การบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืนภายในกองทัพภาคที่ 2
กรณีศึกษาค่ายสุรนารี

ทำซ้ำ
ญญัติ
ยาลัย

าจักร

โดย

พลตรี ณัฐชนก ศิริทีปตานนท์
เสนาธิการกองทัพภาคที่ 2
กองทัพบก
กระทรวงกลาโหม

นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร การป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ 57
ประจำปีการศึกษา พุทธศักราช 2557-2558

บทคัดย่อ

เรื่อง **การบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืนภายในกองทัพภาคที่ ๒ กรณีศึกษา ค่ายสุรนารี**

ลักษณะวิชา **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

ผู้วิจัย **พลตรี ณัฐชนก ศิริทีปตานนท์** **หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๕๗**

การวิจัยเรื่อง การบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืนภายในกองทัพภาคที่ ๒ กรณีศึกษา ค่ายสุรนารี มีวัตถุประสงเพื่อศึกษาแนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืนภายในกองทัพภาคที่ 2 สามารถเป็นแบบอย่างแก่หน่วยทหารในพื้นที่ค่ายอื่นๆ ต่อไปและเพื่อศึกษาหาแนวทางการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานทดแทนที่เหมาะสม ในการใช้ประโยชน์ต่อกิจการของกองทัพภาคที่ 2 การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากข้อมูลทุติยภูมิของหน่วยปฏิบัติงานในพื้นที่กองทัพภาคที่ 2 และการรายงานตามห้วงระยะเวลาตามแบบฟอร์มที่กำหนด รวมทั้งการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาพบว่า การบริหารจัดการเรื่องขยะมูลฝอย จะต้องมีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาเลือกระบบที่มีเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพสูงสุด นั่นคือขยะมูลฝอยจะต้องถูกกำจัดจนหมดสิ้นไปโดยไม่เกิดผลระทบขึ้นตามมาในภายหลัง ซึ่งการเลือกระบบใดระบบหนึ่งเพื่อจัดการนั้นก็ไม่อาจจัดการได้ทั้งหมด จำเป็นจะต้องผสมผสานระหว่างข้อดีของแต่ละระบบเข้าด้วยกัน จึงจะทำให้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทั้งหมด การจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ส่งเข้าไปทำลายด้วยระบบต่างๆ ให้น้อยที่สุด และสามารถนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ ทั้งในส่วนของการใช้ซ้ำและแปรรูป เพื่อใช้ใหม่ (Reuse and Reclycle) โดยสรุปการจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี ควรดำเนินการ การลดปริมาณการผลิตมูลฝอย ลดการทิ้งบรรจุภัณฑ์ เลือกใช้สินค้าที่มีคุณภาพมีห่อบรรจุภัณฑ์น้อย อายุการใช้งานยาวนาน ลดการใช้วัสดุกำจัดยาก เช่น โฟมบรรจุอาหาร ถุงพลาสติก จัดระบบการรีไซเคิล หรือการรวบรวมเพื่อนำไปสู่การแปรรูปเพื่อใช้ใหม่ การขนส่งระยะทางไม่ไกลให้รถขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดโดยตรง ถ้าระยะทางไกล อาจจะต้องสร้างสถานีขนถ่าย เพื่อถ่ายเทจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยลงสู่รถบรรทุกขนาดใหญ่ ระบบกำจัด มีขั้นตอนคือ จัดระบบคัดแยกขยะมูลฝอย ระบบกำจัดผสมผสานหลาย ๆ ระบบในพื้นที่เดียวกัน ได้แก่ หมักทำปุ๋ย ฝังกลบ และวิธีอื่น ๆ ส่วนขั้นตอนและวิธีการนำนโยบายจัดการขยะมูลฝอยครบวงจรไปสู่การปฏิบัติ โดยให้ดำเนินการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร

คำนำ

เอกสารวิจัยเล่มนี้ เป็นการศึกษาภายในกองทัพภาคที่ 2 ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในค่ายสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เป็นอีกชุมชนหนึ่งที่กำลังประสบกับปัญหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มสูงขึ้นทุกวัน ในปัจจุบันยังใช้วิธีการจัดการที่ยังไม่ถูกหลักวิชาการคือการเทกองกับพื้นก่อนทำการฝังกลบ ซึ่งส่งกลิ่นเหม็นรบกวน และกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนูและแมลงวัน รวมทั้งน้ำเสียที่เกิดจากขยะมูลฝอยที่อาจปนเปื้อนไปกับน้ำบนผิวดินและน้ำใต้ดิน อีกทั้งยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงเป็นอันมาก ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรีบเร่งศึกษาเพื่อหาวิธีการและมาตรการที่เหมาะสม ในการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิชาการ รองรับกับปัญหาดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

ผู้วิจัยหวังว่าการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาหาแนวทางการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืน ในการออกแบบระบบการกำจัด อีกทั้งสรรหามาตรการต่างๆ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ เช่น การคัดแยก การลดอัตราการเกิดของขยะมูลฝอย การขนส่ง การนำกลับมาใช้ใหม่ การแปรรูปเป็นพลังงานทดแทน การรณรงค์เพื่อปลูกจิตสำนึกหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการทิ้งขยะมูลฝอย เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อดำรงรักษาสภาพแวดล้อมภายในกองทัพภาคที่ 2 มีที่ตั้งอยู่ในค่ายสุรนารี ให้เป็นชุมชนที่น่าอยู่อาศัยและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่หน่วยทหารในพื้นที่ค่ายอื่นๆ ทั่วประเทศต่อไป

พลตรี

(ณัฐชนก ศิริทีปตานนท์)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ.รุ่นที่ ๕๗
ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญแผนภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
วิธีดำเนินการวิจัย	3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2 แนวความคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	**4**
นโยบายรัฐบาล	4
นิยามและความหมาย	6
ลักษณะของมูลฝอย	7
ชนิดของขยะมูลฝอย	7
คุณลักษณะของขยะมูลฝอย	8
แหล่งเกิดของขยะมูลฝอย	16
ขยะมูลฝอยที่เป็นอันตราย	18
การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย	19
การจำกัดขยะ	22
การทำปุ๋ยหมัก	32
การถมพื้นที่	40
การกองบนพื้นดิน	41
การเผาขยะมูลฝอย	42
กระบวนการเผาในเตา	61

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	การควบคุมมลสารจากเตาเผาขยะมูลฝอย	65
	การจัดการขยะมูลฝอย	72
บทที่ 3	**สถานการณ์ขยะมูลฝอยในกองทัพภาคที่ 2**	**82**
	ประเภทและปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยในกองทัพภาคที่ 2	82
	การดำเนินการในห้วงที่ผ่านมา	83
	การจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารีในปัจจุบัน	84
	ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม	85
	สรุป	87
บทที่ 4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	**88**
	ข้อมูลพื้นฐานของค่ายสุรนารี	88
	รูปแบบการจัดการ	88
	การวิเคราะห์การจัดการเชิงวิศวกรรม	98
	การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์	101
	พื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอย	109
	บุคลากรในการจัดการขยะมูลฝอย	116
บทที่ 5	**สรุปและข้อเสนอแนะ**	**125**
	สรุป	125
	ข้อเสนอแนะ	126
บรรณานุกรม		**133**
ภาคผนวก		**137**
	ผนวก ก วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์	138
	ผนวก ข ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลและระดับน้ำภายในค่ายสุรนารี	147
ประวัติย่อผู้วิจัย		**155**

สารบัญตาราง

หน้า

แผนภาพที่

2-1	ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยโดยทั่วไป	9
2-2	อัตราการผลิตขยะมูลฝอยตามชนิดของแหล่งกำเนิด	13
2-3	องค์ประกอบทางฟิสิกส์ของขยะมูลฝอย	14
2-4	องค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอย	15
2-5	แสดงจำนวนวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเป็นร้อยละแยกเป็นภาค	46
2-6	ขนาดเตาเผาและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง	48
2-7	ความเข้มข้นของฝุ่นตามที่รัฐบาลได้กำหนดไว้	65
2-8	Application Rang of Dust Collectors	67
2-9	สรุปกระบวนการแยก SO2	69
2-10	สรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผาการหมักทำปุ๋ยและการฝังกลบ	80
2-11	สรุปเงินลงทุนและค่าดำเนินการของวิธีกำจัดขยะมูลฝอย	81
4-1	ประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอย	91
4-2	การคาดการณ์อัตราการเกิดขยะมูลฝอยระยะเวลา 10 ปี	100
4-3	การประมาณราคาค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบ	104
4-4	การประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับการนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย	105
4-5	การประมาณการค่าใช้จ่ายระยะเวลา 10 ปีในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตา	107
4-6	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมทั้งระบบของการกำจัดขยะมูลฝอยในแนวทางต่าง ๆ	108
4-7	การคาดการณ์ปริมาณและพื้นที่ฝังกลบในอนาคต	113
4-8	การคาดการณ์จำนวนพนักงานของระบบการจัดการขยะมูลฝอยในขั้นตอนต่าง ๆ	117
4-9	รายได้รวมโดยประมาณของค่ายสุรนารีจากการขายขยะมีมูลค่าตลอด 10 ปี	119
4-10	การลงทุนและรายได้จากการจัดการขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารี	120

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

2-1	การจำแนกชนิดของขยะมูลฝอยตามแหล่งที่เกิด	12
2-2	ขั้นตอนการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของขยะมูลฝอย	16
2-3	องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจำแนกตามประเภทและแหล่งเกิดขยะ	17
2-4	ภาชนะเก็บขยะ	21
2-5	แสดงแผนผังการฝังกลบในปัจจุบัน	25
2-6	ระบบรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบราคาต่ำ	27
2-7	การฝังกลบบนพื้นที่	28
2-8	การฝังกลบแบบอัดในร่อง	28
2-9	การนำกลับไปใช้ใหม่ การทำปุ๋ยหมักและการฝังกลบ	34
2-10	ขั้นตอนการกำจัดขยะมูลฝอย	43
2-11	เตาเผามูลฝอยขนาดเล็ก	49
2-12	เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของกรมอนามัย	49
2-13	เตาเผามูลฝอยของกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย	52
2-14	เตาเผาที่ผลิตภายในประเทศของ ห.จ.ก.กิจจาคอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียริ่ง รุ่น IMC-500 DH	53
2-15	เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ	55
2-16	กระบวนการเผาในระบบอบแห้งไหม้ชนิดมีแผงตะกรับ	57
2-17	กระบวนการในเตาเผากลบ	58
2-18	กระบวนการในเตาเผาแบบ Fluidized bed	59
2-19	ระบบเตาเผาแบบ Fluidized bed	60
2-20	กระบวนการในการเผาอบแห้งไหม้	62
2-21	ขั้นตอนการทำงานของเตาเผามูลฝอยขนาดใหญ่	63
2-22	ปรากฏการณ์ของควันจากปล่องไฟเตาอินซนเนาเตอร์	70
2-23	Sulfur Oxide K Value Regulation	71
2-24	ลักษณะการวางพื้นที่การฝังกลบมูลฝอยที่แบ่งเป็นแปลงย่อย (16แปลงแต่ละแปลงสามารถรองรับมูลฝอยได้หนึ่งเดือน (แบ่งแปลงย่อยเป็นแปลงเล็ก 4 แปลง)	79

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

แผนภาพที่		หน้า
3-1	สภาพบริเวณหลุมขยะภายในค่ายสุรนารี	84
4-1	แผนผังค่ายสุรนารี	89
4-2	ปริมาณขยะอินทรีย์แต่ละประเภท	92
4-3	ปริมาณขยะอินทรีย์แต่ละประเภท	92
4-4	ขนาดของขยะมูลฝอย	93
4-5	ค่าความชื้น	94
4-6	ปริมาณของแข็ง ของแข็งที่เผาไหม้ได้ และเถ้า	95
4-7	ปริมาณคาร์บอนไฮโดรเจน และไนโตรเจน	96
4-8	ปริมาณฟอสผอรัส	96
4-9	ปริมาณค่าความร้อน	97
4-10	กระบวนการจัดการขยะมูลฝอย ตามหลักสุขาภิบาลในเชิงวิศวกรรม	99
4-11	การแบ่งพื้นที่ใช้ประโยชน์ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย	114
4-12	แผนผังภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย	115

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สืบเนื่องจากการเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอย*(Solid Waste)* ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ได้สร้างปัญหาในด้านการจัดการและสภาพแวดล้อม โดยมีสาเหตุมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น และจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจในการพัฒนาประเทศ อีกทั้งการรับเอาผลผลิตทางเทคโนโลยีใหม่ๆ นำมาใช้ในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น ทำให้เศษวัสดุที่เหลือจากการใช้งานเพิ่มปริมาณสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นตามมา จากการรายงานของกรมควบคุมมลพิษในปี 2556 ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศของกลุ่มเป้าหมาย คือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั่วประเทศ 7782 แห่ง พบว่ามีจำนวนขยะมูลฝอย 26.77 ล้านตัน ซึ่งเพิ่มจากปีที่แล้วถึง 2 ล้านตัน โดยขยะดังกล่าวได้เก็บขนและนำไปกำจัดจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจำนวน 4,179 แห่ง โดยถูกกำจัดแบบถูกต้อง 7.2 ล้านตัน กำจัดไม่ถูกต้อง 6.9 ล้านตัน และยังมีขยะตกค้างอีก 7.6 ล้านตัน นอกจากนี้ยังมีขยะที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ 5.1 ล้านตัน แต่ในขณะนี้ประเทศไทยมีสถานที่กำจัดขยะทั้งหมด 2,490 แห่ง เป็นสถานที่กำจัดขยะแบบถูกต้อง 466 แห่ง ยังคงมีสถานที่กำจัดแบบไม่ถูกต้อง เช่นการเททิ้งกลางแจ้ง เผาในที่โล่ง อยู่ถึง 2,024 แห่ง ทำให้ขยะมูลฝอยสะสมทั้งประเทศมีสูงถึง 19.9 ล้านตัน ซึ่งจะมีความสูงเทียบเท่ากับตึกใบหยก 2 เรียงต่อกัน 103 ตึกนอกจากนี้ยังมีขยะอันตราย เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่น่าเป็นห่วงเพราะเป็นอันตรายต่อสุขภาพหากมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม จากการสำรวจประมาณการเกิดขึ้น 2.65 ล้านตัน โดยจำนวน 2.04 ล้านตัน เป็นของเสียจากภาคอุตสาหกรรม เกือบครึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมภาคตะวันออก และจากชุมชน 0.61 ล้านตัน โดยร้อยละ 65 เป็นซากของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อีกร้อยละ 35 เป็นประเภท หลอดไฟ แบตเตอรี่ ภาชนะบรรจุสารเคมี โดยจะถูกทิ้งปะปนไปกับขยะทั่วไป ส่วนขยะมูลฝอยติดเชื้อมีประมาณ 50,481 ตัน โดยร้อยละ 75 เป็นการจัดการขยะมูลฝอยติดเชื้อจากสถานบริการสาธารณสุข ในปัจจุบันโรงพยาบาลเผากำจัดเองด้วยเตาเผาของโรงพยาบาล 142 แห่ง ประมาณ 2,352 ตันต่อปี

จากสภาพปัญหาดังกล่าว เป็นเหตุให้เกิดมลภาวะขึ้นเมื่อไม่สามารถจัดการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การจัดการต่อปัญหาสามารถกระทำได้หลายวิธีการขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ

ของขยะ มูลฝอยและปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง ร้อยละ 95 ของประเทศทั่วโลกได้ใช้วิธีกำจัดโดยการเทกองบนพื้นให้ย่อยสลายตามธรรมชาติและการเผากลางแจ้ง*(open dumping and burning)* ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ*(กรมควบคุมมลพิษ, 2536)* เป็นเหตุให้เกิดผลกระทบต่อสภาพดิน น้ำ อากาศ รวมทั้งคุณภาพชีวิตมนุษย์ ถึงแม้ว่าชุมชนขนาดใหญ่หลายแห่งพยายามสรรหาเทคโนโลยีในการกำจัด เช่น การฝังกลบ*(Sanitary Landfills)* หรือการใช้เตาเผา*(Incineration)* ก็ตาม แต่ก็ต้องประสบกับปัญหาที่ดินมีราคาแพงขึ้นหรือพื้นที่ในการดำเนินการไม่เพียงพอ รวมทั้งปัญหาการต่อต้านจากชุมชนใกล้เคียง

กองทัพภาคที่ 2 ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในค่ายสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เป็นอีกชุมชนหนึ่งที่กำลังประสบกับปัญหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มสูงขึ้นทุกวัน ในปัจจุบันยังใช้วิธีการจัดการที่ยังไม่ถูกหลักวิชาการคือการเทกองกับพื้นก่อนทำการฝังกลบ ซึ่งส่งกลิ่นเหม็นรบกวนและกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนูและแมลงวัน รวมทั้งน้ำเสียที่เกิดจากขยะมูลฝอยที่อาจปนเปื้อนไปกับน้ำบนผิวดินและน้ำใต้ดิน อีกทั้งยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงเป็นอันนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรีบเร่งศึกษาเพื่อหาวิธีการและมาตรการที่เหมาะสมในการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิชาการ รองรับกับปัญหาดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาหาแนวทางการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืน ในการออกแบบระบบการกำจัด อีกทั้งสรรหามาตรการต่างๆ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ เช่น การคัดแยก การลดอัตราการเกิดของขยะมูลฝอย การขนส่ง การนำกลับมาใช้ใหม่ การแปรรูปเป็นพลังงานทดแทน การรณรงค์เพื่อปลูกจิตสำนึกหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการทิ้งขยะมูลฝอย เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อดำรงรักษาสภาพแวดล้อมภายในกองทัพภาคที่ 2 ให้เป็นชุมชนที่น่าอยู่อาศัยและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่หน่วยทหารในพื้นที่ค่ายอื่นๆทั่วประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืน ภายในกองทัพภาคที่ 2 และสามารถเป็นแบบอย่างแก่หน่วยทหารในพื้นที่ค่ายอื่นๆ ต่อไป
2. เพื่อศึกษาหาแนวทางการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานทดแทนที่เหมาะสม ในการใช้ประโยชน์ต่อกิจการของกองทัพภาคที่ 2

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาเฉพาะพื้นที่ภายในกองทัพภาคที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากข้อมูลทุติยภูมิของหน่วยปฏิบัติงานในพื้นที่กองทัพภาคที่ 2 และการรายงานตามห้วงระยะเวลาตามแบบฟอร์มที่กำหนด รวมทั้งการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อทราบแนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืนในกองทัพภาค 2 และใช้เป็นแบบอย่างแก่หน่วยทหารในพื้นที่ค่ายอื่นๆ ต่อไป

2. เพื่อทราบแนวทางการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานทดแทนที่เหมาะสม เพื่อใช้ประโยชน์ต่อกิจการของกองทัพภาคที่ 2

คำจำกัดความ

ขยะมูลฝอย	หมายถึง	เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้าถุงพลาสติก ภาชนะใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์หรือซากสัตว์รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนนตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น
ขยะมูลฝอยติดเชื้อ	หมายถึง	สิ่งที่ไม่ต้องการหรือถูกทิ้งจากสถานพยาบาลเป็นขยะมูลฝอยที่ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น เนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนอวัยวะต่างๆ และสิ่งขับถ่ายหรือของเหลวออกจากร่างกายรวมทั้งเครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วย ตลอดจนซากสัตว์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองซึ่งมาจากห้องตรวจผู้ป่วย
ขยะมูลฝอยอันตราย	หมายถึง	สิ่งของที่ถูกทิ้งหรือไม่เป็นที่ต้องการอันเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น จากการเหลือใช้หรือเสื่อมสภาพไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะก่อให้เกิดอันตรายหรือมีแนวโน้มจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยอาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยหรือพิการหรืออาจถึงแก่ความตาย
ขยะมูลฝอยชุมชน	หมายถึง	ขยะมูลฝอยที่ถูกปล่อยทิ้งมาจากบ้านพักอาศัยและสถานที่ประกอบธุรกิจการค้าที่อยู่ในเขตชุมชนหรือเขตเทศบาลการเก็บรวบรวม และการกำจัดมูลฝอยดังกล่าวมักเป็นหน้าที่ของเทศบาล

บทที่ ๒
แนวความคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

นโยบายรัฐบาล

พล.อ.ประยุทธ์จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี แถลงนโยบายรัฐบาลต่อที่ประชุมสภานิติบัญญัติแห่งชาติ โดยกล่าวว่ารัฐบาลมีนโยบายจำแนกเป็น 11 ด้าน ดังนี้

1. **การปกป้องเชิดชูสถาบันพระมหากษัตริย์** ถือเป็นหน้าที่สำคัญที่จะเชิดชูสถาบันด้วยความจงรักภักดีและปกป้องรักษาพระบรมเดชานุภาพ โดยใช้มาตรการทางกฎหมาย มาตรการสังคมจิตวิทยา และมาตรการทางระบบสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศในการดำเนินกับผู้คะนองปากย่ามใจหรือประสงค์ร้าย มุ่งสั่นคลอนสถาบันหลักของชาติ โดยไม่คำนึงถึงความรู้สึกและความผูกพันภักดีของคนจำนวนมาก

2. **การรักษาความมั่นคงของรัฐและการต่างประเทศ** แบ่งเป็น

2.1 ระยะเร่งด่วน รัฐบาลให้ความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมการเมืองและความมั่นคงอาเซียน

2.2 เร่งแก้ไขปัญหาการใช้ความรุนแรงในจังหวัดชายแดนใต้

2.3 พัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของกองทัพ และระบบป้องกันประเทศให้ทันสมัย รักษาอธิปไตย ผลประโยชน์ของชาติ ปลอดพ้นการคุมคามทุกรูปแบบ

2.4 เสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีกับนานาประเทศบนหลักการนโยบายการต่างประเทศเป็นส่วนประกอบสำคัญของนโยบายองค์รวมทั้งหมดในการบริหารราชการแผ่นดิน

3. **การลดความเหลื่อมล้ำของสังคม และการสร้างโอกาสการเข้าถึงบริการของรัฐ** มีนโยบาย ระยะเฉพาะหน้าเร่งสร้างโอกาส อาชีพและการมีรายได้ที่มั่นคงต่อผู้ที่เข้าสู่ตลอดแรงงาน ขณะที่การป้องกันและแก้ไขปัญหาค้ามนุษย์ ผู้หลบหนีเข้าเมือง การทารุณกรรมต่อแรงงานข้ามชาติและปัญหาคนขอทาน โดยปรับปรุงกฎหมาย เพิ่มความเข้มงวดในการตรวจสอบ นอกจากนี้ ระยะต่อไปจะพัฒนาระบบการคุ้มครองทางสังคม เตรียมความพร้อมเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ และสังคมที่หลากหลายจากการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน รวมทั้งการจัดระเบียบสังคม และการแก้ปัญหาไร้ที่ดินทำกินของเกษตรกร

4. **การศึกษาและเรียนรู้ การทะนุบำรุงศาสนา และศิลปวัฒนธรรม** โดยจะนำการศึกษาศาสนา ศิลปวัฒนธรรม ความภาคภูมิใจในประวัติศาสตร์ และความเป็นไทยมาใช้สร้าง

สังคมให้เข้มแข็งมีคุณภาพและคุณธรรม ทั้งนี้พลทหารที่เข้ามากองทัพสนับสนุนให้มีการเรียน กศน. เพราะบางคนเข้ามาไม่มีความรู้ เมื่อจบออกไปจะได้ช่วยพ่อแม่ได้ ดังนั้นอยากให้กระทรวงศึกษาไปดูว่าจะทำอย่างไร เพื่อพัฒนาคนทุกช่วงวัย ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต

5. **การยกระดับคุณภาพ และบริการด้านสาธารณสุข และสุขภาพของประชาชน** โดยจะวางรากฐาน พัฒนา และเสริมความเข้มแข็งให้แก่การบริการ ด้านสาธารณสุข และสุขภาพประชาชน โดยเน้นความทั่วถึงความมีคุณภาพและประสิทธิภาพ

6. **การเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ** ระบบเศรษฐกิจของไทยที่ยังมีจุดอ่อนต้องแก้ไขปรับปรุงหลายเรื่องนั้น รัฐบาลจะดำเนินนโยบายทางเศรษฐกิจ 3 ระยะ คือ ระยะเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการทันที อาทิ สานต่อนโยบายงบประมาณกระตุ้นเศรษฐกิจ โดยนำหลักการสำคัญของการจัดทำงบประมาณรายประจำปีงบประมาณ 2558 ที่ให้บูรณาการงบประมาณ และระยะต่อไปต้องแก้ไขปัญหาพื้นฐานที่ค้างคาอยู่ โดยประสานนโยบายการเงินและการคลังให้สอดคล้องกัน เพื่อสนับสนุนการฟื้นตัวของเศรษฐกิจพร้อมรักษาเสถียรภาพของราคาอย่างเหมาะสม อาทิ การปฏิรูปโครงสร้างราคาเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ การปรับปรุงวิธีการจัดเก็บภาษีให้จัดเก็บได้ครบถ้วน โดยปรับปรุงโครงสร้างภาษีให้คงอัตราภาษีเงินได้ในระดับปัจจุบัน ทั้งบุคคลธรรมดาและนิติบุคคล แต่ปรับปรุงโครงสร้างภาษีให้คงอัตราด้านการค้าและขยายฐานการจัดเก็บภาษีประเภทใหม่ ซึ่งจะเก็บจากทรัพย์สิน เช่น ภาษีมรดก ภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง และระยะยาวต้องวางรากฐานเพื่อความเจริญเติบโตต่อเนื่อง การบริหารหนี้ภาครัฐที่เกิดขึ้นในช่วงรัฐบาลที่ผ่านมามีจำนวนเงินสูงมากกว่า 7 แสนล้านบาท เป็นภาระงบประมาณใน 5 ปีข้างหน้า จะทำให้เหลืองบประมาณเพื่อการลงทุนพัฒนาประเทศน้อยลง โดยประมวลหนี้เหล่านี้ให้ครบถ้วนหาแหล่งเงินระยะยาวมาสะสางหนี้ทั้งหมด และยืดระยะเวลาชำระคืนให้นานที่สุดเพื่อลดภาระงบประมาณในอนาคต

7. **การส่งเสริมบทบาทและการใช้โอกาสในประชาคมอาเซียน** โดยเร่งส่งเสริมความเชื่อมโยงทางเศรษฐกิจ การค้า การลงทุนในภูมิภาคอาเซียน และขยายความร่วมมือทางเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้าน รวมทั้งพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการไทยทุกระดับ พัฒนาแรงงานภาคอุตสาหกรรม และเร่งพัฒนาความเชื่อมโยงด้านการขนส่งระบบโลจิสติกส์ต่อเชื่อมเส้นคมนาคมขนส่ง และระบบโลจิสติกส์พัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษเริ่มจากการพัฒนาด่านการค้าชายแดน

8. **การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม** รัฐบาลให้ความสำคัญการวิจัย พัฒนาต่อยอดและสร้างนวัตกรรม นำไปสู่การผลิตบริการที่ทันสมัย อาทิ สนับสนุนเพิ่มค่าใช้จ่ายการวิจัย เร่งเสริมสร้างสังคมนวัตกรรม ส่งเสริมระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และ

คณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้โครงการลงทุนขนาดใหญ่ประเทศใช้ประโยชน์ผลการศึกษาวิจัยและพัฒนาและนวัตกรรม

9. **การรักษาความมั่นคงของฐานทรัพยากร และการสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์กับการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน** รัฐบาลมีนโยบายรักษาความมั่นคงฐานทรัพยากรธรรมชาติ โดยสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

10. **การส่งเสริมการบริหารราชการแผ่นดินที่มีธรรมาภิบาล และการป้องกันปราบปรามการทุจริตและประพฤติมิชอบในภาครัฐ** ซึ่งระบบราชการใหญ่โต สามารถให้คุณให้โทษให้ความสะดวกหรือเป็นอุปสรรคต่อการทำมาหากินและการดำรงชีวิตได้ ซึ่งกรณีที่ขณะนี้มีปัญหาเรื่องราคาไมโครโฟนราคาแพง ได้ตั้งคณะกรรมการสอบสวนแล้วและให้ไปหามา อะไรที่ไม่ใช่เรื่อง ก็อย่าทำให้เป็นเรื่องใหญ่

11. **การปรับปรุงกฎหมายและกระบวนการยุติธรรม** ระยะเฉพาะหน้าเร่งปรับปรุงประมวลกฎหมายหลักและกฎหมายอื่นๆ ที่ล้าสมัย ไม่เป็นธรรม ไม่สอดคล้องกับความตกลงระหว่างประเทศ เป็นอุปสรรคต่อการบริหารราชการแผ่นดิน การเพิ่มศักยภาพหน่วยงานที่มีหน้าที่ให้ความเห็นทางกฎหมาย และจัดทำกฎหมายให้ปฏิบัติงานได้รวดเร็ว ระยะต่อไปจะจัดตั้งองค์กรปฏิรูปกระบวนการยุติธรรม ปราศจากการแทรกแซงของรัฐ นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยและความรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อเร่งรัดดำเนินคดีทุกขั้นตอนให้รวดเร็ว เป็นธรรม และมีระบบฐานข้อมูลเชื่อมโยงกัน รวมทั้งปรับปรุงระบบช่วยเหลือทางกฎหมายและค่าใช้จ่ายแก่ประชาชนที่ไม่ได้รับความเป็นธรรม ให้เข้าถึงความเป็นธรรมได้ง่าย ส่งเสริมกองทุนยุติธรรม เพื่อคุ้มครองช่วยเหลือคนจนและผู้ด้อยโอกาส และนำมาตรการทางการเงิน ภาษี การป้องกันการฟอกเงินมาใช้ในการป้องกันและปราบปรามผู้มีอิทธิพลและเจ้าหน้าที่ของรัฐที่ทุจริตและประพฤติมิชอบ

นอกจากนี้ พล.อ.ประยุทธ์ ยังกล่าวต่อว่า เป้าหมายของนโยบายทั้ง 11 ด้าน อยู่ที่การสร้างสังคมที่มีการปฏิรูป เป็นธรรม และไม่ทุจริต อย่างไรก็ตามกำหนดให้หน่วยงานต้องปฏิบัติระยะเวลา วิธีการ และงบประมาณที่ชัดเจน โดยจำกัดกรอบเวลา 1 ปี ตามปีงบประมาณ และระยะเวลาของรัฐบาล

นิยามและความหมาย

พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน ปี ๒๕๒๕ ได้ให้ความหมายของคำว่า มูลฝอย หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว ส่วนคำว่า ขยะนั้น หมายถึง มูลฝอย กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ทั้งสองคำนี้มีความหมายเหมือนกัน จะใช้คำใดนั้นแล้วแต่ผู้ใช้ เช่น นักวิชาการสิ่งแวดล้อมมักใช้คำว่า

มูลฝอยเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ชาวบ้านใช้คำว่าขยะ สำหรับภาษาทางกฎหมายใช้คำว่าขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นคำที่ทุกคนเข้าใจดี

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้จำแนกองค์ประกอบของมูลฝอยได้โดยกล่าวว่า มูลฝอยประกอบด้วย เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติกภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ ซากสัตว์ รวมทั้งสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น ๆ ในทำนองเดียวกันขยะมูลฝอย (refuse หรือ solid waste) หมายถึง สิ่งปฏิกูลที่อยู่ในรูปของแข็ง ประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งอาจมีน้ำหนักหรือความชื้นปะปนมาส่วนหนึ่ง อนึ่ง ใน พ.ร.บ. สาธารณสุข พ.ศ. ๒๕๓๕ ได้สรุปไว้อีกนัยหนึ่งว่า ขยะ/มูลฝอย คือ เศษของเหลือใช้หรือของที่ใช้แล้ว ทั้งในรูปของอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร ส่วนสิ่งปฏิกูล คือ อุจจาระและ ปัสสาวะ รวมตลอดถึงวัตถุอื่นใดซึ่งเป็นสิ่งสกปรกโสโครกและมีกลิ่นเหม็น (สภาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม, ๒๕๓๕ และโครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, ๒๕๓๘)

ลักษณะของมูลฝอย

โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (๒๕๓๘) ได้รวบรวมเอกสารด้านขยะมูลฝอยและสรุปลักษณะมูลฝอย ซึ่งหมายถึงรูปลักษณะของขยะมูลฝอยที่เป็นกลุ่มของความยากง่ายในการเน่าเปื่อย และมีพิษภัย ประกอบด้วย ๓ ลักษณะดังนี้

๑. มูลฝอยที่เน่าเปื่อยง่าย (food waste or garbage) ได้แก่ ขยะที่เป็นสารอินทรีย์ คือ เศษอาหาร ซากพืช ซากสัตว์ กระดาษ ผ้า ไม้ เศษพืชผัก ฯลฯ

๒. มูลฝอยที่เน่ายากหรือเน่าเปื่อยไม่ได้เลย (rubbish) ได้แก่ถุงพลาสติก แก้ว โลหะ หิน กระเบื้อง หนัง ยาง ฯลฯ

๓. มูลฝอยที่อันตรายหรือสารเคมี (hazardous waste or chemical) ได้แก่ กากสารพิษโลหะหนัก สารกำจัดแมลงและศัตรูพืช ขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาล และสารเคมีเป็นพิษอื่น ๆ

ชนิดของขยะมูลฝอย

จากลักษณะของมูลฝอยดังกล่าว ได้รวบรวมผลงานจากสำนักงานรักษาความสะอาดกรุงเทพมหานคร ซึ่งจำแนกขยะเอาไว้ ๑๐ ชนิดดังนี้

๑. ขยะมูลฝอยที่เน่าเปื่อยได้ง่าย (garbage) ได้แก่ พวกเศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก ที่ได้จากการเตรียมและการปรุงอาหาร ขยะมูลฝอยชนิดนี้จะเป็นพวกที่ย่อยสลายเน่าเปื่อยได้ง่ายมีความชื้นสูง

๒. ขยะมูลฝอยที่ไม่เน่าเปื่อย หรือเน่าเปื่อยได้ยาก (rubbish) ได้แก่พวกเศษกระดาษ บางชนิด เศษผ้า เศษผัก เศษไม้ กิ่งไม้ หญ้า ฟางข้าว แก้ว กระเบื้อง ยาง เศษโลหะต่าง ๆ ฯลฯ ขยะมูลฝอยชนิดนี้จะมีทั้งชนิดที่เผาไหม้ได้ และเผาไหม้ไม่ได้

๓. ขี้เถ้า (ashes) เป็นขยะมูลฝอยที่เกิดจากสิ่งที่เหลือจากเผาไหม้ เช่น เถ้าที่เกิดจากเตาเผาไฟที่ใช้ในการปรุงอาหาร หรือเถ้าที่เกิดจากเตาไม้ ถ่าน ถ่านหิน หรือวัตถุติดไฟอื่น ๆ

๔. ขยะมูลฝอยจากถนน (street refuse) ได้แก่ เศษสิ่งของต่าง ๆ ที่กวาดจากถนน ตรอก ซอย และที่อื่น ๆ เช่น เศษไม้ เศษอิฐ กรวด ทราย กระดาษ ถุงพลาสติก เป็นต้น

๕. ซากสัตว์ (dead animal) ได้แก่ ซากสัตว์ที่ตายแล้วทุกชนิด เช่น สุนัข แมว สุกร เป็นขยะมูลฝอยชนิดที่เน่าเปื่อยเร็ว และมีกลิ่นเหม็น

๖. ซากยานพาหนะ (abandoned vehicles) ได้แก่ ยานพาหนะทุดชนิดที่หมดสภาพการใช้งานหรือใช้งานไม่ได้แล้ว รวมตลอดทั้งส่วนประกอบของยานพาหนะด้วย เช่น ยาง ล้อ แบตเตอรี่ และอื่น ๆ

๗. มูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial refuse) ได้แก่ เศษวัสดุที่เกิดจากการผลิต หรือขั้นตอนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นเศษวัสดุชนิดใดก็ได้แล้วแต่ชนิดของโรงงานนั้น ๆ และเศษวัสดุจะมีมากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของโรงงาน

๘. ขยะมูลฝอยจากการก่อสร้าง (construction refuse) ได้แก่ เศษวัสดุก่อสร้าง เช่น เศษไม้ เศษปูน อิฐหัก หิน ทราย เป็นต้น

๙. มูลฝอยจากซากก่อสร้าง (demolition refuse) ได้แก่ เศษที่เกิดจากการรื้อถอนหรือทำลาย สิ่งปรักหักพัง เช่นการรื้อถอนตึกเก่า อาคารเก่า บ้านเรือน เป็นต้น

๑๐. มูลฝอยประเภททำลายยาก (hazardous refuse) ได้แก่ ขยะ/มูลฝอยที่ต้องใช้กรรมวิธีในการทำลายเป็นพิเศษ จึงจะทำลายได้ เช่น พลาสติก ฟิล์มถ่ายรูป กากสารพิษ สารเคมีอันตราย และกากแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นต้น

คุณสมบัติของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ “เนื้อ” ของขยะมูลฝอยนั้น ๆ รวมทั้งปริมาณความชื้นที่ดูดซับอยู่ภายในเนื้อขยะมูลฝอยนั้น ๆ อย่างไรก็ตามได้มีการจำแนกคุณสมบัติของขยะมูลฝอยไว้ดังนี้

๑. คุณสมบัติทางฟิสิกส์

คุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือสมบัติทางกายภาพ หมายถึง คุณสมบัติที่ขยะมูลฝอยจะแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดเกี่ยวกับสมรรถนะติดไฟ (combustible refuse) สามารถจำแนกขยะตามคุณสมบัติทางฟิสิกส์ได้ ดังนี้

ก. ขยะที่มีสมรรถนะการติดไฟ (combustible refuse) ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เป็นเศษผ้า อาหาร กระดาษ พลาสติก ยาง หนัง ผ้า ไม้ ใบไม้ ขยะเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น ถ้ามีปริมาณความชื้นมากขยะจะติดไฟได้ช้า แต่ถ้ามีปริมาณความชื้นน้อยขยะจะติดไฟได้เร็ว

ข. ขยะที่ไม่มีสมรรถนะการติดไฟ (non-combustible refuse) ได้แก่ ขยะมูลฝอยจำพวก แก้ว โลหะ หิน กระเบื้อง ฯลฯ

ได้มีรายงานค่าความร้อนในกรณีการนำขยะมูลฝอยมาใช้ในการเผาไหม้ ดังแสดงในตารางที่ ๒-๑ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพลาสติกให้พลังงานความร้อนที่สูงที่สุด (๑๗,๐๐๐ BTU/ปอนด์) ในขณะที่กระดาษให้ความร้อน ๗,๓๐๐ BTU/ปอนด์ ส่วนแก้วและเหล็กนั้นไม่ให้ความร้อน อย่างไรก็ตาม การติดไฟของขยะมูลฝอยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการนำขยะมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำแล้วสามารถนำไอน้ำร้อนไปหมุนกังหัน (turbine) ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกต่อหนึ่ง

ตารางที่ ๒-๑ ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยโดยทั่วไป

วัสดุ	ร้อยละของส่วนประกอบ	BTU/ปอนด์
กระดาษ	๕๐	๗,๓๐๐
เศษอาหาร	๑๐	๑,๘๐๐
เศษหญ้าใบไม้	๑๕	๔,๒๐๐
พลาสติก	๒	๑๗,๐๐๐
แก้ว	๘	-
เหล็ก	๗	-
เบ็ดเตล็ด	๘	๑,๑๐๐

ที่มา : ปรีดา (๒๕๓๘)

ค. ความหนาแน่น ความหนาแน่นของขยะมูลฝอย หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้ง (oven-dry weight) ของขยะมูลฝอยต่อปริมาตรขยะมูลฝอยที่ตรวจวัดได้ สามารถแสดงโดยสัดส่วนข้างล่างคือ

$$\text{ความหนาแน่น (ตันต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของมูลฝอย (ตันต่อวัน)}}{\text{ปริมาณของมูลฝอย (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)}}$$

สำหรับน้ำหนักแห้งของขยะมูลฝอยนั้น ต้องเป็นน้ำหนักภายหลังการอบในเตาอบอุณหภูมิ ๑๑๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๒๔ ชั่วโมง ส่วนปริมาตรขยะนั้นให้คิดจากปริมาตรของภาชนะที่ใส่ขยะมูลฝอย (เต็มพอดี) อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นของขยะมูลฝอยนั้นจะแตกต่างกันตามชนิด ขนาดและลักษณะรูปร่างของขยะมูลฝอยนั้น ๆ ขยะมูลฝอยที่มีโลหะและ/หรือ น้ำผสมมากจะมีความหนาแน่นมาก ส่วนขยะจำพวกกระดาษและพลาสติกนั้น มีความหนาแน่นค่อนข้างน้อย อีกนัยหนึ่งก็คือ ขยะมูลฝอยที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีสมรรถนะติดไฟสูงเป็นส่วนใหญ่

๒. คุณสมบัติทางเคมี

ก. ความชื้น หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซับไว้ตามผิวช่องว่าง และส่วนประกอบของโมเลกุลของขยะมูลฝอย ในการคำนวณหาค่าความชื้นนั้นจำเป็นต้องอบในเตาโดยใช้ความร้อนสูงถึง ๑๐๕ – ๑๑๐ องศาเซลเซียส อบเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๒๔ ชั่วโมง

$$Wm = \frac{Wt_1 - Wt_2}{Wt_2} \times ๑๐๐ \quad \text{.....(๒.๑)}$$

ในเมื่อ Wm = ปริมาณความชื้นโดยน้ำหนัก

Wt_1 = น้ำหนักของขยะมูลฝอยเปียก (ตัน)

Wt_2 = น้ำหนักของขยะมูลฝอยภายหลังเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ ๑๐๕ – ๑๑๐ องศาเซลเซียส เวลา ๒๔ ชั่วโมงแล้ว (ตัน)

ข. ปริมาณขยะมูลฝอย สามารถคำนวณได้จาก

$$Tw = T\left(๑ + \frac{Wm}{๑๐๐}\right) \quad \text{.....(๒.๒)}$$

ในเมื่อ Tw = น้ำหนักเปียกของขยะมูลฝอย (ตัน)

T = น้ำหนักแห้ง (เตาอบ) ของขยะมูลฝอย (ตัน)

Wm = ร้อยละ ความชื้นของขยะมูลฝอยโดยน้ำหนัก (%)

ค. ปริมาณสารที่ไหม้ไฟได้ หรือ volatile solids หาได้จากสูตร

$$V = T - A \quad \text{.....(๒.๓)}$$

ในเมื่อ V = ขยะมูลฝอยที่ไหม้ไฟได้ (ตัน)

T = น้ำหนักแห้งของขยะมูลฝอย (ตัน)

A = ขี้เถ้า (ash content) (ตัน)

ง. ปริมาณเถ้า หรือ ash content สามารถจะหาได้จาก

$$A = T - V \quad \text{.....(๒.๔)}$$

จ. ปริมาณคาร์บอน หรือ carbon content (C) สามารถคำนวณได้จากสูตร (กรมควบคุม มลพิษ , ๒๕๓๘ ค.) ได้สร้างสูตรไว้คือ

$$C\ (\%) = V/๑.๘ \quad \text{.....(๒.๕)}$$

$$(C/N\ ratio) = ๒๕ - ๓๕ \quad \text{.....(๒.๖)}$$

(สัดส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน)

ฉ. ปริมาณไฮโดรเจน (hydregen content) คำนวณได้โดยใช้สูตรที่กรมควบคุมพลพิษ (๒๕๓๘) ได้คำนวณไว้ ดังนี้ คือ

$$H\ (\%) = V/๑๕$$

ช. ค่าความร้อน (calorific value) กรมควบคุมพลพิษ (๒๕๓๘) หาค่าความร้อนโดยใช้ Bomb Meter วัดหาค่า DSCV (dry solid calorific) ได้ก่อน แล้วจึงคำนวณหา HSCV (higher solid calorific) และ LSCV (lower solid calorific value) ดังนี้

$$HSCV = (DSCE \times T) / ๑๐๐ \quad \text{.....(๒.๘)}$$

$$LSCV = HSCV - [๖๐๐ (๙ \times H) + Wm] / ๑๐๐๐ \quad \text{.....(๒.๙)}$$

ในเมื่อ T = total solid (% โดยน้ำหนักแห้ง)

Wm = moisture content (% โดยน้ำหนัก)

H = hydregen content (% โดยน้ำหนัก)

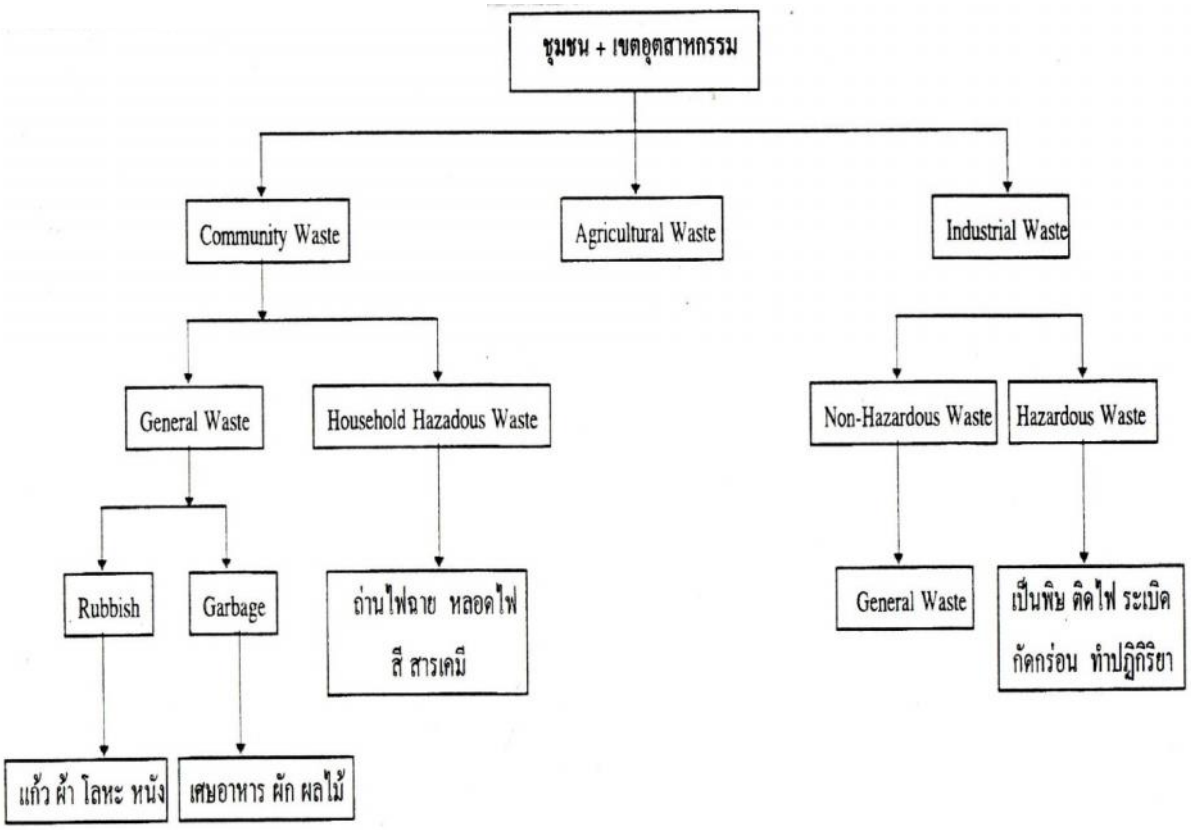
กรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๘) ได้เสนอแนะให้ใช้วิธีหาค่าความร้อนโดยใช้สูตร Dulong เพื่อหาความร้อนของมูลฝอย คือ

$$BTU/lb = ๑๔๕\ C + ๖๑๐ [H_{๒} - C_{๑/๘} O_{๒}] + ๔๐\ S + ๑๐\ N$$

หมายเหตุ BTU/lb = ๒.๓๒๖ kj/kg

๑J = ๐.๒๓๘๘ Calories

ภาพที่ ๒-๑ การจำแนกชนิดของมูลฝอยตามแหล่งที่เกิด



ที่มา : สำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘)

ซ. ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม (N, P, K) ในรูปของสารประกอบแตกต่างกันไป N และ P เป็นธาตุกึ่งโลหะเมื่อเผาไหม้แล้วจะให้ก๊าซรูปต่าง ๆ ส่วน K เป็นธาตุโลหะเมื่อเผาไหม้แล้วมักจะให้เป็นเถ้า ถ้าหากมี N, P, K ปนเปื้อนอยู่ในน้ำที่ถูกชะมาจากขยะมูลฝอย (leachate) มักเป็นตัวก่อมลพิษที่สำคัญ

ฌ. โลหะหนัก ได้แก่ Pb, Cd, Hg, Cu, Cr ฯลฯ ส่วนใหญ่มักปนเปื้อนอยู่ในรูปของสารประกอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปทั้งที่เป็นของเหลว เช่น สี, ของแข็ง เช่น แบตเตอรี่ ตลอดจนก๊าซ เช่น ไอกรด ซึ่งอยู่ในรูปสารประกอบของโลหะต่าง ๆ ฯลฯ ซึ่งการเผาไหม้นอกจากแปรสภาพปนเปื้อนในบรรยากาศแล้ว มักตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อม ถ้าปนเปื้อนในน้ำเสียแล้วจะก่อให้เกิดน้ำเป็นพิษที่รุนแรง

การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของขยะมูลฝอย มีขั้นตอนดำเนินการดังแสดงในภาพที่ ๒-๑ ซึ่งผลการศึกษา แสดงไว้ในตารางที่ ๒-๒, ๒-๓ และ ๒-๔

๓. สมบัติทางชีววิทยา

ในองค์ประกอบของขยะมูลฝอยนั้น ส่วนใหญ่มักมีสิ่งมีชีวิตปะปนหรืออาศัยอยู่โดยเฉพาะ อย่างยิ่งพวกบักเตรีที่ก่อให้เกิดโรค (Pathogenic bacteria) และบักเตรีย่อยสลาย (decomposition bacteria) นอกจากนี้ยังมีสัตว์บางประเภทอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น แมลง ไส้เดือน และสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบสารอินทรีย์จะเกิด กระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ แล้วปล่อยก๊าซพิษ ควันกลิ่น และมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงมีสิ่งมีชีวิตบางประเภทอาศัยอยู่ได้ในบางจุดบางที่ที่ไม่มีอุณหภูมิสูง ส่วนที่อุณหภูมิสูงอาจพบเพียงจุลินทรีย์บางชนิดเท่านั้น

ตารางที่ ๒-๒ อัตราการผลิตขยะมูลฝอยตามชนิดของแหล่งกำเนิด

ชนิดของแหล่งกำเนิด	อัตราการผลิต
๑. อาคารบ้านเรือน	๓๑๕ กรัม/คน/วัน (๑.๐๕ ลิตร/คน/วัน)
๑.๑ ที่พักอาศัย	๒๕๖ กรัม/คน/วัน (๑.๐๑ ลิตร/คน/วัน)
๑.๒ ธุรกิจส่วนตัว	๓๔๓ กรัม/คน/วัน (๑.๗๗ ลิตร/คน/วัน)
๒. สำนักงาน	๓๒ กรัม/ตารางเมตร/วัน
๓. โรงพยาบาล	๖๖๐ กิโลกรัม/วัน
๔. โรงแรม	๒.๕ กิโลกรัม/วัน
๕. ห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่	๒๖ กรัม/ตารางเมตร/วัน
๖. โรงเลี้ยย	๓๑๕ กิโลกรัม/คน/วัน
๗. ตลาด	๓๒๐ กรัม/ตารางเมตร/วัน

ที่มา : JICA (๒๕๒๔)

ตารางที่ ๒-๓ องค์ประกอบทางฟิสิกส์ของขยะมูลฝอย

องค์ประกอบ	แหล่งผลิตขยะมูลฝอย (% ของน้ำหนักแห้ง)								ขยะมูลฝอยจากสถานที่ทิ้งขยะ	
	บ้านเรือน	ตลาด	ห้างสรรพสินค้า	โรงแรม	สำนักงาน	โรงงานทอผ้า	โรงงานประกอบรถยนต์	โรงเลื่อยไม้	% น้ำหนักเปียก	% น้ำหนักแห้ง
1. กระดาษ	24.7	12.7	60.3	40.6	58.9	2.4	47.7	0.0	18.3	19.0
2. เศษผ้าและสิ่งทอ	4.7	1.9	1.1	5.0	0.7	88.7	4.9	0.0	4.0	3.3
3. เศษอาหาร	25.0	42.6	7.6	11.4	4.1	0.2	2.2	0.0	14.4	30.3
4. ใบไม้และกิ่งไม้	7.6	19.1	2.5	6.0	4.3	1.4	1.5	29.6	19.0	21.7
5. ขี้เลื่อย	-	-	-	-	-	-	-	46.4	-	-
6. พลาสติก	11.2	6.7	16.3	11.5	10.7	2.4	17.9	0.3	10.4	7.6
7. Synthetic Glue	-	-	-	-	-	-	-	23.4	-	-
8. ยางและหนังสัตว์	1.2	0.1	0.8	0.2	0.9	1.0	10.0	0.0	2.0	10.
9. เหล็ก	5.0	1.1	1.2	7.3	3.8	1.2	5.8	0.1	5.4	2.3
10.โลหะอื่นยกเว้นเหล็ก	0.3	0.1	0.2	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2
11.แก้ว	5.5	0.8	1.1	4.9	5.7	0.0	0.0	0.0	6.1	2.6
12.กระดูก, หิน	8.6	9.9	2.2	3.3	1.7	0.1	0.0	0.2	11.9	6.4
13.Dry Cells	0.48	0	1.4	0.27	0.27	-	-	-	3.38	-
14.กระดาษทราย	-	-	-	-	-	-	3.9	-	-	4.6
15. อื่น ๆ	5.9	5.0	5.3	9.0	8.9	2.6	6.1	0.0	6.7	-

ที่มา : JICA (๒๕๒๔)

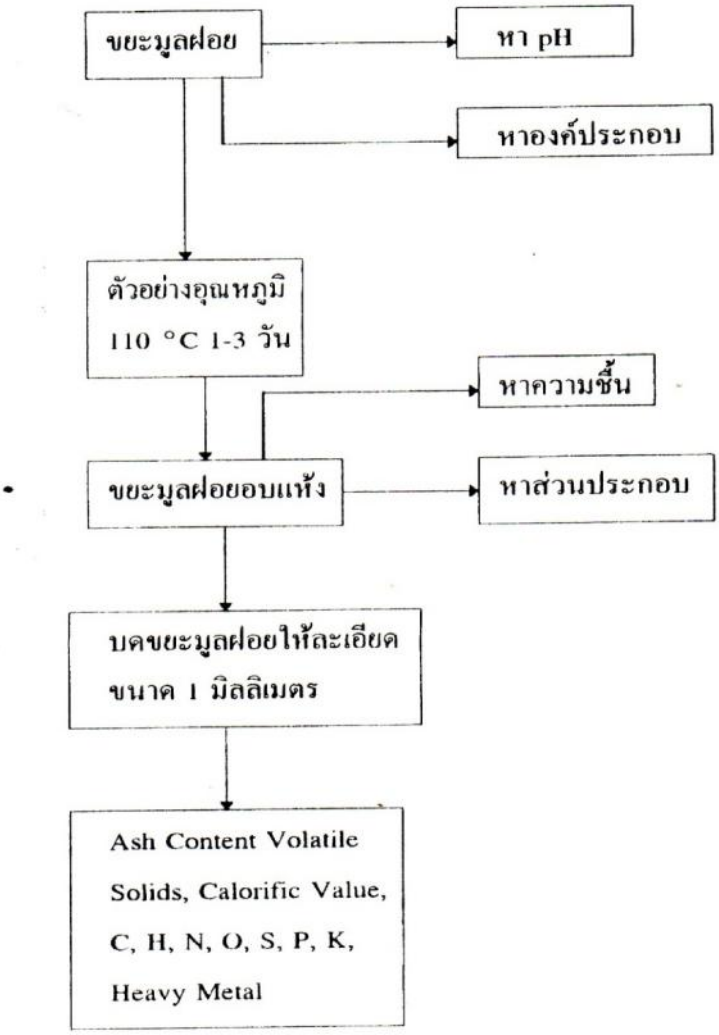
ตารางที่ ๒-๔ องค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอย

สถานที่	องค์ประกอบทางเคมี												
	กก./ลบ.ม.	ความชื้น (wt%)	C (wt%)	H (wt%)	N (wt%)	O (wt%)	S (wt%)	Cl (wt%)	Ash (wt%)	P (wt%)	K (wt%)	pH (wt%)	Lower calorific Value (kcal/kg)
อาคารบ้านเรือน	0.22	58.3	46.2	6.9	1.2	32.6	0.14	0.68	12.3	0.68	8.58	5.96	1,160
ตลาด	0.25	79.9	38.4	6.53	1.22	32.8	0.26	1.07	19.6	0.73	15.8	6.35	180
ห้างสรรพสินค้า	0.12	48.2	50.8	8.15	0.26	30.5	0.16	1.08	9.10	0.28	3.56	5.64	2,060
โรงแรม	0.21	48.0	38.0	6.58	0.34	32.0	0.20	0.58	22.3	0.29	8.74	6.73	1,420
สำนักงาน	0.073	26.0	43.2	7.16	0.38	37.7	0.12	0.12	10.5	0.36	3.73	6.20	2,540
โรงงานทอผ้า	0.16	26.2	50.2	6.44	0.03	40.7	0.09	0.19	2.41	0.11	2.23	7.10	3,090
โรงงานประกอบรถยนต์	0.09	25.0	49.2	8.53	0.47	27.7	0.08	0.04	13.0	0.17	0.97	6.18	3,210
โรงเลื่อยไม้	0.28	35.5	48.8	7.48	1.35	31.6	0.06	0.12	10.6	0.18	1.50	5.27	2,280
สถานที่กำจัดขยะ	0.293	57.2	43.0	6.4	0.97	27.1	0.12	0.63	21.8	0.63	8.92	6.63	1,040

ที่มา : JICA (๒๕๒๔)

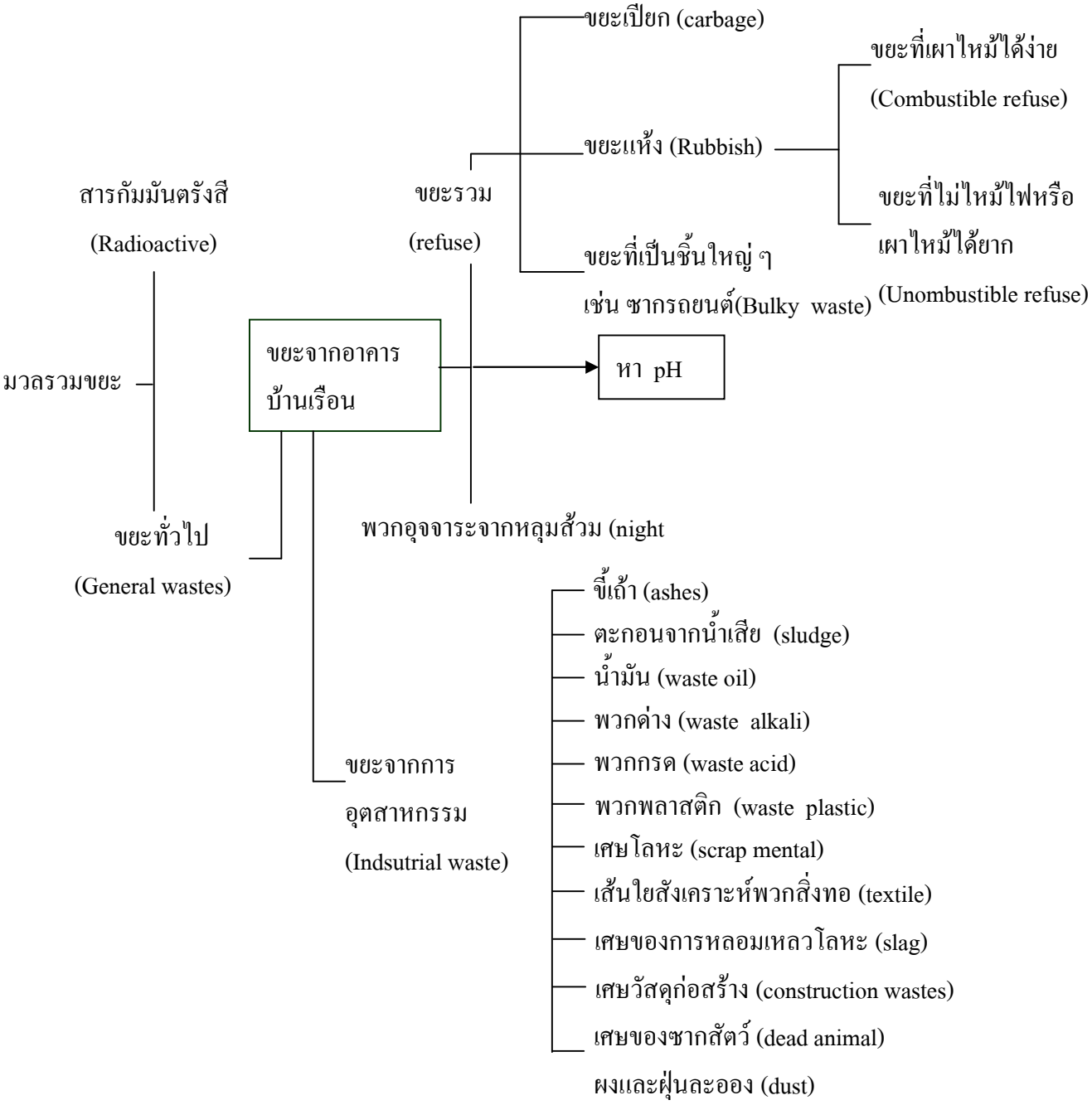
แหล่งเกิดขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยมีแหล่งกำเนิด ๖ แหล่ง ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล พื้นที่เกษตรกรรม สถานที่ราชการ/ธุรกิจ ตลาดสด และชุมชน/ที่พักอาศัย แต่ที่สำคัญ ๒ แหล่งคือ ชุมชนเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๑ ซึ่งแหล่งกำเนิดเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติ เพราะเหตุที่มีลักษณะขยะมูลฝอยหลากหลายชนิด ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๒ และ ๒-๓



แผนภาพที่ ๒-๒ ขั้นตอนการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของขยะมูลฝอย

ที่มา : สำนักงานรักษาความสะอาด (๒๕๓๘)



ภาพที่ ๒-๓ องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจำแนกตามประเภทและแหล่งเกิดขยะ

ที่มา : สำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘)

ขยะมูลฝอยที่เป็นอันตราย

ขยะมูลฝอยที่เป็นอันตราย (hazardous wastes) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนที่อาจทำให้เกิดเป็นอันตราย เนื่องมาจากปริมาณ ความเข้มข้นขององค์ประกอบที่เป็นพิษ ลักษณะทางเคมีหรือการติดเชื้อ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่าง ซึ่งถ้าการจัดการไม่ถูกต้อง อาจทำให้เกิดผลเสียหายต่อสุขภาพของมนุษย์และสภาพแวดล้อมได้ (ปรีดา, ๒๕๓๑) Salvato (๒๕๒๕) โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (๒๕๓๘) และสำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘) ได้กำหนดลักษณะของขยะที่เป็นอันตรายไว้เป็น ๕ กลุ่ม

๑. กลุ่มที่ติดไฟง่าย (ignitability) อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ในขณะที่เก็บรวบรวมหรือขนส่ง ซึ่งนอกจากเกิดเพลิงไหม้แล้วยังทำให้มีความร้อน ควัน ก๊าซ หรือฝุ่นละออง ที่เป็นอันตรายกระจายไปในบริเวณกว้างได้อีกด้วย

๒. กลุ่มที่ทำให้เกิดการผุกร่อน (corrosivity) ของโลหะ ทำให้สารพิษในโลหะถูกละลายปนไปด้วย

๓. กลุ่มที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาหรือการระเบิด (reactivity or explosiveness) ซึ่งระหว่างการเก็บรวมรวม ขนส่ง หรือกำจัด เมื่อสัมผัสกับน้ำหรืออากาศ ก็อาจทำปฏิกิริยาทำให้เกิดก๊าซพิษหรือระเบิดขึ้นได้

