบที่เหมาะสมการกำจัดมูลฝอยของจังหวัดอุบลราชธานี คือ การใช้ระบบกำจัดมูลฝอยแบบผสมผสาน ซึ่งประกอบด้วย ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ระบบการหมักปุ๋ย และระบบการแปรรูป โดยสามารถแบ่งออกเป็นขยะมูลฝอยจาก 2 แหล่ง ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่รวบรวมโดยองค์กรการบริหารที่เข้าร่วมโครงการในรัศมี 80 กิโลเมตร และขยะมูลฝอยที่รวบรวมโดยองค์กรการบริหารที่เข้าร่วมโครงการนอกรัศมี 80 กิโลเมตร โดยมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2.1-13



รูปที่ 2.1-13 กระบวนการกำจัดขยะมูลฝอยแบบผสมผสานที่เหมาะสมขององค์การบริหาร

ส่วนจังหวัดอุบลราชธานี (รายงานศึกษา, องค์การบริหารส่วนจังหวัดอุบลราชธานี)

ระบบกำจัดมูลฝอยแบบผสมผสานขององค์การบริหารส่วนจังหวัดอุบลราชธานีประกอบด้วยระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

ระบบการคัดแยกมูลฝอย

เมื่อขยะมูลฝอยเข้าสู่ระบบจะถูกเทลงบนลานรับขยะมูลฝอย โดยจะมีพนักงานทำหน้าที่คัดแยกวัสดุที่มีชิ้นใหญ่ ของเสียอันตราย มูลฝอยติดเชื้อ และขยะรีไซเคิลออกจากระบบในเบื้องต้นก่อน จากนั้นขยะจะถูกลำเลียงไปยังสถานีคัดแยกที่ 1 ซึ่งจะทำการคัดแยกขยะอินทรีย์และขยะรีไซเคิล ส่วนขยะที่เหลือจากการคัดแยกจะถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องฉีกถุงและส่งต่อไปยังสถานีคัดแยกที่ 2 ในสถานีคัดแยกที่ 2 จะมีพนักงานคอยคัดแยกขยะมูลฝอยอีกครั้ง สำหรับขยะอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กจะตกผ่านตะแกรงลงสู่สายพานด้านล่างและถูกส่งต่อไปยังสายพานรวบรวมขยะอินทรีย์ เพื่อนำรวมกับขยะอินทรีย์ที่คัดแยกได้จากสถานีคัดแยกที่ 1 แล้วส่งไปยังเครื่องบีบอัด จากนั้นจึงนำขยะอินทรีย์ที่ผ่านการบีบอัดแล้วไปยังระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศและระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยรถบรรทุก ส่วนขยะที่ยังคงเหลืออยู่ในสายพานคัดแยกจะถูกอัดเป็นก้อนและนำไปกำจัดในพื้นที่ฝังกลบต่อไป

ระบบผลิตปุ๋ยหมัก

ระบบการหมักปุ๋ยเป็นการหมักขยะอินทรีย์ในภาชนะที่มีลักษณะคล้ายตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกแบบให้มีประตูทั้งสองด้าน เพื่อให้สามารถป้อนขยะอินทรีย์เข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ และนำสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วออกจากตู้คอนเทนเนอร์ได้โดยใช้รถตักล้อหน้าหรือสายพาน ในการป้อนขยะอินทรีย์เข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์จะให้เหลือช่องว่างระหว่างขยะอินทรีย์และเพดานด้านบนประมาณ 1 เมตร เพื่อให้การไหลเวียนของอากาศภายในเป็นไปอย่างสะดวก และเมื่อป้อนขยะอินทรีย์เข้าคอนเทนเนอร์เรียบร้อยแล้วจะปิดประตูให้สนิท ตัวตู้คอนเทนเนอร์จะทำด้วยเหล็กแผ่นหรือคอนกรีต ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศที่ส่งจากเครื่องเป่าอากาศทางด้านล่างสามารถเคลื่อนที่ผ่านพื้นประตู และกระจายไปอย่างทั่วถึง นอกจากนั้นยังมีการควบคุมอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักโดยการเป่าลมสะอาดซึ่งผ่านตัวกลางแลกเปลี่ยนความร้อนเข้าไปยังกองปุ๋ยหมักด้วย ส่วนอากาศที่ออกจากตู้คอนเทนเนอร์จะถูกส่งไปบำบัดในระบบบำบัดอากาศก่อน ปล่อยออกสู่ภายนอก ขั้นตอนการหมักปุ๋ยในตู้คอนเทนเนอร์จะใช้ระยะเวลาประมาณ 14 วัน จากนั้น จึงส่งต่อไปที่โรงบ่มปุ๋ย ปุ๋ยหมักที่ผ่านการบ่มแล้วจะถูกส่งไปยังระบบปรับคุณภาพ

ปุ๋ย ซึ่งจะมีการแยกสิ่งเจือปนออกจากปุ๋ยหมักอีกครั้ง เพื่อให้คุณภาพของปุ๋ยหมักดีขึ้น ในขั้นสุดท้ายปุ๋ยหมักที่ได้จะถูกนำไปบรรจุใส่ถุงเพื่อรอจำหน่ายต่อไป

ระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลประกอบด้วยบ่อฝังกลบ 3 บ่อ โดยขุดเป็นบ่อลึกจากระดับดินเดิม 3.9 เมตร พื้นล่างสุดเป็นดินเหนียวบดอัดแน่นหนา 0.6 เมตร ในชั้นต่อมาทำการปูพลาสติกแบบ High Density Polyethylene (HDPE) หนา 1.5 มิลลิเมตร ชั้นต่อมาจะถมทรายบดอัดหนา 0.3 เมตร และมีการวางท่อระบายน้ำชะขยะมูลฝอย แล้วส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่มีการปนเปื้อนของน้ำชะขยะมูลฝอย และยังออกแบบให้มีระบบระบายก๊าซ โดยบริเวณรอบๆ พื้นที่บ่อฝังกลบจะมีการปลูกต้นไม้เพื่อทัศนียภาพที่สวยงาม

ระบบแปรรูปขยะมูลฝอย

ระบบแปรรูปขยะมูลฝอยสามารถรองรับขยะรีไซเคิลได้ 365.64 ตันต่อวัน โดยลักษณะขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ขยะมูลฝอยที่มาจากชุมชนโดยตรง 243.88 ตันต่อวัน และขยะรีไซเคิลที่ได้จากองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น 121.76 ตันต่อวัน องค์ประกอบขยะรีไซเคิลที่เข้าระบบ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1-1

ตารางที่ 2.1-1 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะรีไซเคิลที่เข้าสู่ระบบแปรรูปขยะมูลฝอย

องค์ประกอบทางกายภาพ	**ปริมาณ (ตันต่อวัน)**
พลาสติก	147.27
กระดาษ	61.71
โลหะ	52.2
แก้ว	104.46
รวม	365.64

การออกแบบระบบการแปรรูปขยะมูลฝอยมีวัตถุประสงค์เพื่อแปรรูปขยะรีไซเคิลให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้หรือจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่า นอกจากนี้ยังเป็นการลดปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบฝังกลบอีกทางหนึ่ง จากปริมาณองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในตารางที่ 2.1-1 พบว่ามีพลาสติกและแก้วเป็น

จำนวนมาก ดังนั้นจึงทำการออกแบบระบบแปรรูปพลาสติกและระบบแปรรูปแก้วโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระบบแปรรูปพลาสติก

ระบบแปรรูปพลาสติกสามารถรองรับปริมาณขยะพลาสติกที่เข้าระบบได้ 147.27 ตันต่อวัน เมื่อขยะมูลฝอยเข้ามาสู่ระบบจะทำการคัดแยกประเภทของพลาสติกโดยแรงงานคน เมื่อแยกประเภทแล้วจะนำไปเข้าระบบการผลิตเม็ดพลาสติก โดยเริ่มจากการนำพลาสติกเข้าสายพาน พลาสติกจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องบดเพื่อให้มีขนาดเล็กลง และนำไปล้างด้วยน้ำเปล่า โซดาไฟ รวมทั้งน้ำยาล้างพลาสติก จากนั้นจึงนำไปเข้าเครื่องสลัดแห้ง เพื่อทำให้แห้งก่อนนำไปเข้าเครื่องหลอม เมื่อหลอมพลาสติกแล้วจะได้เส้นพลาสติกออกมา จึงต้องมีการตัดเส้นพลาสติกให้มีลักษณะเป็นเม็ดพลาสติกก่อนบรรจุลงกระสอบเพื่อรอการจำหน่าย

ระบบแปรรูปแก้ว

แก้วที่เข้าสู่ระบบทั้งหมด 104.46 ตันต่อวัน จะถูกนำมาเทกองรวมกัน แล้วทำการคัดแยกตามสีของแก้วด้วยแรงงาน จากนั้นจึงบดแล้วบรรจุเพื่อรอจำหน่าย โดยลักษณะการทำงานคือ แก้วจะถูกนำมาเทกองรวมกันและทำการคัดแยกโดยพนักงานประจำ เพื่อแยกสีของแก้ว โดยส่วนใหญ่แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ แก้วสีชา แก้วสีขาว และแก้วสีเขียว จากนั้นจะนำแก้วเข้าสู่เครื่องบด เมื่อเศษแก้วถูกบดให้ละเอียด แล้วจะถูกส่งไปยังเครื่องบรรจุแก้วเพื่อจำหน่ายต่อไป

2.1.11 โครงการศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี

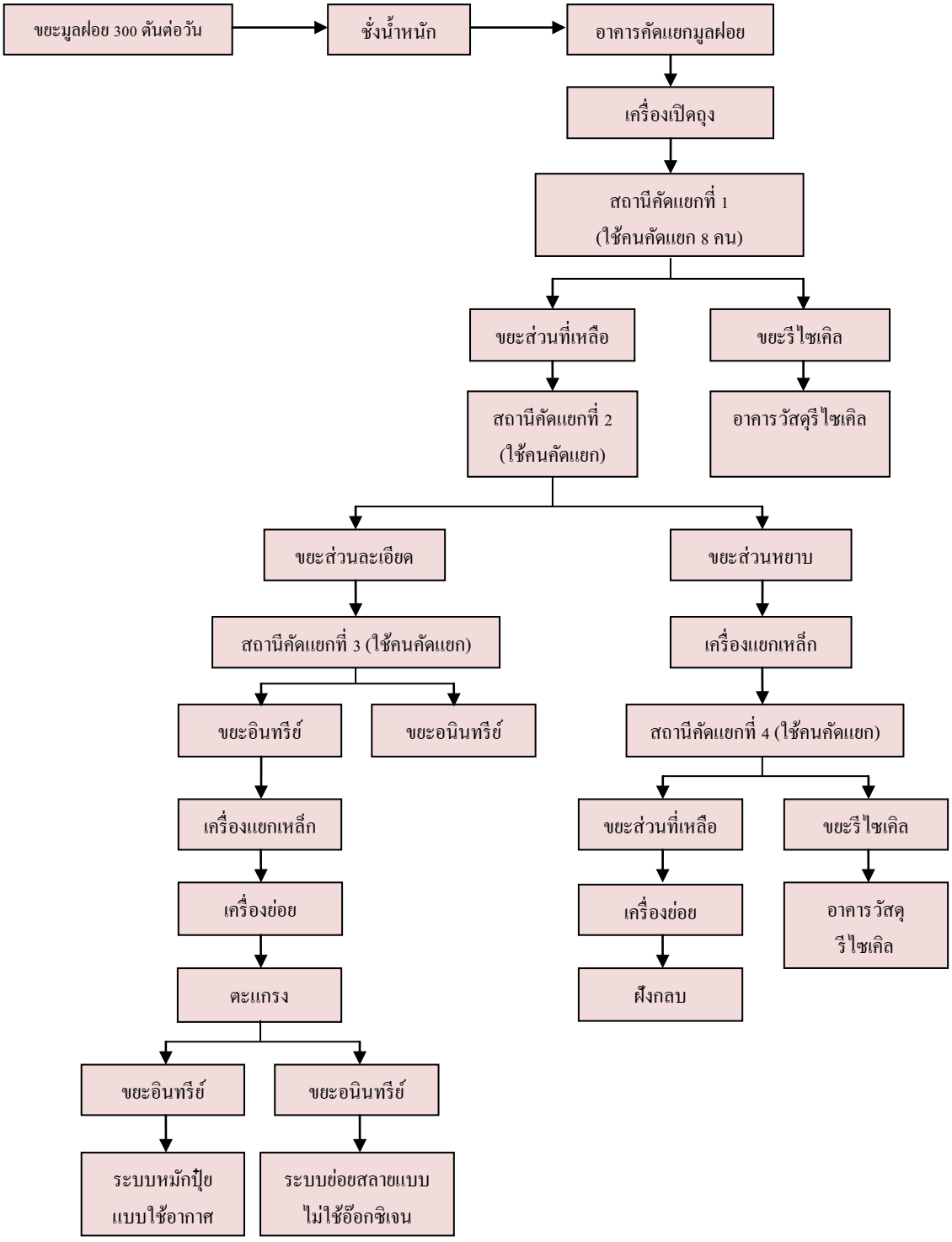
โครงการศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ที่สถานที่กำจัดมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่โครงการทั้งสิ้น 216 ไร่ (เอกสารเผยแพร่, องค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี) โครงการศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรีสามารถกำจัดมูลฝอยได้ปริมาณ 300 ตันต่อวัน

2.1.11.1 องค์ประกอบของเทคโนโลยี

รูปที่ 2.1-14 แสดงผังรวมของโครงการศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี

ระบบคัดแยกขยะมูลฝอย (Sorting Process)

