

คู่มือปฏิบัติการ

ชุดสาธิตการทดลองพลังงานขยะผลิตไฟฟ้า



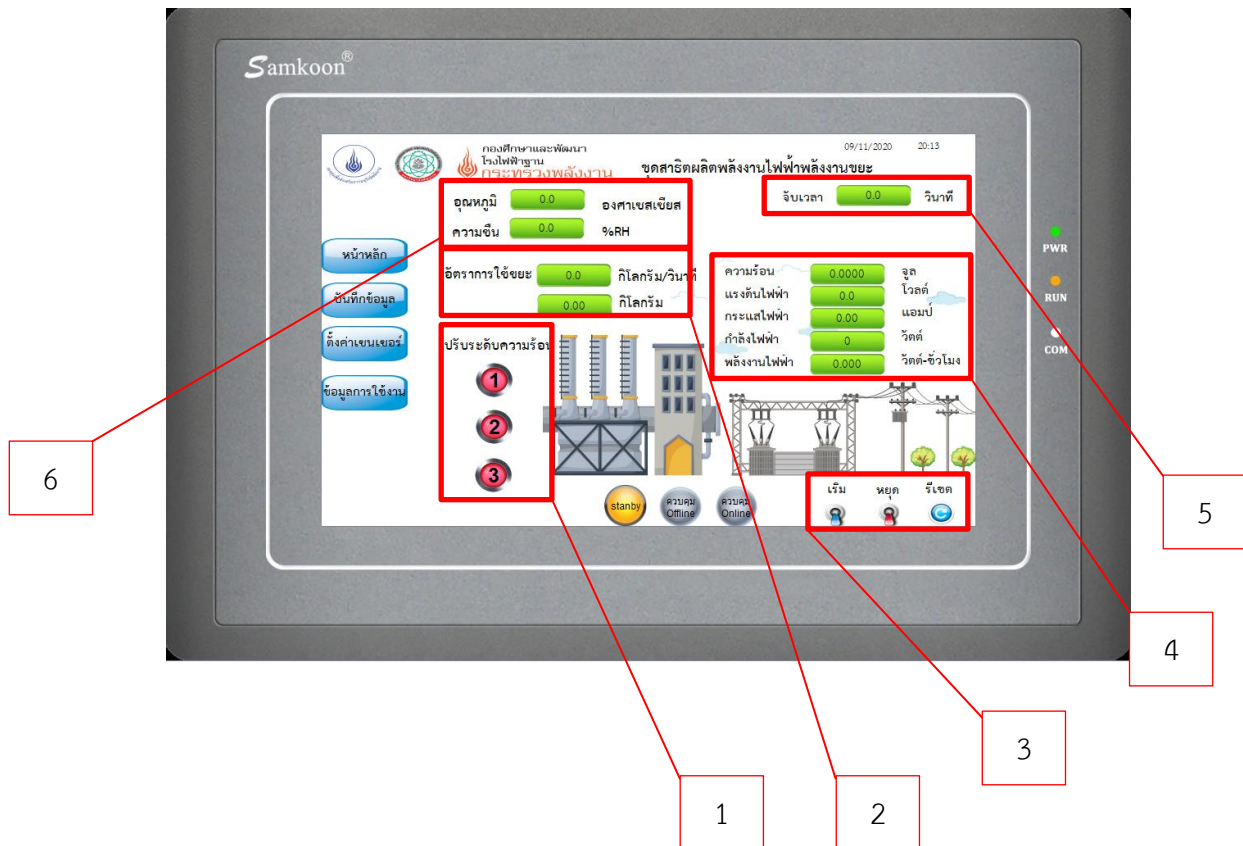
รายการอุปกรณ์ชุดทดลอง



รายการอุปกรณ์

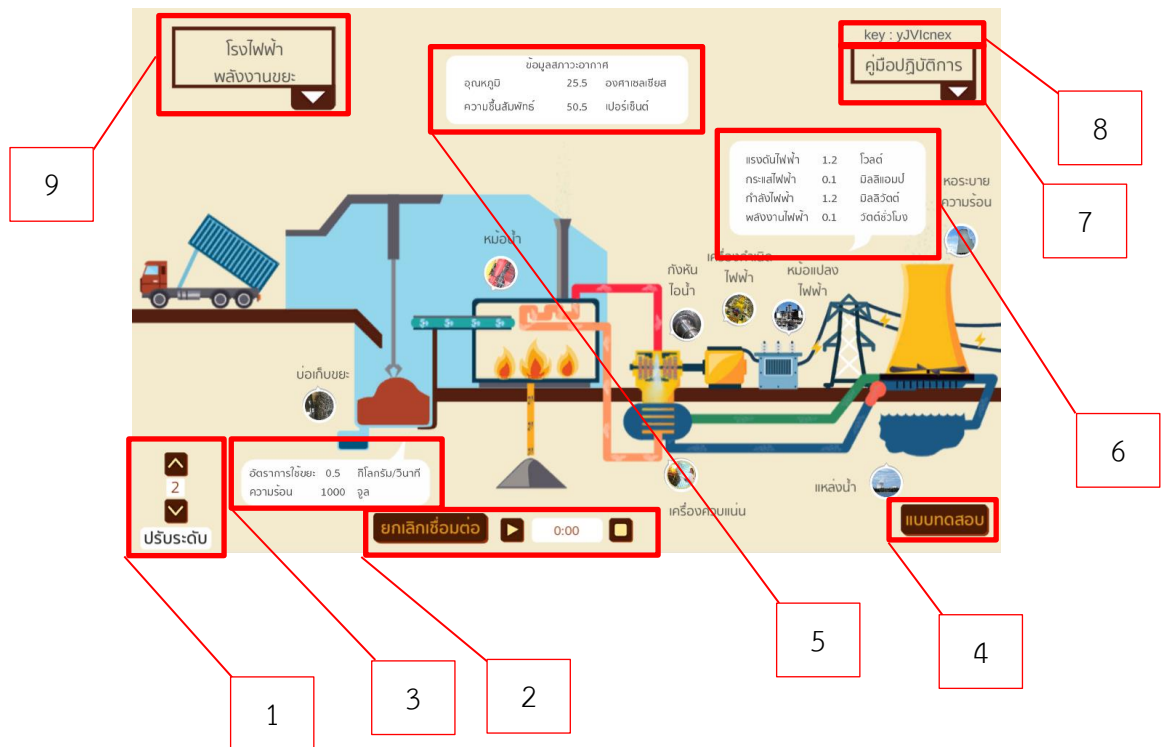
1. เตาเผาเชื้อเพลิงขยะ
2. หม้อต้มแรงดัน
3. ชุดกักหน้ไอน้ำซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. ตู้ควบคุม
5. หน้าจอแสดงผล
6. Emergency Switch
7. สวิตช์เปิด-ปิด เครื่อง

หน้าจอแสดงผลและควบคุม



1. ปรับระดับความร้อน
2. อัตราการใช้ขยะ (กิโลกรัม/วินาที)
3. ส่วนควบคุมการ เริ่ม หยุด และรีเซ็ต
4. แสดงผลค่าทางไฟฟ้า
 - แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)
 - กระแสไฟฟ้า (แอมป์)
 - กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
 - พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ - ชั่วโมง)
5. แสดงการจับเวลา (วินาที)
6. แสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

Web application



1. ปุ่มปรับระดับความร้อน
2. ปุ่มกดเชื่อมต่อกับชุดแลปสาธิต เริ่ม หยุด และแสดงผลเวลา
3. แสดงผลอัตราการใช้เชื้อเพลิง และความร้อน
4. แบบทดสอบ
5. แสดงผลอุณหภูมิและความชื้น
6. แสดงผลค่าทางไฟฟ้า
 - แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)
 - กระแสไฟฟ้า (แอมป์)
 - กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
 - พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ - ชั่วโมง)
7. คู่มือปฏิบัติการ
8. คีย์แสดงผลการจับคู่
9. ข้อมูลโรงไฟฟ้าขยะ

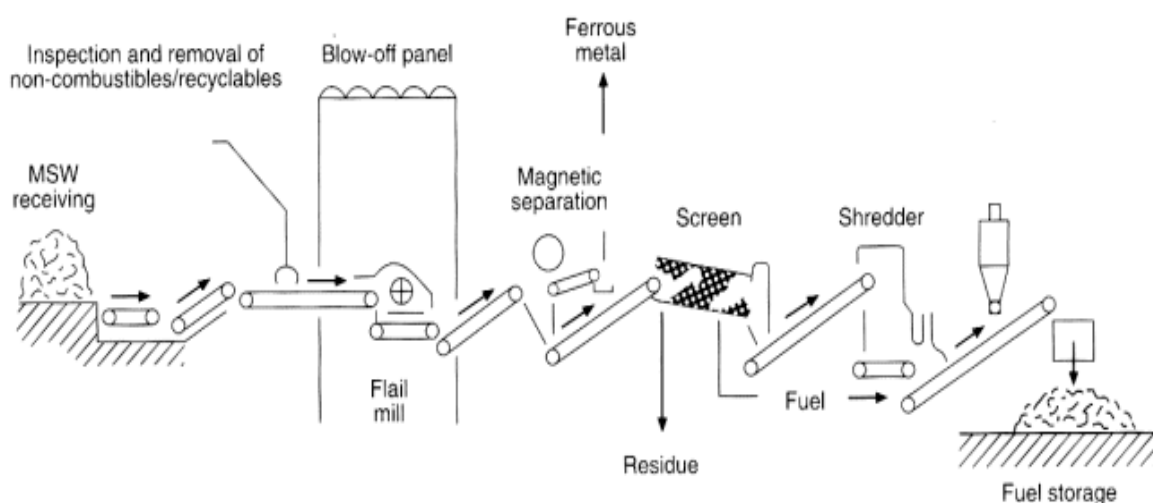
หลักการและทฤษฎี

เชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF)

การใช้ขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้เพื่อการเผาไหม้โดยตรงมักก่อให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งาน เนื่องจากความไม่แน่นอนและไม่สม่ำเสมอในองค์ประกอบต่างๆ (Non-homogeneous) ที่ประกอบกันขึ้นเป็นขยะมูลฝอยซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามชุมชนและตามฤดูกาล อีกทั้งขยะมูลฝอยเหล่านี้มีค่าความร้อนต่ำ มีปริมาณเถ้าและความชื้นสูงสิ่งเหล่านี้ก่อความยุ่งยากให้กับผู้ออกแบบโรงเผาและผู้ปฏิบัติและยังควบคุมการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ยากการแปรรูปขยะมูลฝอยโดยผ่านกระบวนการจัดการต่างๆ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอยเพื่อทำให้กลายเป็นเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF) จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวมาข้างต้นได้ซึ่งเชื้อเพลิงที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานได้

เชื้อเพลิงขยะ (RDF) เป็นการปรับปรุงและแปลงสภาพของขยะมูลฝอยให้เป็นเชื้อเพลิงแข็งที่มีคุณสมบัติในด้านค่าความร้อน (Heating Value) ความชื้น ขนาด และความหนาแน่นเหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนและมีองค์ประกอบทั้งทางเคมีและกายภาพสม่ำเสมอคุณลักษณะทั่วไปของเชื้อเพลิงขยะประกอบด้วย

- ปลอดเชื้อโรคจากการอบด้วยความร้อน ลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อโรค
- ไม่มีกลิ่น
- มีขนาดเหมาะสมต่อการป้อนเตาเผา-หม้อไอน้ำ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 15-30 มิลลิเมตร ความยาว 30-150 มิลลิเมตร)
- มีความหนาแน่นมากกว่าขยะมูลฝอยและชีวมวลทั่วไป ($450-600 \text{ kg/m}^3$) เหมาะสมต่อการจัดเก็บและขนส่ง
- มีค่าความร้อนสูงเทียบเท่ากับชีวมวล ($\sim 13-18 \text{ MJ/kg}$) และมีความชื้นต่ำ ($\sim 5-10\%$)
- ลดปัญหามลภาวะจากการเผาไหม้ เช่น NO_x และไดออกซินและฟิวแรน

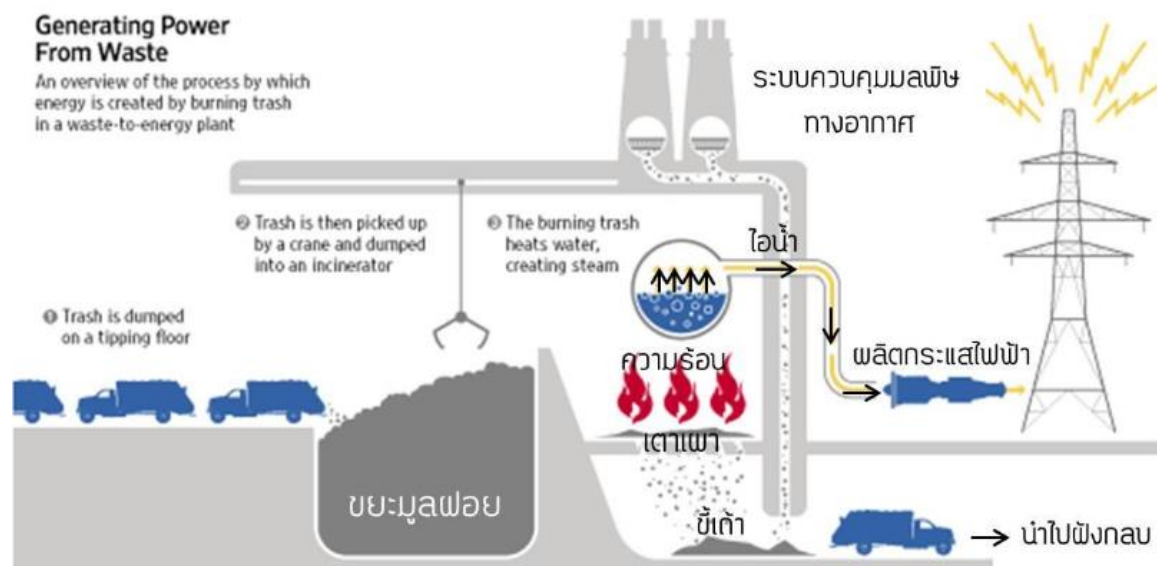


รูปที่ 1 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF

หลักการทำงานของเทคโนโลยีนี้เริ่มจากการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (โลหะ แก้ว เศษหิน) ขยะอันตรายและขยะรีไซเคิลออกจากขยะรวมในบางกรณีจะมีการใช้เครื่องคัดแยกแม่เหล็กเพื่อคัดแยกมูลฝอยที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ และใช้เครื่อง Eddy Current Separator เพื่อคัดแยกอลูมิเนียมออกจากมูลฝอย จากนั้นจึงป้อนขยะมูลฝอยไปเข้าเครื่องสับ-ย่อยเพื่อลดขนาดและป้อนเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของมูลฝอย โดยการใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือลมร้อนเพื่ออบขยะให้แห้งซึ่งจะทำให้น้ำหนักลดลงเกือบ 50% (ความชื้นเหลือไม่เกิน 15%) และสุดท้ายจะส่งไปเข้าเครื่องอัดเม็ด (Pellet) เพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงขยะอัดเม็ดที่มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมต่อการขนส่งไปจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งในบางกรณีจะมีการเติมหินปูน (CaO) เข้าไปกับมูลฝอยระหว่างการอัดเป็นเม็ดเพื่อควบคุมและลดปริมาณก๊าซพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้

องค์ประกอบของเชื้อเพลิงขยะจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะที่นำมาแปรรูป วิธีการจัดเก็บและกระบวนการที่ใช้ในการแปรรูปคุณลักษณะที่สำคัญของขยะเชื้อเพลิงหลังจากการแปรรูปแล้ว ได้แก่ค่าความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณซัลเฟอร์และคลอไรด์นอกจากนี้การแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงจะช่วยลดความชื้นส่งผลให้ค่าความร้อนขยะมีค่าสูงขึ้นด้วย

การใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงขยะสามารถใช้ได้ทั้งในรูปผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนโดยที่อาจจะมีการใช้ประโยชน์ในสถานที่ผลิตเชื้อเพลิงขยะหรือขนส่งไปใช้ที่อื่น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เผาพร้อมกับถ่านหิน (Co-firing) เพื่อลดปริมาณการใช้ถ่านหินลงในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่นอุตสาหกรรมซีเมนต์โดยมีรูปแบบเตาเผาที่ใช้เปลี่ยนเชื้อเพลิงขยะให้เป็นพลังงานความร้อนประกอบด้วย เตาเผาแบบตะกรับ (Stoker) เตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed Combustor) หรือเตาเผาแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) หรือไพโรไลซิส (Pyrolysis)



ภาพ <http://online.wsj.com/article/SB122851537257083869.html>

รูปที่ 2 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า

ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ

ในการประเมินประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ จะประเมินจากสัดส่วนระหว่างพลังงานที่ได้จากขยะ กับ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

$$\text{ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้า} = \frac{\text{พลังงานที่ได้จากขยะ}}{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้}}$$

โดยที่

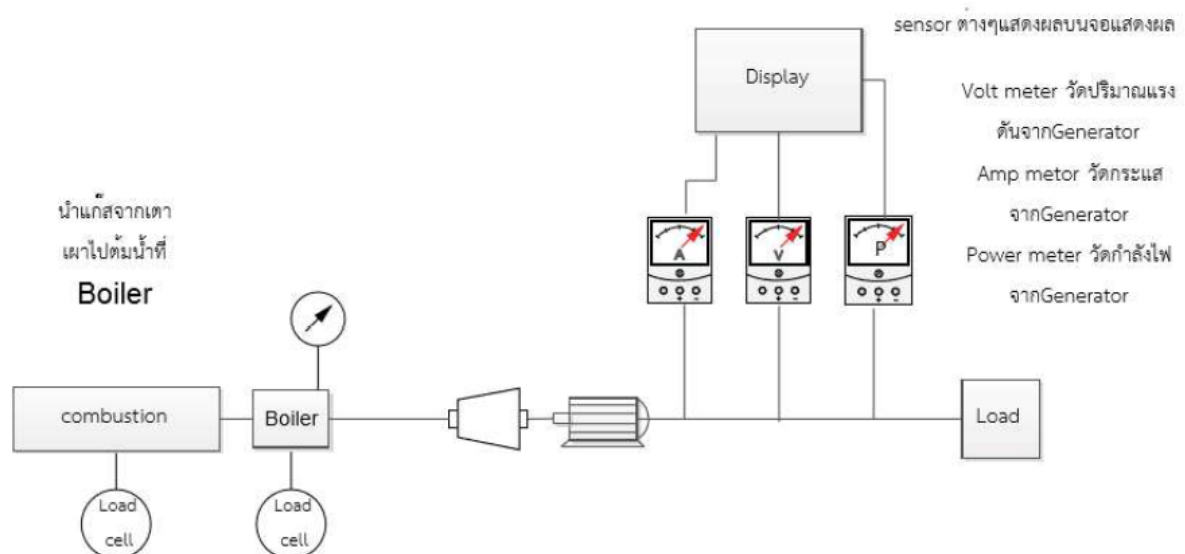
$$\text{พลังงานที่ได้จากขยะ} = (\text{ปริมาณขยะ} \times \text{ค่าความร้อนของขยะ}) / 1000$$

- พลังงานที่ได้จากขยะ คือ พลังงานที่ได้จากการเผาขยะ ในหน่วย เมกะจูล (MJ)
- ปริมาณขยะ คือ ปริมาณขยะ ในหน่วย kg
- ค่าความร้อนของขยะ คือ ค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาขยะ ใช้ค่า 11.28 เมกะจูลต่อกิโลกรัม (MJ/kg) ซึ่งเป็นค่าความร้อนของขยะในเขต กทม. และปริมณฑล

และ

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้} = \text{กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times \text{เวลา (ชั่วโมง)}$$

- พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในหน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้า คือ กำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในหน่วย กิโลวัตต์
- เวลา คือ จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทดลอง (ชั่วโมง)



ข้อดี-ข้อจำกัดของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ

ข้อดีและข้อจำกัดของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ สามารถสรุปได้ดังตารางดังนี้

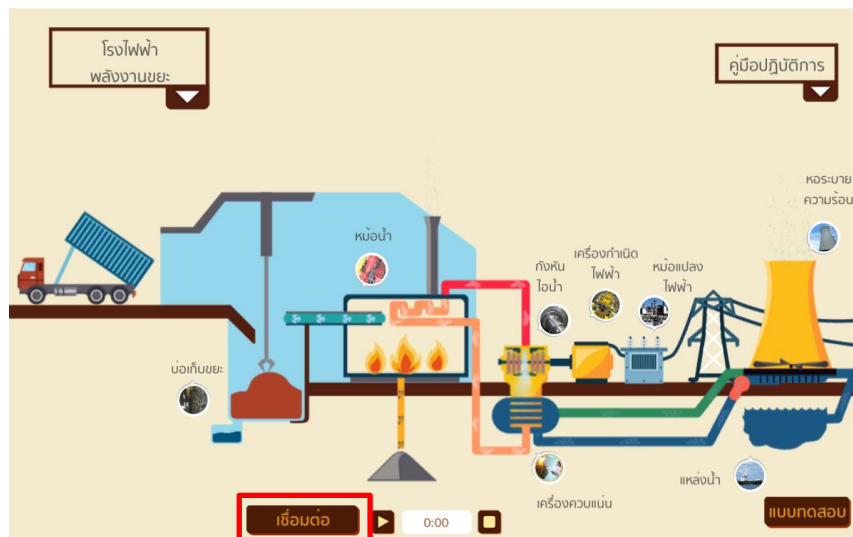
ข้อดี	ข้อจำกัด
<ol style="list-style-type: none">1. เป็นแหล่งพลังงานราคาถูก2. ลดปัญหาเรื่องการจัดขยะ3. โรงไฟฟ้าขยะจากการฝังกลบช่วยลดภาวะโลกร้อน	<ol style="list-style-type: none">1. เทคโนโลยีบางชนิดใช้เงินลงทุนสูง ถ้าขนาดเล็กเกินไปจะไม่คุ้มการลงทุน2. มีค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะให้เหมาะสมก่อนนำไปแปรรูปเป็นพลังงาน3. ต้องมีเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการกับฝุ่นควันและสารที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะ ตัวอย่างเช่นฝุ่นควันที่เกิดจากโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงขยะอาจมีโลหะหนัก เช่น ตะกั่วหรือแคดเมียมปนอยู่ หรือการเผาขยะอาจทำให้เกิดได้ออกซินซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง4. โรงไฟฟ้าขยะมักได้รับการต่อต้านจากชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง5. ข้อจำกัดทางด้านการเป็นเจ้าของขยะ เช่น ผู้ลงทุนตั้งโรงไฟฟ้าอาจไม่ใช่เจ้าของขยะ

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เสียบปลั๊กแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ให้กับชุดแลปสาธิต
2. ดำเนินการเปิดเบรกเกอร์ตัดต่อไฟฟ้าไปอยู่ตำแหน่ง ON



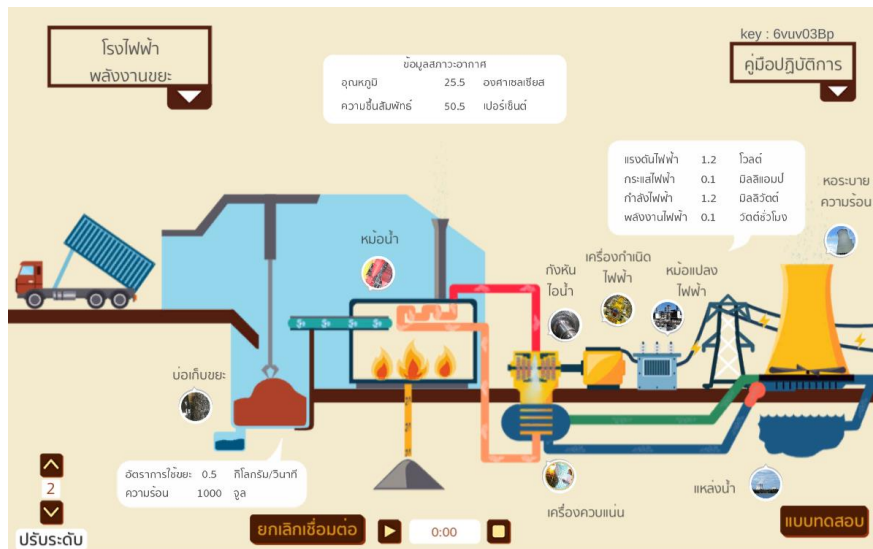
3. บิดสวิตช์ไปยังตำแหน่ง ON ด้านขวา
4. เข้า Web application URL : <https://encamppowerplant.com/lablite/incinery/>



และกดปุ่มเชื่อมต่อ กรณีมีการเชื่อมต่ออยู่จะมีหน้าต่างแจ้งเตือน



เมื่อเชื่อมต่อได้แล้วจะแสดงผลค่าต่าง ๆ และคีย์การเชื่อมต่อ



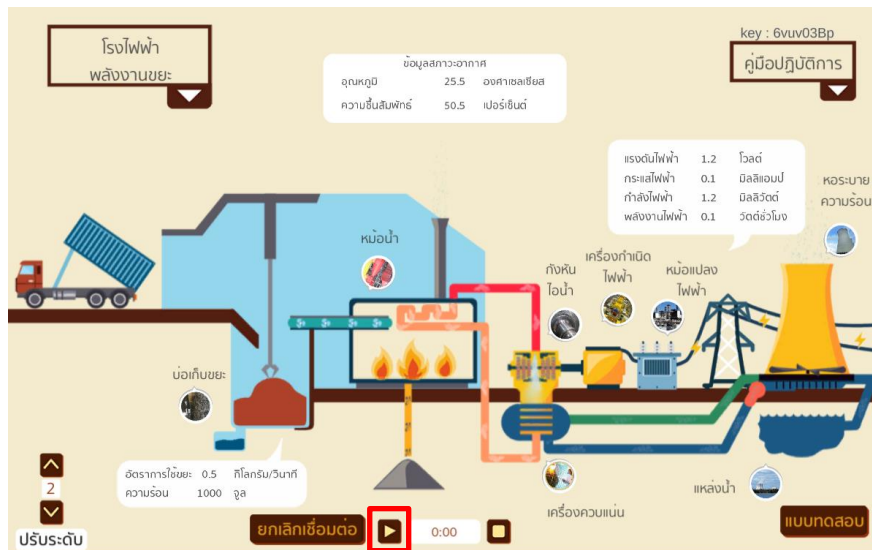
และสถานะการเชื่อมต่อที่หน้าจอแสดงผลที่ชุดแลปสาธิตขึ้นสถานะ connect



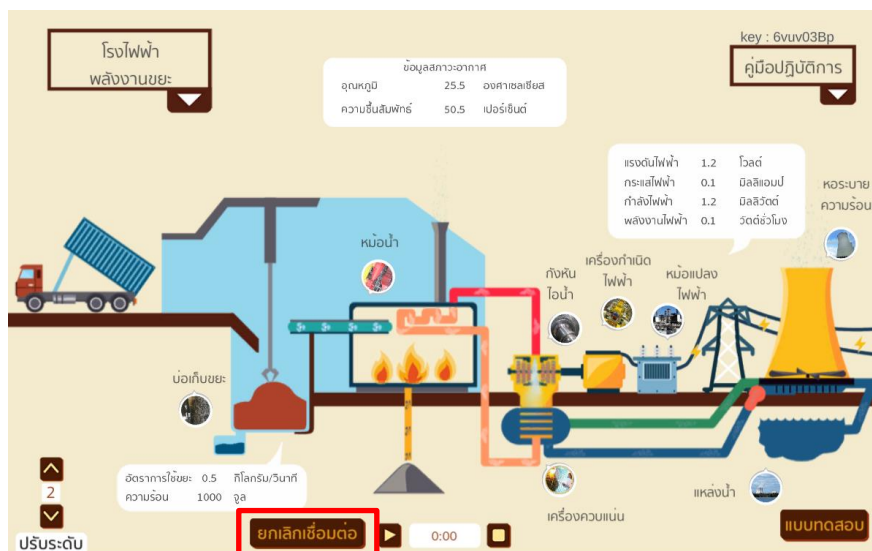
5. กดปุ่มควบคุม On line เพื่อให้ควบคุมการทำงานผ่าน web application



6. เริ่มการทดลองโดยกดปุ่มเริ่มการทำงาน เวลาการทำการทดลองจะเริ่มจับเวลา



7. เมื่อทำการทดลองเสร็จให้กดหยุด และกดยกเลิกการเชื่อมต่อ



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของชุดผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานขยะ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ได้จากขยะ กับพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้

วิธีการทดลอง

1. เริ่มจากเติมน้ำสะอาดในหม้อต้มแรงดัน (Boiler) โดยเติมน้ำประมาณ 3 ลิตร ปิดฝาให้แน่น
2. เตรียมเชื้อเพลิงขยะให้มีขนาดที่เหมาะสม ขนาดความยาวประมาณ 1.5 ซม. และมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 20 ไม่ควรมีสิ่งเจือปนในเชื้อเพลิง เช่น เศษหิน ดิน ทราย และวัสดุอื่น ๆ
3. นำเชื้อเพลิงใส่เตาและจุดเตาเผาเพื่อผลิตความร้อนจากขยะ โดยความร้อนที่ได้จะนำไปต้มน้ำในหม้อแรงดัน ทำการปรับระดับความแรงของพัดลมเติมอากาศที่จ่ายให้กับเตาเผา ทำให้ได้ความร้อนในปริมาณที่แตกต่างกัน
4. ไอน้ำที่ได้จากหม้อแรงดันจะนำไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้เป็นกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับโหลด รอให้ค่าต่างๆ คงที่ แล้วจึงเริ่มจับเวลาและบันทึกผลการทดลอง จับเวลา 5 นาทีแล้วจึงบันทึกผลอีกครั้ง
5. บันทึกผลค่าน้ำหนักเชื้อเพลิงเริ่มต้นและน้ำหนักเชื้อเพลิงเมื่อผ่านไป 5 นาที ความดันไอน้ำ ค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้า
6. ปรับระดับความแรงของพัดลมเติมอากาศที่จ่ายให้กับเตาเผา เพื่อให้ได้ค่าความร้อนที่แตกต่างกัน 3 ค่าและบันทึกผลการทดลอง

ตารางวิเคราะห์ผลการทดลอง

ครั้งที่	น้ำหนักเชื้อเพลิง (กิโลกรัม)		แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	กำลังไฟฟ้า ที่อ่านค่าได้ (W)	ผลต่าง น้ำหนัก เชื้อเพลิง (kg)	จับเวลา (Sec.)	อัตราการ สิ้นเปลือง เชื้อเพลิง (kg/s)	ค่าความ ร้อน เชื้อเพลิง (MJ/kg)	กำลังของ เชื้อเพลิง (W)	ประสิทธิภาพ ระบบผลิต ไฟฟ้า (%)
	เริ่มจับเวลา	ผ่านไป 5 นาที									
1											
2											
3											

หมายเหตุ : อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลกรัม/วินาที) = ผลต่างน้ำหนักเชื้อเพลิง (กิโลกรัม) / ผลต่างเวลา (วินาที)

กำลังของเชื้อเพลิง (วัตต์) = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลกรัม/วินาที) x ค่าความร้อนเชื้อเพลิง (เมกะจูล/กิโลกรัม)

ประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้า (%) = [กำลังไฟฟ้าที่จ่ายโหลด (วัตต์) / กำลังของเชื้อเพลิง (วัตต์)] x 100

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]