๔. กลุ่มที่เป็นสารพิษ (toxicity) ถ้าการเก็บรวบรวมหรือขนส่งไม่ถูกต้อง อาจปล่อยสารพิษออกมา ทำให้เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมได้

๕. กลุ่มที่ก่อให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อโรค ได้แก่ ขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาลหรือโรงพยาบาล เป็นขยะที่เป็นอวัยวะของร่างกาย เลือด และเศษวัสดุทิ้งเป็นขยะภายหลังได้ดำเนินการกิจกรรมทางการแพทย์แล้ว

ในปี ๒๕๓๘ ได้มีรายงานว่า ปัญหาภาวะมลพิษอันเนื่องจากของเสียที่เป็นอันตรายมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น และยังก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ ดังเช่น การเกิดโรคพิษสารหนูเรื้อรังในเขตพื้นที่ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งพบผู้ป่วยจำนวนมากกว่า ๒๐๐ ราย เมื่อปลาย พ.ศ.๒๕๓๐ โดยมีสาเหตุของการได้รับพิษจากการบริโภคน้ำและอาหาร ที่มีการปนเปื้อนด้วยของเสียจากกิจกรรมเหมืองแร่ที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ นอกจากนี้สำหรับของเสียที่เป็นอันตรายในรูปต่าง ๆ อาทิเช่น เศษวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิต สารเคมีเสื่อมคุณภาพ กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ภาชนะบรรจุสารเคมีที่เป็นพิษ ซากถ่านไฟฉายที่ใช้แล้ว หลอดฟลูออเรสเซนต์ชำรุด

รวมทั้งของเสียที่มีสารประเภท polychlorinated biphenyl (PCB) จากหม้อแปลงไฟฟ้า และตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่หมดอายุการใช้งาน ตลอดจนน้ำมันเครื่อง ก็ยังคงถูกปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมหรือมีปะปนอยู่ในขยะมูลฝอยทั่วไปเพิ่มมากขึ้น โดยยังมิได้มีการบำบัดหรือกำจัดให้ถูกต้อง

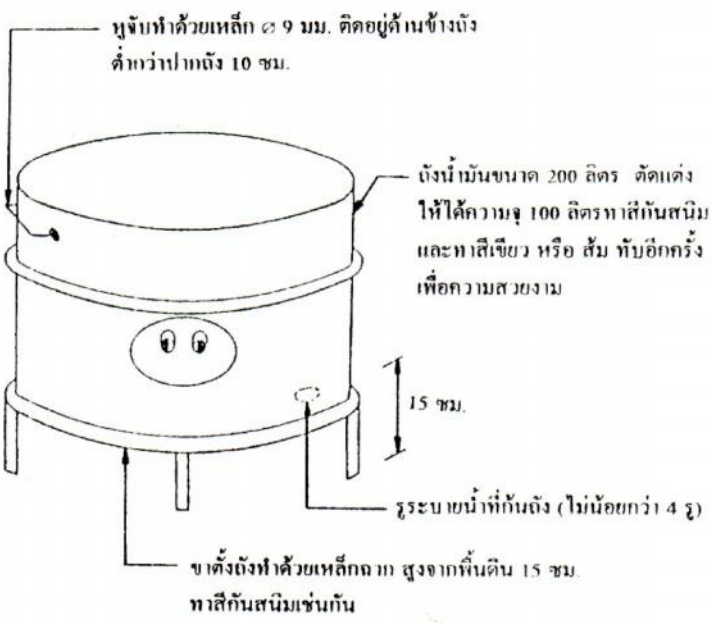
การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (๒๕๓๘ ก.) และสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม (๒๕๓๕) ได้รวบรวมหลักการและวิธีการในการเก็บขยะจากเอกสารต่าง ๆ และได้ชี้ให้เห็นว่าการเก็บรวบรวมเป็นงานสำคัญอันดับแรกที่จะต้องได้รับการจัดระบบและวางรูปแบบของการเก็บรวบรวมให้ถูกต้องเหมาะสม และมีประสิทธิภาพจึงจะสามารถลดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากขยะมูลฝอยลงได้ นอกจากนั้นแล้วระบบการเก็บรวบรวมขยะจากแหล่งกำเนิด จะเกี่ยวข้อง และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับวิธีการกำจัดขยะอีกด้วยระบบที่นิยมใช้แสดงในแผนภาพที่ ๒-๔ มีรายละเอียดดังนี้คือ

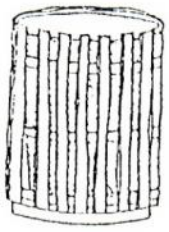
๑. ระบบถังขยะใบเดียว (one-can system) ขยะที่เกิดขึ้นทุกชนิดรวมใส่ลงในถังขยะเพียงใบเดียว ดังนั้นขยะที่จะต้องนำไปกำจัดจึงเป็น “ขยะผสม” (mixed refuse) จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้กำจัดด้วยวิธีที่เรียกว่า “การปรับปรุงพื้นที่ด้วยขยะ” (sanitary landfill) ถ้าใช้กับวิธีอื่น ๆ มีความสิ้นเปลืองและไม่คุ้มค่าเท่าที่ควร

๒. ระบบถังขยะสองถัง (two-cans system) โดยกำหนดให้ถังขยะใบหนึ่งใส่ขยะจำพวกเศษอาหาร (garbage) เท่านั้น ซึ่งจะต้องนำไปกำจัดทุก ๆ วัน ไม่ปล่อยให้ทิ้งค้างไว้ให้เกิดเหตุรำคาญ และอาจมีอันตรายขึ้นได้ ส่วนอีกใบหนึ่งนั้นใช้ใส่ขยะอื่น ๆ ซึ่งมักเป็นพวกขยะแห้ง (rubbish) เป็นส่วนใหญ่ ขยะในถังใบที่สองนี้จึงอาจจะเก็บไว้ได้นานกว่าถังแรก จึงไม่จำเป็นต้องเก็บทุกวันอาจจะเก็บสัปดาห์ละ ๑-๒ ครั้ง ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บขยะได้มากสามารถแยกกำจัดได้ด้วยวิธีที่เหมาะสมกว่าอีกด้วย เช่น การเผาด้วยเตาเผาขยะ (incineration) เป็นต้น

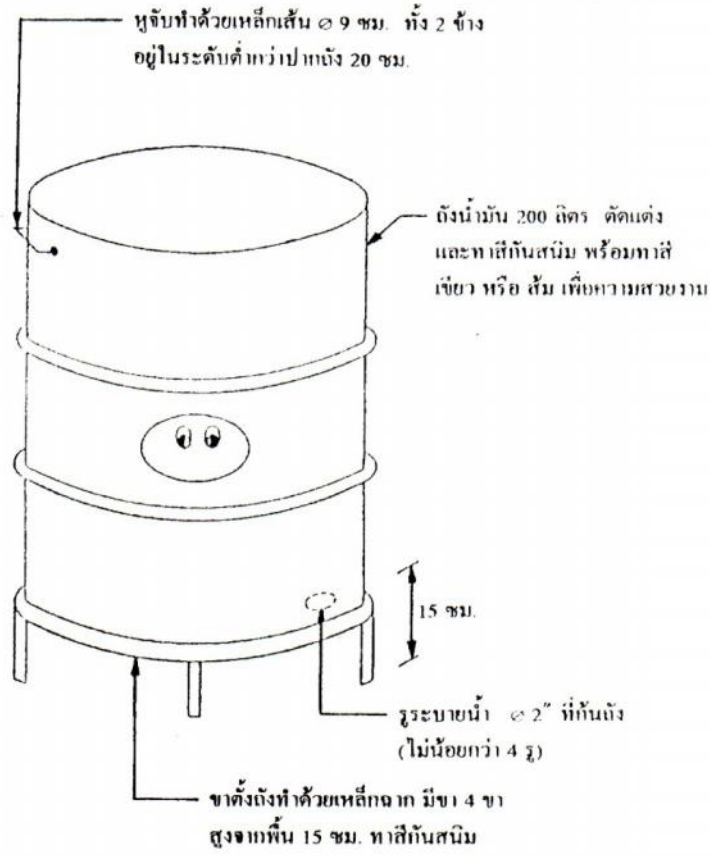
๓. ระบบถังขยะสามใบ (three-cans system) เหมาะที่จะใช้ในท้องที่ที่มีการกำจัดขยะหลายวิธีตามสภาพของขยะที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ถังขยะใบแรกใช้ใส่ขยะจำพวกขยะสดหรือเศษอาหารซึ่งเหมาะที่จะต้องเก็บทุกวัน วิธีกำจัดที่เหมาะสมก็อาจจะใช้วิธีนำไปเลี้ยงสัตว์ (hog feefing) หรือการหมักทำปุ๋ย (composting) ส่วนถังขยะใบที่สองและใบที่สามนั้นก็นำไปใส่ขยะอย่างอื่นโดยเฉพาะขยะเป็นพวกเผาไหม้ได้ (combustible refuse) ใส่ในถังหนึ่ง ส่วนอีกถังหนึ่ง ใช้ใส่ขยะพวกเผาไหม้ไม่ได้ (non-combustible refuse) ทั้งนี้ก็จะช่วยทำให้สามารถนำไปกำจัดได้อย่างเหมาะสมดียิ่งขึ้น



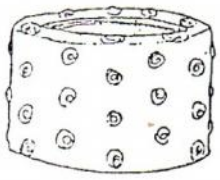
ถังรองรับมูลฝอยขนาด 100 ลิตร พร้อมขาตั้ง



สวนสาธารณะ

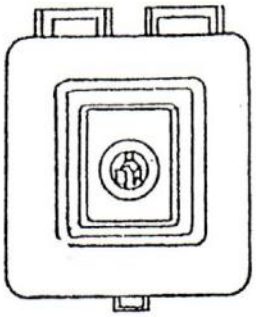


ถังรองรับมูลฝอยขนาด 200 ลิตร พร้อมขาตั้ง

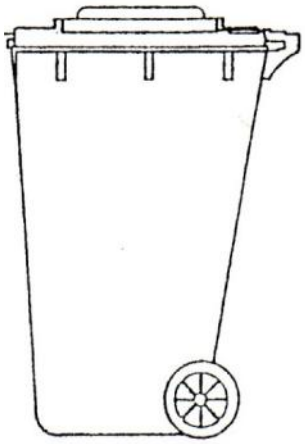


ชายทะเล

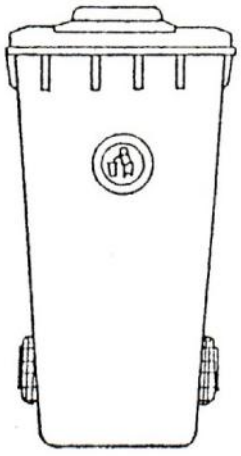
อุทยานแห่งชาติ (น้ำตก)



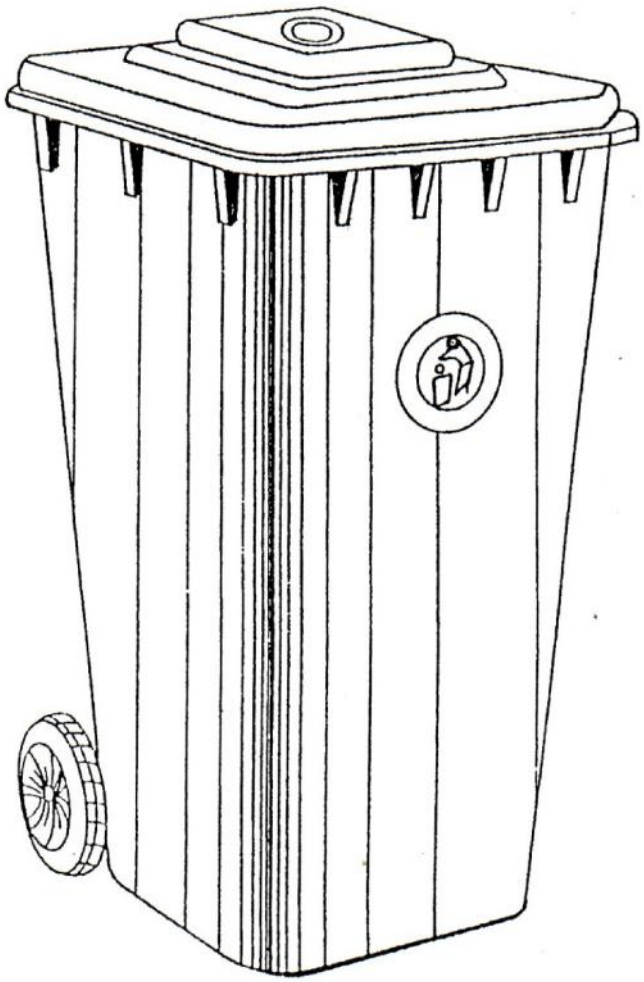
รูปด้านบน



รูปด้านข้าง



รูปด้านหน้า



ถังรองรับมูลฝอยขนาด 240 ลิตร

รุ่น P 250 ทำจาก PE
ความจุ 250 ลิตร
ขนาด ปากบน 67.5 x 58 ซม.
ปากล่าง 42.5 x 42.5 ซม.
สูง 113 ซม.
เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อ 20 ซม.
อายุการใช้งาน 3 ปี
ราคา 2,800 บาท/ใบ

ภาพที่ ๒.๔ ภาชนะเก็บขยะ

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๘ ก)

๔. การเก็บรวบรวมขยะพิเศษ สำหรับการเก็บขยะที่เกิดจากสำนักงานแพทย์หรือคลีนิก สถานีอนามัย โรงพยาบาล ถือว่าเป็นขยะติดเชื้อ (contaminated wastes of hot wastes) การเก็บรวมรวมจำเป็นจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ต้องสามารถป้องกันการแพร่กระจายและการปนเปื้อน การปฏิบัติที่ให้ผลดีนิยมใช้ถุงพลาสติกใส่รองไว้ในถังขยะ โดยพับถุงไว้ที่ขอบปากถังขยะเมื่อขยะเต็มถัง หรือต้องการนำขยะไปกำจัดก็ใช้วิธีมัดปากถุงพลาสติกและยกออกจากถังขยะ นอกจากจะช่วยให้ถังขยะไม่สกปรก และมีอายุการใช้งานยาวมากขึ้นแล้ว ยังจะช่วยป้องกันการแพร่กระจายและการปนเปื้อนได้ดีอีกด้วย

๕. การเก็บรวมรวมขยะในชนบท เนื่องจากชุมชนชนบทตั้งอยู่นอกเขตปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น เขตสุขาภิบาล เขตเทศบาล เขตเมือง จะไม่มีการเก็บรวบรวมขยะเหมือนเขตชุมชนหนาแน่น ดังนั้นการเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะเป็นภาระหน้าที่ของแต่ละครัวเรือน จะต้องกระทำโดยความเหมาะสม โดยทั่วๆ ไปแล้วขยะที่เกิดขึ้นจากการอยู่อาศัยมีปริมาณไม่มาก และมักเป็นขยะผสม ซึ่งส่วนใหญ่ขยะสดจำพวกเศษอาหารมักจะแยกเก็บไว้ต่างหากด้วยภาชนะพิเศษ เช่น กระถางดินเผา อ่างเคลือบ ถังโลหะ เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้ ส่วนขยะชนิดอื่น ๆ มักจะรวบรวมเก็บได้ด้วยภาชนะที่พอจะหาใช้ได้ เช่น ถังโลหะ ถังพลาสติก เข่ง กระบุง ตะกร้า เป็นต้น ขยะประเภทหลังดังกล่าวนี้จะเป็นขยะซึ่งนิยมนำไปกำจัดด้วยวิธีการกองรวมไว้ ณ ที่กำจัดขยะในบริเวณบ้าน และจะทำการเผาเป็นครั้งคราว โดยปกติแล้วในชนบทของประเทศไทยส่วนมากจะประกอบด้วยอาชีพทางด้านเกษตรกรรม ดังนั้นขยะอีกชนิดหนึ่งที่สำคัญก็คือ เศษสิ่งปฏิกูลทางการเกษตร เช่น มูลสัตว์ เศษหญ้า เศษพืช ฟางข้าว มักจะมีการเก็บรวบรวมและกำจัดที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม โดยเฉพาะมูลสัตว์จะถูกปล่อยทิ้งค้างไว้ในที่พักสัตว์หรือคอกสัตว์ทำให้เกิดปัญหารำคาญเนื่องจากกลิ่น แหล่งเพาะพันธ์แมลงวัน และมลพิษทางน้ำขึ้นได้

การกำจัดขยะ

เนื่องจากขยะเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่ง ที่จะต้องได้รับการกำจัดอย่างถูกต้องและเหมาะสมความรุนแรงของปัญหาเกี่ยวกับขยะจะมีมากโดยเฉพาะชุมชนหนาแน่น เช่น ชุมชนเมือง ซึ่งแต่ละแห่งจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีกำจัดที่เหมาะสมมาใช้ วิธีการกำจัดขยะที่ปฏิบัติในปัจจุบันนี้มีหลากหลาย วิธีแต่ละวิธีก็มีความเหมาะสมที่แตกต่างกันออกไป วิธีการกำจัดขยะที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบันนั้นประกอบด้วย

๑. การคัดแยกวัสดุกลับมาใช้

เนื่องจากบรรดาเศษสิ่งของชนิดต่าง ๆ ที่ถูกทิ้งเป็นขยะมูลฝอยนั้น บางชนิดสามารถที่จะนำกลับไปใช้เป็นวัตถุดิบ เพื่อการแปรรูปและนำกลับมาใช้เป็นประโยชน์ได้ต่อไป เช่น

เศษกระดาษนำมาเป็นวัตถุดิบเพื่อทำเป็นเยื่อกระดาษสำหรับผลิตกระดาษบางชนิดแทนการผลิตกระดาษจากเยื่อไม้ เศษพลาสติกนำมาแปรรูปเพื่อทำเป็นสิ่งของเครื่องใช้พลาสติกขึ้นใหม่ เศษเหล็กทุกชนิดที่แยกได้จากขยะมูลฝอยก็สามารถนำมาหลอมและใช้ได้ใหม่อีกต่อไปเศษอาหารและเศษพืชผักก็สามารถแยกออกไปใช้เลี้ยงสัตว์ แม้แต่เถ้าจากเตาเผาขยะมูลฝอยก็มีการนำไปใช้ผลิตเป็นอิฐ สำหรับใช้ในการก่อสร้างได้ เป็นต้น การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเลือกวัตถุบางชนิดจากขยะมูลฝอยไปใช้ประโยชน์ มีข้อได้เปรียบคือ สามารถนำเอาเศษวัตถุที่หมดประโยชน์แล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก จึงช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติได้เป็นอย่างดี ข้อเสียเปรียบที่สำคัญก็คือไม่สามารถที่จะใช้กำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ ขยะมูลฝอยที่เหลือจากการเลือกนำกลับไปใช้แล้วจะต้องหาวิธีกำจัดที่เหมาะสมทำการกำจัดต่อไป นอกจากนั้น แล้วในทางปฏิบัติก็ยากแก่การควบคุม อาจจะก่อให้เกิดอันตรายจากสารเคมีและเชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่กับขยะมูลฝอย โดยเฉพาะการคัดแยกขยะมูลฝอยของพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอย นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองเวลาที่ใช้ในการเก็บขยะมูลฝอยมากขึ้นแล้ว ยังจะทำให้เกิดความสกปรกเกิดขึ้นได้โดยง่ายอีกด้วย

วิธีการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ดีที่สุด ก็คือการคัดแยกจากแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยนั่นเอง เพราะทำได้ง่าย ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เพียงแต่ให้แต่ละบ้านจัดให้มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอย แยกกันไว้เป็นแต่ละส่วน แล้วแต่ว่าในท้องถิ่นนั้น ๆ มีความต้องการที่จะนำขยะไปใช้ประโยชน์ อย่างไร ทั้งนี้ต้องมีการวางแผนการดำเนินงานให้สอดคล้องกัน

๒. การนำไปทิ้งทะเล

การนำขยะมูลฝอยไปทิ้งทะเลนั้น ขยะมูลฝอยที่จะกำจัดด้วยการนำไปทิ้งทะเลควรจะเป็นขยะมูลฝอยที่สลายตัวยากหรือไม่สลายตัว เช่น ซากรถยนต์ เศษสิ่งก่อสร้าง ยางรถยนต์เก่า ๆ จะทำให้ป้องกันการเกิดมลพิษได้ เช่น ยางรถยนต์เก่า ถ้ากำจัดด้วยวิธีการกองไว้บนพื้นดิน นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่แล้วเมื่อมีน้ำขังในยางรถยนต์ แล้วจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง แต่ถ้าหากนำไปกำจัดด้วยวิธีการนำไปทิ้งทะเลโดยเลือกแหล่งที่เหมาะสมทิ้งเช่น บริเวณหินโสโครก แนวหินปะการังที่เสื่อมโทรม นอกจากจะช่วยป้องกันอุบัติเหตุของเรือได้แล้วก็ยังจะกลายเป็นแหล่งที่พักอาศัยของสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ไม่ควรนำเอาขยะมูลฝอยที่ไม่ย่อยสลายน้ำหนักเบาและลอยตัวง่าย เช่น นำพลาสติกไปกำจัดในทะเลเพราะจะถูกกระแสน้ำพัดเข้าสู่ฝั่ง ทำให้เกิดปัญหาความสกปรกและขาดความสวยงาม ขยะมูลฝอยสดถ้าจำเป็นจะต้องใช้วิธีการกำจัดด้วยวิธีการนำไปทิ้งทะเล ควรจะบดให้มีขนาดเล็กลงเพื่อที่จะได้ย่อยสลายตัวได้ในระยะเวลาสั้น ๆ และต้องทิ้งให้ห่างจากชายฝั่งมากพอที่จะไม่ถูกกระแสน้ำและกระแสลมพัดกลับเข้าสู่ฝั่งได้ พื้นที่ในบริเวณที่จะใช้กำจัดและบริเวณใกล้เคียงจะต้องควบคุมคุณภาพของน้ำอยู่เป็นประจำ เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษทางน้ำและความเสียหาย ที่จะเกิดขึ้นกับการประมงด้วย ถ้า

จำเป็นจะต้องกำจัดขยะมูลฝอยในทะเล ควรจะต้องจัดเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสมเป็นพิเศษ เช่น การทำเขื่อนกั้นบริเวณพื้นที่ระหว่างเกาะสำหรับใช้ทิ้งขยะโดยเฉพาะ ควรจะต้องนำดินถมร่วมกับการทิ้งขยะมูลฝอยด้วย ก็จะสามารถทำให้พื้นที่ที่ใช้กำจัดขยะมูลฝอยลงในทะเลนั้นเปลี่ยนสภาพเป็นพื้นดินต่อไปในอนาคต นอกจากจะช่วยในการกำจัดขยะมูลฝอยได้แล้ว ก็จะช่วยเพิ่มพื้นดินได้อีก อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ได้รับการต่อต้านมาก จึงไม่นิยมและอาจมีบางประเทศที่ทำอยู่ แต่อยู่ในวงแคบ เนื่องจากจะเกิดปัญหา เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นขยะจะถูกพัดพาเข้าฝั่ง ทำให้เกิดความสกปรกและมลพิษทางทัศนียภาพ รวมทั้งเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคให้แพร่กระจายในทะเลและชายฝั่ง

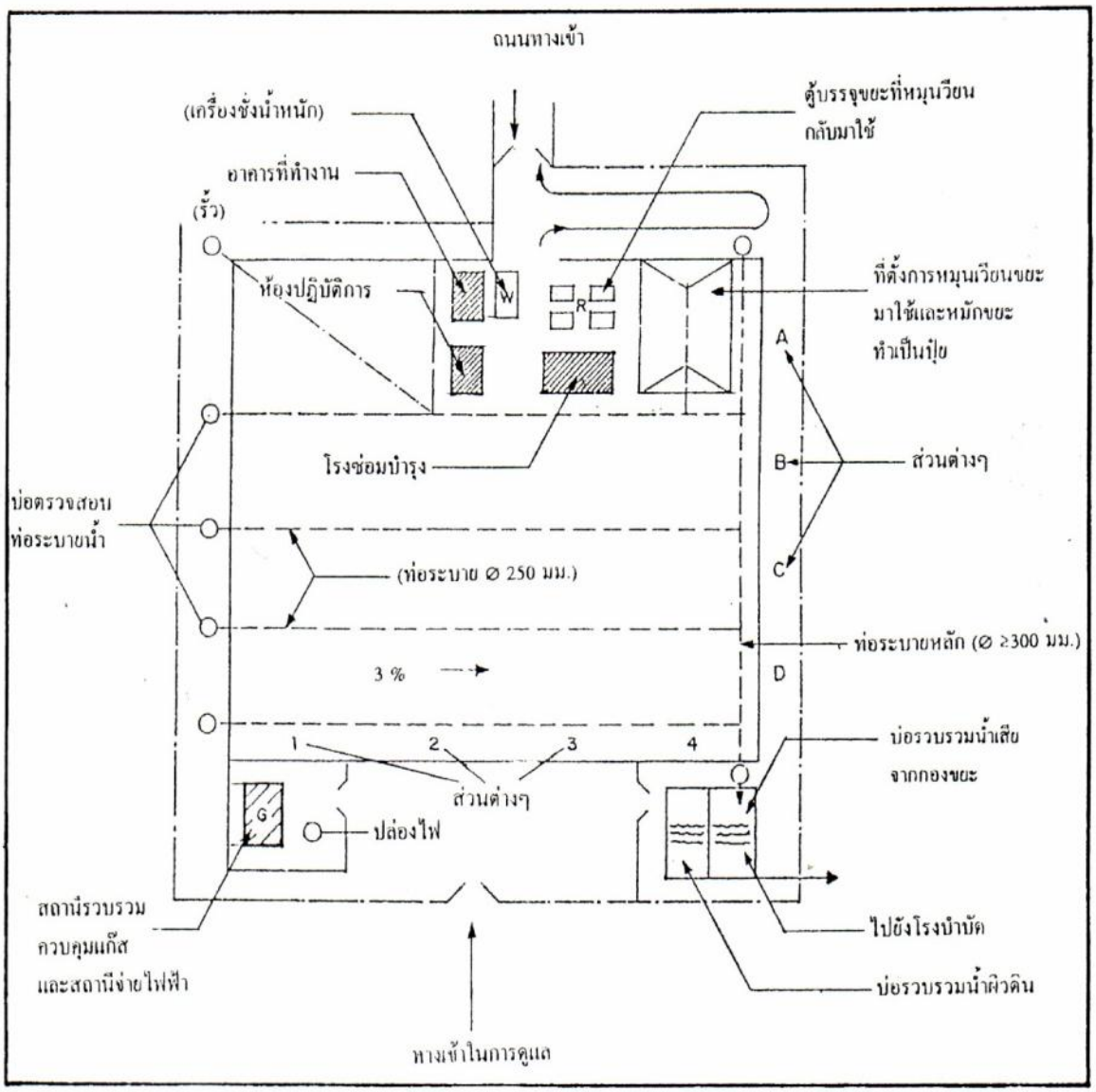
๓. การฝังกลบในธรรมชาติ

เป็นวิธีการฝังกลบที่มีขนาดของหลุมเล็ก ใช้กับบ้านเรือนเดี่ยว ๆ มีบริเวณกว้างขวาง ขนาด ของหลุมกว้างด้านละ ๑ – ๓ เมตร ลึกประมาณ ๑ – ๒ เมตร การฝังกลบที่ทำในลักษณะนี้ ก่อให้เกิดปัญหาโรคและแมลง กลิ่นเหม็น และมลพิษทางทัศนียภาพอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการกลบเป็นระยะ จะทำให้ปัญหาลดลงได้แต่อาจมีผลต่อน้ำใต้ดินตามมา

๔. การฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล

ก. หลักการพื้นฐาน

การฝังกลบขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล (sanitary landfill) หมายถึงการนำขยะมูลฝอยไปฝังหรือถม โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ซึ่งการกำจัดขยะด้วยวิธีนี้เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยที่ทำได้ไม่ยาก การลงทุนครั้งแรก (ยกเว้นค่าที่ดินและเครื่องจักรกล) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการถูก (เมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ) รวมทั้งสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้เกือบทุกชนิด (ไม่ควรใช้กับขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ เช่น ขอนไม้ ตอไม้และขยะมูลฝอยที่เป็นอันตราย) นอกจากนั้นที่ดินที่ใช้ในการกำจัดยังสามารถใช้เป็นประโยชน์ได้ต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่ลุ่มที่มีน้ำขังและรกร้างว่างเปล่า ซึ่งไม่ทำให้เกิดประโยชน์แต่อย่างใด ก็ใช้กำจัดขยะมูลฝอยตามแบบถูกหลักสุขาภิบาลได้ และเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว ยังสามารถใช้ที่ดินนั้นทำประโยชน์ต่อไปได้อีกเช่น ทำเป็นสนามกีฬาสวนสาธารณะ เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ แม้กระทั่งการปลูกบ้าน สำหรับรูปแบบการฝังกลบในปัจจุบัน แสดงในภาพที่ ๒-๕



แผนภาพที่ ๒-๕ แสดงแผนผังการฝังกลบในปัจจุบัน

ที่มา : กรมอนามัย (๒๕๔๐)

กรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๕) บรรยายไว้ว่าการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธี ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลนี้ เป็นการนำขยะมูลฝอยมาฝังหรือกองในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้ ใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัวลง แล้วใช้ดินกลบทับและบดอัดให้แน่นอีกครั้งหลังจากนั้นนำขยะมูลฝอยมาเกลี่ยและบดอัดอีกครั้งเป็นชั้น ๆ สลับด้วยชั้นดินกลบเพื่อป้องกันปัญหาในด้านกลิ่น แมลงและน้ำฝนชะล้างหรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ทั้งนี้ขยะที่อยู่ในรูปอินทรีย์สารที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยจะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติโดยสิ่งมีชีวิตจำพวกจุลินทรีย์ ทำให้ขยะมูลฝอยยุบตัวและเกิดก๊าซมีเทนขึ้นในชั้นของขยะมูลฝอย กรมอนามัย ได้เสนอแนะ การทำท่อก๊าซในการ ฝังกลบนอกจากจะได้ก๊าซมาใช้แล้ว ยังไม่เกิดปัญหากลิ่นเหม็นจากขยะเกิดขึ้นด้วย ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๖ อย่างไรก็ตาม พื้นที่ที่จะใช้ในการฝังกลบนี้ จะต้องมีการสำรวจตรวจสอบแล้วว่าเหมาะสม กล่าวคือ เป็นพื้นที่ว่างไม่ได้ใช้ประโยชน์การฝังกลบนั้นต้องส่งผลกระทบด้านลบหรือเป็นผลเสียต่อแหล่งน้ำใต้ดินหรือน้ำผิวดินน้อยที่สุด เป็นต้น รวมทั้งจะต้องเตรียมมาตรการลดผลกระทบและติดตามตรวจสอบในระหว่างการฝังกลบด้วย

ข. วิธีการฝังกลบ

วิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลนั้น มีหลากหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านภูมิประเทศ เศรษฐกิจ เทคโนโลยีและความต้องการของสังคมที่จะเลือกใช้วิธีที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย

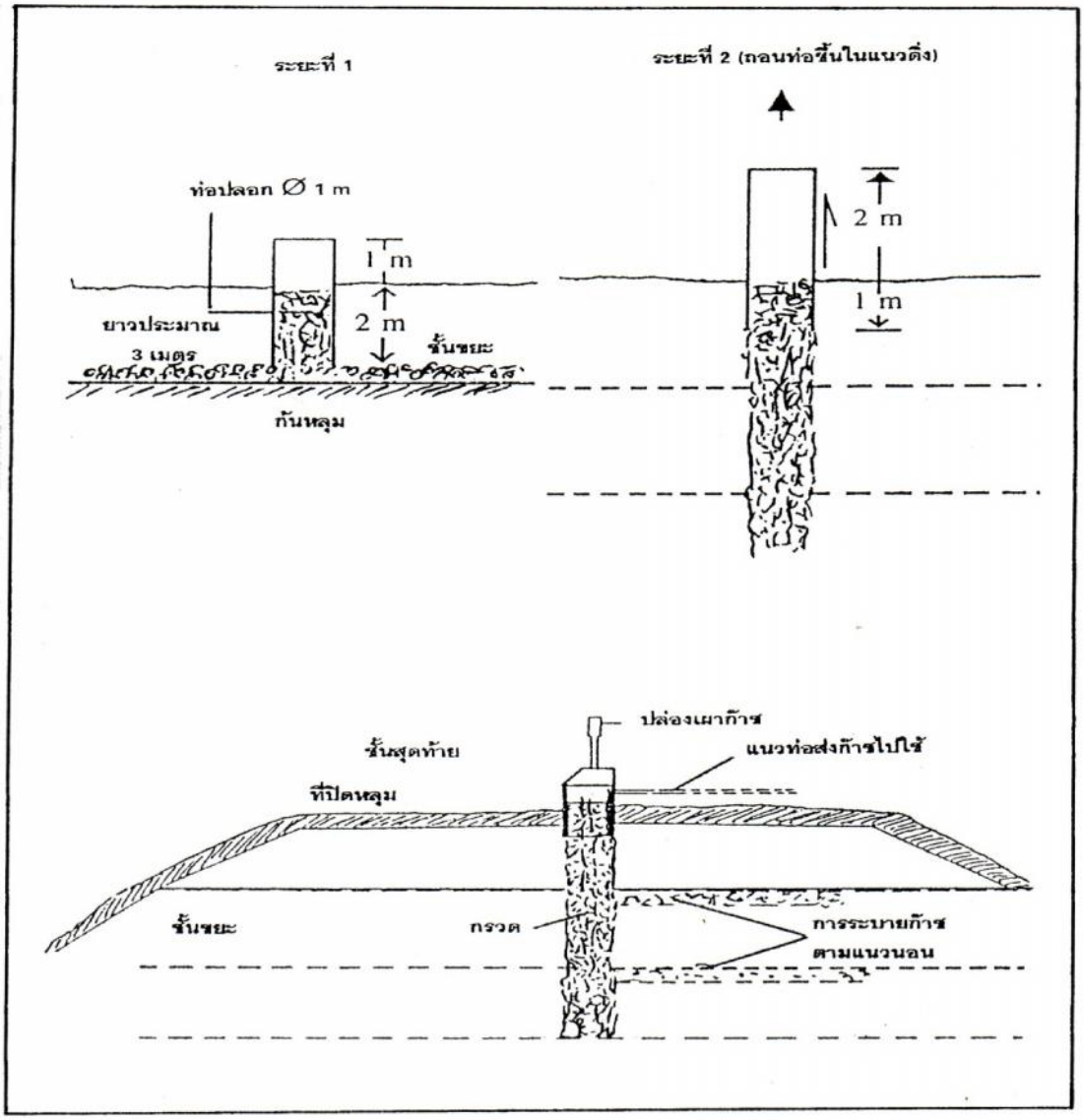
๑) วิธีการดำเนินการการกำจัดขยะมูลฝอยแบบสุขาภิบาล ทำได้หลายลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศและมีข้อกำหนดในการกำจัดขยะแบบสุขาภิบาล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การทำในพื้นที่ไม่มีน้ำขัง ซึ่งอาจเป็นที่ดินที่ลุ่มมีน้ำขังเฉพาะในฤดูฝน หรือพื้นที่ที่เป็นหลุมเป็นโพรงตามพื้นดินธรรมดา ตามซอกเขา ไหล่เขา ริมตลิ่ง อาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกัน ดังนี้

ก) วิธีขุดแล้วกลบ ในบริเวณพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยให้ขุดเป็นหลุมไว้ก่อน แล้วเทขยะมูลฝอยลงไปพร้อมกับเกลี่ยให้กระจายไปให้สม่ำเสมอ จากนั้นบดทับให้แน่นด้วยเครื่องจักรกล เสร็จแล้วเอาดินกลบทับ พร้อมกับเกลี่ยและบดทับอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีนี้จะให้เกิดความจุของหลุม เพียงพอสำหรับดำเนินการในวันต่อไป ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหลุมเต็ม จึงค่อยขุดหลุมใหม่ วิธีนี้ใช้ได้ทั้งในที่ราบและที่ลุ่ม หรือที่ลาดชันริมตลิ่ง

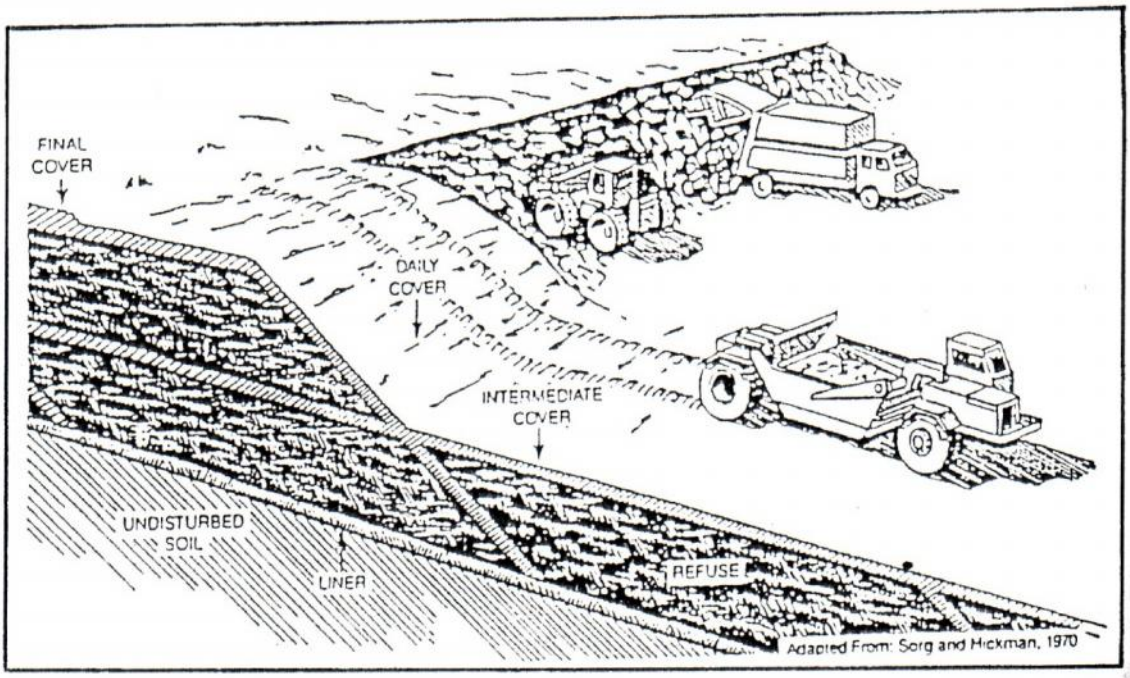
ข) วิธีฝังกลบบนพื้นที่ (area method) เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับดินเดิม โดยไม่มีการขุดดิน โดยจะทำการบดอัดขยะมูลฝอยตามแนวราบก่อนแล้วค่อยบดอัดทับในชั้นถัดไปสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนได้ระดับตามที่กำหนด (ภาพที่ ๒.๗) การฝังกลบขยะมูลฝอยโดย วิธีนี้จำเป็นต้องทำคันดิน (embankment) ตามแนวขอบพื้นที่จำกัด เพื่อทำหน้าที่เป็นผนังหรือ ขอบยันการบดอัดขยะมูลฝอย และทำหน้าที่ป้องกันน้ำเสียที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะมูลฝอยที่บดอัดและฝังกลบแล้วไม่ให้ซึมออกด้านนอก เพราะจะทำให้เกิดสภาพไม่น่าดูและเกิดภาวะน้ำเสียได้ ลักษณะภูมิประเทศที่จำเป็นต้องใช้วิธีนี้ คือ ที่ราบลุ่มหรือที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงหรือน้ำ ใต้ดิน

อยู่ต่ำกว่าผิวดินเล็กน้อย (ไม่เกิน ๑ เมตร) ทำให้ไม่สามารถขุดดินเพื่อกำจัดด้วยวิธีฝังกลบแบบขุดร่องได้ เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำเสียจากขยะมูลฝอยต่อน้ำใต้ดินได้ การกำจัดด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องจัดหาดินมาจากที่อื่นเพื่อมาทำคันดิน ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงขึ้น

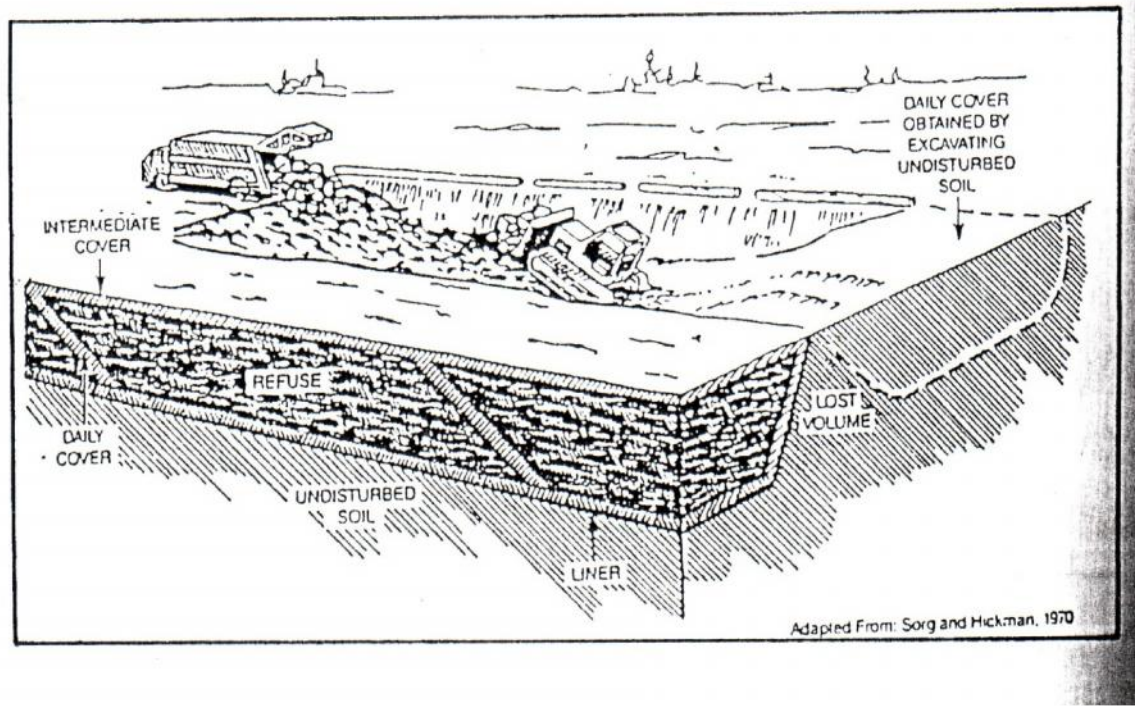


ภาพที่ ๒.๖ ระบบรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบราคาต่ำ

ที่มา : กรมอนามัย (๒๕๔๐)



แผนภาพที่ ๒-๗ การฝังกลบบนพื้นที่ (area method) (มานิตย์, ๒๕๓๙)



ภาพที่ ๒-๘ การฝังกลบแบบอัดในร่อง (trench method) (มานิตย์,๒๕๓๙)

ค) วิธีขุดเป็นร่องใหม่ เหมาะสำหรับทำในพื้นที่ค่อนข้างราบใช้ได้ทั้งในที่ดอนและในที่ลุ่ม ที่ไม่มีน้ำขัง ก่อนอื่นต้องทำรางระบายน้ำฝนในบริเวณที่กำจัดให้ดี จากนั้นก็ขุดเป็นร่อง มีความยาวประมาณ ๒.๕ เท่าของความยาวของเครื่องจักรกลที่จะใช้งานในที่นั้นความลึกของร่องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ให้ลึกถึงชั้นน้ำใต้ดินความยาวของร่องให้ขุดไปตลอดความยาวของพื้นที่ ดินที่ขุดขึ้นมากองเอาไว้ข้าง ๆ ร่อง เพื่อจะได้ใช้สำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยต่อไป สำหรับการดำเนินงานนั้นจะมีการเทขยะมูลฝอยเริ่มต้นจากปลาย สุดทางด้านหนึ่งด้านใดของร่อง เกลี่ยให้กระจายไปเต็มร่องโดยสม่ำเสมอ บดทับให้ดินกลบหนาประมาณ ๑๕ เซนติเมตร แล้วจึงบดทับให้แน่นอีกครั้งหนึ่ง ทำเช่นนี้ไปทุกวัน หรืออาจเว้นระยะ ๑ – ๒ วัน ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของขยะ ร่องที่ขุดไว้ร่องหนึ่ง ๆ สามารถใช้ถมขยะได้หลาย ๆ ครั้ง เมื่อใส่ขยะและถมจนเต็มร่องแล้วจึงขุดร่องใหม่ให้ขนานไปกับร่องเดิม โดยขุดให้ห่างออกไปจากร่องเดิม ๔๕ – ๖๐ เซนติเมตร ดินที่ขุดออกจากร่องนั้น โดยปกติแล้วจะมีปริมาณมากเกินกว่าที่จะใช้กลบขยะทั้งหมด ดังนั้นจึงอาจจะนำไปทำประโยชน์อย่างอื่นได้อีก

ง) วิธีฝังกลบแบบกลบในร่อง (trench method) เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับที่ต่ำกว่าระดับคันดินเดิม โดยทำการขุดดินลึกลงไปให้ได้ระดับตามที่กำหนด แล้วจึงเริ่มบดอัดขยะมูลฝอย ช่วยให้เป็นชั้นบาง ๆ ทับกันหนาขึ้นเรื่อย ๆ จะได้ระดับตามที่กำหนดของขยะมูลฝอยบดอัดแต่ละชั้น โดยทั่วไปความลึกของการขุดร่องจะถูกกำหนดด้วยระดับน้ำใต้ดิน อย่างน้อยระดับก้นร่องควรจะอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินไม่น้อยกว่า ๑.๐ เมตร โดยยึดระดับน้ำในฤดูฝนเป็นเกณฑ์ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนต่อน้ำใต้ดิน การฝังกลบแบบขุดร่องไม่จำเป็นต้องทำคันดิน เพราะสามารถใช้ผนังของร่องขุดเป็นกำแพงถังขยะมูลฝอยที่จะบดอัดได้โดยตรงทำให้ไม่จำเป็นต้องขนดินมาจากข้างนอก และยังสามารถใช้ดินที่ขุดออกแล้วนั้นนำกลับมาใช้กลบขยะมูลฝอยได้อีก ดังแสดงในภาพที่ ๒.๘

จ) วิธีฝังกลบโดยใช้ดินจากที่อื่นมากลบ ซึ่งใช้สำหรับในกรณีที่พื้นที่ตรงนั้นเป็นหลุมหรือเป็นโพรงอยู่ก่อนแล้วหรือในกรณีที่ไม่สามารถเอาดิน หรือวัสดุที่เหมาะสมในบริเวณนั้นมาใช้สำหรับกลบขยะมูลฝอยได้ เช่น พื้นที่ตามเชิงเขา หุบเขา ริมตลิ่ง เป็นต้น การเทขยะมูลฝอยในที่ลักษณะเช่นนี้ให้เริ่มเทไปจากริมด้านใดด้านหนึ่ง โดยให้ลาดเอียงลงไปทางส่วนล่างไม่น้อยกว่า ๒ : ๑ ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องจักรกลสามารถทำงานได้ พื้นที่ในลักษณะเช่นนี้สามารถเทขยะใส่ให้หนาได้มากกว่าปกติ โดยอาจใส่ให้หนาได้ตั้งแต่ ๑ – ๖ หรือ ๗ เมตร แล้วจึงใช้ดินกลบ และบดทับให้แน่น พื้นที่เช่นนี้มักมีน้ำขังในเวลาฝนตก จึงต้องทำรางระบายน้ำฝนไว้ให้ดี ไม่ให้น้ำขังได้

๒) การฝังกลบในพื้นที่ที่มีน้ำขัง เช่น ในบริเวณที่เป็นสระ หนอง บึง หรือที่ลุ่มอื่นใดที่มีน้ำขังอยู่เป็นส่วนมาก และโดยปกติไม่ได้ใช้ทำประโยชน์อย่างใด พื้นที่ในลักษณะเช่นนี้ก็สามารถทำเป็นที่กำจัดขยะมูลฝอยได้ โดยการทำเป็นคันกั้น แบ่งให้มีลักษณะเป็นสระหลาย ๆ สระ ขนาดของสระคาดว่าให้เพียงพอที่จะใช้ถมขยะมูลฝอยได้ในรอบปี การทำคันกั้นอาจทำได้โดยใช้ขอนไม้ ตอไม้ หรือเศษวัสดุอื่นใดที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และแข็งทำเป็นขอบนอกก่อนแล้วจึงใช้ขยะแห้งถมลงตรงกลาง พร้อมทั้งใช้ดินกลบและบดทับเป็นชั้น ๆ แต่ละสระที่ทำขึ้นนั้นต้องทำให้มีทางระบายน้ำออกจากสระได้ด้วย การเทขยะให้เทถมลงไปทีละสระ โดยเริ่มต้นเทจากขอบด้านใดด้านหนึ่งของสระในลักษณะของรูปด้ามคีม เมื่อเทขยะแล้วก็เกลี่ย บดทับ ใช้ดินกลบและบดทับ เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวมาข้างต้น

กรณีตัวอย่าง : ข้อกำหนดในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

ก) พื้นที่ซึ่งใช้เป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย จะสัมพันธ์กับปริมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น อัตราส่วนของการอัดตัว (compaction ratio) ความลึกของหลุมและระยะเวลาในการดำเนินงาน (design period) โดยมีหลักเกณฑ์การคำนวณพื้นที่ดังนี้

อัตราการผลิตขยะมูลฝอย = ๔๕๕ กรัมต่อคนต่อวัน

ความหนาแน่นของขยะมูลฝอย = ๒๕๐ กรัมต่อลิตร

$$\text{อัตราการผลิตขยะมูลฝอย} = \frac{๔๕๕}{๒๕๐}$$

= ๑.๘๒ ลิตรต่อคนต่อวัน

สมมติ ถ้าหากมีประชากร ๑๐,๐๐๐ คน ในระยะเวลา ๑ ปี

$$\text{ปริมาณขยะมูลฝอยจะเกิดขึ้นรวม} = \frac{๑.๘๒ \times ๑๐,๐๐๐ \times ๓๖๕}{๑,๐๐๐}$$

= ๖,๖๔๓ ลูกบาศก์เมตร

กำหนดให้ขยะมูลฝอยหลังจากทำ sanitary landfill มีความหนาแน่น ๘๐๐ - ๑,๐๐๐ ปอนด์ต่อลูกบาศก์หลาและถ้าหากใช้วิธีการอัดน้อยที่สุดจะมีความหนาแน่นของขยะมูลฝอย ๖,๐๐๐ ปอนด์ต่อลูกบาศก์หลาและถ้าหากวิธีการอัดดีที่สุดจะมีความหนาแน่นของขยะมูลฝอย ๑,๒๐๐ ปอนด์/ลูกบาศก์หลา

สมมุติ : กำหนดให้วิธีการอัดขยะมูลฝอยของประเทศไทยเป็น ๘๐๐ ปอนด์/ลูกบาศก์หลา

= ๔๗๔.๖๖ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ถ้าหากขยะมูลฝอยก่อนที่จะนำมากำจัดมีปริมาตร ๑ ลูกบาศก์เมตร หรือหนัก ๒๕๐ กิโลกรัม

ดังนั้นเมื่อดำเนินการเสร็จแล้วขยะมูลฝอย ๒๕๐ กิโลกรัมจะมีปริมาตร ๐.๕๒๗ ลูกบาศก์เมตร

ค่าอัตราส่วนในการอัด = $\frac{\text{ปริมาตรเดิมของขยะมูลฝอย}}{\text{ปริมาตรใหม่ของขยะมูลฝอย}} = \frac{๑}{๐.๕๒๗} = ๑.๘๙๘$

ปริมาตรของขยะมูลฝอยหลังจากการกำจัดแล้ว ๓,๔๙๘.๙๙ ลูกบาศก์เมตร

กำหนดใช้ปริมาตรขยะมูลฝอย ๔ ส่วน ต้องใช้ดิน ๑ ส่วน คือ

ปริมาตรของขยะมูลฝอย + ดิน = ๕ ส่วน

ในการกำจัดขยะมูลฝอย ๑ ลูกบาศก์เมตร พื้นที่กำจัดจะต้องสามารถรองรับ

ปริมาตร = ๕/๔ ลูกบาศก์เมตร

ในการกำจัดขยะมูลฝอย ๓,๔๙๘.๘๙ ลูกบาศก์เมตร พื้นที่กำจัดจะต้องสามารถรับปริมาตร

$= \frac{๕}{๔} \times ๓,๔๙๘.๘๙$

$= ๔,๓๗๓.๖๒$ ลูกบาศก์เมตร

ในการทำ sanitary landfill วิธีที่ ๒ ขุดดินลึก ๑.๘ - ๓ เมตร

สมมติกำหนดให้ขุดดินลึก

จะต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะมูลฝอย = $\frac{๔,๓๗๓.๖๒}{๒ \times ๑,๖๐๐} = ๑.๓๖๖๘$ ไร่ต่อ ๑๐,๐๐๐ คนต่อปี

ให้ค่าความปลอดภัย = ๑๐ %

ดังนั้นจะต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดมูลฝอย = ๑.๕ ไร่ต่อ ๑๐,๐๐๐ คนต่อปี

ข) ลักษณะที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

(๑) บริเวณสถานที่ที่ใช้สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยแบบนี้ ควรมีถนนแบบถาวร หรือกึ่งถาวรที่ยานพาหนะสามารถเข้าไปถึงที่เทขยะมูลฝอยได้ตลอดทุกฤดูกาล ระบบระบายน้ำโดยรอบสถานที่กำจัดและนำน้ำโสโครกนั้นไปปรับปรุงคุณภาพก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะและสถานที่ตั้งสำหรับหน่วยปฏิบัติการ

(๒) ต้องห่างจากชุมชนมากเพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องเหตุรำคาญ เช่น ฝุ่นละออง ควัน กลิ่น แต่จะต้องไม่ห่างไกลจากชุมชนนั้น ๆ มากเกินไป

(๓) ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้เกิดความสกปรกแก่แหล่งน้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน

(๔)ในระหว่างการดำเนินงานควรใช้ดินกลบหรือถมขยะมูลฝอยทุกวัน หรืออาจเว้น ๑ – ๒ วัน จึงกลบครั้งหนึ่งก็ได้ แต่ต้องไม่เกิน ๔๘ ชั่วโมง และดินที่ใช้กลบควรเป็นดินร่วนปนทราย

(๕) มีมาตรการป้องกัน การเพาะพันธุ์ หาอาหาร หรือแพร่กระจายของเชื้อโรค และสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค

(๖) มีมาตรการป้องกันอัคคีภัย

(๗) ถ้าหากจะนำเอาขยะมูลฝอยที่มีอันตรายมากำจัดด้วยวิธีนี้ จะต้องมีกรรมวิธีที่พิเศษที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม หรือทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชน หรือทำให้เกิดการเสี่ยงต่อการเป็นโรค

(๘) ควรจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีนี้ ซึ่งปริมาณและชนิดของเครื่องมือขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ ขนาดของพื้นที่ ปริมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ชนิดและความหนาแน่นของขยะมูลฝอย และความสัมพันธ์ของแรงงานกับเครื่องจักรกลในชุมชนนั้น ๆ

ในเขตเทศบาลหรือสุขาภิบาล ที่มีปริมาณขยะมูลฝอยไม่มากนักไม่จำเป็นต้องใช้รถแทรกเตอร์ หรือรถบูลโดเซอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งมีราคาแพง โดยอาจใช้รถไถมาดัดแปลงให้เหมาะสม ส่วนการขุดหรือการทำร่องอาจต้องจ้างรถขุดหรือรถบูลโดเซอร์ทำให้เป็นครั้งคราว ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยลง

(๙) ควรวางแผนล่วงหน้าสำหรับการใช้ประโยชน์จากที่ดินที่ถมเสร็จ

การทำปุ๋ยหมัก

๑. กระบวนการเกิดปุ๋ยหมัก

กรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๘) อธิบายการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยไว้พอสรุปเป็นสังเขป คือ วิธีการหมักขยะมูลฝอยเพื่อทำปุ๋ยนั้น ต้องอาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวกที่ต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมในด้านความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนรวมทั้งอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนโดยมีกระบวนการแบ่งได้ ๒ ขั้นตอน

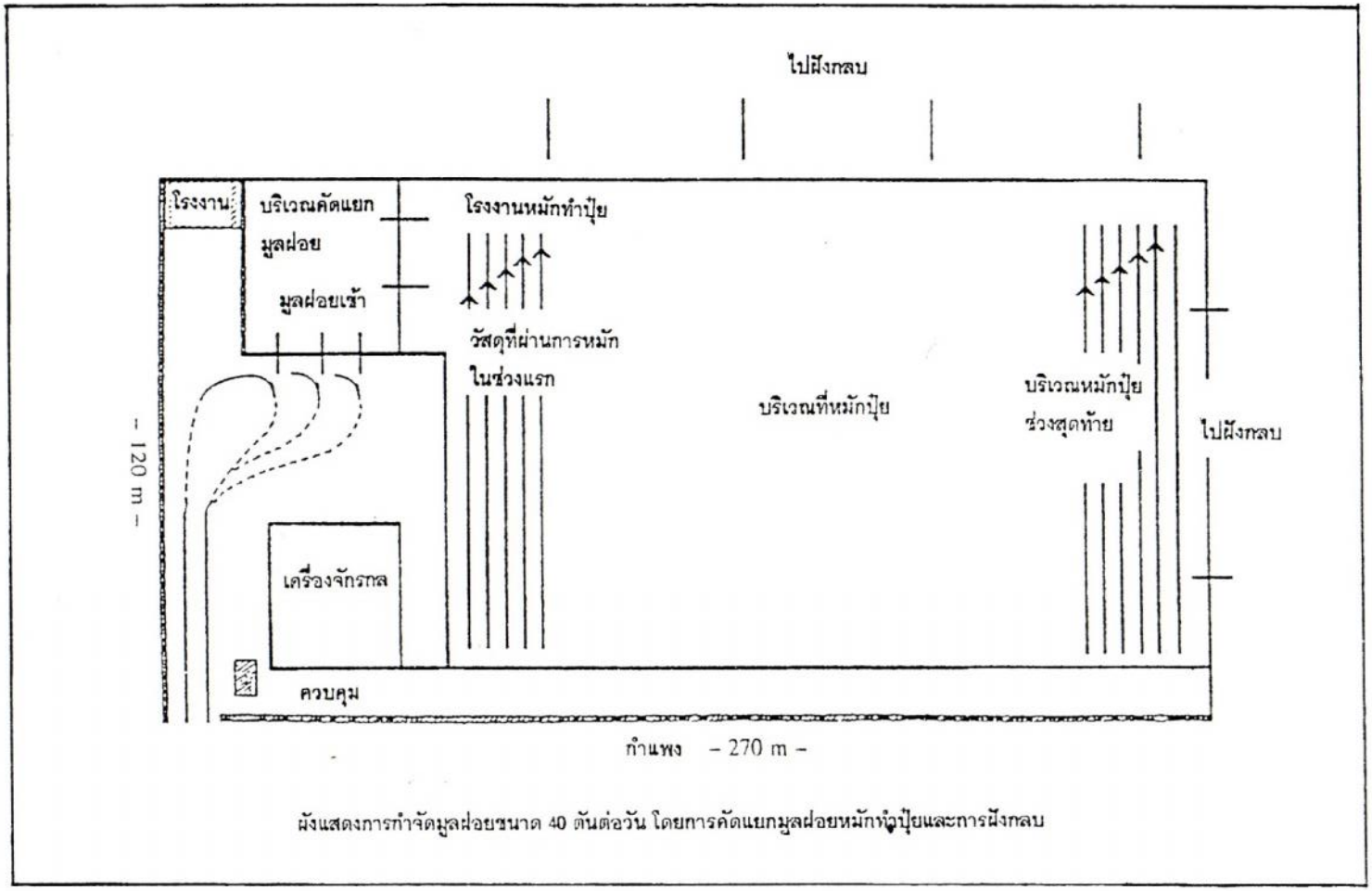
ก. การย่อยสลายอย่างเข้มข้น (intensive retting phase) เป็นการย่อยสลายอย่างเข้มข้นเกิดขึ้นในช่วง ๒๔ ชั่วโมงแรกของการหมัก อุณหภูมิของการหมักจะสูงขึ้น ๔๕ องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยบักเตรีประเภท mesophilic หลังจาก ๒๔ ชั่วโมงแล้วอุณหภูมิของสารหมักจะสูงขึ้นจนถึงประมาณ ๗๕ องศาเซลเซียส ช่วงนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นเนื่องจากบักเตรีประเภท themophilic และอุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะทำให้เชื้อโรคที่อยู่ในขยะมูลฝอยส่วนใหญ่ตายได้ ระยะเวลาของการเกิดกลไกนี้จะประมาณ ๓ – ๖ สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับวิธีการหมักและองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

ข. การย่อยสลายขั้นสุดท้าย (final rotting phase) หลังจากที่เกิดการย่อยสลายอย่างเข้มข้นเสร็จสิ้นแล้ว อุณหภูมิของการหมักจะค่อย ๆ ลดลงจะเหลือประมาณ ๓๐ องศาเซลเซียส กลไกการย่อยสลายในขั้นนี้จะใช้เวลาตั้งแต่ ๓ เดือนขึ้นไป จนถึง ๑ ปี สำหรับการหมักทำปุ๋ยนี้สามารถทำลายเชื้อโรคได้หลายชนิดที่อุณหภูมิ ๕๐ – ๗๐ องศาเซลเซียส ขยะมูลฝอยที่หมักได้จะมีปริมาตรลดลงประมาณ ๓๐ – ๖๕ % อย่างไรก็ตามควรกำจัดขยะมูลฝอยแบบการหมักทำปุ๋ย เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ ต่าง ๆ (ส่วนที่ย่อยสลายได้) ให้เป็นอาหารของพืชที่ค่อนข้างคงรูป เรียกว่า ปุ๋ย (compost or humus-like material) โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีของพวกจุลินทรีย์ โดยทั่ว ๆ ไป ปุ๋ยที่ได้จะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ มีความร่วนซุยสูง มีประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำได้ดี และแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้ากับผิวดินได้ดีเท่าดินเหนียว จึงมีความเหมาะสมที่จะทำปุ๋ยนี้มาใช้ปรับปรุงสภาพดิน เช่น ดินทราย เมื่อผสมปุ๋ยนี้จะทำให้ชั้นดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น หรือใช้ผสมกับดินเหนียว ทำให้ดินร่วนซุยขึ้นนอกจากนี้ยังสามารถนำไปผสมอาหารของพืชให้ได้สูตรบำรุงต้นไม้ตามต้องการได้

๒. วิธีการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย

วิธีการดำเนินการในกระบวนการทางชีวเคมีที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุนั้น ต้องอาศัยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ อย่างมากมาย ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มหนึ่งเป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน เรียกว่า aerobe พวกนี้สามารถย่อยสลายอินทรีย์วัตถุได้ดีมีประสิทธิภาพและเป็นไปอย่างรวดเร็ว อีกกลุ่มหนึ่งเป็นพวกที่ไม่ต้องการออกซิเจน เรียกว่า anareobe ซึ่งเป็นกลุ่มที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุอย่างช้า ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพและมีกลิ่นที่น่ารังเกียจเกิดขึ้น เป็นเหตุทำให้เกิดความรำคาญและอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ (ภาพที่ ๒.๙) ดังนั้นถ้าการหมักอาศัยจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ต้องการออกซิเจนแล้ว จะต้องทำการหมักในระบบปิด (enclosed system) ซึ่งจะได้ก๊าซชีวภาพใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ส่วนวิธีที่ใช้จุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องการออกซิเจน แบ่งได้ ๒ วิธีคือ

