การศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะ
ด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration)

ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก AEDP 2015 กำหนดให้มีการผลิตไฟฟ้าจากขยะรวม 400 MW และความร้อนรวม 200 ktoe ดังนั้นเพื่อสนับสนุน ส่งเสริมให้ภาคเอกชนมีการลงทุนผลิตไฟฟ้าและความร้อนจากขยะ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงได้จัดทำโครงการศึกษาความเป็นไปได้จากการผลิตไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration)

1. บทนำ

บทความนี้จะนำเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการลงทุนผลิตพลังงานจากขยะโดยการใช้เทคโนโลยีเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นเทคโนโลยีผลิตพลังงานจากขยะที่พิสูจน์แล้วมาเป็นระยะเวลานานและประสบความสำเร็จในการนำมาใช้งานในประเทศไทย โดยมีเนื้อหาที่จะนำเสนอ ประกอบด้วยหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพิจารณาโครงการในเบื้องต้นของผู้ทำการตัดสินใจข้อพิจารณาทางด้านเทคนิคในการวางแผนดำเนินโครงการ วงจรโครงการ แผนผังการบริหารจัดการโครงการ รวมทั้งตัวอย่างการออกแบบโครงการเพื่อการประมาณราคาและการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านการเงินของโครงการ ตลอดจนการวิเคราะห์พื้นที่/องค์ปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีความเป็นไปได้ในการนำผลการศึกษาไปพิจารณาปรับใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

2. เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration)

การกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้เตาเผา เป็นกระบวนการเผาไหม้ขยะมูลฝอยที่ใช้อากาศมากกว่าความต้องการอากาศในการเผาไหม้ทางทฤษฎี (Stoichiometric Condition) เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ความร้อน (Heat) ซึ่งสามารถใช้งานกับหม้อต้มไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ และสามารถกำจัดปริมาณขยะมูลฝอยได้ ประมาณร้อยละ 80-90 โดยต้องมีการออกแบบเตาเผาให้เหมาะสมกับปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยและปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ค่าความชื้น และค่าความร้อนของขยะมูลฝอยซึ่งมีการผันแปรตามฤดูกาล และลักษณะองค์ประกอบของขยะมูลฝอย นอกจากนี้ ปัญหามลภาวะเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะมลภาวะทางอากาศ การปนเปื้อนของขยะอันตรายจากครัวเรือนไม่เพียงแต่จะก่อให้เกิดการปลดปล่อยสารพิษดังกล่าวออกสู่บรรยากาศ แต่ยังคงมีสารพิษค้างในขี้เถ้าที่เหลือจากการไหม้ ซึ่งต้องนำไปกำจัดด้วยการฝังกลบในขั้นตอนสุดท้าย

1) หลักการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอย

1.1) ระบบรองรับขยะมูลฝอย ประกอบด้วย การลดขนาด การคัดแยก และการตรวจสอบขยะมูลฝอย โดยระบบนี้อาจมีหรือไม่มีก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

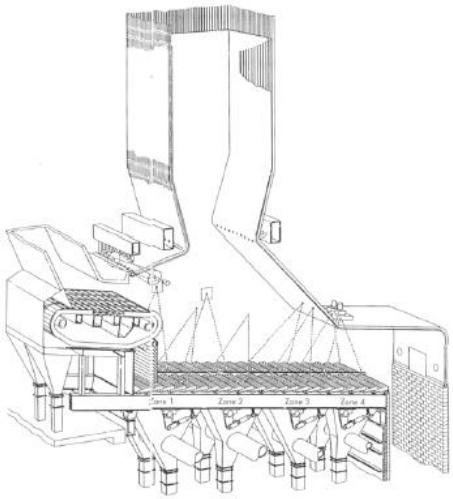
1.2) หลุมรองรับขยะมูลฝอย (Unloading and Hopper for Waste) เพื่อให้มีการผสมขยะมูลฝอยให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวและลดความชื้นก่อนที่จะป้อนเข้าสู่เตาเผา

1.3) ระบบป้อนขยะมูลฝอย (Feeding System) ขยะมูลฝอยที่ถูกผสมเข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจะถูกป้อนเข้าสู่เตาเผาทางช่องป้อน

1.4) ระบบเตาเผาขยะมูลฝอย มีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้แพร่หลายในการเผาขยะมูลฝอย มี 3 แบบ คือ

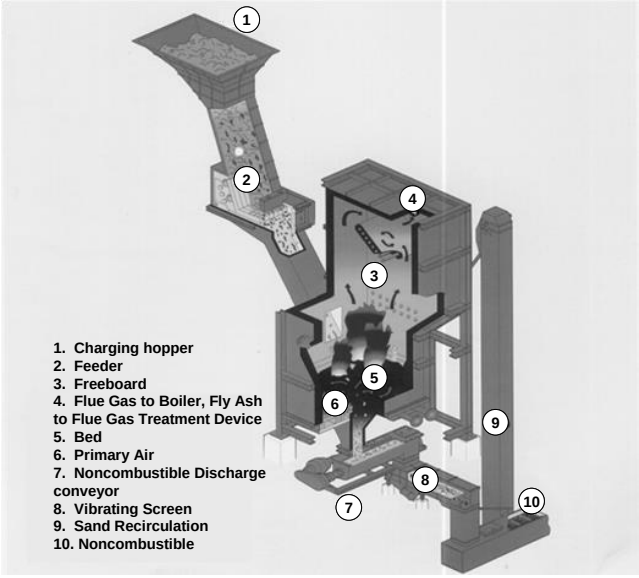
(1) เตาเผาแบบตะกรับ (Stoker-Fired or grate-Fired Incinerator) เป็นเตาเผาที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ขยะมูลฝอยจะถูกป้อนเข้าไปในเตาเผาแล้วเคลื่อนตัวไปตามการเคลื่อนที่ของแผงตะกรับโดยมีอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้เป่าเข้าทางด้านล่างของตะกรับ ก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้จะไหล

ขึ้นด้านบนแล้วไปแลกเปลี่ยนความร้อนในเครื่องกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า **(รูปที่ 1)** ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้แล้วจะเคลื่อนตัวตามตะกรับแล้วตกออกมาจากเตาเผาเป็นขี้เถ้าซึ่งสามารถนำไปฝังกลบได้ วิธีการเผาใช้อากาศมากเกินพอ (Excess Air) และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเสริมในการเผาไหม้ด้วย อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้เป็นเตาเผาที่เหมาะสมกับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากคือ 6 ตันต่อชั่วโมงขึ้นไป หรือ 150 ตันต่อวันการนำเตาเผาชนิดมีแผงตะกรับมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยควรคำนึงถึงข้อดี และข้อจำกัดของเตาเผาชนิดนี้



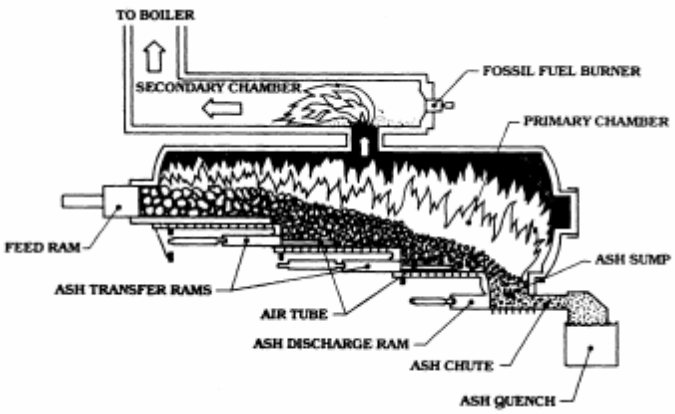
รูปที่ 1 เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ

(2) เตาเผาฟลูอิดไดส์เบด (Fluidized Bed Incinerator) เป็นการเพิ่มความเร็วให้กับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ให้สูงพอที่จะทำให้ตัวขยะเกิดการลอยตัวบนวัสดุตัวกลางมีสภาพเหมือนของไหล การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในขณะที่ขยะมีสภาพเป็นของไหลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลได้ ในทางปฏิบัติจะมีการใส่ตัวกลางที่ใช้ในเตาเผาเป็นแร่ควอทซ์หรือทรายแม่น้ำขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร ขยะมูลฝอยจะต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็ก ตัวกลางและขยะมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตาและเผาไหม้โดยใช้อากาศมากเกินพอ (excess air) ใช้อุณหภูมิประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้เหมาะกับปริมาณขยะมูลฝอยขนาด 1-5 ตันต่อชั่วโมง หรือ 25-100 ตันต่อวัน **(รูปที่ 2)** ทั้งนี้เตาเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อนมีข้อดีและข้อจำกัด



รูปที่ 2 เตาเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน

(3) เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้ (Controlled-Air Incinerator) เป็นเตาเผาที่แบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ขั้นตอน ในขั้นแรกซึ่งเกิดขึ้นในห้องเผาไหม้แรก (primary combustion chamber) จะควบคุมการเผาไหม้ขยะมูลฝอยในสภาวะไร้อากาศหรือใช้อากาศค่อนข้างน้อย (Starved air) ที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์แต่จะเป็นก๊าซเชื้อเพลิงและไหลเข้าไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ที่สอง (secondary combustion chamber) ในสภาวะอากาศมากเกินพอ (excess air) และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงด้วย อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 1,000-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้ใช้กับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณน้อย คือ ไม่เกิน 1 ตันต่อชั่วโมงหรือ 10 ตันต่อวัน **(รูปที่ 3)** ทั้งนี้เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้มีข้อดีและข้อด้อยซึ่งควรนำมาพิจารณาประกอบการเลือกใช้งาน



รูปที่ 3 เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้

1.5) ระบบนำเถ้าออก (Ash and Clinker Removal System) เถ้าที่เกิดจากการเผาไหมในเตาเผาจะถูกเก็บและขนส่งด้วยระบบลำเลียง ซึ่งสามารถร่อนคัดแยกและใช้ในการทำเป็นวัสดุรองพื้นในการก่อสร้างถนนหรือเพื่อการก่อสร้าง เถ้าส่วนที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้จะถูกคัดออกและนำไปฝังกลบแบบถูกตามหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

1.6) ระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Control System) จะขึ้นอยู่กับระดับสารมลพิษที่เกิดจากการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งมีหลากหลายชนิดทั้งที่มีพิษเล็กน้อยจนถึงมีพิษหรืออันตรายสูงสุด และที่สำคัญได้แก่ กลิ่น ฝุ่นละออง คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ (กรณีเผาไหม้ไม่สมบูรณ์) ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ไฮโดรคาร์บอนไดออกซิน โลหะหนัก เถ้าหนัก เถ้าเบา และน้ำเสีย เป็นต้น การแบ่งกลุ่มเตาเผาตามเทคโนโลยีกำจัดสารมลพิษอาจแบ่งได้เป็นกลุ่มๆ ดังนี้

(1) เตาเผาที่ไม่มีระบบกำจัดสารพิษ ได้แก่ เตาเผาขนาดเล็กขนาดต่ำกว่า 10 ตันต่อวัน

(2) เตาที่มีกระบวนการกำจัดสารมลพิษบางประเภท/ชนิด ได้แก่ เตาเผาที่มี 2 ห้อง โดยใช้เตาเผา ห้องที่ 2 ในการกำจัดสารมลพิษ หรือมีระบบบำบัดฝุ่นละอองโดยใช้ไซโคลน Wet scrubber หรือการกรอง เช่น Bag Filter เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นเตาเผาขนาดมากกว่า 10 -20 ตันต่อวัน

(3) เตาเผาที่มีระบบกำจัดสารมลพิษที่สำคัญหลายตัว หรือทุกตัวส่วนใหญ่เป็นเตาเผาขนาดมากกว่า 20 ตันต่อวัน อาจใช้เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator) หรือเครื่องกรองแบบถุงกรอง (Baghouse Filter) สำหรับดักอนุภาคฝุ่น และโลหะหนักบางชนิด อาจมีการเพิ่มระบบทำความสะอาดก๊าซด้วยวิธีทางเคมี เช่นDry/Semi-dry Scrubberตามด้วยเครื่องกรองแบบถุงกรองหรือ Wet Scrubber และติดตั้งอุปกรณ์สำหรับควบคุมNO_xหรือไดออกซิน ด้วยการใช้เครื่องกรองแบบถุงกรองชนิดพิเศษ

(4) ปล่องระบายไอเสีย (Stack) ไอเสียที่ผ่านการบำบัดจะถูกระบายออกทางปล่องระบายไอเสียความสูงของปล่อง ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของที่ตั้งเตาเผาขยะมูลฝอย

จากรูปแบบและลักษณะของเตาเผาขยะมูลฝอยชนิดต่างๆ สามารถเปรียบเทียบข้อดี ข้อด้อยในการใช้งานเตาเผาขยะมูลฝอยชนิดต่างๆ ได้ดัง**ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อดี ข้อด้อยในการใช้งานของเตาเผาขยะมูลฝอยชนิดต่างๆ

ข้อเปรียบเทียบ	ข้อดีข้อจำกัดของเตาเผาแต่ละชนิด		
	Stoker-Fired	Fluidized Bed	Controlled-Air
ขนาดการใช้งาน	150 ตัน/วัน	25-100 ตัน/วัน	10 ตัน/วัน
การป้อนขยะมูลฝอย	ป้อนได้โดยตรงและทุกขนาด	ต้องย่อยให้มีขนาดเล็กก่อนป้อนเข้าเตาเผา	ป้อนได้โดยตรง
ความสามารถในการเดินเครื่อง	ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง	ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง	8 ชั่วโมงต่อวัน
การเกิดอากาศเสีย	มาก	มาก	น้อย
การใช้ประโยชน์	ความร้อนที่ได้นำไปผลิตไอน้ำและไฟฟ้าได้	สามารถผลิตน้ำร้อนและไอน้ำนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการอุตสาหกรรมได้	(ขนาดเล็กเกินไป) อาจผลิตน้ำร้อนได้
ความประหยัด	เนื่องจากระบบควบคุมการเผาไหม้ทีดี จึงมีความประหยัดมาก	ค่าดำเนินการสูง เนื่องจากต้องย่อยมูลฝอย และเป่าลมเข้าเตา	ประหยัดเชื้อเพลิง

3 หลักเกณฑ์การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

จากรายงาน Municipal Solid Waste Incineration, A Decision Maker's Guide ของธนาคารโลก (World Bank, 2000) สามารถสรุปหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า สำหรับเป็นข้อพิจารณาเบื้องต้นของผู้ทำการตัดสินใจได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

เกณฑ์การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ	ระดับความสำคัญ
1. ขยะมูลฝอย (Waste as Fuel)	
1.1 ขยะมีค่าความร้อนต่ำ (LHV) เฉลี่ยแต่ละช่วงฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 6 MJ/Kg และเฉลี่ยตลอดทั้งปีไม่ต่ำกว่า 7 MJ/Kg	✓✓✓
1.2 ข้อมูลปัจจุบันและคาดการณ์ปริมาณขยะองค์ประกอบขยะ มีที่มาจากการสำรวจศึกษาในพื้นที่ซึ่งจะจัดส่งขยะเข้าสู่โรงงานเตาเผาและมีการพิจารณาถึงผลของกิจกรรมต่างๆ เช่น การคัดแยกขยะในขั้นตอนต่างๆซึ่งมีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบของขยะที่จะเข้าสู่โรงเตาเผาขยะแล้ว	✓✓
1.3 ปริมาณและองค์ประกอบขยะที่มาจากแหล่งอื่นๆเช่น แหล่งอุตสาหกรรม การค้า ซึ่งจะส่งเข้ามากำจัดในโรงงานเผาขยะ	✓✓
1.4 ปริมาณขยะที่เผากำจัดในโรงงานเผาขยะไม่ต่ำกว่า 50,000 ตันต่อปี	✓✓
2. กรอบการดำเนินงาน (Institutional Framework)	
2.1 มีระบบจัดการขยะที่ดีมีประสิทธิภาพมีการดำเนินงานระบบฝังกลบขยะที่มีเหมาะสม	✓✓✓
2.2 มีการจัดเก็บและขนส่งขยะที่มีประสิทธิภาพซึ่งสามารถกำหนดและควบคุมได้	✓✓✓
2.3 มีสัญญาส่งมอบขยะ และสัญญาซื้อขายไฟฟ้าที่ผลิตได้	✓✓✓
2.4 ประชาชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นพร้อมจ่ายค่ากำจัดขยะที่สูงขึ้น	✓✓✓
2.5 มีหน่วยงานรับผิดชอบและมีความพร้อมในการควบคุมดูแลและติดตามตรวจสอบการดำเนินงานโครงการ	✓✓
2.6 บุคลากรมีทักษะและประสบการณ์ในการดำเนินการโรงเผาขยะหรือมีสัญญาดำเนินการโรงเผาขยะที่เชื่อถือได้	✓✓
2.7 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นเจ้าของโรงเตาเผาขยะ	✓
2.8 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีการรับประกันปริมาณขยะขั้นต่ำที่จะส่งเข้าสู่โรงเผาขยะ	✓
3. ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการ (Incineration Plant Economics and Finance)	
3.1 มีการวางแผนอย่างมีเสถียรภาพ (15-20 ปี) สามารถประมาณการค่าลงทุนค่าดำเนินการ ค่าใช้จ่ายสิ้นเปลือง รวมทั้งค่าไฟที่ขายได้ ล่วงหน้าได้	✓✓✓
3.2 ค่ากำจัดขยะสุทธิ (Net Treatment Cost) ครอบคลุมกระบวนการกำจัดขยะครบถ้วนและ	✓✓✓

เกณฑ์การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ	ระดับความสำคัญ
องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีความเต็มใจและพร้อมจ่ายค่ากำจัดขยะ (Tipping Fee)	
3.3 มีความพร้อมในการจัดซื้อเครื่องจักร อุปกรณ์และอะไหล่ที่สำคัญจากต่างประเทศ	✓✓✓
3.4 โรงเผาขยะ ควรมีขนาดไม่ต่ำกว่า 240 ตันต่อวันต่อเตา (10 ตันต่อชั่วโมง)และควรมีอย่างน้อย 2 เตา เพื่อให้มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์	✓✓
3.5 โรงเผาและผลิตไฟฟ้าจากขยะควรตั้งอยู่ใกล้แนวสายส่งไฟฟ้าเพื่อลดต้นทุนค่าระบบสายส่งไฟฟ้าที่มีราคาสูง	✓✓
3.6 หากโรงเตาเผาขยะตั้งอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีความต้องการพลังงานความร้อน เช่นน้ำร้อน หรือไอน้ำการผลิตพลังงานจากโรงเผาขยะก็ควรพิจารณาการผลิตความร้อนแทนการผลิตไฟฟ้าเนื่องจากมีความยุ่งยากในทางเทคนิคน้อยกว่า และมีความเป็นไปได้ทางการเงินมากกว่า	✓
4. วงจรโครงการ (Project Cycle)	
4.1 มีที่ปรึกษาโครงการที่มีทักษะ เป็นอิสระและมีประสบการณ์ในโครงการลักษณะเดียวกันตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ	✓✓✓
4.2 ประชาชนให้การยอมรับและมีส่วนร่วมรับรู้ข้อมูลในทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ	✓✓✓

หมายเหตุ: ระดับความสำคัญ

✓✓✓ หมายถึง จำเป็น (Mandatory)

✓✓ หมายถึง แนะนำให้มี (Strongly Advisable)

✓ หมายถึง ถ้ามีก็จะดีกว่า (Preferable)

ที่มา: World Bank, 1999. และ World Bank, 2000.

4. ข้อพิจารณาทางด้านเทคนิคในการวางแผนดำเนินโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

จากรายงาน World Bank Technical Guidance Report, Municipal Solid Waste Incineration, ของธนาคารโลก (World Bank, 1999) สามารถสรุปข้อพิจารณาทางด้านเทคนิคในการวางแผนดำเนินโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า เช่น การคัดเลือกพื้นที่ตั้งโครงการ การคัดเลือกเทคโนโลยี และแนวทางการจัดการโรงเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ข้อพิจารณาทางด้านเทคนิคในการวางแผนดำเนินโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความสำคัญ
1. ที่ตั้งโครงการ	
1.1 มีพื้นที่ฝังกลบที่มีการควบคุมและดำเนินการอย่างดีสำหรับการกำจัดเถ้าจากโรงงานเผาขยะ	✓✓✓
1.2 ไม่อยู่ในพื้นที่ที่เกิดหมอกควันยาวนานและบ่อยครั้ง	✓✓
1.3 ตั้งอยู่ในเขตอุตสาหกรรมขนาดกลางหรือหนัก	✓✓
1.4 ใช้เวลาในการขนส่งขยะมายังโรงงานเผาขยะไม่เกิน 1 ชั่งโมง	✓
1.5 ห่างจากเขตที่อยู่อาศัยอย่างน้อย 300-500 เมตร	✓
1.6 อยู่ใกล้กับผู้ใช้พลังงานหรือแนวสายส่งไฟฟ้า	✓
2. เทคโนโลยีเตาเผาขยะ	
2.1 ขยะมีค่าความร้อนต่ำ (LHV) เฉลี่ยแต่ละช่วงฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 6 MJ/Kg และเฉลี่ยตลอดทั้งปีไม่ต่ำกว่า 7 MJ/Kg	✓✓✓
2.2 เป็นเทคโนโลยีการเผาไหม้รวม (Mass Burn) แบบตะกรับเคลื่อนที่ (Moveable Grate) และผู้ผลิตมีผลงานโรงเผาขยะอ้างอิงที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานและน่าเชื่อถือ	✓✓✓
2.3 ห้องเผาไหม้มีการออกแบบให้มีการเผาไหม้ขยะและไอเสียได้เสถียรต่อเนื่องและสมบูรณ์ (CO<50 mg/Nm^3, TOC<10 mg/Nm^3)	✓✓✓
2.4 ปริมาณขยะที่เผากำจัดในโรงงานเผาขยะต้องไม่ต่ำกว่า 50,000 ตันต่อปีและค่าความแปรปรวนของปริมาณขยะที่เผากำจัดรายสัปดาห์ไม่เกิน 20%	✓✓
3. การนำพลังงานกลับมาใช้	
3.1 ไอเสียจากเตาเผาจะต้องถูกทำให้เย็นลงในหม้อไอน้ำถึง 200 °c หรือต่ำกว่าเพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดก๊าซมลพิษ	✓✓✓
3.2 การนำพลังงานกลับมาใช้และการขายพลังงาน (ไฟฟ้า) มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	✓✓
3.3 มีสัญญาการซื้อขายพลังงานที่มั่นคงก่อนตัดสินใจออกแบบติดตั้งระบบกู้คืนพลังงาน	✓✓
3.4 โรงงานเผาขยะเพื่อผลิตพลังงานอยู่ใกล้กับผู้ใช้พลังงานหรือแนวสายส่งไฟฟ้าเพื่อหลีกเลี่ยงค่าระบบสายส่งซึ่งมีราคาสูง	✓✓
3.6 หากโรงเผาขยะตั้งอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีความต้องการพลังงานความร้อน เช่น น้ำร้อนหรือไอน้ำการผลิตพลังงานจากโรงงานเผาขยะก็ควรพิจารณาการผลิตความร้อนแทนการผลิตไฟฟ้าเนื่องจากมีความยุ่งยากในทางเทคนิคน้อยกว่า และมีความเป็นไปได้ทางการเงินมากกว่า	✓
4. การบำบัดมลพิษทางอากาศ	
4.1 มีการออกแบบห้องเผาไหม้ให้มีการเผาไหม้ขยะและไอเสียที่เสถียรต่อเนื่องและ	✓✓✓

เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความสำคัญ
สมบูรณ์ (CO<50 mg/Nm3, TOC<10 mg/Nm3)	
4.2 ไอเสียจากเตาเผาจะต้องถูกทำให้เย็นลงในหม้อไอน้ำถึง 200 °c หรือต่ำกว่าเพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดก๊าซมลพิษ	✓✓✓
4.3 ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศที่ติดตั้งต้องมีประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นได้อย่างน้อยเท่ากับการใช้ Electrostatic Precipitator แบบ 2 ขั้นตอน (ฝุ่น<30 mg/Nm3)	✓✓✓
4.4 มีระบบฝังกลบเถ้าที่มีการควบคุมและดำเนินงานเป็นอย่างดี	✓✓✓
4.5 การกำจัด Hydrogen Chloride (HCL) เป็นสิ่งหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณา	✓
5. การกำจัดเถ้า	
5.1 มีบ่อฝังกลบที่มีการควบคุมและดำเนินการอย่างดีรวมทั้งมีพื้นที่เพียงพอสำหรับรองรับเถ้าและกากจากโรงงานเผาขยะได้ทั้งหมด	✓✓✓
5.2 บ่อฝังกลบมีการออกแบบและดำเนินการในการป้องกันการปนเปื้อนน้ำชะขยะลงสู่แหล่งน้ำผิวดินได้เป็นอย่างดี	✓✓✓
5.3 มีการกู้คืนเศษโลหะจากเถ้าหนักเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่	✓
5.4 มีการนำ"กรวดสังเคราะห์" ที่เกิดเถ้าหลอมไปใช้ประโยชน์	✓
5.5 มีการป้องกันการฟุ้งกระจายของเถ้า	✓
6. การเดินระบบและการบำรุงรักษา	
6.1 มีความพร้อมทางการเงินในการจัดซื้ออะไหล่ที่สำคัญจากต่างประเทศ	✓✓✓
6.2 มีบุคคลกรที่มีทักษะในการเดินระบบหรือมีสัญญาบริการเดินระบบและ/หรือบำรุงรักษาที่เชื่อถือได้	✓✓
7. ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย	
7.1 ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศที่ติดตั้งต้องมีประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นได้อย่างน้อยเท่ากับการใช้ Electrostatic Precipitator แบบ 2 ขั้นตอน (ฝุ่น< 30 mg/Nm3)	✓✓✓
7.2 มีระบบฝังกลบเถ้าที่มีการควบคุมและดำเนินงานเป็นอย่างดี	✓✓✓
7.3 เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเสียงดัง ฝุ่น และกลิ่น รบกวนเขตที่อยู่อาศัยโรงเผาขยะควรตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อุตสาหกรรมขนาดกลางหรือหนัก	✓✓
7.4 ปล่องควันควรมีความสูงเป็น 2 เท่าของตึกที่สูงสุดในพื้นที่รัศมี 1 กม.หรือไม่น้อยกว่า 70 เมตร	✓✓

หมายเหตุ: ระดับความสำคัญ

✓✓✓ หมายถึง จำเป็น (Mandatory)

✓✓ หมายถึง แนะนำให้มี (Strongly Advisable)

✓ หมายถึง ถ้ามีก็จะดีกว่า (Preferable)

ที่มา: World Bank, 1999.