ขยะมูลฝอยที่ถูกขนส่งมายังศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมเป็นขยะทิ้งรวม จึงต้องมีการคัดแยกมูลฝอยก่อน การคัดแยกขยะมูลฝอยจะดำเนินการในห้องคัดแยกมูลฝอย โดยมีการใช้ทั้งแรงงานคนในการคัดแยกและการใช้เครื่องจักรต่างๆ ในการคัดแยก เครื่องจักรที่ใช้ในการคัดแยกประกอบด้วย เครื่องเปิดถุง (Bag Opener), ตะแกรงคัดแยกแบบ Rotary Screen, เครื่องคัดแยกเหล็ก (Magnetic Separator), เครื่องย่อยแบบ Hammer Mill และแบบ Shredder



รูปที่ 2.1-14 ระบบการจัดการมูลฝอยของศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี

ขยะมูลฝอยที่ถูกขนส่งมายังศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมเป็นขยะทิ้งรวม จึงต้องมีการคัดแยกมูลฝอยก่อน การคัดแยกขยะมูลฝอยจะดำเนินการในห้องคัดแยกมูลฝอย โดยมีการใช้ทั้งแรงงานคนในการคัดแยกและการ

ใช้เครื่องจักรต่างๆ ในการคัดแยก เครื่องจักรที่ใช้ในการคัดแยกประกอบด้วย เครื่องเปิดถุง (Bag Opener), ตะแกรงคัดแยกแบบ Rotary Screen, เครื่องคัดแยกเหล็ก (Magnetic Separator), เครื่องย่อยแบบ Hammer Mill และแบบ Shredder

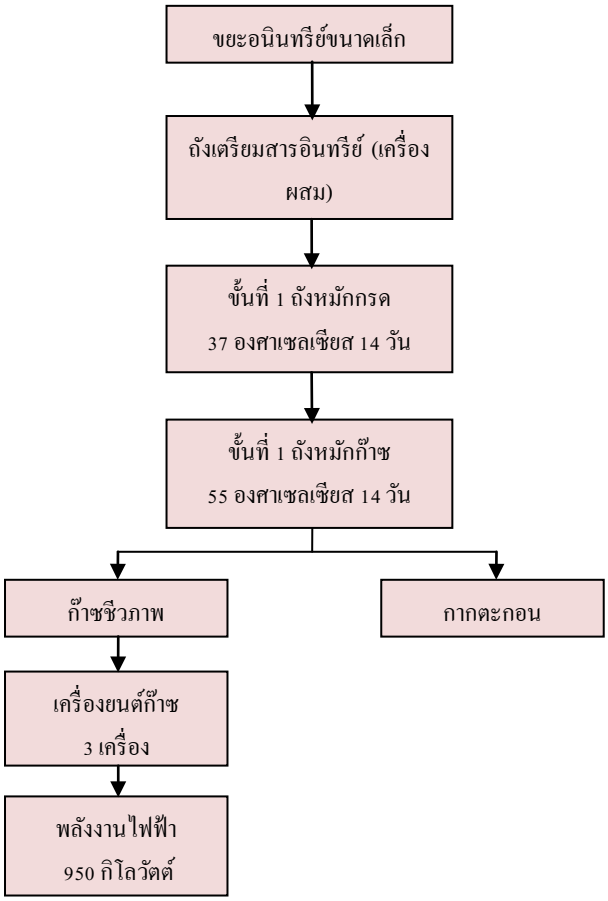
ระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)

ขยะอินทรีย์ขนาดเล็กที่คัดแยกไว้จะถูกกำจัดโดยวิธีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อ๊อกซิเจน ซึ่งระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้อ๊อกซิเจนที่นำมาใช้ในศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี เป็นแบบ Two-Stage Anaerobic Digester ประกอบด้วยถังหมักกรด และถังหมักก๊าซ ในขั้นตอนแรกขยะอินทรีย์ขนาดเล็กจะถูกลำเลียงมาผสมกับของเหลวจากการแยกออกจากสารย่อยชีวภาพ (Digested Biomass) ที่เครื่องย่อยผสม (Mixer) หรือเครื่องเตรียมสารอินทรีย์ โดยเครื่องจะผสมให้เข้ากันจนเป็นของเหลวที่สามารถปั๊มไปยังถังหมักกรดได้ ส่วนวัสดุอื่นที่ไม่สามารถผสมให้เข้ากันได้ ก็จะถูกกำจัดออกทางประตูเลื่อนใต้เครื่อง

ในขั้นตอนแรกของเหลวจะถูกปั๊มเข้าด้านบนของถังหมักกรดขนาด 1,500 ลูกบาศเมตรซึ่งมีการรักษาอุณหภูมิของเหลวที่ 37 องศาเซลเซียส และมีเครื่องกวนทุกระดับความสูงอย่างสม่ำเสมอ โดยระยะเวลากักพักในถังหมักกรด คือ 14 วัน จากนั้นของเหลวจากด้านล่างของถังหมักกรดจะถูกลำเลียงเข้าด้านล่างของถังหมักก๊าซขนาด 6,100 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งทำงานอุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส และมีเครื่องกวนทุกระดับความสูงอย่างสม่ำเสมอ ในขั้นตอนนี้ เชื้อจุลินทรีย์ วัชพืช จะถูกทำลายและเกิดก๊าซชีวภาพ (Bio-gas) ขึ้น ซึ่งจะถูกนำไปเก็บไว้ที่ถุงใยสังเคราะห์ (Membrane) ทำให้ไม่เกิดแรงอัดภายในถังหมัก ซึ่งอาจเกิดอันตรายได้ ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากกระบวนการนี้จะนำไปใช้ในเครื่องยนต์ก๊าซ เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาด 950 kW รูปที่ 2.1-15 แสดงหลักการทำงานของระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้อ๊อกซิเจน รวมทั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า

ระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ (Aerobic Composting)

ขยะอินทรีย์หยาบที่มีขนาดเกินกว่า 4 เซนติเมตรและกากตะกอนที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อ๊อกซิเจนจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ โดยระบบที่ใช้เป็นแบบ Containized Composting Process ที่เรียกว่า Rotting Box จำนวน 8 ชุด ขยะอินทรีย์หยาบและกากตะกอนจะถูกหมักเป็นเวลา 8 วันและสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้ประมาณ 40 ตันต่อวัน



รูปที่ 2.1-15 ระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในศูนย์กำจัดมูลฝอยจังหวัดชลบุรีเป็นแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ประกอบด้วย Anaerobic Pond, Facultative Pond และ Polishing Pond

ระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ (Infectious Waste Incinerator)

ระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อที่มีอยู่เป็นเตาเผาแบบหมุน ขนาด 5 ตันต่อวัน ซึ่งใช้สำหรับกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่ปนเข้ามากับขยะชุมชนที่เก็บขนมาได้

พื้นที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Landfill Sanitary)

พื้นฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลจะใช้ในการกำจัดวัสดุคัดทิ้ง เช่น ขยะคัดทิ้งที่เหลือจากกระ-บวนการคัดแยกขยะรีไซเคิล โดยขยะคัดทิ้งนี้จะต้องนำมาย่อยเป็นชิ้นเล็กๆ ด้วยเครื่องย่อย Hammer Mill ก่อน พื้นที่ฝังกลบนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถรองรับขยะได้ 20 ปี

อาคารวัสดุรีไซเคิล (Recycle Building)

ขยะรีไซเคิลที่ได้จากกระบวนการคัดแยกจะถูกนำมาพักเก็บไว้ที่อาคารวัสดุรีไซเคิล จากนั้นขยะรีไซเคิลจะถูกป้อนเข้าเครื่องสับเพื่อให้มีขนาดเล็กลงและนำมาอัดให้เป็นก้อนเพื่อจำหน่ายต่อไป

2.1.11.2 ผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานที่ผ่านมาพบปริมาณขยะที่ป้อนเข้าสู่ระบบจัดการมูลฝอยแบบต่างๆ มีค่าไม่ตรงกับค่าที่ออกแบบไว้ ทำให้ระบบต่างๆ ไม่สามารถทำงานได้อย่างประสิทธิภาพ มีเพียงแค่ 3 ระบบที่ดำเนินการอยู่ในขณะนี้ คือ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ระบบหมักผลิตปุ๋ย และระบบฝังกลบ โดยแบ่งปริมาณขยะที่ป้อนเข้า 3 ระบบดังกล่าว ดังนี้ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพร้อยละ 5 ระบบหมักทำปุ๋ยร้อยละ 15 ระบบฝังกลบร้อยละ 80 (เจ้าหน้าที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี, 2553) ผลการดำเนินงานด้านต้นชี้ให้เห็นว่าถึงแม้ว่าขยะที่ถูกส่งเข้ามาเป็นขยะอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร พืช ผัก แต่ขยะส่วนใหญ่จะถูกนำไปฝังกลบ จนสร้างปัญหาในการดำเนินการ เนื่องจากพื้นที่ในการฝังกลบเต็มแล้ว ในปัจจุบันนี้ศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี ไม่มีการดำเนินการกำจัดขยะแล้ว

2.1.12 ข้อสรุป

จากข้อมูลการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่ได้แสดงไว้ในเบื้องต้น จะพบว่าเทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้กำจัดขยะมูลฝอยในประเทศมีอยู่หลายเทคโนโลยี ทั้งเทคโนโนโลยีทางกล เช่น การคัดแยกและการอัดแท่ง เทคโนโลยีการเผาไหม้ซึ่งถือว่าเป็นเทคโนโลยีทางความร้อน และเทคโนโลยีทางชีวภาพ เช่น การหมักทำปุ๋ย หรือการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ รวมถึงเทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะมีหลักการทำงาน จุดแข็งและข้อจำกัดแตกต่างกันออกไป ดังจะได้แสดงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

2.2 เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

เนื้อหาสำคัญในส่วนนี้จะกล่าวถึงเทคโนโลยีต่างๆ ที่มีความเป็นไปได้และเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงานของเทคโนโลยี จุดแข็งและข้อจำกัด รวมถึงการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเทคโนโลยีนั้นๆ มาใช้ การเปรียบเทียบเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ โดยผลการศึกษาที่ได้จะนำไปสู่การพิจารณาคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลไม้เค็ด

โดยทั่วไป เทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยทั้งที่สามารถผลิตพลังงานได้และไม่สามารถผลิตพลังงานได้แบ่งออกได้เป็น 3 หมวดใหญ่ๆ ทั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในประเทศไทย ดังต่อไปนี้ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549)

- เทคโนโลยีทางความร้อน ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการทางความร้อนในการกำจัดมูลฝอย ได้แก่
  - เทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย (Incineration)
  - เทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น (Pyrolysis/Gasification)

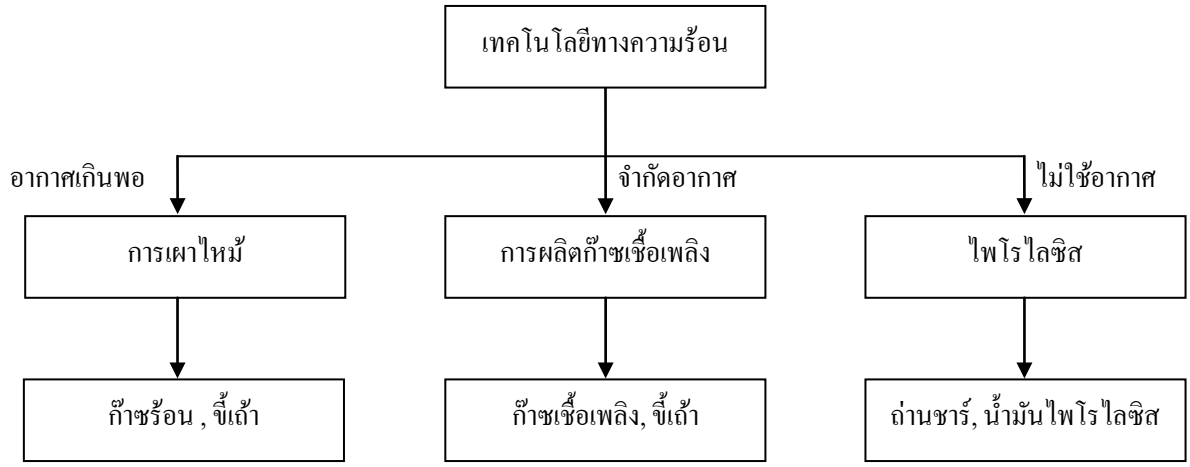
- เทคโนโลยีทางชีวภาพ โดยจะใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายมูลฝอยให้เป็นก๊าซชีวภาพ ได้แก่
  - เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)
  - เทคโนโลยีการหมักทำปุ๋ย (Composting)
  - เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย (Landfill Gas to Energy)

- เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (Refuse Derived Fuel, RDF) โดยเป็นเทคโนโลยีขั้นกลางในการเตรียมเชื้อเพลิงจากมูลฝอย เพื่อนำไปใช้ในการผลิตพลังงานต่อไป

2.2.1 เทคโนโลยีทางความร้อน (Thermal Technology)

เทคโนโลยีทางความร้อนเป็นการใช้อุณหภูมิสูงในการทำให้มูลฝอยเกิดการแตกสลายด้วย ความร้อน (Thermal Cracking) โดยกระบวนการดังกล่าวต้องการความร้อนจากภายนอก (Endothermic Process) เพื่อช่วยให้ปฏิกิริยาดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง นอกเหนือจากกระบวนการแตกสลายด้วยความร้อนแล้ว มูลฝอย

บางส่วนอาจทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับสารออกซิไดเซอร์ ซึ่งจะทำให้มูลฝอยเปลี่ยนสภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ กระบวนการดังกล่าวนี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermal Process) ทำให้สามารถนำความร้อนที่ได้ไปใช้ในการผลิตพลังงานได้ หรืออาจนำผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการแตกสลายด้วยความร้อนไปผ่านกระบวนการเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์เพื่อนำไปผลิตพลังงานต่อไป การกำจัดมูลฝอยด้วยกรรมวิธีทางความร้อนสามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ เทคโนโลยีการเผาไหม้ (Incineration) เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) และเทคโนโลยีไพโรไลซิส (Pyrolysis) ดังแสดงในรูปที่ 2.2.1



รูปที่ 2.2-1 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีทางความร้อน (Paul T.)

