กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

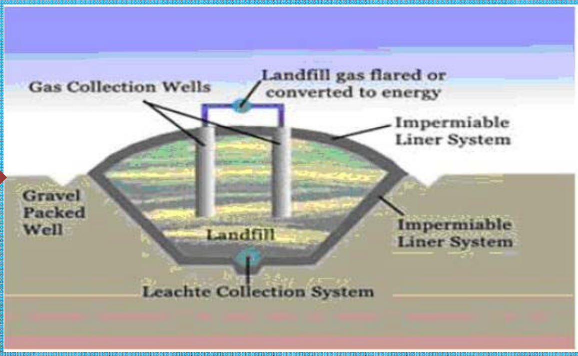
โครงการศึกษาศักยภาพขยะจากหลุมฝังกลบเก่าและแนวทางการใช้ประโยชน์พลังงานขยะ

เอกสารเผยแพร่ผลการศึกษา

RDF

Pyrolysis

Landfill Gas



กรกฎาคม 2554

ที่ปรึกษา

บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด

คำนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันการจัดการขยะจากชุมชนส่วนใหญ่จะใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งนับเป็นวิธีที่สะดวก และมีค่าลงทุนไม่สูง เมื่อเทียบกับการจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เมื่อหลุมฝังกลบถูกทิ้งเอาไว้จะเกิดก๊าซชีวภาพ ได้แก่ ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ โดยเกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ซึ่งก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบนี้ถือว่าเป็นก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ที่ก่อให้เกิดปัญหาในด้านต่างๆ ตามมา เช่น ภาวะโลกร้อน (Global Warming) กลิ่น และปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลพวงของการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก ส่งผลให้เกิดภัยทางธรรมชาติ ปัญหาสุขภาพอนามัยและโรคระบาด เป็นต้น

กระทรวงพลังงาน โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว ซึ่งขยะเหล่านี้ควรได้รับการจัดการที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล เพื่อไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม และยังสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้ จึงได้จัดทำเอกสารเผยแพร่ผลการศึกษาศักยภาพขยะจากหลุมฝังกลบเก่าและแนวทางการใช้ประโยชน์พลังงานขยะ เพื่อเผยแพร่ให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะได้อย่างคุ้มค่า

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารเผยแพร่ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานของท่าน และประชาชนผู้สนใจทั่วไป

กรกฎาคม 2554

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

สารบัญ

บทนำ 1

- ความเป็นมา 1
- วัตถุประสงค์ 1
- ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

สถานการณ์หลุมฝังกลบขยะในปัจจุบัน 2

- หลุมฝังกลบที่ได้รับงบประมาณและไม่ได้รับงบประมาณ 2
- ข้อมูลการจัดการขยะจากหลุมฝังกลบเก่า 3

การจัดกลุ่มข้อมูลการจัดการขยะจากหลุมฝังกลบเก่า 6

- เกณฑ์การประเมินศักยภาพหลุมฝังกลบ 6
- แนวคิดการจัดกลุ่มหลุมฝังกลบขยะ 8
- สรุปผลการจัดกลุ่มและคัดเลือกหลุมฝังกลบที่มีศักยภาพ 9

การศึกษาแนวทางการนำขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามาผลิตพลังงาน 11

- การนำก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบเก่ามาใช้ประโยชน์ 11
- การนำขยะจากหลุมฝังกลบมาผลิตเชื้อเพลิงขยะ 16
- การนำขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามาผลิตน้ำมันไพโรไลซิส 21
- บทสรุป 28

บทนำ

ความเป็นมา

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ตระหนักถึงปัญหาขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ซึ่งมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นในปี พ.ศ.2551 ถึง 15.03 ล้านตัน หรือคิดเป็น 41,064 ตัน/วัน ซึ่งขยะเหล่านี้ควรได้รับการจัดการที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลเพื่อไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและยังสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้

พพ.ได้เล็งเห็นศักยภาพของขยะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบเก่าที่ผ่านการย่อยสลายไปบางส่วนสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้ แต่ยังไม่มีการรวบรวมศักยภาพของขยะเหล่านี้ ดังนั้นการศึกษาศักยภาพการผลิตพลังงานจากขยะจากแหล่งฝังกลบเก่าจึงได้ถูกกำหนดให้ศึกษาและบรรจุในกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา แผนงานศึกษาศักยภาพ แผนปฏิบัติการตามกรอบแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พลังงานขยะ) ซึ่งแนวทางการจัดการและผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยมีหลายรูปแบบ เช่น นำมาเป็นเชื้อเพลิงขยะ (Refuse-Derived Fuel, RDF) ก๊าซชีวภาพ และน้ำมันจากกระบวนการไพโรไลซิส การดำเนินการเหล่านี้เป็นการใช้ประโยชน์จากขยะได้อย่างคุ้มค่า และยังเป็นการสร้างพลังงานเพื่อทดแทนพลังงานรูปแบบอื่นๆอีกด้วย อย่างไรก็ตามการผลิตเชื้อเพลิงบางชนิดยังไม่มีรูปแบบและวิธีการนำไปใช้ที่ชัดเจน มีปัญหาอุปสรรคในการนำไปใช้ ดังนั้นในแผนงานวิจัยเชิงนโยบายจึงกำหนดให้ศึกษา แนวทางการใช้ประโยชน์พลังงานจากขยะด้วย

วัตถุประสงค์

(1) เพื่อศึกษาศักยภาพขยะที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตพลังงาน

(2) เพื่อศึกษาแนวทางการนำพลังงานขยะที่ผลิตได้ไปใช้อย่างเหมาะสม

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถทราบรายละเอียดของโครงการ เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยได้อย่างคุ้มค่า และเป็นการสร้างพลังงานทดแทนพลังงานในรูปแบบอื่นๆ ช่วยลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล

สถานการณ์หลุมฝังกลบขยะในปัจจุบัน

หลุมฝังกลบที่ได้รับงบประมาณและไม่ได้รับงบประมาณ

การจัดการขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ได้รับงบประมาณในการดำเนินการจัดการขยะอย่างถูกหลักวิชาการจำนวน 135 แห่ง (ที่มา :ข้อมูลจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สำนักนโยบายและแผน ตั้งแต่อดีตถึงปีงบประมาณ พ.ศ.2553) ซึ่งก่อสร้างและดำเนินการแล้วจำนวน 100 แห่ง ประกอบด้วย สถานที่ฝังกลบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) จำนวน 96 แห่ง ระบบเตาเผาขยะ (Incinerator) จำนวน 2 แห่ง ระบบแบบครบวงจร (Integrated System) จำนวน 1 แห่ง และสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยจำนวน 1 แห่ง ส่วน อปท. ที่ได้รับงบประมาณ แต่ยังไม่ได้ดำเนินการนั้นส่วนใหญ่อยู่ในระหว่างการประกวดราคา บางพื้นที่อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง และกำลังเปิดดำเนินการอีกจำนวน 35 แห่ง

สำหรับหลุมขยะที่ไม่ได้รับงบประมาณในการจัดการขยะมูลฝอยมีเป็นจำนวนมากทั้งที่ปิดดำเนินการแล้วและเปิดดำเนินการในปัจจุบัน ซึ่งการจัดการขยะมูลฝอยของกลุ่มดังกล่าวจะเป็นลักษณะต่างคนต่างทำเฉพาะในพื้นที่รับผิดชอบ อาจเป็นวิธีการนำไปกำจัดร่วมกับเทศบาลที่มีสถานที่กำจัด (Clustering) การฝังกลบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) การเทกองบนพื้น (Open Dump) การเทลงหลุม/บ่อดิน บางแห่งมีการเผาขยะร่วมด้วย เพื่อลดพื้นที่ที่มีอย่างจำกัดในการเทกอง

การสำรวจข้อมูลการจัดการขยะในช่วงแรกใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ให้ครอบคลุมหน่วยงานดังกล่าวจำนวนทั้งสิ้น 147 แห่ง แบ่งเป็นหลุมฝังกลบถูกหลักสุขาภิบาลหรือได้รับงบประมาณสนับสนุนจำนวน 121 แห่ง และหลุมฝังกลบที่ไม่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจำนวน 26 แห่ง ทั้งนี้ได้รับความร่วมมือในการตอบกลับอย่างครบถ้วนสมบูรณ์รวมทั้งสิ้น 122 แห่ง (ร้อยละ 83) สรุปได้ดัง**ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 ระบบการจัดการที่ได้รับงบประมาณและไม่ได้รับงบประมาณ

กลุ่ม	อปท.	รายละเอียด	จำนวน (แห่ง)	สำรวจ[2/] (แห่ง)	ตอบกลับ (แห่ง)
ระบบจัดการที่รับสนับสนุนงบประมาณ					
1	อปท. เปิดดำเนินการแล้ว (รวม 100 แห่ง)	1.สถานที่ฝังกลบ (Sanitary Landfill)	96	96	83
		2.เตาเผาขยะ (Incinerator)	2	-	
		3.ระบบแบบครบวงจร (Integrated System)	1	1	1
		4.สถานีขนถ่ายขยะ (Transfer Station)	1	-	
2	อปท. ยังไม่เปิดดำเนินการ (รวม 35 แห่ง)[1/]	1.สถานที่ฝังกลบ (Sanitary Landfill) (1) ยกเลิก (ประชาชนต่อต้าน) (2) กำลังก่อสร้าง/ดำเนินการ	25 6 19	19	16
		2.ระบบแบบครบวงจร (Integrated System) (1) ยกเลิก (คืนงบประมาณปี พ.ศ.2548) (2) กำลังก่อสร้าง/ดำเนินการ	6 1 5	5	4
		3.เตาเผาขยะ (Incinerator)	3	-	
		4.สถานีขนถ่ายขยะ (ยกเลิก)	1	-	
ระบบจัดการที่ไม่ได้งบประมาณ					
3	หลุมฝังกลบเทศบาล/อบต./เอกชน เปิดดำเนินการแล้ว		> 500	26	18
รวม			**-**	**147**	**122**

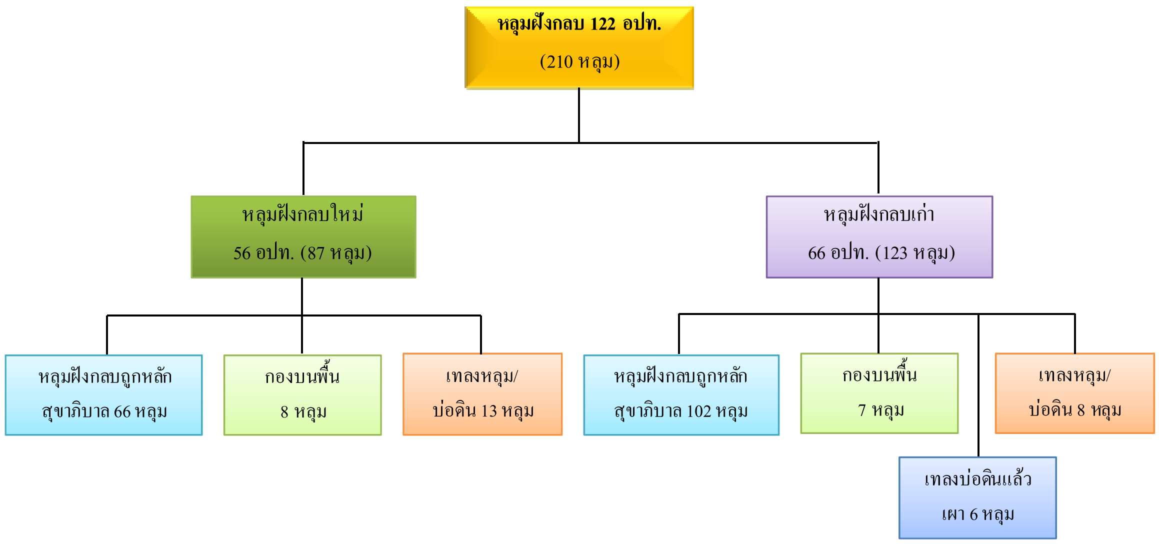
<u>หมายเหตุ</u> : [1/] กำลังอยู่ในระหว่างประกวดราคา กำลังก่อสร้าง หรือกำลังเปิดดำเนินการ หรือยกเลิก