ก. หมักโดยอาศัยออกซิเจนในอากาศตามธรรมชาติ มีชื่อเรียกเป็นที่รู้จักทั่วไปว่า Windrow Composting ได้แก่ การนำขยะมูลฝอยอันเป็นพวกอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายได้ (เช่น เศษพืช ซากสัตว์ ใบไม้ หญ้า รวมทั้งมูลสัตว์และอุจจาระ เป็นต้น) นำไปกองไว้บนพื้น แต่อย่าให้เป็นกองใหญ่มากนัก เพราะจะทำให้ออกซิเจนเข้าไปไม่ถึงส่วนที่อยู่ภายใน จะทำให้กระบวนการเปลี่ยนเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน และมีกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจ หรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยเกิดขึ้น นอกจากนั้นจะต้องมีการพลิกกลับของขยะมูลฝอยเป็นครั้งคราว เพื่อให้ออกซิเจนสามารถแทรกเข้าไปในกองขยะมูลฝอยได้มากที่สุด การหมักแบบนี้จึงมักกองขยะมูลฝอยเป็นแถวยาวโดยให้มีความกว้างยาว และความสูงพอสมควรที่จะไม่ก่อให้เกิดสภาพ ขาดออกซิเจน อนึ่งการหมักโดยใช้ออกซิเจนตามธรรมชาติ (windrow system ; windrow) นี้เป็นการนำขยะมูลฝอยมากองให้ได้ความสูงพอสมควรที่จะให้การระบายอากาศได้ดี เพื่อให้การย่อยสลายเกิดได้ดี และช่วยการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจะต้องมีการพลิกกลับกอง เพื่อให้อากาศเข้าได้ทั่วถึง เป็นการเร่งปฏิกิริยาและป้องกันสภาวะการย่อยแบบไม่ใช้อากาศด้วย



แผนภาพที่ ๒-๙ การนำกลับไปใช้ใหม่ การทำปุ๋ยหมักและการฝังกลบ

ที่มา : กรมอนามัย (๒๕๔๐)

ข. หมักโดยการเร่งอัตราการย่อยสลาย โดยใช้เครื่องมือจักรกลช่วย เพื่อให้ออกซิเจนสามารถแทรกเข้าไปสัมผัสกับขยะได้ทั่วถึงทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายอินทรีย์วัตถุได้รวดเร็วขึ้น วิธีนี้เรียกว่า hight rate composting เป็นวิธีที่นำมาใช้สำหรับโรงงานปุ๋ยหมักจากขยะที่ทันสมัยโดยทั่วไป วิธีทำก็แตกต่างกันไปตามแต่วิศวกรผู้ออกแบบ แต่ถึงอย่างไรก็อาศัยหลักการอันเดียวกันคือ แยกขยะส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ หรือที่ย่อยสลายได้ยากออกไป ย่อยให้เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยแล้วใส่ลงไปในที่ทำให้ขยะได้สัมผัสกับอากาศให้มากที่สุด ซึ่งอาจเป็นแบบที่ลักษณะเป็นเหมือนถาดหลาย ๆ ชั้น โดยวิธีนี้ขยะจะถูกย่อยให้เป็นปุ๋ยได้ภายในประมาณ ๗ วัน (แบบใช้ออกซิเจนตามธรรมชาติ จะย่อยเสร็จอย่างเร็วที่สุด ๓๐ วัน) สำหรับการหมักขยะโดยวิธีนี้ จำต้องสร้างเป็นโรงงานและมีเครื่องจักรกล ซึ่งต้องลงทุนค่อนข้างสูง นอกจากนั้นในระหว่างการดำเนินงานก็ต้องมีวิศวกรผู้มีความรู้ ความชำนาญ เป็นผู้ควบคุมด้วย สำหรับข้อกำหนดในการดำเนินการ มีดังนี้

๑) ขยะมูลฝอยที่เหมาะสำหรับการกำจัดวิธีนี้ได้แก่ ขยะมูลฝอย พวกที่ย่อยสลายได้ เช่น ขยะเปียก ดังนั้น การกำจัดวิธีนี้จึงควรจะมีการแยกเก็บขยะมูลฝอยที่จะใช้กำจัดเป็นแบบระบบ ๒ ถัง (ขยะเปียกและขยะแห้ง) หรือระบบ ๓ ถัง (ขยะเปียก ขยะแห้ง และเถ้า) ก็ได้

๒) ขยะมูลฝอยที่จะกำจัดด้วยวิธีนี้ควรมีลักษณะดังนี้

ก) มีจุลินทรีย์ที่เหมาะสมอยู่อย่างเพียงพอ

ข) ขยะมูลฝอยเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ และมีส่วนประกอบของธาตุคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม คือ ๒๖-๓๑ : ๑

ค) ควรมีการคัดแยก เอาส่วนที่ย่อยสลายไม่ได้ออกเช่น เศษโลหะ เศษแก้ว ยาง เป็นต้น

ง) ขยะมูลฝอยควรมีขนาดครึ่งนิ้วถึงหนึ่งนิ้วครึ่งเพราะขนาดขยะมูลฝอยที่เล็กจะทำให้พื้นที่กองขยะมูลฝอยสัมผัสกับอากาศมีมาก แต่ถ้าขนาดของขยะมูลฝอยเล็กเกินไป จะทำให้ขยะมูลฝอยอัดกันแน่น ทำให้ออกซิเจนเข้าไปสัมผัสกับขยะมูลฝอยไม่ได้

จ) ควรมีอากาศ (air supply) ที่เพียงพอ เพราะถ้าหากอากาศมีไม่พอจะทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจน ทำให้มีกลิ่นเหม็นได้

ฉ) ควรมีความชื้น (water content) ประมาณ ๔๐ – ๖๐ เปอร์เซ็นต์ เพราะว่าน้ำมีความสำคัญมากในการทำปฏิกิริยาย่อยสลายของจุลินทรีย์ และนอกจากนี้ยังเป็นตัวทำลายสารอาหาร สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อีกด้วย แต่ถ้าหากมีน้ำมากเกินไปจะทำให้พื้นที่ที่ขยะมูลฝอยสัมผัสกับอากาศน้อยลง ซึ่งจะทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนได้

ช) ควรมีความเป็นกรด – ด่าง ๖.๕ – ๗.๕ และอุณหภูมิ ๔๐ – ๗๐ องศาเซลเซียสซึ่งโดยทั่วไปจะมีการปรับอุณหภูมิและความเป็นกรดเป็นด่าง โดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติอยู่แล้ว จะไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงเท่าใดนัก

๓) ต้องมีมาตรการป้องกันการเกิดผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม และไม่ก่อเหตุเดือดร้อนรำคาญ

๔) ลักษณะของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบนี้ ควรเป็นลักษณะดังต่อไปนี้

ก) มีถนนถาวรหรือกึ่งถาวร ที่ยานพาหนะจะเข้าไปถึงที่กำจัดได้ในทุกฤดูกาล

ข) มีระบบระบายน้ำ และมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนต่อแหล่งน้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน

ค) มีสถานที่ตั้งหน่วยปฏิบัติการ

๕) มีมาตรการป้องกันอัคคีภัย เพราะว่าในกระบวนการหมักจะเกิดความร้อนประมาณ ๗๐ องศาเซลเซียส ซึ่งอาจทำให้ขยะมูลฝอยติดไฟได้

๖) ต้องมีการกำจัดกากที่เหลืออย่างถูกหลักสุขาภิบาล

๗) ต้องไม่ทำให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์หาอาหารและแพร่กระจายของเชื้อโรคและสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค

๘) จะต้องจัดหาพื้นที่ไว้ให้เพียงพอ โดยเฉพาะวิธีการหมักโดยการเติมออกซิเจนตามธรรมชาติ

๙) จะต้องมีการพลิกกลับขยะมูลฝอยอย่างเพียงพอ ที่จะไม่ทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจน

ค. วิธีการทำปุ๋ยหมักอื่น ๆ

วิธีการทำปุ๋ยหมักอื่น ๆ หมายถึง วิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่ส่วนมากเป็นการทำปุ๋ยหมักซึ่งใช้วิธีฝังกลบ และ/หรือกองบนพื้นดิน หรืออาจมีการทำปล่องให้อากาศเข้าสู่กองขยะมูลฝอยได้มากขึ้น ประกอบด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

๑) วิธีการทำปุ๋ยแบบสแตติก (static compostion) วิธีการทำปุ๋ยแบบนี้คล้ายแบบแรก แต่ฐานการหมักจะทำในลักษณะในการระบายอากาศในกองได้ทั่วถึง เช่น การใช้ไม้ไผ่เจาะช่องระบายอากาศเรียงเป็นฐาน เป็นต้น

๒) วิธีโปรยกลับ (round trip paddling fermantator) ขยะมูลฝอยจะถูกปล่อยจากเครื่องโปรยขยะมูลฝอยสู่ชั้นหมักแบบลักษณะเคลื่อนกลับไปกลับมา ขยะมูลฝอยเหล่านี้จะย่อย

สลายในชั้นหมัก โดยรับอากาศตลอดเวลาประมาณ ๘ วัน ก็จะนำออกพักที่ลานตาก เพื่อให้การย่อยสลายสมบูรณ์ต่อไป

๓) วิธีทำปุ๋ยหมักแบบไดนามิก (dynamic composting system) ขยะมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้จะเคลื่อนตัวช้า ๆ ในถังหมักที่หมุนตลอดเวลาปริมาณ ๑ – ๒ วัน พวกเชื้อโรคจะถูกฆ่าตาย ขยะมูลฝอยที่ย่อยแล้วจะถูกนำออกลานตาก เพื่อให้ย่อยสลายสมบูรณ์ต่อไป

๔) การทำปุ๋ยหมักแบบในภาชนะปิด (invessel composting system) การหมักวิธีนี้คล้าย window และ static composting แต่เป็นการหมักในภาชนะปิดที่ถูกทำให้เคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยเครื่องจักร จนกระทั่งสิ้นสุดการย่อยสลาย วิธีนี้ดีกว่า windrow และ static เพราะสามารถควบคุมกลิ่น ใช้สถานที่น้อยไม่เกิดมลพิษทางสายตา ควบคุมการหมักง่ายและใช้แรงงานน้อย

๕) วิธีทำปุ๋ยหมักในท่อหมัก (tunnel reactor composting system) การหมักขยะมูลฝอยแบบในท่อหมัก โดยเครื่องจักรต่าง ๆ อยู่ภายนอกถังหมัก ทำให้ง่ายต่อการซ่อมแซม การระบายอากาศทั้งเข้าและออกใช้ควบคุมได้ ทำให้การหมักขยะมูลฝอยได้ผลดี

๖) วิธีทำปุ๋ยหมักแบบตะกอนหุ้ม (brikollare composting process) เป็นการหมักขยะมูลฝอยผสมกากตะกอนจากการกำจัดน้ำเสียอัดเป็นก้อน ภายในก้อนทำให้เกิดช่องระบายอากาศได้ อากาศผ่านเข้าออกได้ ช่วยในการย่อยสลาย

๗) วิธีหมักแบบซิมโมเทอร์มิก (zymothermic) เป็นวิธีการหมักธรรมดาโดยวิธีการนี้จะสร้างห้องเก็บขยะโดยทำเป็นกำแพงทั้ง ๔ ด้าน มีช่องที่จะโกยขยะออก อีกด้านหนึ่งมีประตูปิด – เปิดได้ ขยะจะถูกเทจากข้างบนลงมาโดยทำช่องเทไว้ ๒ ช่อง ช่องหนึ่งมีความกว้างขนาด ๑.๒๐ x ๑.๕๐ ตารางเมตร ขยะที่นำมาหมักนั้นจะต้องคัดแยกหรือเลือกเอาขยะจำพวกที่ย่อยสลายได้ยากเช่น เข่ง ตะกร้า หนังสัตว์ ยางรถยนต์ กาบมะพร้าว โลหะ และของที่ไม่เน่าเปื่อยออกเสียก่อน เมื่อได้นำขยะทิ้งลงไปในห้องเก็บ (celle) เหล่านี้แล้ว ก็ปิดฝาและทิ้งไว้เช่นนั้นประมาณ ๑๘๐ วัน นับแต่วันเทลงไป พวกที่เน่าเปื่อยได้ก็จะเน่าหมด พวกที่เน่ายาก เช่น พวกใบกล้วย ก็จะเหลืออยู่เป็นเส้นใย โดยเอาขยะที่เน่าแล้วนี้ออกมานำไปถมที่ดินที่ต้องการจะปลูกพืช โดยใช้ดินไถกลบอีกชั้นหนึ่งก็เป็นปุ๋ยได้เช่นเดียวกัน การกำจัดขยะแบบนี้เป็นวิธีที่ถูกสุขลักษณะ เพราะแมลงวันลงไปไข่ไม่ได้ เนื่องจากเทขยะลงไปแล้วจนเต็ม ก็ปิดฝาทิ้งไว้ ๑๘๐ วัน แต่มีปัญหาเรื่องพื้นที่ที่จะสร้างห้องเก็บเหล่านั้น ถ้าขยะมีปริมาณมากก็ต้องสร้างห้องเก็บมาก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง วิธีนี้จึงไม่นิยมใช้กัน จะมีก็เฉพาะในการทดลองเพื่อวิเคราะห์ N P และ K ของขยะเน่าที่จะนำไปทำเป็นปุ๋ยเท่านั้น

๓. เกณฑ์การออกแบบทำปุ๋ยหมัก

ก. หลักการออกแบบ

๑) การควบคุมปริมาณออกซิเจนให้เพียงพอสำหรับเชื้อจุลินทรีย์ ที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย ดังนั้นในการออกแบบระบบหมักขยะมูลฝอยเพื่อทำปุ๋ยจะต้องมีระบบการช่วยให้อากาศสัมผัสกับขยะมูลฝอยอย่างเพียงพอ ซึ่งอาจกระทำได้โดยการบดขยะมูลฝอยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ ๐.๕ – ๑.๕ นิ้ว และ/หรือ การจ่ายอากาศเข้าไปในระบบเพื่อเร่งปฏิกิริยาการหมักและเป็นการลดปัญหาเรื่องกลิ่น

๒) ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในระบบหมักจะต้องไม่ต่ำกว่า ๔๐ เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งจะช่วยเร่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลต่ออัตราการย่อยสลายของ ขยะมูลฝอย โดยปกติปริมาณความชื้นของขยะมูลฝอยที่เหมาะสำหรับการหมักทำปุ๋ยควรจะมีค่าประมาณ ๖๐ เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ดังนั้นหากความชื้นของขยะมูลฝอยต่ำกว่านี้จะต้องมีการพิจารณาเพิ่มความชื้นโดยการเติมน้ำลงไป

๓) จะต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ที่เหมาะสมและเพียงพอ รวมทั้งปริมาณอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้ ซึ่งจุลินทรีย์จะใช้ในการสร้างเซลใหม่ โดยปกติจะพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ซึ่งควรจะเท่ากับประมาณ ๒๕ – ๓๕ ต่อ ๑ โดย ปกติขยะมูลฝอยจากชุมชนทั่วไปมักจะมีสารไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ ดังนั้นในการหมักอาจต้องผสมเศษกระดาษ กิ่งไม้ หรือใบไม้ ซึ่งมีสารไนโตรเจนสูงลงไปผสมด้วย

ข้อดีของการทำปุ๋ยหมักได้แก่ ใช้พื้นที่น้อย ปุ๋ยที่ผ่านการร่อนแล้วสามารถใช้เป็นสารบำรุงดินได้ และสามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคได้ ส่วนข้อเสียนั้นได้แก่ ค่าลงทุนในการก่อสร้างค่อนข้างสูง ปัญหาตลาดจำหน่าย ขาดผู้ชำนาญงานในการควบคุมงาน ปัญหาของเครื่องจักรและส่วนประกอบ เช่น เครื่องบดขัดข้องเสียหายบ่อย ๆ ต้องมีกระบวนการกำจัดของเหลือที่แยกจากกระบวนการหมัก มีข้อจำกัดในการเลือกสถานที่และปัญหาเหตุรำคาญในเรื่องกลิ่นในระหว่างการย่อยสลาย

ข. วิธีปฏิบัติในการออกแบบการฝังกลบขยะมูลฝอย

ก่อนที่จะพิจารณาในด้านเกณฑ์การออกแบบวิธีการฝังกลบ จำเป็นต้องศึกษาและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของสถานที่จะใช้ในการฝังกลบขยะมูลฝอย เพื่อพิจารณาความเหมาะสมก่อนนำไปใช้งาน มีดังนี้

๑) ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะทำการกำจัดในระยะ ๑๐ – ๒๐ ปี ในอนาคตขึ้นกับขนาดพื้นที่ของสถานที่กำจัดที่จัดหาได้ ซึ่งอย่างน้อยควรมีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า ๑๐ ปี จึงจะคุ้มค่ากับการลงทุนก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐานต่าง ในสถานที่กำจัด

๒) สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ เพื่อให้ทราบความสูงต่ำของพื้นที่ซึ่งจะใช้ประโยชน์ในการจัดวางผังบริเวณกำจัดว่า องค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ควรจะอยู่ในบริเวณใดจึงเหมาะสม

๓) ระดับน้ำใต้ดิน (sub-surface water level) จะเป็นตัวกำหนดว่า จะสามารถขุดได้ลึกมากน้อยแค่ไหน สำหรับการฝังกลบแบบกลบในร่อง (trench method)

๔) คุณสมบัติของดินในสถานที่กำจัดจะบอกให้รู้ว่า ดินในสถานที่กำจัดมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุกลบทับขยะมูลฝอย (cover material) หรือไม่ และจำเป็นต้องอุดรูซึม (seal) ชั้นล่างสุดของบริเวณฝังกลบด้วยวัสดุกันซึมซับน้ำได้น้อย (impervious material) หรือไม่ เพื่อป้องกันปัญหาน้ำเสียจากขยะมูลฝอยบดอัดไม่ให้น้ำปนเปื้อนกับน้ำใต้ดิน

๕) สิ่งอำนวยความสะดวก ขั้นพื้นฐาน ที่จะจัดหาให้ในสถานที่กำจัด (บ้านพัก โรงจอดรถ โรงซ่อม ป้อมยาม ฯลฯ) นอกจากนี้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการวางแผนแล้ว จะต้องตั้งเกณฑ์ในการออกแบบเพื่อใช้ในการวางแผนการกำจัด ซึ่งโดยทั่วไปมีดังนี้

ก) ความสูงชั้นขยะมูลฝอยแต่ละชั้น (lift) โดยทั่วไปจะมีความสูงอยู่ในช่วง ๒ – ๓ เมตร

ข) จำนวนชั้นขยะมูลฝอย (lift) โดยแยกเป็นชั้นฝังดิน แบบ trench method กี่ชั้นและเป็นชั้นบนดินแบบ area method ซึ่งจำนวนชั้นฝังดินจะถูกกำหนดโดยระดับน้ำใต้ดินและชั้นบนดินไม่ควรสูงเกิน ๒ – ๓ ชั้น โดยยึดความสูงของต้นไม้เป็นหลัก

ค) ความหนาแน่นของขยะมูลฝอยที่ทำการบดอัดและฝังกลบแล้วจะอยู่ในช่วง ๖๐๐ – ๘๐๐ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง) ความลาดเอียงของพื้นผิวชั้นบนสุดประมาณ ๓ เปอร์เซ็นต์ เพื่อการระบายน้ำและลดปริมาณน้ำฝนที่จะซึมผ่านลงไปในชั้นขยะมูลฝอยบดอัด ซึ่งจะกลายเป็น น้ำเสีย

จ) ดินในชั้นล่างสุดและชั้นบนสุด ควรเป็นดินที่ซึมซับน้ำได้น้อยเพื่อป้องกันน้ำเสียในชั้นล่างสุดไม่ให้ซึมผ่านออกภายนอกได้ง่าย จะช่วยป้องกันการปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินได้ดี ส่วนในชั้นบนสุดนั้นจะป้องกันไม่ให้น้ำฝนซึมผ่านลงในชั้นขยะมูลฝอยบดอัดหรือให้ซึมได้น้อย

ฉ) ที่พื้นของชั้นล่างสุดจะต้องวางท่อดักน้ำเสีย(waste interceptor) เพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังบ่อบำบัดอีกต่อหนึ่ง และควรปรับพื้นที่ของชั้นล่างสุดให้มีความลาดเอียงลงไปยังท่อดักเพื่อช่วยให้การรวบรวมน้ำเสียได้ดีขึ้น

การถมพื้นที่

การถมที่ดินบริเวณที่ปลูกพืชไม่ได้แล้วเพื่อฟื้นฟูดิน (land reclamation) เป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวก เพราะเป็นการกำจัดด้วยการนำขยะไปทิ้งในที่ดินที่จืดแล้ว ปลูกพืชไม่งามแล้ว ให้ใช้ขยะไปถมที่ดินนั้น หลักการสำคัญในการที่จะใช้วิธีนี้มีอยู่ ๓ ประการคือ ให้ถูกต้องตามหลักการสุขาภิบาลหาสถานที่ที่จะทิ้งให้เหมาะสม ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนต่าง ๆ

ปัญหาในเรื่องถูกหลักสุขาภิบาลนั้น มิใช่หมายความว่า จะมิให้เป็นอันตรายแก่สุขภาพอนามัย ปัญหาใหญ่ คือ ต้องไม่ให้เกิดเหตุรำคาญแก่ผู้อยู่ใกล้และผู้ที่เดินผ่านไปมาในขณะเดียวกัน ผู้ที่อาศัยใกล้เคียงต้องไม่เดือดร้อนในเรื่องนี้

ปัญหาในเรื่องความเหมาะสมนั้น เป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะวิธีที่เคยใช้เหมาะกับเทศบาลหนึ่ง อาจไม่เหมาะสมกับอีกเทศบาลหนึ่งก็ได้ เช่น การนำขยะไปถมที่ของเทศบาลนครกรุงเทพ ฯ เมื่อ ๓๐ กว่าปีก่อน ได้ใช้ถมที่ถนนดินแดง ทุ่งสามเสนใน ขณะนั้นไม่มีปัญหาทางสังคม เพราะบริเวณนั้นไม่มีอาคารบ้านเรือน แต่ต่อมา มีโรงเรียนพิบูลย์ประชาสรรค์ มีโรงพยาบาลปัญญาอ่อน มีอาคารสงเคราะห์ มีบ้านราษฎรอื่นเข้าไปอยู่กันหนาแน่น การเทขยะแบบถมที่จึงทำไม่ได้อีกต่อไป ต้องเปลี่ยนเป็นแบบอื่น ปัญหาอีกประการหนึ่ง คือ ค่าใช้จ่าย วิธีใดเป็นวิธีที่ถูกที่สุดก็ให้ใช้วิธีนั้น จะใช้ขนส่งด้วยรถยนต์ รถม้า หรือยานพาหนะ ก็พิจารณาตามสมควร โดยการควบคุมขณะนำไปเท ใช้แยกแยะด้วยตะแกรงหยาบและเอาไปเท

ขยะที่นำไปเทนั้นเป็นขยะที่เน่าเปื่อยได้ ให้เทไม่สูงกว่า ๖ ฟุต และจะต้องกลบด้วยฝุ่นที่กวาดจากถนนหรือดินทับหน้าไม่น้อยกว่า ๑๐ นิ้ว ภายในเวลา ๗๒ ชั่วโมง นับตั้งแต่เวลาที่เท ในที่บางแห่งใช้ขยะเทลงไปบนแผ่นตะแกรงห่าง ๆ ก่อน เพื่อให้เศษเล็ก ๆ ร่วงลงไปข้างล่าง ส่วนขยะใหญ่ที่ไม่เน่าเปื่อยจะได้นำไปฝังหรือเผาต่อไป การใช้ดินกลบหน้าขยะก็เพื่อกันสัตว์มาคุ้ยเขี่ยและกันแมลงวันลงไปไข่ เคยมีการใช้ปูนขาวสาดทับหน้า แต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก การใช้ดินกลบทับบางทีก็พบปัญหาเรื่องดินหายากและราคาแพง ในบางแห่งไม่ใช้ดินกลบทับแต่ใช้น้ำยา Dipterex ฉีดพ่นทับหน้าซึ่งเป็นการทำลายแมลงวัน ตัวอ่อน และไข่ของมัน

ก่อนที่จะใช้ขยะถมที่ลุ่มนั้นต้องออกสำรวจพื้นที่รอบ ๆ เสียก่อนว่า มีคูน้ำไหลไปทางใดได้บ้าง คูนั้นใช้น้ำหรือเปล่า ถ้าบริเวณข้างเคียงใช้น้ำนั้นก็ต้องจัดการปิดกั้นเสีย และทำบ่อให้น้ำตกอยู่ในบริเวณนั้น ถ้าเป็นที่ลุ่ม เช่น กรุงเทพ ฯ ก็ต้องทำคันดินกั้นเสียโดยรอบบริเวณเพื่อกั้นมิให้น้ำโสโครกไหลออกไปได้ การที่กำหนดให้เทไม่สูงกว่า ๖ ฟุต เพราะต้องการให้บักเตรีที่ต้องการอากาศ (areobic bacteria) ได้รับอากาศและเข้าทำลายขยะเพื่อให้เปื่อยเน่าเร็วนั้นเอง

ตามที่ได้ทำการทดลอง พบว่า ภายในระยะเวลา ๑๘๐ – ๒๐๐ วัน ขยะก็เปื่อยเน่าไม่ถึงร้อยละ ๘๐ ส่วนที่ไม่เปื่อยได้แก่ กากมะพร้าว ใบกล้วย และพวกเส้นใยอื่น ๆ

วิธีที่จะทำให้ขยะเปื่อยเร็วนั้น ในอดีตเคยมีการใช้ขยะวางสลับกับอุจจาระสดที่เก็บมาจากถังเทตามบ้าน โดยใช้ขยะ ๖ ลูกบาศก์เมตร และอุจจาระ ๑๐๐ ถัง ๆ ๒๐ ลิตร เทสลับกันไปประมาณ ๕ ชั้นแล้วปล่อยทิ้งไว้เช่นนั้นประมาณ ๓ วัน แล้วจึงกลับเอาข้างล่างขึ้นบน ในวันแรกจะมีพวกหนอนซึ่งเกิดจากไข่ของแมลงวันหรือสัตว์อื่น ๆ เกิดขึ้น แต่เมื่อเข้าวันที่ ๓ อุณหภูมิในกองขยะหมักนั้นจะสูงขึ้นถึง ๕๕ – ๖๐ องศาเซลเซียส ขณะที่หนอนและไข่แมลงวันจะตายหมด เมื่ออุณหภูมิ ๔๕ – ๕๐ องศาเซลเซียส เมื่อหมักครบ ๓๐ วัน ให้กลับกองขยะโดยกลับข้างล่างขึ้นข้างบนอีกหนหนึ่ง ในระยะนี้อุณหภูมิลดลงเหลือ ๒๕ – ๓๐ องศาเซลเซียส แล้วปล่อยทิ้งไว้อีก ๓๐ วัน จากนั้นจึงนำเอาไปเข้าเครื่องบดใช้เป็นปุ๋ยได้ วิธีกำจัดแบบนี้ใช้เวลาน้อยกว่าวิธีถมที่แบบธรรมดาและวิธีหมักแบบซิมโมเทอร์มิก แต่ต้องใช้แรงงานในการกลับกองขยะบ้าง

ขยะที่ใช้ถมที่ลุ่มหรือที่ดินขาดปุ๋ยนี้ เมื่อครบ ๒ ปี และมีปริมาณมากพอ จึงให้คนงานไปโกยเอามาร่อนโดยวิธีสาดใส่ตะแกรงแล้วเข้าเครื่องบด เมื่อบดแล้วสามารถเป็นปุ๋ยได้ หรือจะผสมด้วยปุ๋ยเข้มข้น ชนิดอื่นเข้าไปอีกหนึ่งเปอร์เซ็นต์ ก็จะทำให้ปุ๋ยขยะมีความเข้มข้นมากขึ้น (ปุ๋ยแรงดีขึ้น)

การถมที่ดินเพื่อฟื้นฟูดินที่ไม่สามารถใช้ปลูกพืชได้แล้วนี้ จะเห็นได้ว่า มีหลักการไม่แตกต่าง จากวิธีการขุดดินฝัง เพียงแต่วิธีถมที่ดินที่ใช้ปลูกพืชไม่ได้แล้ว มีจุดประสงค์ หลักเพื่อฟื้นฟูดินที่ไม่เหมาะสมกับการเพาะปลูกให้ดีขึ้น สามารถใช้ปลูกพืชได้วิธีการที่ทางกรุงเทพมหานคร ได้ดำเนินการอยู่ที่ดินแดง และที่ซอยอ่อนนุช ขณะนี้ นับว่าคล้ายคลึงกับวิธีนี้ แต่ปริมาณขยะมูลฝอยที่กองสะสมขณะนี้ มีปริมาณมากจนเป็นปัญหาขึ้นมา จึงไม่ตรงจุดประสงค์ในแง่ที่ได้กล่าว ไว้แล้ว

การกองบนพื้นดิน

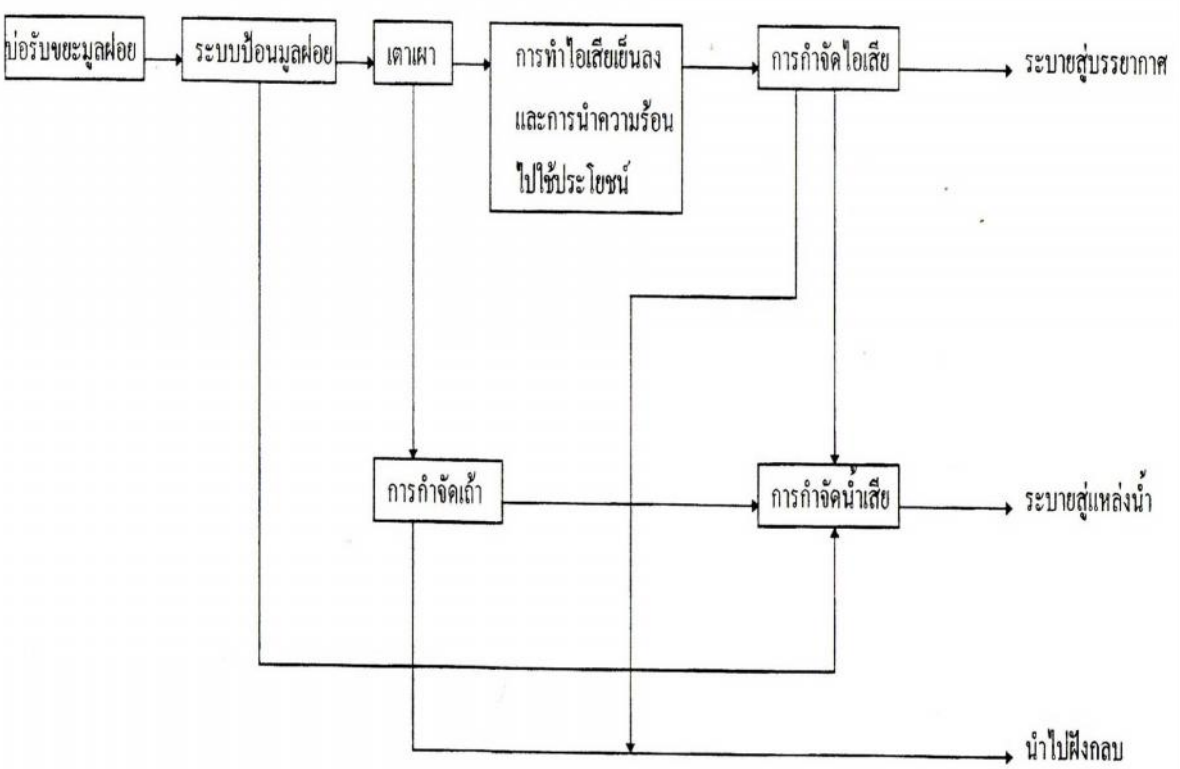
พิชิต (๒๕๓๕) อธิบายว่า การกองบนพื้นดิน (dumping on land) หมายถึง วิธีการนำเอาขยะมูลฝอยที่จะต้องการกำจัดมากองไว้ ณ บริเวณพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งที่กำหนดให้ใช้สำหรับเป็นที่กำจัดขยะมูลฝอยโดยเป็นพื้นที่กลางแจ้ง ดังนั้นเพื่อป้องกันความบกพร่องทางด้านสุขาภิบาลที่อาจจะเกิดขึ้นจากขยะมูลฝอยจึงจะต้องเลือกชนิดของขยะมูลฝอย ที่จะนำมากำจัดด้วยวิธีการกองบนพื้นดิน เช่น ขยะมูลฝอยที่ได้จากการกวาดถนน เถ้า เศษสิ่งก่อสร้าง ของใช้ที่ชำรุดและพวกขยะมูลฝอยแห้งบางชนิดที่เผาไม่ไหม้ แต่ถ้านำเอาขยะมูลฝอยสดหรือขยะมูลฝอยที่มีขยะมูลฝอยสดปนอยู่ด้วยมากำจัด ด้วยวิธีการกองไว้บนพื้นดินมักมีปัญหาสำคัญคือ เหตุรำคาญเนื่องจากกลิ่น

เหม็นและเกิดมลสารในอากาศ การฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง เศษกระดาษ และพลาสติก เกิดความสกปรกขึ้น นอกจากนั้นแล้วก็อาจจะมีปัญหาอื่น ๆ ตามมาได้อีกคือ อัคคีภัย แหล่งเพาะพันธุ์แมลงวัน ยุงและหนู ส่วนน้ำเสียจากขยะมูลฝอยยังมีส่วนที่ทำให้เกิดมลพิษดินและน้ำขึ้นได้ โดยปกติแล้ววิธีการกองบนพื้นดินควรจะเลือกพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากชุมชน ควรเป็นที่ดอนน้ำท่วมไม่ถึง แต่ถ้าเป็นที่ลุ่มควรใช้กำจัดขยะมูลฝอยเฉพาะพวกฝุ่นละอองที่กวาดได้จากถนน เศษสิ่งก่อสร้าง และขยะมูลฝอยแห้งบางชนิดเท่านั้น บริเวณพื้นที่ที่ใช้กำจัดควรมีรั้วกั้นเพื่อป้องกันคนเข้าไปคุ้ยเก็บเลือกหาขยะมูลฝอยไปเป็นประโยชน์ โดยควรจะทำป้ายปิดประกาศห้ามไว้ด้วย ไม่ควรนำเอาขยะแห้งที่มีลักษณะที่จะขังน้ำได้ไปกำจัด เช่น กระป๋องเปล่า กระปุก ไหยางรถยนต์ที่ชำรุด ฯ ล ฯ อาจเกิดการขังน้ำและเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงเพราะน้ำฝนที่ขังอยู่ภายในภาชนะเหล่านั้น แต่เนื่องจากขาดระบบการคัดแยกชนิดของขยะมูลฝอยหรือแยกได้ไม่หมด เมื่อนำขยะ มูลฝอยผสมมากำจัดด้วยวิธีกองบนพื้นดิน จึงมักจะพบว่ามีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้น และได้รับการร้องเรียนจากประชาชนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงเสมอ เช่น กลิ่นเหม็นรบกวน เสียงดังและความสั่นสะเทือนที่เกิดจากรถขนขยะมูลฝอย แมลงวันชุกชุมและความสกปรก ฯลฯ ดังนั้นวิธีการกองบนพื้นดินจำเป็นจะต้องได้รับการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อให้มีปัญหาเกิดขึ้นน้อยที่สุด

การเผาขยะมูลฝอย

๑. หลักการเผาไหม้

การเผา หมายถึง กระบวนการทำลายขยะมูลฝอยที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ให้เกิดการสันดาปด้วยกระบวนการเผาไหม้ให้แปรสภาพเป็นเถ้า ไอเสีย และ/หรือเศษขยะ/มูลฝอยที่ไม่ไหม้ไฟ (สำนักรักษาความสะอาด, ๒๕๓๘) ซึ่งมีขบวนการเผาไหม้ แสดงในแผนภาพที่ ๒-๑๐



แผนภาพที่ ๒.๑๐ ขั้นตอนการกำจัดขยะมูลฝอย (สวล.มก.,๒๕๓๘ ก.)

จะเห็นได้ว่า การกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผา ก็คือ การเผาขยะมูลฝอยในเตาเผา โดยที่เตาเผานั้นจะต้องเป็นเตาที่สามารถเผาขยะมูลฝอยชนิดต่าง ๆ ได้อย่างสมบูรณ์ ไม่ทำให้เกิดเหตุรำคาญ เช่น กลิ่นรบกวน และไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศ (air pollution) ซึ่งความร้อนของเตาเผาขยะมูลฝอยที่ใช้โดยทั่วไป คือ ๖๕๐-๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส โดยความร้อนประมาณ ๖๗๖ องศาเซลเซียส จะช่วยทำให้ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ถูกทำลายหมด และไม่ทำให้เกิดกลิ่นรบกวนที่ ๗๖๐ องศาเซลเซียส ส่วนที่ ๑,๐๐๐ องศาเซลเซียส จะทำให้ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ถูกเผาอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการนำขยะมูลฝอยมากองรวมกันแล้วเผากลางแจ้ง (open burning) นั้น เป็นวิธีการกำจัดที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล เนื่องจากอุณหภูมิจะไม่ถึงตามที่กล่าวแล้วข้างต้น (โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๓๘ ก) ถ้าเป็นไปได้ควรจะมีเตาเผาขนาดเล็ก ช่วยในการเผาขยะ ก็สามารถทำให้ขบวนการกำจัดขยะได้ผลดียิ่งขึ้น

สำนักรักษาความสะอาด ๒๕๓๘ สรุปได้ว่า การกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีการเผานี้จะได้ผลดีกับขยะมูลฝอยบางชนิด เช่น ขยะที่มีเชื้อโรคติดต่อร้ายแรงปนเปื้อน (septic waste) จะแห้งและการกำจัดนี้จะมีกากเหลืออยู่ หลังจากการเผาอีกส่วนหนึ่ง เช่น เถ้า ขวด เศษโลหะ อิฐ ฯลฯ ซึ่งจะต้องนำออกไปกำจัดโดยวิธีอื่น ๆ เช่น ใช้ถมที่ลุ่ม หรือใช้ปรับระดับพื้นดินได้ ดังนั้นการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีนี้ จึงจำเป็นต้องหาสถานที่ไว้สำหรับกำจัดกากที่เกิดขึ้นด้วยเสมอ ซึ่งมีข้อกำหนดในการดำเนินการคือ

ก. กระบวนการกำจัดเถ้า (residue handling process)

ข. กระบวนการทำให้ไอเสียเย็นลง (flue gas cooling process)

ค. กระบวนการกำจัดไอเสีย (flue gas treatment process)

ง. กระบวนการกำจัดน้ำเสีย (waste water treatment process)

จ. กระบวนการให้ความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมูลฝอยให้เป็นประโยชน์ (waste heat utilization process)

การเผาไหม้ขยะ/มูลฝอย เป็นวิธีที่นิยมทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะติดเชื้อโรคติดต่อร้ายแรงปนเปื้อน เพราะเป็นวิธีการที่จะได้รับความร้อนระหว่าง ๖๗๖-๑,๑๐๐ องศาเซลเซียส ทั้งนี้เป็นเพราะว่าค่าความร้อนของขยะมูลฝอย โดยทั่วไปประมาณ ๒,๒๓๓ BTU/๑b (สำนักรักษาความสะอาด ๒๕๓๘, โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๓๘ ก)

$$Q = \Delta T \, CpM$$

เมื่อ Q = ความร้อนสุทธิ (net heat value) , BTU

ΔT = อุณหภูมิแตกต่าง (ฟาเรนไฮต์) (ระหว่างอุณหภูมิขยะ/มูลฝอย ณ จุดเริ่มกับอุณหภูมิสูงสุดในขณะเผา)

Cp = Specific heat ของ combustion production ซึ่งมีค่า ประมาณ ๐.๒๖ BTU/1b/F

M = น้ำหนักแห้งของ combustion production (1b)

การเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๑๐ ได้นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณและขนาดของขยะมูลฝอย ซึ่งเกิดขึ้นในแต่ละประเภท อีกประการหนึ่งก็คือคุณสมบัติของขยะมูลฝอย ไม่ว่าจะเป็นความชื้น ความถ่วงจำเพาะ องค์ประกอบของขยะมูลฝอย อัตราการเผาไหม้ และรวมไปถึงค่าความร้อนด้วย เพื่อให้เป็นการชี้นำเพื่อการปฏิบัติได้ โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๓๘: ก) และสำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘) ได้สรุปวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีเผาดังนี้

ก. ขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดวิธีนี้คือ ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ เช่น ขยะแห้ง ดังนั้นการกำจัดวิธีนี้จึงควรจะมีการแยกเก็บขยะมูลฝอยที่จะใช้กำจัดเป็นแบบระบบ ๒ ถัง (ขยะเปียก ขยะแห้ง) หรือระบบ ๓ ถัง (ขยะเปียก ขยะแห้ง และเถ้า) ก็ได้

ข. ขยะมูลฝอยที่มีเชื้อโรคติดต่อร้ายแรง เช่น ขยะมูลฝอยจากโรงพยาบาล ควรมีการกำจัดด้วยวิธีนี้

ค. ขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดด้วยวิธีเผา ต้องมีลักษณะดังนี้

๑) มีความชื้น ไม่เกิน ๕๐ %

๒) ต้องมีสารที่เผาไหม้ได้ อย่างน้อย ๒๕ %

๓) มีสารที่เผาไหม้ไม่ได้ ไม่เกิน ๖๐ %

ในกรณีที่ขยะมูลฝอยไม่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้นหรือมีคุณสมบัติไม่ได้ตามกำหนด จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงอย่างอื่นช่วยในการเผา เช่น การใช้ไม้ฟืน กระดาษ ฟาง ฯลฯ

ง. ต้องทำการเผาทำลายขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมมาได้ทั้งหมดในแต่ละวัน ให้แล้วเสร็จ โดยให้มีขยะมูลฝอยตกค้างไม่เกิน ๒๔ ชั่วโมง

จ. มีมาตรการป้องกันความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และเหตุเดือดร้อนรำคาญที่เกิดขึ้น กับประชาชน

ฉ. มีมาตรการการป้องกันอัคคีภัย

ช. ต้องมีการเก็บและกำจัดกากที่เหลือจากการเผาอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

ซ. ลักษณะที่ตั้งของสถานที่กำจัด ควรมีสิ่งต่อไปนี้

๑) มีถนนถาวร,กึ่งถาวรที่ยานพาหนะจะเข้าไปถึงสถานที่กำจัดได้ตลอดเวลา

๒) มีสถานที่ตั้งสำหรับหน่วยปฏิบัติการ

๒. วิธีการและประเภทของเตาเผาขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอยโดยการใช้เตาเผาเป็นวิธีกำจัดขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพดีมากอีกวิธีหนึ่ง สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยได้ประมาณร้อยละ ๗๐ – ๙๐ อาศัยลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย ซึ่งสามารถติดไฟได้ภายในเตาเผา โดยมีอากาศ หรือเชื้อเพลิงเสริม ภายใต้อุณหภูมิความดันที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของเตาเผาแต่ละประเภท ผลที่ได้จากปฏิกิริยาเผาไหม้ จะเกิดก๊าซชนิดต่าง ๆ ไอน้ำ ฝุ่นและขี้เถ้า อุณหภูมิเผาไหม้ขั้นสุดท้ายภายในเตาโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงระหว่าง ๖๕๐ – ๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส นอกเหนือจากเตาเผาแล้วยังมีอุปกรณ์เสริมภายในระบบเตาเผาอีกด้วย ขึ้นอยู่กับประเภทและขนาดของเตาเผามีดังนี้

ก. วิธีกองบนพื้นดิน

วิธีการกองบนพื้นดิน (open dumping) เป็นวิธีการที่ต้องเตรียมพื้นที่เพื่อสำหรับรองรับปริมาณขยะมูลฝอย ขนาดของพื้นที่ขึ้นอยู่กับขนาดชุมชน/ปริมาณขยะมูลฝอย วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่ถูกสุขลักษณะ/สุขภาพอนามัย เพราะเป็นการนำขยะมูลฝอยทีเก็บรวบรวมได้ไปกองทิ้งไว้ในที่โล่งแจ้ง ที่ลุ่ม หรือหนองบึงที่ห่างไกลจากชุมชนเพื่อให้ย่อยสลายตามธรรมชาติและจะทำการเผาเป็นครั้งคราวเมื่อมีขยะมูลฝอยมากขึ้น ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีนี้ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสีย อากาศเสีย เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์ที่เป็นพาหนะนำโรคและแพร่กระจายของเชื้อโรค เนื่องจากได้มีการนำขยะมูลฝอยที่เป็นอันตรายจากโรงพยาบาลและสถานพยาบาลอื่น ๆ มาทิ้งรวมปะปนด้วยเทศบาลมักได้รับการร้องเรียนเรื่องเหตุเดือดร้อนรำคาญ เนื่องจากการกำจัดขยะมูลฝอยจากประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณข้างเคียงอยู่เสมอ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเหล่านี้นับวันจะทวีความรุนแรงขึ้นหากขยะมูลฝอยที่นำมากำจัดมีปริมาณเพิ่มขึ้น และวิธีการดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยยังไม่ปรับปรุงให้ถูกต้องตามหลักการ (กรมควบคุมมลพิษ, ๒๕๓๕)

กรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๕) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจของสถาบันวิจัยสภาวะสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.๒๕๓๓ กับข้อมูลจากสำนักกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.๒๕๓๑ สรุปไว้ในตารางที่ ๒.๕

ตาราง ๒.๕ แสดงจำนวนวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเป็นร้อยละแยกเป็นภาค

วิธีกำจัด	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออก	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคใต้	ภาคกลาง	ประเทศไทย
กองแล้วเผา	๗๕	๙๕	๘๔.๖	๗๗	๑๐๐	๘๖.๓
ฝังกลบ	๒๕	๕	๑๕.๔	๒๓	-	๑๓.๗

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๕)

ข. วิธีเทกองและเผา

การเทกองและเผา (openburning) เป็นวิธีกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเตรียมพื้นที่เพื่อกำจัดขยะมูลฝอย (มีขนาดเล็กใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาดชุมชนและปริมาณประชากร) ลักษณะพื้นที่ทั่วไปมักจะเป็นที่ราบ ส่วนมากจะมีการถาง/ตัดต้นไม้ออก แล้วอัดดินให้แน่น และมีการทำถนนเข้าพื้นที่ ขยะมูลฝอยถูกลำเลียงจากชุมชนด้วยรถขนขยะ ทำการเทกองแล้วทำการเผา มักจะเผาอย่างต่อเนื่อง อนึ่งการกองขยะนั้น จะมีกระบวนการย่อยสลายและมีการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาพร้อมกับก๊าซต่าง ๆ ที่สำคัญ ก็คือ มีควันตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม การเทกอง

และเผามักไม่สามารถเผาขยะได้หมด มักจะเหลือเศษขยะมูลฝอยที่ไม่ติดไฟ เช่น เศษเหล็ก อิฐ อะลูมิเนียม หนัง ฯลฯ จึงอาจต้องใช้วิธีฝังกลบขยะมูลฝอยที่ไม่ไหม้อีกขั้นตอนหนึ่ง

การกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลทั่วประเทศนั้น ปัจจุบันมีเพียง ๓ เทศบาล จากทั้งหมด ๑๓๒ แห่ง ที่ได้ดำเนินการโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ เทศบาลส่วนใหญ่ใช้วิธีกำจัดแบบเทกองและเผา มีบางแห่งใช้วิธีเทกองแล้วไถกลบ ทั้งนี้เพื่อลดแรงต่อต้านจากชาวบ้านที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง เทศบาล ๓ แห่ง ที่ได้ดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบเป็นเทศบาลในโครงการพัฒนาเมืองหลัก ประกอบด้วย เทศบาลเมืองขอนแก่น เทศบาลเมืองนครราชสีมา และเทศบาลเมืองสงขลา อย่างไรก็ตามการดำเนินการฝังกลบของเทศบาลทั้ง ๓ แห่ง ประสบปัญหาอันเนื่องจากสาเหตุที่สำคัญคือ การจัดสรรงบประมาณ การซ่อมแซมเครื่องจักรกล บุคลากร และองค์กร, แรงจูงใจในการทำงาน (กรมควบคุมมลพิษ , ๒๕๓๕)

ส่วนการกำจัดขยะมูลฝอยของสุขาภิบาลนั้น ใช้วิธีเทกองและเผาเป็นหลัก ซึ่งเป็นวิธีการที่ก่อปัญหามลภาวะต่อสภาวะแวดล้อมข้างเคียงเป็นอย่างมาก ที่สำคัญคือ ปัญหาแมลงวันและกลิ่นรบกวน ควันไฟ น้ำเสียจากการชะล้างมูลฝอย การปนเปื้อนของน้ำเสียต่อแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน จากปัญหาดังกล่าวนี้หากไม่รีบดำเนินการแก้ไขวิธีการกำจัดให้ถูกหลักวิชาการปัญหาจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในเขตชุมชนขนาดใหญ่ซึ่งจะมีปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละวันจำนวนมาก และชุมชนที่มีลักษณะรวมกันเป็นกลุ่มก้อนเพราะปัญหาของแต่ละชุมชนจะรวมเป็นปัญหาใหญ่ขึ้น

ในด้านวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อในสถานพยาบาลทั่วประเทศ กรมควบคุมมลพิษ(๒๕๓๕) พบว่า วิธีการกำจัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันร้อยละ ๖๒ ของสถานพยาบาลที่สำรวจใช้วิธีการเทกองบนพื้น ขุดหลุมและเผา ซึ่งดำเนินการโดยองค์กรท้องถิ่นที่รับผิดชอบจัดการขยะมูลฝอยชุมชนและร้อยละ ๓๘ กำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อโดยใช้เตาเผาในสถานพยาบาลของตนเอง ซึ่งมีทั้งเตาเผาที่กรมอนามัยได้ออกแบบไว้ และเตาเผาเอกชนที่ผลิตในประเทศ อย่างไรก็ตามในส่วนของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งรับผิดชอบควบคุมดูแลโรงพยาบาลของรัฐในส่วนภูมิภาค โดยเฉพาะโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลชุมชน และโรงพยาบาลสาขา ได้กำหนดนโยบายให้สถานพยาบาลติดตั้งเตาเผาเพื่อทำลายขยะมูลฝอยติดเชื้อด้วยตนเอง โดยการจัดสรรงบประมาณในการก่อสร้างเตาเผาให้โรงพยาบาลแต่ละแห่ง ตามความจำเป็นในแต่ละปี ดังนั้นในปัจจุบันจำนวนโรงพยาบาลที่มีเตาเผาใช้ จึงเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ดีถึงแม้จะมีเตาเผาใช้ในสถานพยาบาลแล้วก็ตามมีปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ประสิทธิภาพในการเผาทำลายขยะมูลฝอยค่อนข้างต่ำ

ค. เตาเผาของกองสุขาภิบาล (กรมอนามัย)

การกำจัดทำลายมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาล เป็นปัญหาใหญ่สำหรับโรงพยาบาลทั่วไป การเผาทำลายเป็นวิธีการกำจัดที่ต้องได้ประสิทธิผลสูงสุด สามารถป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคต่าง ๆ ได้ เงินลงทุนในด้านก่อสร้างและดำเนินงานเตาเผาค่อนข้างสูง ดังนั้น กองสุขาภิบาล กรมอนามัย จึงได้ออกแบบเตาเผากำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อผลิตในประเทศและราคาประหยัด ใช้สำหรับโรงพยาบาลของรัฐโดยเฉพาะส่วนภูมิภาค ดังแสดงในภาพที่ ๒.๑๑

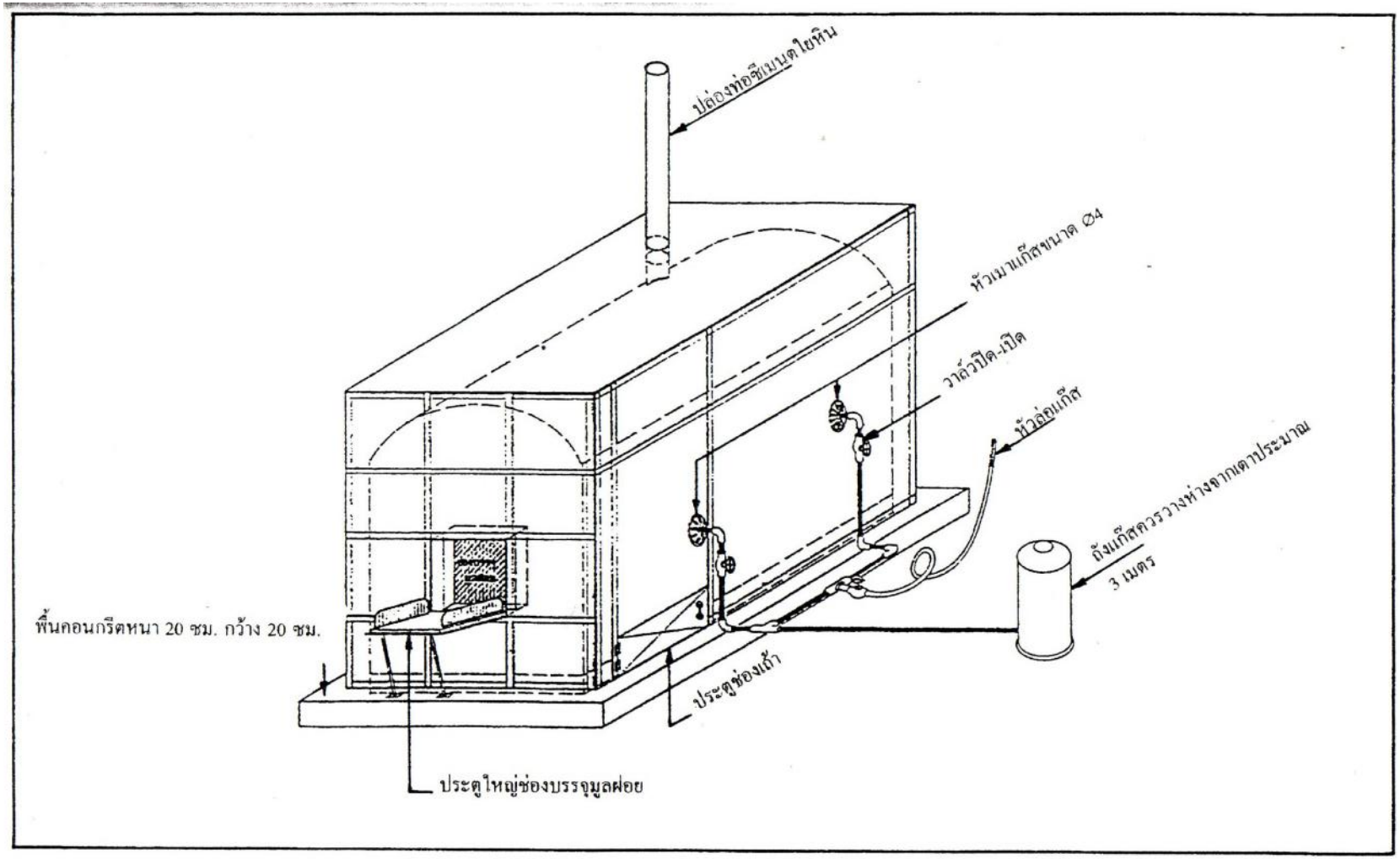
เตาเผาซึ่งออกแบบโดยกองสุขาภิบาล กรมอนามัย มีชื่อว่า เตา ตข. ๒ สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลชุมชนทั่วประเทศ ซึ่งเป็นโรงพยาบาลขนาดเล็ก (๑๐ – ๑๕ เตียง) สามารถก่อสร้างได้เองโดยใช้วัสดุภายในประเทศ รวมทั้งใช้เชื้อเพลิงประเภทฟืน เตาที่ออกแบบมีขนาด ๓ ขนาด งบประมาณค่าก่อสร้างค่อนข้างถูก ประมาณ ๒๗,๕๐๐ – ๕๑,๓๐๐ บาท (ราคาปี ๒๕๓๒) ผังแสดงขนาดและรูปร่างของเตา ตข.๒ ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๒.๖ และภาพที่ ๒.๑๒ รูปแบบเตาจะเป็นแบบห้องเผาเดี่ยว ไม่มีอุปกรณ์ที่ซับซ้อนติดตั้งภายในเตา มีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

ตารางที่ ๒-๖ ขนาดเตาเผาและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง

ขนาดบรรจุห้องเผา	อุณหภูมิสูงสุดในห้องเผา (^{O}C)	ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง* (บาท/ลบ.ม.)	ค่าก่อสร้างและโรงเรือนคลุม (บาท)
๐.๕	๗๕๗.๕ - ๘๖๐.๐	๖๕.๐๑	๒๗,๐๐๐
๑.๐	๗๘๕.๕ – ๘๒๗.๕	๖๖.๗๘	๔๔,๕๕๐
๑.๕	๖๘๗.๕ - ๘๗๘.๕	๕๔.๐๒	๕๑,๓๐๐

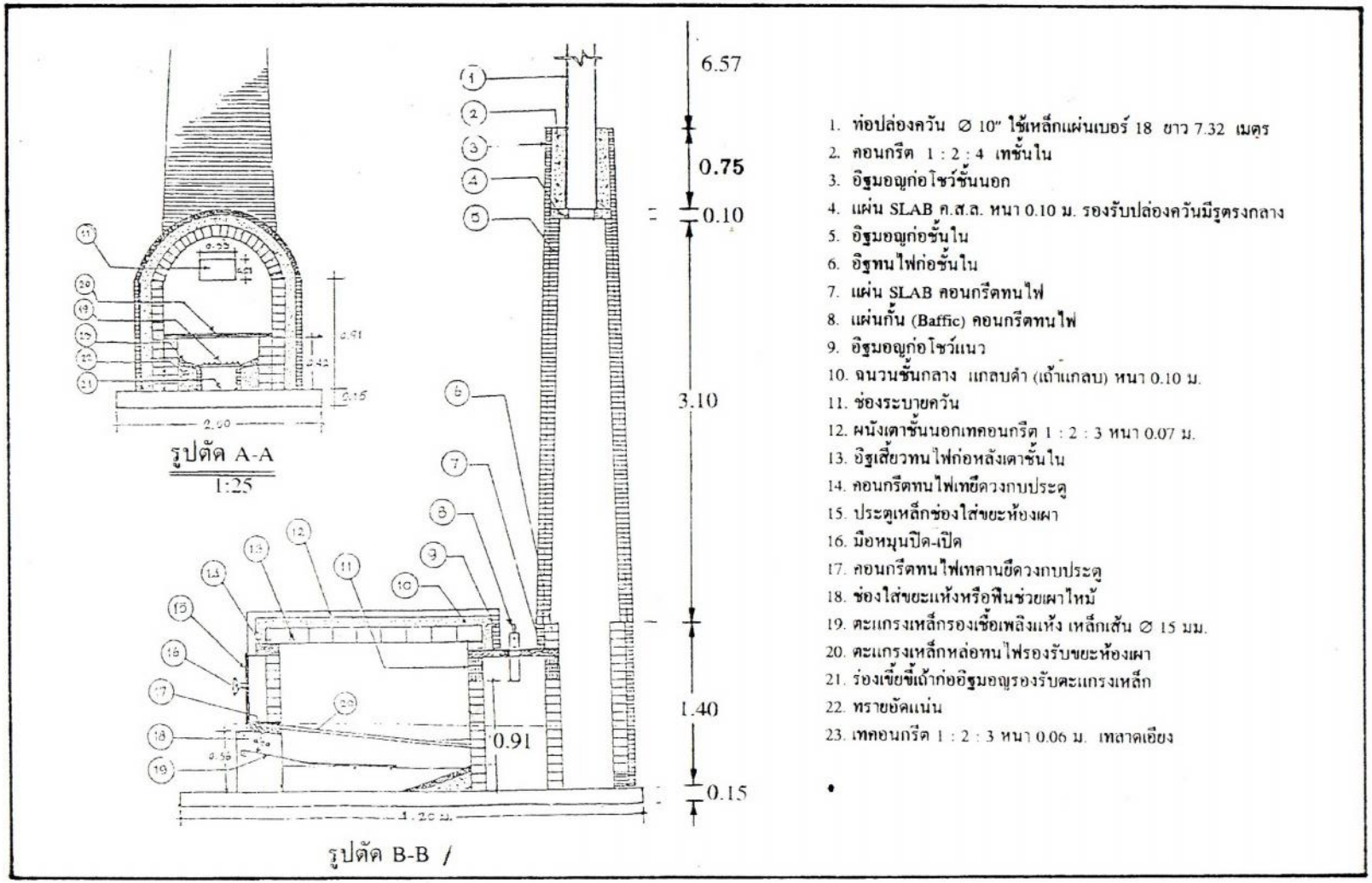
หมายเหตุ *ค่าก่อสร้าง วัสดุ เชื้อเพลิง เป็นราคาปี ๒๕๓๒

ที่มา : กรมอนามัย (๒๕๒๑)



แผนภาพที่ ๒-๑๑ เตาเผามูลฝอยขนาดเล็ก

ที่มา : สถาบัน วิจัยภาวะสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (๒๕๓๕)



แผนภาพที่ ๒-๑๒ เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของกรมอนามัย (แบบ ตข.๒) กรมอนามัย, ๒๕๔๐

เตา ตข. ๒ มีความเหมาะสมในการใช้งานสำหรับโรงพยาบาลขนาดเล็กหรือ สถานีอนามัย เพราะค่าก่อสร้างค่อนข้างต่ำ และสามารถใช้เชื้อเพลิงที่หาได้ในท้องถิ่น ทำให้ประหยัดในค่าดำเนินงานส่วนหนึ่ง สำหรับข้อสังเกตในการใช้งาน เตา ตข.๒. สรุปได้ดังนี้

๑) พยายามควบคุมให้มูลฝอยมีความชื้นน้อยที่สุด เพราะความชื้นสูงจะส่งผลให้อุณหภูมิเผาไหม้ในเตาลดต่ำลง ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วย

๒) เนื่องจากเตาเผาไม่มีระบบควบคุมป้องกันอากาศเสีย รวมทั้งกลิ่นจากปล่อง ดังนั้นจึงต้องเลือกที่ตั้งของเตาเผาในพื้นที่ที่เหมาะสม และควรอยู่ห่างจากชุมชนพอสมควร

๓) ต้องจัดหาเตรียมพื้นที่สำหรับฝังกลบขี้เถ้าหรือวัสดุอื่นๆ ที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้

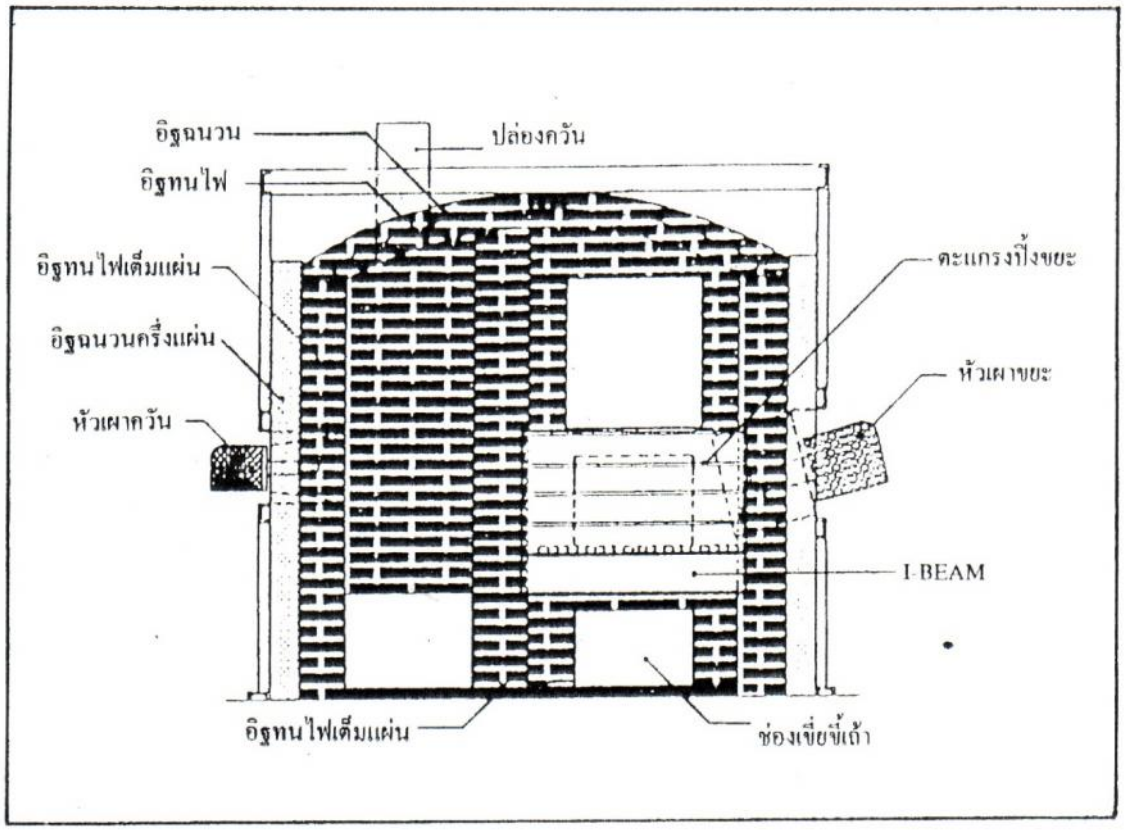
ง. เตาเผาของกองอนามัยสิ่งแวดล้อม (กรมอนามัย)

ในการจัดการขยะมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาลต่าง ๆ ของรัฐในส่วนภูมิภาค กระทรวงสาธารณสุข ได้มอบหมายให้กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัยเป็นผู้ออกแบบเตาเผาขนาดเล็กเพื่อใช้ในการเผาทำลายมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป รวมทั้งโรงพยาบาลชุมชน โดยได้รับจัดสรรงบประมาณการจัดซื้อและก่อสร้างให้สถานพยาบาลเหล่านั้น

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของกองอนามัยสิ่งแวดล้อม สามารถเผาทำลายมูลฝอยได้ประมาณ ๑๐๐ – ๑๕๐ กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีส่วนประกอบดังแสดงในภาพที่ ๒.๑๓ เตาเผาแบบ Multiple Chamber ซึ่งประกอบด้วยห้องเผามูลฝอยและห้องเผาควัน ออกแบบติดตั้งระบบในการเผาไหม้มูลฝอย เตาเผาแบบนี้ไม่ได้ออกแบบติดตั้งระบบกำจัดฝุ่นที่เกิดจากการเผาไหม้ เตาเผาของกองอนามัยสิ่งแวดล้อมมีขนาดใหญ่กว่าเตาเผาของกองสุขาภิบาล มีการติดตั้งหัวเผาและใช้น้ำมันดีเซลช่วยในการเผา ทำให้ค่าใช้จ่ายด้านการเงินทุนก่อสร้างติดตั้ง และดำเนินการ สูงกว่าเตาเผาของกองสุขาภิบาล

จ. เตาเผาเอกชนผลิตในประเทศ

เตาเผาเอกชนของห้างหุ้นส่วนจำกัด กิจจาคอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียร์ เป็นเตาเผาที่ผลิตในประเทศและนำไปใช้งานในการเผาศพ มูลฝอยติดเชื้อมูลฝอยจากชุมชนและในนิคมอุตสาหกรรม ในที่นี้จะยกตัวอย่างเฉพาะเตาเผาที่ใช้เผามูลฝอยในนิคมอุตสาหกรรม โดยรูปแบบเตาเผานี้เป็นแบบ Multiple Chamber มีห้องเผา ๒ ห้องเผา คือห้องเผาใหญ่ และห้องเผาควัน สำหรับเตาเผารุ่น IMC – ๕๐๐ DH ได้ออกแบบให้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยที่มีความชื้นประมาณ ๓๕% Bulk density ๑.๒ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และสามารถเผามูลฝอยได้ในอัตรา ๕๐๐ กิโลกรัมต่อชั่วโมง



แผนภาพที่ ๒-๑๓ เตาเผามูลฝอยของกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย

ที่มา : กรมอนามัย (๒๕๔๐)

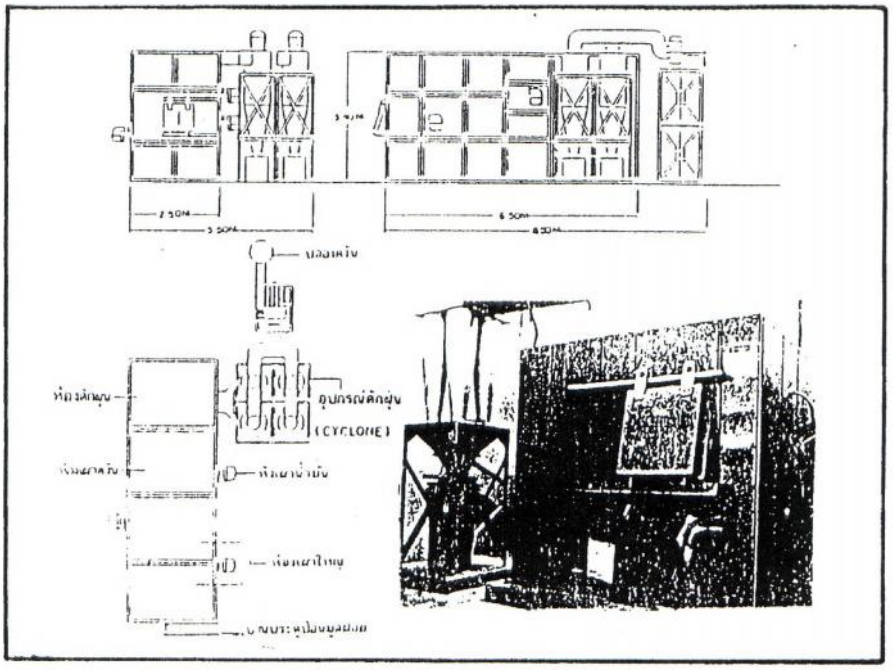
หลักการทำงานของเตาเผานี้ โดยเฉพาะในห้องเผาใหญ่จะแบ่งออกเป็น ๒ ตอน โดยตอนแรกจะเป็นช่วงที่มีการอบมูลฝอยให้แห้งก่อนที่จะถูกเคลื่อนไปยังตอนที่สองของห้องเผาซึ่งขยะจะลุกติดไฟ โดยมีหัวเป่าช่วยจุดไฟ อุณหภูมิในห้องเผาใหญ่นี้ จะประมาณ ๖๕๐ – ๘๐๐ องศาเซลเซียส ส่วนในห้องเผาควันจะเผาควัน กลิ่นที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ให้หมดไปที่อุณหภูมิ ประมาณ ๘๕๐ องศาเซลเซียส นอกจากนั้นเตาเผารุ่นนี้ยังติดตั้ง Cyclone จำนวน ๔ ตัว ไว้เพื่อดักฝุ่นที่เกิดจากการเผาไหม้ด้วย รายละเอียดรูปแบบ และขนาดเตาเผารุ่น IMC – ๕๐๐ DH ได้แสดงไว้ในภาพที่ ๒.๑๔

ฉ. เตาอินซินเนอเรเตอร์

เตาอินซินเนอเรเตอร์ (incinerator) หรือเตาที่มีการทำให้แห้งแล้วไหม้เอง เป็นเตาที่มีระบบการให้ความร้อน เพื่ออบขยะมูลฝอยที่มีความชื้นสูงเกินจุดติดไฟ (flash point)

หรือจุดที่เกิดการสันดาป (combustion point) โดยเมื่อถึงจุดนั้น ขยะมูลฝอยจะติดไฟและให้ความร้อน กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เตาอินซิเนอเรเตอร์ อาศัยหลักการอบแห้งไหม้ (incineration) ก็คือการสันดาปที่มีการควบคุมวัสดุในระบบ/พื้นที่ปิดชีวะ Speight (๑๙๙๖) อธิบายไว้เป็น “กระบวนการที่มีของเสียเข้าสู่สภาวะออกซิเดชั่น (oxidizing condition) ซึ่งมีอุณหภูมิสูง (ปกติเกินกว่า ๙๐๐ องศาเซลเซียส) อย่างไรก็ตาม เตาอินซิเนอเรเตอร์เป็นเตาที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในทางการค้านั้นมักสร้างให้สามารถเผาที่อุณหภูมิสูงถึง ๑๐๐๐ องศาเซลเซียส (๑๘๐๐ องศาฟาเรนไฮต์) จึงเหมาะสมกับการสร้างเตาอินซิเนอเรเตอร์ติดตั้งอยู่ในเรือ หรือหน่วยเคลื่อนที่ (สำนักรักษาความสะอาด, ๒๕๓๘ ; โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๓๘ : ก)

ขยะมูลฝอย/ของเสีย ที่จะกำจัดด้วยกระบวนการอบแห้งไหม้นั้น มักมีสารอินทรีย์ ที่มีค่าความร้อน (heating value) อย่างต่ำ ๕๐๐๐ BTU/lb ถ้าของเสียมีค่าความร้อนมากกว่า ๘๐๐๐ BTU/lb จะทำให้การกำจัดเกิดได้ดีขึ้น ซึ่งค่าความร้อนนี้เหมาะสำหรับของเสียที่มีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์ที่มีความชื้นสูง เพราะเฉพาะขยะมูลฝอย/ของเสียนั้นอย่างเดียวไม่สามารถไหม้ไฟได้ เชื้อเพลิงที่ใช้อาจเป็นกระดาษ ไม้ มีเทน ปิโตเลียมเหลว ตัวอย่างของเสียดังกล่าวได้แก่ สารไม่ไหม้ไฟ (nonflammable) เป็นพวก organic chlorine หรือพวกของเหลวหรือดิน เป็นที่น่าสังเกตว่า สารอินทรีย์นั้น ปริมาณสารประกอบอินทรีย์รวมของเสียที่เป็นของเหลวเหล่านี้ เป็นจุดอ่อนของการอบแห้งไหม้ อนึ่งของเสียหลายอย่าง (รวมทั้งของเสีย



แผนภาพที่ ๒-๑๔ เตาเผาที่ผลิตภายในประเทศของ ห.จ.ก.กิจจาคอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียร์ รุ่น IMC-๕๐๐ DH

อันตราย) เมื่อถูกเผาไหม้จะเป็นเชื้อเพลิงต่อเตาเผา (furnances) และเตาต้ม (boilers)

ในการออกแบบเตาอินซิเนอเรเตอร์ (incinerator) ทางกายภาพ และประสิทธิภาพการบำบัดของแข็ง, ของเหลว, สลัดจ์, ตะกอนอินทรีย์ และก๊าซจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสามประการ ประการแรกได้แก่ อุณหภูมิของห้องสันดาป (combustion chamber) ประการที่สองได้แก่ เวลาที่ใช้ (residence time) ในห้องสันดาป และประการสุดท้าย ปริมาณของเสียที่ผสมกับอากาศในขณะอยู่ในห้องสันดาป สำหรับอุณหภูมิปกติของการเผาไหม้อยู่ระหว่าง ๙๐๐ – ๑๕๐๐ องศาเซลเซียส (๑,๖๕๐-๒,๒๘๐ องศาฟาเรนไฮต์) บางกรณีอาจสูงมากกว่านี้ ทำให้ของเสีย/สารประกอบที่ไหม้ยาก สามารถไหม้ได้ในห้องสันดาปทั้งสองห้องนั้น กล่าวคือ ห้องแรกจะเปลี่ยนสารประกอบเป็นก๊าซและสร้างกระบวนการเผาไหม้ ส่วนห้องที่สองการเผาไหม้ของก๊าซจะไหม้อย่างสมบูรณ์

องค์ประกอบที่สำคัญของระบบการอบเผาแห้งไหม้ของของเสีย ทางเคมี ได้แก่ การเตรียมการ (preparation) การสันดาป (combustion) การแยกมลพิษ (pollutant removal) และ การขนย้ายขี้เถ้า (ash disposal) ในรายละเอียดนั้น กล่าวได้ว่า ในขั้นเตรียมการสำหรับของเสียที่เป็นของเหลวต้องการการกรอง (filtration) เพื่อแยกของแข็งกับน้ำ การบด (viscosity) ส่วนของแข็งต้องการสับย่อย และ ร่อนแยกขนาด การใช้ระบบอัตโนมัติ โดยทั่วไปต้องใช้กับของเหลว ส่วนของแข็งใช้เครื่องมือกลช่วย เช่น rams และ augers ในการนำของแข็งสู่เตาอบแห้งไหม้

ในห้องสันดาปนั้น โดยทั่วไปจะมีการฉีดของเหลวพ่นเข้าไป หรือ อาจมีลักษณะการใช้งานเป็น fixed hearth, rolary, kiln, และ fluidized bed ที่ยุ่งยากที่สุดก็คือ ระบบอบเผาแห้งไหม้ (incinerator) นั้นเกี่ยวข้องกับระบบควบคุมมลภาวะทางอากาศ ซึ่งไปเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการของการทำความเย็น (combustion gas cooling), heat recovery, quenching, การแยก particulate matter, acid gas removal การบำบัด-การจัดการของแข็งที่เป็นผลพลอยได้ sludge และ ของเหลว อนึ่งเถ้าจากการเผาไหม้ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ เพราะถ้าเถ้ามีสารพิษหรือกัมมันตภาพรังสี จำเป็นต้องบำบัดอีกขั้นหนึ่ง

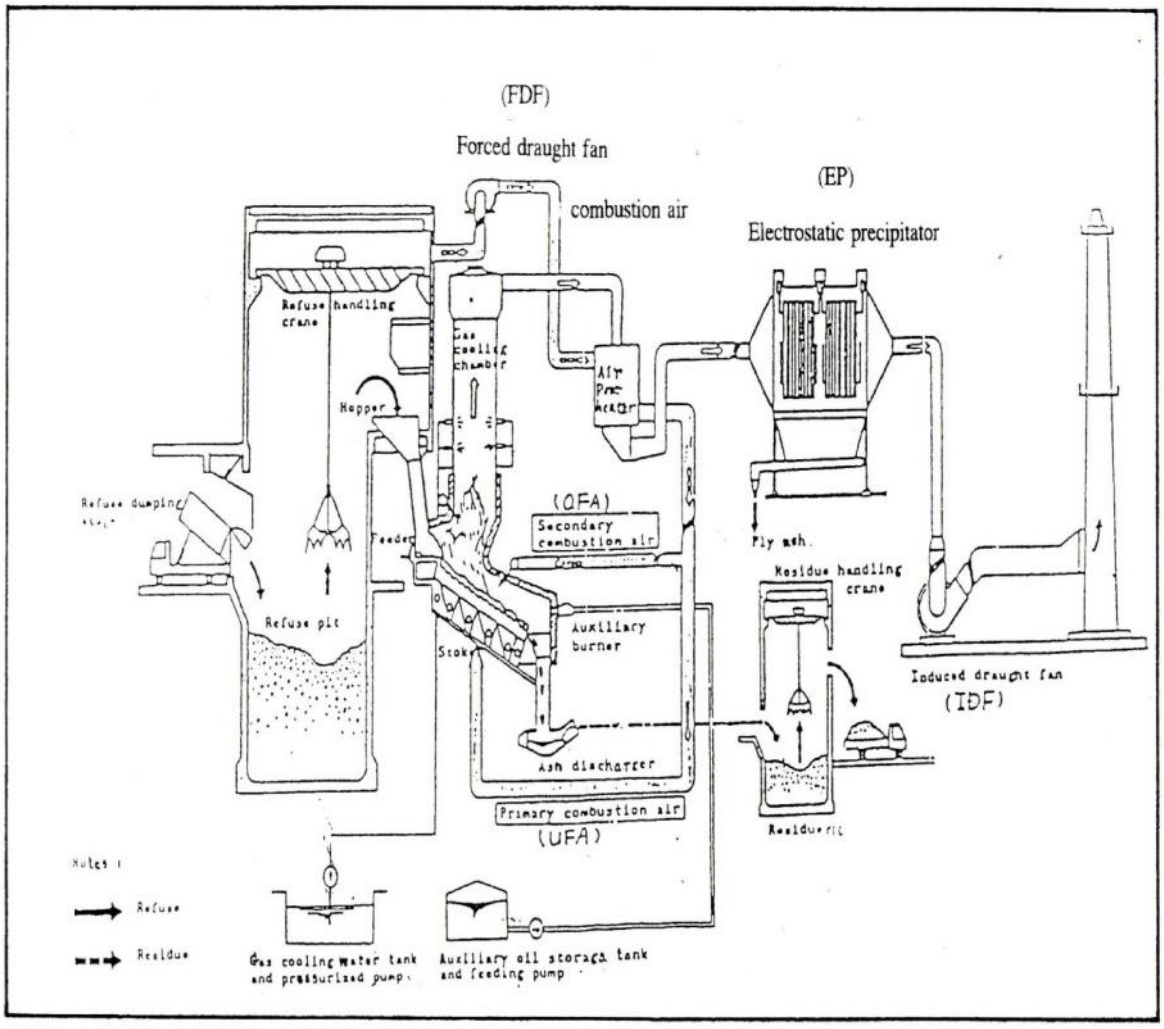
ช. กระบวนการอบเผาแห้งไหม้

สำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘) ได้รวบรวมแนวคิดในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเตาอินซินเนอเรเตอร์อย่างหลากหลายแนวคิดและรูปแบบ พอสรุปกระบวนการได้ ๖ ขั้นตอนดังนี้

๑) กระบวนการเผา : เป็นขั้นตอนแรกในการปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย ๓ ชนิด

ก) การเผาแบบมีแผงตะกรับ (stoker-type incineration process) ดังแสดงในภาพที่ ๒.๑๕

ข) กระบวนการเผาในเตา ที่มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกหมุนได้ (rotary type incineration process) เตาเผาชนิดนี้ ขยะขยับเคลื่อนที่พร้อม ๆ ไปกับการกวนให้ขยะเข้ากัน โดยขยะจะอยู่ในเตาเผาที่มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอก ซึ่งมีแกนจึงทำให้หมุนได้รอบแกนในขณะทำการเผาทรงกระบอกนี้จะวางตัวอยู่ในแนวนอน โดยมีความลาดเอียงเล็กน้อย ดังแผนภาพที่ ๒-๑๖, ๒-๑๗ และ ๒-๑๘



แผนภาพที่ ๒-๑๕ เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ (stoder-type incinerator)

ที่มา : Salvoto (๒๕๒๕)

ค) กระบวนการเผาแบบใช้ตัวกลางนำความร้อน เพื่อการเผาไหม้ (fluidized bed incineration process)

สำหรับ fluidized bed ทำมาจากแร่ควอทซ์หรือทรายแม่น้ำ ซึ่งมีขนาดของอนุภาคประมาณ ๑ มิลลิเมตร ใช้ตัวกลางนำความร้อนและอากาศจะถูกเป่าเข้าไปเพื่อการเผาไหม้ โดยความร้อน ซึ่งมีทรายเป็นตัวนำความร้อน (อุณหภูมิประมาณ ๕๐๐ – ๗๕๐ องศาเซลเซียส) จะทำให้ ความชื้นในขยะระเหยจนการเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ ดังในภาพที่ ๒.๑๙

๒) กระบวนการกำจัดกากที่เหลือจากการเผา

กากที่เหลือจากการเผามี ๒ ประเภท คือ ประเภทแรก คือ ขี้เถ้าที่เหลืออยู่กับเตาเผาเป็นขี้เถ้าหนัก (botton ash) และมีอีกประเภทคือ ขี้เถ้าลอย (fly ash) ซึ่งมีอยู่ในไอเสียจากการเผาไหม้ ในกรณีของเตาเผาแบบมีแผงตะกรับและแบบหมุน (rotary) ขี้เถ้าลอยจะถูกพ่นด้วยน้ำเพื่อป้องกันมิให้ขี้เถ้าปลิวกระจัดกระจาย ขี้เถ้าซึ่งมีความชื้นอันเนื่องจากการพ่นน้ำแล้วจะถูกเก็บไว้ในบ่อเก็บขี้เถ้า (ash pit) เพื่อรอรถบรรทุกขนไปเททิ้งต่อไป ส่วนขี้เถ้าหนักจะถูกกำจัดโดยใช้อุปกรณ์กำจัดฝุ่น ซึ่งมีการฉีดพ่นน้ำเพื่อป้องกันฝุ่นปลิวกระจัดกระจายแล้วจึงนำไปรวมกันไ ว้ในบ่อขี้เถ้าเช่นเดียวกัน

๓) กระบวนการทำให้ไอเสียเย็นลง

ไอเสียซึ่งเกิดจากการเผาไหม้มูลฝอย จะถูกเก็บเอาไว้ที่อุณหภูมิ ๗๐๐ ถึง ๙๕๐ องศาเซลเซียส โดยที่ยังไม่สามารถผ่านโดยตรงไปยังระบบกำจัดไอเสีย ดังนั้นจึงต้องทำให้ไอเสียนี้เย็นลง จนมีอุณหภูมิ ๒๕๐ ถึง ๓๐๐ องศาเซลเซียส เสียก่อน โดยใช้วิธีหนึ่งวิธีใดของกระบวนการทำให้ไอเสียเย็นลง (flue gas cooling process) ดังต่อไปนี้

ก) พ่นน้ำโดยตรงไปยังท่อไอเสีย น้ำจะระเหยและทำให้อุณหภูมิของไอเสียต่ำลง (ไอเสียนี้จะมีค่าความร้อน ๖๐๐ กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม)

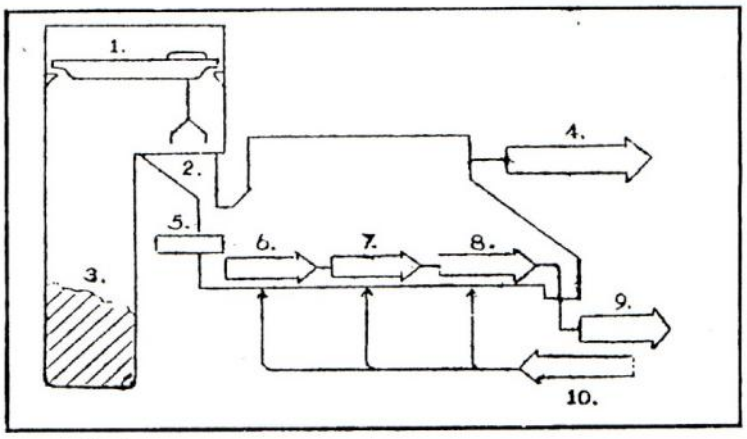
ข) ติดตั้งหม้อน้ำ (steam boiler) เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิของไอเสีย โดยทางอ้อม

๔) กระบวนการกำจัดไอเสีย

ไอเสียที่เกิดจากการเผาขยะประกอบด้วยสารหลายชนิด ได้แก่ อนุภาค ไฮโดรเจน คลอไรด์ ออกไซด์ของกำมะถัน ออกไซด์ของไนโตรเจน ฯลฯ จะต้องทำการบำบัดก๊าซเสีย (flue gas treatment process)

๕) กระบวนการกำจัดน้ำเสีย (waste water treatment procrss)

น้ำเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานเผามูลฝอย เกิดขึ้นจากระบบให้ก๊าซเย็นตัว ระบบกำจัดขี้เถ้า การฉีดน้ำ บ่อรับมูลฝอย บ่อเก็บขี้เถ้า การกำจัดก๊าซพิษ หม้อต้มน้ำ อุปกรณ์การประปา การล้างรถ และจากโรงอาหาร กล่าวได้ว่าขยะมูลฝอย ๑ ตัน ที่เข้าโรงงานเผาจะทำให้เกิดน้ำเสียประมาณ ๐.๕ – ๑ ลูกบาศก์เมตร หรือถ้ามีอุปกรณ์กำจัดฝุ่น wet type ด้วย จะทำให้เกิดน้ำเสีย ประมาณ ๓ ลูกบาศก์เมตร คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานเผาขยะมูลฝอยจะแตกต่างกันไปขึ้นกับสภาพของการเผาไหม้ ในสภาพเผาไหม้ที่ดี น้ำเสียจะใสกว่าและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) จะสูงเป็นด่างแก่ เนื่องจากการลดลงของสารอินทรีย์แล้วกลายเป็นขี้เถ้า ในทางกลับกันถ้าสภาพการเผาไหม้ไม่ดีก็จะทำให้ BOD สูง และ pH ต่ำ น้ำเสียจะมีสภาพเป็นกรด



หมายเหตุ

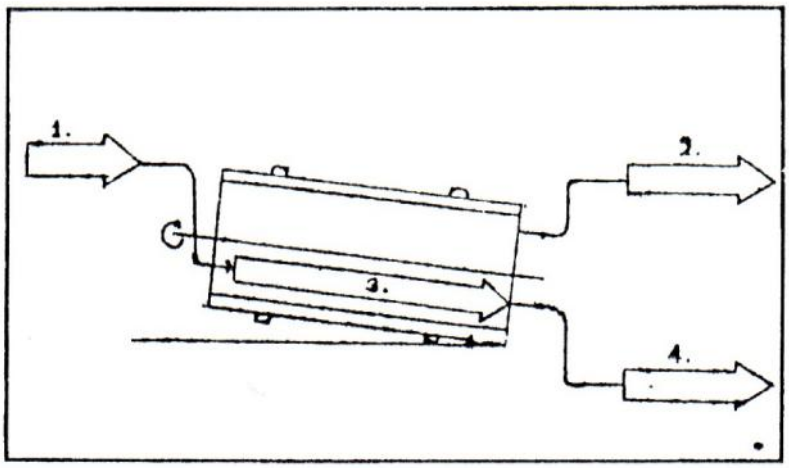
1. ปั้นจั่นคีบขยะ (crane)
2. กรวยสำหรับเทขยะเข้าเตาเผา (charging hopper)
3. บ่อรับขยะ (refuse pit)
4. ส่วนที่ก๊าซเกิดการเผาไหม้ (combustion exhaust gas)
5. เครื่องป้อนขยะเข้าเตา (feeder)
6. ส่วนที่อบขยะให้แห้ง (drying)
7. ส่วนที่ขยะไหม้ไฟ (burning)
8. ส่วนหลังจากการเผาไหม้แล้ว (after-burning)
9. กากที่เหลือจากการเผาไหม้ (combustion residue)
10. อากาศที่เข้าทางด้านใต้เพื่อสนับสนุนการเผาไหม้ (underfire air)

อธิบายภาพ

- ขยะถูกป้อนลงในกรวย
- บนแผงตะกรับขยะจะถูกอบให้แห้งโดยอากาศที่เข้ามาทางใต้แผงตะกรับ
- น้ำในตัวขยะจะระเหยออกไปโดยความร้อนจากการเผาไหม้ของก๊าซ
- ขยะที่แห้งแล้วจะค่อยๆ ติดไฟ
- หลังจากเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์แล้วขยะก็จะกลายเป็นขี้เถ้า

แผนภาพที่ ๒-๑๖ กระบวนการเผาในระบการอบแห้งไหม้ชนิดมีแผงตะกรัน

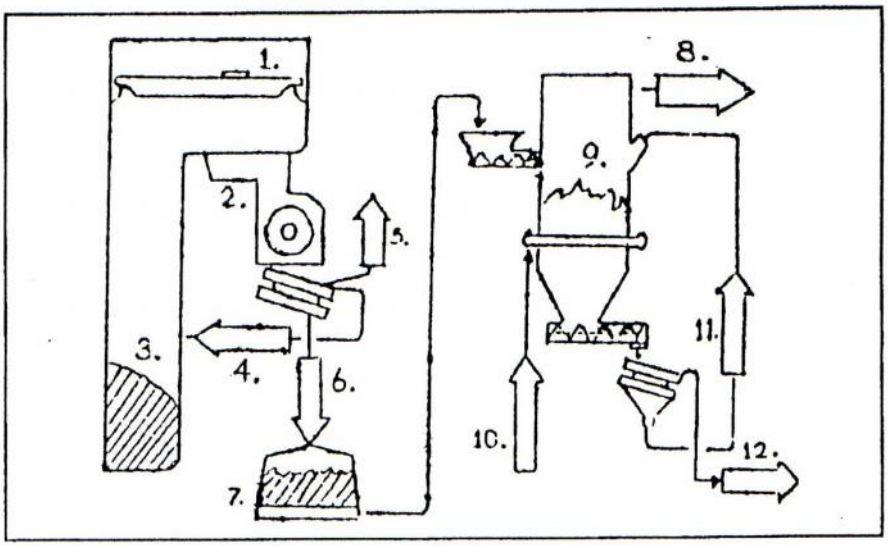
ที่มา : สำนักรักษาความสะอาด (2538)



หมายเหตุ
1. ส่วนที่ขยะ (refuse) เข้า
2. ไอเสียจากการเผาไหม้ (combustion exhaust gas)
3. ส่วนที่ขยะถูกอบจนแห้งแล้วจะเกิดการลุกไหม้ (drying, combustion)
4. ขี้เถ้าและกากที่เหลือจากการเผาไหม้ (ash and combustion residue)

แผนภาพที่ ๒-๑๗ กระบวนการในเตาเผาแบบ Rotary

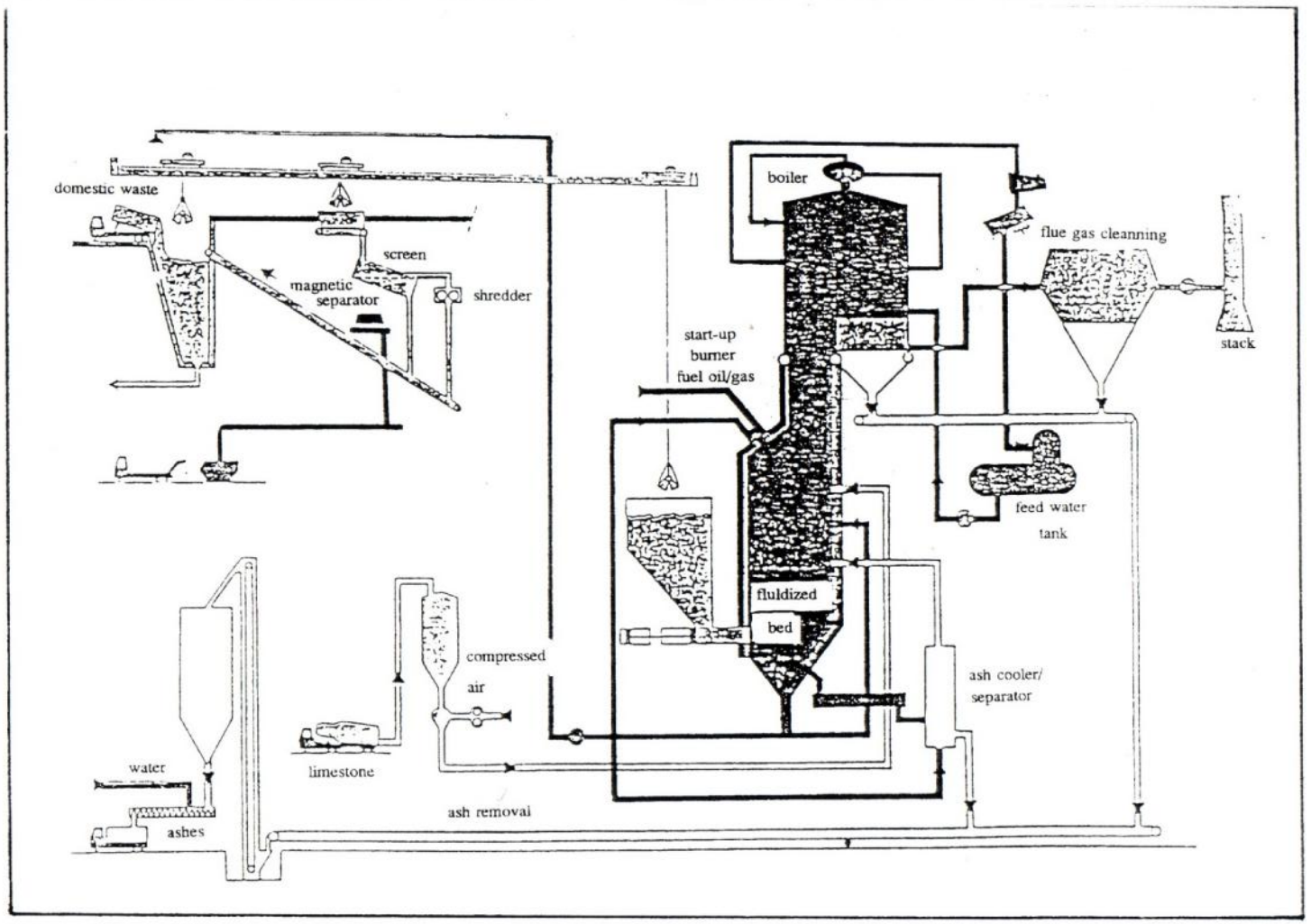
ที่มา : สำนักรักษาความสะอาด (2538)



หมายเหตุ

1. ปั่นจั่นคีบขยะ (crane)
2. เครื่องบดขยะขนาดธรรมดาให้มีขนาดเล็ก (shredder)
3. บ่อรับขยะ (refuse pit)
4. เครื่องบดขยะขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็ก (bulky shredded matter)
5. เครื่องคัดแยกโลหะออกไป (metal separator)
6. ขยะซึ่งถูกบดแล้ว (shreded matter)
7. ห้องเก็บขยะก่อนส่งขึ้นเตาเผา (banker)
8. ไอเสียจากการเผาไหม้ (combustion exhaust gas)
9. เตาเผาแบบ (fluidized bed)
10. อากาศที่เป่าเข้าเตาเพื่อช่วยการเผาไหม้ (combustion air)
11. ตัวกลางนำความร้อน (fluidized medium)
12. ขี้เถ้าและกากที่เหลือจากการเผาไหม้ (ash and combustion residue)

แผนภาพที่ ๒-๑๘ กระบวนการในเตาเผาแบบ Fluidized bed
ที่มา : สำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘)



แผนภาพที่ ๒.-๑๙ ระบบเตาเผาแบบ Fluidzed bed

ที่มา : Salvato (๒๕๒๕)

น้ำเสียที่กำจัดแล้วจะนำไปดำเนินการต่อไป ๒ กรณี คือ นำกลับไปใช้อีกคือ ใช้ในการพ่นน้ำเพื่อทำให้ก๊าซเย็นตัวก่อน และการปล่อยออกจากโรงงาน ณ ระดับมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ ซึ่งในกรณีแรกน้ำที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ก็จะกำจัดโดยวิธีภายภาพและเคมีอย่างง่าย ๆ ก็เพียงพอแล้ว เช่น ใช้วิธีการทำให้เป็นกลาง (neutralization) และการตกตะกอน ส่วนกรณีหลัง จะต้องใช้การตกตะกอนสารแขวนลอย เช่นเดียวกับการบำบัดน้ำเสียทางเคมี แล้วจึงทำการผสมน้ำที่ได้หลังจากการตกตะกอนแล้วน้ำกับน้ำเสียจากโรงครัวและน้ำเสียจากการล้างรถเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ โดยกระบวนการทางชีววิทยา เช่น กระบวนการ activated sludge หรือ กระบวนการ catalytic oxidation หรือกระบวนการ filtration

๖) กระบวนการใช้ความร้อนที่ได้จากการเผาขยะให้เป็นประโยชน์ ซึ่งความร้อนที่ได้จากการเผาขยะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

๑) ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการติดตั้งหม้อน้ำที่เรียกว่า (waste heat boiler) การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยระบบนี้อุณภูมิจากการเผาไหม้ขยะจะสูงพอที่จะใช้ต้มน้ำเพื่อให้กลายเป็นไอน้ำที่อุณภูมิและความดันที่ต้องการ แล้วจึงส่งไอน้ำนี้ไปหมุนกังหันไอน้ำ (steam turbine) ซึ่งมีเพลาต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้พลังงานไฟฟ้าออกมาใช้งาน

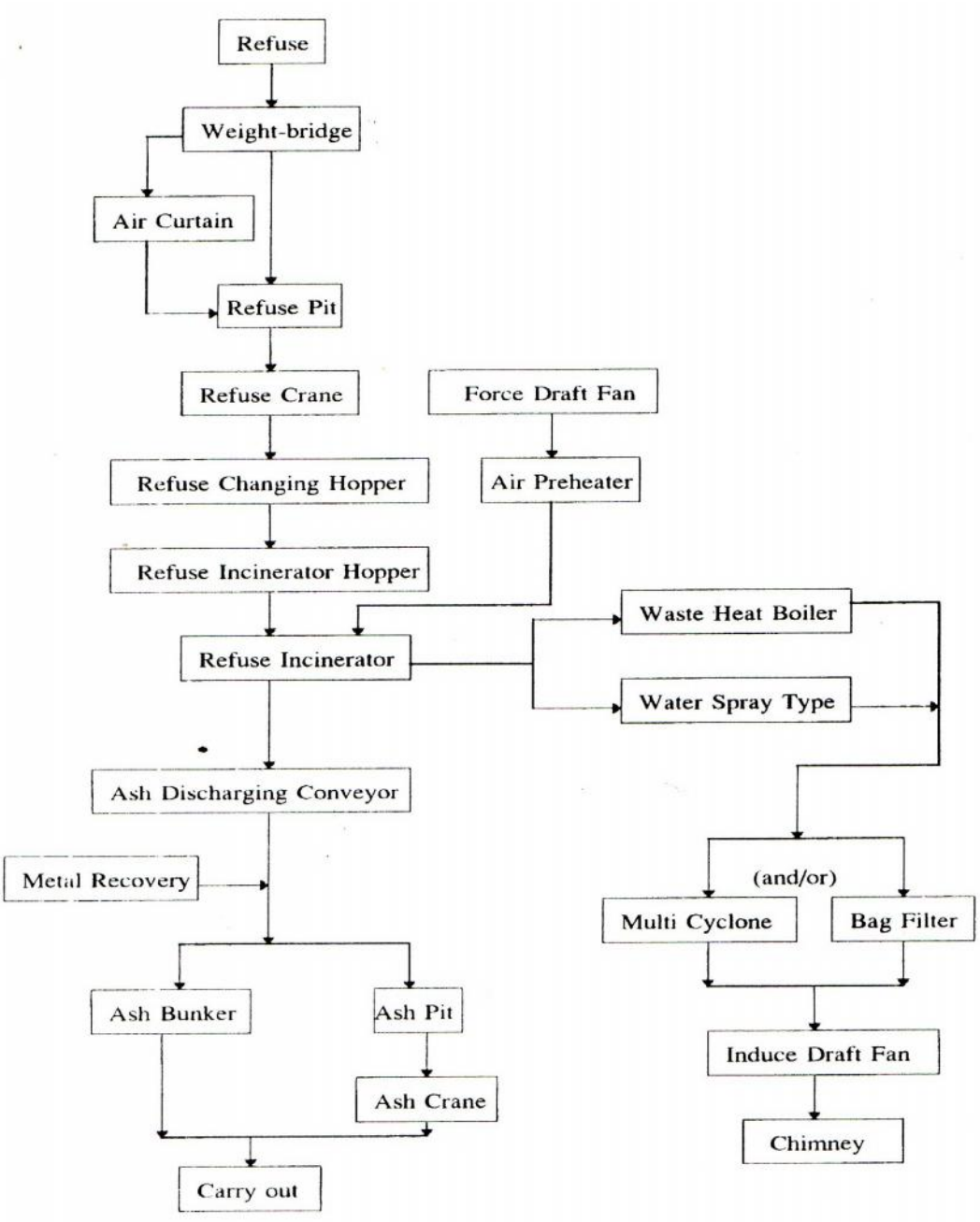
๒) นำน้ำร้อนไปใช้ประโยชน์ เช่น นประเทศที่มีอากาศหนาว น้ำร้อนที่ได้จาก boiler จะถูกส่งไปเพื่อทำน้ำอุ่นให้สระว่ายน้ำ

๓) ส่งความร้อนไปให้ความอบอุ่นในประเทศที่อากาศหนาวไอน้ำที่ผลิตได้สามารถต่อท่อส่งไปยังอาคารบ้านเรือนเพื่อทำความอบอุ่นในฤดูหนาว (distrec heating) หรือให้ความอบอุ่นแก่เรือนปลูกต้นไม้ (greenhouse)

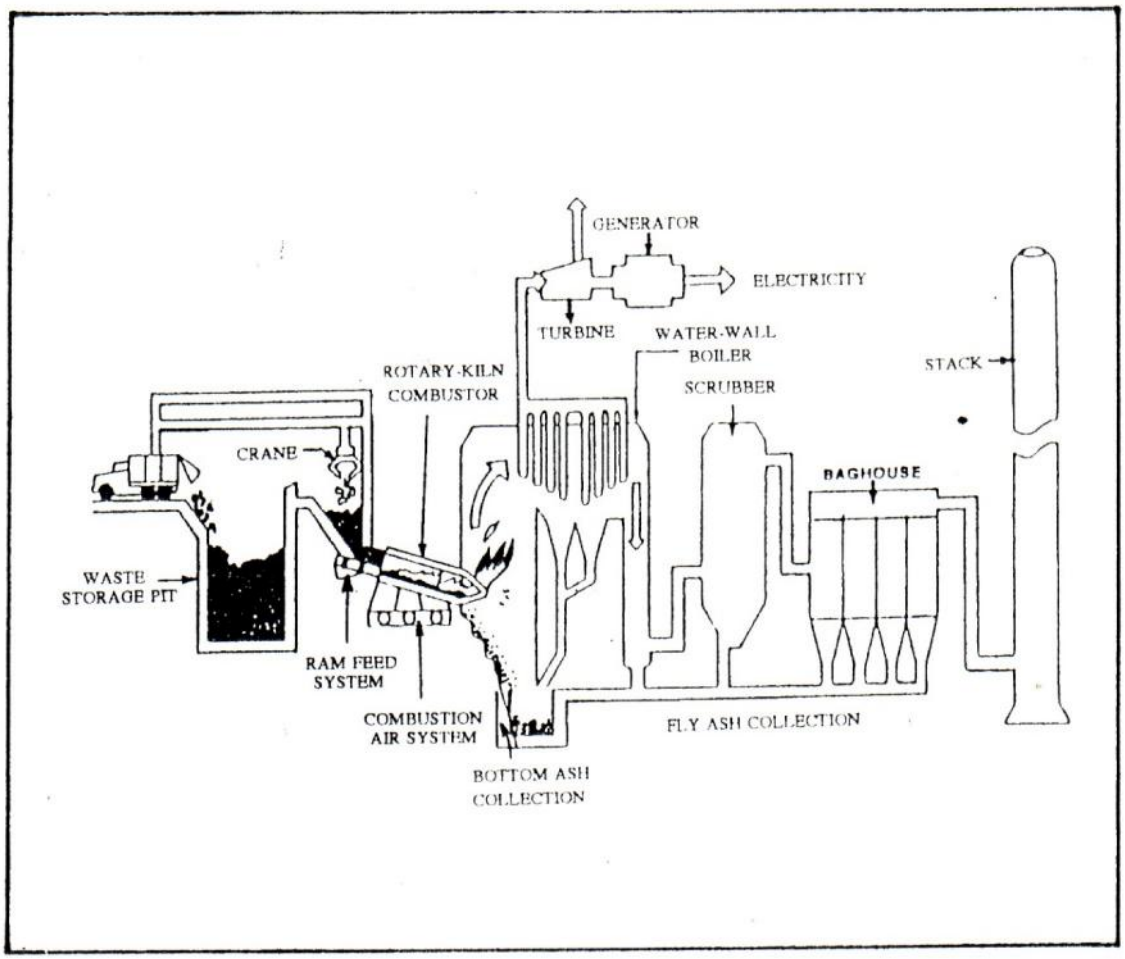
กระบวนการเผาในเตา

การกำจัดขยะมูลฝอย โดยการใช้เตาเผาเป็นวิธีกำจัดมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพดีมากวิธีหนึ่ง สามารถลดปริมาณมูลฝอยลงได้ประมาณร้อยละ ๘๐ – ๙๐ อาศัยลักษณะสมบัติของมูลฝอยซึ่งสามารถติดไฟได้ภายในเตาเผา โดยมีอากาศหรือเชื้อเพลิงเสริมภายใต้อุณหภูมิความดันที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดเตาเผาแต่ละประเภท ผลที่ได้จากปฏิกิริยาเผาไหม้จะเกิดก๊าซชนิดต่าง ๆ ไอน้ำ ฝุ่นและขี้เถ้า อุณหภูมิเผาไหม้ขั้นสุดท้ายภายในเตา โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงระหว่าง ๘๕๐ – ๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส ในการกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้เตาเผา มีขั้นตอนที่สำคัญต่าง ๆ แสดงในภาพที่ ๒-๒๐ และมีรายละเอียดดังนี้

๑. บ่อรับมูลฝอย (refuse storage pit) เป็นบ่อคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าออกแบบก่อสร้างให้อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน ทำหน้าที่รวบรวมมูลฝอยก่อนที่จะป้อนเข้าสู่เตาเผาความจุของบ่อที่ใช้ออกแบบตั้งแต่ ๑.๕ เท่า (ขึ้นไป) ของกำลังการผลิตของเตาตลอด ๒๔ ชั่วโมง เป็นผังแสดงพื้นที่ขนถ่ายและบ่อรับมูลฝอย (ภาพที่ ๒.๒๐)



แผนภาพที่ ๒-๒๐ กระบวนการในเตาเผาอบแห้งไหม้
ที่มา : สำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘)



แผนภาพที่ ๒-๒๑ ขั้นตอนการทำงานของเตาเผามูลฝอยขนาดใหญ่
ที่มา : สำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘)

๒. ระบบป้อนมูลฝอย (refuse feed system) เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลส่วนที่ป้อนมูลฝอยเข้าไปในเตาเผา สำหรับเตาเผาขนาดเล็ก อาจใช้รถตักล้อยางในการขนถ่ายและป้อนมูลฝอย ส่วนเตาเผาขนาดใหญ่ซึ่งมีบ่อรับมูลฝอย จะใช้ระบบเครนและก้ามปูป้อนเข้าสู่กรวยรับมูลฝอย (charging hopper) แสดงในภาพที่ ๒-๒๑

๓. เตาอบเผา (incinerator) เป็นขั้นตอนที่มูลฝอยถูกเผาไหม้ในห้องเผา โดยใช้อากาศ หรือน้ำมันเชื้อเพลิงในการเผาไหม้สมบูรณ์ และแปรสภาพเป็นขี้เถ้า ในส่วนของเตาเผามีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับขนาดและการใช้งานเตา วิธีการเผา เช่น เตาเผาแบบควบคุมการเผาไหม้ (pyrelysis) เตาเผาที่ใช้ตัวกลางนำความร้อน (fluidized bed incinerator) หรือเตาเผาขนาดใหญ่ชนิดมีแผงตะกรับ (stoker-fired) ในที่นี้จะเสนอตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายมูลฝอยขี้เถ้าในห้องเตาเผาโดยใช้แผงตะกรับ (grating) ดังแสดงในภาพที่ ๒.๒๐

๔. การทำไอเสียเย็นลงและการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ (flue gas colling and heat recovery) ไอเสียจากการเผาไหม้มูลฝอย จะมีอุณหภูมิประมาณ ๗๐๐ – ๙๐๐ องศาเซลเซียส ก่อนที่จะผ่านไปยังระบบกำจัดไอเสีย จะต้องทำให้เย็นลงถึง ๒๕๐ – ๓๐๐ องศาเซลเซียส โดยใช้วิธีต่อไปนี้

ก. พ่นน้ำโดยตรงไปยังท่อไอเสีย จะสามารถลดอุณหภูมิลงได้ ตามต้องการและน้ำจะระเหยหายไป

ข. ติดตั้งหม้อต้มน้ำ โดยการนำความร้อนจากไอเสียไปทำให้น้ำร้อน และนำไอน้ำร้อนไปใช้ประโยชน์ต่อไป หรือจะนำไอน้ำร้อนที่ไปหมุนกังหันไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป

๕. การกำจัดไอเสีย (flue gas treatment) ไอเสียที่ลดอุณหภูมิต่ำลงแล้วจะถูกกำจัดก่อนที่จะระบายออกจากปล่องสู่บรรยากาศภายนอก มลสารที่เกิดจากการเผาไหม้มูลฝอย ได้แก่ ผงฝุ่น ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้กำจัดฝุ่นได้แก่ ไซโคลน (cyclone) ซึ่งเป็นถุงกรองฝุ่น (baghouse filter) electrostatic precipitator และ wet scrubber เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้กำจัดก๊าซ ส่วนใหญ่จะใช้ระบบเปียกโดยมีด่างหรือปูนขาวใช้ร่วมในระบบได้แก่ wet scrubber ถุงกรองโดยใช้ปูนขาวพ่นเข้าท่อไอเสีย เป็นต้น

๖. การกำจัดเถ้า (residue handling) เถ้าที่เกิดจากการเผามูลฝอยมี ๒ ประเภท คือ เถ้าลอย (fly ash) ซึ่งกระจายออกไปพร้อมกับไอเสีย เพราะมีขนาดเล็กและเบาจะถูกกำจัดโดยอุปกรณ์กำจัดฝุ่นและเก็บรวบรวมไว้รอกำจัดต่อไป อีกประการหนึ่งจะเหลืออยู่ที่ก้นเตา จะถูกลำเลียงและพ่นด้วยน้ำหรือผ่านไปยังบ่อน้ำเพื่อให้เย็นลง และรวบรวมไว้ในบ่อเก็บเถ้า (ash pit)

๗. การกำจัดน้ำเสีย (wastewater treatment) น้ำเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานเตาเผาจะเกิดจากการล้างพื้น น้ำชะล้างกองมูลฝอย ระบบกำจัดเถ้า น้ำหมุนเวียนในระบบกำจัดไอเสีย เป็นต้น วิธีกำจัดน้ำเสียส่วนใหญ่ใช้วิธีกำจัดทางเคมี ได้แก่ neutralization และ coagulation น้ำที่บำบัดแล้วมักจะนำกลับไปใช้ในโรงงานอีกในระบบการทำให้ไอเสียเย็นลง หรือกระบวนการกำจัดเถ้าเป็นต้น

การควบคุมมลสารจากเตาเผาขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัดไม่ว่าจะมีของแข็งและของเหลวจะก่อให้เกิดมลสารได้ ๕ ลักษณะได้แก่ ฝุ่น ก๊าซ น้ำเสีย ของแข็งที่ไม่เผาไหม้ และเถ้า ซึ่งทั้ง ๕ ลักษณะนี้มีสมบัติที่แตกต่างกันไป ดังนั้นจึงมีแนวทางในการควบคุมที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

๑. การควบคุมฝุ่น

ฝุ่นที่เกิดจากการเผาขยะมูลฝอยนั้น มีขนาดตั้งแต่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าจนถึงขนาดใหญ่ที่สามารถเห็นได้ด้วยตาได้ อีกทั้งยังมีหมอกควันปรากฏให้เห็นพร้อมกันด้วย โดยธรรมชาติแล้วฝุ่นที่เกิดจากการเผาไหม้นั้น มักมีการปนเปื้อนหรือมีองค์ประกอบที่เป็นโลหะหนักและสารเคมีอื่น ๆ ด้วยลักษณะดังกล่าว ฝุ่นจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคได้ จำเป็นต้องกำจัดหรือบำบัดให้ลดปริมาณลงในปริมาณที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานดังแสดงในตารางที่ ๒.๗

ตารางที่ ๒-๗ ความเข้มข้นของฝุ่นตามที่รัฐบาลได้กำหนดไว้

ชนิดของเตาเผา	ขนาดของเตาเผา	มาตรฐานไอเสีย g/nm^3	
		ทั่วไป	เป็นพิเศษ
เตาเผาแบบต่อเนื่อง (continuous type)	ปริมาณของก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ : ๔๐,๐๐๐ nm^3/hr หรือมากกว่า	๐.๑๕	๐.๐๘
	น้อยกว่า ๔๐,๐๐๐ nm^3 /hr	๐.๕๐	๐.๑๕
เตาเผาแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากแบบ continuous		๐.๕๐	๐.๒๕

ที่มา : Speight (๒๕๒๙)

ฝุ่นที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยนั้น มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ส่วนมากเป็น condensation nuclei และ/หรือมีสมบัติเป็น hygroscopic substance คือดูดซับความชื้นในบรรยากาศได้สูง จึงเกาะติดกันหรือรวมกันเป็นกลุ่ม/ก้อนได้ง่าย เมื่อถูกทำให้เย็นด้วยน้ำ อีกทั้งมีความหนาแน่น (bulk density) น้อย จึงมีลักษณะเบา แต่เมื่อรวมกันเป็นก้อนโตแล้ว ตะตกลงสู่

พื้นล่างได้เร็วกว่าเก่าในท่อควัน (smoke duct) และในส่วนที่ก๊าซไหลกลับ (gas flow reversion section)ด้วยสมบัติดังกล่าวจึงมีวิธีการควบคุมฝุ่นโดยอาศัยประจุที่มีอยู่ในตัวอนุภาคฝุ่น สร้างเป็นวิธีการกำจัดฝุ่น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก. เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต (electrostatic precipitators) ฝุ่นถูกปล่อยอีกด้วย corona discharge และถูกรวบรวมโดย Coulomb force

ข. เครื่องเก็บรวบรวมฝุ่นแบบมีกลไก (mechanical dust collectors) ได้แก่

๑) เครื่องเก็บฝุ่นโดยใช้แรงเหวี่ยง (centrifugal dust collector) ฝุ่นถูกคัดแยกโดยการทำให้ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ผ่านเข้าไปในแรงหมุน (rotational force)

๒) เครื่องเก็บฝุ่นโดยผ่านการกรอง (filtration dust collector) ฝุ่นถูกคัดแยกโดยการทำให้ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ผ่านเข้าไปในที่กรอง (filter)

๓) เครื่องเก็บฝุ่นโดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational dust colletor) ฝุ่นถูกแยกโดยใช้การตกตะกอนตามธรรมชาติ (natural sedimentation)

๔) เครื่องเก็บฝุ่นโดยใช้แรงเฉื่อย (inertial dust collector) ฝุ่นถูกคัดแยกโดยการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของทิศทางการไหลของก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้

เครื่องเก็บฝุ่นในข้อ ๑ – ๔ เหมาะสำหรับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจาก มีประสิทธิภาพในการกำจัดต่ำ โดยปกติจะไม่ถูกใช้กับเตาเผาขยะชนิด (continous) ดังปรากฏในตารางที่ ๒.๘

ค. ถุงกรอง ตัวอย่างที่ดีที่สุดของเครื่องเก็บฝุ่นชนิดนี้คือ ถุงกรอง (bag filter) มีประสิทธิภาพสูงมากกว่าของเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิด ถุงกรองใช้ผ้าทำจาก tetron fibers หรือ glass fibers เพื่อกรองก๊าซ ฝุ่น ซึ่งถูกเก็บได้จากผ้าจะทำหน้าที่เป็นตัวกรองฝุ่นที่จะตามมาอีกภายหลัง จึงทำให้มีความสามารถในการเก็บรวบรวมอนุภาคที่ละเอียดมาก

ถุงกรองนี้แบ่งออกเป็นแบบหลายห้อง ซึ่งฝุ่นที่เก็บได้จะถูกกำจัด ณ เวลาหนึ่งเพียงครั้งเดียว วิธีกำจัดฝุ่นหลาย ๆ วิธีของตัวกรอง ผ้าจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกรองดังจะได้อธิบายข้างล่างนี้

ตารางที่ ๒-๘ Application Range of Dust Collectors

classfication	type	Approriate for Size (μ)	Pressure loss m m H_2O	Dust collection Efficiency(%)	Cost initial cost	Openting cost
Electrostatic Precipitator		๒๐ – ๐.๐๕	๑๐ – ๒๐	๙๐ – ๙๙.๕	high	Low to
Centrifugal Dust collector	cyclone	๑๐๐ - ๓	๕๐ - ๑๕๐	๗๕ - ๘๕	medium	medium
Filtration dust Collector	Bag filter	๒๐ – ๐.๑	๑๐๐ - ๒๐๐	๙๐ – ๙๙	medium	medium to hidht
Gravitational dust collector	sedimentation Chamber	๑๐๐๐ - ๕๐	๑๐ – ๑๕	๔๐ – ๖๐	low	low
Inertial dust collector	louver	๑๐๐ – ๑๐	๓๐ – ๗๐	๕๐ – ๗๐	low	low

ที่มา : Speight (๒๕๒๙)

๑) วิธีสั่นสะเทือนด้วยเครื่องจักรกล (mechanical vibration method) : เครื่องจักรกลถูกใช้เพื่อทำให้ผ้าสั่นสะเทือนเพื่อกำจัดฝุ่น

๒) วิธีใช้ความดันด้านหลัง (back pressure method) : ก๊าซที่สะอาดแล้วถูกทำให้ผ่านผ้าในทิศทางตรงกันข้ามโดยผ้าจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อกำจัดฝุ่น

๓) วิธีการสั่นสะเทือนเป็นจังหวะโดยการพ่น (pulse jet method) : อากาศที่อัดให้มีความดันถูกเป่าเข้าไปในทางตรงกันข้ามของผ้าเพื่อกำจัดฝุ่น

๔) ความดันที่สูญเสียในถุงกรองส่วนใหญ่ประมาณ ๑๐๐ - ๒๐๐ mm H ๒๐ อุณหภูมิของ heat resistance คือ ๒๕๐ องศาเซลเซียส เมื่อ glass fiber ถูกใช้เป็นวัสดุกรอง

๒. ก๊าซพิษ

กรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๕) บรรยายไว้ว่ามลสารที่เป็นก๊าซอาจควบคุมได้โดยการดัดแปลงกระบวนการพื้นฐาน การใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดกว่า และการแยกมลสาร (ก๊าซพิษ) ออกจากก๊าซที่ปล่อยออกมา การแยกมลสารก๊าซจากก๊าซที่ปล่อยออกมาอาจทำได้ ๓ วิธีได้แก่ (๑) การดูดซึม (absorption) มลสารนั้นในของเหลว (๒) การดูดซับ (adsorption) มลสารนั้นบนผิวของของแข็ง (solid surface) และ (๓) โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของมลสาร เช่น โดยการสันดาป (combustion) หรือการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic treatment) ซึ่งมีรายละเอียดในเรื่อง มลพิษทางอากาศและสรุปโดยสังเขปดังนี้

ก. การดูดซึมก๊าซด้วยของเหลว

ในกระบวนการดูดซึมก๊าซ อากาศเสียที่มีก๊าซที่ต้องการแยกออกจะถูกนำไปสัมผัสกับของเหลวซึ่งก๊าซที่ต้องการแยกออกละลายได้ดี กลไกที่มลสารนั้นถูกแยกออกพอจะแบ่งได้เป็น ๓ ขั้นคือ (๑) โมเลกุลของมลสารฟุ้งกระจาย (diffuse) ผ่านเนื้อของก๊าซไปยังผิวของของเหลวที่ใช้ดูดซึม (absorbing liquid) (๒) โมเลกุลนั้นจะละลายเข้าไปในของเหลวนั้นที่ผิวสัมผัสและ (๓) การฟุ้งของมลสารที่ละลายนั้นจากผิวสัมผัสเข้าไปในเนื้อของของเหลว

ข. การดูดซับก๊าซบนของแข็ง

มลสารที่เป็นก๊าซอาจแยกออกได้ โดยให้ดูดซับด้วยผิวของของแข็งซึ่งอาจใช้แรงทางฟิสิกส์หรือทางเคมี (physical or chemical forces) ของแข็งที่เหมาะสำหรับการดูดซับนี้จะต้องมีอัตราส่วนผิวต่อปริมาตรสูง หรือพรุนมาก ของแข็งที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ได้แก่ activated carbon, alumina และ silca gel ซึ่งกระบวนการดูดซับนี้มีหลายขั้นตอนคือ

๑) โมเลกุลของก๊าซจะฟุ้งจากเนื้อก๊าซ (bulk gass) ไปยังผิวนอกของของแข็ง

๒) โมเลกุลของก๊าซจะฟุ้งเข้าไปในช่องว่าง (pores) ของแข็ง

๓) โมเลกุลจะถูกดูดติดที่ผิวของของแข็งนั้น

การฟุ้งกระจายในขั้นแรกนั้นเป็นแบบธรรมดาขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การถ่ายมวล (mass transfer coeficient) กับแรงขับ (driving force) ส่วนในขั้นที่สองเป็นการฟุ้งกระจายใน (internal diffusion)ซึ่งยุ่งยากและเกี่ยวพันกับความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องว่าง (mean pore diameter) และ mean free path ของโมเลกุลของก๊าซ

ตัวดูดซับ (potential adsorbents) อาจแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทได้แก่ (๑) ของแข็งที่ไม่มีขั้ว (nonpolar solids) การดูดซับจะเป็นแบบกายภาพเป็นส่วนใหญ่ (๒) ของแข็งที่มีขั้ว(polar solids) การดูดซับจะเป็นแบบเคมี แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลหรือผิวเกิดขึ้นและ (๓) ผิวดูดซับทางเคมี (chemical adsorbing surfaces) ซึ่งดูดโมเลกุลต่าง ๆ แล้วปล่อยออกหลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว ซึ่งอาจเป็นแบบมีตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic) คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผิวหรือเป็นแบบไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา (noncatalytic)คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผิวหรือเป็นแบบไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา (noncatalytic) ซึ่งต้องการการทดแทนของอะตอมที่อยู่ที่ผิว

ค. ทำให้เปลี่ยนแปลงทางเคมีของมลสาร เช่น การควบคุมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โดยมีหลักการพื้นฐานในการควบคุมก๊าซซัลเฟอร์ไดอ๊อกไซด์ที่ออกมาจากแหล่งสันดาปที่อยู่กับที่พอจะกล่าว ได้แก่ (๑) ใช้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณซัลเฟอร์น้อยกว่าแทนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกจากก๊าซที่ปล่อยออกมาหลังจากการสันดาป ดังรายละเอียดในตารางที่ ๒.๔ จากตัวอย่างดังกล่าวนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสารตัวอื่น ๆ ได้ เช่น NO_x๓ CO ฯลฯ

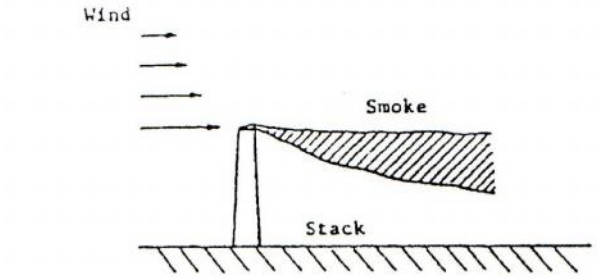
ตารางที่ ๒-๘ สรุปกระบวนการแยก SO_2

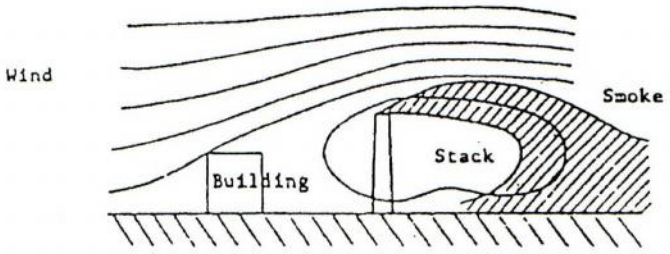
กระบวนการและผู้พัฒนา	รายละเอียด	ปฏิกิริยาเคมี
การดูดกลืนด้วยซัลไฟท์ (Wellman-Power Gas)	เป็นวิธีที่ใช้สารละลายสำหรับทำให้ SO_2 ที่เจือจางเข้มข้นขึ้นโดยทำให้เกิดไบซัลไฟท์ การตกผลึกและการฟื้นสภาพด้วยความร้อนไม่มีการรีดักชันหรือออกซิเดชันในขั้นทำให้ละลาย	SO_2 (di)+H_2O+Na SO_3 → $NaHSO_3$ SO_2 (conc)+H_2O+Na SO_3 ←
แมกนีเซียมออกไซด์ (chemico/basic)	เป็นกระบวนการทำให้เข้มข้นโดยใช้ MgO เป็นตัวเก็บตามด้วยการฟื้นคืนสภาพและการผลิตกระแส SO_2	200-300 °F 1400 °F SO_2 → Mg SO_3 → SO_2 เพิ่มสูง กระบวนการ MgO H_2SO_4 การฟื้นสภาพ การสัมผัส
เกลือที่ละลายได้ (atomics international)	ทำ SO_2 ที่เจือจางให้เข้มข้นโดยการดูดกลืนในเกลือที่ละลายได้ เช่น ซัลไฟท์ แล้วรีดิวซ์ให้เป็นซัลไฟท์และ H_2S ในสมการใช้ M เป็นสัญญลักษณ์แทนโลหะ	800 °F SO_2+M_2CO_3 → M_2SO_3+CO_2 H_2CO H_2S+M_2CO_3 <==> M_2S+ H_2O+CO_2 claus S + H_2O SO_2
แมงกานีสไดออกไซด์ (mitsubishi)	SO_2 จะถูกทำให้เข้มข้นและถูกออกซิไดซ์เป็นโลหะซัลเฟตตามด้วยการฟื้นสภาพ MnO_2 และการผลิตแอมโมเนียซัลเฟต	NH_2 OH SO_2 + MnO_4 → $(NH_2)_4SO_2$+ H_2O การฟื้นคืนสภาพ MnO_2 ←
หินปูน (TVA, Combustion Engineering Chemico , others)	ปฏิกิริยา SO_2 กับหินปูน พร้อมกันกับออกซิเดชันด้วยอากาศของซัลไฟท์ที่เกิดขึ้นเป็นซัลเฟต ให้ชี้โลหะที่ต้องทิ้งให้เหมาะสม ปฏิกิริยาอาจเกิดขึ้นในเตาหรือในเครื่องสัมผัสก๊าซที่ออกมา	SO_2 , SO_3 , อากาศ $CaCO_3$ → $CaSO_4$+CO_4
คาตาไลติก (Monsanto)	รับกระแสก๊าซ SO_2 ที่เจือจางที่ร้อนมากกว่า SO_2 ที่มีความเข้มข้นสูงสำหรับป้อนโรงงานทำกรด	900 °F H_2O อากาศ+SO_2 → SO_3 → H_2SO_4 V_2O_5

ตารางที่ ๒-๙ (ต่อ)

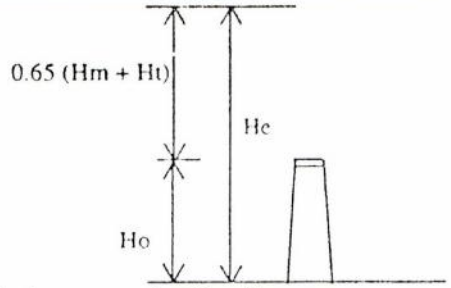
กระบวนการและผู้พัฒนา	รายละเอียด	ปฏิกิริยาเคมี
แอคทิเวตเต็ด คาร์บอน (Westvaco, Hitachi, Chemiebau, other)	วิธีทั้งหมดขึ้นอยู่กับกำลังการดูดซับของแอคทิเวตเต็ดคาร์บอนรูปต่างๆ โดยเริ่มแรกทำให้เข้มข้นแล้วเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ SO_2 เป็น SO_2 สำหรับการผลิตกรดหรือซัลเฟต ถังปฏิกรณ์ที่ใช้มีแบบฟลูอิไดส์ แบบอยู่กับที่และแบบสิกโพล	อากาศ, H_2SO_4 $SO_2 \longrightarrow H_2SO_4$ แอคทีฟคาร์บอน
การสัมผัสโดยแอมโมเนีย (showa Denko)	การดูดกลืนและทำให้เข้มข้นของ SO_2 และอากาศในสารละลายแอมโมเนียทำให้เกิดไบซัลไฟท์และไธโอซัลเฟต ซึ่งจากนั้นเกิดเป็นซัลเฟต น้ำ และซัลเฟอร์	อากาศ $SO_2 + NH_4OH \longrightarrow NH_4HSO_3 + (NH_4)_2S_2O_3$ $(NH_4)_2S_2O_4 + H_2O + S$

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2538) และสำนักงานรักษาความสะอาด (2538)





แผนภาพที่ ๒-๒๒ ปรากฏการณ์ของควันจากปล่องไฟเตาอินซิเนเตอร์ (incinerator)
ที่มา : Japan Internation Corperation Agency Text Book (๑๙๘๐) และสำนักงานรักษาความสะอาด (๒๕๓๘)



$q = K \times 10^{3} He^{2}$

q: SOx standard exhaust capacity (Nm^3/h)

K: government-prescribed values separately stipulated for each region (1.17~17.5)

He (effective height of stack): height of stack (m), corrected according to the following formulas

$He = Ho + 0.65 (Hm + Ht)$

$$Hm = \frac{0.795 \sqrt{Q \cdot V}}{1 + \frac{2.58}{V}}$$

$$Ht = 2.01 \times 10^{3} \cdot Q \cdot (T-288) \cdot \left(2.30 \log J + \frac{1}{J} - 1\right)$$

$$J = \frac{1}{\sqrt{Q \cdot V}} \left(1460 - 266 \times \frac{V}{T - 288}\right) + 1$$

Ho: actual height of stack (m)

Hm, Ht: inertia and height of heat rise (m)

Q: exhaust gas capacity at 15 degrees celsius (m^3/s)

V: velocity of exhaust gas (m/s)

T: temperature of exhaust gas (K)

" Commentary of Guideline for Structure of Waste Treatment Facilities", Japan Waste Management Association

HCL : 700 mg/Nm_3 (430 ppm)

NO_x : 250 ppm

Note : O + 12% is applied for ppm conversion

The following guidelines are presently in place for dust.