5. หลักเกณฑ์ในการออกแบบสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผา

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้จัดทำร่างหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่การออกแบบก่อสร้างและจัดการสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาสำหรับให้หน่วยงานของรัฐ ภาคเอกชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกพื้นที่การออกแบบก่อสร้างและการจัดการสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมซึ่งในขณะนี้ร่างดังกล่าวอยู่ในขั้นตอนการพิจารณา โดยมีสาระสำคัญดังนี้

1) การคัดเลือกพื้นที่สำหรับใช้เป็นสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาให้ใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1.1) พื้นที่ซึ่งมีลักษณะดังตอไปนี้ ไมควรใชเปนสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผา

(1) พื้นที่ชุมน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ และระดับชาติตามที่หนวยงานที่เกี่ยวข้องไดกำหนด

(2) พื้นที่ลุมน้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ตามมติคณะรัฐมนตรี

(3) พื้นที่หามกอสรางโรงงานตามกฎหมายวาดวยโรงงาน

(4) พื้นที่ห้ามก่อสร้างอาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

(5) พื้นที่ซึ่งมีลักษณะกีดขวางการไหลของทางน้ำและพื้นที่ที่มีโอกาสถูกน้ำกัดเซาะ

(6) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากตามที่กรมทรัพยากรธรณีกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมประกาศกำหนด

1.2) สถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาควรตั้งอยู่ในพื้นที่โล่งไม่อับลมและอยู่ห่างจากสถานที่หรือพื้นที่ต่างๆ ไม่น้อยกว่า1,000 เมตรจาก

(1) แนวเขตที่ดินของโบราณสถาน

(2) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่1และชั้นที่2ตามมติคณะรัฐมนตรี

(3) เขตอนุรักษ์

2) การออกแบบและการก่อสร้างสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาให้ใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

2.1) ก่อนการก่อสร้างสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาควรเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้

(1) แผนที่หรือภาพถ่ายทางอากาศแสดงที่ตั้งอาณาเขตและการใช้ที่ดินโดยรอบในรัศมี 1,000 เมตร ของสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผา

(2) แผนผังแสดงกระบวนการปฏิบัติงานของสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผา

(3) ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดชนิดหรือประเภทมูลฝอยและปริมาณมูลฝอยที่จะกำจัดรวมทั้งการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยในอนาคต

(4) ข้อมูลเกี่ยวกับเตาเผาเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆที่จะใช้ในการกำจัดมูลฝอย

(5) ข้อมูลเกี่ยวกับบุคลากรเช่นจำนวนบุคลากรจำนวนวันและชั่วโมงปฏิบัติงาน

มาตรการความปลอดภัยในระหว่างการปฏิบัติงาน

(6) ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการควบคุมการระบายอากาศเสียจากปล่องเตาเผา

(7) ข้อมูลเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมและการจัดการเถ้าหนักและเถ้าลอย

(8) ข้อมูลเกี่ยวกับการนำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์

2.2) การออกแบบสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาควรดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) การออกแบบอาคารและระบบต่างๆในสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาให้มีรายละเอียดของแต่ละระบบดังนี้

(ก) ระบบรับเก็บพักและป้อนมูลฝอยเข้าสู่เตาเผาจะต้องประกอบด้วย

- เครื่องชั่งจะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับปริมาณมูลฝอยที่เข้าสู่สถานที่กำจัดมูลฝอย
- อาคารรับมูลฝอยจะต้องประกอบด้วยตัวอาคารประตูอาคารที่สามารถป้องกันการแพร่กระจายของกลิ่นและสารมลพิษตลอดเวลาพื้นอาคารที่สามารถระบายน้ำได้สะดวก
- ที่กองพักและบ่อพักมูลฝอยให้มีขนาดที่เหมาะสมโดยจะต้องมีขนาดรองรับมูลฝอยปริมาณไม่น้อยกว่า 6 เท่าของมูลฝอยที่เก็บขนได้เฉลี่ยในแต่ละวันมีประตูบ่อพักมูลฝอยและระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอยเพื่อนำไปบำบัดอย่างเหมาะสม
- ระบบป้อนมูลฝอยเข้าสู่เตาเผาจะต้องมีอุปกรณ์และระบบป้องกันควันหรือเปลวไฟออกจากเตาเผาอย่างเหมาะสม
- องค์ประกอบเสริมเช่นระบบดับเพลิงระบบซ่อมบำรุงเครื่องป้อนมูลฝอยเข้าสู่เตาเผา

(ข) ระบบเตาเผาจะต้องพิจารณาถึง

- เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับปริมาณและองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของมูลฝอย
- ลักษณะห้องเผาไหม้จะต้องออกแบบให้มีระยะเวลาเก็บกัก (DetentionTime) ของก๊าซในห้องเผาไหม้ไม่น้อยกว่า 2 วินาทีมีการแบ่งส่วนภายในห้องเผาไหม้เช่นส่วนอบแห้งส่วนเผาไหม้ส่วนก๊าซหลังการเผาไหม้ทั้งนี้การแบ่งส่วนภายในห้องเผาไหม้อาจอยู่ในห้องเดียวกันหรือแยกกัน
- ลักษณะพื้นเตาจะต้องออกแบบให้มีลักษณะเกิดการผสมกันระหว่างอากาศกับมูลฝอยอย่างทั่วถึงเกิดการเคลื่อนที่ของเถ้าหนักออกจากเตาได้อย่างรวดเร็วและเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์
- การควบคุมการไหลและการกระจายตัวของอากาศที่เข้าสู่เตาเผาจะต้องมีระบบควบคุมให้มีอากาศเข้าและออกจากเตาอย่างเหมาะสมโดยอาจใช้การไหลตามธรรมชาติการใช้พัดลมช่วยอัดอากาศหรือช่วยดูดอากาศหรือใช้ร่วมกันเพื่อให้มีปริมาณอากาศมากเกินพอและเกิดความดันภายในเตาคงที่

- การควบคุมความดันในเตาเผาจะต้องมีระบบควบคุมความดันในเตาเผาที่เหมาะสมเพื่อให้เตาเผาเกิดสภาวะความดันเป็นลบ (Negative Pressure) และคงที่ตลอดเวลาดำเนินงาน
- อุณหภูมิในเตาเผาขณะเริ่มเผาจะต้องควบคุมให้อยู่ในช่วง 800–900 องศาเซลเซียส เพื่อให้ขยะมูลฝอยสามารถติดไฟได้เองทั้งนี้อาจใช้หัวช่วยเผาที่ใช้น้ำมันก๊าซเชื้อเพลิงหรืออาจใช้เศษวัสดุหรือมูลฝอยแห้งผสมกับน้ำมันหรือก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับเตาเผามูลฝอยที่มีขนาดมากกว่า 3 ตันต่อวันหรือเศษวัสดุหรือมูลฝอยแห้งสำหรับเตาเผามูลฝอยที่มีขนาดไม่เกิน 3 ตันต่อวัน
- การควบคุมอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะต้องให้อากาศมีปริมาณที่เหมาะสมตามประเภทของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในห้องเผาเพื่อให้เกิดการเผาไหม้แบบสมบูรณ์
- อุณหภูมิภายในห้องเผามูลฝอยจะต้องควบคุมให้อยู่ในช่วง 800–1,000 องศาเซลเซียสหรือสภาวะที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์และจะต้องมีอุปกรณ์เพื่อควบคุมและตรวจวัดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในระบบ
- การจัดการเถ้าหนัก (Bottom Ash) และเถ้าลอย (Fly Ash) ที่ออกจากเตาเผาจะต้องมีการลดอุณหภูมิเถ้าหนักที่เหมาะสมและไม่ก่อให้เกิดสารไดออกซินก่อนการนำเถ้าหนักและเถ้าลอยออกจากเตาพร้อมทั้งมีระบบในการจัดการที่เหมาะสม
- ระบบกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้โดยจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในห้องเผาก๊าซอยู่ในช่วง 800–900 องศาเซลเซียสเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 2 วินาทีหรือสภาวะที่เกิดการทำลายมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ได้อย่างเหมาะสมโดยจะต้องมีกระบวนการลดอุณหภูมิของก๊าซเพื่อให้ก๊าซเข้าสู่ระบบกำจัดมลพิษโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบและอาจใช้สารเคมีที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดมลพิษจากเตาเผาได้ทั้งนี้มลพิษที่ปล่อยระบายสู่บรรยากาศต้องมีคุณภาพไม่เกินมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
- การจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการเก็บกองเพื่อรอการนำเข้าสู่เตาเผาจะต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสมและน้ำทิ้งที่ปล่อยระบายจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องทั้งนี้อาจนำน้ำเสียที่เกิดขึ้นมาเผาในเตาเผาโดยตรงหรือลดอุณหภูมิของเตาเผาเมื่ออุณหภูมิของห้องเผาสูงเกินไปได้

(2) มาตรฐานการก่อสร้างให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์มาตรฐานหรือข้อกำหนดของหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องหรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้ดังต่อไปนี้

(ก) งานโครงสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสภาวิศวกรองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมืองหรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

(ข) งานถนนให้เป็นไปตามมาตรฐานของกรมทางหลวงกรมโยธาธิการและผังเมืองหรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

(ค) งานไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคการไฟฟ้านครหลวงหรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

(ง) งานประปาให้เป็นไปตามมาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาคการประปานครหลวงหรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

(จ) งานเครื่องกลให้เป็นไปตามมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมหรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

(ฉ) ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมหรือกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน

(ช) การป้องกันอัคคีภัยให้เป็นไปตามข้อกำหนดขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกรมโยธาธิการและผังเมืองกรมโรงงานอุตสาหกรรมกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยหรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

(3) จัดวางผังบริเวณแสดงรายละเอียดการใช้พื้นที่ขององค์ประกอบต่างๆในสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาโดยใช้มาตราส่วนที่เหมาะสม

(4) ออกแบบอาคารและพื้นที่ถ่ายเทและเก็บรวบรวมคัดแยกมูลฝอยโรงเตาเผาภายในอาคารพื้นที่รวบรวมวัสดุที่คัดแยกระบบจัดการเถ้าหนักและเถ้าลอย

(5) ถนนภายในสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาควรเป็นพื้นแอสฟัลต์หรือคอนกรีตเสริมเหล็กกรณีช่องทางการจราจรเดียวควรมีความกว้างของช่องทางการจราจรไม่น้อยกว่า 3.5 เมตรและกรณีสองช่องทางการจราจรควรมีความกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร

(6) ความสูงของปล่องเตาเผาที่ใช้ระบายอากาศเสียให้มีความสูงขึ้นอยู่กับการคำนวณโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมและต้องไม่ต่ำกว่า 20 เมตร

(7) ออกแบบและจัดเตรียมรูปแบบขนาดและประสิทธิภาพในการทำงานของเตาเผาการแปรสภาพก่อนการเผาการป้อนมูลฝอยการนำความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์รวมทั้งการจัดการกากเถ้า

(8) จัดเตรียมการชั่งน้ำหนักมูลฝอยที่นำไปเผาและปริมาณกากเถ้าที่เก็บรวบรวมไว้ก่อนนำไปกำจัดต่อไป

(9) ออกแบบควบคุมปัญหากลิ่นรบกวนระบบระบายอากาศที่ดีและการควบคุมเศษมูลฝอยปลิว

(10) ออกแบบระบบจัดการน้ำฝนภายในสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาให้มีประสิทธิภาพโดยน้ำฝนระบายออกต้องปราศจากองค์ประกอบซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม

(11) ออกแบบระบบควบคุมน้ำเสียเพื่อป้องกันการรั่วไหลของน้ำชะมูลฝอยไปผสมกับน้ำฝนและควบคุมคุณภาพน้ำก่อนระบายทิ้งสู่ภายนอกโดยจะต้องไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

(12) ออกแบบระบบกำจัดเถ้าหนักโดยสามารถฝังกลบในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยชุมชนได้แต่ให้แยกพื้นที่หลุมฝังกลบกับมูลฝอยชุมชนโดยก้นหลุมให้ดาดด้วยดินที่มีอัตราการไหลซึมต่ำ 1 x 10-7 เซนติเมตรต่อวินาทีหรือใช้วัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียวหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตรกับดินที่มีอัตราการไหลซึมต่ำ 1 x 10-5 เซนติเมตรต่อวินาทีหนา 60 เซนติเมตร พร้อมติดตั้งระบบรวบรวมและสูบน้ำเสียที่ก้นบ่อฝังกลบ

(13) องค์ประกอบต่างๆของสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาให้ออกแบบตามความจำเป็นของการใช้งานและความเหมาะสมของขนาดพื้นที่ที่มีอยู่เช่นระบบถนนภายในและระบบ

การจราจรอาคารสำนักงานบ้านพักเจ้าหน้าที่โรงซ่อมบำรุงพื้นที่จอดรถพื้นที่ล้างรถบรรทุกประตูเข้า–ออกรั้วภูมิสถาปัตย์ของสถานที่ระบบประปาระบบไฟฟ้าระบบสื่อสารเป็นต้น

3) การจัดการสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) จัดเตรียมเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในชั่วโมงทำงานติดประกาศชั่วโมงปฏิบัติงานที่ประตูทางเข้าเพื่อให้สาธารณชนได้ทราบโดยทั่วไป

(2) จัดเตรียมคู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษามาตรการควบคุมความปลอดภัยในระหว่างการปฏิบัติงาน

(3) จัดเตรียมมาตรการตรวจสอบและการจัดการมิให้มูลฝอยติดเชื้อและของเสียอันตรายปะปนกับมูลฝอยทั่วไปในสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผา

(4) ต้องควบคุมเศษมูลฝอยกลิ่นแมลงและพาหะนำโรคเพื่อป้องกันปัญหารบกวนด้านสุขอนามัยและสภาพที่ไม่น่าดู

(5) บันทึกปริมาณมูลฝอยรายวันจากแหล่งกำเนิดต่างๆที่นำเข้าไปกำจัดปริมาณและประเภทวัสดุที่คัดแยกออกหรือสิ่งตกค้างปริมาณเถ้าหนักและเถ้าลอยที่เก็บรวบรวม

(6) ต้องจัดเตรียมมาตรการป้องกันอัคคีภัยแผนฉุกเฉินเพื่อแก้ไขปัญหากรณีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ขัดข้องหรือเกิดความล่าช้าด้วยสาเหตุอื่นใดในระหว่างปฏิบัติงาน

(7) ติดตามตรวจสอบอากาศเสียจากปล่องเตาเผาอย่างน้อยปีละ 2 ครั้งโดยทำการเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์หาค่าปริมาณฝุ่นละอองซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกไซด์ของไนโตรเจนไฮโดรเจนคลอไรด์สารประกอบไดออกซินและความทึบแสงซึ่งจะต้องมีค่าไม่เกินมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยวิธีการตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(8) ต้องบำบัดน้ำเสียจากการปนเปื้อนมูลฝอยและน้ำเสียใดๆทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยเตาเผาให้มีคุณภาพน้ำทิ้งไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

(9) เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำทั้งนี้วิธีการมาตรฐานและเก็บตัวอย่างให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

(10) ต้องกำจัดเถ้าหนักโดยการฝังกลบและเถ้าลอยที่เกิดขึ้นโดยวิธีการที่เหมาะสมและเป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

(11) ไม่ควรใช้เถ้าหนักและเถ้าลอยเพื่อประโยชน์ในการเกษตรกรรมและวัสดุกลบทับรายวันในสถานที่กำจัดมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบเว้นแต่จะมีการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องว่าด้วยลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตราย

(12) กำหนดแผนการบำรุงรักษาเตาเผามูลฝอยประจำปีโดยจะต้องกำหนดขั้นตอนและกระบวนการดำเนินงานจัดการมูลฝอยตลอดช่วงการบำรุงรักษาเตาเผามูลฝอย

6. ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

จากรายงาน Municipal Solid Waste Incineration, A Decision Maker's Guide (World Bank, 2000) ได้สรุปขั้นตอนการดำเนินโครงการ(Project Cycle)ของโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การศึกษาประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ (2) การจัดเตรียมโครงการ และ (3) การดำเนินโครงการ ไว้ดังรูปที่ 4

ระยะและขั้นตอนดำเนินการ		วัตถุประสงค์และประเด็นที่ควรพิจารณา	ระยะเวลา
ระยะศึกษาความเหมาะสม	การศึกษาความเหมาะสมขั้นต้น	ปริมาณขยะมูลฝอย ค่าความร้อน ขนาดระบบ ที่ตั้ง ปริมาณไฟฟ้าเสนอขาย ผังองค์กร ต้นทุนและการเงิน	6 เดือน
	การตัดสินใจด้านนโยบาย	พิจารณาตัดสินใจว่าจะดำเนินการต่อหรือยกเลิกโครงการ	3 เดือน
	การศึกษาความเหมาะสม	ปริมาณขยะมูลฝอย ค่าความร้อน ขนาดระบบ ที่ตั้ง ปริมาณไฟฟ้าเสนอขาย ผังองค์กร ต้นทุนและรายละเอียดด้านการเงิน	6 เดือน
	การตัดสินใจด้านนโยบาย	ตัดสินใจจากความเต็มใจที่จะดำเนินการ ลำดับความสำคัญ ความเป็นไปได้ด้านการเงิน และองค์กรที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงาน	6 เดือน
ระยะจัดเตรียมโครงการ	การจัดตั้งองค์กร	การจัดตั้งองค์กร กำหนดกรอบการดำเนินงานการและการสนับสนุนจากหน่วยงาน	6 เดือน
	การประกวดราคาและจัดโครงสร้างด้านการเงิน	กำหนดรายละเอียดโครงสร้างด้านการเงิน การเจรจาขอเงินกู้หรือดำเนินการเงินด้านอื่นๆ และการคัดเลือกที่ปรึกษา	3 เดือน
	การจัดเตรียมเอกสารประกวดราคา	การทบทวนและประเมินรายละเอียดต่างๆ ของโครงการ กำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นของผู้รับเหมาและจัดทำเอกสารประกวดราคา	6 เดือน
ระยะดำเนินการโครงการ	การตัดสินใจด้านนโยบาย	การตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบด้านการเงิน เอกสารประกวดราคาและขั้นตอนในรายละเอียดต่างๆ ก่อนดำเนินโครงการในขั้นต่อไป	3 เดือน
	การคัดเลือกผู้รับเหมาและการเจรจาต่อรอง	การคัดเลือกผู้รับเหมาและการเจรจาต่อรอง	6 เดือน
	การก่อสร้างและกำกับดูแล	การก่อสร้างโดยผู้รับเหมาที่ได้รับเลือก และการควบคุมงานโดยที่ปรึกษา	2 ½ ปี
	การทดสอบการเดินระบบ และการเริ่มต้นเดินระบบ	การทดสอบการติดตั้ง และประสิทธิภาพของระบบ เครื่องจักร อุปกรณ์ การทดสอบการเดินระบบ การฝึกอบรมพนักงานและการเริ่มต้นเดินระบบ	6 เดือน
	การดำเนินการและการบำรุงรักษา	การเดินระบบและบำรุงรักษาโรงเผาขยะอย่างต่อเนื่อง การจัดซื้อจัดจ้างเกี่ยวกับชิ้นส่วนอุปกรณ์และของสำรอง	10-20 ปี

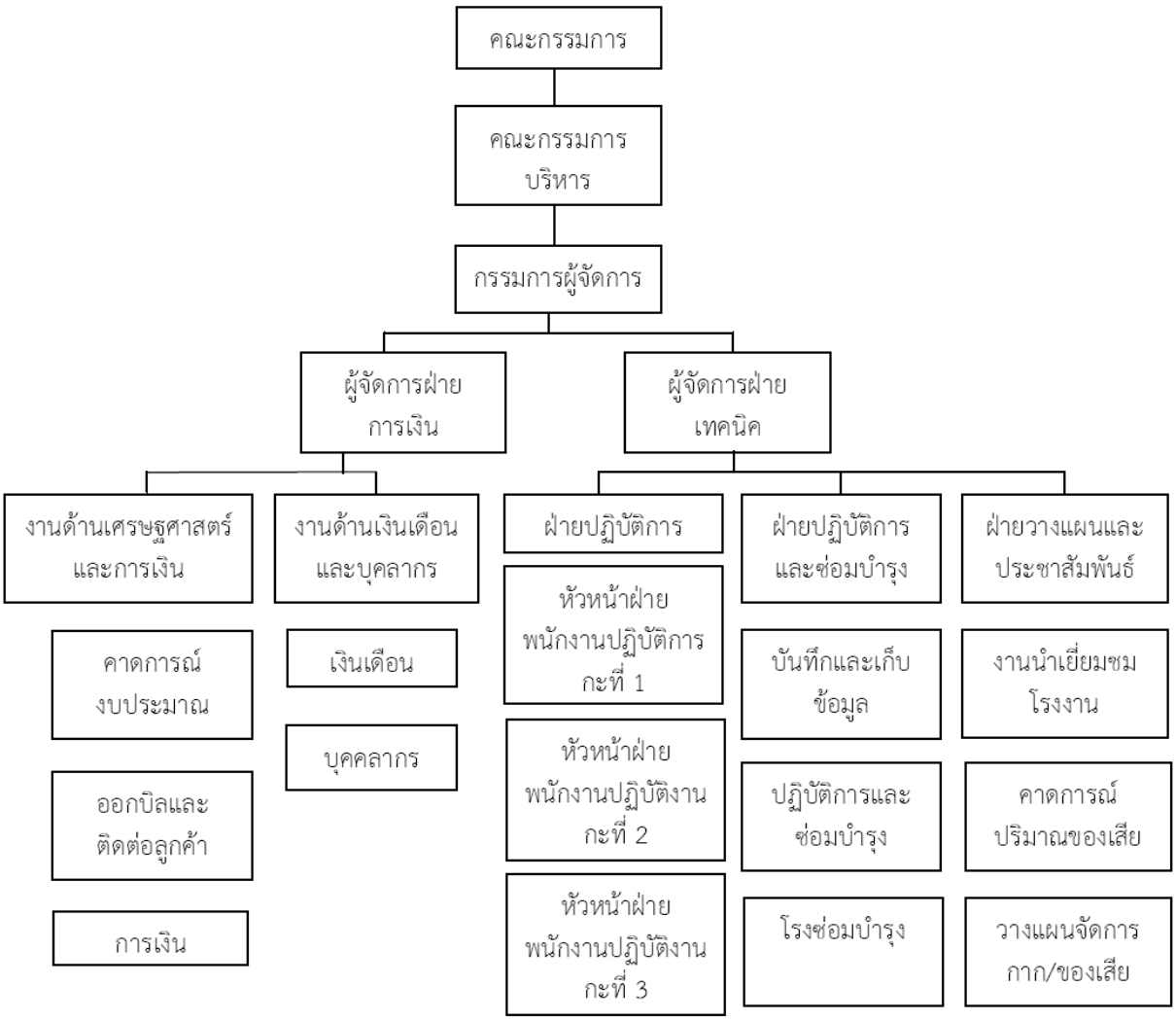
รูปที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ (Project Cycle) โครงการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า
ที่มา: World Bank, 2000.

7 โครงสร้างองค์กรบริหารจัดการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

การดำเนินการและบำรุงรักษาที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสิทธิภาพ เป็นหัวใจสำคัญของการบริหารจัดการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าให้ประสบความสำเร็จและให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งโดยทั่วไป โครงสร้างองค์กรบริหารจัดการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า จะประกอบด้วยฝ่ายต่างๆ ได้แก่

- ฝ่ายเดินระบบโรงงาน
- ฝ่ายซ่อมบำรุง
- ฝ่ายประชาสัมพันธ์
- ฝ่ายวางแผนและคาดการณ์
- ฝ่ายการเงิน
- ฝ่ายบุคคล

ดังรูปที่ 5 ลักษณะโครงสร้างการบริหารจัดการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าแต่ละโรง อาจมีความแตกต่างกันทั้งการจัดแบ่งส่วนงานรับผิดชอบและบุคลากร ขึ้นกับลักษณะงานและเงื่อนไขของสัญญา ขนาดโรงงาน และจำนวนบุคคลากร สำหรับงานเดินระบบและการบำรุงรักษาบางส่วน ผู้รับเหมาหลักอาจทำการจ้างช่วงไปยังไปผู้ผลิตซึ่งมีความชำนาญในการเดินระบบและการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์แต่ละส่วนของโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าก็ได้



รูปที่ 5 โครงสร้างการบริหารงานโครงการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า
ที่มา: World Bank, 2000.

8. การออกแบบโครงการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

การออกแบบโรงเตาเผาขยะภายใต้โครงการนี้ เป็นการออกแบบสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยสำหรับรองรับขยะมูลฝอยปริมาณ 500 ตันต่อวัน และระบบนำพลังงานที่ได้จากการเผาขยะมูลฝอยไปผลิตกระแสไฟฟ้า โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาโครงการศึกษาปรับปรุงข้อมูลศักยภาพพลังงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งพบว่ามีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีขนาดใหญ่และมีการดำเนินการกำจัดขยะในรูปแบบศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยที่สามารถนำผลการศึกษาไปพิจารณาปรับใช้ตามความเหมาะสมได้ รวมทั้งยังสอดคล้องกับ (ร่าง) แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 – 2564) ซึ่งกำหนดแนวทางปฏิบัติในการจัดการขยะมูลฝอยโดยการกลุ่มพื้นที่ (Clustering) เพื่อให้การจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ และได้กำหนดแนวทางให้จัดการขยะมูลฝอยโดยการแปรรูปขยะมูล

ฝอยเป็นพลังงาน สำหรับกลุ่มพื้นที่ที่มีปริมาณขยะกำจัดมากกว่า 300 ตันต่อวัน ซึ่งในเบื้องต้นพบว่ามีจำนวน 53 กลุ่มพื้นที่ทั่วประเทศ

8.1 หลักการออกแบบโครงการ

การออกแบบโครงการ โดยยึดหลักการออกแบบให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ทางด้านเทคนิคตามข้อแนะนำในรายงานของ World Bank ซึ่งได้เสนอเกณฑ์การพิจารณาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ คือ เตาเผาควรมีขนาดไม่ต่ำกว่า 240 ตันต่อวันต่อเผา อัตราการเผาขยะ 10 ตันต่อชั่วโมง และควรมีอย่างน้อย 2 เตา ประกอบกับร่างแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ.2559-2564) ได้กำหนดรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมนำไปผลิตพลังงาน คือ กลุ่มพื้นที่ที่มีปริมาณขยะมากกว่า 300 ตันต่อวันขึ้นไป ดังนั้น โครงการจึงได้กำหนดให้ศึกษาระบบกำจัดขยะมูลฝอย รองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่ 500 ตันต่อวัน เตาเผา ขนาด 250 ตันต่อวัน จำนวน 2 เตา โดยมีรายละเอียดแสดงในหัวข้อถัดไป

8.2 เกณฑ์การออกแบบ

1) คุณลักษณะของขยะมูลฝอย

1.1) ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่ส่งเข้าสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย 500 ตันต่อวัน

1.2) ลักษณะสมบัติทางกายภาพของขยะมูลฝอย

จากการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพของขยะมูลฝอยของกรมพัฒนาพลังงานทดแทน (2551) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2553) โครงการได้นำมาปรับปรุงให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบันมากขึ้น ได้ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 องค์ประกอบขยะมูลฝอย

องค์ประกอบขยะมูลฝอย	ร้อยละ (%)		
	กรมควบคุมมลพิษ[1]	กระทรวงพลังงาน[2]	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี[3]
เศษอาหาร	63.78	51.93	49.6
กระดาษ	7.68	8.70	15.9
พลาสติก	17.65	13.67	18.7
ยาง	0.31	2.97	0.7
หนัง	0.2	1.96	-
เศษผ้า, สิ่งทอ	1.37	1.60	1.1
ใบไม้, กิ่งไม้	0.72	5.65	6.9
แก้ว	3	4.34	3.2
หิน	-	1.31	1.2
อลูมิเนียม	1.04	-	-
โลหะ	0.9	3.68	0.5

องค์ประกอบขยะมูลฝอย	ร้อยละ (%)		
	กรมควบคุมมลพิษ[1]	กระทรวงพลังงาน[2]	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี[3]
ขยะอันตราย	0.18	-	-
อื่นๆ(ฝุ่น ขี้เถ้า เศษอิฐ)	3.17	4.19	6.6
รวม	**100.00**	**100.00**	**104.40**

<u>หมายเหตุ</u>

[1]โครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนเทศบาลทั่วประเทศ, กรมควบคุมมลพิษ, 2547

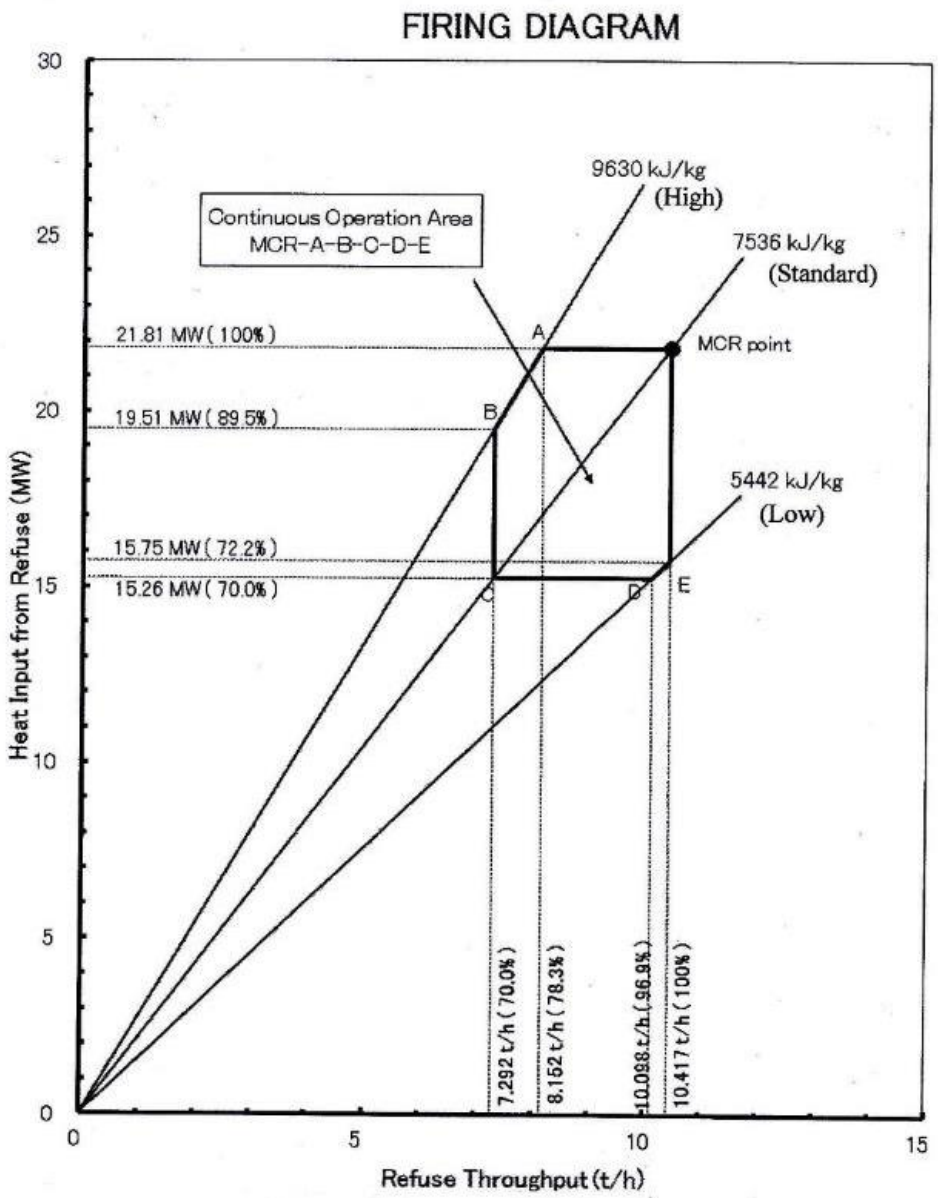
[2]กระทรวงพลังงาน, 2551 (ค่าเฉลี่ยทั้งประเทศ)

[3]วีรชัย อาจหาญ และคณะ, 2553

1.3) ลักษณะสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอย

คุณสมบัติ	หน่วย	ค่าต่ำ	ค่ากลาง	ค่าสูง	ค่าในการออกแบบ
ค่าความร้อนต่ำ (lower Heating Value; LHV)	Kcal/kg	5,442 (1,3240)	7,536 (1,849)	9,630 (2,352)	1,800
ค่าความชื้น (Moisture Content)	% (wt)	60	50	40	50
ปริมาณเถ้า (Ash Content)	% (wt)	8.92	10.34	11.23	10
ความหนาแน่น (Density)	kg/m^3				200
ขยะเผาไหม้ได้ (Combustibles)	% (wt)	31.52	40.19	49.62	40
คาร์บอน (C)	% (wt)	18.04	22.93	27.86	23
ไฮโดรเจน (H)	% (wt)	2.29	2.90	3.55	3
ออกซิเจน (O)	% (wt)	10.30	12.86	16.18	13.5
ไนโตรเจน (N)	% (wt)	0.60	0.76	0.96	0.76
ซัลเฟอร์ (S)	% (wt)	0.09	0.11	0.14	0.11
คลอไรด์ (Cl)	% (wt)	-	-	-	0.4

<u>หมายเหตุ</u>: รายละเอียดการคำนวณแสดงดังภาคผนวก A



รูปที่ 6 ค่าความแปรปรวนของปริมาณขยะและค่าความร้อนที่ใช้เดินระบบเตาเผาได้

จากรูปที่ 6 ค่าความแปรปรวนของปริมาณขยะที่เผากำจัดรายสัปดาห์ต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของปริมาณขยะเผากำจัดในโรงเตาเผาขยะต่อปี

ค่าความร้อนเป็นคุณสมบัติของขยะมูลฝอยที่เปลี่ยนแปลงไปตามองค์ประกอบ โดยค่าความร้อนต่ำ (Lower heating value-LHV)[1]ของขยะมูลฝอยที่เหมาะสำหรับการกำจัดด้วยวิธีเตาเผาเพื่อผลิตพลังงานต้องมี

[1]**ค่าความร้อนต่ำหรือ Lower heating value(LHV)** หมายถึงการนำชีวมวลในสภาพปกติหนัก1 กิโลกรัมมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนต่ำ (LHV) ต่อกิโลกรัม

ค่าความร้อนสูงหรือ Higher heating value (HHV) หมายถึงการนำชีวมวลหนัก 1 กิโลกรัม มาลดความชื้นหรือกำจัดน้ำออกให้หมดจากนั้นนำมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือค่าความร้อนสูง (LHV) ต่อกิโลกรัม และมีความสัมพันธ์กับค่าความร้อนต่ำดังนี้ HHV = LHV + 5.72(9H + M) kcal/kg หรือHHV = LHV + 23.95 (9H + M) kJ/kg เมื่อ H เท่ากับปริมาณเปอร์เซ็นต์ของธาตุไฮโดรเจนในชีวมวล และเมื่อ M เท่ากับปริมาณเปอร์เซ็นต์ของความชื้นในชีวมวล

ที่มา: Georg Tchobanoglous, Solid Waste, 1993, P.61

ค่าความร้อนต่ำเฉลี่ยประมาณ 1,670 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม และต้องไม่ต่ำกว่า 1,440 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมในทุกฤดูกาล (Haukohlet al, 2000: 2)

Tchobanoglous et al., (1993:83-86) อธิบายว่า ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยสามารถหาได้โดย (1) จากการเผาในเตาเผาจริง Calorimeterการวัดปริมาณความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นด้วย (2) การวัดปริมาณความร้อนจากชิ้นส่วนตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนของขยะมูลฝอยด้วย Bomb calorimeter และ (3) วิธีคำนวณจากองค์ประกอบของธาตุหลักซึ่งได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H)ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) กำมะถัน (S) และเถ้า โดยสมมติฐานที่ว่าขยะมูลฝอยเปรียบเสมือนสารประกอบชนิดหนึ่งที่มีองค์ประกอบของธาตุหลักในรูปของ CaHbOcNdSeดังนั้น ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยจึงสามารถคำนวณได้จากสูตรของDulongด้วยสัดส่วนของธาตุหลักในองค์ประกอบของขยะมูลฝอยแต่ละประเภทดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.7-2

Higher heating value (HHV) (kcal/kg) = 80.60C+339.10(H-O/8) +22.20S+5.56N

เมื่อ C, H, O, S, N เป็น% โดยน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยชุมชน

องค์ประกอบขยะมูลฝอย	สัดส่วนโดยน้ำหนักแห้ง (%)						
	C	H	O	N	S	Ash	Total
เศษอาหาร ขยะอินทรีย์	48.0	6.4	32.6	2.6	0.4	10.0	100.0
กระดาษ	43.5	6.0	44.0	0.3	0.2	6.0	100.0
กระดาษลัง กล่องกระดาษ	44.0	5.9	44.6	0.3	0.2	5.0	100.0
พลาสติกประเภทต่างๆ	60.0	7.2	22.8	-	-	10.0	100.0
ผ้า เศษผ้า	55.0	6.6	31.2	4.6	0.1	2.5	100.0
ยาง	78.0	10.0	-	2.0	-	10.0	100.0
หนัง	60.0	8.0	11.6	10.0	0.4	10.0	100.0
เศษหญ้า ใบไม้	47.8	6.0	38.0	3.4	0.3	4.5	100.0
เศษไม้	49.5	6.0	42.7	0.2	0.1	1.5	100.0
แก้ว	0.5	0.1	0.4	0.1	-	98.9	100.0
อลูมิเนียม	4.8	0.6	4.5	0.1	-	90.0	100.0
โลหะ	4.8	0.6	4.5	0.1	-	90.5	100.0
ขยะอันตราย	26.3	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0	100.0
อื่นๆ	26.3	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0	100.0

ทั้งนี้ ภายใต้โครงการใช้องค์ประกอบของกระทรวงพลังงานในการคำนวณหาค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่ใช้ในการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอย โดยสูตรของ ดูลอง (Dulong's Formula) จะได้คุณสมบัติทางความร้อนโดยเป็นค่ากลางดังนี้

ค่าความร้อนสูง (HHV) (Kcal/kg) = 2,294.01

ค่าความร้อนต่ำ (LHV) (Kcal/kg) = 1,849.41

โดยมีค่าความร้อนต่ำตามสภาพขยะมูลฝอยที่มีความชื้น เท่ากับ 1,849 Kcal/kg สูงกว่าค่าความร้อนต่ำเฉลี่ยที่สามารถนำไปกำจัดด้วยวิธีเผาได้ ซึ่งหมายความว่า ภาพรวมของขยะมูลฝอยมีค่าความร้อนเหมาะสมกับการกำจัดด้วยวิธีเผา

2) ขนาดของระบบผลิตพลังงาน และกำลังการผลิตไฟฟ้า

การกำหนดขนาดระบบผลิตพลังงาน และการประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้าใช้หลักการประมาณการจากค่าความร้อนของขยะและปริมาณขยะที่เผากำจัด คำนวณจากค่าประสิทธิภาพการเผาของโรงเผาขยะที่เป็นที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับในระดับสากลดังต่อไปนี้

ค่าความร้อนของขยะเข้าเตาเผา (Kcal/kg)	ปริมาณขยะเข้าสู่เตาเผา (ตันต่อวัน)	ไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด (MW)
1,300	500	7.04
1,440	500	7.79
1,700	500	9.35
1,800	500	9.75
2,300	392	9.75

โดยค่าความร้อนของขยะชุมชนที่ใช้ในการออกแบบ คือ 1,800 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม และประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 MW ต่อปริมาณขยะ 51.28 ตันต่อวัน ที่ประสิทธิภาพเตาเผา (Heat rate) 22.32%

3) คุณภาพน้ำใช้

คุณภาพน้ำดิบสำหรับใช้ในโครงการมีดังนี้

รายการ	หน่วย	ช่วง
แคลเซียม	mg/l as CaCO3	186-210
แมกนีเซียม	mg/l as CaCO3	78-90
โซเดียม	mg/l as CaCO3	168-192
ซัลเฟต	mg/l as CaCO3	54-84
คลอไรด์	mg/l as $CaCO_3$	66-90

รายการ	หน่วย	ช่วง
ไบคาร์บอร์เนต	mg/l as $CaCO_3$	312-360
เหล็ก	mg/l	< 1
ซิลิกา (ที่เกิดปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนไอออน)	mg/l as SiO_2	48.0-60
ความขุ่น	NTU	18
สารแขวนลอยทั้งหมด	mg/l	18
สารที่ละลายได้ทั้งหมด	mg/l	420-480
พีเอช ที่ 25^0C	-	7.6-7.8
การนำไฟฟ้าที่ ที่ 25^0C	Micromole/cm	822-900
ซิลิกาในรูปคอลลอยด์	mg/l as SiO_2	ไม่มี

4) มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม

4.1) มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากเตาเผาขยะมูลฝอย

มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากเตาเผาขยะมูลฝอยที่ใช้ในการออกแบบคือ มาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยใหม่และเตาเผามูลฝอยเก่าเฉพาะส่วนที่มีการขยายกิจการหลังจากวันที่ประกาศมีผลใช้บังคับไว้ (16 กรกฎาคม 2553) สำหรับเตาเผามูลฝอยที่มีกำลังการเผาไหม้ในการกำจัดมูลฝอยเกินกว่า 50 ตันต่อวัน ดังต่อไปนี้

สารมลพิษ	ค่า	หน่วย
1. ปริมาณฝุ่นละออง (TSP)	ไม่เกิน 70	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
2. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	ไม่เกิน 30	ส่วนในล้านส่วน
3. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x as NO_2)	ไม่เกิน 180	ส่วนในล้านส่วน
4. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCL)	ไม่เกิน 25	ส่วนในล้านส่วน
5. สารปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.05	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
6. สารแคดเมี่ยม (Cd)	ไม่เกิน 0.05	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
7. สารตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.5	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
8. ค่าสารประกอบไดออกซิน (PCDD/PCDFs)	ไม่เกิน 0.1	นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรคำนวณผลในรูปของหน่วยความเข้มข้น เทียบเคียงความเป็นพิษต่อมนุษย์ (PCDD/Fs as Toxic Equivalent ; I-TEQ)
9. ค่าความทึบแสง (Opacity)	ไม่เกิน 10	ร้อยละ

หมายเหตุ: การคำนวณค่าอากาศเสียแต่ละชนิดที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผามูลฝอยให้คำนวณผลที่ความดัน1บรรยากาศหรือที่760 มิลลิเมตรปรอทอุณหภูมิ25 องศาเซลเซียสที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศเสียที่ออกซิเจน (O_2) ร้อยละ7

ที่มา: ดัดแปลงจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดให้เตาเผามูลฝอยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่ม127 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 16 กรกฎาคม 2553 และ ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่ม 127 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 16 กรกฎาคม2553

4.2) มาตรฐานน้ำทิ้ง

มาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้ในการออกแบบคือมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ดังนี้

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5-9.0
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	- ไม่เกิน 3,000 มก/ล.หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก.ล.
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล.หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมหรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล.
4. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C
5. สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H_2S)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.
9. ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
13. ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล.หรือแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล.หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควรแต่ไม่เกิน 200 มก./ล.
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล.หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควรแต่ไม่เกิน 400 มก./ล.
16. โลหะหนัก (Heavy Metal)	
1. สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.
2. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.
3. โครเมียมชนิดไตรวาเล้นท์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 มก./ล.
4. ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มก./ล.
5. แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.03 มก./ล
6. แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล
7. ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.
8. นิคเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
9. แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.
10. อาร์เซนิค (As)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.
11. เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล.
12. ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล.

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงาน

5) เกณฑ์การออกแบบ

5.1) องค์ประกอบโครงการ

การออกแบบสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชน โดยใช้เทคโนโลยีเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ขนาด 500 ตันต่อวัน กำหนดให้มีองค์ประกอบโครงการ ดังนี้

(1) ระบบเตาเผาและผลิตพลังงานจากขยะ และระบบประกอบ ได้แก่

- ระบบพักเก็บแบบบ่อพัก (Bunker) จัดการและป้อนขยะมูลฝอย
- เตาเผาขยะ และระบบผลิตไอน้ำ
- ระบบบำบัดก๊าซไอเสีย
- ระบบจัดการเถ้าลอยและเถ้าหนัก
- กังหันไอน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ระบบบำบัดน้ำดิบและเตรียมน้ำปราศจากไอออน (Water Treatment Plant)
- ระบบน้ำหล่อเย็น
- ระบบอัดอากาศและระบายความร้อน
- ระบบบำบัดน้ำชะขยะและน้ำเสีย

(2) ระบบชั่งและบันทึกน้ำหนักขยะที่เข้าสู่โรงเผาขยะมูลฝอยและปริมาณกากเถ้าที่นำไปกำจัด

(3) ระบบกำจัดกาก/เถ้าหนักโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

(4) อาคาร เช่น อาคารเตาเผา อาคารสำนักงาน อาคารโรงซ่อมบำรุง

(5) ระบบสาธารณูปโภคและระบบอำนวยความสะดวก ได้แก่ ระบบถนนภายในและระบบการจราจรพื้นที่จอดรถประตูเข้า–ออกรั้วภูมิสถาปัตย์ของสถานที่ระบบประปาระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารเป็นต้น

5.2) ข้อกำหนดทางเทคนิค

(1) บ่อพักขยะมูลฝอย (Refuse Pit) เป็นบ่อโครงสร้างเหล็กมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 3 เท่าของประมาณขยะมูลฝอยที่จำเป็นจะต้องเก็บเพื่อให้การเผาขยะมูลฝอยเป็นไปโดยต่อเนื่องไม่ขาดตอนตลอด 24 ชั่วโมง (24 hr. Operation) ของปีการออกแบบปีสุดท้ายหรือพักเก็บขยะได้ไม่น้อยกว่า 7 วัน มีจำนวนช่อง (Bunker) เพียงพอสำหรับจำนวนรถขนขยะมูลฝอยในการดำเนินการในแต่ละช่วงเวลาและมีประตูเหล็ก (Bunker Gate) เปิดปิดด้วยไฟฟ้า ควบคุมจากห้องควบคุมกลางขณะเทขยะมูลฝอยจากรถ การขนถ่ายขยะมูลฝอยเข้าสู่เตาเผาจะใช้ปั้นจั่นคีบขยะมูลฝอย (Crane) ซึ่งมีสมรรถนะสามารถป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ Hopper ได้อย่างต่อเนื่องและควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 ลูกบาศก์เมตร และควบคุมจากห้องควบคุมปั้นจั่นซึ่งต้องมองเห็นบริเวณ Refuse Pit และ Hopper ได้อย่างชัดเจน

(2) กรวยรับขยะมูลฝอยและอุปกรณ์ป้อนเข้าเตาเผา (Charging Hopper and Feeder) กรวยรับขยะมูลฝอยเป็นโครงสร้างเหล็กต้องออกแบบให้รูปทรง มุมหักงอ และความลาดเทให้ขยะมูลฝอยสามารถเคลื่อนผ่านได้โดยไม่ติดขัด และมีปริมาตรเพียงพอในการป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่กระบวนการเผา โดยไม่ขาดช่วงและต้องมีอุปกรณ์ป้อนขยะมูลฝอยเข้าเตาเผา (Feeder) ที่ทำงานด้วยกลไกสอดคล้องรับการเคลื่อนตัวของตะกรับในเตาเผา (Grate)

(3) เตาเผา (Furnace) เป็นชนิดตะกรับ (Stoker Type) ซึ่งควบคุมด้วยระบบไฮโดรลิกและอยู่ในสายการผลิตของโรงงานที่เชื่อถือได้โดยมีอุณหภูมิในเตาเผาไม่น้อยกว่า 850 องศาเซลเซียส ต้องมี

ประสิทธิภาพ ในการเผาไหม้ได้สมบูรณ์ โดยให้ก๊าซ NO_X และก๊าซอื่นๆ ต่ำอยู่ในมาตรฐานของสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม มีหัวช่วยเผา (Auxillary Burner) เพื่อใช้ในการเริ่มต้นเผาโดยใช้เชื้อเพลิงเป็น Diesel Fuel Oil

(4) การกำจัดเถ้า (Ash Handling System) ใช้วิธีกำจัดแบบกึ่งใช้ความชื้น (Semi Wet System) โดยเถ้าจาก Stoker, Boiler Fly Ash และ Electrostatic Precipitator (EP) จะถูกรวบรวมโดยกรวยรับเถ้า (Ash Hopper and Chute) แล้วขนส่งโดย Conveyor ที่ทำงานโดยอัตโนมัติมารวมกันที่บ่อรับเถ้า (Ash Yard) เพื่อขนส่งไปฝังกลบต่อไป

(5) การระบายความร้อนไอเสียจากเตาเผา (Flue Gas Cooling Equipment) ได้พิจารณาใช้ทั้งระบบ Steam Boiler และ Water Spray Injection โดยในระบบ Steam Boiler ไอเสียจากเตาเผาจะผ่าน Boiler ซึ่งออกแบบให้รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัม/ตารางเมตร และให้ไอเสียผ่านออกมาที่อุณหภูมิไม่เกิน 240 – 260 องศาเซลเซียส สำหรับระบบ Water Spray Injection นั้น จะเป็นระบบที่ฉีดน้ำเข้าสู่ไอเสียเพื่อลดอุณหภูมิโดยตรง โดยน้ำที่ฉีดเข้าไปจะระเหยเป็นไอหมดจึงเป็นระบบที่ต้องการมีน้ำมาก ดังนั้นระบบนี้จึงต้องพิจารณาควบคู่ไปกับความเพียงพอของแหล่งน้ำดิบในแต่ละพื้นที่ของโครงการ

(6) ระบบบำบัดก๊าซไอเสีย (Flue Gas Treatment Equipment) ใช้เครื่องมือดังนี้

- เถ้าและฝุ่นละอองBag House Filter or Electrostatic Precipitator (EP)
- So_x Dry Venturi Type , Ca $(OH)_2$ Injection
- NO_x ใช้การควบคุมอุณหภูมิในเตาเผา
- โดยไอเสียที่ปล่อยออกจากปล่อง (Stack) ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

เถ้าและฝุ่นละออง	ไม่เกิน 0.05 g /Nm^3
So_x	ไม่เกิน 100 ppm.
HCl	ไม่เกิน 200 ppm.
NO_x	ไม่เกิน 280 ppm.