[2/] สำรวจโดยการส่งแบบสอบถาม

ข้อมูลการจัดการขยะจากหลุมฝังกลบเก่า

หลุมฝังกลบเก่าในที่นี้ หมายถึงหลุมฝังกลบขยะที่หยุดการใช้งานแล้วและ/หรือ มีการปิดทับดินชั้นสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว (Final Cover) โดยหลุมฝังกลบที่หยุดใช้งานแล้วในอดีตจนถึง ณ ปีฐาน (พ.ศ.2555) จะถือว่าเป็นหลุมฝังกลบขยะเก่าสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

จากข้อมูลการจัดการขยะจากหน่วยงานที่ตอบกลับมาทั้งหมด 122 อปท. ในจำนวนนี้มีหลุมฝังกลบทั้งสิ้น 210 หลุม (เฉลี่ย 2 หลุม/อปท.) แต่มีหน่วยงานเพียง 66 อปท. ที่มีหลุมฝังกลบขยะเก่า จำนวนรวมทั้งสิ้น 123 หลุม ประกอบด้วย หลุมฝังกลบถูกหลักสุขาภิบาล จำนวน 102 หลุม กองบนพื้น จำนวน 7 หลุม เทลงหลุม/บ่อดิน จำนวน 8 หลุม และเทลงบ่อดินแล้วเผา จำนวน 6 หลุม ดังใน**รูปที่ 1** สรุปผลการสำรวจได้ดัง**ตารางที่ 2**



รูปที่ 1 จำนวน อปท. และจำนวนหลุมฝังกลบขยะทั้งหมด

ตารางที่ 2 สรุปข้อมูลการจัดการขยะจากหลุมฝังกลบเก่า

รายละเอียด	ประมวลผลข้อมูล	
1.ด้านปริมาณและองค์ประกอบ		
1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยเข้าสถานที่กำจัด	• ปริมาณตั้งแต่ 3-960 ตัน/วัน ค่าเฉลี่ย 80 ตัน/วัน • ปริมาณมากที่สุด 960 ตัน/วัน คือ อบจ.นนทบุรี • ปริมาณน้อยที่สุด 3 ตัน/วัน คือ ทต.ขามทะเลสอ (จ.นครราชสีมา)	
1.2 ปริมาณคัดแยกขยะรีไซเคิล	• ปริมาณตั้งแต่ 0.06-12.52 ตัน/วัน • มี อปท. ที่คัดแยกขยะรีไซเคิลเพียง 52 แห่ง (ร้อยละ 42.6)	
1.3 ปริมาณคัดแยกขยะอินทรีย์	• ปริมาณตั้งแต่ 0.02-35.00 ตัน/วัน • มี อปท. ที่คัดแยกขยะอินทรีย์เพียง 25 แห่ง (ร้อยละ 20.5)	
1.4 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยเฉลี่ย (Average) ที่นำเข้ามาฝังกลบ	เศษผัก/อาหาร 42.92% กระดาษ 10.46% พลาสติก 19.02% ยาง 1.57% หนัง 0.71% ผ้า 3.04%	ไม้ 4.24% แก้ว 4.59% โลหะ 2.71% หิน/กระเบื้อง 2.57% ขยะอื่นๆ 7.50% ขยะอันตราย 0.67%

ตารางที่ 2 สรุปข้อมูลการจัดการขยะจากหลุมฝังกลบเก่า (ต่อ)

รายละเอียด	ประมวลผลข้อมูล
1.5 สถานที่กำจัด (บ่อฝังกลบขยะ)	• มี 122 อปท. มีบ่อฝังกลบทั้งหมด 210 บ่อ • มี 66 อปท. มีบ่อฝังกลบเก่าจำนวน 123 บ่อ ประกอบด้วย ❑ ฝังกลบถูกสุขลักษณะ 102 บ่อ ❑ กองบนพื้น 7 บ่อ ❑ เทลงหลุม/บ่อดิน 8 บ่อ ❑ เทลงบ่อดินแล้วเผา 6 บ่อ
2.ด้านการติดตั้งเทคโนโลยีพลังงานขยะ	
2.1 พื้นที่คาดว่าจะติดตั้งเทคโนโลยี	• ร้อยละ 78 มีพื้นที่ติดตั้ง • ร้อยละ 14 หาซื้อพื้นที่ได้ • ร้อยละ 8 ไม่สามารถจัดหาได้เลย
2.2 การกลบทับขยะมูลฝอยทุกครั้งหรือทุกวัน (Daily Cover)	• ร้อยละ 34 ปิดทับบ้าง แต่ไม่สม่ำเสมอทุกวัน • ร้อยละ 31 ปิดทับสม่ำเสมอ ทุกวันหลังเสร็จสิ้น • ร้อยละ 19 ปิดทับนานๆ ครั้ง • ร้อยละ 16 ไม่มีการกลบทับขยะ
2.3 การกลบทับขยะมูลฝอยระหว่างชั้นฝังกลบ (Intermediate Cover)	• ร้อยละ 70 มีกลบทับระหว่างชั้นฝังกลบ • ร้อยละ 30 ไม่มีกลบทับระหว่างชั้นฝังกลบ
2.4 ระบบรวบรวมน้ำชะขยะ (Leachate Collection)	• ร้อยละ 28 มีสภาพการใช้งานดี • ร้อยละ 26 มีสภาพการใช้งานปานกลาง • ร้อยละ 18 มีสภาพการใช้งานต่ำ • ร้อยละ 28 ไม่มีระบบ
2.5 การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)	• ร้อยละ 37 มีสภาพการใช้งานดี • ร้อยละ 24 มีสภาพการใช้งานปานกลาง • ร้อยละ 11 มีสภาพการใช้งานต่ำ • ร้อยละ 28 ไม่มีระบบ

การจัดกลุ่มข้อมูลการจัดการขยะจากหลุมฝังกลบเก่า

เกณฑ์การประเมินศักยภาพหลุมฝังกลบ

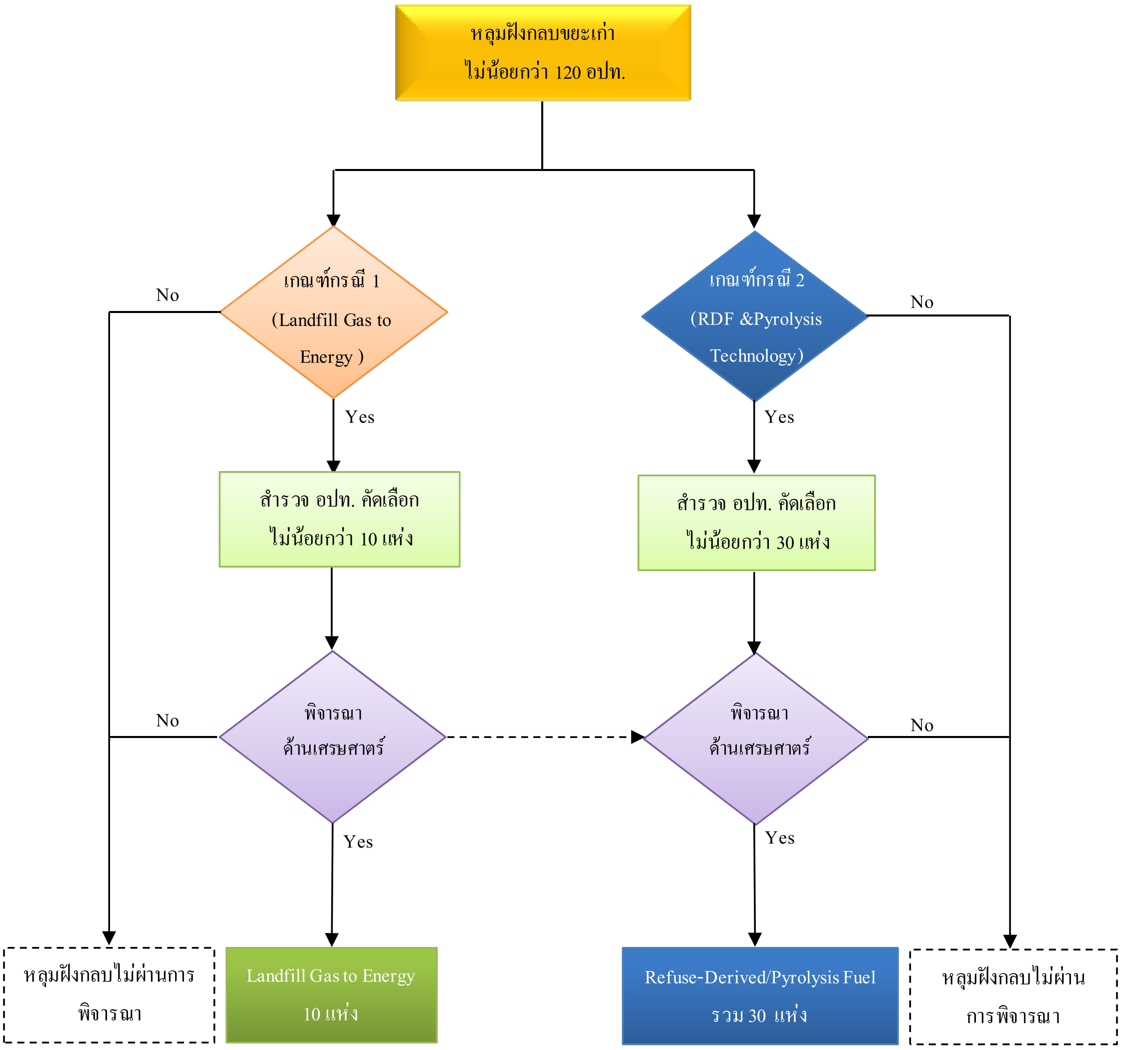
การประเมินศักยภาพหลุมฝังกลบขยะเก่า มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคัดเลือกหลุมฝังกลบขยะเก่าที่ไม่ได้มีการใช้งาน และสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อาทิ การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และการผลิตน้ำมัน เป็นต้น อันเป็นการช่วยแก้ไขปัญหาการจัดการขยะที่นับวันจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และยังเป็นการช่วยลดปัญหาการต่อต้านจากประชาชนในการจัดหาพื้นที่ฝังกลบขยะแห่งใหม่ เพื่อรองรับปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน (Global Warming) และสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยนำกลับมาใช้ประโยชน์แปรรูปเป็นพลังงาน ทั้งนี้เนื่องจากหลุมฝังกลบขยะของ อปท. ในพื้นที่โครงการมีเป็นจำนวนมาก สภาพความพร้อมและศักยภาพของหลุมฝังกลบขยะในแต่ละแห่งจึงแตกต่างกันออกไป ประกอบกับงบประมาณในการดำเนินงานที่มีอยู่อย่างจำกัด จึงจำเป็นต้องมีการจัดลำดับความเหมาะสม ทั้งนี้จะพิจารณาจากข้อมูลรูปแบบวิธีการจัดการขยะ ประกอบกับแนวนโยบายและเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะ แล้วจึงกำหนดปัจจัยหรือเกณฑ์ในการประเมินศักยภาพที่เหมาะสม สำหรับนำมาใช้ในการเปรียบเทียบจัดลำดับความเหมาะสมของหลุมฝังกลบขยะ และนำไปสู่การดำเนินการก่อนหลัง (Priority) เพื่อประโยชน์ในการกำหนดแผนงาน มาตรการ และงบประมาณ เพื่อใช้เป็นกรอบในการพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พลังงานขยะ) ในลำดับถัดไป