Continuous type incinerators : 20 mg/nm^3

Semi-continuous incinerators : 50 mg/nm^3

แผนภาพที่ ๒-๒๓ Sulfur Oxide K Value Regulation
ที่มา : สำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘)

๓) การควบคุมน้ำเสีย

น้ำเสียจากขยะมูลฝอย (leachate) มักมีมลสารปนเปื้อนอยู่เสมอมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ วิธีการควบคุมน้ำเสียอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งของ aerated-algae, aeration pond, activated sludge และการทำให้ตกตะกอน

๔) การควบคุมเถ้าและขยะมูลฝอยที่ไม่ไหม้ไฟ

เถ้าที่เกิดขึ้นมักจะมีการปนเปื้อนโลหะหนัก หรือสารเคมีที่เป็นพิษ ดังนั้นอาจต้องใช้กระบวนการทางเคมี ทำให้เกิดคงสภาพที่เป็นกลางทำให้เสถียร (stabilization) แล้วจึงนำไปฝังกลบหรือใช้ประโยชน์อื่น ส่วนขยะมูลฝอยที่ไม่ไหม้ไฟนั้น มักใช้ถมพื้นที่หรือฝังกลบ (ในกรณีที่มีการปนเปื้อนของสารพิษน้อย)

๕) การควบคุมความสูงของปล่องไฟ

ความสูงของปล่องไฟมีอิทธิพลต่อการเกิดอากาศเสียของพื้นที่ใต้ลม ทั้งได้รับฝุ่นและก๊าซพิษ ดังแสดงในภาพที่ ๒.๒๒ ก, ๒.๒๒ ข และ ๒.๒๓ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสิ่งก่อสร้างเหนือลมนั้นสร้างการตกตะกอนของก๊าซและฝุ่น ดังนั้นจึงต้องสร้างปล่องไฟให้สูงพอที่จะทำให้อากาศที่ได้รับนั้นเจือจาง สำหรับจะสูงเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของการเป็น open uniform site ของเตากำจัดขยะมูลฝอย

การจัดการขยะมูลฝอย

ปริมาณของขยะมูลฝอยมีความผันแปรโดยตรงต่อจำนวนประชากร เป็นเพราะว่าประชากรแต่ละคนจะเป็นผู้ผลิตขยะมูลฝอย จึงพบว่า การมีประชากรเพิ่มขึ้นเช่นในเมืองใหญ่ ๆ จะมีขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้น ถ้าการจัดการขยะมูลฝอยไม่ดีแล้วจะเกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมจากขยะขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการแก้ไขโดยอาศัยการจัดการที่ถูกต้อง การจัดการขยะมูลฝอยหมายถึง “การดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยที่เป็นของเสียและมลพิษให้เปลี่ยนรูปเป็นผลิตผลที่ไม่มีพิษและ/หรือใช้ประโยชน์ได้” ซึ่งมีหลักในการดำเนินการดังนี้

๑. กระบวนการกำจัดขยะมูลฝอย

กระบวนการกำจัดขยะมูลฝอย หมายถึง ขั้นตอนของการกำจัดขยะตั้งแต่การเกิดขยะจนถึงสุดท้ายคือ การนำผลิตผลจากการกำจัดขยะไปใช้ประโยชน์ ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

ก. การเกิดขยะมูลฝอย

การเกิดขยะเป็นปัจจัยสำคัญพื้นฐาน ซึ่งหมายถึง ทั้งปริมาณและคุณภาพของขยะมูลฝอยจะเป็นตัวชี้ถึงความยากง่ายในการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งมีกระบวนการเกิดและ/หรือปัจจัยในการเกิดขยะมูลฝอยดังนี้

๑) ประชากร

ประชากร คือ จำนวนคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่หนึ่งจะมีการเกิด การตาย และ การย้ายถิ่นตลอดเวลา แต่จำนวนประชากรเป็นฐานที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอย ดังนั้นการจัดการขยะมูลฝอย ผู้จัดการต้องสามารถพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคตเป็นช่วง ๆ เวลาได้ โดยทั่วไปใช้สูตร อัตราเพิ่มแบบเรขาคณิต (geomtric growth rate) คือ

$$Pn = Po\ (1+r)^n$$

เมื่อ Pn = จำนวนประชากรที่มีในช่วงเวลาที่คาดคะเน

Po = จำนวนประชากรที่มีอยู่ในเวลาที่ทำการศึกษา

n = จำนวนปีที่ทำการคาดคะเน

r = อัตราการเพิ่ม

บางกรณีมีการใช้อัตรายกกำลังของการเพิ่มประชากร (exponential rate of growth) โดยใช้สูตร

$$Pn = PO\ e^n$$

ในเมื่อ e คือค่าคงที่ฐาน logarithm

ในทางปฏิบัติแล้ว ประชากรคนหนึ่ง ๆ จะผลิตขยะแตกต่างกันไปตามฐานะทางเศรษฐกิจและสภาพสังคม ปกติแล้วเขตเทศบาลมีขยะมูลฝอยอยู่ระหว่าง ๐.๗๘๓ – ๑.๑๐๗ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน แต่ก็จะผันแปรไปตามสภาพของเมือง เช่น กรุงเทพมหานคร ประมาณ ๐.๘๐ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน มุกดาหาร ๐.๓๗ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน นครปฐม ๑.๓๐ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในขณะที่จังหวัดเพชรบุรีประมาณ ๑.๒๐ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เหล่านี้เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ กิจกรรมที่มีอยู่ ณ ที่นั้น อย่างไรก็ตามกรมควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม (๒๕๓๘) คาดคะเนว่าในปี พ.ศ. ๒๕๔๕ จะมีการเกิดขยะมูลฝอย ๐.๘๗ กิโลกรัมต่อวันต่อคน

การคาดคะเนประชากรในปีนั้น ๆ สามารถจะหาจำนวนหรือปริมาณขยะมูลฝอยได้ หมายถึงว่า จำนวนขยะมูลฝอยแต่ละวันสามารถทำการประเมินได้ ผลของการประเมินตามจำนวนประชากรจะนำไปสู่การวางแผนการจัดการ ควรอยู่ในรูปใด/วิธีใดที่เหมาะสมที่สุด ผู้จัดการกำจัดขยะมูลฝอยสามารถกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพส่วนการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยนั้น ให้ใช้สูตร

ปริมาณขยะมูลฝอยต่อวัน = จำนวนประชากรที่คาดคะเน x จำนวนขยะที่ใช้ต่อคนต่อวัน

๒) แหล่งเกิดขยะมูลฝอย

แหล่งเกิดขยะมูลฝอยแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันไป จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๘) พบว่า ขยะมูลฝอยจากอาคารบ้านเรือนอยู่ระหว่าง ๐.๒๐ – ๐.๔๐ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน แหล่งธุรกิจ ๐.๐๒ – ๒.๖ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ร้านอาหาร ๐.๒๐ – ๐.๖๑ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ตลาด ๐.๘๕-๔.๓๒ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โรงแรม/บังกะโล ๐.๒๐ – ๓.๑๐ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โรงพยาบาล ๐.๘๖-๔.๓๒ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน สถานศึกษา ๐.๑๒ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ศาสนสถาน ๐.๐๑ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน สถานที่ราชการ ๐.๐๑-๑๐.๑๐ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน สวนสาธารณะ ๐.๐๑๓ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน สถานเริงรมย์ ๐.๑๒๔ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน สถาบันการเงิน ๑.๐๑๓ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และห้างสรรพสินค้า ๐.๐๕๒ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน อย่างไรก็ตามยังมีแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยอีกหลายลักษณะที่มีปริมาณขยะมูลฝอยที่ผันแปรตลอดเวลาตามชนิด/ปริมาณและขนาดของอุตสาหกรรม อุทยานแห่งชาติ ชายหาด และแหล่งน้ำตก เป็นต้น

แหล่งกำเนิดขยะมีบทบาทสำคัญต่อชนิด ปริมาณ องค์ประกอบ และสมบัติในการเกิดมลพิษ ดังนั้นขยะมูลฝอยที่สารเคมีปนเปื้อนมากกว่าแหล่งอื่น ๆ คือแหล่งขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม ในขณะที่โรงพยาบาลสถานพยาบาลจะให้ขยะติดเชื้อ ส่วนชุมชนหรือเทศบาล/สุขาภิบาล จะให้ขยะแบบผสมผสานทุกชนิดรวมกัน มีตั้งแต่สารอินทรีย์จนถึงโลหะ/กากอุตสาหกรรม

๓) การเก็บขยะมูลฝอย

การเก็บขยะมูลฝอยในแต่ละแหล่งเก็บขยะ มักใช้ถังเก็บขยะที่มีขนาดรูปร่างและลักษณะภาชนะเก็บขยะที่แตกต่างกันไป บ่างแห่งนิยมใช้ถุงพลาสติกสีต่าง ๆ เก็บขยะมูลฝอย การเก็บขยะมูลฝอยแต่ละแหล่งจะถูกรวบรวมไว้ เพื่อการขนถ่ายออกจากแหล่งต่อไป ซึ่งมักจะใช้พื้นที่เก็บขยะมูลฝอย เป็นกองรวมขยะหลาย ๆ แหล่ง อาจเป็นของกลุ่มแม่บ้าน กลุ่มหมู่บ้าน หรือ กลุ่มห้างร้าน โรงพยาบาล หรือโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบัน ความรู้เรื่องขยะมูลฝอยดีขึ้นกว่าเก่ามาก จึงมีการใช้ภาชนะมีฝาปิด แล้วมีการฝังกลบใกล้ ๆ ที่พักอาศัย ส่วนในเขตเมืองหรือเขตเทศบาล/สุขาภิบาลจะใช้ที่รวมขยะมูลฝอยขนาดประมาณ ๒-๔ ลูกบาศก์เมตร สามารถขนถ่ายได้ง่าย อาจมีการเก็บแต่ละบ้าน/ห้างร้านใส่ถุงสีต่าง ๆ ที่มีการแยกขยะเปียก/แห้ง ขยะอินทรีย์/ของแข็ง ขยะติดเชื้อ ขยะอุตสาหกรรม หรือกากสารพิษ แล้วแยกกอง แยกขน และแยกกำจัด/ทำลาย ก็จะให้ประสิทธิภาพดีขึ้น

ข. การขนถ่ายขยะมูลฝอย

การขนส่งขยะมูลฝอย ภายหลังการรวบรวมขยะในแต่ละแหล่งกำเนิดขยะแล้ว จะมีการขนถ่ายจากแหล่งกำเนิดขยะไปสู่สถานีย่อย/ที่เก็บขยะมูลฝอยสาขา หรืออาจนำไปยัง

รถ/ยานพาหนะขนถ่ายโดยตรง จากสถานีย่อยหรือแหล่งขยะโดยตรง จะมีการขนถ่ายเข้าสู่กองเก็บขยะ/พื้นที่กำจัดขยะ การขนถ่ายนั้นต้องกำหนดเวลาชนิด/ขนาดยานพาหนะอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมืองขนาดใหญ่ซึ่งมีปัญหาการจราจร การขนถ่ายต้องไม่สร้างปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ยังต้องมีการเก็บขยะมูลฝอยอย่างมิดชิด ต้องไม่ให้เกิดปัญหากลิ่นและการตกหล่น หรือน้ำขยะ (leachate) รั่วไหลลงถนน อนึ่งการขนถ่ายขยะมูลฝอยจากแหล่งเกิดขยะมูลฝอย ต้องทำทุกวันหรือไม่ทิ้งให้นานเกินไป เพราะอาจมีการเน่าเปื่อยแล้วส่งกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารำคาญ

ค. พื้นที่ทิ้งขยะ

พื้นที่ทิ้งขยะหรือกองขยะรวมของเมือง/ชุมชนนั้นที่เตรียมไว้ โดยปกติพื้นที่แห่งนี้มีขนาดใหญ่ห่างไกลจากชุมชน มีการป้องกันการรั่วซึมของน้ำขยะสู่น้ำผิวดิน/น้ำใต้ดินบริเวณข้างเคียง และไม่ส่งกลิ่นต่อชุมชน

ง. เทคโนโลยีการกำจัด

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยนั้น ผู้จัดการต้องมีความรู้และความเข้าใจในแต่ละประเภทของเทคโนโลยีอย่างดี ซึ่งประกอบด้วย

๑) การกองแล้วเผา เป็นวิธีที่นิยมกำจัดในชนบทหรือบริเวณขนาดใหญ่ มีพื้นที่ที่สามารถใช้กองขยะของตัวเอง อาจเผาไปพร้อม ๆ กันก็ได้ อย่างไรก็ตาม ขยะมูลฝอยที่กองไว้ก็สามารถเกิดความร้อนจากกระบวนการเคมีชีววิทยาที่มีการย่อยสลายของขยะมูลฝอย ไฟมักเกิดขึ้นตลอดเวลา จึงต้องมีการระมัดระวังไฟหรือเปลวไฟ

๒) การฝังกลบ หมายถึง การนำขยะมูลฝอยมาฝัง ซึ่งอาจจะเป็นการฝังกลบในหลุมขนาดเล็กภายในบริเวณบ้าน การนำขยะไปถมที่ การฝังกลบตามแบบสุขาภิบาลและการทำปุ๋ยหมัก ทั้งนี้ผู้จัดการต้องเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด โดยต้องทำการวิเคราะห์หาวิธีการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ อนึ่งการฝังกลบของกากสารพิษ ต้องแน่ใจว่า ได้มีการใช้เทคโนโลยีบรรจุกากสารพิษ ก่อนทำเป็นกลาง stabilization แล้วหุ้มด้วยคอนกรีตของหนาแน่น จึงนำไป ฝังกลบในหลุมที่เตรียมไว้ที่มีการอัดแน่นภายในหลุมและปูด้วยแผ่นยางกันซึมน้ำ สำหรับขยะ ติดเชื้อนั้นไม่ควรฝังกลบแต่ควรนำไปเผาด้วยอุณหภูมิสูงมากเพื่อฆ่าเชื้อโรค

๓) การเผา การเผาขยะมูลฝอย อาจดำเนินการสำหรับขยะมูลฝอยในบ้านเรือน จนถึงมวลขยะมูลฝอยปริมาณมาก ๆ ขยะติดเชื้อ และสารเคมี/กากสารพิษ ผู้จัดการต้องทำการเลือกวิธีการเผาให้เหมาะสมกับชนิด/สมบัติของขยะมูลฝอยดังได้อธิบายไว้แต่ต้นแล้ว ที่สำคัญยิ่งก็คือการเผาขยะทุกชนิด/ประเภท ต้องระมัดระวังมลพิษที่เกิดขึ้นทั้งก๊าซพิษ และฝุ่น/ขี้เถ้า ยิ่งไปกว่านี้การเผาขยะมูลฝอย จะมีขี้เถ้าเกิดขึ้นเสมอ ทั้งขี้เถ้าหนัก (bottom ash) และขี้เถ้าลอย (fly ash) สามารถนำไปถมที่หรือทำกิจกรรมอื่นๆ ทั้งนี้ต้องระวังสารพิษปนเปื้อนในขี้เถ้าด้วย

๔) การทำรีไซเคิล (recycle) ก็คือ การนำขยะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการ/เทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ เช่น การเลือกขยะก่อนนำไปกำจัดเอามาใช้ประโยชน์ เช่น กระดาษ พลาสติก โลหะ หรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ ในทำนองเดียวกันอาจนำขี้เถ้ามาใช้ประโยชน์ก็ได้

จ. ผลิตผล

ผลิตผล (product) ของการกำจัดขยะมูลฝอยที่สำคัญ ๆ อาจเป็นปุ๋ยหมักของวัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ก๊าซชีวภาพ ก๊าซพิษ ความร้อน และขี้เถ้า เหล่านี้ ล้วนมีการปนเปื้อนสารพิษไม่มากก็น้อย ขึ้นอยู่กับชนิด/ประเภทของขยะมูลฝอย รวมไปถึงแหล่งที่เกิดขยะมูลฝอยนั้นด้วย นักจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องขจัดปัญหาเหล่านี้ให้หมดไป หรือลดลงเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ที่มีคุณภาพต่อไป

ฉ. การใช้ประโยชน์ของผลิตผล

การนำผลิตผลที่ได้จากกระบวนการกำจัดขยะมูลฝอย ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น นอกเหนือจากวัสดุที่รีไซเคิลแล้ว ยังอาจได้ก๊าซชีวภาพมาใช้ในการหุงต้ม ความร้อนในการผลิตกระแสไฟฟ้า และขี้เถ้าสำหรับการถมที่ดิน เหล่านี้ต้องมีการวางแผนการใช้อย่างระมัดระวัง ต้องบำบัด/กำจัด/ลดสารพิษก่อนนำไปใช้

๒. การกำจัด/บำบัดมลพิษ

นักวิชาการจัดการขยะมูลฝอยต้องตระหนักเสมอว่า ขยะมูลฝอยที่นำมากำจัดนั้น มีการปนเปื้อนของมลสารและเชื้อโรคปนเปื้อนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การหาทางกำจัด/บำบัดจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาขยะมูลฝอย จะก่อให้เกิดสารพิษ รวมทั้ง โรค น้ำเสีย หมอก ควัน ฝุ่น และขี้เถ้า จำเป็นต้องหาทางขจัด/บำบัดอย่างถูกวิธีด้วย มิฉะนั้นแล้วขยะมูลฝอยจะเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคและสารพิษ ตั้งแต่กำเนิดจนถึงกำจัด/บำบัด อนึ่ง ปุ๋ยหมักมักมีสารพิษ รวมทั้งมีพยาธิและโรคระบาดหลากหลายชนิด ต้องกำจัด/บำบัดก่อนนำไปใช้

๓. กลิ่นเหม็นจากขยะมูลฝอย

กลิ่นเหม็นจากขยะมูลฝอย สร้างความรำคาญกับผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง นับแต่การทิ้งขยะลงในภาชนะเก็บขยะ กองขยะ รถบรรทุกขยะ และการเผาขยะ ซึ่งสารเคมีที่ส่งกลิ่นนั้น สำนักรักษาความสะอาด (๒๕๓๘) ได้รวบรวมเอาไว้ ประกอบด้วย ammonia (๑.๕ ppm) methyl mercaptan (๐.๐๒-๐.๒๐ ppm) hydrogen sulfide (๐.๐๒-๐.๐๓ ppm) methyl sulphide (๐.๐๑-๐.๒๐ ppm) trimethylamine (๐.๐๕-๐.๐๗ ppm) methyl disulphide (๐.๐๐๙-๐.๐๑๐๐ ppm) acetaldehyde (๐.๐๕-๐.๕๐ ppm) และ styrene (๐.๔๐-๒.๐๐ ppm) การกำจัดกลิ่นเหล่านี้ รวมกัน

หรือแต่ละชนิด จะต้องใช้วิธีการทางเคมีหรือกำจัดโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์เพื่อเร่งให้มีอัตราความเน่าเปื่อย/สลายตัวของขยะมูลฝอยเร็วขึ้น จะทำให้กลิ่นลดลงได้

๔. การออกแบบการกำจัดขยะมูลฝอย

การออกแบบการกำจัดขยะมูลฝอยนั้น เป็นเรื่องที่สำคัญที่ผู้จัดการจะต้องตระหนัก เสมอเพราะการออกแบบนั้นสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการจัดการ รวมไปถึงการใช้เทคนิคในการกำจัดขยะด้วย มีข้อที่ต้องพิจารณาการออกแบบดังนี้

ก. การเลือกพื้นที่

๑) การเลือกพื้นที่นั้นต้องห่างชุมชนอย่างน้อย ๑๕ กิโลเมตร มีดินลึกมากกว่า ๓๐ ฟุต ห่างจากบ่อน้ำลึกไม่น้อยกว่า ๕๐๐ ฟุต (๑๕๐ เมตร) ห่างจากแหล่งน้ำพุ ไม่เป็นดินปนทรายและไม่เป็นชั้นหิน ไม่เป็นที่น้ำท่วม อีกทั้งต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อ ชุมชนทั้งจากพื้นที่กำจัดและการขนส่งขยะจากแหล่งเกิดขยะ/ชุมชน โดยต้องมีการควบคุมไม่ให้มี การตกหล่นของขยะมูลฝอยและการไหลออกจากน้ำเสีย (leadhate) รวมทั้งต้องไม่สร้างปัญหาการจราจรหรือระบบขนส่ง

๒) ขนาดพื้นที่ที่จะใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอย ต้องเหมาะสมกับเทคนิค/เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ ถ้าเป็นไปได้ต้องพิจารณาพื้นที่ให้ใหญ่ที่สุด มีการคาดคะเนว่า พื้นที่นั้น ๆ จะใช้ดำเนินการได้นานเท่าไรปีใดเริ่มใช้ ภายใต้สูตรของการฝังกลบเป็นพื้นฐานคือ

$$A = \left(\frac{PG}{CD}\right) + \left(\frac{X}{๑๐๐}\right)^{(y)}$$

ในเมื่อ A = พื้นที่ที่ต้องการฝังกลบ (ตารางเมตร)

P = จำนวนประชากร (คน)

G = อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กิโลกรัมต่อคนต่อปี)

C = การบดอัดขยะมูลฝอย (กิโลกรัมต่อคนต่อปี)

D = ความลึกทั้งหมดของการฝังกลบ (เมตร)

X = อัตราการเพิ่มพูนขยะมูลฝอย (%)

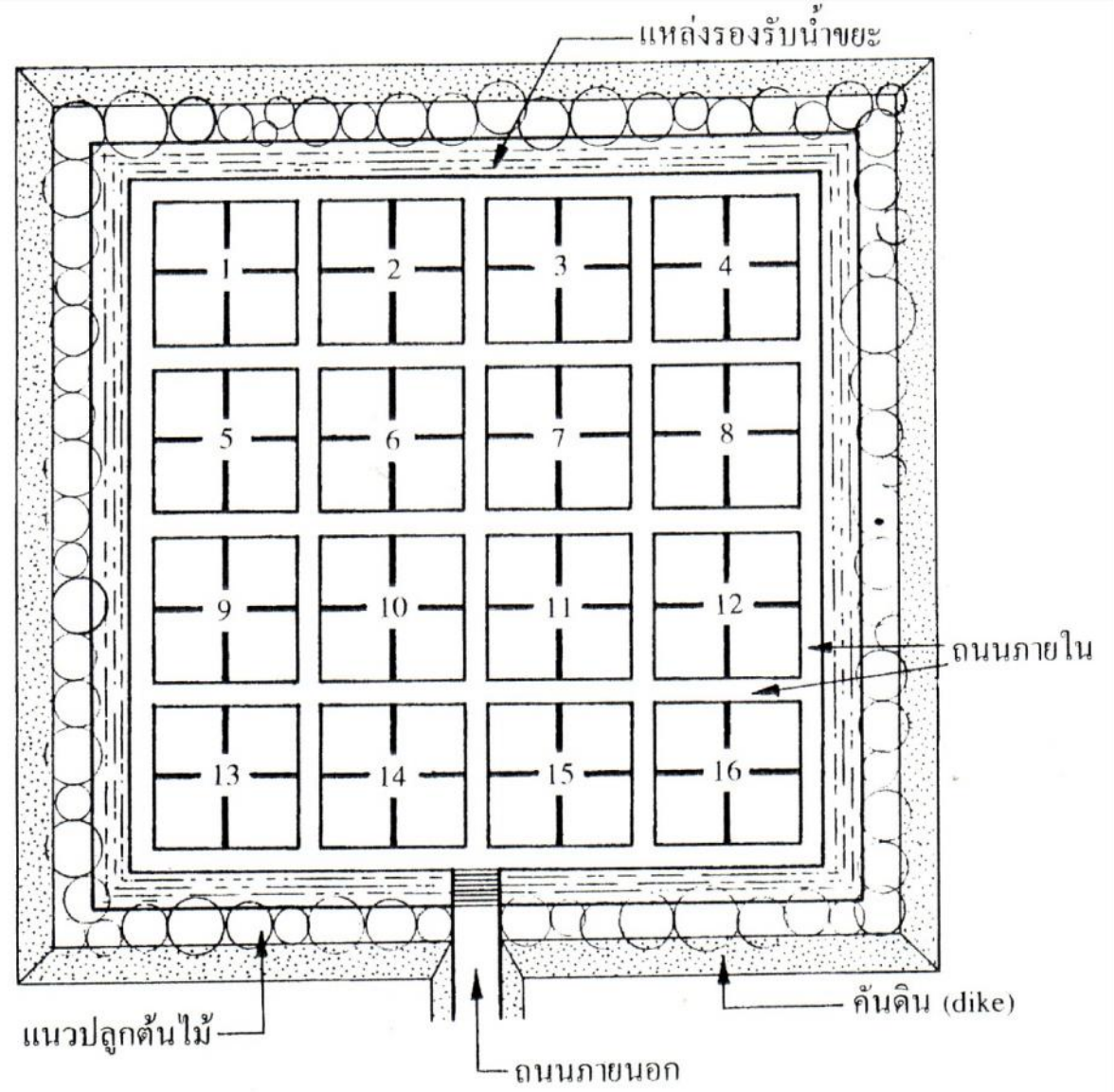
y = จำนวนเวลาที่กำหนดไว้ในอนาคต (ปี)

โดยทั่วไปจะใช้ค่า C = ๕๐๐ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเวลาที่ใช้นั้นนิยมคือ ๑๐ ปี ซึ่งจะได้พื้นที่ A ตามที่ต้องการ

๓) ออกแบบให้มีกรอบแปลงใหญ่สูงลักษณะถนนที่ดิน

คันดิน (dike) กั้นน้ำขยะมูลฝอย โดยต้องสร้างให้รอบ ๆ พื้นที่ A คำนวณได้ ซึ่งการดำเนินการนั้นต้องมีการบดอัดเหมือนทำถนน ต่อจากนั้นทำการแบ่งเขตภายในให้เป็นลักษณะพื้นที่ขนาดเล็ก ส่วนมากจะใช้ขนาดพื้นที่ที่สามารถรองรับขยะมูลฝอยได้ประมาณหนึ่งอาทิตย์ รวมเป็นหนึ่งเดือนต่อแปลง ดังแสดงในภาพที่ ๙.๒๔ ในตัวอย่างนี้ประกอบด้วยแปลงฝังกลบ ๑๖ แปลง (ความจริงควรจะทำให้เป็น ๖๔ แปลง) ซึ่งต้องมีการขุดดิน แล้วกองดินในแปลงข้างเคียงเมื่ออัดขยะมูลฝอยแล้วก็ถมดินที่กองไว้ จะทำให้การย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นอาจต้องทำการฝังท่อให้ก๊าซที่เกิดขึ้น แผ่ออกไปสู่บรรยากาศได้สะดวกหรือถ้าต้องการให้เกิดการย่อยสลายเร็วขึ้นควรจะใช้จุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยสลายผสมเข้าไปด้วย แต่ควรจะทำการเลือกขยะมูลฝอยก่อนการนำไปถม ซึ่งอาจต้องมีการรณรงค์ให้มีการเลือกขยะจากแหล่งเกิดขยะมูลฝอยโดยเฉพาะจากบ้านเรือน/อาคาร รวมทั้งศูนย์การค้าหรือแหล่งอุตสาหกรรม อนึ่งการออกแบบแต่ละเทคโนโลยีนั้นแตกต่างกันไม่ว่าจะใช้พื้นที่เพื่อฝังกลบ ทำปุ๋ยหมักเตาเผาธรรมดา เตาเผาของกรมอนามัยเตาเผาอินซินเนอเรเตอร์ (incinerator) การเผากากสารพิษและเตาเผาขยะ ติดเชื้อ ล้วนเป็นการออกแบบเฉพาะทั้งสิ้น แต่ที่ต้องระมัดระวังเหมือนกันก็คือ การไม่สร้างผลกระทบต่อชุมชนทั้งกลิ่น แพร่เชื้อโรค มลพิษทางสายตา การจราจร ฯลฯ

เป็นที่น่าสังเกตจากการกำจัดขยะมูลฝอยที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะเห็นได้ว่าการกำจัดขยะมูลฝอยนั้น ต้องเริ่มตั้งแต่การทิ้งขยะมูลฝอยลงภาชนะทิ้งขยะ คือ อาจต้องเลือกก่อนทิ้งเพื่อนำไปรีไซเคิล การขนถ่ายจากแหล่งเกิดจนถึงกองขยะก็ต้องไม่ให้มีกลิ่นหรือการรั่วไหลตกหล่นควรกำจัดขจัดปัญหาจากอากาศเสีย และแม้แต่ผลผลิตที่ได้จากขบวนการกำจัดขยะก็ต้องนำไปใช้ด้วยความระมัดระวังและต้องบำบัด/กำจัดสารพิษก่อนเอาไปใช้ อย่างไรก็ตาม การกำจัดขยะมูลฝอยนั้นเป็นงานแบบผสมผสาน ตั้งแต่ให้ความรู้ต่อสังคมให้มีการแยกขยะ ทิ้งขยะให้เป็นที่และวิธีกำจัดจนถึงการสร้างเทคโนโลยีที่เหมาะสม หาพื้นที่กำจัดที่ทุกคนยอมรับ และการออกแบบแหล่งกำจัดขยะมูลฝอย เหล่านี้ นักวิชาการจัดการขยะมูลฝอยต้องวางแผนอย่างรัดกุมและรอบคอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องเลือกเทคโนโลยีที่จะใช้ ทำปุ๋ยหมักหรือฝังกลบ เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วจะได้เปรียบเสียเปรียบต่างกัน ดังรายงานผลของกรมควบคุมมลพิษ (๒๕๓๘ ก) ในตารางที่ ๒-๑๐ และ ๒-๑๑



แผนภาพที่ ๒-๒๔ ลักษณะการวางพื้นที่การฝังกลบมูลฝอยที่แบ่งเป็นแปลงย่อย (๑๖ แปลง) แต่ละแปลงสามารถรองรับมูลฝอยได้หนึ่งเดือน (แบ่งแปลงย่อยเป็นแปลงเล็ก ๔ แปลง)

ตารางที่ ๒-๑๐ สรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผาการหมักทำปุ๋ยและการฝังกลบ

ข้อพิจารณา	วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย		
	การเผา	การหมักปุ๋ย	การฝังกลบ
1. ด้านเทคนิค			
1.1 ความยากง่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง	- ใช้เทคโนโลยีค่อนข้างสูงการเดินเครื่องค่อนข้างยุ่งยาก - เจ้าหน้าที่ควบคุมต้องมีความรู้ความชำนาญสูง	- ใช้เทคโนโลยีสูงพอสมควร - เจ้าหน้าที่ควบคุมมีระดับความรู้พอควร	- ใช้เทคโนโลยีไม่สูงนัก - เจ้าหน้าที่ควบคุมมีระดับความรู้ธรรมดา
1.2 ประสิทธิภาพในการกำจัด - ปริมาณมูลฝอยที่กำจัดได้	- ลดปริมาตรได้ 80-90 % ส่วนที่เหลือต้องนำไปกำจัดโดยการฝังกลบ	- ลดปริมาตรได้ 30-35 % ส่วนที่เหลือต้องกำจัดต่อโดยการเผา/ฝังกลบ	- สามารถกำจัดได้ 100 %
	- กำจัดได้ 100 %	- กำจัดได้ 70 %	- กำจัดได้เพียงเล็กน้อย
- ความสามารถในการฆ่าเชื้อโรค	- ต่ำ	- ต่ำ	- สูง
1.3 ความยืดหยุ่นของระบบ			
1.4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	- ไม่มี	- มีความเป็นไปได้	- มีความเป็นไปได้สูง
- น้ำผิวดิน	- ไม่มี	- มีความเป็นไปได้	- มีความเป็นไปได้สูง
- น้ำใต้ดิน	- มี	- ไม่มี	- ไม่มี
- อากาศ	- ไม่มี	- อาจมีปัญหากลิ่น และแมลง	- มี
- ปัญหากลิ่น แมลง			
ศักยภาพนำโรคคุณสมบัติของมูลฝอย	- เป็นสารที่เผาไหม้ได้มีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 4,500 kJ/kg และความชื้นไม่มากกว่า 40 %	- เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้มีความชื้น 50-70 %	- รับมูลฝอยได้เกือบทุกประเภท (ยกเว้นมูลฝอยติดเชื้อ หรือสารพิษ)
1.6 ขนาดที่ดิน	- ใช้เนื้อที่น้อย	- ใช้เนื้อที่ปานกลาง	- ใช้เนื้อที่มาก
2. ด้านเศรษฐกิจ			
2.1 เงินลงทุนในการก่อสร้าง	- สูงมาก	- ค่อนข้างสูง	- ค่อนข้างต่ำ
2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง	- สูง	- ค่อนข้างสูง	- ต่ำ
2.3 ผลพลอยได้จากการกำจัด	- ได้พลังงานความร้อนจากการเผา	- ปุ๋ยอินทรีย์จากการหมักและพวกโลหะที่แยกก่อนหมัก	- ปรับพื้นที่เป็นสวนสาธารณะ - ได้ก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิง

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2536 ก)

ตารางที่ ๒-๑๑ สรุปเงินลงทุนและค่าดำเนินการของวิธีกำจัดขยะมูลฝอย

วิธีกำจัด	ปริมาณมูลฝอยเฉลี่ย (ตัน/วัน)	รูปแบบที่เสนอ	พื้นที่ใช้งาน (ไร่)	เงินลงทุน (ล้านบาท)	ค่าดำเนินการ (ล้านบาท/ปี)
1. หมักปุ๋ย	15	windrow	10(5)	40	2
	50	drum	30(20)	80	6
	150	drum	50(50)	320	25
2. เตาเผา	5	pyrolysis	1(4)	25	2.5
	100	fluidzed bed	10(30)	500	15
	300	stoker-fired	20(100)	1,200	36
3. ฝังกลบ	10-50	trench+area	15-65	23-40	0.3-1.6
	51-100	trench+area	70-125	42-50	1.6-2.4
	101-300	trench+area	130-375	52-81	2.4-5.6

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2536 ก)

บทที่ 3

สถานการณ์ขยะมูลฝอยภายในกองทัพภาคที่ 2

ประเภทและปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยภายในกองทัพภาคที่ 2

Table 4-1. Types and quantities of solid waste in Suranaree Military Camp.

Characteristic	Quantity (Kg/day)											Percent (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average	
Organic waste												
1. Food waste	404.60	786.60	149.60	216.00	108.60	396.80	578.40	118.80	187.20	437.40	338.40	**7.30**
2. Paper	314.15	695.98	55.08	88.40	36.21	262.60	454.92	42.33	86.45	341.19	237.73	**5.13**
3. Cardboard	54.75	122.82	9.72	15.60	6.39	46.20	80.28	7.47	15.25	60.21	41.87	**0.90**
4. Plastic	365.50	663.74	81.22	136.30	45.00	291.80	640.80	60.35	132.83	406.08	282.36	**6.09**
5. Textiles	309.40	650.90	54.40	85.00	40.20	281.60	468.00	42.60	81.90	277.20	229.12	**4.94**
6. Rubber	21.93	42.36	5.18	8.70	6.00	18.60	40.80	3.85	8.47	25.92	18.18	**0.39**
7. Leather	165.58	295.78	36.96	21.60	10.86	39.68	57.84	11.88	18.72	43.74	70.26	**1.52**
8. Yard waste	1490.22	2662.02	332.64	194.40	97.74	357.12	520.56	106.92	168.48	393.66	632.38	**13.64**
9. Wood	1149.20	3374.10	338.40	483.00	192.60	1107.20	1737.60	194.40	452.70	1261.80	1029.10	**22.21**
Total organic waste	**4275.33**	**9294.30**	**1063.20**	**1249.00**	**543.60**	**2801.60**	**4579.20**	**588.60**	**1152.00**	**3247.20**	**2879.40**	**62.13**
Inorganic waste												
1. Glass	1485.80	3132.60	251.20	482.00	129.30	833.60	2167.20	132.60	441.90	1625.40	1068.16	**23.05**
2. Tin can	227.29	377.01	78.96	109.90	51.87	205.52	341.04	53.13	95.45	252.63	179.28	**3.87**
3. Aluminum	97.41	290.15	33.84	47.10	22.23	88.08	146.16	22.77	40.91	108.27	89.69	**1.94**
4. Other Metal	324.70	967.15	112.80	157.00	74.10	293.60	487.20	75.90	136.35	360.90	298.97	**6.45**
5. Dust, ashes, etc.	146.20	246.10	30.40	46.00	6.00	169.60	278.40	25.20	53.10	189.00	119.00	**2.57**
Total inorganic waste	**2281.40**	**5013.01**	**507.20**	**842.00**	**283.50**	**1590.40**	**3420.00**	**309.60**	**767.71**	**2536.20**	**1755.10**	**37.87**
Total	**6556.73**	**14307.31**	**1570.40**	**2091.00**	**827.10**	**4392.00**	**7999.20**	**898.20**	**1919.71**	**5783.40**	**4634.51**	**100.00**

การดำเนินการในห้วงที่ผ่านมา

การจัดการต่อปัญหาสามารถกระทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะมูลฝอย และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ร้อยละ 95 ของประเทศทั่วโลกได้ใช้วิธีกำจัดโดยการเทกองบนพื้นให้ย่อยสลายตามธรรมชาติและการเผากลางแจ้ง (open dumping and burning) ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ(กรมควบคุมมลพิษ, 2536) เป็นเหตุให้เกิดผลกระทบต่อสภาพดิน น้ำ อากาศ รวมทั้งคุณภาพชีวิตมนุษย์ ถึงแม้ว่าชุมชนพยายามสรรหาเทคโนโลยีในการกำจัด เช่น การฝังกลบ (Sanitary Landfills) หรือการใช้เตาเผา (Incineration) ก็ตาม แต่ก็ต้องประสบกับปัญหาที่ดินมีราคาแพงขึ้นหรือพื้นที่ในการดำเนินการไม่เพียงพอ รวมทั้งปัญหาการต่อต้านจากชุมชนใกล้เคียง

เนื่องจากการขยายตัวของชุมชน หากใช้วิธีกำจัดขยะที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม ย่อมก่อให้เกิดปัญหาตามมา เช่น น้ำเสียจากกองขยะ (*Leachate*) มีความสกปรกสูง มีสภาพเป็นกรด มีเชื้อโรค หากน้ำจากขยะรั่ว ไหลปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม เป็นผลให้เกิดอันตรายและเกิดมลพิษในบริเวณที่ปนเปื้อน ดังในแหล่งทิ้งขยะของเทศบาลต่าง ๆ ที่เอาขยะไปเทกองไว้เป็นภูเขาขยะ น้ำจากขยะจะไหลซึมออกทางบริเวณข้างกอง ส่วนหนึ่งก็ซึมลงสู่ใต้ดิน ในที่สุดก็ไปปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินเกิดปัญหาต่อสุขภาพอนามัยของชาวบ้านที่บริโภคน้ำ ถ้าน้ำจากกองขยะไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียง ก็จะทำให้น้ำในแหล่งน้ำนั้นเน่าเสีย ถ้าปนเปื้อนมากถึงขนาดก็จะทำให้สัตว์น้ำต่าง ๆ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา กบ เขียด พืชน้ำ ตายได้ เพราะขาดออกซิเจน และขาดแสงแดดที่จะส่งผ่านน้ำเนื่องจากน้ำมีสีดำ หากน้ำขยะมีการปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคของ ชุมชนก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมากขึ้น ขยะมูลฝอยที่ทำให้เกิดมลพิษในอากาศ กองขยะมูลฝอยขนาดมหึมาของเทศบาล จะเกิดการหมัก โดยจุลินทรีย์ในกองขยะจะเกิดก๊าซต่าง ๆ เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม หากไม่มีการกำจัดก๊าซเหล่านี้อย่างเหมาะสม ก๊าซที่เกิดขึ้นได้แก่ มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) เป็นต้น และยังมีฝุ่นละอองจากกองขยะก่อให้เกิดปัญหากับระบบทางเดินหายใจ โรคผิวหนัง แก่ประชาชนที่อยู่ในบริเวณ ใกล้เคียง

การดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยของกองทัพภาคที่ 2 ที่ผ่านมา ใช้วิธีเทกองกับพื้นเพื่อดำเนินการคัดแยก และหลังจากนั้นจะใช้วิธีฝังกลบขยะที่เหลือทิ้ง ซึ่งเป็นการดำเนินการที่ไม่ถูกวิธีทำให้เริ่มเกิดสภาพปัญหาดังกล่าว

แผนภาพที่ 3-1 สภาพบริเวณหลุมขยะภายในค่ายสุรนารี

การจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารีในปัจจุบัน

การจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี ปัจจุบันใช้วิธีการฝังกลบเพียงอย่างเดียวซึ่งยังไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. กำลังพลและครอบครัว จัดหาถุงพลาสติกสีดำในขนาดที่พกเหมาะต่อการใช้งานสำหรับครอบครัวของตนเอง เก็บรวบรวมขยะที่เกิดขึ้นจากกำลังพลและครอบครัวของตนเอง แบ่งแยกออกเป็นขยะเปียกขยะแห้ง บรรจุลงในถุงพลาสติกสีดำที่ได้จัดเตรียมไว้ เมื่อมีปริมาณขยะมากพอสมควร ให้ผูกมัดปากถุงพลาสติกสีดำให้เรียบร้อยก่อนนำไปทิ้งลงในถังขยะส่วนรวมของหน่วยที่จัดเตรียมไว้ การนำถุงพลาสติกสีดำที่มีขยะอยู่ไปทิ้ง จะต้องพิจารณาก่อนการทิ้งว่าสามารถทิ้งได้หรือไม่ หากไม่สามารถทิ้งได้ เนื่องจากถังขยะส่วนรวมเต็มจะต้องนำถุงพลาสติกสีดำที่บรรจุขยะไว้เรียบร้อยแล้วไปเก็บไว้ในบ้านพักของตนเอง และไม่นำไปทิ้งไว้นอกถังขยะเป็นส่วนรวมเป็นอันขาดขยะแห้งที่สามารถแยกนำไปจำหน่ายได้ให้กำลังพลดำเนินการ แยกนำไปจำหน่ายอย่างต่อเนื่องและเป็นรูปธรรม

2. หน่วยใช้ประโยชน์ จัดยานพาหนะและกำลังพล ดำเนินการจัดเก็บถุงขยะสีดำตามสถานที่ที่หน่วยรับผิดชอบ เพื่อนำไปทิ้งลงในบ่อขยะของ มทบ.21 โดยดำเนินการจัดเก็บขยะเปียก/ขยะแห้ง ไปทิ้งเฉพาะในวันเวลาที่กำหนดไว้

3. หน่วยรับผิดชอบในการขุด การไถกลบขยะ ให้ ช.2 จัดเตรียมบ่อขยะตามขนาดที่กำหนด เพื่อรองรับการใช้งานของหน่วยใช้ประโยชน์จากบ่อขยะ โดยดำเนินการไถกลบบริเวณพื้นที่บ่อขยะเป็นประจำในทุกวันศุกร์ รวมทั้งสรุปการปฏิบัติงานในการขุด การไถกลบขยะบริเวณบ่อขยะและอื่นๆให้ มทบ.21 ทราบประจำทุกเดือน

4. หน่วยรับผิดชอบในการกำจัดแมลงพาหะนำโรค จัดเตรียมสารเคมีสำหรับใช้พ่นกำจัดแมลงพาหะนำโรค เป็นประจำทุกวันพุธ โดยเฝ้าระวังการแพร่เชื้อโรคที่อาจจะเกิดขึ้นจากพาหะนำโรคทุกประเภท และสรุปการปฏิบัติให้ มทบ.21 ทราบ

5. หน่วยรับผิดชอบบ่อขยะ จัดตั้งคณะทำงานเพื่อควบคุม กำกับดูแลอำนวยการปฏิบัติและดำเนินการปฏิบัติการบริหารการจัดระเบียบบ่อขยะ โดยจัดเจ้าหน้าที่ประจำบ่อขยะจำนวน 3 นาย เพื่อควบคุมและประสานการปฏิบัติของหน่วยใช้ประโยชน์ ให้เกิดความเรียบร้อย รวมทั้งจัดเจ้าหน้าที่ออกตรวจความเรียบร้อยและจดบันทึกและสรุปผลการปฏิบัติให้ ทภ.2 ทราบ.

ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

ขยะมูลฝอยก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์หลายประการดังต่อไปนี้ คือ

1. เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลง และพาหะของโรค

ขยะ เศษวัสดุ ของเสีย มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกขณะ เนื่องจากการขยายตัวของเมืองการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกสบาย การอยู่อาศัยอย่างหนาแน่น หากใช้วิธีกำจัดที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม ย่อมก่อให้เกิดปัญหาตามมา เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับขยะมูลฝอยมีโอกาสที่จะขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนมากยิ่งขึ้นได้ เพราะขยะมูลฝอยมีทั้งความชื้นและสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร ขยะพวกอินทรีย์สารที่ทิ้งค้างไว้ จะเกิดการเน่าเปื่อยกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน นอกจากนั้นพวกขยะที่ปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ จะเป็นที่อยู่อาศัยของหนู โดยหนูจะเข้ามาทำรังขยายพันธุ์ เพราะมีทั้งอาหารและที่หลบซ่อน ดังนั้นขยะที่ขาดการเก็บรวบรวม และการกำจัด จึงทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญของเชื้อโรค แมลงวัน หนู แมลงสาบ ซึ่งเป็นหาหะนำโรคมาสู่คน

2. เป็นบ่อเกิดของโรค

เนื่องจากการเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะมูลฝอยไม่ดี หรือปล่อยปละละเลยทำให้มีขยะมูลฝอยเหลือทิ้งค้างไว้ในชุมชน จะเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น ตับอักเสบ เชื้อไทฟอยด์ เชื้อโรคเอดส์ ฯลฯ เป็นแหล่งกำเนิดและอาหารของสัตว์ต่าง ๆ ที่เป็นพาหะนำโรคมาสู่คน เช่น แมลงวัน แมลงสาบ และหนู เป็นต้น

3. ก่อให้เกิดความรำคาญ

ขยะมูลฝอย การเก็บรวบรวมได้ไม่หมดก็จะเกิดเป็นกลิ่นรบกวน กระจายอยู่ทั่วไปในชุมชน นอกจากนั้นฝุ่นละอองที่เกิดจากการเก็บรวบรวมการขนถ่าย และการกำจัดขยะก็ยังคงเป็นเหตุรำคาญที่มักจะได้รับการร้องเรียนจากประชาชนในชุมชนอยู่เสมอ อีกทั้งอุดจาดตาน่าขยะแขยง

4. ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ขยะมูลฝอยเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษของน้ำ มลพิษของดิน และมลพิษของอากาศ เนื่องจากขยะส่วนที่ขาดการเก็บรวบรวม หรือไม่นำมากำจัดให้ถูกวิธี ปล่อยทิ้งค้างไว้ในพื้นที่ของชุมชน เมื่อมีฝนตกลงมาจะไหลชะนำความสกปรก เชื้อโรค สารพิษจากขยะไหลลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำเกิดเน่าเสียได้ และนอกจากนี้ขยะมูลฝอยยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพดิน ซึ่งจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของขยะมูลฝอย ถ้าขยะมีซากถ่านไฟฉาย ซากแบตเตอรี่ ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาก ก็จะส่งผลต่อปริมาณโลหะหนักพวกปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ในดินมาก ซึ่งจะส่งผลเสียต่อระบบนิเวศน์ในดิน และสารอินทรีย์ในขยะ มูลฝอยเมื่อมีการย่อยสลาย จะทำให้เกิดสภาพความเป็นกรดในดิน และเมื่อฝนตกมาชะกองขยะมูลฝอยจะ ทำให้น้ำเสียจากกองขยะมูลฝอยไหลปนเปื้อนดินบริเวณรอบ ๆ ทำให้เกิดมลพิษของดินได้ การปนเปื้อนของดิน ยังเกิดจากการนำมูลฝอยไปฝังกลบ หรือการยักยอกนำไปทิ้งทำให้ของเสียอันตรายปนเปื้อนในดิน ถ้ามีการเผาขยะมูลฝอยกลางแจ้งทำให้เกิดควันมีสารพิษทำให้คุณภาพของอากาศเสีย ส่วนมลพิษทางอากาศจากขยะมูลฝอยนั้น อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากมลสารที่มีอยู่ในขยะและพวกแก๊สหรือไอระเหย ที่สำคัญก็คือกลิ่นเหม็นที่เกิดจากการเน่าเปื่อย และสลายตัวของอินทรีย์สารเป็นส่วนใหญ่

5. ทำให้เกิดการเสี่ยงต่อสุขภาพ

ขยะมูลฝอยที่ทิ้งและรวบรวมโดยขาดประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะมูลฝอยพวกของเสียอันตราย ถ้าขาดการจัดการที่เหมาะสม ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนได้ง่าย เช่น โรคทางเดินอาหารที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่มีแมลงวันเป็นพาหะ หรือได้รับสารพิษที่มากับของเสียอันตราย

6. เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ

ขยะมูลฝอยปริมาณมาก ๆ ย่อมต้องสิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดการเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผลกระทบจากขยะมูลฝอยไม่ว่าจะเป็นน้ำเสีย อากาศเสีย ดินปนเปื้อน เหล่านี้ย่อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ

7. ทำให้ขาดความสง่างาม

การเก็บขนและกำจัดที่ดีจะช่วยให้ชุมชนเกิดความสวยงาม มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยอันส่อแสดงถึงความเจริญและวัฒนธรรมของชุมชน ฉะนั้นหากเก็บขนไม่ดี ไม่หมด กำจัด

ไม่ดี ย่อมก่อให้เกิดความไม่น่าดู ขาดความสวยงาม บ้านเมืองสกปรก และความไม่เป็นระเบียบ ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

สรุป

ค่ายสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เป็นอีกชุมชนหนึ่งที่กำลังประสบกับปัญหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มสูงขึ้นทุกวัน ในปัจจุบันยังใช้วิธีการจัดการที่ยังไม่ถูกหลักวิชาการ คือการเทกองกับพื้นก่อนทำการฝังกลบ ซึ่งส่งกลิ่นเหม็นรบกวนและกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนูและแมลงวัน รวมทั้งน้ำเสียที่เกิดจากขยะมูลฝอยอาจปนเปื้อนไปกับน้ำบนผิวดินและน้ำใต้ดิน อีกทั้งยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงเป็นอันมาก ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรีบเร่งศึกษาเพื่อหาวิธีการและมาตรการที่เหมาะสม ในการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิชาการรองรับกับปัญหาดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากแนวความคิดทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยที่ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 2 และนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมภายในค่ายสุรนารี โดยการนำไปตรวจสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางเคมีที่ต้องการในห้องปฏิบัติการ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มาดำเนินการวิจัยดังที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3 เพื่อนำผลที่ได้มาสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

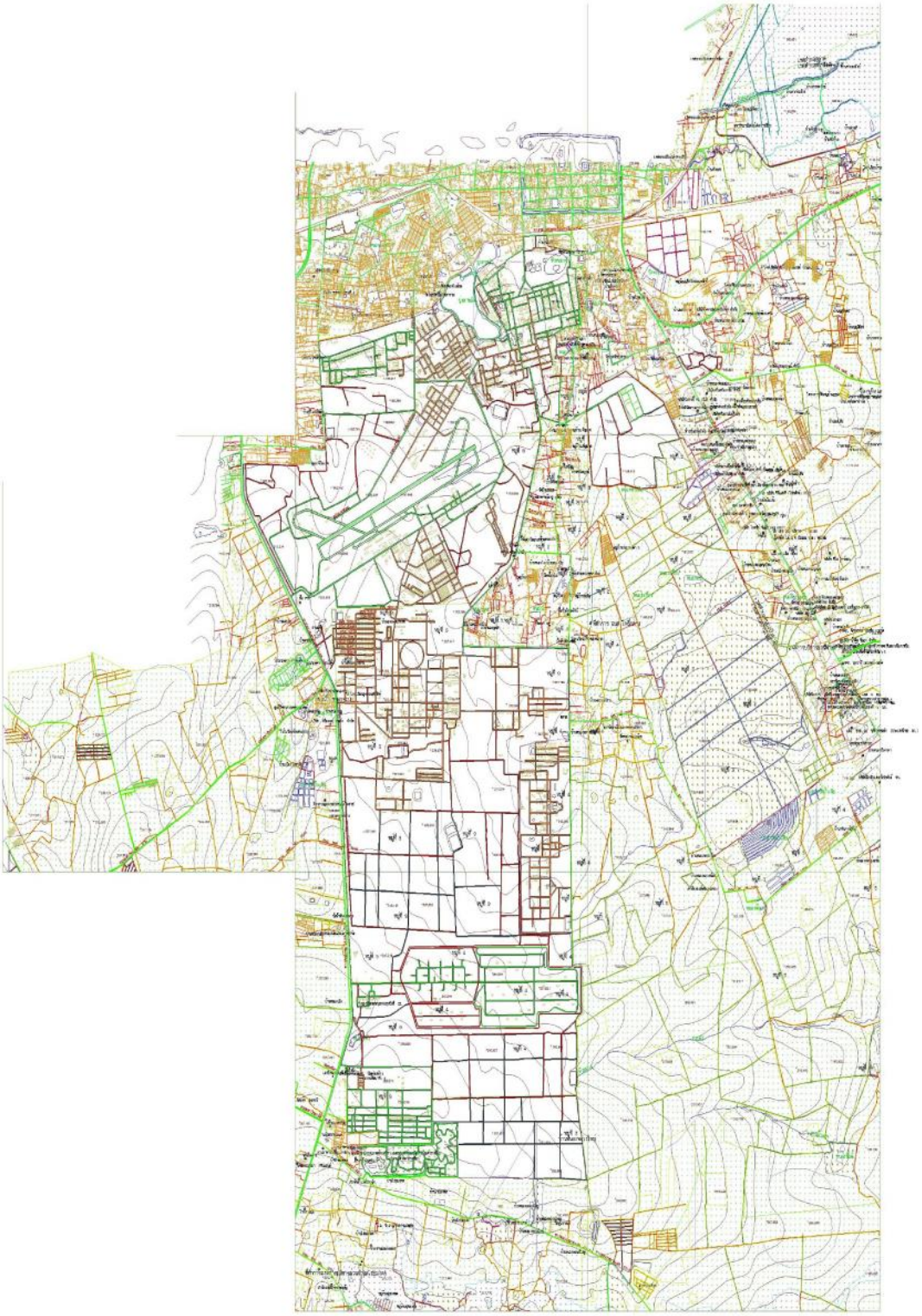
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มี 2 ลักษณะคือ

1. ข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งได้จากฐานข้อมูลการจัดเก็บรวบรวมการดำเนินการของกองทัพภาคที่ 2 รวมทั้งข้อมูลที่ได้รับความร่วมมือจากมณฑลทหารบกที่ 21 เทศบาลนครนครราชสีมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี

2. ข้อมูลทุติยภูมิ แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

ก. ข้อมูลทางกายภาพ เป็นข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บรวบรวม โดยใช้กำลังพลของศูนย์การฝึกนักศึกษาวิชาทหาร มณฑลทหารบกที่ 23 เป็นผู้ดำเนินการ โดยการสุ่มตัวอย่างการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอยจำนวน 10 เดือนๆ ละ 1 ครั้ง เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 เพื่อหาอัตราการเกิดว่าในแต่ละประเภทมีปริมาณเท่าใด

ข. ข้อมูลทางเคมี เป็นข้อมูลที่ได้จากการนำข้อมูลทางกายภาพไปตรวจสอบผลที่ต้องการในห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในเชิงวิศวกรรมว่ามีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างไร



แผนภาพที่ 4-1 แผนผังค่ายสุรนารี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลพื้นฐานของค่ายสุรนารี

สภาพทั่วไปของค่ายสุรนารีนั้นตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อที่ประมาณ 3,982 ไร่ ทะเบียนราชพัสดุหมายเลข นม.1988 ห่างจากศาลากลางจังหวัดนครราชสีมามาทางทิศใต้ประมาณ 1 กิโลเมตร และห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 260 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ความสูงเฉลี่ยจากระดับ น้ำทะเลปานกลาง 210 เมตร ภูมิอากาศแบบศูนย์สูตร อุณหภูมิเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 210 มิลลิเมตร/ปี มีประชากรอาศัยอยู่ประมาณ 5,000 ครอบครัว แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มบ้านพักอาศัย กลุ่มสำนักงาน และกลุ่มแปลงเกษตรกรรม ซึ่งมีการผลิตขยะ มูลฝอยที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้พักอาศัย งานเลี้ยงหรือเทศกาลต่าง ๆ ดังแสดงในแผนภาพที่ 4-1

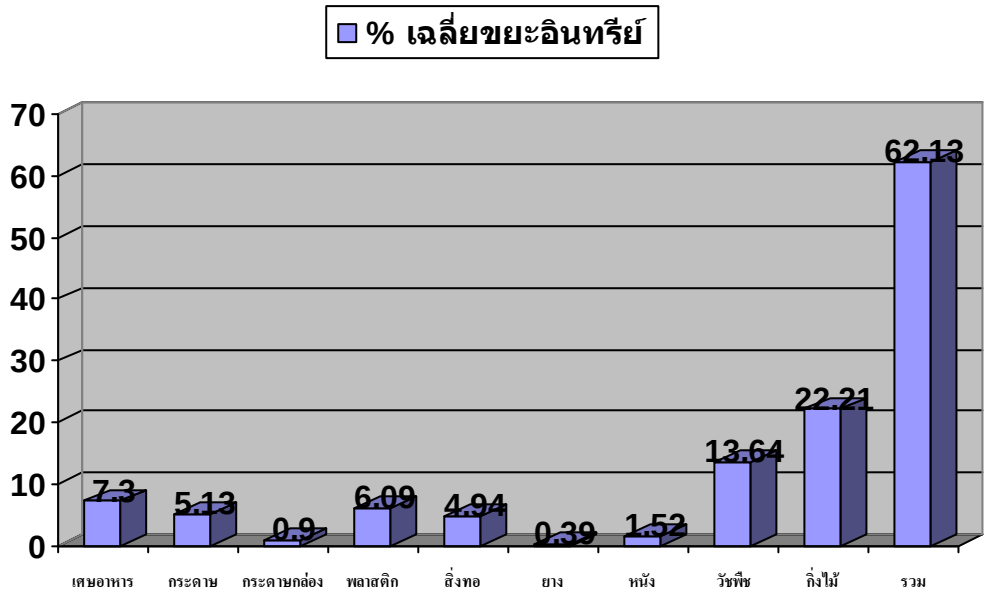
2. รูปแบบการจัดการ

จากการศึกษาอัตราการเกิดของขยะมูลฝอย และการจัดการขยะมูลฝอย ของค่ายสุรนารีในการสุ่มตัวอย่างการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอยจำนวน 10 เดือนๆ ละ 1 ครั้ง เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 มีลักษณะดังนี้

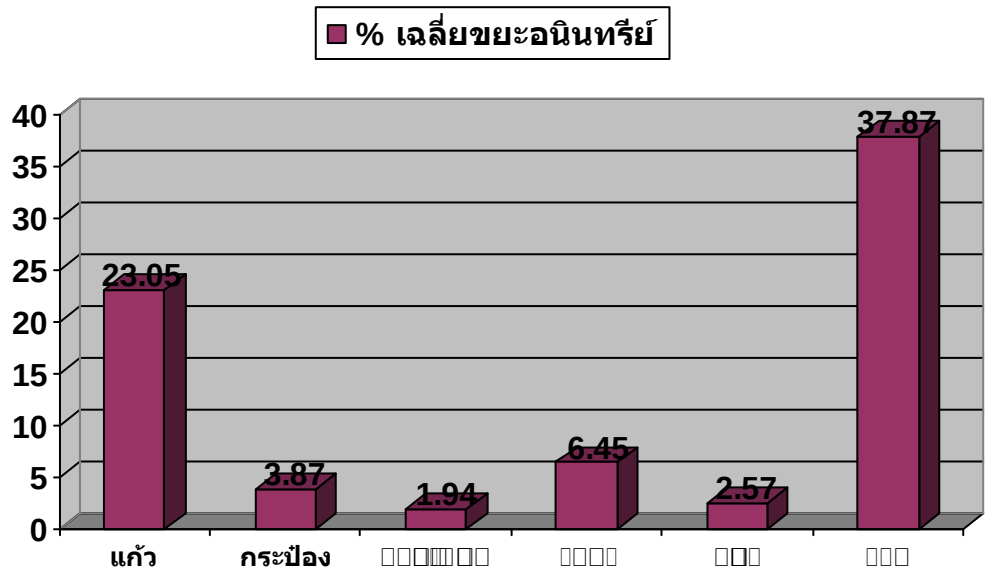
2.1 ประเภทและปริมาณ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอย

Characteristic	Quantity (Kg/day)											Percent (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average	
Organic waste												
1. Food waste	404.60	786.60	149.60	216.00	108.60	396.80	578.40	118.80	187.20	437.40	338.40	**7.30**
2. Paper	314.15	695.98	55.08	88.40	36.21	262.60	454.92	42.33	86.45	341.19	237.73	**5.13**
3. Cardboard	54.75	122.82	9.72	15.60	6.39	46.20	80.28	7.47	15.25	60.21	41.87	**0.90**
4. Plastic	365.50	663.74	81.22	136.30	45.00	291.80	640.80	60.35	132.83	406.08	282.36	**6.09**
5. Textiles	309.40	650.90	54.40	85.00	40.20	281.60	468.00	42.60	81.90	277.20	229.12	**4.94**
6. Rubber	21.93	42.36	5.18	8.70	6.00	18.60	40.80	3.85	8.47	25.92	18.18	**0.39**
7. Leather	165.58	295.78	36.96	21.60	10.86	39.68	57.84	11.88	18.72	43.74	70.26	**1.52**
8. Yard waste	1490.22	2662.02	332.64	194.40	97.74	357.12	520.56	106.92	168.48	393.66	632.38	**13.64**
9. Wood	1149.20	3374.10	338.40	483.00	192.60	1107.20	1737.60	194.40	452.70	1261.80	1029.10	**22.21**
Total organic waste	**4275.33**	**9294.30**	**1063.20**	**1249.00**	**543.60**	**2801.60**	**4579.20**	**588.60**	**1152.00**	**3247.20**	**2879.40**	**62.13**
Inorganic waste												
1. Glass	1485.80	3132.60	251.20	482.00	129.30	833.60	2167.20	132.60	441.90	1625.40	1068.16	**23.05**
2. Tin can	227.29	377.01	78.96	109.90	51.87	205.52	341.04	53.13	95.45	252.63	179.28	**3.87**
3. Aluminum	97.41	290.15	33.84	47.10	22.23	88.08	146.16	22.77	40.91	108.27	89.69	**1.94**
4. Other Metal	324.70	967.15	112.80	157.00	74.10	293.60	487.20	75.90	136.35	360.90	298.97	**6.45**
5. Dust, ashes, etc.	146.20	246.10	30.40	46.00	6.00	169.60	278.40	25.20	53.10	189.00	119.00	**2.57**
Total inorganic waste	**2281.40**	**5013.01**	**507.20**	**842.00**	**283.50**	**1590.40**	**3420.00**	**309.60**	**767.71**	**2536.20**	**1755.10**	**37.87**
Total	**6556.73**	**14307.31**	**1570.40**	**2091.00**	**827.10**	**4392.00**	**7999.20**	**898.20**	**1919.71**	**5783.40**	**4634.51**	**100.00**



แผนภาพที่ 4-2 ปริมาณขยะอินทรีย์แต่ละประเภท



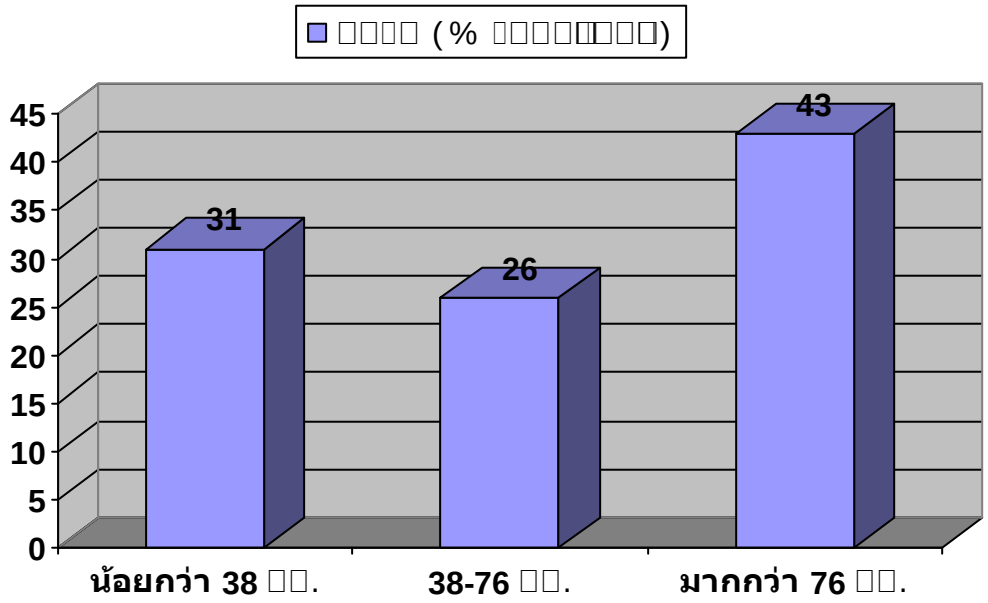
แผนภาพที่ 4-3 ปริมาณขยะอนินทรีย์แต่ละประเภท

2.2. องค์ประกอบ ขยะมูลฝอยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ขยะอินทรีย์ (Organic Waste) และขยะอนินทรีย์ (Inorganic Waste) มีอัตราการเกิดเฉลี่ยดังนี้คือ ขยะอินทรีย์ ได้แก่ เศษอาหาร 7.30 % กระดาษ 5.13 % กระดาษกล่อง 0.90 % พลาสติกและโฟม 6.09 % สิ่งทอ 4.94

% ยาง 0.39 % หนัง 1.52 % เศษวัชพืช 13.64 % และขยะอนินทรีย์ ได้แก่ ขวดแก้ว 23.05 % กระป๋อง 3.87 % อลูมิเนียม 1.94 % เศษโลหะ 6.45 % และวัสดุอื่นๆ 2.57 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ เศษวัชพืช ซึ่งเป็นขยะมูลฝอยที่เกิดจากการตัดแต่งกิ่งไม้ ต้นไม้และทรัพยากรธรรมชาติภายในค่ายสุรนารีที่มีความอุดมสมบูรณ์ รองลงมาก็คือ เศษอาหาร ซึ่งเป็นขยะมูลฝอยที่บริโภคประจำของมนุษย์ เช่นเดียวกันกับพลาสติก กระดาษ ที่มีปริมาณใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ในรูปของบรรจุภัณฑ์และวัสดุที่เหลือใช้จากสำนักงาน นอกจากนี้ยังพบเศษโลหะและขวดแก้วจำนวนมาก ซึ่งสามารถนำไปแปรรูปเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ได้มากเช่นกัน ส่วนขยะมูลฝอยที่เหลือมีปริมาณเล็กน้อยและไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้

2.3. คุณสมบัติทางกายภาพ

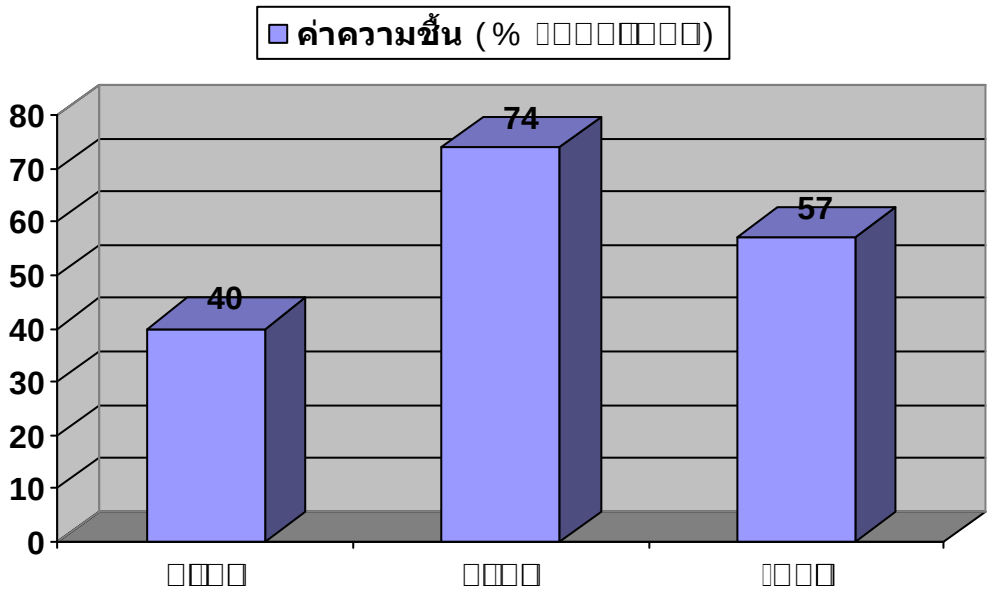
2.3.1 ขนาด เมื่อจัดประเภทของขยะมูลฝอยตามขนาด พบว่าขยะมูลฝอยส่วนใหญ่คือเฉลี่ย 43 % โดยน้ำหนัก มีขนาดใหญ่กว่า 76 มิลลิเมตร รองลงมาคือขยะมูลฝอยที่มีขนาดเล็กกว่า 38 มิลลิเมตร มีปริมาณเฉลี่ย 31 % โดยน้ำหนัก และขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 38 มิลลิเมตรแต่เล็กกว่า 76 มิลลิเมตร มีปริมาณน้อยที่สุดคือ 26 % โดยน้ำหนัก โดยส่วนใหญ่แล้วขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 76 มิลลิเมตร คือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ บรรจุภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้วและเศษอาหารบางประเภท ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 4.4



แผนภาพที่ 4-4 ขนาดของขยะมูลฝอย

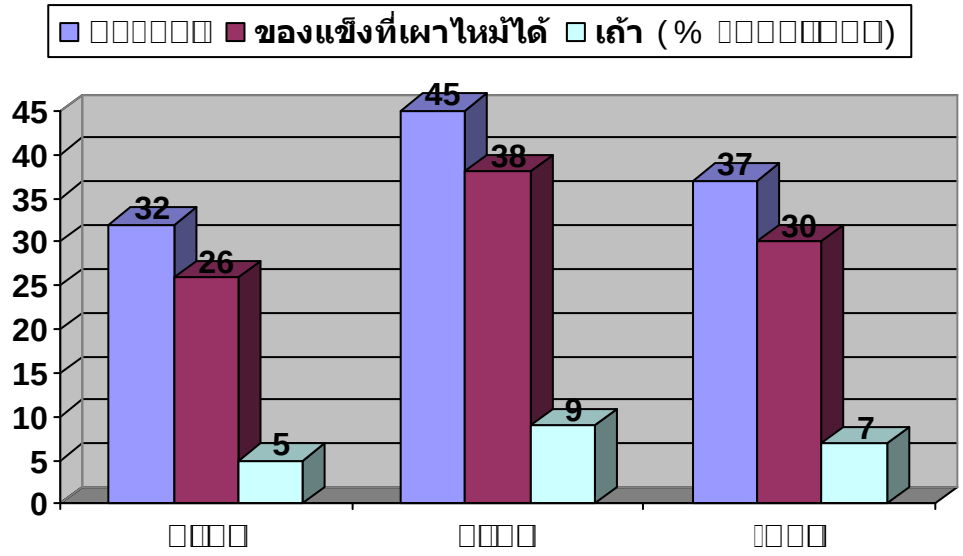
2.3.2 ความชื้น ขยะมูลฝอยมีความชื้นเฉลี่ยสูงถึง 57 % โดยน้ำหนัก ซึ่งความชื้นที่พบต่ำสุด 40 % และความชื้นสูงสุดคือ 74 % โดยน้ำหนัก ดังแสดงในภาพที่ 4.5

2.3.3 ปริมาณของแข็ง ปริมาณของแข็งที่สามารถเผาไหม้ได้และปริมาณเถ้า



แผนภาพที่ 4-5 ค่าความชื้น

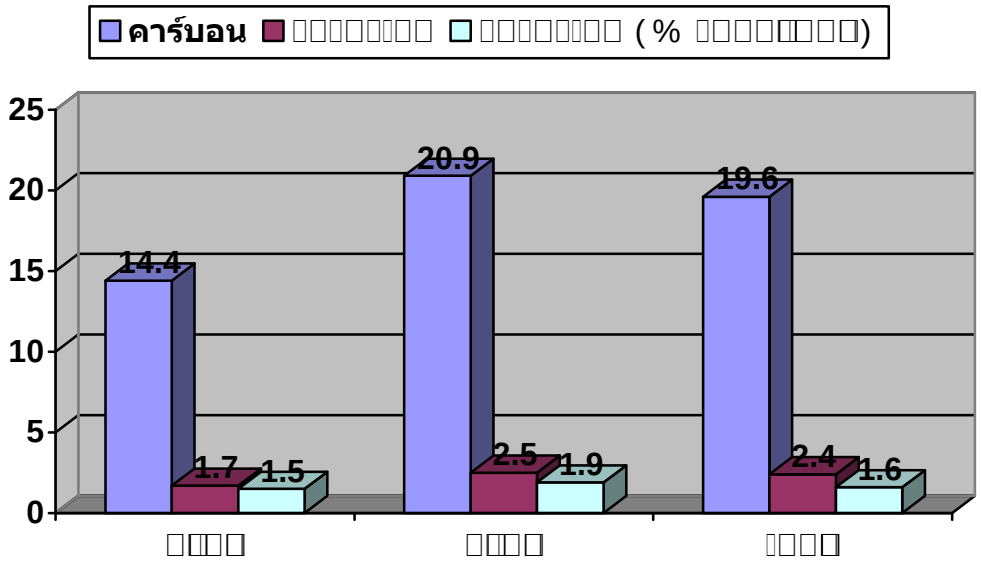
โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งเป็น 37 % ปริมาณของแข็งที่เผาไหม้ได้ 30 % และ ปริมาณเถ้า 7 % โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำสุดคือ 32 %, 26 % และ 5 % โดยน้ำหนักตามลำดับ และค่าสูงสุดคือ 45 %, 38 % และ 9 % โดยน้ำหนักตามลำดับ ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.6



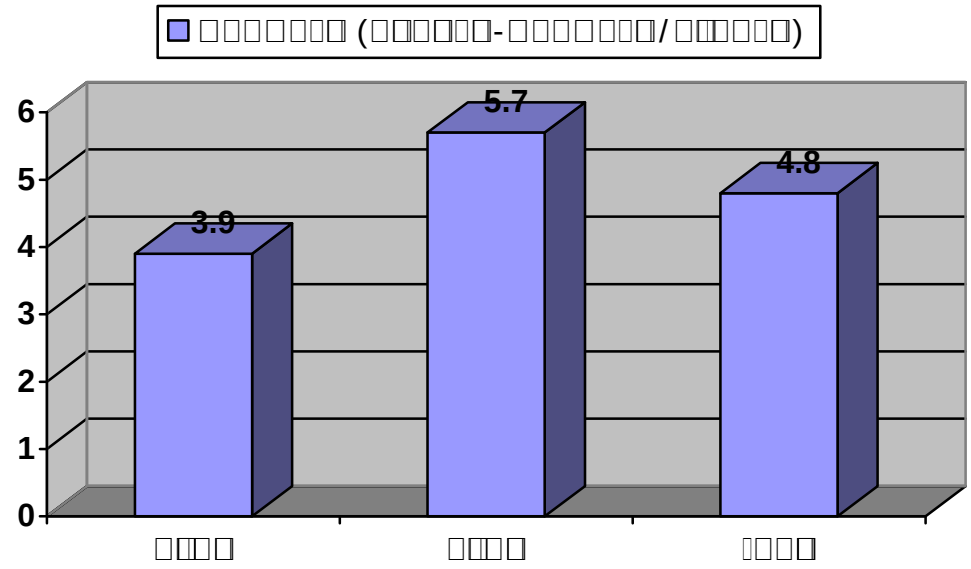
แผนภาพที่ 4-6 ปริมาณของแข็ง ของแข็งที่เผาไหม้ได้ และเถ้า

2.3.4 คุณสมบัติทางเคมี

1) คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ค่าที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งประกอบไปด้วยปริมาณของคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เฉลี่ยคือ 19.6 %, 2.4 %, 1.6 % โดยน้ำหนัก และ 4.8 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย ตามลำดับ โดยมีค่าต่ำสุดคือ 14.4 %, 1.7 %, 1.5 % โดยน้ำหนัก และ 3.9 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย ตามลำดับ และมีค่าสูงสุดคือ 20.9 %, 2.5 %, 1.9 % และ 5.7 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-7 และ 4-8



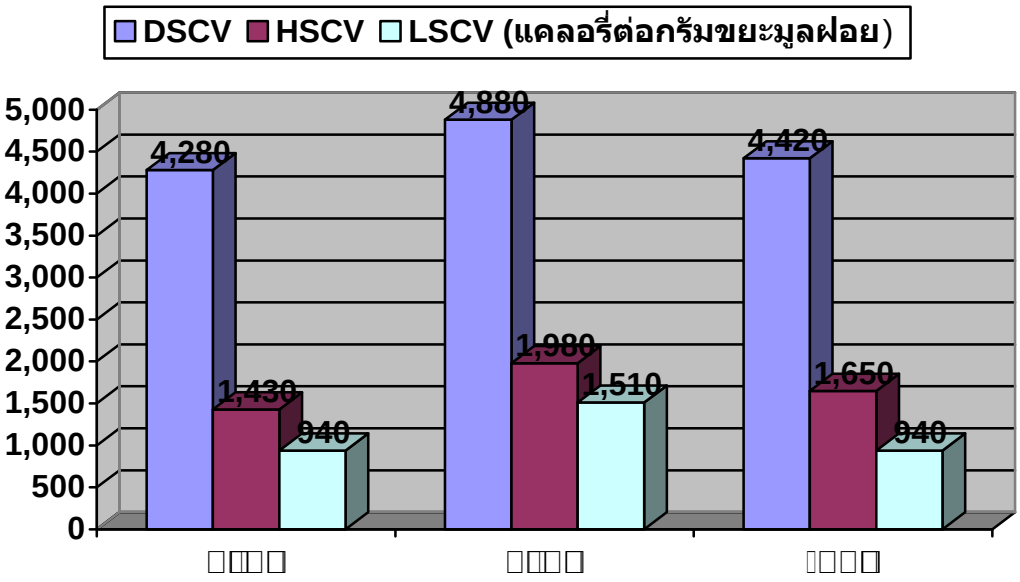
แผนภาพที่ 4-7 ปริมาณคาร์บอน ไฮโดรเจน และไนโตรเจน



แผนภาพที่ 4-8 ปริมาณฟอสฟอรัส

2) ค่าความร้อน ค่าความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของขยะมูลฝอยในห้องทดลองปฏิบัติการนั้นมีค่าความร้อน DSCV, HSCV และ LSCV เฉลี่ย 4,420, 1650 และ 1,160 แคลอรี่ต่อกรัมขยะมูลฝอย ซึ่งมีค่าต่ำสุดคือ 4,280, 1,430 และ 940 แคลอรี่ต่อกรัมขยะมูลฝอย และค่าสูงสุดคือสูงสุด 4,880, 1,980 และ 1,510 แคลอรี่ต่อกรัมขยะมูลฝอย และเมื่อคำนวณหาค่า

ความร้อน LSCV ซึ่งเป็นค่าความร้อนที่ได้จากการคำนวณด้วยองค์ประกอบและค่าความชื้นของขยะมูลฝอยโดยไม่ได้มีการเผาจริงในห้องปฏิบัติการพบว่าค่าความร้อน LSCV เฉลี่ยคือ 1,180 แคลอรี่ต่อกรัมขยะมูลฝอย ดังแสดงรายละเอียดในแผนภาพที่ 4-9



แผนภาพที่ 4-9 ปริมาณค่าความร้อน

2.4. ระบบกำจัด

2.4.1 การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย จากการสำรวจพบว่าการจัดเก็บขยะมูลฝอย ที่เกิดขึ้นทั้งจากกลุ่มที่พักอาศัยเป็นการเก็บแบบรวม(Mixed Refuse Collection) ซึ่งประกอบด้วยขยะแห้ง (Rubbish) และขยะเปียก (Garbage) โดยในกลุ่มบ้านพักอาศัยได้จัดภาชนะรองรับ ขยะมูลฝอยแบบพลาสติกขนาด 200 ลิตร หรือแบบยางรถยนต์ขนาด 50 ลิตรแยกประเภทไว้ 2 ประเภท คือ ขยะแห้งและขยะเปียก ส่วนในกลุ่มอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ยังใช้ภาชนะรองรับแบบรวมซึ่งมีหลายขนาดด้วยกันซึ่งพฤติกรรมการทิ้งในทุกกลุ่มยังคงไม่แยกทิ้งตามภาชนะที่จัดไว้ยังคงทิ้งรวมกันทั้งขยะแห้งและขยะเปียกในภาชนะเดียวกัน รวมทั้งไม่มีถุงดำรองรับอีกชั้นหนึ่งในแต่ละประเภทขยะมูลฝอยที่ทิ้ง

2.4.2 การเก็บขน และการขนส่ง กองทัพภาคที่ 2 ได้มอบหมายให้มณฑลทหารบกที่ 21 เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยเป็นส่วนรวม และรายงานผลการดำเนินงานประจำเดือนให้กองทัพภาคที่ 2 ทราบ โดยมีหน่วยทั้งสิ้น 40 หน่วยเป็นผู้ดำเนินเก็บขนและขนส่งด้วยยานพาหนะของหน่วยพร้อมกับเจ้าหน้าที่ นำมาทิ้งบริเวณหลุมขยะรวม ซึ่งพาหนะที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นยานพาหนะที่ใช้ในราชการทหาร เช่น รถยนต์บรรทุกขนาด

2.5 ตัน รถยนต์บรรทุกขนาด 5 ตัน เป็นต้น ซึ่งมิใช้ยานพาหนะที่ใช้จัดเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอยที่ใช้โดยทั่วไป (ยกเว้นหน่วยมณฑลทหารบกที่ 21 เท่านั้น)

2.4.3 การกำจัด กรมทหารช่างที่ 2 เป็นผู้รับผิดชอบขุดหลุมขยะและการกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ โดยมีโรงพยาบาลค่ายสุรนารีเป็นผู้รับผิดชอบในการพ่นยากำจัดพาหะนำโรคระหว่างรอการฝังกลบ ซึ่งบริเวณหลุมขยะได้จัดเจ้าหน้าที่จำนวน 3 นาย ไว้ประสานการปฏิบัติของหน่วยใช้ประโยชน์ให้เกิดความเรียบร้อย แต่มิได้มีการคัดแยกประเภทขยะก่อนการฝังกลบแต่อย่างใด จะมีแต่เพียงชาวบ้านในบริเวณนั้นที่เข้ามาคัดแยก เพื่อนำขยะมูลฝอยไปจำหน่ายหรือไปใช้ประโยชน์ก่อนที่จะมีการฝังกลบ นอกจากนั้นยังไม่มีการปูชั้นวัสดุป้องกันการรั่วซึมภายในหลุมขยะอีกด้วย ซึ่งยังเป็นการกำจัดที่ยังไม่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและชุมชนบริเวณใกล้เคียงขึ้นในอนาคตอันใกล้

2.4.4 ปัญหา จากการศึกษาพบปัญหาของการจัดการดังนี้คือ

ก) การทิ้งขยะมูลฝอยไม่มีการคัดแยกตามประเภทของขยะมูลฝอย ยังเป็นการทิ้งขยะมูลฝอยรวมกันทุกประเภทในภาชนะเดียวกัน

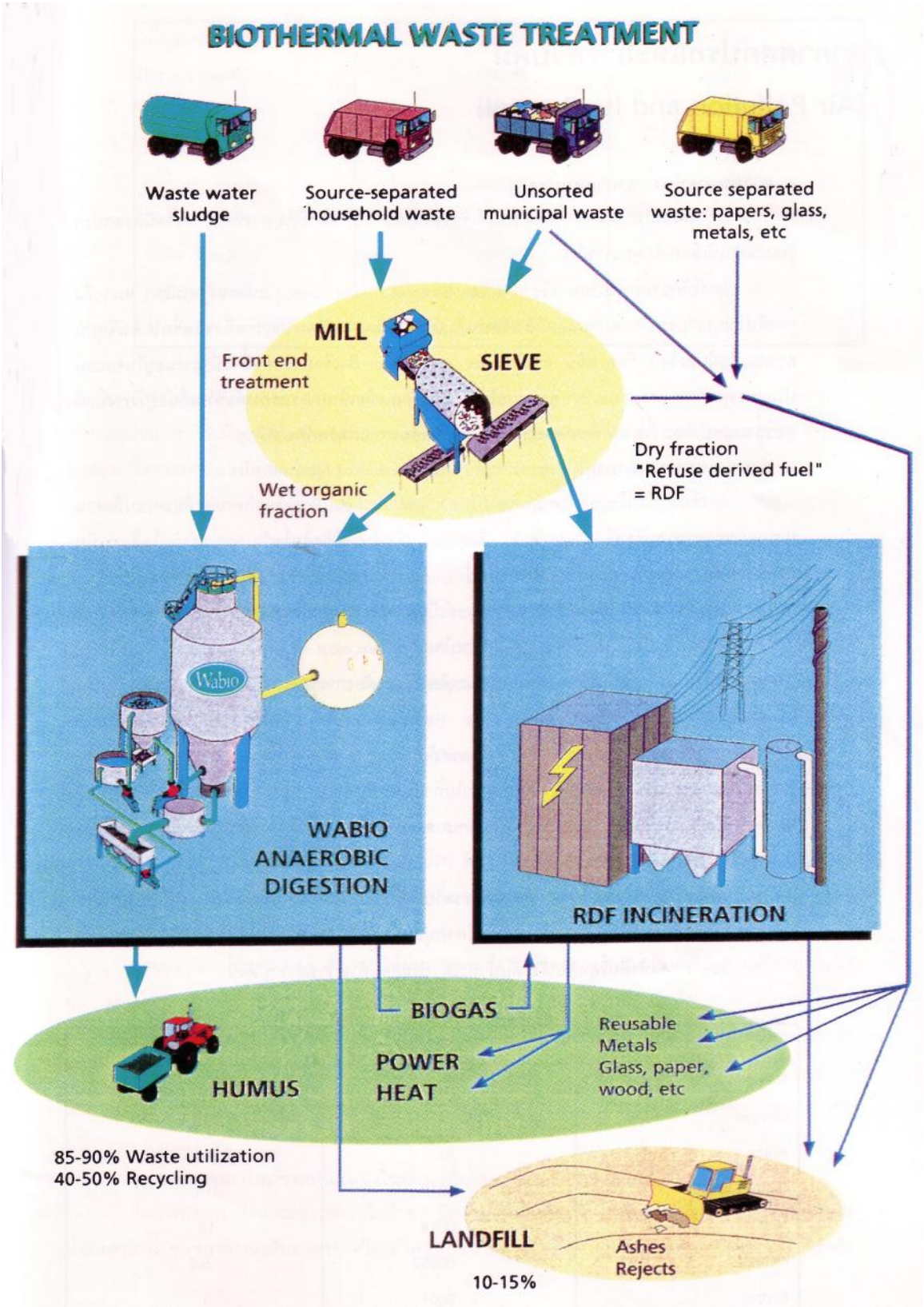
ข) กำลังพลยังใช้ทรัพยากรไม่คุ้มค่าก่อนที่จะทิ้ง เช่น ขวดพลาสติก ถุงพลาสติก กล่องกระดาษหรือกระดาษที่ใช้พิมพ์งานในสำนักงาน ซึ่งสามารถนำไปใช้ต่อได้หรือยังมีคุณค่าที่สามารถนำไปขายหรือแปรรูปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก

ค) ถึงแม้ว่าจากการสำรวจพบว่ามีขยะอันตรายน้อยมาก แต่ขยะมูลฝอยอันตรายก็ยังคงถูกทิ้งรวมกันกับขยะมูลฝอยทั่วไปโดยไม่มีการคัดแยกไว้ทิ้งต่างหาก ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าผู้ทิ้งยังไม่ให้ความสำคัญในเรื่องนี้

ง) รถที่ใช้ในการเก็บขนและขนส่งส่วนใหญ่ ไม่ใช่ยานพาหนะที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย ซึ่งหน่วยมีความขาดแคลนจึงจำเป็นต้องใช้รถของหน่วยเพื่อดำเนินการให้ได้ไปก่อน ทำให้ระหว่างการเก็บขนและขนส่งไม่สะดวกและไม่มีการคลุมด้วยผ้าใบเพื่อปกปิด ทำให้มีการตกหล่นบริเวณเส้นทางซึ่งจะก่อให้เกิดความสกปรกตามมา รวมทั้งมีแมลงวันตอมและส่งกลิ่นเหม็นรบกวนในระหว่างที่เคลื่อนย้าย

3. การวิเคราะห์การจัดการเชิงวิศวกรรม

ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกต้องตามหลักวิชาการในปัจจุบันมี 3 ระบบคือ การฝังกลบสุขาภิบาล การหมักทำปุ๋ย และการเผาในเตาเผา ซึ่งแต่ละระบบมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป ในด้านวิธีการดำเนินงาน ความรู้เทคโนโลยี ความยืดหยุ่นของระบบ รวมไปถึงการลงทุนและค่าใช้จ่าย ซึ่งพิจารณาได้เป็นระบบดังนี้



แผนภาพที่ 4-10 กระบวนการจัดการขยะมูลฝอย ตามหลักสุขาภิบาลในเชิงวิศวกรรม

3.1. การฝังกลบสุขาภิบาล การฝังกลบสุขาภิบาลสามารถดำเนินการได้ง่าย เพียงแค่ทำการบดอัดขยะมูลฝอยในพื้นที่ที่ได้ขัดเตรียมไว้ แล้วนำดินมากลบที่ผิวหน้าเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการโดยไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่สูงมาก คือไม่มีการใช้เครื่องมือที่ต้องควบคุมด้วยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน มีความยืดหยุ่นของระบบสูง ซึ่งหากเกิดปัญหาในการปฏิบัติงานหรือเครื่องจักรชำรุด ก็สามารถจัดหาเครื่องมือมาทดแทนได้ไม่ยากนัก หรือการกองขยะมูลฝอยพักรอการกำจัดก็ไม่ก่อให้เกิดปัญหามากนัก การฝังกลบสุขาภิบาลสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้เกือบทุกประเภท อีกทั้งเป็นระบบที่ไม่สลับซับซ้อน บุคลากรที่ดำเนินการจึงไม่จำเป็นต้องมีความรู้และความชำนาญพิเศษ เนื่องจากสามารถฝึกอบรมให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจขั้นตอนการทำงานได้ง่าย นอกจากนั้นแล้วการฝังกลบสุขาภิบาล ยังเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยขั้นตอนสุดท้ายอย่างแท้จริง เพราะไม่ว่าจะเป็นการกำจัดด้วยการหมักปุ๋ยหรือการเผาในเตาเผานั้น ท้ายที่สุดแล้วย่อมต้องมีของเหลือจากระบบเหล่านั้น ที่ต้องนำไปกำจัดให้หมดสิ้นไปด้วยวิธีการฝังกลบสุขาภิบาลอีกขั้นตอนหนึ่ง ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารี

3.2. การหมักปุ๋ยจากข้อมูลลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี พบว่าค่าความชื้นร้อยละ 57 และมีองค์ประกอบที่เป็นเศษอาหารร้อยละ 7.30 โดยมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 10.65 และขยะรวมที่สามารถย่อยสลายได้ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกร้อยละ 54.83 โดยมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 38.20 ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้มีค่าใกล้เคียง และอยู่ในช่วงของความเหมาะสมที่จะนำไปหมักปุ๋ยได้คือช่วง 10-40 และจากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตนั้นมากกว่าร้อยละ 50 ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในอนาคต

ตารางที่ 4.2 การคาดการณ์อัตราการเกิดขยะมูลฝอยระยะเวลา 10 ปี

ปี พ.ศ.	ประชากร	ขยะมูลฝอยทั้งหมด (กก.)	ขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ (กก.)	ของที่เหลือต้องนำไปกำจัด (กก.)	ขยะที่ย่อยสลายได้ (กก.)	พื้นที่ที่ใช้ในการกำจัด (ตารางเมตร)
2015	12,812.0	6,149.8	674.9	5,474.8	4,275.8	321,736.50
2016	12,856.0	12,299.5	1,290.1	11,009.4	8,598.3	321,169.92
2017	12,900.0	18,470.4	1,907.4	16,563.0	12,935.7	320,077.23
2018	12,944.3	24,662.4	2,526.8	22,135.6	17,287.9	318,377.49
2019	12,988.7	30,875.7	3,148.4	27,727.3	21,655.0	316,151.64
2020	13,033.2	37,110.2	3,722.0	33,338.2	26,037.1	313318.74
2021	13,077.9	43,366.2	4,397.8	38,968.4	30,434.3	309,959.73
2022	13,122.8	49,643.6	5,025.8	44,617.8	34,846.5	305,993.67
2023	13,167.8	55,942.5	5,655.9	50,286.7	39,273.9	301,501.50
2024	13,213.0	62,263.1	6,288.1	55,974.9	43,716.4	296402.28
2025	13,258.3	68,605.3	6,922.6	61,682.7	48,174.2	290736.48

นั่นคือขยะที่ย่อยสลายได้ จึงควรพิจารณาขยะมูลฝอยเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่การดำเนินการกำจัดด้วยวิธีนี้สามารถจัดการได้ภายในค่ายสุรนารี และจะเป็นการลดปริมาณขยะมูลฝอยลงก่อนกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ ซึ่งจะช่วยลดพื้นที่และงบประมาณลงได้อย่างมาก และในอนาคตอันใกล้พื้นที่ที่จะใช้ในการกำจัดด้วยวิธีฝังกลบนั้นจะค่อนข้างหาได้ยากและมีขนาดเล็กลงอันเนื่องมาจากที่ดินมีราคาแพง รวมทั้งประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงก็ไม่ต้องการให้มีหลุมขยะบริเวณใกล้เคียงที่อยู่อาศัย ทำให้ต้องหาพื้นที่ใหม่หรือ ต้องใช้พื้นที่ที่ไกลออกไปจากชุมชนและเป็นเหตุให้ต้องมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้น หากไม่สามารถดำเนินการได้ ภายใต้งบประมาณอันจำกัดด้วยแล้วก็จะก่อให้เกิดมลภาวะที่ไม่ประสงค์ตามมาทันที

3.3 การเผาในเตาเผา จากข้อมูลค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่มีค่าความร้อนเฉลี่ย 1,225 และ 1,650 แคลอรี่/กรัม ซึ่งเป็นค่าที่สูงเพียงพอในการกำจัดด้วยการเผาในเตาเผา เนื่องจากค่าความร้อนที่เหมาะสมสำหรับการเผาด้วยเตาเผานั้นต้องไม่ต่ำกว่า 1,000 แคลอรี่/กรัม (ไพศาล, 2537) และขยะมูลฝอยนั้นประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สามารถเผาไหม้ได้ถึง ร้อยละ 17 แต่จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถนำไปเผาไหม้ได้ในอนาคต คือ ประมาณร้อยละ 10 ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดหรือวันละประมาณ 500 กิโลกรัมเป็นอย่างมาก ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่น้อยมากต่อการเดินระบบของเตาเผา

4. การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์

โดยทั่วไป การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบกำจัดขยะมูลฝอยเป็นการประเมินค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในการดำเนินงานของระบบ อันได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินสำหรับสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ค่าใช้จ่ายในการสร้างสิ่งปลูกสร้างและระบบสาธารณูปโภค ภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เช่น อาคารสำนักงาน อาคารเครื่องชั่งน้ำหนัก และถนนภายในระบบ เป็นต้น ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและดูแลรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมไปถึงค่าตอบแทนพนักงานผู้ปฏิบัติงานและควบคุมระบบ แต่การออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีนี้สามารถเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยภายในบริเวณพื้นที่ค่ายสุรนารี เพื่อความสะดวกในการขนส่งและการดูแลควบคุมระบบกำจัด ดังนั้นการพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์ของระบบกำจัดขยะมูลฝอย จึงไม่ต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดิน โดยพิจารณาเพียงเรื่องการลงทุนสำหรับระบบกำจัดขยะมูลฝอย ดังนี้

4.1. การฝังกลบสุขาภิบาล มีแนวทางในการปฏิบัติ 4 แนวทางดังนี้คือ

4.1.1 แนวทางที่ 1 นำขยะมูลฝอยทั้งหมดมากำจัดด้วยวิธีการฝังกลบสุขาภิบาล ซึ่งการฝังกลบสุขาภิบาลนี้ มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่ประกอบไปด้วยค่าจัดซื้อเครื่องชั่งน้ำหนัก รถเก็บ ขนขยะ ค่าจัดซื้อรถตักหน้าขุดหลัง 90 แรงม้า รถบด 10 ล้อแบบเทท้าย

ได้สำหรับขนดิน ค่าใช้จ่ายในการเตรียมพื้นที่สำหรับฝังกลบ ให้มีขนาดตามต้องการที่จะสามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นได้ตลอดระยะเวลา 10 ปี เป็นปริมาณ 68,605.3 กิโลกรัม และรวมถึงระบบป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งจากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย ดังได้แสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าถ้านำขยะมูลฝอยทั้งหมดมาทำการฝังกลบในหลุมสำหรับการฝังกลบที่มีความลึก 4 เมตร จะต้องใช้พื้นที่ประมาณ 3.35 ไร่ เมื่อกำหนดให้มีความหนาแน่นในการบดอัดคือ 200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากค่าใช้จ่ายในการเตรียมพื้นที่แล้วยังมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสาธารณูปโภคและสิ่งปลูกสร้าง เช่น ถนนภายในสถานที่ฝังกลบ อาคารสำนักงาน โรงจอดรถทุกประเภท อาคารเครื่องชั่งน้ำหนักรถเก็บขนขยะและรั้วกำหนดขอบเขตสถานที่ฝังกลบ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไประบบสาธารณูปโภคเหล่านี้ จะมีพื้นที่ประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ฝังกลบ และค่าใช้จ่ายอีกประการหนึ่งที่ต้องพิจารณาคือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เช่น ค่าตอบแทนพนักงาน ซึ่งต้องการพนักงานอย่างน้อย 3 คน สำหรับขับรถและดูแลการฝังกลบ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าดูแลรักษา และค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ เป็นต้น ซึ่งการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดมากำจัดด้วยวิธีการฝังกลบสุขาภิบาลนี้ ได้แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายรวมตลอด 10 ปี ไว้ในตารางที่ 4-3

4.1.2 แนวทางที่ 2 ทำการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยและ คัดแยก ขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้ซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือ มากำจัดด้วยวิธีฝังกลบ ซึ่งมีรายละเอียดค่าใช้จ่ายในแนวทางนี้เช่นเดียวกันกับการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ เพียง แต่กระบวนการนี้จะมีปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำมาทำการฝังกลบน้อยลง คือ 13,408.5 กิโลกรัม ตลอดระยะเวลา 10 ปี และมีความต้องการพื้นที่ของหลุมฝังกลบพียง 0.35 ไร่ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่ จึงแตกต่างกันไปตามขนาดของพื้นที่ฝังกลบ แต่กระบวนการฝังกลบยังคงต้องการเครื่องจักรและสาธารณูปโภคพื้นฐานเช่นเดิม และแนวทางนี้ใช้พื้นที่น้อยไม่จำเป็นต้องใช้รถ 10 ล้อ สำหรับขนดิน จึงมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและดูแลรักษายานพาหนะน้อยกว่าแนวทางที่ 1 โดยรายละเอียดค่าใช้จ่ายรวมตลอด 10 ปี แสดงในตารางที่ 4-3

4.1.3 แนวทางที่ 3 นำขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ทั้งหมดไปเผาในเตาเผา แล้วจึงนำขี้เถ้าจากเตาเผาและขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ ค่าใช้จ่ายแนวทางนี้เช่นเดียวกันกับการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ เพียงแต่วิธีการนี้จะเหลือปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำมาฝังกลบน้อยลง แต่ยังคงมีปริมาณมากกว่าแนวทางที่ 2 คือมีปริมาณ 21,348 กิโลกรัม และต้องการพื้นที่ในการฝังกลบเพียง 0.52 ไร่ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่จึงแตกต่างกันออกไป และแนวทางนี้ใช้พื้นที่น้อยไม่จำเป็นต้องใช้รถ 10 ล้อ

สำหรับขนดิน จึงมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและดูแลรักษายานพาหนะน้อยกว่าแนวทางที่ 1 แต่มากกว่าแนวทางที่ 2 เล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.1.4) แนวทางที่ 4 ทำการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักปุ๋ยและคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือไปเผาในเตาเผา แล้วจึงนำขี้เถ้าจากเตาเผาและขยะมูลฝอยในส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้มากำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ เพียงแต่กระบวนการนี้จะมีปริมาณขยะมูลฝอยและเถ้าจากเตาเผาตลอด 10 ปี ที่จะนำมาทำการฝังกลบน้อยลงคือ 142.3 กิโลกรัม ซึ่งต้องการพื้นที่ในการฝังกลบเพียงประมาณ 0.04 ไร่ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่จึงแตกต่างออกไป และแนวทางนี้ใช้พื้นที่น้อยไม่จำเป็นต้องใช้รถ 10 ล้อสำหรับขน จึงมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.1.5 หลักเกณฑ์การคิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมีดังนี้เงินเดือน

ก) พนักงานคนละ 6,000 บาทต่อเดือน

ข) รถตักหน้าขุดหลังและรถบด ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงชั่วโมงละประมาณ 10 ลิตรต่อคัน และรถ 10 ล้อ ใช้เชื้อเพลิงประมาณ 5 กิโลเมตรต่อลิตร

ค) ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงโซล่าลิตรละ 13.68 บาท และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เป็นการประมาณการราคา ณ วันที่ 10 พฤษภาคม 2545

ง) ระยะเวลาในการฝังกลบต่อวันของแต่ละแนวทาง จะแตก ต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณขยะที่นำมาฝังกลบ ในที่นี้กำหนดให้แนวทางที่ 1, 2, 3 และ 4 มีระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยวันละ 6, 2, 4 และ 1 ชั่วโมงตามลำดับ

จ) ราคาเครื่องชั่งน้ำหนัก รถที่ใช้ในการฝังกลบและค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาสอบราคาจากวิศวกรรมเกษตร ประมาณราคาค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่และการก่อสร้างโดย Research Assistance School of Civil Engineering Structural Department, Asia Institute of Technology

ตารางที่ 4-3 การประมาณราคาค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบ

กิจกรรมและเครื่องจักร	ค่าใช้จ่ายของแนวทางที่ 1	ค่าใช้จ่ายของแนวทางที่ 2	ค่าใช้จ่ายของแนวทางที่ 3	ค่าใช้จ่ายของแนวทางที่ 4
การจัดเตรียมพื้นที่และระบบป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะมูลฝอย	3,410,000 บาท	360,000 บาท	530,000 บาท	41,000 บาท
การก่อสร้างสาธารณูปโภค - รั้วรอบบริเวณ - ถนนในพื้นที่ - อาคารต่าง ๆ	3,000,000 บาท	1,450,000 บาท	1,530,000 บาท	1,150,000 บาท
เครื่องชั่งน้ำหนักรถเก็บขน	300,000 บาท	300,000 บาท	300,000 บาท	300,000 บาท
ยานพาหนะ - รถตักหน้าขุดหลัง 1 คัน - รถบด 1 คัน - รถบด 10 ล้อแบบเทท้าย	 1,500,000 บาท 1,200,000 บาท 2,400,000 บาท	 1,500,000 บาท 1,200,000 บาท -	 1,500,000 บาท 1,200,000 บาท -	 1,500,000 บาท 1,200,000 บาท -
ค่าตอบแทนพนักงาน 3 คน	2,160,000 บาท	2,160,000 บาท	2,160,000 บาท	2,160,000 บาท
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	5,991,840 บาท	1,997,280 บาท	3,994,560 บาท	998,640 บาท
ค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุงยานพาหนะ	600,000 บาท	300,000 บาท	300,000 บาท	300,000 บาท
รวม	20,561,840 บาท	9,267,280 บาท	11,514,560 บาท	7,649,640 บาท

4.2. ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย

การนำขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีประเภทเศษอาหารมากำจัดด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ยนี้ เลือกพิจารณาการใช้กระบวนการหมักที่ใช้ออกซิเจนแบบ Static Composting System เนื่องจากเป็นวิธีที่ดำเนินการง่าย เพียงแต่นำเศษอาหารไปตั้งกองหมักในสถานที่ที่เตรียมไว้ และทำการเป่าอากาศเข้าสู่กองหมัก เพื่อให้กองปุ๋ยหมักสัมผัสอากาศอย่างทั่วถึงกัน จนกระทั่งเศษอาหารเกิดการย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ย และไม่ต้องใช้เครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง ต้องการเพียงเครื่องปั่นสำหรับปั่นเศษอาหารให้มีขนาดเล็กง่ายต่อการย่อยสลายและใช้เครื่องเป่าอากาศเท่านั้น (กิตติพงษ์, 2544) โดยระบบการหมักทำปุ๋ยนี้ จะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในส่วนของ การก่อสร้าง

อาคารโรงเรือนสำหรับการหมักทำปุ๋ย การก่อสร้างถาดสำหรับตั้งกองปุ๋ยหมัก ค่าจัดซื้อเครื่องปั่นและเครื่องเป่าอากาศ ค่าจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ อื่น ๆ เช่น มุ้งกันแมลง พลั่ว สายยาง และถุงบรรจุปุ๋ยที่หมักเสร็จแล้ว เป็นต้น ค่าตอบแทนพนักงาน ค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปั่น ค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยมีค่าใช้จ่ายรวมตลอด 10 ปี สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารด้วยการนำไปหมักทำปุ๋ย ดังแสดงในตารางที่ 4.4 อย่างไร ก็ตามการหมักทำปุ๋ยนี้จะเป็นการเลือกเฉพาะขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากำจัดเท่านั้น เพราะเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายกว่าขยะสารอินทรีย์ประเภทอื่น เช่น กระดาษ ไม้ หรือเศษผ้า ซึ่งเศษอาหารนี้สามารถหมักให้เป็นปุ๋ยได้เร็วโดยใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 2 สัปดาห์เท่านั้น ดังนั้นจะต้องนำมูลฝอยประเภทอื่น ที่ไม่ได้นำมากำจัดด้วยการหมักทำปุ๋ยไปทำการกำจัดด้วยวิธีการอื่นต่อไป

ตารางที่ 4.4 การประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับการนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย

กิจกรรมและเครื่องจักร	**ค่าใช้จ่าย**
การก่อสร้างโรงเรือนและพื้นที่หมักปุ๋ย	1,350,000 บาท
ค่าจัดซื้อเครื่องมือเครื่องจักร	744,000 บาท
ค่าตอบแทนพนักงาน 4 คน	2,880,000 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	700,000 บาท
ค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุงเครื่องปั่น	200,000 บาท
ค่าจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ	200,000 บาท
รวม	6,074,000 บาท

โดยหลักเกณฑ์ในการคิดค่าใช้จ่ายสำหรับวิธีการหมักทำปุ๋ย มีดังนี้

1) การนำเศษอาหารมาหมัก ใช้เวลาประมาณ 14 วัน จึงจะเป็นปุ๋ย

ก) การหมักปุ๋ยแต่ละกองใช้เศษอาหารประมาณ 250 กิโลกรัม ดังนั้นโรงหมักปุ๋ยต้องรองรับการหมักพร้อมกันได้สูงสุด 143 กอง

ข) ถาดสำหรับหมักปุ๋ยเป็นอิฐฉาบปูน มีพื้นที่ 24 ตารางเมตรคือกว้าง 1.2 และ ยาว 2 เมตร ขอบผนังสูง 0.3 เมตร

ค) โรงเรือนควรมีพื้นที่อย่างน้อย 440 ตารางเมตร เพื่อให้รองรับกองปุ๋ยทั้ง 143 กอง พื้นที่ปฏิบัติงานและทางเดินของพนักงาน

ง) ค่าตอบแทนพนักงาน 6,000 บาท/คน

4.3. ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบเผาในเตาเผา

การกำจัดขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีด้วยวิธีการเผาในเตานี้ สามารถแบ่งแนวทางในการเลือกปฏิบัติออกได้เป็น 2 แนวทางคือ

4.3.1 การเผาในแนวทางที่ 1 คือ นำขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ทั้งหมดมากำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผา ซึ่งจากตารางที่ 4.5 พบว่าเมื่อนำขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ทั้งหมดมากำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผา โดยไม่มีการคัดแยกขยะมูลฝอยที่สามารถหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์ออกก่อน จะมีขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปเผาอย่างน้อยที่สุด 512.5 กิโลกรัมต่อเดือน และมากที่สุดประมาณ 5,717.1 กิโลกรัมต่อเดือน ถ้ากำหนดให้ในแต่ละวันดำเนินการเผาเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งจากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เตาเผาที่สามารถรองรับความต้องการในการเผาระดับนี้คือ เตาเผาประเภท Pyrolysis รุ่น IN-50 พร้อมระบบบำบัดมลภาวะอากาศเพื่อบำบัดและป้องกันการปล่อยขี้เถ้าและควันเสียออกสู่บรรยากาศภายนอก มีราคาประมาณ 1,100,000 บาท เตาเผาขยะมูลฝอยนี้ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันโซล่าประมาณ 5 ลิตรต่อชั่วโมง ต้องการพนักงานเพียง 1 คน สำหรับควบคุมการทำงานของเตาเผาและป้อนขยะเข้าสู่เตา แต่ต้องมีความรู้เพียงพอที่จะควบคุมการทำงานของเตาเผาได้ จึงได้กำหนดค่าตอบแทนพนักงานไว้ที่ 8,000 บาทต่อเดือน ซึ่งเตาเผานี้ใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับการทำงานของเตาและระบบป้องกันควันเสีย เตาเผาขยะนี้มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตานี้ ต้องสร้างอาคารสำหรับติดตั้งเตาและสถานที่พักขยะรอการเผา เพื่อความสะดวกในการทำงานและรักษาเตาเผาให้อยู่ในสภาพดี ดังนั้นตลอด 10 ปีการนำ ขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ทั้งหมดมากำจัดด้วยการเผาในเตาเผา โดยไม่มีการแยกขยะมูลฝอยที่สามารถหมุนเวียนกลับ ไปใช้ประโยชน์ออกก่อนจะต้องใช้ค่าใช้จ่ายในขั้นตอนของการเผาทั้งหมดประมาณ 3,587,000 บาท

4.3.2 การเผาในแนวทางที่ 2 คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท เศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยและคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือไปเผาในเตาเผา ซึ่งจากตารางที่ 4.5 พบว่าเมื่อทำการคัดแยกขยะมูลฝอยที่สามารถหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์และเศษอาหารสำหรับการหมักทำปุ๋ยออกก่อน จะมีขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปเผาอย่างน้อยที่สุด 99.9 กิโลกรัมต่อเดือน และมากที่สุดประมาณ 1,125.7 กิโลกรัมต่อเดือน ถ้ากำหนดให้ในแต่ละสัปดาห์ดำเนินการเผาเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ซึ่งจากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเตาเผาที่สามารถรองรับความต้องการในการเผาระดับนี้ คือ เตาเผาประเภท Pyrolysis รุ่น IN-50 พร้อมระบบบำบัดมลภาวะอากาศเพื่อบำบัดและป้องกันการปล่อยขี้เถ้าและควันเสีย ออกสู่บรรยากาศภายนอก มีราคาประมาณ 1,100,000 บาท เตาเผาขยะมูลฝอยนี้ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันโซล่าประมาณ 5 ลิตรต่อชั่วโมง ต้องการพนักงานเพียง 1 คน สำหรับควบคุมการทำงานของเตาเผาและป้อนขยะเข้าสู่เตา ใช้

พลังงานไฟฟ้าสำหรับการทำงานของเตา และระบบป้องกันควันเสีย เตาเผาขยะนี้มาอายุการ ใช้งานมากกว่า 10 ปี ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผานี้ ต้องสร้างอาคารสำหรับติดตั้งเตาและสถานที่พักขยะรอการเผา เพื่อความสะดวกในการทำงานและรักษาเตาเผาให้อยู่ในสภาพดี ดังนั้น ตลอดระยะเวลา 10 ปี ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผานี้ ต้องสร้างอาคารสำหรับติดตั้งเตาและสถานที่พักขยะรอการเผา เพื่อความสะดวกในการทำงานและรักษาเตาเผาให้อยู่ในสภาพดี ดังนั้นตลอดระยะเวลา 10 ปี เมื่อทำการคัดแยกขยะมูลฝอยที่สามารถหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์และเศษอาหารสำหรับการหมักปุ๋ยออกก่อน แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้มากำจัดด้วยวิธีการเผาจะต้องใช้ค่าใช้จ่ายในส่วนของการเผาทั้งหมดประมาณ 3,069,000 บาท รายละเอียดในการคิดค่าใช้จ่าย สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผานี้มีที่มาของข้อมูลจากบริษัท เทอร์โมเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด อย่างไรก็ตาม การเผาขยะมูลฝอยในเตาเผานี้ ยังไม่สามารถกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมดขยะมูลฝอยส่วนที่เหลือ ซึ่งได้แก่ ขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ รวมทั้งเถ้าที่เกิดจากการเผานั้นต้องนำไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาลต่อไป

ตารางที่ 4-5 การประมาณค่าใช้จ่ายระยะเวลา 10 ปีในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผา

กิจกรรมและเครื่องจักร	การเผาในแนวทางที่ 1	การเผาในแนวทางที่ 2
การก่อสร้างอาคารและที่ตั้งเตาเผา	550,000 บาท	550,000 บาท
ค่าจัดซื้อเตาเผาขยะมูลฝอย	1,100,000 บาท	1,100,000 บาท
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	336,000 บาท	112,000 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	441,000 บาท	147,000 บาท
ค่าดูแล และซ่อมบำรุงเตาเผา	200,000 บาท	200,000 บาท
ค่าตอบแทนพนักงาน 1 คน	960,000 บาท	960,000 บาท
รวม	3,587,000 บาท	3,069,000 บาท

จากการประมาณราคาค่าใช้จ่าย ในการกำจัดขยะมูลฝอยของแต่ละวิธีข้างต้นนั้นจะพบว่า ค่าใช้จ่ายรวมทั้งระบบของการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละแนวทางตลอดระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 ถึง 2554 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-6 โดยในส่วนของรายได้นั้น เป็นการประมาณราคาเมื่อกำหนดให้ ขยะที่สามารถหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์ได้ สามารถนำไปขายได้ทั้งหมด ถ้าการคัดแยกขยะมีประสิทธิภาพดี และปุ๋ยหมักขายได้กิโลกรัมละ 7 บาท

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมทั้งระบบของการกำจัดขยะมูลฝอยในแนวทางต่าง ๆ

ระบบกำจัดขยะมูลฝอย ตั้งแต่ 2545-2554	แนวทางที่ 1 (บาท)	แนวทางที่ 2 (บาท)	แนวทางที่ 3 (บาท)	แนวทางที่ 4 (บาท)
การฝังกลบสุขาภิบาล	20,561,840	9,267,280	11,514,560	7,649,640
การหมักทำปุ๋ย	-	8,374,000	-	8,374,000
การเผาในเตาเผา	-	-	3,587,000	3,069,000
รายจ่ายรวม	20,561,840	17,641,280	15,101,560	19,092,640
กรณีที่ใช้ประโยชน์จากขยะได้100 %				
รายได้จากการขายปุ๋ย	-	1,381,595		1,381,595
รายได้จากการขายขยะ		1,178,641		1,178,641
รายได้รวม	-	2,560,236	-	2,560,236
สุทธิ	มีรายจ่าย 20,561,840	มีรายจ่าย 15,081,044	มีรายจ่าย 15,101,560	มีรายจ่าย 16,532,404
กรณีที่ใช้ประโยชน์จากขยะได้ 50 %	-	690,798	-	690,798
รายได้จากการขายปุ๋ย	-	589,321	-	589,321
รายได้จากการขายขยะ				
รายได้รวม	-	1,280,119	-	1,280,119
สุทธิ	มีรายจ่าย 20,561,840	มีรายจ่าย 16,361,161	มีรายจ่าย 15,101,560	มีรายจ่าย 17,812,521

หมายเหตุ: แนวทางที่ 1 คือการกำจัดขยะมูลฝอยทั้งหมดด้วยวิธีการฝังกลบสุขาภิบาล

แนวทางที่ 2 คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยหมักและคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ

แนวทางที่ 3 คือ การนำขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ทั้งหมดไปเผาในเตาเผาแล้วจึงนำเถ้าจากเตาเผา และขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบ

แนวทางที่ 4 คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยและคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้ รับซื้อของเก่า และนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือไปเผาในเตาเผา แล้วจึงนำขี้เถ้าจากเตาเผาและขยะมูลฝอยในส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบ

5. พื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีนี้ ได้กำหนดให้ใช้พื้นที่ภายในบริเวณค่ายสุรนารี เพื่อความสะดวกในการขนส่งขยะมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัดและสามารถดูแลควบคุมได้ง่าย อีกทั้งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อหรือเช่าที่ดินภายนอก เพื่อสร้างเป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยในการเลือกพื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมนั้น ต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน

จากการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาช่วยในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนี้มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้คือ

5.1. ใช้แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร เป็น Base Map เพื่อนำค่าพิกัดมากำหนดเส้นโครงและวางกรอบสำหรับบริเวณพื้นที่ศึกษา

5.2. นำเข้าข้อมูลแผนที่จากส่วนอาคารสถานที่ ค่ายสุรนารี ซึ่งประกอบไปด้วยชั้นข้อมูลแผนที่ขอบเขตค่ายสุรนารี แผนที่ถนนในค่ายสุรนารีและเส้นทางเข้าออก แผนที่แหล่งน้ำผิวดิน ตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล และแผนที่สิ่งปลูกสร้าง และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีมาตราส่วน 1:50,000 โดยการกำหนดพิกัดในแผนที่เหล่านี้ให้ตรงกันกับพิกัดกรอบของพื้นที่ศึกษา

5.3. ทำการปรับแก้ข้อมูลให้ทันสมัยด้วยการนำเข้าข้อมูลแผนที่ล่าสุดจากภาพถ่ายทางอากาศของกรมแผนที่ทหาร โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศ

การกำจัดขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีนี้ ได้กำหนดให้ใช้สถานที่ในพื้นที่ของค่ายสุรนารี ดังนั้นเมื่อนำเข้าข้อมูลแผนที่ต่าง ๆ เสร็จแล้วจึงต้องทำการกำหนดพื้นที่ฉนวนเพื่อเป็นการกันพื้นที่ที่อาจจะได้รับผลกระทบจากการสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนี้ ออกไปไม่ให้ถูกคัดเลือกไปเป็นพื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอย โดยการกำหนดพื้นที่ฉนวนได้ใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1.พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ต้องอยู่ห่างจากบ่อน้ำบาดาลไม่น้อยกว่าด้านละ 200 เมตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะมูลฝอย และสารพิษจากขยะมูลฝอยลงสู่แหล่งน้ำบาดาล

2.พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ต้องอยู่ห่างจากถนนไม่น้อยกว่าด้านละ 100 เมตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก และน้ำชะขยะมูลฝอยลงสู่แหล่งน้ำบาดาล

3.พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ต้องอยู่ห่างจากสถานที่ทำงาน ที่พักอาศัยและชุมชนไม่น้อยกว่าด้านละ 300 เมตร เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องกลิ่นจากกองขยะและฝุ่นจากการปฏิบัติงานรบกวนต่อประชาชนในแหล่งชุมชน ป้องกันปัญหาการมองเห็นกองขยะซึ่งจะทำลายทัศนียภาพ และป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคและสัตว์พาหะนำโรค จากกองขยะในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยสู่ประชาชนในชุมชน นอกจากนั้นแล้วยังเพื่อเป็นการป้องกันการต่อต้านของประชาชนในสังคมที่จะมีต่อสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งตั้งอยู่ใกล้ชุมชนของตนเอง

เมื่อได้กำหนดพื้นที่ฉนวนทั้งหมดแล้ว จึงทำการคัดเลือกบริเวณสำหรับสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากพื้นที่ว่างที่เหลือโดยคัดเลือกจากพื้นที่น้ำท่วมไม่ถึง มีทางเข้าออกสะดวกและมีระดับน้ำใต้ดินลึกกว่าระดับก้นหลุมฝังกลบมากกว่า 1 เมตร ซึ่งถ้าได้กำหนดหลุมฝังกลบมีความลึกประมาณ 4 เมตรแล้วพื้นที่ว่างเปล่าทั้งหมดสามารถตั้งสถานที่กำจัด ขยะมูลฝอยได้โดยมีข้อพิจารณาคัดเลือกพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ตามหลักของกระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่น้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ตามมติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2528

2. ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตโบราณสถานตาม พ.ร.บ. โบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุและพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร

3. ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตสนามบินไม่น้อยกว่า 5 กิโลเมตร

4. ควรตั้งอยู่ห่างจากบ่อน้ำดื่มหรือโรงผลิตน้ำประปาในปัจจุบันไม่น้อยกว่า 700 เมตร

5. ควรตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นมา รวมทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำ(Wetland) ไม่น้อยกว่า 300 เมตร ยกเว้นแหล่งน้ำที่ตั้งอยู่ในสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย

6. เป็นพื้นที่ซึ่งสภาพธรณีวิทยา หรือลักษณะที่พื้นดินมั่นคงแข็งแรงพอที่จะรองรับขยะมูลฝอย

7. ควรเป็นพื้นที่ดอน ในกรณีเป็นพื้นที่ลุ่มที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากจะต้องมีมาตรการป้องกันแก้ไข

8. ควรเป็นพื้นที่ซึ่งระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึก ในกรณีที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่สูงจะต้องมีมาตรการป้องกันแก้ไข

9. เมื่อพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ได้แล้ว ควรจัดทำประชาพิจารณ์ให้เกิดความยอมรับของประชาชนก่อนที่จะดำเนินการต่อไป