(7) ระบบอัดอากาศและระบายไอเสียจากเตาเผา (Drafting Equipment)ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบดังนี้

- Forced Draft Fan : Motor Drain Turbo Fan
- Secondary Forced : เหมือน Forced Draft Fan
- Induced Draft Fan : เหมือน Forced Draft Fan
- Air Preheater : Steam Heating Type (For Primary and Secondary Air)
- ท่ออากาศโครงสร้างเหล็กความเร็วมาตรฐาน 15 เมตร/วินาที
- ท่อก๊าซเหมือนท่ออากาศ
- ปล่อง (Stack)โครงสร้างภายในเป็นเหล็ก โครงสร้างภายนอกเป็น คสล.ความสูงอย่างต่ำประมาณ 50 เมตร

(8) เครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam Turbine Generator) เป็นกระบวนการนำความร้อนจากเตาเผามาใช้ประโยชน์ เกณฑ์ในการพิจารณาการผลิตไฟฟ้าประกอบด้วย

- ต้องมีปริมาณขยะมูลฝอยเพียงพอเพื่อทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถผลิตไฟฟ้าได้
- มีความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจ

(9) การกำจัดเถ้าใช้ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เกณฑ์การออกแบบเหมือนกับการฝังกลบ

(10) มาตรการเพื่อความปลอดภัยมาตรการเพื่อความปลอดภัยที่เตาเผาขยะมูลฝอยนับเป็นสิ่งสำคัญมากอย่างหนึ่ง ซึ่งการออกแบบและการจัดหามาตรการเหล่านั้น จะพิจารณาสิ่งต่างๆดังนี้

- ระบบป้องกันและผจญเพลิง
- หน้ากาก ถุงมือ และอุปกรณ์กันความร้อน ก๊าซพิษ ควันและสารพิษจากขยะมูลฝอย
- ชุดปฐมพยาบาลสำหรับอุบัติเหตุ บาดแผล ไฟลวก ก๊าซพิษ ฯลฯ ซึ่งต้องมีอยู่อย่างเพียงพอ
- ที่พักผ่อนและเครื่องสุขภัณฑ์ เพื่อลดความตึงเครียดจากงาน
- แผนฉุกเฉินเพื่อความปลอดภัยรวมสำหรับบริเวณเตาเผาขยะมูลฝอยในกรณีอุบัติเหตุร้ายแรง
- การปลูกต้นไม้ตามแนวเขต (Buffer Zone) มีความจำเป็นเพื่อลดปัญหามลภาวะและความไม่น่าดูต่อชุมชนภายนอก
- จะกำหนดจำนวนแถวและประเภทต้นไม้ตามสภาพของพื้นที่ และการมองเห็นจากสภาพใกล้เคียง

(11) ระบบบำบัดน้ำชะขยะจากบ่อพัก อาจใช้ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียธรรมชาติ (Stabilization Ponds) ถ้าอยู่ห่างจากชุมชนมาก และจะพิจารณาระบบที่ใช้เครื่องจักรกล เช่น ระบบ Activated Sludge หรือ Rotating Biological Contactor ถ้าที่ตั้งอยู่ใกล้ชุมชน สำหรับเกณฑ์การออกแบบระบบบ่อบำบัดน้ำเสียมีดังนี้

- บ่อหมักไร้อากาศ (Anaerobic Pond):

ภาระ BOD	=	0.15-0.20 กิโลกรัมบีโอดี/ตร.ม.-วัน
เวลาเก็บกัก	=	15 – 30 วัน
ความลึกบ่อ	=	3 -4 เมตร
ความลาดด้านข้างบ่อ	=	1:1.5 – 1:2.5
ประสิทธิภาพในการลด BOD	=	50 – 60% (จากแต่ละบ่อ)
BOD ของน้ำเสียไหลเข้าระบบบ่อ	=	500 – 2,000 มิลลิกรัม/ ลิตร
BOD ของน้ำทิ้งออกจากระบบบ่อ	=	<200มิลลิกรัม/ ลิตร

เนื่องจากน้ำเสียมีความเข้มข้นพอควร ดังนั้นจะพิจารณาการสร้างบ่อหมักไร้อากาศแบบอนุกรม 2-4 บ่อ เพื่อลด BOD ก่อนออกจากบ่อสุดท้ายให้ต่ำกว่า 200 มิลลิกรัม/ ลิตร

- บ่อผึ่ง (Facultative Pond):

ภาระ BOD	=	0.025-0.030กิโลกรัมบีโอดี/ตร.ม.-วัน
ความลึกบ่อ	=	2.5 – 3.0 เมตร
ความลาดด้านข้างบ่อ	=	1:1.5 – 1:2.5
BOD ของน้ำทิ้งออกจากระบบบ่อ	=	< 100 มิลลิกรัม/ ลิตร

- บ่อสุดท้าย (Maturation Pond):

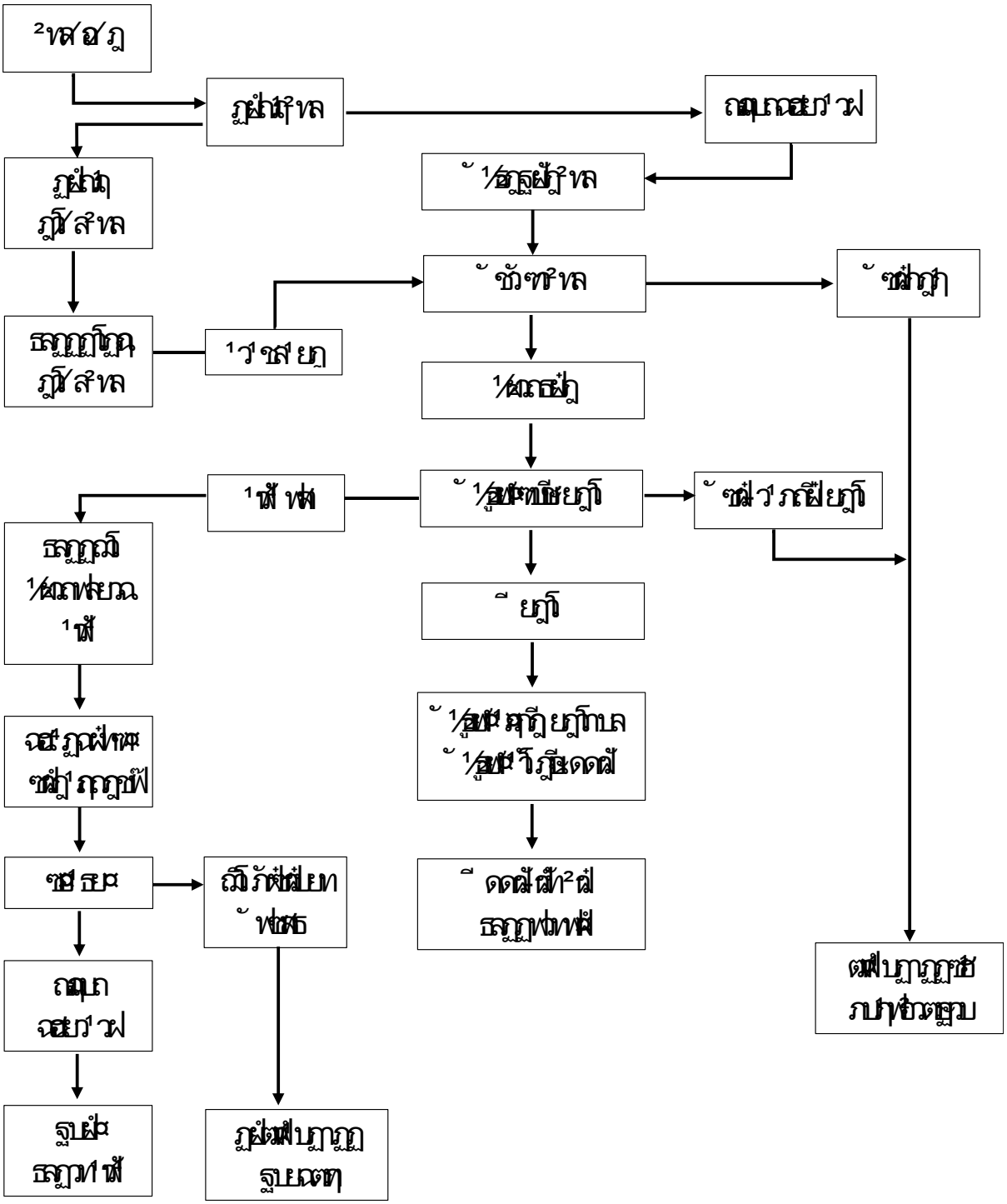
ภาระ BOD	=	0.010-0.015 กิโลกรัมบีโอดี/ตร.ม.-วัน
เวลาเก็บกัก	=	ประมาณ 10 วัน
ความลึกบ่อ	=	1.0 – 1.5 เมตร
ความลาดด้านข้างบ่อ	=	1:1.5 – 1:2.5
BOD ของน้ำทิ้งออกจากระบบบ่อ	=	< 40 มิลลิกรัม/ ลิตร

(12) การจัดบริเวณภายหลังการใช้ประโยชน์แล้ว : จะวางแผนการจัดบริเวณ และการใช้ประโยชน์บริเวณกำจัดขยะมูลฝอยหลังสิ้นอายุการใช้งานแล้ว โดยครอบคลุมเรื่องต่างๆ ดังนี้

- ให้มีความลาดชันที่เหมาะสม (3-8%) เพื่อให้น้ำฝนระบายได้ดี และเพื่อลดปัญหาการกัดเซาะดิน
- จัดมาตรการป้องกันการไหลของน้ำจากภายนอกมายังบริเวณกำจัดขยะมูลฝอย (ถ้าจำเป็น) ซึ่งจะทำให้เกิดน้ำเสียที่มีปริมาณมากจากบริเวณกำจัดขยะมูลฝอย เช่น ทำคูระบายน้ำรอบบริเวณ
- การยุบตัวขอบบริเวณฝังกลบขยะมูลฝอยส่วนใหญ่จะเกิดภายในเวลา 2 ปี หลังการฝังกลบ และจะเริ่มยุบตัวด้วยอัตราที่ลดลงหลังจากนั้น การออกแบบจะใช้ข้อสมมุติฐานว่าการยุบตัวสูงสุดเท่ากับ 20%

6) หลักการทำงานของระบบเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

แผนผังแสดงองค์ประกอบหลักและการทำงานที่สำคัญของระบบเตาเผาเพื่อผลิตไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนผังแสดงองค์ประกอบการทำงานระบบเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

(1) ระบบพักเก็บ จัดการและป้อนขยะมูลฝอย (MSW Storage, Handling and Feeding System)

(1.1) เครื่องชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย (Weight Scale)

เมื่อรถขนส่งขยะมูลฝอยเข้าสู่โรงงานกำจัดขยะมูลฝอย ขยะมูลฝอยก็จะถูกชั่งน้ำหนักและบันทึกข้อมูลโดยเครื่องชั่งน้ำหนัก

(1.2) อาคารรับขยะมูลฝอย (Discharge Hall)

เมื่อขยะถูกชั่งน้ำหนักแล้ว รถขนส่งขยะก็จะขนส่งขยะไปยังอาคารรับขยะมูลฝอย เพื่อเทขยะมูลฝอยลงไปในบ่อรับขยะมูลฝอย

(1.3) บ่อพักขยะมูลฝอย(Waste Storage Pit)

ขยะมูลฝอยจะถูกเทลงไปยังบ่อรับขยะมูลฝอยซึ่งเป็นบ่อคอนกรีต สามารถรับขยะและพักเก็บขยะมูลฝอยไว้ได้ 5-7 วัน

(1.4) เครนคีบขยะ (Grab Crane)

ขยะจะถูกคลุกเคล้า เคลื่อนย้าย และป้อนเข้าสู่เตาเผาโดยใช้เครนคีบขยะที่ติดตั้งไว้เหนือบ่อพักขยะ เพื่อให้ขยะที่ป้อนเข้าสู่เตามีความสม่ำเสมอและเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

(1.5) ระบบป้อนขยะ (Feeding System)

ขยะจะถูกป้อนเข้าสู่เตาทางกรวยรับขยะซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับช่องป้อนขยะ ซึ่งที่ด้านล่างของช่องป้อนจะมีเครื่องผลักขยะ (PusherFeeder) คอยผลักขยะเข้าสู่ตะกรับเผาขยะ

(2) ระบบเผาไหม้ขยะและผลิตไอน้ำ (Combustion and Steam Generation)

(2.1) ตะกรับเผาขยะ (Grate)

ตะกรับเผาขยะถือว่าเป็นอุปกรณ์หลักของโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตพลังงาน โดยขยะจะถูกเผาไหม้บนตะกรับและเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

(2.2) หม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำจะทำหน้าที่ดูดซึมความร้อนจากการเผาไหม้ขยะไว้และเปลี่ยนให้กลายเป็นไอน้ำ

(3) ระบบบำบัดก๊าซไอเสีย (Flue Gas Treatment System)

ก๊าซไอเสียซึ่งถูกลดอุณหภูมิแล้วจากหม้อไอน้ำ จะถูกส่งเข้าสู่ระบบบำบัดก๊าซไอเสียซึ่งเป็นแบบกึ่งแห้ง (Semi-dry Flue Gas Cleaning System) ซึ่งประกอบด้วย หอปฏิกิริยา (Reaction Tower) ระบบทำ Lime Slurry หัวฉีดพ่นความเร็วสูง (High Speed Atomizer) ถุงกรอง (Bag Filter) และปล่องระบายก๊าซ (Stack) โดยก๊าซที่เป็นกรดจะทำปฏิกิริยากับ Lime Slurry ในขณะที่โลหะหนักและไดออกซิน จะถูกดูดซับไว้ด้วยผงถ่านกัมมันต์

<u>ขั้นตอนในการทำความสะอาดก๊าซไอเสีย</u>

(3.1) SNCR (Selective Non-catalytic Reduction) สำหรับกำจัด NOx ซึ่งทำโดยการฉีดพ่นสารละลายแอมโมเนียเข้าสู่ห้องเผาไหม้ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ NOx ได้ประมาณ 40%-50%

(3.2) การฉีดพ่นผงถ่านกัมมันต์เข้าไปยังท่อไอเสีย เพื่อกำจัดโลหะหนัก ไดออกซินและฟูแลน ให้มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

(3.3) หอปฏิกิริยา (Reaction Tower) สำหรับกำจัด Sox และ HCl ซึ่งเป็นการฉีดพ่น Lime Slurry โดยใช้หัวฉีดพ่นความเร็วสูง (High Speed Atomizer) เพื่อให้ของเหลวที่มีฤทธิ์เป็นด่าง

ทำปฏิกิริยากับก๊าซที่เป็นกรดภายในหอปฏิกิริยา ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัด Sox และ HCl ได้ประมาณ 85-90%

(3.4) ถุงกรอง (Bag Filter) สำหรับกำจัดฝุ่นในไอเสีย ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่า 99.5%

(4) เครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam Turbine Generator)

เครื่องกันหันไอน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะใช้ไอน้ำที่ผลิตจากหม้อไอน้ำเป็นพลังงานทำให้เกิดการหมุน และเปลี่ยนให้เป็นกระแสไฟฟ้า

(5) การกำจัดเถ้าลอย (Fly Ash Treatment)

เถ้าลอยจะถูกรวบรวมจากถุงกรองและพักไว้ในไซโล จากนั้นจะถูกนำไปบำบัดโดยวิธีการทำให้แข็งตัว (Solidification) เพื่อไม่โลหะหนักและสารอันตรายอื่นๆ รั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม จากนั้นจะถูกนำไปกำจัดด้วยระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

(6) การกำจัดเถ้าหนัก (Slag Treatment)

เถ้าหนักจากห้องเผาไหม้จะถูกนำไปเก็บไว้ในบ่อพักเถ้า และนำไปกำจัดในบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยมีการแบ่งส่วนพื้นที่ออกจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยทั่วไป

(7) ระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย (Leachate Treatment System)

ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

(7.1) ตะแกรงแบบ Drum Screen สำหรับกำจัดสารแขวนลอย

(7.2) บ่อปรับสภาพ (Equalization Tank) สำหรับกำจัดสารแขวนลอย

(7.3) การปรับค่าพีเอช (Neutralization)

(7.4) การทำให้สารแขวนลอยรวมตัวกันเป็นกลุ่ม (Flocculation)เพื่อกำจัดสารแขวนลอย

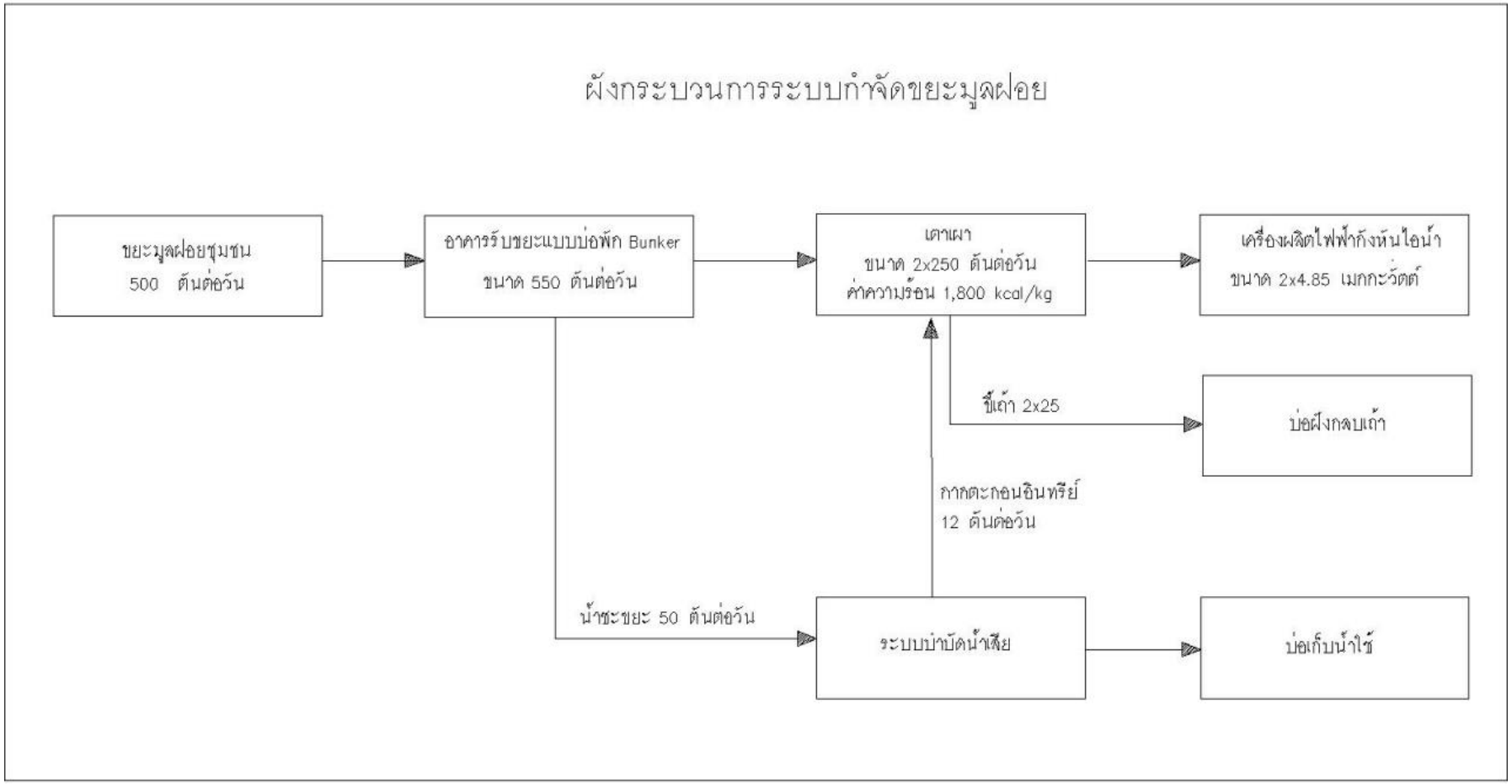
(7.5) ระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Process) สำหรับกำจัด BOD และ COD

(7.6) ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ (Aerobic Process) สำหรับกำจัด BOD และ COD เพิ่มเติม และกำจัดไนโตรเจน

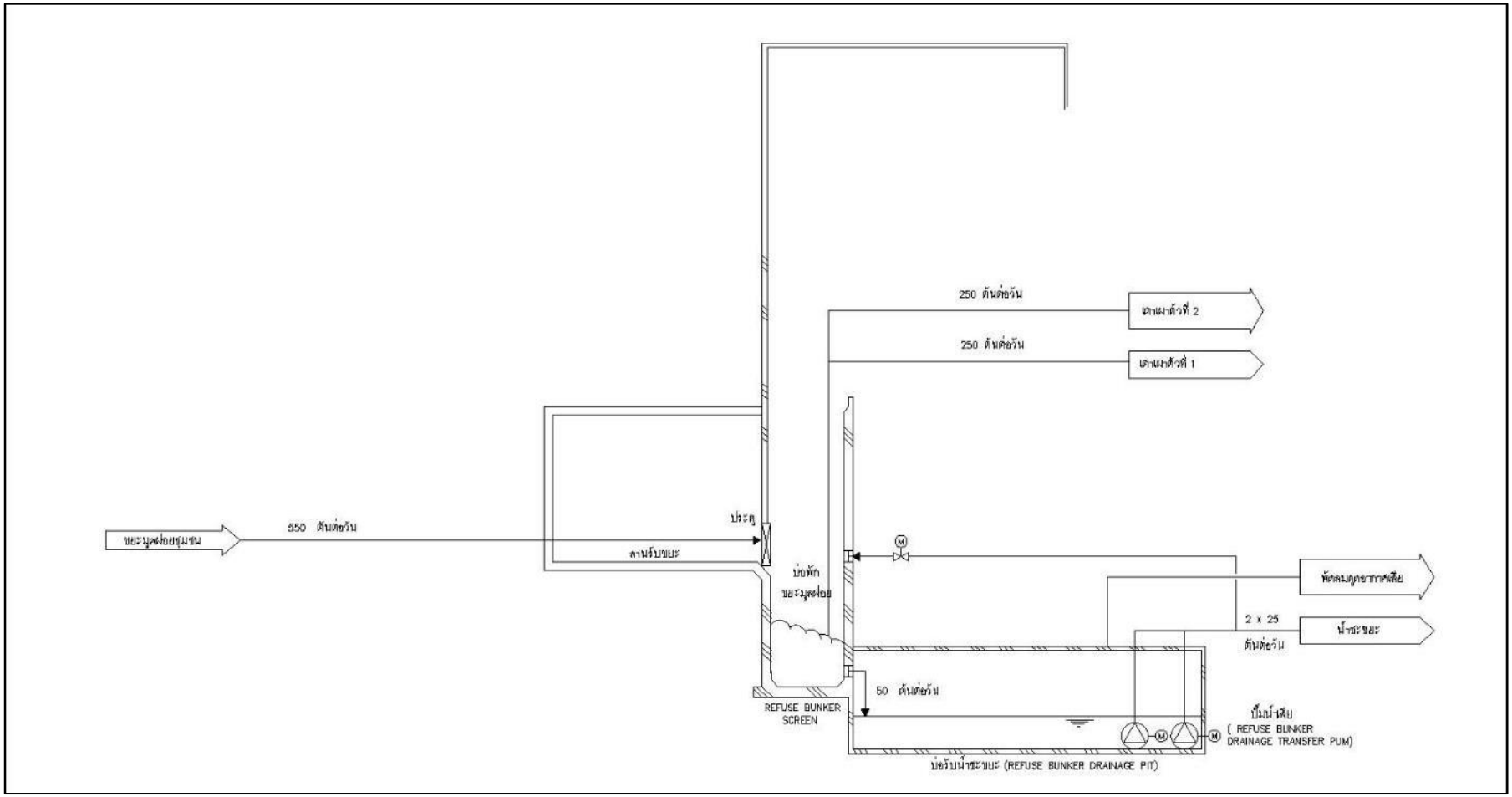
(7.7) ระบบบำบัดแบบเมมเบรน (Membrane Treatment) สำหรับการกำจัดสารแขวนลอย BODCOD และไนโตรเจน เพิ่มเติม เพื่อให้คุณภาพน้ำที่ปล่อยทิ้งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

7) กระบวนการทำงาน และสมดุลมวลในระบบเตาเผาขยะมูลฝอย

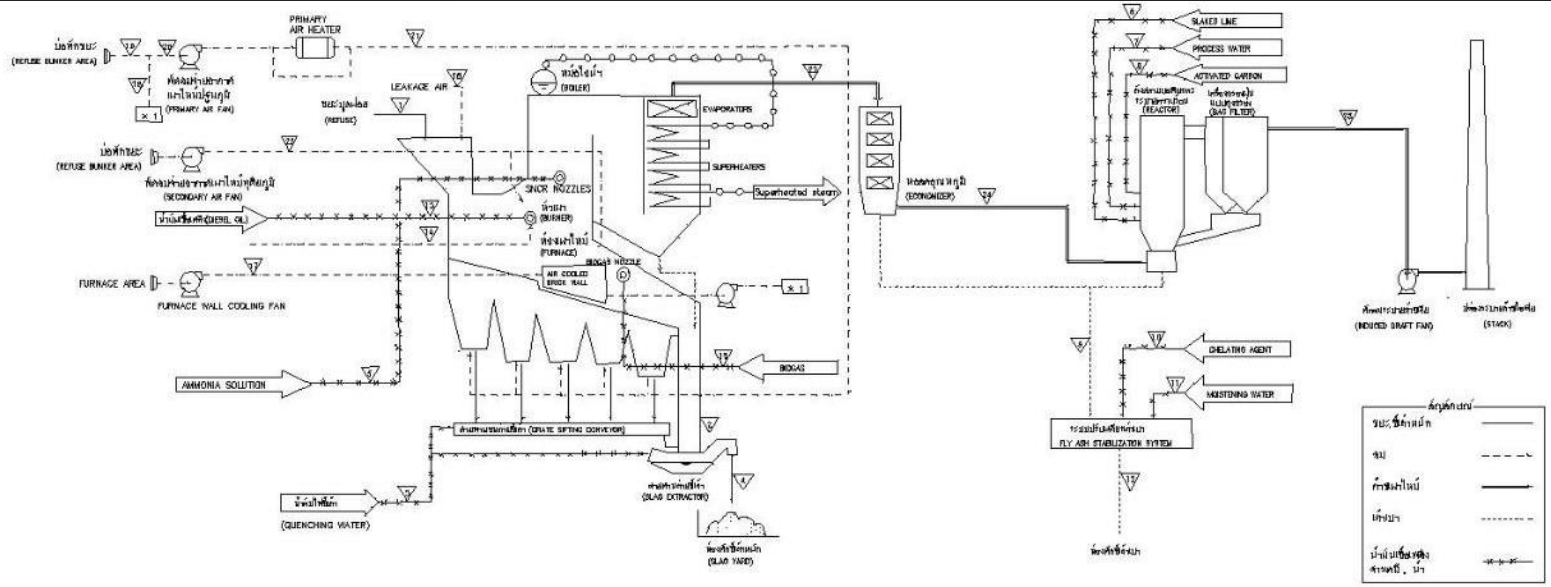
แผนผังแสดงกระบวนการทำงานการไหลของมวล และสมดุลความร้อน ในระบบเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาด 500 ตันต่อวัน แสดงดังรูปที่ 8 ถึงรูปที่ 14



รูปที่ 8 กระบวนการทำงานของระบบเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ขนาด 500 ตันต่อวัน



รูปที่ 9 กระบวนการทำงานและสมดุลมวลของระบบรับขยะ (Refuse bunker system)



	No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	
	LHV	REFUSE	DRY SLAG	QUENCHING WATER	WET SLAG	AMMONIA SOLUTION (as 25%)	SLAKED LIME	PROCESS WATER	ACTIVATED CARBON	FLY ASH	CHELATING AGENT	MOISTENING WATER	STABILIZED PRODUCT	DESEL OIL	COMBUSTION AIR FOR DIESEL OIL		BIOGAS	LEAKAGE AIR	
	kJ/kg(kcal/kg)	kg/h(t/d)	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h
สูง	9,630(2,300)	8,153(196)	569	838	1,494	11	65	1,102	23	228	7	68	303	0	0	20	58.2	1,890	20
กลาง 100% Load	7,538(1,800)	10,417(250)	621	1,450	2,071	12	70	1,211	25	304	9	91	404	0	0	20	58.2	2,420	20
ต่ำ	5,442(1,300)	10,417(250)	704	1,843	2,347	10	57	990	19	336	10	101	447	0	0	20	58.2	2,420	20

	No	17		18		19		20		21		22		23		24		25 12	
	LHV	COLLING AIR FOR AIR-COOLED BRICK WALL		PRIMARY AIR (FROM COOLING AIR)		PRIMARY AIR (FROM WASTE BUNKER)		PRIMARY AIR (FAN SUCTION)		PRIMARY AIR		SECONDARY AIR		FLUE GAS (ECONOMIZER INLET)		FLUE GAS (ECONOMIZER OUTLET)		FLUE GAS (BAG FILTER OUTLET)	
	kJ/kg(kcal/kg)	m3N/h	degC	m3N/h	degC	m3N/h	degC	m3N/h	degC	m3N/h	degC	m3N/h	degC	m3N/h	degC	m3N/h	degC	m3N/h	degC
สูง	9,630(2,300)	7,500	20	7,500	100	20,020	20	27,520	20	27,520	80	9,450	20	45,770	305	45,770	190	48,610	145
กลาง 100% Load	7,538(1,800)	7,500	20	7,800	100	22,530	20	30,030	20	30,030	140	7,570	20	49,180	310	49,180	190	52,180	145
ต่ำ	5,442(1,300)	7,500	20	7,500	100	18,370	20	25,870	20	25,870	200	600	20	38,740	295	38,740	190	41,130	145

Note) – The value in the above table is indicated to per one furnace
– (*1) These figure are estimated under the following preconditions,