2.2.1.1 เทคโนโลยีเตาเผา

หลักการทำงาน

เทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย (Incineration) หรือการเผาไหม้มวลโดยตรง (Mass Burn System) เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชั่นระหว่างเชื้อเพลิงและสารออกซิไดเซอร์ซึ่งอาจเป็นอากาศหรือออกซิเจน โดยมีการใส่ปริมาณสารออกซิไดเซอร์เข้าไปมากเพียงพอที่จะทำให้เกิดเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากการเผาไหม้สมบูรณ์ คือ ก๊าซร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาคายความร้อน เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของเทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย คือการทำลายมูลฝอย ดังนั้นจึงทำให้มวลและปริมาตรของมูลฝอย จะหายไปอย่างรวดเร็ว การเผาไหม้ในเตาเผามูลฝอยทำให้สามารถลดมวลของมูลฝอยลงได้ถึงร้อยละ 70 และลดปริมาตรลงได้ถึงร้อยละ 90 อย่างไรก็ตามเนื่องจากเป็นการเผาไหม้โดยตรงทำให้มีการใช้สารออกซิไดเซอร์เป็นจำนวนมากป้อนเข้าสู่บริเวณโซนเผาไหม้ ทำให้ปริมาตรก๊าซไอเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากตามไปด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการ

ติดตั้งระบบควบคุมมลพิษอากาศด้านหลังโซนเผาไหม้ ตารางที่ 2.2-1 แสดงจุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีเตาเผา

ตารางที่ 2.2-1 จุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีเตาเผา (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549)

จุดแข็ง	ข้อจำกัด
- มีความยืดหยุ่นต่อชนิดของขยะมูลฝอยสูง - สามารถลดมวลและปริมาตรได้มาก - เวลาในการกำจัดสั้น - ผลิตพลังงานได้มากที่สุด - ใช้พื้นที่ระบบน้อยที่สุด	- เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาสูง - ขนาดเล็กสุดที่สามารถผลิตพลังงานได้ไม่ต่ำกว่า 250 ตันต่อวัน - เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงที่ยังไม่สามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้เองในประเทศ - ปัญหาเรื่องการยอมรับของประชาชน

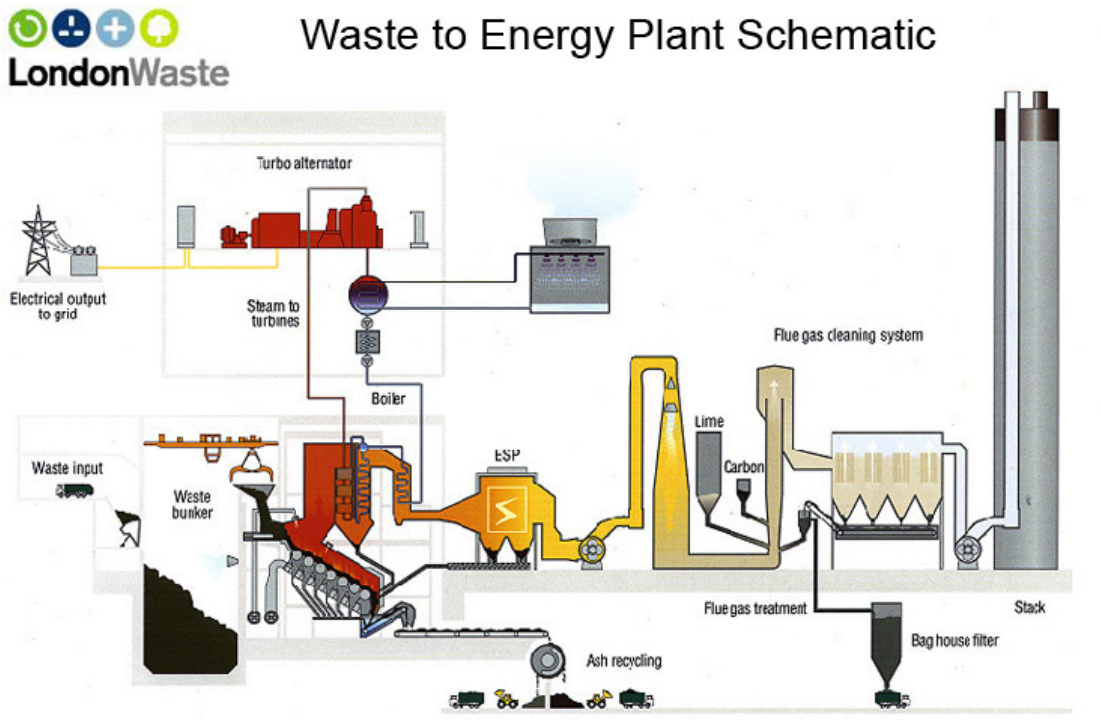
การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากกระบวนการเผาไหม้เป็นกระบวนการคายความร้อน ดังนั้นก๊าซไอเสียจากห้องเผาไหม้จึงมีอุณหภูมิสูงประมาณ 750-1,000 องศาเซลเซียส (Paul T.) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงเกินไปสำหรับก๊าซที่จะส่งไปยังระบบควบคุมมลพิษก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศ ดังนั้นจึงต้องมีการลดอุณหภูมิของก๊าซก่อน โดยการใช้หม้อน้ำเปลี่ยนพลังงานความร้อนที่อยู่ในก๊าซไอเสียเป็นน้ำร้อนหรือไอน้ำ อุปกรณ์สำหรับ การผลิตน้ำร้อนหรือไอน้ำ ได้แก่ หม้อน้ำร้อน หม้อไอน้ำความดันต่ำ และหม้อไอน้ำความดัน น้ำร้อนหรือ ไอน้ำที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการอุตสาหกรรมหรือเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ตารางที่ 2.2-2 แสดงประสิทธิภาพรวมของโรงเผามูลฝอยในการผลิตพลังงาน

ตารางที่ 2.2-2 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยรวมของโรงเผามูลฝอยชุมชนในการผลิตพลังงาน (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549)

การใช้พลังงาน	พลังงานที่นำกลับมาได้		ประสิทธิภาพโดยรวม
ความร้อนเท่านั้น	ความร้อน	ร้อยละ 80	ร้อยละ 80
ไอน้ำเท่านั้น	ไอน้ำ	ร้อยละ 80	ร้อยละ 80
กำลังเท่านั้น	กำลัง	ร้อยละ 35	ร้อยละ 35
ไอน้ำและกำลังร่วม	ไอน้ำ กำลัง	ร้อยละ 0-75 ร้อยละ 0-35	ร้อยละ 35-75
ความร้อนและกำลังร่วม	ความร้อน กำลัง	ร้อยละ 60-65 ร้อยละ 20-25	ร้อยละ 85

จากตารางที่ 2.2-2 การผลิตกระแสไฟฟ้าจะให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ต่ำกว่าแต่จะให้ราคาขายพลังงานที่สูงกว่า ในขณะที่การผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้ในระบบเครือข่ายน้ำร้อนจะได้พลังงานที่มีราคาขายพลังงานที่ไม่แพง แต่จะให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่สูงกว่าและความยุ่งยาก รวมทั้งต้นทุนและความต้องการการติดตั้งด้านเทคนิคค่อนข้างต่ำกว่า รูปที่ 2.2-2 แสดงแผนผังการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอย



รูปที่ 2.2-2 ระบบผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย

ที่มา: http://www.pspincineration.co.uk/the_incineration_plant

2.2.1.2 เทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น (Pyrolysis/Gasification)

หลักการทำงาน

เทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่นเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคู่ควบกัน และเป็นกระบวนการย่อยที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการเผาไหม้ กล่าวคือขยะมูลฝอยเมื่อถูกทำให้แห้งโดยการระเหยความชื้นทิ้งไปแล้วจะนำความร้อนจากการเผาไหม้ก่อนหน้านี้มาทำให้ตัวเองเกิดการแตกสลายทางความร้อนและกลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ขณะเดียวกัน มักมีการจ่ายออกซิไดซ์เซอร์เข้ามาบริเวณที่เกิดปฏิกิริยาด้วยเพื่อช่วยให้เกิดการเผาไหม้บางส่วน (Partial Oxidation) ซึ่งจะได้ความร้อนเกิดขึ้นมาจากปฏิกิริยาและนำไปใช้ในกระบวนการแตกสลายทางความร้อน ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าปฏิกิริยาไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น มักเกิดคู่ควบกัน อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยาดังกล่าวมีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องของสภาวะการทำงานและผลิตภัณฑ์ที่ได้ดังแสดงไว้แล้วในรูปที่ 2.2-1 การนำเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่นมาใช้ในการกำจัดมูลฝอยจะแตกต่างจากการใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้ เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักไม่ใช่การทำลายมูลฝอยให้สิ้นซากไป (Destruction) แต่เป็นการเปลี่ยนรูป (Conversion) ขยะมูลฝอยซึ่งอยู่ในสภาพเชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปประโยชน์ได้ กล่าวคือเชื้อเพลิงก๊าซที่ได้อาจนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการเผาไหม้ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) หรือเครื่องยนต์กังหันก๊าซ (Gas Turbine Engine) หรือเพื่อการเผาไหม้โดยตรงในเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Burner in Steam Generator) หรืออาจนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงเหลวหรือใช้ในอุตสาหกรรมเคมีต่อไป ตารางที่ 2.2-3 แสดงจุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น

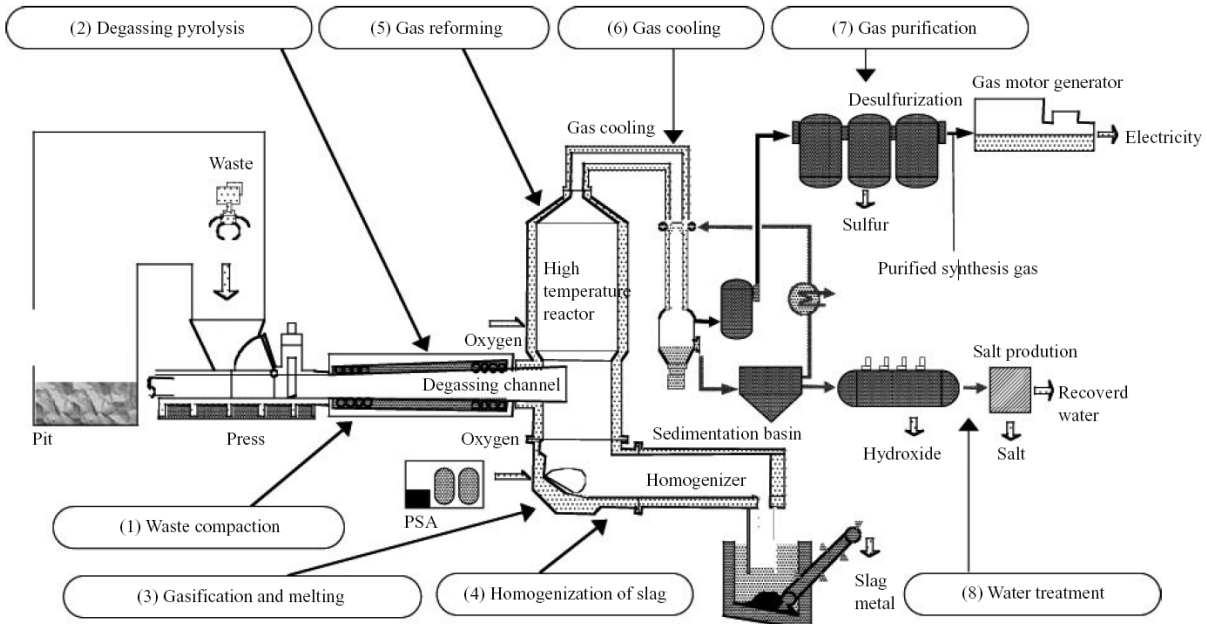
ตารางที่ 2.2-3 จุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น [19]

จุดแข็ง	ข้อจำกัด
- เป็นเทคโนโลยีที่สะอาด - ลดมวลและปริมาตรได้มาก - เวลากำจัดสั้น - สามารถผลิตพลังงานได้แม้ระบบมีขนาดเล็ก - สามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้เองในประเทศ	- เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาสูงสำหรับระบบขนาดใหญ่ - เหมาะกับขยะมูลฝอยที่มีความชื้นต่ำและค่าความร้อนสูง

การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่นมีหลายประเภท เช่น ถ่านชาร์ น้ำมันที่มีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและก๊าซเชื้อเพลิง ถ่านชาร์ที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสจะมีค่าความร้อนสามารถนำใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็งสำหรับอุตสาหกรรมถลุงเหล็กและปูนซีเมนต์ น้ำมันที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสขยะมูลฝอยซึ่งมีค่าความร้อนประมาณ 25 เมกะจูลต่อกิโลกรัม (Paul T.) สามารถนำมาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับกระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า แต่ทั้งนี้จะต้องมีการกำจัดอนุภาคฝุ่นหรือผงชาร์ที่อาจปะปนอยู่ในน้ำมันไพโรไลซิสออกก่อนโดยใช้ไซโคลน นอกจากนี้หากมีการนำน้ำมันที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสไปปรับปรุงคุณภาพ ในกระบวนการเคมีจะทำให้ได้น้ำมันที่มีคุณภาพสูงขึ้น รวมทั้งการผลิตก๊าซไฮโดรเจน (H_2) จากน้ำมันไพโรไลซิส เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับใช้ในรถยนต์เซลล์เชื้อเพลิง อย่างไรก็ตามการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันไพโรไลซิสด้วยกระบวนการที่กล่าวถึงข้างต้น ยังคงอยู่ในช่วงการศึกษาวิจัย ไม่มีการใช้ในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากยังไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน (M. Ringer และคณะ)

ก๊าซเชื้อเพลิงที่เกิดจากกระบวนการก๊าซซิฟิเคชั่นจะมีค่าความร้อนประมาณ 4-6 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตรที่สภาวะปกติ ในกรณีที่ใช้อากาศเป็นสารออกซิไดเซอร์ และหากใช้ออกซิเจนเป็นสารออกซิไดเซอร์ก๊าซเชื้อเพลิงจะมีค่าความร้อนเพิ่มขึ้นสูงถึงสองเท่าตัว คือประมาณ 10-15 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตรที่สภาวะปกติ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549) ก๊าซเชื้อเพลิงที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้โดยตรงในหม้อน้ำ กังหันก๊าซ หรือในเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อผลิตพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าได้ รูปที่ 2.2-3 แสดงระบบผลิตพลังงานจากมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น และตารางที่ 2.2-4 แสดงประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่นร่วมกับระบบผลิตพลังงานชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.2-3 ระบบผลิตพลังงานจากมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น (Yamada, 2004)

ตารางที่ 2.2-4 ประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่นร่วมกับระบบผลิตพลังงานชนิดต่างๆ

ระบบผลิตพลังงาน	พลังงานไฟฟ้า (MW_e)	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
เครื่องยนต์ก๊าซ	0.3-30	21
กังหันก๊าซและกังหันไอน้ำ	5-200	50
ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนร่วม โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์ก๊าซ	0.05-1.5	30

2.2.2 เทคโนโลยีชีวภาพ (Biological Technology)

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานด้วยกระบวนการทางชีวภาพเป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในขยะมูลฝอยด้วยจุลินทรีย์และได้ผลิตภัณฑ์ คือ สารปรับปรุงดิน และก๊าซชีวภาพ ขึ้นอยู่กับชนิดของเทคโนโลยีทางชีวภาพที่นำมาใช้ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็นเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนแ เทคโนโลยีการหมักปุ๋ย และเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย

2.2.2.1 เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)

หลักการทำงาน

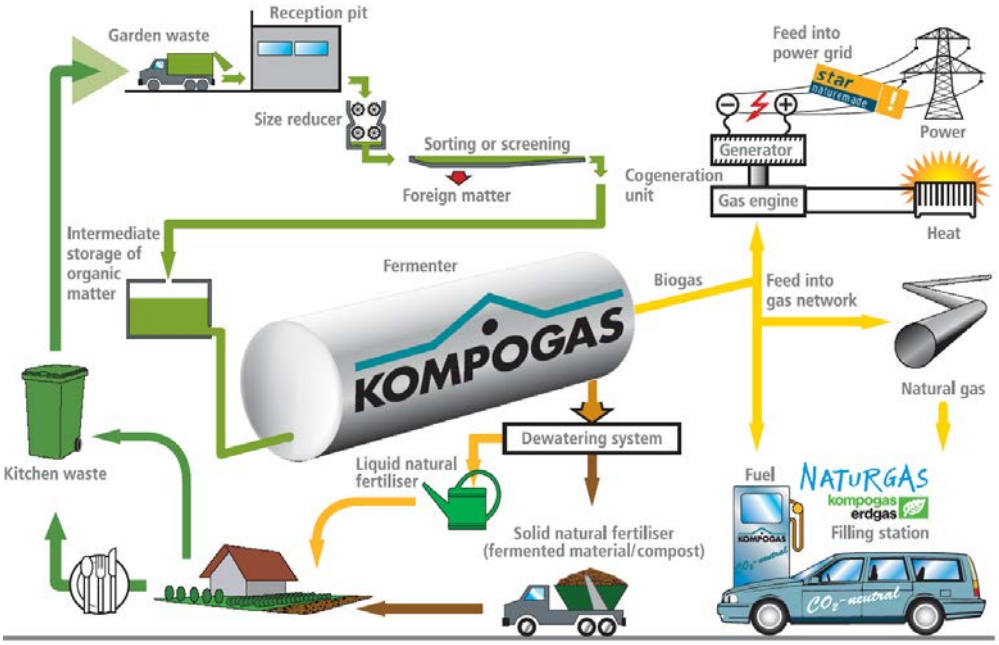
เทคโนโลยีนี้ใช้กระบวนการทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ในระบบไม่ใช้ออกซิเจนมาบำบัดของเสียอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ที่จะทำการย่อยสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ๆ ไปเป็นสารที่มีโมเลกุลที่เล็กลงเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ก๊าซชีวภาพที่มีส่วนประกอบสำคัญคือ ก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการผลิตพลังงานกลับมาใช้ใหม่ได้ นอกจากนี้กากตะกอนที่เหลือจากกระบวนการย่อยสลายยังสามารถนำไปใช้เป็นสารปรับปรุงดินหรือปุ๋ยอินทรีย์ได้อีกด้วย แต่เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีข้อจำกัด คือ สามารถรองรับได้เฉพาะสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายเท่านั้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทขยะรีไซเคิลและของเสียอันตรายออกก่อน ระบบจึงจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตารางที่ 2.2-5 แสดงจุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

โดยทั่วไปการนำระบบนี้มาใช้กำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน จะใช้ก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบมาใช้ผลิตพลังงานในหลากหลายรูปแบบ ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) โดยมีค่าความร้อนประมาณ 20-25 MJ/Nm^3 ที่สภาวะปกติ [20] (ขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซมีเทนที่เป็นองค์ประกอบ) โดยปกติก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่สามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ จะต้องมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณร้อยละ 55-70 (โดยปริมาตร) การผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนร่วมจากก๊าซชีวภาพสามารถเลือกใช้ได้ทั้งเครื่องยนต์ก๊าซ กังหันก๊าซหรือหม้อไอน้ำ นอกจากนี้ หากนำก๊าซชีวภาพที่ได้ไปปรับปรุงคุณสมบัติให้ใกล้เคียงกับก๊าซธรรมชาติก็จะสามารถนำก๊าซชีวภาพนั้นมาเป็นสารตั้งต้นในการผลิตไฮโดรเจนเพื่อใช้ในเซลล์เชื้อเพลิง หรือนำก๊าซชีวภาพนี้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานพาหนะได้ รูปที่ 2.2-4 แสดงระบบผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ตารางที่ 2.2-5 จุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

จุดแข็ง	ข้อจำกัด
- เป็นเทคโนโลยีสะอาด - องค์ประกอบขยะมูลฝอยในประเทศมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้สูง - เทคโนโลยีไม่ซับซ้อน สามารถพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศได้เอง (ยกเว้นระบบผลิตพลังงาน)	- ขยะมูลฝอยในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นขยะทิ้งรวม ยากต่อการคัดแยก - ต้องมีการพัฒนาสายพันธ์จุลินทรีย์ที่ให้ gas yield สูงและทนทานสภาพสิ่งแวดล้อมได้ดี - ต้องสร้างตลาดให้กับสารปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อเพิ่มรายได้ให้ระบบ



รูปที่ 2.2-4 ระบบผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ที่มา: http://www.biomasseenergie.ch/Portals/0/1_de/01_Wie_produzieren/Img/kompogas_kreislauf_gross.jpg

2.2.2.2 เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Composting) หรือการผลิตปุ๋ยหมัก

หลักการทำงาน

เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน หรือเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก เป็นกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพโดยใช้อากาศหรือออกซิเจน ภายในกระบวนการหมักปุ๋ยสารอินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในขยะมูลฝอยชุมชน เช่น เศษผัก เศษอาหาร เศษกิ่งไม้ ใบไม้ หญ้า และอื่นๆ จะเปลี่ยนสภาพไปเป็นน้ำ ก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ พลังงานและสารที่ได้จากกระบวนการหมัก ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า ปุ๋ยอินทรีย์ กระบวนการที่เกิดขึ้นจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน (George และคณะ) ในขั้นตอนแรกสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลาย โดยใช้กระบวนการเผาผลาญอาหารของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ต้องการออกซิเจนในการเผาผลาญอาหาร เช่น ไส้เดือน ให้กลายเป็นสารประกอบทางเคมีง่ายๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการเผาผลาญดังกล่าว คือ พลังงานความร้อน จากนั้นปริมาณสารอาหารในสารอินทรีย์จะลดลง ทำให้กระบวนการเผาผลาญเกิดขึ้นช้าลง การย่อยสลายที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นการย่อยสลายที่ใช้ความร้อนจากพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนแรก ทำให้อุณหภูมิและสารอาหารลดลงอย่างต่อเนื่อง การย่อยสลายในขั้นตอนที่ 2 นี้จะสิ้นสุดลงเมื่อไม่มีสารอาหารและพลังงานที่มากพอที่จะทำให้เกิดกระบวนการ สิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการย่อยสลายจะตายในที่สุด และสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายจนกลายสภาพไปเป็นสารปรับปรุงดิน ตารางที่ 2.2-6 แสดงจุดเด่นและข้อจำกัดของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน

ตารางที่ 2.2-6 จุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน

จุดแข็ง	ข้อจำกัด
- เป็นเทคโนโลยีสะอาด - องค์ประกอบขยะมูลฝอยในประเทศมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้สูง - เป็นเทคโนโลยีที่ง่าย สามารถสร้างและใช้งานได้ในชุมชน - ค่าลงทุนและค่าดำเนินการต่ำ	- ขยะมูลฝอยในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นขยะทิ้งรวม ยากต่อการคัดแยก - ต้องสร้างตลาดให้กับสารปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อเพิ่มรายได้ให้ระบบ

การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเทคโนโลยีนี้ คือ สารปรับปรุงดิน หรือปุ๋ยหมักที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง สามารถนำไปจำหน่ายได้ แต่เนื่องจากในบางครั้งไม่สามารถแยกสิ่งปลอมปนออกจากขยะอินทรีย์ในตอนเริ่มต้นกระบวนการได้ ดังนั้นจึงต้องมีการคัดแยกสิ่งปลอมปน เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ หรือพลาสติกออกจากสารปรับปรุงดินก่อนที่จะนำไปจำหน่าย นอกจากนี้สารปรับปรุงดินที่ได้อาจมีขนาดและรูปร่างที่ไม่สม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถเพิ่มมูลค่าของสารปรับปรุงดิน อาจต้องมีการลดขนาดก่อนด้วย

2.2.2.3 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย (Landfill Gas to Energy)

หลักการทำงาน

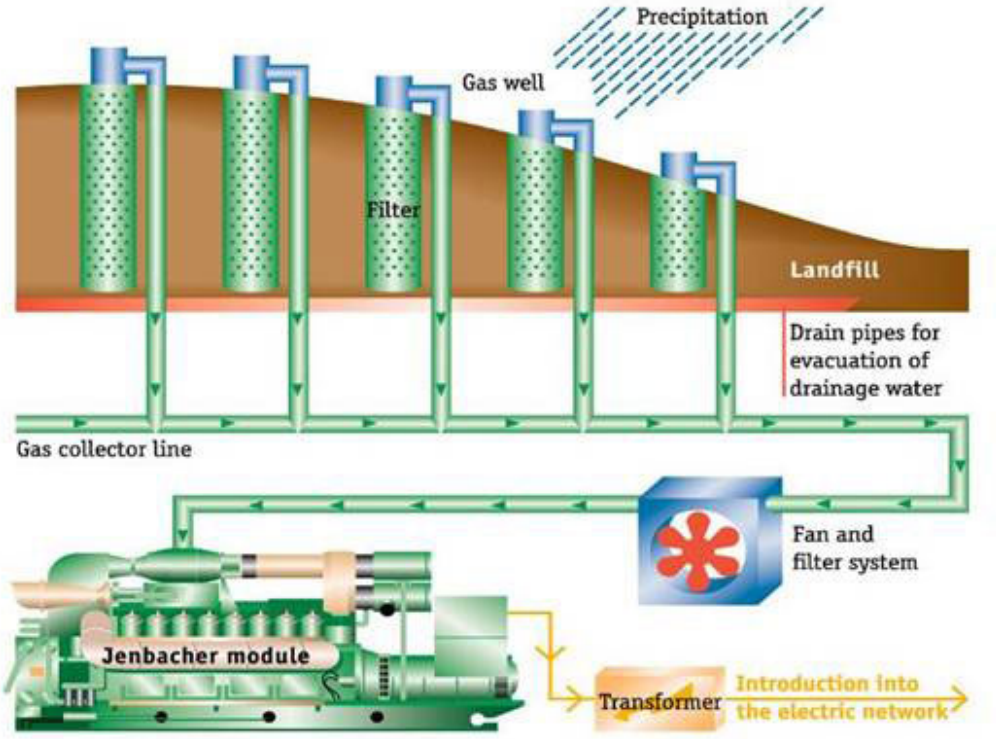
เทคโนโลยีนี้เป็นการนำขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ง่ายมาฝังกลบโดยมีการขุดหลุมฝังกลบให้มีความลึกตามที่ได้ออกแบบไว้ ดำเนินการเทขยะมูลฝอยลงไปเกลี่ยให้ทั่วหลุมและกลบด้วยดินให้แน่น กระบวนการผลิตก๊าซจะใช้กระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนเพื่อให้เกิดจุลินทรีย์ในช่วงแรก จากนั้นจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่ย่อยสลายขยะมูลฝอยที่เหลือในสภาวะแบบไม่ใช้อากาศ เนื่องจาก ก๊าซออกซิเจนในหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยได้ถูกใช้หมดไปแล้วในขั้นตอนแรก ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นซึ่งจะมี ก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นองค์ประกอบหลักจะถูกเก็บรวบรวมและส่งผ่านท่อใต้ดินเพื่อนำไปผลิตพลังงาน ตารางที่ 2.2-7 แสดงจุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย

ตารางที่ 2.2-7 จุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย

จุดแข็ง	ข้อจำกัด
- หลุมฝังกลบมีอยู่แล้วจำนวนมาก เทคโนโลยีนี้จะช่วยลดการปล่อยมีเทน - ลดความเสี่ยงในการระเบิดหรือเพลิงไหม้บริเวณฝังกลบ - เทคโนโลยีไม่ซับซ้อนมากนัก สามารถพัฒนาองค์ความรู้ขึ้นเองได้ในประเทศ	- การพยากรณ์อัตราเกิดก๊าซขึ้นอยู่กับปัจจัยหลากหลาย ยากต่อการพยากรณ์ - ขาดองค์ความรู้เรื่องการเก็บก๊าซ การทำความสะอาด และการผลิตพลังงาน

การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมีค่าความร้อนประมาณ 19.7 เมกกะจูลต่อลูกบาศก์เมตรที่สภาวะปกติ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548) ประกอบด้วยก๊าซมีเทนประมาณร้อยละ 55 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง (Direct Use) ในหม้อไอน้ำสำหรับผลิตพลังงานความร้อน หรือนำไปใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายในประเภทต่างๆ เช่น เครื่องยนต์ก๊าซ กังหันก๊าซ รวมทั้งใช้เป็นเชื้อเพลิงใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วย รูปที่ 2.2-6 แสดงระบบผลิตพลังงานจากมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ



รูปที่ 2.2-5 ระบบผลิตพลังงานจากมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ

ที่มา: http://www.ddace-energy.com/images/sectionimages/LandfillGas.jpg

2.2.3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย (Refuse Derived Fuel, RDF)

เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอยไม่ได้มีวัตถุประสงค์หลักในการกำจัดหรือทำลายขยะมูลฝอยเหมือนกับเทคโนโลยีความร้อนหรือเทคโนโลยีชีวภาพ เพียงแต่เป็นการเปลี่ยนรูปขยะมูลฝอยโดยคัดเลือกองค์ประกอบของมูลฝอยที่มีพลังงานสูงมาสู่กระบวนการในการคัดแยกและแปรรูปเป็นขยะเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel, RDF) ที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตพลังงานต่อไป เทคโนโลยีดังกล่าวมีข้อได้เปรียบเนื่องจากสามารถกระจายไปดำเนินการตามจุดต่างๆ ที่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยได้โดยไม่ต้องมีการขนย้ายขยะมูลฝอยไปสู่แหล่งกำจัด ขยะเชื้อเพลิงที่ได้สามารถเก็บรักษาและนำไปผลิตพลังงานได้เมื่อเวลาที่ต้องการโดยไม่ต้องมีการใช้พลังงานทันทีเหมือนกับสองเทคโนโลยีแรก

หลักการทำงาน

เนื่องจากขยะมูลฝอยชุมชนมีความหลากหลายในองค์ประกอบต่างๆ รวมทั้งมีปริมาณเถ้าและความชื้นสูง ส่งผลให้มีค่าความร้อนต่ำ สิ่งเหล่านี้ก่อความยุ่งยากให้กับผู้ออกแบบเทคโนโลยีทางความร้อน

และผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังส่งผลให้การควบคุมการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำได้ยาก การแปรรูปขยะมูลฝอยโดยผ่านกระบวนการจัดการต่างๆ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอยเพื่อทำให้กลายเป็นขยะเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel: RDF) จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวมาข้างต้นได้

ขยะเชื้อเพลิง (RDF) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการจัดการต่างๆ เช่น การคัดแยกวัสดุที่เผาไหม้ไม่ได้ออก การฉีกหรือตัดมูลฝอยออกเป็นชิ้นเล็กๆ ขยะเชื้อเพลิงที่ได้นี้จะมีค่าความร้อนสูงกว่าหรือมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ดีกว่าการนำขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมมาใช้โดยตรง เนื่องจากมีองค์ประกอบทั้งทางกายภาพและทางเคมีที่สม่ำเสมอกว่า

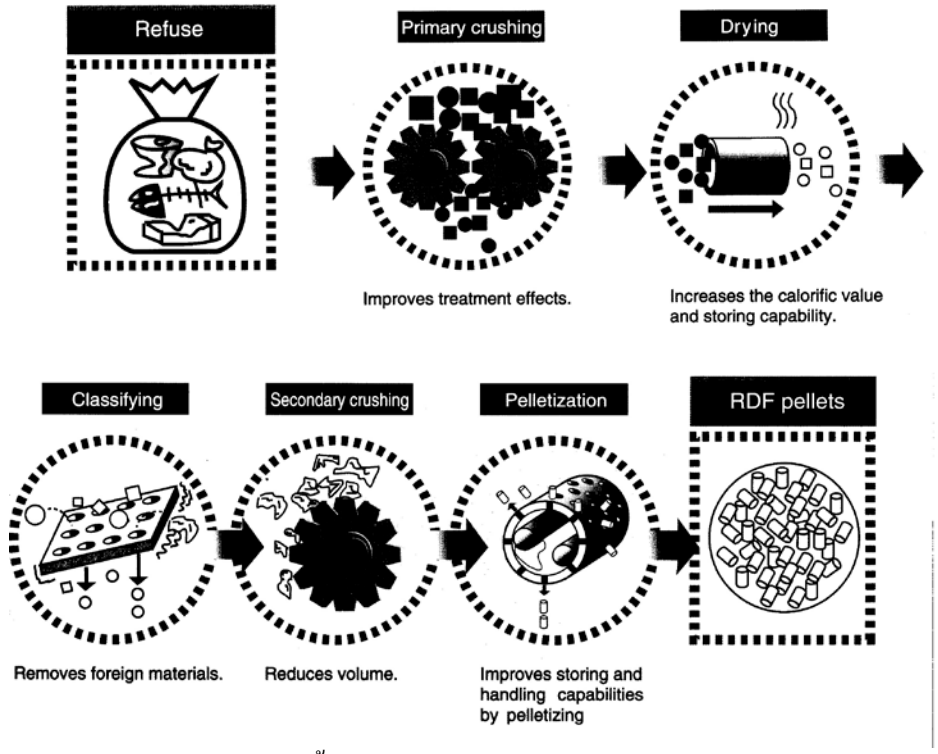
การแปรรูปขยะมูลฝอยให้กลายเป็นเชื้อเพลิงนั้น จำเป็นต้องมีกระบวนการจัดการไม่ว่าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของขยะเชื้อเพลิงที่ต้องการ กระบวนการการจัดการทั่วไปมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (1) การคัดแยกที่แหล่งกำเนิด (2) การคัดแยกด้วยมือหรือเครื่องจักร (3) การลดขนาด (4) การแยกขนาด (5) การผสม (6) การทำให้แห้งและการอัดแท่ง และ (7) การบรรจุและการเก็บ ดังแสดง ในรูปที่ 2.2-7

การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ขยะเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จะมีค่าความร้อนสูงกว่าขยะมูลฝอยทั่วไป และมีคุณสมบัติที่ดีกว่า เช่น มีรูปร่างสม่ำเสมอ มีการผสมขององค์ประกอบเป็นเนื้อเดียวกันเป็นต้น สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเทคโนโลยีทางความร้อน ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีเตาเผาหรือเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น เพื่อใช้ผลิตพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 2.2-8 จุดแข็งและข้อจำกัดของเทคโนโลยีการผลิตขยะเชื้อเพลิง

จุดแข็ง	ข้อจำกัด
- ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความร้อนสูง - สามารถนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปจำหน่ายได้โดยตรง หรือนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับกระบวนการเผาไหม้เพื่อผลิตพลังงาน - สามารถกระจายดำเนินการตามจุดต่างๆ ที่เป็นแหล่งกำเนิดมูลฝอยได้โดยไม่ต้องมีการขนย้ายไปสู่แหล่งกำจัด - เชื้อเพลิงที่ได้สามารถเก็บรักษาได้และนำไปผลิตพลังงานได้เมื่อเวลาที่ต้องการ	- ไม่ใช่วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย เป็นเพียงการเปลี่ยนรูปขยะมูลฝอยให้เป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 2.2-6 กระบวนการผลิตขยะเชื้อเพลิง (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549)

2.2.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย

ในหัวข้อนี้จะเป็นการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยที่กล่าวถึงไว้ข้างต้น เพื่อให้เห็นภาพรวมของเทคโนโลยีต่างๆ และเพื่อให้ง่ายต่อการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลไม้เค็ด ตารางที่ 2.2-9 แสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย โดยจะพิจารณาถึงเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

- ลักษณะมูลฝอยชุมชนที่เหมาะสมและความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของขยะมูลฝอย
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบ
- ต้นทุนในการติดตั้งและเดินระบบ เนื่องจากบางเทคโนโลยียังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับราคาต้นทุนและค่าดำเนินการในประเทศไทย จึงนำราคาต้นทุนในต่างประเทศมาพิจารณาอ้างอิงด้วย
- ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการในการติดตั้งระบบ
- ผลกระทบจากเทคโนโลยีที่ใช้
- ความซับซ้อนในการควบคุมระบบ
- ระดับของการพัฒนาเทคโนโลยี

ตารางที่ 2.2-9 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย

หัวข้อที่เปรียบเทียบ	เทคโนโลยีเตาเผา	เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น	เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (การผลิตปุ๋ยหมัก)	เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ	เทคโนโลยีการผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง
1. ลักษณะของขยะที่เหมาะสมและองค์ประกอบขยะ	- เหมาะสำหรับขยะทิ้งรวมซึ่งต้องมีความชื้นไม่สูงเกินไป - การเปลี่ยนแปลงองค์-ประกอบขยะไม่มีผลต่อการปฏิบัติงานของระบบ	- สามารถกำจัดขยะทิ้งรวมได้ แต่โดยทั่วไปจะต้องมีการคัดแยกขยะก่อนเข้ากระบวนการ - การเปลี่ยนแปลงองค์-ประกอบขยะมีผลต่อการทำงานของระบบ	- สามารถรองรับได้เฉพาะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ง่าย - ประสิทธิภาพของระบบจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะ	- สามารถรองรับได้เฉพาะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ง่าย มีความชื้อประมาณร้อยละ 50-70 - ประสิทธิภาพของระบบจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะ	- สามารถรองรับขยะทิ้งรวมได้แต่เพื่อให้เกิดประสิทธิ-ภาพสูงสุด ควรคัดแยกขยะที่ย่อยสลายง่ายมาใช้	- สามารถรองรับขยะได้ตามการออกแบบ - สามารถเปลี่ยนการเดินระบบได้ เมื่อองค์ประกอบขยะเปลี่ยนแปลง
2. พลังงาน						
2.1 พลังงานที่ผลิตได้	- ขึ้นอยู่กับค่าความร้อนของขยะ หากขยะมีค่าความร้อน 6-9 MJ/kg จะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 0.58-0.97 kWh ต่อตัน	- ขึ้นอยู่กับปริมาณและองค์-ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิง ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของระบบองค์ประกอบขยะและสภาวะการทำงานของระบบ	- ขยะอินทรีย์ 1 ตัน จะผลิตก๊าซชีวภาพได้ 100-200 ลบ.ม. และมีค่าความร้อน 19-25 MJ/Nm^3 หรือ 0.55-0.70 kWh ต่อตัน	- ระบบไม่สามารถผลิตพลังงานได้	- ขยะในหลุมฝังกลบ 1-3 ล้านตันจะผลิตก๊าซได้ 6-32 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและความชื้นของขยะ การออกแบบระบบการฝังกลบ	- พลังงานที่ได้จะอยู่ในรูปค่าความร้อนของขยะเชื้อเพลิง ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบและการทำงานของระบบ
2.2 พลังงานที่ระบบใช้	- ระบบต้องการพลังงานในรูปของพลังงานไฟฟ้า ปกติระบบจะใช้พลังงานร้อยละ 20–40 ของพลังงานที่ผลิตได้	- พลังงานที่ป้อนให้ระบบมาจากความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ภายในระบบเอง นอกจากนั้นพลังงานร้อยละ 10 ของพลังงานที่ผลิตได้จะนำไปใช้สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบ	- ระบบใช้พลังงานในรูปของไฟฟ้า/ความร้อนประมาณร้อยละ 20-40 ของพลังงานที่ได้ พลังงานส่วนใหญ่จะถูกใช้ระบบบำบัดก่อนเข้าถังหมัก ในระบบที่ระบบย่อยสลายเองจะใช้พลังงานน้อยมาก คือ ร้อยละ 7-10	- ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้พลังงานน้อยที่สุด หากไม่ต้องมีการเตรียมขยะอินทรีย์ ระบบแทบจะไม่ต้องการใช้พลังงานเลย	- พลังงานที่ใช้จะเป็นพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลไฟฟ้า ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน	- ใช้พลังงานในรูปของไฟฟ้าสำหรับการทำงานของเครื่องจักรสำหรับลดขนาดหรืออัดแท่งเป็นต้น และมีการใช้พลังงานความร้อนสำหรับการลดความชื้นของขยะมูลฝอย