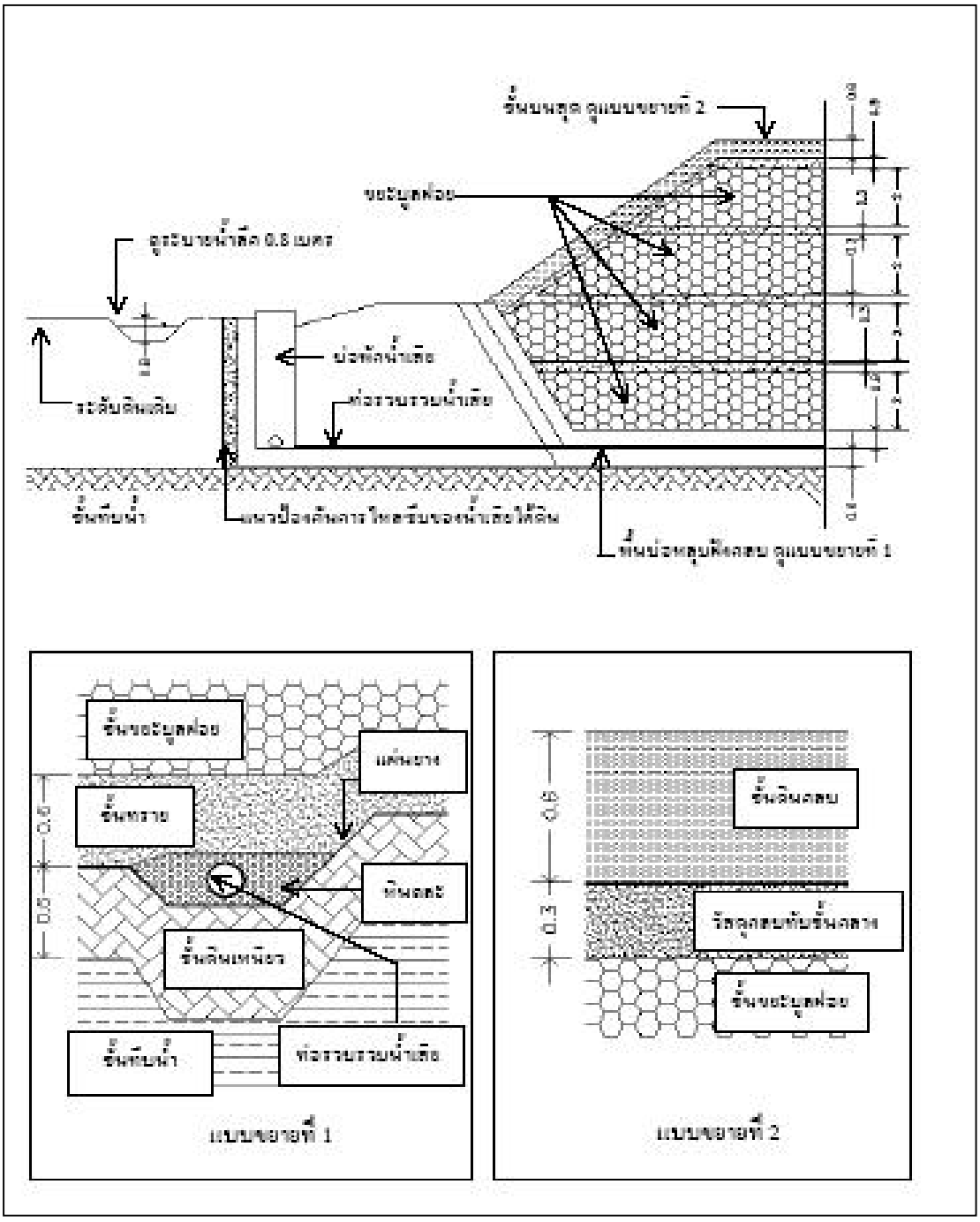
จากข้อมูลระดับน้ำใต้ดินได้ประสานงานกับกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี พบว่าระดับน้ำใต้ดินในค่ายสุรนารีนี้จะอยู่ที่ระดับความลึก1.50เมตร ซึ่งอยู่บริเวณเส้นทางโรงพยาบาล ค่ายสุรนารี หมู่ 1 ตำบลหนองไผ่ล้อม อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จนถึงระดับ 33 เมตร ซึ่งอยู่ใกล้กับเส้นทางไปอำเภอปักธงชัย ตำบลโพธิ์กลาง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ดังนั้นจึงควรพิจารณาในหลักเกณฑ์ด้านพื้นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึงในบริเวณพื้นที่กำจัด ด้วย และจากการพิจารณาความสะดวกในการเดินทางเข้า-ออกของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนั้น คือพื้นที่ว่างเปล่าด้านใต้ของแปลงเกษตรกรรมรวมซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของค่ายสุรนารี มีระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 245-255 เมตร เนื่องจากจะไม่เกิด ปัญหาน้ำท่วมขังและมีระดับน้ำใต้ดินที่ความลึกประมาณ 30 เมตร เป็นพื้นที่ที่ห่างจากหลุมขยะมูลฝอยในปัจจุบันไปทางทิศใต้ประมาณ 800 เมตร และเป็นพื้นที่ที่ห่างจากชุมชน แต่ระยะทางอาจจะไกลจากแหล่งกำเนิด ซึ่งมีข้อเสียที่ต้องใช้ระยะเวลาในการขนส่งมากขึ้น รวมทั้งการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถเก็บขนขยมูลฝอยอีกด้วย แต่พื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นที่ที่ติดถนนจึงสะดวกต่อการเดินทางเข้า-ออกของรถเก็บขนขยะมูลฝอย และพนักงานผู้ปฏิบัติงานในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เนื่องจากหลุมขยะมูลฝอยในปัจจุบันตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติไม่ถึง 200 เมตร รวมทั้งมีระดับผิวน้ำที่ระยะประมาณ 1.5 เมตร ซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักการของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย และขนาดของพื้นที่ในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยและขนาดของหลุมฝังกลบนั้นขึ้นอยู่กับระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เลือกใช้ หากนำขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายในค่ายสุรนารีตลอดระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2557-2566 มาทำการฝังกลบสุขาภิบาลแล้วจะต้องใช้หลุมฝังกลบขนาดประมาณ 1.7 ไร่ แต่จากการคัดเลือกระบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมดังได้กล่าวไว้แล้วข้างต้นพบว่า ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือไปกำจัดด้วยวิธีฝัง กลบสุขาภิบาล ซึ่งวิธีนี้มีความต้องการพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างน้อย 0.18 ไร่ เมื่อกำหนดให้ลักษณะของหลุมฝังกลบนั้น ระดับชั้นที่อยู่ต่ำกว่าดินเดิม

ฝังกลบด้วยวิธีแบบขุดเป็นร่องจำนวน 2 ชั้น สูงชั้นละ 2.3 เมตร โดยจะขุดดินลึกประมาณ 6 เมตร สำหรับพื้นชั้นล่างสุดของหลุมฝังกลบจะมีชั้นดินเหนียวบดอัดหนา 0.6 เมตรและปูแผ่นยางกันซึมหนา 1.5 มิลลิเมตรเหนือชั้นดินเหนียวบดอัด เพื่อป้องกันน้ำชะขยะมูลฝอยซึมผ่าน ชั้นดินลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน และด้านบนของแผ่นยางกันซึม จะมีท่อรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยเพื่อส่งไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในชั้นทรายหนา 0.6 เมตร โดยจะมีการฝังกลบขยะมูลฝอยชั้นแรกเหนือชั้นทรายนี้ ในขณะที่ชั้นบนดินเหนือระดับดินเดิมจะทำการฝังกลบโดยการฝังกลบบนพื้นที่จำนวน 2 ชั้น สูงชั้นละ 2.3 เมตร สำหรับชั้นบนสุดจะปูแผ่นยางกันซึม ความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตรก่อนและกลบด้วยดินกลบทับหนา 0.6 เมตร แล้วปรับผิวดินให้มีความลาดเอียงประมาณร้อยละ 3-5 พร้อมทั้งปลูกพืชคลุมดิน เพื่อการระบายน้ำและลดปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นจากน้ำที่ซึมผ่านลงไปในชั้นฝังกลบ ดังนั้นในหลุม ฝังกลบจะมีชั้นฝังกลบขยะมูลฝอยรวมทั้งหมด 4 ชั้น และมีความสูงทั้งหมด 11 เมตรโดยแบ่งเป็น ส่วนที่อยู่ต่ำกว่าระดับดินเดิมมีความลึก 6 เมตร และส่วนที่อยู่เหนือระดับดินเดิมมีความสูง 5 เมตร การฝังกลบสุขาภิบาลขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีนี้จะต้องแบ่ง พื้นที่ในการฝังกลบออกเป็น 4 หลุมฝังกลบติดกัน แต่ละหลุมมีขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 14 เมตร และจะใช้ดินที่ถูกขุดขึ้นมาจากการทำหลุมฝังกลบ สำหรับการปิดกลบหน้าดินภายหลังบดอัดขยะมูลฝอย การขุดดินสำหรับการฝังกลบจะกระทำทีละหลุมฝังกลบจนกระทั่งมีการฝังกลบขยะมูลฝอยจนเต็มครบทั้ง 4 ชั้นแล้ว จึงทำการขุดหลุมฝังกลบต่อไปเพื่อทำการฝังกลบในลักษณะเดียวกันต่อไป จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำมาฝังกลบ พบว่าหลุมฝังกลบร่องที่ 1 จะสามารถรองรับการฝังกลบขยะมูลฝอยได้เป็นเวลาประมาณ 3 ปี 5 เดือน จึงจะเต็มและร่องที่ 2 จะรองรับการฝังกลบจากปี พ.ศ.2560 ได้อีกประมาณ 2 ปี 5 เดือน ดังนั้นจะเริ่มทำการฝังกลบขยะมูลฝอยในร่องที่ 3 ในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งจะรองรับการฝังกลบได้เป็นเวลาประมาณ 2 ปี 1 เดือน จึงจะเต็ม ในขณะที่การฝัง กลบขยะมูลฝอยในร่องที่ 4 จะเริ่มดำเนินการใน ปี พ.ศ. 2564 ซึ่งจะสามารถรองรับการฝังกลบขยะมูลฝอย ไปได้อีกประมาณ 2 ปี 1 เดือน จนกระทั่งถึง ปี พ.ศ. 2566 โดยนอกจากหลุมฝังกลบแล้วภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจะประกอบไปด้วย พื้นที่ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น พื้นที่ของโรงเรือนหมักปุ๋ย อาคารสำนักงาน อาคารเครื่องชั่ง โรงจอดรถ ระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย และถนน เป็นต้น อีกอย่างน้อยประมาณ 1.19 ไร่ โดยรวมแล้วสถานที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขายแล้วจึงนำขยะมูลฝอย ที่เหลือไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล ที่สามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยในค่ายสุรนารีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2566 ได้นั้น ต้องการพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1.37 ไร่ เป็นอย่างน้อย โดยรูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11 แสดงการแบ่งพื้นที่ใช้ประโยชน์และแผนผังภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารี โดยในสถานที่กำจัด

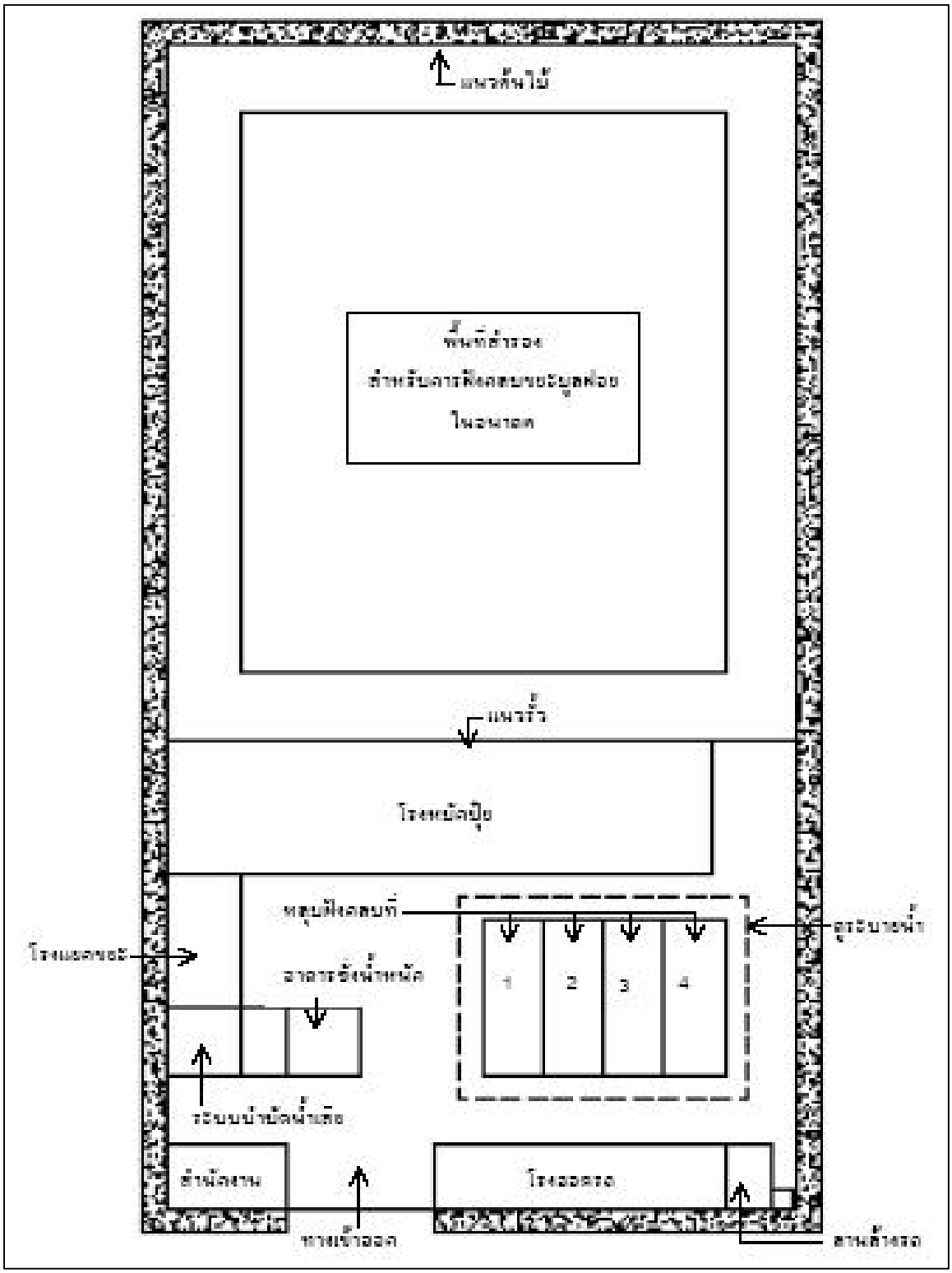
ขยะมูลฝอยนี้ได้ออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยด้วยระบบเอสบีอาร์ โดยถังปฏิกิริยานี้มีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร และสูง 1.875 เมตร ซึ่งมีความสามารถในการบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยที่มีค่า BOD เฉลี่ยประมาณ 320 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อให้เป็นน้ำทิ้งที่มีค่า BOD 20 มิลลิกรัมต่อลิตรก่อนปล่อยสู่ท่อระบายน้ำของค่ายสุรนารีต่อไป และสามารถรองรับอัตราการเกิดน้ำชะขยะมูลฝอยได้มากถึง 2.625 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งต้องทำการเติมอากาศให้แก่ระบบในอัตรา 37.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และต้องมีความเข้มข้นของน้ำตะกอน(จุลินทรีย์) 3,200 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย จะมีระบบบำบัดน้ำเสียและการป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะมูลฝอยแล้ว ควรจะมีการสร้างฉนวนเพื่อปกป้องสิ่งแวดล้อมภายนอกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีทางธรรมชาติด้วย ซึ่งก็คือการปลูกไม้ยืนต้นรอบบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของฝุ่นและกลิ่นไม่พึงประสงค์ และในขณะเดียวกันรากของต้นไม้ยังจะสามารถทำหน้าที่ดูดซับและป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษ ที่จะรั่วไหลออกไปสู่พื้นที่ภายนอก ต่อไปได้อีกด้วย จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในค่ายสุรนารีต่อไปในอนาคต และการพิจารณาที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแห่งนี้ แล้วพบว่า ภายหลังจากมีการกำจัดและฝังกลบขยะมูลฝอยจนเต็มบริเวณของพื้นที่แห่งนี้ในปี พ.ศ. 2566 แล้ว ยังสามารถขยายบริเวณของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยออกไปสู่พื้นที่ว่างเปล่าที่อยู่ติดกัน ให้สามารถรองรับการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีเดียวกันนี้ต่อไปได้อีกไม่น้อยกว่า 40 ปี หรือ จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2604 เป็นอย่างต่ำ และต้องการพื้นที่ของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย อีกอย่างน้อย 2 ไร่ ซึ่งในพื้นที่นี้ได้แบ่งออกเป็นบริเวณหลุมฝังกลบประมาณ 1.26 ไร่ เพื่อให้สามารถรองรับการฝังกลบขยะมูลฝอยได้ในระยะเวลา 40 ปี

ตารางที่ 4-7 การคาดการณ์ปริมาณและพื้นที่ฝังกลบในอนาคต

ปี พ.ศ.	ระยะเวลา (ปี)	ปริมาณมูลฝอยที่ต้องฝังกลบ (กิโลกรัม)	พื้นที่หลุมฝังกลบ (ไร่)
พ.ศ. 2565-2574	10	37,017	0.25
พ.ศ. 2575-2584	10	40,526	0.30
พ.ศ. 2585-2594	10	54,034	0.34
พ.ศ. 2595-2604	10	67,543	0.37
รวม	40	199,120	1.26



แผนภาพที่ 4-11 การแบ่งพื้นที่ใช้ประโยชน์ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย



แผนภาพที่ 4-12 แผนผังภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

6. บุคลากรในการจัดการขยะมูลฝอย

จากการออกแบบระบบการจัดการขยะมูลฝอยเบื้องต้นนั้น พบว่าต้องใช้พนักงานในแต่ละขั้นตอนให้มีจำนวนที่เหมาะสมกับปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัด และลักษณะการปฏิบัติงาน ดังได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.8 โดยการหาความต้องการจำนวนพนักงานนี้ ได้คำนึงถึงหลักการต่างๆ คือ พนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอยนี้ ควรมีประจำรถเก็บขนขยะมูลฝอยอย่างน้อยคันละ 1 คน และรับผิดชอบขับรถคันนั้นตลอดทุกวัน เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษารถ และเกิดความคล่องตัวในการขับรถตามเส้นทางประจำคุณสมบัติพื้นฐานที่ต้องมี คือ ขับรถยนต์ได้มีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ การศึกษาขั้นต่ำคือมัธยมศึกษาปีที่ 3 และควรมีพนักงานขับรถสำรองเผื่อไว้ในกรณีที่พนักงานขับรถประจำมีการลาหรือหยุดงาน โดยอาจจะเป็นพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยประจำรถคันนั้นๆ ที่มีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ก็ได้ พนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยนี้ควรมีประจำรถเก็บขนขยะมูลฝอยอย่างน้อยคันละ 3 คน และปฏิบัติงานกับรถคันเดิมในเส้นทางเดิมตลอด เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการเก็บขนขยะมูลฝอย โดยพนักงาน 2 คน ทำหน้าที่เก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากถังรองรับ แล้วนำมาส่งให้พนักงานอีก 1 คน ที่คอยรับอยู่บนรถ การเก็บรวบรวมจำเป็นต้องใช้พนักงาน 2 คน เนื่องจาก ขยะมูลฝอยในบางจุดมีปริมาณและน้ำหนักมาก จำเป็นต้องใช้แรงงานของคนอย่างน้อย 2 คน เพื่อยกขยะมูลฝอยขึ้นสู่ถังบรรทุกขยะบนรถ และพนักงานอีก 1 คนบนรถ นอกจากจะคอยรับและจัดวางขยะในถังบรรทุกขยะมูลฝอยแล้ว ยังต้องมีหน้าที่ในการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอยตามกลุ่มขยะเปียก ขยะแห้ง และขยะที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ ในระหว่างการเดินทางและระหว่างที่พนักงานอีก 2 คนกำลังเก็บรวบรวมขยะ เพื่อไม่ให้ขยะมูลฝอยเหล่านี้ปะปนกันในขั้นตอนของการขนส่ง และเกิดความสะดวกในการแบ่ง ขยะมูลฝอยไปกำจัดตามประเภทพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอย ควรมีการศึกษาขั้นต่ำคือมัธยมศึกษา ปีที่ 3 และพนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอยประจำรถแต่ละคัน ควรมีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ อย่างน้อย 1 คน เผื่อไว้เป็นพนักงานขับรถสำรอง ในกรณีที่พนักงานขับรถประจำมีการลาหรือหยุดงานในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยต้องการพนักงานเพื่อปฏิบัติงานหน้าที่ต่างๆ ได้แก่พนักงานชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย 1 คน พนักงานขับรถบด 1 คน พนักงานขับรถตักหน้าขุดหลัง 1 คนสำหรับการปฏิบัติ งานในขั้นตอนการฝังกลบสุขาภิบาล และพนักงานที่มีหน้าที่ดูแลการหมักปุ๋ยอีก 4 คน ซึ่งมีหน้าที่ในการคัดแยกและเตรียมเศษอาหาร ตั้งกองหมักปุ๋ย ดูแลการหมักปุ๋ยและบรรจุปุ๋ยที่ได้ ลงหีบห่อ โดยปกติแล้วในแต่ละวันมีการชั่งน้ำหนักเพียงวันละ 1 ครั้ง ของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน จึงไม่จำเป็นต้องมีพนักงานชั่งน้ำหนักประจำ ซึ่งอาจจะให้พนักงานประจำรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน เป็นผู้ชั่งและจดบันทึกน้ำหนักขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้ในแต่ละวันด้วยตนเอง ในขณะที่พนักงานขับรถบดและพนักงานขับรถตักหน้าขุดหลังนั้นมีระยะ เวลาในการปฏิบัติงานอย่างมากไม่เกิน 6 ชั่วโมง

และพนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอยก็ใช้เวลาในการปฏิบัติงานประมาณ 2 ชั่วโมง ดังนั้น ควรกำหนดหน้าที่ให้พนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอยมารับผิดชอบการขับรถบด และรถตักหน้าขุดหลัง อีกอย่างน้อยคันละ 1 คน เพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานได้คุ้มค่า และเหมาะสมกับค่าตอบแทนเช่นเดียวกันกับพนักงานที่ดูแลการหมักปุ๋ยซึ่งการปฏิบัติหน้าที่หลักในแต่ละวัน จะเริ่มต้นหลังจากมีการขนส่งขยะมูลฝอยมายังสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแล้ว จึงควรกำหนดให้พนักงานประจำรถเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงในการปฏิบัติงานแต่ละวันมารับผิดชอบหน้าที่ดูแลการหมักปุ๋ยต่อภายหลังกลับจากการเก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อให้พนักงานมีระยะเวลาในการปฏิบัติงานคุ้มค่าเหมาะสมกับ ค่าตอบแทนและเป็นการลดจำนวนพนักงานรวมทั้งค่าใช้จ่ายที่มากเกินความจำเป็น

ตารางที่ 4-8 การคาดการณ์จำนวนพนักงานของระบบการจัดการขยะมูลฝอยในขั้นตอนต่างๆ

ปี พ.ศ.	พนักงานขับรถเก็บขน (คน)	พนักงานเก็บขน (คน)	พนักงานในระบบกำจัด (คน)
2545	2	6	8
2546	3	9	12
2547	3	9	12
2548	3	9	12
2549	4	12	16
2550	4	12	16
2551	4	12	16
2552	4	12	16
2553	4	12	16
2554	4	12	16

7. แนวโน้มในการหมุนเวียนขยะกลับมาใช้ประโยชน์

การหมุนเวียนขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ ในที่นี้หมายถึง การแยกขยะมูลฝอยที่สามารถแปรสภาพ แล้วนำกลับมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปใช้ได้อีก (Recycle) ได้แก่ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และ กระป๋องโลหะ การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งได้มาจากการคำนวณ เมื่อปริมาณกระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋อง โลหะ และ โลหะ เป็นร้อยละ 6.03, 6.09, 23.05, 1.94 และ

6.45 ของขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน จะมีขยะมูลฝอยประเภทเหล่านี้เกิดขึ้นไม่ต่ำกว่าปีละ 32,912.59 กิโลกรัม และถ้ามีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพเพียงพอแล้ว จะสามารถนำขยะมูลฝอยเหล่านี้หมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด โดยวิธีการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ดีนั้นควรรณรงค์และกำหนดให้มีการทิ้งขยะประเภท ปริมาณ กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และ โลหะ แยก ต่างหากออกจากขยะประเภทอื่นๆ และในขั้นตอนของการเก็บขนนั้น ต้องทำการรวบรวมขยะเหล่านี้ไว้เป็นส่วนเฉพาะในถังบรรทุกขยะของรถเก็บขนขยะมูลฝอยไม่ให้ปะปนกับขยะมูลฝอยประเภทอื่น เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอยเมื่อขนส่งไปถึงสถานที่กำจัด โดยคาดว่าเมื่อนำขยะมูลฝอยเหล่านี้ไปขายแล้วจะมีรายได้ทั้งหมดกลับคืนไม่ต่ำกว่า 229,320 บาท/ปี ซึ่งรายได้ส่วนนี้คำนวณจากราคา รับซื้อของเก่าของห้างพัฒนกิจโคราช จำกัด ที่ตั้งราคารับซื้อกระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และ โลหะ ไว้ที่ประมาณ 2, 8, 0.75, 35 และ 3.5 บาท/กิโลกรัม ณ วันที่ 21 พฤษภาคม 2545 ในขณะเดียวกันการนำเศษอาหารมาหมักทำปุ๋ยนั้น ในระยะเวลา 10 ปี ถ้าสามารถนำเศษอาหารทั้งหมดมาหมักปุ๋ยได้ 100 % จะสามารถผลิตปุ๋ยหมักได้เป็นจำนวน 197,370.73 กิโลกรัม เนื่องจากปุ๋ยหมักจะมีน้ำหนักเหลือประมาณ 1 ใน 3 ของน้ำหนักเศษอาหารที่นำมาหมัก เมื่อปุ๋ยหมักสามารถขายได้ในราคากิโลกรัมละ 7 บาท ค่ายสุรนารีจะมีรายได้ทั้งหมดจากการขาย ปุ๋ยหมักประมาณ 1,381,595 บาท แต่ถ้าสามารถนำเศษอาหารมาหมักทำปุ๋ยได้เพียงร้อยละ 50 ของเศษอาหารทั้งหมดแล้ว จะมีรายได้จากการขายปุ๋ยหมักประมาณ 690,797 บาท นอกจากนั้นแล้วในปัจจุบันค่ายสุรนารี ก็มีการรวบรวมของเหลือใช้ในสำนักงานประเภทตลับหมึกพิมพ์ที่ใช้แล้ว และกระดาษ รวมถึงอุปกรณ์ชำรุดประเภทโลหะแยกไว้ต่างหาก โดยไม่ทิ้งผ่านถังรองรับขยะมูลฝอยทั่วไป ซึ่งวัสดุเหลือใช้เหล่านี้จะนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่าทุกๆ 4 เดือน เป็นรายได้กลับคืนอีกประมาณปีละ 72,000 บาท และยังมีรายได้จากการเก็บขนอีกเดือนละ 46,730 บาท ซึ่งรายได้รวมจากการขายขยะเหล่านี้ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2545 ถึง 2554 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 รายได้รวมโดยประมาณของค่ายสุรนารีจากการขายขยะมีมูลค่าตลอด 10 ปี

ประเภท	ปริมาณ (กิโลกรัม)	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	รายได้จากการขาย (บาท)	
			ขายได้ 100 %	ขายได้ 50 %
กระดาษ	4,556.08	2	9,112	4,556
พลาสติก	46,013.42	8	368,107	184,053
แก้ว	17,415.87	0.75	13,062	6,531
กระป๋องโลหะ	1,465.80	35	51,303	25,652
โลหะ	4,873.42	3.5	17,057	8,528
ปุ๋ยหมัก	197,370.73	7	1,381,595	690,798
รายได้จากการขายของเหลือใช้ในสำนักงาน			720,000	
รวม			2,560,236	1,640,118

8. ค่าใช้จ่ายและการลงทุน

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอย ด้วยวิธีการคัดแยกขยะมูลฝอย ประเภทเศษอาหารเพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่าแล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาลตลอดระยะเวลา 10 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 - 2554 สามารถแบ่งออกได้เป็น

8.1. ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบการกำจัดในแนวทางที่ 2 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

8.2. ค่าตอบแทนพนักงานในการจัดการเดินระบบ รวมแล้วตลอดระยะเวลา 10 ปี ต้องใช้งบประมาณทั้งหมดประมาณ 21,514,400 บาท ซึ่งในการลงทุนนี้คาดว่าจะมีรายได้กลับคืนจากการขายขยะมีมูลค่าและปุ๋ยหมักได้ประมาณ 2,560,236 บาท และ 1,640,118 บาท ในกรณีที่กำหนดให้สามารถนำขยะมีมูลค่ากลับมาใช้ประโยชน์ได้ 100 % และ 50 % ตามลำดับดังนั้นในช่วงระยะเวลา 10 ปี ค่ายสุรนารีจะมีรายได้รวมทั้งหมดเป็นเงิน 8,167,836 บาท และ 6,000,354 บาท ในกรณีที่กำหนดให้สามารถนำขยะมีมูลค่ากลับมาใช้ประโยชน์ได้ 100 % และ 50 % ตามลำดับ และเมื่อหักค่าใช้จ่ายต่างๆ แล้วจะขาดทุนสุทธิประมาณ 13,346,564 บาท และ 14,266,682 บาท ตามลำดับ ดังได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.10

การลงทุนสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีนี้ ถึงแม้ว่าการลงทุนในช่วง 10 ปีแรกนั้นจะไม่มีกำไรในเรื่องการประกอบการ เนื่องจากเป็นการจัดระบบที่ไม่มีการดำเนินการที่ถูกสุขลักษณะมาก่อน แต่ในห้วงหลังจากนั้นแล้วการดำเนินการ จึงจะมีผลกำไร

เนื่องจากไม่มีการลงทุนมากเหมือนในครั้งแรกเริ่ม แต่ผลกำไรที่ไม่สามารถวัดเป็นตัวเงินได้ส่วนหนึ่งก็คือการรักษาสภาพแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง หรือชุมชนที่อยู่บริเวณใกล้ๆ ไม่ให้เกิดผลกระทบ ขึ้นในภายหลังจากการดำเนินการ อันเนื่องมาจากการชะของน้ำขยะที่ปนเปื้อนไปกับชั้นน้ำใต้ดิน หรือส่งผลในเรื่องของทัศนียภาพที่ไม่น่าดู รวมทั้งเป็นสถานที่ที่ก่อให้เกิดพาหะนำโรค เป็นผลกำไรที่ไม่สามารถคิดเป็นตัวเลขได้ในทางเศรษฐศาสตร์ แต่สามารถบ่งบอกได้ว่าคุ้มค่ามากน้อยเพียงไร

ตารางที่ 4-10 การลงทุนและรายได้จากการจัดการขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารี

ค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท)	
ค่าการก่อสร้างระบบกำจัดตามแนวทางที่ 2 (เหมาะสมที่สุด)	17,641,280	
ค่าตอบแทนพนักงาน	3,873,120	
รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด	21,514,400	
รายได้	รายได้ 100 %	รายได้ 50 %
รายได้ทั้งหมดจากการขายขยะมีมูลค่าและปุ๋ยหมัก	2,560,236	1,640,118
รายได้จากการเก็บค่าธรรมเนียม	5,607,600	
รวมรายได้ทั้งหมด	8,167,836	6,000,354
ผลกำไรหรือขาดทุนสุทธิ	-13,346,564	-14,266,682

แนวทางและรูปแบบที่เหมาะสมในการบริหารจัดการ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ พบว่า แนวทางที่ควรนำไปพิจารณาดำเนินการหรือนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 ไปจนกระทั่ง พ.ศ. 2566 ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการจำแนกประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอย เป็นการช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยก่อนนำไปกำจัด ด้วยวิธีการและมาตรการควบคุมที่เหมาะสมในการบริหารจัดการ ควรพิจารณาในแนวทางและรูปแบบนี้คือ

1. การรวบรวมขยะมูลฝอย

การทิ้งขยะมูลฝอยเพื่อรอการเก็บขนไปกำจัด ควรเตรียมภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสม คือ ถังขยะพลาสติกขนาด 120 ลิตรที่มีฝาปิด ให้มีจำนวนที่เพียงพอต่อการรองรับขยะชุมชนที่เกิดขึ้นในทุกๆวัน โดยในปี พ.ศ. 2545 ควรมีถังรองรับขยะนี้ตั้งตาม

แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย ทั่วทั้งค่ายสุรนารี และควรรณรงค์ให้มีการแยกทิ้งขยะมูลฝอยลงในถังรองรับ ตามประเภทของขยะมูลฝอยอย่างน้อย 3 ประเภท คือ เศษอาหาร ขยะมีมูลค่าซึ่งได้แก่ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะและกระป๋องโลหะ ประเภทสุดท้ายคือ ขยะชนิดอื่นๆ นอกจากนั้นแล้ว ควรมีมาตรการในการแยกทิ้ง ในส่วนของขยะอันตรายหรือขยะพิษต่างหาก เพื่อไม่ให้ปะปนกันกับขยะมูลฝอยชุมชน โดยตั้งถังรองรับขยะมูลฝอยอันตรายโดยเฉพาะ ตามบริเวณที่อาจจะมีการเกิดขยะมูลฝอยและเป็นจุดที่มีความสะดวกในการทิ้งอย่างน้อย 2 จุด ซึ่งได้แก่ อาคารและบ้านพัก ซึ่งควรจะมีการศึกษาแนวทางการจัดการขยะอันตรายที่เกิดขึ้นต่อไปด้วยเช่นกัน

2. การเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย

การเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย ควรกระทำทุกวันในช่วงเช้าโดยเริ่มตั้งแต่เวลาประมาณ 0830 นาฬิกา โดยใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ที่ถังบรรทุกขยะมูลฝอยมีความจุ 18 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งรถ แต่ละคันควรมีพนักงานขับรถ 1 คน และพนักงานเก็บขน 3 คน เพื่อปฏิบัติหน้าที่ประจำแต่ละคัน ซึ่งในปี พ.ศ. 2545 ต้องการรถเพียง 2 คัน ในการเก็บขน 2 เส้นทาง และในอนาคตมีปริมาณขยะมูลฝอยมากขึ้นต้องเพิ่มจำนวนรถเก็บขนเป็น 3 คัน ในปี พ.ศ. 2546 และ 4 คัน ในปี พ.ศ. 2549 เพื่อให้เพียงพอ ต่อการเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากขึ้น โดยในขั้นตอนของการขนส่งขยะมูลฝอยนี้ ควรมีการแยกประเภทของขยะมูลฝอยไม่ให้ปะปนกันเช่น เดียวกับขั้นตอนการรวบรวมขยะมูลฝอยในถังขยะเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการแยกกำจัด ซึ่งอาจจะใช้การแบ่งพื้นที่ในถังบรรทุกออกเป็น 3 ส่วนสำหรับวางขยะมูลฝอยทั้ง 3 ประเภท โดยพนักงานประจำรถ ที่มีหน้าที่รอรับขยะมูลฝอยในถังบรรทุกควรเป็นผู้คัดแยกและจัดวางขยะมูลฝอยตามประเภท เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการจัดการ ขยะมูลฝอยแยกตามประเภท ซึ่งภายหลังขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัดแล้วทุก ๆ วันควรทำความสะอาดรถเก็บขนขยะมูลฝอยทันทีเพื่อไม่ให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค และให้พร้อมสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอยในวันต่อไป

3. การกำจัดขยะมูลฝอย

จากการศึกษาลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย พบว่าขยะมูลฝอยในค่ายสุรนารีสามารถนำไปกำจัดได้ทุกวิธี แต่จากการศึกษาในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว พบว่า วิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่คุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด คือแนวทางที่ 2 โดยการแยกเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และกระป๋องโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะ มูลฝอยที่เหลือไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบสุขาภิบาล เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้เงินลงทุนต่ำ และในขณะ เดียวกันยังสามารถทำให้เกิดรายได้กลับเข้าสู่ค่ายสุรนารีอีกด้วย จากการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในการเลือกสถานที่ กำจัดขยะมูลฝอยภายในบริเวณค่ายสุรนารี พบว่าสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมคือ พื้นที่ว่างแปลงเกษตรกรรม ซึ่ง

อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ในค่ายสุรนารี อยู่ใกล้ถนนห่างจากหลุมขยะในปัจจุบันประมาณ 800 เมตร โดยต้องการพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1.32 ไร่ ควรมีรั้วรอบขอบชิดพื้นที่ทุกด้านและมีทางเข้าออกแค่ทางเดียวในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนี้ประกอบไปด้วยหลุมฝังกลบขนาด 0.35 ไร่มีความลึก 4 เมตร ซึ่งมีระบบการระบายน้ำชะขยะมูลฝอยไปสู่บ่อบำบัดน้ำเสีย มีท่อสำหรับระบายก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบออกสู่บรรยากาศภายนอก และภายใต้หลุมฝังกลบมีชั้นวัสดุกันซึมป้องกันการรั่วซึมของน้ำเสีย และสารพิษสู่ชั้นน้ำ ใต้ดิน ในส่วนของพื้นที่ที่เหลือประกอบไปด้วยถนนภายในสถานที่กำจัด อาคารชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย โรงเรือนหมักปุ๋ย โรงจอดรถที่ใช้ในการฝังกลบ และรถเก็บขนขยะมูลฝอย เนื่องจากใช้สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เป็นสถานีจอดรถเก็บขนด้วย ตลอดอาคารสำนักงานสำหรับควบคุมดูแลการกำจัดขยะมูลฝอย และระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย

4. พนักงานในระบบการจัดการขยะมูลฝอย

ระบบการจัดการขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีควรมีพนักงานสำหรับการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ 8 คน ในปี พ.ศ. 2545 ประกอบด้วยพนักงานขับรถ 2 คน มีหน้าที่ขับรถเก็บขนขยะมูลฝอย คันละ 1 คน ในขั้นตอนการเก็บขนขยะมูลฝอย และเมื่อขนส่ง ขยะมูลฝอยมายังสถานที่กำจัดแล้วจะมีหน้าที่ขับรถบดและรถตักหน้าขุดหลังในขั้นตอนการฝังกลบ ในขณะที่พนักงานอีก 6 คน ทำหน้าที่เป็นพนักงานเก็บขน ในขั้นตอนการเก็บขนขยะมูลฝอยและกลับมาสถานที่กำจัด เพื่อดูแลการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งได้แก่ การชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย การคัดแยกขยะมีมูลค่า การคัดแยกเศษอาหาร การบดเศษอาหาร การตั้งกองหมักและดูแลการหมักปุ๋ย การบรรจุปุ๋ยลงหีบห่อ และการดูแลความสะอาดเรียบร้อยในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย โดยในปี พ.ศ.2546 จะต้องการพนักงานเพิ่มเป็น 12 คน เนื่องจากมีรถเก็บขนขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นเป็น 3 คัน จึงต้องมีพนักงานขับรถเพิ่มเป็น 3 คน และต้องมีพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยประจำคันละ 3 คนเช่นเดียวกับในปี พ.ศ.2549 จะต้องการพนักงานเพิ่มเป็น 16 คน เนื่องจาก มีรถเก็บขนขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นเป็น 4 คัน จึงต้องมีพนักงานขับรถเพิ่มเป็น 4 คนและพนักงานที่เหลือจะมีหน้าที่และลักษณะงานเช่นเดิม เพื่อให้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว รวมถึงพนักงานจะมีการปฏิบัติงานได้คุ้มค่ากับค่าตอบแทน

5. งบประมาณ

การจัดการขยะมูลฝอยในค่ายสุรนารี ด้วยแนวทางที่ได้ศึกษาแล้วพบว่า ตลอดระยะเวลา 10 ปี จะใช้งบประมาณสำหรับการจัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องจักร ยานพาหนะ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าดูแลรักษาซ่อมบำรุง เครื่องมือเครื่องจักรและยานพาหนะ ค่าก่อสร้างและเตรียมสถานที่ กำจัดขยะมูลฝอย และค่าตอบแทนพนักงาน รวมทั้งหมดเป็นเงินประมาณ

21,514,400 บาท แต่อย่างไรก็ตาม การลงทุนสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยด้วยแนวทางนี้ สามารถสร้างรายได้ให้ค่ายสุรนารี จากการหมุนเวียนขยะมูลฝอยบางส่วนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งได้แก่การขายขยะมีมูลค่าและขายปุ๋ยหมักและค่าธรรมเนียมเก็บขน ได้เป็นเงินประมาณ 8,167,836 บาท ในกรณีที่สามารถนำขยะมีมูลค่ามาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด 100 % แต่ถ้านำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ได้เพียง 50 % ค่ายสุรนารีจะมีรายได้รวมประมาณ 6,000,354 บาท

6. ประโยชน์และข้อจำกัดของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการใช้เป็นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์ระบบการจัดการขยะมูลฝอย สำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อมได้ในหลายๆ ด้าน ซึ่งรวมถึงการนำมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบการจัดการขยะมูลฝอยด้วยเช่นกัน และงานวิจัยนี้ จึงเป็นการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการออกแบบเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอย และเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมภายในค่ายสุรนารีซึ่งถือได้ว่า เป็นการนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับขีดความสามารถของระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ โดยประโยชน์ของการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในงานวิจัยนี้คือ เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารีไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสะดวก ต่อการค้นหานำมาใช้ประโยชน์ และสามารถปรับปรุงข้อมูลเหล่านี้ให้ทันสมัยได้ง่าย ดังนั้นจึงสามารถทำการคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งต้องคำนึง ถึงปัจจัยต่าง ๆ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลายๆด้าน ได้สะดวกรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังช่วยให้สามารถวิเคราะห์หาเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสม คือใช้ระยะทางในการปฏิบัติงานน้อย และมีความคล่องตัวในขณะเดินทาง ซึ่งการออกแบบเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพนี้ ต้องคำนึงถึงปัจจัยในหลาย ๆ ด้านประกอบกัน แต่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ช่วยให้สามารถออกแบบเส้นทางเก็บขนนี้ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากสามารถช่วยให้มองเห็นภาพของพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้อย่างเป็นรูปธรรม ในขณะเดียวกันระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ยังสามารถคำนวณระยะทาง ของเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้ทำการออกแบบไว้ได้ จึงเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย สำหรับการออกไปสำรวจและเก็บข้อมูลระยะทางในภาคสนามได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้กับการจัดการขยะมูลฝอยสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กคือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไม่ใช่เครื่องมือที่จะสามารถตัดสินใจแทนมนุษย์ หรือคัดเลือกแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดได้ ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาด้าน ขยะมูลฝอยและสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องละเอียดอ่อน และสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได ้ จึงต้องมีการตัดสินใจขั้น

สุดท้ายโดยมนุษย์ ด้วยการวิเคราะห์และพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบอีกครั้ง ก่อนที่จะเลือกแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมไปปฏิบัติจริง

สรุป

เมื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมในเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีประกอบการพิจารณาในเชิงวิศวกรรมแล้ว พบว่าขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารี สามารถนำไปกำจัดได้ทั้ง 3 วิธีคือ การฝังกลบสุขาภิบาล การหมักทำปุ๋ย และการเผาในเตาเผา ซึ่งถ้ามีการกำจัดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว ทุกวิธีสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้หมดสิ้น และไม่สร้างปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกัน แต่เมื่อวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละแนวทางแล้วพบว่าระบบการกำจัดขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารี ตั้งแต่ปี 2557 ที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุดคือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยและคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่าแล้วจึงนำขยะมูลฝอยประเภทอื่น ๆ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล

ดังนั้น การกำจัดขยะมูลฝอยของค่ายสุรนารีที่มีความเหมาะสมทั้งในเชิงวิศวกรรมและเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งควรเลือกมาปฏิบัติคือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย โดยในการแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนยังไม่เหมาะสมเนื่องปริมาณยังไม่เพียงพอต่อการลงทุนซึ่งอาจจะไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ และคัดแยกขยะที่มีมูลค่าไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่าแล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล ในพื้นที่ที่เหมาะสมซึ่งอยู่บริเวณแปลงเกษตรกรรมที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการจัดการสภาพแวดล้อมของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ก็เพื่อมิให้ส่งผลกระทบในภายหลังต่อประชาชน ชุมชนและสภาพแวดล้อมภายในค่ายสุรนารี ซึ่งเป็นการสร้างสภาพสมดุลการดำรงชีวิตระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันนั่นเอง

บทที่ 5
สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาพบว่า การบริหารจัดการเรื่องขยะมูลฝอย จะต้องมีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาเลือกระบบที่มีเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพสูงสุด นั่นคือขยะมูลฝอยจะต้องถูกกำจัดจนหมดสิ้นไปโดยไม่เกิดผลระทบขึ้นตามมาในภายหลัง ซึ่งการเลือกระบบใดระบบหนึ่งเพื่อจัดการนั้นก็ไม่อาจจัดการได้ทั้งหมด จำเป็นจะต้องผสมผสานระหว่างข้อดีของแต่ละระบบเข้าด้วยกัน จึงจะทำให้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทั้งหมด ดังนั้นการที่จะพิจารณาเลือกระบบการจัดการได้อย่างถูกต้องเหมาะสมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลในเรื่องหลัก ๆ ดังนี้

1. ประชากร
2. การใช้ที่ดิน
3. สภาพทางเศรษฐกิจ
4. พฤติกรรมและทัศนคติของกำลังพลด้านการจัดการและการคัดแยกขยะมูลฝอย
5. พฤติกรรมและทัศนคติในการคัดแยกขยะมูลฝอย ตลอดจนรายได้จากการคัดแยกขยะมูลฝอยของผู้ที่เลี้ยงชีพจากการคัดแยก
6. แหล่งกำเนิด องค์ประกอบ และลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย
7. การให้บริการเก็บขนและการกำจัดขยะมูลฝอย
8. ปริมาณมูลฝอย การหาค่าอัตราการคัดแยก และอัตราการเกิดขยะมูลฝอย

ทั้งนี้เพื่อให้นำข้อมูลที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาเลือกระบบ (เชิงวิศวกรรม) ที่มีเหมาะสม กับอัตราการเกิดในแต่ละประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตรวมทั้งเมื่อได้ดำเนินการแล้วมีความคุ้มค่าต่อการจัดการ(เชิงเศรษฐศาสตร์) และสามารถรองรับต่อปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่เกิดผลกระทบขึ้นในภายหลังไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม(เชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม) อันได้แก่ เป็นแหล่งมลพิษทาง

น้ำ มลพิษทางอากาศ แหล่งแพร่เชื้อโรค แหล่งเชื้อเพลิง สร้างมลพิษทางสายตาหรือทัศนียภาพที่ไม่น่าดู ฯลฯ ซึ่งโดยภาพรวมแล้วขยะมูลฝอยเป็นแหล่งให้โทษมากกว่าให้คุณ

ข้อเสนอแนะ

การจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ส่งเข้าไปทำลายด้วยระบบต่างๆ ให้น้อยที่สุด และสามารถนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ทั้งในส่วนของการใช้ซ้ำและแปรรูปเพื่อใช้ใหม่ (Reuse and Reclycle) รวมถึงการกำจัดที่เกิดผลพลอยได้ เช่น ปุ๋ยหมัก หรือ พลังงาน โดยสรุปการจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี ควรดำเนินการตามแนวทางดังต่อไปนี้

1. การลดปริมาณการผลิตมูลฝอย

รณรงค์ให้กำลังพลได้มีส่วนร่วมในการลดการผลิตมูลฝอยในแต่ละวัน ได้แก่

1.1 ลดการทิ้งบรรจุภัณฑ์โดยการใช้สินค้าชนิดเติมใหม่ เช่น ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน น้ำยาทำความสะอาดและถ่านไฟฉายชนิดชาร์ตใหม่ เป็นต้น

1.2 เลือกใช้สินค้าที่มีคุณภาพมีห่อบรรจุภัณฑ์น้อย อายุการใช้งานยาวนาน และตัวสินค้าไม่เป็นมลพิษ

1.3 ลดการใช้วัสดุกำจัดยาก เช่น โฟมบรรจุอาหาร และถุงพลาสติก

2. จัดระบบการรีไซเคิล หรือการรวบรวมเพื่อนำไปสู่การแปรรูปเพื่อใช้ใหม่

2.1 รณรงค์ให้กำลังพลแยกของเสียนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น กระดาษ พลาสติก และโลหะ นำไปใช้ซ้ำ หรือนำไปขาย/รีไซเคิล ขยะเศษอาหารนำมาหมักทำปุ๋ย ในรูปปุ๋ยน้ำ หรือปุ๋ยหมักเพื่อใช้ในชุมชน

2.2 จัดระบบที่เอื้อต่อการทำขยะรีไซเคิล

2.2.1 จัดภาชนะ (ถุง/ถัง) แยกประเภทขยะมูลฝอยที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐาน

2.2.2 จัดระบบบริการเก็บโดย

ก) ค่ายสุรนารีจัดเก็บเอง โดยการจัดเก็บแบ่งเวลาการเก็บ เช่น หากแยกเป็นถุง 4 ถุง ขยะย่อยสลายได้ ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะทั่วไป ให้จัดเก็บขยะย่อยสลายและขยะทั่วไปทุกวัน ส่วนขยะรีไซเคิลและขยะอันตรายอาจจัดเก็บสัปดาห์ละครั้งหรือตามความเหมาะสม

ข) จัดกลุ่มประชาชนที่มีอาชีพรับซื้อของเก่า ให้ช่วยเก็บขยะรีไซเคิลในรูปของการรับซื้อ โดยการแบ่งพื้นที่ในการจัดเก็บและกำหนดเวลาให้เหมาะสม

ค) ประสานงานกับร้านค้า ที่รับซื้อของเก่าที่มีอยู่ในพื้นที่หรือพื้นที่ใกล้เคียงในการรับซื้อขยะรีไซเคิล

ง) จัดระบบตามแหล่งการเกิดขยะขนาดใหญ่ เช่น ตลาด โรงเรียน สถานที่ราชการ ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

ถังขยะย่อยสลายได้

สีเขียว รองรับขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผัก ผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้

ถังเก็บขยะรีไซเคิล

สีเหลือง รองรับขยะที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ

ถังเก็บขยะมีพิษ

สีเทาฝาสีส้ม รองรับขยะที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉาย กระป๋องสีสเปรย์ กระป๋องยาฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตรายต่าง ๆ

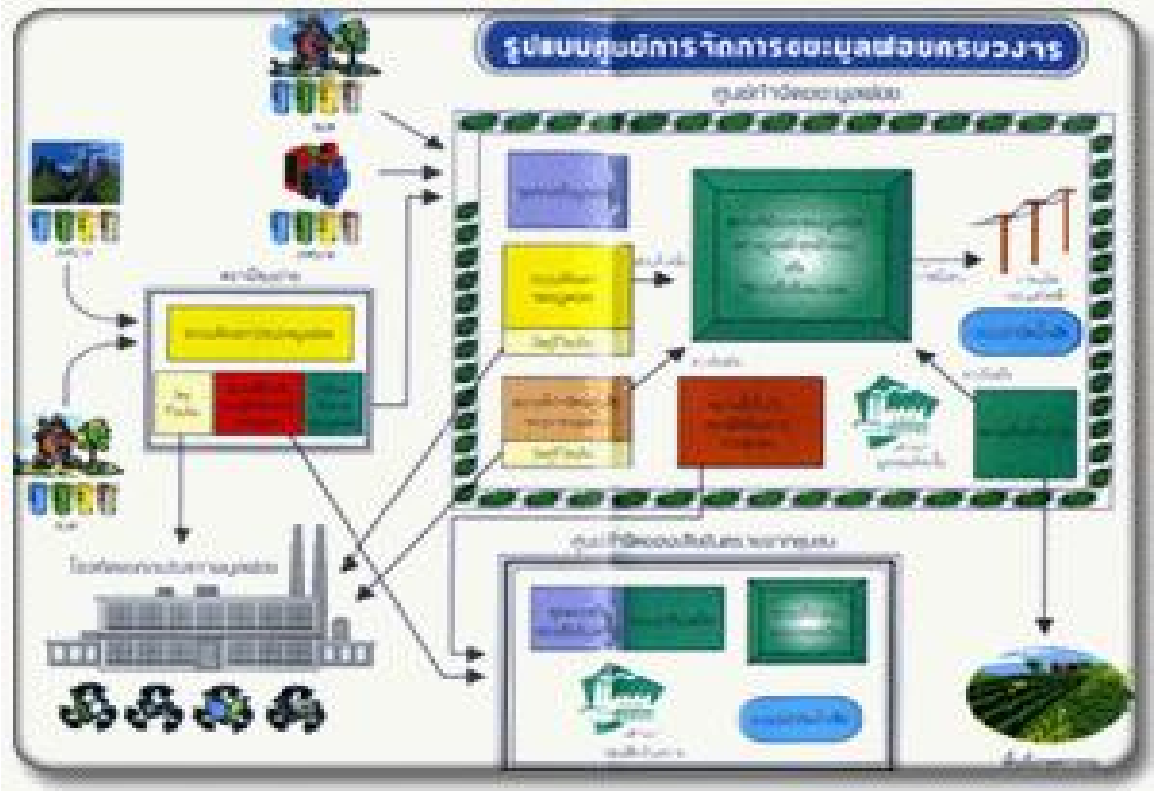
ถังเก็บขยะทั่วไป

สีฟ้า รองรับขยะย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าการรีไซเคิล เช่น พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เปื้อนอาหาร

2.2.3. จัดกลุ่มอาสาสมัครหรือชมรมหรือนักเรียน ให้มีกิจกรรม/โครงการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ เช่น

1) โครงการขยะรีไซเคิลแลกสิ่งของ เช่น ต้นไม้ หรือ ไข่
2) โครงการทำปุ๋ยน้ำ ปุ๋ยอีเอ็ม ขยะหอม ปุ๋ยหมัก
3) โครงการตลาดนัดขยะรีไซเคิล
4) โครงการธนาคารวัสดุเหลือใช้
5) โครงการร้านค้าสินค้ารีไซเคิล

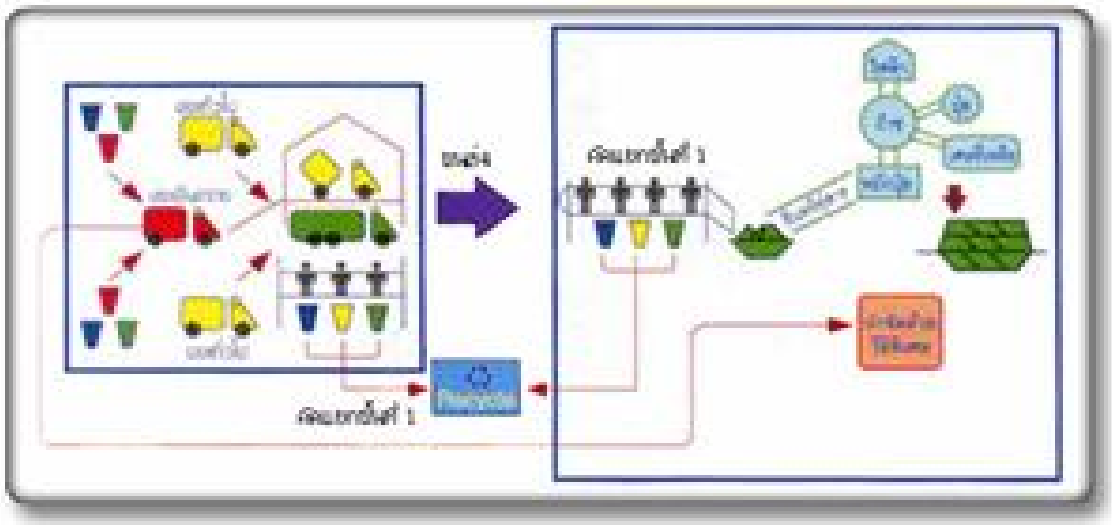
2.2.4. จัดตั้งศูนย์รีไซเคิล หากพื้นที่ที่ปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นในแต่ละวันเป็นปริมาณมากๆ อาจจะมีการจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยซึ่งสามารถจะรองรับจากชุมชนใกล้เคียงหรือรับซื้อจากกำลังพลโดยตรง ซึ่งอาจจะให้เอกชนลงทุนหรืออาจให้สัมปทานเอกชนก็ได้



3. การขนส่ง

3.1 ระยะทางไม่ไกลให้รถขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดโดยตรง

3.2 ระยะทางไกลและมีปริมาณขยะมูลฝอยมาก อาจจะต้องสร้างสถานีขนถ่ายเพื่อถ่ายเทจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยลงสู่รถบรรทุกขนาดใหญ่



4. ระบบกำจัด

เนื่องจากขยะมูลฝอยใช้ประโยชน์ใหม่ได้ จึงควรจัดการเพื่อกำจัดทำลายให้น้อยที่สุด ควรเลือกระบบกำจัดแบบผสมผสานเนื่องจากปัญหาขาดแคลนพื้นที่ จึงควรพิจารณาปรับปรุงพื้นที่กำจัดมูลฝอยที่มีอยู่เดิม และพัฒนาให้เป็นศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย โดยมีขั้นตอนคือ จัดระบบคัดแยกขยะมูลฝอย ระบบกำจัดผสมผสานหลาย ๆ ระบบในพื้นที่เดียวกัน ได้แก่ หมักทำปุ๋ย ฝังกลบ และวิธีอื่น ๆ เป็นต้น

5. ขั้นตอนและวิธีการนำนโยบายจัดการขยะมูลฝอยครบวงจร ไปสู่การปฏิบัติ

5.1 จะต้องดำเนินการในเรื่องจดบันทึกข้อตกลงระหว่างองค์ปกครองส่วนท้องถิ่นที่จะร่วมกันในการจัดการขยะมูลฝอย อาจจะเป็นอยู่ในรูปสหการและมีการรับรองให้สมบูรณ์

5.2 มีความพร้อมในการจัดหาที่ดินสำหรับก่อสร้างระบบ โดยจะต้องผ่านการจัดทำประชาพิจารณ์ และได้รับความเห็นชอบจากชุมชนแล้ว

5.3 เลือกแนวทางและวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่

5.4 ให้กำลังพลเข้ามีส่วนร่วม โดยโครงการทั้งหมดต้องผ่านขั้นตอนประชาพิจารณ์และได้รับความเห็นชอบจากชุมชนแล้วได้แก่

1) ทำประชาพิจารณ์ตามขั้นตอนในเรื่องการใช้ที่ดิน

2) ชุมชนเห็นชอบในเรื่องค่าใช้จ่ายในการใช้บริการศูนย์กำจัด

3) ชุมชนเห็นชอบในเรื่องค่าใช้จ่ายในการใช้บริการศูนย์กำจัดและอัตราบริการเก็บขนที่เรียกเก็บจากประชาชน

5.5 ต้องมีรูปแบบองค์การบริหารจัดการเสนอมาให้พร้อม

5.6 กรณีที่ท้องถิ่นในจังหวัดต่าง ๆ มีความพร้อม และจัดทำแผนในลักษณะแผนงานร่วมเพื่อบรรจุไว้ในแผนปฏิบัติการระดับจังหวัด ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติต่อไป ทั้งนี้แผนในลักษณะศูนย์รวมจะได้รับการพิจารณาสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ในลำดับความสำคัญต้น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับการขอสนับสนุนในลักษณะต่างชุมชนต่างดำเนินการ

5.7 ดำเนินการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร

ขั้นตอนการดำเนินการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร

ขั้นตอนการดำเนินการ	วิธีการดำเนินการ	วิธีการดำเนินการ
1. จัดทำเป็นบันทึกข้อตกลงการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยรวมของจังหวัด	1.1 ค่ายสุรนารี/องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดรวมถึงส่วนราชการที่เกี่ยวข้องประชุมหารือและลงนามในบันทึกข้อตกลงการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยรวมของจังหวัด 1.2 กำหนดหลักเกณฑ์เบื้องต้นในการร่วมตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอย ได้แก่ ๑. กำหนดปริมาณขยะมูลฝอยขั้นต่ำของแต่ละท้องถิ่นที่จะนำมากำจัดภายในศูนย์ฯ ตลอดระยะเวลาโครงการอย่างน้อย 20 ปี ๒. กำหนดอัตราค่ากำจัดขยะมูลฝอยขั้นต่ำที่แต่ละหน่วย/องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องจ่าย ๓. มอบหมายในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีศักยภาพสูงในการจัดการขยะมูลฝอยทำหน้าที่เป็นผู้รับผิดชอบหลักและเป็นผู้ประสานงานและดำเนินงานศูนย์	1.1 จังหวัดประสานงานไปยังค่ายสุรนารีและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นร่วมประชุมหารือ 1.2 ค่ายสุรนารี องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาลและองค์การบริหารส่วนตำบล ร่วมหารือ

2. จัดตั้งคณะทำงานเพื่อจัดศูนย์จัดการขยะมูลฝอย	2. จังหวัดจัดตั้งคณะทำงานเพื่อดำเนินการดังนี้ ๑. ศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยทั้งระบบ ๒. จัดหาที่ดินสาธารณประโยชน์หรือที่ดินของรัฐหรือที่ดินที่มีความเหมาะสมเป็นที่ตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยรวมของจังหวัด ๓. กำหนดเทคโนโลยีในการกำจัดขยะมูลฝอยเป็นแบบครบวงจร ๔. ประมาณงบประมาณตลอดโครงการ ๕. กำหนดองค์กรบริหารจัดการ และกฎหมายในการดำเนินการให้มีประสิทธิภาพ ๖. กำหนดให้ประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนที่จะต้องมีการตัดสินใจ ๗. จัดทำแผนดำเนินโครงการตลอดอายุของโครงการ	2. คณะทำงานประกอบด้วยจังหวัด (เป็นประธาน) เทศบาล องค์การบริหารส่วนจังหวัด องค์การบริหารส่วนตำบลNGOs ในจังหวัด สถาบันระดับอุดมศึกษา สื่อสารมวลชน หอการค้าจังหวัด ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องและอื่น ๆ
3. การมีส่วนร่วมของประชาชน	1. ทำประชาพิจารณ์เรื่องการใช้ที่ดิน 2. ชุมชนเห็นชอบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย 3. ชุมชนเห็นชอบค่าใช้จ่ายในการใช้บริการศูนย์กำจัดและอัตรา	3. จังหวัด และค่ายสุรนารีหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

	ค่าบริการเก็บขนที่เรียกเก็บ 4. ค่ายสุรนารีหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เป็นที่ตั้งศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยพิจารณาผลประโยชน์จากศูนย์ฯ และมีส่วนร่วมในการกำกับดูแล และติดตามตรวจสอบ	
4. จัดทำแผนและงบประมาณ	4. จังหวัดจัดทำแผนการดำเนินโครงการ 4.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ 4.2 ออกแบบรายละเอียดทางวิศวกรรมของระบบจัดการขยะมูลฝอยทั้งระบบ 4.3 การก่อสร้างระบบจัดการขยะมูลฝอย และจัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องจักรในการจัดการขยะมูลฝอย 4.4 การรณรงค์และประชาสัมพันธ์สร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะมูลฝอยแก่ประชาชน 4.5 การติดตาม กำกับดูแล ตรวจสอบและประเมินผลโครงการ	

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

เกษม จันทร์แก้ว. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: . ๒๕๔๑.

เกริกพงษ์ ชาญประทีป, และคณะ. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ใน Forest to Factories : GIS Technology in defence of the Kingdom's Environment. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, ๒๕๓๕.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. การจัดการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. นนทบุรี : ๒๕๔๓.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์, ๒๕๓๗.

คณะกรรมการกำกับการจัดทำแผนปฏิบัติการจัดการสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด. คู่มือการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม ในระดับจังหวัด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การ สงเคราะห์ทหารผ่านศึก, ๒๕๓๖.

โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คู่มือการฝึกอบรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์(ArcView Version 3.0) สำหรับการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ๒๕๔๑.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์, รายงานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลอง องค์ประกอบมูลฝอยและปุ๋ยหมัก กทม. กรุงเทพฯ : ๒๕๔๔.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม, รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการเก็บข้อมูลเพื่อ สนับสนุนการจัดตั้งโครงการการกำจัดขยะนำร่อง. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยภาวะแวดล้อม, ๒๕๓๕.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม, สภาวะแวดล้อมของเรา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๔๒.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. ร่วมกับ กระทรวงมหาดไทย, กรมโยธาธิการ, และ กรุงเทพมหานคร. เทคนิคการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาและวิธีฝังกลบ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๓๕.

บุญชัย วิจิตรเสถียร, และคณะ. โครงการก่อสร้างเตาเผาขยะชุมชนพร้อมระบบกำจัดอนุภาค (เตาเผาขยะอัตตาหิฯ). นครราชสีมา: เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, ๒๕๔๒.

ไพศาล ผดุงศิริกุล. การสุ่มและวิเคราะห์ตัวอย่างมูลฝอย ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรขยะ(การวิเคราะห์ขยะ). กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม, ๒๕๓๕.

เทศบาลนครนครราชสีมา. การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้น ระบบการจัดการขยะมูลฝอยเทศบาลนครนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพฯ : บริษัท แมคโครคอนซัลแตนทจำกัด, ๒๕๔๑.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. คู่มือออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่ง ประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภและสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย, ๒๕๓๗.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เอกสารการสอนชุดวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม หน่วยที่ ๘-๑๕ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์สุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ ๒. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, ๒๕๓๓.

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. คู่มือดัชนีสารสนเทศเชิงพื้นที่. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, ๒๕๓๕.

สุนีย์ มัลลิกะมาลย์, และคณะ. การจัดการขยะชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ : รูปแบบและมาตรการทาง สังคม เศรษฐศาสตร์ การจัดการ และกฎหมาย เพื่อแก้ไขปัญหาขยะชุมชน. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, ๒๕๔๓.

สุทิน อยู่สุข. การคาดประมาณปริมาณและลักษณะของมูลฝอย ใน การจัดการมูลฝอย. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, ๒๕๓๑.