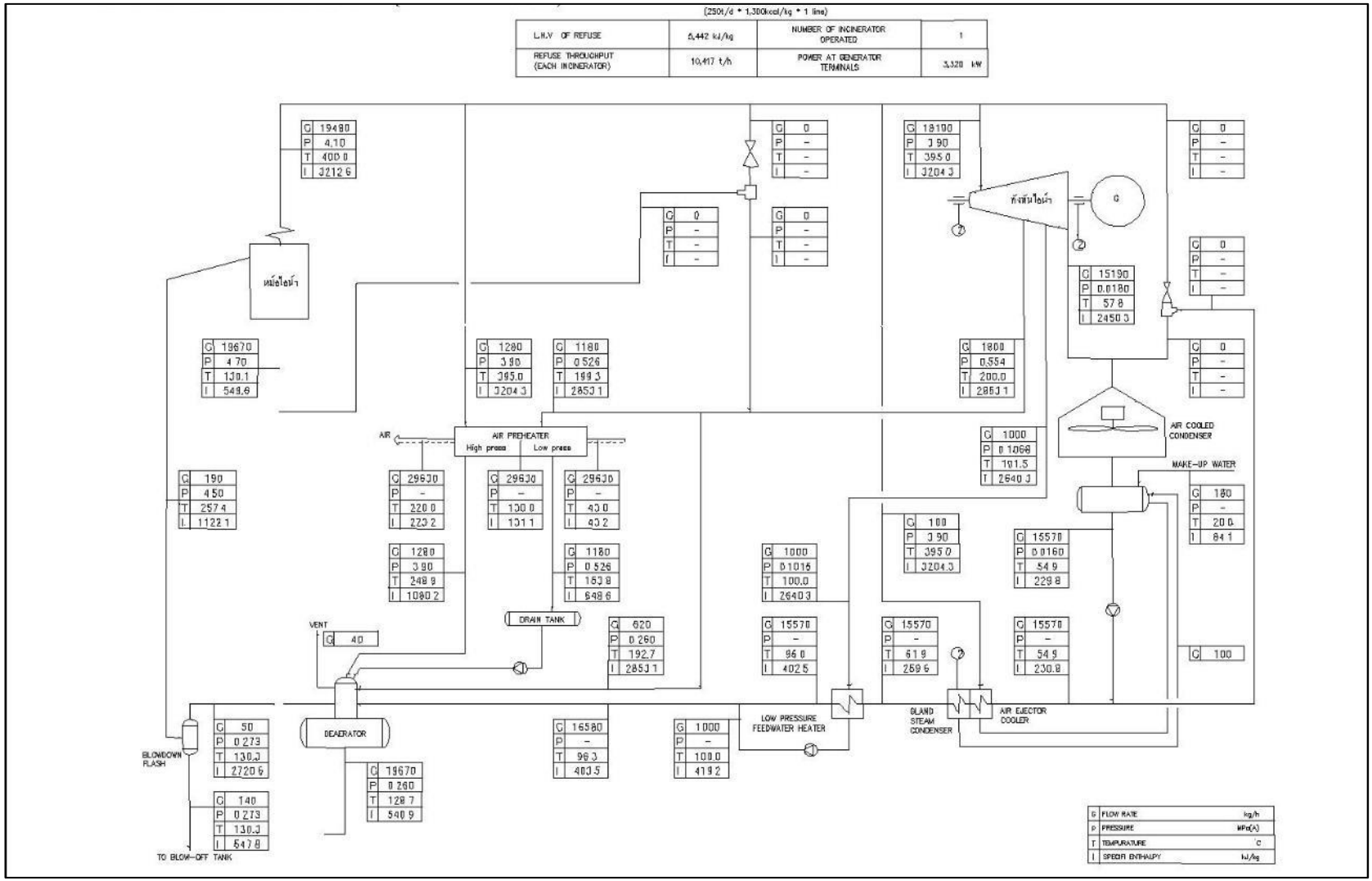
(a) Flue gas condition at the boiler outlet (Economizer outlet)(at MCR)
1) HCl 500 mg/m3N(dry 02 11%)
2) SOx as SO2 300 mg/m3N(dry 02 11%)

(b) Flue gas condition at the stack inlet
1) HCl 10 mg/m3N(dry 02 11%, Daily average)
2) SOx as SO2 50 mg/m3N(dry 02 11%, Daily average)

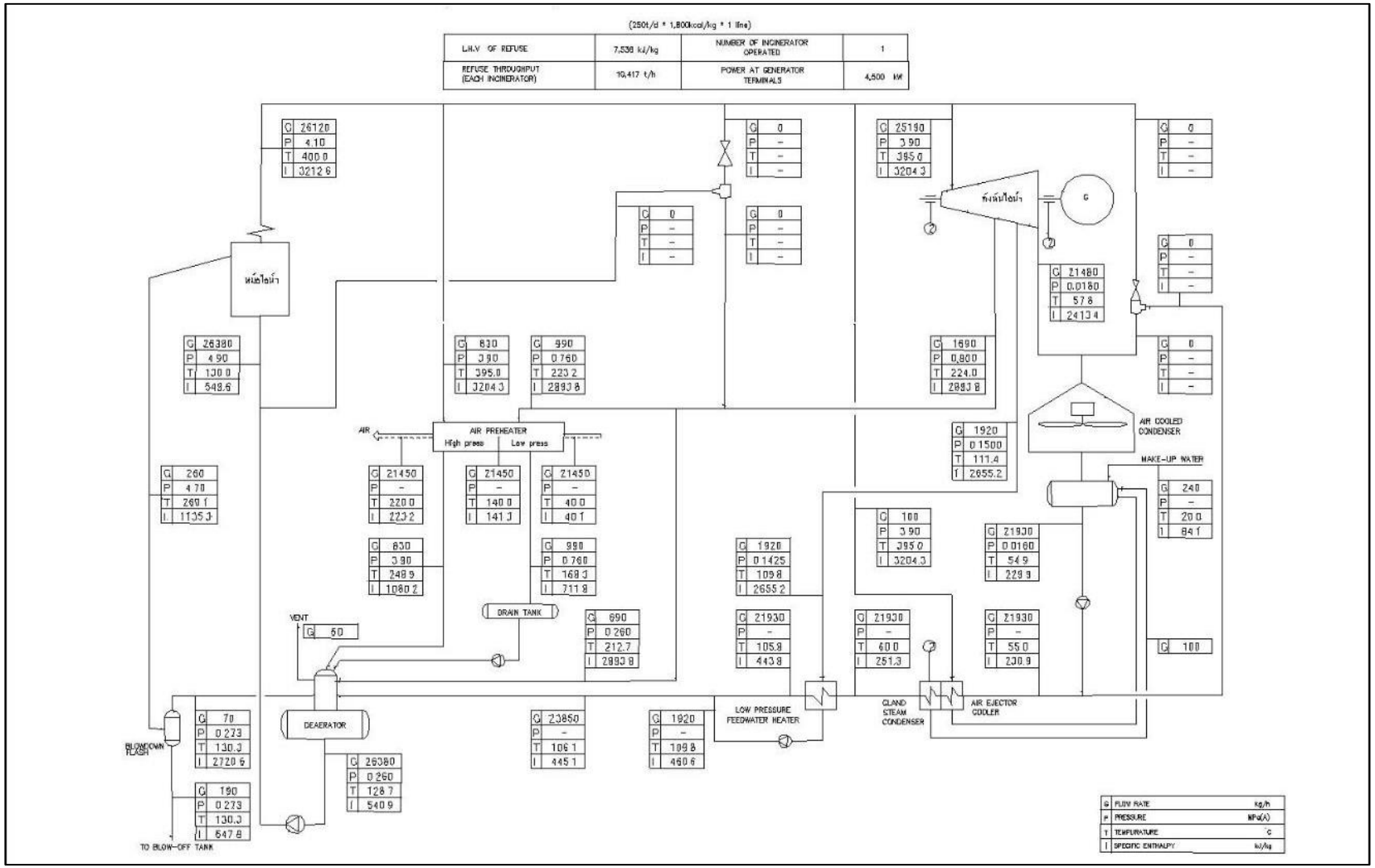
(c) Conditions chemical
1) Lime Purity1 90%
2) BET of Lime 15m2/g

(c) Biogas specification is assumed as below based on our experience
1) Average lower heat value 23,362kJ/m3N(5,580kcal/m3N)
2) Percentage of CH4 65%

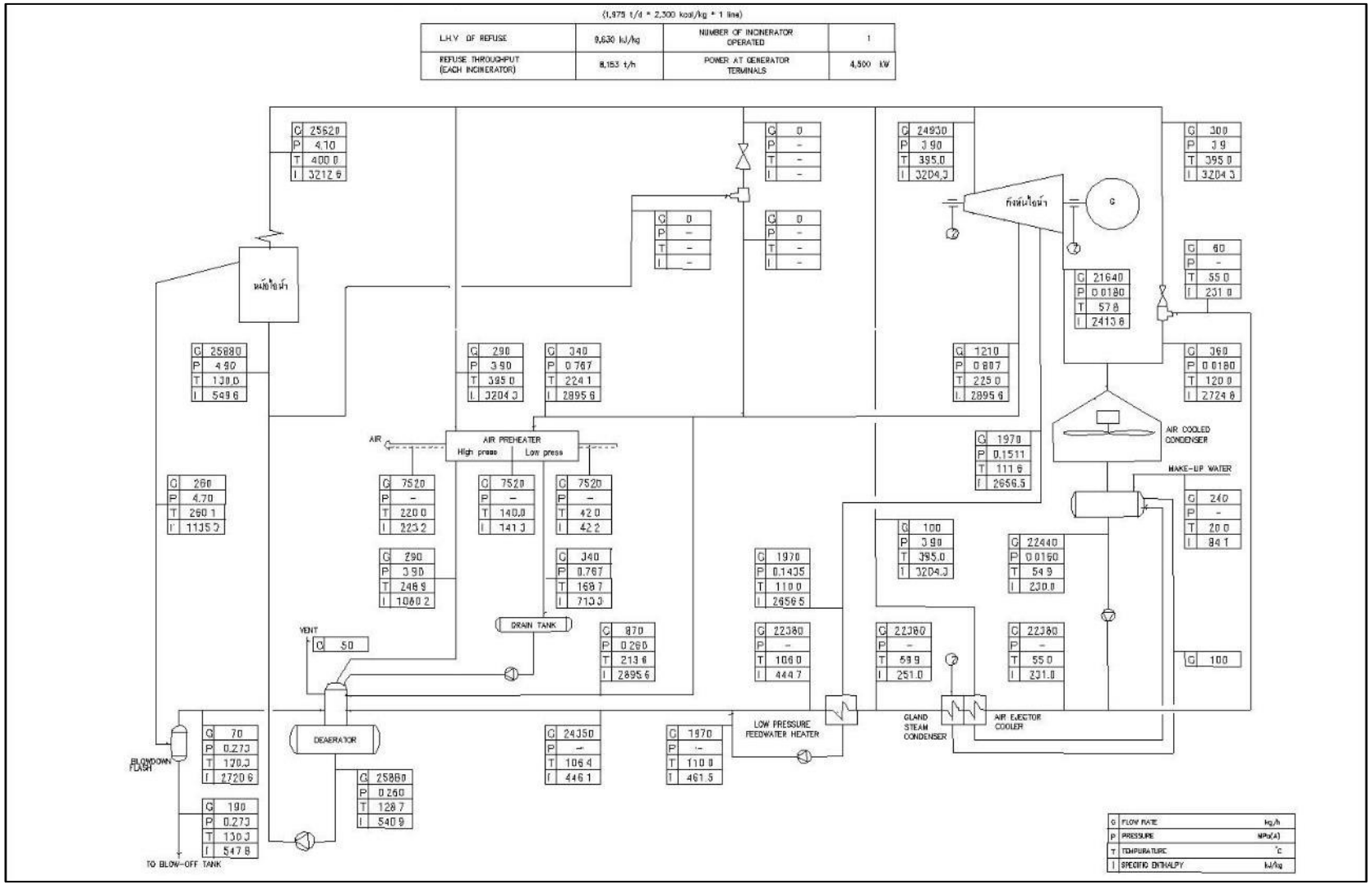
รูปที่ 10 กระบวนการทำงานของระบบเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ขนาด 500 ตันต่อวัน



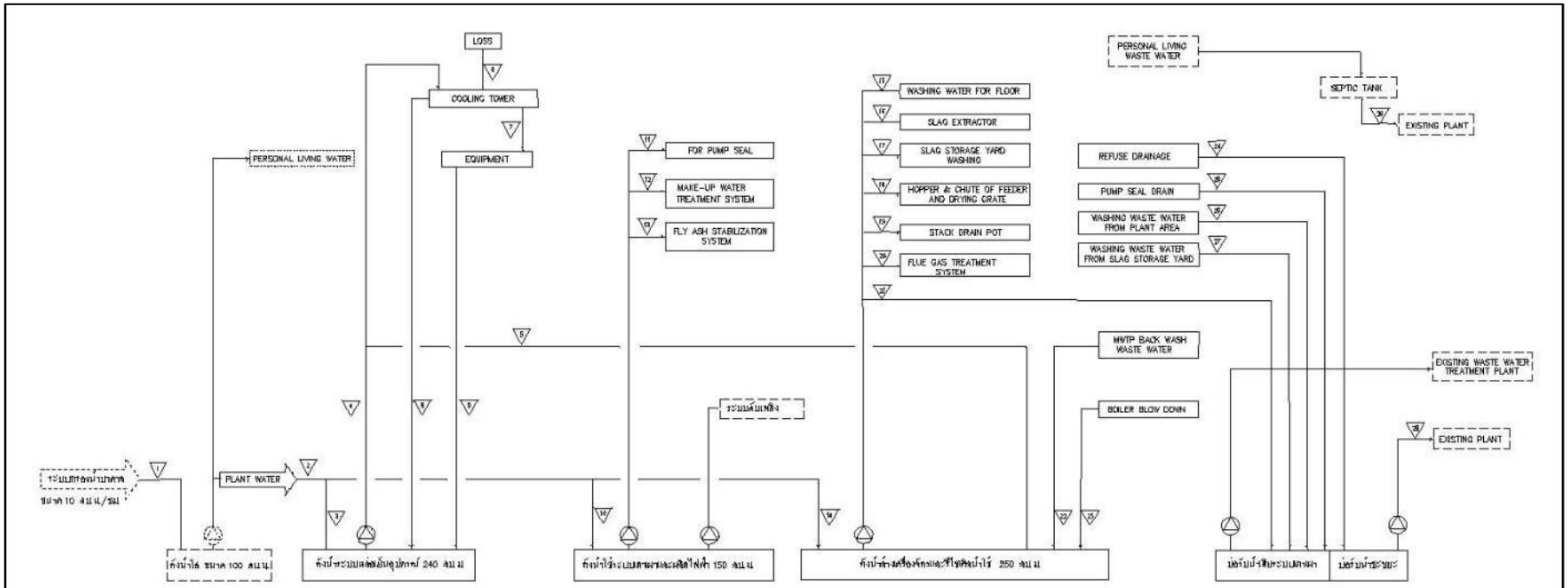
รูปที่ 11 สมดุลความร้อน ระดับต่ำ



รูปที่ 12 สมดุลความร้อน ระดับกลาง



รูปที่ 13 สมดุลความร้อน ระดับสูง



	Refuse Throughout (kg/h)	Refuse LHV (kJ/kg)	1 (t/h)	2 (t/h)	3 (t/h)	4 (t/h)	5 (t/h)	6 (t/h)	7 (t/h)	8 (t/h)	9 (t/h)	10 (t/h)	11 (t/h)	12 (t/h)	13 (t/h)	14 (t/h)	15 (t/h)	16 (t/h)	17 (t/h)	18 (t/h)	19 (t/h)	20 (t/h)	21 (t/h)	22 (t/h)	23 (t/h)	24 (t/h)	25 (t/h)	26 (t/h)	27 (t/h)	28 (t/h)	29 (t/h)
ระดับสูง	8,153	8,630	0.19	3.53	1.09	176.18	0.18	29.81	145.28	0.91	145.28	1.00	0.03	0.90	0.07	1.44	0.05	0.57	0.05	0.00	0.00	1.10	0.00	0.15	0.18	1.17	0.03	0.04	0.04	1.28	0.19
ระดับกลาง	10,417	7,538	0.19	3.95	1.11	176.19	0.19	29.80	145.28	0.92	145.28	1.02	0.03	0.90	0.09	1.82	0.05	0.84	0.05	0.00	0.00	1.21	0.00	0.15	0.18	1.17	0.03	0.04	0.04	1.28	0.19
ระดับต่ำ	10,417	5,442	0.19	3.71	1.04	176.17	0.17	29.65	145.28	0.87	145.28	0.98	0.03	0.77	0.10	1.77	0.05	0.95	0.05	0.00	0.00	0.99	0.00	0.13	0.14	1.17	0.03	0.04	0.04	1.28	0.19

Remark : All above-mentioned data including cooling water and refuse drainage are for one furnace

รูปที่ 14 สมดุลน้ำใช้และน้ำทิ้งของระบบเตาเผาเพื่อผลิตไฟฟ้า ขนาด 500 ตันต่อวัน

9. คุณลักษณะการทำงานระบบเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

1) ระบบรับและพักขยะมูลฝอยส่วนหน้า เป็นอาคารรับขยะมูลฝอยแบบบ่อพัก (Receiving bunker) ขนาด 500 ตันต่อวัน หรือ 182,500 ตันต่อปี มีระบบรวบรวมน้ำชะขยะเพื่อนำไปบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียในโครงการและเครื่องย่อยขยะชิ้นใหญ่เพื่อควบคุมปริมาณความชื้นของขยะมูลฝอย สำหรับป้อนเข้าระบบเตาเผาตามกำหนดอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

2) เตาเผาขยะมูลฝอยแบบตะกรับ ขนาด 500 ตันต่อวัน ขีดความสามารถรวมไม่น้อยกว่า 500 ตันต่อวัน หรือ 182,500 ตันต่อปี ที่ความชื้นประมาณ ร้อยละ 50 พร้อมระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเผาขนาด 4.5 MW จำนวน 2 ชุด มีกำลังการผลิตรวมไม่น้อยกว่า 9 MW โดยมีคุณลักษณะทำงานและองค์ประกอบที่สำคัญสรุปได้ดังนี้

2.1) ระบบเตาเผาขยะมูลฝอยแบบตะกรับ (Stoker grate incineration system)

2.2) ระบบลดอุณหภูมิก๊าซร้อนจากเตาเผาด้วยหม้อไอน้ำและหอลดอุณหภูมิ (Waste Heat Recovery Boiler System)

2.3) ระบบผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำ แบบ condensing (Steam turbine and generator)

2.4) ระบบน้ำใช้ (Make - up water treatment system) และบำบัดน้ำเสีย

2.5) ระบบบำบัดก๊าซไอเสีย แบบถุงกรองฝุ่นกึ่งแห้ง (Semi dry Bag filter flue gas cleaning system) พร้อมเครื่องระบายความร้อนจากก๊าซด้วยน้ำแบบฟลูอิคไดซ์เบค (Fluidized bed Reactor) ที่สามารถควบคุมการผสมปูนขาวและผงถ่าน (Activated Carbon) กับก๊าซไอเสียที่ระบายออกจากหอลดอุณหภูมิก่อนระบายเข้าเครื่องดับจับฝุ่น เพื่อดักเถ้าลอยและก๊าซไอเสียที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง (SO_2 SO_3HClและ HF) ปรอท ไดออกซิน และฟูแรน ให้อากาศที่ระบายออกจากเตาบริเวณปลายปล่องสู่บรรยากาศไม่มีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมตามค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

2.6) ระบบกำจัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_X) โดยการสเปรย์สารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 25% เข้าห้องเผาไหม้ส่วนบนที่อุณหภูมิประมาณ 850-950 องศาเซลเซียส เพื่อสลายก๊าซ NO_X (NOX-decomposition) โดยติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าบริเวณปลายปล่อง (Stack Outlet) เพื่อควบคุมปริมาณการสเปรย์แอมโมเนียให้สามารถกำจัดก๊าซ NO_X ตามค่ามาตรฐานที่กำหนด

2.7) ระบบระบายก๊าซไอเสีย (Induced Draft Fan) เพื่อควบคุมอัตราการระบายก๊าซไอเสียออกจากระบบเตาเผาและระบบทำความสะอาดก๊าซอย่างเหมาะสม โดยให้มีอัตราการระบายของก๊าซที่ปลายปล่องประมาณ 15-30 เมตรต่อวินาที ป้องกันไม่ให้เกิดเสียงดังส่งผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบ

2.8) ระบบลำเลียงเถ้าหนักและเถ้าลอย (Ash Handling System)

2.9) ระบบปรับเสถียรเถ้าเบา (Fly ash Stabilization System)

3) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นตามมาตรฐานผู้ผลิต

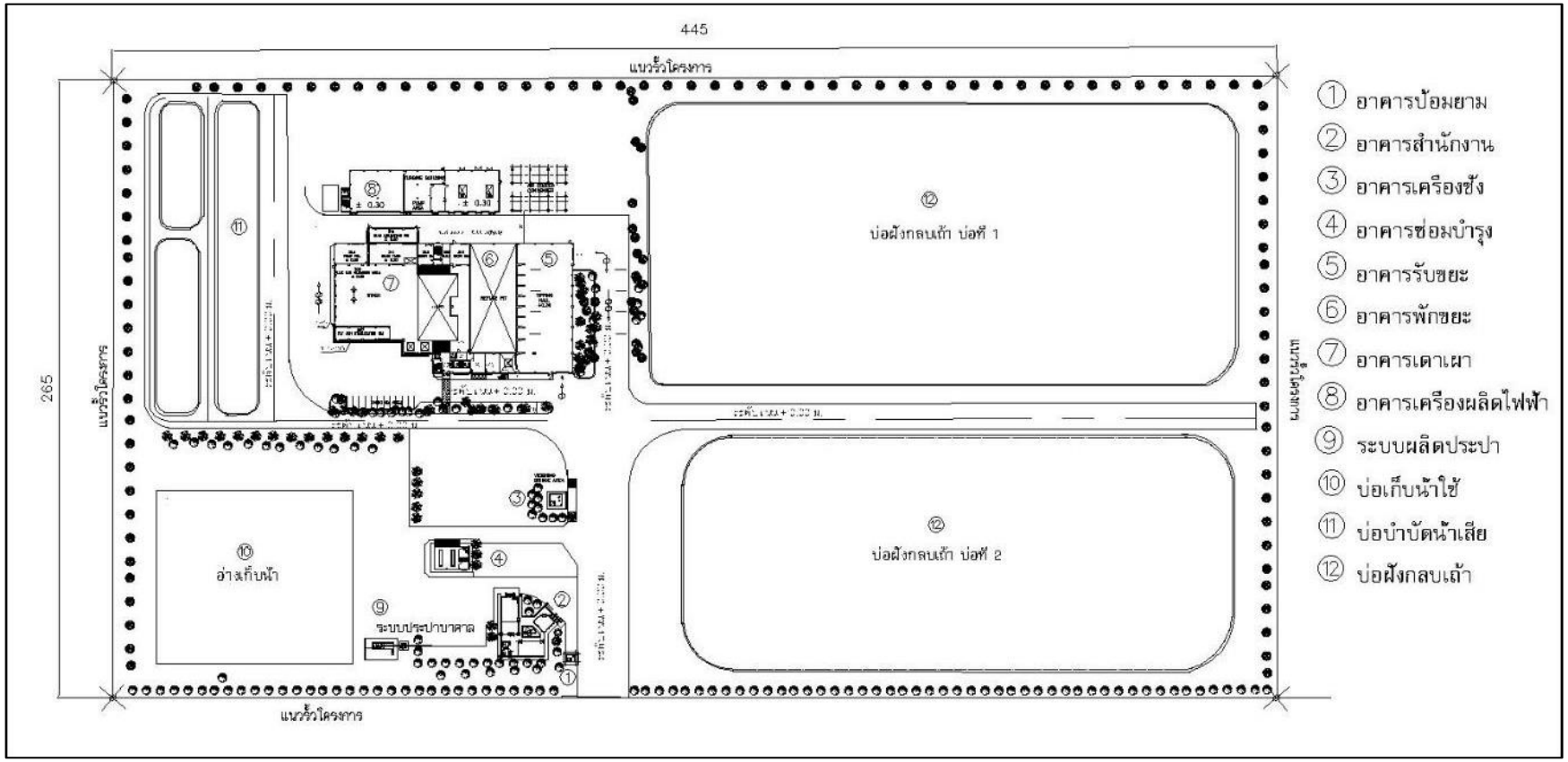
4) แบบผังบริเวณโครงการและแบบแปลนระบบเตาเผาเบื้องต้น

แผนผังบริเวณของโครงการและแบบแปลนระบบเตาเผาเพื่อผลิตไฟฟ้า ขนาด 500 ตันต่อวัน พร้อมรายการองค์ประกอบและขนาดของระบบ แสดงดังตารางที่ 6 และรูปที่ 15

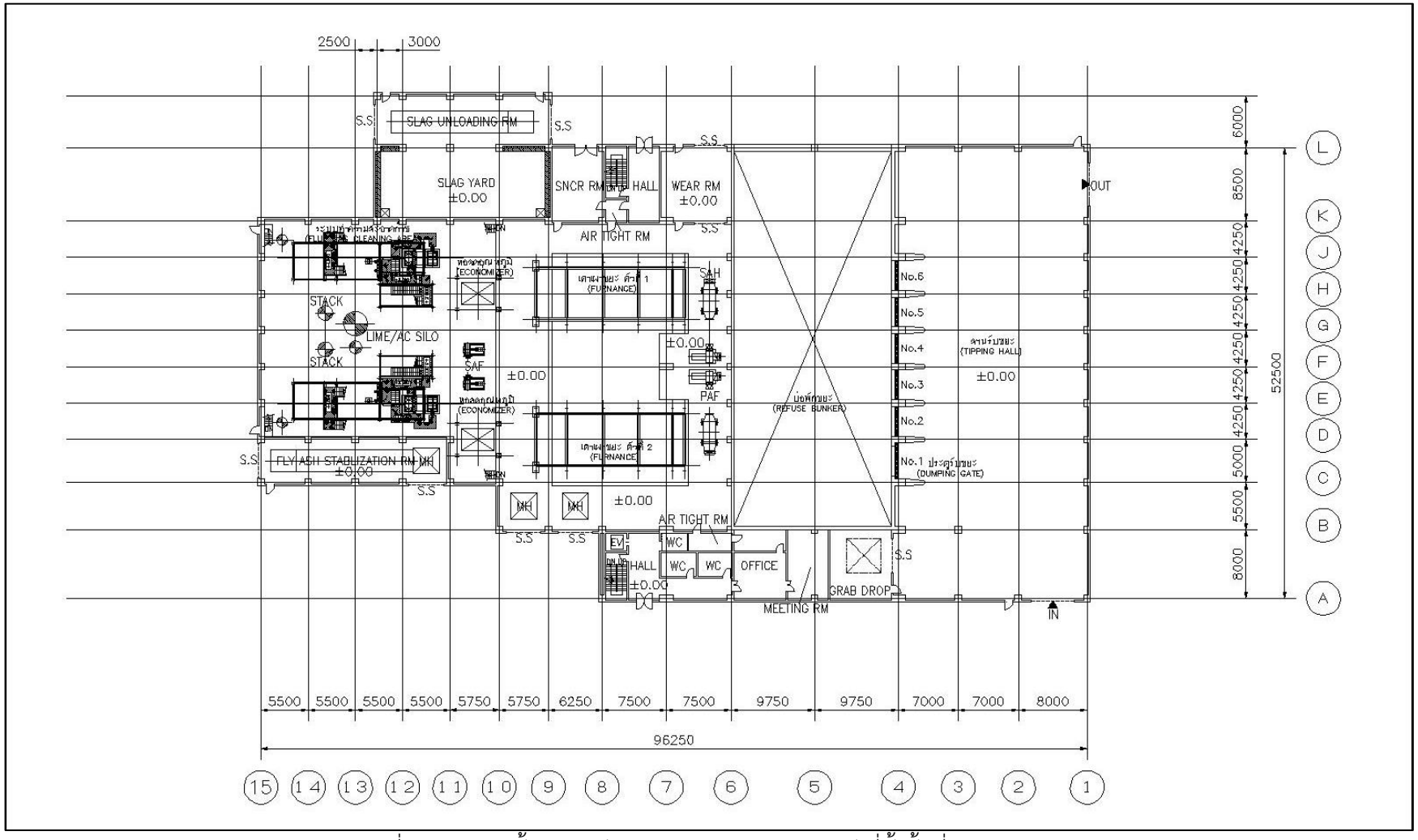
ตารางที่ 6 ขนาดและองค์ประกอบของระบบ

ลำดับที่	รายการ	ขนาด	หน่วย
1	งานเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง	74	ไร่
2	งานถนน	8,000	ตร.เมตร
3	งานประปาโครงการ	1	ชุด
4	งานสุขาภิบาลและบริเวณ	37,000	ตร.เมตร
5	งานภูมิสถาปัตย์ ภายนอกอาคาร	3,000	ตร.เมตร
6	งานก่อสร้างอาคาร		
	อาคารป้อมยาม	12	ตร.เมตร
	อาคารสำนักงาน	500	ตร.เมตร
	อาคารเครื่องชั่ง	78	ตร.เมตร
	อาคารซ่อมบำรุง	170	ตร.เมตร
	อาคารรับขยะและควบคุมเตาเผา	2,300	ตร.เมตร
	อาคารพักขยะ	1,200	ตร.เมตร
	อาคารเตาเผา	3,400	ตร.เมตร
	อาคารเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำ	1,400	ตร.เมตร
7	งานก่อสร้างบ่อฝังกลบเถ้า		
	บ่อที่ 1	22	ไร่
	บ่อที่ 2	16	ไร่
8	งานก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย	4,000	ตร.เมตร
9	งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ระบบเตาเผา ประกอบด้วย		
	ระบบป้อนขยะมูลฝอย	2	ชุด
	ระบบเตาเผาขยะมูลฝอยแบบตะกรับ	2	ชุด
	ห้องเผาไหม้ ระบบหม้อไอน้ำและหอลดอุณหภูมิ	2	ชุด
	ระบบทำความสะอาดก๊าซไอเสีย	2	ชุด
	ระบบระบายก๊าซไอเสีย และระบบติดตามคุณภาพอากาศ	2	ชุด
	ระบบกังหันไอน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	2	ชุด

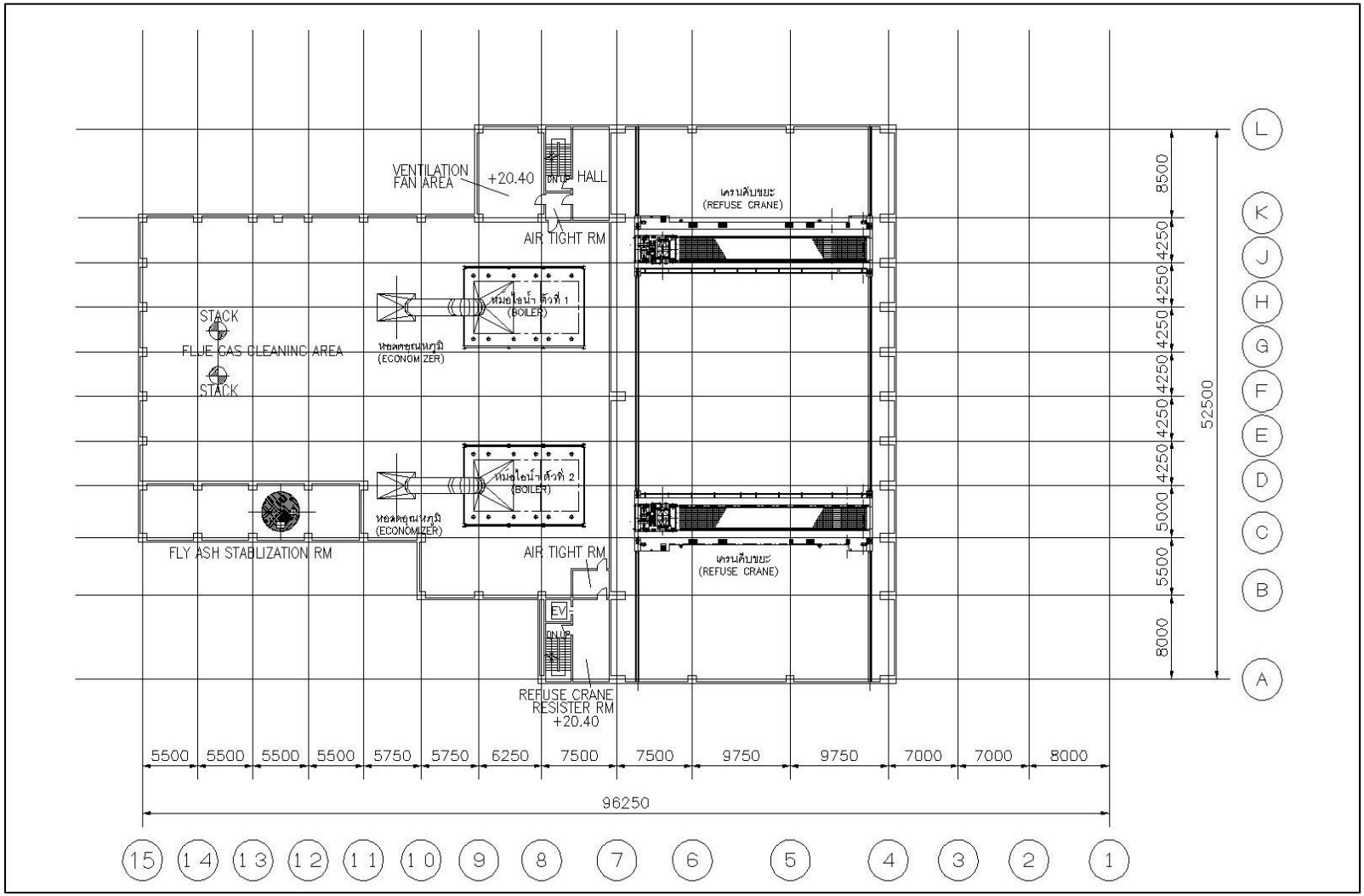
ลำดับที่	รายการ	ขนาด	หน่วย
	ระบบกรองน้ำใช้ในระบบ	1	ชุด
	ระบบบำบัดน้ำเสีย	1	ชุด
	ระบบจัดการเถ้าลอยและเถ้าหนัก	2	ชุด
	เครื่องสูบน้ำ เครื่องอัดอากาศ พัดลมดูดอากาศและพัดลมระบายอากาศเสีย ทั้งระบบ	2	ชุด
	ระบบท่อ วาล์วและอุปกรณ์ประกอบ	2	ชุด
	ระบบไฟฟ้ารวมงานขยายเขตไฟฟ้า 22 k V	2	ชุด
	ระบบควบคุม	2	ชุด
	ระบบและอุปกรณ์อำนวยความสะดวก	1	ชุด



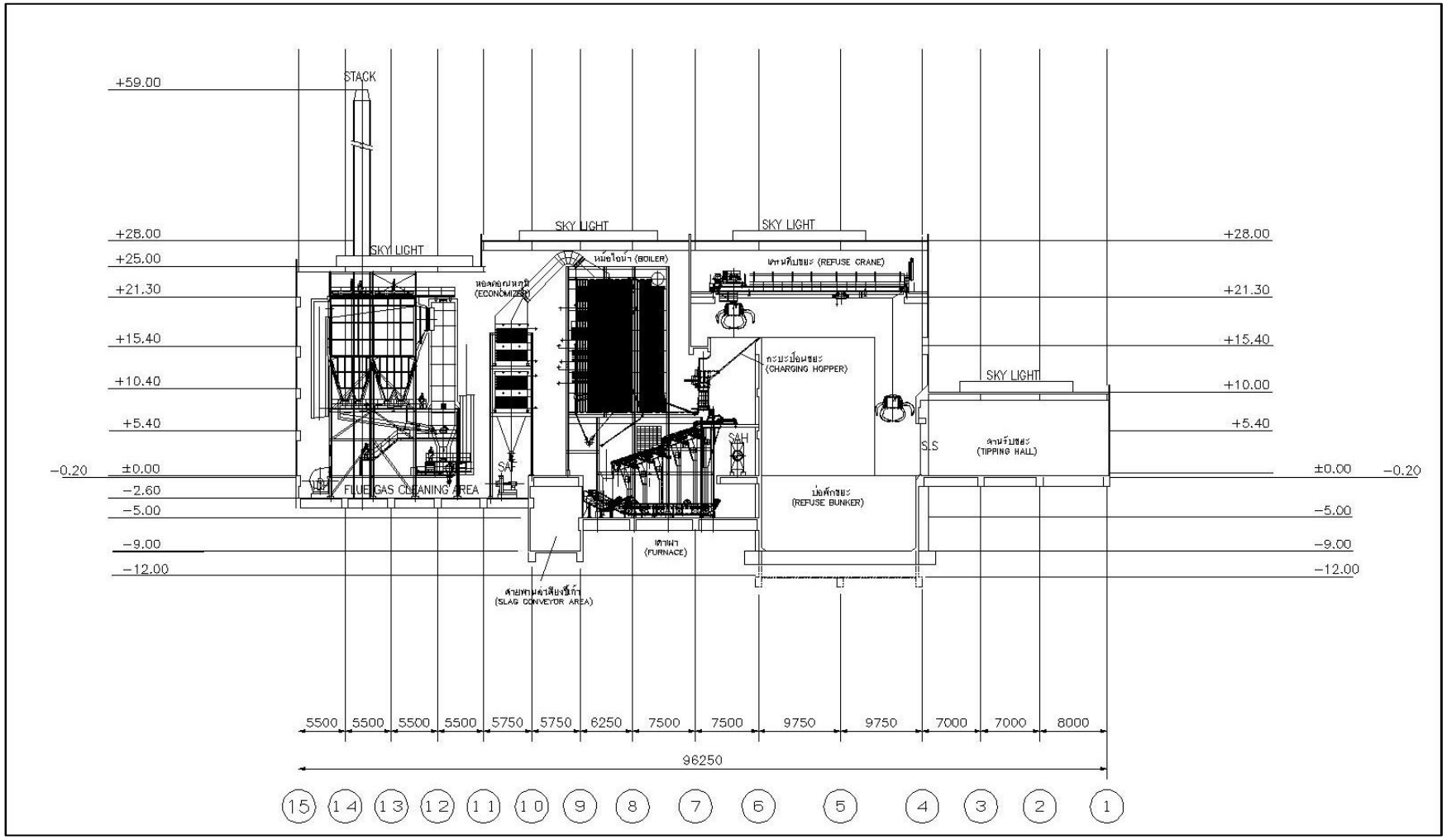
รูปที่ 15 ผังบริเวณ (Layout plan) โรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ขนาด 500 ตันต่อวัน



รูปที่ 16 แบบติดตั้งอาคารรับขยะมูลฝอยและเตาเผา ผังที่ตั้งชั้นที่ 0.00 เมตร



รูปที่ 17 แบบติดตั้งอาคารรับขยะมูลฝอยและเตาเผา ผังที่ตั้งชั้นที่ +20.40 เมตร



รูปที่ 18 รูปตัดของเตาเผาตามแนวยาว อาคารรับขยะมูลฝอยและเตาเผา

10. การประมาณราคาค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการบำรุงรักษา

10.1 ราคาในการก่อสร้างระบบ

ในการคำนวณราคาในการก่อสร้างจะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1) งานโยธาโครงสร้าง ราคาในส่วนนี้จะคำนวณโดยอาศัยแบบเบื้องต้นของระบบ
2) งานเครื่องจักรกล จะคำนวณจากราคาปัจจุบันของเครื่องจักรกลที่จำเป็น ในองค์ประกอบหลักของระบบเท่านั้น
3) งานไฟฟ้าและระบบควบคุม จะคำนวณจากราคาปัจจุบันที่ใช้ในระบบ
4) ค่าเผื่อเหลือเผื่อขาด คิดเป็นร้อยละ 10 ของงานในแต่ละส่วน
5) Factor F คำนวณตามค่าราคาโรงงาน โดยใช้ค่า Factor F ในปีล่าสุด
6) ภาษีมูลค่าเพิ่ม คิดเป็นร้อยละ 7 ของราคางานเครื่องจักรกล และอุปกรณ์ทั้งหมด

10.2 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาระบบกำจัดขยะมูลฝอย

ในการประเมินค่าดำเนินการและบำรุงรักษาระบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ค่าจ้างบุคลากร กำหนดค่าจ้างตามมาตรฐานบุคลากร โดยแบ่งตามตำแหน่งหน้าที่รับผิดชอบ
2) ค่าบำรุงรักษา แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่
   - งานอาคาร ได้แก่ ค่าบำรุงรักษาในส่วนอาคารและองค์ประกอบต่างๆ ภายในระบบบำบัด คิดค่าบำรุงรักษาร้อยละ 0.50 ต่อปีของมูลค่าการก่อสร้าง
   - งานทาง ได้แก่ ค่าบำรุงรักษาในส่วนของถนนงานคันบ่อต่างๆ คิดค่าบำรุงรักษาร้อยละ 0.10 ต่อปีของมูลค่าการก่อสร้าง
   - งานเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ คิดค่าบำรุงรักษาร้อยละ 3.0 ต่อปีของมูลค่างานเครื่องจักรกลและอุปกรณ์
3) ค่าไฟฟ้า คิดเป็น 2 ส่วน ได้แก่
   - อัตราค่าไฟฟ้า คิดในอัตรา 3.7 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง
   - ค่า FiT ระยะเวลาสนับสนุน 20 ปี

4) ค่าสารเคมี มีส่วนสารเคมีที่ใช้ในระบบ ได้แก่

- ค่าคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค (ชนิดผง) ราคา 50 บาทต่อกิโลกรัม(คลอรีน 65%)
- ค่าโพลิเมอร์

ตารางที่ 7 การประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบเตาเผาขยะมูลฝอย 500 ตันต่อวัน

ลำดับ	รายการ	ปริมาณงาน	หน่วย	อัตราต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
	ส่วนที่ 1 หมวดงานอาคาร				
1	**งานภายนอกอาคาร**				
1.1	งานถมดินและปรับระดับพื้นที่	47,000	ลบ.ม.	220	10,340,000
1.2	ระบบประปาโครงการ	1	รวม	2,000,000	2,000,000
1.3	งานระบบสุขาภิบาลบริเวณ	37,000	ตร.ม.	100	3,700,000
1.4	งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างและสื่อสารบริเวณ	10,000	ตร.ม.	100	1,000,000
1.5	งานถนนคสล.	8,000	ตร.ม.	400	3,200,000
1.6	งานแท่นเครื่องคสล.	1	ชุด	80,000	80,000
1.7	บ่อเก็บน้ำดิบ	4,000	ตร.ม.	200	800,000
1.8	งานรั้ว(ลวดหนาม)	1,200	เมตร	250	300,000
1.9	งานรั้ว (ตาข่าย)ประตู	250	เมตร	1,600	400,000
1.10	งานจัดภูมิทัศน์ (สวนหย่อม ทางเท้า โรยหิน)	3,000	ตร.ม.	250	750,000
	รวม 1				22,570,000
2	**งานก่อสร้างอาคาร**				
2.1	อาคารป้อมยาม	12	ตร.ม.	11,000	132,000.00
2.2	อาคารสำนักงาน	500	ตร.ม.	11,000	5,500,000
2.3	อาคารเครื่องชั่ง	78	ตร.ม.	16,000	1,248,000.00
2.4	อาคารซ่อมบำรุง	170	ตร.ม.	16,000	2,720,000
2.5	อาคารรับขยะและควบคุมเตาเผา	2,300	ตร.ม.	22,300	51,290,000

ลำดับ	รายการ	ปริมาณงาน	หน่วย	อัตราต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
2.6	อาคารพักขยะ	1,200	ตร.ม.	32,300	38,760,000
2.7	อาคารเตาเผา	3,400	ตร.ม.	26,300	89,420,000
2.8	อาคารเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำ	1,400	ตร.ม.	22,300	31,220,000
	รวม 2				220,290,000
3	**งานก่อสร้างบ่อฝังกลบเถ้า**				
3.1	บ่อที่ 1	22	ไร่	1,625,000	35,750,000
3.2	บ่อที่ 2	16	ไร่	1,625,000	26,000,000
	รวม 3				61,750,000
4	**งานก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย**	3	ไร่	1,200,000	3,600,000
5	**งานก่อสร้างบ่อตรวจติดตามคุณภาพน้ำ**	3	บ่อ	56,000	168,000
	รวมหมวดงานอาคาร				**308,378,000**
	ราคารวม Factor F (1.1857)				**365,643,794.60**
	ส่วนที่ 2 หมวดงานระบบเฉพาะ				
1	ระบบเตาเผาเพื่อผลิตพลังงาน	2	ชุด	881,300,000	1,762,600,000
2	อุปกรณ์ระบบประปาโครงการ	1	เหมา	300,000	300,000
3	อุปกรณ์ระบบชั่งน้ำหนัก	1	ชุด	907,500	907,500
	รวมหมวดงานระบบเฉพาะ				**1,763,807,500**
	ราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%)				**1,887,274,025**
	รวม (ส่วนที่ 1+2)				**2,252,917,820**
	ส่วนที่ 3 งานควบคุมก่อสร้าง				
	งานควบคุมก่อสร้าง	1	เหมา	65,464,040	65,464,040
	ราคางานออกแบบวิศวกรรม				**65,464,040**
	รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด				**2,318,381,860**

ตารางที่ 8 ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบ (บุคลากร)

ลำดับ	ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่ (คน-เดือน)	อัตรา (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
1	**บุคลากรบริหาร-งานธุรการ**			
1.1	ผู้จัดการโรงงาน	1	85,000	85,000
1.2	ผู้จัดการฝ่ายธุรการ	1	85,000	85,000
1.3	ผู้จัดการปฏิบัติการ	1	85,000	85,000
1.4	วิศวกรเครื่องกล	1	85,000	85,000
1.5	วิศวกรไฟฟ้าและเครื่องมือ	1	68,000	68,000
1.6	เจ้าหน้าที่อาชีวอนามัยและความปลอดภัย	1	40,000	40,000
1.7	ธุรการสำนักงาน	1	25,000	25,000
1.8	เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	3	20,000	60,000
1.9	เจ้าหน้าที่ทำความสะอาด	1	15,000	15,000
	รวม 1	**11**	**508,000**	**548,000**
2	**บุคลากรปฏิบัติการระบบผลิตพลังงานแบบความร้อน**			
2.1	platform observer	2	52,000	104,000
2.2	เจ้าหน้าที่ขับรถตักขี้เถ้า	8	52,000	416,000
2.3	หัวหน้ากะ	4	52,000	208,000
2.4	เจ้าหน้าที่ควบคุมเครน	4	52,000	208,000
2.5	เจ้าหน้าที่ควบคุมเตาเผา/หม้อต้มไอน้ำ	12	52,000	624,000
2.6	Mechanical Equipment Management staff	4	58,000	232,000
2.7	E & I Equipment Management staff	4	58,000	232,000
2.8	เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง	2	58,000	116,000
2.9	พนักงานคัดแยกขยะขนาดใหญ่บนลานรับขยะและควบคุมเครื่องย่อย	2	15,000	30,000

ลำดับ	ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่ (คน-เดือน)	อัตรา (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
	รวม 2	42	449,000	2,170,000
	รวมทั้งหมด (1+2)	53	957,000	2,718,000

หมายเหตุ : เจ้าหน้าที่ ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ประจำและเจ้าหน้าที่รายกะ จำนวน 3 กะ + Standby

ตารางที่ 9 สรุปค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษาโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ขนาด 500 ตันต่อวัน

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ค่าใช้จ่าย
1	ค่าใช้จ่ายคงที่สำหรับบุคลากรและการบริหารในปีแรกของการเดินระบบประมาณ(1.45% ของมูลค่าโครงการ)	บาท/ปี	32,616,000
2	ค่าใช้จ่ายผันแปรในปีแรกที่เริ่มเดินระบบประมาณ (1.00% ของมูลค่าโครงการ)	บาท/ปี	22,500,000
3	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาประจำปีในปีแรกที่เริ่มเดินระบบประมาณ(1.00% ของมูลค่าโครงการ)	บาท/ปี	22,500,000
4	ค่าใช้จ่ายในการซ่อม เปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักรทุก 4 ปี สำหรับปีที่ 5 (2.50% ของมูลค่าโครงการ)	บาท/ครั้ง	56,250,000
	รวม		**133,866,000**

11 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการมีส่วนร่วมของเอกชนในการลงทุนและบริหารดำเนินการระบบกำจัดขยะมูลฝอยจึงให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ทางการเงิน แต่เนื่องจาก เป็นโครงการที่ต้องการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตซึ่งเป็นผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจของโครงการ(Economic Benefit) นอกเหนือจากผลประโยชน์ด้านการเงินที่แสดงรายละเอียดในการวิเคราะห์ด้านการเงิน

ในส่วนของต้นทุนทางเศรษฐกิจ (Economic Cost) โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ของที่ดินที่ใช้สำหรับการก่อสร้างจะไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากโครงการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย นี้ตั้งอยู่ในพื้นที่เดิมซึ่งเป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยอยู่แล้วซึ่งไม่ก่อให้เกิดต้นทุนการเสียโอกาสแต่อย่างใด

ดังนั้น ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ จะเป็นการนำเสนออัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Project Internal Rate of Return) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ(Net Present Value of Project)

11.1 ข้อมูลการลงทุนของโครงการ

รายละเอียดของโครงการ	จำนวนเงิน(ล้านบาท)
งานก่อสร้างภายนอกอาคาร	26.76
งานก่อสร้างอาคาร	261.20
งานก่อสร้างบ่อฝังกลบเถ้าและบ่อบำบัดน้ำเสีย	77.68
งานเครื่องจักรและระบบ	1,887.27
รวมงบประมาณในการลงทุน	**2,252.92**
คิดเพียง	**2,250.00**

11.2 การกำหนดค่าทางการเงินและเทคนิคในการวิเคราะห์

ข้อกำหนด	หน่วย	ค่า	หมายเหตุ
1. ข้อกำหนดทางการเงิน			
1.1 สัดส่วนการลงทุนในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินนี้ใช้สัดส่วนของวงเงินกู้ยืมจากสถาบันการเงินต่อเงินลงทุน (Debt to Equity Ratio)		1:1	
1.2 เงินกู้ยืมประเภทเงินกู้ชำระคืนเงินต้นเท่ากันทุกงวด			
- มีระยะปลอดชำระเงินต้น	ปี	3	นับจากเริ่มใช้วงเงิน
- ระยะเวลาชำระเงินต้น	ปี	10	
- อัตราดอกเบี้ย	%	7.00	
1.3 สิทธิด้านภาษี ยกเว้นภาษีรายได้นิติบุคคล	ปี	8	หลังเริ่มเดินระบบ[2]
1.4 ค่าเสื่อม คิดค่าเสื่อมเฉลี่ยเส้นตรง	ปี	20	

[2] *ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/2557 เรื่องนโยบายและหลักเกณฑ์การส่งเสริมการลงทุน*

ข้อกำหนด	หน่วย	ค่า	หมายเหตุ
1.5 อัตราการปรับเพิ่ม (Escalation factor) กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราต่างๆ ดังนี้			
- อัตราFiTแปรผัน	% ต่อปี	1.50	
- ค่าธรรมเนียมกำจัดขยะ	% ต่อปี	1.00	
- ค่าใช้จ่ายผันแปร	% ต่อปี	1.00	
- ค่าบำรุงรักษาประจำปี	% ต่อปี	1.00	
2. ข้อกำหนดทางเทคนิค		ขนาดระบบ 100%	ขนาดการวิเคราะห์ 96%
2.1 ขนาดของโครงการ			
- ขีดความสามารถในการรองรับขยะ(2x250 ตันต่อวัน)	ตันต่อวัน	500.00	
- ปริมาณขยะเข้าสู่เตาเผา	ตันต่อวัน	500.00	
	ตันต่อชั่วโมง	20.83	
- ค่าความร้อนของขยะ	kJ/kg	7,536.24	
	Kcal/kg	1,800	
- ชั่วโมงเดินระบบในรอบปี	ชั่วโมง	8,000	7,680
- ประสิทธิภาพโรงเตาเผา (Heat rate)	%	22.32	21.50
2.2 ผลผลิต			
- พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	MWh	77,920	72,013
	MW	9.74	9.38
- พลังงานไฟฟ้าที่คาดจะจำหน่ายเข้าระบบ	MW	8.32	7.97
- ประสิทธิภาพการเดินระบบ (Plant Factor)	%	91.45	91.45
- กากคัดทิ้งและเถ้าที่ต้องกำจัด	ตันต่อวัน	50	50
- ปริมาณน้ำเสียจากหลุมรับขยะและขยะอินทรีย์อื่นๆ	ตันต่อวัน	50	50
3. ข้อกำหนดในการเดินระบบ			
3.1 ต้นทุนในการเดินระบบ			
- ค่าใช้จ่ายคงที่สำหรับบุคลากรและการบริหารในปีแรกของการเดินระบบ ประมาณ	%ของมูลค่าของโครงการ	1.45	

ข้อกำหนด	หน่วย	ค่า	หมายเหตุ
- ค่าใช้จ่ายผันแปรในปีแรกที่เริ่มเดินระบบประมาณ	%ของมูลค่าของโครงการ	1.00	
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาประจำปีในปีแรกที่เริ่มเดินระบบประมาณ	% ของมูลค่าของโครงการ	1.00	
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อม เปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักรทุก 4 ปีสำหรับปีที่ 5	% ของมูลค่าของเครื่องจักรและงานติดตั้ง	2.50	
- ระยะเวลาสัญญารับซื้อพลังงานไฟฟ้า	ปี	20	
- กำหนดอัตราค่าตอบแทนในการใช้ที่ดินสำหรับโครงการ	ล้านบาทต่อปี	1	ตลอดระยะเวลาของโครงการ
- กองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า[3]			
4. อัตราค่าใช้จ่ายและรายรับของโครงการ			
กรณีFeed-in Tariff (FiT)[4] กรณีที่กำลังผลิตติดตั้ง มากกว่า 3 เมกะวัตต์			
- FiT_F		2.39	
- FiT_{V2560}		2.69	
- FiT		5.08	
- ระยะเวลาสนับสนุน	ปี	20	
- FiT Premium 8 ปีแรก		0.70	
โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของ FiT_V	%ต่อปี[5]	1.5	

[3] *ภาคผนวก B กองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า*

[4] *ประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน 2558*

[5] *อัตรา FiT_V จะเพิ่มขึ้นต่อเนื่องตามอัตราเงินเฟ้อขั้นพื้นฐาน (Core Inflation) ใช้ค่าเฉลี่ย 1.5%*

ข้อกำหนด	หน่วย	ค่า	หมายเหตุ
ค่าฝังกลบขยะ เถ้าและเศษวัสดุคัดทิ้ง	บาทต่อตัน	350	

หมายเหตุ รายละเอียดแสดงดังภาคผนวกC

11.3 ระยะเวลาของโครงการ

เนื่องจากระยะเวลาการสนับสนุนของ FiTกำหนดไว้ 20 ปี และไม่สามารถคาดเดาถึงนโยบายการสนับสนุนของรัฐภายหลังจากสิ้นสุดระยะเวลาดังกล่าว ดังนั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนของโครงการ จึงกำหนดให้อายุของโครงการเป็นระยะเวลา 20 ปีสอดคล้องกับระยะเวลาการสนับสนุน FiT

11.4 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

1) ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

ต้นทุนทางเศรษฐกิจ (Economic Cost) ที่สำคัญคือต้นทุนการเสียโอกาสในการใช้ประโยชน์ของที่ดินที่ใช้สำหรับการก่อสร้างโครงการ ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการนำเสนออัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Project Internal Rate of Return) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value of Project)

<u>ที่อัตราค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย 500 บาทต่อตัน</u>

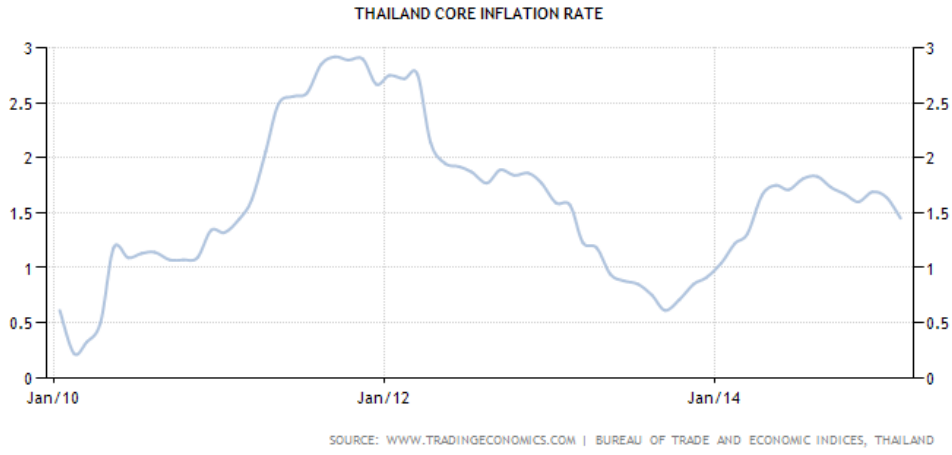
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Project Internal Rate of Return) = 13.85%

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ(Net Present Value) = 1,212.61 ล้านบาท

<u>ที่อัตราค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย 300 บาทต่อตัน</u>

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Project Internal Rate of Return) = 11.79%

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ(Net Present Value) = 823.34 ล้านบาท



2) ผลของการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

พบว่าการลงทุนในโครงการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย ช่วยให้ระบบกำจัดขยะมูลฝอยทั้งระบบมีประสิทธิภาพและมีความเป็นไปได้ในการลงทุนไม่ว่าจะโดยรัฐหรือเอกชน กรณีของการลงทุนโดยเอกชนปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจของเอกชนคืออัตราผลตอบแทนที่เกิดขึ้นเฉพาะในสัดส่วนของเงินลงทุนของเอกชน (IRR on Equity) ประมาณ 15% ซึ่งโครงการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย จะให้ผลตอบแทนตามอัตราค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย

เมื่อกำหนดอัตราค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย 500 บาทต่อตัน
อัตราผลตอบแทนในสัดส่วนของการลงทุนก่อนหักภาษีรายได้นิติบุคคล = 19.44%
อัตราผลตอบแทนในสัดส่วนของการลงทุนหลังหักภาษีรายได้นิติบุคคล = 18.55%
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) 6 ปี

ที่อัตราค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย 300 บาทต่อตัน
อัตราผลตอบแทนในสัดส่วนของการลงทุนก่อนหักภาษีรายได้นิติบุคคล = 15.71%
อัตราผลตอบแทนในสัดส่วนของการลงทุนหลังหักภาษีรายได้นิติบุคคล = 14.81%
ระยะเวลาคืนทุน 7 ปี

การแจกแจงอัตราเฉลี่ยต้นทุนและรายรับของโครงการต่อหน่วยน้ำหนักขยะมูลฝอย

อายุโครงการ 20 ปี	อัตราเฉลี่ยต่อปี (ล้านบาท)	อัตราเฉลี่ยต่อน้ำหนัก (บาท/ตัน)
ต้นทุนการลงทุน/การเงิน (Capital Cost)	138.50	759.15
ต้นทุนเดินระบบ/บำรุงรักษา(Operation Cost)	90.11	493.74
รายรับจากการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า	323.58	1,773.03

12. การนำผลการศึกษาฯ ไปพิจารณาปรับใช้ในการพัฒนาโครงการผลิตพลังงานจากขยะ

ตามความเห็นของที่ปรึกษา พื้นที่ที่สามารถนำผลการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ขนาด 500 ตันต่อวัน ไปพิจารณาปรับใช้ได้ ควรเป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ที่ปัจจุบันดำเนินการกำจัดขยะตั้งแต่ 250 ตันต่อวัน จนถึง 500 ตันต่อวัน โดยโรงเตาเผาขยะฯ ควรสามารถรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในอนาคต รวมทั้งสามารถใช้ผลิตพลังงานจากขยะที่รื้อร่อนจากบ่อฝังกลบ ซึ่ง

ปัจจุบันจำเป็นจะต้องดำเนินการเนื่องจากส่วนใหญ่บ่อฝังกลบขยะเต็มและไม่สามารถจัดหาพื้นที่กำจัดขยะแห่งใหม่ได้

จากข้อมูลโครงการศึกษาปรับปรุงข้อมูลศักยภาพพลังงานขยะของ พพ. พบว่า ปัจจุบันมี อปท.ที่ดำเนินการกำจัดขยะตั้งแต่ 250 ตันต่อวันขึ้นไปและยังไม่มีการก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากขยะ(ขยะใหม่) รวมทั้งมีพื้นที่สำหรับดำเนินโครงการ (ไม่ได้นำขยะไปกำจัดในสถานที่ของ อปท. อื่น หรือกำจัดขยะสถานที่ของเอกชน) ประมาณ 4 แห่ง (ตารางที่ 10) ที่อาจนำผลการศึกษาไปพิจารณาปรับใช้ได้ แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณาตามความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่นในด้านต่างๆ ตามที่ได้นำเสนอไปแล้วในหัวข้อ 3.2 ถึง 3.4 และความต้องการของแต่ละท้องถิ่นซึ่งแตกต่างกันด้วย (ปัจจุบัน อปท. ต่างๆ ดังกล่าวส่วนใหญ่อยู่ในขั้นตอนพัฒนาโครงการผลิตพลังงานจากขยะแล้ว

ตารางที่ 10 ตัวอย่าง อปท.ที่สามารถนำผลการศึกษาความเป็นไปได้ฯ ไปพิจารณาปรับใช้ในการพัฒนาโครงการผลิตพลังงานจากขยะ

อปท.	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)			สถานภาพการกำจัดขยะในปัจจุบัน
	ขยะของ อปท.เอง	ขยะของ หน่วยงานอื่น	รวม	
ทน.อุดรธานี	160	90	250	กำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบที่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย บ้านโคกหาด ต.หนองนาคำ อ.เมือง จ.อุดรธานี ซึ่งปัจจุบันเทศบาลได้คัดเลือกเอกชนเข้าร่วมดำเนินการโครงการผลิตพลังงานจากขยะเรียบร้อยแล้ว โดยเป็นการผลิตเชื้อเพลิง RDF
ทม.วารินชำราบ	25	225	250	กำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบที่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ต.ดอนผอุง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ซึ่ง จ.อุบลฯ มีนโยบายให้เทศบาลเป็นหน่ยงานหลักในการดำเนินโครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะ
อบจ.ระยอง	-	250-300	250-300	กำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบที่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ม.3 ต.น้ำคอก อ.เมือง จ.ระยอง และทำการคัดแยกขยะพลาสติกส่งจำหน่ายให้

อปท.	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)			สถานภาพการกำจัดขยะในปัจจุบัน
	ขยะของ อปท.เอง	ขยะของ หน่วยงานอื่น	รวม	
				โรงปูนของเอกชนที่ จ.สระบุรี และได้รับการอนุมัติงบประมาณในการก่อสร้างโรงงานคัดแยกขยะเพื่อผลิตเชื้อเพลิง RDF และผลิตปุ๋ยแล้ว
ทน.นครศรีธรรมราช	135	110	245	กำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบที่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย บ้านทุ่งท่าลาด ม.2 ต.นาเคียน อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช และอยู่ในขั้นตอนการทำ TOR เพื่อคัดเลือกเอกชนเข้ามาดำเนินการกำจัดขยะให้จังหวัดพิจารณา (สถานที่กำจัดขยะปัจจุบันมีข้อจำกัดในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าจากขยะเนื่องจากติดปัญหาผังเมือง)

นอกจากนี้ อปท. ต่างๆ ดังที่กล่าวไปแล้ว ผลการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการโรงเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาด 500 ตันต่อวัน ที่นำเสนอในบทนี้ ยังอาจสามารถนำไปพิจารณาสำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพในการแปรรูปขยะเป็นพลังงานซึ่งเกิดจากการรวมกลุ่มพื้นที่เพื่อจัดตั้งศูนย์กำจัดขยะ (มีปริมาณขยะกำจัดมากกว่า 300 ตันต่อวัน) ซึ่งจากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษพบว่า ในเบื้องต้นมีจำนวน 53 แห่งทั่วประเทศ ตามความเหมาะสมต่อไป

ภาคผนวก A ข้อมูลคุณลักษณะของขยะมูลฝอย

	% กพ.		% โดยน้ำหนัก							รวม
องค์ประกอบขยะ	% โดยน้ำหนัก	ความชื้นตั้งต้น %	C	H	O	N	S	Cl	A	100
เศษอาหาร	51.93	82	0.480	0.0640	0.3260	0.0260	0.0040	-	0.1000	1.000
กระดาษ	8.70	42	0.435	0.0600	0.4400	0.0030	0.0020	-	0.0600	1.000
กระดาษลัง กล่องกระดาษ			0.440	0.0590	0.4460	0.0030	0.0020		0.0500	1.000
พลาสติก	13.67	40	0.600	0.0720	0.2280	0.0000	0.0000	-	0.1000	1.000
เศษผ้า,สิ่งทอ	2.97	40	0.550	0.0660	0.3120	0.0460	0.0100	-	0.0250	1.009
ยาง	1.96	10	0.780	0.1000	0.0000	0.0200	0.0000	-	0.1000	1.000
หนัง	1.60	20	0.600	0.0800	0.1160	0.1000	0.0040	-	0.1000	1.000
ใบไม้,กิ่งไม้	5.65	60	0.478	0.0600	0.3800	0.0340	0.0030	-	0.0450	1.000
ไม้	4.34	40	0.495	0.0600	0.4270	0.0020	0.0010	-	0.0150	1.000
แก้ว	1.31	2	0.005	0.0010	0.0040	0.0010	-	-	0.9890	1.000
อลูมิเนียม		6	0.048	0.0060	0.0450	0.0010	-	-	0.9000	1.000
โลหะ	3.68	6	0.048	0.0060	0.0450	0.0010	-	-	0.9000	1.000
ขยะอันตราย		6	0.263	0.0300	0.0200	0.0050	0.0020	-	0.6800	1.000
อื่นๆ (หิน ฝุ่น ขี้เถ้า เศษอิฐ)	4.19	30	0.263	0.0300	0.0200	0.0050	0.0020	-	0.6800	1.000
รวม	100.00	60.04	18.04	2.29	10.03	0.60	0.09	0.00	8.92	100.016

HHV	1,810.53	(Kcal/kg)
LHV	1,340.36	(Kcal/kg)
HV as discarded	723.51	(Kcal/kg)

ข้อมูลคุณลักษณะของขยะมูลฝอย

	% กพ.		% โดยน้ำหนัก							รวม
องค์ประกอบขยะ	% โดยน้ำหนัก	ความชื้นตั้งต้น %	C	H	O	N	S	Cl	A	100
เศษอาหาร	51.93	76	0.480	0.0640	0.3260	0.0260	0.0040	-	0.1000	1.000
กระดาษ	8.70	35	0.435	0.0600	0.4400	0.0030	0.0020	-	0.0600	1.000
กระดาษลัง กล่องกระดาษ			0.440	0.0590	0.4460	0.0030	0.0020		0.0500	1.000
พลาสติก	13.67	20	0.600	0.0720	0.2280	0.0000	0.0000	-	0.1000	1.000
เศษผ้า,สิ่งทอ	2.97	30	0.550	0.0660	0.3120	0.0460	0.0100	-	0.0250	1.009
ยาง	1.96	5	0.780	0.1000	0.0000	0.0200	0.0000	-	0.1000	1.000
หนัง	1.60	15	0.600	0.0800	0.1160	0.1000	0.0040	-	0.1000	1.000
ใบไม้,กิ่งไม้	5.65	40	0.478	0.0600	0.3800	0.0340	0.0030	-	0.0450	1.000
ไม้	4.34	20	0.495	0.0600	0.4270	0.0020	0.0010	-	0.0150	1.000
แก้ว	1.31	2	0.005	0.0010	0.0040	0.0010	-	-	0.9890	1.000
อลูมิเนียม		2	0.048	0.0060	0.0450	0.0010	-	-	0.9000	1.000
โลหะ	3.68	2	0.048	0.0060	0.0450	0.0010	-	-	0.9000	1.000
ขยะอันตราย		2	0.263	0.0300	0.0200	0.0050	0.0020	-	0.6800	1.000
อื่นๆ (หิน ฝุ่น ขี้เถ้า เศษอิฐ)	4.19	10	0.263	0.0300	0.0200	0.0050	0.0020	-	0.6800	1.000
รวม	100.00	50.12	22.93	2.90	12.86	0.76	0.11	0.00	10.34	100.019

HHV	2,294.01	(Kcal/kg)
LHV	1,849.41	(Kcal/kg)
HV as discarded	1,144.21	(Kcal/kg)

ข้อมูลคุณลักษณะของขยะมูลฝอย

	% กพ.		% โดยน้ำหนัก							รวม
องค์ประกอบขยะ	% โดยน้ำหนัก	ความชื้นตั้งต้น %	C	H	O	N	S	Cl	A	100
เศษอาหาร	51.93	64	0.480	0.0640	0.3260	0.0260	0.0040	-	0.1000	1.000
กระดาษ	8.70	18	0.435	0.0600	0.4400	0.0030	0.0020	-	0.0600	1.000
กระดาษลัง กล่องกระดาษ			0.440	0.0590	0.4460	0.0030	0.0020		0.0500	1.000
พลาสติก	13.67	10	0.600	0.0720	0.2280	0.0000	0.0000	-	0.1000	1.000
เศษผ้า,สิ่งทอ	2.97	20	0.550	0.0660	0.3120	0.0460	0.0100	-	0.0250	1.009
ยาง	1.96	5	0.780	0.1000	0.0000	0.0200	0.0000	-	0.1000	1.000
หนัง	1.60	10	0.600	0.0800	0.1160	0.1000	0.0040	-	0.1000	1.000
ใบไม้,กิ่งไม้	5.65	30	0.478	0.0600	0.3800	0.0340	0.0030	-	0.0450	1.000
ไม้	4.34	20	0.495	0.0600	0.4270	0.0020	0.0010	-	0.0150	1.000
แก้ว	1.31	2	0.005	0.0010	0.0040	0.0010	-	-	0.9890	1.000
อลูมิเนียม		2	0.048	0.0060	0.0450	0.0010	-	-	0.9000	1.000
โลหะ	3.68	2	0.048	0.0060	0.0450	0.0010	-	-	0.9000	1.000
ขยะอันตราย		2	0.263	0.0300	0.0200	0.0050	0.0020	-	0.6800	1.000
อื่นๆ (หิน ฝุ่น ขี้เถ้า เศษอิฐ)	4.19	10	0.263	0.0300	0.0200	0.0050	0.0020	-	0.6800	1.000
รวม	100.00	40.10	27.86	3.55	16.18	0.96	0.14	0.00	11.23	100.021

HHV	2,772.44	(Kcal/kg)
LHV	2,352.36	(Kcal/kg)
HV as discarded	1,660.64	(Kcal/kg)

ภาคผนวก B กองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า

ความเป็นมา

คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ในการประชุมเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2550 ได้มีมติเห็นชอบแนวทางและขั้นตอนการจัดตั้งกองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า ซึ่งต่อมาคณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2550 เห็นชอบตามมติ กพช. ดังกล่าว สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน ในฐานะฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ได้ขอความร่วมมือจากผู้ว่าราชการจังหวัด (ใน 39 จังหวัดที่มีโรงไฟฟ้าที่มีสัญญาซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าตั้งแต่ 6 เมกะวัตต์ขึ้นไปตั้งอยู่) ดำเนินการจัดตั้งกองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้าตามแนวทางที่คณะรัฐมนตรีให้ความเห็นชอบทั่วประเทศ รวมทั้งสิ้นจำนวน 75 กองทุน

วัตถุประสงค์ของการจัดตั้งกองทุน

วัตถุประสงค์ของการจัดตั้งกองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า เพื่อสร้างสรรค์มิติใหม่ของการอยู่ร่วมกันระหว่างโรงไฟฟ้ากับชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า อันจะเป็นแนวทางการพัฒนาพลังงานอย่างยั่งยืนและเป็นแบบอย่างที่ดีสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ ในอนาคตต่อไป กระทรวงพลังงานได้กำหนดให้มีการจัดตั้งกองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดหาเงินทุนในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนและสิ่งแวดล้อมในชุมชนพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า ซึ่งได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างโรงไฟฟ้าหรือการผลิตไฟฟ้า

แนวทางและขั้นตอนการจัดตั้งกองทุน

โรงไฟฟ้าที่จะต้องจัดตั้งกองทุน

โรงไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ในราชอาณาจักรและมีสัญญาซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าตั้งแต่ 6 เมกะวัตต์ขึ้นไปจะต้องดำเนินการจัดตั้งกองทุนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้านั้นๆ ในกรณีที่มีหลายโรงไฟฟ้าอยู่ในบริเวณขอบเขตพื้นที่เดียวกันหรืออยู่ในนิคมอุตสาหกรรมเดียวกันให้มีเพียงกองทุนเดียว

อัตราการจ่ายเงินกองทุน

1. โรงไฟฟ้าใหม่ (โรงไฟฟ้าที่จ่ายไฟฟ้าเข้าระบบของการไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 เป็นต้นไป)

1.1 ระหว่างการก่อสร้าง นับตั้งแต่วันที่มีการลงนามในสัญญาซื้อขายไฟฟ้าจนถึงวันเริ่มจ่ายไฟฟ้า เข้าระบบเชิงพาณิชย์ (Commercial Operation Date: COD) กำหนดให้โรงไฟฟ้าต้องจ่ายเงินเข้ากองทุนตามกำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า ในอัตรา 50,000 บาท/เมกะวัตต์/ปี หรือไม่ต่ำกว่า 500,000 บาท/ปี เช่นโรงไฟฟ้าขนาด 700 เมกะวัตต์ จะต้องจ่ายเงินเข้ากองทุน ประมาณ 35 ล้านบาทต่อปี โดยให้จ่าย ณ วันที่มีการลงนามในสัญญาซื้อขายไฟฟ้าสำหรับปีแรก และวันที่ 1 มกราคม ของปีสำหรับปีต่อๆ ไป

1.2 ระหว่างการผลิตไฟฟ้า นับตั้งแต่ COD จนถึงวันที่โรงไฟฟ้าหมดอายุสัมปทานกำหนดให้โรงไฟฟ้าจ่ายเงินเข้ากองทุนเป็นประจำทุกเดือน ตามจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ขายเข้าระบบของการไฟฟ้าในอัตรา ดังนี้

อัตราการจ่ายเงินเข้ากองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้าระหว่างการผลิตไฟฟ้า

เชื้อเพลิง	สตางค์/หน่วย
ก๊าซธรรมชาติ	1.0
น้ำมันเตา, ดีเซล	1.5
ถ่านหิน, ลิกไนต์	2.0
พลังงานหมุนเวียน	
▪ ลม และแสงอาทิตย์	0.0
▪ ชีวมวล กาก และเศษวัสดุเหลือใช้ ขยะชุมชน	1.0
▪ พลังน้ำ	2.0

ทั้งนี้โรงไฟฟ้าใหม่ตามนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่ (Independent Power Producer: IPP) ได้กำหนดให้อัตราการจ่ายเงินเข้ากองทุนดังกล่าวเป็นเงื่อนไขหนึ่งในเอกสารที่ใช้ ในการออกประกาศเชิญชวนการรับซื้อไฟฟ้าจาก IPP สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producer: SPP) และผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) ให้บวกเพิ่มจากราคาซื้อขายไฟฟ้า ตามระเบียบการรับซื้อไฟฟ้า

ภาคผนวก ค. อัตราผลตอบแทนโครงการ

ค.1 อัตราผลตอบแทนโครงการก่อนหักภาษี กรณีกำหนดค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย 500 บาทต่อตัน

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

ระดับของโครงการ

ปีที่	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1) ต้นทุนการดำเนินระบบ+อื่นๆ		0.50	0.50	72.76	73.47	74.19	74.91	127.39	76.39	77.13	77.89
2) ค่าเสื่อมของโครงการ				105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.08	105.08
3) รายได้ของโครงการ											
- อัตรา FiT ต่อหน่วย				5.78	5.82	5.86	5.90	5.95	5.99	6.03	6.08
- รายได้จากการจำหน่ายพลังงาน				323.57	325.83	328.12	330.45	332.81	335.21	337.64	340.11
- รายได้จากการบริการกำจัดขยะ				91.25	92.16	93.08	94.01	94.96	95.90	96.86	97.83
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบก่อนชำระภาษีและดอกเบี้ย		**(0.50)**	**(0.50)**	**237.00**	**239.46**	**241.95**	**244.48**	**195.31**	**249.66**	**252.29**	**254.97**
ต้นทุนการเงิน											
- ดอกเบี้ย		-	-	73.13	73.13	73.13	73.13	65.81	58.50	51.19	43.88
- ต้นทุนการเงินอื่นๆ											
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบหลังชำระดอกเบี้ย		(0.50)	(0.50)	163.87	166.33	168.83	171.36	129.50	191.16	201.10	211.10
รายได้ก่อนชำระภาษี		-	-	163.87	166.33	168.83	171.36	129.50	191.16	201.10	211.10
ภาษีรายได้				-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้สุทธิจากการดำเนินระบบ		**-**	**-**	**163.87**	**166.33**	**168.83**	**171.36**	**129.50**	**191.16**	**201.10**	**211.10**

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

ระดับของโครงการ

ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1) ต้นทุนการดำเนินงานอื่นๆ	78.65	133.81	80.20	80.99	81.78	82.58	140.55	84.21	85.04	85.87	86.71	147.64
2) ค่าเสื่อมของโครงการ	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08
3) รายได้ของโครงการ												
- อัตรา FiT ต่อหน่วย	5.42	5.47	5.51	5.56	5.61	5.65	5.70	5.75	5.80	5.85	5.91	5.96
- รายได้จากการจำหน่ายพลังงาน	303.43	305.98	308.56	311.18	313.84	316.54	319.28	322.07	324.89	327.76	330.67	333.62
- รายได้จากการบริการกำจัดขยะ	98.81	99.80	100.80	101.80	102.82	103.85	104.89	105.94	107.00	108.07	109.15	110.24
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินงานก่อนชำระภาษีและดอกเบี้ย	**218.51**	**166.89**	**224.07**	**226.92**	**229.80**	**232.73**	**178.54**	**238.71**	**241.77**	**244.87**	**248.02**	**191.14**
ต้นทุนการเงิน												
- ดอกเบี้ย	36.56	29.25	21.94	14.63	7.31	-	-	-	-	-	-	-
- ต้นทุนการเงินอื่นๆ												
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินงานหลังชำระดอกเบี้ย	181.95	137.64	202.14	212.29	222.49	232.73	178.54	238.71	241.77	244.87	248.02	191.14
รายได้ก่อนชำระภาษี	181.95	137.64	202.14	212.29	222.49	232.73	178.54	238.71	241.77	244.87	248.02	191.14
ภาษีรายได้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้สุทธิจากการดำเนินงาน	**181.95**	**137.64**	**202.14**	**212.29**	**222.49**	**232.73**	**178.54**	**238.71**	**241.77**	**244.87**	**248.02**	**191.14**

กระแสเงิน										
ปีที่	**-1**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
กระแสเงินเข้า										
- กำไร/ขาดทุนก่อนชำระดอกเบี้ยและภาษี	(0.50)	(0.50)	237.00	239.46	241.95	244.48	195.31	249.66	252.29	254.97
- มูลค่าเสื่อม	-	-	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.08	105.08
กระแสเงินเข้ารวม	**(0.50)**	**(0.50)**	**342.06**	**344.52**	**347.02**	**349.55**	**300.37**	**354.73**	**357.37**	**360.05**
- ทุนและเงินกู้ยืม										
- ทุน		1,125.00								
- เงินกู้ยืม		1,125.00								
- รวมทุนและเงินกู้ยืม		2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินเข้า		2,249.50	342.06	344.52	347.02	349.55	300.37	354.73	357.37	360.05
กระแสเงินออก										
เงินลงทุนของโครงการ		2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีรายได้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินก่อนการชำระหนี้	**-**	**(0.50)**	**342.06**	**344.52**	**347.02**	**349.55**	**300.37**	**354.73**	**357.37**	**360.05**
ต้นทุนการเงิน										
-ชำระคืนเงินกู้ยืม			-	-	-	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50
- ยอดเงินกู้คงเหลือ		1,125.00	1,125.00	1,125.00	1,125.00	1,012.50	900.00	787.50	675.00	562.50
- ดอกเบี้ยเงินกู้		-	73.13	73.13	73.13	73.13	65.81	58.50	51.19	43.88
รวมต้นทุนการเงิน	-	-	73.13	73.13	73.13	185.63	178.31	171.00	163.69	156.38
กระแสเงินรวม	**-**	**(0.50)**	**268.94**	**271.40**	**273.89**	**163.92**	**122.06**	**183.73**	**193.68**	**203.68**

กระแสเงิน												
ปีที่	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
กระแสเงินเข้า												
- กำไร/ขาดทุนก่อนชำระดอกเบี้ยและภาษี	218.51	166.89	224.07	226.92	229.80	232.73	178.54	238.71	241.77	244.87	248.02	191.14
- บวกค่าเสื่อม	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08
กระแสเงินเข้ารวม	**323.59**	**271.97**	**329.15**	**332.00**	**334.88**	**337.81**	**283.62**	**343.79**	**346.85**	**349.95**	**353.10**	**296.22**
- ทุนและเงินกู้ยืม												
- ทุน												
- เงินกู้ยืม												
- รวมทุนและเงินกู้ยืม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินเงินเข้า	323.59	271.97	329.15	332.00	334.88	337.81	283.62	343.79	346.85	349.95	353.10	296.22
กระแสเงินออก												
เงินลงทุนของโครงการ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีรายได้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินก่อนการชำระหนี้	**323.59**	**271.97**	**329.15**	**332.00**	**334.88**	**337.81**	**283.62**	**343.79**	**346.85**	**349.95**	**353.10**	**296.22**
ต้นทุนการเงิน												
-ชำระคืนเงินกู้ยืม	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50	-	-	-	-	-	-	-
- ยอดเงินกู้คงเหลือ	450.00	337.50	225.00	112.50	-	-	-	-	-	-	-	-
- ดอกเบี้ยเงินกู้	36.56	29.25	21.94	14.63	7.31	-	-	-	-	-	-	-
รวมต้นทุนการเงิน	149.06	141.75	134.44	127.13	119.81	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินรวม	**174.53**	**130.22**	**194.72**	**204.87**	**215.07**	**337.81**	**283.62**	**343.79**	**346.85**	**349.95**	**353.10**	**296.22**

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุน										
- เงินลงทุน		1,125.00	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสุทธิ		(1,125.50)	268.94	271.40	273.89	163.92	122.06	183.73	193.68	203.68
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนก่อนชำระภาษี	**19.44%**									
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ										
- งบลงทุนทั้งหมด	-	2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสดการดำเนินระบบ	(0.50)	(2,250.50)	342.06	344.52	347.02	349.55	300.37	354.73	357.37	360.05
อัตราผลตอบแทนโครงการ	**13.85%**									

ระยะเวลาคืนทุน(ปี) **6 ปี**

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุน												
- เงินลงทุน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสุทธิ	174.53	130.22	194.72	204.87	215.07	337.81	283.62	343.79	346.85	349.95	353.10	296.22
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนก่อนชำระภาษี												
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ												
- งบลงทุนทั้งหมด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสดการดำเนินระบบ	323.59	271.97	329.15	332.00	334.88	337.81	283.62	343.79	346.85	349.95	353.10	296.22
อัตราผลตอบแทนโครงการ												

ระยะเวลาคืนทุน(ปี)

ค.2 อัตราผลตอบแทนโครงการก่อนหักภาษี กรณีกำหนดค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย 300 บาทต่อตัน

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

ระดับของโครงการ

ปีที่	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1) ต้นทุนการดำเนินระบบอื่นๆ		0.50	0.50	72.76	73.47	74.19	74.91	127.39	76.39	77.13	77.89
2) ค่าเสื่อมของโครงการ				105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.08	105.08
3) รายได้ของโครงการ											
- อัตรา FIT ต่อหน่วย				5.78	5.82	5.86	5.90	5.95	5.99	6.03	6.08
- รายได้ค่าการจำหน่ายพลังงาน				323.57	325.83	328.12	330.45	332.81	335.21	337.64	340.11
- รายได้ค่าการบริการกำจัดขยะ				54.75	55.30	55.85	56.41	56.97	57.54	58.12	58.70
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบก่อนชำระภาษีและดอกเบี้ย		**(0.50)**	**(0.50)**	**200.50**	**202.59**	**204.72**	**206.88**	**157.33**	**211.30**	**213.54**	**215.84**
ต้นทุนการเงิน											
- ดอกเบี้ย		-	-	73.13	73.13	73.13	73.13	65.81	58.50	51.19	43.88
- ต้นทุนการเงินอื่นๆ											
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบหลังชำระดอกเบี้ย		(0.50)	(0.50)	127.37	129.47	131.59	133.75	91.52	152.80	162.36	171.97
รายได้ก่อนชำระภาษี		-	-	127.37	129.47	131.59	133.75	91.52	152.80	162.36	171.97
ภาษีรายได้				-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้สุทธิจากการดำเนินระบบ		**-**	**-**	**127.37**	**129.47**	**131.59**	**133.75**	**91.52**	**152.80**	**162.36**	**171.97**

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

รายรับของโครงการ

ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1) ต้นทุนการดำเนินระบบ+อื่นๆ	78.65	133.81	80.20	80.99	81.78	82.58	140.55	84.21	85.04	85.87	86.71	147.64
2) ค่าเสื่อมของโครงการ	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08
3) รายได้ของโครงการ												
- อัตรา FIT ต่อหน่วย	5.42	5.47	5.51	5.56	5.61	5.65	5.70	5.75	5.80	5.85	5.91	5.96
- รายได้จากการจำหน่ายพลังงาน	303.43	305.98	308.56	311.18	313.84	316.54	319.28	322.07	324.89	327.76	330.67	333.62
- รายได้จากการบริการกำจัดขยะ	59.29	59.88	60.48	61.08	61.69	62.31	62.93	63.56	64.20	64.84	65.49	66.14
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบก่อนชำระภาษีและดอกเบี้ย	**178.99**	**126.97**	**183.76**	**186.20**	**188.67**	**191.19**	**136.59**	**196.34**	**198.97**	**201.65**	**204.36**	**147.05**
ต้นทุนการเงิน												
- ดอกเบี้ย	36.56	29.25	21.94	14.63	7.31	-	-	-	-	-	-	-
- ต้นทุนการเงินอื่นๆ												
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบหลังชำระดอกเบี้ย	142.42	97.72	161.82	171.57	181.36	191.19	136.59	196.34	198.97	201.65	204.36	147.05
รายได้ก่อนชำระภาษี	142.42	97.72	161.82	171.57	181.36	191.19	136.59	196.34	198.97	201.65	204.36	147.05
ภาษีรายได้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้สุทธิจากการดำเนินระบบ	**142.42**	**97.72**	**161.82**	**171.57**	**181.36**	**191.19**	**136.59**	**196.34**	**198.97**	**201.65**	**204.36**	**147.05**

กระแสเงิน										
ปีที่	**-1**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
กระแสเงินเข้า										
- กำไร/ขาดทุนก่อนชำระดอกเบี้ยและภาษี	(0.50)	(0.50)	200.50	202.59	204.72	206.88	157.33	211.30	213.54	215.84
- มูลค่าเสื่อม	-	-	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.08	105.08
กระแสเงินเข้ารวม	**(0.50)**	**(0.50)**	**305.56**	**307.66**	**309.78**	**311.94**	**262.39**	**316.36**	**318.62**	**320.92**
- ทุนและเงินกู้ยืม										
- ทุน		1,125.00								
- เงินกู้ยืม		1,125.00								
- รวมทุนและเงินกู้ยืม		2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินเข้า		2,249.50	305.56	307.66	309.78	311.94	262.39	316.36	318.62	320.92
กระแสเงินออก										
เงินลงทุนของโครงการ		2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีรายได้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินก่อนการชำระหนี้	**-**	**(0.50)**	**305.56**	**307.66**	**309.78**	**311.94**	**262.39**	**316.36**	**318.62**	**320.92**
ต้นทุนการเงิน										
-ชำระคืนเงินกู้ยืม			-	-	-	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50
- ยอดเงินกู้คงเหลือ		1,125.00	1,125.00	1,125.00	1,125.00	1,012.50	900.00	787.50	675.00	562.50
- ดอกเบี้ยเงินกู้		-	73.13	73.13	73.13	73.13	65.81	58.50	51.19	43.88
รวมต้นทุนการเงิน	-	-	73.13	73.13	73.13	185.63	178.31	171.00	163.69	156.38
กระแสเงินสุทธิ	**-**	**(0.50)**	**232.44**	**234.53**	**236.66**	**126.32**	**84.08**	**145.36**	**154.94**	**164.55**

กระแสเงิน ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
กระแสเงินเข้า												
- กำไร/ขาดทุนก่อนชำระดอกเบี้ยและภาษี	178.99	126.97	183.76	186.20	188.67	191.19	136.59	196.34	198.97	201.65	204.36	147.05
- บวกค่าเสื่อม	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08
กระแสเงินเข้ารวม	**284.07**	**232.05**	**288.84**	**291.28**	**293.75**	**296.27**	**241.67**	**301.42**	**304.05**	**306.73**	**309.44**	**252.13**
- ทุนและเงินกู้ยืม												
- ทุน												
- เงินกู้ยืม												
- รวมทุนและเงินกู้ยืม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินเงินเข้า	284.07	232.05	288.84	291.28	293.75	296.27	241.67	301.42	304.05	306.73	309.44	252.13
กระแสเงินออก												
เงินลงทุนของโครงการ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีรายได้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินก่อนการชำระหนี้	**284.07**	**232.05**	**288.84**	**291.28**	**293.75**	**296.27**	**241.67**	**301.42**	**304.05**	**306.73**	**309.44**	**252.13**
ต้นทุนการเงิน												
-ชำระคืนเงินกู้ยืม	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50	-	-	-	-	-	-	-
- ยอดเงินกู้คงเหลือ	450.00	337.50	225.00	112.50	-	-	-	-	-	-	-	-
- ดอกเบี้ยเงินกู้	36.56	29.25	21.94	14.63	7.31	-	-	-	-	-	-	-
รวมต้นทุนการเงิน	149.06	141.75	134.44	127.13	119.81	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินรวม	**135.00**	**90.30**	**154.40**	**164.15**	**173.94**	**296.27**	**241.67**	**301.42**	**304.05**	**306.73**	**309.44**	**252.13**

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุน										
- เงินลงทุน		1,125.00	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสุทธิ		(1,125.50)	232.44	234.53	236.66	126.32	84.08	145.36	154.94	164.55
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนก่อนชำระภาษี	**15.71%**									
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ										
- งบลงทุนทั้งหมด	-	2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสดการดำเนินระบบ	(0.50)	(2,250.50)	305.56	307.66	309.78	311.94	262.39	316.36	318.62	320.92
อัตราผลตอบแทนโครงการ	**11.79%**									

ระยะเวลาคืนทุน(ปี) **7 ปี**

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุน												
- เงินลงทุน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสุทธิ	135.00	90.30	154.40	164.15	173.94	296.27	241.67	301.42	304.05	306.73	309.44	252.13
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนก่อนชำระภาษี												
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ												
- งบลงทุนทั้งหมด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสดการดำเนินระบบ	284.07	232.05	288.84	291.28	293.75	296.27	241.67	301.42	304.05	306.73	309.44	252.13
อัตราผลตอบแทนโครงการ												

ระยะเวลาคืนทุน(ปี)

ค.3 อัตราผลตอบแทนหลังหักภาษี กรณีกำหนดค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย 500 บาทต่อตัน

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

ระดับของโครงการ

ปีที่	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1) ต้นทุนการดำเนินระบบ+อื่นๆ		0.50	0.50	72.76	73.47	74.19	74.91	127.39	76.39	77.13	77.89
2) ค่าเสื่อมของโครงการ				105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.08	105.08
3) รายได้ของโครงการ											
- อัตรา FiT ต่อหน่วย				5.78	5.82	5.86	5.90	5.95	5.99	6.03	6.08
- รายได้จากการจำหน่ายพลังงาน				323.57	325.83	328.12	330.45	332.81	335.21	337.64	340.11
- รายได้จากการบริการกำจัดขยะ				91.25	92.16	93.08	94.01	94.96	95.90	96.86	97.83
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบก่อนชำระภาษีและดอกเบี้ย		**(0.50)**	**(0.50)**	**237.00**	**239.46**	**241.95**	**244.48**	**195.31**	**249.66**	**252.29**	**254.97**
ต้นทุนการเงิน											
- ดอกเบี้ย		-	-	73.13	73.13	73.13	73.13	65.81	58.50	51.19	43.88
- ต้นทุนการเงินอื่นๆ											
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบหลังชำระดอกเบี้ย		(0.50)	(0.50)	163.87	166.33	168.83	171.36	129.50	191.16	201.10	211.10
รายได้ก่อนชำระภาษี		-	-	163.87	166.33	168.83	171.36	129.50	191.16	201.10	211.10
ภาษีรายได้				-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้สุทธิจากการดำเนินระบบ		**-**	**-**	**163.87**	**166.33**	**168.83**	**171.36**	**129.50**	**191.16**	**201.10**	**211.10**

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

ระดับของโครงการ

ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1) ต้นทุนการดำเนินระบบ+อื่นๆ	78.65	133.81	80.20	80.99	81.78	82.58	140.55	84.21	85.04	85.87	86.71	147.64
2) ค่าเสื่อมของโครงการ	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08
3) รายได้ของโครงการ												
- อัตรา FiT ต่อหน่วย	5.42	5.47	5.51	5.56	5.61	5.65	5.70	5.75	5.80	5.85	5.91	5.96
- รายได้จากการจำหน่ายพลังงาน	303.43	305.98	308.56	311.18	313.84	316.54	319.28	322.07	324.89	327.76	330.67	333.62
- รายได้จากการบริการกำจัดขยะ	98.81	99.80	100.80	101.80	102.82	103.85	104.89	105.94	107.00	108.07	109.15	110.24
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบก่อนชำระภาษีและดอก	**218.51**	**166.89**	**224.07**	**226.92**	**229.80**	**232.73**	**178.54**	**238.71**	**241.77**	**244.87**	**248.02**	**191.14**
ต้นทุนการเงิน												
- ดอกเบี้ย	36.56	29.25	21.94	14.63	7.31	-	-	-	-	-	-	-
- ต้นทุนการเงินอื่นๆ												
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบหลังชำระดอกเบี้ย	181.95	137.64	202.14	212.29	222.49	232.73	178.54	238.71	241.77	244.87	248.02	191.14
รายได้ก่อนชำระภาษี	181.95	137.64	202.14	212.29	222.49	232.73	178.54	238.71	241.77	244.87	248.02	191.14
ภาษีรายได้	36.39	27.53	40.43	42.46	44.50	46.55	35.71	47.74	48.35	48.97	49.60	38.23
รายได้สุทธิจากการดำเนินระบบ	**145.56**	**110.11**	**161.71**	**169.83**	**177.99**	**186.18**	**142.83**	**190.97**	**193.42**	**195.90**	**198.42**	**152.91**

กระแสเงิน										
ปีที่	**-1**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
กระแสเงินเข้า										
- กำไร/ขาดทุนก่อนชำระดอกเบี้ยและภาษี	(0.50)	(0.50)	237.00	239.46	241.95	244.48	195.31	249.66	252.29	254.97
- มูลค่าเสื่อม	-	-	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.08	105.08
กระแสเงินเข้ารวม	**(0.50)**	**(0.50)**	**342.06**	**344.52**	**347.02**	**349.55**	**300.37**	**354.73**	**357.37**	**360.05**
- ทุนและเงินกู้ยืม										
- ทุน		1,125.00								
- เงินกู้ยืม		1,125.00								
- รวมทุนและเงินกู้ยืม		2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินเข้า		2,249.50	342.06	344.52	347.02	349.55	300.37	354.73	357.37	360.05
กระแสเงินออก										
เงินลงทุนของโครงการ		2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีจ่ายได้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินก่อนการชำระหนี้	**-**	**(0.50)**	**342.06**	**344.52**	**347.02**	**349.55**	**300.37**	**354.73**	**357.37**	**360.05**
ต้นทุนการเงิน										
-ชำระคืนเงินกู้ยืม			-	-	-	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50
- ยอดเงินกู้คงเหลือ		1,125.00	1,125.00	1,125.00	1,125.00	1,012.50	900.00	787.50	675.00	562.50
- ดอกเบี้ยเงินกู้		-	73.13	73.13	73.13	73.13	65.81	58.50	51.19	43.88
รวมต้นทุนการเงิน	-	-	73.13	73.13	73.13	185.63	178.31	171.00	163.69	156.38
กระแสเงินรวม	**-**	**(0.50)**	**268.94**	**271.40**	**273.89**	**163.92**	**122.06**	**183.73**	**193.68**	**203.68**

กระแสเงิน ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
กระแสเงินเข้า												
- กำไร/ขาดทุนก่อนชำระดอกเบี้ยและภาษี	218.51	166.89	224.07	226.92	229.80	232.73	178.54	238.71	241.77	244.87	248.02	191.14
- บวกค่าเสื่อม	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08
กระแสเงินเข้ารวม	**323.59**	**271.97**	**329.15**	**332.00**	**334.88**	**337.81**	**283.62**	**343.79**	**346.85**	**349.95**	**353.10**	**296.22**
- ทุนและเงินกู้ยืม												
- ทุน												
- เงินกู้ยืม												
- รวมทุนและเงินกู้ยืม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินเงินเข้า	323.59	271.97	329.15	332.00	334.88	337.81	283.62	343.79	346.85	349.95	353.10	296.22
กระแสเงินออก												
เงินลงทุนของโครงการ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีจ่ายได้	36.39	27.53	40.43	42.46	44.50	46.55	35.71	47.74	48.35	48.97	49.60	38.23
กระแสเงินก่อนการชำระหนี้	**287.20**	**244.44**	**288.73**	**289.54**	**290.38**	**291.26**	**247.91**	**296.05**	**298.50**	**300.98**	**303.50**	**257.99**
ต้นทุนการเงิน												
-ชำระคืนเงินกู้ยืม	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50	-	-	-	-	-	-	-
- ยอดเงินกู้คงเหลือ	450.00	337.50	225.00	112.50	-	-	-	-	-	-	-	-
- ดอกเบี้ยเงินกู้	36.56	29.25	21.94	14.63	7.31	-	-	-	-	-	-	-
รวมต้นทุนการเงิน	149.06	141.75	134.44	127.13	119.81	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินรวม	**138.14**	**102.69**	**154.29**	**162.41**	**170.57**	**291.26**	**247.91**	**296.05**	**298.50**	**300.98**	**303.50**	**257.99**

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุน										
- เงินลงทุน		1,125.00	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสุทธิ		(1,125.50)	268.94	271.40	273.89	163.92	122.06	183.73	193.68	203.68
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนหลังหักภาษี	**18.58%**									
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ										
- เงินลงทุนทั้งหมด	-	2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสดการดำเนินระบบ	(0.50)	(2,250.50)	342.06	344.52	347.02	349.55	300.37	354.73	357.37	360.05
อัตราผลตอบแทนโครงการ	**13.85%**									

ระยะเวลาคืนทุน(ปี) **6 ปี**

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุน												
- เงินลงทุน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสุทธิ	138.14	102.69	154.29	162.41	170.57	291.26	247.91	296.05	298.50	300.98	303.50	257.99
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนสัมประสิทธิ์												
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ												
- งบลงทุนทั้งหมด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสดการดำเนินระบบ	323.59	271.97	329.15	332.00	334.88	337.81	283.62	343.79	346.85	349.95	353.10	296.22
อัตราผลตอบแทนโครงการ												

ระยะเวลาคืนทุน(ปี)

ค.4 อัตราผลตอบแทนหลังหักภาษี กรณีกำหนดค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอย 300 บาทต่อตัน

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

ระดับของโครงการ

ปีที่	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1) ต้นทุนการดำเนินระบบ+อื่นๆ		0.50	0.50	72.76	73.47	74.19	74.91	127.39	76.39	77.13	77.89
2) ค่าเสื่อมของโครงการ				105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.08	105.08
3) รายได้ของโครงการ											
- อัตรา FiT ต่อหน่วย				5.78	5.82	5.86	5.90	5.95	5.99	6.03	6.08
- รายได้จากการจำหน่ายพลังงาน				323.57	325.83	328.12	330.45	332.81	335.21	337.64	340.11
- รายได้จากการบริการกำจัดขยะ				54.75	55.30	55.85	56.41	56.97	57.54	58.12	58.70
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบก่อนชำระภาษีและดอกเบี้ย		**(0.50)**	**(0.50)**	**200.50**	**202.59**	**204.72**	**206.88**	**157.33**	**211.30**	**213.54**	**215.84**
ต้นทุนการเงิน											
- ดอกเบี้ย		-	-	73.13	73.13	73.13	73.13	65.81	58.50	51.19	43.88
- ต้นทุนการเงินอื่นๆ											
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบหลังชำระดอกเบี้ย		(0.50)	(0.50)	127.37	129.47	131.59	133.75	91.52	152.80	162.36	171.97
รายได้ก่อนชำระภาษี		-	-	127.37	129.47	131.59	133.75	91.52	152.80	162.36	171.97
ภาษีรายได้				-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้สุทธิจากการดำเนินระบบ		**-**	**-**	**127.37**	**129.47**	**131.59**	**133.75**	**91.52**	**152.80**	**162.36**	**171.97**

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

ระดับของโครงการ

ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1) ต้นทุนการดำเนินระบบ+อื่นๆ	78.65	133.81	80.20	80.99	81.78	82.58	140.55	84.21	85.04	85.87	86.71	147.64
2) ค่าเสื่อมของโครงการ	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08
3) รายได้ของโครงการ												
- อัตรา FiT ต่อหน่วย	5.42	5.47	5.51	5.56	5.61	5.65	5.70	5.75	5.80	5.85	5.91	5.96
- รายได้จากการจำหน่ายพลังงาน	303.43	305.98	308.56	311.18	313.84	316.54	319.28	322.07	324.89	327.76	330.67	333.62
- รายได้จากการบริการกำจัดขยะ	59.29	59.88	60.48	61.08	61.69	62.31	62.93	63.56	64.20	64.84	65.49	66.14
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบก่อนชำระภาษีและดอก	**178.99**	**126.97**	**183.76**	**186.20**	**188.67**	**191.19**	**136.59**	**196.34**	**198.97**	**201.65**	**204.36**	**147.05**
ต้นทุนการเงิน												
- ดอกเบี้ย	36.56	29.25	21.94	14.63	7.31	-	-	-	-	-	-	-
- ต้นทุนการเงินอื่นๆ												
กำไร/ขาดทุนจากการดำเนินระบบหลังชำระดอกเบี้ย	142.42	97.72	161.82	171.57	181.36	191.19	136.59	196.34	198.97	201.65	204.36	147.05
รายได้ก่อนชำระภาษี	142.42	97.72	161.82	171.57	181.36	191.19	136.59	196.34	198.97	201.65	204.36	147.05
ภาษีรายได้	28.48	19.54	32.36	34.31	36.27	38.24	27.32	39.27	39.79	40.33	40.87	29.41
รายได้สุทธิจากการดำเนินระบบ	**113.94**	**78.17**	**129.45**	**137.26**	**145.09**	**152.95**	**109.27**	**157.07**	**159.18**	**161.32**	**163.49**	**117.64**

กระแสเงิน										
ปีที่	**-1**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
กระแสเงินเข้า										
- กำไร/ขาดทุนก่อนชำระดอกเบี้ยและภาษี	(0.50)	(0.50)	200.50	202.59	204.72	206.88	157.33	211.30	213.54	215.84
- มูลค่าเสื่อม	-	-	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.07	105.08	105.08
กระแสเงินเข้ารวม	**(0.50)**	**(0.50)**	**305.56**	**307.66**	**309.78**	**311.94**	**262.39**	**316.36**	**318.62**	**320.92**
- ทุนและเงินกู้ยืม										
- ทุน		1,125.00								
- เงินกู้ยืม		1,125.00								
- รวมทุนและเงินกู้ยืม		2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินเข้า		2,249.50	305.56	307.66	309.78	311.94	262.39	316.36	318.62	320.92
กระแสเงินออก										
เงินลงทุนของโครงการ		2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีจ่ายได้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินก่อนการชำระหนี้	**-**	**(0.50)**	**305.56**	**307.66**	**309.78**	**311.94**	**262.39**	**316.36**	**318.62**	**320.92**
ต้นทุนการเงิน										
-ชำระคืนเงินกู้ยืม			-	-	-	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50
- ยอดเงินกู้คงเหลือ		1,125.00	1,125.00	1,125.00	1,125.00	1,012.50	900.00	787.50	675.00	562.50
- ดอกเบี้ยเงินกู้		-	73.13	73.13	73.13	73.13	65.81	58.50	51.19	43.88
รวมต้นทุนการเงิน	-	-	73.13	73.13	73.13	185.63	178.31	171.00	163.69	156.38
กระแสเงินรวม	**-**	**(0.50)**	**232.44**	**234.53**	**236.66**	**126.32**	**84.08**	**145.36**	**154.94**	**164.55**

กระแสเงิน												
ปีที่	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
กระแสเงินเข้า												
- กำไร/ขาดทุนก่อนชำระดอกเบี้ยและภาษี	178.99	126.97	183.76	186.20	188.67	191.19	136.59	196.34	198.97	201.65	204.36	147.05
- บวกค่าเสื่อม	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08	105.08
กระแสเงินเข้ารวม	**284.07**	**232.05**	**288.84**	**291.28**	**293.75**	**296.27**	**241.67**	**301.42**	**304.05**	**306.73**	**309.44**	**252.13**
- ทุนและเงินกู้ยืม												
- ทุน												
- เงินกู้ยืม												
- รวมทุนและเงินกู้ยืม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินเงินเข้า	284.07	232.05	288.84	291.28	293.75	296.27	241.67	301.42	304.05	306.73	309.44	252.13
กระแสเงินออก												
เงินลงทุนของโครงการ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีจ่ายได้	28.48	19.54	32.36	34.31	36.27	38.24	27.32	39.27	39.79	40.33	40.87	29.41
กระแสเงินก่อนการชำระหนี้	**255.58**	**212.50**	**256.47**	**256.96**	**257.48**	**258.03**	**214.35**	**262.15**	**264.26**	**266.40**	**268.57**	**222.72**
ต้นทุนการเงิน												
-ชำระคืนเงินกู้ยืม	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50	-	-	-	-	-	-	-
- ยอดเงินกู้คงเหลือ	450.00	337.50	225.00	112.50	-	-	-	-	-	-	-	-
- ดอกเบี้ยเงินกู้	36.56	29.25	21.94	14.63	7.31	-	-	-	-	-	-	-
รวมต้นทุนการเงิน	149.06	141.75	134.44	127.13	119.81	-	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินรวม	**106.52**	**70.75**	**122.03**	**129.84**	**137.67**	**258.03**	**214.35**	**262.15**	**264.26**	**266.40**	**268.57**	**222.72**

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุน										
- เงินลงทุน		1,125.00	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสุทธิ		(1,125.50)	232.44	234.53	236.66	126.32	84.08	145.36	154.94	164.55
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนหลังชำระภาษี	**14.81%**									
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ										
- เงินลงทุนทั้งหมด	-	2,250.00	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสดการดำเนินระบบ	(0.50)	(2,250.50)	305.56	307.66	309.78	311.94	262.39	316.36	318.62	320.92
อัตราผลตอบแทนโครงการ	**11.79%**									

ระยะเวลาคืนทุน(ปี) **7 ปี**

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุน												
- เงินลงทุน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสุทธิ	106.52	70.75	122.03	129.84	137.67	258.03	214.35	262.15	264.26	266.40	268.57	222.72
อัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนสัมประสิทธิ์												
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ												
- งบลงทุนทั้งหมด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- กระแสเงินสดการดำเนินระบบ	284.07	232.05	288.84	291.28	293.75	296.27	241.67	301.42	304.05	306.73	309.44	252.13
อัตราผลตอบแทนโครงการ												

ระยะเวลาคืนทุน(ปี)