ตารางที่ 2.2-9 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย (ต่อ)

หัวข้อที่เปรียบเทียบ	เทคโนโลยีเตาเผา	เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น	เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน	เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ	เทคโนโลยีการผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง
2.3 พลังงานสุทธิที่ได้	- ขึ้นอยู่กับข้อ 2.1 และ 2.2	- ขึ้นอยู่กับข้อ 2.1 และ 2.2	- ขึ้นอยู่กับข้อ 2.1 และ 2.2 แต่โดยทั่วไปจะได้พลังงานไฟฟ้าสุทธิประมาณ100-175 หน่วยต่อตันมูลฝอย	- ระบบไม่สามารถผลิตพลังงานได้ เป็นเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยเพียงอย่างเดียว	- ขึ้นอยู่กับข้อ 2.1 และ 2.2	- ขึ้นอยู่กับข้อ 2.1 และ 2.2
3. ผลพลอยได้อื่นๆ จากระบบ	- วัสดุที่ไม่สามารถเผาได้ เช่น เหล็ก อลูมิเนียม สามารถคัดแยกเพื่อนำกลับไปผลิตใหม่ได้	- วัสดุที่เผาไหม้ไม่ได้ เช่น เหล็ก อลูมิเนียม ซึ่งสามารถคัดแยกเพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้อีก	- สารปรับสภาพดิน โดยปกติจะได้สารปรับสภาพดินประมาณร้อยละ 30-40 ของน้ำหนักขยะที่ย่อยสลายได้	- สารปรับสภาพดิน หรือปุ๋ยหมัก ทั้งนี้อาจจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่า	- หากทำ Landfill Mining จะทำให้ได้สารปรับสภาพดิน แต่ต้องใช้ระยะเวลานาน (> 20 ปีขึ้นไป)	- วัสดุที่ถูกคัดแยกออกมา เช่น โลหะ แก้ว สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ได้
4. ต้นทุนการติดตั้งและเดินระบบ	- ขึ้นอยู่กับความสามารถในการกำจัด เทคโนโลยีและอุปกรณ์อื่นๆ โดยเฉพาะระบบควบคุมมลพิษอากาศ	- ยังไม่สามารถสรุปต้นทุนและค่าเดินระบบได้อย่างชัดเจน โดยราคาต้นทุนระบบนี้สามารถอ้างอิงได้โดยประมาณจากเทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย	- ขึ้นกับข้อกำหนดในการออกแบบและการเดินระบบและความแตกต่างของโครงสร้างพื้นฐานเครื่องจักรอุปกรณ์ และค่าแรงงานในแต่ละภูมิภาค	- ขึ้นกับข้อกำหนดในการออกแบบและการเดินระบบ โดยปกติระบบนี้มีต้นทุนและค่าเดินระบบต่ำกว่าเทคโนโลยีอื่นๆ	- ขึ้นอยู่กับการออกแบบและเทคโนโลยีที่ใช้ การดำเนินงาน รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานในแต่ละพื้นที่และปริมาณขยะมูลฝอยที่ฝังกลบ	- ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบ ซึ่งจะต้องมีความสอดคล้องเหมาะสมกับมูลฝอยในแต่ละท้องที่ และการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของขยะเชื้อเพลิง
4.1 ต้นทุนต่างประเทศ	- World Bank รายงานว่าเตาเผาขนาด 1,000 ตัน/วัน จะใช้เงินลงทุนประมาณ 150,000 เหรียญสหรัฐต่อตันขยะ หากความสามารถในการกำจัดเพิ่มขึ้นเป็นวัน 2,500 ตัน/วัน จะใช้เงินลงทุนประมาณ 120,000 เหรียญสหรัฐต่อตันขยะ	- จากการรวบรวมข้อมูลพบว่า ค่าลงทุนระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงของผู้ผลิตแต่ละรายยังแตกต่างกันมาก และไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน โดยทั่วไปพบว่าอยู่ในช่วง 90-300 ปอนด์ต่อตัน	- จากการศึกษาต้นทุนในยุโรป พบว่า ค่าลงทุนมีค่าประมาณ 50-80 ยูโร/ ตัน สำหรับระบบขนาดเล็กกว่า 20,000 ตันต่อปี และเมื่อขนาดของระบบอยู่ในช่วง 20,000-120,000 ตันต่อปี จะมีราคาต้นทุนประมาณ 40-50 ยูโร/ ตัน		- จากข้อมูลในประเทศสหรัฐเมริกาพบว่า ระบบเก็บรวบรวมก๊าซมีค่าลงทุน และค่าดำเนินการ 0.63-3.6 และ 0.09-0.22 Mio. US ต่อขยะ 1-10 ล้านตัน สำหรับระบบผลิตพลังงานมีต้นทุนฝนช่วง 1,000-2,500 US/kW และค่าดำเนินการ 0.018-2 US/kWh	

ตารางที่ 2.2-9 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย (ต่อ)

หัวข้อที่เปรียบเทียบ	เทคโนโลยีเตาเผา	เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น	เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน	เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ	เทคโนโลยีการผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง
4.2 ต้นทุนในประเทศ	- ข้อมูลระบบเตาเผามูลฝอยที่ใช้ในประเทศไทย คือ เทศบาลนครภูเก็ต โดยเตาเผาขนาด 250 ตัน/วัน จะใช้เงินลงทุนประมาณ 750 ล้านบาท	- ไม่มีข้อมูลต้นทุนในประเทศเนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการนำมาใช้งาน	- โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยอง ขนาด 70 ตัน/วัน มีต้นทุน 135 ล้านบาท ในขณะที่โครงการศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี ขนาด 300 ตัน/วัน มีต้นทุน 626 ล้านบาท	- ขึ้นกับขนาดและชนิดของเทคโนโลยี สำหรับขนาด 15 ตัน/วัน มีต้นทุน 40 ล้านบาท หากขนาดใหญ่ขึ้น จะมีต้นทุนลดลง เช่น ขนาด 50 และ 150 ตัน/วัน มีต้นทุน 80 และ 320 ล้านบาท ตามลำดับ	- ไม่มีข้อมูลต้นทุนในประเทศซึ่งสามารถนำมาอ้างอิงได้	- ไม่มีข้อมูลต้นทุนในประเทศซึ่งสามารถนำมาอ้างอิงได้
5. ขนาดพื้นที่ที่ต้องการในการติดตั้งระบบ	- อ้างอิงจากเตาเผาของเทศบาลนครภูเก็ตขนาด 250 ตัน/วัน ซึ่งใช้พื้นที่ประมาณ 43,000 ตร.ม.	- อ้างอิงได้จากระบบเตาเผาโดยอาจมีขนาดเล็กกว่าเนื่องจากอุปกรณ์บางส่วนที่ต้องใช้ในระบบนี้จะมีขนาดเล็กกว่า	- ใช้พื้นที่ 5-10 ไร่ สำหรับระบบขนาดไม่เกิน 100,000 ตัน/ปี	- ใช้พื้นที่ 10 ไร่ สำหรับขนาด 15 ตัน/วัน	- ขึ้นอยู่กับการออกแบบ โดยใช้พื้นที่ 88.5 ไร่สำหรับขยะ 1 ล้านตัน ที่ความลึกในการฝังกลบ 35 ฟุต	- ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของระบบ ขนาดเครื่องจักรและความสามารถในการรองรับขยะ
6. ผลกระทบจากเทคโนโลยี	- ผลกระทบหลัก ได้แก่ มลพิษทางอากาศและโลหะหนักที่อยู่ในขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ อย่างไรก็ตามผลกระทบดังกล่าวสามารถป้องกันและแก้ไขได้	- ผลกระทบด้านมลพิษน้อยกว่าเตาเผา เนื่องจากมีการจำกัดก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ ซึ่งผลกระทบดังกล่าวสามารถป้องกันและแก้ไขได้	- เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นการหมุนเวียนขยะที่ย่อยสลายง่ายกลับมาใช้ใหม่ในรูปของสารปรับสภาพดิน ลดพื้นที่ในการกำจัดมูลฝอย ลดการปล่อยออกก๊าซมลพิษที่เกิดจากการเผามูลฝอย	- หากเป็นระบบเปิดจะมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดผลกระทบต่อน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน อาจมีปัญหาเรื่องกบิ่นและแมลง แต่ไม่มีมลพิษทางอากาศ	- เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากช่วยลดปัญหาเหตุเดือดร้อนจากกลิ่น ความเสี่ยงของความเป็นพิษและสารก่อมะเร็ง ลดปัญหาภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการระบายก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบ	- ลดปริมาณของเสีย โดยการคัดแยกมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในการผลิตภัณฑ์ใหม่

ตารางที่ 2.2-9 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย (ต่อ)

หัวข้อที่เปรียบเทียบ	เทคโนโลยีเตาเผา	เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น	เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน	เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ	เทคโนโลยีการผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง
7. ความซับซ้อนในการควบคุมระบบ	- สามารถควบคุมได้ทั้งแบบอัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติ และใช้แรงงานคน - ต้องการบุคลากรระดับช่างเทคนิคขึ้นไป ซึ่งได้รับการฝึกปฏิบัติงานมาแล้วเป็นอย่างดี	- กระบวนการค่อนข้างซับซ้อน - ต้องการบุคลากรที่มีความเข้าใจในเทคโนโลยีชนิดนี้	- สามารถควบคุมได้ทั้งแบบอัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติ และใช้แรงงานคน - ต้องการบุคลากรระดับช่างเทคนิคขึ้นไปและต้องผ่านการฝึกอบรมจากผู้ผลิต	- สามารถควบคุมระบบได้โดยใช้แรงงานคน - ต้องการบุคลากรที่มีความรู้พอควร	- ต้องใช้ทั้งการควบคุมการดำเนินงาน โดยแรงงานคนและระบบควบคุมอัตโนมัติ - ต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่มีทักษะ-ความรู้ในการดำเนินงานฝังกลบเป็นอย่างดี	- ไม่มีความซับซ้อนมากนัก
8. ระดับการพัฒนาเทคโนโลยี	- เป็นระบบการผลิตพลังงานจากของเสียซึ่งมี Reference มากที่สุด เมื่อเทียบเทคโนโลยีอื่น	- แม้ว่าเทคโนโลยีนี้ยังอยู่ในขั้นสาธิต และยังต้องการงานวิจัยอีกพอสมควร แต่ปัจจุบันมีผู้ผลิตบางรายที่นำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในเชิงพาณิชย์แล้ว	- เริ่มเดินระบบเชิงพาณิชย์ตั้งแต่ ค.ศ. 1985 ปัจจุบันมีการผลิตพลังงานจากขยะโดยใช้เทคโนโลยีนี้มากกว่า 160 แห่งทั่วโลกคิดเป็นปริมาณมากกว่า 5 ล้านตัน	- มีการใช้งานเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลาย ทั้งในต่างประเทศและประเทศไทย	- มีการพัฒนาและใช้งานในเชิงพาณิชย์มาตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 20 โดยใช้กันมากในกลุ่มประเทศอเมริกาเหนือ โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา	- ในปัจจุบันหลายประเทศทั้งในทวีปยุโรปและประเทศญี่ปุ่นมีการใช้เทคโนโลยีนี้กันอย่างกว้างขวาง

2.3 การปลูกจิตสำนึกการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอย

2.3.1 การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะชุมชนในต่างประเทศ

2.3.1.1 การคัดแยกขยะมูลฝอยในประเทศญี่ปุ่น

ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศหนึ่งที่มีความพยายามส่งเสริมหรือรณรงค์และสร้างจิตสำนึกในการทิ้งขยะให้กับประชาชาชน โดยมีการแยกขยะมูลฝอยเป็นประเภทต่างๆ คือ ขยะที่เผาไหม้ได้ ขยะที่เผาไหม้ไม่ได้ ขยะขนาดใหญ่ ขยะประเภทมีพิษหรือขยะอันตราย ขยะรีไซเคิล ขยะที่ต้องแจ้งหน่วยงานพิเศษของรัฐหรือเทศบาล ซึ่งการทิ้งขยะแต่ละประเภทจะต้องทำให้ถูกต้องตามกฎระเบียบที่ทางรัฐหรือเทศบาลได้กำหนดไว้ ดังนั้นประเทศญี่ปุ่นจึงหาวิธีการเสริมสร้างจิตสำนึกการคัดแยกขยะ โดยการประชาสัมพันธ์ แจกแผ่นพับ ใบปลิวและปฏิทินตารางวันเวลาเก็บขนขยะแต่ละประเภทในแต่ละปี เพื่อให้ประชาชนจากทุกครัวเรือนทราบวัน เวลา การทิ้งและแยกขยะแต่ละประเภท พร้อมทั้งแจกตะกร้าพลาสติกจำนวน 2 ใบ สีเขียวและสีฟ้าสดใสสำหรับคนที่เข้ามาอาศัยในเมืองใหม่แต่หากเก่าหรือชำรุดก็ต้องหาซื้อใหม่เอง
ที่มา: http://pm.go.th/ideasforthailand/?destination=comment/reply/147%2523

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมสามารถสรุปได้ว่า ประเทศญี่ปุ่นพยายามสร้างกฎระเบียบการทิ้งขยะเพื่อให้ประชาชนร่วมมือร่วมใจกันรักษาความสะอาด เพื่อเป็นการส่งเสริมให้คนในประเทศมีความรับผิดชอบในลดการบริโภคและลดปริมาณขยะในชุมชน ปัจจัยที่ทำให้ประเทศญี่ปุ่นประสบความสำเร็จนั้นคือ จิตสำนึกที่ดีในการรักษาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยเฉพาะการผลักดันด้านจิตสำนึกที่เกิดขึ้นตั้งแต่ระดับเด็กไปถึงระดับผู้ใหญ่

2.3.1.2 การคัดแยกขยะมูลฝอยในประเทศเยอรมนี

ประเทศเยอรมนีเป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีหลักเกณฑ์การคัดแยกขยะที่ดี นอกจากนี้ยังมีการคิดค้นนวัตกรรมเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการขยะชุมชนให้สูงขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การบริหารจัดการระบบการเก็บขยะชุมชนในเมือง Neunkirchen ประเทศเยอรมนี ซึ่งได้มีการริเริ่มสร้างระบบการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทางมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 ปี จนปัจจุบันสามารถคัดแยกขยะของชุมชนได้อย่างสมบูรณ์ โดยแบ่งขยะออกเป็น 4 ประเภทตามสีของถังขยะดังนี้ (สำนักงานนวตกรรมแห่งชาติ, 2550)

- ขยะจากถังสีน้ำตาลซึ่งเป็นขยะอินทรีย์ จะนำมาคัดแยกเอาเศษพลาสติกและชิ้นส่วนของเศษวัสดุอื่นๆ ออก ขยะอินทรีย์ที่คัดแยกได้ก็จะนำผ่านกระบวนการหมักเพื่อให้ทำเป็นดินหรือปุ๋ยต่อไป
- ขยะจากถังสีน้ำเงินซึ่งเป็นเศษกระดาษ จะคัดแยกโดยวิธี Near Infrared Detector เพื่อคัดแยกกระดาษชนิดหมึกพิมพ์ออกจากกระดาษประเภทกล่องเพื่อนำไปรีไซเคิลและขายต่อ
- ขยะจากถังสีเขียว ได้แก่ ขวดแก้ว จะถูกล้างและบดให้แตก เพื่อหลอมนำไปใช้ใหม่
- ขยะจากถังสีเหลืองประเภทบรรจุภัณฑ์พลาสติก จะคัดแยกโดยวิธี Near Infrared Detector เพื่อนำไปรีไซเคิลและขายต่อ

ความร่วมมือของชุมชนเป็นปัจจัยความสำเร็จสูงสุดของระบบการจัดการขยะที่ดีของทุกประเทศ ซึ่งการที่จะประสบผลสำเร็จดังกล่าวจะต้องมีการสร้างจิตสำนึกที่ดีและสร้างความเข้าใจที่ดีต่อระบบการคัดแยกขยะอย่างถูกวิธี รวมถึงออกกฎระเบียบและสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมระบบการคัดแยกขยะอย่างเป็นรูปธรรม

2.3.1.3 การคัดแยกขยะของประเทศสิงค์โปร์

ประเทศสิงคโปร์มีระบบการเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บขนอย่างถูกหลักอนามัยและอย่างเหมาะสมทุกวัน อย่างไรก็ตาม การก่อสร้างโรงงานกำจัดขยะมูลฝอยแห่งใหม่นั้นมีค่าใช้จ่ายสูง นโยบายการจัดการขยะมูลฝอยของสิงคโปร์จึงครอบคลุมทั้งการควบคุมอัตราการเกิดขยะมูลฝอย การรีไซเคิลและการกำจัด โดยการลดปริมาณของขยะมูลฝอยและการเพิ่มปริมาณการรีไซเคิลให้ได้มากที่สุด สิงคโปร์ได้ตั้งเป้าหมายการจัดการขยะอาทิเช่น การเพิ่มอัตราการรีไซเคิลขยะมูลฝอยจากร้อยละ 44 เป็นร้อยละ 60 หรือการลดอัตราความต้องการในการสร้างโรงงานเผาขยะมูลฝอยซึ่งปัจจุบันมีความต้องการโรงงานเผาขยะมูลฝอยแห่งใหม่ทุกๆ 5-7 ปีให้เป็น 10-15 ปี (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548) โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

- ขอความร่วมมือจากภาคประชาชนในการจัดเก็บและคัดแยกขยะ
- รณรงค์ให้ใช้วัสดุรีไซเคิล
- ขอความร่วมมือจากภาคเอกชนให้ผลิตวัสดุที่รีไซเคิลได้ทั้งหมด

ประชาชนทุกคนจะต้องทิ้งขยะให้เป็นเวลา เพราะจะมีการจัดเก็บขยะทุกๆ 2 อาทิตย์ โดยผู้อยู่แฟลตต้องจ่ายค่าธรรมเนียมเดือนละ 150 บาท ส่วนผู้ที่มีบ้านเป็นของตนเองจะต้องเสียเกือบ 400 บาทต่อเดือน ในขณะที่บริษัท โรงงานต่างๆ จะต้องเสียเป็นรายวัน โดยคิดเป็นลิตร ซึ่งการกำหนดค่าธรรมเนียมการจัดการขยะมูลฝอยถือเป็นการปลูกฝังวินัยให้ทุกฝ่ายตระหนักเกี่ยวกับการทิ้งขยะได้เป็นอย่างดี ทั้งยังนำไปสู่การลดปริมาณขยะอีกด้วย สำหรับการจัดการขยะของสิงค์โปร์นั้นเอกชนจะเป็นผู้รับสัมปทานดำเนินการทั้งหมด โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของ Waste Management Department สิงคโปร์มีการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากได้มีการจัดวางยุทธศาสตร์ไว้เป็นอย่างดี โดยมีการกำหนดเป้าหมายไว้ว่าอีก 10 ปีในอนาคตสิงคโปร์จะต้องเป็นเมืองที่ปราศจากขยะ

2.3.2 การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะชุมชนในประเทศไทย

รศ. ดร.สุนีย์ มัลลิกะมาลย์ และนันทพล กาญจนวัฒน์ ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะชุมชนในปี พ.ศ. 2543 พบว่า แนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนที่สามารถดำเนินการได้มี 2 แนวทาง คือ

- การใช้กลไกทางการศึกษา โดยให้นักเรียนและครูเป็นผู้มีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะ โดยให้นักเรียนคัดแยกขยะจากบ้านและนำเอาขยะมีมูลค่า เช่น กระดาษ ขวดแก้ว มาโรงเรียนเพื่อรวบรวมขายยังร้านขายของเก่า สำหรับขยะที่ขายนั้นนักเรียนเจ้าของขยะจะได้รับสิ่งตอบแทนเป็นคะแนนเรียกว่าคะแนนความดี และสะสมไว้ในธนาคารเรียกว่า “ธนาคารความดี”
- การใช้กลไกทางชุมชน โดยการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ และให้ความรู้แก่คนในชุมชนให้ทำการคัดแยกขยะอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนราชการท้องถิ่นจะต้องสนับสนุนจัดหาอุปกรณ์จัดเก็บขยะและเก็บขนขยะให้ถูกประเภทที่ได้คัดแยกไว้

งานวิจัยดังกล่าวมีข้อเสนอแนะด้านการมีส่วนร่วมระดับโรงเรียน ต้องมีนโยบายสนับสนุนที่ชัดเจน โครงการคัดแยกขยะควรเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน เช่น วิชาเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิต โดยภาพรวมควรมีการขยายผลจากโรงเรียนสู่ครอบครัวและสู่ชุมชน โดยมุ่งเน้นให้เป็นกิจกรรมของนักเรียนที่จะนำเอาวิธีการคัดแยกขยะที่เรียนรู้ไปสู่ภาคปฏิบัติที่บ้านและขยายผลไปสู่ชุมชน ด้วยการให้นักเรียนออกไปเผยแพร่และรณรงค์เชิญชวนชุมชนเข้าร่วมโครงการคัดแยกขยะ เป็นต้น

นอกจากนี้เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาวรรณกรรมการคัดแยกขยะในประเทศไทย ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาชุมชนต้นแบบที่มีลักษณะการบริหารจัดการขยะในชุมชนเมือง และประสบความสำเร็จในการดำเนินงาน ด้านการจัดการขยะทั้งการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุรีไซเคิล รวมถึงการใช้ประโยชน์จากวัชพืชและเศษอาหาร จึงขอยกตัวอย่างชุมชนต้นแบบที่ยังมีการดำเนินงานอยู่ในปัจจุบัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) สรุปได้พอสังเขปดังนี้

2.3.2.1 ชุมชนลาดพร้าว 64 แยก 8

ชุมชนลาดพร้าว 64 แยก 8 เป็นชุมชนที่คาดว่าจะช่วยแก้ปัญหาปริมาณถังขยะ และรถเก็บขนขยะมีปริมาณไม่เพียงพอ เนื่องจากชุมชนดังกล่าวเป็นการร่วมมือร่วมใจกันของคนในชุมชนจนเกิด “ถนนปลอดถังชุมชนสะอาด” ชุมชนลาดพร้าว 64 แยก 8 เขตวังทองหลาง เป็นชุมชนเมือง ซึ่งประชาชนส่วนใหญ่เป็นคนระดับกลาง มีจำนวนทั้งสิ้น 120 ครัวเรือน ประชากรรวม 914 คน มีปริมาณขยะเฉลี่ยวันละ 1,177 กิโลกรัม รถเก็บขนขยะมีจำนวนจำกัด ไม่สามารถเข้ามาเก็บขนขยะได้ทุกวัน ทำให้เกิดปัญหาปริมาณขยะตกค้างจำนวนมาก เกิดภาพขยะมูลฝอยล้นถัง มีถุงขยะกองภายนอกถัง มีน้ำจากถุงขยะไหลนองพื้นส่งกลิ่นรบกวน ภาพสุนัขคุ้ยเขี่ยขยะ ทำให้เกิดทัศนะอุจาด เป็นที่น่ารังเกียจต่อผู้ที่อยู่ใกล้เคียง และผู้สัญจรผ่านไปมา จากปัญหาดังกล่าว จึงเกิดการตกลงร่วมกันของประธานชุมชน คณะกรรมการชุมชน และประชาชนในชุมชนจำนวน 100 กว่าคน จัดให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน รวมถึงแสดงความคิดเห็นถึงสิ่งแวดล้อมที่ชุมชนต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชน จึงเป็นการตกลงร่วมกันในชุมชน โดยเริ่มจากทุกครัวเรือนร่วมกันคัดแยกขยะ จากนั้นจึงทดลองจัดกิจกรรมตลาดนัดรีไซเคิลขึ้น โดยในขั้นต้น มีผู้ร่วมสนับสนุนกิจกรรม จำนวน 40 ราย ผลจากการจัดตลาดนัดรีไซเคิลสามารถรวบรวมวัสดุรีไซเคิลได้สูงถึง 1 ตัน ประเมินราคาได้ถึงกว่า 10,000 บาท หลังจากการจัดตลาดนัดรีไซเคิลประสบความสำเร็จในครั้งแรก ชาวชุมชนจึงนัดให้มีการจัดตลาดนัดอย่างต่อเนื่อง เดือนละครั้ง โดยมีวัสดุรีไซเคิลที่นำมาขาย อย่างน้อยไม่ต่ำกว่าเดือนละ 1 ตัน จากนั้นจึงมีกิจกรรมต่อยอดด้วยการ ส่งเสริมการจัดการขยะเศษอาหาร เศษใบไม้ กิ่งไม้ ด้วยวิธีการต่างๆ เช่นการทำปุ๋ยหมักจากใบไม้ การนำเศษอาหารมาทำปุ๋ย และเลี้ยงสัตว์ แทนการนำเศษอาหารทิ้งรวมกับขยะทั่วไป ส่งผลให้ปริมาณขยะเศษอาหารในชุมชนลดลงอย่างน้อยวันละ 300 กิโลกรัม จากนั้นจึงมีการส่งเสริมการจัดตั้งจุดทิ้งขยะรวมให้กับชุมชน โดยร่วมกันดูแลจัดระเบียบการทิ้งขยะอย่างถูกวิธี

ผลจากความร่วมมือร่วมใจของชาวชุมชนลาดพร้าว 64 แยก 8 เขตวังทองหลาง ครั้งนี้ ทำให้ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นกว่าวันละ 1 ตัน ลดลงเหลือเพียงวันละ 690 กิโลกรัม ปริมาณขยะลดลงคิดเป็นร้อยละ 41.38 ทำ

ให้ชุมชนคิดสถานการณ์ต่อยอดด้วยการลดปริมาณถังขยะในชุมชน ให้เหลือเพียงถังขยะทั่วไปที่นัดหมายให้รถเก็บขนขยะทั่วไปเข้ามาจัดเก็บ ทุกวัน จันทร์ พุธ และศุกร์ โดยชุมชนไม่ประสบปัญหาขยะตกค้างภายในชุมชนอีกเลย

2.3.2.2 ชุมชนสมบูรณ์ปัญญา

ชุมชนนี้ เป็นชุมชนใจกลางเมือง ย่านการค้า ตั้งอยู่บนถนนสี่พระยา เขตบางรัก มีประชากร 618 คน 154 ครัวเรือน ชาวชุมชนมีอาชีพค้าขาย การใช้ประโยชน์จากที่ดิน มีการทำการค้าเป็นส่วนใหญ่ วัสดุเหลือใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ต่างๆ มากมาย มีที่เก็บน้อย จึงขายให้กับซาเล้ง และรถรับซื้อของเก่าที่เข้ามาซื้อ หลังจากที่ชาวชุมชนได้รับการแนะนำด้านการจัดการขยะมูลฝอย และสิ่งแวดล้อม ด้วยการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด ซึ่งมีวิธีการจัดการที่หลากหลาย จากนั้นเป็นการคัดแยกขยะไว้ขายอย่างถูกวิธี คือคัดแยกขยะเพื่อให้ขยะมีมูลค่าสูงที่สุด เช่นพลาสติกรวม ขายได้เฉลี่ย กิโลกรัมละ 5 บาท แต่เมื่อแยกพลาสติกใส พลาสติกขุ่น ออกจากกันแล้ว พลาสติกบางประเภทจะขายได้ถึง กิโลกรัมละ 10 บาท ขวดเบียร์ ราคาขายปลีก กิโลกรัมละ 0.50 บาท ในขณะที่ เมื่อนำบรรจุกล่อง 12 ขวด จะเพิ่มมูลค่าได้ถึงลังละ 8 – 13 บาท ส่วนกระดาษสมุด หรือกระดาษหนังสือ ถ้าขายรวมจะอยู่ที่ราคาเฉลี่ย กิโลกรัมละ 1.5 บาท แต่ถ้าแยกเป็นกระดาษขาวดำ จะขายได้ราคาถึง กิโลกรัมละ 5.50 บาท ซึ่งการคัดแยกขยะดังกล่าว จะสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับขยะได้เป็นอย่างมาก

2.3.2.3 หมู่บ้านธันยกานต์

หมู่บ้านธันยกานต์เป็นชุมชนต้นแบบ “ธนาคารรีไซเคิลเคลื่อนที่” มีจำนวน 200 หลังคาเรือน ตั้งอยู่บนเนื้อที่ 14 ไร่ 7 ตารางวา อยู่ในพื้นที่เขตลาดพร้าว มีประชากรอาศัยอยู่ในหมู่บ้านแห่งนี้ 513 คน มีขยะเกิดขึ้นในชุมชนวันละ 800 กิโลกรัม ถังขยะที่วางเรียงกันมากกว่า 30 ถัง ไม่เพียงพอกับปริมาณขยะ ทำให้เกิดปัญหาขยะล้นถัง เป็นแหล่งพาหะนำโรค ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน และเกิดทัศนะอุจจาด อีกทั้งบริเวณหน้าบ้านทุกหลังจะจัดให้มีถังขยะ มักเกิดปัญหาสุนัขคุ้ยเขี่ย ต่อมาประธานชุมชนได้จัดให้มีการประชุมระดมความคิดเห็นเพื่อแก้ไขปัญหา โดยในขั้นต้นเป็นการนำถังขยะที่วางอยู่หน้าบ้านมารวม ณ จุดทิ้งขยะ เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมในหมู่บ้าน แต่กลับเป็นการเพิ่มความอุจจาดให้เกิดมากขึ้น ต่อมาหลังจากประธานชุมชนและคณะกรรมการหมู่บ้านได้ผ่านการฝึกอบรมเรื่องการจัดตั้งธนาคารขยะรีไซเคิล จึงได้ร่วมกันปรึกษาหารือกับฝ่ายรักษาความสะอาด และสวนสาธารณะ เขตลาดพร้าว เนื่องจากชุมชนมีข้อจำกัดในการจัดตั้งธนาคารขยะ ในด้านสถานที่จัดเก็บวัสดุรีไซเคิลภายในชุมชน ซึ่งได้ข้อสรุปว่าใช้การจัดตั้งธนาคารวัสดุรีไซเคิลแบบ

เคลื่อนที่ โดยดำเนินการให้เสร็จภายในวันเดียว ใช้สนามเด็กเล่นเป็นที่รับฝากซึ่งจัดเดือนละครั้งในวันอาทิตย์ ถึงแม้ว่าชุมชนจะมีปัญหาข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ แต่ก็ไม่เป็นอุปสรรคต่อการก่อตั้งธนาคารวัสดุรีไซเคิลในหมู่บ้านธันยกานต์ เพราะใช้พื้นที่ส่วนกลางของหมู่บ้าน เป็นที่ทำการรวบรวมขยะรีไซเคิลจากคนในหมู่บ้านทั้งหมด 200 หลังคาเรือน นำมาคัดแยก ชั่งน้ำหนัก คิดราคาสินค้าที่สมาชิกนำมาฝาก และบันทึกลงในสมุดบัญชีของสมาชิก ก่อนส่งขายให้ร้านรับซื้อของเก่า ซึ่งกระบวนการทั้งหมดเกิดขึ้นภายใน 1 วัน ผลดีที่เกิดขึ้นคือจะไม่มีปริมาณขยะที่ตกค้างเหลืออยู่ในชุมชน จุดเด่นของธนาคารขยะเคลื่อนที่ คือสามารถตอบโจทย์ได้ว่าถึงแม้จะไม่มีพื้นที่ในการจัดตั้งธนาคารขยะ แต่สามารถจัดตั้งธนาคารขยะได้ด้วยการใช้การนัดกันทำงานชั่วคราว และทำให้เสร็จภายในระยะเวลาอันสั้น หลังจากนั้นก็ปรับเปลี่ยนพื้นที่ให้กลับเป็นสนามเด็กเล่นเช่นเดิม นอกจากนั้นกระบวนการจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมชุมชน ด้วยตัวของสมาชิกในชุมชนเอง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเรื่องที่ชาวชุมชนสามารถทำกันเอง ดูแลกันเองได้ เมื่อชาวชุมชนได้เริ่มคุ้นชินกับการจัดการขยะในรูปแบบของธนาคารขยะเคลื่อนที่ จนกลายเป็นวิถีปฏิบัติของชาวชุมชน จึงได้ส่งเสริมการจัดการเศษอาหาร เศษใบไม้ กิ่งไม้ ด้วยการทำปุ๋ยใบไม้ โดยใช้พื้นที่บริเวณจุดทิ้งขยะรวมของชุมชน ตั้งบ่อรองรับเศษอาหารจากครัวเรือน ซึ่งในบ่อจะใส่เศษใบไม้ กิ่งไม้แห้งไว้ประมาณ ½ ของบ่อ จากนั้นจึงได้ประชาสัมพันธ์ให้ชาวบ้านนำเศษอาหารมาทิ้งในบ่อปุ๋ยใบไม้ และช่วยกันดูแล

ผลจากการร่วมกันแก้ปัญหาของชุมชน ทำให้หมู่บ้านธันยกานต์มีการจัดการขยะในชุมชนอย่างครบวงจร โดยนำขยะที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ กลับมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า จากปริมาณขยะวันละ 800 กิโลกรัม ปัจจุบันมีขยะที่ต้องทิ้งเพียง 350-400 กิโลกรัมต่อวัน ช่วยลดภาระการเก็บรวบรวมขยะ อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนอีกด้วย

2.3.2.4 ทางออกสดใสของขยะเศษอาหาร

เป็นผลงานการพัฒนาของชาวชุมชนหลอแหลคลองใหญ่ ตั้งอยู่ในซอยรามคำแหง 63 ถนนรามคำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง มี 180 ครัวเรือน ประชากร 450 คน มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ชุมชนหลอแหลคลองใหญ่ เป็นชุมชนมีความเข็มแข็ง ภายในชุมชนมีการจัดการขยะโดยชุมชนอยู่บ้างแล้ว มีการแยกขยะรีไซเคิลไว้ขายกันอยู่แล้ว โดยขายให้กับรถรับซื้อของเก่าที่เข้ามารับซื้อถึงหน้าบ้าน ส่วนขยะเศษอาหารได้มีการนำมาทำปุ๋ยน้ำชีวภาพ และบางส่วนมีเกษตรกรที่เลี้ยงเป็ดเข้ามาเก็บที่หน้าบ้าน อันเป็นที่รู้กันระหว่างเจ้าของเป็ดกับเจ้าของบ้าน โดยตกลงกันให้แขวนถุงเศษอาหารไว้ที่หน้าบ้าน ประมาณ 09.00 น. เจ้าของเป็ดจะขี่รถจักรยานมาเก็บเศษอาหารเหล่านั้นไปเลี้ยงเป็ด ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณขยะของชุมชนนี้ไม่มาก พนักงาน เข้าไปจัดเก็บเพียงสัปดาห์ละ 2 ครั้ง มีขยะเฉลี่ยวันละ

250 กิโลกรัมต่อวัน หลังจากที่ชุมชนได้รับคำแนะนำให้แยกประเภทขยะรีไซเคิลให้ตรงตามที่ร้านรับซื้อต้องการ เพื่อเพิ่มมูลค่าของวัสดุรีไซเคิลให้สูงขึ้น และได้รับเทคนิคแนะนำการกำจัดเศษอาหารโดยใช้ใบไม้แห้งและเศษอาหารผสมกันโดยให้มีสัดส่วนของใบไม้แห้งมากกว่าเศษอาหาร 3-4 เท่า เพื่อให้สามารถใส่เศษอาหารได้ทุกวัน ซึ่งชาวชุมชนเห็นว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ที่ใบไม้แห้งช่วยกำจัดเศษอาหารได้ เพราะเศษอาหารที่ใส่ไปในใบไม้แห้งจะหายไปใน 3-4 วัน เป็นการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศหายใจ การใส่เศษอาหารเป็นการให้อาหารจุลินทรีย์ เจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนมากขึ้น ดังนั้น จึงใส่เศษอาหารได้ทุกวันที่สำคัญไม่มีกลิ่นเหม็นรบกวน จึงเป็นที่มาของชื่อปุ๋ยหมักใบไม้มหัศจรรย์

หลังจากชุมชนได้รู้จักวิธีการจัดการขยะโดยนำมาใช้ประโยชน์ทั้งวัสดุรีไซเคิลและเศษอาหารใบไม้กิ่งไม้แล้ว ชาวชุมชนได้พัฒนาสิ่งแวดล้อมของตนเองด้วยการทำถนนปลอดถัง โดยให้แต่ละบ้านมีถังรองรับมูลฝอย 2 ใบ ถังใบแรก ใช้ทิ้งขยะที่ไร้ประโยชน์ เช่น ถุงเปื้อนแกง กระเบื้องแตก เศษผ้า เศษหนัง ส่วนถังใบที่สอง ใช้สำหรับทิ้งเศษอาหารแล้วแยกไปกำจัดโดยเศษอาหารกำจัดในชุมชน เช่น นำไปทำอาหารเป็ด ปลา หมักทำปุ๋ยใบไม้แห้ง ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ส่วนขยะที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ (ขยะทั่วไป) นัดเวลาให้รถเก็บขนมูลฝอยเข้ามาจัดเก็บโดยจะนำถังขยะมาตั้งตามเวลาที่นัดไว้ เมื่อเจ้าหน้าที่เก็บขยะไปแล้ว ชาวบ้านก็ล้างถังให้สะอาดแล้วก็นำไปตั้งไว้ในบ้านตนเอง จึงทำให้ไม่มีความจำเป็นต้องตั้งถังขยะขนาดใหญ่หน้าบ้านหรือริมถนนอีกต่อไป ซึ่งทำให้ถนนในชุมชนเป็นถนนปลอดถังขยะ ชุมชนจึงดูสะอาด ถ้าเพิ่มเติมต้นไม้หน้าบ้านน่าจะทำให้ชุมชนนี้ดูสวยงาม ร่มรื่นยิ่งขึ้น

2.3.2.5 โครงการวิสาหกิจชุมชนท่าสุด

โครงการนี้ตั้งอยู่ที่ตำบลท่าสุด อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน โดยชมรมรักสะอาดปราศจากมลพิษตำบลท่าสุดได้ระดมความคิดเห็นกันเพื่อหาแนวทางที่ถูกต้องในการกำจัดขยะมูลฝอยให้ถูกจุด มีการกำหนดนโยบาย วางแผน สร้างจิตสำนึกต่อเยาวชนการ โดยได้ดำเนินกิจกรรมในการทำความสะอาดในวาระต่างๆ สร้างเครือข่ายกับทุกๆ ชุมชน ร่วมกันฟื้นฟู และปรับปรุงสภาพแม่น้ำลำคลอง อีกทั้งจัดให้มีโครงการทำปุ๋ยหมักจากเศษวัชพืช โครงการธนาคารขยะรีไซเคิลในโรงเรียน การให้ความรู้กับประชาชน โดยมีวิทยากรจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ นอกจากนี้ยังให้ผู้ประกอบการค้าของเก่า มาร่วมให้ความรู้กับประชาชนในการชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของขยะ มูลค่า และการทำปุ๋ยจากขยะเศษอาหาร ต่อมาก็เริ่มมีการดำเนินการจัดให้มีการซื้อขยะที่รีโซเคิลได้จากชุมน โดยผู้ประกอบการค้าของเก่าจะเข้ามารับซื้อขยะที่ประชาชนคัดยแล้วเดือนละ 1 ครั้ง วิธีการนี้นอกจากจะสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องกำจัดแล้ว ยังเป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชนอีกด้วย

ที่มา: www.tasud.net/Index.php

2.3.2.6 เทศบาลตำบลต้นเปา

เทศบาลตำบลต้นเปา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นอีกหนึ่งชุมชนที่มีการรณรงค์โครงการคัดแยกขยะเพื่อลดปริมาณมูลฝอย โดยมีการให้ความรู้แก่ชาวบ้านในการคัดแยกขยะ มูลค่าของขยะชนิดต่างๆ การทำปุ๋ยหมักจากขยะ และจัดให้มีการรับซื้อขยะโดยผู้ประกอบการค้าขยะรีไซเคิลเป็นประจำทุกๆ เดือน โดยจัดตั้งวิสาหกิจชุมชนเพื่อบริหารจัดการขยะ ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึงปัจจุบัน
ที่มา: www.toupao.go.th/mylink.php