สุระ พัฒนเกียรติ. หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ : ๒๕๓๓.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติร่วมกับกรมการปกครอง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชและองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (JICA). การจัดการมูลฝอย. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, ๒๕๓๑.

สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, กองวิชาการ, ร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม แห่งชาติ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. รายงานการศึกษาค่าใช้จ่ายและอายุ

การใช้งาน ของรถยนต์เก็บขนมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, ๒๕๒๘.

เอกสารวิจัย

นวลวรรณ โตรักษา "การประยุกต์การใช้สารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอย กรณีศึกษา : จังหวัดปทุมธานี". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๓๗.

ไพศาล ผดุงศิริกุล. "การจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลจังหวัดนนทบุรี". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๓๗.

สุภกิณห์ สมศรี. "การศึกษาแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีด้วยเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, ๒๕๔๕.

ภาษาอังกฤษ

หนังสือ

American Public Work Association. Solid Waste Collection Practice. Chicago: Illinois, ๑๙๗๕.

Environmental Health Division. Solid Waste Management in Thailand. Bangkok: Environmental Health Division, ๑๙๘๙.

Pfeffer, J. T. Solid Waste Management Engineering. Prentice-Hall. New Jersey. U.S.A., ๑๙๙๒.

Tchobanoglous, G., Thiesen, H. and Elliassen, R. Solid Wastes : Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill. New York. U.S.A., ๑๙๗๗.

Tchobanoglous, G., Thiesen, H. and Vigil, S. Integrated Solid Waste Management. McGraw-Hill.New York. U.S.A., ๑๙๙๓.

Vesilind, P. A. and Rimer, A. E. Unit Operations in Resource Recovery Engineering. Prentice-Hall.New Jersey. U.S.A., ๑๙๘๑.

เอกสารวิจัย

Putdhimanee, K., Major. “Forced-aeration Composting of Solid Waste in Suranaree Military Camp, Nakorn Ratchasima”. M.S.Thesis, Suranaree University Technology, Nakorn Thailand, ๒๐๐๑.

Hussadee, K., Captain. “Strategies For Municipal Solid Waste Management in Suranaree Military Camp”, M.S.Thesis, Suranaree University Technology, Nakorn Thailand, ๒๐๐๒.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

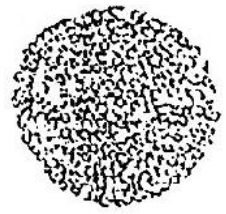
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

๑. การศึกษาปริมาณและคุณสมบัติของขยะมูลฝอยเบื้องต้น

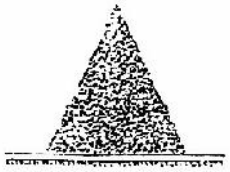
การสำรวจข้อมูลขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี ทำการชั่งน้ำหนักจากการเก็บรวบรวมของรถขนขยะที่นำมาทิ้งบริเวณหลุมขยะภายในค่ายสุรนารีเพื่อคัดแยกประเภทก่อนกำจัด โดยการสุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยจากขยะมูลฝอยทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

ก. เก็บข้อมูลขยะมูลฝอยจากทั้งหมดเป็นเวลา ๑๐ วันติดต่อกัน โดยแต่ละวันทำการชั่งน้ำหนักรถเก็บขยะที่ได้ทำการเก็บด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักคานพิกัด ๓๐ ตันแล้วเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัวรถเปล่า

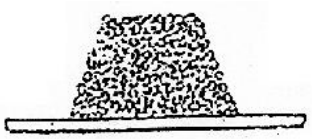
ข. สุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในแต่ละวัน เพื่อนำไปคัดแยกประเภทองค์ประกอบและคุณสมบัติต่างๆ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างที่จะใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์มีความจำเป็นต้องคัดเลือกอย่างละเอียดทั้งนี้เพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดีที่สุด โดยใช้ขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่างตามเอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรขยะ (ไพศาล, ๒๕๓๕) ดังนี้



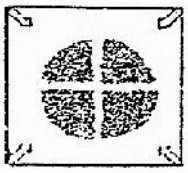
(๑)



(๒)



(๓)



(๔)

ภาพที่ ๓.๑ การเตรียมขยะมูลฝอยตัวอย่าง

๑) ทำการคลุกเคล้าและผสมกองขยะมูลฝอยของวันนั้น และพยายามให้เป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด เพื่อให้ลักษณะองค์ประกอบของขยะมูลฝอยนั้นเหมือนๆ กันทุกส่วน

๒) สุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยประมาณ ๑ ลูกบาศก์เมตร แล้วนำขยะมูลฝอยมากองรวมกันบนพื้นผิวที่แข็งเรียบและสะอาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากวัสดุอื่น

๓) คลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจัดกองขยะมูลฝอยให้อยู่ในรูปทรงกรวยคว่ำ ใช้พลั่วกดกองขยะมูลฝอยรูปกรวยคว่ำให้แผ่ออกไปเป็นวงกลมที่มีความหนาเท่าๆ กันทุกๆ ด้าน

๔) ใช้เชือกแบ่งกองขยะมูลฝอยออกเป็น ๔ ส่วนที่มีขนาดเท่า ๆ กัน แล้วเลือกขยะมูลฝอย ๒ ส่วนที่อยู่ด้านตรงข้ามกันนำออกไปจากพื้นที่สุ่มตัวอย่าง

๕) นำกองขยะมูลฝอยที่เหลืออีก ๒ ส่วนคลุกเคล้าให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ทำต่อไปอีกหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งขยะมูลฝอยเหลือประมาณ ๕๐- ๑๐๐ ลิตร จากนั้นจึงนำตัวอย่างขยะมูลฝอยที่ได้นำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

ก) การหาองค์ประกอบ (*Composition*) ของขยะมูลฝอย โดยการคัดเลือกขยะมูลฝอยแต่ละประเภท ได้แก่ กระดาษ พลาสติก โฟม ผ้า ไม้ เศษอาหาร แก้ว โลหะ ยาง และอื่นๆ เป็นต้น แล้วชั่งน้ำหนักและบันทึกข้อมูล

ข) ขนาด (*Size*)ของขยะมูลฝอย คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขยะมูลฝอย โดยการจัดตระแกรง ๒ ขนาดซ้อนกัน คือ ตระแกรงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่างซี่ตระแกรง ๗๖ และ ๓๘ มิลลิเมตร ให้อยู่ด้านบนและล่างตามลำดับ ชั่งน้ำหนักรวมของตัวอย่างขยะมูลฝอยก่อนทำการตักขยะมูลฝอยใส่ในตระแกรงบนสุด แล้วเขย่าให้ขยะมูลฝอยตกลงตามช่องตระแกรง เมื่อตักขยะมูลฝอยใส่หมดและเขย่าจนไม่มีขยะมูลฝอยตกลงมาแล้ว จะได้ขยะมูลฝอย ๓ ขนาดคือ ใหญ่กว่า ๗๖ มิลลิเมตร ระหว่าง ๓๘-๗๖ มิลลิเมตร และเล็กกว่า ๓๘ มิลลิเมตร ทำการชั่งน้ำหนักแต่ละขนาดและบันทึกข้อมูล

ค) ความหนาแน่นปกติ (*Bulk Density*) เป็นความหนาแน่นของขยะมูลฝอยที่บรรจุอยู่ในภาชนะทั่วไป กระทำได้ด้วยการชั่งน้ำหนักถังตวงเปล่าที่มีปริมาตร ๑๐๐ ลิตร ตักตัวอย่างขยะมูลฝอยใส่ให้เต็มถังตวง แล้วยกถังตวงให้สูงจากพื้นประมาณ ๓๐ เซนติเมตร และปล่อยลงกระแทกพื้น หากขยะมูลฝอยยุบตัวลงก็ตักขยะมูลฝอยเติมให้เต็มและทำซ้ำเช่นเดิมจนครบ ๓ ครั้ง นำไปชั่งน้ำหนักจะได้น้ำหนักขยะมูลฝอยรวมกับน้ำหนักถ้วยตวง

$$\text{ค่าความหนาแน่นปกติ } (Kg/l) = \frac{\text{น้ำหนักมูลฝอยสุทธิ } (Kg)}{\text{ปริมาตรของถ้วยตวง } (l)}$$

และทำการสุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยด้วยวิธีแบ่ง ๔ ส่วน จนกระทั่งได้ตัวอย่างขยะมูลฝอยประมาณ ๕๐ ลิตร แล้วจึงนำตัวอย่างขยะมูลฝอยมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่

(๑) ค่าความชื้น (*Moisture Content*) คือปริมาณน้ำที่อยู่ในขยะ มูลฝอย วิเคราะห์ด้วยการชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักรวมถาดโลหะเปล่า แล้วนำตัวอย่างขยะ มูลฝอยประมาณ ๕๐ ลิตรใส่ในถาดและชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยรวมถาด นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ ๗๕-๑๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ วัน จนกระทั่งขยะมูลฝอยแห้งสนิทแล้วชั่งน้ำหนัก

ค่าความชื้น(%) = น้ำหนักขยะมูลฝอยก่อนอบ- น้ำหนักมูลฝอยแห้งสนิท *x* ๑๐๐

(๒) ปริมาณของแข็งรวม (*Total Solid*) คือค่าปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด สามารถคำนวณได้โดย

ค่าปริมาณของแข็งรวม (%) = ๑๐๐- ค่าปริมาณความชื้น

สุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยด้วยวิธีการแบ่ง ๔ ส่วนอีก จนกระทั่งได้ตัวอย่างขยะมูลฝอยประมาณ ๓-๕ กิโลกรัม แล้วนำไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ ๗๕-๑๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ วันหลังจากนั้นนำขยะมูลฝอยที่ได้ทำการอบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดมูลฝอยให้มีขนาดประมาณ ๑ มิลลิเมตรแล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ ๗๕ องศาเซลเซียส อีกประมาณ ๒ ชั่วโมง นำออกมาใส่โถดูดความชื้นเพื่อปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นนำตัวอย่างขยะมูลฝอยนี้มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเพิ่มเติมคือ

(ก) ค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (*Volatile Solid*) คือปริมาณสารที่สูญหายไปเมื่อถูกเผาไหม้ ศึกษาโดยการชั่งและบันทึกน้ำหนักถ้วยตวงความร้อน แล้วชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยที่บดละเอียดใส่ในถ้วยตวง ประมาณ ๓-๖ กรัม นำเข้าไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ ๖๐๐-๖๕๐ องศาเซลเซียสนานประมาณ ๒ ชั่วโมง ปล่อยไว้ให้เย็นแล้วใส่ไว้ในตู้ดูดความชื้นประมาณ ๑-๒ ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักและบันทึก

(ข) ค่าปริมาณเถ้า (*Ash Content*) คือปริมาณสารที่คงเหลือเมื่อถูกเผาไหม้แล้วสามารถคำนวณได้จาก

ค่าปริมาณเถ้า (%) = ๑๐๐- ค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้

(ก) ปริมาณไนโตรเจน (*Nitrogen Content*) คือส่วนประกอบที่เป็นไนโตรเจนที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย โดยจะอยู่ในรูปของ *Organic Nitrogen* หรือ *Ammonia Nitrogen* สามารถหาได้ด้วยวิธีการ *Kjedahl- Wifarth- Gunning-winkler Method*

(ข) ปริมาณฟอสฟอรัส (*Phosphorus Content*) คือส่วนประกอบที่เป็นฟอสฟอรัสในขยะมูลฝอย โดยจะอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต (*Phophate*) วิเคราะห์ด้วยวิธี *Ascorbic Acid Method*

(ค) ปริมาณคาร์บอน (*Carbon Content*) ของขยะมูลฝอย สามารถคำนวณได้โดย

$$\text{ปริมาณคาร์บอน (\%)} = \frac{\text{Volatile Solid}}{๑.๘}$$

(ง) ปริมาณไฮโดรเจน (*Hydrogen Content*) ของขยะมูลฝอย สามารถคำนวณได้โดย

$$\text{ปริมาณไฮโดรเจน (\%)} = \frac{\text{Volatile Solid}}{๑๕}$$

(จ) ค่าปริมาณความร้อน (*Calorific Value*) คือความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะมูลฝอยในพื้นที่จำกัดและให้สันดาปกับออกซิเจนบริสุทธิ์ สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยการทดสอบหาค่าปริมาณความร้อนในเครื่อง *Oxygen Bomb Calorific* ซึ่งค่าปริมาณความร้อนที่ได้นี้เรียกว่าค่า *Dry Solid Calorific Value* (*DSCV*) เป็นค่าปริมาณความร้อน ที่ได้จากการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ที่เกิดขึ้นได้เฉพาะในห้องปฏิบัติการเท่านั้น สำหรับการใช้ประโยชน์เพื่อดำเนินการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยนั้น ต้องพิจารณาค่า *High Solid Calorific Value* (*HSCV*) เป็นค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้สารเฉพาะส่วนที่เป็นของแข็งที่ปราศจากความชื้น และค่า *Lower Solid Calorific Value* (*LSCV*) เป็นค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้สารตามสภาวะปกติ โดยทั้ง ๒ ค่าสามารถคำนวณได้จาก

$$HSCV\ (cal/g) = \frac{DSCV \times \text{ค่า Total Solid}}{๑๐๐}$$

และ

$$LSCV(cal/g) = \frac{HSCV - ๖๐๐\,[(๙ \times H) + \text{ค่าปริมาณความชื้น}]}{๑๐๐}$$

โดยค่า H คือ ปริมาณไฮโดรเจน

๒. การรวบรวมข้อมูลการเก็บขนและการกำจัดขยะมูลฝอย

ศึกษาโดยการสำรวจและจัดเก็บรวบรวมข้อมูล ลักษณะการเก็บกัก ขนาดและบริเวณที่ตั้งของภาชนะรองรับขยะมูลฝอยทั้งหมดในพื้นที่ค่ายสุรนารี พร้อมทั้งสำรวจลักษณะ การขนส่งและการขนถ่ายขยะมูลฝอย ลักษณะและขนาดของยานพาหนะที่ใช้ จำนวนยานพาหนะ และเส้นทางเดินรถสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอยในค่ายสุรนารี สำหรับวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดการขยะมูลฝอย โดยการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก มณฑลทหารบกที่ ๒๑ และเทศบาลนครนครราชสีมา รวมทั้งห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพื่อจัดเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง สำหรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะ และเส้นทางเดินรถสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอยนั้น กระทำโดยการสำรวจและติดตามสังเกตรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันโดยตรง พร้อมทั้งบันทึกเส้นทางเดินรถ และจุดที่ทำการจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยตามลำดับก่อนหลัง ตั้งแต่เริ่มออกเดินทางจนกระทั่งเสร็จสิ้นการเก็บขยะมูลฝอยในวันนั้นๆ รวมถึงเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการเดินรถ และจำนวนพนักงานเก็บขยะ ซึ่งได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในส่วนนี้เป็นเวลา ๑๐ วันติดต่อกัน และรวบรวมข้อมูลของรถเก็บขนขยะมูลฝอยทุกคัน เพื่อให้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นั้นสามารถเป็นตัวแทนของลักษณะการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในเชิงปริมาณ รวมทั้งใช้วิธีพรรณาในเชิงเปรียบเทียบ กับข้อกับข้อมูลที่ถูกประมวลผลแล้ว จากโปรแกรมสำเร็จรูปประกอบกับข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อให้การวิเคราะห์มีความเหมาะสมและใกล้เคียงกับความเป็นจริง ดังนี้

๑. การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการ

ก. โปรแกรมซอฟต์แวร์สารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ *Arc View GIS Version ๓.๑*

ข. การจัดทำข้อมูลและการนำเข้าข้อมูล

ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วย ๒ ส่วน คือข้อมูลเชิงพื้นที่ (*Spatial Data*) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (*Attribute Data*) ดังนี้

๑) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ขอบเขตพื้นที่ ถนนและเส้นทาง อาคารและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งรวบรวมข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแผนที่ดิจิตอลแล้ว และใช้การ สำหรับสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่เพิ่มเติมจากฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่

๒) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เป็นข้อมูลในรูปของตารางที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยสามารถระบุลักษณะเฉพาะของตำแหน่งต่างๆ บนแผนที่ได้ เช่น ข้อมูลชื่ออาคารหรือสิ่งปลูกสร้าง และจำนวนผู้อาศัยในอาคาร

ค. การจัดการข้อมูล

การจัดการข้อมูล เป็นขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบหรือโครงสร้างที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ต่อไป และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เพื่อแยกประเภทและสร้างชั้นข้อมูล (*Layer*) ที่มีลักษณะเฉพาะ เช่นชั้นข้อมูลถนนหรือชั้นข้อมูลอาคารภายในค่ายสุรนารี นอกจากนั้นยังมีการรวมชั้นข้อมูลแล้วสร้างเป็นข้อมูลใหม่ เช่น การรวมชั้นข้อมูลของถนนและอาคารเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นชั้นข้อมูลของเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยและจุดจอดทำการเก็บขยะมูลฝอยในพื้นที่ค่ายสุรนารี

๒. การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประมวลผลและวิเคราะห์

การนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการจัดการครั้งนี้ เป็นการนำมาใช้ในส่วนของการวางแผนออกแบบเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย และการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับพิจารณาสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย รวมทั้งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาประกอบกับข้อมูลทางคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีที่ได้จากห้องปฏิบัติโดยการสุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ก. ในการวางแผนเส้นทางเดินรถเก็บขยะมูลฝอยนั้น ได้นำข้อมูลแผนผังค่ายสุรนารี อาคาร บ้านพัก สถานที่อันเป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย ถนนและเส้นทาง เข้าสู่โปรแกรมเพื่อรวบรวมเป็นฐานข้อมูล แล้วทดลองกำหนดเส้นทางเดินรถ จุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด ในหลายรูปแบบหลายเส้นทางที่แตกต่างกัน แต่ต้องสอดคล้องกับหลักการออกแบบเส้นทางเดินรถ เช่น

๑) เส้นทางเดินรถเก็บขยะต้องซ้ำทางเดิมน้อยที่สุด

๒) จุดเริ่มต้นที่ใกล้มากที่สุด

๓) เก็บขยะในทางตรงก่อนวิ่งวนเป็นวง

๔) หลีกเลี่ยงการกลับรถและเลี้ยวรถที่ไม่มีความจำเป็น เป็นต้น

แล้วกำหนดให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แสดงผลของการทดลองกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขยะในแต่ละรูปแบบออกมาเป็นภาพ พร้อมทั้งแสดงระยะทางรวมของแต่ละวิธี ซึ่งสามารถมองเห็นเป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย สะดวกต่อการวิเคราะห์และตัดสินใจแล้วทำการเปรียบเทียบเส้นทางเดินรถเพื่อเลือกเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม

ข. การเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นสถานที่กำจัด ดังนี้

๑) นำแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถนน แหล่งน้ำผิวดิน และขอบเขตพื้นที่ภายในค่ายสุรนารีมาทำการ *Intersect* เข้าด้วยกันเพื่อให้ทราบถึงสภาพของพื้นที่ทั่วทั้งบริเวณ

๒) กำหนดพื้นที่ฉนวน รอบถนน แหล่งน้ำผิวดิน บ่อน้ำบาดาล และเขตชุมชน เพื่อเป็นการกันพื้นที่เหล่านี้ออกไปไม่ให้ถูกคัดเลือก

๓) นำแผนที่ที่ได้ทั้งหมดมาทับซ้อนกันเพื่อพิจารณาหาความเหมาะสม

๔) จากนั้นเมื่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แสดงพื้นที่ปลอดภัยในการสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแล้ว จึงกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ เพื่อกำหนดพื้นที่ที่มีความเหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้

ในกรณีที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ นำเสนอพื้นที่ที่มีคุณสมบัติเพียงพอมากกว่า ๑ แห่งนั้นจะต้องมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติปลีกย่อยเพิ่มเติม รวมไปถึงต้องให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ โดยมีการประชุมขอความคิดเห็นตั้งแต่เริ่มคิดโครงการเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ตามบทบัญญัติแห่งรัฐธรรมนูญปี 2540 ว่าด้วยการกระจายอำนาจรัฐ เพื่อให้สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ได้รับการคัดเลือกนั้น มีความเหมาะสมทั้งทางด้านหลักวิชาการ และได้รับการยอมรับจากประชาชนอย่างแท้จริง

๒. <u>การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งระบบ</u>

เมื่อมีข้อมูลเบื้องต้นที่เพียงพอแล้ว จะดำเนินการวิเคราะห์เพื่อศึกษารูปแบบ ระบบการจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารีที่เหมาะสม โดยใช้หลักวิชาการด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ รวมถึงการใช้ *GIS* ประกอบการวางแผนงานและช่วยในการตัดสินใจสำหรับการเลือกแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม โดยทำการศึกษาตามรายการต่อไปนี้

ก. ระบบขนส่งขยะมูลฝอย

โดยการออกแบบเส้นทางของการเก็บขนขยะมูลฝอยนั้น ควรเลือกแนวทางที่ใช้ระยะเวลาน้อย ระยะทางทั้งสิ้น สะดวกและประหยัด ซึ่งการคำนึงถึงปัจจัยบางประการสามารถช่วย

ในการออกแบบได้เช่น ควรหลีกเลี่ยงการเดินรถทับเส้นทางเดิม ควรเริ่มทำการเก็บขยะมูลฝอยจากจุดที่มีปริมาณมากที่สุดเป็นจุดแรก และจุดสุดท้ายในการเก็บควรเป็นจุดที่อยู่ใกล้สถานที่กำจัดมูลฝอยที่สุดเป็นต้น นอกจากรายละเอียดดังกล่าวแล้ว ควรมีการระบุประเภทของยานพาหนะที่ใช้จำนวนพนักงานประจำรถ และความถี่ในการเก็บขนขยะมูลฝอยด้วย

ข. ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม

โดยทำการเปรียบเทียบความคุ้มค่าในลงทุน ความต้องการพื้นที่ของระบบกำจัดขยะมูลฝอย ประสิทธิภาพในการกำจัดขยะมูลฝอย และความสามารถในการกำจัดขยะ มูลฝอยด้วยวิธีการต่าง ๆ ระหว่างการกำจัดด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ย การเผาในเตาเผาและการฝังกลบสุขาภิบาล ให้สอดคล้องกับการเกิดขยะมูลฝอยในปัจจุบันและอนาคตของค่ายสุรนารี

ค. การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกำจัดขยะมูลฝอย

โดยใช้ *GIS* เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจเลือกพื้นที่ ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคือ ความลึกของระดับน้ำใต้ดินและตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล ความลาดชันของพื้นที่ชุมชนและแหล่งน้ำผิวดินบริเวณใกล้เคียง โดยพื้นที่ที่เหมาะสมนี้ต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย ที่ได้รับการคัดเลือกว่าเหมาะสมกับคุณลักษณะของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในค่ายสุรนารีด้วย

ง. ความต้องการบุคลากรด้านการจัดการขยะมูลฝอย

เมื่อมีระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมแล้ว จึงศึกษาจำนวนของพนักงานและความรู้ความสามารถที่เพียงพอต่อลักษณะการปฏิบัติงานในทุกขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย การขนส่ง การคัดแยกขยะมูลฝอย หรือแม้แต่ขั้นตอนการควบคุมการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งต้องมีความเหมาะสมกับระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่ออกแบบไว้ใน แต่ละขั้นตอน

จ. การประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอย

รายการค่าใช้จ่ายประกอบไปด้วยค่าที่ดินและค่าก่อสร้าง สำหรับพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอย ค่าตอบแทนพนักงาน และค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุง เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ฉ. แนวโน้มของการหมุนเวียนขยะมูลฝอยกับมาใช้ประโยชน์

เป็นการวิเคราะห์จากปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในค่ายสุรนารี และสัดส่วนขององค์ประกอบในขยะมูลฝอย ที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เพื่อเป็นแนวทางในการหาวิธีนำขยะมูลฝอยมูลค่าเหล่านั้นกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การใช้ *GIS* เป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผน และตัดสินใจนั้น จะใช้ในขั้นตอนของการออกแบบเส้นทางสำหรับรถเก็บขยะมูลฝอย โดยทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลของแผนที่ถนนภายในค่ายสุรนารี แผนที่แสดงแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี และตำแหน่งที่ตั้งของภาชนะรองรับขยะมูลฝอย เพื่อแสดงภาพรวมของจุดที่ต้องทำการเก็บขนขยะมูลฝอย และความสะดวกในการกำหนดเส้นทางเดินรถ ที่ใช้ระยะทางน้อย ประหยัดเวลาและเชื้อเพลิง สำหรับการใช้ *GIS* ช่วยในการเลือกสถานที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยนั้น ทำได้โดยการสร้างชั้นข้อมูลโดยที่แต่ละชั้นข้อมูลสามารถแสดงปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เช่น ระดับความลึกของน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำผิวดินใกล้เคียง เส้นทางคมนาคม และชุมชนต่าง เป็นต้น แล้วนำชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเหล่านั้นมาซ้อนทับกัน พร้อมกับการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกระบบ *GIS* จะทำการประเมินและแสดงพื้นที่บริเวณที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งถ้ามีหลายแห่ง ต้องทำการศึกษาคุณสมบัติ และเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แต่ละแห่งโดยผู้วิจัยเอง เนื่องจาก *GIS* เป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยในการเลือกและนำเสนอข้อมูลตามเงื่อนไขที่ต้องการเท่านั้น แต่ไม่สามารถตัดสินใจในกรณีที่ต้องคำนึงถึงปัจจัยหรือรายละเอียดบางประการได้

๓. แนวทางในการปรับปรุงรูปแบบของการจัดการขยะมูลฝอย

หลังจากทำการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมประยุกต์ และพบทางเลือกที่เหมาะสมแล้วจึงทำการนำเสนอแนวทางและข้อเสนอแนะสำหรับปรับปรุงการจัดการขยะมูลฝอยในค่ายสุรนารี ที่คาดว่าจะสามารถระบุ ได้ถึง

ก. ลักษณะ ขนาด จำนวน และตำแหน่ง ที่ตั้งของภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่เหมาะสมกับอัตราการเกิดในแต่ละพื้นที่

ข. วิธีการแยกประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอย ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และผลประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์

ค. ลักษณะการเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสม จำนวนยานพาหนะ ขนาดความจุของรถเก็บขน เส้นทางการเดินรถ จำนวนพนักงานประจำรถ และรูปแบบของการขนถ่ายขยะมูลฝอย

ง. ระบบกำจัดขยะมูลฝอย และสถานที่ตั้งของระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสมในเชิงวิศวกรรม และ เศรษฐศาสตร์

จ. ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบการจัดการขยะมูลฝอย.

ผนวก ข
ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลและระดับน้ำ ภายในค่ายสุรนารี

ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลและระดับน้ำ

หมายเลขบ่อ Elevation ระวางแผนที่ พิกัด ออก-ตก พิกัด เหนือ-ใต้	สถานที่เจาะ	ความลึก (ม.) เจาะ/พัฒนา วันที่เริ่มเจาะ เจาะเสร็จ ขนาดบ่อ มม.	ระยะ ท่อกรอง	ชนิดหิน	ระดับน้ำ ปกติ ปริมาณน้ำ ระยะน้ำ ลด (ม.)	เครื่องสูบ ความ ยาว ของท่อ ดูด (ม.)	pH Iron Chloride TDS Hardness
MG๑๕๑๖	บ้านพักข้าราชการ ร้อย.พธ.พล.ร.๓ ๔๐๐ ม. มาทางทิศตะวันออก ของ กม.ที่ ๑๒๖.๖ เส้นทาง อ.เมือง – อ.ปักธงชัย ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๘๕.๐๐ ๘๕.๐๐ ๒๒/๐๖/๔๒ ๒๕/๐๖/๔๒ ๑๕๐	๖๙.๐๐ – ๘๑.๐๐S		๓๐.๐๐ ๕.๐๐ ๒๐.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด	สูบไฟฟ้า	๘.๗๐ ๓๐ ๒๗๗ ๑๙๐
MG๑๕๑๘	กองพล ร.๑๒ ๑ กม.ทางทิศตะวันออกของ กม.ที่ ๑๒๖ เส้นทาง อ.เมือง – อ.สตึก ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๙๐.๐๐ ๘๕.๐๐ ๒๘/๐๖/๔๒ ๓๐/๐๖/๔๒ ๑๕๐	๖๙.๐๐ – ๘๑.๐๐S		๑๕.๐๐ ๕.๐๐ ๒๗.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด	สูบไฟฟ้า	๙๒.๐๐ ๖๒ ๓๑๓ ๑๔๐
MG๑๓๓๔	กองร้อยปฏิบัติการจิตวิทยาที่ ๒ ๑ กม. ทิศตะวันออก กม.๗ เส้นทางเมือง-ปักธงชัย	๙๐.๐๐ ๘๔.๐๐ ๓๑/๐๗/๓๙	๔๒.๐๐ – ๔๘.๐๐P ๖๐.๐๐-๖๖.๐๐ P ๗๒.๐๐-๘๔.๐๐ P		๑๕.๓๐ ๔.๐๐ ๙.๙๐	สูบไฟฟ้า	
หมายเลขบ่อ Elevation ระวางแผนที่ พิกัด ออก-ตก พิกัด เหนือ-ใต้	**สถานที่เจาะ**	**ความลึก (ม.) เจาะ/พัฒนา วันที่เริ่มเจาะ เจาะเสร็จ ขนาดบ่อ มม.**	**ระยะ ท่อกรอง**	**ชนิดหิน**	**ระดับน้ำ ปกติ ปริมาณน้ำ ระยะน้ำ ลด (ม.)**	**เครื่องสูบ ความ ยาว ของท่อ ดูด (ม.)**	**pH Iron Chloride TDS Hardness**

	ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง	๓๑/๐๗/๓๙			ใช้ได้-น้ำจืด		
MY๐๕๑๖	โรงเรียนค่ายสุรธรรมพิทักษ์	๕๔.๐๐	๓๖.๐๐ – ๔๒.๐๐P		๑.๔๘	ไม่ระบุชนิด	
	๓๐๐ ม. ทิศตะวันออก กม. ๑๒๗	๕๔.๐๐	๔๘.๐๐- ๕๔.๐๐ P		๑.๑๓		
	เส้นทาง ปักธงชัย ม.๕ ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๐๔/๑๐/๓๗ ๐๗/๑๐/๓๗ ๑๒๕			๓๕.๔๒ ใช้ได้-น้ำจืด		
CC๐๕๙๙	สำนักสงฆ์อภิสัมโพธิญาน	๙๐.๐๐	๔๘.๐๐- ๕๔.๐๐ P	sand	๒๑.๑๕	สูบไฟฟ้า	๗.๒
	๗ กม. ทิศตะวันออก กม.๗	๙๐.๐๐	๖๐.๐๐- ๖๖.๐๐ P	sand	๑๐.๕๗	๓๖	๑.๓๐
	เส้นทาง นครราชสีมา-ปักธงชัย	๐๙/๑๐/๒๘	๗๘.๐๐- ๙๐.๐๐ P	sand	๒.๑๖		๔๙
	ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๓๑/๑๐/๒๘			ใช้ได้-น้ำจืด Pump Test		๕๒๖ ๒๖๔
MG๑๕๙๗	กองพันทหารช่างที่ ๒๐๑	๔๘.๐๐	๓๒.๐๐- ๔๘.๐๐ P		๒๑.๐๐	ไม่ได้ติดตั้ง	
	๕ กม.ทางทิศตะวันออกของ กม.ที่ ๑๐ เส้นทางเมือง-ปักธงชัย	๔๘.๐๐ ๒๕/๑๒/๔๓			๔.๐๐ ๑๘.๐๐		๘.๗๐ ๑๑๐
	ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๒๗/๑๒/๔๓ ๑๕๘			ใช้ได้-น้ำจืด		๖๔๗ ๓๖๐

หมายเลขบ่อ Elevation ระวางแผนที่ พิกัด ออก-ตก พิกัด เหนือ-ใต้	**สถานที่เจาะ**	**ความลึก (ม.) เจาะ/พัฒนา วันที่เริ่มเจาะ เจาะเสร็จ ขนาดบ่อ มม.**	**ระยะ ท่อกรอง**	**ชนิดหิน**	**ระดับน้ำ ปกติ ปริมาณน้ำ ระยะน้ำลด (ม.)**	**เครื่องสูบ ความยาวของท่อดูด (ม.)**	**pH Iron Chloride TDS Hardness**
MG๑๕๙๘	กรมทหารช่างที่ ๒	๖๖.๐๐	๔๖.๐๐- ๖๖.๐๐ P		๓๓.๐๐	ไม่ได้ติดตั้ง	
	๕.๗ กม.ทางทิศตะวันออกของ กม.ที่ ๑๐ เส้นทางเมือง-ปักธงชัย	๖๖.๐๐ ๒๘/๑๒/๔๓			๒.๐๐ ๑๘.๐๐		๓.๑๐ ๖
	ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง	๒๙/๑๒/๔๓			ใช้ได้-น้ำจืด		๘๐๐

	จ.นครราชสีมา	๑๕๐					๔๙๐
MG๑๓๕๑	โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ๕๐๐ ม. ทางทิศตะวันออก ของ กม. ที่ ๑๒๗ เส้นทางเมือง-ปักธงชัย ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๑๐๒.๐๐ ๑๐๒.๐๐ ๐๑/๑๒/๓๙ ๐๑/๑๒/๓๙ ๑๕๐	๓๖.๐๐-๔๒.๐๐ P ๕๔.๐๐-๖๐.๐๐ P ๖๖.๐๐-๗๒.๐๐ P ๙๐.๐๐-๙๖.๐๐ P		๒๕.๕๐ ๔.๐๐ ๑๐.๕๐ ใช้ได้-น้ำจืด	สูบไฟฟ้า ๖๐	 ๕.๒๐ ๒๕ ๗๙๓ ๖๖๐
MG๑๓๕๗	ศูนย์ป้องกันภัยทางอากาศ กองทัพบกที่ ๒ ๑.๕ กม. ทางทิศตะวันออก ของ กม. ที่ ๑๒๗ เส้นทางเมือง-ปักธงชัย ม.๓ ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๗๒.๐๐ ๗๒.๐๐ ๓๑/๑๒/๓๙ ๓๑/๑๒/๓๙ ๑๐๐	๖๐.๐๐-๗๒.๐๐ P	andston	๑๘.๐๐ ๔.๐๐ ๒๔.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด	สูบไฟฟ้า ๒๗	 ๐.๔๔ ๖๔ ๔๑๙ ๒๐๐
MY๑๐๕๔	แปลงเกษตรกรรมกองทัพภาค ที่ ๒ ๘ กม.ทางทิศตะวันออกของ กม.ที่ ๑๒๗	๑๒๐.๐๐ ๑๑๘.๐๐	๗๖.๐๐-๘๒.๐๐ P ๑๐.๐๐-๑๑๖.๐๐		๑๕.๐๖ ๒๔.๐๑	ไม่ได้ติดตั้ง	
หมายเลขบ่อ Elevation ระวางแผนที่ พิกัด ออก-ตก พิกัด เหนือ-ใต้	**สถานที่เจาะ**	**ความลึก (ม.) เจาะ/พัฒนา วันที่เริ่มเจาะ เจาะเสร็จ ขนาดบ่อ มม.**	**ระยะ ท่อกรอง**	**ชนิดหิน**	**ระดับน้ำ ปกติ ปริมาณ น้ำ ระยะน้ำ ลด (ม.)**	**เครื่องสูบ ความยาว ของท่อดูด (ม.)**	**pH Iron Chloride TDS Hardness**
	๘ กม.ทางทิศตะวันออกของ กม.ที่ ๑๒๗ เส้นทาง นครราชสีมา-ปักธงชัย ม.๓ ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๑๑๘.๐๐ ๒๓/๐๒/๔๔ ๒๘/๐๒/๔๔ ๑๕๐	๑๐.๐๐-๑๑๖.๐๐		๒๔.๐๑ ๑๗.๔๐ ใช้ได้-น้ำจืด		
D๐๒๑๗	ค่ายสุรนารี ๓๐๐ ม. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ของบ่อเส้นทาง ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง	๓๐.๐๐ ๒๗.๐๐ ๓๐/๑๑/๐๙ ๐๒/๑๑/๐๙	๑๕.๐๐-๒๗.๐๐ P	and,sand/	๒.๔๒ ๒๘.๕๓ ๑๑.๐๙ ใช้ได้-น้ำจืด	สูบเทอร์ไบน์	๗.๓ ๐.๐๘ ๑๖ ๔๗๔

	จ.นครราชสีมา	๑๕๐			Pump Test	E-log	๓๐๙
D๐๓๑๘	กองบัญชาการกองทัพภาคที่ ๒	๔๒.๐๐	๓๐.๐๐-๔๒.๐๐ P		๘.๒๗	สูบเทอร์ไบน์	๗.๗
๑๙๙	-	๔๒.๐๐			๔.๘๐	๒๖	๐.๐๘
๔๘ P	เส้นทาง	๑๗/๐๘/๑๔			๑๗.๑๗		๑๒
๑๘๖๖๙๐	ต.หนองไผ่ล้อม	๒๓/๐๘/๑๔			ใช้ได้-น้ำจืด		๓๙๐
๑๖๕๔๐๐๐	อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๒๐๐			Pump Test		๑๒๔
MG๑๔๙๖	ค่ายสุรนารี ๒๐ กม. ทางทิศตะวันตกของ แยก กม.ที่ ๑	๓๓.๐๐	๐.๐๐-๒๐.๐๐ P	top	๑.๕๐	สูบไฟฟ้า	
		๓๓.๐๐	๒๐.๐๐-๓๓.๐๐ S		๖.๐๐	๐	
	เส้นทาง ร.พ. ค่าย ฯ – ค่ายสุรนารี อ.เมือง	๐๔/๐๔/๔๒			๖.๐๐		
	จ.นครราชสีมา				ใช้ได้-น้ำจืด		

หมายเลขบ่อ Elevation ระวางแผนที่ พิกัด ออก-ตก พิกัด เหนือ-ใต้	**สถานที่เจาะ**	**ความลึก (ม.) เจาะ/พัฒนา วันที่เริ่มเจาะ เจาะเสร็จ ขนาดบ่อ มม.**	**ระยะ ท่อกรอง**	**ชนิดหิน**	**ระดับน้ำ ปกติ ปริมาณน้ำ ระยะน้ำ ลด (ม.)**	**เครื่องสูบ ความ ยาว ของท่อ ดูด (ม.)**	**pH Iron Chloride TDS Hardness**
MG๑๔๙๘	ค่ายสุรนารี (หน้าตลาดสด ค่ายฯ)	๕๖.๐๐	๔๓.๐๐-๕๒.๐๐ S		๑.๕๐	สูบไฟฟ้า	
		๕๖.๐๐			๖.๐๐	๐	
	เส้นทาง ร.พ. ค่ายฯ – ค่ายสุรนารี	๐๘/๐๔/๔๒			๓๐.๕๐		
	ต.หนองไผ่ล้อม	๑๐/๐๔/๔๒			ใช้ได้-น้ำจืด		
	อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๑๕๐					
MG๑๕๐๐	สวนสุขภาพค่ายสุรนารี	๕๔.๐๐	๔๔.๐๐-๕๐.๐๐ S		๓.๐๐	ไม่ระบุชนิด	
	ทางทิศเหนือ	๕๔.๐๐			๖.๐๐		๑.๒๐
	เส้นทาง ค่ายสุรนารี-ค่ายสุรธรรม	๑๔/๐๔/๔๒			๑๕.๐๐		๒๒
	พิทักษ์ ต.หนองไผ่ล้อม	๑๖/๐๔/๔๒			ใช้ได้-น้ำจืด		๓๐๐
	อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๑๕๐					๑๖๐
MG๑๔๙๗	ค่ายสุรนารี (ทางโค้งสนามยิงปืน)	๔๒.๐๐	๒๔.๐๐-๓๘.๐๐ S		๕.๐๐	สูบไฟฟ้า	
	เส้นทาง ร.พ.ค่ายฯ-ค่ายสุรนารี	๔๒.๐๐			๖.๐๐	๐	

	ม.๑ ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๐๕/๐๔/๔๒ ๐๗/๐๔/๔๒ ๑๕๐			๖.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด		
MG๑๔๙๙	ค่ายสุรนารี (สนามฝึกยิงปืน) เส้น ร.พ.ค่ายฯ- ค่ายสุรนารี ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๕๔.๐๐ ๕๔.๐๐ ๑๑/๐๔/๔๒ ๑๓	๓๖.๐๐- ๔๒.๐๐ S		๕.๐๐ ๖.๐๐ ๑๑.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด	สูบไฟฟ้า ๐	
หมายเลขบ่อ Elevation ระวางแผนที่ พิกัด ออก-ตก พิกัด เหนือ-ใต้	**สถานที่เจาะ**	**ความลึก (ม.) เจาะ/พัฒนา วันที่เริ่มเจาะ เจาะเสร็จ ขนาดบ่อ มม.**	**ระยะ ท่อกรอง**	**ชนิดหิน**	**ระดับน้ำ ปกติ ปริมาณน้ำ ระยะน้ำ ลด (ม.)**	**เครื่องสูบ ความ ยาว ของท่อ ดูด (ม.)**	**pH Iron Chloride TDS Hardness**
MG๑๕๐๑	หน้าแปลงเกษตรทฤษฎีใหม่ ค่ายสุรนารี ศูนย์การเรียนรู้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๔๘.๐๐ ๔๐.๐๐ ๑๗/๐๔/๔๒ ๑๘/๐๔/๔๒ -๙	-		๓.๐๐ ๖.๐๐ ๒๑.๐๐	ไม่ได้ติดตั้ง	
H๐๐๐๓	บ้านพักรับรองค่ายสุรนารี - เส้นทาง ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๖๔.๕๐ ๓๐.๐๐ ๑๖/๑๑/๐๖ ๒๒/๑๑/๐๖ ๒๐๐	๒๔.๐๐- ๓๐.๐๐ P		๒.๖๐ ๒.๗๓ ๔.๖๓ ใช้ได้-น้ำจืด Pump Test	สูบไฟฟ้า	๖.๙ ๐.๒๐ ๗ ๔๐๘ ๓๕๗
H๐๐๐๔	ค่ายสุรนารี ๔๐๐ ม. ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของบ่อ เส้นทาง ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๔๓.๕๐ ๒๕.๕๐ ๒๔/๑๑/๐๖ ๒๙/๑๑/๐๖ ๒๐๐	๗.๕๐- ๒๕.๕๐ P		๒.๐๓ ๒๓.๘๖ ๑๖.๒๓ ใช้ได้-น้ำจืด Pump Test	สูบเทอร์ไบน์	๗.๐ ๐.๑๓ ๖ ๕๐๐ ๔๔๐
MG๑๕๕๒	ตลาดนัดค่ายสุรนารี ๕๐ เมตร ทางทิศตะวันตกของ กม.ที่ ๒	๖๐.๐๐ ๕๗.๐๐	๒๒.๐๐- ๒๘.๐๐ P		๖.๐๐ ๕.๔๐	ไม่ระบุชนิด	

	เส้นทางค่ายสุรนารี ม.๑ ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๒๖/๑๑/๔๒ ๒๗/๑๑/๔๒ ๑๕๐			๓.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด		
หมายเลขบ่อ Elevation ระวางแผนที่ พิกัด ออก-ตก พิกัด เหนือ-ใต้	**สถานที่เจาะ**	**ความลึก (ม.) เจาะ/พัฒนา วันที่เริ่มเจาะ เจาะเสร็จ ขนาดบ่อ มม.**	**ระยะ ท่อกรอง**	**ชนิดหิน**	**ระดับน้ำ ปกติ ปริมาณ น้ำ ระยะน้ำ ลด (ม.)**	**เครื่องสูบ ความยาว ของท่อดูด (ม.)**	**pH Iron Chloride TDS Hardness**
MG๑๕๕๓	ค่ายสุรนารี (บ่อที่ ๑) ๑ กม. ทางทิศตะวันตก ของ กม.ที่ ๒ เส้นทาง ค่ายสุรนารี ม.๑ ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๔๐.๕๐ ๕๗.๐๐ ๒๖/๑๑/๔๒ ๒๗/๑๑/๔๒ ๑๕๐	๒๒.๐๐- ๒๘.๐๐ P		๖.๐๐ ๕.๔๐ ๓.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด	ไม่ระบุชนิด	
MG๑๕๕๔	ค่ายสุรนารี (บ่อที่ ๒) ๑ กม. ทางทิศตะวันตก ของ กม.ที่ ๒ เส้นทาง ค่ายสุรนารี- ค่ายสุรธรรมฯ ม.๑ ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๕๔.๐๐ ๕๔.๐๐ ๒๘/๑๑/๔๒ ๒๘/๑๑/๔๒ ๑๕๐	๒๖.๐๐- ๓๔.๐๐ P ๓๘.๐๐- ๔๒.๐๐ P ๕๐.๐๐- ๕๔.๐๐ P		๙.๐๐ ๖.๐๐ ๒.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด	ไม่ระบุชนิด	
D๐๐๐๒ ๑๘๙ ๔๘ P ๑๘๘๓๕๐ ๑๖๕๔๕๐๐	โรงเลี้ยง ร.พัน.๓ ป.พัน.๒๓ - เส้นทาง ม.๑ ต.หนองไผ่ล้อม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๕๗.๐๐ ๕๖.๑๐ ๐๔/๐๘/๐๑ ๒๖/๐๘/๐๑ ๒๐๐	๒๘.๕๐- ๓๑.๕๐ P ๓๘.๑๐- ๔๑.๑๐ P ๔๘.๐๐- ๕๑.๐๐ P	clay,sand clay clay	๓.๐๐ ๐.๐๐ ๐.๐๐ ใช้ได้-น้ำจืด	เครื่องบันทึก	๗.๒ ๘.๓๐ ๓๘ ๔๓๐ ๑๗๒

หมายเลขบ่อ Elevation ระวางแผนที่ พิกัด ออก-ตก พิกัด เหนือ-ใต้	สถานที่เจาะ	ความลึก (ม.) เจาะ/พัฒนา วันที่เริ่มเจาะ เจาะเสร็จ ขนาดบ่อ มม.	ระยะ ท่อกรอง	ชนิดหิน	ระดับน้ำ ปกติ ปริมาณ น้ำ ระยะน้ำ ลด (ม.)	เครื่องสูบ ความยาว ของท่อดูด (ม.)	pH Iron Chloride TDS Hardness
D๐๐๐๔	ค่ายทหาร	๖๐.๐๐	๓๓.๖๐-๓๖.๓๐ P	clay	๖.๑๕	สูบเทอร์ไบน์	๘.๑
๑๙๗	๓๐๐ ม. ทิศตะวันตก บ่อ D๒NR๒	๔๖.๕๐	๔๒.๙๐-๔๖.๒๐ P	clay,gravel	๑๐.๓๓		๐.๐๘
๔๘ P	เส้นทาง	๒๘/๑๐/๐๑			๙.๑๗		๒๔๘
๑๘๗๗๕๐	ต.หนองไผ่ล้อม	๒๐/๑๑/๐๑			ใช้ได้-น้ำจืด		๘๑๘
๑๖๕๔๕๙๐	อ.เมือง จ.นครราชสีมา	๒๐๐			Pump Test	E-log	๑๘๐

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ พลตรี ณัฐชาก ศิริทีปตานนท์

วัน เดือน ปีเกิด ๕ มีนาคม ๒๕๐๒

การศึกษา

โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จว.นครราชสีมา
โรงเรียนเตรียมทหาร
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
หลักสูตรชั้นนายร้อยทหารราบ รุ่นที่ ๗๔
หลักสูตรชั้นนายพันทหารราบ รุ่นที่ ๕๒
โรงเรียนเสนาธิการทหารบก หลักสูตร หลักประจำ ชุดที่ ๗๑

ประวัติการทำงานโดยย่อ

รองเสนาธิการ มณฑลทหารบกที่ ๒ ๑
ผู้อำนวยการกองส่งกำลังบำรุง และบริการ กองทัพภาคที่ ๒
รองเสนาธิการ แม่ทัพน้อยที่ ๒
รองเสนาธิการ กองทัพภาคที่ ๒

ตำแหน่งปัจจุบัน

เสนาธิการ กองทัพภาคที่ ๒

สรุปย่อ

ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืนภายในกองทัพภาคที่ ๒

ผู้วิจัย พลตรี ณัฐชนก ศิริทีปตานนท์ หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๕๗

ตำแหน่ง เสนาธิการกองทัพภาคที่ 2

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สืบเนื่องจากการเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอย(Solid Waste) ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ได้สร้างปัญหาในด้านการจัดการและสภาพแวดล้อม โดยมีสาเหตุมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น และจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจในการพัฒนาประเทศ อีกทั้งการรับเอาผลผลิตทางเทคโนโลยีใหม่ๆ นำมาใช้ในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น ทำให้เศษวัสดุที่เหลือจากการใช้งานเพิ่มปริมาณสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นตามมา จากการรายงานของกรมควบคุมมลพิษในปี 2556 ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศของกลุ่มเป้าหมาย คือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั่วประเทศ 7782 แห่ง พบว่ามีจำนวนขยะมูลฝอย 26.77 ล้านตัน ซึ่งเพิ่มจากปีที่แล้วถึง 2 ล้านตัน โดยขยะดังกล่าวได้เก็บขนและนำไปกำจัดจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 4,179 แห่ง โดยถูกกำจัดแบบถูกต้อง 7.2 ล้านตัน กำจัดไม่ถูกต้อง 6.9 ล้านตัน และยังมีขยะตกค้างอีก 7.6 ล้านตัน นอกจากนี้ยังมีขยะที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ 5.1 ล้านตัน แต่ในขณะนี้ประเทศไทยมีสถานที่กำจัดขยะทั้งหมด 2,490 แห่ง เป็นสถานที่กำจัดขยะแบบถูกต้อง 466 แห่ง ยังคงมีสถานที่กำจัดแบบไม่ถูกต้อง เช่นการเททิ้งกลางแจ้ง เผาในที่โล่ง อยู่ถึง 2,024 แห่ง ทำให้ขยะมูลฝอยสะสมทั้งประเทศมีสูงถึง 19.9 ล้านตัน ซึ่งจะมีความสูงเทียบเท่ากับตึกใบหยก 2 เรียงต่อกัน 103 ตึกนอกจากนี้ยังมีขยะอันตราย เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่น่าเป็นห่วงเพราะเป็นอันตรายต่อสุขภาพหากมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม จากการสำรวจประมาณการเกิดขึ้น 2.65 ล้านตัน โดยจำนวน 2.04 ล้านตัน เป็นของเสียจากภาคอุตสาหกรรม เกือบครึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมภาคตะวันออก และจากชุมชน 0.61 ล้านตัน โดยร้อยละ 65 เป็นซากของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อีกร้อยละ 35 เป็นประเภท หลอดไฟ แบตเตอรี่ ภาชนะบรรจุสารเคมี โดยจะถูกทิ้งปะปนไปกับขยะทั่วไป ส่วนขยะมูลฝอยติดเชื้อมีประมาณ 50,481 ตัน โดยร้อยละ 75 เป็นการจัดการขยะมูลฝอยติดเชื้อจากสถานบริการสาธารณสุขในปัจจุบันโรงพยาบาลเผากำจัดเองด้วยเตาเผาของโรงพยาบาล 142 แห่ง ประมาณ 2,352 ตันต่อปี

จากสภาพปัญหาดังกล่าว เป็นเหตุให้เกิดมลภาวะขึ้นเมื่อไม่สามารถจัดการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การจัดการต่อปัญหาสามารถกระทำได้หลายวิธีการขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะ มูลฝอยและปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง ร้อยละ 95 ของประเทศทั่วโลกได้ใช้วิธีกำจัดโดยการเทกองบนพื้นให้ย่อยสลายตามธรรมชาติและการเผากลางแจ้ง(open dumping and burning) ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ(กรมควบคุมมลพิษ, 2536) เป็นเหตุให้เกิดผลกระทบต่อสภาพดิน น้ำ อากาศ รวมทั้งคุณภาพชีวิตมนุษย์ ถึงแม้ว่าชุมชนขนาดใหญ่หลายแห่งพยายามสรรหาเทคโนโลยีในการกำจัด เช่น การฝังกลบ(Sanitary Landfills) หรือการใช้เตาเผา(Incineration)

ก็ตาม แต่ก็ต้องประสบกับปัญหาที่ดินมีราคาแพงขึ้นหรือพื้นที่ในการดำเนินการไม่เพียงพอ รวมทั้งปัญหาการต่อต้านจากชุมชนใกล้เคียง

กองทัพภาคที่ 2 ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในค่ายสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เป็นอีกชุมชนหนึ่งที่กำลังประสบกับปัญหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มสูงขึ้นทุกวัน ในปัจจุบันยังใช้วิธีการจัดการที่ยังไม่ถูกหลักวิชาการคือการเทกองกับพื้นก่อนทำการฝังกลบ ซึ่งส่งกลิ่นเหม็นรบกวนและกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนูและแมลงวัน รวมทั้งน้ำเสียที่เกิดจากขยะมูลฝอยที่อาจปนเปื้อนไปกับน้ำบนผิวดินและน้ำใต้ดิน อีกทั้งยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงเป็นอันมาก ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรีบเร่งศึกษาเพื่อหาวิธีการและมาตรการที่เหมาะสม ในการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิชาการ รองรับกับปัญหาดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาหาแนวทางการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืน ในการออกแบบระบบการกำจัด อีกทั้งสรรหามาตรการต่างๆ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ เช่น การคัดแยก การลดอัตราการเกิดของขยะมูลฝอย การขนส่ง การนำกลับมาใช้ใหม่ การแปรรูปเป็นพลังงานทดแทน การรณรงค์เพื่อปลูกจิตสำนึกหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการทิ้งขยะมูลฝอย เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อดำรงรักษาสภาพแวดล้อมภายในกองทัพภาคที่ 2 ให้เป็นชุมชนที่น่าอยู่อาศัยและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่หน่วยทหารในพื้นที่ค่ายอื่นๆทั่วประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืน ภายในกองทัพภาคที่ 2 และสามารถเป็นแบบอย่างแก่หน่วยทหารในพื้นที่ค่ายอื่นๆ ต่อไป
2. เพื่อศึกษาหาแนวทางการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานทดแทนที่เหมาะสม ในการใช้ประโยชน์ต่อกิจการของกองทัพภาคที่ 2

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาเฉพาะพื้นที่ภายในกองทัพภาคที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากข้อมูลทุติยภูมิของหน่วยปฏิบัติงานในพื้นที่กองทัพภาคที่ 2 และการรายงานตามห้วงระยะเวลาตามแบบฟอร์มที่กำหนด รวมทั้งการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่า การบริหารจัดการเรื่องขยะมูลฝอย จะต้องมีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาเลือกระบบที่มีเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพสูงสุด นั่นคือขยะมูล

ฝอยจะต้องถูกกำจัดจนหมดสิ้นไปโดยไม่เกิดผลระทบขึ้นตามมาในภายหลัง ซึ่งการเลือกระบบใดระบบหนึ่งเพื่อจัดการนั้นก็ไม่อาจจัดการได้ทั้งหมด จำเป็นจะต้องผสมผสานระหว่างข้อดีของแต่ละระบบเข้าด้วยกัน จึงจะทำให้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทั้งหมด ดังนั้นการที่จะพิจารณาเลือกระบบการจัดการได้อย่างถูกต้องเหมาะสมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลในเรื่องหลัก ๆ ดังนี้

1. ประชากร
2. การใช้ที่ดิน
3. สภาพทางเศรษฐกิจ
4. พฤติกรรมและทัศนคติของกำลังพลด้านการจัดการและการคัดแยกขยะมูลฝอย
5. พฤติกรรมและทัศนคติในการคัดแยกขยะมูลฝอย ตลอดจนรายได้จากการคัดแยกขยะมูลฝอยของผู้ที่เลี้ยงชีพจากการคัดแยก
6. แหล่งกำเนิด องค์ประกอบ และลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย
7. การให้บริการเก็บขนและการกำจัดขยะมูลฝอย
8. ปริมาณมูลฝอย การหาค่าอัตราการคัดแยก และอัตราการเกิดขยะมูลฝอย

ทั้งนี้เพื่อให้นำข้อมูลที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาเลือกระบบ (เชิงวิศวกรรม) ที่มีเหมาะสม กับอัตราการเกิดในแต่ละประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตรวมทั้งเมื่อได้ดำเนินการแล้วมีความคุ้มค่าต่อการจัดการ(เชิงเศรษฐศาสตร์) และสามารถรองรับต่อปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่เกิดผลกระทบขึ้นในภายหลังไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม(เชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม) อันได้แก่ เป็นแหล่งมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ แหล่งแพร่เชื้อโรค แหล่งเชื้อเพลิง สร้างมลพิษทางสายตาหรือทัศนียภาพที่ไม่น่าดู ฯลฯ ซึ่งโดยภาพรวมแล้วขยะมูลฝอยเป็นแหล่งให้โทษมากกว่าให้คุณ

ข้อเสนอแนะ

การจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ส่งเข้าไปทำลายด้วยระบบต่างๆ ให้น้อยที่สุด และสามารถนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ทั้งในส่วนของการใช้ซ้ำและแปรรูปเพื่อใช้ใหม่ (Reuse and Reclycle) รวมถึงการกำจัดที่เกิดผลพลอยได้ เช่น ปุ๋ยหมัก หรือ พลังงาน โดยสรุปการจัดการขยะมูลฝอยภายในค่ายสุรนารี ควรดำเนินการตามแนวทางดังต่อไปนี้

1. การลดปริมาณการผลิตมูลฝอย

รณรงค์ให้กำลังพลได้มีส่วนร่วมในการลดการผลิตมูลฝอยในแต่ละวัน ได้แก่

1.1 ลดการทิ้งบรรจุภัณฑ์โดยการใช้สินค้าชนิดเติมใหม่ เช่น ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน น้ำยาทำความสะอาดและถ่านไฟฉายชนิดชาร์ตใหม่ เป็นต้น

1.2 เลือกใช้สินค้าที่มีคุณภาพมีห่อบรรจุภัณฑ์น้อย อายุการใช้งานยาวนาน และตัวสินค้าไม่เป็นมลพิษ

1.3 ลดการใช้วัสดุกำจัดยาก เช่น โฟมบรรจุอาหาร และถุงพลาสติก

2. จัดระบบการรีไซเคิล หรือการรวบรวมเพื่อนำไปสู่การแปรรูปเพื่อใช้ใหม่

2.1 รณรงค์ให้กำลังพลแยกของเสียนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น กระดาษ พลาสติก และโลหะ นำไปใช้ซ้ำ หรือนำไปขาย/รีไซเคิล ขยะเศษอาหารนำมาหมักทำปุ๋ย ในรูปปุ๋ยน้ำ หรือปุ๋ยหมักเพื่อใช้ในชุมชน

2.2 จัดระบบที่เอื้อต่อการทำขยะรีไซเคิล

2.2.1 จัดภาชนะ (ถุง/ถัง) แยกประเภทขยะมูลฝอยที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐาน

2.2.2 จัดระบบบริการเก็บโดย

ก) ค่ายสุรนารีจัดเก็บเอง โดยการจัดเก็บแบ่งเวลาการเก็บ เช่น หากแยกเป็นถุง 4 ถุง ขยะย่อยสลายได้ ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะทั่วไป ให้จัดเก็บขยะย่อยสลายและขยะทั่วไปทุกวัน ส่วนขยะรีไซเคิลและขยะอันตรายอาจจัดเก็บสัปดาห์ละครั้งหรือตามความเหมาะสม

ข) จัดกลุ่มประชาชนที่มีอาชีพรับซื้อของเก่า ให้ช่วยเก็บขยะรีไซเคิลในรูปของการรับซื้อ โดยการแบ่งพื้นที่ในการจัดเก็บและกำหนดเวลาให้เหมาะสม

ค) ประสานงานกับร้านค้า ที่รับซื้อของเก่าที่มีอยู่ในพื้นที่หรือพื้นที่ใกล้เคียงในการรับซื้อขยะรีไซเคิล

ง) จัดระบบตามแหล่งการเกิดขยะขนาดใหญ่ เช่น ตลาด โรงเรียน สถานที่ราชการ ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

2.2.3. จัดกลุ่มอาสาสมัครหรือชมรมหรือนักเรียน ให้มีกิจกรรม/โครงการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ เช่น

1) โครงการขยะรีไซเคิลแลกสิ่งของ เช่น ต้นไม้ หรือ ไข่
2) โครงการทำปุ๋ยน้ำ ปุ๋ยอีเอ็ม ขยะหอม ปุ๋ยหมัก
3) โครงการตลาดนัดขยะรีไซเคิล
4) โครงการธนาคารวัสดุเหลือใช้
5) โครงการร้านค้าสินค้ารีไซเคิล

2.2.4. จัดตั้งศูนย์รีไซเคิล หากพื้นที่ที่ปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นในแต่ละวันเป็นปริมาณมากๆ อาจจะมีการจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยซึ่งสามารถจะรองรับจากชุมชนใกล้เคียงหรือรับซื้อจากกำลังพลโดยตรง ซึ่งอาจจะให้เอกชนลงทุนหรืออาจให้สัมปทานเอกชนก็ได้

3. การขนส่ง

3.1 ระยะทางไม่ไกลให้รถขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดโดยตรง

3.2 ระยะทางไกลและมีปริมาณขยะมูลฝอยมาก อาจจะต้องสร้างสถานีขนถ่ายเพื่อถ่ายเทจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยลงสู่รถบรรทุกขนาดใหญ่

4. ระบบกำจัด

เนื่องจากขยะมูลฝอยใช้ประโยชน์ใหม่ได้ จึงควรจัดการเพื่อกำจัดทำลายให้น้อยที่สุด ควรเลือกระบบกำจัดแบบผสมผสานเนื่องจากปัญหาขาดแคลนพื้นที่ จึงควรพิจารณาปรับปรุงพื้นที่กำจัดมูลฝอยที่มีอยู่เดิม และพัฒนาให้เป็นศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย โดยมีขั้นตอนคือ จัดระบบคัด

แยกขยะมูลฝอย ระบบกำจัดผสมผสานหลาย ๆ ระบบในพื้นที่เดียวกัน ได้แก่ หมักทำปุ๋ย ฝังกลบ และวิธีอื่น ๆ เป็นต้น

5. ขั้นตอนและวิธีการนำนโยบายจัดการขยะมูลฝอยครบวงจร ไปสู่การปฏิบัติ

5.1 จะต้องดำเนินการในเรื่องจดบันทึกข้อตกลงระหว่างองค์ปกครองส่วนท้องถิ่นที่จะร่วมกันในการจัดการขยะมูลฝอย อาจจะเป็นอยู่ในรูปสหการและมีการรับรองให้สมบูรณ์

5.2 มีความพร้อมในการจัดหาที่ดินสำหรับก่อสร้างระบบ โดยจะต้องผ่านการจัดทำประชาพิจารณ์ และได้รับความเห็นชอบจากชุมชนแล้ว

5.3 เลือกแนวทางและวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่

5.4 ให้กำลังพลเข้ามีส่วนร่วม โดยโครงการทั้งหมดต้องผ่านขั้นตอนประชาพิจารณ์และได้รับความเห็นชอบจากชุมชนแล้วได้แก่

1) ทำประชาพิจารณ์ตามขั้นตอนในเรื่องการใช้ที่ดิน

2) ชุมชนเห็นชอบในเรื่องค่าใช้จ่ายในการใช้บริการศูนย์กำจัด

3) ชุมชนเห็นชอบในเรื่องค่าใช้จ่ายในการใช้บริการศูนย์กำจัดและอัตราบริการเก็บขนที่เรียกเก็บจากประชาชน

5.5 ต้องมีรูปแบบองค์การบริหารจัดการเสนอมาให้พร้อม

5.6 กรณีที่ท้องถิ่นในจังหวัดต่าง ๆ มีความพร้อม และจัดทำแผนในลักษณะแผนงานร่วมเพื่อบรรจุไว้ในแผนปฏิบัติการระดับจังหวัด ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติต่อไป ทั้งนี้แผนในลักษณะศูนย์รวมจะได้รับการพิจารณาสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ในลำดับความสำคัญต้น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับการขอสนับสนุนในลักษณะต่างชุมชนต่างดำเนินการ

5.7 ดำเนินการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร