



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

โครงการส่งเสริมการบริการ
วิชาการพลังงานขยะในสถานศึกษา

ขยะ = พลังงาน ทดแทน



คู่มือ
ระดับ
อุดม
ศึกษา



คำนำ

สถานการณ์พลังงานของโลกกำลังเข้าสู่ภาวะวิกฤติ ปริมาณสำรองของน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน มีปริมาณลดลง ซึ่งจะทำให้ส่งผลกระทบต่อตรงกับมนุษย์ โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากภายนอกประเทศเป็นหลัก ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อผลิตพลังงานจากแหล่งอื่นๆ มาใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิล จึงจะเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน เป็นหน่วยงานซึ่งมีภารกิจในการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเผยแพร่ ส่งเสริมสนับสนุนเทคโนโลยีด้านพลังงาน ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้พัฒนาเทคโนโลยีการนำ “ขยะมูลฝอย” ซึ่งเป็นสิ่งของเหลือใช้จากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน และเป็นปัญหาของประเทศที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น มาผลิตเป็น “พลังงาน” นับเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถจัดการปัญหาขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงได้เรียบเรียงจัดทำ **“คู่มือโครงการส่งเสริมการบิวการวิชาการพลังงานขยะในสถานศึกษา”** ขึ้นเพื่อใช้ในการเผยแพร่ให้กับนักเรียน นักศึกษา บุคลากรในสถานศึกษา ตลอดจนประชาชนผู้สนใจทั่วไป ทั้งนี้ เพื่อมุ่งหวังที่จะสร้างจิตสำนึก และกระตุ้นให้เยาวชนได้มีความรู้ ความเข้าใจ ในการแก้ไขปัญหามลพิษขยะมูลฝอย ได้อย่างเป็นรูปธรรม รวมถึงเข้าใจในการผลิตและการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด อันจะนำไปสู่ความร่วมมือในการจัดการพลังงานของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืนสืบไป

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

สถานการณ์ 3

บทที่ 1 พลังงาน

สถานการณ์ 10

บทที่ 2 ชยะในปัจจุบัน

พลังงานทดแทนจากชยะ 14

บทที่ 3

ทิศทางใหม่ของการผลิตพลังงานเพื่อคุ้มครองโลก

บทที่ 4 บทสรุป 30

ประโยชน์ของการเปลี่ยนชยะเป็นพลังงาน

บทที่ 1



สถานการณ์พลังงาน

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์และเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิต ที่ทำให้โลกขับเคลื่อนไปข้างหน้าในทุกๆ ด้าน

ในอนาคตอันใกล้นี้ สถานการณ์พลังงานของโลกกำลังเข้าสู่ภาวะวิกฤติ ซึ่งจะ
ทำให้ตัวขับเคลื่อนกิจกรรมต่างๆ ได้รับผลกระทบโดยตรง จากการคาดการณ์ของ
นักวิทยาศาสตร์ ประเมินว่าพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Fossil energy) เช่น น้ำมัน
ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน จะมีการผลิตลดลงในอนาคต ในขณะที่ความต้องการ
พลังงานของมนุษย์กลับมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นทุกวัน หากไม่มีการค้นหาพลังงานในรูปแบบ
อื่นๆ มาใช้ จะทำให้เกิดวิกฤตการณ์ขาดแคลนพลังงานอย่างมาก ดังนั้นจึงมีการนำ
พลังงานหมุนเวียนมาใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิลที่นับวันจะยิ่งหมดไป

สถานการณ์พลังงานในประเทศไทย และความจำเป็นในการพัฒนา พลังงานทดแทน

การใช้พลังงานของประเทศไทย โดยภาพรวมแล้วไทยต้องพึ่งพลังงานจากต่างประเทศเป็นหลัก โดยในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายปริมาณกว่า 71,166 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นมูลค่าการใช้พลังงานรวม 1,294,000 ล้านบาท¹ เป็นการนำเข้าพลังงานจำนวนถึง 64,017 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นมูลค่า 894,871 ล้านบาท² แม้ว่าประเทศไทยจะมีแหล่งพลังงานสำรองของตัวเอง แต่หากเรานำพลังงานสำรองต่างๆ ที่มีอยู่มาใช้ก็จะทำให้หมดลงไปอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลปริมาณพลังงานสำรองที่พิสูจน์ทราบแล้วพบว่า น้ำมันดิบ มีปริมาณสำรอง 156.2 ล้านบาร์เรล คอนเดนเสท มีปริมาณสำรอง 212.7 ล้านบาร์เรล ก๊าซธรรมชาติ มีปริมาณสำรองอยู่ที่ระดับ 12,168 พันล้านลูกบาศก์ฟุต และถ่านหิน/ลิกไนต์ มีปริมาณสำรอง 1,390 ล้านตัน

สาเหตุดังกล่าวทำให้ประเทศไทยยังคงมีการนำเข้าพลังงานในปริมาณที่สูงอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่า เมื่อสิ้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (ปี 2554) ประเทศไทยจะมีการนำเข้าพลังงานร้อยละ 79.5 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด ดังนั้นการคิดค้นวิธีการต่างๆ เพื่อนำพลังงานทดแทนมาใช้ นอกจากจะช่วยดำรงรักษาแหล่งพลังงานจากธรรมชาติของประเทศไม่ให้ลดน้อยลงไปกว่านี้ ยังเป็นการประหยัดงบประมาณแผ่นดินที่ต้องสูญเสียไปในการนำเข้าพลังงานแต่ละปี รวมถึงคงไว้ซึ่งสมดุลของโลกต่อไป

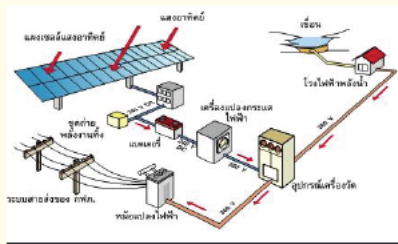
¹กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2553.

²www.eppo.go.th สถานการณ์พลังงานปี 2553 และแนวโน้มปี 2554.



พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มาเป็น 2 ประเภท คือ **พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป** ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน ทราชน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า **พลังงานหมุนเวียน** ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ ชยะ ไฮโดรเจน เป็นต้น อย่างไรก็ตามพลังงานทดแทนที่มาจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปก็มีปริมาณเหลืออยู่ไม่มากนัก ประเทศไทยจึงได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาพลังงานทดแทนที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก ซึ่งพลังงานทดแทนที่ได้มีการพัฒนาในประเทศไทย มีดังนี้

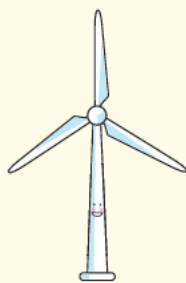
1. **พลังงานแสงอาทิตย์** พลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้แบ่งตามประเภทการใช้งานได้เป็น 2 รูปแบบ คือ การใช้เพื่อผลิตความร้อน เช่น ระบบอบแห้งและการผลิตน้ำร้อน และการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซลาเซลล์ ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความเหมาะสมในการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ เนื่องจากตั้งอยู่ในเขต



รูปแสดงตัวอย่างแผงโซลาเซลล์และระบบการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์

ใกล้เส้นศูนย์สูตรซึ่งได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันค่อนข้างสูงประมาณ 5 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร หากเราสามารถพัฒนาการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ตกลงบนประเทศไทยเพียงร้อยละ 1 ของพื้นที่ประเทศ เราจะได้พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบประมาณ 700 ล้านตันต่อปี³

2. พลังงานลม ลมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก พลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลม สามารถแปรรูปเป็นพลังงานกลได้โดยอาศัยกังหันลมก่อนที่จะนำไปใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการสูบน้ำหรือการผลิตกระแสไฟฟ้า

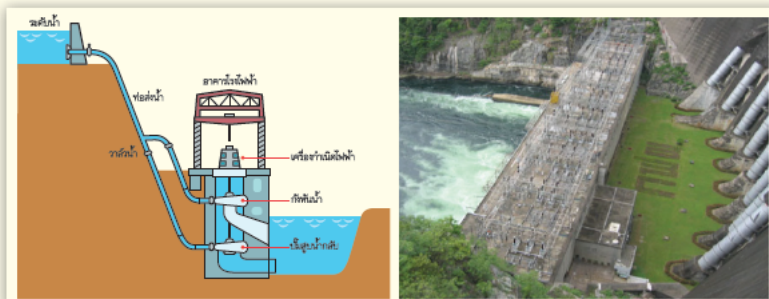


กังหันลมผลิตไฟฟ้า
อำเภอหัวไทร
จังหวัดนครศรีธรรมราช

³สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน คู่มือพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อนระบบผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง.



3. พลังงานน้ำ การไหลของน้ำปริมาณมากๆ จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ทำให้สามารถขับเคลื่อนกังหันในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเกิดเป็นพลังงานไฟฟ้าขึ้น ซึ่งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำมีทั้งการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่และขนาดเล็ก รวมทั้งไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน



รูปแสดงระบบผลิตไฟฟ้าของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ

4. พลังงานชีวมวล ชีวมวล (Biomass) หมายถึง วัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ โดยรวมหมายถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่างๆ เช่น ชังข้าวโพด ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย ทะลายปาล์ม เศษไม้ มันสำปะหลัง มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ ของเสียจากชุมชน เป็นต้น





ก



ข



ค



จ



ง

- ก. ข้าวโพด
- ข. ฟางข้าว
- ค. แกลบ
- จ. เศษไม้
- ง. กากอ้อย



เทคโนโลยีการผลิตพลังงานชีวมวลมีหลายกระบวนการ เช่น การเผาไหม้ (Combustion) การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงด้วยกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) การผลิตก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) จากของเสีย เช่น มูลสัตว์ น้ำเสีย และการผลิตน้ำมันจากชีวมวล (Biomass to Liquid)

5. พลังงานจากขยะ ขยะมูลฝอยเป็นสิ่งของเหลือใช้จากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ ปัจจุบันการกำจัดขยะเป็นปัญหาสำคัญของประเทศที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนเนื่องจากส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนที่อยู่โดยรอบ

อย่างไรก็ตามขยะมูลฝอยจัดเป็นทรัพยากรที่มีมูลค่าในตัวเอง เนื่องจากนำมาผลิตเป็นพลังงานได้ การนำขยะมูลฝอยมาผลิตเป็นพลังงานเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้เพื่อจัดการปัญหาขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยลดปริมาณขยะ และได้พลังงานที่สะอาดในรูปของไฟฟ้าหรือความร้อน รวมทั้งช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งเท่ากับช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน



บทที่ 2

สถานการณ์ ขยะในปัจจุบัน



สถานการณ์ขยะของประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นทั่วประเทศ ประมาณ 15.1 ล้านตัน หรือวันละ 41,476 ตัน เฉพาะในกรุงเทพมหานครมีปริมาณที่เก็บขนได้วันละ 8,900 ตัน ที่เหลืออีก 32,576 ตัน เป็นขยะที่เกิดขึ้นในจังหวัดอื่นๆ⁴

ปริมาณขยะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกวัน แต่ขยะที่จัดเก็บได้และนำไปกำจัดมีเพียงร้อยละ 70-80 เท่านั้น ดังนั้นขยะที่เหลือจึงตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อม

⁴ ข้อมูลสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนปี 2552 ในเอกสารประกอบการบรรยาย ทิศทางใหม่ของการจัดการขยะมูลฝอย: ของเสียบู่หลังงาน โศภ ตรี เชาว์น นอกอยู่ ผู้อำนวยการส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสีย และสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ.



ผลกระทบของขยะต่อชีวิตและสภาวะแวดล้อม

ขยะมูลฝอยก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก และมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

1. เป็นแหล่งอาหารและแหล่งเพาะพันธุ์ของพาหะนำโรค เช่น แมลงวัน แมลงสาบ ยุง หนู และสัตว์อื่นๆ
2. ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นและก่อให้เกิดความรำคาญ
3. ขยะมูลฝอยที่ทิ้งเกลื่อนกลาดทำให้พื้นที่บริเวณนั้นสกปรก นอกจากนี้ขยะมูลฝอยที่ตกอยู่หรือถูกทิ้งลงในคูคลอง หรือทางระบายน้ำ จะไปสกัดกั้นการไหลของน้ำ ทำให้แหล่งน้ำสกปรกและเกิดการเน่าเสีย
4. น้ำเสียที่เกิดจากกองขยะมูลฝอยที่กองทิ้งไว้ เป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงมาก ซึ่งมีทั้งเชื้อโรค และสารพิษต่างๆ เจือปนอยู่ เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำก็จะทำให้อุณหภูมิของน้ำเสียไป เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ น้ำและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำ ส่งผลต่อระบบนิเวศของน้ำ
5. ขยะมูลฝอยที่กองทิ้งโดยไม่มีการปกปิดอย่างมิดชิดจะส่งกลิ่นเหม็น เศษชิ้นส่วนของขยะมูลฝอยนั้นจะสามารถปลิวไปในอากาศ ทำให้เกิดความสกปรกแก่บรรยากาศ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ นอกจากนี้ขยะมูลฝอยที่กองทิ้งไว้นานๆ จะมีก๊าซที่เกิดจากการหมักขึ้น ได้แก่ ก๊าซชีวภาพ ซึ่งติดไฟหรือเกิดระเบิดขึ้นได้ และก๊าซไข่เน่า (ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์) ซึ่งมีกลิ่นเหม็น

การจัดการขยะในปัจจุบัน

ปัญหาขยะ มีสาเหตุเกิดจากน้ำมือมนุษย์ทั้งสิ้น โดยเฉพาะการขาดจิตสำนึกและมีความมั่งงายในการทิ้งขยะโดยไม่คำนึงถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้น การผลิตและใช้สิ่งของมากเกินไปจนเกินความจำเป็น รวมถึงการเก็บและทำลายขยะอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

การจัดการขยะมูลฝอยจะขึ้นอยู่กับความพร้อมและศักยภาพของหน่วยงานราชการท้องถิ่นแต่ละพื้นที่ เช่น เทศบาลและเขตเมืองใหญ่ที่เป็นศูนย์กลางความเจริญในระดับเทศบาลนคร เทศบาลเมือง จะมีการจัดสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล แต่ยังมีปัญหาเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร

ส่วนการจัดการขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร จะทำการเก็บขนมูลฝอยตามบ้านเรือน ไปพักคัดแยกที่สถานีขนถ่ายมูลฝอย 3 แห่ง จากนั้นจะถูกขนย้ายไปฝังกลบที่กำแพงแสน และพนมสารคาม โดยเอกชน

วิธีการกำจัดขยะที่นิยมใช้ทั่วไป มีอยู่หลายวิธี เช่น

- (1) วิธีเทกองบนพื้นฝังในหลุม/การเผากลางแจ้ง วิธีเหล่านี้เป็นการกำจัดขยะที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารพิษและสิ่งสกปรกสู่ดิน น้ำ และอากาศ
- (2) การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล หมายถึง การนำมูลฝอยที่รวบรวมได้มาเทกองในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ จากนั้นใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัวลงและมีเนื้อของมูลฝอยที่แน่น ทำการบดอัดจนได้ความสูงที่ออกแบบไว้หรือเต็มในหลุมที่ได้จัดเตรียมไว้ แล้วนำดินมากลบปิดหน้า



กองมูลฝอย ทั้งนี้เพื่อป้องกันด้านกลิ่นรบกวน แมลงวัน สัตว์พาหะนำโรคต่างๆ จากนั้นจะฝังกลบเป็นชั้นๆ ไปจนได้ความสูง หรือความลึกที่ออกแบบไว้ และเมื่อมูลฝอยเต็มหลุม หรือพื้นที่ที่เตรียมไว้ ก็จะมีการกลบด้วยดินอีกครั้ง พร้อมทั้งปรับพื้นที่ให้สวยงาม

- (3) การเผาในเตาเผาขยะ เป็นวิธีที่สามารถทำลายขยะมูลฝอยได้เกือบทุกชนิด นอกจากนี้ส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ เช่น ขี้เถ้า สามารถนำไปใช้ถมที่ดินหรือใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้
- (4) การทำปุ๋ยหมัก คือ นำขยะมูลฝอยที่ส่วนมากเน่าเปื่อยได้มาหมัก เพื่อให้เกิดการย่อยสลายตัว ขยะมูลฝอยที่ผ่านการหมักแล้ว จะถูกนำไปฝังประมาณ 40-60 วัน เพื่อให้การย่อยสลายเป็นไปโดยสมบูรณ์ จากนั้นจะถูกนำไปร่อนเพื่อแยกเอาส่วนที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ย
- (5) การกำจัดขยะด้วยวิธีการอื่นๆ เช่น การนำเศษอาหารไปเลี้ยงสุกร การนำกลับมาใช้ใหม่ นอกจากการกำจัดขยะด้วยวิธีการที่กล่าวมาแล้ว การนำขยะไปแปรรูปเป็นพลังงาน ก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ได้รับความนิยมอยู่ในขณะนี้



บทที่ 3



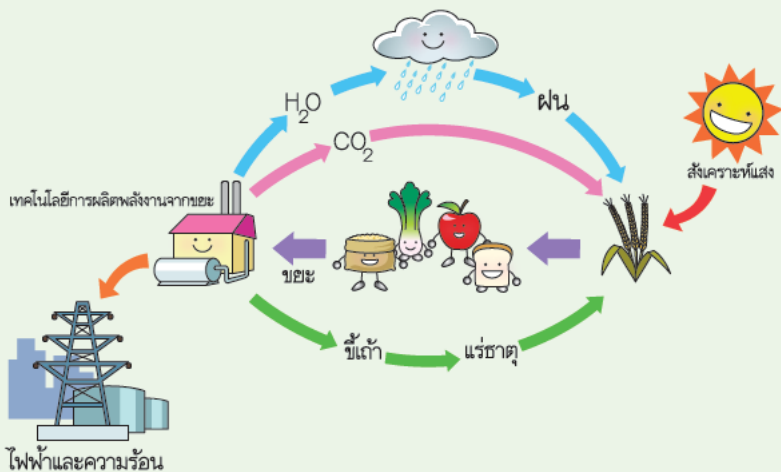
พลังงานทดแทนจากขยะ ทิศทางใหม่ของการผลิตพลังงานเพื่อคุ้มครองโลก

ปัญหาขยะมูลฝอย มีผลกระทบต่ออย่างมากต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ ดังนั้นเราจึงต้องหาวิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์กลับคืนมาสู่ชุมชนและประเทศ แนวทางที่เป็นการใช้ประโยชน์จากขยะได้แนวทางหนึ่ง คือ การนำขยะมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนซึ่งนอกจากได้พลังงานกลับมาใช้แล้ว ยังเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ขยะ = พลังงานสะอาด

ขยะที่ถูกทิ้งออกมาจากแหล่งกำเนิดยังคงมีพลังงานที่สะสมอยู่ภายในซึ่งเมื่อนำมาผ่านกระบวนการทางความร้อน หรือกระบวนการทางชีวภาพแล้วจะได้พลังงานทดแทนที่จัดเป็นประเภทพลังงานที่สะอาด





ธรรมชาติของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างของสภาพคุณสมบัติ และลักษณะ ดังนั้นเทคโนโลยีในการผลิตพลังงานจากขยะจึงมีอยู่หลากหลายเทคโนโลยี การนำมาใช้ต้องคำนึงถึงวิถีความเป็นอยู่ของสังคมไทย ความหลากหลายของขยะที่เกิดขึ้น สภาพภูมิประเทศ สภาพคุณสมบัติ และลักษณะของขยะในประเทศไทย ดังนั้น เราควรมาทำความเข้าใจกับธรรมชาติของ “ขยะมูลฝอย” ของบ้านเราให้มากที่สุด ดังนี้

ความหมายของขยะมูลฝอย

ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2550 ระบุว่า มูลฝอย หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ เศษพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ถ้ำ มูลสัตว์ ขากสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด หรือที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน

องค์ประกอบและประเภทของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยมีองค์ประกอบแบ่งได้เป็น 10 ประเภท ได้แก่

1. **ผักผลไม้ และเศษอาหาร** ได้แก่ เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหารที่เหลือจากการปรุงอาหาร และเหลือจากการบริโภค เช่น ข้าวสุก เปลือกผลไม้ เนื้อสัตว์ ฯลฯ
2. **กระดาษ** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเยื่อกระดาษ เช่น กระดาษ หนังสือพิมพ์ โปปโลว ถุงกระดาษ กล่องกระดาษ ฯลฯ
3. **พลาสติก** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก เช่น ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก ภาชนะพลาสติกของเล่นเด็ก พลาสติกบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ฯลฯ
4. **ผ้า** ได้แก่ สิ่งทอต่างๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติและใยสังเคราะห์ เช่น ผ้ายลินิน ขนสัตว์ ผ้าไนลอน เศษผ้า ผ้าเช็ดมือ ถุงเท้า ผ้าขี้ริ้ว ฯลฯ
5. **แก้ว** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว เช่น เศษกระจก ขวด เครื่องแก้ว ฯลฯ
6. **ไม้** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ ไม้ไผ่ เศษไม้ เช่น กล่องไม้ แก้ว ไม้ โต๊ะ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน ฯลฯ
7. **โลหะ** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากโลหะ เช่น กระจบอง ตะปู ลวด ภาชนะที่ทำจากโลหะต่างๆ ฯลฯ
8. **หิน ระเบิด กระจก และเปลือกหอย** ได้แก่ เศษหิน เศษกระจกสัตว์ เช่น ก้างปลา เปลือกหอย กุ้ง ปู เครื่องปั้นดินเผา เครื่องเคลือบ ฯลฯ



9. **ยางและหนัง** ได้แก่ วัสดุและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางและหนัง เช่น รองเท้า กระเป๋า ลูกบอล ฯลฯ
10. **วัสดุอื่นๆ** ได้แก่ วัสดุที่ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มต่างๆ ข้างต้น

จากองค์ประกอบของขยะมูลฝอยทั้ง 10 ประเภท สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ คือ

1. **ขยะอินทรีย์ หรือมูลฝอยย่อยสลายได้** คือขยะเน่าเสียและย่อยสลายได้เร็วสามารถนำมาหมักผลิตก๊าซชีวภาพหรือทำปุ๋ยได้ เช่น เศษอาหาร เศษใบไม้ เศษหญ้า
2. **ขยะรีไซเคิล หรือมูลฝอยที่ยังใช้ได้** คือของเสียจากบรรจุภัณฑ์หรือวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ อะลูมิเนียม พลาสติก และยาง
3. **ขยะอันตราย หรือมูลฝอยอันตรายจากชุมชน** คือขยะที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนวัตถุอันตรายชนิดต่างๆ ได้แก่ วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง รวมถึงวัตถุหรือเคมีภัณฑ์ที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช กระป๋องสเปรย์บรรจุสีหรือสารเคมี ฯลฯ
4. **ขยะอื่นๆ** นอกเหนือจาก 3 กลุ่มข้างต้น เช่น เศษหิน ดิน ทราย ฯลฯ

เทคโนโลยีวิธีการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะมูลฝอย

ปัจจุบัน เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการขยะเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานทดแทน มีดังนี้

1. การเผาขยะในระบบเตาเผา (Incineration)

เป็นเทคโนโลยีการเผาขยะในเตาเผาที่ออกแบบเฉพาะสำหรับการเผาขยะมูลฝอยเพื่อควบคุมปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่ให้ความร้อนและอุณหภูมิสูงเพื่อทำลายมวลและปริมาตรของขยะมูลฝอย ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้จะต้องได้รับการกำจัดเขม่าและก๊าซพิษต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้สามารถนำไปฝังกลบหรือใช้เป็นวัสดุสำหรับการก่อสร้างถนน พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ สามารถใช้ในการผลิตไอน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า



โรงเผาขยะมูลฝอย
จังหวัดภูเก็ต

2. เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะ

เป็นเทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยโดยออกแบบเตาเผาให้มีการเผาในสภาพที่อากาศหรือออกซิเจนน้อย ภายใต้อุณหภูมิสูงประมาณ 1,200-1,400 องศาเซลเซียส ผลที่เกิดขึ้น คือจะเกิดปฏิกิริยากลับสลายทางเคมีของขยะได้ก๊าซเชื้อเพลิงซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และมีเทน (CH_4) ก๊าซเชื้อเพลิงสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า หรือให้พลังงานความร้อนสำหรับใช้ประโยชน์อื่นได้อีก



เครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชน

3. เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก (Pyrolysis oil)

เป็นเทคโนโลยีที่เปลี่ยนขยะที่เป็นสารอินทรีย์ (Hydrocarbon) เช่น พลาสติกหรือยางให้เป็นน้ำมันโดยวิธีการเผาแบบไพโรไลซิสซึ่งเป็นการให้ความร้อนกับขยะในสภาวะที่ไม่มีอากาศหรือออกซิเจน มีการควบคุมอุณหภูมิและความดันและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้เกิดการสลายโครงสร้างของพลาสติกและจะได้เชื้อเพลิงเหลว น้ำมันไพโรไลซิสที่ยังไม่ผ่านกระบวนการกลั่นแยกมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันเตา จึงสามารถนำไปใช้ทดแทนน้ำมันเตาในโรงงานอุตสาหกรรมได้ แต่ถ้าผ่านกระบวนการกลั่น จะได้น้ำมันดีเซล เบนซิน และน้ำมันเตา



ขยะพลาสติก



เตาเผาแบบไพโรไลซิส



ลักษณะน้ำมันที่ได้จาก
กระบวนการไพโรไลซิส



น้ำมันที่ได้จากกระบวนการกลั่นแล้ว

4. เทคโนโลยีเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF)

เป็นเทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขยะเพื่อให้มีคุณสมบัติในด้านค่าความร้อน ความชื้น และขนาดเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยขยะที่จะนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงจะต้องมีการคัดแยกเพื่อเอาขยะที่เผาไหม้ไม่ได้และขยะอันตรายออกไปก่อน แล้วทำการสับย่อยขยะออกเป็นชิ้นเล็กและทำให้แห้ง หลังจากนั้นอาจนำไปอัดแท่ง หรืออัดเป็นก้อนเพื่อให้สะดวกในการใช้งานและขนส่ง



แท่งเชื้อเพลิงขยะ

5. ระบบหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digestion)

เป็นการกำจัดขยะประเภทสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ อาทิ เศษอาหาร ผัก ผลไม้ เศษใบไม้ โดยนำไปหมักในบ่อหมักขยะหรือถังหมักขยะที่เป็นระบบปิด ขยะอินทรีย์

จะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน และเกิดก๊าซชีวภาพซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มและใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ส่วนที่เหลือจากการย่อยสลาย เรายังนำไปใช้เป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินได้ต่อไป



ถังหมักก๊าซชีวภาพ ระบบหมักไร้อากาศ



ถังหมักไร้อากาศ
ของเทศบาลนครระยอง



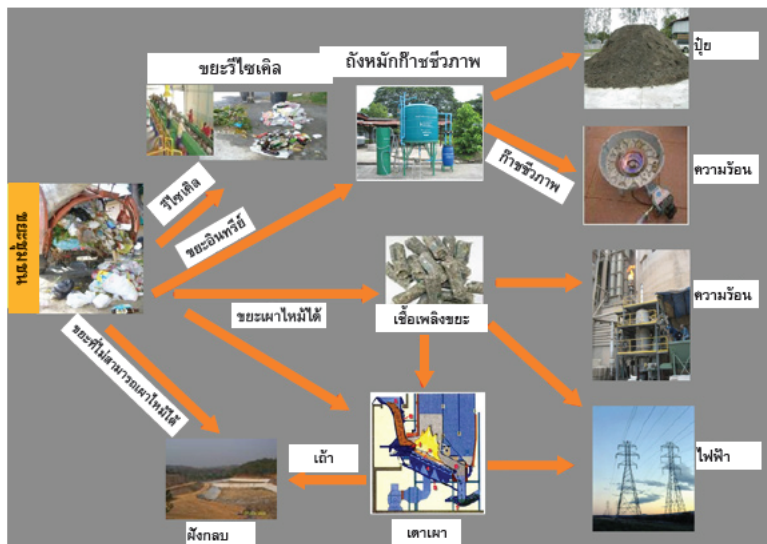
6. ระบบฝังกลบ เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ (Landfill gas to Energy)

เป็นระบบที่พัฒนาและปรับปรุงมาจากการกลบฝังขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาล ขยะที่ถูกนำมาฝังกลบจะเกิดการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ ซึ่งหากปล่อยไปตามสภาพธรรมชาติ ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะกระจายสู่ชั้นบรรยากาศ และเป็นตัวการทำให้เกิดสภาพเรือนกระจก (Green House Effect) และภาวะโลกร้อน เทคโนโลยีของระบบนี้ คือ การกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบขยะโดยติดตั้งท่อรวบรวมก๊าซ และนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงรถยนต์ได้



รูปแสดงการวางท่อรวมก๊าซชีวภาพและระบบฝังกลบเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

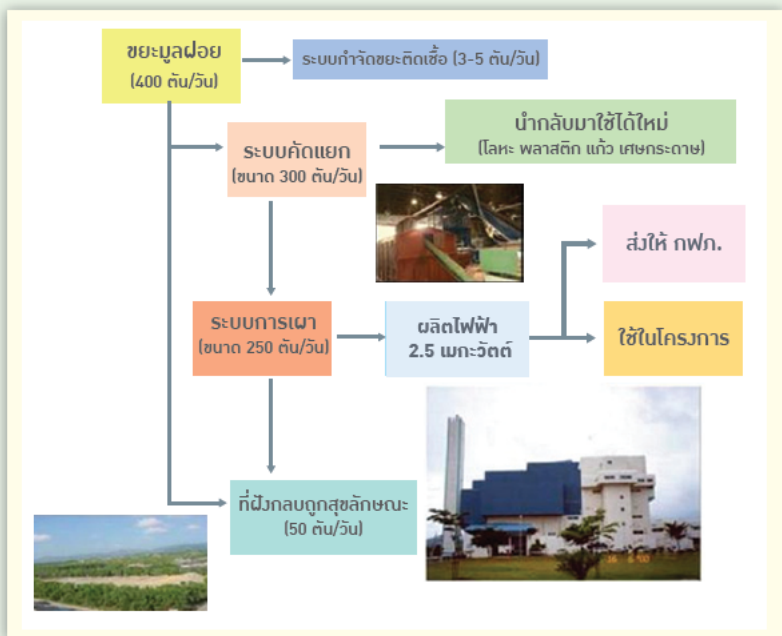
แผนภาพ แสดงแนวทางจัดการขยะที่เหมาะสมกับประเทศไทย



ตัวอย่างโครงการผลิตพลังงานจากขยะในประเทศไทย

เทคโนโลยีเตาเผาขยะ

โรงเตาเผาขยะเทศบาลนครภูเก็ต มีขีดความสามารถเผาทำลายขยะได้ 250 ตันต่อวัน สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 2.5 เมกะวัตต์ โดยไฟฟ้าที่ผลิตได้ถูกนำไปใช้ในระบบของโรงเผาและใช้กับโรงบำบัดน้ำเสีย กระแสไฟฟ้าที่เหลือขายให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

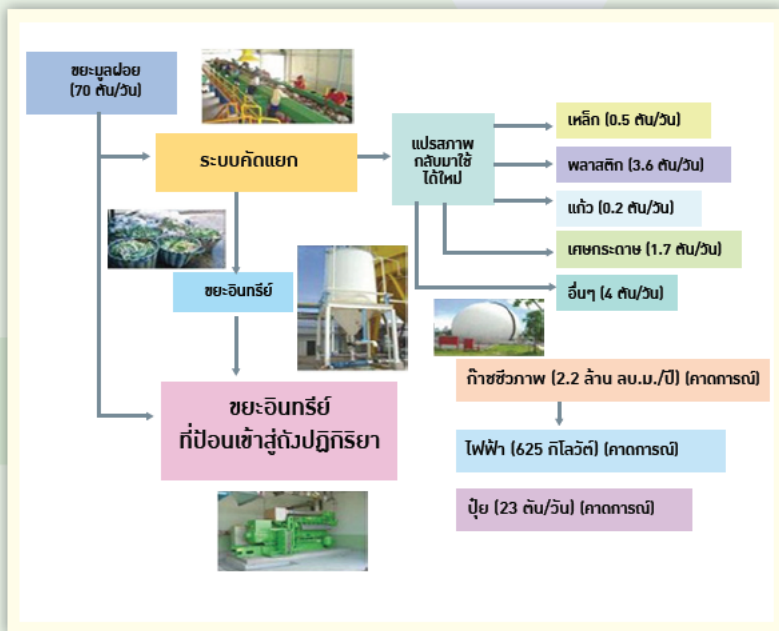


ตัวอย่างเทคโนโลยีการเผาขยะผลิตไฟฟ้า



เทคโนโลยีการหมักไร้อากาศ

โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน เทศบาลนครระยอง ใช้ระบบการหมักให้ขยะมูลฝอยย่อยสลายแบบไร้อากาศ มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ 625 กิโลวัตต์ รวมถึงติดตั้งระบบบริดน้ำจากกากตะกอนที่เป็นของเหลือซึ่งนำไปอบแห้งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และมีระบบบำบัดน้ำเสีย



ตัวอย่างเทคโนโลยีการหมักแบบไร้อากาศ

เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ

- โรงไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบขยะ
ราชาเทวะ จังหวัดสมุทรปราการ
กำลังการผลิต 1 เมกะวัตต์
- โรงไฟฟ้าหลุมฝังกลบขยะ
กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
กำลังผลิตไฟฟ้ารวม
4.23 เมกะวัตต์
- โรงไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบขยะ
อำเภอพนมสารคาม
จังหวัดฉะเชิงเทรา
กำลังการผลิต 1 เมกะวัตต์



อุปกรณ์ระบบดูดและปรับปรุงก๊าซขยะ
หลุมฝังกลบราชาเทวะ จังหวัดสมุทรปราการ

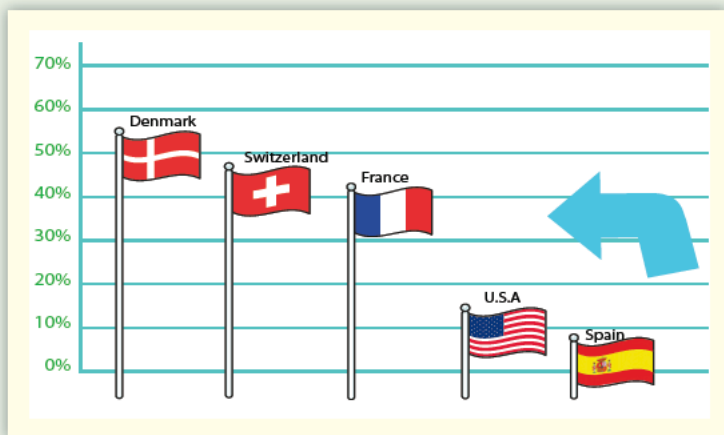
เทคโนโลยีการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน

ปัจจุบันเมืองคัดรปกครองส่วนท้องถิ่นหลายแห่งที่ได้ใช้เทคโนโลยีการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน เช่น เทศบาลนครระยอง เทศบาลเมืองวารินชำราบ โดยระบบการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน มีดังนี้



การเปลี่ยนขยะและของเสียเป็นพลังงานทดแทน: แนวโน้มใหม่ของโลกในอนาคต

แนวโน้มของโลกในอนาคต หลายๆ ประเทศมีการสร้างโรงงานเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานเพื่อต้องการใช้ประโยชน์พลังงานจากขยะมูลฝอย โดยมีโรงงานเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานมากกว่า 600 แห่ง⁵ ใน 35 ประเทศ เช่น ประเทศเดนมาร์กมีการเผาเพื่อเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานถึงร้อยละ 54 ในขณะที่สหรัฐฯ มีการเผาขยะเพื่อเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงาน ร้อยละ 14



รูปแสดงสัดส่วนการเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานของประเทศต่างๆ ที่มีปริมาณการเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงาน 5 อันดับแรกของโลก

⁵ข้อมูลจาก เอกสารประกอบการบรรยาย ทิศทางใหม่ของกาจัดการขยะมูลฝอย: ของเสียสู่พลังงาน โดย ดร.เชาว์ นกอยู่ ผู้อำนวยการส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ

แนวโน้มการพัฒนาพลังงานทดแทนจากขยะในประเทศไทย

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะอย่างมาก เพราะนอกจากจะได้พลังงานที่สะอาดมาพัฒนาประเทศแล้ว ยังเป็นการแก้ไขปัญหามลพิษที่มีอยู่กว่าวันละ 4 หมื่นตันและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกวัน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน วางเป้าหมายการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะไว้ที่ 160 เมกะวัตต์ ภายในปี 2565

จากข้อมูลการผลิตในปี 2553 มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจากขยะแล้วประมาณ 13 เมกะวัตต์ จากปริมาณขยะของทั้งประเทศสามารถที่จะนำมาผลิตไฟฟ้าให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้อย่างแน่นอน โดยทั้งนี้ต้องอาศัยการจัดการปัญหาขยะอย่างครบวงจร มีหน่วยงานที่รับผิดชอบและคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับขยะแต่ละแห่ง หากเป็นเช่นนี้คงไม่ไกลเกินฝันที่ประเทศไทยจะเป็นเมืองแห่งพลังงานทดแทน ที่สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน

แนวทางการส่งเสริมการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานโดยการมีส่วนร่วมของประชาชน

เทคนิคที่จะทำให้การผลิตพลังงานจากขยะได้ประสิทธิภาพและคุ้มค่าสูงสุด ก็คือการคัดแยกขยะออกเป็นประเภทต่างๆ ทั้งที่เป็นขยะที่ย่อยสลายได้ ขยะเศษอาหาร ขยะรีไซเคิล ขยะพลาสติก และอื่นๆ การคัดแยกที่มีประสิทธิภาพต้องเป็นการคัดแยกที่ต้นทาง คือ เริ่มคัดแยกตั้งแต่ครัวเรือนของตนเองก่อนที่จะทิ้งขยะลงสู่ถัง เพราะจะทำให้การจัดการในลำดับถัดๆ ไปมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อย่างไรก็ตามแม้เราจะนำขยะไปผลิตพลังงานได้ แต่ปัญหาขยะก็ยังไม่หมดไปเสียทั้งหมด การจัดการปัญหาขยะต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกคน ไม่เช่นนั้น ต่อให้มีเทคโนโลยีที่ดีเลิศปานใดก็ไม่สามารถจัดการกับขยะได้ซึ่งเราสามารถช่วยกันได้ด้วยหลัก 3R เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะจากชุมชนได้ดังนี้

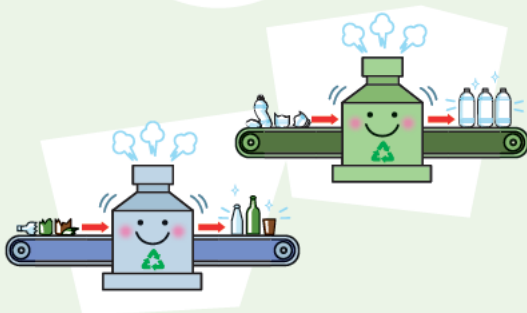




Reduce ลดของที่ จะทิ้งให้ น้อยลง เพื่อลดปริมาณขยะ



Reuse ขีดอายุการใช้งานหรือใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นโดยการใช้ซ้ำ



Recycle คัดแยกขยะที่สามารถนำกลับไปแปรรูปผลิตใหม่ เพื่อกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก

แนวทางการคัดแยกขยะเหล่านี้หากได้รับความร่วมมือจากทุกคน ขยะ...ซึ่งเป็นปัญหาสำหรับสังคมและสิ่งแวดล้อมมาโดยตลอด ก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่สำหรับชุมชนและประเทศไทยได้อย่างยั่งยืน

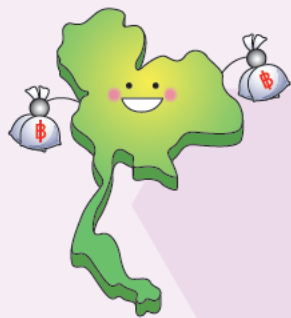


บทที่ 4

บทสรุป

ประโยชน์ของการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน

การจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นพลังงานนั้นเกิดประโยชน์หลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม สรุปดังนี้



ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

- ลดการพึ่งพานำเข้าพลังงาน
- ลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล
- ลดการใช้ปุ๋ยเคมี
- มีรายได้จากการขายไฟฟ้า และคาร์บอนเครดิต



ประโยชน์ด้านสังคม

- ลดจำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ
- เพิ่มคุณภาพชีวิตให้แก่ชุมชนและสังคม
- ส่งเสริมการพัฒนาผลงานอย่างยั่งยืน
- เพิ่มการจ้างงาน



ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

- คุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวมของประเทศดีขึ้น
- กำจัดของเสียอย่างถูกสุขลักษณะและยั่งยืน
- ลดปัญหาโลกร้อนจากการปล่อย CH_4 สู่อากาศ
- ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมข้างเคียง
- ลดปัญหาน้ำชะขยะสู่ใต้ดิน





กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สำนักวิจัย ศูนย์วิจัยพลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

17 แขวงพญาภิรมย์ศิริ ถนนพระรามที่ 1
เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 0 2223 0021-9 ต่อ 1205, 1213,
1408, 1445 โทรสาร 0 2223 8705