

พลังงานไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย

วิชา ชีววิทยา

รองผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนา ฝ่ายวิจัยและพัฒนา

บทคัดย่อ

บทความนี้จะกล่าวถึงรูปแบบหรือเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นขยะชุมชน (Municipal Solid Waste) โดยมีผลพลอยได้ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นการจัดการกับขยะชุมชนให้เกิดประโยชน์ได้ทั้งพลังงานที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (renewable energy) และผลพลอยได้ในรูปแบบอื่น ๆ จากสิ่งทั้งหลาย ๆ คนมองว่าเป็นสิ่งที่ไม่เป็นประโยชน์และความเกี่ยวข้องกับ กฟน. ในขบวนการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชนนี้ โดยเนื้อหาจะกล่าวเฉพาะขยะชุมชนในเขตกรุงเทพมหานครและเทคโนโลยีการกำจัดขยะที่มีผลพลอยได้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ากลับมาเท่านั้น

1. คำนำ

กรุงเทพมหานคร (กทม.) เมืองหลวงของประเทศไทย และเป็นพื้นที่รับผิดชอบในการจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) เป็นจังหวัดที่มีประชากรอยู่อาศัยสูงที่สุดของประเทศไทย ซึ่งผลที่ตามมาคือปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละวันย่อมมีมากที่สุดเช่นกัน จากข้อมูลของ กทม. พบว่าปัจจุบันขยะชุมชนในพื้นที่ของ กทม. มีปริมาณวันละ 8,500 ตัน ขยะเหล่านี้จะต้องนำมากำจัดเพื่อไม่ให้เกิดเป็นมลภาวะทั้งด้านความสกปรก กลิ่น น้ำเสีย ตามมา การจัดการขยะเหล่านี้หากนำมาสู่ขบวนการกำจัดโดยสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ด้วยย่อมเกิดผลดีกว่าที่จะปล่อยให้ไปอย่างสูญเปล่า เนื่องจากปัจจุบันสังคมโลกกำลังเข้าสู่ยุคที่พลังงานมีราคาแพง ดังนั้นการศึกษาและเตรียมพร้อมทั้งสิ่งใกล้ตัวนี้ย่อมเป็นโอกาสอีกแนวทางหนึ่งที่ กฟน. จะพิจารณาดำเนินการด้านพลังงานทดแทนได้ในอนาคต

2. องค์ประกอบของขยะชุมชนใน กทม.

ขยะชุมชนในแต่ละพื้นที่ย่อมมีความแตกต่างกันไปตามสภาพสังคมและความเป็นอยู่ของชุมชนในแต่ละพื้นที่ เช่น ตามชนบทที่พื้นที่ส่วนใหญ่ทำเกษตรกรรม องค์ประกอบของขยะชุมชนส่วนใหญ่จะประกอบด้วยผลผลิตเหลือใช้จากการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ สำหรับในเมืองใหญ่อย่าง กทม. นั้น ขยะชุมชนประกอบด้วยเศษอาหารเป็นปริมาณเกือบ 50% นอกนั้นจะเป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ดังตารางที่ 1

องค์ประกอบขยะดังกล่าวแยกเป็นขยะที่เผาไหม้ได้ประมาณ 98.7% และขยะประเภทเผาไหม้ไม่ได้ 1.3% โดยมีค่าความร้อนเฉลี่ยประมาณ 5,500 kcal/kg ซึ่งค่าความร้อนนี้จะมีประโยชน์ในกรณีที่ใช้วิธีการกำจัดขยะโดยการเผาทำลายด้วยความร้อน

รายการ	ร้อยละขององค์ประกอบมูลฝอยสด (ค่าเฉลี่ย)
1. กระดาษ	13.60
2. ผ้า	2.35
3. พลาสติก	26.27
4. โฟม	0.45
5. ไม้, ซินไม้	4.64
6. เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้	48.79
7. เศษกระดูก เปลือกหอย	0.24
8. หนังและยาง	0.14
9. เหล็กและโลหะอื่น ๆ	0.17
10. แก้ว	1.85
11. หิน และกระเบื้อง	0.23
12. ขยะอันตราย	0.69
13. อื่น ๆ	0.03
รวม	100.00
Heating Value (kcal/kg)	5500.23

ตารางที่ 1 องค์ประกอบขยะมูลฝอยสดที่สถานีขนถ่ายมูลฝอย
อ่อนนุช [1]

3. เทคโนโลยีหลักในการกำจัดขยะที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะชุมชน

การกำจัดขยะชุมชนในปัจจุบันมีอยู่หลายวิธี แต่ที่มีใช้ในประเทศไทย ได้แก่ การฝังกลบ การเผาทำลายด้วยความร้อน การหมักทำปุ๋ย เทคโนโลยีหลักในการกำจัดขยะชุมชน และมีผลพลอยได้คือได้พลังงานกลับมาในรูปของความร้อนหรือก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถนำมาสู่การผลิตกระแสไฟฟ้านั้นมีหลายรูปแบบแต่จัดเป็นกลุ่มหลัก ๆ ได้ดังนี้

- การฝังกลบ (Landfill)
- การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)
- การเผาทำลายด้วยความร้อน

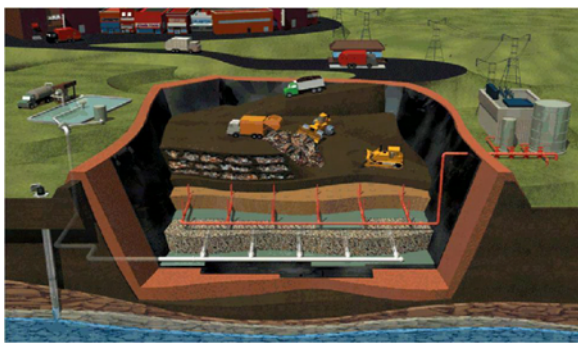
ซึ่งแต่ละแบบมีข้อดี-ข้อเสีย ต้นทุนการผลิต พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังลำดับต่อไปนี้

4. การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ (Landfill Gas to Energy)

เป็นการกำจัดขยะชุมชนโดยการขุดหลุมฝังกลบขนาดใหญ่ โดยมากจะต้องมีความลึกตั้งแต่ 12 เมตรขึ้นไป แล้วนำขยะมาทิ้งลงไป โดยขยะจะถูกทับถมเป็นชั้น ๆ อัดแน่นจนเต็มพื้นที่และจะทำการปิดทับด้วยดินกลบปากหลุม ทั้งนี้ส่วนที่เป็นตัวหลุมขยะจะต้องมีการปูทับด้วยแผ่นพลาสติก HDPE เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำชะขยะ (Leachate) ไหลออกสู่พื้นที่ใกล้เคียงหรือลงสู่ดิน พร้อมทั้งต้องจัดหาระบบบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ไม่ให้เกิดการทำลายสภาวะแวดล้อมข้างเคียง

4.1 หลักการทำงาน

ขยะที่เป็นสารอินทรีย์ที่อยู่ในหลุมฝังกลบจะเกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาย่อยสลายทางชีวเคมีของขยะ โดยจุลินทรีย์โดยช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน จากนั้นจึงเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ซึ่งขบวนการนี้จะทำให้ได้ก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน โดยปริมาณของก๊าซชีวภาพนี้ประกอบด้วยก๊าซมีเทนมากกว่า 50% จะสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์ก๊าซ (Gas Engine) ซึ่งนำไปขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ทั้งนี้มีการประเมินคร่าว ๆ ว่า จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 6-18 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน [2] ลักษณะของระบบกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้หลุมฝังกลบแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบกำจัดขยะแบบฝังกลบที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ [2]

ตัวอย่างการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในเขต กทม. ในปัจจุบัน คือที่บ่อฝังกลบขยะราชเทวี ที่บางพลี ซึ่งมีพื้นที่ฝังกลบ 50 ไร่ มีปริมาณขยะ 4-5 ล้านตัน ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1 MW และจำหน่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าสู่ระบบของ กฟน. ตั้งแต่ต้นปี 2549

4.2 ผลพลอยได้

ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบนี้จัดเป็นก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas) ประเภทหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสภาวะโลกร้อน

(Global Warming) ในปัจจุบัน ดังนั้นการนำก๊าซมีเทนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากหลุมฝังกลบนี้มาใช้จึงช่วยลดปัญหาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกนี้ และยังได้พลังงานทดแทนซึ่งเป็นการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่นับวันจะหมดไป

5. การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากระบบกำจัดขยะที่ใช้เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)

การกำจัดขยะ โดยวิธีนี้จะใช้กับขยะที่เป็นสารอินทรีย์เท่านั้น เนื่องจากใช้ขบวนการย่อยสลายทางชีวเคมีเช่นเดียวกับการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในบ่อฝังกลบ แต่การย่อยสลายจะถูกควบคุมหรือจัดให้อยู่ในระบบปิดคือถังย่อยสลาย ดังนั้นวิธีการกำจัดขยะแบบนี้จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

5.1 หลักการทำงาน

ขยะชุมชนที่จะเข้าสู่ขบวนการกำจัดขยะโดยวิธีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้จะต้องเข้าสู่ขบวนการคัดแยกขยะก่อน โดยคัดแยกเฉพาะขยะมูลฝอยอินทรีย์ และทำการลดขนาดโดยการบดตัดให้มีขนาดเหมาะสมพอที่จะส่งเข้าถังย่อยสลาย ซึ่งเป็นระบบปิดเพื่อให้ขยะอินทรีย์เกิดการย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์ในสภาพที่ไร้ออกซิเจน ผลพลอยได้จากกระบวนการย่อยสลายจะเกิดก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบประมาณ 50% และก๊าซชีวภาพนี้จะนำไปเป็นเชื้อเพลิงให้เครื่องยนต์ก๊าซ (Gas Engine) ในการผลิตไฟฟ้าต่อไป โดยมีประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าต่อตันขยะประมาณ 75-150 kWh/ton [2] ลักษณะของถังย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและถังเก็บก๊าซชีวภาพ แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ถังย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และถังเก็บก๊าซชีวภาพ [2]

5.2 ผลพลอยได้

ผลพลอยได้จากขบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้ ขยะอินทรีย์จะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นสารปรับสภาพดิน ซึ่งปริมาณจะลดลงเหลือประมาณ 30-40% ของมูลฝอยอินทรีย์ที่เข้าสู่ขบวนการสารปรับสภาพดินนี้สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยสำหรับการเกษตรกรรม การเพาะปลูกพืชต่อไป

6. การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ความร้อนจากการเผาทำลาย

ขยะ

การกำจัดขยะโดยการเผาทำลายด้วยความร้อนนี้ สามารถแบ่งย่อยออกเป็นหลายเทคโนโลยี ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะมีวิธีการและต้นทุนแตกต่างกันไปที่มีใช้ในปัจจุบันได้แก่

- incineration
- gasification และ pyrolysis
- plasma arc

ทั้งนี้เทคโนโลยี incineration เป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้กันมานานและให้ผลค่อนข้างดี ส่วนเทคโนโลยี gasification และ pyrolysis เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับการพัฒนาขึ้นมา โดยมีข้อดีในด้านการกำจัดมลภาวะที่เกิดจากการเผาได้ดีกว่า สำหรับเทคโนโลยี plasma arc เป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่แพร่หลายอยู่ในระหว่างการพัฒนา

การกำจัดขยะโดยการเผาทำลายด้วยความร้อนนี้เป็นวิธีการที่จะทำให้ได้พลังงานกลับคืนมาในรูปของความร้อน ซึ่งสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าการกำจัดขยะแบบอื่น สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาเลือกใช้การกำจัดขยะวิธีนี้คือ ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่จะส่งเข้าขบวนการเผา ซึ่งโดยทั่วไปควรมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 2,150 kcal/kg หากค่าความร้อนของขยะต่ำกว่านี้จะต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มสูงขึ้น [2] นอกจากนี้จะต้องมีปริมาณขยะที่เผาไหม้ได้เป็นสัดส่วนที่สูงเพียงพอ

สำหรับรายละเอียดของแต่ละเทคโนโลยีนั้นจะเน้นเฉพาะเทคโนโลยี incineration เท่านั้น เนื่องจากมีรูปแบบเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนมีการใช้งานได้ผลดีมานาน และในประเทศไทยมีการติดตั้งใช้งานแล้วสองแห่งคือ ที่จังหวัดภูเก็ต และเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

6.1 เทคโนโลยี incineration

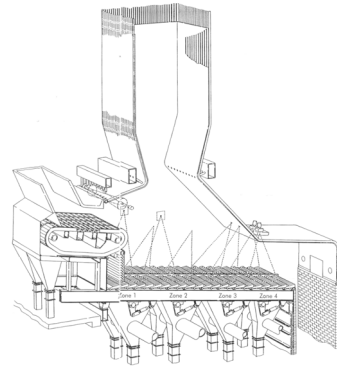
เทคโนโลยี incineration คือการเผาขยะในเตาเผาที่ได้ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อให้เข้ากับคุณสมบัติของขยะชุมชน คือ ขยะมีความชื้นสูงและมีค่าความร้อนไม่แน่นอน (แปรผันตามฤดูกาล) ขยะจะถูกเผาไหม้โดยป้อนอากาศเข้าโดยตรง โรงเผาขยะที่จัดรูปแบบนี้จะสามารถแบ่งเป็นส่วนหลัก ๆ 4 ระบบ คือ

1. ระบบรองรับขยะ ซึ่งอาจมีระบบคัดแยกขยะที่นำไป recycle ได้และสามารถคัดแยกขยะที่เป็นอันตรายออก
2. ระบบเตาเผาขยะ มีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้แพร่หลายในการเผาขยะชุมชน คือ แบบตะแกรงที่เคลื่อนที่ได้ (moving grate) ดังรูปที่ 3 ซึ่งส่วนที่เผาขยะจะมีลักษณะเป็นตะแกรงที่สามารถเคลื่อนที่ได้ และขยะจะถูกเผาไหม้บนตะแกรงนี้โดยขณะที่เผาตะแกรงจะเคลื่อนที่ลำเลียงขยะจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายตะแกรงซึ่งขยะจะถูกเผาไหม้หมดเป็นขี้เถ้า ซึ่งจะตกลงไปในหลุมเก็บขี้เถ้า อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 800°C
3. ระบบกำจัดของเสีย ของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ได้แก่ขี้เถ้าซึ่งจะนำไปฝังกลบต่อไป ส่วนของเสียอีกส่วนหนึ่งได้แก่ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ต่าง ๆ ซึ่งมีสารที่ทำให้เกิดมลภาวะที่เป็นอันตรายปะปนอยู่ด้วย เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ จึงต้องมีระบบกำจัดสารเหล่านี้

นี้ให้มีค่าอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ

4. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมากจะใช้ระบบ boiler ผลิตไอน้ำ ซึ่งความร้อนที่ผลิตไอน้ำนี้ได้มาจากการเผาขยะและไอน้ำนี้จะส่งไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ (steam turbine) เพื่อเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป

ประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าต่อตันขยะของเทคโนโลยีนี้มีค่าประมาณ 550-620 kWh/ton [1]



รูปที่ 3 เตาเผาแบบตะแกรงเคลื่อนที่ได้

6.2 เทคโนโลยี gasification และ pyrolysis

เป็นเทคโนโลยี กำจัดขยะมูลฝอยโดยออกแบบเตาเผาให้มีการเผาในสภาพที่อากาศน้อย (ปริมาณออกซิเจนน้อย) สำหรับระบบ gasification และให้มีการเผาในที่ไม่มีอากาศ สำหรับระบบ pyrolysis อุณหภูมิที่เผาสูงประมาณ 1,200-1,400°C ผลที่เกิดขึ้นจะเกิดปฏิกิริยากลับสลายทางเคมีของขยะได้ก๊าซเชื้อเพลิง ซึ่งนำไปใช้เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป โดยมีประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าต่อตันขยะประมาณ 600 kWh/ton ขึ้นไป ซึ่งใกล้เคียงกับเทคโนโลยี incineration [1]

เทคโนโลยีนี้จะต้องมีการจัดการขยะที่จะส่งเข้าเตาเผาก่อนโดยมีการบดคัดขยะให้มีขนาดพอเหมาะ และขนาดของเตาเผาในระบบนี้เดิมจะมีขนาดไม่ใหญ่มากคือไม่เกิน 300 ตันต่อวัน แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาให้ดีและมีขนาดสูงขึ้นเป็น 500 ตันต่อวัน

6.3 เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (plasma arc)

เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูงใช้กำจัดขยะมูลฝอยได้หลายลักษณะ โดยสร้าง plasma arc field ซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ 5,000-15,000°C และป้อนขยะมูลฝอยเข้าไปใน plasma arc field โดยตรง อุณหภูมิสูงขนาดนี้สามารถแยกอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยออกได้ ทำให้ขยะมูลฝอยถูกความร้อนเผาทำลายลงหมดทำให้สามารถลดปริมาณสารไดออกซินที่เกิดจากการเผาไหม้ลงได้ ความร้อนที่ได้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ส่วนหนึ่ง อย่างไรก็ตามระบบนี้ในปัจจุบันยังอยู่ในขั้นตอนของการศึกษาวิจัยและพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีให้มีความเหมาะสมปลอดภัยและความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์อยู่ [2]

7. สรุป

ขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นใน กทม.วันละประมาณ 8,500 ตัน นั้น ปัจจุบัน กทม.มีวิธีการจัดการคือนำมาหมักทำปุ๋ยโดยวิธี compost ประมาณ 1,000 ตันต่อวัน นอกนั้นจะส่งไปฝังกลบยังบ่อฝังกลบขยะสอง แห่ง คือ ที่อำเภอท่าแพงแสน จังหวัดนครปฐม และที่อำเภอนมสามคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา แต่ก่อนหน้านี้มีบ่อฝังกลบขยะที่ตำบลราชาเทวะ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการอีกแห่งหนึ่ง แต่ปัจจุบันได้ปิดไปแล้ว เนื่องจากมีปัญหาการร้องเรียนจากชุมชนบริเวณใกล้เคียง

เนื่องจากการกำจัดขยะของ กทม.ในปัจจุบันเกือบทั้งหมดจะใช้ระบบฝังกลบ ซึ่งขณะนี้บ่อฝังกลบราชาเทวะ และท่าแพงแสน มีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นแล้ว แม้ว่าวิธีกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบนี้จะเป็นวิธีที่ง่ายและต้นทุนต่ำกว่าวิธีอื่น แต่ในระยะยาวย่อมเป็นการยากที่จะหาพื้นที่ฝังกลบที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับ กทม. และปัญหาด้านสภาพแวดล้อม เช่น กลิ่นเหม็น หากไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้แล้วย่อมถูกร้องเรียนจากชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงได้ ดังนั้นการกำจัดขยะโดยเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น ระบบ Anaerobic Digestion และระบบเผาทำลายด้วยความร้อนย่อมเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ในอนาคตอันใกล้ แม้ว่าปัจจุบันจะมีต้นทุนที่สูงกว่าระบบฝังกลบก็ตามและในภาวะที่พลังงานมีราคาแพงเช่นในปัจจุบัน การผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากระบบกำจัดขยะมูลฝอยจะมีความเป็นไปได้มากยิ่งขึ้น หากภาครัฐมีการชดเชยราคาค่าไฟฟ้าที่ได้จากการกำจัดขยะ ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของพลังงานหมุนเวียนให้สูงขึ้นแล้วย่อมเป็นการเร่งให้การผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะมูลฝอยนี้เกิดเร็วขึ้น ซึ่งย่อมเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ กฟน.ควรจะศึกษาเตรียมไว้ เพราะเป็นส่วนที่จะเข้ามาเกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าของ กฟน.อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ไม่ว่า กฟน.จะเข้าไปร่วมดำเนินการหรือไม่ก็ตาม

เอกสารอ้างอิง

- [1] สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2 การศึกษาเพื่อทบทวนความเหมาะสมกำหนดทางเลือกรูปแบบและขั้นตอนการดำเนินการ โครงการผลิตไฟฟ้าโดยการเผาขยะมูลฝอย
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาและสาธิตการผลิตพลังงานไฟฟ้า/ ความร้อนจากขยะชุมชน