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินศักยภาพหลุมฝังกลบขยะ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighting)	รายละเอียด	ระดับคะแนน
1. ด้านปริมาณและองค์ประกอบ			
กรณีที่ 1 ความเหมาะสมด้านการนำก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบไปใช้งาน (Landfill Gas to Energy)			
1. อายุการใช้งานหลุมฝังกลบ (หลังปิดหลุมแล้ว)	20	อายุหลุมฝังกลบหลังปิดหลุมน้อยกว่า 3 ปี อายุหลุมฝังกลบหลังปิดหลุมตั้งแต่ 3-5 ปี อายุหลุมฝังกลบหลังปิดหลุมมากกว่า 5 ปี ขึ้นไป	3 2 1
2. ปริมาณขยะสะสม ภายในหลุมฝังกลบ	20	ปริมาณขยะมากกว่า 300,000 ตัน ปริมาณขยะตั้งแต่ 100,000-300,000 ตัน ปริมาณขยะน้อยกว่า 100,000 ตัน	3 2 1
3. ความสูงของชั้นฝังกลบทั้งหมด	20	ความสูงมากกว่า 10 เมตร ขึ้นไป ความสูงตั้งแต่ 5-10 เมตร ความสูงน้อยกว่า 5 เมตร	3 2 1
กรณีที่ 2 ความเหมาะสมด้านการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และผลิตน้ำมันโดยกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis)			
1. อายุการใช้งานหลุมฝังกลบ (หลังปิดหลุมแล้ว)	20	อายุหลุมฝังกลบหลังปิดหลุมมากกว่า 5 ปี ขึ้นไป อายุหลุมฝังกลบหลังปิดหลุมน้อยกว่า 5 ปี	3 0
2. ปริมาณขยะสะสม ภายในหลุมฝังกลบ	20	ปริมาณขยะมากกว่า 300,000 ตัน ปริมาณขยะตั้งแต่ 100,000-300,000 ตัน ปริมาณขยะน้อยกว่า 100,000 ตัน	3 2 1
3. ปริมาณเชื้อเพลิงขยะหรือ พลังงานความร้อนจากขยะ เชื้อเพลิงภายในหลุมฝังกลบ	20	ปริมาณขยะมาก (> เปอร์เซ็นไทลล์ที่ 75) ปริมาณขยะปานกลาง (เปอร์เซ็นไทลล์ที่ 50-75) ปริมาณขยะน้อย (<เปอร์เซ็นไทลล์ที่ 50)	3 2 1
2. ด้านการติดตั้งเทคโนโลยีพลังงานขยะ			
1. พื้นที่ติดตั้งเทคโนโลยี พลังงานขยะ	20	พื้นที่มากกว่า 1.0 ไร่ ขึ้นไป พื้นที่ตั้งแต่ 0.5-1.0 ไร่ พื้นที่น้อยกว่า 0.5 ไร่	3 2 1
2. ระบบรวบรวมน้ำชะขยะ (Lechate) ภายในหลุมฝังกลบ	10	สภาพการใช้งานดี เช่น ระบบอยู่ในสภาพที่ดี ไม่อุดตัน ใช้งานได้ดี สูบใช้งานสม่ำเสมอ สภาพการใช้งานปานกลาง เช่น สภาพทรุดโทรม แต่ไม่มากนัก สูบใช้งานได้ สภาพการใช้งานต่ำ เช่น สภาพทรุดโทรมมาก อุดตัน ไม่สามารถสูบใช้งานได้	3 2 1
3. การกลบทับขยะมูลฝอยทุกครั้ง หรือทุกวัน (Daily Cover) หลังเสร็จสิ้นการทิ้งขยะมูลฝอย	10	มีการปิดทับสม่ำเสมอ และทุกวันหลังเสร็จสิ้น มีการปิดทับบ้าง แต่ไม่สม่ำเสมอทุกวัน มีการปิดทับนานๆ ครั้ง	3 2 1

แนวคิดการจัดกลุ่มหลุมฝังกลบขยะ

- **แนวคิดที่ 1** : การผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบเก่าโดยไม่ขุดขยะเก่า เหมาะกับการนำก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมาผลิตกระแสไฟฟ้า (Gas to Energy)
- **แนวคิดที่ 2** : การขุดขยะเก่าขึ้นมาคัดแยกขยะที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงาน ได้แก่ เชื้อเพลิงขยะ (RDF) และน้ำมันเชื้อเพลิง Pyrolysis จึงต้องใช้เครื่องจักรในการขุด และร่อนขยะก่อนขั้นต้น



รูปที่ 2 แนวคิดการจัดกลุ่มหลุมฝังกลบขยะ

สรุปผลการจัดกลุ่มและคัดเลือกหลุมฝังกลบที่มีศักยภาพ

จากแนวคิดในการจัดกลุ่มหลุมฝังกลบขยะข้างต้น โดยแนวคิดแรกเป็นการรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมาใช้ประโยชน์ผลิตกระแสไฟฟ้า (Landfill gas to electricity) หากปริมาณก๊าซชีวภาพมีปริมาณมากพอสามารถผลิตไฟฟ้าได้มาก ผลพลอยได้จะสูงทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงตามมา ดังนั้นแนวคิดนี้จะคัดเลือกหลุมฝังกลบที่มีปริมาณก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นมากที่สุด ในเบื้องต้นจะพิจารณาจากอายุการใช้งาน ปริมาณขยะสะสม และความสูงของชั้นฝังกลบเป็นหลัก ซึ่งมีความสัมพันธ์ (function) กับปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบ ส่วนแนวคิดที่สองเป็นการเปิดหลุมฝังกลบขยะเก่าเพื่อนำขยะไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานขยะ ได้แก่ การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก เป็นต้น ซึ่งแนวคิดนี้ต้องใช้เครื่องจักรในช่วงต้นสำหรับการเตรียมขยะเป็นวัตถุดิบ เช่น รถขุดขยะ เครื่องคัดแยก เครื่องร่อน เครื่องอบแห้ง เป็นต้น แนวคิดนี้จะคำนึงถึงปริมาณและองค์ประกอบวัตถุดิบเป็นหลัก เพื่อให้ได้ปริมาณเชื้อเพลิงขยะสูง คุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน (Economy of Scale) ในเบื้องต้นจะพิจารณาจากอายุการใช้งาน ปริมาณขยะสะสม และปริมาณเชื้อเพลิงขยะเป็นหลัก แนวคิดที่สองนี้นอกจากจะพิจารณาความคุ้มค่าทางด้านเศษฐศาสตร์การลงทุนแล้ว ปัจจัยส่งเสริมด้านการตลาด และแหล่งรับซื้อเชื้อเพลิงขยะก็เป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดรูปแบบเทคโนโลยีพลังงานขยะอีกด้วย

จากเกณฑ์การประเมินศักยภาพหลุมฝังกลบที่ได้กล่าวไว้แล้ว ประกอบกับการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลด้านเทคนิคจึงสามารถจัดกลุ่มหลุมฝังกลบเก่าตามความเหมาะสมออกเป็น 2 กลุ่ม ดังแสดงใน**ตารางที่ 4**

ตารางที่ 4 สรุปผลการจัดกลุ่มและคัดเลือกหลุมฝังกลบที่มีศักยภาพ 40 อปท.

กลุ่มที่ 1 : Gas to Energy

ลำดับ	รายชื่อ อปท.	จำนวนบ่อ
1	ทม.เพชรบูรณ์	1
2	ทน.หาดใหญ่	3
3	ทม.พัทยา	1
4	ทม.พะเยา	บ่อ 2
5	ทน.ขอนแก่น	2
6	ทม.สะเดา	1
7	ทม.บุรีรัมย์	1
8	อบจ.นนทบุรี	บ่อ C, F, G
9	ทน.แหลมฉบัง	3
10	ทม.มหาสารคาม	2

กลุ่มที่ 2 : RDF & Pyrolysis

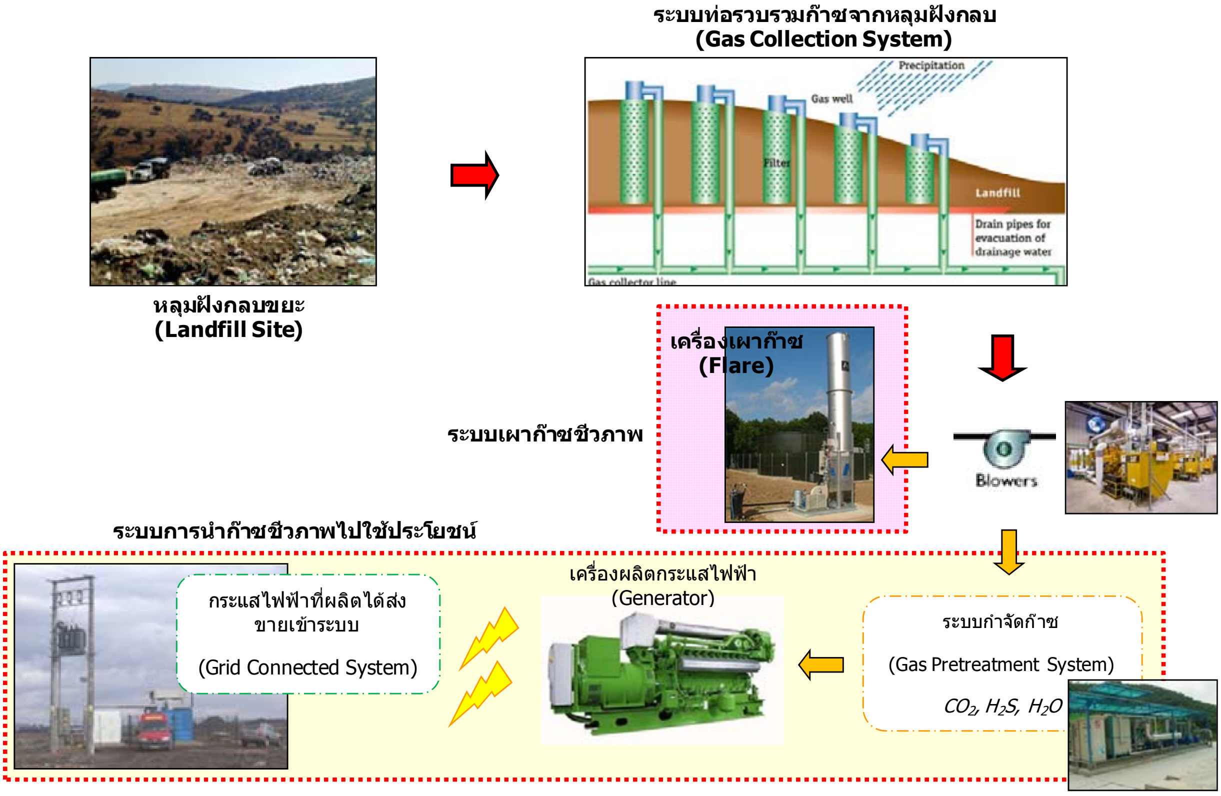
ลำดับ	รายชื่อ อปท.	จำนวนบ่อ
1	อบจ.ชลบุรี	1
2	ทม.พะเยา	บ่อ 1
3	ทน.อุดรธานี	1
4	อบจ.นนทบุรี	บ่อ B, D
5	ทม.ปากช่อง	1
6	ทม.สุโขทัยธานี	2
7	ทม.ชัยนาท	1
8	ทน.อุบลราชธานี	1
9	ทน.สุราษฎร์ธานี	1
10	ทม.แสนสุข	5
11	ทม.ปทุมธานี	2
12	ทม.อุทัยธานี	3
13	ทต.สิชล	1
14	ทม.เลย	1
15	ทม.บ้านไผ่	3
16	ทต.หันคา	2
17	ทน.แม่สอด	3
18	ทน.ภูเก็ต	5
19	ทม.ชัยภูมิ	1
20	ทม.ศรีสะเกษ	3
21	ทม.จันทบุรี	4
22	ทม.พนัสนิคม	1
23	ทม.นครนายก	3
24	ทม.สกลนคร	5
25	ทม.ชุมพร	1
26	ทต.ดอนสัก	1
27	ทน.พระนครศรีอยุธยา	1
28	ทต.ศรีประจันต์	1
29	ทต.หนองแค	1
30	ทม.มาบตาพุด	5

การนำก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบเก่ามาใช้ประโยชน์

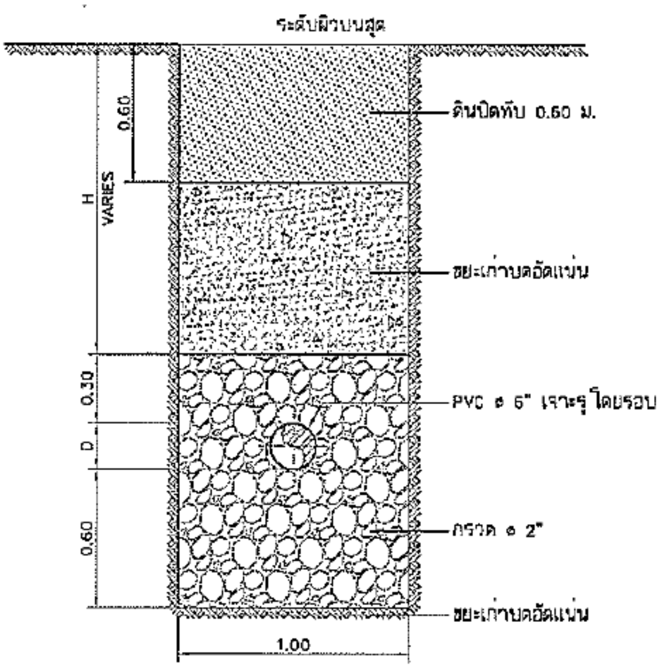
ปัจจุบันวิธีในการจัดการขยะจากชุมชนส่วนใหญ่ใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งนับเป็นวิธีที่สะดวก และมีค่าลงทุนไม่สูง เมื่อเทียบกับการจัดการด้วยวิธีอื่นๆ นอกจากนี้เมื่อขยะภายในหลุมฝังกลบถูกทิ้งเอาไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งก็จะเกิดก๊าซชีวภาพขึ้น ได้แก่ ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ โดยเกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ซึ่งก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบนี้ นับว่าเป็นก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas ;GHG) ที่ก่อให้เกิดปัญหาในด้านต่างๆ ตามมา เช่น ภาวะโลกร้อน (Global Warming) กลิ่น และปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นแนวทางที่เหมาะสมที่จะลดปริมาณก๊าซมีเทน หรือนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ คือการนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า

ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบขยะจะถูกปิดทับด้วยชั้นของขยะตามความลึกของหลุมฝังกลบ นอกจากนี้ก๊าซที่เกิดขึ้นก็สามารถระบายออกตามช่องว่างต่างๆ แต่มีปริมาณไม่มากนัก คือประมาณร้อยละ 3-4 ซึ่งการจะนำก๊าซมาใช้ประโยชน์นั้นจึงต้องมีการฝังท่อลงไปในหลุมฝังกลบและอาศัยแรงดูดจาก Blower (Active Venting) ในการรวบรวมก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมดในหลุมและเชื่อมต่อท่อรวบรวมก๊าซที่บริเวณปลายท่อเข้าด้วยกัน ผ่านระบบกำจัดความชื้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก่อนจะส่งไปยังเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ดังแสดงใน**รูปที่ 3**

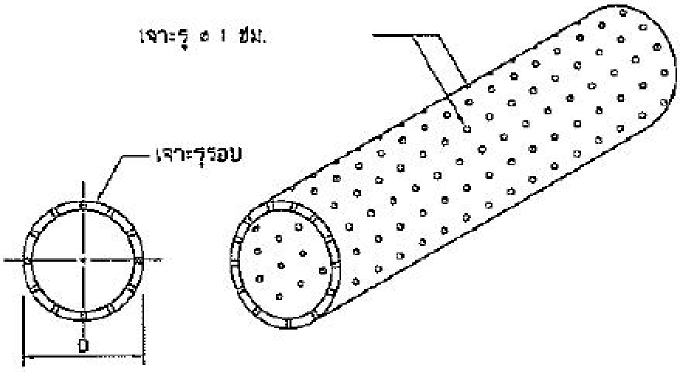
ส่วนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการที่สำคัญ ได้แก่ ผลกระทบด้านสาธารณสุข/ชีวอนามัย และความปลอดภัยของพนักงาน รองลงมาจะเป็นคุณภาพน้ำ ทั้งนี้หากโครงการดำเนินการตามมาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัดจะทำให้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำหรือไม่มีนัยสำคัญได้



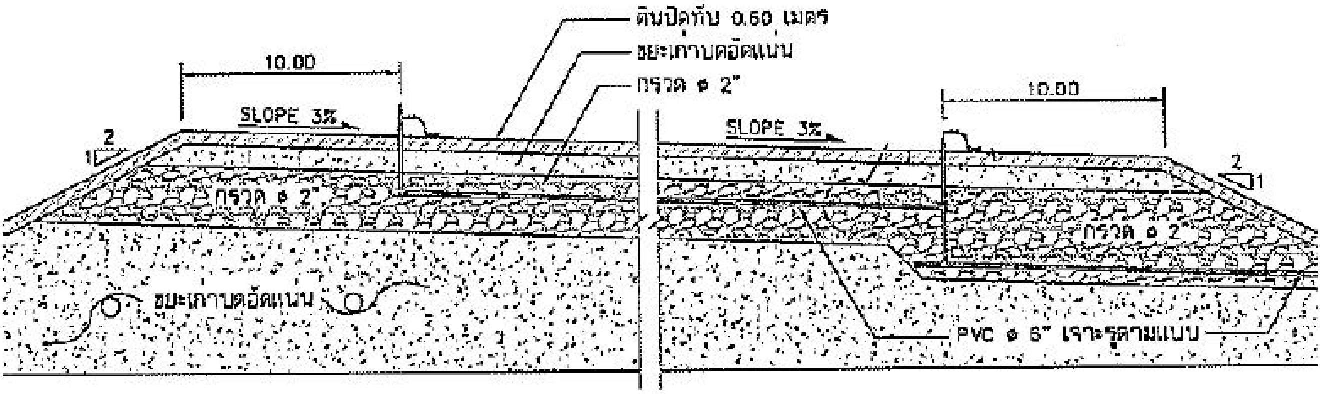
รูปที่ 3 กระบวนการนำก๊าซจากหลุมฝังกลบมาใช้ประโยชน์



(ก) การขุดวางท่อรวบรวมก๊าซ



(ข) การเจาะรูท่อรวบรวมก๊าซ



(ค) รายละเอียดการวางแนวท่อรวบรวมก๊าซ

รูปที่ 4 รายละเอียดการออกแบบระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ

ตารางที่ 5 ปริมาณก๊าซที่ประเมิน และขนาดกำลังผลิตไฟฟ้า จากหลุมฝังกลบเก่า

รายชื่อ หลุมฝังกลบ	ปริมาณก๊าซในปีที่ปิดหลุม (ลบ.ม./ชม.)	ปริมาณก๊าซ ในปีที่ 10	ขนาดเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า (กิโลวัตต์)
1. ทม.พัทยา	497	199	300
2. ทน.หาดใหญ่	1,091	436	650
3. ทน.ขอนแก่น	1,292	517	650
4. ทน.แหลมฉบัง	748	299	500
5. ทม.พะเยา(1)	173	69	100
6. อบจ.นนทบุรี(2)	848	339	500
7. ทม.มหาสารคาม	159	64	100
8. ทม.สะเดา	245	98	150
9. ทม.บุรีรัมย์	381	152	200
10. ทม.เพชรบูรณ์	292	117	150

หมายเหตุ : (1) ทม.พะเยา เฉพาะบ่อที่ 2

(2) อบจ.นนทบุรี เฉพาะบ่อ C ,F และ G

ตารางที่ 6 สรุปค่าลงทุน ค่าดำเนินการ ค่าเดินระบบ และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้

ลำดับ	รายชื่อ หลุมฝังกลบ	ค่าก่อสร้าง รวม (บาท)	ค่าอุปกรณ์ รวม (บาท)	ค่าก่อสร้าง ทั้งหมด (บาท)	ค่าเดิน ระบบ (บาท/ปี)	กำลังไฟฟ้า ที่ผลิตได้ (กิโลวัตต์)
1	ทม.พัทยา	9,071,342	13,910,000	22,981,342	1,610,59	270
2	อบจ.นนทบุรี	16,668,30	19,260,000	35,928,303	2,323,59	450
3	ทน.ขอนแก่น	20,021,44	21,400,000	41,421,443	2,617,60	585
4	ทม.มหาสารคาม	7,467,662	8,560,000	16,027,662	1,065,63	90
5	ทน.แหลมฉบัง	12,085,49	19,260,000	31,345,490	2,195,10	450
6	ทน.หาดใหญ่	15,938,88	21,400,000	37,338,881	2,503,14	585
7	ทม.สะเดา	4,257,271	9,630,000	13,887,271	1,075,62	135
8	ทม.บุรีรัมย์	5,190,714	11,021,000	16,211,714	1,231,79	180
9	ทม.เพชรบูรณ์	6,559,050	9,630,000	16,189,050	1,140,15	135
10	ทม.พะเยา	4,060,388	8,560,000	12,620,388	970,103	90

ในกรณีต้องการจัดอันดับความน่าลงทุนของโครงการ (Priority of Investment) ในด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน ซึ่งในการวิเคราะห์อาจใช้ดัชนีการวิเคราะห์ต่างๆ เช่น NPV ,B/C ratio และ EIRR แต่ในการพิจารณาจะใช้ NPV ในการตัดสินใจถึงอันดับความน่าลงทุนโครงการเสมอ **โดยค่า NPV ยิ่งมากแสดงถึงความน่าลงทุนโครงการยิ่งมาก** ซึ่งผลในการพิจารณาด้วยค่า NPV จะสอดคล้องกับ B/C ratio เสมอ สำหรับการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ด้วยการผลิตไฟฟ้า โดยมีอันดับความน่าลงทุนมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ **เทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลนครขอนแก่น เทศบาลนครแหลมฉบัง อบจ.นนทบุรี และ เทศบาลเมืองพัทยา** มีรายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 7**

ตารางที่ 7 ผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว กรณีการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์

ลำดับ	พื้นที่ดำเนินการ	วิเคราะห์	Base Case	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
1	ทม.พัทยา	NPV (ล้านบาท)	54.72	52.17	46.70	44.14
		B/C Ratio	3.14	2.86	2.57	2.57
		EIRR (%)	75.7%	67.9%	67.1%	60.0%
2	อบจ.นนทบุรี	NPV (ล้านบาท)	94.74	90.84	81.37	77.47
		B/C Ratio	3.43	3.12	2.81	2.81
		EIRR (%)	82.0%	73.7%	72.8%	65.3%
3	ทน.ขอนแก่น	NPV (ล้านบาท)	129.19	124.72	111.80	107.33
		B/C Ratio	3.89	3.54	3.18	3.18
		EIRR (%)	93.7%	84.4%	83.5%	75.1%
4	ทม.มหาสารคาม	NPV (ล้านบาท)	9.21	7.46	6.54	4.78
		B/C Ratio	1.53	1.39	1.25	1.25
		EIRR (%)	29.5%	25.1%	24.7%	20.7%
5	ทน.แหลมฉบัง	NPV (ล้านบาท)	98.94	95.46	85.56	82.08
		B/C Ratio	3.84	3.49	3.14	3.14
		EIRR (%)	94.6%	85.2%	84.2%	75.7%
6	ทน.หาดใหญ่	NPV (ล้านบาท)	132.93	128.83	115.54	111.44
		B/C Ratio	4.25	3.86	3.47	3.47
		EIRR (%)	104.4%	94.1%	93.1%	83.8%
7	ทม.สะเดา	NPV (ล้านบาท)	24.22	22.63	20.21	18.62
		B/C Ratio	2.52	2.29	2.06	2.06
		EIRR (%)	60.0%	53.4%	52.8%	46.7%
8	ทม.บุรีรัมย์	NPV (ล้านบาท)	35.05	33.20	29.70	27.85
		B/C Ratio	2.90	2.64	2.37	2.37
		EIRR (%)	70.4%	62.9%	62.2%	55.4%
9	ทม.เพชรบูรณ์	NPV (ล้านบาท)	22.12	20.31	18.10	16.30
		B/C Ratio	2.23	2.03	1.82	1.82
		EIRR (%)	50.4%	44.6%	44.1%	38.7%
10	ทม.พะเยา	NPV (ล้านบาท)	12.33	10.89	9.66	8.22
		B/C Ratio	1.86	1.69	1.52	1.52
		EIRR (%)	40.4%	35.3%	34.7%	30.0%

หมายเหตุ : กรณีที่ 1 มูลค่าการลงทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10
กรณีที่ 2 ผลประโยชน์ลดลงร้อยละ 10
กรณีที่ 3 มูลค่าการลงทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และผลประโยชน์ลดลงร้อยละ 10

การนำขยะจากหลุมฝังกลบมาผลิตเชื้อเพลิงขยะ

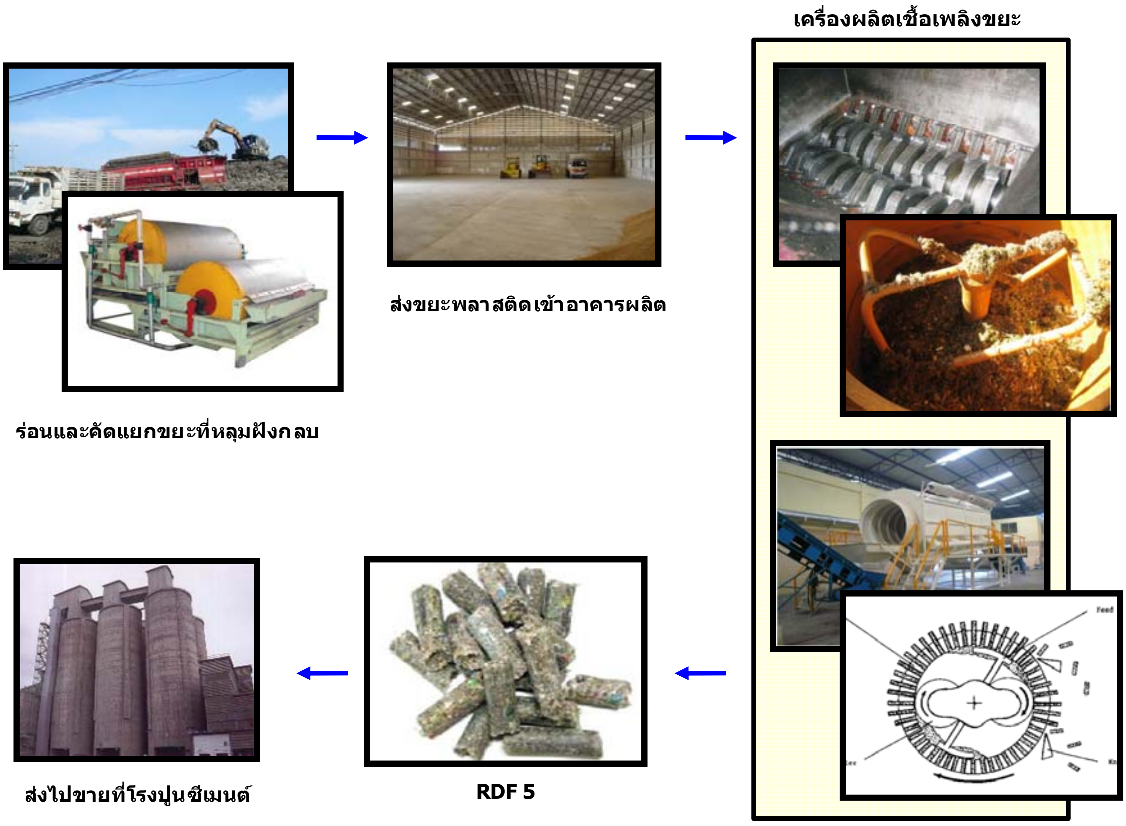
เชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel ;RDF) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการจัดการต่างๆ เช่น การคัดแยกวัสดุที่เผาไหม้ไม่ได้ออกมา การฉีกหรือตัดขยะมูลฝอยออกเป็นชิ้นเล็กๆ เชื้อเพลิงขยะที่ได้นี้จะมีค่าความร้อนสูงกว่าหรือมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ดีกว่าการนำขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมมาใช้โดยตรง เนื่องจากมีองค์ประกอบทั้งทางกายภาพและเคมีที่สม่ำเสมอกว่า ข้อดีของเชื้อเพลิงขยะ คือ ค่าความร้อนสูง (ค่าสูงประมาณ 13-20 เมกะจูลต่อกิโลกรัม) ง่ายต่อการจัดเก็บ การขนส่ง การจัดการต่างๆ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำกว่า ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ออกเป็น 7 ชนิด ตามมาตรฐาน ASTM E-75 ดังแสดงใน**ตารางที่ 8**

ตารางที่ 8 ชนิด คุณลักษณะของเชื้อเพลิงขยะและระบบการเผาไหม้

ประเภท RDF	กระบวนการการจัดการ	ระบบการเผาไหม้
RDF 1 : MSW	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ได้ออกมาด้วยมือ รวมทั้งขยะที่มีขนาดใหญ่	Stoker
RDF 2 : Coarse RDF (c-RDF)	บดหรือตัดขยะมูลฝอยอย่างหยาบๆ	Fluidized Bed Combustion Multifuel Combustion
RDF 3 : Fluff RDF (f-RDF)	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ออก เช่น โลหะ แก้ว และอื่นๆ มีการบดหรือตัดจนทำให้ร้อยละ 95 ของขยะมูลฝอยที่คัดแยกแล้วมีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว	Stoker
RDF 4 : Dust RDF (p-RDF)	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ มาผ่านกระบวนการทำให้อยู่ในรูปของผงฝุ่น	Fluidized Bed Combustion Pulverized Bed Combustion
RDF 5 : Densified RDF (d-RDF)	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการอัดแท่ง โดยให้มีความหนาแน่นมากกว่า 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	Fluidized Bed Combustion Microwave Fluidzed
RDF 6 : RDF Slurry	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการให้อยู่ในรูปของ Slurry	Swirl Burner
RDF 7 : RDF Syn-gas	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) เพื่อผลิต Syn-gas ที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซได้	Burner Integreated Gasification-

กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะประกอบด้วย ส่วนคัดแยกขยะอย่างหยาบ และคัดแยกโลหะ โดยส่วนนี้ดำเนินการที่หลุมฝังกลบ เพื่อคัดแยกเฉพาะเชื้อเพลิงขยะที่สามารถเข้าระบบได้ก่อนจะขนส่งมาที่อาคารผลิต ภายในอาคารผลิตจะมีกระบวนการคัดแยกขยะอย่างละเอียดอีกครั้ง เพื่อแยกเศษดิน และอื่นๆ ที่อาจติดมากับเศษพลาสติก ยาง หรือหนัง เป็นต้น

จากนั้นเชื้อเพลิงขยะจะถูกส่งเข้าเครื่องตัด เครื่องผสมขยะ เครื่องอบแห้ง และเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงขยะที่ได้จะเป็น RDF5 (Densified RDF) จะส่งเข้าโรงเก็บเชื้อเพลิงขยะก่อนขนไปขายที่โรงปูนซีเมนต์ในพื้นที่ใกล้เคียง ส่วนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการที่สำคัญ ได้แก่ ผลกระทบด้านสุขภาพ/ความเจ็บป่วย และความปลอดภัยของพนักงานในการปฏิบัติงาน รองลงมาจะเป็นคุณภาพอากาศที่เกิดจากกระบวนการร่อนและขนส่งขยะภายในพื้นที่โครงการ ทั้งนี้หากโครงการดำเนินการตามมาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัดจะทำให้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำหรือไม่มีนัยสำคัญได้



รูปที่ 5 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF)

จากผลการศึกษา พบว่า การร่อนขยะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบเก่าเฉลี่ย 100 ตัน สามารถนำกลับไปผลิตเชื้อเพลิงขยะได้ 38.5 ตัน (ร้อยละ 38.5) ได้แก่ พลาสติก ยาง หนัง และผ้า ทั้งนี้เชื้อเพลิงขยะที่ได้สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมหรือเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ได้ เนื่องจากให้ค่าความร้อนที่ค่อนข้างสูง ส่วนที่เหลือเป็นขยะที่มีมูลค่าในการนำกลับไปรีไซเคิลหรือขายได้ เช่น โลหะ เหล็ก อลูมิเนียม เป็นต้น ประเภทดินและขยะอินทรีย์

สามารถนำกลับมาใช้เป็นวัสดุปิดทับหลุมฝังกลบขยะในพื้นที่ (on-site) ส่วนประเภทที่ไม่มีมูลค่าหรือไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น ไม้/ใบไม้ แก้ว หิน/กระเบื้อง จะถูกนำกลับไปกำจัดยังหลุมฝังกลบที่จัดเตรียมขึ้นมาใหม่ต่อไป

จากแนวคิดข้างต้นนำมาประเมินค่าลงทุน ค่าดำเนินการได้ดังนี้

ตารางที่ 9 ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ และค่าบำรุงรักษา สำหรับระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ

ลำดับ	รายชื่อ หลุมฝังกลบ	ปริมาณ ขยะเก่า (ตัน)	เชื้อเพลิงขยะ (ตัน)	ระยะเวลา ดำเนินการ (ปี)	ขนาด เครื่องจักรที่ เลือก (ตัน)	ค่าลงทุน ทั้งหมด (บาท)	ค่าจัดหารถ +Overhaul เครื่องจักรปีที่ 10	ค่า O&M (บาท/ปี)
1	อบจ.ชลบุรี	155,249	59,716	10	20	97,449,153	31,384,000	19,004,893
2	ทม.แสนสุข	467,161	179,693	18	35	122,273,153	41,288,000	29,075,432
3	ทม.จันทบุรี	304,036	116,947	19	20	97,449,153	31,384,000	24,143,467
4	ทม.พนัสนิคม	11,858	4,561	-	-	-	-	-
5	ทม.นครนายก	40,495	15,576	-	-	-	-	-
6	ทม.มาบตาพุด	209,859	80,722	11	20	97,449,153	31,384,000	23,450,953
7	ทม.ชัยนาท	375,158	144,304	24	20	97,449,153	31,384,000	15,963,577
8	ทม.ปทุมธานี	191,616	73,705	12	20	97,449,153	31,384,000	15,716,805
9	ทต.หันคา	137,884	53,037	10	20	97,449,153	31,384,000	16,303,129
10	ทน.พระนครศรีอยุธยา	202,485	77,886	13	20	97,449,153	31,384,000	13,906,106
11	ทต.ศรีประจันต์	128,533	49,440	8	20	97,449,153	31,384,000	15,113,789
12	ทต.หนองแค	77,536	29,824	-	-	-	-	-
13	อบจ.นนทบุรี	514,299	197,824	19	35	122,273,153	37,964,000	24,089,345
14	ทม.พะเยา	137,884	53,037	9	20	97,449,153	31,384,000	16,097,457
15	ทม.สุโขทัยธานี	252,120	96,978	16	20	97,449,153	31,384,000	16,268,363
16	ทม.อุทัยธานี	47,584	18,303	-	-	-	-	-
17	ทน.แม่สอด	222,216	85,475	14	20	97,449,153	31,384,000	23,473,180
18	ทน.อุดรธานี	96,506	37,121	-	-	-	-	-
19	ทม.ปากช่อง	458,948	176,533	17	35	122,273,153	41,288,000	20,785,474
20	ทน.อุบลราชธานี	77,474	29,800	-	-	-	-	-
21	ทม.เลย	70,954	27,292	-	-	-	-	-
22	ทม.บ้านไผ่	81,270	31,260	-	-	-	-	-
23	ทม.ชัยภูมิ	80,486	30,959	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : - ไม่เหมาะกับการลงทุนเทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ เนื่องจากปริมาณเชื้อเพลิงขยะไม่เพียงพอ จำนวน 13 แห่ง

ตารางที่ 9 ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ และค่าบำรุงรักษา สำหรับระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ (ต่อ)

ลำดับ	รายชื่อหลุมฝังกลบ	ปริมาณขยะ เก่า (ตัน)	เชื้อเพลิงขยะ (ตัน)	ระยะเวลาดำเนินการ (ปี)	ขนาดเครื่องจักรที่เลือก (ตัน)	ค่าลงทุนทั้งหมด (บาท)	ค่าจัดหารถ +Overhaul เครื่องจักรปีที่ 10	ค่า O&M (บาท/ปี)
24	ทม.ศรีสะเกษ	79,920	30,741	-	-	-	-	-
25	ทม.สกลนคร	154,042	59,252	10	20	97,449,153	31,384,000	30,968,548
26	ทน.ภูเก็ต	896,440	344,814	22	55	211,254,741	66,352,000	54,748,653
27	ทม.ชุมพร	356,652	137,186	23	20	97,449,153	31,384,000	22,983,665
28	ทต.ดอนสัก	50,274	19,338	-	-	-	-	-
29	ทน.สุราษฎร์ธานี	94,915	36,509	-	-	-	-	-
30	ทต.สิชล	13,486	5,187	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : - ไม่เหมาะกับการลงทุนเทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ เนื่องจากปริมาณเชื้อเพลิงขยะไม่เพียงพอ จำนวน 13 แห่ง

ตารางที่ 10 ผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว กรณี การนำขยะมาผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF)

ลำดับ	รายชื่อหลุมฝังกลบ	วิเคราะห์	RDF				
			Base Case	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
1	อบจ.ชลบุรี	NPV (ล้านบาท)	-120.57	-12.40	-138.71	-126.66	-144.80
		B/C Ratio	0.34	0.91	0.31	0.27	0.27
		EIRR (%)	-	0.08	-	-	-
2	ทม.แสนสุข	NPV (ล้านบาท)	-166.51	-17.50	-196.12	-179.47	-209.09
		B/C Ratio	0.44	0.91	0.40	0.36	0.36
		EIRR (%)	-	0.09	-	-	-
3	ทม.จันทบุรี	NPV (ล้านบาท)	-162.84	31.10	-187.28	-170.99	-195.43
		B/C Ratio	0.33	1.20	0.30	0.27	0.27
		EIRR (%)	-	0.18	-	-	-
4	ทม.มาบตาพุด	NPV (ล้านบาท)	-131.15	21.37	-152.14	-139.03	-160.02
		B/C Ratio	0.38	1.15	0.34	0.31	0.31
		EIRR (%)	-	0.18	-	-	-
5	ทม.ชัยนาท	NPV (ล้านบาท)	-112.79	-1.95	-132.45	-121.17	-140.82
		B/C Ratio	0.43	0.99	0.39	0.35	0.35
		EIRR (%)	-	0.12	-	-	-
6	ทม.ปทุมธานี	NPV (ล้านบาท)	-103.85	-16.07	-121.10	-110.72	-127.97
		B/C Ratio	0.40	0.89	0.36	0.33	0.33
		EIRR (%)	-	0.07	-	-	-

ตารางที่ 10 ผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว กรณี การนำขยะมาผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) (ต่อ)

ลำดับ	รายชื่อหลุมฝังกลบ	วิเคราะห์	RDF				
			Base Case	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
7	ทต.หันคา	NPV (ล้านบาท)	-113.54	-27.71	-130.33	-118.97	-135.76
		B/C Ratio	0.32	0.79	0.29	0.26	0.26
		EIRR (%)	-	0.02	-	-	-
8	ทน.พระนครศรีอยุธยา	NPV (ล้านบาท)	-96.09	-22.45	-112.63	-103.02	-119.55
		B/C Ratio	0.42	0.84	0.38	0.34	0.34
		EIRR (%)	-	0.06	-	-	-
9	ทต.ศรีประจันต์	NPV (ล้านบาท)	-88.78	-30.03	-103.14	-94.27	-108.63
		B/C Ratio	0.38	0.77	0.35	0.31	0.31
		EIRR (%)	-	0.08	-	-	-
10	อบจ.นนทบุรี	NPV (ล้านบาท)	-125.76	-18.63	-152.30	-139.72	-166.26
		B/C Ratio	0.53	0.92	0.48	0.43	0.43
		EIRR (%)	-	0.09	-	-	-
11	ทม.พะเยา	NPV (ล้านบาท)	-97.08	-51.17	-112.40	-102.69	-118.00
		B/C Ratio	0.37	0.67	0.33	0.30	0.30
		EIRR (%)	-	-0.10	-	-	-
12	ทม.สุโขทัยธานี	NPV (ล้านบาท)	-109.61	-6.25	-128.29	-117.33	-136.02
		B/C Ratio	0.41	0.96	0.38	0.34	0.34
		EIRR (%)	-	0.11	-	-	-
13	ทน.แม่สอด	NPV (ล้านบาท)	-152.02	16.85	-174.47	-159.27	-181.72
		B/C Ratio	0.32	1.12	0.29	0.26	0.26
		EIRR (%)	-	0.16	-	-	-
14	ทม.ปากช่อง	NPV (ล้านบาท)	-107.76	-30.27	-131.77	-120.99	-145.00
		B/C Ratio	0.55	0.85	0.50	0.45	0.45
		EIRR (%)	-	0.06	-	-	-
15	ทม.สกลนคร	NPV (ล้านบาท)	-182.04	25.33	-206.22	-188.02	-212.20
		B/C Ratio	0.25	1.19	0.22	0.20	0.20
		EIRR (%)	-	0.20	-	-	-
16	ทน.ภูเก็ต	NPV (ล้านบาท)	-339.70	-61.36	-395.58	-361.61	-417.48
		B/C Ratio	0.39	0.84	0.36	0.32	0.32
		EIRR (%)	-	0.06	-	-	-
17	ทม.ชุมพร	NPV (ล้านบาท)	-155.33	29.24	-179.73	-164.19	-188.59
		B/C Ratio	0.36	1.22	0.33	0.30	0.30
		EIRR (%)	-	0.17	-	-	-

หมายเหตุ : กรณีที่ 1 ไม่คิดต้นทุนค่าขนส่ง

กรณีที่ 2 มูลค่าการลงทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากกรณีปกติ (Base Case) (คิดค่าขนส่ง)

กรณีที่ 3 ผลประโยชน์ลดลงร้อยละ 10 จากกรณีปกติ (คิดค่าขนส่ง)

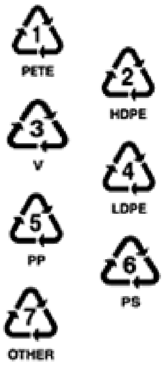
กรณีที่ 4 มูลค่าการลงทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และผลประโยชน์ลดลงร้อยละ 10 จากกรณีปกติ (คิดค่าขนส่ง)

ในกรณีต้องการจัดอันดับความน่าลงทุนของโครงการ (Priority of Investment) ในด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน ซึ่งในการวิเคราะห์อาจใช้ดัชนีการวิเคราะห์ต่างๆ เช่น NPV ,B/C ratio และ EIRR แต่ในการพิจารณาจะใช้ NPV ในการตัดสินใจถึงอันดับความน่าลงทุนโครงการเสมอ โดยค่า **NPV ยิ่งมากแสดงถึงความน่าลงทุนโครงการยิ่งมาก** ซึ่งผลในการพิจารณาด้วยค่า NPV จะสอดคล้องกับ B/C ratio เสมอ สำหรับการนำขยะผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) โดยมีอันดับความน่าลงทุนมากที่สุด 5 อันดับแรก (ติดลบน้อยที่สุด) คือ **เทศบาลตำบลศรีประจันต์ เทศบาลนครพระนครศรีอยุธยา เทศบาลเมืองพะเยา เทศบาลเมืองปทุมธานี และ เทศบาลเมืองปากช่อง**

สำหรับกรณีที่ NPV เป็นลบ แสดงถึงความไม่น่าลงทุนของโครงการ อันเนื่องมาจากกำไรที่ได้จากการดำเนินงานไม่คุ้มค่าสำหรับเงินลงทุนที่เสียไป

การนำขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามาผลิตน้ำมันไพโรไลซิส

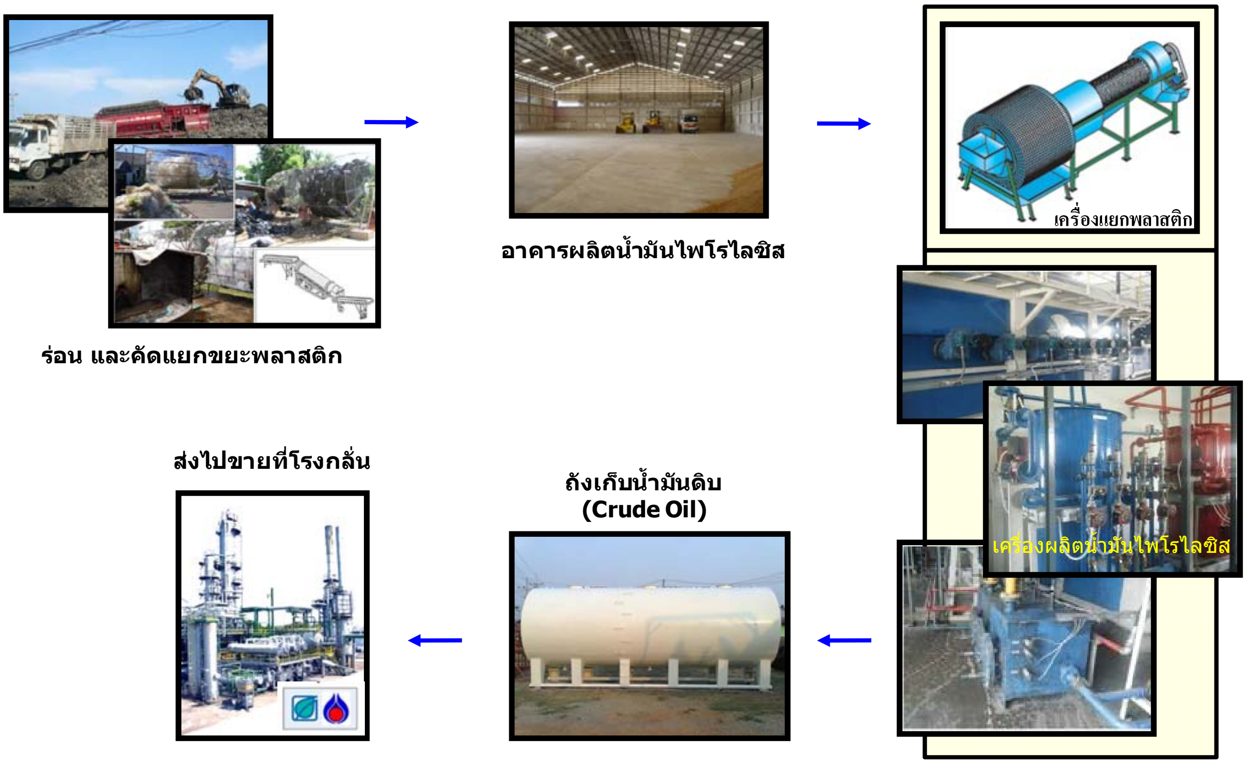
พลาสติก (Plastics) โดยทั่วไปมีหลายประเภท แต่สามารถนำมาผลิตน้ำมันได้เพียงบางประเภทเท่านั้น ขยะพลาสติกแต่ละประเภทจะให้คุณภาพและปริมาณที่แตกต่างกัน รวมถึงลักษณะกายภาพของน้ำมันไพโรไลซิสที่ผลิตได้ โดยพลาสติก (ขยะพลาสติก) ที่เหมาะสมจะนำมาใช้ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง คือพลาสติกประเภทที่ 2, 4, 5 และ 6 ดังนี้



ประเภท	สัญลักษณ์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ผลิตน้ำมัน
เพท (PETE)	1	ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำปลา และขวดน้ำมันพืช	ไม่เหมาะสม
เอชดีพีอี (HDPE)	2	ขวดแชมพู ถุงร้อนชนิดขุ่น และขวดนม	**ดี**
พีวีซี (PVC)	3	ท่อพีวีซี สายยาง	ไม่เหมาะสม
แอลดีพีอี (LDPE)	4	แผ่นฟิล์มห่ออาหาร ถุงก๊อบแก๊บ และห่อของ	**ดีมาก**
พีพี (PP)	5	ถุงร้อนชนิดใส จาน ชาม อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิด	**ดีมาก**
พีเอส (PS)	6	กล่องไอศกรีม และกล่องโฟม	**ดีมาก**
อื่นๆ (Others)	7	PC, PMMA, PUR และ ABS	พอใช้

รูปที่ 6 ประเภทพลาสติกและความเหมาะสมในการผลิตน้ำมัน

กระบวนการผลิตน้ำมันไพโรไลซิส (Pyrolysis Process) ประกอบด้วย ส่วนคัดแยกขยะอย่างหยาบ โดยส่วนนี้ดำเนินการที่หลุมฝังกลบ เพื่อคัดแยกส่วนของดินและขยะอื่นๆ ออกจากกันก่อนจะขนส่งขยะที่แยกแล้วมาที่อาคารผลิต ภายในอาคารผลิตจะมีกระบวนการคัดแยกขยะอย่างละเอียดเพื่อแยกเฉพาะพลาสติกที่สามารถใช้งานได้ จากนั้นส่งเข้าเครื่องล้างทำความสะอาดพลาสติก แยกเศษดินออก นำมาอบ จากนั้นขยะพลาสติกจะถูกส่งเข้าเครื่องอัดขยะก่อนส่งเข้าระบบผลิตน้ำมันไพโรไลซิส ผลผลิตที่ได้จะอยู่ในรูปน้ำมันดิบ (Crude oil) โดยเก็บไว้ในถังน้ำมัน ก่อนขนไปขายที่โรงกลั่นน้ำมันในพื้นที่ใกล้เคียง



รูปที่ 7 กระบวนการผลิตน้ำมันไพโรไลซิสที่ใช้ในการออกแบบ

(ที่มา : เทศบาลเมืองหัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์)

จากผลการศึกษา พบว่า การร่อนขยะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบเก่าเฉลี่ย 100 ตัน สามารถนำกลับไปผลิตน้ำมันไพโรไลซิสได้ 11.9 ตัน (ร้อยละ 11.9) สามารถผลิตน้ำมันได้ประมาณ 8,000 ลิตร (ที่มา : บริษัทผู้ออกแบบในประเทศ) ทั้งนี้น้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อผ่านกระบวนการกลั่นแล้วสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมหรือเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับยานพาหนะได้ ส่วนที่เหลือเป็นขยะที่มีมูลค่าจะคุ้มค่าในการนำกลับไปรีไซเคิลหรือขายได้ เช่น โลหะ เหล็ก อลูมิเนียม เป็นต้น ประเภทดินและขยะอินทรีย์สามารถนำกลับมาใช้เป็นวัสดุปิดทับหลุมฝังกลบขยะในพื้นที่ (on-site) ส่วนประเภทที่ไม่มีมูลค่าหรือไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น ไม้/ใบไม้ แก้ว หิน/กระเบื้อง จะนำกลับไปกำจัดยังหลุมฝังกลบที่จัดเตรียมขึ้นมาใหม่ต่อไป

ส่วนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการที่สำคัญ ได้แก่ ผลกระทบด้านสุขภาพ/ความเจ็บป่วย และความปลอดภัยของพนักงานในการปฏิบัติงาน รองลงมาจะเป็นคุณภาพอากาศที่เกิดจากกระบวนการร่อนและขนส่งขยะภายในพื้นที่โครงการ ทั้งนี้หากโครงการดำเนินการตามมาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัดจะทำให้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำหรือไม่มีนัยสำคัญได้

ตารางที่ 11 ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษา และอื่นๆ สำหรับระบบผลิตน้ำมันไพโรไลซิส

ลำดับ	รายชื่อหลุมฝังกลบ	ปริมาณขยะเก่า (ตัน)	ขยะพลาสติกที่ใช้งาน (ตัน)	ปริมาณน้ำมัน (ลบ.ม.)	ขนาดระบบไพโรไลซิส (ตัน/วัน)	ระยะเวลาเดินระบบ (ปี)	ค่าลงทุนทั้งหมด (บาท)	ค่าบำรุงรักษารายปี (บาท/ปี)
1	อบจ.ชลบุรี	155,249	18,464	13,848	3	21	59,638,389	5,397,780
2	ทม.แสนสุข	467,161	55,560	41,670	10	19	144,621,468	10,527,576
3	ทม.จันทบุรี	304,036	36,159	27,119	6	20	114,340,468	8,016,840
4	ทม.พนัสนิคม	11,858	1,410	1,058	-	-	-	-
5	ทม.นครนายก	40,495	4,816	3,612	-	-	-	-
6	ทม.มาบตาพุด	209,859	24,959	18,719	6	14	114,340,468	8,016,840
7	ทม.ชัยนาท	375,158	44,618	33,463	10	15	144,621,468	10,527,576
8	ทม.ปทุมธานี	191,616	22,789	17,092	6	13	114,340,468	8,016,840

ตารางที่ 11 ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษา และอื่นๆ สำหรับระบบผลิตน้ำมันไพโรไลซิส (ต่อ)

ลำดับ	รายชื่อ หลุมฝังกลบ	ปริมาณ ขยะเก่า (ตัน)	ขยะพลาสติก ที่ใช้งาน (ตัน)	ปริมาณ น้ำมัน (ลบ.ม.)	ขนาด ระบบไพโรไลซิส (ตัน/วัน)	ระยะเวลา เดินระบบ (ปี)	ค่าลงทุน ทั้งหมด (บาท)	ค่าบำรุงรักษา รายปี (บาท/ปี)
9	ทต.หันคา	137,884	16,399	12,299	3	18	59,638,389	5,397,780
10	ทน.พระนครศรีอยุธยา	202,485	24,082	18,061	6	13	114,340,468	8,016,840
11	ทต.ศรีประจันต์	128,533	15,286	11,465	3	17	59,638,389	5,397,780
12	ทต.หนองแค	77,536	9,221	6,916	3	10	59,638,389	5,397,780
13	อบจ.นนทบุรี	514,299	61,166	45,874	10	20	144,621,468	10,527,576
14	ทม.พะเยา	137,884	16,399	12,299	3	18	59,638,389	5,397,780
15	ทม.สุโขทัยธานี	252,120	29,985	22,488	6	17	114,340,468	8,016,840
16	ทม.อุทัยธานี	47,584	5,659	4,244	-	-	-	-
17	ทน.แม่สอด	222,216	26,428	19,821	6	15	114,340,468	8,016,840
18	ทน.อุดรธานี	96,506	11,477	8,608	3	13	59,638,389	5,397,780
19	ทม.ปากช่อง	458,948	54,583	40,937	10	18	144,621,468	10,527,576
20	ทน.อุบลราชธานี	77,474	9,214	6,910	3	10	59,638,389	5,397,780
21	ทม.เลย	70,954	8,439	6,329	3	9	59,638,389	5,397,780
22	ทม.บ้านไผ่	81,270	9,665	7,249	3	11	59,638,389	5,397,780
23	ทม.ชัยภูมิ	80,486	9,572	7,179	3	11	59,638,389	5,397,780
24	ทม.ศรีสะเกษ	79,920	9,505	7,129	3	11	59,638,389	5,397,780
25	ทม.สกลนคร	154,042	18,320	13,740	3	20	59,638,389	5,397,780
26	ทน.ภูเก็ต	896,440	106,614	79,960	20	18	146,812,694	8,016,840
27	ทม.ชุมพร	356,652	42,417	31,813	10	14	144,621,468	10,527,576
28	ทต.ดอนสัก	50,274	5,979	4,484	3	7	59,638,389	5,397,780
29	ทน.สุราษฎร์ธานี	94,915	11,288	8,466	3	13	59,638,389	5,397,780
30	ทต.สิชล	13,486	1,604	1,203	-	-	-	-

หมายเหตุ : - ไม่เหมาะกับการลงทุนเทคโนโลยีไพโรไลซิส เนื่องจากปริมาณขยะพลาสติกจำพวก HDPE, LDPE, PP และ PS ไม่เพียงพอ
(ระบบ 3 ตัน/วัน ผลิตน้ำมัน 2,000 ลิตร ,ระบบ 6 ตัน/วัน ผลิตน้ำมัน 4,500 ลิตร ,ระบบ 10 ตัน/วัน ผลิตน้ำมัน 8,000 ลิตร, ระบบ 20 ตัน/วัน ผลิตน้ำมัน 16,000 ลิตร)

ตารางที่ 12 ผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว กรณีการนำขยะมาผลิตน้ำมันไพโรไลซิส

ลำดับ	รายชื่อหลุมฝังกลบ	วิเคราะห์	Pyrolysis				
			Base Case	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
1	อบจ.ชลบุรี	NPV (ล้านบาท)	-25.10	-24.85	-33.17	-30.66	-38.72
		B/C Ratio	0.69	0.69	0.63	0.56	0.56
		EIRR (%)	2.7%	2.9%	0.4%	0.1%	-2.4%
2	ทม.แสนสุข	NPV (ล้านบาท)	61.64	62.37	43.83	37.67	19.86
		B/C Ratio	1.35	1.35	1.22	1.10	1.10
		EIRR (%)	20.5%	20.6%	17.7%	17.4%	14.9%
3	ทม.จันทบุรี	NPV (ล้านบาท)	-16.56	-11.75	-30.94	-29.28	-43.67
		B/C Ratio	0.88	0.92	0.80	0.72	0.72
		EIRR (%)	9.2%	10.1%	7.0%	6.8%	4.6%
4	ทม.มาบตาพุด	NPV (ล้านบาท)	-16.13	-15.57	-29.53	-27.92	-41.32
		B/C Ratio	0.88	0.88	0.80	0.72	0.72
		EIRR (%)	11.7%	11.8%	9.6%	9.4%	7.4%
5	ทม.ชัยนาท	NPV (ล้านบาท)	20.71	32.28	2.46	0.38	-17.87
		B/C Ratio	1.11	1.19	1.01	0.91	0.91
		EIRR (%)	17.5%	19.1%	14.8%	14.5%	12.0%
6	ทม.ปทุมธานี	NPV (ล้านบาท)	-22.14	-19.82	-35.59	-33.38	-46.82
		B/C Ratio	0.84	0.85	0.76	0.68	0.68
		EIRR (%)	11.0%	11.5%	8.9%	8.7%	6.7%
7	ทต.หันคา	NPV (ล้านบาท)	-33.97	-29.79	-42.29	-38.89	-47.21
		B/C Ratio	0.59	0.62	0.54	0.48	0.48
		EIRR (%)	-0.5%	1.5%	-3.2%	-3.4%	-
8	ทน.พระนครศรีอยุธยา	NPV (ล้านบาท)	-23.41	-20.59	-36.91	-34.57	-48.06
		B/C Ratio	0.83	0.84	0.75	0.68	0.68
		EIRR (%)	10.7%	11.3%	8.6%	8.4%	6.3%
9	ทต.ศรีประจันต์	NPV (ล้านบาท)	-31.21	-28.69	-39.30	-36.18	-44.27
		B/C Ratio	0.61	0.63	0.56	0.50	0.50
		EIRR (%)	1.4%	2.5%	-1.0%	-1.2%	-3.8%

ตารางที่ 12 ผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว กรณีการนำขยะมาผลิตน้ำมันไพโรไลซิส (ต่อ)

ลำดับ	รายชื่อหลุมฝังกลบ	วิเคราะห์	Pyrolysis				
			Base Case	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
10	ทต.หนองแค	NPV (ล้านบาท)	-33.34	-31.97	-40.67	-37.34	-44.67
		B/C Ratio	0.55	0.56	0.50	0.45	0.45
		EIRR (%)	2.1%	2.9%	-0.2%	-0.5%	-3.0%
11	อบจ.นนทบุรี	NPV (ล้านบาท)	57.02	61.28	38.77	33.07	14.82
		B/C Ratio	1.31	1.34	1.19	1.07	1.07
		EIRR (%)	19.6%	20.1%	16.8%	16.6%	14.0%
12	ทม.พะเยา	NPV (ล้านบาท)	-55.52	-41.20	-64.85	-59.30	-68.63
		B/C Ratio	0.41	0.48	0.37	0.33	0.33
		EIRR (%)	-	-	-	-	-
13	ทม.สุโขทัยธานี	NPV (ล้านบาท)	-46.10	-28.25	-61.56	-56.95	-72.40
		B/C Ratio	0.70	0.79	0.64	0.57	0.57
		EIRR (%)	4.4%	7.9%	2.1%	1.8%	-0.6%
14	ทน.แม่สอด	NPV (ล้านบาท)	-53.89	-34.70	-69.28	-63.89	-79.28
		B/C Ratio	0.65	0.74	0.59	0.53	0.53
		EIRR (%)	2.9%	7.2%	0.5%	0.2%	-2.5%
15	ทน.อุดรธานี	NPV (ล้านบาท)	-50.03	-39.58	-58.61	-53.61	-62.19
		B/C Ratio	0.42	0.47	0.38	0.34	0.34
		EIRR (%)	-	0.9%	-	-	-
16	ทม.ปากช่อง	NPV (ล้านบาท)	36.62	47.93	17.86	14.20	-4.57
		B/C Ratio	1.20	1.27	1.09	0.98	0.98
		EIRR (%)	17.6%	19.1%	14.9%	14.7%	12.1%
17	ทน.อุบลราชธานี	NPV (ล้านบาท)	-50.26	-40.52	-58.42	-53.39	-61.56
		B/C Ratio	0.38	0.44	0.35	0.31	0.31
		EIRR (%)	-	-0.7%	-	-	-
18	ทม.เลย	NPV (ล้านบาท)	-48.20	-39.95	-56.07	-51.25	-59.13
		B/C Ratio	0.39	0.43	0.35	0.32	0.32
		EIRR (%)	-	-0.5%	-	-	-

ตารางที่ 12 ผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว กรณีการนำขยะมาผลิตน้ำมันไพโรไลซิส (ต่อ)

ลำดับ	รายชื่อหลุมฝังกลบ	วิเคราะห์	Pyrolysis				
			Base Case	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
19	ทม.บ้านไผ่	NPV (ล้านบาท)	-43.44	-36.61	-51.44	-47.10	-55.10
		B/C Ratio	0.46	0.50	0.42	0.37	0.37
		EIRR (%)	-3.1%	1.1%	-	-	-
20	ทม.ชัยภูมิ	NPV (ล้านบาท)	-40.95	-35.26	-48.84	-44.74	-52.63
		B/C Ratio	0.48	0.52	0.44	0.39	0.39
		EIRR (%)	-1.0%	2.2%	-3.6%	-3.9%	-
21	ทม.ศรีสะเกษ	NPV (ล้านบาท)	-43.48	-36.28	-51.52	-47.17	-55.21
		B/C Ratio	0.46	0.50	0.42	0.38	0.38
		EIRR (%)	-0.3%	3.2%	-2.8%	-3.1%	-
22	ทม.สกลนคร	NPV (ล้านบาท)	-53.40	-39.71	-62.77	-57.43	-66.80
		B/C Ratio	0.43	0.50	0.39	0.35	0.35
		EIRR (%)	-	-	-	-	-
23	ทน.ภูเก็ต	NPV (ล้านบาท)	-46.39	66.85	-87.56	-82.92	-124.10
		B/C Ratio	0.89	1.22	0.81	0.73	0.73
		EIRR (%)	8.7%	18.0%	5.6%	5.3%	2.1%
24	ทม.ชุมพร	NPV (ล้านบาท)	-13.81	14.30	-33.72	-32.34	-52.25
		B/C Ratio	0.93	1.08	0.85	0.76	0.76
		EIRR (%)	12.2%	16.4%	9.5%	9.2%	6.6%
25	ทต.ดอนสัก	NPV (ล้านบาท)	-51.92	-42.97	-59.52	-54.33	-61.94
		B/C Ratio	0.32	0.36	0.29	0.26	0.26
		EIRR (%)	-	-2.4%	-	-	-
26	ทน.สุราษฎร์ธานี	NPV (ล้านบาท)	-51.71	-40.32	-60.38	-55.21	-63.89
		B/C Ratio	0.40	0.46	0.37	0.33	0.33
		EIRR (%)	-	-2.1%	-	-	-

หมายเหตุ : กรณีที่ 1 ไม่คิดต้นทุนค่าขนส่ง
กรณีที่ 2 มูลค่าการลงทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากกรณีปกติ (Base Case) (คิดค่าขนส่ง)
กรณีที่ 3 ผลประโยชน์ลดลงร้อยละ 10 จากกรณีปกติ (คิดค่าขนส่ง)
กรณีที่ 4 มูลค่าการลงทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และผลประโยชน์ลดลงร้อยละ 10 จากกรณีปกติ (คิดค่าขนส่ง)

ในกรณีต้องการจัดอันดับความน่าลงทุนของโครงการ (Priority of Investment) ในด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน ซึ่งในการวิเคราะห์อาจใช้ดัชนีการวิเคราะห์ต่างๆ เช่น NPV, B/C ratio และ EIRR แต่ในการพิจารณาจะใช้ NPV ในการตัดสินใจถึงอันดับความน่าลงทุนโครงการเสมอ โดยค่า **NPV ยิ่งมากแสดงถึงความน่าลงทุนโครงการยิ่งมาก** ซึ่งผลในการพิจารณาด้วยค่า NPV จะสอดคล้องกับ B/C ratio เสมอ สำหรับการนำขยะผลิตน้ำมันไพโรไลซิส โดยมีอันดับความน่าลงทุนมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ **เทศบาลเมืองแสนสุข อบจ.นนทบุรี เทศบาลเมืองปากช่อง เทศบาลเมืองชัยนาท และเทศบาลเมืองชุมพร**

บทสรุป

จากการผลการศึกษาได้ข้อสรุปว่า ด้านการนำก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตกระแสไฟฟ้านั้น จะมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินสำหรับผู้ลงทุน เนื่องจากมีอัตราผลตอบแทนสูง และระยะเวลาคืนทุนต่ำ ส่วนในด้านการนำขยะมาผลิตเชื้อเพลิงขยะ และน้ำมันไพโรไลซิส ยังคงไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินสำหรับผู้ลงทุน อีกทั้งปัจจุบันยังไม่มีการใช้งานอย่างจริงจังในเชิงพาณิชย์ แต่อย่างไรก็ตามหากเทียบกับต้นทุนที่ต้องสูญเสียไปสำหรับการฟื้นฟู (Remediation) และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลพวงของภัยทางธรรมชาติที่อาจจะเกิดขึ้นย่อมมีความคุ้มค่าเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น ภาครัฐจึงควรพิจารณาให้การสนับสนุนเงินอุดหนุนก่อสร้าง ลดภาษีการนำเข้าเครื่องจักร และเพิ่มส่วนเพิ่มในการรับซื้อไฟฟ้า (Adder) และระยะเวลาในการสนับสนุนให้มากขึ้น เพื่อสร้างแรงจูงใจให้แก่นักลงทุนเข้าร่วมลงทุน ตลอดจนแก้ไขกฎหมายที่ยังไม่เอื้อต่อการใช้ประโยชน์จากพลังงานขยะ เพื่อให้ประเทศไทยสามารถนำขยะมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สำนักวิจัย ค้นคว้าพลังงาน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
17 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน
กรุงเทพมหานคร 10330
โทรศัพท์ 0-2223-0021-9 ต่อ 1213, 1445, 1408, 1205
โทรสาร 0-2223-8705
www.dede.go.th