

คู่มือเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสม สำหรับภาคประชาชน

คู่มือเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสม
สำหรับภาคประชาชน

กระทรวงพลังงาน
MINISTRY OF ENERGY



กระทรวงพลังงาน
MINISTRY OF ENERGY



กระทรวงพลังงาน
MINISTRY OF ENERGY



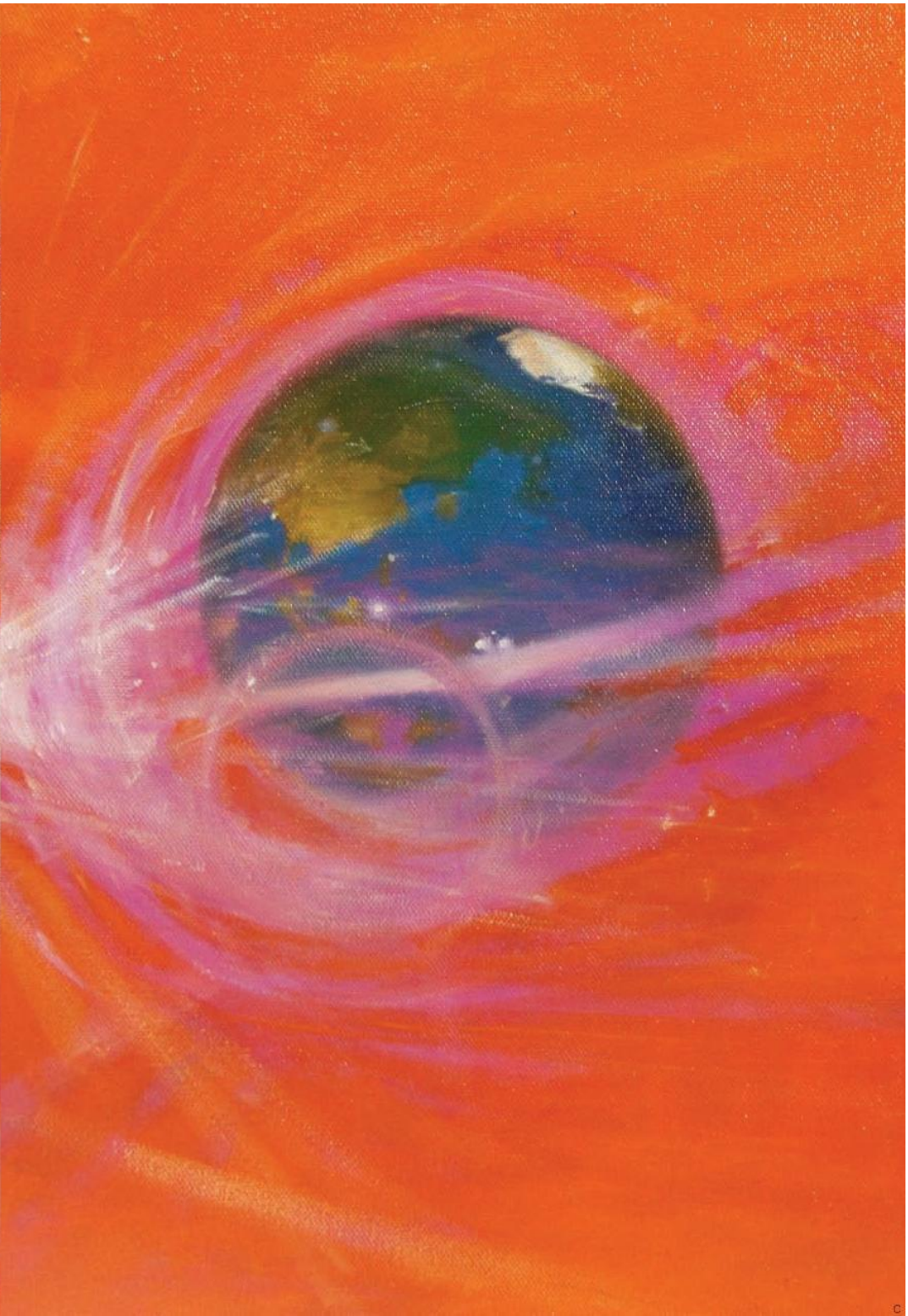
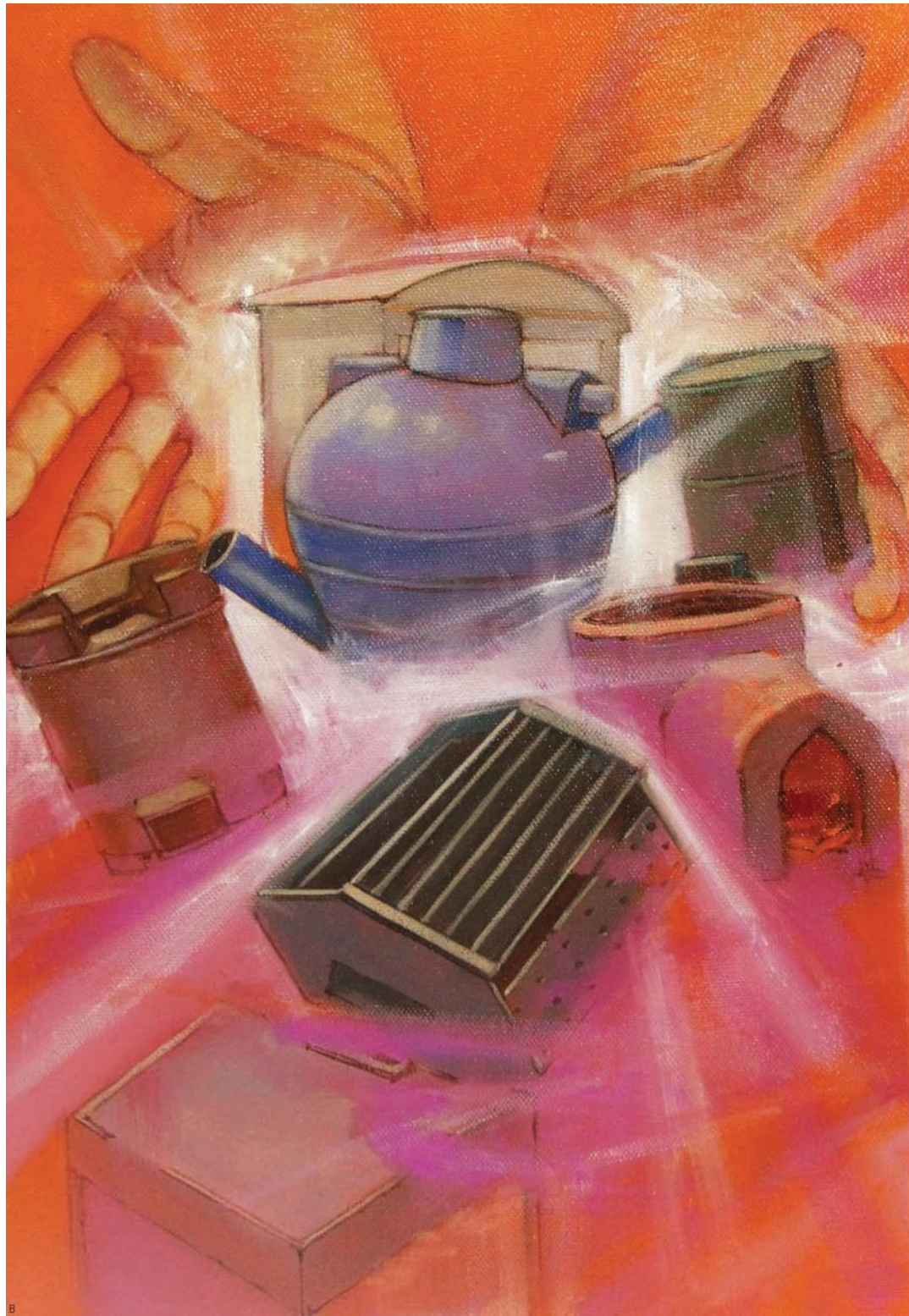
คู่มือเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสม สำหรับภาคประชาชน



คู่มือเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสม
สำหรับภาคประชาชน







คำนำ



คู่มือรวมเทคโนโลยีพลังงานชุมชนที่เหมาะสมสำหรับภาคประชาชน เป็นคู่มือที่สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่เทคโนโลยีพลังงาน ไปสู่ประชาชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และกลุ่มอุตสาหกรรม ที่มีความสนใจและต้องการเรียนรู้ในเทคโนโลยีพลังงานต่างๆ ที่ได้พัฒนาขึ้น รวมทั้งต้องการให้มีการนำเทคโนโลยีไปใช้งานจริงในพื้นที่ของทุกจังหวัด โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในพื้นที่ เพื่อเป็นการขยายผลออกไปสู่กว้าง โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่มีการใช้งานในปัจจุบันและที่เป็นนวัตกรรมของปราชญ์ชาวบ้าน อันจะนำไปสู่การเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

โดยในคู่มือเล่มนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีทั้งหมด 23 เทคโนโลยีทั้งทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน และพลังงานทดแทน เนื้อหาจะประกอบไปด้วยหลักการทำงาน ประโยชน์และความเหมาะสม การใช้งาน ส่วนประกอบของเทคโนโลยี ขั้นตอนการสร้าง ขั้นตอนการใช้งาน และการบำรุงรักษา

ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสมสำหรับภาคประชาชนเล่มนี้ จะสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันทั้งในด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน ที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้พลังงานของประชาชน และชุมชน รวมถึง วิสาหกิจชุมชน และภาคอุตสาหกรรม ได้อย่างเป็นรูปธรรมและเกิดผลประหยัอย่างแท้จริง หากคู่มือที่จัดทำขึ้นนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำขอน้อมรับไว้ ณ ที่นี้ และยินดีต้อนรับข้อคิดเห็น และข้อติชมต่างๆ จากผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข คู่มือนี้ให้มีความถูกต้องและเหมาะสม สำหรับการนำไปใช้งานในอนาคตต่อไป

เตาเผาถ่าน 200 ลิตร



เตาเผาถ่าน 200 ลิตร



เตาเผาถ่าน 200 ลิตร

มนุษย์และถ่านไม้มีประวัติความสัมพันธ์ความเป็นมายาวนานมากอาจย้อนไปได้ถึง 450,000 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ที่มนุษย์ได้นำไฟที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่าหรือไฟจากฟ้าผ่ามาใช้ป้องกันภัยจากสัตว์ร้ายและสร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกายและได้เริ่มผลิตถ่านไม้โดยนำถ่านที่ยังลุกไหม้อยู่ใส่ลงในกองไม้ที่เตรียมไว้ปล่อยให้ลุกไหม้แล้วดับด้วยน้ำ ดังนั้นหากปราศจากไฟและถ่านไม้ดังกล่าวมนุษย์ก็อาจจะสูญพันธุ์ไปได้เช่นกัน

เมื่อประมาณ 10,000 ปีที่แล้วในยุคที่มนุษย์เริ่มต้นทำการเกษตรไฟก็ถูกนำมาใช้ในการประกอบอาหารโดยใช้ถ่านไม้จากวิธีดั้งเดิมแต่เมื่อมนุษย์รู้จักใช้โลหะ ถ่านไม้จึงมีความสำคัญและเป็นที่ต้องการมากขึ้นมนุษย์จึงได้พัฒนาการผลิตถ่านไม้เพื่อให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพดีขึ้นและเพียงพอับความต้องการ



รูปที่ 1 เตาเผาถ่านแบบนอน

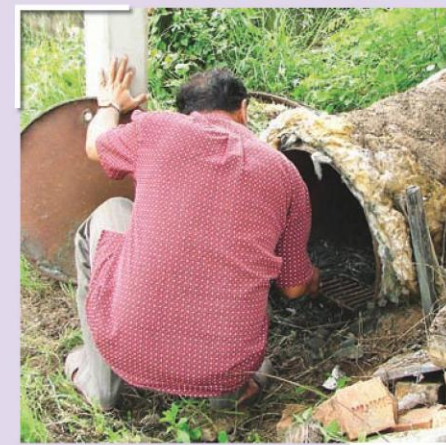
ถ่านไม่มีข้อดีเหนือไม้ฟืนคือไม่มีควัน ถ่านไม้ยังมีประโยชน์ในการกำจัดกลิ่น อันเนื่องมาจากคุณสมบัติที่มีรูพรุนมากมายทำให้สารระเหยต่างๆ เข้าไปติดอยู่ภายในข้อดีของถ่านที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือเป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานได้ไม่มีวันหมดเพราะสามารถปลูกไม้ทดแทนได้ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยเกี่ยวกับการแปรรูปและใช้ประโยชน์จากไม้ขนาดเล็กจากสวนป่าที่เมื่อถึงเวลาต้องทำการถางป่าโดยต้องนำเศษไม้บางส่วนออกมาจากป่าเพื่อเร่งการเจริญเติบโตแก่ต้นไม้ที่เลื้อยตามหลักวิชาการวนวัฒนวิทยาและสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพราะไม้เป็นแหล่งพลังงานที่สามารถปลูกทดแทนได้หากมีการจัดการอย่างถูกต้องและเหมาะสม



รูปที่ 2 แสดงไม้ที่ใช้ในการเผาถ่าน

ไม้ทุกชนิดมีส่วนประกอบเหมือนกันมากกว่าร้อยละ 90 ซึ่งร้อยละ 50 เป็นเซลลูโลสหรือเป็นส่วนที่เป็นโครงสร้างเส้นใย ร้อยละ 20 เป็นเฮมิเซลลูโลสหรือส่วนที่เป็นกึ่งโครงสร้างเส้นใย ร้อยละ 20 เป็นลิกนินหรือส่วนที่เป็นเนื้อแข็ง และร้อยละ 10 คือส่วนอื่นๆ ที่ทำให้ไม้แต่ละชนิดมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างกัน

เนื้อไม้มีลักษณะโครงสร้างของท่อเล็กๆ รวมกันเป็นมัดแต่ละท่อก็มีรูขนาดเล็กมาก เมื่อไม้เปลี่ยนเป็นถ่านโครงสร้างดังกล่าวก็ยังคงสภาพเดิมแต่ท่อเล็กลงร้อยละ 30 ทั้งนี้ไม้อายุน้อยจะหดตัวมากกว่าไม้อายุมาก



รูปที่ 3 เตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

เตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

1) หลักการทำงาน

การเผาถ่านในอดีตจะทำโดยวิธีการที่เรียกว่าเตาหลุมผีหรือเตาแกลบ โดยจะขุดดินให้เป็นหลุมลึกประมาณ 30 เซนติเมตร จากนั้นก็เอาไม้ไปกองไว้อย่างไม่เป็นระเบียบแล้วก็เอาดิน ฟางข้าว ใบไม้ หรือแกลบ คลุมกลบแล้วเผาวัสดุเหล่านี้ อยู่ด้านบนจากนั้นก็ใช้น้ำดับ ถ่านไม้ที่ได้จึงมีคุณภาพต่อปริมาณถ่านน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณไม้ที่ใช้และที่สำคัญคือเตาประเภทนี้ไม่สามารถเผากิ่งไม้ขนาดเล็กได้แต่จากงานวิจัยพบว่าเตาเผาถ่านที่ใช้ถ่านน้ำมัน 200 ลิตรนั้นมีประสิทธิภาพสูงสามารถสร้างเองได้ง่ายให้คุณภาพที่ดีกว่าการเผาแบบดั้งเดิมจึงเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเพื่อใช้ในครัวเรือนสำหรับประเทศไทย เตาถ่านแบบนี้ถูกพัฒนาโดยสถาบันคชวิทยาสหประชาชาติประเทศไทยโดยส่งเสริมให้มีการใช้งานในภาคอีสาน แต่การส่งเสริมอยู่ในพื้นที่จำกัด

ต่อมาสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสมได้นำมาปรับปรุงดัดแปลงและทำการวิจัยจนพัฒนาในเชิงข้อมูลวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นคู่มือและหลักสูตรการเผาถ่านด้วยเตา 200 ลิตร แบบนอน ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2543 โดยทำการเปิดศูนย์เรียนรู้พร้อมกับถ่ายทอดผ่านโครงการวางแผนพลังงานชุมชนซึ่งได้รับความนิยมนอกจากประชาชนในพื้นที่มาจนทุกวันนี้

เตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอนเป็นเตาเผาที่มีประสิทธิภาพสูงโดยอาศัยความร้อนไล่ความชื้นในเนื้อไม้ที่มีอยู่ในเตาเพื่อทำให้ไม้กลายเป็นถ่านหรือเรียกว่ากระบวนการคาร์บอนไนเซชันโครงสร้างปิดของถ่านทำให้ควบคุมปริมาณอากาศได้จึงไม่มีการลุกติดไฟของเนื้อไม้ผลผลิตที่ได้จึงเป็นถ่านที่มีคุณภาพมีเข้ถ่านน้อยและผลพลอยได้จากกระบวนการเผาถ่านอีกอย่างหนึ่งคือน้ำส้มควันไม้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรกรรมได้



รูปที่ 4 แสดงสร้างเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

2) ส่วนประกอบและโครงสร้าง

ส่วนประกอบที่ใช้ในการติดตั้งเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน ประกอบด้วย

- 2.1) ถัง 200 ลิตร
- 2.2) ข้องฉากโยหิน 90° เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว
- 2.3) ท่อตรงโยหินเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร
- 2.4) อิฐบล็อกจำนวน 5 ก้อน
- 2.5) อิฐแดง
- 2.6) ดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบใช้อัตราส่วนขี้เถ้าแกลบต่อดินเหนียว

1:1 ดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบจะทำหน้าที่เป็นตัวประสานรอยต่อระหว่างการประกอบเตา และในช่วงของการเผาเพื่ออุดรอยรั่วไม่ให้อากาศเข้าไปภายในเตาหากในกรณีไม่มีขี้เถ้าแกลบสามารถนำแกลบมาใช้ผสมกับดินเหนียวในอัตราส่วน 1:3

2.7) กองดินหรือทรายประมาณครึ่งคิวดินนี้ช่วยทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนระหว่างตัวเตากับอากาศภายนอก

2.8) เสาค้ำยันสำหรับใช้ประคองผนังเตาด้านนอกโดยตอกเสาให้มีระยะห่าง 80x80 เซนติเมตร วัดจากเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาค้ำยัน

2.9) ไม้ฟืน 80 กิโลกรัมต่อครั้งได้ผลผลิตถ่าน 15-18 กิโลกรัมต่อครั้ง ใช้ระยะเวลาในการเผา 6-8 ชั่วโมง

หมายเหตุ ค่าวัสดุและค่าแรงในการก่อสร้างใช้เงินลงทุนประมาณ 700-900 บาท (ขึ้นกับราคาสินค้า 200 ลิตรในแต่ละพื้นที่)



ไม้ค้ำ และท่อซีเมนต์ใยหิน

กระเบื้องหลังคาและดินเหนียวผสมขี้เถ้ากลบ

รูปที่ 5 แสดงส่วนประกอบสำหรับสร้างเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

วัสดุที่ใช้ทำผนังเตาควรเป็นวัสดุทนความร้อนเช่นกระเบื้องหรือแผ่นโลหะสังกะสีหรือโลหะอื่นๆ ทั้งนี้ก่อนตั้งเตาต้องไม่ลืมปรับพื้นที่ที่จะติดตั้งให้ลาดเอียงเล็กน้อยโดยหน้าเตาอยู่สูงกว่าท้ายเตาและให้ความยาวของตัวเตาหันตามทิศทางลม จากนั้นเริ่มขั้นตอนการประกอบเตาต่อไป

3) ขั้นตอนการสร้างเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

ทำการตอกเสาค้ำยันโดยวัดระยะห่างระหว่างเสาค้ำยันประมาณ 80x80 เซนติเมตร จากนั้นให้เริ่มประกอบตัวเตาตามขั้นตอนต่อไปนี้ (ดูรูปประกอบ)

3.1) นำตัวเตาที่เจาะทั้งหน้าและด้านท้ายของเตาเสร็จแล้วมาวางไว้ตรงกึ่งกลางระหว่างเสาค้ำยันโดยให้รูกลมที่เจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว อยู่ด้านล่างเพื่อประกอบกับท่อออกไอหิน 90° ที่เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ไว้เพื่อระบายน้ำสัมน้ำมัน



รูปที่ 6 แสดงการวางตำแหน่งของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

3.2) ประกอบห้องฉากโยหิน 90° ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว โดยให้ด้านที่ใหญ่ที่สุดสวมเข้าไปในช่องที่เจาะไว้ในด้านท้ายของตัวเตาและนำอิฐก้อนหรือดินมาก่อล้อมบริเวณรูที่เจาะไว้ที่ห้องฉากเพื่อช่วยระบายน้ำสัมน้ำมันที่ตกค้าง

3.3) ประกอบท่อตรงโยหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 100 ซม. สวมเข้ากับช่องฉาก 90° ที่ประกอบไว้ท้ายเตาตอกไม้ขนาดพอประมาณข้างท่อนาลวดหรือเชือกผูกยึดท่อตรงโยหินให้แน่น

3.4) ประสานรอยต่อระหว่างตัวเตาช่องฉาก 90° และปล่องควันให้สนิทเพื่อไม่ให้เกิดรอยรั่วขณะเผาถ่าน



รูปที่ 7 แสดงการติดตั้งท่อและกล่องฮิเมนต์โยหิน

3.5) นำกระเบื้องที่ใช้ทำเป็นผนังเตาด้านนอกมาวางแนบกับเสาค้ำยันให้ตั้งฉากด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยมีระยะห่างประมาณ 10 ซม. โดยวัดจากขอบตัวเตาที่ยื่นออกมาจนสุดจนถึงผนังเตาด้านในด้านหลัง

3.6) ปิดผนังเตาด้านหลังโดยวางผนังเตาด้านหลังให้ห่างจากช่องประมาณ 10-15 ซม. ยังไม่ต้องปิดแล้วเทดินประคองด้านข้างตัวเตาพอประมาณเพื่อไม่ให้ตัวเตาขยับเขยื้อน



รูปที่ 8 แสดงการติดตั้งหน้าเตา

3.7) ตักดินหรือทรายที่เตรียมไว้เทลงในช่องระหว่างตัวเตาและผนังเตาด้านหลังทั้ง 3 ด้าน เพื่อประคองช่อง 90° กับปล่องควันท้ายเตาและเพื่อเป็นฉนวนให้กับตัวเตาและนำผนังเตาด้านหน้าประกบหน้าเตาเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนดินหรือทรายหน้าเตาพังลงมาโดยเว้นช่องฝาผนังเตาไว้เพื่อปิด/เปิดฝาได้สะดวกโดยไม่ต้องรื้อเตาใหม่อีก



รูปที่ 9 แสดงการถมดินทรายรอบเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

3.8) ตัดไม้เพื่อนำมาทำเป็นหมอนหนุนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-3 นิ้ว ยาวประมาณ 20-25 ซม. จำนวน 3 ท่อนวางขวางด้านล่างของตัวเตา โดยให้มีระยะที่ห่างกันพอประมาณทั้งนี้เพื่อให้มีการไหลเวียนของลมร้อนภายในเตาได้



รูปที่ 10 แสดงการเรียงไม้ในเตา

4) ขั้นตอนการใช้งาน

การจัดเรียงไม้เพื่อการเผาถ่าน

4.1) นำไม้ที่ต้องการจะเผาถ่านมาจัดแยกกลุ่มตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของขนาดไม้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เพื่อจัดเรียงใส่เตาตามขนาด ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านจะไม่เท่ากัน สำหรับวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำถ่านนอกจากไม้แล้วอาจจะใช้กะลามะพร้าวหรือ ช้างขาโพดก็ได้รวมทั้งเศษวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ด้วย

4.2) เรียงไม้ที่มีขนาดเล็กไว้ด้านล่างของเตาโดยวางทับไม้หมอนหนุนหรือตะแกรงโดยใส่ปลายไม้ด้านล่างเล็กเข้าไปข้างในเตาปลายไม้ด้านบนโตกว่าจะอยู่ด้านหน้าเตา

4.3) การเรียงไม้ที่มีความสำคัญมากเนื่องจากอุณหภูมิในเตาขณะเผาถ่านไม่เท่ากันโดยด้านล่างสุดของเตาอุณหภูมิจะต่ำส่วนด้านบนจะสูงกว่าอุณหภูมิท้ายเตา

4.4) เมื่อบรรจุไม้เข้าไปในเตาจนเต็มแล้วปิดฝาหน้าเตาที่เจาะรูไว้ ขนาด 20x20 เซนติเมตร โดยหันด้านที่เจาะรูไว้อยู่ด้านล่าง

4.5) นำดินเหนียวผสมซีเมนต์ที่เตรียมไว้ประสานรอยต่อระหว่างตัวเตากับฝาหน้าเตาให้สนิทป้องกันการเกิดรอยรั่วเพราะถ้าอากาศเข้าไปในเตาจะทำให้ถ่านไหม้จนหมด

4.6) นำฉนวนดินหรือทรายมากลบหลังเตาและรอบตัวเตาให้มิด

4.7) ประกอบช่องใส่ไฟหน้าเตาโดย

- นำอิฐบล็อกวางตั้งตามแนวยาวบนพื้นหน้าเตาขนานทั้งสองข้าง ข้างละก้อนเว้นระยะให้พอดีกับช่องที่เจาะเอาไว้บนฝาหน้าเตา

- นำอิฐบล็อกอีก 2 ก้อนวางทับด้านบนของอิฐที่ตั้งไว้โดยวางต่อกันในแนวราบดังรูป

4.8) นำดินเหนียวผสมซีเมนต์ที่เตรียมไว้มาประสานรอยต่อระหว่างฝาหน้าเตากับอิฐบล็อกและรอยต่อระหว่างอิฐบล็อกทั้ง 4 ก้อน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดรอยรั่ว



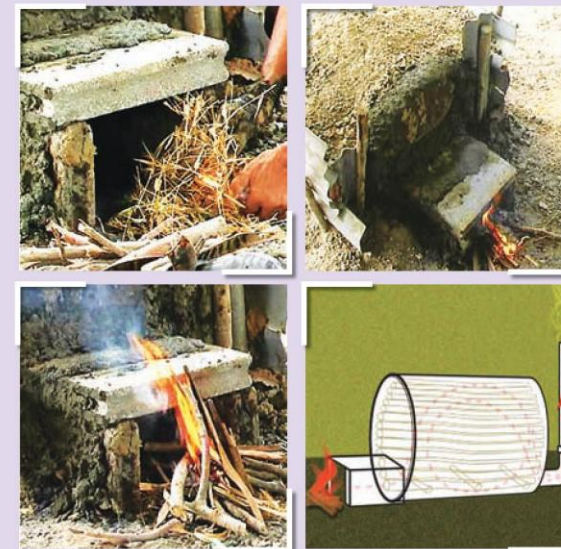
รูปที่ 11 แสดงการปิดเตาและประกอบช่องใส่ไฟ

5) การเผาถ่านด้วยเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

ช่วงที่ 1 การไล่ความชื้น

5.1) เริ่มจุดไฟหน้าเตาเพื่อให้ความร้อนแก่เตาโดยจุดไฟบริเวณช่องจุดไฟบริเวณอิฐก้อนแรกสุด

5.2) ใส่เชื้อเพลิงทีละน้อยในช่องจุดไฟช่วงนี้จะเป็นช่วงของการให้ความร้อนในเตาเพื่อไล่ความชื้นในเนื้อไม้ความชื้นภายในเตารวมทั้งที่ฉนวนหุ้มเตา ช่วงนี้กินเวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความชื้นของปัจจัยที่กล่าวมา



รูปที่ 12 แสดงการจุดเตาและลักษณะการกระจายความร้อน

5.3) เมื่อไล่ความชื้นภายในเตาแล้วอุณหภูมิขณะนี้จะสูงขึ้นจนทำให้เนื้อไม้ในเตารักษาในระดับอุณหภูมิภายในเองได้โดยไม่ต้องใส่เชื้อเพลิงหน้าเตาเข้าไปอีกสังเกตได้โดยควันที่ออกมาจากปล่องด้านหน้าจะพุ่งแรงกว่าปกติและมีสีขาวขุ่น ช่วงนี้เราจะหรี่ไฟหน้าเตาลงครึ่งหนึ่ง

5.4) หลังจากหรี่หน้าเตาทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง หรือสังเกตสีของควันที่ปากปล่องถ้าเป็นสีขาวอมเหลืองและมีกลิ่นฉุนแสบจมูกให้หรี่หน้าเตาลงอีกเหลือ 10% ของพื้นหน้าเตาที่ใช้ทั้งหมดช่วงนี้ให้เริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้โดยใช้ท่อไม้ไผ่ทะลุตลอดทั้งลำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 นิ้วยาวมากกว่า 4 เมตร ปลายด้านที่โตกว่าให้เจาะรูสำหรับให้น้ำส้มควันไม้ไหลออกโดยรูมีขนาดประมาณ 2 ตารางเซนติเมตร ห่างจากปลายท่อด้านโตประมาณ 30 เซนติเมตร



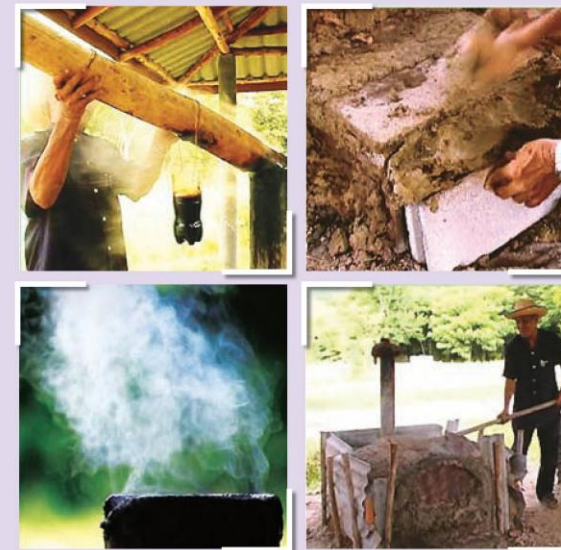
รูปที่ 13 ช่วงที่ 1 ช่วงไล่ความชื้น

ช่วงที่ 2 เปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน

5.5) เมื่อควันร้อนในกระบอกล้อมไม้ได้รับความเย็นจากอากาศภายนอก ควันก็จะควบแน่นจับกันเป็นหยดน้ำไหลลงมาตามท่อแล้วน้ำส้มควันไม้จะไหลหยดออกมาจากรูที่เจาะไว้บนไม้ไผ่ช่วงเก็บน้ำส้มควันไม้นี้จะใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง โดยอุณหภูมิปากปล่องจะอยู่ในช่วง 80-150 °C

ช่วงที่ 3 การทำถ่านให้บริสุทธิ์

5.6) เมื่อเก็บน้ำส้มควันไม้แล้วสังเกตต่อจนกระทั่งควันที่ปากปล่องกลายเป็นสีฟ้าให้เริ่มเปิดหน้าเตาเพื่อให้อากาศร้อนเข้าไปไล่สารตกค้างหรือแก๊สที่ค้างอยู่ในเตาโดยเปิดหน้าเตาออกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของหน้าเตาทั้งหมด ใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที



รูปที่ 14 ช่วงที่ 2 ช่วงเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน

ช่วงที่ 4 การทำถ่านให้เย็นลง

5.7) สังเกตสีของควันที่ปล่องควันถ้ามีสีฟ้าใสๆ แสดงว่าไม้ทั้งหมดกลายเป็นถ่านทั้งหมดแล้วให้ปิดหน้าเตาให้สนิทระวังรอยรั่วหลังจากนั้นปิดปากปล่องควัน

5.8) หลังจากนั้นให้ใช้จอบเกลี่ยฉนวนดินหรือทรายที่หุ้มอยู่เพื่อเป็นการระบายความร้อนในเตาออกช่วงนี้เป็นช่วงทำเตาให้เย็นกินเวลาประมาณ 12-15 ชั่วโมง



รูปที่ 15 ถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

6) ผลที่ได้รับ

6.1) ผลผลิตถ่าน

เตาเผาถ่านแบบนอนเมื่อเผาต่อครั้งจะได้ปริมาณถ่านไม้ประมาณ 15-18 กิโลกรัมต่อไม้ 80 กิโลกรัม โดยประมาณขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้เผาถ่าน

6.2) อายุการใช้งาน

แล้วแต่ความถี่ในการใช้งานโดยทั่วไปถ้าเผาทุกวันเตาจะใช้ได้นานประมาณ 2 ปี

7) ลักษณะเด่นของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน

- 7.1) ออกแบบให้มีการเผาไหม้ที่ดี
- 7.2) เคลื่อนย้ายสะดวกเก็บรักษาง่าย
- 7.3) เผาถ่านได้คุณภาพดี
- 7.4) สร้างและประกอบง่ายไม่ซับซ้อน
- 7.5) มีอายุการใช้งานนาน
- 7.6) ราคาถูก
- 7.7) ได้น้ำส้มควันไม้เป็นผลพลอยได้
- 7.8) ไม่เลือกประเภทไม้

เตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบตั้ง

เตาเผาถ่านแบบประหยัดพลังงานขนาด 200 ลิตร ชนิดมีปล่องขนานข้างเตา หรือที่เรียกว่าเตาเผาถ่านแบบตั้งเป็นเตาที่ประดิษฐ์ขึ้นจากวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น โดยได้ปรับปรุงและพัฒนาจนมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่ดียิ่งขึ้นทำให้ถ่านที่ผลิตได้มีคุณภาพดีประหยัดเวลาและที่สำคัญสร้างประกอบง่ายราคาถูกเคลื่อนย้ายสะดวกเหมาะสำหรับครัวเรือนในชนบทที่มีการใช้ถ่านเป็นพลังงานในการหุงต้มประกอบอาหารอีกทั้งมีผลพลอยได้คือน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านสำหรับนำไปใช้เป็นยาฆ่าแมลงกำจัดศัตรูพืช



รูปที่ 16 แสดงเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบตั้ง

1) ขั้นตอนการสร้างเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบตั้ง

1.1) นำถังน้ำมันเปล่าขนาด 200 ลิตร ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.58 เมตร สูง 0.9 เมตร ฝาด้านบนโดยรอบเป็นฝาปิดมีก๊อบรัดฝาด้านบนปิด-เปิดง่าย และเจาะช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้านข้างบริเวณก้นถังให้มีขนาด 20x25 เซนติเมตร จำนวน 1 ช่อง เพื่อเชื่อมต่อกับช่องจุดไฟหรืออุโมงค์ดูดอากาศ และเจาะรูขนาด 2.5 นิ้ว เพื่อระบายควันด้านล่างจำนวน 3 รูโดยรอบถัง และด้านบน จำนวน 1 รู



รูปที่ 17 แสดงการเจาะช่องเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบตั้ง

1.2) นำท่อเหล็กดำขนาด 2.5 นิ้ว ยาว 85 เซนติเมตร จำนวน 3 ท่อน เชื่อมประกอบขนานกับตัวถังประมาณ 6-7 เซนติเมตร ทั้ง 3 ด้าน และเว้นระยะสูงจากพื้น 6-7 เซนติเมตร เพื่อใช้ทำปล่องระบายอากาศหรือปล่องควัน



รูปที่ 18 แสดงการทำปล่องระบายอากาศหรือปล่องควัน

1.3) นำกล่องเหล็กสี่เหลี่ยมขนาด 20x20x25 เซนติเมตร โดยใช้แผ่นเหล็กนำมาเชื่อมต่อกัน ควรมีความหนาของแผ่นเหล็กใกล้เคียงกับถังน้ำมันนำมาเชื่อมต่อกับช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้านข้างถังที่เจาะไว้เพื่อทำเป็นช่องจุดไฟและอุโมงค์ดูดอากาศ



รูปที่ 19 แสดงการติดตั้งช่องจุดไฟ

1.4) พร้อมจัดเตรียมแผ่นเหล็กขนาด 20x25 เซนติเมตร เพื่อใช้ทำเป็นแผ่นปิดเตาควบคุมอากาศ



รูปที่ 20 แสดงการทำแผ่นปิดควบคุมอากาศ

1.5) ทำตะแกรงรองไม้ฟืนโดยใช้เหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 นิ้วขดโดยรอบแล้วใช้เหล็กเส้นขนาดเดียวกันเชื่อมต่อเว้นระยะเป็นซี่ๆ พอประมาณ ติดกับขดวงกลมโดยตะแกรงจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.55 เมตร เพื่อให้สามารถนำเตาได้พอดีโดยตะแกรงมีปารองรับให้สูงจากพื้นประมาณ 20 เซนติเมตร



รูปที่ 21 แสดงการติดตั้งตะแกรงรองฟืน

2) ขั้นตอนการใช้งาน

การจัดเรียงไม้เพื่อการเผาถ่าน

2.1) ตัดไม้พินเป็นท่อนยาวประมาณ 60 เซนติเมตร

2.2) เรียงไม้พินในแนวตั้งจนเต็มถ้ำเรียงในแนวนอนจะกินเนื้อที่และทำให้อากาศไหลเวียนไม่ค่อยดีและควรเรียงให้ส่วนที่มีขนาดเล็กอยู่ด้านล่างและส่วนที่มีขนาดใหญ่อยู่ด้านบนเพราะด้านบนเตาจะมีอุณหภูมิสูงกว่าด้านล่างจึงเปลี่ยนไม้ขนาดใหญ่ให้เป็นถ่านได้ดีกว่าด้านล่างเตาที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

2.3) ปิดฝาถ้ำแล้วรัดก๊ีบให้แน่นเพื่อไม่ให้อากาศรั่วเข้าไปได้

2.4) จุดไฟในช่องใส่ไฟด้านล่าง

2.5) นับจากเริ่มต้นเผาประมาณ 40-60 นาที แล้วสังเกตปล่องควัน ควันจะมี 3 ระยะ ระยะแรกควันจะเป็นสีขาวเข้มจากนั้นจะเป็นสีฟ้าแล้วจะค่อยๆ ใสขึ้นจนเป็นไอร้อน

2.6) นับจากเริ่มต้นเผาประมาณ 2 ชั่วโมงให้ปิดปล่องเร่งด้านบน



รูปที่ 22 แสดงการเรียงไม้ในเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบตั้ง

2.7) นับจากเริ่มต้นเผา 5 ชั่วโมงควันจากปล่องควันจะเริ่มใสเป็นไอร้อนเช่นกันจากนั้นให้ทยอยปิดปล่องควันทุกปล่องด้วยกระป๋องหรือเศษวัสดุจากนั้นปิดช่องจุดไฟให้สนิท

2.8) นับจากเริ่มต้นเผาประมาณ 6-8 ชั่วโมงปล่อยให้ไม้ให้เย็นอีกประมาณ 6-8 ชั่วโมงจึงเปิดเตาซึ่งก็จะได้อาถ่านที่มีคุณภาพดีให้ความร้อนสูงไว้ใช้ภายในครัวเรือนหรือจำหน่ายเป็นรายได้เสริม

3) การลงทุน

เงินลงทุนประกอบ 1,600-2,500 บาท ในขณะที่ราคาขายถ่านอยู่ที่ กิโลกรัมละ 5-7 บาท กรณีที่ซื้อจากโรงงานหรือเตาเผาเป็นกระสอบแต่หากซื้อแบ่งจากร้านค้าปลีกอาจมีราคาสูงถึง 10-20 บาทต่อกิโลกรัม น้ำส้มควันไม้จำหน่ายในราคาลิตรละ 30-90 บาท (ใช้ให้พอเพียงแล้วจึงขาย)



รูปที่ 23 แสดงเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบตั้ง

8) ผลที่ได้รับ

8.1) ผลผลิตถ่าน

เตาเผาถ่านแบบตั้งเมื่อเผาต่อครั้งจะได้ปริมาณถ่านไม้ไม่ต่ำกว่า 20-25 กิโลกรัมต่อไม้ 100 กิโลกรัมโดยประมาณ

8.2) อายุการใช้งาน

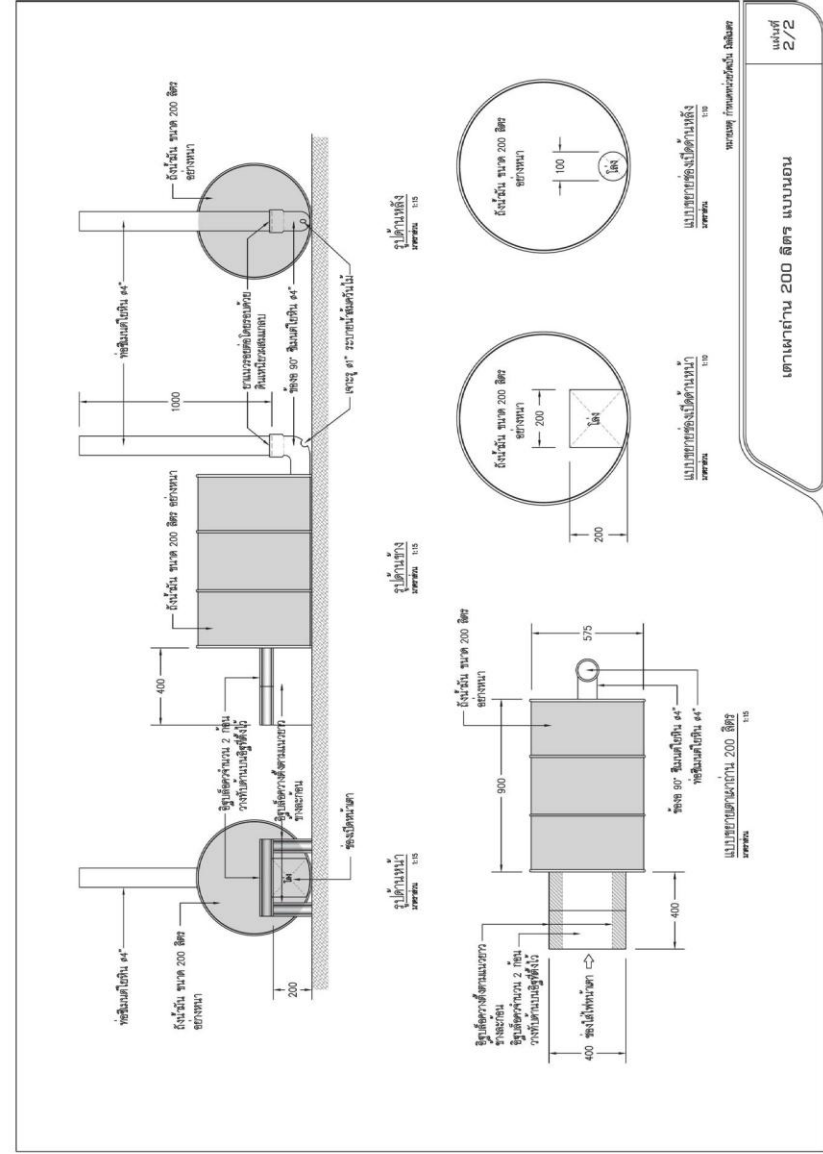
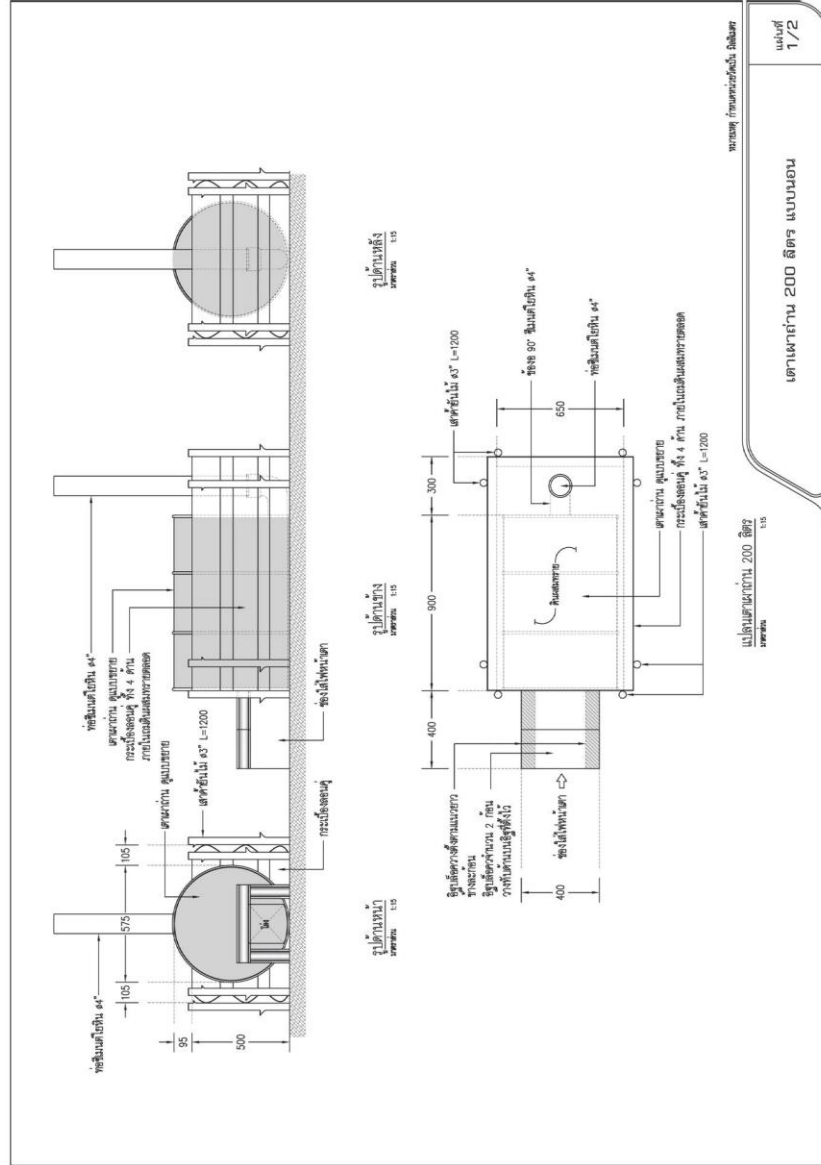
แล้วแต่ความถี่ในการใช้งานโดยทั่วไปถ้าใช้เตาเผาทุกวันเตาจะใช้งานได้นานประมาณ 2 ปี

9) ลักษณะเด่นของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบตั้ง

- 9.1) ออกแบบให้มีการเผาไหม้ที่ดี
- 9.2) เคลื่อนย้ายสะดวกเก็บรักษาง่าย
- 9.3) เตาถ่านได้คุณภาพดี
- 9.4) สร้างและประกอบง่ายไม่ซับซ้อน
- 9.5) มีอายุการใช้งานนาน
- 9.6) ราคาถูก
- 9.7) ได้น้ำส้มควันไม้เป็นผลพลอยได้
- 9.8) ไม่เลือกประเภทไม้

แบบเตาเผาถ่าน 200 ลิตร



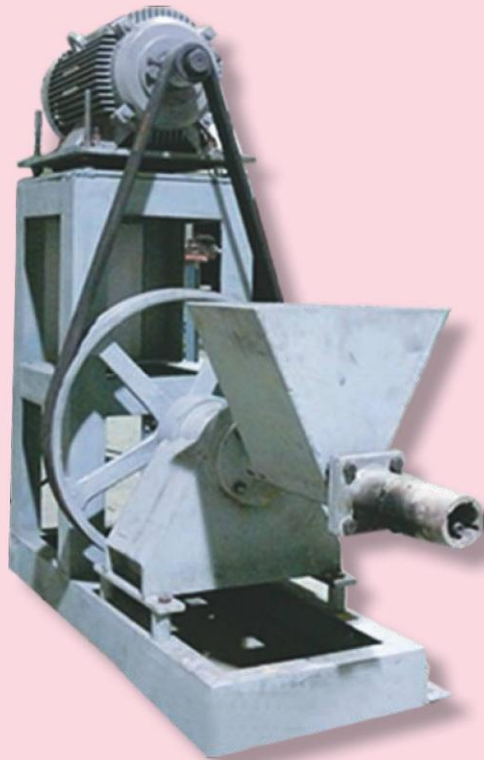




เชื้อเพลิงอัดแท่ง



เครื่องอัดถ่านแท่ง แบบใช้มอเตอร์



เครื่องอัดถ่านแท่ง แบบใช้มอเตอร์

เครื่องอัดถ่านแท่งแบบใช้มอเตอร์

วัสดุเหลือใช้ในประเทศไทยแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรม เช่น แกลบ ขี้เลื่อย กากอ้อย ขุยมะพร้าว ฟางข้าวเปลือก และต้นถั่วต่างๆ ชัง และลำต้นข้าวโพด รวมทั้งลำต้น และเหง้ามันสำปะหลัง และวัชพืช เช่น ผักตบชวา เป็นต้น วัสดุเหลือใช้เหล่านี้มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงสามารถนำมาแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนได้เนื่องจากการขาดแคลนพลังงานในรูปของเชื้อเพลิงแข็งเช่นฟืนและถ่านไม้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและเล็ก ตลอดจนในครัวเรือนเป็นปัญหามากขึ้น ทั้งนี้เพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาจึงทำให้การขยายตัวเพิ่มขึ้นทั้งในอุตสาหกรรมชนบทและเมืองปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงในครัวเรือนก็มีมากขึ้นตามการเพิ่มของประชากรด้วยเช่นกัน



รูปที่ 1 วัสดุแบบใช้การเกษตร

1) ขั้นตอนการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้

1.1) การเตรียมวัตถุดิบ

วัสดุเหลือทิ้งที่จะมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง อาทิ ชี้อ้อย แกลบ ฟางข้าว กากอ้อย เปลือกถั่ว ชังข้าวโพด และผักตบชวา ซึ่งลักษณะของวัสดุควรมีขนาดเล็ก และมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 ดังนั้นในการเตรียมวัตถุดิบที่เป็นเส้นยาวจึงจำเป็นต้องสับหรือย่อยและร่อนเพื่อแยกขนาดเสียก่อนสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง ในปริมาณมากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้พัฒนาและออกแบบจัดสร้างเครื่องย่อยขนาดโดยมีส่วนประกอบหลักคือใบมีดจำนวน 12 ใบติดกับเพลาลูกหมุนได้รอบตัวและใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้าเป็นตัวขับเคลื่อน เมื่อป้อนวัตถุดิบผ่านกรวยที่ติดตั้งอยู่เหนือใบมีดจะถูกสับให้มีขนาดเล็กลงและถูกส่งออกจากเครื่องผ่านตะแกรงที่รองอยู่ใต้เพลามีด

สำหรับการใช้ชี้อ้อยเป็นวัตถุดิบนั้นจำเป็นต้องร่อนเพื่อแยกขนาดและอบแห้งเพื่อลดความชื้น ส่วนวัตถุดิบที่เป็นแกลบสามารถนำไปอัดแท่งได้โดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีอบไล่ความชื้นทั้งนี้เพราะว่าปกติความชื้นของแกลบที่ได้จากการสีข้าวมีปริมาณค่อนข้างต่ำอยู่แล้ว



รูปที่ 2 แสดงถ่านอัดแท่ง

1.2) การตากหรืออบแห้ง

นำวัตถุดิบที่ผ่านการย่อยขนาดแล้วและยังคงมีความชื้นอยู่มาตากหรืออบแห้งให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณร้อยละ 10-12

1.3) การอัดแท่งเชื้อเพลิง

การอัดแท่งเชื้อเพลิงกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น อัดเป็นเม็ด หรือแท่งเล็ก อัดเป็นลูกบาศก์ อัดเป็นแท่งฟืน อัดเป็นฟ่อน เป็นต้น การอัดแท่งฟืนในอุตสาหกรรมนิยมใช้การอัดเกลียวหรือสกรูการอัดแท่งด้วยเครื่องเกลียวหรือสกรูสามารถอัดได้ 2 แบบ ดังนี้

1.3.1) การอัดแบบสด

ทำโดยใช้พืชสดชนิดเดียวกันอัดตัวของมันเองด้วยสารเหนียวๆ ของพืชเองสารเหนียวๆ ได้แก่ เพคติน (Pectin) เยลลาติน (Jellatin) กับ (Gum) ฯลฯ อาจใช้พืชสดชนิดอื่นเป็นตัวประสานหรือใช้ตัวประสานตากภายนอกก็ได้ในกรณีที่พืชไม่มีน้ำยางเหนียวเพียงพอหรือน้อยมาก

1.3.2) การอัดแบบแห้งสามารถแยกได้อีก 2 แบบคือ

• การอัดแบบเย็น

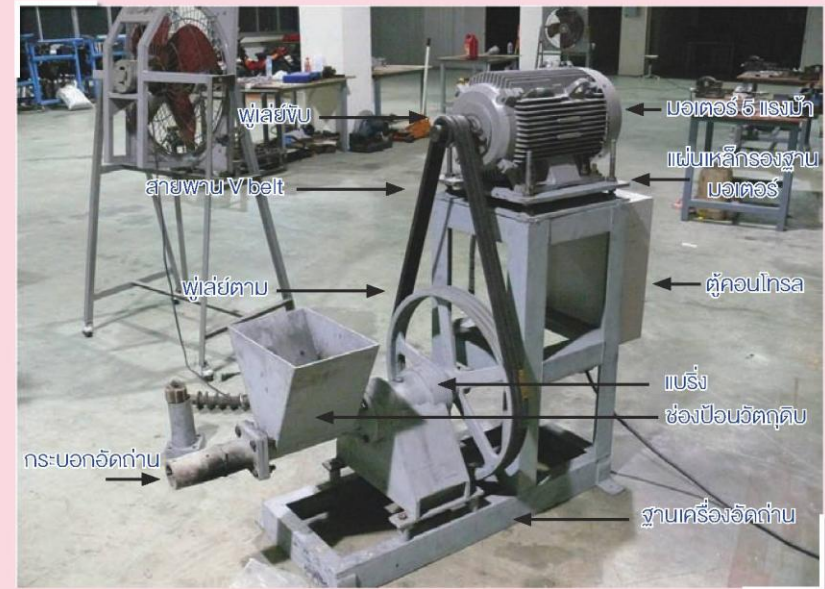
เป็นการอัดที่สามารถทำได้กับทั้งวัสดุสดและแห้งแตกต่างกันจากเครื่องอัดแท่งและใช้ความร้อนตรงที่ไม่มีระบบให้ความร้อนเท่านั้นวัสดุที่จะอัดแท่งเชื้อเพลิงจะผ่านการสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ความชื้นก่อนอัดขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุโดยทั่วไปมีความชื้น 50% จะอัดได้ดีที่สุดแต่หากต่ำกว่านี้อาจจะอัดได้ไม่ดี การลดความชื้นจนถึง 40% สำหรับวัสดุบางชนิดก็ยังอัดได้ดีการอัดเปียกนี้จะใช้ตัวประสานจากภายนอกช่วยเพื่อให้อัดเป็นแท่งได้แน่นขึ้นตัวประสานเลือกใช้ได้ตามความสะดวกที่จะหาได้ เช่น กากสำเหล้า แป้งเปียก กาว มูลสัตว์ ฯลฯ จึงไม่จำเป็นต้องให้ระบบความร้อนการอัดเปียกสามารถจะเลือกใช้วัสดุได้อย่างกว้างขวาง การอัดเปียกมีข้อเสียเพียงคือต้องนำแท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดแล้วไปตากแดดหรืออบแห้ง

• การอัดแบบร้อน

เครื่องอัดมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เกลียวหรือสกรู กระบอกไคหรือกระบอกอัดต้นแบบรวมทั้งระบบการให้ความร้อนซึ่งนิยมใช้ชุดหลอดไฟฟ้าที่ควบคุมแบบอัตโนมัติหรือจะใช้วิธีเผาอย่างง่ายก็ได้สำหรับวัสดุที่ใช้อัดแท่ง เชื้อเพลิงต้องผ่านการบด และมีความชื้นร้อยละ 12 หากสูงกว่าหรือต่ำกว่าเกณฑ์ อาจอัดไม่ได้ผลการอัดแท่งจะใช้ความดันอัดสูงตั้งแต่ 0-100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การบดอัดของวัสดุเกิดจากแรงขับเคลื่อนของวัสดุกับเกลียวและการรีดของกระบอกไคทั้งนี้กระบอกไคถูกออกแบบให้เรียว (Tapering) ตามความเหมาะสม และจะต้องมีร่อง หรือสันเพื่อป้องกันการหมุนของวัสดุไปตามเกลียวที่หมุนส่วนใหญ่ การอัดต้องใช้ความร้อนจากภายนอกช่วยเพื่อให้ลิกนินของผนังเซลล์ละลาย เพื่อใช้เป็นตัวประสานชิ้นส่วนของเชื้อเพลิงให้ถูกอัดเป็นแท่งความร้อนเกิดจากแรงขับเคลื่อนระหว่างวัสดุเกลียวและกระบอกไคไม่เพียงพอที่จะทำให้ลิกนินอ่อนตัว ความร้อนที่จะใช้ เพื่อการละลายลิกนินนี้ประมาณ 200-300 องศาเซลเซียส เครื่องอัดหมุนด้วยความเร็ว 280 รอบ/นาที ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิด 3 สายขนาด 15 แรงม้า ความเร็ว 1,450 รอบ/นาที ทดสอบด้วยสายพาน และระบบเฟืองเฉียงที่ต่อตรงกับสกรูอัดเมื่อป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องอัดโดยผ่านถึงป้อนที่ติดตั้งอยู่เหนือสกรูแล้วจะถูกสกรูอัดติดกับผนังกระบอกอัดด้วยแรงดันประมาณ 600 กก./ตร.ซม. เมื่อวัตถุดิบถูกอัดเป็นแท่งเคลื่อนผ่านกระบอกอัดที่มีความยาว 28-30 ซม. แท่งเชื้อเพลิงแข็งจะได้รับความร้อนจากแผ่นทำความร้อนขนาด 1 กิโลวัตต์ 3 ตัว ที่พันเรียงกันอยู่โดยรอบกระบอกอัดถ่างแท่งจะเคลื่อนออกจากกระบอกอัดและเมื่อสัมผัสกับรางเหล็กฉากที่ติดตั้งไว้ปลายกระบอกอัด ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความยาวก็จะหักออกเป็นท่อนตามความยาวที่ต้องการ

เครื่องอัดแท่งนี้มีกำลังการผลิต 2.5-3.0 ตัน/วัน สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชม. โดยไม่ต้องเปลี่ยนสกรูอัดและไม่จำเป็นต้องใช้ตัวประสานใดๆ ทั้งสิ้นการติดตั้งเครื่องอัดแบบนี้สะดวกง่ายดายและใช้เนื้อที่ประมาณ 2.0-2.5 ตร.ม./เครื่อง

2) ส่วนประกอบและโครงสร้างของเครื่องอัดถ่านแท่งแบบใช้มอเตอร์



รูปที่ 3 รูปร่างลักษณะเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง



รูปที่ 4 กระบอกอัดเกลบพร้อมฮีดเตอร์ขนาด 3,000 วัตต์



รูปที่ 5 เกล็ดไม้สำหรับอัดผงถ่านและสำหรับอัดแท่ง

3) ขั้นตอนการกำทำถ่านอัดแท่งเครื่องอัดถ่านแท่งแบบใช้

มอเตอร์

3.1) เตรียมผงถ่านโดยการบดให้ละเอียดผ่านเครื่องบดย่อยอนุภาคและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันโดยการผสมถ่านต่อแป้งมันในอัตราส่วน 1:20 ค่อยๆใส่น้ำทีละน้อย จนส่วนผสมเข้ากันพอเหมาะ และส่วนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน



รูปที่ 6 แสดงการเตรียมผงถ่าน

3.2) เทส่วนผสมวัสดุดิบลงช่องเดิมเพื่ออัดให้เป็นแท่ง ในกรณีที่อัดแท่งจะต้องเปิดชุดให้ความร้อนในขณะอัด



รูปที่ 7 แสดงการอัดถ่านแท่ง

3.3) นำถ่านที่อัดแท่งมาผึ่งลม ประมาณ 2-3 วัน



รูปที่ 8 แสดงการตากผึ่งลม

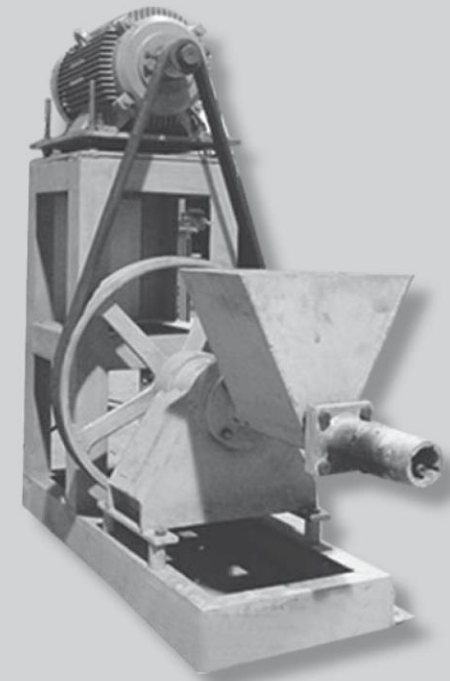
4) คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

แท่งเชื้อเพลิงแข็งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. ยาว 50 ซม. น้ำหนักประมาณ 1.3 กก. จากการทดลองพบว่าแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากเกลบให้ค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรสูงกว่าค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรของไม้ฟืนถึงร้อยละ 31.2

5) การเก็บรักษาถ่านอัดแท่ง

เมื่อถ่านอัดแท่งแห้งดีแล้วควรเก็บใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงให้แน่นหรือปิดถุงด้วยเครื่องซีลปิดปากถุงให้สนิทเพื่อป้องกันความชื้นและควรเก็บไว้ในที่แห้ง

แบบเครื่องอัดถ่านแท่ง แบบใช้มอเตอร์







เครื่องอัดถ่านแท่ง แบบใช้แรงคน



เครื่องอัดถ่านแท่ง แบบใช้แรงคน

เครื่องอัดถ่านแท่งแบบใช้แรงคน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้มีการพัฒนาดำเนินการศึกษาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง (แบบใช้แรงคน) ทดแทนเครื่องอัดเชื้อเพลิงเขียวแบบใช้เครื่องยนต์แบบมอเตอร์ เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแท่งโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ผลิตและทดลองเครื่องอัดถ่านแท่ง (แบบใช้แรงงานคน) เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการจัดซื้อเครื่องผลิตที่มีราคาแพง และยังคงต้องเสียค่าใช้จ่ายเรื่องค่าน้ำมันหรือกระแสไฟฟ้า และเครื่องอัดถ่านแท่งแบบใช้แรงงานคนเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตถ่านอัดแท่ง แล้วยังมีราคาถูกกว่า และสามารถทำงานคนเดียวได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ เป็นการออกกำลังกายไปในตัว

1) หลักการทำงาน

เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง เป็นเครื่องอัดโดยระบบอัดแบบลูกสูบในตัวอัดแบบลูกสูบในตัวอัดโดยใช้แรงงานคนเป็นต้นกำลังในการส่งแรงอัด โดยมีกระบอกอัดเป็นแบบลูกสูบสำหรับอัดผ่านขึ้นรูปวัตถุดิบ วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเครื่องอัดเชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม การเกษตรหรือเศษถ่าน เป็นต้น

การทำถ่านอัดแท่งโดยใช้แรงคนนั้นจะใช้เวลาอัดเย็นหรือการอัดเปียก ในการอัดถ่านแท่งซึ่งจะต้องมีตัวประสานให้ถ่านจับตัว พบว่าแป้งมันสำปะหลังเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่หาในท้องถิ่นได้ง่ายและลักษณะของถ่านที่ได้ออกมาจะมีการจับตัวกันดี การทำถ่านอัดแท่งด้วยแรงคนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

การใช้เกลียวหรือสกรูหรือใช้เหล็กกระทุ้งมาใช้เป็นตัวอัด และนำแท่งเหล็กกลวงหรือท่อพีวีซีมาใช้เป็นแม่แบบกระบอกตัวอัดผ่านขึ้นรูปวัตถุดิบให้เป็นแท่งในช่วงการอัดเริ่มต้นลักษณะแท่งถ่านที่ออกมายังจับตัวไม่ค่อยดีเนื่องจากมีลักษณะเกลียวน้อยอาจทำให้การจับตัวยังไม่ค่อยแน่นหลังจากที่มีความร้อนจากการเสียดสีของแม่แบบกับเหล็กกระทุ้งสูงขึ้นแท่งถ่านจะจับตัวกันดีขึ้น

2) โครงสร้างของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง (แบบใช้แรงคน)

โครงสร้างของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง (แบบใช้แรงคน) ประกอบด้วยโครงสร้างแท่น ประกอบด้วยกระบอกสูบ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 ซม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายใน 4 ซม. ความยาวกระบอกอัด 15-20 ซม. ประกอบด้วยเพลาส่งแรง ผลิตจากเหล็กแข็งสามารถปรับระยะได้ ซึ่งเชื่อมกับคานกระดก โดยใช้แรงคนเหยียบกดน้ำหนักคานกระดกแท่นเครื่อง โครงสร้างทำด้วยเหล็กฉากหนาขนาด 2 นิ้ว และเหล็กแผ่นหนา 5 มม. ขนาดกว้าง 54x84x90 ซม. สามารถผลิตได้ประมาณ 80-100 กิโลกรัม (แท่ง) ต่อแรงงาน 1 คนต่อวัน เป็นแบบชนิด 1 ลูกสูบ

3) วิธีการใช้งาน

3.1) นำขี้ข้าวโพด : แป้งมัน : น้ำ มีอัตราส่วนอยู่ที่ 15:3:5 โดยน้ำหนัก ในส่วนของหางมันอัตราส่วนอยู่ที่ 15:3:2

3.2) นำมาใส่ลงในกระบอกแม่แบบที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-4 ซม. ปิดปากกระบอก (ควรเป็นเหล็ก) แล้วเหยียบคานเพื่อกระแทกวัตถุดิบให้อัดรวบตัวกัน

3.3) คั่นโยกลงและเปิดฝาให้ถ่านอัดแท่งออกมาแล้วใช้แท่งเหล็กดันถ่าน อัดเท่าเหยียบเหลือแท่งออกมา

3.4) เมื่อได้อัดถ่านแท่งแล้วจะต้องนำไปทำให้แห้งโดยการนำไปตากแดดหรือใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงในการทำให้แห้ง

4) คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

4.1) ลักษณะของถ่านอัดแท่งสำเร็จรูปมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีควัน

4.2) ไม่แตกประทุ ขี้เถ้าไม่ฟุ้งกระจาย ไม่ทำลายสุขภาพให้ความร้อนสม่ำเสมอและทนทาน

4.3) ใช้งานได้มากกว่าถ่านไม้ธรรมดา

5) การเก็บรักษาถ่านอัดแท่ง

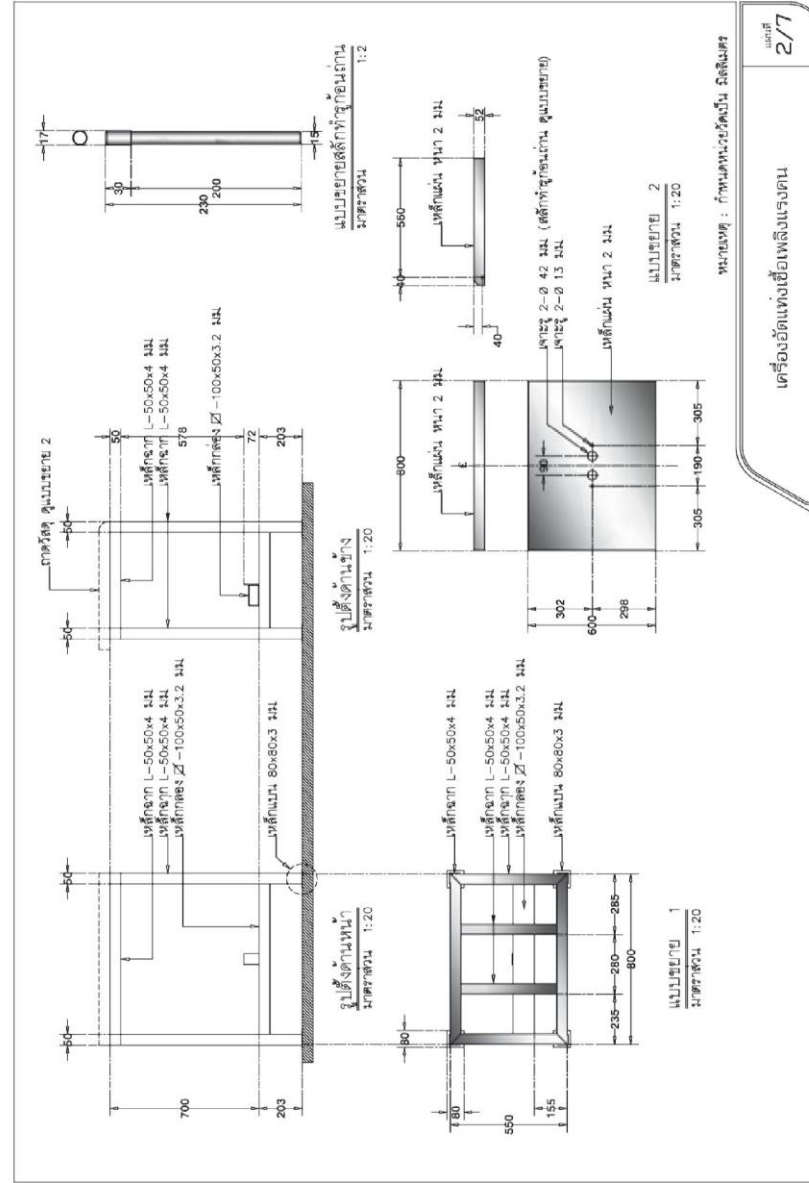
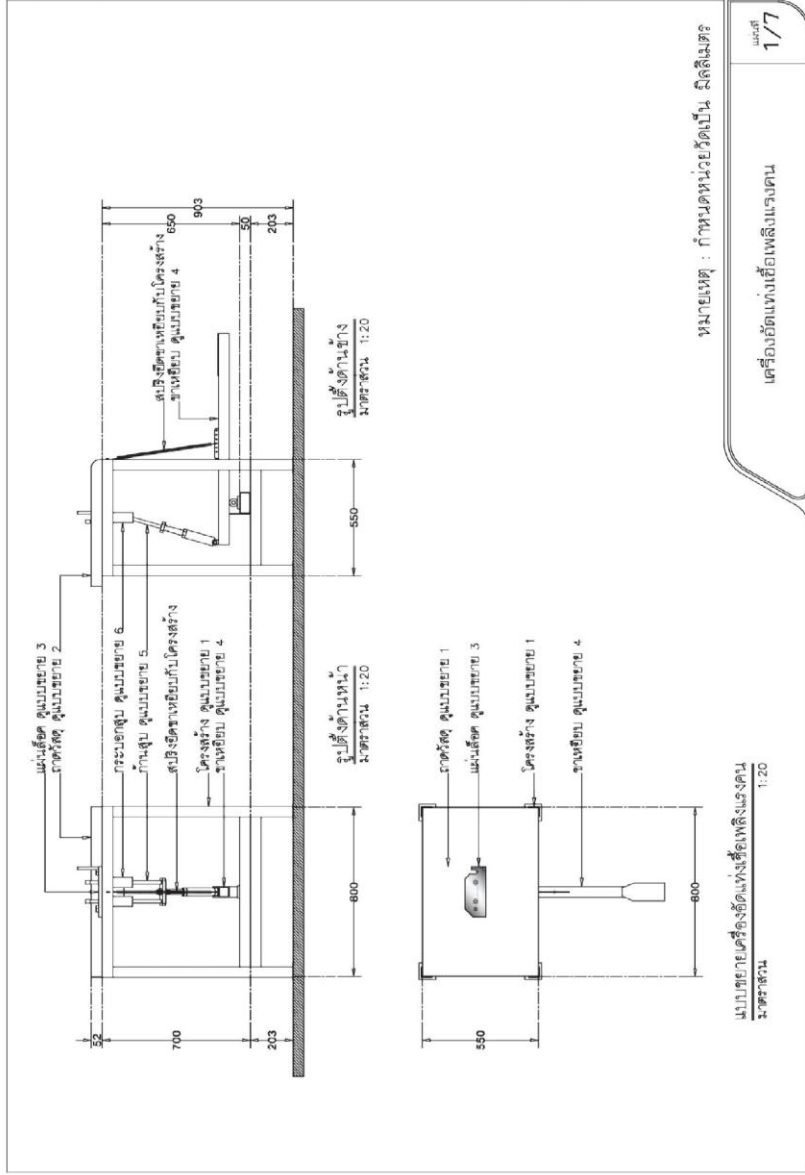
เมื่อถ่านอัดแท่งแห้งดีแล้วควรเก็บใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงให้แน่น หรือปิดถุงด้วยเครื่อง ซีลปิดปากถุงให้สนิท เพื่อป้องกันความชื้น และควรเก็บไว้ในที่แห้ง

เครื่องอัดถ่านแท่ง
แบบใช้แรงคน



แบบเครื่องอัดถ่านแท่ง
แบบใช้แรงคน







เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแรงคน

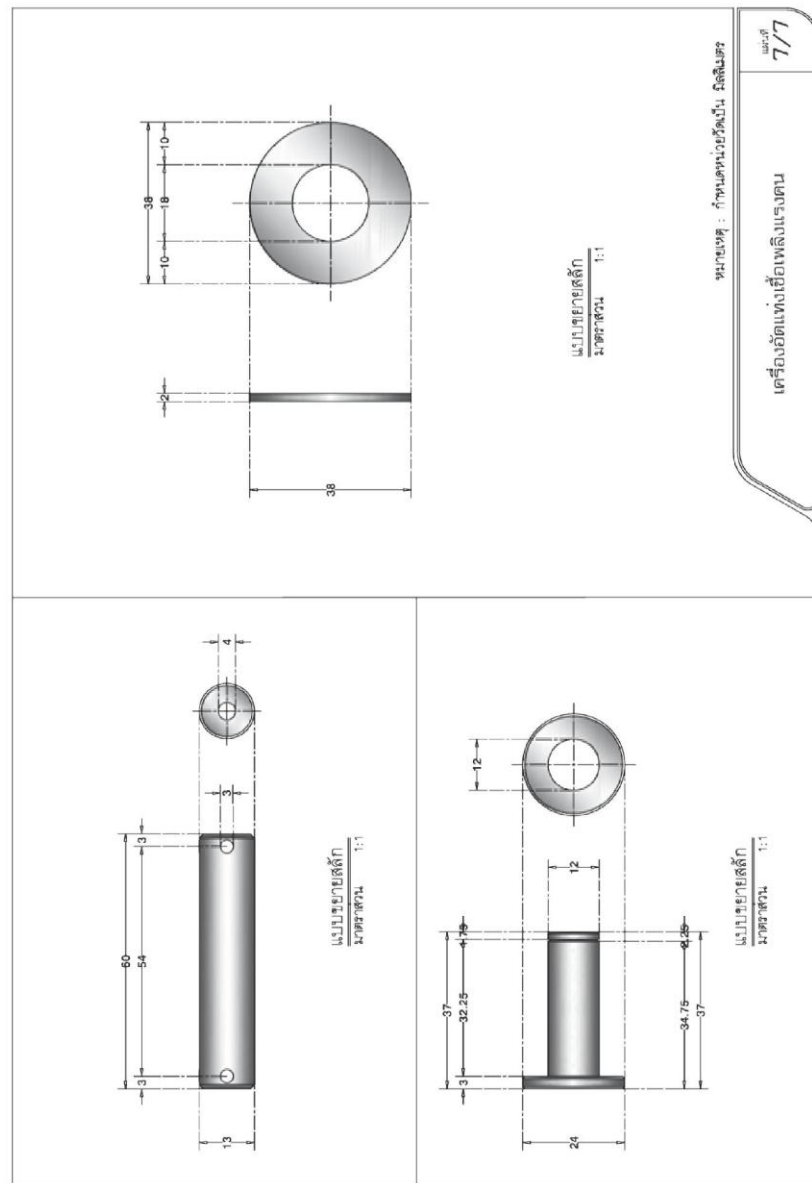
3/7



เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแรงคน

4/7





เครื่องอัดถ่านแท่ง แบบใช้แรงคน



เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง แบบอัดเม็ด



เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง แบบอัดเม็ด

เชื้อเพลิงแบบอัดเม็ดจะมีลักษณะคล้ายกับเม็ด ตัดเป็นท่อนเล็กๆ เป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาบดแล้วอบ และทำเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 มิลลิเมตร โดยมีความชื้นโดยประมาณต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และสิ่งสำคัญคือ เชื้อเพลิงแบบอัดเม็ดจะติดไฟและสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ง่าย ขนส่งได้มาก เก็บรักษาได้สะดวก และสิ่งที่สำคัญคือ ปริมาณค่าความร้อนสูงกว่าไม้ฟืนทั่วไป สามารถใช้ได้กับ เตาในครัวเรือน เตาเผาอุตสาหกรรม และหม้อน้ำ เป็นต้น

1) คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดเชื้อเพลิง 6-8 mm
- ความยาวของแท่งเชื้อเพลิง 25 mm
- ค่าปริมาณความชื้น 4-8%
- ค่าความหนาแน่น (Bulk density) 648 kg/m³
- ค่าปริมาณเถ้าถ่าน 0.2-0.5%
- ค่าความจุความร้อนประมาณ 18-21 MJ/kg

2) กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด

สำหรับกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจะเริ่มจากนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ใบยอดอ้อย เหง้ามันสำปะหลัง ชังข้าวโพด และทางปาล์ม มาสับเพื่อลดขนาดของวัตถุดิบให้มีขนาดเล็กลง จากนั้นทำการแยกเศษผง เช่น ดิน ทราย ออกจากวัตถุดิบ ต่อไปทำการผสมวัตถุดิบเข้ากับตัวประสาน และควบคุมความชื้นให้มีค่าประมาณ 10-15% ก่อนเข้าเครื่องอัดเชื้อเพลิงแบบอัดเม็ด

จากนั้นนำชีวมวลที่เตรียมไว้เข้าเครื่องขึ้นรูปอัดแท่ง ควรตั้งแรงอัดระหว่างลูกกลิ้งและแม่พิมพ์ให้สัมพันธ์กันพอดีไม่ควรอัดให้แน่นจนเกินไป เนื่องจากอาจทำให้ลูกกลิ้งและแม่พิมพ์เสียหายได้ จากนั้นเดินเครื่องขึ้นรูปอัดเม็ด ให้นำข้าวผสมกับน้ำมันพืชเทลงในเครื่องขึ้นรูปอัดเม็ด เพื่อให้แม่พิมพ์ของเครื่องขึ้นรูปอัดแท่งมีความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส เนื่องจากช่วงอุณหภูมิดังกล่าวจะมีผลทำให้ลิกนินในชีวมวลละลายมาเชื่อมประสานอนุภาคของชีวมวลเข้าด้วยกัน และทำให้สามารถขึ้นรูปอัดเม็ดได้ เมื่ออุณหภูมิแม่พิมพ์ถึงช่วงดังกล่าวนำชีวมวลที่เตรียมไว้ใส่ลงในเครื่องขึ้นรูปอัดเม็ด จะได้เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีขนาด 6-10 มิลลิเมตร ความยาวไม่เกิน 38 มิลลิเมตร และมีผิวมันวาว จากนั้นทำการร่อนคัดแยกเชื้อเพลิงที่หักหรือเป็นฝุ่นและทำให้เย็นเพื่อเพิ่มความแข็งของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทำให้ไม่เกิดความเสียหายระหว่างขนส่งและบรรจุลงถุง

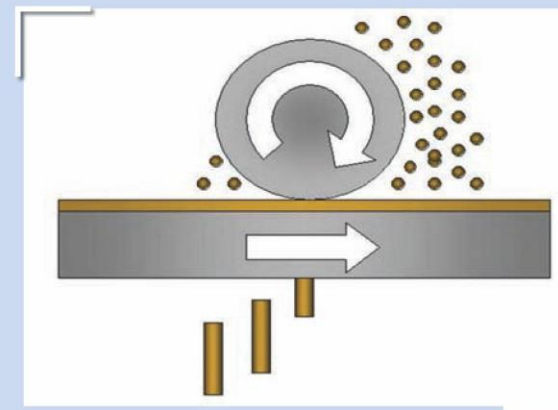
3) เครื่องขึ้นรูปอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดเม็ด

เครื่องขึ้นรูปอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดเม็ด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) และเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดวงแหวนหรือแนวตั้ง (Ring Die or Verticle Die)

3.1) เครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die)

เครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ ทำงานโดยอาศัยหลักการตกของวัตถุดิบจากด้านบนลงสู่ลูกกลิ้งซึ่งกำลังหมุนอยู่บนหัวอัด (Die) ของเครื่องอัด วัตถุดิบจะถูกอัดอยู่ระหว่างลูกกลิ้งและพื้นผิวของหัวอัดผ่านลงสู่รูของหัวอัด เมื่อเม็ดชีวมวลไหลพ้นออกจากหัวอัด (Die) มีดจะทำการตัดเม็ดชีวมวลตามความยาวที่ปรับตั้งเอาไว้ ตัวหนอนเกลียวและล้อขับเคลื่อนจะใช้สำหรับเครื่องอัดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) บางเครื่องจะใช้เฟืองดอกจอกเป็นตัวขับเคลื่อน ในเครื่องอัดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) บางเครื่องหัวอัด (Die) จะอยู่กับที่และลูกกลิ้ง (Roller) จะถูกขับเคลื่อน และในเครื่องอัดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) บางเครื่องหัวอัดจะถูกขับเคลื่อนและลูกกลิ้งจะหมุนเมื่อวัตถุดิบผ่านระหว่างลูกกลิ้งและหัวอัด ตัวอย่างของการอัดเม็ดโดยเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ

แสดงดังรูปที่ 1-3 โดยเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) เหมาะสำหรับผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดในระดับชุมชน มีขนาดเล็ก และกำลังการผลิตอยู่ในช่วง 100-2,500 kg/h



รูปที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die)



รูปที่ 2 เครื่องขึ้นรูปชนิดแม่พิมพ์หมุน (Rotary die)



รูปที่ 3 เครื่องปั๊มรูปชนิดลูกกลิ้งหมุน (Rotary dum)

จุดเด่นของเครื่องอัดแบบหัวอัดแนวราบมีดังนี้

- เครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) โดยทั่วไปทำความสะดวกกว่าเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดวงแหวน (Ring Die)
- สามารถเข้าถึงห้องอัดของเครื่องอัดได้อย่างรวดเร็ว หมายความว่าสามารถเปลี่ยนหัวอัด (Die) และ ลูกกลิ้ง (Roller) ได้เร็วกว่าซึ่งหมายถึงมีเวลาในการผลิตเพิ่มมากขึ้น
- การออกแบบที่กะทัดรัด ของเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) หมายถึงสามารถหารุ่นที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาได้ง่าย เหมาะสำหรับขนาดการผลิตที่มีขนาดเล็ก
- ข้อได้เปรียบหลักของเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) คือ สามารถมองเห็นได้ในขณะกำลังอัดเม็ดถ้าหากชีวมวลอัดเม็ดที่ได้มีคุณภาพต่ำหรืออัดไม่ออก การมองเห็นวัตถุดิบที่อยู่ระหว่างการอัดเม็ดยังเป็นข้อมูลที่ดีที่สุดในการหาเหตุผลว่าทำไมจึงเกิดปัญหาและจะแก้ไขปัญหายังไง ส่วนมากเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) สามารถมองเข้าไปในห้องอัดได้

- เครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) มีความทนทานมากกว่าสำหรับการอัดเม็ดวัตถุดิบที่ยังเป็นปัญหา ดังนั้นเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) จึงสามารถใช้งานกับวัตถุดิบที่มีความหลากหลายกว่าเครื่องอัดแบบหัวอัดวงแหวน (Ring Die)

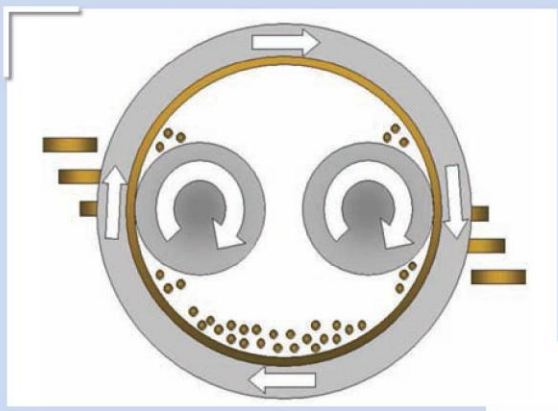
จุดด้อยของเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die)

- ตามหลักการทำงานของเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) นี้สามารถส่งผลให้การสึกหรอของหัวอัด (Die) และ ลูกกลิ้ง (Roller) ไม่สม่ำเสมอ เมื่อลูกกลิ้งหมุนผ่านบนผิวของหัวอัดขอบด้านในและขอบด้านนอกของลูกกลิ้งจะครอบคลุมระยะทางที่แตกต่างกัน ขอบนอกครอบคลุมระยะทางมากกว่าขอบใน ซึ่งหมายความว่าลูกกลิ้งนั้นเกิดการไถล การไถลนี้สามารถเป็นสาเหตุของการสึกหรอที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเหตุการณ์แบบนี้เกิดขึ้นไม่บ่อยและเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดแนวราบ (Flat Die) บางเครื่องมีลูกกลิ้งที่ทำให้เร็วเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

3.2) เครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัดวงแหวนหรือแนวตั้ง (Ring Die or Verticle Die)

เครื่องอัดแบบหัวอัดวงแหวน (Ring Die) ประกอบไปด้วยหัวอัดวงแหวนแนวตั้งและลูกกลิ้งที่อยู่ด้านในใช้แรงอัดกับหัวอัดวงแหวน (Ring Die) วัตถุดิบจะถูกป้อนจากเครื่องป้อนวัตถุดิบด้วยความเร็วที่ไม่คงที่ของคอนดิชันเนอร์ (Conditioner) ที่อยู่นอกเครื่องอัดเม็ด วัตถุดิบที่ถูกปรับสภาพแล้วจะถูกป้อนเข้าสู่ด้านหน้าของเครื่องอัดเม็ด จากนั้นสกรูลำเลียงจะป้อนวัตถุดิบเข้าสู่ส่วนกลางของหัวอัด ภายในหัวอัดลูกกลิ้งจะอยู่กับที่และหัวอัดจะถูกขับเคลื่อนคล้ายกับเครื่องซักผ้า เมื่อหัวอัดหมุนวัตถุดิบภายในหัวอัดจะถูกยกขึ้นและลูกกลิ้งจะกดอัดวัตถุดิบลงไปในหัวอัดได้ออกมาเป็นเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล ตัวอย่างของการอัดเม็ดโดยเครื่องอัดแบบหัวอัดวงแหวนหรือแนวตั้ง และ เครื่องอัดแบบหัวอัดวงแหวน หรือแนวตั้ง

แสดงดังรูปที่ 4 และ 5 เครื่องขึ้นรูปชนิดแม่พิมพ์หมุน (Rotary die) เหมาะสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดในระดับอุตสาหกรรม มีขนาดใหญ่และมีกำลังการผลิตอยู่ในช่วง 0.8-8 ton/h



รูปที่ 4 หลักการทำงานของเครื่องอัดเม็ดแบบหัวอัตรวงแหวนหรือแนวตั้ง (Ring Die or Verticle Die)



รูปที่ 5 เครื่องขึ้นรูปชนิดแม่พิมพ์วงแหวน (Ring die)

จุดเด่นของเครื่องอัดแบบหัวอัตรวงแหวน (Ring Die)

- เครื่องอัดแบบหัวอัตรวงแหวน (Ring Die) ไม่ได้รับผลกระทบในเรื่องของการสึกหรอของแม่พิมพ์ที่ไม่สม่ำเสมอเหมือนเพราะว่าขอบในและขอบนอกของลูกกลิ้งครอบคลุมระยะทางเท่ากัน ด้วยเหตุนี้เองเครื่องอัดแบบหัวอัตรวงแหวน (Ring Die) จึงนิยมใช้ในการผลิตขนาดใหญ่เนื่องจากต้นทุนวัสดุสิ้นเปลืองในส่วน of ลูกกลิ้งและแม่พิมพ์นั้นต่ำกว่า
- เครื่องอัดแบบหัวอัตรวงแหวน (Ring Die) มักนิยมใช้สำหรับการผลิตขนาดใหญ่ เนื่องจากเป็นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า การเกิดการไถของลูกกลิ้งในเครื่องอัดแบบหัวอัตรแบนราบ (Flat Die) ทำให้เกิดแรงเสียดทานมากกว่าปกติ ในระหว่างการอัดเม็ด ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานอย่างมากในขณะทำการอัด อย่างไรก็ตามแรงเสียดทานที่มากกว่าปกตินี้ไม่ใช่สิ่งเลวร้ายเสมอไปยิ่งแรงเสียดทานยิ่งมากยิ่งทำให้เกิดความร้อนมากยิ่งขึ้นซึ่งสามารถผลิตเม็ดชีวมวลที่คุณภาพที่ดีกว่า เครื่องอัดแบบหัวอัตรวงแหวน (Ring Die) ทั้งหมดมาพร้อมกับเครื่องปรับสภาพ (Conditioner) และการป้อนที่ความเร็วไม่คงที่

จุดด้อยของเครื่องอัดแบบหัวอัตรวงแหวน (Ring Die)

- ขนาดและน้ำหนักของเครื่องอัดเม็ดซึ่งไม่เป็นปัญหาสำหรับขนาดการผลิตที่มีขนาดใหญ่ แต่เป็นปัญหาหลักของการผลิตขนาดเล็กทั้งในเรื่องของการเปลี่ยนลูกกลิ้งและหัวอัตรในเครื่องอัดแบบหัวอัตรวงแหวน (Ring Die) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องใช้ความพยายามและแรงงานมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งแม่พิมพ์ที่มีขนาดใหญ่และหนักมาก ส่วนใหญ่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนย้ายและเปลี่ยนหัวอัตร (Die)
- การปรับตั้งลูกกลิ้ง (Roller) ยากกว่า ตามหลักของเครื่องอัดแบบหัวอัตรวงแหวน (Ring Die) จำเป็นต้องปรับตั้งลูกกลิ้งแบบ

Manual ซึ่งทำได้โดยการเปิดห้องอัดเม็ดเท่านั้น อย่างไรก็ตามในกรณีนี้ไม่ได้เกิดขึ้นบ่อย เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องอัดเม็ดบางเครื่องมาพร้อมกับอุปกรณ์เสริมเป็นทางเลือกในการควบคุมปรับตั้งลูกกลิ้งซึ่งมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนนี้

- ต้นทุนเป็นจุดด้อยอีกอย่างหนึ่งของเครื่องอัดแบบหัวอัดวงแหวน (Ring Die) เพราะตัวเครื่องอัดเอง หัวอัด และลูกกลิ้งโดยปกติจะแพงกว่าแบบหัวอัดแบนราบ (Flat Die)
- ความสามารถในการที่จะมองเห็นกระบวนการอัดเม็ดได้ เนื่องจากลูกกลิ้งและแม่พิมพ์ถูกบังไว้ด้วยบานประตู การมองเห็นกระบวนการอัดเม็ดเพื่อรับข้อมูลในประเด็นปัญหาที่กำลังเกิดขึ้น และการแก้ปัญหาเหล่านั้นเป็นไปได้

4) ขั้นตอนการขึ้นรูปอัดแท่งชีวมวล

ขั้นตอนการขึ้นรูปอัดแท่งชีวมวลประกอบไปด้วย การสับหยาบ การสับละเอียด และการขึ้นรูปอัดแท่ง ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1) การสับหยาบ

ก่อนที่จะนำชีวมวลมาสับหยาบควรคัดแยกขนาดและสิ่งแปลกปลอมก่อน จากนั้นจึงเริ่มทำการสับหยาบ เพื่อลดขนาดชีวมวลให้มีขนาดเล็กลง โดยจะนำชีวมวลที่มีขนาดใหญ่มาสับหยาบทำให้ชีวมวลมีขนาดอยู่ในช่วง 1-5 เซนติเมตร



รูปที่ 6 เครื่องสับหยาบ

4.2) การสับละเอียด

การสับละเอียดเป็นการลดขนาดของชีวมวลที่มีขนาดเล็กหรือสับชีวมวลที่ผ่านการสับหยาบมาแล้วให้มีขนาดเล็กลง โดยจะนำชีวมวลป้อนใส่เครื่องสับละเอียดและสามารถแยกขนาดได้ตามตะแกรงที่ใช้คัดขนาด เช่น ที่ตะแกรงขนาด 2, 5 และ 9 มิลลิเมตร



รูปที่ 7 เครื่องสับละเอียด

4.3) การขึ้นรูปอัดแท่ง

การขึ้นรูปอัดแท่งเป็นการนำชีวมวลที่ผ่านกระบวนการสับหยาบและสับละเอียดมาเข้าเครื่องขึ้นรูปอัดแท่ง โดยรายละเอียดในกระบวนการขึ้นรูปอัดแท่ง มีดังต่อไปนี้

- จากนั้นนำชีวมวลที่ทำการสับย่อยเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปหาความชื้นที่มีอยู่ ถ้าความชื้นมีมากกว่า 30% ให้นำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งเพื่อลดความชื้นต่อไป โดยให้ความชื้นอยู่ในช่วง 10-15%
- เมื่อตรวจสอบความชื้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำวัตถุดิบชีวมวลมาผสมกับตัวประสาน ซึ่งในที่นี้จะใช้น้ำและโมลาส ทั้งนี้อัตราส่วนที่ใช้ในการผสมขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวล



รูปที่ 8 แสดงการผสมตัวประสานสำหรับการอัดเม็ดชีวมวล

- ละลายโมลาสในน้ำจนเข้ากันดี จากนั้นบรรจุวัตถุดิบลงในเครื่องผสมและเปิดเครื่องกวนวัตถุดิบไว้ นำน้ำโมลาสที่เตรียมไว้ เทผสมกับชีวมวลในถังผสม โดยพยายามให้ทั่วถึง ใช้เวลาในการเดินเครื่องผสมประมาณ 5 นาที



รูปที่ 9 แสดงการใช้เครื่องกวนเพื่อผสมชีวมวลให้เข้ากับตัวประสาน

- ทำการอุ่นเครื่องผลิตชีวมวลอัดเม็ดก่อนที่จะผลิตจริง เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับแผ่นจานอัด โดยนำเอาขี้เลื่อยผสมกับน้ำมันใช้แล้ว ในอัตราส่วนขี้เลื่อย 90% น้ำมัน 10% ป้อนลงในเครื่องอัด นานประมาณ 15-30 นาที



รูปที่ 10 แสดงการอุ่นเครื่องโดยใช้ขี้เลื่อยผสมกับน้ำมันเครื่องใช้แล้ว

- เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดแล้ว วัตถุดิบที่แผ่นจานอัด ถ้าอุณหภูมิขึ้นมาประมาณ $80-100^{\circ}\text{C}$ สามารถเติมน้ำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ มาผลิตชีวมวลอัดเม็ด

- นำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ ค่อยๆ ป้อนลงไปเครื่องอัด สังเกตการทำงานของเครื่องโดยพยายามป้อนวัตถุดิบไม่ให้เกินครึ่งหนึ่งของความสูงของลูกกลิ้ง จากนั้นเครื่องอัดจะทำการอัดชีวมวลออกมาเป็นแท่งผ่านรูของแผ่นจานอัดลงมายังภาชนะที่เตรียมไว้



รูปที่ 11 แสดงการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่เครื่องอัด

- สังเกตลักษณะของชีวมวลอัดเม็ดที่ได้ออกมาว่าได้คุณภาพหรือไม่ ถ้ามีความอ่อนตัวและมีรอยแตก นั้นหมายถึงมีความชื้นมากเกินไป สามารถนำกลับป้อนเข้าเครื่องอัดอีกครั้งหนึ่งได้ แต่ถ้ามีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ หรือเป็นผง แสดงว่ามีความชื้นน้อยเกินไป ต้องนำกลับไปเพิ่มความชื้นในเครื่องผสมอีกครั้ง
- ชีวมวลที่ถูกอัดผ่านรูด้วยความร้อนและแรงอัดที่เหมาะสม จะหลุดออกมาจากเครื่องโดยมีลักษณะเป็นเม็ดแข็งยาวประมาณ 1 นิ้ว มีความแข็งแรงและส่องประกายมันเงา จากนั้นให้นำไปผึ่งไว้เพื่อลดอุณหภูมิ



รูปที่ 12 แสดงลักษณะชีวมวลอัดเม็ดหลังจากที่ลดอุณหภูมิเสร็จ



รูปที่ 13 การเก็บบรรจุชีวมวลอัดเม็ด

ในการอัดเม็ดชีวมวลนั้นมีปัจจัยหลายอย่างในการอัดเม็ดหนึ่งในนั้นคือความชื้นก่อนอัด ส่งผลต่อการอัดเม็ดโดยความชื้นนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่เรานำมาอัด ซึ่งถ้าความชื้นมีค่าเปลี่ยนแปลงจะทำให้สัดส่วนการผสมนั้นอาจเกิดการคลาดเคลื่อนได้ สำหรับสัดส่วนการผสมระหว่างชีวมวล ตัวประสาน และน้ำ ค่าความชื้น และค่าความหนาแน่นของชีวมวล ทั้งก่อนอัด และหลังอัด มีค่าดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการขึ้นรูปมวลทั้ง 8 ประเภท

ชนิดชีวมวล	อัตรา การป้อน ชีวมวล kg/hr	ความเร็วรอบเครื่อง อัด(รอบ/นาที)	อัตราส่วนตัว ประมาณ%			ความชื้น (เปียก) %		ความหนาแน่น		อัตรา การผลิต (kg/hr)
			ชีวมวล	โมลาส	น้ำ	ก่อน อัด	หลัง อัด	Bulk (kg/m ³)	Pellet (kg/m ³)	
ขี้เลื่อย	38.6	35Hz 1 รอบ 1050rpm	85	5	10	8.4	11	566	1133	34.67
ข้าวโพด	27.9	35Hz 2 รอบ 900rpm	87	5	8	8.4	9	600	1363.63	21.45
ก้อนเห็ด	171.42	35Hz 3 รอบ 1050rpm	77	8	15	6.5	18.8	583	1590	66
เศษไม้กลึง	36.77	30Hz 1 รอบ 1050rpm	87	5	8	7.6	10.3	513	1283	30.96
ใบไม้แห้ง	40r	30Hz 3 รอบ 900rpm	80	5	15	6.4	4.2	580	1242	30.7
กิ่งไม้แห้ง	46.8	35Hz 1 รอบ 1050rpm	80	5	15	9.3	11	600	1440	46.8
ก้านใบยาสูบ	150	35Hz 2 รอบ 1050rpm	100	0	0	6.55	2.59	600	1300	100
ก้านใบยาสูบ + ข้าวโพด	125	35Hz 2 รอบ 1050rpm	70/3	0	0	11.7	5	700	1346.15	60

หมายเหตุ : 1. ที่มา โครงการพัฒนาเชื้อเพลิงแก๊สจากชีวมวลสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (พรมัก)

คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. เครื่องอัดที่ใช้ทดสอบกำลังการผลิต : 80 kg/hr กำลังงานไฟฟ้า : 22 kW

5) วิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปอัดแท่ง

5.1) ในกระบวนการขึ้นรูปอัดแท่ง ระวังอย่าให้มีเศษหินหรือดินที่ติดมากับชีวมวลเข้าไปในเครื่องขึ้นรูปอัดแท่ง เนื่องจากจะทำให้แม่พิมพ์และลูกกลิ้งเกิดความเสียหายได้

5.2) ขณะขึ้นรูปอัดแท่ง คอยเช็คลูกกลิ้งให้หมุนอยู่ตลอดเวลาเพื่อลดการเสียดสีกับแม่พิมพ์

5.3) กรณีลูกกลิ้งไม่หมุนให้หยุดเดินเครื่อง และถอดลูกกลิ้งออกมาเพื่อซ่อมและทำความสะอาด

5.4) ทุกครั้งที่ทำการขึ้นรูปอัดแท่งเสร็จ ควรใช้ร้าวข้าวอัดแท่งตามทุกครั้งเพื่อป้องกันการอุดตันในช่องแม่พิมพ์

เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง
(เตาซูปเปอร์อั้งโล่)



เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง (เตาซูปเปอร์อั้งโล่)



เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง (เตาซูปเปอร์อั้งโล่)

เตาอั้งโล่ เป็นเตาหุงต้มที่คนไทยคุ้นเคยมานาน เมื่อเทคโนโลยีรุ่งเรือง เตาแก๊ส เตาไฟฟ้า เตาไมโครเวฟ ถูกประดิษฐ์และนำเสนอให้คนไทยได้เลือกใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่ออำนวยความสะดวก ประหยัดและมีรสนิยม เมื่อมองอย่างผิวเผิน คล้ายว่า ปัจจุบัน เตาอั้งโล่คงมีผู้น้อยเต็มที แต่เชื่อหรือไม่ ว่าความจริงไม่ได้เป็นเช่นนั้น จากรายงานการสำรวจของบริษัท พัฒนาประชากร จำกัด นำเสนอต่อกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เมื่อปี พ.ศ. 2540 พบว่า การผลิตเตาอั้งโล่เพื่อสนองความต้องการของคนไทย ยังมีมากถึงเดือนละประมาณ 540,000 ใบ โดยสัดส่วนของการใช้มีมากในชนบท

สิ่งที่น่าเป็นห่วงก็คือ เตาอั้งโล่เป็นเตาที่ต้องใช้ฟืนและถ่านเป็นเชื้อเพลิง เมื่อมีการใช้เตาอั้งโล่กันมาก ย่อมแสดงว่า มีการตัดไม้สำหรับมาทำฟืนและถ่าน ก็ต้องมีมากตามปริมาณการใช้เตาเช่นกัน ถ้าไม้ที่ตัดได้โดยถูกต้องตามกฎหมายหมดไป การบุกรุกตัดไม้ก็มีโอกาสเกิดขึ้นได้ ปัญหาของประเทศไทยขณะนี้คือ ป่าไม้ ซึ่งเป็นทั้งต้นน้ำ ลำธาร ที่อยู่ของสัตว์ป่า แหล่งอาหารของคนและสัตว์ แหล่งรักษาสมดุลทางธรรมชาติที่ช่วยให้บรรยากาศของโลกพอเหมาะ ให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ถูกทำลายไปมากด้วยสาเหตุนานาประการ จนหลายฝ่ายต้องช่วยกันออกมาตรการเพื่อให้รักษาป่าและปลูกป่ากันมากขึ้น ดังนั้น หากยังปล่อยให้มีการใช้ฟืนและถ่านในปริมาณมากต่อไป โดยไม่มีการควบคุมป่าอาจหมดไปจากประเทศไทยเช่นกัน

เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง เป็นแนวทางการคิดแบบพหุคูณครั้งทางระหว่างผู้ต้องการรักษาป่า และผู้ต้องการใช้ฟืนและถ่าน เป็นความร่วมมือของหลายหน่วยงาน อาทิ กรมป่าไม้ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และ ผู้ผลิตเตาหุงต้มในประเทศไทย



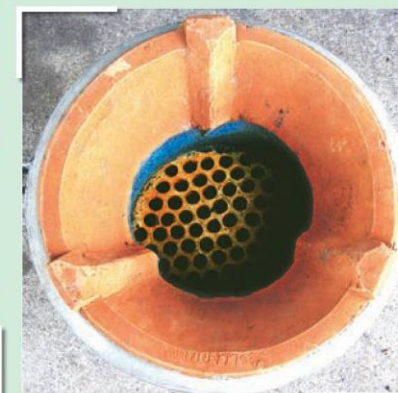
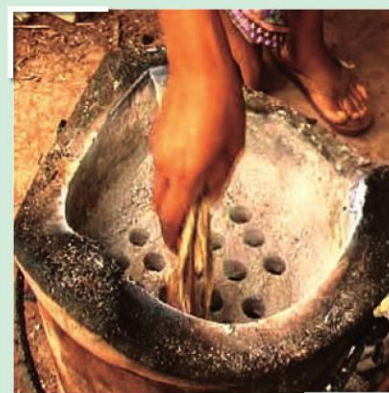
รูปที่ 1 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง (เตาซูเปอร์อั้งโล่)

1) หลักการทำงาน

เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง คือเตาอั้งโล่ที่ถูกปรับปรุงรูปทรง โดยใช้หลักวิชาการเข้ามาช่วยทำให้รูปร่างเพรียว สวยงาม ทนทานมากขึ้น จุดไฟติดเร็วขึ้น ไม่มีควันและแก๊สพิษที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ หุงต้มสุกเร็ว เก็บความร้อนได้นาน สามารถวางหม้อหรือภาชนะ ประกอบอาหารได้อย่างพอดีถึง 9 ขนาด ที่สำคัญคือ ประหยัดฟืนและถ่านได้มากกว่า เตาอั้งโล่ธรรมดาถึงร้อยละ 15-20 อธิบายง่ายๆ คือ เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง 1 เตา ใช้ถ่านน้อยกว่า เตาอั้งโล่รุ่นเก่าประมาณ 151 กิโลกรัมต่อปี ถ้าถ่านกิโลกรัมละ 5 บาท ก็สามารถประหยัดเงิน ได้ถึง ปีละ 755 บาท

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเตาอั้งโล่ทั้งตลาดกับเตาซูเปอร์อั้งโล่

เตาอั้งโล่ทั้งตลาด	เตาซูเปอร์อั้งโล่
• รูปแบบถ่ายทอดมาแต่โบราณ • เทอะทะ • วางหม้อได้น้อยขนาด (1-2 ขนาด) • เส้าเตาสูงและขอบเตาเว้ามาก • สูญเสียความร้อนมาก • ช่องบรรจุถ่านใหญ่ ต้องใส่ถ่านมากเกินความจำเป็น • รังผึ้งบาง ชำรุดง่าย • รูรังผึ้งใหญ่ดูดอากาศไม่ดี • ไม่มีฉนวนกันความร้อน หรือมีแต่บาง เก็บความร้อนไม่ได้ • ถังเปลือกเตาบาง ผุ กร่อนเร็ว • ความร้อนต่ำ 500-600 องศาเซลเซียส • อายุการใช้งานสั้น (ประมาณ 1 ปี) • สันเปลือกถ่านสูง ไม่ประหยัดถ่าน	• ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ • เพรียว เคลื่อนย้ายสะดวก • วางหม้อได้ 9 ขนาด เบอร์ 16-32 • เส้าเตาสูงกว่าขอบเตาเล็กน้อยและขอบเตาเสมอกันโดยรอบ • สูญเสียความร้อนน้อย • ช่องบรรจุถ่านเล็ก บรรจุถ่านได้ 400-500 กรัม พอเหมาะต่อ 1 หม้อ • รังผึ้งหนา และทนทาน • รูรังผึ้งเล็กและเรียวยาว และดูดอากาศได้ดี • มีฉนวนกันความร้อนได้นาน • ถังเปลือกเตาหนา ผุ กร่อนช้า • ความร้อนสูง 1,000-1,200 องศาเซลเซียส • อายุการใช้งานนาน (มากกว่า 2 ปี) • สันเปลือกถ่านน้อย ประหยัดถ่านได้ 30-40%



รูปที่ 2 แสดงเตาอั้งโล่แบบธรรมดาและเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและความประหยัดระหว่างเตาอังโล่ตามท้องตลาดและเตาซูปเปอร์อังโล่

ชนิดเตา	ราคาเตา	ประสิทธิภาพ (%)	จำนวนถ่านต่อปี (kg)	ค่าถ่านต่อปี (บาท)	ประหยัดถ่านต่อปี	
					(kg)	(บาท)
เตาอังโล่ท้องตลาด	50-75	21	547.50	2,373.50	-	-
เตาซูปเปอร์อังโล่	150-200	29	396.50	1,982.50	151	755

2) ขั้นตอนการผลิตเตาซูปเปอร์อังโล่

2.1) การคัดเลือกดินเหนียว

2.1.1) การหาแหล่งดิน มีความสำคัญต่อการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงมาก หากคัดเอาดินทั่วๆ ไป ที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมมาผลิตเตา จะทำให้เกิดปัญหา เช่น ปั่นขึ้นรูปได้ยาก เกิดการแตกร้าว ไม่คงทน เมื่อเผาเสร็จแล้วจากการทดลองและประสบการณ์ของช่างทำเตาตั้งแต่อดีต พบว่า ดินเหนียวที่เกิดจาก ตะกอนในที่ราบต่ำหรือตามลำน้ำเป็นวัตถุดิบที่ดีมากสำหรับปั้นเตา ดินเหนียวที่ขุดจากท้องนา (ควรขุดลึกกว่า 0.5 เมตรลงไป) ก็สามารถใช้ได้ดี ดินเหนียวจะมีสีแตกต่างกัน เช่น สีเทาอ่อน สีเทาแก่ น้ำตาลเข้ม แล้วแต่แหล่งที่มา แต่เมื่อเผาแล้วส่วนมากจะมีสีเหลืองหม่นหรือสีเทา ส่วนมากมักจะนำดินเหนียวมาผสมกับขี้เถ้า แกลบดำ หรือ ดินเชื้อ เพื่อให้เกิดความเหนียว ปั่นขึ้นรูปได้ง่ายและแข็งแรงเมื่อเผาแล้ว

2.1.2) ดินเหนียวโดยทั่วไปนิยมใช้ดินที่มีสีเทาเข้มในการปั้นเตา เนื้อดินควรมีส่วนประกอบของอนุภาคน้ำและเหล็กออกไซด์สูงเพื่อสามารถหลอมละลายได้ที่อุณหภูมิไม่สูงนัก และควรมีซิลิกาเป็นส่วนประกอบด้วยเพื่อเพิ่มความแข็งแรงแก่ชิ้นงานหลังการเผา นอกจากนี้ ในดินเหนียวยังประกอบด้วยสารอินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อเตาเพิ่มความเป็นฉนวน อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบต่างๆ ควรอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับขนาดของเมล็ดดินเหนียว หากมีเมล็ดขนาดใหญ่เป็นส่วนมากก็จะเกิดการแตกร้าวได้ง่าย ดังนั้น ดินเหนียวที่มาจากแหล่งที่แตกต่างกันก็อาจจะต้องมีการเตรียมดินที่แตกต่างกันไปด้วย



รูปที่ 3 ดินเหนียวที่ใช้ทำเตาซูปเปอร์อังโล่จากตลิ่งแม่น้ำมูลในประเทศไทย

2.1.3) ดินเชื้อ เป็นดินที่ทำมาจากส่วนผสมของดินเหนียวและ แกลบ นำมาปั้นเป็นก้อน แล้วเผาไฟจนสุก หลังจากนั้นจึงนำมาบดให้มีขนาดต่างๆ ตามที่ต้องการ แล้วใช้ผสมกับดินเหนียวใหม่ ก่อนนำไปปั้นเป็นชิ้นงาน โดยทั่วไปจะนำดินเชื้อมาผสมดินเหนียวในปริมาณ 20-50% แล้วแต่ประเภทของชิ้นงาน และคุณสมบัติของดินเหนียวที่นำมาใช้



รูปที่ 4 แกลบดำ

2.2) การเตรียมดิน

2.2.1) การหมักดินเหนียว ดินเหนียวที่จะนำมาใช้ต้องสะอาด ไม่มีเศษไม้ เศษหิน ถ้าเป็นก้อนใหญ่ก็ควรทุบให้ย่อยเป็นก้อนเล็ก ๆ ก่อนหมัก ควรตากไว้ให้แห้งอย่างน้อย 1 วัน แล้วนำลงบ่อหมัก แช่ไว้ในน้ำนานประมาณ 12-24 ชั่วโมง จนดินอมน้ำอย่างทั่วถึง แล้วนำมาเตรียมไว้ผสม



รูปที่ 5 แสดงบ่อหมักดิน



รูปที่ 6 แสดงดินเหนียวที่ผสมแล้ว

2.2.2) การนวดและผสมดิน นำดินที่หมักแล้วมานวดผสมกับ แกลบดำ นวดจนเข้ากัน (ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องนวดดินเพื่อความสะดวกและการผสมที่ดีกว่า) โดยทั่วไปจะใช้ดินเหนียว 2 ส่วน ต่อซีเมนต์แกลบดำ 1 ส่วน ซึ่งอัตราส่วนผสมนี้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินแต่ละแห่งด้วย ขณะนวดผสมดินจะพรมน้ำตามไปด้วยเพื่อให้ดินได้งอขึ้น ส่วนผสมที่เข้ากันดีแล้ว แล้วปิดด้วยพลาสติก หากยังไม่ใช้ทันทีเพื่อไม่ให้ดินผสมแห้งเกินไป



รูปที่ 7 เครื่องนวดผสมดิน และดินที่นวดแล้ว

2.3) การจัดเตรียมแม่แบบพิมพ์

การจัดเตรียมแม่แบบพิมพ์สำหรับทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง อาจต้องใช้ความสามารถเพิ่มมากขึ้น โดยการใช้ปูนซีเมนต์หรือวัสดุในท้องถิ่น มาจัดทำเป็นแม่แบบพิมพ์ แม่แบบพิมพ์มี 2 ชนิด คือ

(1) แม่แบบพิมพ์ภายนอก ใช้สำหรับทำตัวและส่วนฐานเตา

(2) แม่แบบพิมพ์ใน สำหรับทำปากเตา และเส้าเตา

ก่อนทำการปั้นและใช้แม่แบบพิมพ์ทุกครั้ง จะต้องโรยซีเมนต์รอบๆ แม่แบบพิมพ์ก่อน ป้องกันดินเหนียวติดแม่แบบ และปั้นไม้ได้รูปทรง



รูปที่ 8 แสดงแม่แบบพิมพ์ภายนอกและแม่แบบพิมพ์ภายใน

2.4) การปั้นขึ้นรูป และปรับแต่งเตา

นำดินที่หมักแล้วใส่ลงในแม่พิมพ์ภายนอก ซึ่งวางอยู่บนแท่น แล้วใช้มือตบปั้นขึ้นรูป เป็นทรงของเตาให้มีความหนาและขนาดภายในเป็นไปตามกำหนด แล้วตกแต่งผิวด้านในเตา ได้แก่ ห้องใต้รังผึ้ง ห้องเผาไหม้หลังจากนั้นจึงอัดทับด้วยแม่พิมพ์ภายใน เพื่อขึ้นรูปปากเตา และเส้าเตา



รูปที่ 9 การปั้นโดยใช้พิมพ์นอกและพิมพ์ในช่วยในการตกแต่งโพรงเตา

เมื่อได้ที่แล้วถอดแบบ นำเตาไปตากแดดผึ่งลมให้แห้งหมาด ๆ ประมาณ 2-3 วัน แล้วจึงนำเตามาปาดตกแต่ง ปากเตา เส้าเตา และเจาะช่องลม แล้วนำไปตากแดดผึ่งลม จนแห้งสนิท ใช้เวลาประมาณ 2-4 วัน จะได้เตาที่พร้อมจะนำไปเผา



รูปที่ 10 การผึ่งเตา การตกแต่งและการเจาะปากเตา

2.5) การทำรังผึ้ง

นำดินที่นวดผสมแล้วใส่ลงในแบบพิมพ์ทรงกระบอก ใช้มือกดดินให้เต็มแบบ ใช้โลหะบาง ปาดเอาดินส่วนที่เกินออก หลังจากนั้นปล่อยให้แห้งพอหมาดๆ ประมาณ 2-3 วัน แล้วใช้แม่แบบเจาะรู เจาะตามรูปแบบที่ต้องการ โดยรูที่รังผึ้ง จะต้องเป็นทรงกรวยคว่ำ ด้านบนเล็กกว่าด้านล่าง จากนั้นนำไปผึ่งลมอีก 2-4 วัน แล้วนำไปเผาจนสุกเพื่อเพิ่มความแข็งแรง



เตาที่ปั้นเสร็จแล้วยังไม่ได้ตกแต่ง



รังผึ้งที่ปั้นเสร็จแล้วรอการเจาะรู



เตาที่ปั้นเสร็จแล้วยังไม่ได้ตกแต่ง



รังผึ้งที่เจาะรูแล้ว

รูปที่ 11 แสดงส่วนต่างๆ ของเตา

2.6) การเผาเตา

การเผาเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงมีขั้นตอนเหมือนกันกับการเผาเตาหุงต้มทั่วไป หลังจากตกแต่งและตากแห้งแล้ว อาจจะตกแต่งสีเพื่อความสวยงาม แล้วนำมาเรียงเป็นชั้นในเตาเผา การเผาอาจจะใช้เตาอุโมงค์ โดยใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง หรือใช้เตาเปิด ที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงก็ได้



รูปที่ 12 แสดงเตาอุโมงค์



รูปที่ 13 แสดงเตาแกลบแบบเปิด

หากใช้เตาหม้ออาจใช้เวลาประมาณ 8-10 ชม. โดยใช้อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 800-1000°C แต่หากใช้เตาแก๊ส อาจใช้เวลาจนถึง 24-36 ชม. หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้เตาเย็นตัว ใช้เวลาประมาณ 24 ชม. แล้วค่อยนำออกจากเตาตรวจสอบสภาพทั่วไป หลังจากนั้นจึงนำไปบรรจุ ถึงสังกะสีต่อไป



รูปที่ 14 การนำเตาเผาเสร็จแล้วมาใส่กรอบสังกะสี แล้วอัดดินผสมเคลือบคำก่อนจะใช้ซีเมนต์ทาปิดทั้งขอบสังกะสีและตัวเตา

2.7) การนำเตาใส่ถึง ใส่รังผึ้ง และยาฉนวน

(1) การนำเตาใส่ถึง :

- เตรียมถึงที่จะใส่ เเจาะช่องให้ตรงและพอดีกับช่องไฟของเตา
- เอาดินเหนียวผสมซีเมนต์ 1 ส่วน ซีเมนต์ 10 ส่วน ผสมให้เข้ากันดีแล้ว จึงยกเตาลงถึง เอาดินผสมที่เตรียมไว้ใส่ลงด้านข้างเตาแล้วอัดให้แน่นที่ขอบเตา ติดกับถึงสังกะสีใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ผสมทรายละเอียดร่อน 1 ส่วน ยาที่ขอบเตา และขอบช่องไฟหน้าเตา

(2) การใส่รังผึ้งและยาฉนวน :

- วางรังผึ้งให้ระดับ ในตัวเตา

- แล้วนำดินที่ผสมไว้ (โดยใช้ดินเหนียว 1 ส่วน ซีเมนต์ 5 ส่วน) ผสมให้เข้ากัน ดีแล้ว
- ยากายในรอบ ๆ เตา บริเวณที่รังผึ้งสัมผัสกับผนังเตาทั้งด้านบนและด้านล่าง



รูปที่ 15 การฝังเตา การตกแต่งและการเจาะปากเตา



รูปที่ 16 การฝังเตา การตกแต่งและการเจาะปากเตา

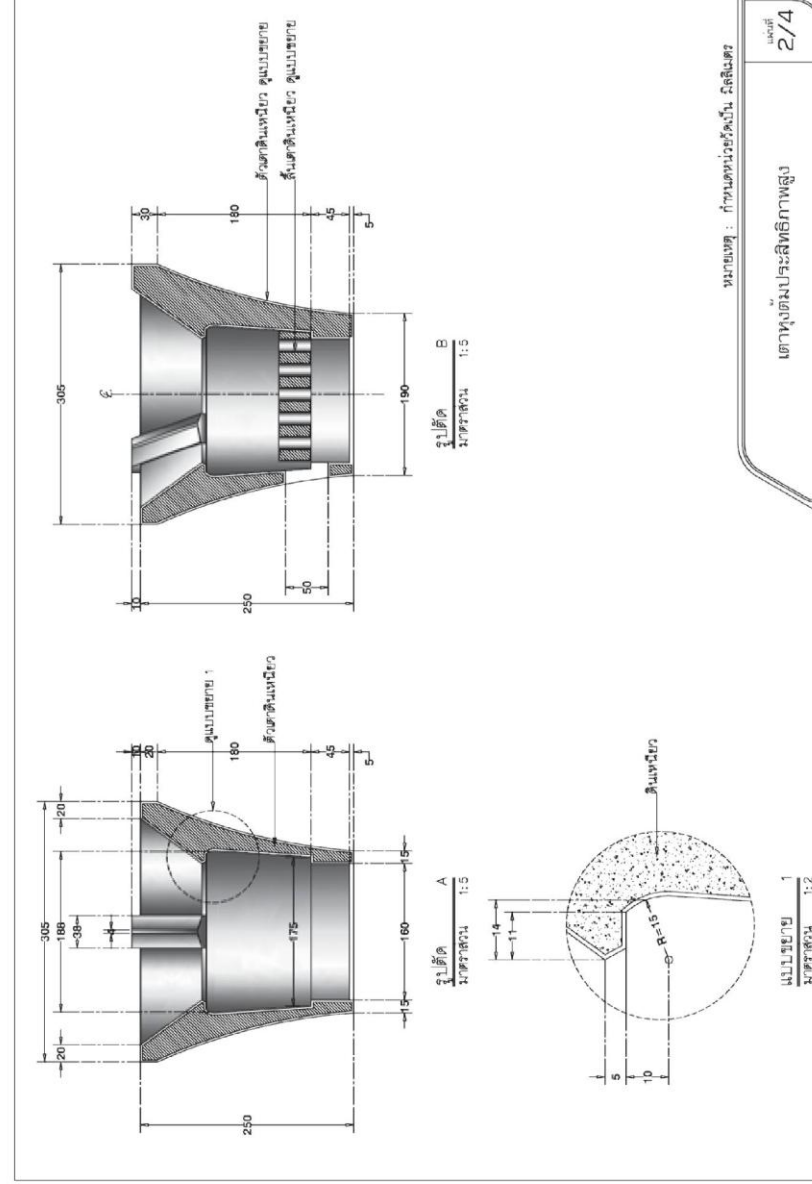
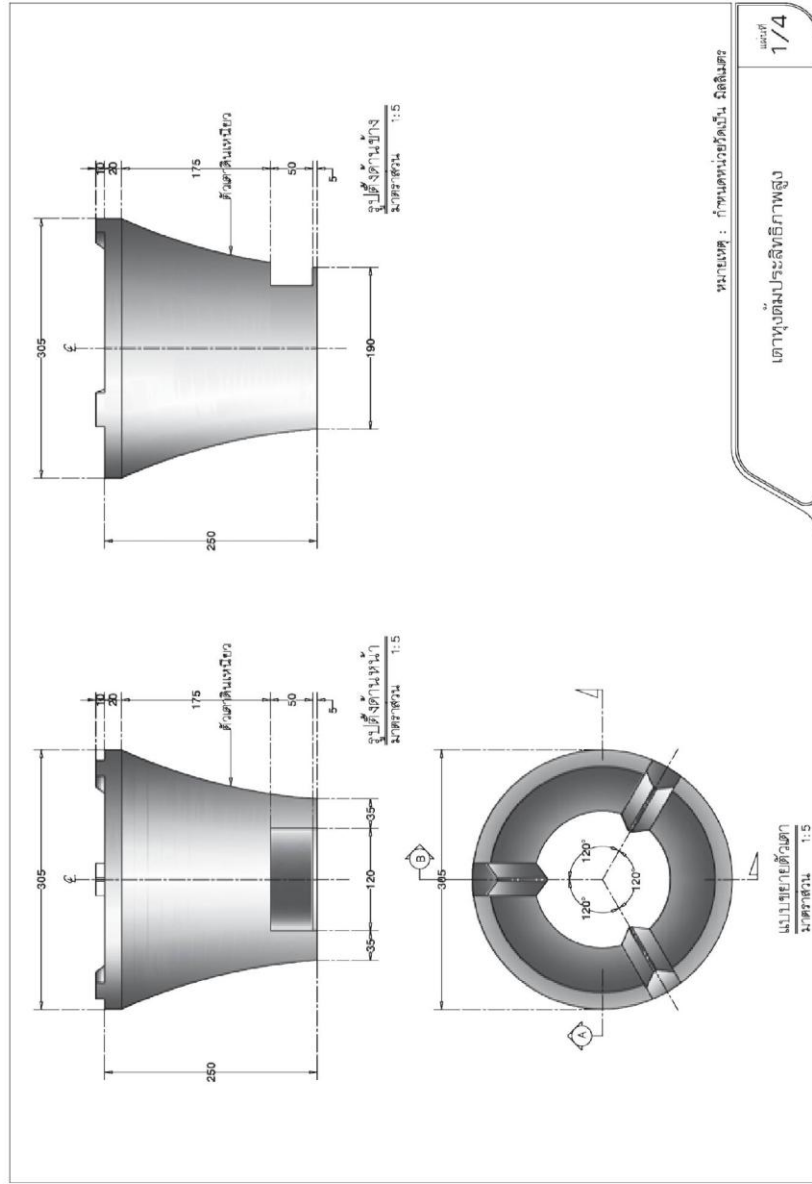
หลังจากนี้ถือว่า เสร็จสิ้นขบวนการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง หรือเตาซูเปอร์อั้งโล่ สามารถส่งออกขาย หรือวางตามตลาดเพื่อจำหน่ายต่อไป

เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง
(เตาซูปเปอร์อั้งโล่)



แบบเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง
(เตาซูปเปอร์อั้งโล่)







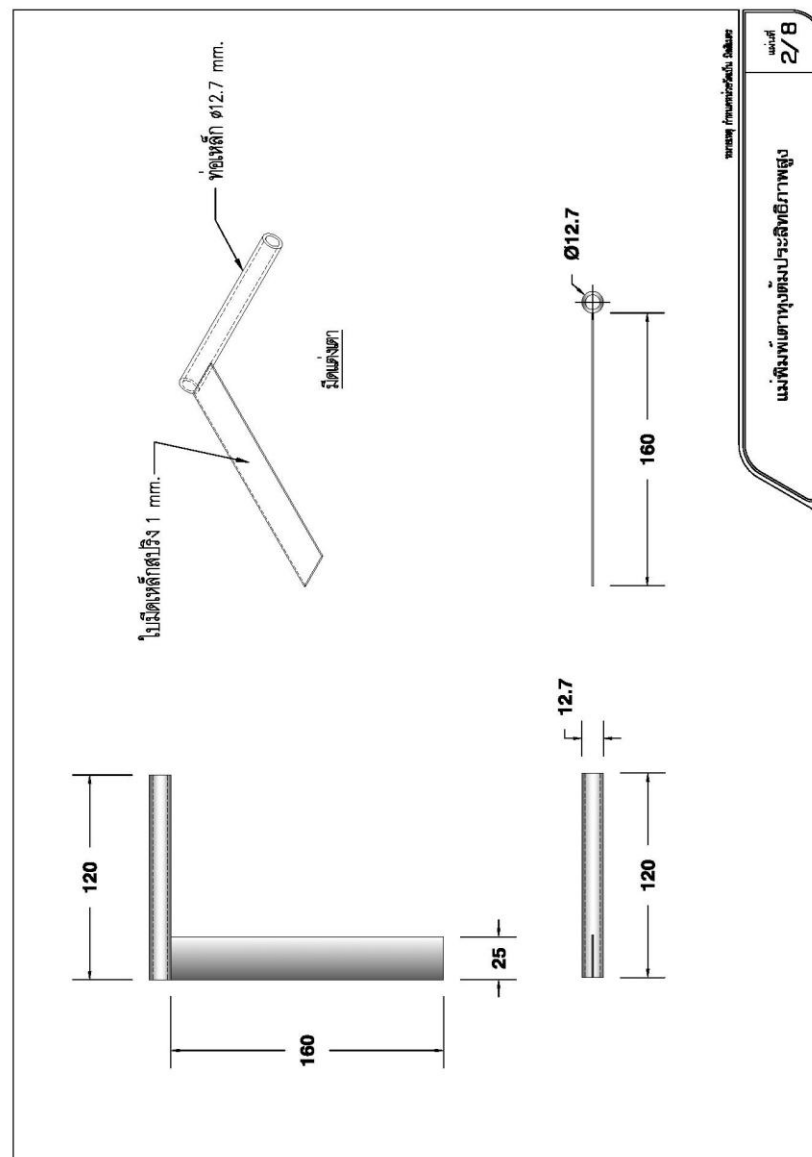
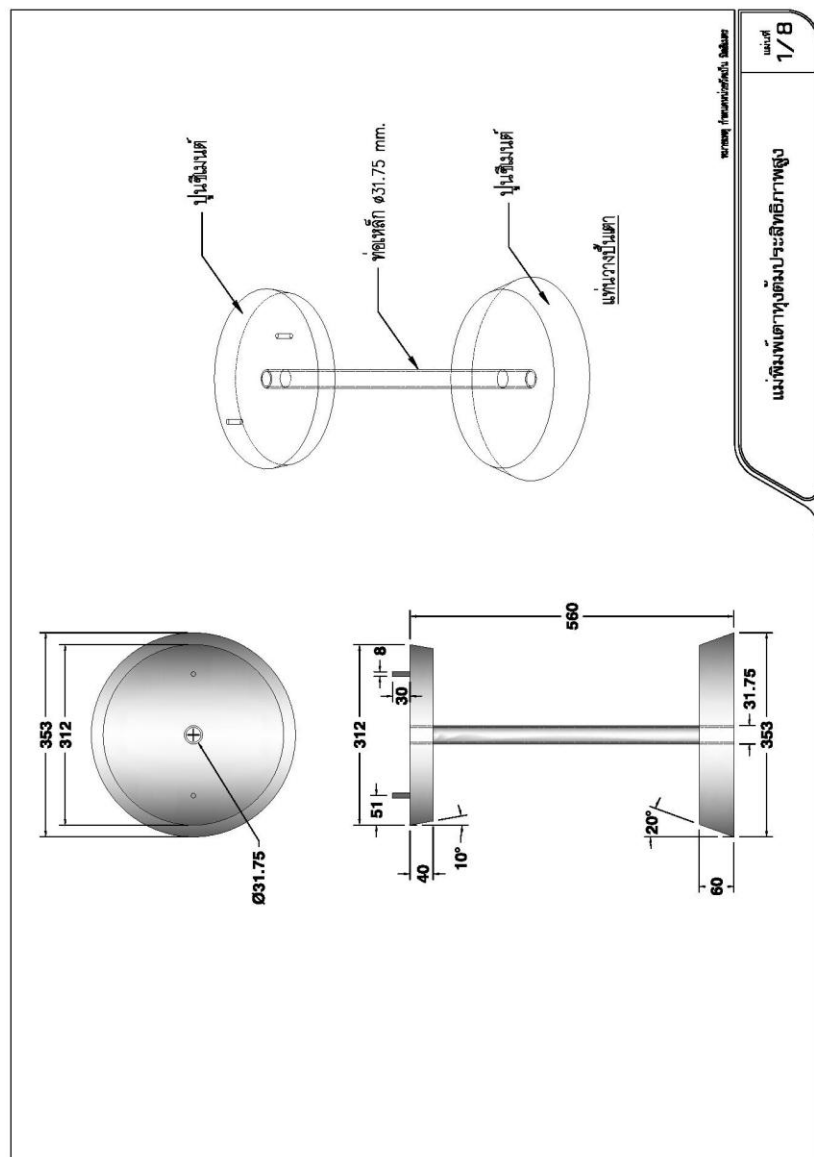
เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

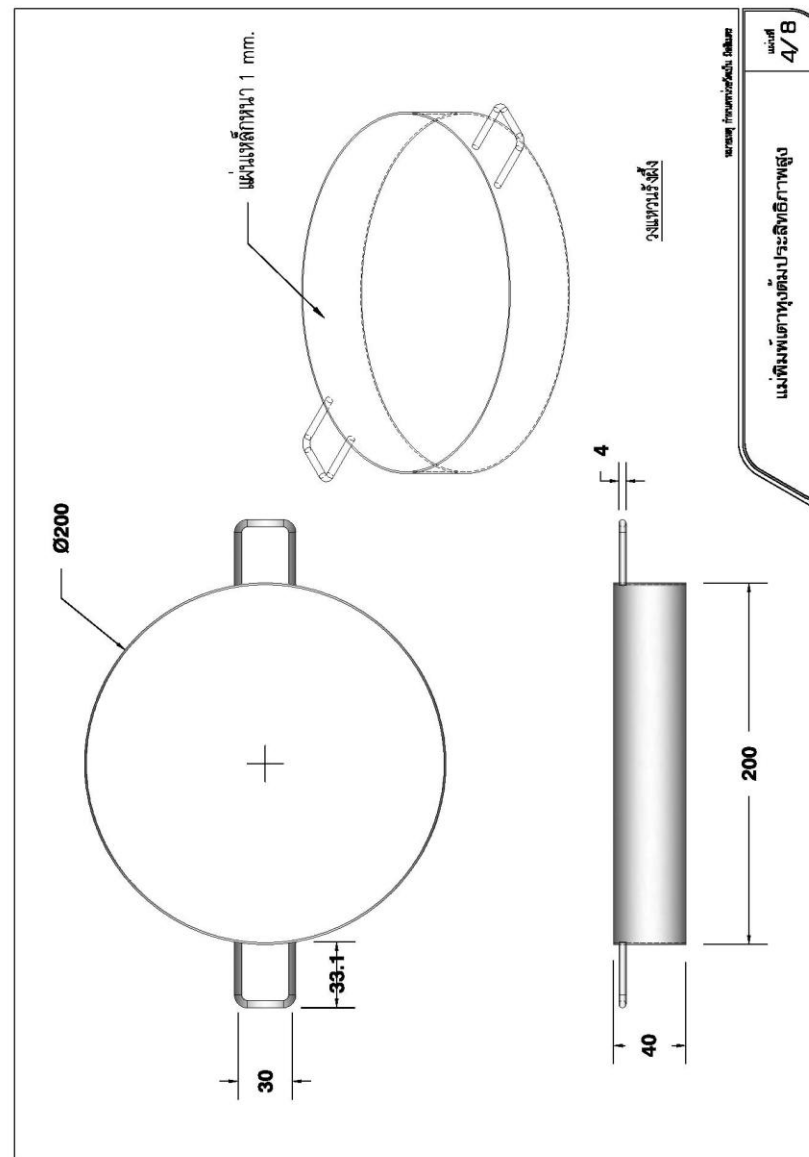
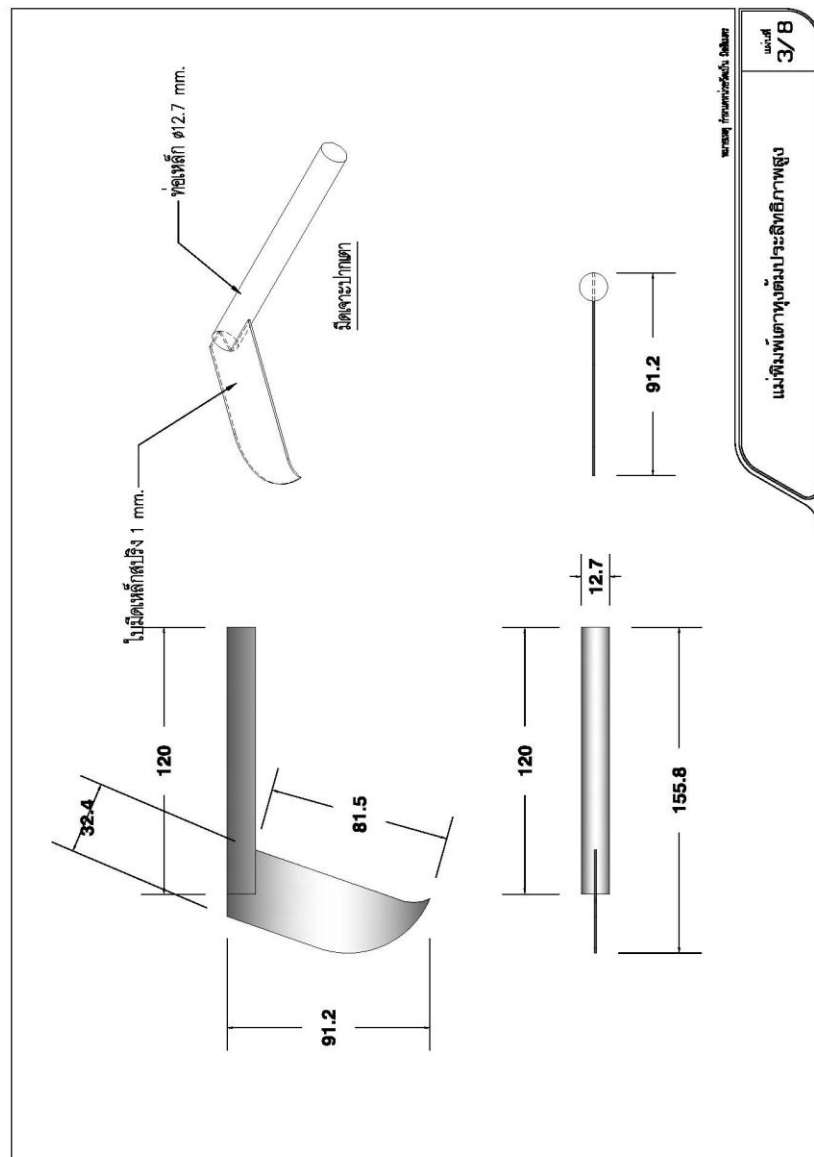
3/4

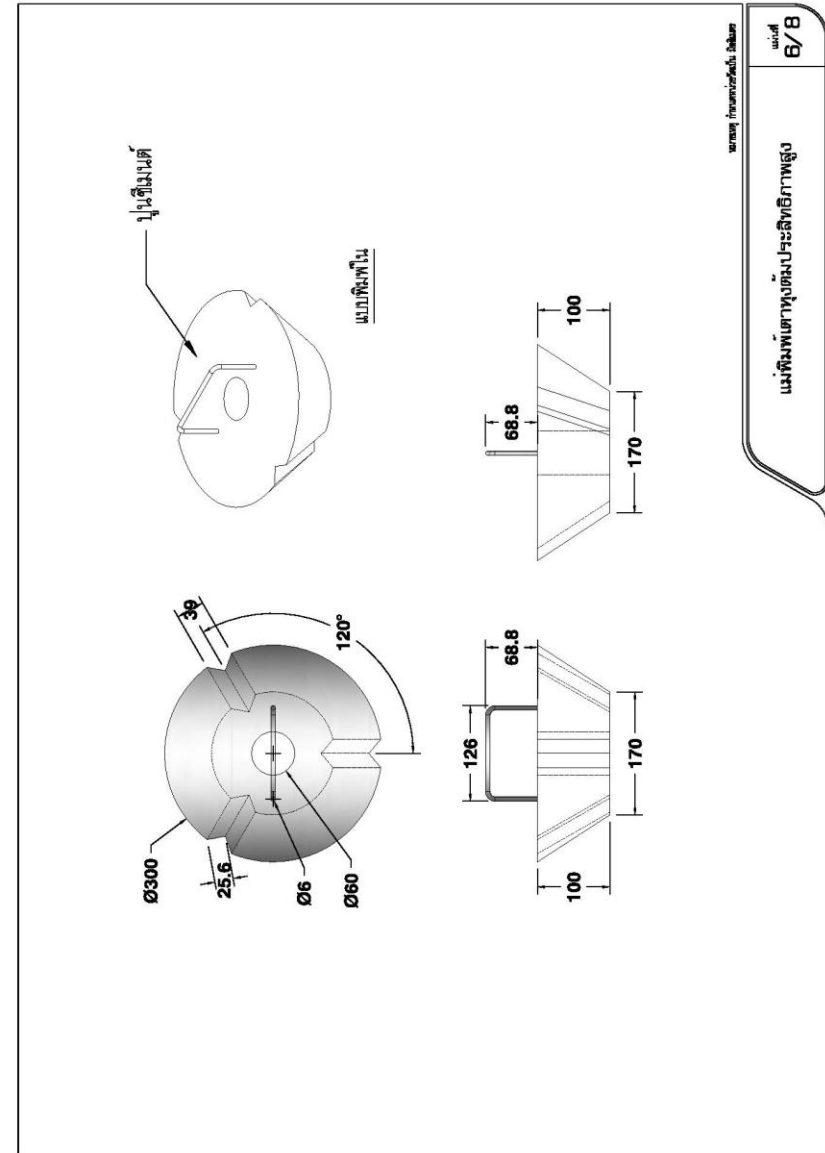
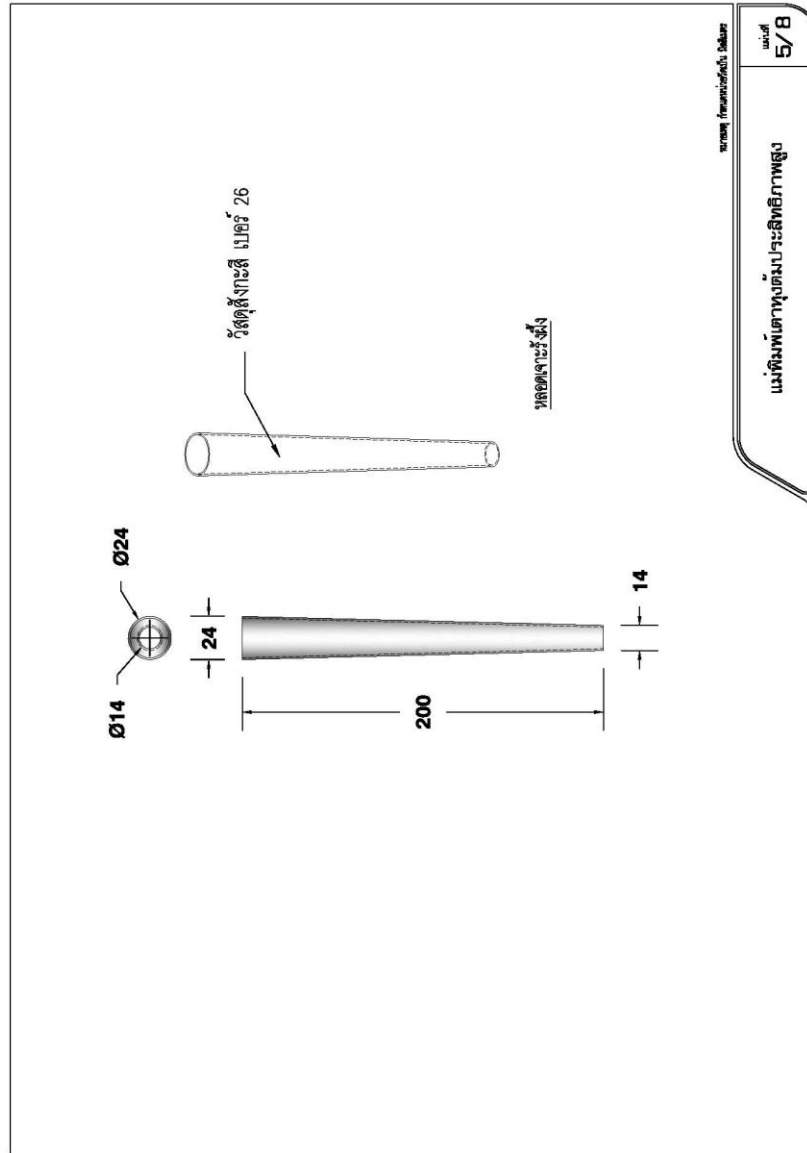


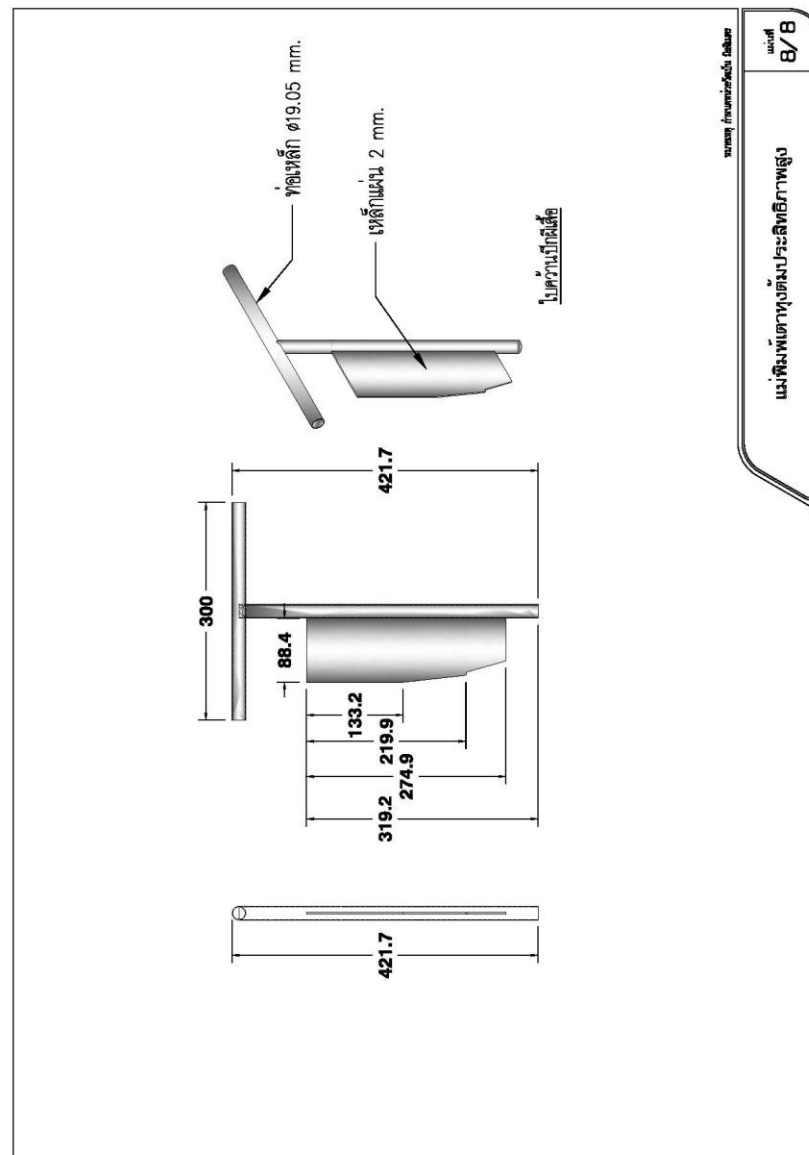
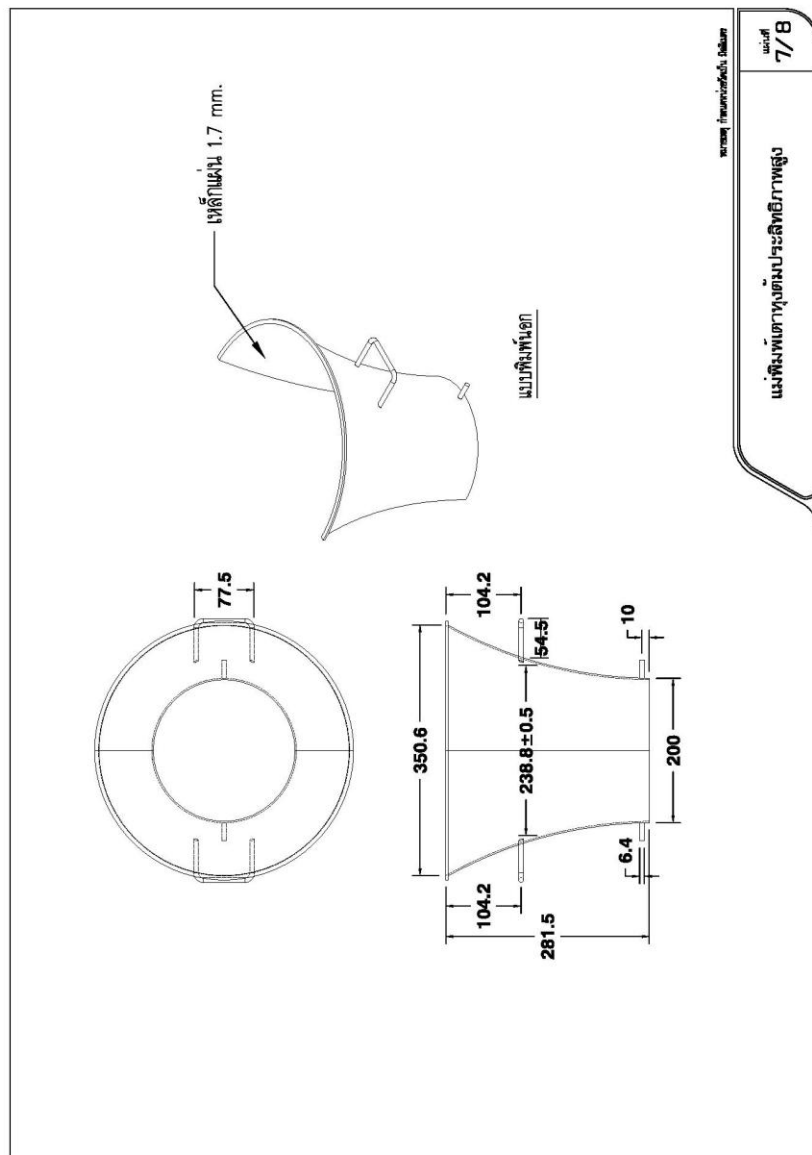
เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

4/4
warm









เตาแก๊สชีวมวล



เตาแก๊สชีวมวล แบบ WW.



เตาแก๊สชีวมวล แบบ WW.

เตาแก๊สชีวมวลเป็นเตาที่ถูกออกแบบและพัฒนาโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เพื่อใช้สำหรับการหุงต้มในครัวเรือน โดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น (Updraft Gasifier) ซึ่งเป็นการเผาไหม้ในที่จำกัดปริมาณอากาศให้เกิดความร้อนบางส่วน โดยความร้อนเหล่านี้จะไปเร่งปฏิกิริยาต่อเนื่องอื่นๆ ให้เปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งกลายเป็นแก๊สเชื้อเพลิง



รูปที่ 1 เตาแก๊สชีวมวล

1) ลักษณะเด่น

- ใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่าเตาธรรมดา
- เวลาการเผาไหม้นานกว่าเตาธรรมดา
- เวลาในการประกอบอาหารเร็วกว่าเตาธรรมดา
- สามารถใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ชานอ้อย ชังข้าวโพด กะลามะพร้าว ฯลฯ เป็นเชื้อเพลิงได้
- ไม่มีควันและกลิ่นรบกวนขณะประกอบอาหาร
- มีช่องเติมเชื้อเพลิง

2) หลักการทำงาน

เชื้อเพลิงจะถูกใส่ด้านบนของเตา อากาศไหลผ่านเข้าตะแกรงเตา ด้านล่าง บริเวณเหนือตะแกรงขึ้นไปจะเกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงเกิดปฏิกิริยาได้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำที่มีอุณหภูมิสูงไหลเข้าสู่ Reduction Zone ที่มีปริมาณคาร์บอนอยู่จำนวนมากและอุณหภูมิสูงมากกว่า 400 เซลเซียส บริเวณนี้ คาร์บอนไดออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนอุณหภูมิสูง ได้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทน ซึ่งก๊าซเหล่านี้สามารถติดไฟได้ แต่ปริมาณเปอร์เซ็นต์ ก๊าซที่เกิดขึ้นมาน้อยเพียงได้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้เผาไหม้



รูปที่ 2 การทำงานของเตาแก๊สชีวมวล

3) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

ลำดับ	วัสดุเตาแก๊สชีวมวลแบบใช้ฟืน
1	เหล็กแผ่น หนา 12 มิลลิเมตร
2	เหล็กแผ่น หนา 3 มิลลิเมตร
3	เหล็กแผ่น หนา 2 มิลลิเมตร
4	เหล็กแผ่น หนา 1 มิลลิเมตร
5	สแตนเลสแผ่น หนา 1.2 มิลลิเมตร
6	เหล็กแผ่นชุบอะลูมิเนียมซิงค์
7	เหล็กเส้น 15 มิลลิเมตร
8	ปูนซีเมนต์
9	ทราย

4) ส่วนประกอบของเตาแก๊สชีวมวล

ส่วนประกอบของเตาแก๊สชีวมวล ประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ

ดังนี้



รูปแบบเตา มีลักษณะเป็นทรงกลม เป็นผนังสองชั้น มีขนาดตามแบบ เปลือกเตา ทำจากวัสดุประเภทโลหะ



ภายในตัวเตามีห้องเผาไหม้ บริเวณ ด้านบนของห้องเผาไหม้ จะมีรูหรือช่อง เพื่อนำหรือส่งแก๊สจากห้องเผาไหม้ มาผลิต เป็นความร้อนทำจากวัสดุสแตนเลส ความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร



ตะแกรงรองรับเชื้อเพลิงสำหรับห้องเผาไหม้ ทำจากวัสดุโลหะ มีขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร



ฝาปิด-เปิดเตาทำจากวัสดุสแตนเลส ความหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร สามารถเลื่อนปรับอากาศได้ เพื่อช่วยเกิดการลุกไหม้ในห้องเผาไหม้ได้ดีขึ้น



ช่องเติมฟืนของตัวเตา ทำจากวัสดุเหล็ก มีความหนา ไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร



ระหว่างเปลือกเตาตัวนอก และเปลือกเตาตัวใน มีฉนวนกันความร้อน



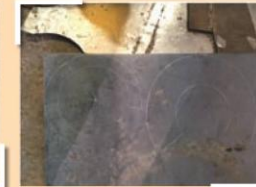
ตัวเตาจะต้องมีหูหรือมือจับ เพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายได้สะดวก ทำจากวัสดุ มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร



ถาดรองรับขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ สามารถถอด ทำความสะอาดได้ ทำจากวัสดุประเภทโลหะ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร

5) ขั้นตอนวิธีการประกอบเตาแก๊สชีวมวล

(1) เตรียมตัดแผ่นเหล็กเพื่อทำเปลือกเตา เปลือกเตาด้านใน ห้องเผาไหม้ คอเตา ฝารองเตา และที่ชักขี้เถ้า



(2) ม้วนเปลือกเตา เปลือกเตาด้านใน ห้องเผาไหม้ คอเตา และเจาะรูคอเตา



(3) ตัดเหล็กเพื่อทำตะแกรงดักขยะ



(4) ประกอบห้องเผาไหม้กับฝาเตา



(5) ตัดช่องปรับอากาศที่เปลือกเตา และเปลือกเตาด้านใน



(6) ประกอบเปลือกเตากับฝารองเตา ตัดเหล็กปิดช่องว่าง และประกอบส่วนฝาเตา



(7) ตัดและใส่ฉนวน



(8) เตรียมวัสดุทำที่ซักขยะ



(9) เจาะรูและประกอบใส่ที่ซักขยะ



(10) ประกอบถาดรองซีเมนต์



(11) ประกอบช่องปรับอากาศ



(12) ตัดและประกอบขาตั้งเตา



(13) ประกอบตัวเตากับ ห้องเผาไหม้ และฝาเตา



(14) ติดตั้งหุยกเตา



(15) ติดตั้งเสารองกระทะ



6) วิธีการใช้งาน

6.1) การจุดเตาแก๊สชีวมวล (ฟืน/เศษไม้)

(1) เชื้อเพลิงที่ใช้

เตาชีวมวลสามารถใช้ได้กับ ถ่าน ไม้ หรือฟืน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2 นิ้ว ทั้งนี้จะต้องตัดเป็นชิ้นๆ ยาวประมาณ 1-2 นิ้ว และถ้าฟืนมีขนาดใหญ่ ให้ผ่าเป็น 2-4 ชิ้น เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ได้ดีและฟืนที่ใช้ไม่ควรมีความชื้นสูงมากนัก

(2) ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

เศษไม้/ถ่านไม้ 3 กิโลกรัม ใช้ได้ประมาณ 1 ชั่วโมง

(3) วิธีการใช้งานเตาแก๊สชีวมวล (ฟืน/เศษไม้)

- การเตรียมเตาชีวมวลก่อนใช้งาน กรณีเตาใหม่ในการใช้งานครั้งแรก ให้ทำการติดเตาเพื่อไล่ความชื้นในเตาประมาณ 2-3 ชั่วโมง ซึ่งในขั้นตอนนี้ให้เปิดช่องอากาศหน้าเตา และดึงถาดรับซีเมนต์ออก เพื่อให้เตาติดไฟได้ดี ในขั้นตอนนี้จะไม่เกิดแก๊ส

- ใส่เชื้อเพลิงจนเต็มถึงบริเวณช่องคอเตาตามรูป ทำการจุดเตาโดยใช้เศษไม้ขนาดเล็กเป็นเชื้อไฟ หลังจากไฟติดแล้วให้ลดเชื้อเพลิงให้เหลือประมาณ 1/2 ของห้องเผาไหม้

- ให้เชื้อเพลิงติดไฟก่อน ในช่วงแรกเตาอาจจะยังไม่เกิดแก๊สต้องทำการอุ่นเตาให้ร้อนประมาณ 20-30 นาที (เตาใหม่ใช้ครั้งแรกต้องติดไฟอุ่นเตาประมาณ 2-3 ชั่วโมง)

- เมื่อเตาร้อนได้ที่หลังจากจุดประมาณ 20-30 นาที ให้ลดช่องอากาศให้เหลือประมาณ 1 ใน 3 หรือ 1 ใน 4 และปิดถาดรับซีเถ้า สังเกตเปลวไฟที่คอเตา ซึ่งถ้าเกิดแก๊สจะเห็นเปลวไฟติดที่รู ที่คอเตา

- ในกรณีที่สังเกตไม่เห็นการเกิดแก๊สที่คอเตา ให้ทดสอบโดยการใช้ใบไม้ดับ 1-2 ใบ ใส่เป็นเชื้อเพลิงซึ่งจะเห็นการเกิดแก๊สได้ง่ายกว่าเชื้อเพลิงปกติ

- ในขณะที่ใช้งานให้ตั้งก้านสำหรับเขี่ยซีเถ้าออกเป็นระยะเพื่อระบายซีเถ้า

- ขณะใช้งานถ้าสามารถเติมเชื้อเพลิงได้ตลอดเวลาในขณะที่ใช้งาน

6.2) การดูแลรักษาเตาแก๊สชีวมวล

- (1) เก็บรักษาเตาไว้ในที่ร่ม ไม่เปียกฝนหรือในที่ที่มีความชื้นสูง

- (2) หมั่นทำความสะอาดเตาเพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งาน

- (3) ในการเคลื่อนย้ายเตาอย่าวางเตาแบบกระแทก เพราะอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับตัวเตาได้

6.3) ข้อควรระวังและการแก้ไขเบื้องต้น

(1) ข้อควรระวังในการใช้งาน

เนื่องจากเกิดแก๊ส CO ในขณะที่ใช้งาน ควรใช้งานในพื้นที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

(2) การแก้ไขเบื้องต้น

(2.1) จุดเตาไม่ติด

- ให้ตั้งถาดรับซีเถ้าออกจากเตา และเปิดหน้าเตาให้มากขึ้น

- เชื้อเพลิงที่ใช้มีขนาดใหญ่เกินไป หรือมีขนาดไม่สม่ำเสมอ

- เชื้อเพลิงมีความชื้นสูงเกินไป

(2.2) จุดติดแต่ไม่เกิดแก๊ส

- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำการอุ่นเตาแล้วในการใช้เตาครั้งแรกประมาณ 2-3 ชั่วโมง เนื่องจากเตายังมีความชื้นภายในเตาอยู่

- เชื้อเพลิงในเตามีมากเกินไปจนล้นถึงคอเตา ซึ่งจะทำให้เปลวไฟลอยขึ้นมา

- ตั้งก้านเขี่ยซีเถ้าเพื่อให้ถาดระบายออกจากเตา

- ตรวจสอบว่าปิดถาดรองรับซีเถ้าให้สนิท และปรับช่องอากาศเข้า

- เชื้อเพลิงมีขนาดใหญ่เกินไป

(2.3) เกิดควันในขณะที่ใช้งาน

- ตรวจสอบเชื้อเพลิงว่ามีความชื้นสูงเกินไปหรือไม่

- ย่อยขนาดเชื้อเพลิงให้เล็กลง

(2.4) เปลวไฟมากเกินไป

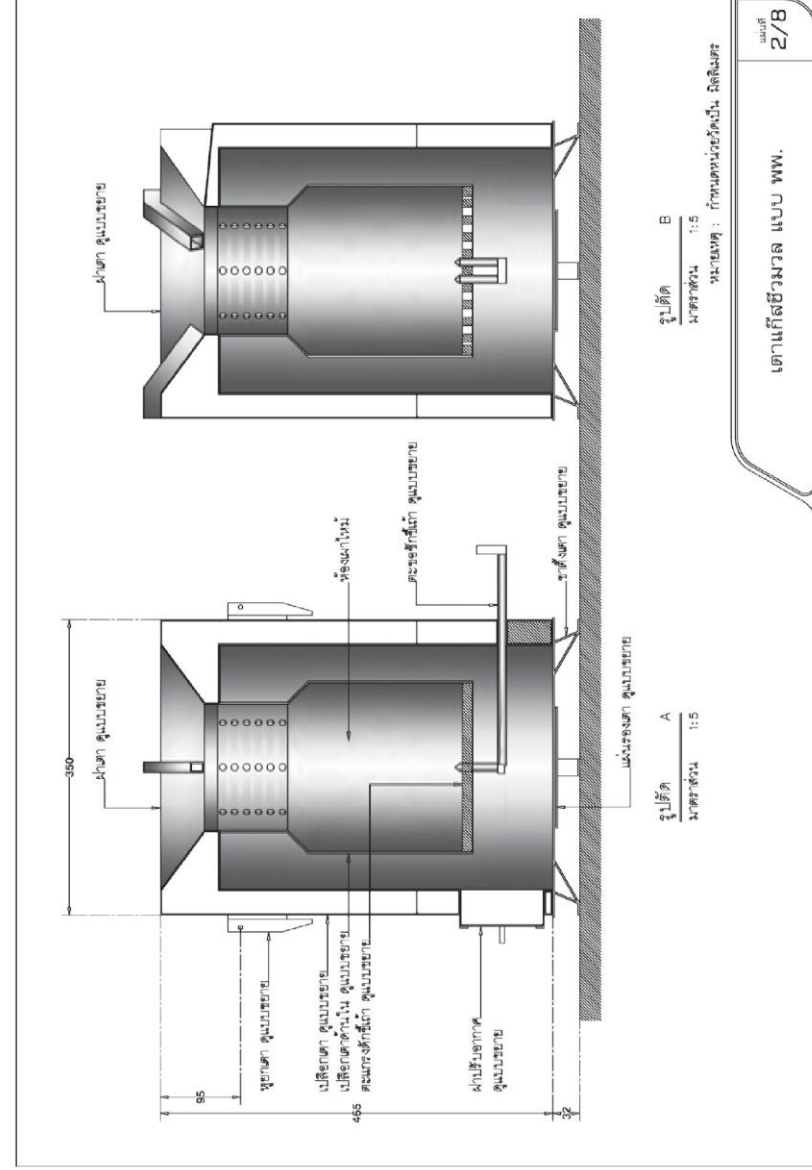
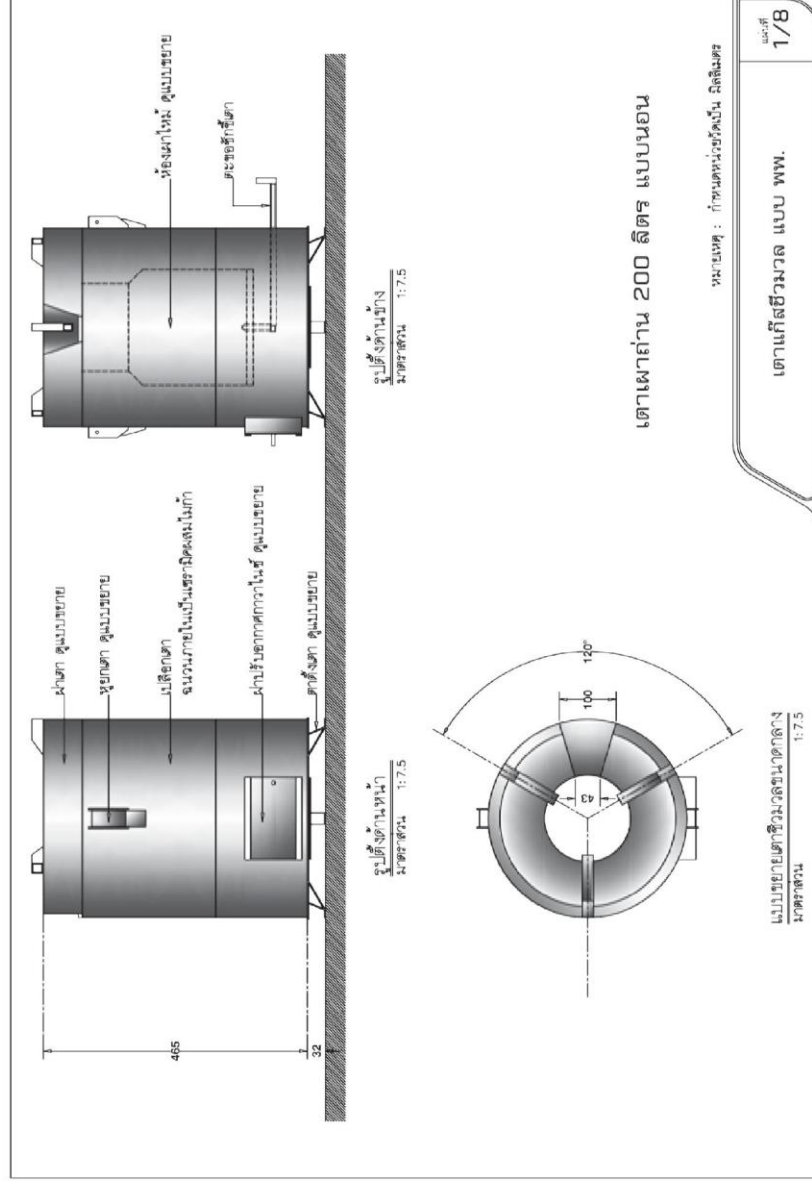
- ลดช่องลมให้อากาศเข้าน้อยลง

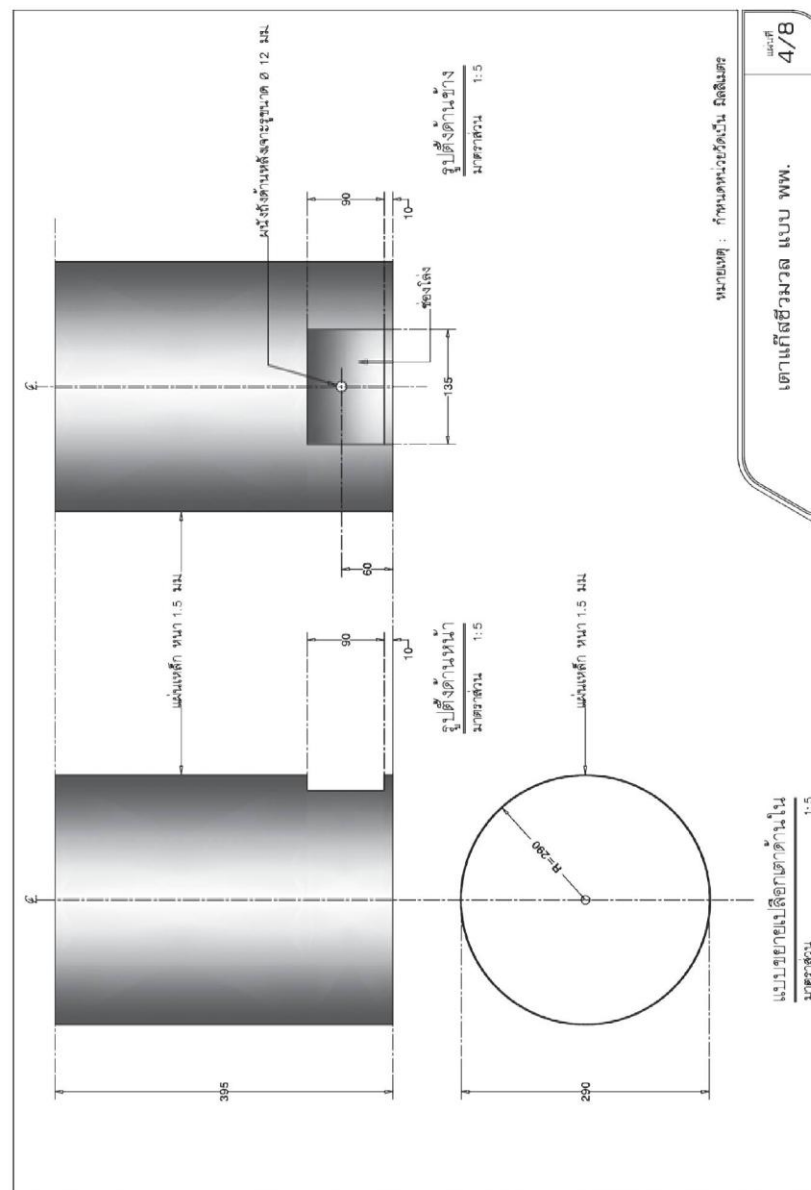
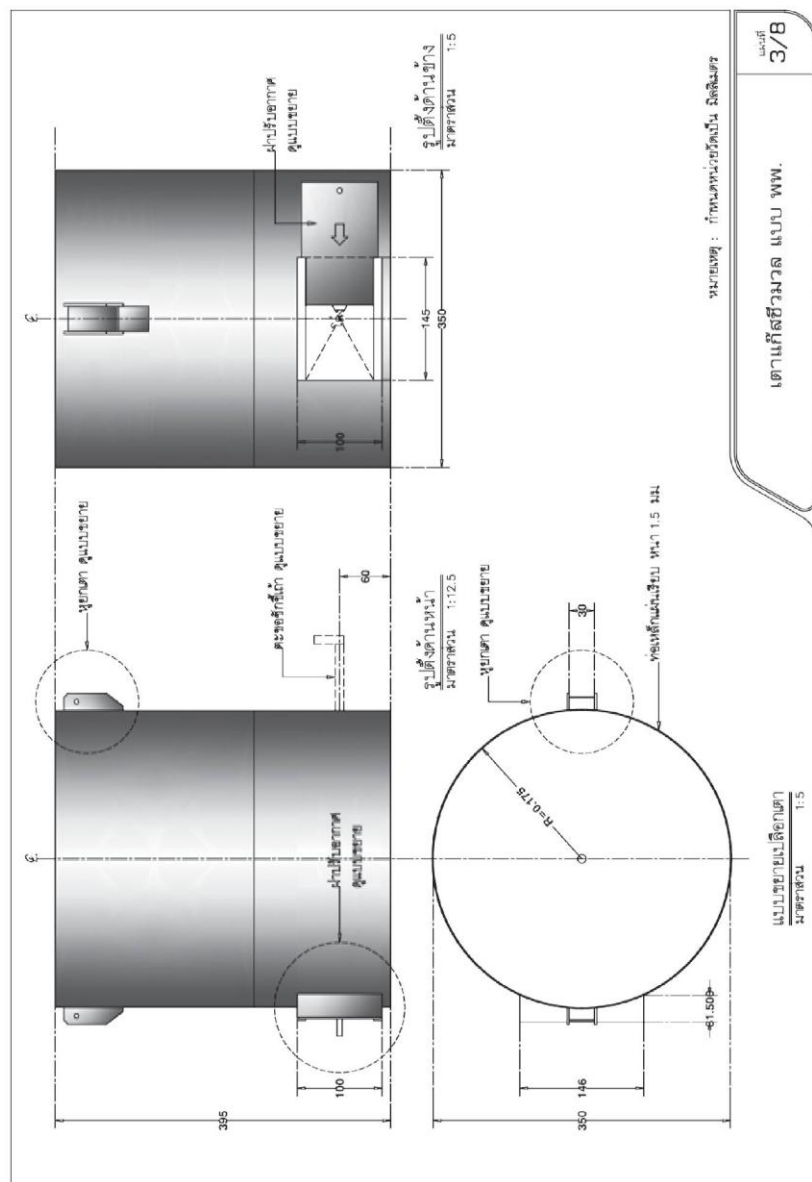
เตาแก๊สชีวมวล
แบบ WW.

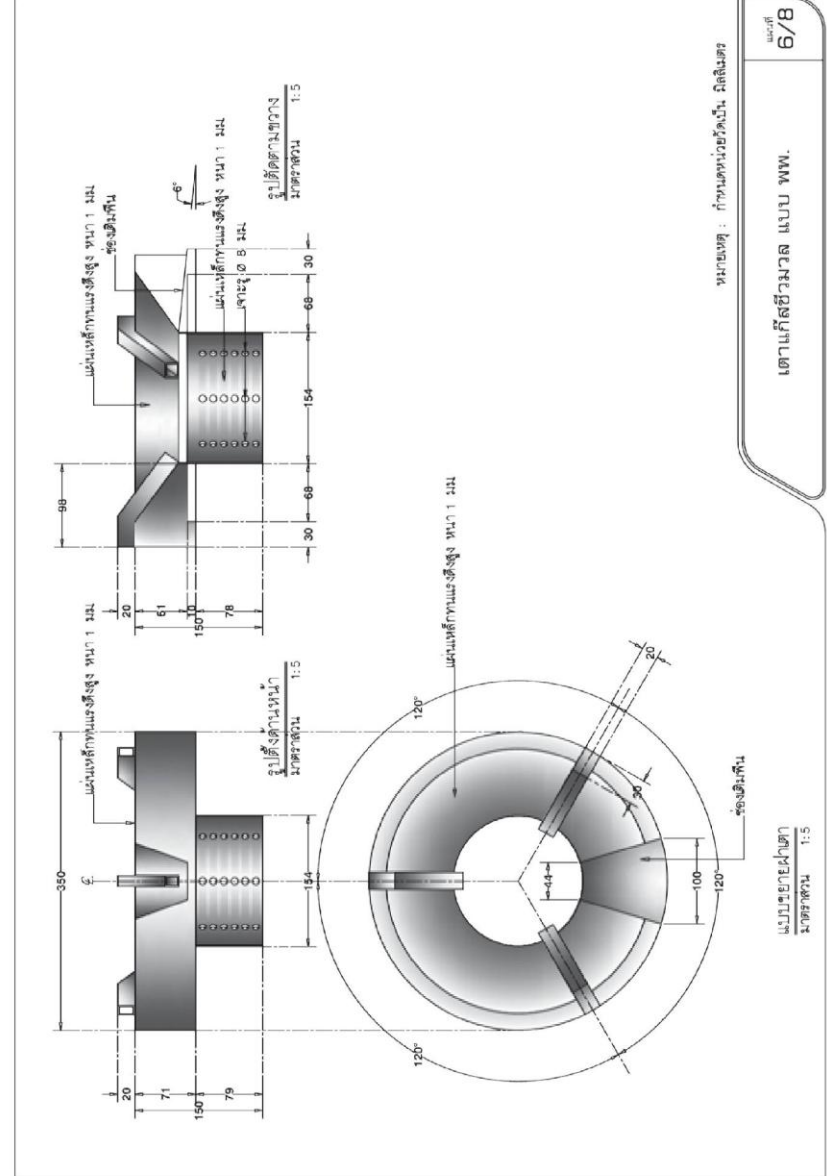
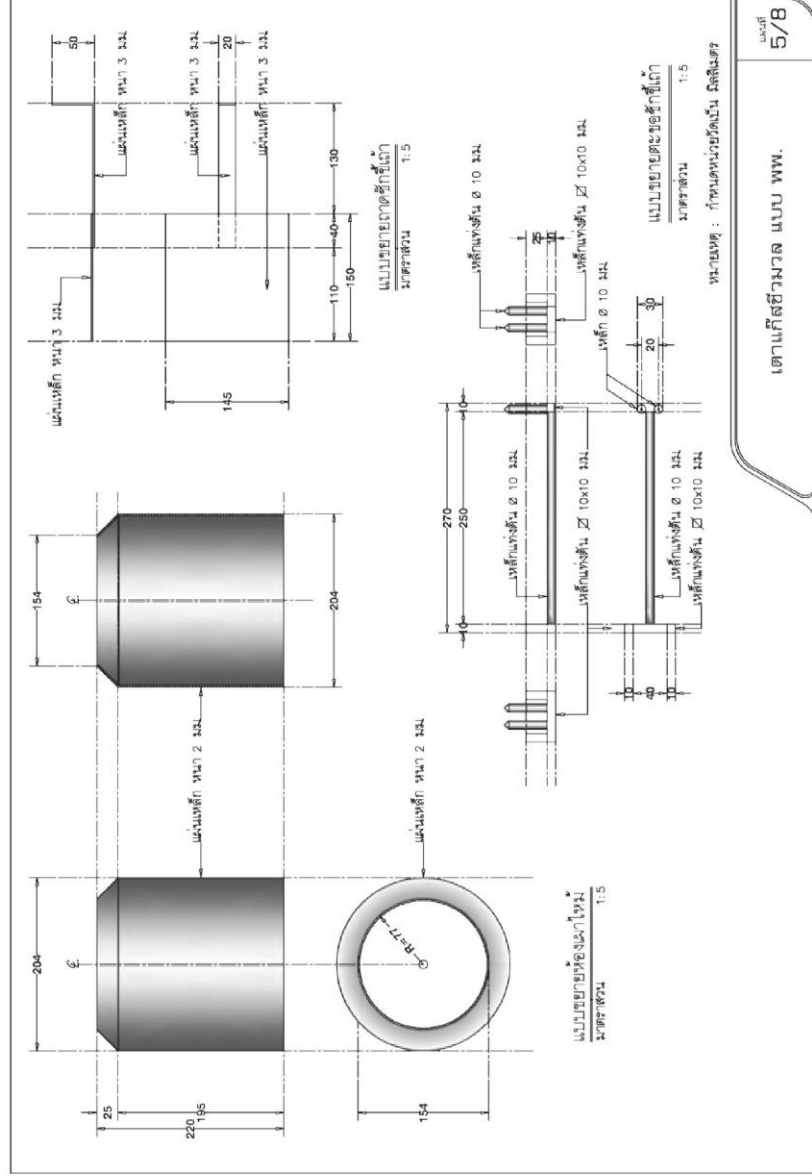


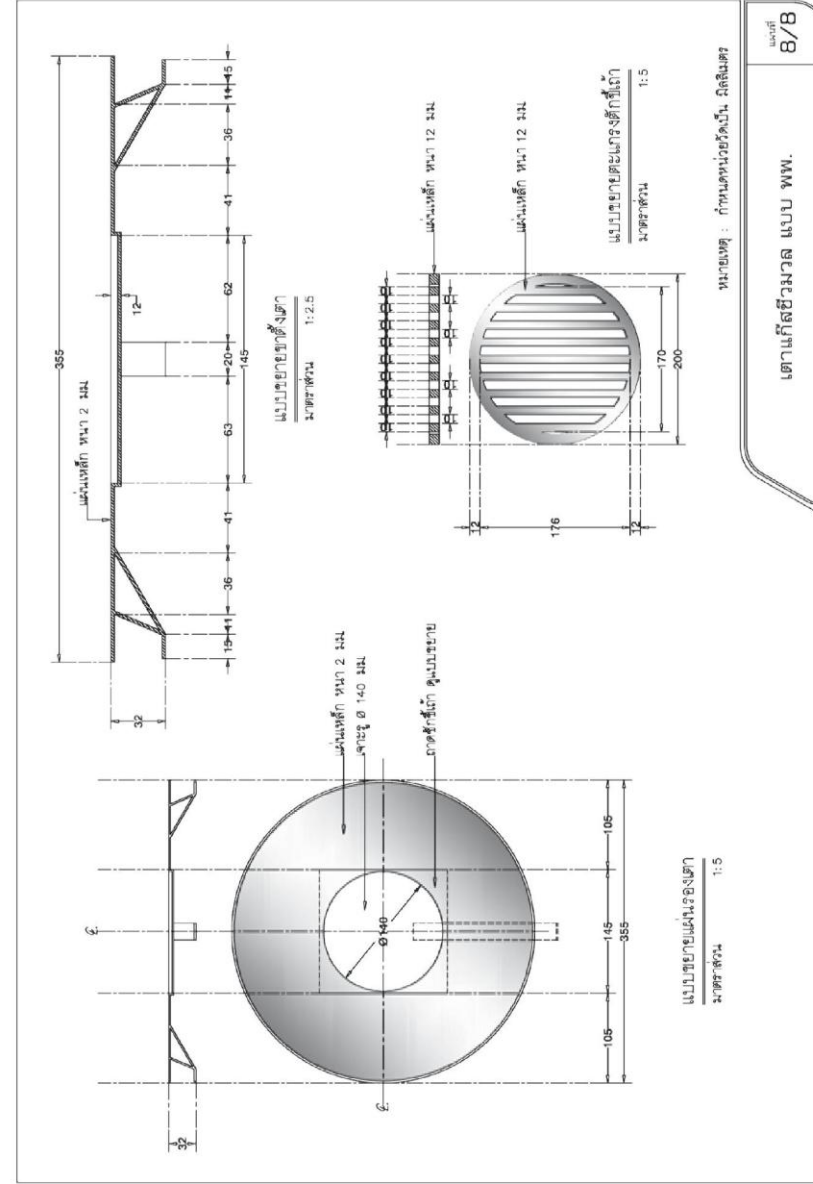
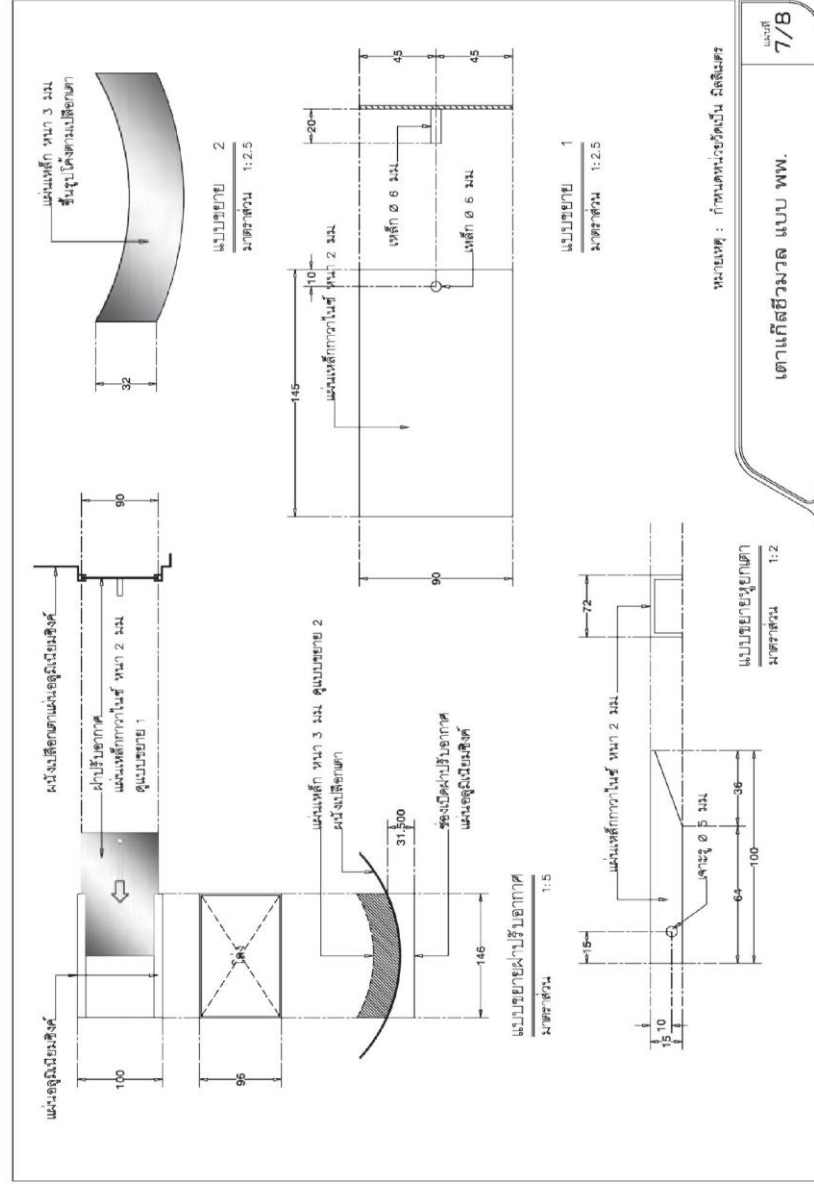
แบบเตาแก๊สชีวมวล
แบบ WW.











เตา ชีวมวลกลบ



เตา ชีวมวลกลบ

ก๊าซ LPG เป็นก๊าซที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในชุมชนเมือง เนื่องจากเป็นก๊าซที่มีการเผาไหม้ที่สะอาด ไม่มีควัน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ก็มีราคาที่สูงและต้องนำเข้าเชื้อเพลิงนี้เข้ามา อีกทั้งก๊าซ LPG ยังได้รับความนิยมในการนำก๊าซไปเติมลงในรถยนต์ด้วย ดังนั้นเตาชีวมวลกลบจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน เนื่องจากมีราคาที่ต่ำและหาได้ในชุมชน เมื่อเทียบกับ LPG ในปัจจุบัน

1) หลักการทำงาน

การทำงานจะเริ่มจากด้านบนของตัวเตา โดยบรรจุกลบในหีองเผาไหม้ และทำการจุดไฟที่ด้านบนของเชื้อเพลิง (กลบ) ภายในหีองเผาไหม้ในเตาและจะเกิดการลุกไหม้ลงสู่ด้านล่าง โดยที่อากาศจะไหลผ่านตะแกรงจากด้านล่างสวนขึ้นสู่ด้านบน แต่จะมีการควบคุมปริมาณอากาศให้พอเหมาะโดยใช้พัดลมหอยโข่ง ขนาด 12 โวลต์ และก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลออกจากด้านบนของตัวเตา เมื่อเปลวไฟลุกไหม้ลงสู่ด้านล่าง ส่วนของเชื้อเพลิงที่อยู่ด้านบนจะเกิดการลุกไหม้จนเหลือแต่ถ่าน เมื่อก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ในชั้นที่ลดลงมาผ่านชั้นของถ่านที่ร้อน จะเกิดการแตกตัวของก๊าซร้อน ได้ก๊าซที่เป็นเชื้อเพลิงที่เรียกว่า Producer Gas ซึ่งเป็นการเผาไหม้เพื่อนำความร้อนมาใช้ในการหุงต้ม เป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และสะอาด มีมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้ใช้งาน



2) ส่วนประกอบและโครงสร้างของเตาชีวมวลกลบ

2.1) ถังเตาชั้นนอก ใช้ถังบรรจุหัวน้ำหอมที่ใช้แล้ว หรือถังสำเร็จรูปอื่นๆ ที่หาได้ในท้องถิ่น ทั้งนี้ขนาดถังหรือสัดส่วนอื่นๆ สามารถปรับได้ตามความเหมาะสม หรือสามารถผลิตจากเหล็กแผ่นก็ได้

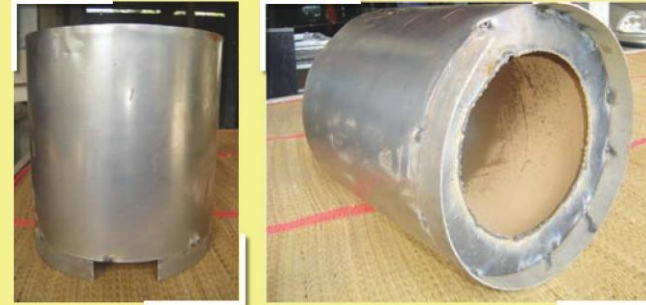
- ถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร
- เชื่อมหัวด้วยเหล็กเส้นขนาด 3 มิลลิเมตร
- เจาะช่องอากาศสำหรับใส่พัดลมเข้าด้านล่างเตา
- เชื่อมประกอบด้วยเหล็กกล่อง 3.5x7 เซนติเมตร



รูปที่ 1 แสดงลักษณะของถังชั้นนอก

2.2) ถังเตาชั้นใน

- เหล็กแผ่นหนา 0.5 มิลลิเมตร
- ถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร
- เจาะรูด้านล่าง เส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร
- ฐานด้านล่าง (ช่องอากาศหมุนวน) ขนาด Dai. 30x3 เซนติเมตร เว้นช่องว่าง ขนาด 7 เซนติเมตร สำหรับให้อากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้ทางด้านล่าง



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของถังชั้นใน

2.3) ถังห้องเผาไหม้

- เหล็กแผ่นหนา 1.5 มิลลิเมตร
- ตะแกรง ขนาดรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร
- ถังบรรจุกลบ Dai. 26x29 เซนติเมตร
- ปล่องไฟ Dai. 19x5 เซนติเมตร ตัดเฉียงโดยรอบ dai. 19 เซนติเมตร เพื่อให้ปล่องไฟรวมตัวกันขึ้นสู่กันภาชนะได้ดีกว่า
- เชื่อมตะแกรงเหล็กปิดด้านล่างของถังเผาไหม้ โดยให้สูงจากขอบถังด้านล่าง



รูปที่ 3 แสดงลักษณะของถังห้องเผาไหม้

2.4) ฝาเปิดเตาพร้อมเส้วางภาชนะ

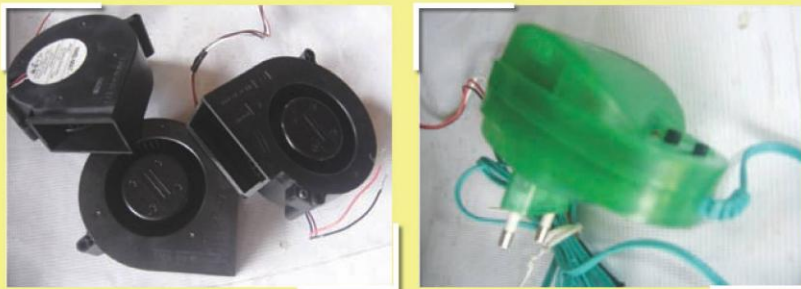
- เหล็กแผ่นหนา 2.00 มิลลิเมตร
- เส้วางภาชนะ เหล็กเส้นแบนหนา 2 มิลลิเมตร ตัดให้โค้งพอประมาณ
- ฝาปิดเตา Dai. 35x8 เซนติเมตร
- เส้สูง 5 เซนติเมตร
- เจาะรูฝาปิดเตา dai. 18 มิลลิเมตร (ช่องอากาศโดยรอบ)
- รูปลวดไฟ dai. 6 มิลลิเมตร จำนวน 3 วง



รูปที่ 4 แสดงฝาปิดเตาและเส้วางภาชนะ

2.5) พัฒลมหอยโข่ง ขนาด 3 นิ้ว รุ่น DC 12 Volt หาซื้อได้ตามร้านจำหน่ายวัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2.6) Adaptor AC/DC 12 Volt มีปุ่มปรับระดับแรงดันไฟฟ้าหาซื้อได้ตามร้านจำหน่ายวัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 5 แสดงพัฒลมหอยโข่งและ Adaptor AC/DC

3) ขั้นตอนการประกอบตัวเตา

3.1) นำถังเตาชั้นในสวมลงในถังเตาชั้นนอก

3.2) บรรจุฉนวนป้องกันความร้อนสูญเสียในช่องว่างระหว่างถังเตาชั้นนอกและชั้นใน โดยใช้ซีเมนต์กาว 6 ส่วนและดินเหนียว 1 ส่วน ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำมาบรรจุลงในช่องว่างระหว่างถังเตาชั้นนอกและถังเตาชั้นในอัดให้แน่น เหลือขอบด้านบนไว้ประมาณ 3 เซนติเมตร สำหรับฉาบปูนซีเมนต์ ปิดทับ



3.3) ฉาบปูนซีเมนต์ปิดทับด้านบน ฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันการหลุดร่อน เพิ่มความคงทน แข็งแรง สวยงาม

3.4) ประกอบถังห้องเผาไหม้ ฝาปิดและเส้

3.5) ทำสี ตกแต่งให้สวยงาม ตรวจสอบความเรียบร้อย



รูปที่ 6 แสดงการทาสีและตกแต่ง

4) ขั้นตอนการใช้งาน

4.1) นำเชื้อเพลิง (แกลบ, แกลบผสมขี้เลื่อย) บรรจุลงในห้องเผาไหม้จนเต็ม จากนั้นใช้มือกดลงให้แน่น (จากการทดลอง น้ำหนักแกลบ 2 กิโลกรัม)

4.2) นำถังห้องเผาไหม้วางลงในเตา แล้วฉีกกระดาษเป็นชิ้นเล็ก ๆ

4.3) นำพัดลมเติมอากาศ แบบ หอยโข่ง DC/12 volt ใส่ในช่องเติมอากาศด้านล่างเตาจากนั้นนำสายไฟ Adaptor เสียบกับปลั๊กไฟฟ้าภายในบ้าน ปรับปุ่มแรงดันที่ Adaptor ในระดับ 9 หรือ 12 volt สำหรับในกรณีที่ไม่มีไฟฟ้าหรือไม่ต้องการใช้ไฟฟ้า สามารถต่อวงจรพัดลมเข้ากับแบตเตอรี่ ขนาด 12 volt โดยขั้วบวกของพัดลมต่อวงจรเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ และขั้วลบต่อเข้ากับขั้วลบ

4.4) จุดไฟบนเศษกระดาษในถังเผาไหม้ สังเกตดูว่าไฟลุกไหม้ติดกับเชื้อเพลิงแกลบบริเวณส่วนบนจนหมดแล้วให้นำฝาปิดเตามาวางปิดเตา เปลวไฟก็จะพุ่งขึ้นสู่ด้านบนตามรูช่องไฟ หากเห็นว่าเปลวไฟพุ่งขึ้นสูงเกินไป หรือหากต้องการปรับความแรงของพัดลมก็สามารถปรับได้ที่ Adaptor ซึ่งมีให้เลือกหลายระดับตั้งแต่ ระดับ 3, 4.5, 6, 7.5, 9 และ 12 Volt

4.5) นำภาชนะหุงต้มวางบนฝาปิดเตาซึ่งมีเสารองรับ เพื่อประกอบอาหารต่อไป

4.6) การปิดเตา สามารถปิดได้โดยการปิดสวิทช์ที่ Adaptor แล้วถอดปลั๊กไฟ พัดลมก็จะหยุดหมุน ไฟก็จะดับ หรือหาฝามาปิดเตาด้านบน แต่ความร้อนยังระอุอยู่ในห้องเผาไหม้ เมื่อต้องการ ใช้งานต่อเนื่องอีก ก็เปิดพัดลมใหม่ในห้องเผาไหม้ก็จะสร้างแก๊สขึ้นมาอีกทีและจุดติดไฟได้เหมือนเดิม

หมายเหตุ

ปริมาณแกลบที่บรรจุในถังเผาไหม้มีน้ำหนัก 2 กิโลกรัม ซึ่งสามารถใช้งานต่อเนื่องได้นานประมาณ 40 นาที เพียงพอต่อการประกอบอาหารในแต่ละมื้อของราษฎร หากต้องการใช้งานยาวนานหลายชั่วโมง ให้นำถังเผาไหม้ที่แกลบลุกไหม้หมดแล้วมาเทออก แล้วบรรจุแกลบใหม่ เริ่มต้นจุดเตาใหม่เหมือนขั้นตอนที่หนึ่ง หรือสามารถสร้างประกอบถังเผาไหม้สำรองไว้ใช้งานอีกก็ได้

5) การดูแลรักษาเตา

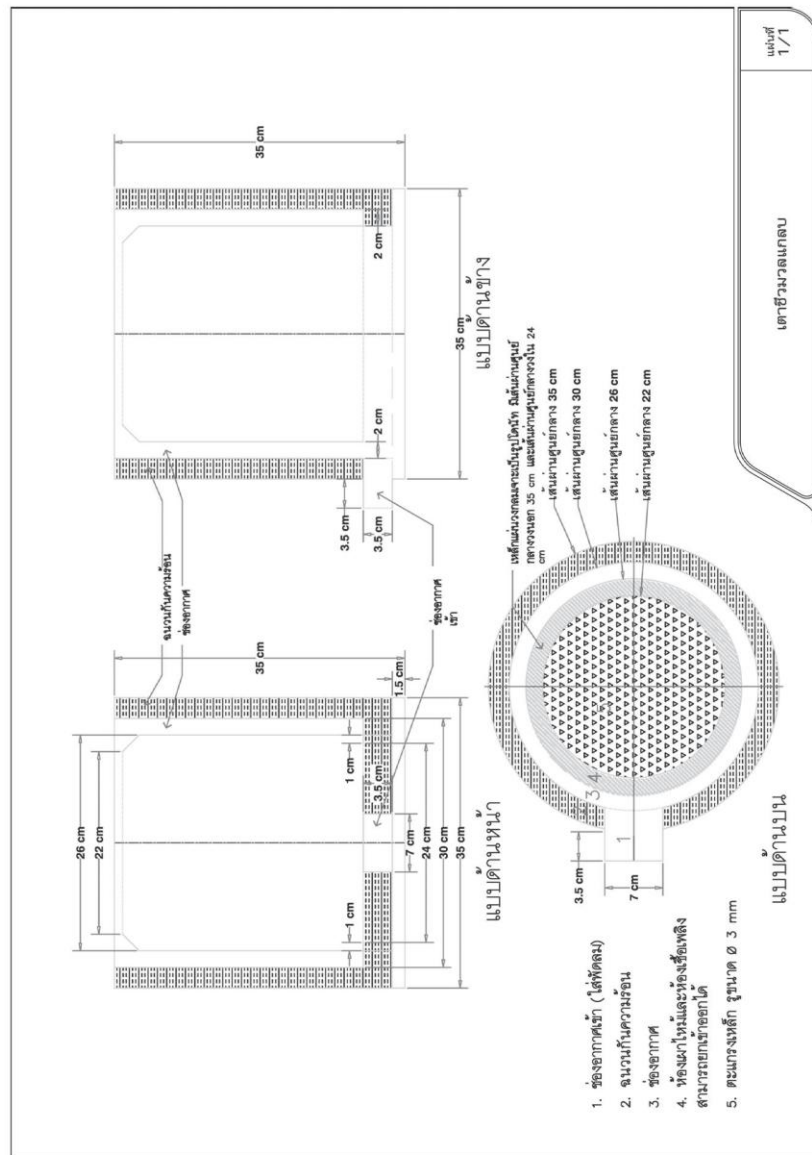
- ไม่ควรนำเตาไปวางตากแดด ตากฝนเพราะจะทำให้เกิดสนิมได้ง่าย และจะชำรุดเร็ว
- เมื่อใช้งานเสร็จควรนำขี้เถ้ามาเทออกจากห้องเผาไหม้
- หมั่นทาน้ำมันหรือสียป้องกันสนิมที่ตัวเตา จะทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานได้หลายปี
- ระมัดระวังการต่อวงจรไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ ควรระวังอย่าให้สายไฟสัมผัสกัน เพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการลัดวงจรได้ จะทำให้พัดลมชำรุดเสียหายได้

เตา
ชีวมวลกลอบ



แบบเตา
ชีวมวลกลอบ





เตา ชีวมวลเกลบ



เครื่องสูบน้ำ ระบบแก๊สซิฟิเคชัน



เครื่องสูบน้ำ ระบบแก๊สซิฟิเคชัน

1) หลักการทำงาน

1.1) การนำระบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ไปใช้กับเครื่องยนต์

โปรตีนเซอร์ก๊าซหรือก๊าซเชื้อเพลิงจากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ หนึ่งในวิธีการดังกล่าวคือการนำโปรตีนเซอร์ก๊าซมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ ประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ อัตราการผลิตก๊าซต่อเชื้อเพลิงจากเตาแก๊สซิไฟเออร์และระยะเวลาการตอบสนองของเครื่องยนต์ต่อแก๊สเชื้อเพลิงที่เข้าระบบ โดยอัตราการไหลของก๊าซที่เหมาะสมต่อเครื่องยนต์มีอัตราส่วนอยู่ในช่วงไม่เกิน 3:1

1.2) ขนาดของเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้กับเครื่องยนต์

ปัญหาที่พบโดยทั่วไปของการนำเตาแก๊สซิไฟเออร์ไปใช้กับเครื่องยนต์ คือ ขนาดของเตา ที่ใหญ่เกินไปจะทำให้เกิดน้ำมันดินในปริมาณมาก ทั้งนี้เนื่องจากเตาขนาดใหญ่ไม่สามารถควบคุมอัตรา การไหลให้อยู่ในระดับต่ำ เพื่อให้อุณหภูมิห้องเผาไหม้สูง และถ้าหากอุณหภูมิในห้องเผาไหม้อยู่ในระดับต่ำเกินไปจะทำให้เกิดน้ำมันดินในปริมาณมาก นอกจากนี้ขนาดของเตาที่ไม่เหมาะสม คือมีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไปจะทำให้เกิดภาวะความดันตกและอุณหภูมิของก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้สูงมากเกินไปจนไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้กับเครื่องยนต์ หลักการ โดยทั่วไปในการกำหนดขนาดของเตาที่เหมาะสมนั้นต้องทราบขนาดของแรงม้า (hp) ของเครื่องยนต์ที่จะนำมาใช้กับระบบหรือค่าพลังงานที่ต้องการ โดยขนาดของเครื่องยนต์ที่ใช้สามารถคำนวณได้จากปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับระดับ การขับเคลื่อนเครื่องยนต์ สำหรับเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีอัตรา การใช้เชื้อเพลิง ประมาณ 10 กิโลกรัมของไม้ฟืนเทียบเท่ากับ 1 แกลลอนของน้ำมัน เชื้อเพลิง จึงสามารถคำนวณปริมาณไม้ฟืนและขนาดของเตาที่เหมาะสมได้ เช่น

ในระบบเตาแก๊สซีฟิเออร์แบบไหลลง อัตราการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงสามารถคำนวณได้จากขนาดความจุสูงสุดของห้องเผาไหม้ โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ $0.9 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ ของก๊าซเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ต่อตารางเมตรของพื้นที่ห้องเผาไหม้

1.3) ระบบการนำแก๊สซีฟิเออร์ไปใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน

ระบบการนำก๊าซเชื้อเพลิงจากเตาแก๊สซีฟิเออร์ไปใช้กับเครื่องยนต์ประกอบด้วย เตาแก๊สซีฟิเออร์ ระบบทำความสะอาดก๊าซ ระบบลดอุณหภูมิก๊าซ ระบบเป่าเตา หน่วยผสมก๊าซ หรือคาบูเรเตอร์ และระบบเครื่องยนต์ โดยระบบผสมก๊าซมีลักษณะคล้ายกับระบบผสมเชื้อเพลิงเหลวในคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์แต่จะมีความทำงานที่ง่ายกว่านั้น ระบบผสมก๊าซเชื้อเพลิงจะมีหน้าที่ในการผสมเชื้อเพลิงกับอากาศในสัดส่วนที่เหมาะสม สำหรับโปรติวเซอร์ก๊าซที่ได้จากเตาแก๊สซีฟิเออร์จะมีอัตราส่วนประมาณ 1:1 ของเชื้อเพลิงต่ออากาศ ระดับการเปลี่ยนแปลงของการผสมเชื้อเพลิงจากโปรติวเซอร์ก๊าซจะมีความอ่อนไหวมากกว่าระบบเชื้อเพลิงน้ำมัน ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซที่ป้อนเข้าถูกผลิตอย่างต่อเนื่องจากเตาแก๊สซีฟิเออร์ซึ่งทั้งปริมาณและคุณภาพก๊าซเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จะไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ ระบบผสมก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีการนำมาใช้สำหรับโปรติวเซอร์ก๊าซ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเหมือนกับระบบคาร์บูเรเตอร์ ในแต่ละหน่วยการควบคุมจะมีอุปกรณ์ควบคุม เพื่อคอยวัดปริมาณของก๊าซที่ไหลเข้า และอุปกรณ์ควบคุมการผสมระหว่างอัตราส่วนของก๊าซเชื้อเพลิงต่ออากาศ อย่างไรก็ตามก็ถือว่าวาล์วปีกผีเสื้อ เป็นวาล์วที่นิยมนำมาใช้ เพื่อใช้ในการปรับอัตราส่วนของก๊าซเชื้อเพลิงต่ออากาศ แต่ข้อจำกัดของวาล์วปีกผีเสื้อจะมีความทำงานที่ค่อนข้างหยาบ ทำให้การใช้ระบบวาล์วปีกผีเสื้ออาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการปรับอัตราส่วนของก๊าซเชื้อเพลิงต่ออากาศในระบบผสมก๊าซ การใช้วาล์วควบคุมก๊าซจะสามารถควบคุมการปรับอัตราส่วนของอากาศที่เข้าเครื่องยนต์ได้อย่างละเอียดกว่า

1.4) การเดินระบบเครื่องยนต์

ถ้าในระบบเครื่องยนต์มีการติดตั้งการใช้เชื้อเพลิงเบนซิน การเดินเครื่องยนต์สามารถทำการติดเครื่องโดยใช้เชื้อเพลิงเบนซินก่อน ระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากเตาแก๊สซีฟิเออร์จะเริ่มทำการจุดเตา โดยการเปิดพัดลม

เพื่อไล่ก๊าซที่ค้างอยู่ในท่อและเผาไล่ก๊าซที่ไม่ได้คุณภาพในหน่วยเผาเชื้อเพลิงที่ติดตั้งหลังจากระบบทำความสะอาดก๊าซ เพื่อลดปริมาณน้ำมันดินและก๊าซที่ยังไม่ได้คุณภาพก่อนเข้าระบบเครื่องยนต์ หลังจากนั้นเมื่อก๊าซมีปริมาณน้ำมันดินลดลงจึงทำการปิดหรือหรีพัดลมและเปิดวาล์วก๊าซ จากนั้นจึงทำการปรับแต่อัตราส่วนของก๊าซและอากาศให้เหมาะสมต่อการเดินเครื่องยนต์ ในขณะเดียวกันจะเริ่มหยุดหรือลดการป้อนเชื้อเพลิงเหลว

2) ส่วนประกอบของระบบเตาแก๊สซีฟิเออร์

(1) เตาแก๊สซีฟิเออร์

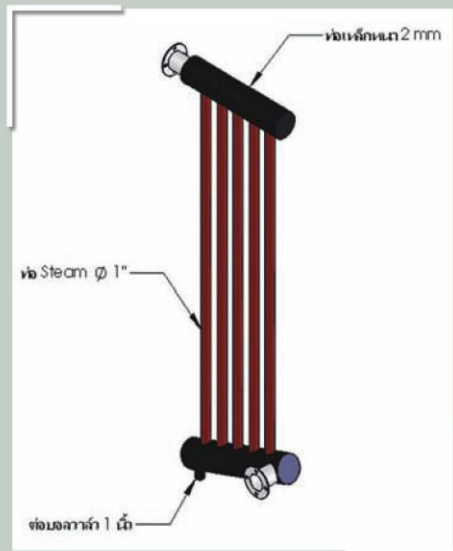
โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 0.36 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อเผาไหม้ 0.15 เมตร โดยมีฉนวนกันความร้อนตรงผนังด้านในของเตาปฏิกรณ์จะมีอิฐทนไฟหนา 0.05 เมตร บรรจุอยู่เพื่อกักเก็บความร้อนสูญเสียภายในเตา โดยเตามีความสูง 1.25 เมตร



รูปที่ 1 แสดงเตาแก๊สซีฟิเออร์

(2) ชุดลดอุณหภูมิ

ชุดลดอุณหภูมิของก๊าซ มีโครงสร้างมาจากเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร โดยใช้ท่อ Steam มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 1.20 เมตร ในการลดอุณหภูมิ จำนวน 5 ท่อดังรูป



รูปที่ 2 แสดงชุดลดอุณหภูมิของก๊าซ
ที่มา : ดร.ชัชวาล ชัยชนะ และคณะ (2551)

(3) เครื่องสูบน้ำ เครื่องยนต์ยี่ห้อ Panda รุ่น PD110 กำลังสูงสุด 11 แรงม้า

(4) ปั๊มสูบน้ำแบบหอยโข่ง ยี่ห้อ YAMAMOTOPUMP



รูปที่ 3 แสดงเครื่องสูบน้ำต่อกับปั๊มหอยโข่ง

(5) เศษไม้หรือเศษชีวมวลอื่นๆ



รูปที่ 4 แสดงเศษไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง

(6) พัดลมดูดอากาศ



รูปที่ 5 แสดงพัดลมดูดอากาศ

(7) สายส่งแก๊ส



รูปที่ 6 แสดงสายส่งแก๊ส

(8) ถังดักฝุ่นและถังเก็บแก๊ส



รูปที่ 7 แสดงถังดักฝุ่นและถังเก็บแก๊ส

(9) วาล์วปรับแก๊สและอากาศ



รูปที่ 8 แสดงวาล์วปรับแก๊สและอากาศ

(10) วาล์วปรับอัตราการไหลของน้ำ



รูปที่ 9 แสดงวาล์วปรับอัตราการไหลของน้ำ

3) วิธีการเดินเครื่อง

(1) เตรียมเศษไม้ที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิง ขนาดประมาณ 2-3 เซนติเมตร จำนวน 5-12 กิโลกรัม



รูปที่ 10 แสดงภาพการตัดเศษไม้

(2) นำเศษไม้ที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงมาตากแดดให้มีความชื้น 20-30 % หรือประมาณ 1-2 วัน



รูปที่ 11 แสดงภาพเศษไม้ที่กำลังการตากแดด

(3) นำเศษไม้มาซึบน้ำมันดีเซลแล้วใส่ลงในถังทำปฏิกิริยา

(4) เปิดวาล์วระบายที่หัวแก๊ส เปิดสวิตช์พัดลม แล้วจุดไฟในเตาปฏิกิริยา



รูปที่ 12 แสดงภาพการจุดไฟภายในเตา

(5) เมื่อเศษไม้ติดไฟจนทั่วแล้วนำเศษไม้ที่เตรียมไว้ใส่ลงไปในถังปฏิกิริยาจนเต็มห้องเผาไหม้

(6) ปิดช่องอากาศด้านบนให้เหลือประมาณครึ่งเซนติเมตร รอประมาณ 30 นาทีจนเศษไม้ข้างใน เกิดปฏิกิริยา

(7) ลองจุดไฟที่หัวเผา ถ้าไฟติดแสดงว่าเกิดแก๊สในระบบ



รูปที่ 13 แสดงการทดสอบจุดไฟที่หัวเผา

(8) สตาร์ทเครื่องยนต์เบนซินโดยใช้น้ำมันเบนซิน

(9) เปิดให้แก๊สเข้าเครื่องยนต์ ปรับอัตราส่วนอากาศให้พอเหมาะ โดยการปรับวาล์วแก๊สให้สุดและปรับวาล์วอากาศ 6 รอบ ซึ่งมีอัตราส่วนแก๊สกับอากาศเป็น 2:1 แล้วปิดการจ่ายน้ำมันเบนซินเข้าเครื่องยนต์

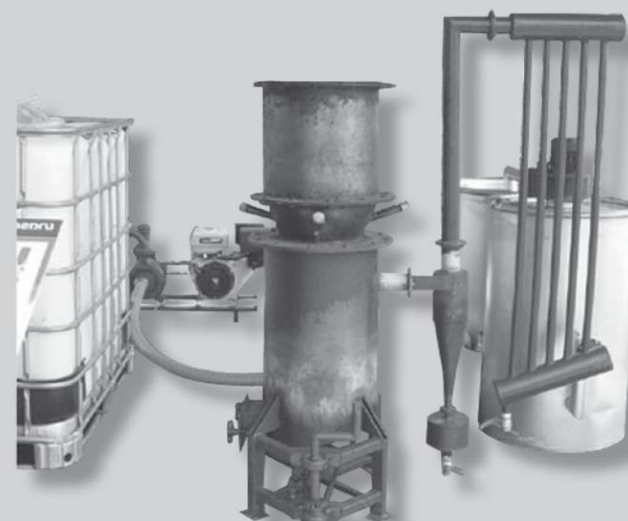


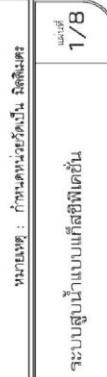
รูปที่ 14 แสดงการปิดจ่ายน้ำมันเบนซิน

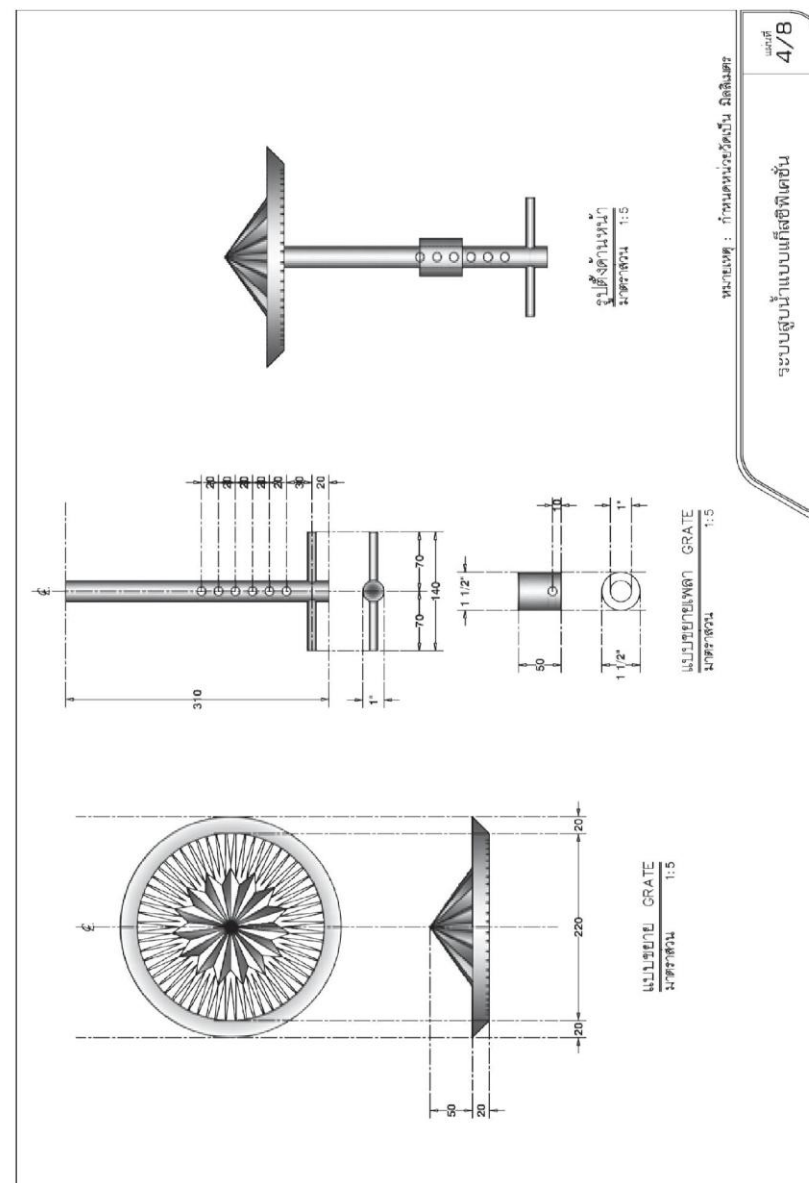
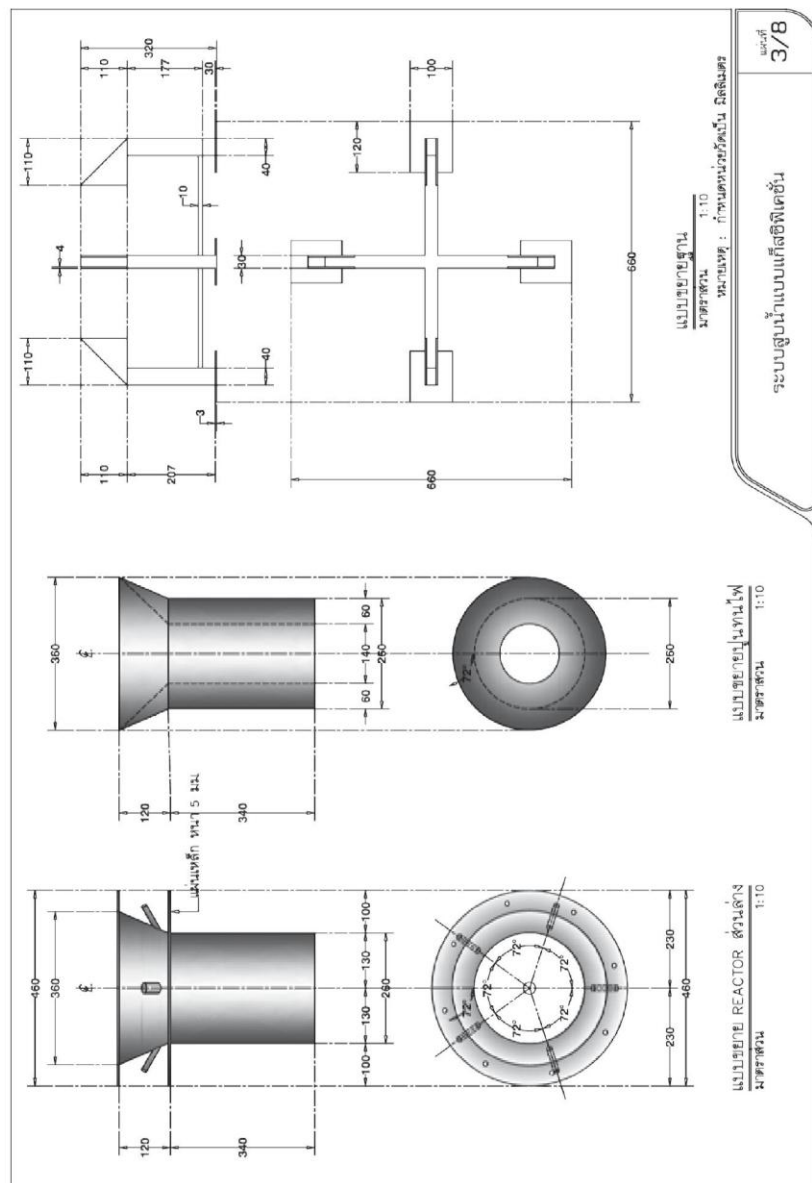
เครื่องสูบน้ำ
ระบบแก๊สซิฟิเคชัน

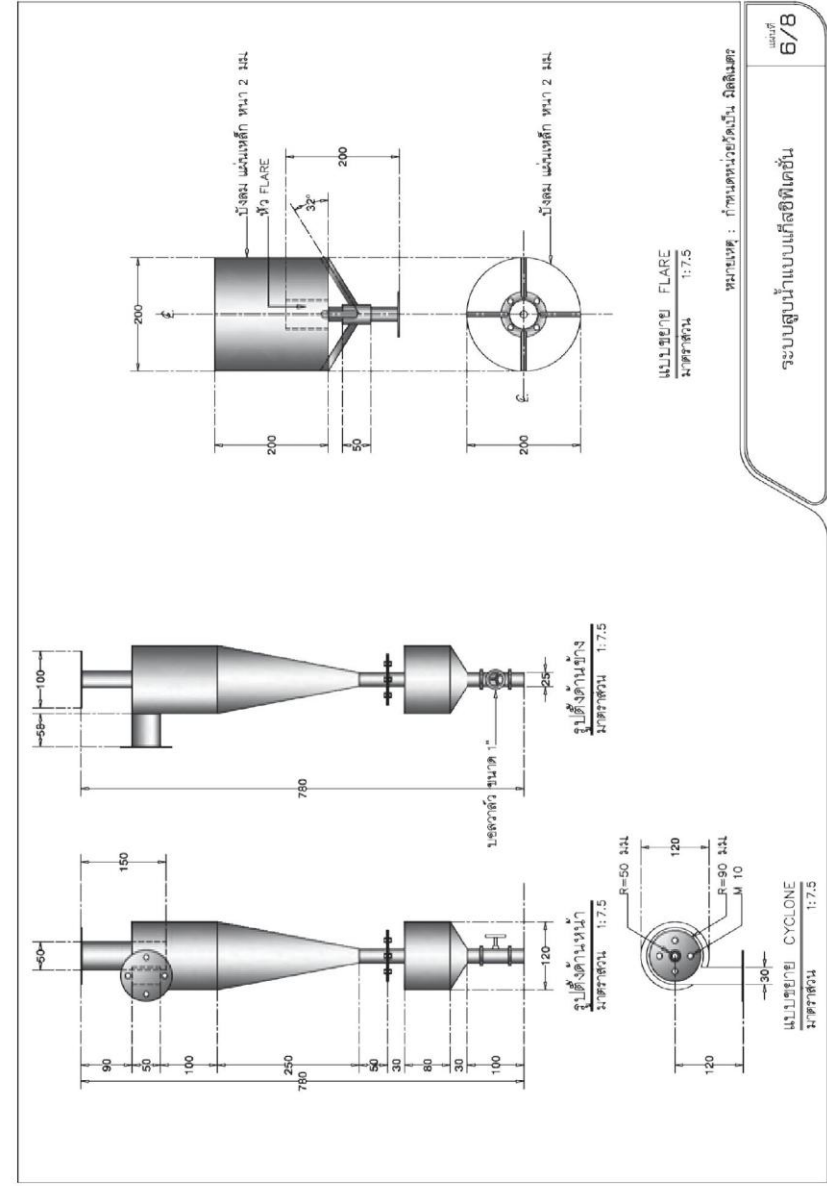
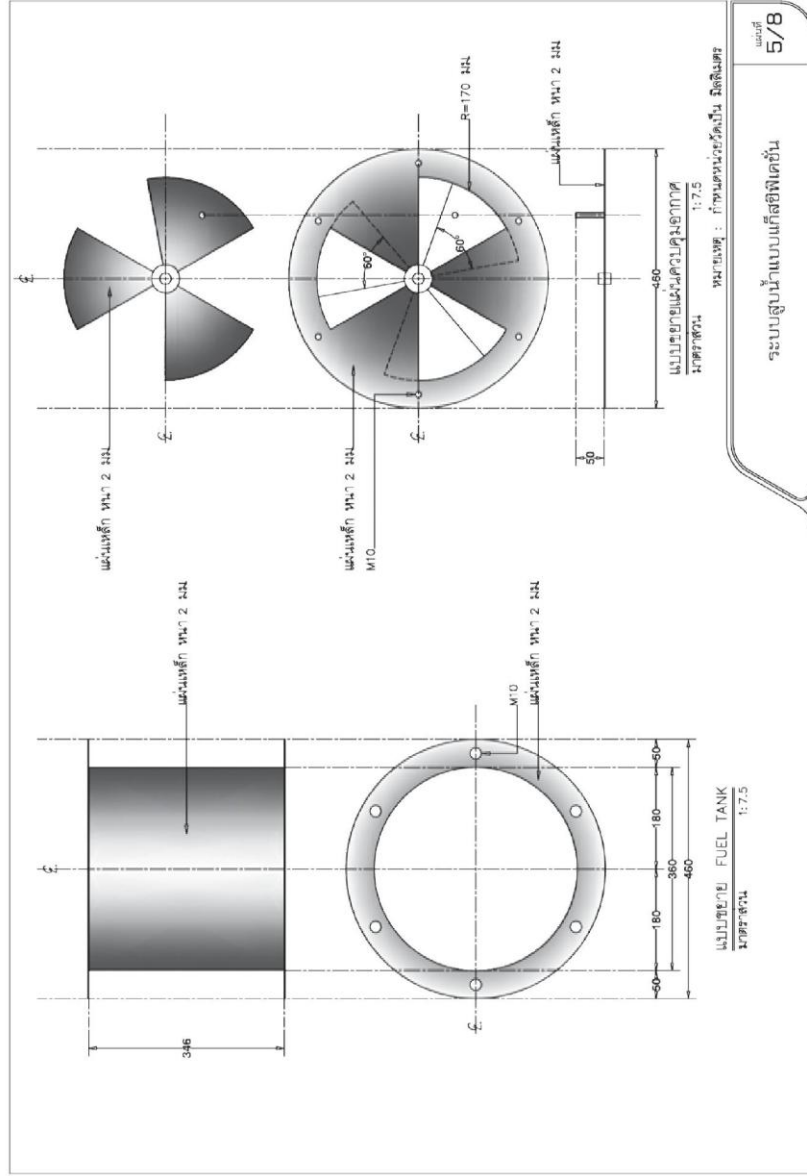


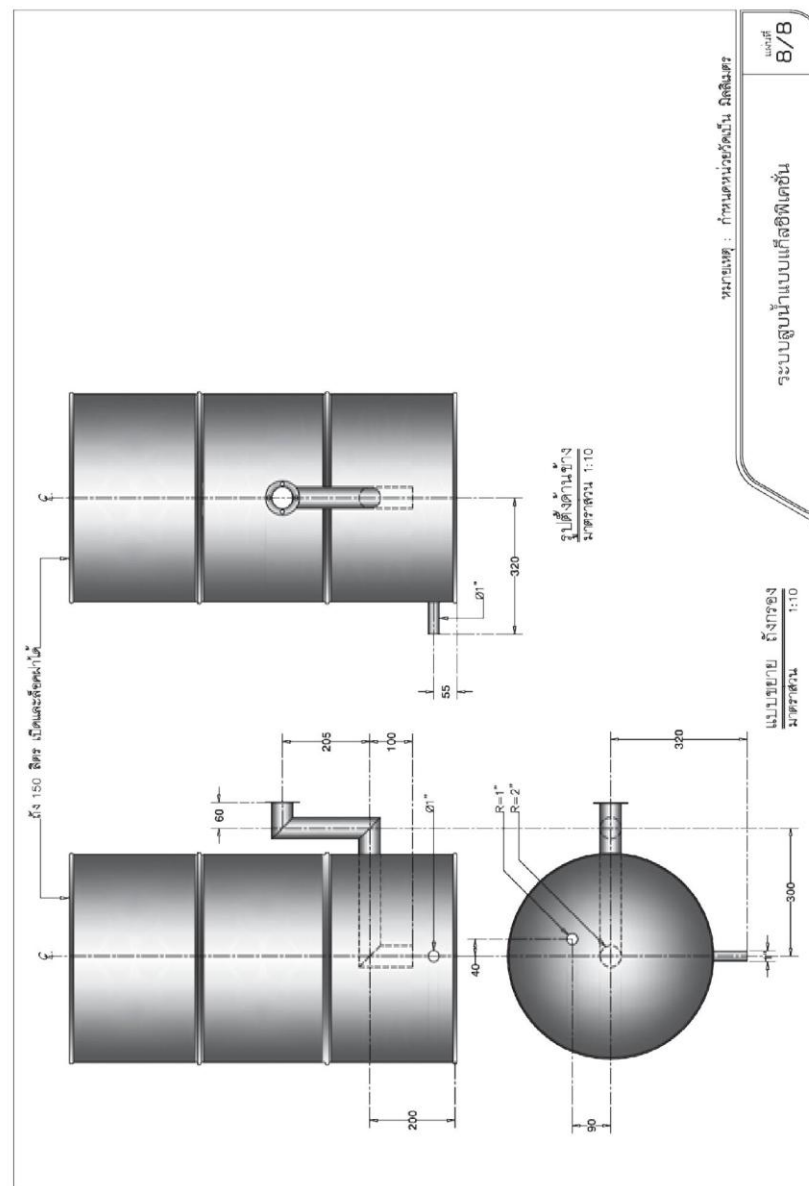
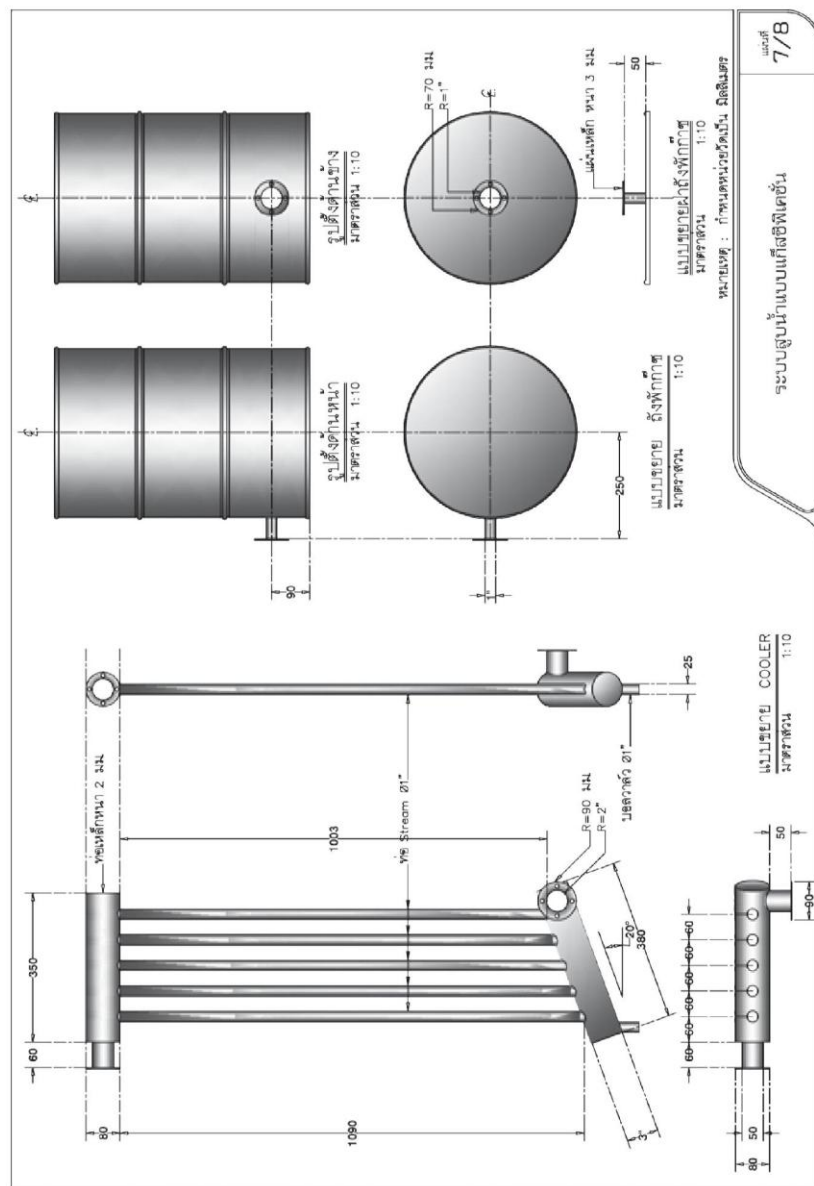
แบบเครื่องสูบน้ำ
ระบบแก๊สซิฟิเคชัน











เตาฟืน
นาชุมเห็ด



เตาฟืน นาชุมเห็ด



เตาฟืน นาชุมเห็ด

“เตาฟืนนาชุมเห็ด” เป็นเตาที่ได้รับการพัฒนาจากสำนักวิชาการพลังงานภาค 12 กับ สำนักงานพลังงานจังหวัดตรัง โดยพัฒนาจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ ต.นาชุมเห็ด อ.ย่านตาขาว จ.ตรัง จากการสังเกตการเผาฟืนที่มีควันออกจากริมฝีปากบนกองไฟในเตาต่างๆ ไป และสิ่งที่ได้จากการเผาไหม้ คือ เปลวไฟซึ่งให้ความร้อนสูง และควันในปริมาณมาก จึงได้มีการพัฒนาที่จะนำควันกับมาไหม้อีกครั้งหนึ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้ความร้อนของเตา และประหยัดเชื้อเพลิง

1) หลักการทำงาน

เตาฟืนนาชุมเห็ด เป็นเตาที่ถูกออกแบบให้เกิดการเผาไหม้สองครั้ง โดยการเผาไหม้จะใช้หลักการของกระแสลมตามธรรมชาติ โดยปล่องควันจะถูกออกแบบให้สามารถดูดควันที่เกิดจากการเผาไหม้ให้ลอยตัวสูงขึ้น ภายในเตาเกิดเป็นสุญญากาศ อากาศภายนอกเตาจะไหลเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ครั้งแรกเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่จุดขึ้นภายในเตา และการเผาไหม้ครั้งที่สอง คือ การไหม้ควัน และก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้ในครั้งแรก ซึ่งการเผาไหม้ในครั้งที่สองนี้จะเกิดความร้อนสูงกว่าการเผาไหม้ในครั้งแรก ทำให้ช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ และยังช่วยลดปริมาณควันที่เกิดจากการเผาไหม้

การเผาไหม้ภายในเตา จำเป็นต้องมีอากาศจำนวนมากเพื่อให้การเผาไหม้สมบูรณ์และนำเอาความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ออกจากเตา การออกแบบเตาควรจะต้องคำนึงถึงขนาดของช่องระบายควันด้านในเตา เพื่อให้ก๊าซร้อนออกจากเตาด้านในได้ดี และสามารถดูดอากาศจากหน้าเตาเข้ามาใช้ในการเผาไหม้ได้ต่อไป

2) ส่วนประกอบ และโครงสร้างเตาฟืนนาซุมเห็ด

2.1) ช่องใส่ฟืนและเชื้อชี้เถ้า โดยด้านหลังจะแบ่งเป็น 2 ช่อง ด้านบนสำหรับใส่ฟืน ด้านล่างสำหรับเชื้อชี้เถ้าออกจากเตา โดยช่องใส่ฟืนไม่ควรใกล้เคียงเตาด้านบนมากเกินไป เพราะเปลวไฟและควันจะไหลย้อนกลับมา

2.2) ด้านในเตาเผา จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ด้านล่างของตะแกรงจะปล่อยให้เชื้อเถ้าหล่นลง ส่วนด้านบนจะเป็นที่ใส่ฟืน โดยผนังรอบเตาเผา จะแบ่งเป็น 2 ชั้น เพื่อให้เป็นช่องสำหรับควันไหลไปยังปล่อง

2.3) ปากเตา กำหนดขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งานของหม้อหรือกระทะที่ใช้เป็นประจำ

2.4) ปล่องควัน จะเชื่อมกับโครงสร้างเตาเผาที่เจาะช่องไว้ วางแนวตั้งสูงขึ้นไปประมาณ 3 เมตร ไม่ควรวางปล่องใกล้กับปากเตา เพราะอาจจะติดขอบกระทะ ถ้าหากต้องการใช้กระทะที่มีขนาดใหญ่



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบและโครงสร้างเตาฟืนนาซุมเห็ด

3) วัสดุและอุปกรณ์

3.1) ดิน เป็นดินตะกอนริมฝั่งแม่น้ำ ไม่มีสิ่งสกปรก เศษไม้ รากไม้ ขยะ ฯลฯ เจือปน โดยนำดินแช่น้ำ และหมักทิ้งไว้อย่างน้อย 1 คืน

3.2) ชี้เถ้าเกล็ดดำ ได้จากนำเกล็ดมาเผาเอาชี้เถ้า อัตราส่วนผสมดินก่อนฉาบ 1:1 เติมน้ำและนวดให้เข้ากันพอเหนียว

3.3) อิฐดินเผาแท่งตัน ขนาด $0.5 \times 7 \times 17$ เซนติเมตร หรืออิฐพื้นเมือง

3.4) อิฐดินเผา ขนาด $5 \times 16 \times 28$ เซนติเมตร

3.5) ท่อซีเมนต์ใยหิน (ปล่องควัน) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 3 เมตร

3.6) ช่องฉากซีเมนต์ใยหิน (ปลายปล่องควัน) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว

4) ขั้นตอนการสร้าง

4.1) กำหนดขนาดของพื้นที่ในการสร้างเตา โดยใช้ขนาดของกระทะเป็นตัวกำหนด ให้มีขนาดใหญ่กว่าตัวเตาอย่างน้อย 10 เซนติเมตร และตั้งอยู่ภายในโรงเรือนที่มีหลังคาปกคลุม

4.2) ปรับพื้นที่ที่จะสร้างเตาให้มีความสม่ำเสมอราบเรียบ โดยการเทคอนกรีต หรือปูน หทราย หรือปูอิฐแท่งตัน ประสานด้วยดินเหนียวผสมชี้เถ้าเกล็ดดำ ให้มีความหนาประมาณ 10 เซนติเมตร หากสามารถบดอัดพื้นให้แน่นจะดีมาก

4.3) กำหนดจุดที่จะสร้างเตาเมื่อกำหนดได้แล้วให้สร้างวงกลม 2 วง โดยวงกลมวงที่ 1 เป็นผนังด้านในให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทะ 2 นิ้ว และใช้เชือกกับตะปูหรือไม้แหลมๆ แทนวงเวียนในการสร้างวงกลม ส่วนวงกลมวงที่ 2 เป็นผนังด้านนอก ให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าวงกลมที่ 1 เท่ากับความยาวของอิฐ จากนั้นกำหนดขนาดความยาวของช่องใส่ฟืนโดยความยาวขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของฟืน และขนาดความยาวปล่องควัน ไม่ควรวางใกล้ปากเตา เพราะขอบกระทะอาจติดปล่องควัน



รูปที่ 2 แสดงการวางผังเตาฟืนนาซุมเห็ด

4.4) จากนั้นให้นำอิฐดินเผาแท่งตันมาเริ่มก่ออิฐตามแนวทั้งผนังด้านใน และผนังด้านนอกโดยใช้ดินผสมกับขี้เถ้าเคลือบดำ พอเหนียวเป็นดินก่ออิฐในระหว่างที่มีการก่อให้มีการฉาบตลอดทั้งด้านใน และด้านนอก



รูปที่ 3 แสดงการก่อผนังเตาฟืนนาชุมเห็ด

4.5) เมื่อก่อได้ความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร เริ่มทำช่องระบายควัน โดยนำอิฐดินเผาแท่งตันมาวางในลักษณะทแยงทั้ง 4 มุม จากนั้นเริ่มก่ออิฐจนถึงระดับด้านบนของเตาประมาณ 70 เซนติเมตร



รูปที่ 4 แสดงการทำช่องระบายควันและช่องใส่เชื้อเพลิง



รูปที่ 5 แสดงการฉาบเตาฟืนนาชุมเห็ด

4.6) นำท่อซีเมนต์ใยหินมาติดตั้งที่บริเวณด้านหลังของเตา และก่ออิฐสูงประมาณ 1 เมตร เพื่อป้องกันความร้อน และฉาบด้วยปูนซีเมนต์ จากนั้นนำอิฐมาก่อปิดช่องว่างระหว่างผนังด้านใน และด้านนอก





รูปที่ 6 แสดงการติดตั้งปล่องระบายควัน

4.7) ตรวจสอบระดับของเตา โดยนำกระโทกที่ใช้งานมาปิดที่บริเวณเตา และเติมน้ำลงในกระโทกสังเกตระดับของน้ำว่าอยู่ในแนวระดับ และทำการปรับให้อยู่ในแนวระดับ



รูปที่ 7 แสดงตะแกรงระดับของเตา

4.8) เมื่อก่อเสร็จแล้วให้ฉาบด้วยดินที่ผสมด้วยแกลบและทรายให้มีความสวยงาม พร้อมทั้งติดตั้งตะแกรงเหล็ก ที่ช่องเติมเชื้อเพลิง และห้องเผาไหม้



รูปที่ 8 แสดงการติดตั้งตะแกรงเหล็ก

5) การใช้งานเตาพื้นนาซุมเค็ด

วิธีการจุดไฟ ทำได้โดยใช้เศษไม้สับเป็นชิ้นเล็กๆ หรือเศษกระดาษ ก่อเป็นเชื้อ แล้วเอาวัสดุเชื้อเพลิงวางทับเพื่อให้ไฟลุก แล้วรีบเอากาซนะวางลงไป เตาจะคุดลมเองโดยผ่านช่องหน้าเตา โดยไม่ต้องใช้พัดหน้าเตาเหมือนเตาด่าน

6) การบำรุงรักษา

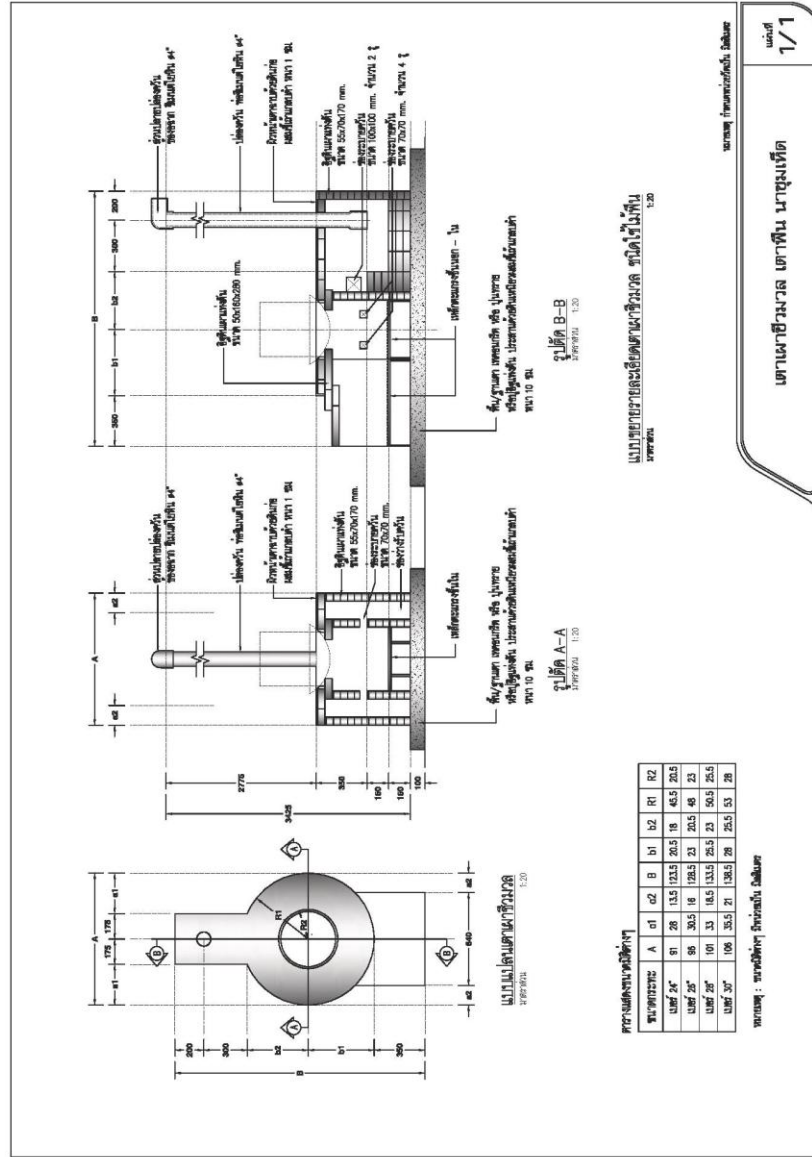
- 6.1) ระวังอย่าให้ตัวเตาโดนน้ำ โดยเฉพาะขณะที่ตัวเตายังร้อนอยู่ จะทำให้เตาแตกเสียง่าย
- 6.2) ระวังอย่าให้วัสดุแข็งมากกระทบกับตัวเตา
- 6.3) หมั่นเช็ดทำความสะอาดตัวเตาอย่างสม่ำเสมอ
- 6.4) การต่อปล่องระบายควัน ควรจะจับยึดให้มั่นคงและให้ปล่องระบายควันมีความสูงประมาณ 2-3 เมตร โดยให้ปลายปล่องคว้นโผล่ออกนอกอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวเตา

เตาฟืน
นาชุมเห็ด



แบบเตาฟืน
นาชุมเห็ด





ตาพี่
นาซุมเห็ด

เตา
เผาอิฐ



เตา เศรษฐกิจ



เตา เศรษฐกิจ

เตาเศรษฐกิจเป็นเตาหุงต้มประเภทหนึ่งที่ประยุกต์มาจากเตาอังโล่และเตาฟืนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในชนบท สามารถใช้ได้ทั้งฟืนและถ่าน จุดเด่นของเตาชนิดนี้อยู่ตรงที่สามารถนำเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรที่มีอยู่จำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็น แกลบ ชังข้าวโพด ชานอ้อย กะลามะพร้าว ลำต้นมันสำปะหลังรวมถึงเศษใบไม้ กิ่งไม้ ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง ตัดไม้มาใช้ได้ จุดหลักของเตาอยู่ที่การมีปล่องไฟ ทำหน้าที่ช่วยดูดเขม่าควันออกไป ทำให้การเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงผสมกับอากาศได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 1 แสดงภาพเตาเศรษฐกิจ

1) หลักการทำงาน

เริ่มการจุดเตาในห้องเผาไหม้แล้วใส่เชื้อเพลิงลงไปในห้องเติมเชื้อเพลิง ซึ่งมีตะแกรงวางเรียงลาดกับความยาวของตัวเตารองรับอยู่ และตะแกรงสามารถปรับขยับขึ้นลงได้ เพื่อป้องกันอัตราการไหลของเชื้อเพลิงได้ตามความต้องการ ขยับตะแกรงให้เชื้อเพลิงไหลลงไปในห้องเผาไหม้ เกิดการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิง ผสมกับอากาศอย่างต่อเนื่อง ได้พลังงานในรูปความร้อนส่งผ่านไปยังภาชนะหุงต้ม ส่วนเขม่าควันจะไหลไปตามปล่องควันออกนอกอาคาร

เตาเศรษฐกิจแบ่งตามขนาดได้ 3 ขนาด คือ เตาเศรษฐกิจขนาดเล็ก เตาเศรษฐกิจขนาดกลาง และ เตาเศรษฐกิจขนาดใหญ่ โดยมีรายละเอียดแสดงดังนี้

1.1) เตาเศรษฐกิจขนาดเล็ก มีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้

1.1.1) มีลักษณะและรูปทรงคล้ายค้อนปอนด์ที่ใช้งานทั่วไป โดยมองจากด้านบนลงมา

1.1.2) ตัวเตาทำด้วยดินเหนียวผสมซีเมนต์แล้วเคลือบดำ หรือปูนซีเมนต์ ด้านในมีลักษณะเรียบ ขนาดไม่น้อยกว่าความกว้าง 35 ซม. ยาว 56 ซม. สูง 26 ซม.

1.1.3) มีรังผึ้ง มีรูไม่น้อยกว่า 8 รู มีความหนาไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร ประกอบเพื่อรองรับเชื้อเพลิงเวลาใช้งาน

1.1.4) เปลือกเตาตัวนอกหุ้มด้วยแผ่นสังกะสีชนิดหนา

1.1.5) สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลายชนิด เช่น ถ่าน แกลบ ไม้ฟืน ชังข้าวโพด เป็นต้น

1.1.6) มีท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 ซม. ยาว 100 ซม. เพื่อใช้เป็นปล่องควัน

1.2) เตาเศรษฐกิจขนาดกลาง มีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้

1.2.1) มีลักษณะและรูปทรงคล้ายค้อนปอนด์ที่ใช้งานทั่วไป โดยมองจากด้านบนลงมา

1.2.2) ตัวเตาทำด้วยดินเหนียวผสมซีเมนต์แล้วเคลือบดำและปูนซีเมนต์ ด้านในมีลักษณะเรียบ ขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 40 ซม. ยาว 72 ซม. สูง 36 ซม.

1.2.3) มีรังผึ้ง มีรูไม่น้อยกว่า 15 รู มีความหนาไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร ประกอบเพื่อรองรับเชื้อเพลิงเวลาใช้งาน

1.2.4) เปลือกเตาตัวนอกหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมและหรือแผ่นสังกะสี ขนาดเบอร์ 32

1.2.5) สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลายชนิด เช่น ถ่าน แกลบ ไม้ฟืน ชังข้าวโพด เป็นต้น

1.2.6) มีท่อซีเมนต์ใยหินชนิดผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 ซม. ยาว 200 ซม. ต่อเตา เพื่อใช้เป็นปล่องควัน

1.2.7) มีปลอกทำด้วยแผ่นสังกะสี ไม่น้อยกว่าเบอร์ 32 มีลักษณะทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 14 เซนติเมตร และมีความสูงไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน ต่อเตา

1.3) เตาเศรษฐกิจขนาดใหญ่ มีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้

1.3.1) มีลักษณะและรูปทรงคล้ายตัวค้อนปอนด์ที่ใช้งานทั่วไป โดยมองจากด้านบนลงมา

1.3.2) ตัวเตาทำด้วยดินเหนียวผสมซีเมนต์แล้วเคลือบดำ หรือปูนซีเมนต์ ด้านในมีลักษณะเรียบ ขนาดความกว้าง ไม่น้อยกว่า 54 ซม. ยาว 100 ซม. สูง 46 ซม.

1.3.3) มีรังผึ้ง ไม่น้อยกว่า จำนวน 15 รู มีความหนาไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตรประกอบ เพื่อรองรับเชื้อเพลิงเวลาใช้งาน

1.3.4) เปลือกเตาตัวนอกหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมและหรือแผ่นสังกะสี ขนาดเบอร์ 32

1.3.5) สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลายชนิด เช่น ถ่าน แกลบ ไม้ฟืน ชังข้าวโพด เป็นต้น

1.3.6) มีท่อซีเมนต์ใยหินชนิดผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 ซม. ยาว 200 ซม. ต่อเตา เพื่อใช้เป็นปล่องควัน

1.3.7) มีปลอกทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดไม่น้อยกว่าเบอร์ 32 มีลักษณะทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 14 เซนติเมตร และมีความสูงไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน



2) ส่วนประกอบและโครงสร้างของเตาเศรษฐกิจ

สามารถแบ่งตามลักษณะหน้าที่และการทำงานได้เป็น 3 ส่วน

- หน้าเตา ด้านบนเป็นส่วนที่ไว้เติมเชื้อเพลิง ด้านล่างเป็นช่องทางไหลเข้าของอากาศ
- กลางเตา ด้านบนเป็นส่วนที่วางภาชนะหุงต้ม ด้านล่างเป็นห้องที่เกิดการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงผสมกับอากาศ
- ท้ายเตา เป็นช่องทางไหลของควัน เหม่า ที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยไหลออกไปตามปล่องควัน



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเตาเศรษฐกิจ

2.1) องค์ประกอบที่มีผลต่อประสิทธิภาพเตา แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ

2.1.1) องค์ประกอบภายในเตา

- โครงสร้างและขนาดของเตา ต้องได้สัดส่วนกันทั้งความกว้าง ความยาวของปากเตาทั้งด้านบนและด้านล่างของเตา รวมถึงความสูงและความเอียงของตัวเตากลาง
- ความหนาและน้ำหนักรูปร่างของเตา เตาที่มีน้ำหนักและความหนาของเตามาก ความร้อนจะถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อเตาแทนที่จะส่งผ่านไปให้ภาชนะหุงต้ม

• องค์ประกอบของดินที่ทำเตา ดินที่มีองค์ประกอบของแร่ธาตุที่เหมาะสมจะมีความแข็งแรงทนไฟ ไม่แตกร้าวง่าย และมีผลต่อการส่งผ่านความร้อนระหว่างเนื้อเตากับภาชนะหุงต้ม องค์ประกอบดินที่จะนำมาทำเตาประกอบด้วย

- ดินเหนียว (Clay) ประมาณ 30%
- หกราย (Sand) ประมาณ 60%
- โคลน (Silt) ประมาณ 10%

• ในกรณีที่ดินมีความเหนียวมากๆ จะมีทราย (Sand) น้อย จำเป็นจะต้องลดความเหนียวลง โดยการผสมขี้เถ้า กลับลงไป

• ขนาดและสัดส่วนของตะแกรง ตะแกรงที่มีรูขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไปจะมีผลต่อการไหลเวียนของอากาศเข้า-ออก ทำให้การสันดาปของเชื้อเพลิงดีหรือเลวได้ ความลาดเอียงและความสูงของตะแกรงมีผลต่อการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงเช่นเดียวกัน

• ช่องว่างระหว่างตัวเตาบนกับภาชนะหุงต้ม (Gap) จะต้องมีความหนาไม่เกิน 1 ซม. เพื่อไม่ให้ความร้อนสูญเสียไป

• ช่องว่างระหว่างตัวเตาบนกับตัวเตากลาง ต้องไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป เพราะจะมีผลต่ออัตราไหลลงของเชื้อเพลิง ทำให้การลุกไหม้ดีหรือเลวได้

2.1.2) องค์ประกอบภายนอกเตา

- ลม ความแรงของลมมีผลอย่างมากต่ออัตราการลุกไหม้ของเชื้อเพลิง ประเภทแกลบและขี้เลื่อย ถ้าลมพัดผ่านมากการลุกไหม้จะเร็วและทำให้ควันมาก แม้ว่าการติดไฟจะดี แต่อัตราการเผาไหม้สูง ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก และยังทำให้เกิดมลภาวะจากควันและเขม่าไฟ

- ความชื้นของเชื้อเพลิงที่ใช้ ถ้าแกลบและขี้เลื่อยมีความชื้นมากการลุกไหม้ก็จะไม่ดี เวลาที่น้ำเดือดจะช้า และอัตราการเผาไหม้จะต่ำเหมาะสำหรับการตุ๋นอาหาร เคี้ยว การใช้เชื้อเพลิงที่ชื้นๆ จะไม่มีผลเสียแต่อย่างใด

- อัตราการใช้เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงประเภทแกลบและขี้เลื่อย ถ้าเราเคาะตะแกรงบ่อย การไหลของเชื้อเพลิงจะเร็ว ทำให้ลุกไหม้เร็ว มีผลต่ออัตราการเผาไหม้สูง ให้ความร้อนสูง น้ำเดือดเร็ว แต่ประสิทธิภาพการใช้งานอาจต่ำได้ ในการใช้งานจึงควรคำนึงถึงประสิทธิภาพการเคาะตะแกรง เพื่อให้เชื้อเพลิงไหลลงด้วย

3) ประโยชน์ของเตาเศรษฐกิจ

3.1) ประหยัดเงินที่จะซื้อเชื้อเพลิงหุงต้มอาหาร โดยสามารถนำวัสดุที่ทิ้งเปล่าประโยชน์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี เช่น เศษหญ้า ฟางข้าว ใบไม้ แกลบ ขี้เลื่อย ต้นปอ ต้นอ้อย ชังข้าวโพด ต้นมันสำปะหลัง ฯลฯ

3.2) ประหยัดเวลาและแรงงานในการประกอบอาหารอย่างน้อยวันละ 1-2 ชั่วโมง

3.3) บริเวณที่ใช้ประกอบอาหารและภาชนะสะอาดเพราะปล่องจะดูดเอาเขม่าต่างๆ ออกจากปล่องซึ่งอยู่พ้นจากหลังคาบ้าน ทำให้ปราศจากเขม่าที่เกิดจากการหุงต้ม

3.4) ให้ความร้อนสูงกว่าเตาถ่านไม้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพราะเตาถ่านไม้เป็นเตาโปร่งทำให้ความร้อนสูญเสียไปกับอากาศ

3.5) วิธีการจุดไฟสะดวก ทำได้โดยใช้เศษไม้สับเป็นชิ้นเล็กๆ หรือเศษกระดาษก่อนเป็นเชื้อ แล้วเอาวัสดุเชื้อเพลิงวางทับเพื่อให้ไฟลุก แล้วรีบเอาภาชนะวางลงไป เตาจะดูดลมเองโดยผ่านช่องหน้าเตา โดยไม่ต้องใช้พัดหน้าเตาเหมือนเตาถ่าน

4) ขั้นตอนการสร้างเตาเศรษฐกิจ

4.1) วัสดุที่ใช้ในการทำเตาเศรษฐกิจ

- ดินเหนียวในท้องถิ่นที่ไม่มีเศษวัสดุปน
- ขี้เถ้าแกลบดำ
- ปูนซีเมนต์
- แผ่นอลูมิเนียม

4.2) ขั้นตอนการสร้าง

- (1) ประกอบแบบหล่อเตา
- (2) ใส่โครงเหล็กเส้น
- (3) ผสม ปูน 1 ส่วน ทรายหยาบ 2 ส่วน หินกรวดเบอร์ 1-2 4 ส่วน โดยประมาณ และเติมน้ำลงไปผสมพอเหนียวเพื่อทำตัวเตา



- (4) จากนั้นเทลงในแบบตามลำดับขั้นตอนที่แสดง



- (5) พักทิ้งไว้เพื่อรอการแกะแบบหล่อเตาออก
- (6) หลังจากแกะแบบหล่อเตาออกแล้วให้ยาภายในเตาด้วยดินเหนียวผสมกับขี้เถ้าแกลบดำ
- (7) นำแผ่นอลูมิเนียมมาห่อหุ้มตัวเตา ต่อปล่องด้วยท่อใยหินแล้วจะได้เตาเศรษฐกิจดังภาพ

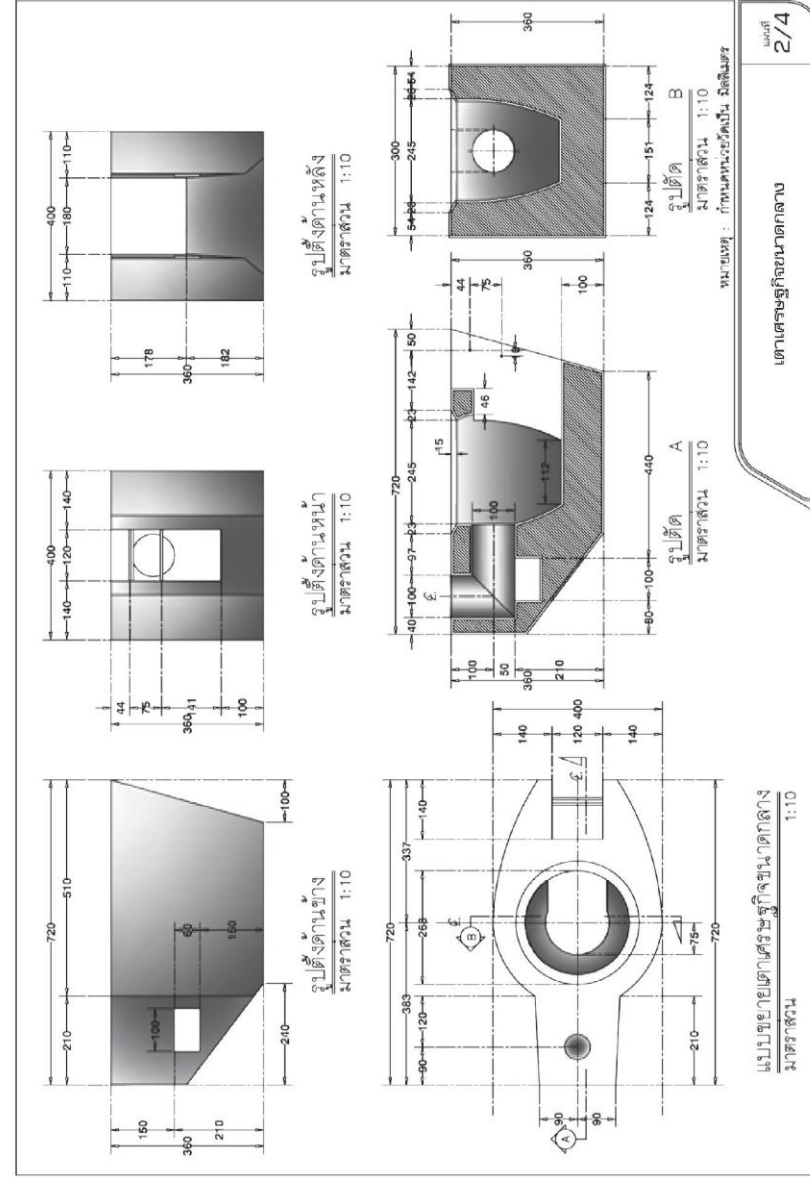
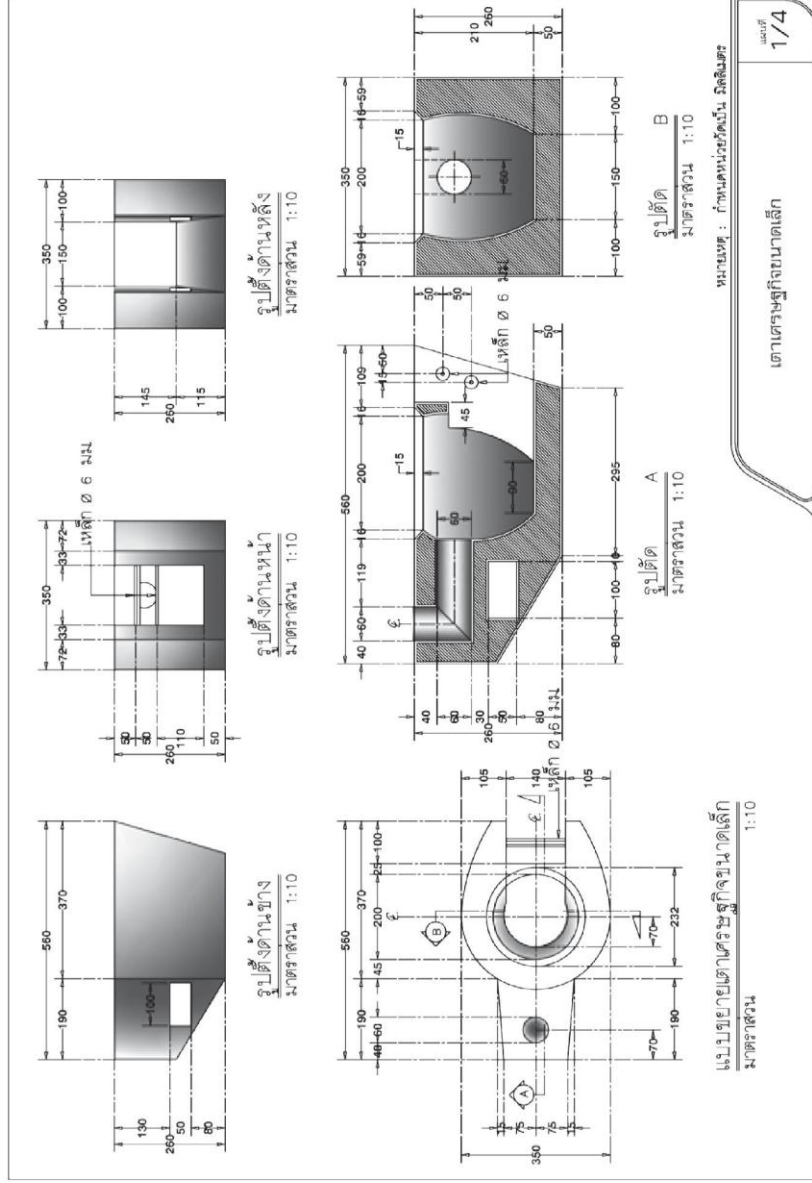


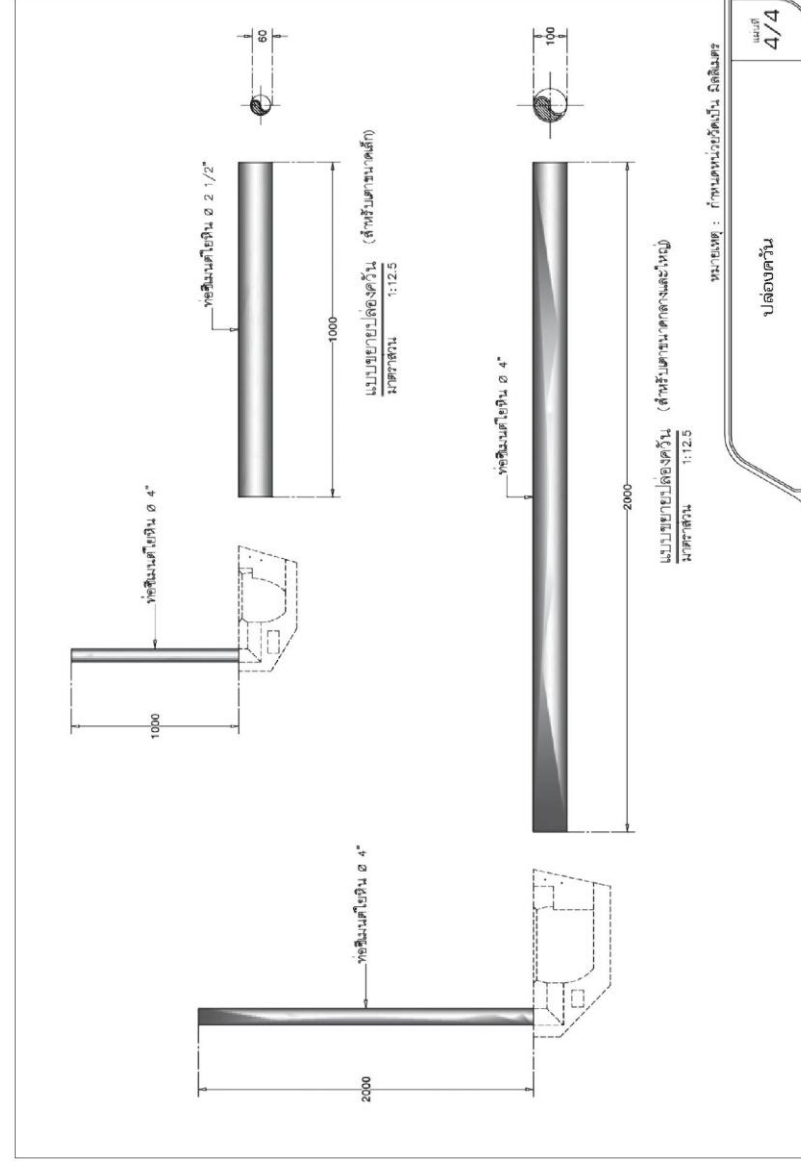
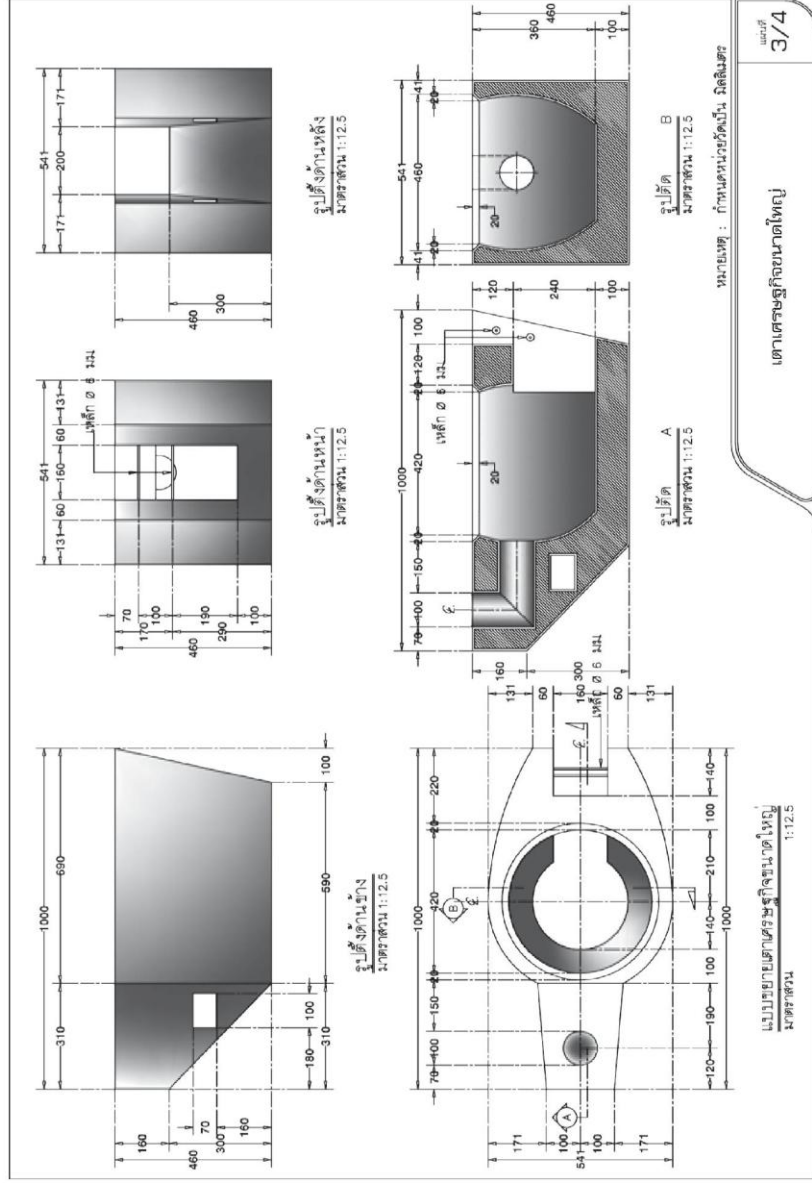
5) การบำรุงรักษา

- 5.1) การยกเคลื่อนย้ายเตาต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง อย่าให้ตัวเตาโดนกระแทก
- 5.2) ระวังอย่าให้ตัวเตาโดนน้ำ โดยเฉพาะขณะที่ตัวเตายังร้อนอยู่ จะทำให้เตาแตกเสียง่าย
- 5.3) ระวังอย่าให้วัสดุแข็งมากกระทบกับตัวเตา
- 5.4) หมั่นเช็ดทำความสะอาดตัวเตาอย่างสม่ำเสมอ
- 5.5) การต่อปล่องควันเตาควรจ่จับยึดให้มั่นคงและให้ปล่องควันมีความสูงประมาณ 2-3 ม. โดยให้ปลายปล่องควันโผล่ออกนอกอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวเตา
- 5.6) อายุการใช้งาน ประมาณ 2-4 ปี

แบบเตา เศรษฐกิจ







เตา เศรษฐกิจประยุกต์



เตา เศรษฐกิจประยุกต์

“เตาเศรษฐกิจประยุกต์” เป็นเตาที่ได้รับการพัฒนาจากสำนักงานพลังงานจังหวัดร้อยเอ็ด โดยพัฒนาจากเศรษฐกิจแบบเดิม โดยประยุกต์ใช้กับการนั่งข้างออก เพื่อทำข้าวกล้องงอก แต่เดิมชาวบ้านใช้เตารูปเกือกม้า หรือเตาปากยื่น และใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีความร้อนสูญเสียค่อนข้างมาก และเป็นการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ไม่มีการควบคุมปริมาณอากาศเผาไหม้ที่เหมาะสม ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน และไม่ประหยัดค่าใช้จ่าย จึงได้มีการพัฒนาเตาเศรษฐกิจประยุกต์ที่สามารถควบคุมการเผาไหม้ให้ได้เหมาะสม และลดการสูญเสียความร้อนจากผนัง ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหรือไม้ฟืนได้ลงกว่าครึ่งหนึ่ง

1) หลักการทำงาน

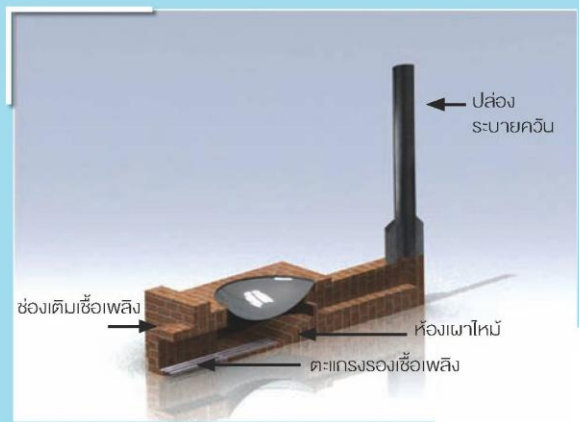
เตาเศรษฐกิจประยุกต์ เป็นเตาที่ถูกออกแบบให้ใช้เฉพาะไม้ฟืน โดยมีผนังหนา 2 ชั้นทำจากอิฐมอญ เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน สำหรับการเผาไหม้จะใช้หลักการของกระแสดมตามธรรมชาติ โดยปล่องควันจะถูกออกแบบให้ควบคุมปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ สามารถดูดควันที่เกิดจากการเผาไหม้ให้ลอยตัวสูงขึ้น ทำให้ภายในเตาเกิดเป็นสุญญากาศอากาศภายนอกเตาจะไหลเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การเผาไหม้ภายในเตา จำเป็นต้องมีอากาศเพียงพอเพื่อให้การเผาไหม้สมบูรณ์ และนำเอาก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ออกจากเตา

2) ส่วนประกอบ และโครงสร้างเตาเศรษฐกิจประยุกต์

2.1) หน้าเตา แบ่งเป็น 2 ช่อง ด้านบนสำหรับใส่ฟืน ส่วนด้านล่างสำหรับเขี่ยขี้เถ้าออกจากเตา และช่องทางไหลของอากาศ

2.2) กลางเตา ด้านบนเป็นส่วนที่วางภาชนะ โดยกำหนดขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งานของหม้อหรือกระทะ ส่วนด้านล่างเป็นห้องเผาไหม้และมีตะแกรงสำหรับวางเชื้อเพลิง จากกึ่งกลางของห้องเผาไหม้จนถึงท้ายเตาจะทำเป็นลักษณะให้ความชัน เพื่อควบคุมอากาศภายในห้องเผาไหม้

2.3) ท้ายเตา เป็นปล่องควัน จะเชื่อมกับโครงสร้างของกลางเตาเผาที่เจาะช่องไว้ ซึ่งเป็นช่องทางไหลของควัน



3) วัสดุและอุปกรณ์

3.1) ดินเป็นดินตะกอนริมฝั่งแม่น้ำ ไม่มีสิ่งสกปรก เศษไม้ รากไม้ ขยะ ฯลฯ เจือปน โดยนำดินแช่น้ำ และหมักทิ้งไว้อย่างน้อย 1 คืน

3.2) ขี้เถ้าแกลบเหลือง ได้จากนำแกลบมาเผาเอาขี้เถ้า อัตราส่วนผสมดินก่อน-ฉาบ 1:1 เติมน้ำและนวดให้เข้ากันพอเหนียว

3.3) อิฐมอญ หรืออิฐพื้นเมือง

3.4) ท่อซีเมนต์ใยหิน (ปล่องควัน) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 3 เมตร

4) ขั้นตอนการสร้าง

4.1) นำดินเหนียว ผสมแกลบเหลืองในอัตราส่วน 1:1 เติมน้ำและทำการนวดให้เข้ากันพอเหนียว



รูปที่ 1 แสดงการเตรียมดิน

4.2) กำหนดขนาดของพื้นที่ในการสร้างเตา โดยใช้ขนาดของกระทะเป็นตัวกำหนด ให้มีขนาดใหญ่กว่าตัวเตาอย่างน้อย 10 เซนติเมตร และตั้งอยู่ภายในโรงเรือนที่มีหลังคาปกคลุม ปรับพื้นที่ที่จะสร้างเตาให้มีความสม่ำเสมอราบเรียบโดยการเทคอนกรีต หรือปูน ทราวย ให้มีความหนาประมาณ 10 เซนติเมตร หากสามารถอัดพื้นให้แน่นจะดีมาก



รูปที่ 2 แสดงการเตรียมพื้นที่ในการสร้างเตา

4.3) กำหนดจุดที่จะสร้างเตา เมื่อกำหนดได้แล้วให้สร้างวงกลม เป็น
ผนังด้านใน ให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทะ 2 นิ้ว
และใช้เชือกกับตะปูหรือไม้แหลมๆ แทนวงเวียนในการสร้างวงกลม จากนั้นกำหนด
ขนาดความยาวของช่องใส่ฟืนโดยความยาวขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของฟืน
และขนาดความยาวปล่องควัน ไม่ควรวางใกล้ปากเตา เพราะขอบกระทะอาจ
ติดปล่องควัน



รูปที่ 3 แสดงการวางผังการสร้างเตา

4.4) จากนั้นให้นำอิฐมอญมาเริ่มก่ออิฐตามแนวทั้งผนังโดยก่อเป็น
ผนัง 2 ชั้นติดกัน และใช้ดินผสมกับแกลบเหลืองพอเหนียวเป็นดินก่ออิฐ



รูปที่ 4 แสดงการก่อเตา

4.5) เมื่อก่อได้ความสูงประมาณ 70 เซนติเมตร ทำการตรวจสอบ
ระดับของเตา โดยนำกระทะที่ใช้งานมาปิดที่บริเวณเตา และเติมน้ำลงในกระทะ
สังเกตระดับของน้ำว่าอยู่ในแนวระดับ และทำการปรับให้อยู่ในแนวระดับ





รูปที่ 5 แสดงการตັงระดับของเตา

4.6) ทำการเทดินเข้าไปในห้องเผาไหม้ และบดอัดดินจนแน่น จากกึ่งกลางของห้องเผาไหม้จนถึงปากทางของช่องระบายควัน ลักษณะเป็นความชันและปูพื้นด้วยอิฐมอญ และฉาบผิวให้เรียบ



รูปที่ 6 แสดงการก่อห้องเผาไหม้

4.7) นำท่อซีเมนต์ใยหินมาติดตั้งที่บริเวณด้านหลังของเตา และก่ออิฐสูงประมาณ 1 เมตร เพื่อป้องกันความร้อน และฉาบด้วยปูนซีเมนต์

4.8) เมื่อก่อเสร็จแล้วให้ฉาบด้วยดินที่ผสมด้วยแกลบและทรายให้มีความสวยงาม



รูปที่ 7 เตาเศรษฐกิจประยุกต์

5) การใช้เตาเศรษฐกิจประยุกต์

วิธีการจุดไฟ ทำได้โดยใช้เศษไม้สับเป็นชิ้นเล็กๆ หรือเศษกระดาษ ก่อเป็นเชื้อ แล้วเอาวัสดุเชื้อเพลิงวางทับเพื่อให้ไฟลุก แล้วรีบเอาภาชนะวางลงไป เตาจะดูดลมเองโดยผ่านช่องหน้าเตา โดยไม่ต้องใช้พัดหน้าเตาเหมือนเตาถ่าน

6) การบำรุงรักษา

- 6.1) ระวังอย่าให้ตัวเตาโดนน้ำ โดยเฉพาะขณะที่ตัวเตายังร้อนอยู่ จะทำให้เตาแตกเสียง่าย
- 6.2) ระวังอย่าให้วัสดุแข็งมากระแทกกับตัวเตา
- 6.3) หมั่นเช็ดทำความสะอาดตัวเตาอย่างสม่ำเสมอ
- 6.4) การต่อปล่องระบายควัน ควรจะจับยึดให้มั่นคงและให้ปล่องระบายควันมีความสูงประมาณ 2-3 เมตร โดยให้ปลายปล่องควันไหลออกนอกอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวเตา

เตา
เครื่องจักรประยุกต์



แบบเตา
เครื่องจักรประยุกต์





เตาปิ้งย่างไร้ควัน
ประหยัดพลังงาน



เตาปิ้งย่างไร้ควัน ประหยัดพลังงาน



เตาปิ้งย่างไร้ควัน ประหยัดพลังงาน

เตาปิ้งย่างไร้ควันประหยัดพลังงานเป็นเตาที่ถูกออกแบบและพัฒนาโดยสำนักวิชาการพลังงานภาค 10 จังหวัดเชียงใหม่ โดยทางผู้ออกแบบและพัฒนา มีความมุ่งหมายที่จะลดการใช้เชื้อเพลิง (ถ่านไม้) ลดปัญหาด้านมลภาวะจากควัน และปัญหาด้านสุขอนามัยในการบริโภคอาหารประเภทปิ้งย่าง เนื่องจากเตาปิ้งย่าง โดยทั่วไป จะใช้เนื้อหรือวัตถุดิบวางบนตะแกรงปิ้งย่าง ซึ่งอยู่เหนือช่องใส่เชื้อเพลิง (ถ่านไม้) เมื่อวัตถุดิบโดนความร้อนจะทำให้ไขมันและความชื้นจากวัตถุดิบหยดลงสู่ถ่านที่กำลังเผาไหม้ ทำให้เกิดควันจำนวนมากและบ่อยครั้งที่ทำให้เกิดเปลวไฟ ลูกไหม้ขึ้นอย่างฉับพลัน ซึ่งทำให้วัตถุดิบที่ปิ้งย่างไหม้เกรียม ก่อให้เกิดสารก่อมะเร็ง ซึ่งเป็นปัญหาด้านสุขอนามัยในการบริโภคอาหารประเภทปิ้งย่าง ดังนั้นเตาปิ้งย่าง ไร้ควันประหยัดพลังงานจึงได้ออกแบบให้ไม่เกิดการหยดของไขมันลงบนเชื้อเพลิง โดยแยกเชื้อเพลิงอยู่ด้านข้างของเตา และใช้หลักการพาความร้อนในการทำให้อาหารที่ปิ้งย่างสุก และสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในการปิ้งย่างลงได้



รูปที่ 1 เตาปิ้งย่างไร้ควันประหยัดพลังงาน

1) หลักการทำงาน

เตापิ้งย่างไร้ควันประหยัดพลังงาน ภายในตัวเตาซึ่งมีช่องเชื้อเพลิงถ่านไม้ทั้งสองข้างของตัวเตา ลักษณะเตาจะมีห้องเผาไหม้เชื้อเพลิงเลื่อนไปอยู่ด้านข้างไม่วางตำแหน่งอยู่ใต้เนื้อวัตถุดิบที่นำมาปิ้งย่าง ทำให้น้ำมันที่หยดลงจากเนื้อวัตถุดิบเมื่อโดนความร้อนขณะปิ้งย่าง ไม่ตกลงสู่ถ่านไม้ที่เป็นเชื้อเพลิง ทำให้ไม่มีโอกาสติดไฟ จึงไม่เกิดเปลวไฟฉับพลันและควันขณะปิ้งย่าง ภายในตัวเตาจะมีถาดรองน้ำมันเพื่อรองน้ำมันจากหมู หรือวัตถุดิบที่นำมาปิ้งย่าง ทำให้สามารถรวบรวมน้ำมันไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ได้ ด้านล่างสุดของเตามีถาดรองขี้เถ้าเพื่อรองรับขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่านไม้ในห้องเชื้อเพลิง ทำให้ไม่เกิดการฟุ้งกระจายของขี้เถ้าด้านหน้าและหลังเตापิ้งย่างไร้ควันจะมีลิ้นควบคุมอากาศ สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ เพื่อปรับระดับอุณหภูมิในการปิ้งย่าง ด้านบนสุดของเตามีตะแกรงสแตนเลสสำหรับวางเนื้อหรือวัตถุดิบที่จะทำการปิ้งย่าง

2) คุณสมบัติของเตापิ้งย่างไร้ควันประหยัดพลังงาน

- 2.1) ขนาดรูปร่าง 47 cm. x 60 cm. x 40 cm.
- 2.2) อุณหภูมิเชื้อเพลิง 300-450 °C
- 2.3) อุณหภูมิสูญเสียผ่านผนังเตาเฉลี่ย 160-285 °C
- 2.4) อุณหภูมิเนื้อหมูปิ้ง 108-117 °C
- 2.5) ระยะเวลาหมุสุกเฉลี่ย 2-3 นาที
- 2.6) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงถ่าน 1.25 กก./ชม.
- 2.7) คุณภาพหมูปิ้ง เนื้อไม่ไหม้ น่ารับประทาน
- 2.8) ขนาดพื้นที่ตะแกรงใหญ่ สามารถปิ้งย่างได้ปริมาณมาก
- 2.9) บรรจุถ่านไว้ด้านข้างเตา ทำให้น้ำมันจากวัตถุดิบไม่ตกลงใส่

เชื้อเพลิง

2.10) มีถาดรองรับน้ำมันจากเนื้อปิ้งย่าง ทำให้สามารถนำน้ำมันที่ได้ไปใช้ประโยชน์อื่น

2.11) สะดวกในการเติมเชื้อเพลิง เนื่องจากมีช่อง เปิด-ปิด สำหรับเติม

เชื้อเพลิง

2.12) อาศัยการพาความร้อนมาสัมผัสกับเนื้อปิ้งย่าง

2.13) ตัวเตาทนทาน เนื่องจากวัสดุทำจากเหล็ก

2.14) ตะแกรงย่างเนื้อ ทำจากสแตนเลส ไม่เป็นสนิม

3) ขั้นตอนการสร้าง

3.1) เตรียมชิ้นส่วนของเตา โดยการตัดเหล็กแผ่น และเตรียมชิ้นงานอื่น

ตามแบบ



รูปที่ 1 การเตรียมชิ้นส่วนของเตา

3.2) เตรียมชิ้นส่วนขาตั้ง และทำการเชื่อมชิ้นรูป



รูปที่ 2 การเตรียมชิ้นส่วนขาตั้ง

3.3) เชื่อมชิ้นรูปเตา ตามแบบ



รูปที่ 3 การเชื่อมชิ้นรูปเตา

4) การใช้งานเตาปิ้งย่างไร้ควันประหยัดพลังงาน

4.1) นำตะแกรงใส่ถ่านทั้งสองข้างออกมาบรรจุถ่าน และทำการจุดติดเชื้อเพลิง เมื่อถ่านติดแล้วนำตะแกรงที่บรรจุถ่านใส่กลับเข้าที่ช่องเชื้อเพลิงดังเดิม

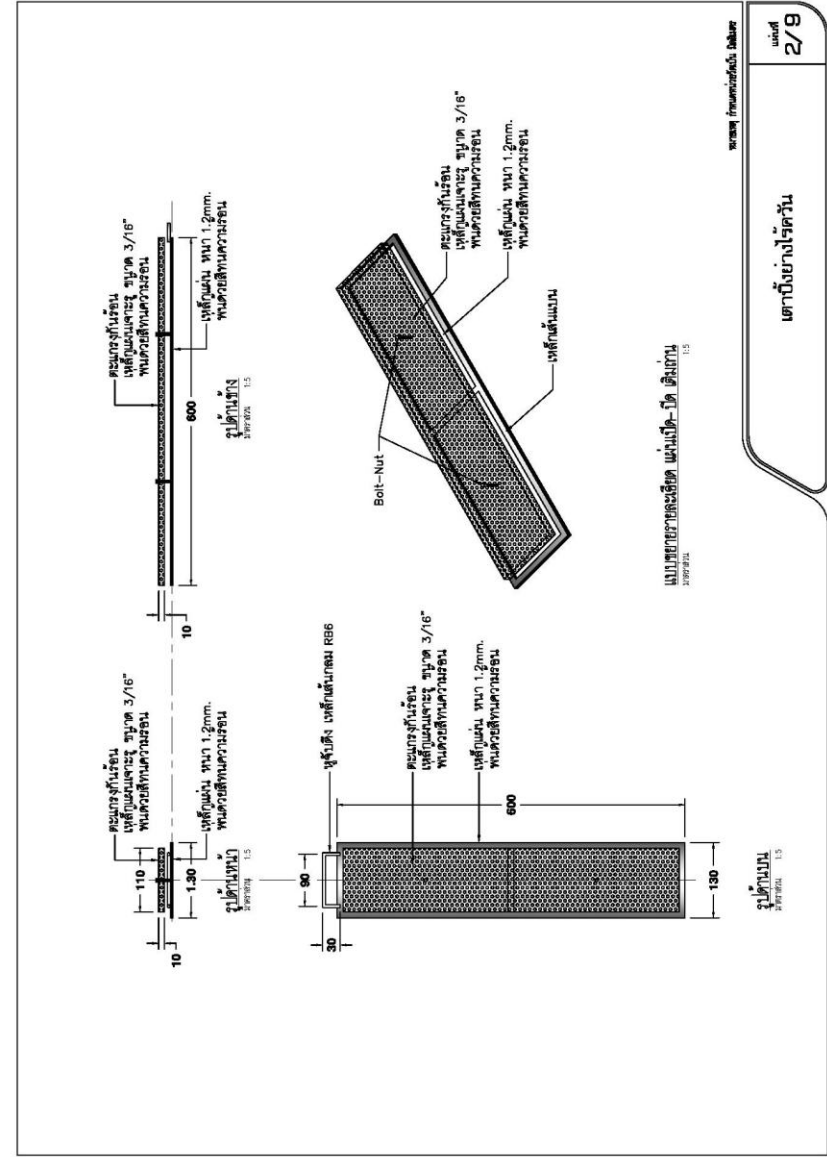
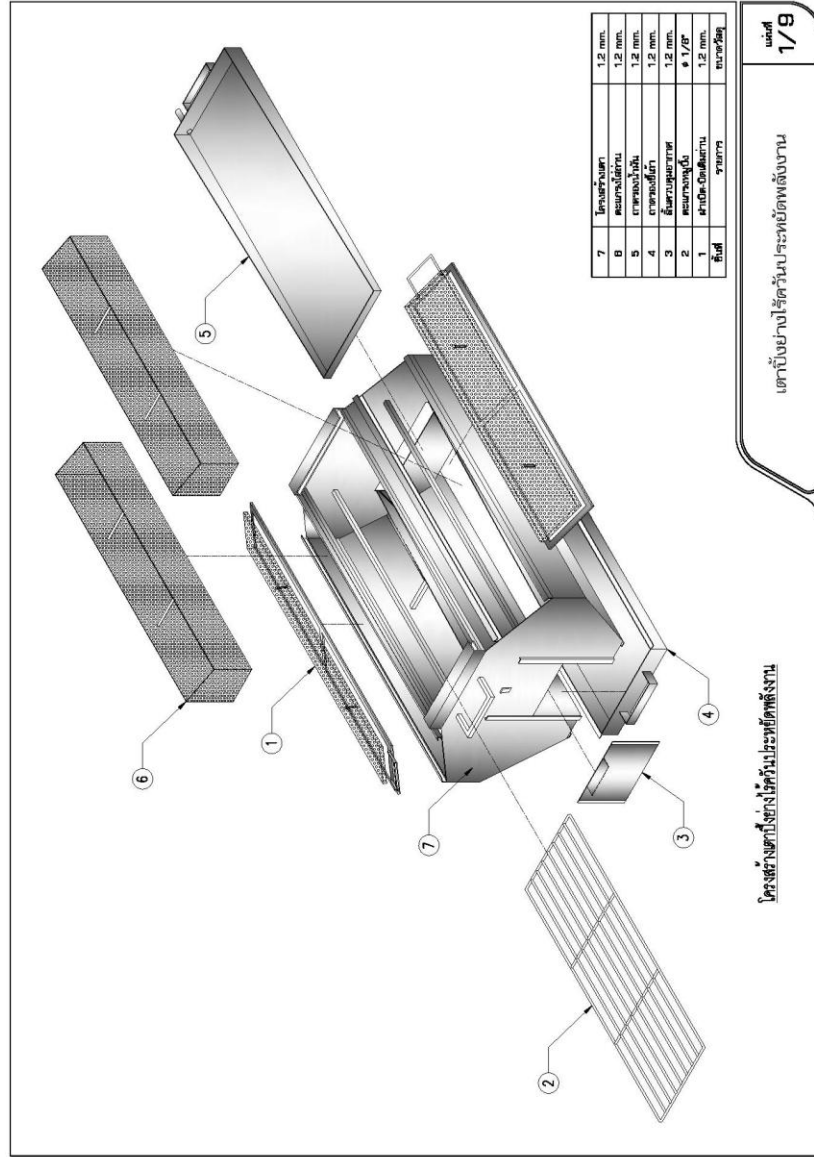
4.2) เปิดแผ่นปิด-เปิดห้องเชื้อเพลิงทั้งสองด้าน และนำตะแกรงใส่ถ่านใส่ไว้ในเตา แล้วปิดแผ่นปิด-เปิดห้องเชื้อเพลิง

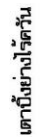
4.3) เปิดช่องควบคุมอากาศ ให้อากาศเข้าไปช่วยในการเผาไหม้เชื้อเพลิง

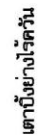
4.4) นำเนื้อหมูหรือวัตถุดิบที่จะปิ้งย่าง มาทำการปิ้งย่างบนตะแกรง (สามารถควบคุมความร้อนของเชื้อเพลิงที่ปิ้งย่างได้ โดยควบคุมความกว้างของช่องควบคุมอากาศ)

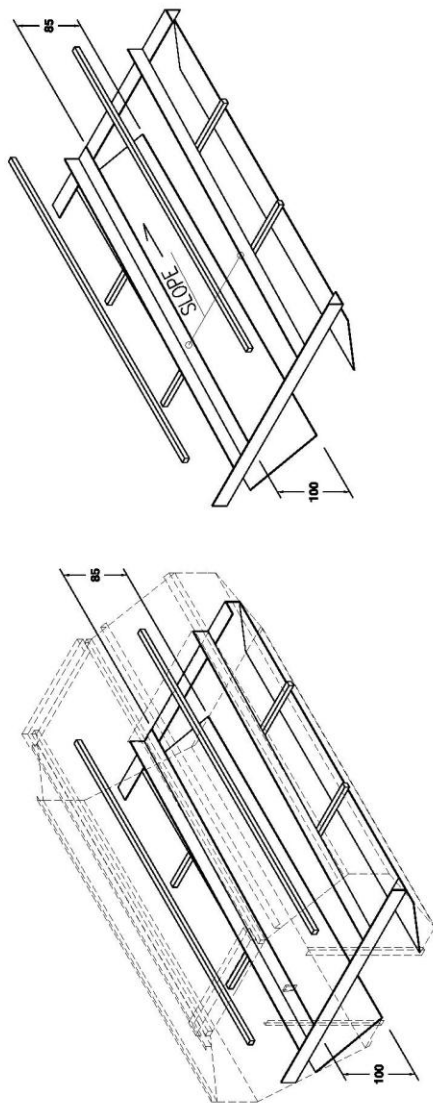
แบบเตาปิ้งย่างไร้ควัน ประหยัดพลังงาน









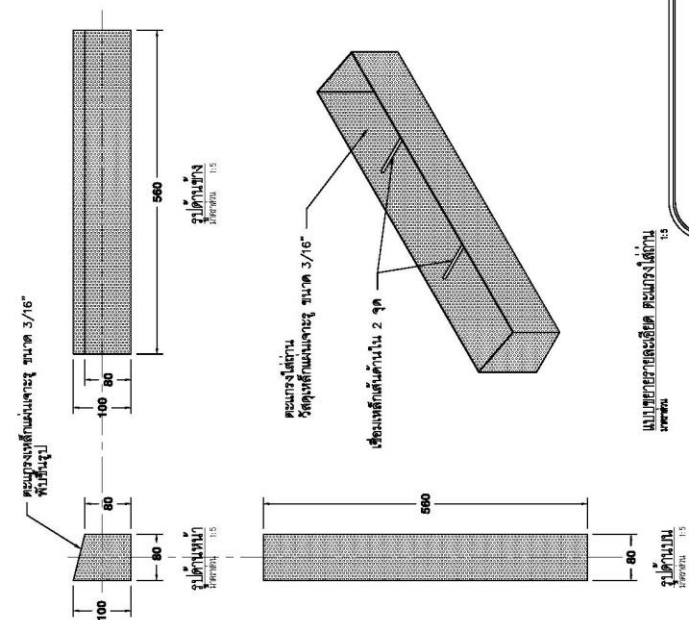


แบบขยายรายละเอียด โครงสร้างคาน (ภายใน)
ขนาด 1:5

หมายเหตุ: วัสดุและขนาดไม้ ไม้ยาง

เดานั่งอย่างไรตัวนี้

แผ่นที่
7/9

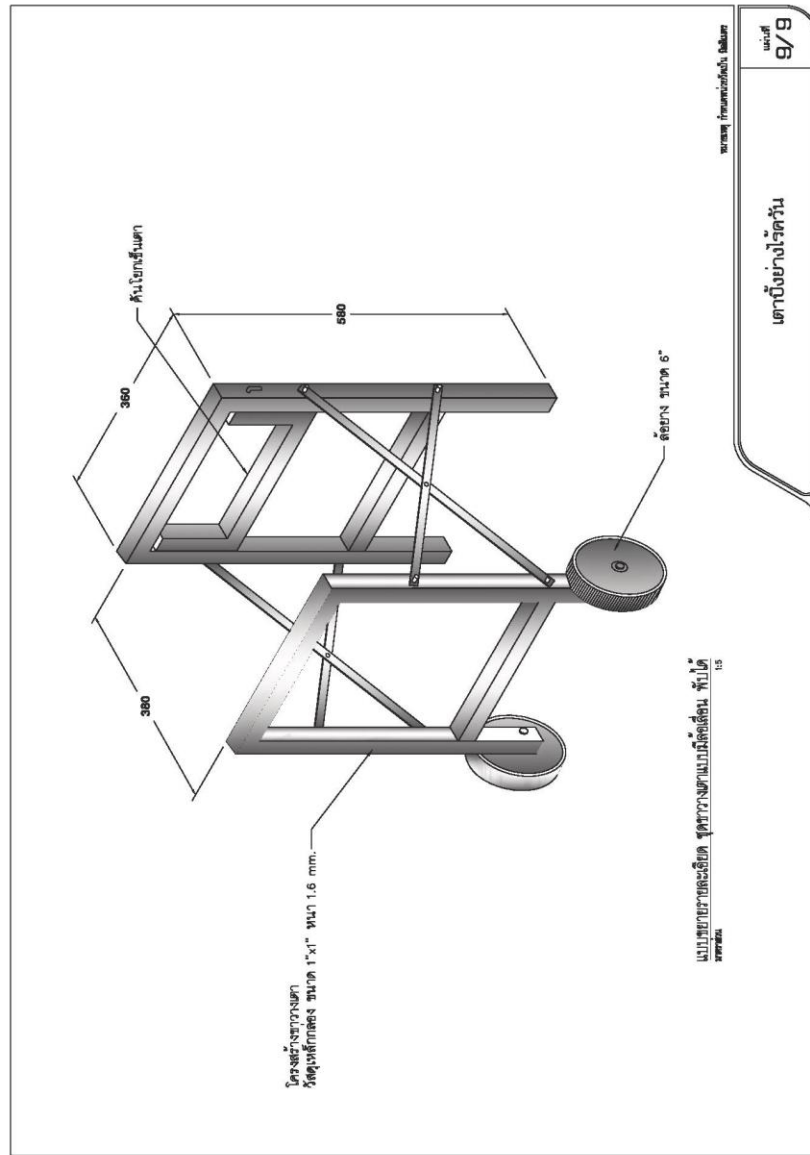


แบบขยายรายละเอียด โครงสร้างคาน
ขนาด 1:5

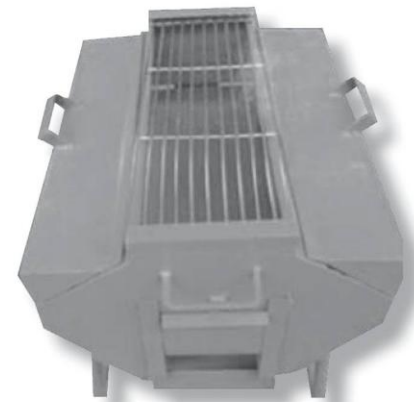
หมายเหตุ: วัสดุและขนาดไม้ ไม้ยาง

เดานั่งอย่างไรตัวนี้

แผ่นที่
8/9



เตาปิ้งย่างไร้ควัน ประหยัดพลังงาน



เตาย่างไก่ ประหยัดพลังงาน



เตาย่างไก่ ประหยัดพลังงาน

เตาย่างไก่ประหยัดพลังงานนี้ คือ เตาที่ใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตรผ่าครึ่ง วาง แนวนอนมีฝาของถัง อีกซีกหนึ่งพับลงมาเปิด-ปิดได้ ทำให้ประหยัดพลังงาน ทางกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ศึกษามาแล้วพบว่า เตาแบบเก่าที่เปิดฝาโล่งจะสูญเสียความร้อนไป ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

1) หลักการทำงาน

เตาย่างไก่ประหยัดพลังงาน เป็นเตาที่ได้มีการพัฒนาปรับปรุง ให้มีประสิทธิภาพความร้อนสูงขึ้น สะดวกต่อการใช้งาน ป้องกันการสูญเสียความร้อน ผ่านผนังเตาและก๊าซไอเสีย ลดการสูญเสียที่วัดไม่ได้ เช่น ความชื้นของเชื้อเพลิง ความร้อนที่หลุดไปกับรอยรั่ว และพื้นที่เปิดของหน้าเตา ซึ่งสามารถลดปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวเตาย่างไก่ทั่วไปได้ ด้วยการหุ้มฉนวนที่ไม่ติดไฟรอบๆ ผิวนอกของเตา ส่วนก๊าซไอเสียที่เกิดจากอากาศส่วนเกินเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากเกินไป เป็นปัญหาที่ค่อนข้างยากต่อการแก้ไข เนื่องจากลักษณะเตาเป็นเตาเปิด ช่องเขี่ยถ่านมีขนาดกว้าง จึงควรสร้างฝาครอบเหนือตะแกรงย่างเพื่อให้ระบบเผาไหม้ มีประสิทธิภาพมากขึ้น เตาประกอบเป็นสองชั้นตรงกลางมีฉนวนกันความร้อน (ดินเหนียว+ ขี้เถ้าแกลบอัตราส่วนประมาณ 1:8) มีฝาครอบ พร้อมหน้าต่างเล็ก 3 บาน เพื่อความสะดวกขณะ ประกอบอาหารและมีปล่องไอเสียตรงกลางตัวเตา เพื่อลด อัตราการไหลของไอร้อนให้น้อยลง

เตาย่างไก่ประหยัดพลังงานมีการสูญเสียความร้อนประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ประหยัดค่าเชื้อเพลิงถ่านได้ประมาณ 24 บาท/รอบการผลิต



รูปที่ 1 แสดงเตาย่างไก่ประหยัดพลังงาน

2) ส่วนประกอบและโครงสร้างของเตาย่างไก่ประหยัดพลังงาน

2.1) ส่วนที่ 1 เป็นฝาครอบที่ทำขึ้นมาเพื่อครอบปิดส่วนเปิดของหน้าเตาเหนือตะแกรงย่างเพื่อกักเก็บแก๊สร้อนไว้ใช้งานก่อนจะปล่อยออกไปสู่อากาศสร้างได้ง่ายๆ จากถัง 200 ลิตรใช้ตัดอีกส่วนหนึ่งไปทำตัวเตานั้นเอง โดยฝาครอบนี้อาจประกอบกับตัวเตาโดยใช้บานพับ

2.2) ส่วนที่ 2 เป็นช่องหน้าต่างเล็กๆ ติดอยู่กับฝาครอบตัวใหญ่โดยอาจใช้บานพับเป็นตัวประกอบ ซึ่งจะทำให้สามารถเปิดปิดได้ขณะใช้งาน เพื่อยื่นมือเข้าไปจัดเรียงหรือพลิกไม้ไผ่ย่างได้โดยไม่ต้องยกฝาครอบอันใหญ่ซึ่งมีน้ำหนักมาก อีกทั้งการเลือกเปิดหน้าต่างบานเล็กๆ เท่าที่จำเป็นนี้ ยังเป็นการป้องกันไม่ให้แก๊สร้อนหลุดรั่วโดยไม่จำเป็นอีกด้วย



รูปที่ 2 แสดงส่วนของฝาครอบเตา



รูปที่ 3 แสดงช่องเปิดสำหรับใช้งาน

2.3) ส่วนที่ 3 ปล่องควัน เพื่อระบายไอเสียออกจากเตาย่าง การต่อท่อไอเสียนั้นนอกจากเป็นการควบคุมอัตราการไหลของแก๊สร้อน ไม่ให้ไหลออกเร็วเกินไปแล้วยังเป็นการลดมลพิษ ลดความรำคาญจากควันที่ตามปกติมักฟุ้งกระจายได้อีกด้วย

2.4) ส่วนที่ 4 ชั้นตัวถังของเตาย่างไก่ประหยัดพลังงาน ถูกออกแบบให้มี 3 ชั้นเพื่อลดการสูญเสียของความร้อนจากผิวเตา โดยตัวเตาสร้างมาจากถังเหล็ก 200 ลิตรผ่าครึ่งทั้งสองส่วนซ้อนกัน ส่วนชั้นที่ 2 ซึ่งอยู่ตรงกลางระหว่างชั้นที่ 1 และ 3 นั้น อาจเป็นวัสดุฉนวนใดๆ ก็ตาม ที่สามารถทนความร้อนได้ประมาณ 400-500 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิในเตาย่างไก่ประมาณ 400-500 องศาเซลเซียส และที่ผิวด้านนอกของถังชั้นในประมาณ 200-250 องศาเซลเซียส) ในที่นี้เพื่อความประหยัด อาจใช้ดินเหนียวผสมแฉะแกลบและน้ำให้เข้ากัน(ส่วนผสมนี้นิยมใช้ในการก่อเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาแบบโบราณ) แล้วนำมาพอกระหว่างผนังเตาทั้งสองอย่างใดก็ตามไม่ควรพอกให้หนาเกินไปนัก เพราะจะทำให้ต้องสูญเสียความร้อนไปกับความจุความร้อนของดินที่มากเกินไป



รูปที่ 4 แสดงส่วนของปล่องควัน



รูปที่ 5 แสดงตัวเตา

3) ส่วนประกอบและโครงสร้างของเตาอย่างไ้ประหยัดพลังงาน

- (1) ถังน้ำมัน 200 ลิตร รูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 55 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร
- (2) เหล็กเส้นแบนขนาดกว้าง 1 นิ้ว สำหรับทำขอบชั้นใน
- (3) ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว สูง 10 เซนติเมตร สำหรับท่อระบายความร้อน
- (4) เหล็กเส้นกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว สำหรับทำตะแกรงย่าง



รูปที่ 6 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการสร้าง

- (5) หูเตา ทำจากเหล็กเส้นกลมขนาด $\varnothing 1/8$ "
- (6) เหล็กเส้นแบนขนาดกว้างประมาณครึ่งนิ้ว กับเหล็กแผ่นมีรู
- (7) ตะแกรงถ่าน
- (8) ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 1 เมตร สำหรับทำขาตั้งเตา



รูปที่ 7 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการสร้าง



รูปที่ 8 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการสร้าง

- (9) บานพับที่ทำจากเหล็กสำหรับฝาเปิดปิดถัง
- (10) บานพับสำเร็จรูปสำหรับช่องเปิดปิดเหนือตะแกรงย่าง
- (11) หูจับสำเร็จรูป
- (12) หมุดยึดโลหะ

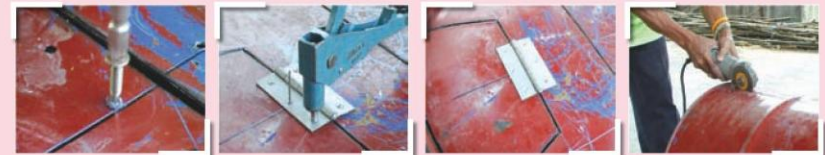
4) ขั้นตอนการสร้างเตาย่างไก่ประหยัดพลังงาน

- (1) เริ่มต้นจากการนำถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร มาวัดและตีเส้นแบ่งครึ่งทั้งแนวตั้งและแนวนอนของถังเพื่อทำในส่วนของฝาครอบ และเตาย่าง
- (2) ส่วนด้านบนของถังตามแนวตั้ง ให้วัดและตีเส้นขนาด 35 เซนติเมตร คูณ 15 เซนติเมตร เพื่อทำช่องเขี้ยวเถาวัลย์ ด้านแนวนอนของถังด้านบนที่เป็นฝาครอบของเตา ให้วัดและตีเส้นขนาด 30 เซนติเมตร คูณ 60 เซนติเมตร เพื่อทำช่องเปิดปิด

- (3) ดำเนินการตัดช่องเขี้ยวเถาวัลย์ก่อนเป็นอันดับแรกโดยตัดตามเส้นที่ได้กำหนดไว้
- (4) ทำเครื่องหมายเพื่อติดตั้งบานพับ



- (5) เจาะรูสำหรับใส่บานพับของช่องเขี้ยวเถาวัลย์
- (6) ใช้หมุดยึดบานพับของช่องเขี้ยวเถาวัลย์
- (7) ยึดหมุดทั้งสองด้านของถัง
- (8) ทำการตัดครึ่งถังตามแนวนอนด้านหน้าตามเส้นที่กำหนดไว้



- (9) ติดตั้งที่จับสำหรับช่องเปิดปิดเหนือตะแกรงย่าง
- (10) ตัดช่องเปิดปิดเตาย่างไก่เฉพาะตามแนวนอนเท่านั้น
- (11) เจาะยึดบานพับ 3 อัน
- (12) เมื่อเจาะยึดบานพับ 3 อัน จึงสามารถตัดด้านข้างของช่องเปิดปิดได้



- (13) จะได้ช่องเปิดปิดเหนือตะแกรงย่าง
- (14) ทำการตัดครึ่งถังตามแนวนอนด้านหลัง

(15) ทำการติดตั้งบานพับที่ทำจากเหล็ก โดยเชื่อมยึดติดระหว่างฝาครอบ และเตาย่าง

(16) ทำการตัดถังตามแนวตั้ง



(17) ในส่วนของเตาย่าง ให้นำเหล็กเส้นแบนมาเชื่อมกับขอบถังด้านใน โดยรอบให้มีระยะห่างจากขอบถัง 1 ถึง 2 เซนติเมตร

(18) ในส่วนของฝาครอบ เชื่อมเหล็กเส้นแบนกับขอบถังด้านในโดยรอบให้มีระยะห่างจากขอบถัง 1 ถึง 2 เซนติเมตร

(19) ในส่วนของฝาครอบด้านบน เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว

(20) เชื่อมติดกับท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ความยาว 10 เซนติเมตร เพื่อเป็นท่อระบายความร้อน



(21) เชื่อมหุ้บบเหล็กสำหรับยกฝาครอบเปิดปิดด้านบน

(22) นำท่อเหล็กขนาด 1 นิ้ว ยาว 1 เมตร เชื่อมกับเหล็กเส้นแบน ประกอบเป็นขาตั้งเตา

(23) นำเหล็กเส้นมาทำเป็นที่ค้ำยันของฝาครอบเมื่อต้องการเปิดฝาเตา

(24) เจาะช่องที่ด้านล่างสุดของเตาสำหรับระบายน้ำมันและใส่ถาดรองน้ำมัน

(25) ประกอบตัวเตาย่างเข้ากับขาตั้งเตา



รูปที่ 9 แสดงเตาย่างไก่อประหยัดพลังงานที่เสร็จสมบูรณ์

5) การบำรุงรักษาเตาย่างไก่อประหยัดพลังงาน

5.1) ควรเก็บไว้ในที่มีโรงคลุม

5.2) เวลาเก็บถ่านที่เหลืออย่าใช้น้ำราดจะทำให้ตัวเตาเกิดสนิมผุกร่อนได้เร็ว

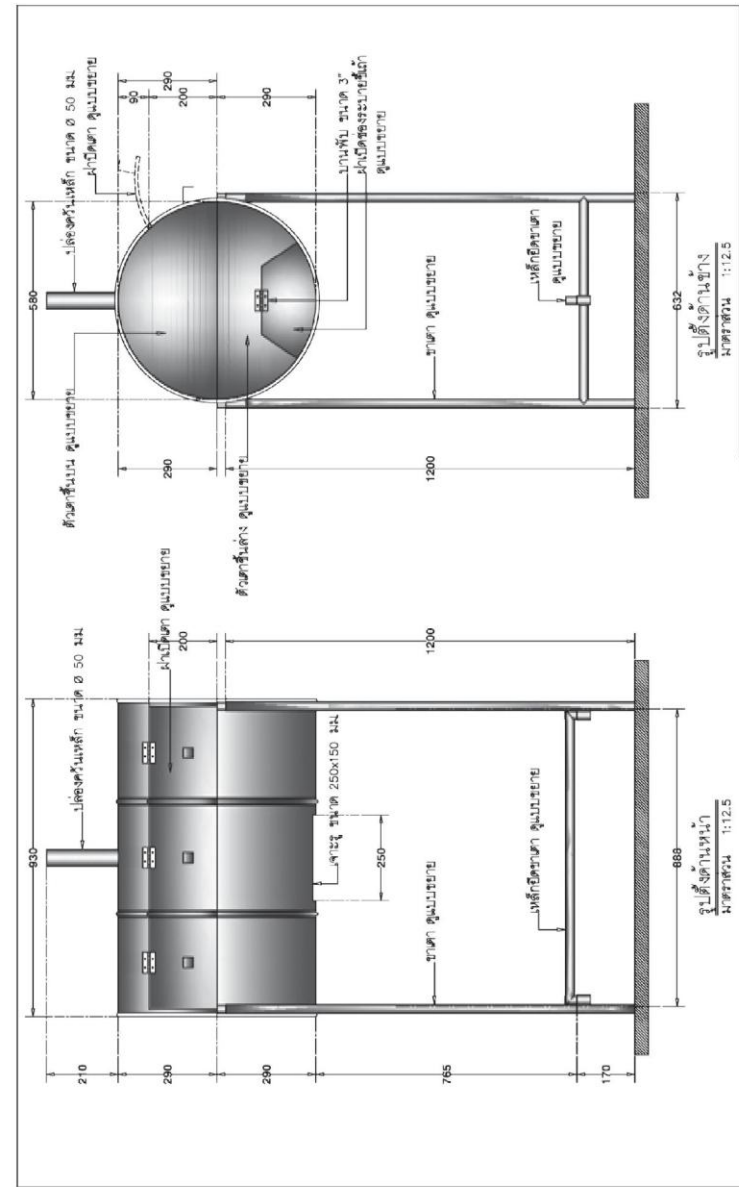
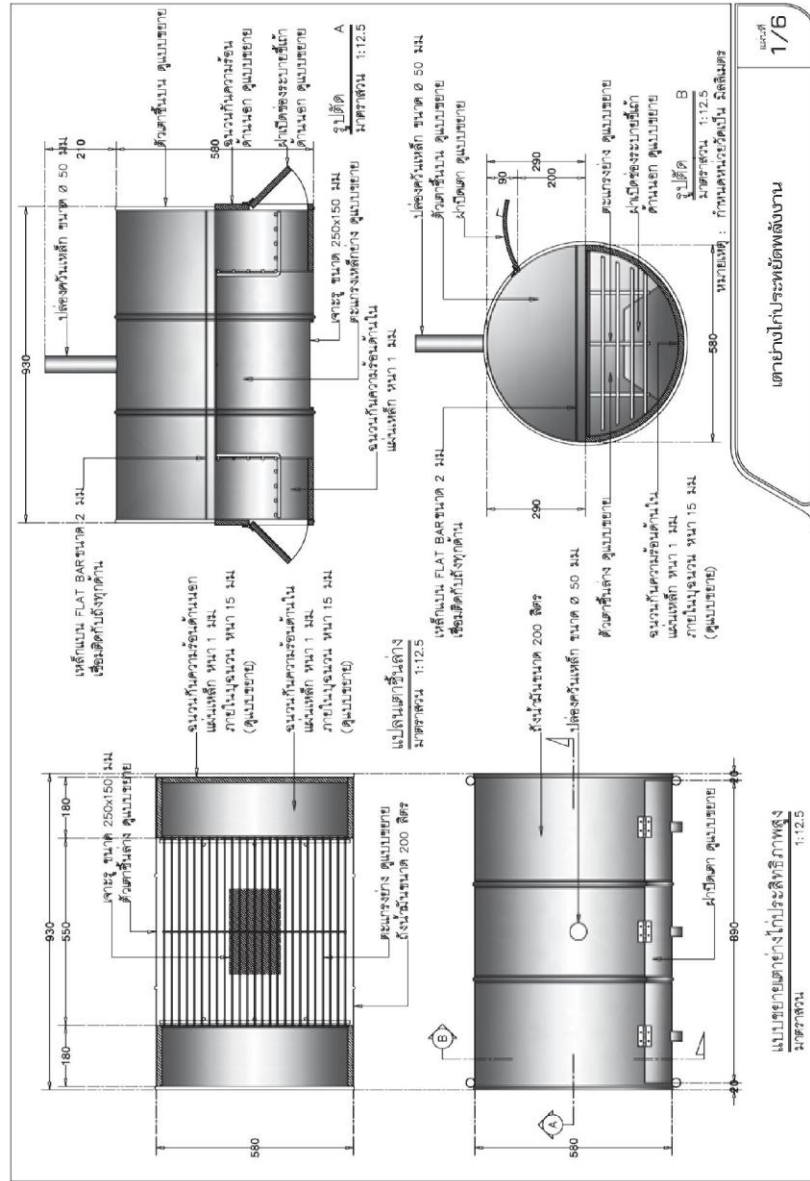
5.3) เมื่อไม่มีการใช้งานควรทาสีกันสนิม

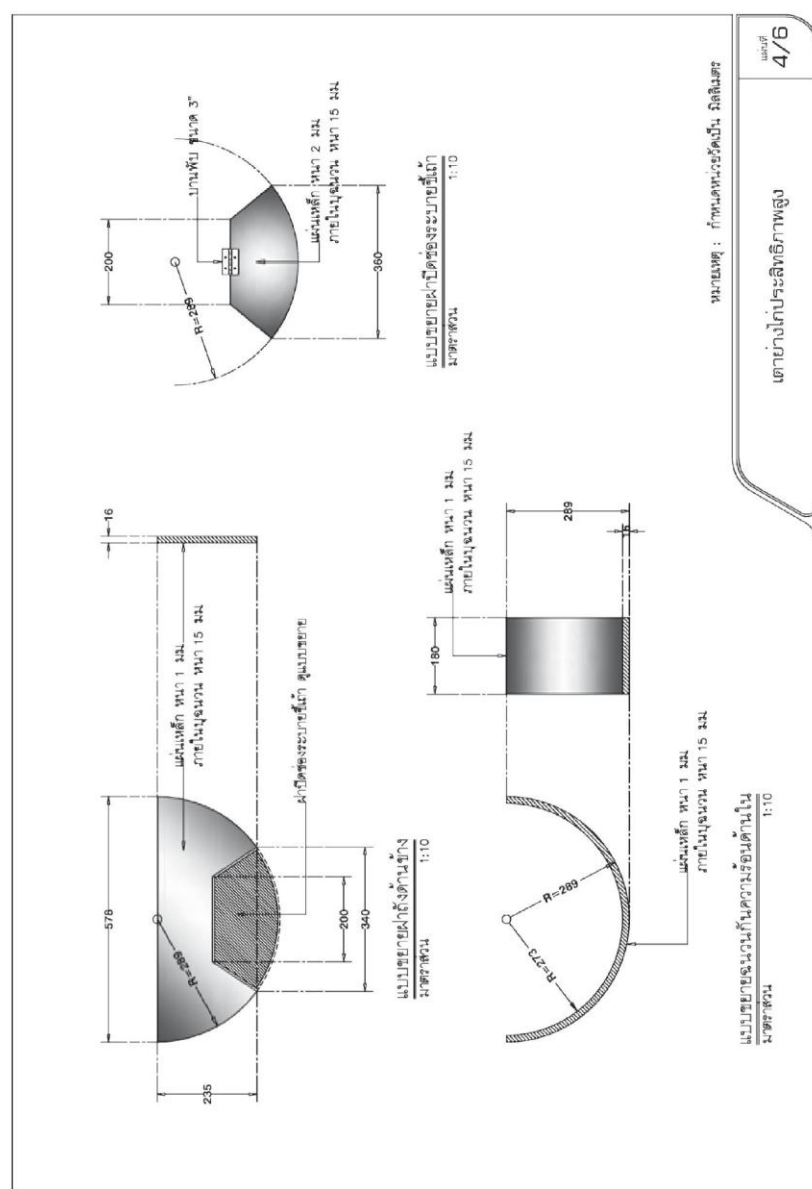
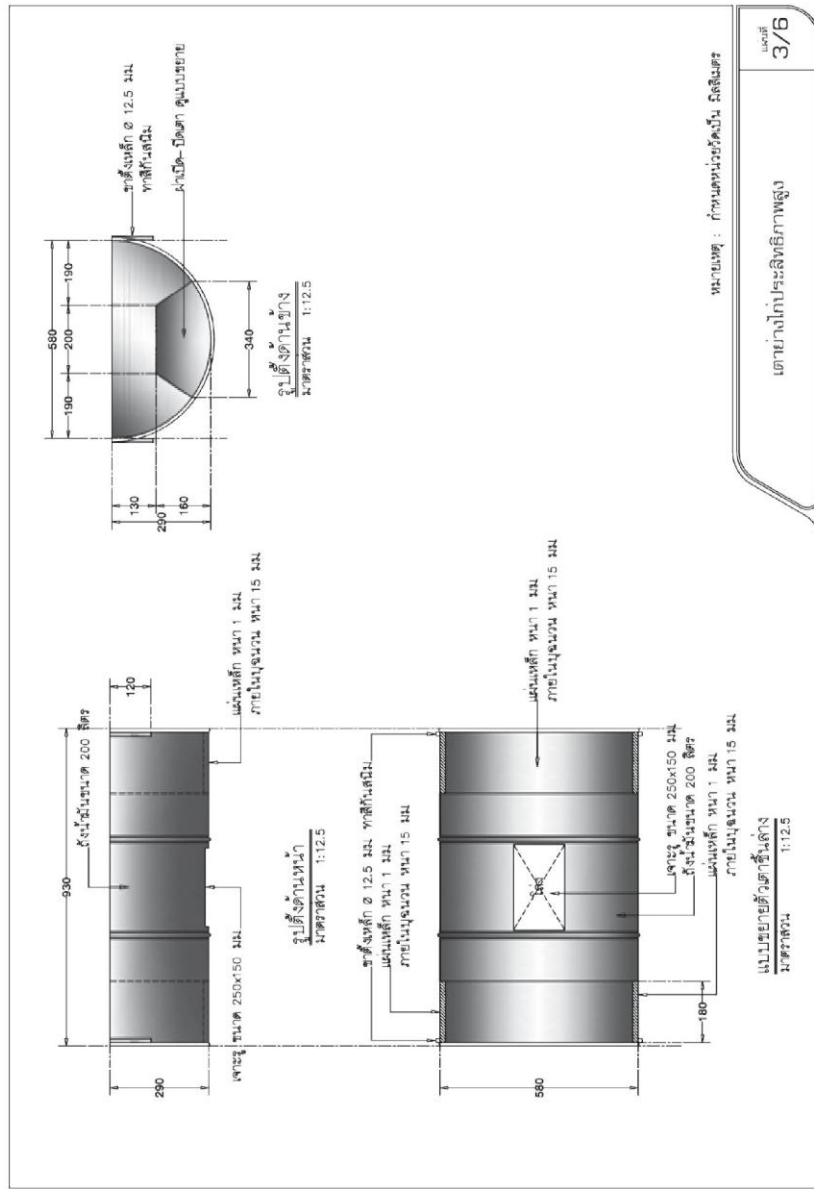
เตาย่างไก่
ประหยัดพลังงาน



แบบเตาย่างไก่
ประหยัดพลังงาน









บ่อหมักแก๊สชีวภาพ



บ่อหมักแก๊สชีวภาพ
2 และ 4 แบบถังโพลีเอทิลีน



บ่อหมักแก๊สชีวภาพ 2 และ 4 แบบถังโพลีเอทิลีน

บ่อหมักแก๊สชีวภาพขนาด 2 และ 4 ลูกบาศก์เมตร แบบถัง
โพลีเอทิลีน (Polyethylen :PE)

1) ลักษณะทั่วไป

เป็นบ่อหมักชนิดบ่อหมักชำแบบโดมคงที่ (Fixed dome digester) ส่วน
ของบ่อหมักมูล และส่วนที่เก็บแก๊สชีวภาพจะใช้ถัง PE ส่วนบ่อมูลล้นและส่วนบ่อ
เติมมูลทำด้วยคอนกรีตสำเร็จ ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

1.1) ขนาดของบ่อหมักแก๊สชีวภาพ บ่อขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร สามารถ
หมักมูลที่ผสมน้ำหรือสารชั้นเหลว ประมาณ 1.5 ลูกบาศก์เมตร และบ่อ
ขนาด 4 ลูกบาศก์เมตร สามารถหมักมูลที่ผสมน้ำหรือสารชั้นเหลว ประมาณ
3 ลูกบาศก์เมตร

1.2) ความสามารถในการผลิตแก๊สชีวภาพ บ่อขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร
ผลิตแก๊สชีวภาพได้ประมาณวันละ 0.45-0.50 ลูกบาศก์เมตร และบ่อขนาด
4 ลูกบาศก์เมตร ผลิตแก๊สชีวภาพได้ประมาณวันละ 0.9-1.0 ลูกบาศก์เมตร

1.3) วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น

1.4) ไม่สิ้นเปลืองพื้นที่ในการก่อสร้าง

1.5) ขั้นตอนในการก่อสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพไม่ยุ่งยาก

1.6) ขั้นตอนการดูแลบำรุงรักษาและการเพิ่มประสิทธิภาพในการ
ผลิตแก๊ส ไม่ยุ่งยาก

1.7) อายุการใช้งานนานประมาณ 12-15 ปี



รูปที่ 1 ระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบถังไฟลือกัส

2) การออกแบบระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

2.1) ขนาดถังย่อยสลาย (Scaling of the digester) ขนาดของถังย่อยสลายซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของถัง PE สำหรับถังที่มีความจุประมาณ 2 ลูกบาศก์เมตร ควรจะกักเก็บปริมาณสารชั้นเหลวในปริมาณ 1.5 ลูกบาศก์เมตร และสำหรับถังที่มีความจุประมาณ 4 ลูกบาศก์เมตร ควรจะกักเก็บปริมาณสารชั้นเหลวในปริมาณ 3.0 ลูกบาศก์เมตร

2.2) ขนาดของที่เก็บแก๊สชีวภาพ (Scaling of Gasholder) สำหรับขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร ระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบถัง PE สามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ประมาณวันละ 0.45-0.5 ลูกบาศก์เมตร ขนาดของที่เก็บแก๊สจะต้องมีเพียงพอที่จะใช้ทดแทนในกรณีที่การผลิตแก๊สมีการผันผวน ซึ่งอยู่ระหว่าง 75-125% ของแก๊สที่คำนวณได้ ดังนั้นปริมาตรที่เก็บแก๊สควรจะมีปริมาตร 0.375-0.625 ลูกบาศก์เมตร และสำหรับถังขนาด 4 ลูกบาศก์เมตร ระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบถัง PE สามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ประมาณวันละ 0.9-1.0 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นปริมาตรที่เก็บแก๊สควรจะมีปริมาตร 0.75-1.25 ลูกบาศก์เมตร

2.3) ขนาดของบ่อมูลล้น (Scaling of Expansion Chamber) ปริมาตรของบ่อมูลล้นควรจะมีขนาดเท่ากับปริมาตรของถังเก็บแก๊สชีวภาพ สำหรับระบบถังหมักขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร ควรจะมีปริมาตรของถังเก็บแก๊สชีวภาพขนาด 0.375-0.625 ลูกบาศก์เมตร และระบบถังหมักขนาด 4 ลูกบาศก์เมตร ควรจะมีปริมาตรของถังเก็บแก๊สชีวภาพขนาด 0.75-1.25 ลูกบาศก์เมตร โดยระดับพื้นของบ่อมูลล้นจะอยู่ในระดับเดียวกับสารชั้นเหลวที่เต็มในบ่อหมักครั้งแรก

2.4) ขนาดของบ่อเติมมูล (Scaling of Mixing Chamber) ปริมาตรของบ่อเติมมูลขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความสะดวกในการใช้งาน สำหรับระบบถังหมักขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร ควรจะมีบ่อเติมมูลปริมาตร 0.35-0.5 ลูกบาศก์เมตร และระบบถังหมักขนาด 4 ลูกบาศก์เมตร ควรจะมีบ่อเติมมูลปริมาตร 0.5-1.0 ลูกบาศก์เมตร โดยระดับพื้นของบ่อเติมมูลควรอยู่ในระดับเดียวกับขอบบนของบ่อล้น

3) ข้อกำหนดในการสร้าง

3.1) เกษตรกรที่ต้องการจะสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร จะต้องมีส่วนเลี้ยง วัว หรือ ควาย อย่างน้อย 3-4 ตัว หรือ หมูเนื้อ อย่างน้อย 8-10 ตัว หรือคิดเป็นปริมาณไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัม และสำหรับบ่อหมักแก๊สชีวภาพขนาด 4 ลูกบาศก์เมตร จะต้องมีส่วนเลี้ยง วัว หรือ ควาย อย่างน้อย 6-8 ตัว หรือ หมูเนื้อ อย่างน้อย 15-20 ตัว หรือคิดเป็นปริมาณไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัม

3.2) เกษตรกรจะต้องมีคอกสัตว์ที่ถาวร และอยู่ใกล้บริเวณที่สร้างบ่อแก๊สชีวภาพ ไม่ควรอยู่ไกลเกินกว่า 20 เมตร

3.3) จะต้องมีส่วนอยู่ในคอกตลอดคืน หรืออย่างน้อยต้องอยู่ไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง

3.4) สถานที่ ที่จะใช้ประโยชน์จากแก๊สชีวภาพ เช่น ห้องครัว ฯลฯ ไม่ควรจะอยู่ห่างจากบ่อแก๊สเกินกว่า 50 เมตร

3.5) เกษตรกรจะต้องมีความสนใจที่จะใช้แก๊ส ปุ๋ยอินทรีย์จากกากมูลสัตว์ และต้องการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพเพื่อลดปัญหามลภาวะของสภาพแวดล้อม

3.6) เกษตรกรจะต้องมีเวลาและแรงงาน ที่พร้อมสำหรับการปฏิบัติดูแลรักษา และซ่อมบำรุงบ่อแก๊สชีวภาพ

3.7) การเลือกพื้นที่ ควรอยู่ในที่มีแสงสว่างส่องถึง เพราะจะทำให้ระบบการหมักทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเลือกสร้างในพื้นที่ที่ดอน น้ำท่วมไม่ถึง มีระดับน้ำใต้ดินลึก ควรให้อยู่ห่างจากบ่อน้ำใช้ไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร เพื่อป้องกันสารที่อาจจะซึมมาจากบ่อหมักแก๊สชีวภาพ ฉะนั้นก่อนที่จะลงมือก่อสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ จึงจำเป็นต้องทำการสำรวจพื้นที่และชนิดของดินบริเวณที่ก่อสร้าง

4) วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการก่อสร้าง

4.1) วัสดุและอุปกรณ์ในการก่อสร้าง สำหรับบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

2 ลูกบาศก์เมตร

(1) ทราย	จำนวน	1/2	ลบ.ม.
(2) หิน 3/4	จำนวน	1/2	ลบ.ม.
(3) ปูนซีเมนต์	จำนวน	3	ถุง
(4) เหล็ก 6 mm.	จำนวน	1	เส้น
(5) วงคอนกรีต Ø .80 ม.	จำนวน	3	ท่อ
(6) ท่อพีวีซี 3/4 นิ้ว	จำนวน	1	เส้น
(7) ท่อพีวีซี 1/2 นิ้ว	จำนวน	4	เส้น
(8) ท่อพีวีซี 4 นิ้ว ยาว 1.5 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(9) ท่อพีวีซี 6 นิ้ว ยาว 1.5 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(10) ท่อ PE 4 นิ้ว ยาว 1 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(11) ท่อ PE 6 นิ้ว ยาว 1 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(12) ท่อ Flex 4 นิ้ว	จำนวน	1	ท่อ
(13) ท่อ Flex 6 นิ้ว	จำนวน	1	ท่อ
(14) วาล์วปิดเปิด	จำนวน	2	ตัว
(15) ข้อต่อท่อพีวีซี	จำนวน	ตามความเหมาะสมของพื้นที่	

(16) กาวต่อท่อพีวีซี	จำนวน	1	กระป๋อง
(17) เทปพันเกลียว	จำนวน	1	ม้วน
(18) ซิลิโคน	จำนวน	4	หลอด
(19) ถัง PE ขนาด 2 ลบ.ม.	จำนวน	1	ใบ
(20) ลวดเชื่อม PE	จำนวน	1/2	กิโลกรัม
(21) เช็มขัดรัดท่อ 4 นิ้ว	จำนวน	1	อัน
(22) เช็มขัดรัดท่อ 6 นิ้ว	จำนวน	1	อัน
(23) ปลั๊กอุด PVC 4 นิ้ว	จำนวน	2	ตัว

4.2) วัสดุและอุปกรณ์ในการก่อสร้าง สำหรับบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

4 ลูกบาศก์เมตร

(1) ทราย	จำนวน	1	ลบ.ม.
(2) หิน 3/4	จำนวน	1	ลบ.ม.
(3) ปูนซีเมนต์	จำนวน	5	ถุง
(4) เหล็ก 6 mm.	จำนวน	1	เส้น
(5) วงคอนกรีต Ø .80 ม.	จำนวน	1	ท่อ
(6) วงคอนกรีต Ø 1.20 ม.	จำนวน	2	ท่อ
(7) ท่อพีวีซี 3/4 นิ้ว	จำนวน	1	เส้น
(8) ท่อพีวีซี 1/2 นิ้ว	จำนวน	4	เส้น
(9) ท่อพีวีซี 4 นิ้ว ยาว 1.5 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(10) ท่อพีวีซี 6 นิ้ว ยาว 1.5 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(11) ท่อ PE 4 นิ้ว ยาว 1 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(12) ท่อ PE 6 นิ้ว ยาว 1 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(13) ท่อ Flex 4 นิ้ว	จำนวน	1	ท่อ
(14) ท่อ Flex 6 นิ้ว	จำนวน	1	ท่อ
(15) วาล์วปิดเปิด	จำนวน	2	ตัว
(16) ข้อต่อท่อพีวีซี	จำนวน	ตามความเหมาะสมของพื้นที่	

(17) กาวต่อท่อพีวีซี	จำนวน	1	กระป๋อง
(18) เทปพันเกลียว	จำนวน	1	ม้วน
(19) ซิลิโคน	จำนวน	4	หลอด
(20) ถัง PE ขนาด 4 ลบ.ม.	จำนวน	1	ใบ
(21) ลวดเชื่อม PE	จำนวน	1	กิโลกรัม
(22) เช็มขัดรัดท่อ 4 นิ้ว	จำนวน	1	อัน
(23) เช็มขัดรัดท่อ 6 นิ้ว	จำนวน	1	อัน
(24) ปลั๊กอุด PVC 4 นิ้ว	จำนวน	2	ตัว

4.3) เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

- | | | | |
|-------------------------------------|-------|---|------|
| (1) เลื่อยตัดท่อพีวีซี และ PE | จำนวน | 1 | ชิ้น |
| (2) ตลับเมตร | จำนวน | 1 | อัน |
| (3) หัวแก๊สเชื่อม PE | จำนวน | 1 | ชุด |
| (4) จอบ พลั่ว บังกี สำหรับงานขุดดิน | | | |
| (5) เกียง และอุปกรณ์ที่ใช้ตบแต่งปูน | | | |
| (6) สายยางสำหรับตรวจสอบระดับ | | | |

หมายเหตุ : จำนวนท่อพีวีซีขึ้นอยู่กับระยะทางของท่อแก๊สชีวภาพ

5) ขั้นตอนการก่อสร้าง

สำหรับขั้นตอนการสร้างระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบ PE จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ขั้นตอนการก่อสร้างถังหมัก หรือถังย่อยสลาย และขั้นตอนการติดตั้งระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบ PE

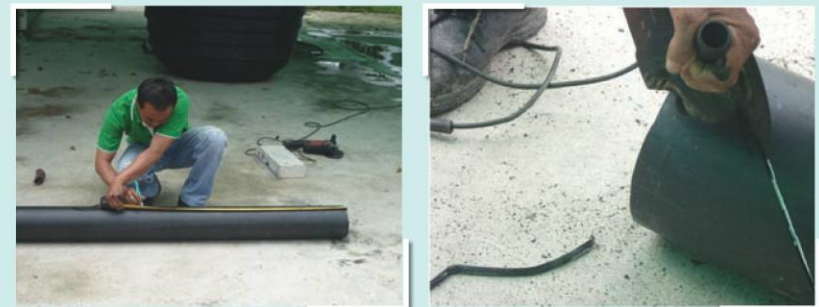
5.1) ขั้นตอนการสร้างถังหมัก หรือถังย่อยสลาย

(1) นำถัง PE มาทำการวางตำแหน่งของท่อเติม และท่อล้น โดยทิศทางของท่อเติมและท่อล้นอยู่ในทิศทางที่ตรงข้ามกัน และตำแหน่งของท่อเติมอยู่ที่ระดับกึ่งกลางของถัง ส่วนตำแหน่งปลายของท่อล้นอยู่สูงกว่าระดับของพื้นถัง $\frac{1}{4}$ ของถัง



รูปที่ 2 การวางตำแหน่งของท่อเติมและท่อล้น

(2) การเตรียมท่อเติม และท่อล้น จะทำการตัดท่อ PE ขนาด 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว ให้มีความยาว 1 เมตร และที่ปลายของท่อ PE ด้านหนึ่งให้ตัดเฉียงทำมุม 45 องศา สำหรับท่อเติมมุมเฉียงอาจมากกว่า 45 องศา โดยให้มีความชันของท่อมากที่สุด ที่แนวท่อไม่ผ่านช่วงเก็บแก๊ส



รูปที่ 3 การเตรียมท่อเติม และท่อล้น

(3) การวางตำแหน่งท่อเดิม และท่อล้น นำท่อ PE ขนาด 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว ที่ปลายของท่อเฉียงทำมุม 45 องศา ไปทาบที่ตำแหน่งของท่อเดิม และท่อล้น ให้เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ PE อยู่ตรงกับตำแหน่งของท่อเดิม และท่อล้น โดยใช้ระดับน้ำตรวจสอบความเอียงของท่อ และทำการเขียนแนวของท่อ PE ลงบนถัง



รูปที่ 4 การวางตำแหน่งท่อเดิม และท่อล้น

(4) การติดตั้งท่อเดิมและท่อล้น เริ่มจากนำส่วานมาเจาะถึง PE ที่ตำแหน่งของท่อเดิม และท่อล้น ตามแนวโดยรอบให้เกิดเป็นรู และใช้เลื่อยหรือ หินเจียรตัด และเจียรแต่งผิวให้เรียบ นำท่อขนาด 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว ติดตั้งไปที่ ตำแหน่งรูที่เจาะโดยเอียงทำมุม 45 องศา โดยที่ตำแหน่งของปลายท่อเดิมจะ อยู่ต่ำกว่าตำแหน่งกึ่งกลางถังประมาณ 15 เซนติเมตร และตำแหน่งปลายท่อ ของท่อล้น จะอยู่สูงกว่าพื้นของถังประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นทำการเชื่อม แนวท่อโดยรอบโดยใช้ลวดเชื่อม PE และหัวแก๊สเชื่อม PE ประมาณ 5-6 รอบ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับรูที่เจาะว่ามีความกว้างมากกว่าท่อที่ใส่มากหรือน้อย



รูปที่ 5 การเจาะและเจียรแต่งผิว



รูปที่ 6 การเชื่อมท่อเดิม และท่อล้น

5.2) ขั้นตอนการติดตั้งระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบ PE

(1) วางผังในการขุดบ่อหมักแก๊สชีวภาพ ทำเครื่องหมายบริเวณ ที่จะขุดบ่อหมักโดยใช้ปูนขาวโรยเป็นรูปวงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง PE ประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการ ก่อสร้างและความลึกเท่ากับระยะความสูงของถัง PE รวมกับระยะทรายหยาบ อัดแน่น และคอนกรีตหยาบหนา 10 เซนติเมตร

(2) ทำการขุดบ่อหมักแก๊สชีวภาพตามที่วางผังไว้โดยใช้แรงงานคน



รูปที่ 7 การวางผังในการขุดบ่อหมักแก๊สชีวภาพ การขุดบ่อหมักแก๊สชีวภาพแบบถัง PE

(3) รองพื้นก้นหลุมด้วยทรายหยาบอัดแน่นหนา 5 เซนติเมตร และเทพื้นก้นหลุมด้วยคอนกรีตหยาบหนา 5 เซนติเมตร แล้วแต่งหน้าปูนให้เรียบ



รูปที่ 8 การเทพื้นคอนกรีตหยาบที่ก้นหลุม

(4) นำถัง PE ลงในหลุมที่เตรียมไว้ โดยขยับถัง PE ให้อยู่ในระหว่างจุดศูนย์กลางหลุม และตรวจสอบระดับของถัง PE ไม่ให้เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง



รูปที่ 9 การติดตั้งถังหมักแบบ PE

(5) ดำเนินการติดตั้งท่อเติมมูล โดยนำท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1.5 เมตร เชื่อมต่อกับถังหมัก (ถัง PE) โดยใช้ข้อต่อยาง (Rubber Flexible) และรัดจุดเชื่อมต่อให้แน่นโดยใช้เข็มขัดรัดสายที่ด้านปลายของท่อ PVC และท่อ PE



รูปที่ 10 การติดตั้งท่อเติมมูล

(6) ดำเนินการติดตั้งท่อมูลกลับ โดยนำท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 1.5 เมตร เชื่อมต่อกับถังหมัก (ถัง PE) โดยใช้ข้อต่อยาง (Rubber Flexible) และรัดจุดเชื่อมต่อให้แน่นโดยใช้เข็มขัดรัดสายที่ด้านปลายของท่อ PVC และท่อ PE



รูปที่ 11 การติดตั้งท่อป้อนมูลกลับ

(7) ดำเนินการถมดินรอบบ่อหมัก (ถัง PE) อัดให้แน่นจนถึงระดับดินเดิม



รูปที่ 12 การถมดินรอบบ่อหมัก

(8) การก่อสร้างบ่อมูลล้น เริ่มจากนำสายยางวัดระดับมาทำการวัดระดับ โดยให้ระดับพื้นของบ่อมูลล้นอยู่ในระดับเดียวกับสารชั้นเหลวที่เติมในบ่อหมักครั้งแรกจากนั้นนำวงคอนกรีต (สำหรับบ่อหมักขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร ใช้ วงคอนกรีต $\varnothing$ 80 เซนติเมตร และบ่อหมักขนาด 4 ลูกบาศก์เมตร ใช้วงคอนกรีต $\varnothing$ 120 ซม. จำนวน 2 วงวางบนพื้นดินที่ปรับพื้นแล้วให้อยู่ระดับสารชั้นเหลวที่เติมในบ่อหมักครั้งแรกแล้วเทพื้นด้วยทรายหยาบและคอนกรีตหยาบหนา 5 เซนติเมตร ก่อนจะต้องปรับท่อมูลล้นให้อยู่จุดกึ่งกลาง จากนั้นฉาบตบแต่งให้เรียบร้อย



รูปที่ 13 การก่อสร้างบ่อมูลล้น

(9) การก่อสร้างบ่อเติมมูล เริ่มจากนำสายยางวัดระดับมาทำการวัดระดับ โดยระดับพื้นของบ่อเติมมูลควรอยู่ในระดับเดียวกับขอบบนของบ่อล้น จากนั้นนำวงคอนกรีต $\varnothing$ 80 ซม. วางบนพื้นดินที่ปรับพื้นแล้วให้อยู่ระดับเดียวกับขอบบนของบ่อล้นแล้วเทพื้นด้วย ทรายหยาบและคอนกรีตหยาบ หนา 5 ซม. ก่อนจะต้องปรับท่อมูลเติมให้อยู่จุดกึ่งกลาง จากนั้นฉาบตบแต่งให้เรียบร้อย



รูปที่ 14 การก่อสร้างบ่อเติมมูล

ระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร แบบกึ่งไฟเบอร์กลาส (Fiber Reinforced Plastic : FRP)

1) ลักษณะทั่วไป

เป็นบ่อหมักชนิดบ่อหมักชำแบบโดมคงที่ (Fixed dome digester) ส่วนของบ่อหมักมูล และส่วนที่เก็บแก๊สชีวภาพจะใช้ถังไฟเบอร์กลาส (FRP) ขนาดความจุ 8 ลูกบาศก์เมตร ส่วนบ่อมูลล้นและส่วนบ่อเติมมูลทำด้วยรองคอนกรีตสำเร็จ ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

- 1.1) ขนาดของบ่อหมักแก๊สชีวภาพ สามารถหมักมูลที่ผสมน้ำหรือสารชั้นเหลว ประมาณ 3 ลูกบาศก์เมตร
- 1.2) สามารถผลิตแก๊สชีวภาพ ได้ประมาณวันละ 1.5-2.0 ลูกบาศก์เมตร
- 1.3) วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น
- 1.4) ไม่สิ้นเปลืองพื้นที่ในการก่อสร้าง
- 1.5) ขั้นตอนในการก่อสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพไม่ยุ่งยาก
- 1.6) ขั้นตอนการดูแลบำรุงรักษาและการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตแก๊ส ไม่ยุ่งยาก
- 1.7) อายุการใช้งานนานประมาณ 12-15 ปี



รูปที่ 1 ระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร แบบกึ่งไฟเบอร์กลาส

2) การออกแบบระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

2.1) ขนาดถังย่อยสลาย (Scaling of the digester) ขนาดของถังย่อยสลายซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของบ่อไฟเบอร์กลาสซึ่งมีความจุประมาณ 8 ลูกบาศก์เมตร กักเก็บปริมาณสารชั้นเหลวในปริมาณ 6.5 ลูกบาศก์เมตร

2.2) ขนาดของถังเก็บแก๊สชีวภาพ (Scaling of Gas holder) บ่อหมักผลิตแก๊สชีวภาพแบบถัง PE สามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ประมาณวันละ 1.5-2.0 ลูกบาศก์เมตร ขนาดของถังเก็บแก๊สจะต้องมีเพียงพอที่จะใช้ทดแทนในกรณีที่เกิดการผลิตแก๊สมีการผันผวน ซึ่งอยู่ระหว่าง 75-125 % ของแก๊สที่คำนวณได้ ดังนั้น ปริมาตรที่เก็บแก๊สควรจะมีปริมาตร 1.5 ลูกบาศก์เมตร

2.3) ขนาดของบ่อมูลล้น (Scaling of Expansion Chamber) ปริมาตรของบ่อมูลล้นควรจะมีขนาดเท่ากับปริมาตรของถังเก็บแก๊สชีวภาพ ซึ่งมีปริมาตร 1.5 ลูกบาศก์เมตร โดยระดับพื้นของบ่อมูลล้นจะอยู่ในระดับเดียวกับสารชั้นเหลวที่เติมในบ่อหมักครั้งแรก

2.4) ขนาดของบ่อเติมมูล (Scaling of Mixing Chamber) ปริมาตรของบ่อเติมมูลขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความสะดวกในการใช้งาน ควรจะมีปริมาตร 0.5-1.0 ลูกบาศก์เมตรโดยระดับพื้นของบ่อเติมมูลควรอยู่ในระดับเดียวกับขอบบนของบ่อล้น

3) ข้อกำหนดในการสร้าง

3.1) เกษตรกรที่ต้องการจะสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพจะต้องมีสัตว์เลี้ยง วัว หรือ ควายอย่างน้อย 15-20 ตัว หรือ หมูน้อย อย่างน้อย 30-40 ตัว หรือคิดเป็นปริมาณไม่น้อยกว่า 60-80 กิโลกรัม

3.2) เกษตรกรจะต้องมีคอกสัตว์ที่ถาวร และอยู่ใกล้บริเวณที่สร้างบ่อแก๊สชีวภาพไม่ควรอยู่ไกลเกินกว่า 20 เมตร

3.3) จะต้องมีสัตว์อยู่ในคอกตลอดคืน หรืออย่างน้อยต้องอยู่ไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง

3.4) สถานที่ ที่จะใช้ประโยชน์จากแก๊สชีวภาพ เช่น ห้องครัว ฯลฯ ไม่ควรจะอยู่ห่างจากบ่อแก๊สเกินกว่า 50 เมตร

3.5) เกษตรกรจะต้องมีความสนใจที่จะใช้แก๊ส ปุ๋ยอินทรีย์จากกากมูลสัตว์และต้องการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพเพื่อลดปัญหามลภาวะของสภาพแวดล้อม

3.6) เกษตรกรจะต้องมีเวลาและแรงงาน ที่พร้อมสำหรับการปฏิบัติดูแลรักษา และซ่อมบำรุงบ่อแก๊สชีวภาพ

3.7) การเลือกพื้นที่ ควรอยู่ในที่มีแสงสว่างส่องถึง เพราะจะทำให้ระบบการหมักทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเลือกสร้างที่ดอน น้ำท่วมไม่ถึง มีระดับน้ำใต้ดินลึก ควรให้อยู่ห่างจากบ่อน้ำใช้ไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร เพื่อป้องกันสารที่อาจจะซึมมาจากบ่อหมักแก๊สชีวภาพ ฉะนั้นก่อนที่จะลงมือก่อสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ จึงจำเป็นต้องทำการสำรวจพื้นที่และชนิดของดินบริเวณที่ก่อสร้าง

4) วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการก่อสร้าง

4.1) วัสดุและอุปกรณ์ในการก่อสร้าง

(1) ทราย	จำนวน	1	ลบ.ม.
(2) ปูนซีเมนต์	จำนวน	2	ถุง
(3) ร่องคอนกรีต Ø 1.20 ม.	จำนวน	1	ท่อ
(4) ร่องคอนกรีต Ø 1.50 ม.	จำนวน	1	ท่อ
(5) ท่อพีวีซี ¾ นิ้ว	จำนวน	5	เส้น
(6) ท่อพีวีซี 4 นิ้ว ยาว 2 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(7) ท่อพีวีซี 6 นิ้ว ยาว 2 ม.	จำนวน	1	ท่อน
(8) วาล์วปิดเปิด	จำนวน	2	ตัว
(9) ข้อต่อท่อพีวีซี	จำนวน	ตามความเหมาะสมของพื้นที่	
(10) กาวต่อท่อพีวีซี	จำนวน	3	กระป๋อง
(11) เทปพันเกลียว	จำนวน	1	ม้วน
(12) ถังหมักไฟเบอร์กลาส	จำนวน	1	ใบ
ขนาด 8 ลบ.ม.			

4.2) เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

(1) เลื่อยตัดท่อพีวีซี	จำนวน	1	ชิ้น
(2) ตลับเมตร	จำนวน	1	อัน
(3) จอบ พลั่ว บั้งกี สำหรับงานขุดดิน			
(4) เกียง และอุปกรณ์ที่ใช้ตบแต่งปูน			
(5) สายยางสำหรับตรวจสอบระดับ			

5) ขั้นตอนการก่อสร้าง

5.1) ขั้นตอนการก่อสร้างระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์-

กลาส

สำหรับขั้นตอนการก่อสร้างระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาส มีรายละเอียดดังนี้

(1) วางผังในการขุดบ่อหมักแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาส ทำเครื่องหมายบริเวณที่จะขุดบ่อหมักโดยใช้ปูนขาวโรยเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 3.5 x 3.5 ตารางเมตร เพื่อความสะดวกในการก่อสร้างและความลึกเท่ากับ 2 เมตร เท่ากับระยะความสูงของบ่อหมัก รวมกับระยะทรายหยาบอัดแน่น

(2) ทำการขุดบ่อหมักแก๊สชีวภาพตามที่วางผังไว้โดยใช้แรงงานคน



รูปที่ 2 การวางผัง และการขุดบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

(3) ดำเนินการปรับระดับพื้น และบดอัดดินให้แน่น และทำการวัดระดับเพื่อรองพื้นกันหลุมด้วยทรายหยาบอัดแน่นหนา 10 เซนติเมตร แล้วบดอัดให้แน่น



รูปที่ 3 การปรับระดับพื้น และเททรายหยาบที่กันหลุม

(4) นำบ่อหมักแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาสลงในหลุมที่เตรียมไว้ โดยขยับบ่อแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาสให้อยู่ในระหว่างจุดศูนย์กลางหลุม และตรวจสอบระดับของบ่อแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาสไม่ให้เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง



รูปที่ 4 การติดตั้งบ่อหมักแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาส

(5) ดำเนินการติดตั้งท่อเติมมูล โดยนำท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 2 เมตร เชื่อมต่อกับบ่อแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาส โดยใช้กาวต่อพีวีซี ทาที่ท่อพีวีซีขนาด 4 นิ้ว และข้อต่อตรงพีวีซีขนาด 4 นิ้ว ที่ฝังอยู่ภายในบ่อแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาส



รูปที่ 5 การติดตั้งท่อเติมมูล

(6) ดำเนินการติดตั้งท่อมูลล้น โดยนำท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 2 เมตร เชื่อมต่อกับบ่อแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาส โดยใช้กาวต่อพีวีซี ทาที่ท่อพีวีซีขนาด 6 นิ้ว และข้อต่อตรงพีวีซีขนาด 6 นิ้ว ที่ฝังอยู่ภายในบ่อแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาส



รูปที่ 6 การติดตั้งท่อมูลล้น

(7) ดำเนินการวัดตำแหน่งของระดับท่อเติม และท่อล้น โดยใช้สายยางวัดระดับน้ำ โดยระดับของพื้นบ่อล้นอยู่ห่างจากพื้นดิน 130 เซนติเมตร และระดับพื้นของบ่อเติมอยู่สูงจากพื้นดิน 214 เซนติเมตร จากนั้นดำเนินการตัดปลายท่อให้แนวการตัดขนานกับพื้นดิน



รูปที่ 7 ตำแหน่งของระดับท่อเติม และท่อล้น

(8) ดำเนินการถมดินรอบบ่อแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาสอัดให้แน่นจนถึงระดับดินเดิม



รูปที่ 8 การถมดินรอบบ่อแก๊สชีวภาพแบบไฟเบอร์กลาส

(9) การก่อสร้างบ่อมูลล้น เริ่มจากนำสายยางวัดระดับมาทำการวัดระดับ โดยให้ระดับพื้นของบ่อมูลล้นอยู่ในระดับเดียวกับสารชั้นเหลวที่เต็มในบ่อหมักครั้งแรกจากนั้นนำวงคอนกรีต $\varnothing$ 150 เซนติเมตร จำนวน 1 วง วางบนพื้นดินที่ปรับพื้นแล้วให้อยู่ระดับสารชั้นเหลวที่เต็มในบ่อหมักครั้งแรกแล้วเทพื้นด้วยทรายหยาบและคอนกรีตหยาบหนา 5 เซนติเมตรก่อนจะต้องปรับท่อเติมมูลล้นอยู่จุดกึ่งกลาง จากนั้นฉาบตบแต่งให้เรียบร้อย



รูปที่ 9 การก่อสร้างบ่อมูลล้น

(10) การก่อสร้างบ่อเติมมูล เริ่มจากนำสายยางวัดระดับมาทำการวัดระดับ โดยระดับพื้นของบ่อเติมมูลควรอยู่ในระดับเดียวกับขอบบนของบ่อล้นจากนั้นนำวงคอนกรีต $\varnothing$ 100 เซนติเมตร วางบนพื้นดินที่ปรับพื้นแล้วให้อยู่ระดับเดียวกับขอบบนของบ่อล้นแล้วเทพื้นด้วย ทรายหยาบและคอนกรีตหยาบหนา 5 เซนติเมตรก่อนจะต้องปรับท่อเติมมูลให้อยู่จุดกึ่งกลาง จากนั้นฉาบตบแต่งให้เรียบร้อย



รูปที่ 10 การก่อสร้างบ่อเติมมูล

การเดินท่อน้ำแก๊ส

การเดินท่อน้ำแก๊สเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของการก่อสร้างระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาดเล็ก เพราะว่าหากมีแก๊สชีวภาพ

1) ดำเนินการต่อท่อน้ำแก๊สโดยใช้ท่อ PVC หรือท่อเหล็กอบสังกะสีต่อเชื่อมกับถังหมักแก๊สชีวภาพ ที่ด้านบนของถัง ไปยังห้องครัวเพื่อต่อเข้ากับเตาแก๊สหุงต้มโดยในการต่อท่อ PVC ถ้าระยะทางใกล้ๆ ไม่เกิน 20 เมตรให้ใช้ท่อขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว แต่ถ้าระยะทางเกินกว่า 20 เมตร ให้ใช้ท่อขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว และดำเนินการติดตั้งวาล์วปิด-เปิด บริเวณที่ใช้แก๊สชีวภาพ และบริเวณปากบ่อ



รูปที่ 1 การต่อท่อน้ำแก๊สโดยใช้ท่อ PVC

2) การจัดทำแผงวัดความดันแก๊ส ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในระบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพเพราะเป็นเครื่องชี้บอกปริมาณแก๊สที่อยู่ในถังหมักแบบ PE และความปกติของระบบบ่อหมักฯ โดยใช้ท่ออย่างไสขนาด $\varnothing$ 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร งอให้เป็นรูปตัว U ติดไม้กับแผงไม้หรือแผ่นโลหะแล้วทำเครื่องหมายกำหนดระยะเพื่อวัดความดันของแก๊ส ด้านหนึ่งของท่ออย่างให้ไปเชื่อมต่อกับท่อน้ำแก๊สก่อนที่จะต่อกับเตาแก๊สหุงต้ม และติดตั้งไว้ข้างฝาหรือที่ที่มีความเหมาะสม



รูปที่ 2 แผงวัดความดันแก๊ส

3) การปรับแต่งเตาแก๊สหุงต้มเพื่อใช้กับแก๊สชีวภาพ เตาแก๊สหุงต้มถ้าไม่ได้ดัดแปลงจะไม่สามารถนำมาใช้กับแก๊สชีวภาพได้ โดยการเจาะนมหนูหรือรูที่ให้แก๊สไปเผาไหม้ ให้นมหนูวงนอกขนาด 2.3 มิลลิเมตร และนมหนูวงในขนาด 1.6 มิลลิเมตร ก่อนที่จะประกอบให้ใช้แผ่นปะเก็นหรือยางในรถยนต์ตัดเป็นวงกลมแล้วเอารูตรงกลางสวมปิดตรงหน้าแปลงของตัวปรับส่วนผสมของเตาแก๊สเดิม

4) ดำเนินการติดตั้งชุดดักน้ำ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับระบายน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวน้ำที่อยู่ภายในแก๊สชีวภาพ โดยการหาตำแหน่งที่ต่ำที่สุดของท่อ แล้วต่อข้อต่อสามทางและต่อท่อยื่นลง 10-15 เซนติเมตร และใส่วาล์วปิดเปิดที่ปลายท่อ ถ้าหากจุดต่ำที่สุดอยู่บนดินให้ทำการสร้างบ่อดักน้ำโดยการก่ออิฐขนาดกว้างยาว 50x50 เซนติเมตร และลึก 30 เซนติเมตร



รูปที่ 3 เตาดัดแปลงใช้กับแก๊สชีวภาพ

การทดสอบการรั่วของระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

การทดสอบการรั่วของระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบครัวเรือน จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบการรั่วของการสร้างถังหมักแก๊สชีวภาพ ซึ่งจะทดสอบก่อนที่จะนำถังหมักแก๊สชีวภาพติดตั้งลงในบ่อ และการทดสอบระบบผลิตแก๊สชีวภาพ ซึ่งจะทดสอบหลังจากติดตั้งถังหมักแก๊สชีวภาพ บ่อเติม บ่อล้น และท่อนำแก๊ส นับว่าเป็นงานขั้นสุดท้ายที่สำคัญที่สุดของการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ เพราะเมื่อเราสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพแล้วหากมีการรั่วก็ไม่สามารถเก็บแก๊สได้ เพราะฉะนั้นก่อนที่จะเติมมูลสัตว์ต้องมีการทดสอบว่ามีการรั่วหรือไม่ขึ้นตอนการทดสอบดังนี้

1) การทดสอบการรั่วของถังหมักแก๊สชีวภาพ

สำหรับการทดสอบการรั่วของถังหมักแก๊สชีวภาพจะเป็นการทดสอบแนวเชื่อมต่อของท่อเติมมูล และท่อล้น ทั้งในถังแบบ PE และไฟเบอร์กลาส โดยการเติมน้ำเข้าไปให้สูงกว่าท่อเติมประมาณ 50 เซนติเมตร สังเกตแนวเชื่อมว่ามีน้ำหยดมาหรือไม่ ถ้ามีให้ดำเนินการเชื่อมซ้ำอีกจนกว่าจะไม่มีน้ำหยดมาจากแนวเชื่อม เมื่อพบรอยรั่วให้แก้ไขที่จุดรั่ว แล้วทดสอบใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 1 การตรวจสอบรอยรั่วที่ท่อเติมและท่อล้น

2) การทดสอบการรั่วของระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบครัวเรือน

2.1) ปิดวาล์วของท่อนำแก๊สก่อนที่จะเข้าเตาแก๊สหุงต้มให้แน่นสนิท

2.2) เติมน้ำเข้าทางบ่อเติมมูล แล้วไปตรวจดูระดับน้ำที่บ่อมูลล้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นมาประมาณ $\frac{1}{2}$ ของบ่อมูลล้นก็ให้หยุดเติมน้ำ

2.3) ตรวจสอบรอยรั่วที่ข้อต่อตรง ข้อต่อสามทางและข้องอทุกแห่ง รวมทั้งวาล์วทุกอันด้วย ของท่อนำแก๊สโดยใช้ฟองสบู่หรือฟองจากน้ำผงซักฟอกลงไปแล้วสังเกตดู ถ้ามีรอยรั่วจะเห็นฟองอากาศโป่งพองออกมา เมื่อพบรอยรั่วก็ให้ปิดวาล์วที่บ่อหมักแก๊ส หลังจากนั้นให้แก้ไขที่จุดรั่ว แล้วทดสอบใหม่อีกครั้ง โดยการเปิดวาล์วที่บ่อหมัก เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าท่อนำแก๊สและวาล์วไม่มีรอยรั่ว



รูปที่ 2 การตรวจสอบรอยรั่วที่ปลั๊กอุด และฝาปิด

2.4) เมื่อทดสอบรอยรั่วของท่อนำแก๊สเรียบร้อยแล้วก็ให้ดำเนินการทดสอบรอยรั่วที่บ่อหมักแก๊สโดยให้ปิดวาล์วที่บ่อหมักแก๊สให้แน่นสนิท พร้อมทำเครื่องหมายของระดับน้ำที่บ่อมูลล้นแล้วทิ้งระยะเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง

2.5) เมื่อได้ระยะเวลาก็ไปสังเกตดูระดับน้ำที่บ่อมูลล้น ถ้าระดับน้ำไม่ลดลงหรือลดลงเพียงเล็กน้อย แสดงว่าบ่อหมักแก๊สไม่มีรอยรั่ว สามารถเก็บแก๊สได้

2.6) ถ้าระดับน้ำลดต่ำลงแสดงว่าบ่อหมักแก๊สมีรอยรั่วไม่สามารถเก็บแก๊สได้ ก็ให้สูบน้ำออกจนระดับน้ำในบ่อหมักแก๊สอยู่ในระดับท่อเติมมูล แล้วเติมน้ำลงไปใหม่ ให้ระดับน้ำอยู่ที่ระดับเดิมที่ได้ทำเครื่องหมายไว้

2.7) ตรวจสอบรอยรั่วที่บ่อหมักแก๊สก็ให้ขุดดินที่ถมรอบตัวบ่อหมักแก๊สออก จนถึงระดับท่อเติมมูลหรือท่อมูลล้น พร้อมทั้งนำฟองสบู่หรือฟองจากน้ำผงซักฟอกไปทั่วบริเวณของตัวบ่อหมักในส่วนที่เก็บแก๊ส ถ้ามีฟองอากาศพองขึ้นก็ให้ทำเครื่องหมายไว้

2.8) สูบน้ำออกจากบ่อหมักแก๊สและดำเนินการแก้ไขรอยรั่วที่ได้ทำเครื่องหมายไว้

2.9) เมื่อดำเนินแก้ไขรอยรั่วเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้เกิดความมั่นใจก็สามารถทดสอบใหม่อีกครั้งหนึ่งโดยใช้วิธีแบบเดิม

การใช้งานและการบำรุงรักษาระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาดเล็ก

1) การใช้งานระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาดเล็ก

1.1) วิธีการเติมมูลและการใช้ระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาดเล็ก

(1) ก่อนเริ่มต้นเติมมูลในบ่อหมักแก๊สชีวภาพควรใส่น้ำลงไป ในบ่อหมักแก๊สให้เต็ม โดยเปิดวาล์วที่บ่อหมักและแชทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน นอกจากจะช่วยให้บ่อหมักแก๊สอยู่ตัวดีแล้ว ยังจะช่วยลดสารเคมีที่จะเกิดจากทำไฟเบอร์กลาส

(2) อินทรีย์วัตถุที่จะใช้สำหรับหมัก สามารถใช้มูลสัตว์เลี้ยงได้ทุกชนิด เช่น ช้าง ม้า โค กระบือ สุกร เป็ด ไก่ มูลสัตว์สดให้ผลผลิตของแก๊สชีวภาพได้รวดเร็วและมีปริมาณมากกว่ามูลสัตว์เก่าที่ค้างเกินกว่า 1 วัน โดยเฉพาะมูลเก่า มักจะมีเชื้อราบางชนิดเกิดขึ้น เมื่อนำมารวมหมักในบ่อหมัก เชื้อราบางชนิดสามารถหยุดความเจริญ หรือ ทำให้จุลินทรีย์ที่จะผลิตแก๊สชีวภาพถูกทำลายไป การหมักจะไม่เกิดแก๊สชีวภาพ

(3) อัตราส่วนของมูลสัตว์ผสมน้ำ อัตราส่วนของมูลสัตว์ผสมน้ำสำหรับหมักนั้น จากการทดลองพบว่า การใช้มูลสัตว์ผสมน้ำให้มีความชื้นในพอเหมาะจะให้ผลผลิตแก๊สชีวภาพได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงกว่า โดยให้มีมูลสัตว์อยู่ระหว่าง 40-50 % โดยปริมาตร อัตราส่วนที่ให้ผลดีคือ มูลสัตว์ 1 ส่วน น้ำ 1 ส่วน โดยปริมาตรหรือใช้มูลสัตว์ 4 ส่วนต่อน้ำ 5 ส่วน โดยปริมาตร มูลสัตว์บางชนิดมีลักษณะหยาบมาก เช่น มูลช้างควรใช้มูล 3 ส่วนต่อน้ำ 7 ส่วน โดยปริมาตร



รูปที่ 1 แสดงการเติมมูล

(4) การหมักเริ่มต้น ครอบครวที่ปริมาณมูลสัตว์สดที่มีอยู่อย่างพอเพียง ก็มักจะไม่มีปัญหาในการหมักเริ่มต้น เพราะสามารถรวบรวมมูลสัตว์สดมาใช้ในการเริ่มต้นหมักได้โดยไม่เสียเวลา แต่บางครอบครวก็ต้องใช้เวลาในการรวบรวมมูลสัตว์หลายวัน จึงจะได้ปริมาณพอเพียง ในรายที่ต้องใช้เวลารวบรวมมูลสัตว์สด ควรปฏิบัติ ดังนี้คือ นำมูลสัตว์สดที่ได้ แต่ละครั้งมาเทรวมลงในบ่อหมัก เติมน้ำลงไปด้วยเล็กน้อยทุกครั้ง เพื่อไม่ให้ผิวหน้าของมูลสัตว์แห้ง จะช่วยป้องกันการเกิดเชื้อราได้ เมื่อมูลสัตว์ได้ปริมาณเพียงพอแล้ว จึงเติมน้ำลงไปผสมอีกหนึ่งเท่าตัว ถ้าต้องการจะเร่งให้เกิดแก๊สชีวภาพในอัตราอันรวดเร็วกว่าปกติ สามารถทำได้โดยใช้โคลน หรือเลนจากแหล่งน้ำ หรือใช้ตระกอนที่สลายตัวแล้วจากถังส้วม เติมลงในบ่อหมักประมาณ 1% โดยปริมาตร ก็จะช่วยให้การหมักเกิดปฏิกิริยารวดเร็วยิ่งขึ้น แต่ถ้าทำไม่ได้ก็ไม่มีความจำเป็น มูลสัตว์ผสมน้ำในบ่อหมัก ควรจะมีระดับพื้นของบ่อมูลล้น

(5) การเติมมูลสัตว์ลงในถังหมัก ในระยะแรกของการหมักประมาณ 1-10 วัน นับจากวันเริ่มต้นหมัก ไม่ควรเติมมูลสัตว์ลงในบ่อหมัก เพราะจุลินทรีย์จะมีสิ่งที่ต้องย่อยสลายอยู่มากเกินพอในระยะแรกนี้ เมื่อแก๊สเริ่มเกิดแล้วสามารถนำไปใช้งานได้ ก็ให้เติมมูลสัตว์ผสมน้ำลงไปอีกประมาณวันละ 30-40 ลิตร สำหรับระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาด 2 ลบ.ม. 60-80 ลิตร สำหรับระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาด 4 ลบ.ม. และ 140-160 ลิตร สำหรับระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาด 4 ลบ.ม. หรือประมาณ 1/60 ของปริมาณของเหลวที่อยู่ในบ่อหมักแก๊ส โดยให้เติมเป็นประจำทุกวัน

(6) มูลที่ล้นออกจากบ่อหมักทางบ่อมูลล้น นำไปใช้เป็นปุ๋ยแก่พืชได้เช่นเดียวกัน โดยนำไปผสมน้ำให้เจือจางลงแล้วจึงนำไปรดน้ำต้นไม้ น้ำล้นในบ่อน้ำล้นจะมีคุณค่าของปุ๋ยอินทรีย์ละลายอยู่ในน้ำพร้อมที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ ทำให้เกษตรกรได้รับปริมาณของปุ๋ยเพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่ง



รูปที่ 2 แสดงมูลที่ล้นออกจากมูลล้น

1.2) การดูแลและบำรุงรักษาระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาดเล็ก

(1) การดูแลรักษาคอกสัตว์

(1.1) ต้องดูแลรักษาและทำความสะอาดคอกสัตว์ทุกวัน โดยการดักหรือกวาดมูลไปใส่บ่อเติมมูล

(1.2) ไม่ควรให้น้ำที่มีการใช้สารเคมีหรือสารปฏิชีวนะหรือยาฆ่าเชื้อล้างคอก นำลงไปบ่อหมักแก๊ส เพราะสารเหล่านั้นจะทำให้แบคทีเรียทำให้มูลสัตว์เกิดแก๊สภายในบ่อตายได้



รูปที่ 3 แสดงการทำความสะอาดคอกสัตว์

(2) การดูแลรักษาบ่อเติมมูล

(2.1) ขณะที่มีการกวนมูลสัตว์กับน้ำก่อนที่จะปล่อยลงบ่อเติม ให้เก็บเศษฟางข้าว แกลบ หิน ดิน หวาย หรือเศษวัสดุที่ไม่ย่อยสลายออกจากมูลสัตว์ทุกครั้ง เพราะสิ่งเหล่านั้นจะทำให้พื้นบ่อหมักดินแข็ง และเกิดการอุดตันภายในได้



รูปที่ 4 แสดงการเก็บหิน ดิน หวาย ออกจากมูลสัตว์

(2.2) คนหรือกวนส่วนผสมจนเหลวเข้ากันดีทุกครั้งในช่องเติมมูลสัตว์ จากนั้นจึงเปิดลิ้นชักที่ปากบ่อเติม ให้ส่วนผสมไหลลงในบ่อหมัก

(2.3) ทำความสะอาดบ่อเติมและปิดลิ้นชักที่ปากบ่อเติมทุกครั้ง หลังจากเติมมูลสัตว์ลงในบ่อหมักแล้ว



รูปที่ 5 แสดงการทำความสะอาดบ่อเติมมูล

(2.4) ใช้ไม้กระทุ้งเหยื่อบ่อเติมอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้มูลก่อดำตัวติดกันเป็นก้อนกีดขวางทางเข้าของมูลสัตว์ และเป็นการช่วยไม่ให้มูลตกตะกอนก้นบ่อหมักอีกด้วย



รูปที่ 6 แสดงการกระทุ้งมูลสัตว์

(2.5) ในการเติมมูลสัตว์ควรมีการเปิดแก๊สใช้งานไปส่วนหนึ่ง ก่อน เพื่อให้มูลสัตว์ไหลลงบ่อหมักได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากความดันในบ่อหมักจะมีอยู่มาก จะทำให้มูลที่เติมไหลลงได้ยาก

(3) การดูแลรักษาตัวบ่อหมักแก๊ส

(3.1) ควรตรวจสอบรอยรั่วบริเวณฝาบ่อ และรอยเชื่อมต่อ

(3.2) ควรทำการเปิดฝาบ่อหมักปีละครั้งเพื่อตรวจสอบ และถ้าเป็นไปได้ควรเอามูลที่เป็นฝ้า (สำหรับมูลวัว) ออกจากบ่อหมัก

(4) การดูแลรักษาบ่อมูลล้น

(4.1) ดูแลปากบ่อมูลล้นอย่าให้อุดตันโดยหมั่นเกลี่ยกากมูลสัตว์ที่แห้งหรือตกค้างบริเวณปากช่องระบายกากเพื่อให้มูลสัตว์ไหลออกได้สะดวก

(4.2) ควรปิดฝาที่บ่อมูลล้นเพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์หรือน้ำฝนตกลงไป

(4.3) ใช้ไม้แหย่ทะลวงท่อบ่อมูลล้นและกวนถ่ายในบ่อมูลล้นอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้งเพื่อป้องกันไม่ให้มูลก่อดำตัวติดกันเป็นก้อนกีดขวางทางออกของมูลสัตว์และเป็นการช่วยไม่ให้มูลตกตะกอนก้นบ่อหมักด้วย



รูปที่ 7 แสดงการปิดฝาบ่อเติมบล

(5) การดูแลรักษาท่อน้ำแก๊ส

(5.1) ดูแลท่อให้แนบชิดติดผนังหรือเสาและมีปลอกรัดท่อให้เรียบร้อย เพื่อยึดท่อให้มั่นคงไม่ควรปล่อยให้ท่อติดตั้งอยู่ลอยๆ หรือสั่นคลอน เพราะจะทำให้โยกหักได้ง่าย



(5.2) ท่อน้ำแก๊สที่เดินไว้ใต้ดินควรกลบดินฝังท่อให้มิดชิด เพื่อป้องกันการแตกหักจากสัตว์เลื้อย คืบ หรือยานพาหนะ

(5.3) ทุกเดือนต้องตรวจสอบดูสายยางอ่อนที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ เดือนละครั้งว่ามีน้ำขังอยู่หรือไม่ถ้ามีน้ำขังให้ปิดวาล์วแก๊สและถอดสายยางอ่อนออก เหนือที่ขังทิ้งไป แล้วต่อสายยางกลับเข้าที่เดิม ใส่ปลอกรัดให้เรียบร้อย

(6) การดูแลรักษาแผงวัดความดันแก๊ส

(6.1) แผงวัดความดันแก๊ส เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในระบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพเพราะเป็นเครื่องชี้บอกปริมาณแก๊สและความปกติของระบบแก๊สชีวภาพได้

(6.2) ระดับน้ำของแผงวัดความดันแก๊สทั้ง 2 ข้างเท่ากัน (เมื่อปล่อยแก๊สออกจากท่อจนหมด) เพื่อจะได้รู้ปริมาณของแก๊สที่ถูกต้องทำการปรับได้โดย ปิดวาล์วที่บ่อหมักและเปิดวาล์วที่ก๊อกก่อนเข้าเตาแก๊สหุงต้ม เติมน้ำเข้าทางปลายท่อ จนน้ำทั้งสองข้างอยู่ที่ระดับศูนย์

(7) การดูแลรักษาแก๊สค็อกกิ้ง

(7.1) ควรเปิดแก๊สค็อกกิ้ง (Water Trap) ทุก 2 สัปดาห์ โดยไม่ต้องปิดวาล์วที่ปากท่อ เพื่อปล่อยให้น้ำที่เกิดขึ้นภายในท่อไหลออกจากท่อให้หมดแล้วปิดแก๊สให้สนิท ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำขางกันทางเดินแก๊ส

(7.2) บ่อแก๊สค็อกกิ้งควรมีฝาปิดไว้เพื่อป้องกันขยะ เศษใบไม้ และน้ำฝนเข้าไปขังภายในบ่อ ซึ่งจะทําให้วาล์วแก๊สมีปัญหาหรือเกิดสนิมได้

(7.3) ถ้าวาล์วแก๊สเกิดการชำรุดเสียหาย ให้ทำการซ่อมแซม หรือทำการเปลี่ยนวาล์วแก๊สใหม่ทันที

2) ปัญหาและแนวทางการแก้ไขการใช้งานระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

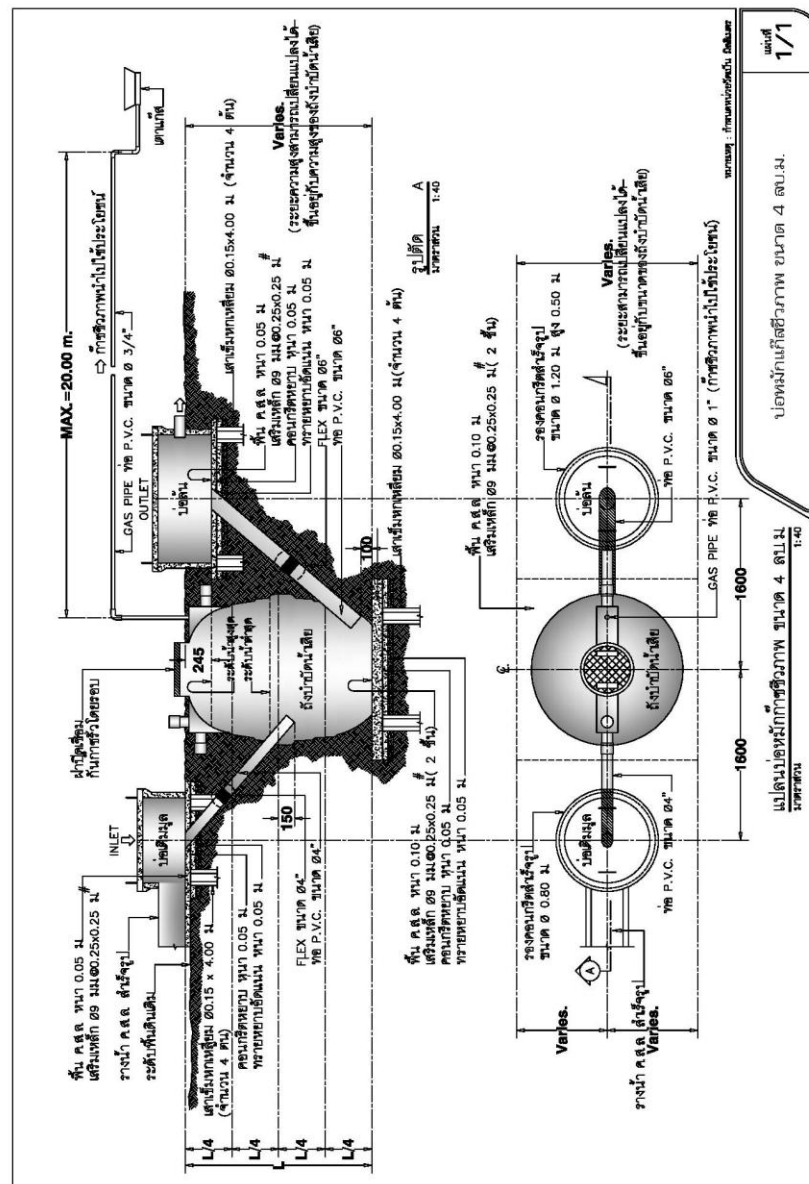
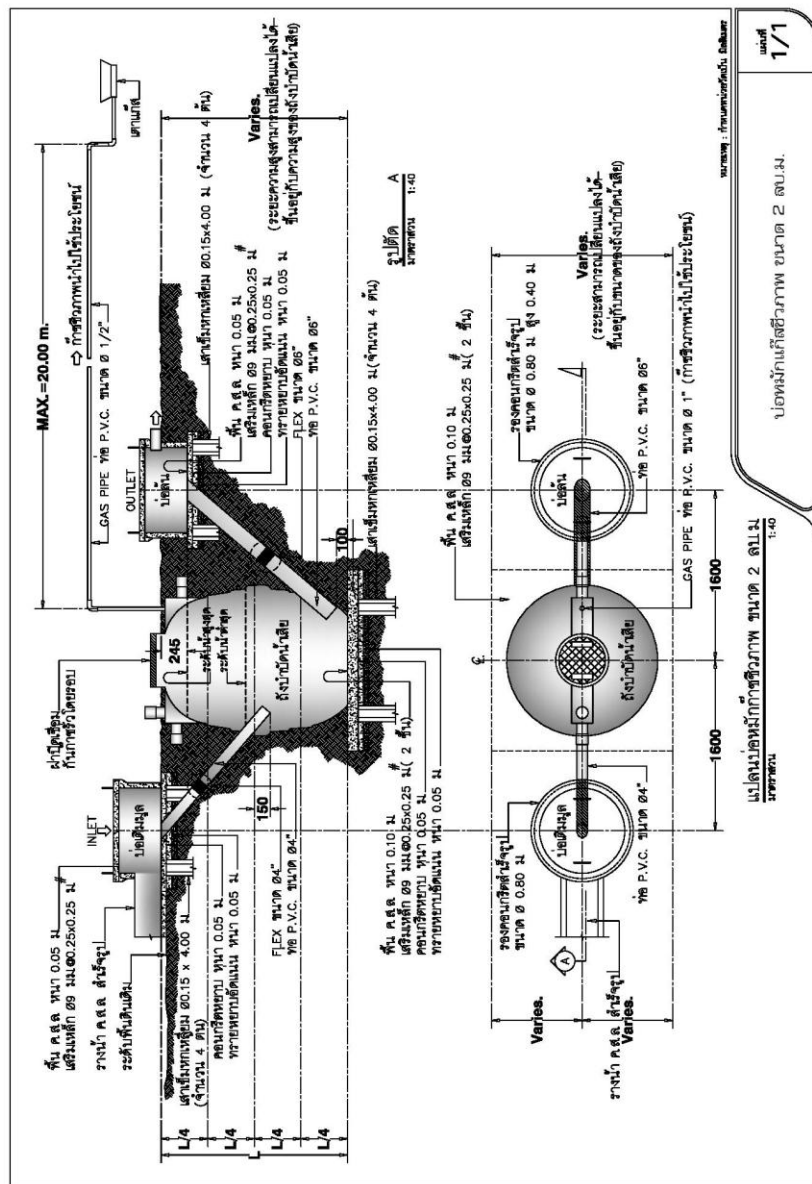
ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ความดันแก๊สต่ำกว่าปกติหรือลดลงเรื่อยๆ ทั้งที่ไม่ได้ใช้แก๊ส	เติมมูลสัตว์น้อยเกินไป	เติมมูลสัตว์มากขึ้น ในปริมาณที่กำหนดตามขนาดของบ่อ
		- ตรวจสอบว่ามีฟองแก๊สผุดขึ้นในน้ำที่ใส่ไว้บนฝาบ่อหมักหรือไม่ - ถ้ามี เปิดฝาบ่อหมักออกแล้วเปลี่ยน ดินเหนียว และทำการเปิดฝาใหม่
	ท่อนำแก๊สหรือวาล์วแก๊สรั่ว	ใช้ฟองจากน้ำผงซักฟอกทาเพื่อตรวจหารอยรั่วของวาล์วและข้อต่อทั้งที่อุปกรณ์ ที่ใช้แก๊สและท่อแก๊ส สายยางอ่อนทุกท่อ และตรวจสอบว่าก๊อกตักน้ำ และ/หรือ ลิ้นชักที่ดึงกาก(บ่อสุกร) ปิดสนิทหรือไม่
	มีการอุดตันที่ปลายท่อส่งแก๊สที่ฝาบ่อหมัก	ถอดสายยางอ่อนที่เชื่อมระหว่างข้อต่อที่ฝาบ่อหมักกับท่อส่งแก๊สออก ตรวจสอบท่อและข้อต่อ โดยใช้ไม้อ่อนๆ หรือลวด แหย่เข้าไปในท่อเพื่อกระทุ้งมูลสัตว์ที่อาจอุดตันปลายท่อด้านในให้หลุดออกได้
2. มีความดันแก๊สปกติแต่แก๊สหมดเร็ว	ส่วนโดมของบ่อแก๊สรั่ว	- ชุดดินรอบๆ ฝาโดมออกแล้วตรวจหารอยรั่วด้วยฟองจากน้ำผงซักฟอก - ถ้ามีฟองอากาศผุดขึ้นมา แสดงความมีรอยรั่ว ให้สูบลมหรือตักมูลออกจากบ่อให้หมดล้างบ่อ แล้วตรวจหารอยร้าวด้านในของโดมถ้าพบรอยร้าวให้สกัดปูนตรงรอยร้าวออกและฉาบปูนใหม่ โดยผสมน้ำยากันซึม

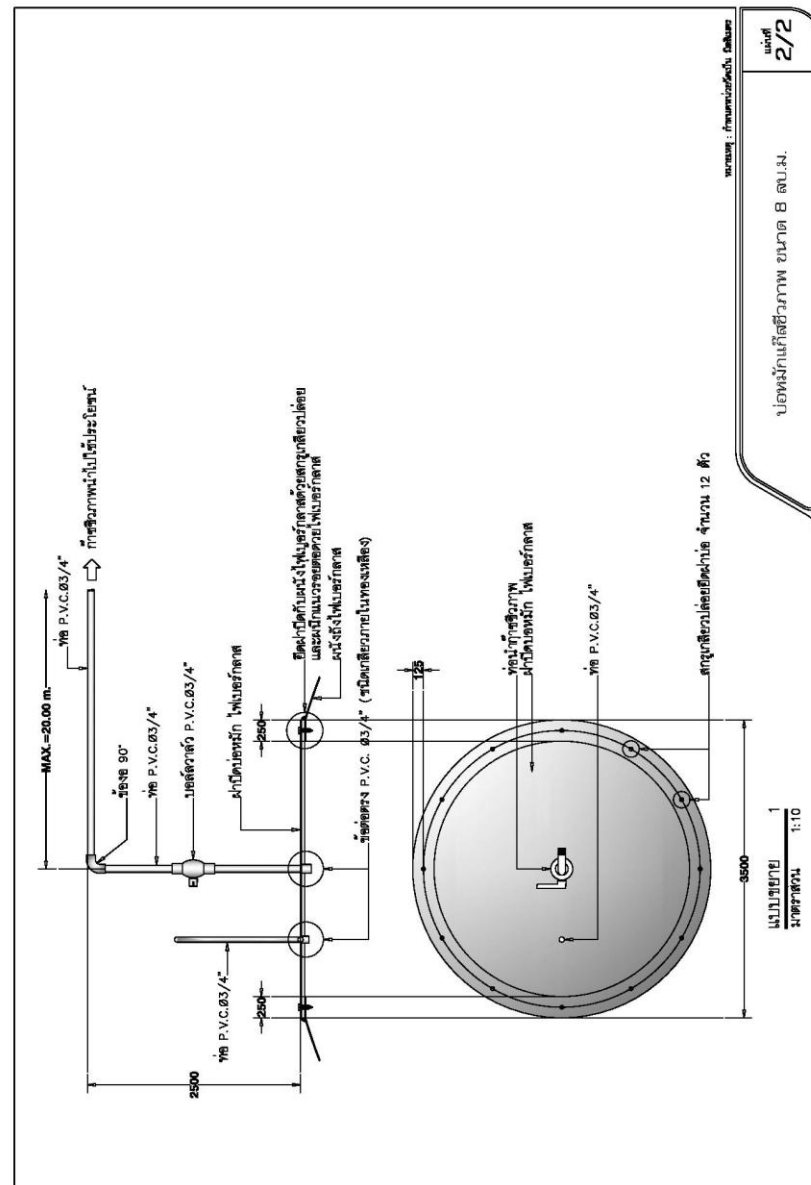
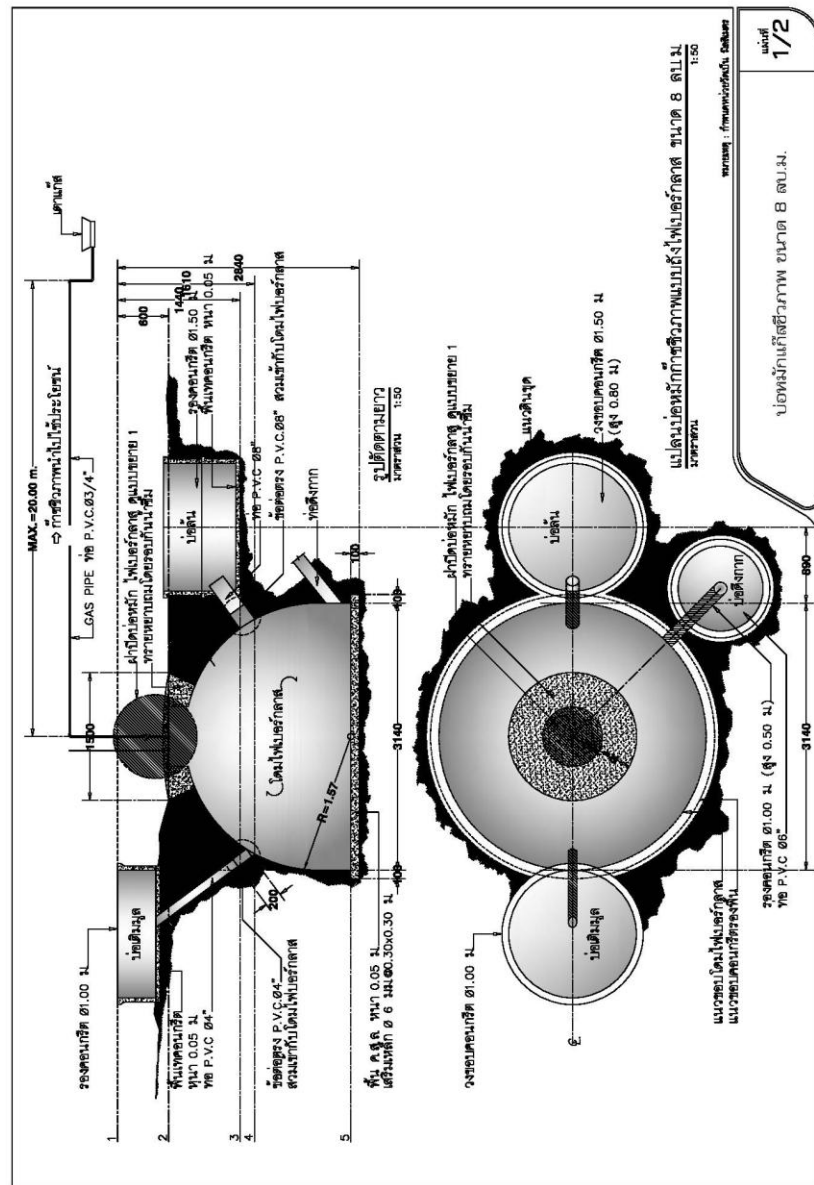
ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
3. ความดันแก๊สสูงเกินไปผิดปกติ	เกิดฝ้าบริเวณผิวบนสุดในบ่อหมัก	เปิดฝาบ่อหมัก เติมน้ำลงไปบนบ่อแล้วใช้ไม้กวาดจนชั้นฝ้าละลายเข้ากับน้ำแล้วปิดฝาบ่อให้สนิท
	มีตะกอนก้นบ่อมาก/บ่อตัน	(สำหรับบ่อสุกร) ดึงลิ้นชักบ่อดึงกากระบายตะกอนก้นบ่อออก
	เกิดฝ้าที่ผิวชั้นบนในบ่อล้น	ใช้ไม้กระทุ้งฝ้าและมูลสัตว์ให้แตกแล้วตักออก
	ท่อล้นอุดตัน	ใช้ไม้ทะลวงท่อ
	ท่อควบคุมแรงดันแก๊สอุดตัน ระดับปากบ่อล้นอยู่ในระดับสูง	ใช้ไม้ทะลวงท่อ ทำความสะอาดบริเวณปากบ่อล้นและร่องระบายกากที่ล้นออกมา รวมทั้งควรมีการตักกากในบ่อรับกากจากบ่อล้นไปใช้ (อย่าให้บ่อเต็ม)
4. เกิดฟองขึ้นที่ปากบ่อเดิม	เติมมูลสัตว์มากเกินไป	หยุดเติมมูลประมาณ 7 วัน หรือใส่ปูนขาววันละ 5 ถัง เป็นเวลา 4 วัน
5. ความดันแก๊สไม่คงที่	มีน้ำขังในท่อนำแก๊ส	- เปิดก๊อกตักน้ำ ปล่อยน้ำที่อยู่ในท่อออกทิ้งให้หมดแล้วปิดก๊อกให้สนิท - ระดับของท่อ หรือ ก๊อกตักน้ำอาจจะเปลี่ยนไปเนื่องจากดินอาจมีการทรุดตัวต้องหาจุดต่ำสุด เพื่อทำก๊อกตักน้ำใหม่
6. แก๊สมีกลิ่นเหม็นและไม่ติดไฟทั้งๆ ที่มีความดันพอเพียง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ต่ำเกินไป แสดงว่าเป็นกรดมาก	เติมปูนขาวลงในบ่อแก๊ส เพื่อลดความเป็นกรด
	ใส่มูลสัตว์มากเกินไป มียาฆ่าเชื้อหรือสารพิษอื่นๆ ปนมาในมูลสัตว์ที่เติมลงบ่อ	- หยุดเติมมูลสัตว์ชั่วคราว (ปฏิบัติตามข้อ 4) เมื่อแก๊สติดไฟได้เป็นปกติต่อไปต้องระวังที่จะไม่เติมมูลสัตว์มากเกินไปที่กำหนด

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
	เติมมูลครั้งแรกด้วยมูลสุกร	หยุดเติมมูล ทั้งไว้ประมาณ 2-3 วัน หากยังไม่ติดไฟ ให้ถ่ายมูลสัตว์ออกจากบ่อแก๊ส แล้วเริ่มเติมมูลใหม่
		เปิดแก๊สดังกล่าวทิ้งเรื่อยๆ จนกว่าจะจุดไฟติด หรือตักมูลเก่าออก แล้วเติมมูลวัว หรือกากมูลสัตว์จากบ่อแก๊สที่กำลังใช้งานอยู่
7. แก๊สไม่ติดไฟ ทั้งที่มีความดันเพียงพอและไม่มีกลิ่นเหม็น	อากาศเข้ามากเกินไป	ปรับวงแหวนปิดรูอากาศให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
8. เปลวไฟไม่สม่ำเสมอ	มีน้ำขังในท่อแก๊สหรือสายยาง	เปิดก๊อกดักน้ำเพื่อระบายน้ำทิ้งให้หมด แล้วปิดให้สนิท ระบายน้ำออกจากท่ออ่อนทุกท่อ
	ความดันแก๊สต่ำเกินไป	ตรวจหารอยรั่วในบ่อแก๊สและท่อนำแก๊ส
	รูฉนวนมีขนาดเล็กเกินไป หรือเกิดการอุดตันที่หัวเตา	- ขยายรูฉนวนให้มีขนาดรูเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังนี้ <u>ถ้าเป็นเตาตู้</u> รูฉนวนของหัวเตา วงในขนาด 1.2 มม. (3/64 นิ้ว) วงนอกขนาด 1.6 มม. (1/6 นิ้ว) <u>ถ้าเป็นเตาหัวเขี้ยว</u> รูฉนวนของหัวเตา วงในขนาด 1.6 มม. (1/6 นิ้ว) วงนอกขนาด 2.3 มม. (3/32 นิ้ว) - ทำความสะอาดหัวเตาและฉนวน
9. เปลวไฟอ่อน		
10. เปลวไฟแรงเกินไป	รูฉนวนมีขนาดใหญ่เกินไป	เปลี่ยนรูฉนวนให้มีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามข้อ 9 หรือใช้การบังคับปริมาณแก๊สที่วาล์ว ปิด-เปิดแก๊ส
11. เปลวไฟเป็นสีเหลือง แทนที่จะเป็นสีฟ้า	รูฉนวนกว้างเกินไป	เปิดรูอากาศเข้าให้มากขึ้น จนได้เปลวไฟสีฟ้า
	หัวเตามีสิ่งอุดตันขวางทางเดินแก๊สทำให้แก๊สดันย้อนกลับออกมา	ทำความสะอาดโดยใช้ลวดหรือตะปูแหว่ที่หัวเตา หรือ ใช้แปรงลวดทำความสะอาดหลังจากนั้นเทตะกรันและเศษผงออกจากหัวเตา
12. มีเปลวไฟที่หน้าเตา	แผ่นเหล็กปิดรูอากาศ ปิดไม่สนิท	(สำหรับเตาตู้) ปรับวงแหวนปิดรูอากาศให้อยู่ในตำแหน่งที่ปิดสนิท

แบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพ



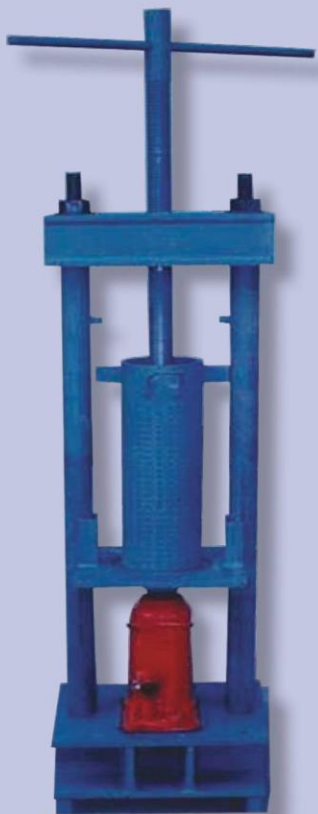




เครื่อง
หีบสบู่น้ำ

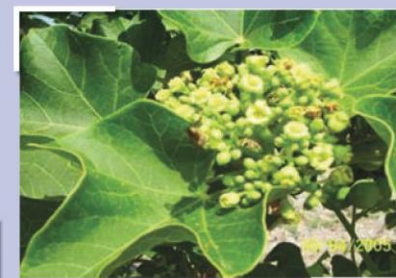


เครื่อง หีบสบู่ดำ



เครื่อง หีบสบู่ดำ

สบู่ดำเป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่งน้ำมันที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่เกษตรกรใช้อยู่ได้โดยไม่ต้องใช้น้ำมันชนิดอื่นผสมอีกใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคใช้ปลูกเป็นแนวรั้วเพื่อป้องกันสัตว์เลื้อยเข้าทำลายผลผลิตเนื่องจากมีสารพิษ Hydrocyanic มีกลิ่นเหม็นเขียวสบู่ดำจึงเป็นพืชที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งในสถานะที่ราคาน้ำมันดีเซลมีราคาสูงอย่างในปัจจุบันสบู่ดำมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha Curcas* Linn. อยู่ในวงศ์ไม้ยางพาราซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยาเพื่อนำมาบีบน้ำมันสำหรับทำสบู่ปัจจุบันสบู่ดำมีปลูกอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทยมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น ภาคเหนือเรียกว่ามะหุ้งฮั่ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่ามะเยา หรือสีหลอด ภาคใต้เรียกว่ามาเคาะ



1) ประโยชน์ของสบู่ดำ

- 1.1) ยางจากก้านใบใช้ป้ายรักษาโรคปากนกกระจอกห้ามเลือด แก้ปวดฟัน แก้คันเป็นฝ้าขาว โดยผสมกับน้ำมันมะรดาป้ายลิ้น
- 1.2) ลำต้นตัดเป็นท่อนตม้มน้ำให้เด็กกินแก้ซางตาขโมย ตัดเป็นท่อนแช่น้ำอาบแก้โรคพุพอง ใช้เป็นแนวรั้วป้องกันสัตว์เลื้อย เช่น โค กระบือ ม้า แพะ เข้าทำลายผลผลิต

1.3) เมล็ดหีบเป็นน้ำมันใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล ใช้บำรุงรากผม ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้กากที่เหลือจากการหีบน้ำมันซึ่งมีธาตุอาหารหลักมากกว่าปุ๋ยหมักและมูลสัตว์หลายชนิดยกเว้นมูลไก่ที่มีฟอสฟอรัสและโปรแตสเซียมมากกว่าและยังมีสารพิษ Curcin มีฤทธิ์เหมือนสลอดเมื่อกินเข้าไปแล้วจะทำให้ท้องเดิน

2) การสกัดน้ำมันสบู่ดำ

2.1) การสกัดในห้องปฏิบัติการจะใช้วิธีบดให้ละเอียดแล้วสกัดด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์จะได้น้ำมัน 34.96% จากเมล็ดรวมเปลือกและ 54.68% จากเนื้อเมล็ด

2.2) การสกัดด้วยระบบไฮดรอลิคจะได้น้ำมันประมาณ 25-30% มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15%

2.3) การสกัดด้วยระบบอัดเกลียวจะได้น้ำมันประมาณ 25-30% มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15%



รูปที่ 1 สบู่ดำ

3) ขั้นตอนการหีบสกัดน้ำมันสบู่ดำ

สบู่ดำสามารถหีบสกัดน้ำมันออกมาได้โดยใช้แรงอัดซึ่งมีขั้นตอนในการหีบสกัดดังนี้

3.1) เก็บเกี่ยวผลสบู่ดำที่แก่จัด นำมาตากแดดให้เปลือกแห้ง

3.2) กะเทาะเปลือกของผลสบู่ดำออกโดยใช้เครื่องกะเทาะหรือใช้วิธีทุบทำการแยกเมล็ดออกจากเปลือก

3.3) ทำความสะอาดเมล็ดสบู่ดำแล้วผึ่งให้แห้ง

3.4) บดหรือบุงเมล็ดสบู่ดำให้แตกหยาบๆ

3.5) นำเมล็ดสบู่ดำที่แตกไปตากแดดให้ร้อนเพื่อกระตุ้นให้หีบน้ำมันได้

เต็มที่

3.6) หีบเมล็ดสบู่ดำด้วยแรงอัดประมาณ 10-15 ตัน จะได้น้ำมันสบู่ดำที่มีตะกอนขุ่น (น้ำมันขุ่น)

3.7) กรองน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องกรองละเอียดจะได้น้ำมันสบู่ดำที่ใสพร้อมใช้งาน (น้ำมันสะอาด)

4) ขั้นตอนการสร้างเครื่องหีบสกัดน้ำมันสบู่ดำ

สบู่ดำสามารถหีบสกัดน้ำมันออกมาได้โดยใช้แรงอัดซึ่งมีขั้นตอนในการหีบสกัดดังนี้

4.1) การทำฐานของเครื่องหีบสบู่ดำ เตรียมแผ่นเหล็กหนา 10 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 25 เซนติเมตร และยาว 25 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น และเจาะรูขนาด 16 มิลลิเมตร ที่แผ่นด้านบน เชื่อมยึดระหว่างแผ่นทั้งสองด้วยเหล็กแผ่นขนาด กว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น เพื่อเพิ่มความแข็งแรง



รูปที่ 2 แสดงการสร้างเครื่องหีบสบู่ดำ

4.2) การทำชุดเสารับชุดอัดของเครื่องหีบสบู่ดำ เริ่มจากเตรียมเหล็กกลมตันขนาด 25 มิลลิเมตร และตีเกลียวหัวท้าย จำนวน 2 ชุด ประกอบเข้ากับแผ่นเหล็กหนา 10 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร และยาว 25 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น และเจาะรูขนาด 16 มิลลิเมตร จำนวน 2 รู และประกอบเสาทั้ง 2 ชุด กับฐานของเครื่องหีบสบู่ดำ



รูปที่ 3 แสดงการประกอบชุดเสาเครื่องหีบสบู่ดำ

4.3) การทำชุดหัวอัดเครื่องสบู่ดำ เตรียมแท่งเกลียวขนาด 25 มิลลิเมตร เชื่อมประกอบแผ่นเหล็กกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 94 มิลลิเมตร หนา 8 มิลลิเมตร ที่ด้านล่าง ส่วนด้านบนติดตั้งมือจับสำหรับอัดสบู่ดำ



รูปที่ 4 แสดงการประกอบชุดหัวอัดหีบสบู่ดำ

4.4) การทำชุดกรองน้ำมัน เตรียมท่อเหล็กขนาด 4 นิ้ว จำนวน 1 ท่อ ความยาว 25 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อ และนำมาเจาะรูโดยรอบ จากนั้นประกอบท่อเหล็กเข้ากับแท่นเก็บน้ำมันที่ทำแผ่นเหล็กหนา 10 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง

25 เซนติเมตร และยาว 25 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น เสารองรับขนาด 7 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร



รูปที่ 5 แสดงการทำชุดกรองน้ำมัน

4.5) ติดตั้งชุดแม่แรงขนาด 1 ตัน ที่ฐานด้านล่าง

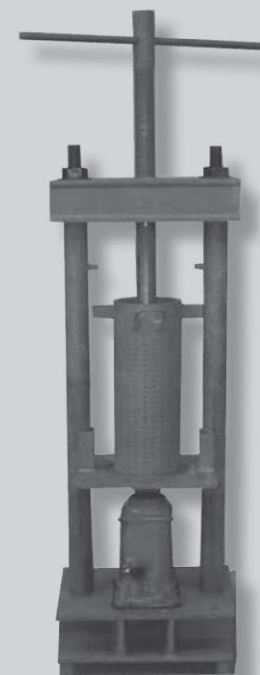
5) ข้อแนะนำในการใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล

- 5.1) ใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซลสลับเตี๋ยวนั้น
- 5.2) ควรล้างเครื่องยนต์อย่างน้อยปีละครั้ง
- 5.3) เมื่อเริ่มติดเครื่องยนต์ควรใช้น้ำมันดีเซลเดินเครื่องประมาณ 1-2 นาที เมื่อเครื่องยนต์เริ่มร้อนแล้วจึงเดินเครื่องด้วยน้ำมันสบู่ดำ
- 5.4) ก่อนดับเครื่องยนต์ที่เดินเครื่องด้วยน้ำมันสบู่ดำควรใช้น้ำมันดีเซลเดินเครื่องประมาณ 1-2 นาที เพื่อช่วยในการสตาร์ทครั้งต่อไปและรักษาเครื่องยนต์
- 5.5) น้ำมันที่หีบแล้วถ้าเก็บไว้นานจะมีความเป็นกรดสูงขึ้นและอาจมีผลเสียต่อเครื่องยนต์
- 5.6) หลีกเลี่ยงการสัมผัสน้ำมันสบู่ดำโดยตรง

เครื่อง
หีบสบูดำ



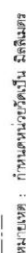
แบบเครื่อง
หีบสบูดำ





เครื่องอัดเม็ดสบู่ดำ

1/3



เครื่องอัดเม็ดสบู่ดำ

2/3



อุปกรณ์
ประหยัดพลังงาน



อุปกรณ์ ประหยัดพลังงาน



จักรยาน สูบน้ำ

ในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม น้ำถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญ ในการสูบน้ำ โดยเฉพาะในพื้นที่ระยะทางไกลๆ หรือต้องการสูบน้ำในปริมาณมาก จำเป็นต้องใช้พลังงานจากไฟฟ้า หรือเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล หรือเบนซิน ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน และมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการนำพลังงานที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เช่น พลังงานกลจากตัวเรามาเปลี่ยนพลังงานที่ใช้ในการสูบน้ำ โดยการนำจักรยาน มาดัดแปลงในการเปลี่ยนรูปแบบพลังงาน จนเป็นต้นแบบของเครื่องมือการเกษตร ที่เรียกว่า “จักรยานสูบน้ำ”

1) หลักการทำงาน

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถสูบน้ำขึ้นในระดับสูงโดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้า แต่อาศัยแรงคนมาปั่นจักรยาน เพื่อให้มีน้ำแบบถูกสูบชัก ทำหน้าที่การสูบน้ำซึ่งมีกำลังดันสูงด้วยแรงถีบรถจักรยาน เพื่อสูบน้ำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค หรือใช้วัตถุประสงค์อื่นๆ ทางเกษตร

2) โครงสร้างและส่วนประกอบ

ชุดจักรยานสูบน้ำประกอบด้วย 3 ส่วน คือ โครงสร้างชุดฐานรองรับ ชุดจักรยาน จักรยาน และชุดปั๊มสูบน้ำแบบก้านชัก



รูปที่ 1 จักรยานสูบน้ำ

3) ขั้นตอนการสร้างและประกอบจักรยานสูบน้ำ

1) โครงสร้างชุดฐานรองรับชุดจักรยาน ประกอบด้วย

1.1) ฐานรองรับชุดจักรยานทำจากวัสดุประเภทเหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว หนาไม่น้อยกว่า 1/8" มีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 1.65 และบริเวณภายในโครงสร้างชุดฐานรองรับมีกระดูกเชื่อมติดโครงสร้างเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ทำจากวัสดุประเภทเหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว หนาไม่น้อยกว่า 1/8"

1.2) ชุดโครงสร้างรองรับจักรยานบริเวณคุมล้อด้านหน้า และด้านหลัง มีลักษณะเป็นเหล็กแบนจำนวน 2 อันวางตรงข้ามกันซึ่งมีความสูงไม่น้อยกว่า 50 ซม. ปลายด้านหนึ่งเชื่อมติดกับโครงสร้างรองรับชุดรถจักรยาน ทำจากวัสดุประเภทเหล็กแบนมีขนาด 2 นิ้ว x 1/8 นิ้ว บริเวณปลายอีกด้านหนึ่งด้านบนเขาเป็นร่องเพื่อรองรับคุมล้อหน้าชุดรถจักรยานและมีค้ำยันเชื่อมติดกับระหว่างชุดรองรับคุมล้อหน้ากับโครงสร้างรองรับชุดรถจักรยาน โดยใช้วัสดุประเภทเหล็กกล่องขนาด 3/4 นิ้ว x 3/4 นิ้ว x 1 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างชุดรองรับจักรยาน

2) โครงสร้างชุดรองรับปั๊มสูบน้ำแบบก้านชัก

โครงสร้างชุดรองรับปั๊มเชื่อมติดกับชุดโครงสร้างชุดฐานรองรับติดตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางและหรือที่เหมาะสมกับการติดตั้งปั๊มสูบน้ำแบบก้านชัก ทำจากวัสดุประเภทเหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว x 1 นิ้ว จำนวน 2 อัน ซึ่งแต่ละอันติดตั้งอยู่ตรงข้ามกันมีขนาดความยาวประมาณ 25 ซม. เจาะรูด้านบนทั้ง 2 อัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/8 นิ้ว เขาเป็นร่องให้สามารถเลื่อนสไลด์ได้ และยึดติดโดยใช้น็อต (Nut)



รูปที่ 3 แสดงชุดรองรับเครื่องสูบน้ำ

3) โครงสร้างรถจักรยาน

นำรถจักรยานของใหม่ที่ไม่เคยใช้มาก่อน วงล้อขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว มาปรับปรุงเฉพาะ ล้อหลัง โดยนำยางในและยางนอกออกคงเหลือแต่วงล้อ เพื่อใช้สำหรับติดตั้งสายพานกับวงล้อหรือมูเล่บีมในการสูบน้ำ บริเวณตะเกียบคู่หลัง ทั้ง 2 ข้างให้เชื่อมติดแท่งเหล็กลักษณะทรงกลมมีเกลียวพร้อม Nut เพื่อไว้ติดตั้งรถจักรยานกับชุดรองรับดุมล้อหลัง สำหรับล้อหน้าให้ติดตั้งไว้ที่บริเวณชุดโครงสร้างรองรับดุมล้อหน้า



รูปที่ 4 แสดงการติดตั้งจักรยานเข้ากับโครงสร้าง

4) ชุดปั้มน้ำแบบก้านชัก

ซึ่งมีปั้มน้ำขนาด 1 นิ้ว เพื่อใช้ในการสูบน้ำโดยใช้สายพานติดตั้งที่บริเวณวงล้อด้านหลังกับวงล้อหรือมูเล่บีมสูบน้ำเพื่อใช้แรงถีบจักรยานให้หมุนล้อหลังส่งกำลังให้ปั้มน้ำแบบก้านชักเคลื่อนที่เพื่อการสูบน้ำไปใช้ประโยชน์ต่อไป



รูปที่ 5 แสดงการติดตั้งเครื่องยนต์กับจักรยานยนต์

5) อุปกรณ์ประกอบเสริมชุดจักรยานสูบน้ำ เช่น ท่อพีวีซี ข้อต่อ ช้องอ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการส่งน้ำ

4) ประโยชน์การใช้งาน

- ลดค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า
- ทำให้ร่างกายแข็งแรง ลดความอ้วน ซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคความดันโลหิตสูง

จักรยาน
สูบน้ำ



แบบจักรยาน
สูบน้ำ





จักรยานสูบน้ำ

1/2
புதுமை



จักรยานสูบน้ำ

2/2
January

ฝาครอบ เตาแก๊ส



ฝาครอบ เตาแก๊ส

ฝาครอบแก๊ส เป็นอุปกรณ์ป้องกันการสูญเสียความร้อน และสามารถลดการใช้แก๊สขณะทำการหุงต้ม และปรุงอาหารประจำครัวเรือนได้

1) หลักการทำงาน

ส่วนประกอบและโครงสร้าง

ฝาครอบแก๊ส ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ฝาครอบ และเส้า



รูปที่ 1 ฝาครอบเตาแก๊ส

2) ขั้นตอนการสร้าง และประกอบฝาครอบเตาแก๊ส

2.1) ฝาครอบเป็นแบบโครงเหล็ก ทำจากเหล็กแบน และม้วนเป็นทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 29 เซนติเมตร และมีความหนา 1 มิลลิเมตร และมีความสูง 7 เซนติเมตร



รูปที่ 2 แสดงการทำฝาครอบเตาแก๊ส

2) เสาเตาทำจากเหล็กทำจากวัสดุประเภทโลหะ (Steel) ชนิดเหล็กแบน ความกว้าง 11 มิลลิเมตร ความหนา 2 มิลลิเมตร ลักษณะตัววี รองรับภาชนะ จำนวน 3 จุด เชื่อมติดกับโครงฝาครอบแก๊สด้านใน ที่ความสูงเสาเตาห่างจากขอบของฝาครอบแก๊ส 2 เซนติเมตร



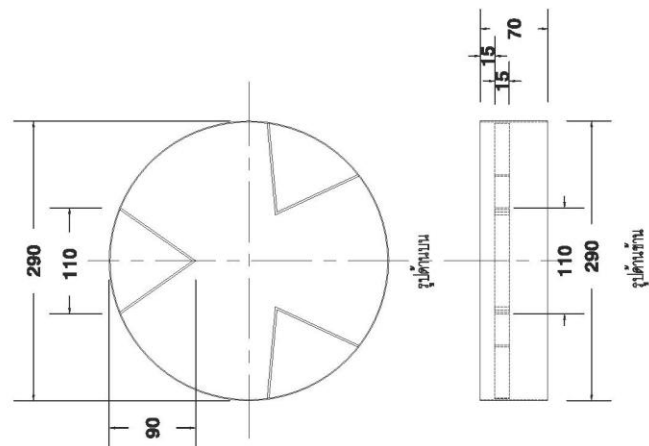
รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งเสา

ประโยชน์การใช้งาน

- เป็นอุปกรณ์เสริมที่สามารถป้องกันการสูญเสียความร้อนขณะใช้เตาแก๊ส
- เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้แทนตะแกรงวางภาชนะบนเตาแก๊สทั่วไป
- สามารถวางหม้อหรือภาชนะหุงต้ม ได้หลายขนาด

แบบฝาครอบ เตาแก๊ส





แผ่นรอบแก้ว

คุณสมบัติพื้นฐาน

1. ขึ้นรูปโดยการรีดแผ่นเหล็กหล่อ หรือเหล็กเย็น โดยการรีดและขึ้นรูปเป็นรูป
2. แผ่นรอบแก้ว ทำจากวัสดุประเภทโลหะรีดร้อน เหมาะสมกับการใช้งาน
3. แผ่นรอบแก้ว สามารถทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส

วัสดุ

1. โครงสร้างของแผ่นรอบแก้ว ทำด้วยโลหะ สูง 70 มม หน้า 1 มม
2. โครงสร้างในแผ่นรอบแก้ว ทำด้วยโลหะรีดร้อน (เหล็กตี) ขนาดกว้าง 15 มม หน้า 2 มม ตามแบบ

หมายเหตุ: ภาพนี้เป็นเพียงภาพประกอบ

แผ่นรอบแก้ว

แบบที่
1/1

ฝาครอบ
เตาแก๊ส



โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
สำหรับยางพารา



โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับยางพารา



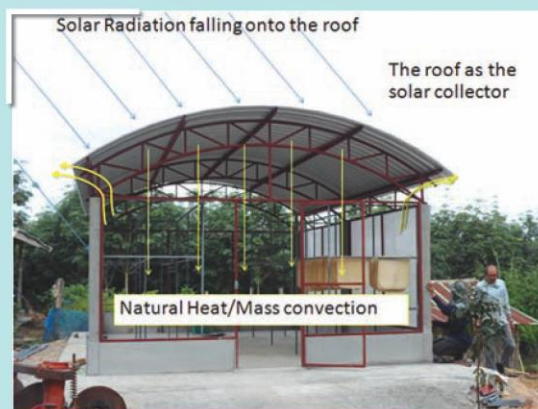
โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับยางพารา

การอบแห้งยางพารา ส่วนใหญ่ใช้การตากแดดแล้วผึ่งในร่มให้แห้ง แต่ถ้ายางพาราแห้งช้าก็จะอบด้วยฟืน โดยก่อเป็นโรงอบทรงสูงด้วยอิฐบล็อกและมีท่อความร้อนที่ทำจากถัง 200 ลิตร ผ่านเข้าไปในโรงอบฯ ซึ่งจะก่อไฟอยู่นอกโรงอบ และใช้ความร้อนจากท่อความร้อนแผ่ออกมา ทำให้ห้องอบมีอุณหภูมิสูงขึ้น วิธีการดังกล่าวมีความเสี่ยงพอสมควรหากไม่มีการควบคุมดูแล อาจเกิดไฟไหม้และสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้นการนำเทคโนโลยีการอบยางพาราด้วยแสงอาทิตย์แบบ green house โดยเปิดให้แสงหรือความร้อนเข้าไปในโรงอบฯ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ลงทุนไม่สูงนัก ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพ ทำให้ยางแผ่นแห้งสนิทไม่เกิดเชื้อรา ได้แผ่นยางที่สวยงาม และยังสามารถเก็บยางไว้รอจำหน่ายได้ปริมาณมาก

1) หลักการทำงาน

หลักการทำงานของโรงอบยางพาราด้วยแสงอาทิตย์แบบ green house คือ อาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนหลังคา ซึ่งเป็นวัสดุประเภทเมทัลชีท ทำให้เกิดการสร้างความร้อนสะสมในตัววัสดุหลังคา ปกติในวันที่แดดจัด อุณหภูมิที่สะสมอยู่ในวัสดุเมทัลชีท จะมีความร้อนประมาณ 60 องศาเซลเซียส แล้วแผ่ความร้อนให้กับอากาศที่อยู่ใต้หลังคา กระจายความร้อนไหลเวียนภายในบริเวณโรงอบฯ โดยเฉลี่ยมีอุณหภูมิภายในโรงอบฯ เฉลี่ยจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 5-15°C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก โดยเฉลี่ย 8-20°C ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพอากาศของแต่ละฤดูกาล ผืนจะทำหน้าที่เก็บกักความร้อน เสมือนเป็นเรือนกระจก (Green House) ทำให้มวลอากาศเกิดความร้อนในโรงอบที่สูงกว่าอุณหภูมิข้างนอกแล้วเกิดการไหลของมวลอากาศร้อนในโรงอบลอยขึ้นสู่หลังคาแล้วถูกระบายออกด้านข้างทั้ง 4 ด้าน

ที่หลังคามีรูปทรงโค้งช่วยให้อากาศไหลเวียนได้ดี วิธีการดังกล่าวอาศัยหลักการทางธรรมชาติในการระบายความร้อนออกจากแผ่นยางและโรงอบด้วยมวลอากาศที่ร้อนกว่านอกโรงอบ และพัดพาความชื้นออกจากแผ่นยางพาราแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยที่โรงอบมีอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 50°C สามารถเก็บความร้อนได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมงหลังดวงอาทิตย์ตก และสามารถช่วยลดระยะเวลาการตากยางพาราให้สั้นลงเหลือเพียง 40-50% ของเวลาเดิม



รูปที่ 1 แสดงหลักการทำงานของโรงอบยางพาราด้วยแสงอาทิตย์แบบ green house

2) ส่วนประกอบของโรงอบ

ส่วนประกอบหลักของโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับยางพาราประกอบไปด้วย

2.1) หลังคาโค้ง หรือตัวรับรังสีทำจากเหล็ก (Metal Sheet) สีเงิน ทำให้เกิดความร้อนแผ่ลงมาภายใน

2.2) โครงสร้างของโรงอบยางจะเป็นปูนผสมเหล็กเพื่อความแข็งแรงทนทาน ผนังใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตใสขนาด 0.6 cm ระหว่างผนังกับหลังคาจะห่างกันประมาณ 10 cm สำหรับเป็นช่องระบายความชื้นออกจากโรงอบ

2.3) พัดลมระบายอากาศ สำหรับตอนฉุกเฉิน กรณีที่ความร้อนของหลังคามีน้อยเกินไป หรือความชื้นภายนอกมากกว่าความชื้นภายในโรงอบ

การพาความร้อนตามธรรมชาติเกิดขึ้นไม่ได้ จะต้องใช้พัดลมช่วยในการระบายความร้อน และความชื้น



รูปที่ 2 ส่วนประกอบหลักของโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับยางพาราประกอบ

3) วัสดุ และอุปกรณ์ในการก่อสร้างโรงอบฯ ขนาด 3 x 4 เมตร

3.1) งานโครงสร้าง

(1) ปูนซีเมนต์	จำนวน	13	ถุง
(2) ทราช	จำนวน	1.5	ลบ.ม.
(3) หิน 3/4"	จำนวน	2	ลบ.ม.
(4) ตะปู	จำนวน	2	กก.
(5) เสาปูนสำเร็จรูป			
ขนาด 5x5 นิ้ว ยาว 3.00 ม.	จำนวน	4	ต้น

3.2) งานโครงสร้างหลังคาและวัสดุผนัง

(1) เหล็กกลมดำ 1 1/4"x1.6 มม.	จำนวน	4	ท่อน
(2) เหล็กกลมดำ 3/4"x1.6 มม.	จำนวน	4	ท่อน
(3) เหล็กตัวซี 100x50x20x2.3 มม.	จำนวน	5	ท่อน

	(4) แผ่นหลังคาเหล็ก Metal Sheet สีเงิน หนา 0.35 มม.	จำนวน	20	ตร.ม.
	(5) สกรูยึดหลังคา	จำนวน	70	ตัว
	(6) สีกันสนิม	จำนวน	1	แกลลอน
	(7) ทินเนอร์	จำนวน	1	แกลลอน
3.3)	งานผนัง			
	(1) อิฐบล็อก	จำนวน	70	ก้อน
	(2) ปูนซีเมนต์ผสม	จำนวน	5	ถุง
	(3) ทราย	จำนวน	1	ลบ.ม.
	(4) เหล็กกล่อง 1 1/4" x 1 1/4" x 1.6 มม.	จำนวน	13	ท่อน
	(5) แผ่น POLYCARBONATE ขนาด 2.10 x 6.00 ม.	จำนวน	2.25	แผ่น
	(6) Clamping ยาว 6.00 ม.	จำนวน	10	ท่อน
	(7) บานพับประตู 4 นิ้ว	จำนวน	2	อัน
	(8) หูช้าง	จำนวน	1	อัน
	(9) สีสอะคริลิก (สีดำ)	จำนวน	1	แกลลอน
3.4)	งานชั้นตากแผ่นยาง			
	(1) เหล็กกล่อง 1" x 1" x 1.6 มม.	จำนวน	12	ท่อน
	(2) เหล็กกลมดำ 3/4" x 1.6 มม.	จำนวน	3	ท่อน
	(3) เหล็กกลมดำ 1/2" x 1.6 มม.	จำนวน	18	ท่อน
3.5)	งานไฟฟ้า			
	(1) พัดลมดูดอากาศ	จำนวน	2	ชุด
	(2) สายไฟ พร้อมสวิตช์พัดลม	จำนวน	1	ชุด

4) ขั้นตอนการสร้างโรงอบขนาด 3 x 4 เมตร

สำหรับขั้นตอนการสร้างโรงอบยางพาราพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ งานโครงสร้างและพื้น งานโครงหลังคา และวัสดุหลังคา งานผนัง งานระบบไฟฟ้า และงานชั้น ตากแผ่นยางพารา โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1) ขั้นตอนงานโครงสร้างและพื้น

(1) ทำการเตรียมพื้นที่ เพื่อสร้างโรงอบยางพาราพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยขนาดของพื้นที่จะต้องมีขนาดความยาว และความกว้างมากกว่าขนาดของโรงอบไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร โดยรอบ



รูปที่ 3 การเตรียมพื้นที่ เพื่อสร้างโรงอบยางพาราพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์

(2) ทำการขุดหลุมขนาด 60 x 60 เซนติเมตร ลึก 1 เมตร เพื่อใช้ในการฝังเสาปูนสำเร็จรูป ขนาด 5 x 5 นิ้ว ยาว 3.00 ม. จำนวนของหลุมตามขนาดของโรงอบ จากนั้นรองพื้นก้นหลุมด้วยทรายหยาบอัดแน่น หนา 3 เซนติเมตร และเทพื้นก้นหลุมด้วยคอนกรีตหยาบ หนา 5 เซนติเมตร



รูปที่ 4 การขุดหลุม เพื่อฝังเสา

(3) วางตะแกรงไม้ไผ่สาน ขนาด 60×60 เซนติเมตร ระยะห่าง 20 เซนติเมตร และนำเสาปูนสำเร็จรูป ขนาด 5×5 นิ้ว ยาว 3.00 ม. วางตรงกลางหลุมที่เตรียมไว้ จากนั้นทำการเทด้วยคอนกรีตหยาบหนา 20 เซนติเมตร ทิ้งไว้ให้แห้ง (ประมาณ 1 วัน) จากนั้นนำดินมาถมกลบให้เท่ากับระดับดินเดิม



รูปที่ 5 การฝังเสาปูนสำเร็จรูป

(4) นำไม้แบบมาวางตามขนาดของโรงอบยางพารา จากนั้นทำการรองพื้นด้วยทรายหยาบอัดแน่นหนา 3 เซนติเมตร ทำการวางตะแกรงไม้ไผ่สาน ขนาด 3×4 เมตร ซึ่งมีระยะห่าง 30 เซนติเมตร และเทพื้นด้วยคอนกรีตหยาบหนา 5 เซนติเมตร



รูปที่ 6 การเทพื้นคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ของโรงอบยางพารา

(5) ทำการก่อผนังอิฐบล็อก 2 ก้อน ในแต่ละด้านของโรงอบยางพารา ยกเว้นด้านหน้าของโรงอบยางจะเว้นระยะจากกึ่งกลางข้างละ 40 เซนติเมตร เพื่อวางประตูโครงเหล็ก กรุแผ่น Polycarbonate จากนั้นทำการฉาบเรียบที่ผนังแต่ละด้าน



รูปที่ 7 การทำผนังก่ออิฐบล็อกฉาบเรียบของโรงอบยางพารา

4.2) ขั้นตอนงานโครงหลังคาและวัสดุบุ

(1) การทำโครงหลังคา นำเหล็กกลมดำ 1 1/4"x1.6 มิลลิเมตร มาตัดโค้ง และตัดเชื่อมประกอบเป็นโครงถักตามแบบ (Truss 1)

(2) การทำโครงยึดด้านข้างของโครงหลังคา นำเหล็กกล่อง 1 1/4"x1 1/4"x1.6 มิลลิเมตร และเหล็กกลมดำ 3/4"x1.6 มิลลิเมตร มาตัดให้ได้ความยาวตามแบบ และเชื่อมประกอบเป็นโครงถักตามแบบ (Truss 2)

(3) นำโครงหลังคาโค้ง และโครงยึดด้านข้างมาเชื่อมประกอบบนหัวเสา จากนั้นนำเหล็กรูปตัวซีขนาด 100x50x20x2.3 มิลลิเมตร มาเชื่อมประกอบกับโครงหลังคาของโรงอบ



รูปที่ 8 การประกอบโครงหลังคาเข้ากับโครงสร้างโรงอบยางพารา

(4) ทำการบุหลังคาโดยใช้แผ่นหลังคาเหล็กเมทัลชีท สีเงินหนา 0.35 มิลลิเมตร ตัดโค้งให้พอดีกับโครงหลังคา



รูปที่ 9 การบุหลังคาโดยใช้แผ่นหลังคาเหล็กเมทัลชีท

4.3) ขั้นตอนงานผนัง

(1) นำเหล็กกล่อง 1 1/4"x1 1/4"x1.6 มิลลิเมตร มาตัดให้ได้ความยาว และนำมาเชื่อมประกอบเป็นโครงผนังแต่ละด้านทั้ง 4 ด้าน

(2) นำแผ่น POLYCARBONATE ขนาด 2.10x6.00 ม. มาตัดตามขนาดของผนังแต่ละด้าน และนำมายึดกับโครงผนังโดยใช้ Clamping



รูปที่ 10 การประกอบผนังจากแผ่น POLYCARBONATE ของโรงอบยางพารา

(3) ทำการติดตั้งโครงประตุนาดตามแบบ โดยใช้เหล็กกล่อง 1 1/4"x1 1/4"x1.6 มิลลิเมตร ที่ผนังด้านหน้า จากนั้นนำแผ่น POLYCARBONATE มาตัดตามขนาดของผนังและประตู และนำมายึดกับโครงผนังและประตูโดยใช้ Clamping



รูปที่ 11 การประกอบผนังด้านหน้าและประตู ของโรงอบยางพารา

(4) ทำการทาสีอะครีลิคดำ บริเวณผนังฉาบปูนเรียบของโรงอบแห้งยางพารา



รูปที่ 12 การทาสีอะครีลิคดำ บริเวณผนังฉาบปูนเรียบของโรงอบแห้งยางพารา

4.4) ขั้นตอนงานไฟฟ้า

ทำการติดตั้งพัดลมดูดอากาศ จำนวน 2 ชุด และสายไฟ พร้อม สวิตช์พัดลม



รูปที่ 13 การติดตั้งพัดลมดูดอากาศและสายไฟ พร้อมสวิตช์พัดลม

4.5) ขั้นตอนงานชั้นตากแผ่นยาง

นำเหล็กกล่อง 1"x1"x1.6 มิลลิเมตร และเหล็กกลมดำ 3/4"x1.6 มิลลิเมตร มาตัดตามแบบ และเชื่อมประกอบเป็นชั้นตากแผ่นยางตามแบบ จากนั้นทำการทาสีกันสนิม รอให้แห้ง แล้วนำไปวางในห้องอบยางพารา



รูปที่ 14 แสดงชั้นตากแผ่นยาง

5) การใช้งานโรงอบฯ

โรงอบยางพาราจะถูกออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้งานและกำลังการผลิต สำหรับการใช้น้ำมันยางพาราที่ต้องการอบแห้ง วางบนชั้นวาง ซึ่งถูกออกแบบให้เป็น 3 วางเรียงด้านละ 2 แถว และปล่อยแผ่นยางพาราทิ้งไว้จนกระทั่งแผ่นยางพาราแห้งตามความต้องการจึงค่อยนำออกจากโรงอบ โดยใช้เวลาในการตากยางพาราไม่เกิน 15 วัน



รูปที่ 15 การใช้งานโรงอบฯ

6) การบำรุงรักษา

- 6.1) ระวังการกระแทกที่จะทำให้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเสียหาย
- 6.2) ต้องหมั่นตรวจและทำความสะอาดแผ่นโพลีคาร์บอเนตอยู่เสมอ โดยใช้ผ้าเช็ดหรือ ฉีดพ่นน้ำ
- 6.3) หากพบรอยร้าวที่แผ่นโพลีคาร์บอเนต ให้ใช้ซิลิโคนใสอุดรอยร่วนั้น
- 6.4) หมั่นตรวจสอบการทำงานของพัดลมระบายอากาศว่าทำงานเป็นปกติหรือไม่ เนื่องจากพัดลมระบายอากาศมีปัญหาจะส่งผลกระทบต่อยางพารา

7) การลงทุนและผลที่ได้รับ

มูลค่าการลงทุนโรงอบยางพาราด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ใช้งบประมาณ 61,000 บาทต่อโรง สำหรับขนาด 600 แผ่น หรือเฉลี่ยประมาณ แผ่นละ 100 บาท และอายุการใช้งานจะนานถึง 20 ปี ประมาณการผลตอบแทนจากการลงทุนในการใช้โรงอบยางพาราแผ่นด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ หักค่าแรง ค่าใช้สอย และค่าเสียโอกาสแล้ว สามารถคืนทุนได้อย่างรวดเร็วภายใน 3-4 เดือน ซึ่งมีความคุ้มค่าในแง่ของการลงทุนสูงมาก

แบบโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับยางพารา







A black and white photograph of a large, arched, translucent structure, possibly a greenhouse or a covered walkway. The structure has a metal frame and a corrugated metal roof. The interior is visible through the translucent walls, showing some internal structure and possibly a person or object inside. The structure is set against a plain, light background.

ห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเล
และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร



ห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเล และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร



ห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเล และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

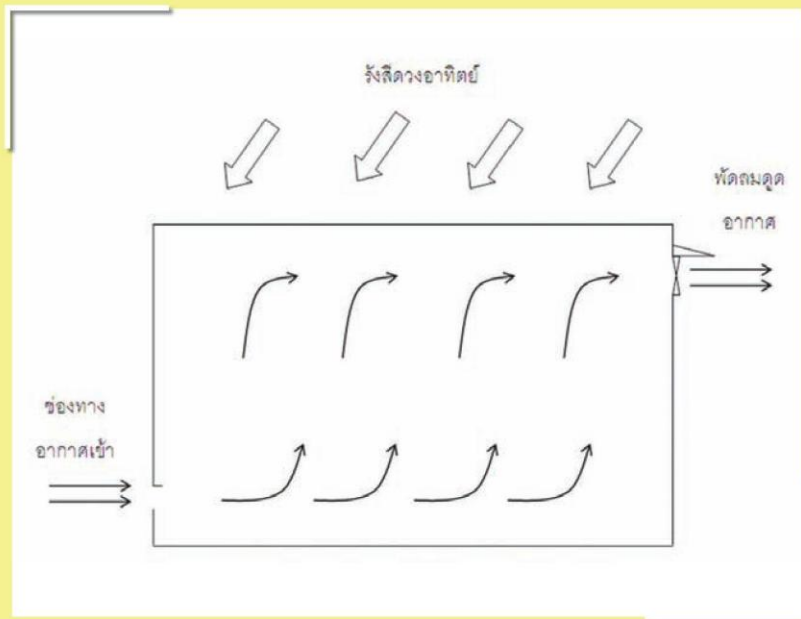
ห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ถูกพัฒนาโดยสำนักวิชาการพลังงานภาค 3 และสมาคมพัฒนาชุมชน ตามแนวคิดของชุมชนในกลุ่มอาชีพปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย ที่ต้องการแผ่นยางที่มีคุณภาพดีขึ้น ไม่กระทบตามมาตรฐานกำหนด ไม่สิ้นเปลืองพลังงาน ดูแลรักษาง่าย ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถนำผลิตภัณฑ์ เข้า-ออก จากห้องอบ ได้สะดวกและรวดเร็ว วัสดุที่ใช้สามารถหาได้ในพื้นที่ ราคาถูก ช่างในพื้นที่สามารถสร้างได้ ชุมชนสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือขยายผลต่อไปได้ง่าย

1) หลักการทำงาน

ห้องอบฯ มีขนาดความจุ 27 ลูกบาศก์เมตร พื้นที่ใช้งานเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาด 29 ตารางเมตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 พื้นที่ติดตั้งห้องอบฯ ขนาด 12 ตารางเมตร ส่วนที่ 2 พื้นที่ภายนอกห้องอบแห้ง 17 ตารางเมตร เป็นพื้นที่ผึ่งยางแผ่นดิบไว้จนสะอาดก่อนเคลื่อนเข้าห้องอบแห้ง โดยสามารถเลื่อนราวแขวนแผ่นยางดิบจากพื้นที่ภายนอกไปยังพื้นที่ห้องอบฯ โครงสร้างของห้องอบฯ เป็นหลังคาทรงโค้ง และผนังปิดทั้ง 4 ด้าน กรุด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตแบบใสโดยรอบ

ห้องอบฯ ใช้หลักการเรือนกระจก (Greenhouse Effect) กล่าวคือ เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนต แบบใสเข้าไปภายใน จะถูกผลิตและองค์ประกอบต่างๆ ภายในเรือนกระจกดูดกลืนรังสีแล้วเปลี่ยนเป็นความร้อน วัสดุภายในห้องอบฯ จะแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่ไม่สามารถผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตแบบใสออกมาภายนอกได้ ทำให้อุณหภูมิในเรือนกระจกสูงขึ้น และถ่ายเทความร้อนให้กับผลผลิต ในส่วนของการถ่ายเทความร้อนเป็นการถ่ายเท

ความร้อนแบบธรรมชาติ อาศัยหลักของเทอร์โมไซฟอน (Thermosyphon) ซึ่งมีช่องสำหรับช่วยให้อากาศเคลื่อนที่ หมุนเวียนในทิศทางที่ต้องการ โดยให้อากาศเคลื่อนที่ผ่านวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอบแห้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือตามต้องการ โดยในการอบแห้งยางพาราสามารถลดความชื้นในยางพาราจาก 35% จนมีค่าความชื้นอยู่ที่ 9-10% เมื่อผ่านการอบแห้งเป็นเวลา 5 วัน และมีแนวโน้มที่ความชื้นจะลดลงอีก เมื่อผ่านการอบเป็นเวลานานมากขึ้น เมื่อตรวจสอบด้วยตาเปล่าจะพบว่าแผ่นยางมีสีที่สว่าง ใส สามารถมองเห็นทะลุได้ ในส่วนของ การอบแห้งอาหารทะเล คุณภาพของอาหารทะเลที่ได้ มีสีสัมผัสสวยงาม มองดูน่ารับประทาน ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับแมลงและฝุ่นละออง ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยวันลง ขึ้นอยู่กับประเภทของอาหารทะเล เป็นการแห้งจากภายในทำให้สามารถเก็บไว้ได้นาน



รูปที่ 1 หลักการทำงานของห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเล และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

2) องค์ประกอบห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นโครงสร้างที่สร้างง่าย ด้วยวัสดุที่แข็งแรง คงทน สามารถดัดประกอบ และเคลื่อนย้ายได้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1) ฐานล่าง

แผ่นพื้นฐานล่าง เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก มีความแข็งแรง รองรับน้ำหนักของห้องอบและ ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ผิวพื้นฉาบเรียบ เพื่อเป็นฉนวนกันความชื้นจากผิวดิน

2.2) โครงสร้าง

โครงสร้างใช้เหล็กเคลือบด้วยวัสดุป้องกันสนิม ลักษณะโครงสร้าง ประกอบกันในส่วนย่อยโดยวิธีการเชื่อม และประกอบกับโครงสร้างใหญ่ ใช้วิธียึดด้วยน็อตและสกรู ทำให้สามารถถอด-ประกอบ ได้ง่าย เมื่อต้องการจะย้ายสถานที่ตั้ง (แบบนี้ออกดาวน)

2.3) หลังคาและผนัง

บุด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตแบบใส หนา 6 มิลลิเมตร มีความแข็งแรง ทนต่อแสงยูวี บริเวณขอบมีซีลกันน้ำและเก็บอุณหภูมิภายในห้องอบให้เหมาะสมกับสภาพ

2.4) ประตู

ลักษณะประตูแบบ 2 บานเปิด โครงสร้างเหล็ก มีความแข็งแรง กรูด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตแบบใส หนา 6 มิลลิเมตร

2.5) ราวแขวน

สร้างจากเหล็กทอกลมมีความแข็งแรง เคลือบด้วยวัสดุป้องกันสนิม สามารถแขวนยางแผ่น ได้ครั้งละ 140 แผ่น โดยราวแขวนเลื่อนเข้า-ออกได้ โดยมีรางเลื่อนบังคับทิศทาง เพื่อความสะดวกในการใช้งาน



รูปที่ 2 แสดงองค์ประกอบห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับยางพาราและอาหารทะเล

2) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

รายการวัสดุ	จำนวน
2.1) แผ่นกันข้างจั่ว + แผ่นหลังคา	แผ่นโพลีคาร์บอเนต ขนาด 2.1 x 6 เมตร 2 แผ่น
2.2) แผ่นกันด้านข้างสองข้าง	แผ่นโพลีคาร์บอเนต ขนาด 2.1 x 6 เมตร 2 แผ่น
2.3) แผ่นกันด้านหน้า + หลังคา	แผ่นโพลีคาร์บอเนต ขนาด 2.1 x 3 เมตร 2 แผ่น
2.4) เหล็กเส้นแบน	ขนาด 1 นิ้ว x 1 หุน 27 เส้น
2.5) เหล็กกล่อง	ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว 25 เส้น
2.6) เหล็กกล่อง	ขนาด 1 นิ้ว x 2 นิ้ว 10 เส้น
2.7) เหล็กเส้นแบน	ขนาด 3 นิ้ว x 2 หุน 1 เส้น
2.8) เหล็กฉาก	ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว 4 เส้น
2.9) ท่อประปา (หัวสีน้ำเงิน)	ขนาด 1 นิ้ว 25 เส้น
2.10) เหล็กฉาก	ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว 10 เส้น
2.11) อุปกรณ์ประกอบแผ่นโพลีคาร์บอเนต	1 ชุด
2.12) อุปกรณ์ประกอบโครงสร้าง	1 ชุด

3) ขั้นตอนการสร้าง

3.1) ทำพื้นคอนกรีตขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร และสูง 10 เซนติเมตร โดยก่อนที่จะทำการเทพื้นด้วยคอนกรีตและวางแผ่นพลาสติกกรองด้านล่างก่อนที่จะทำการเทพื้นเพื่อป้องกันความชื้น



รูปที่ 3 แสดงการเทคอนกรีต

3.2) หลังจากคอนกรีตแห้งแล้วประมาณ 2-3 วัน นำเสาเหล็กขนาด 4 x 4 นิ้ว ยาว 2.00 เมตร ทำการยึดติดกับพื้นคอนกรีต



รูปที่ 4 แสดงการติดตั้งเสา

3.3) โครงสร้างหลังคาทำจากท่อเหล็กอบสังกะสีขนาด 1 1/2 นิ้ว โดยนำท่อมาตัดโค้งตามแบบ และเชื่อมประกอบเป็นโครงถัก



รูปที่ 5 แสดงการทำโครงหลังคา

3.4) ทำการติดตั้งโครงหลังคาบนเสาเหล็กทั้ง 4 ต้น และเหล็กยึดด้านข้างมาเชื่อมประกอบบนหัวเสา จากนั้นนำท่อเหล็กออบสังกะสีขนาด 1 ½ นิ้ว มาเชื่อมประกอบกับโครงหลังคา



รูปที่ 6 แสดงการติดตั้งโครงหลังคา

3.5) โครงเหล็กด้านข้าง และด้านหลัง ทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว และประตูทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว x 2 นิ้ว โดยจะทำการตัดให้ได้ขนาด และประกอบเชื่อมตามแบบ จากนั้นจึงทำการติดแผ่นโพลีคาร์บอเนตเข้ากับโครงเหล็ก และทำการอุดช่องอากาศของแผ่นโพลีคาร์บอเนตด้วยซิลิโคนทุกช่องเพื่อป้องกันน้ำและแมลงต่าง ๆ



รูปที่ 7 แสดงการติดตั้งผนัง

3.6) ชั้นวางผลิตภัณฑ์ของเครื่องอบแบบนี้ทำมาจากท่อเหล็กออบสังกะสีขนาด 1 ½ นิ้ว และทำการตัดให้ได้ขนาด จากนั้นนำมาประกอบกันโดยการเชื่อมประกอบตามตำแหน่งและรูปร่าง

3.7) ทำการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และพัดลม เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่พัดลมระบายอากาศ

4) การใช้ห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

4.1) เตรียมผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาอบแห้ง ได้แก่ ยางพารา และอาหารทะเล



รูปที่ 8 แสดงการเตรียมผลิตภัณฑ์

4.2) นำผลิตภัณฑ์ที่เตรียมไว้วางบนชั้นวางผลิตภัณฑ์ในกรณีที่เป็นอาหารทะเล สำหรับยางพารานำมาแขวนไว้กับราวตาก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เข้าห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

4.3) ปลอ่ยผลิตภัณฑ์ทิ้งไว้จนกระทั่งผลิตภัณฑ์แห้งตามความต้องการ จึงนำออกจากห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร



รูปที่ 9 ปลาหมึกที่ผ่านการอบแห้ง



รูปที่ 10 กุ้งที่ผ่านการอบแห้ง



รูปที่ 11 ปลาหมึกหลอดที่ผ่านการอบแห้ง



รูปที่ 12 ยางพาราที่ผ่านการอบแห้ง

5) การบำรุงรักษาห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

การบำรุงรักษาห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ไม่มีความยุ่งยากซับซ้อน แต่มีข้อพึงระวังคือ

- 5.1) ต้องหมั่นตรวจและทำความสะอาดแผ่นโพลีคาร์บอเนตอยู่เสมอ โดยใช้ ผ้าเช็ดหรือฉีดพ่นน้ำหลังคาด้านนอก
- 5.2) หากพบรอยร้าวที่แผ่นโพลีคาร์บอเนตให้ใช้ซิลิโคนใสอุดรอยร่วนั้น
- 5.3) หมั่นตรวจการทำงานของพัดลมระบายอากาศอยู่เสมอว่าทำงานเป็นปกติหรือไม่ เนื่องจากถ้าพัดลมระบายอากาศมีปัญหา จะส่งผลกระทบต่อกรอบแห้งผลิตภัณฑ์

6) การลงทุน

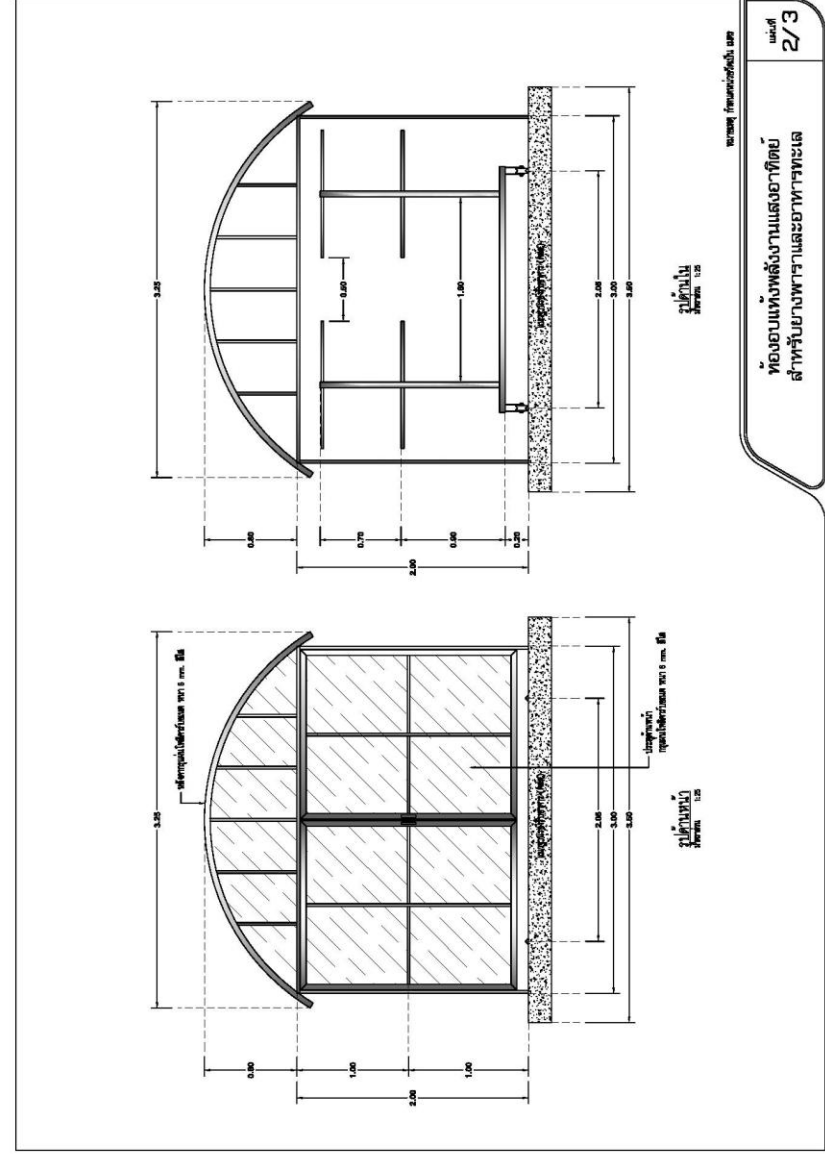
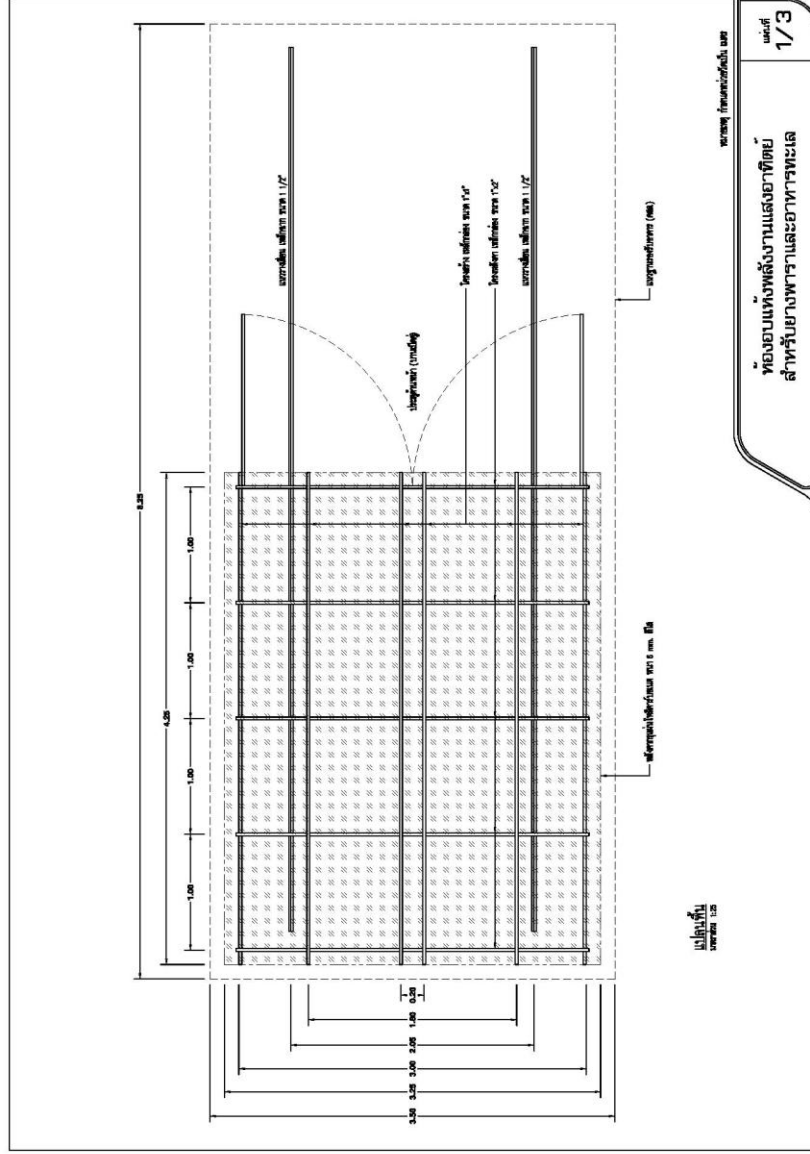
ห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เป็นการออกแบบ ให้เหมาะสมกับสวนยางพาราที่มีพื้นที่ประมาณ 20 ไร่ สามารถอบยางพาราได้สูงสุด 120 แผ่น การอบแห้งยางพารา จะทำการอบแห้งในปริมาณ 10 แผ่น/วัน โดยใช้กระบวนการอบแห้งยางพาราหมุนวนครบรอบวงจรจำนวน 6 วัน และไม่จำเป็นต้องสร้างห้องเก็บแผ่นยาง แผ่นยางพาราแต่ละแผ่นจะมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม/แผ่น ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นสามารถคิดรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้รายได้เพิ่มขึ้น ระยะเวลาคืนทุนของห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะอยู่ที่ประมาณ 2 ปี 3 เดือน

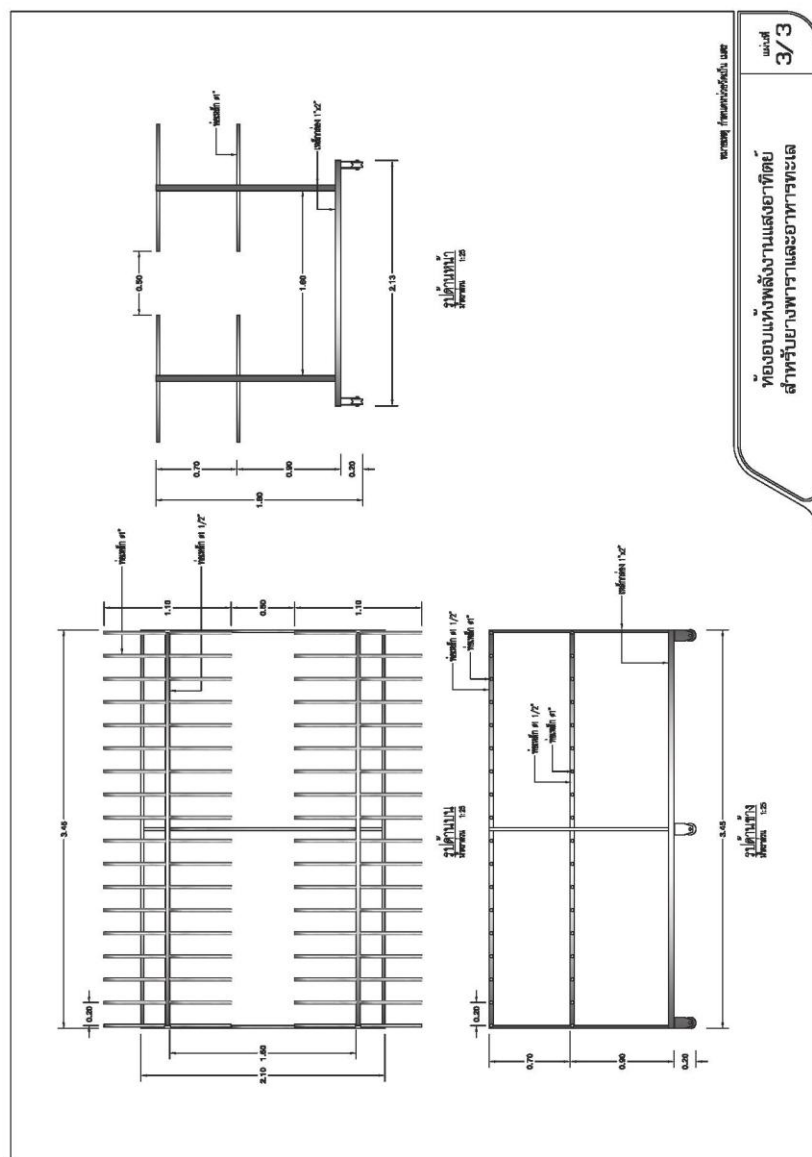
ห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเล
และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร



แบบห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเล
และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร







ห้องอบแสงอาทิตย์สำหรับอาหารทะเล และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร



อุปกรณ์ประหยัด
พลังงานแสงอาทิตย์



ตู้อบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์



ตู้อบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์

1) หลักการทำงานของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจกกระบอกผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้ง พื้นสีดำจะทำหน้าที่เป็นตัวดูดรังสีจะทำให้อุณหภูมิภายในสูงเกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าไปในวัตถุดิบที่ชั้นทำให้น้ำที่อยู่ภายในระเหยออกไปเป็นไอน้ำปนกับอากาศร้อน โดยจะลอยตัวออกทางช่องด้านบนของตู้อบอากาศเย็นภายนอกจะไหลเข้าทางช่องด้านล่างของตู้อบไปแทนที่อากาศร้อนภายในตู้อบจะมีอุณหภูมิประมาณ 60-65 องศาเซลเซียส ด้วยคุณสมบัติของกระจกที่เป็นฉนวนในช่วงคลื่นความร้อนและฉนวนกันความร้อนได้แก่ที่ช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนสำหรับอากาศภายในตู้อบจะไหลเวียนแบบบังคับ คือมีพัดลมดูดอากาศที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งอยู่ ซึ่งพัดลมจะทำงานตลอดเวลาที่มีแสงอาทิตย์ จึงมีการไหลเวียนของอากาศตลอดเวลาที่มีการอบแห้ง ผลผลิตที่ได้จะสามารถเก็บรักษาได้นานส่วนระยะเวลาของการอบแห้งนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและลักษณะวัตถุดิบที่จะนำมาอบแห้ง

2) ส่วนประกอบของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

- 2.1) มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 1.20 ม. ยาว 0.80 ม. สูงมีขารองรับตู้อบสูง 0.10 ม. ตามแบบที่กำหนด
- 2.2) ตะแกรงหรือถาดภายในตู้อบทำด้วยตาข่ายอลูมิเนียมและสแตนเลสหรือวัสดุที่ไม่ทำให้เกิดสนิม
- 2.3) หลังคาตู้อบใช้วัสดุกระจกใสหนาอย่างน้อย 4 มม. และมีตาข่ายหรือช่องระบายอากาศ
- 2.4) ผนังโดยรอบรวมทั้งพื้นเป็นฉนวนกันความร้อนหนาไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร บุด้วยเหล็กแผ่นหนา 1 มม. ปิดอย่างดี

2.5) โครงสร้างทำด้วยเหล็กพื้นล่างใช้วัสดุเหล็กแผ่นชุบสังกะสีภายใน
บุฉนวนทาสีดำด้าน ใช้ดูความร้อน

2.6) มีพัดลมระบายอากาศแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งจะทำงาน
ตลอดเวลาที่มีการใช้งานตู้อบ

3) ขั้นตอนการสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

3.1) จัดเตรียมชิ้นส่วนสำหรับการสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
โดยการตัดและเตรียมชิ้นงานเหล็ก ตามแบบ



รูปที่ 1 เหล็กกล่องสำหรับใช้ทำโครงตู้อบฯ แผ่นเหล็กสำหรับใช้ทำผนังด้านข้าง



รูปที่ 2 แผ่นเหล็กสำหรับใช้ทำผนังด้านหน้าและหลัง และพื้นตู้อบ

3.2) ทำการขึ้นรูปโครงตู้อบ ตามแบบ โดยการเชื่อม



รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

3.3) การประกอบพื้นตู้และผนังตู้ เข้ากับโครงตู้ ด้วยการยึดด้วยหมุดย้ำ โดยการติดตั้งพื้นตู้ให้เว้นที่สำหรับช่องระบายอากาศ ไว้ตามแบบ



รูปที่ 4 แสดงการประกอบตู้แ่งพลังงานแสงอาทิตย์

3.4) ทำการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ โดยการเจาะช่องที่ด้านหลังตู้ เพื่อติดตั้งพัดลมระบายอากาศ และติดตั้งตัวพัดลมเข้ากับตู้



รูปที่ 5 พัดลมระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 6 กำหนดขนาดเจาะช่องพัดลม โดยใช้ข้อ 4 นิ้ว



รูปที่ 7 ทำการเจาะช่องพัดลมโดยใช้หัวเชื่อมแก๊ส



รูปที่ 8 การติดตั้งพัดลมระบายอากาศเข้ากับตู้อบ

3.5) ทำการติดตั้งตะแกรงดักแมลงสำหรับช่องระบายอากาศและตะแกรงวางของในตู้อบ



ตะแกรงดักแมลงสำหรับช่องระบายอากาศ



ตะแกรงวางของในตู้อบ



ติดตั้งตะแกรงดักแมลงสำหรับช่องระบายอากาศ และตะแกรงวางของในตู้อบ

รูปที่ 9 แสดงการติดตั้งตะแกรง

3.6) ทำการติดตั้งกระจกด้านบนตู้อบ และทำการยึดกระจกเข้ากับตู้อบ





รูปที่ 10 แสดงการติดตั้งกระจกบนตู้อบ

3.7) ทำการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ สำหรับพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 11 แสดงการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์



รูปที่ 12 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างเสร็จแล้ว

3.8) ทำสีภายในเป็นสีดำ สำหรับสีภายนอกตามความต้องการของเจ้าของ

4) การบำรุงรักษาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

- 4.1) ระวังการกระแทกที่จะทำให้กระจกแตก
- 4.2) ก่อนใช้งานเครื่องอบแห้งทุกครั้งต้องทำความสะอาดกระจก เพื่อให้เครื่องอบแห้งสามารถรับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่
- 4.3) หลังจากทำการอบแห้งเสร็จในแต่ละครั้งควรทำความสะอาดตะแกรงสำหรับใส่ผลิตภัณฑ์ให้สะอาด

5) ประโยชน์ที่ได้รับ

- 5.1) ผลิตผลสะอาดเพราะอบในตู้ ไม่มีฝุ่นและแมลงวันรบกวน
- 5.2) ลดเวลาการตากแห้งลงเมื่อเทียบกับการตากตามธรรมชาติ
- 5.3) ผลิตผลมีสีสวยงามโดยเฉพาะการอบกล้วยจะเหนียวและหวานกว่าการตากธรรมชาติ

ตู้อบแห้ง
พลังงานแสงอาทิตย์



แบบตู้อบแห้ง
พลังงานแสงอาทิตย์



1/1
 1/1

เครื่องทำน้ำร้อน พลังงานแสงอาทิตย์



เครื่องทำน้ำร้อน พลังงานแสงอาทิตย์

มนุษย์รู้จักการนำเอาน้ำมาต้มให้ร้อนเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ นำมาฆ่าเชื้อโรค ล้างผัก ล้างจาน ประกอบอาหาร หรือแม้กระทั่งชำระร่างกาย เพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกายในฤดูหนาว ฯลฯ กิจกรรมเหล่านี้ล้วนใช้พลังงานจากไฟฟ้า ถ่านหิน แก๊ส น้ำมัน ไม้ฟืน ถ่านไม้ ฯลฯ เพื่อใช้ในการต้มน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้แหล่งเชื้อเพลิงที่มีเหลืออยู่น้อยลงลง ในที่สุดก็จะหมดไปจากโลก ถ้าเราไม่หาแหล่งพลังงานอื่นๆ ที่เป็นพลังงานยั่งยืนมาทดแทน

เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์หนึ่งในการนำประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นพลังงานทดแทนเพื่อช่วยในการลดการเกิดภาวะโลกร้อนที่ปัจจุบัน ส่งผลกระทบอย่างมากต่อสิ่งแวดล้อม โดยเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 2 ระบบหลักๆ คือ ระบบแอ็คทีฟ (Active Solar Heater) และระบบพาสซีฟ (Passive Solar Heater)





รูปที่ 1 เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

1) หลักการทำงาน

1.1) ระบบของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

(1) ระบบแอคทีฟ (Active Systems)

เป็นระบบที่มีการใช้ปั๊มน้ำไฟฟ้า วาล์ว และตัวควบคุมเพื่อบังคับให้น้ำหรือของเหลวที่ถ่ายเทความร้อนหมุนเวียนในระบบผ่านตัวกักเก็บความร้อนโดยทั่วไปแล้วยังมีราคาแพงกว่าระบบพาสซีฟแต่ระบบแอคทีฟนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบพาสซีฟ นอกจากนั้นในด้านการติดตั้งระบบแอคทีฟ ยังติดตั้งง่ายกว่าระบบพาสซีฟ เนื่องจากถังกักเก็บน้ำร้อนในระบบพาสซีฟจำเป็นต้องติดตั้งให้อยู่สูงกว่า ตัวกักเก็บความร้อนและต้องอยู่ใกล้กันด้วยแต่ระบบแอคทีฟนั้นต้องใช้ไฟฟ้าทำให้เสียค่าใช้จ่าย ด้านพลังงานมากกว่าระบบพาสซีฟ



รูปที่ 2 ระบบทำน้ำร้อนแบบแอคทีฟ

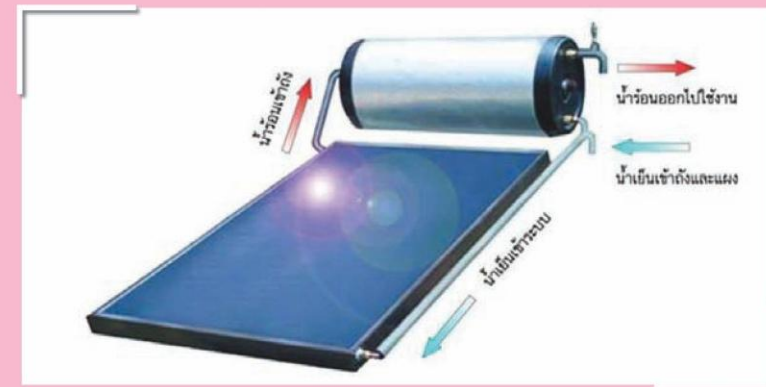
(2) ระบบพาสซีฟ (Passive Systems)

ระบบนี้จะไม่ใช้ปั๊มในการทำให้ของเหลวที่ใช้ระบบเคลื่อนที่ซึ่งผลดีคือ ไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าที่อาจเสียได้ทำให้อายุการใช้งานนาน และมีการบำรุงรักษาง่ายกว่าระบบ แอคทีฟ นอกจากนั้นระบบพาสซีฟยังมีราคาถูกกว่าระบบแอคทีฟแต่มีข้อเสียตรงที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าระบบแอคทีฟนั่นเอง สำหรับเครื่องทำน้ำร้อนในระบบนี้มี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แบบถาดและแบบท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน

1.2) การทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

(1) หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์นี้ใช้หลักการทางธรรมชาติที่เรียกว่า “Thermosyphon” กล่าวคือ น้ำร้อนจะลอยขึ้นในขณะที่น้ำเย็นจะไหลลงข้างล่าง

(2) จากรูปภาพ น้ำเย็นในส่วนล่างของถังเก็บน้ำจะไหลลงสู่ส่วนล่างของแผงรับแสงอาทิตย์ น้ำเย็นเหล่านี้จะได้รับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับแผง เมื่อน้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงก็จะลอยตัวขึ้นไปตามท่อทองแดงที่อยู่ในแผง ไหลกลับเข้าไปสู่ถังเก็บน้ำและลอยตัวขึ้นไปสู่ส่วนบนของถังเก็บน้ำร้อน เป็นน้ำร้อนที่พร้อมจะนำไปใช้ได้



รูปที่ 3 หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

1.3) การเปรียบเทียบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์กับ การใช้พลังงานจากแหล่งอื่นๆ ในการผลิตน้ำร้อน

เครื่องทำน้ำร้อนขนาด 150 ลิตร จำนวน 1 เครื่อง สามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิประมาณ 40-70 °C หรือคิดเป็นพลังงานจะได้ประมาณ 6.802 kwh/วัน หรือประมาณ 2,448.72 kwh/ปี ถ้าเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานจากแหล่งอื่นๆ มาผลิตน้ำร้อนที่ปริมาตร 150 ลิตร จะต้องใช้พลังงานจาก

แหล่งพลังงาน	ปริมาณพลังงานที่ใช้/ปีในการผลิตน้ำร้อน
LPG	331 ลิตร/ปี
Gasoline	280 ลิตร/ปี
Electricity	2,448 kwh/ปี
Lignite	842 กิโลกรัม/ปี
Fuel Wood	540 กิโลกรัม/ปี
Charcoal	305 กิโลกรัม/ปี
Coke	319 กิโลกรัม/ปี

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานไฟฟ้า/น้ำมัน/ก๊าซ

พลังงานแสงอาทิตย์	พลังงานไฟฟ้า/น้ำมัน/ก๊าซ
- ลงทุนครั้งเดียว คืนทุนเร็วและกำไรจากอายุการใช้งานที่ยาวนาน - ไม่มีอันตราย - เป็นพลังงานบริสุทธิ์ ไม่มีวันหมดและได้ฟรี - อายุการใช้งานนานกว่า 10 ปีขึ้นไป - อุปกรณ์ประกอบมีน้อยชิ้น - ซ่อมแซมง่าย - ลดภาวะโลกร้อน - ช่วยลดปัญหา Peak Load ให้กับระบบไฟฟ้าและอาคาร	- ลงทุนแล้วมีค่าใช้จ่ายต่อเนื่องจากค่าเชื้อเพลิงจำนวนมาก ซึ่งแปรผัน ไม่สามารถควบคุมได้ - อาจเกิดอุบัติเหตุไฟฟ้ารั่ว, ก๊าซระเบิด - สร้างมลพิษ - อายุการใช้งานสั้น อุปกรณ์เสื่อมชำรุด - อุปกรณ์มีมากขึ้น - ซ่อมแซมยาก - ทำให้โลกร้อนจากภาวะเรือนกระจก - สร้างปัญหา Peak Load ให้ระบบไฟฟ้าและอาคาร

1.4) ลักษณะการใช้งานเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในสถานที่ต่างๆ

สถานที่ใช้งาน	ลักษณะการใช้งาน
โรงงานอุตสาหกรรม	เพิ่มอุณหภูมิน้ำประปา ก่อนเข้าหม้อต้ม (Boiler) ในการทำ Preheat เพื่อนำไปใช้ในการทำงานตามความเหมาะสม, ลดค่าแปรผัน (FT) ในการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้า และลดค่าเชื้อเพลิง (น้ำมันและก๊าซ)
บ้าน, อพาร์ทเมนต์, คอนโดเนียม	อาบน้ำชำระล้างร่างกาย, ล้างภาชนะจัดคราบไขมัน, ชักกรดเพื่อฆ่าเชื้อโรค
โรงพยาบาล	อาบน้ำชำระล้างร่างกาย, ล้างภาชนะจัดคราบไขมัน, ชักกรดเพื่อฆ่าเชื้อโรค, ล้างเครื่องมือแพทย์, ลดค่าแปรผัน (FT) ในการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้า
โรงแรม, รีสอร์ท	อาบน้ำชำระล้างร่างกาย, ล้างภาชนะจัดคราบไขมัน, ชักกรดเพื่อฆ่าเชื้อโรค
สปอร์ตคลับ (สนามกอล์ฟ, ฟิตเนส, สระว่ายน้ำ ฯลฯ)	อาบน้ำชำระล้างร่างกายหลังเล่นกีฬา, นำไปควบคุมอุณหภูมิของน้ำภายในสระทำให้ช่วยลดการเกิดตะกาว, ลดค่าแปรผัน (FT) ในการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้า
สถานบริการสุขภาพและความงาม (สปา, นวดแผนโบราณ ฯลฯ)	อาบน้ำชำระล้างร่างกาย, นำไปประคบร่างกายเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อ, นำไปเป็นส่วนประกอบกับสมุนไพรเพื่อรักษาโรคภัยไข้เจ็บ, รักษาสุขภาพและผ่อนคลายความเครียด
สถานบันเทิง (ผับ, บาร์) ร้านอาหาร, ภัตตาคาร	ล้างภาชนะจัดคราบไขมัน, ประคบกับผ้าเพื่อบริการลูกค้า นำไปเพิ่มอุณหภูมิของน้ำก่อนทำอาหาร, ล้างภาชนะจัดคราบไขมัน



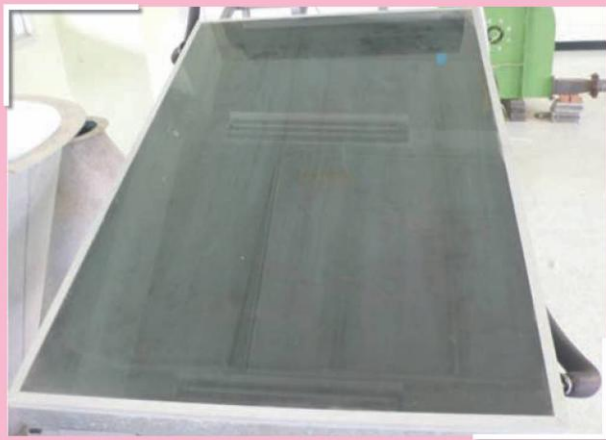
รูปที่ 4 ลักษณะการใช้งานเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

2) ส่วนประกอบและโครงสร้างของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ประกอบด้วย ส่วนสำคัญหลักๆ 2 ส่วนคือ

2.1) แผงรับรังสีแสงอาทิตย์หรือแผงเก็บความร้อน (Solar Flat Solar Collector)

โดยตำแหน่งการติดตั้งแผงเก็บความร้อนนั้นต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถรับรังสีแสงอาทิตย์ได้มากที่สุดเพื่อความสามารถในการเก็บความร้อนที่ดีที่สุด โดยส่วนมากในประเทศไทยจะวางตำแหน่งแผงเก็บความร้อนไปทางทิศใต้เนื่องจากประเทศไทย เป็นประเทศที่อยู่ทางซีกโลกเหนือจึงทำให้มีแสงแดดส่องทางทิศใต้ตลอดทั้งปี



รูปที่ 5 แผงรับรังสีแสงอาทิตย์หรือแผงเก็บความร้อน

2.2) ถังเก็บน้ำร้อน (Thermal Storage Tank)

ภายนอกตัวถังเก็บน้ำร้อนนั้นจะต้องมีการหุ้มฉนวนไว้เพื่อเป็นการเก็บรักษาความร้อนของน้ำไว้ก่อนที่จะมีการนำไปใช้ และลดการสูญเสียความร้อนในเวลากลางคืนหรือในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์แต่ในความเป็นจริงนั้นเราไม่สามารถ

ที่จะป้องกันการสูญเสียความร้อนได้ทั้งหมดจะต้องมีการสูญเสียความร้อนของถังสะสมความร้อนไม่มากนัก



รูปที่ 6 ถังเก็บน้ำร้อน

3) ขั้นตอนการสร้างเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

3.1) ส่วนประกอบในการทำ

- ท่อทองแดงขนาด 0.5 นิ้ว
- แผ่นอะลูมิเนียมหนา 1.0 มม.
- ฉนวนกันความร้อน เช่น โฟมโพลีสไตรีน
- แผ่นกระจกใส
- แผ่นสังกะสี
- เหล็กสำหรับทำฐาน
- ถังเก็บน้ำ
- ท่อน้ำ pvc
- ก๊อกน้ำ



รูปที่ 7 เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย

3.2) การประกอบและติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

3.2.1) แผงรับรังสีแสงอาทิตย์หรือแผงเก็บความร้อน

- เริ่มจากนำท่อทองแดงทั้งหมดมาต่อเข้าด้วยกันเป็นแผงให้ได้แผงท่อทองแดงตามรูป การประกอบแผงท่อทองแดงนี้อาจจะใช้วิธีการเชื่อม

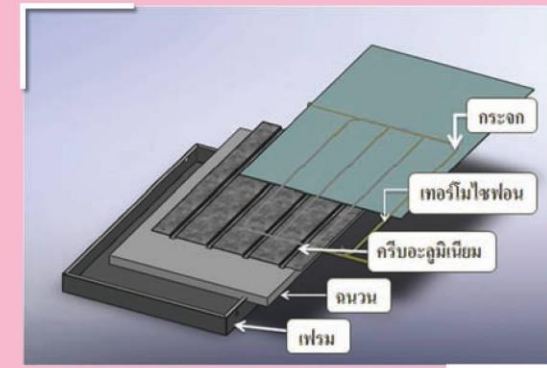
- ขั้นตอนต่อไปเป็นขั้นตอนการทำครีบลอย ซึ่งอาจใช้แผ่นทองแดง หรือแผ่น อลูมิเนียมก็ได้ ครีบลอยนี้จะถูกนำมาประกอบกับแผงท่อทองแดงแนวตั้งเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวรับความร้อน แผ่นอลูมิเนียมที่จะนำมาทำเป็นครีบลอยนี้มีจำนวน 4 แผ่น

- นำแผ่นอลูมิเนียมที่ตัดได้ขนาดแล้วมาทำเป็นร่องรองรับท่อทองแดงแนวตั้ง มาวางไว้ตรงกลางตามแนวยาวของแผ่นอลูมิเนียม แล้วพับแผ่นอลูมิเนียมให้แนบกับท่อตลอดแนวยาวของท่อ แล้วแกะออกจนเกิดเป็นร่องเมื่อนำท่อทองแดงมาวางลงในร่องแล้วจะแนบสนิทกับร่องพอดี ไม่มีช่องว่าง

- ทำการติดครีบลอยเข้ากับท่อทองแดงแนวตั้งทั้ง 4 ท่อ ใช้กาวยิลโคนรองพื้นในร่องก่อน แล้วใช้สีกาที่ใส่ทาโลหะทาท่อและครีบลอยทั้งหมดให้มิดชิด

- ส่วนประกอบอีกส่วนคือ กล่องบรรจุที่ทำด้วยแผ่นสังกะสี มีฝาปิดเป็นกระจกใส หนา 3 มม. พื้นด้านในของกล่องบุด้วยฉนวนกันความร้อน เช่น ไฟเบอร์กลาส

- นำแผงทองแดงที่ติดเข้ากับครีบลอยแล้วมาวางลงในกล่องให้ท่อน้ำเข้าทะลุออกทางรู ฝาข้างกล่องด้านล่าง และให้ท่อน้ำออกทะลุออกทางรูฝากล่องด้านบน จากนั้นก็นำแผ่นกระจกมาปิดด้านบน ควรจะมีตัวยึดกระจกให้ปิดแนบสนิทโดยรอบกับกล่องพอดี เพราะหากมีช่องว่างระหว่างแผ่นกระจกกับกล่องไม้ ความร้อนจะรั่วออกจากกล่องได้ จะทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพลดลง



รูปที่ 8 ขั้นตอนการประกอบแผงรับรังสีดวงอาทิตย์



รูปที่ 9 แผงรับรังสีดวงอาทิตย์

3.2.2) ถังเก็บน้ำร้อน (Thermal Storage Tank)

ถังเก็บน้ำร้อน ทำการเจาะรูถึงน้ำด้านข้างเพื่อติดตั้งท่อส่งน้ำเข้าและออกแผงรับ รังสีแสงอาทิตย์หรือแผงเก็บความร้อน เจาะรูติดก๊อกน้ำสำหรับเปิดน้ำออกมาใช้ และเจาะรู ด้านบนถึงน้ำสำหรับเติมน้ำเข้าถัง



รูปที่ 10 ถังเก็บน้ำร้อน

3.2.3) ฐาน

จัดทำฐานรองรับแผงรับรังสีแสงอาทิตย์หรือแผงเก็บความร้อน และถังเก็บน้ำร้อน (เอียงทำมุม 15 องศา กับแนวระนาบ) จากนั้นนำแผงรับรังสีแสงอาทิตย์หรือแผงเก็บความร้อน ถังเก็บ น้ำร้อน และฐานมาประกอบเข้าด้วยกัน



รูปที่ 11 การประกอบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

4) การเลือกสถานที่ในการติดตั้ง

4.1) เลือกบริเวณที่โล่งแจ้งไม่มีร่มเงาบัง เช่น บนหลังคาบ้าน สำหรับติดตั้งแผงรับแสงอาทิตย์

4.2) เลือกบริเวณที่จะติดตั้งรับแสงอาทิตย์ให้ไกลจากบริเวณที่มีฝุ่น

4.3) วางตำแหน่งของแผงรับแสงอาทิตย์ให้ทำมุมประมาณ $10-15^\circ$ จากแนวระนาบ และหันหน้าแผงรับแสงอาทิตย์ไปทางทิศใต้



รูปที่ 12 สถานที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

5) การบำรุงรักษา

5.1) ตรวจเช็คทำความสะอาดแผง Solar Collector ด้วยเศษผ้าชุบน้ำอย่างสม่ำเสมอ

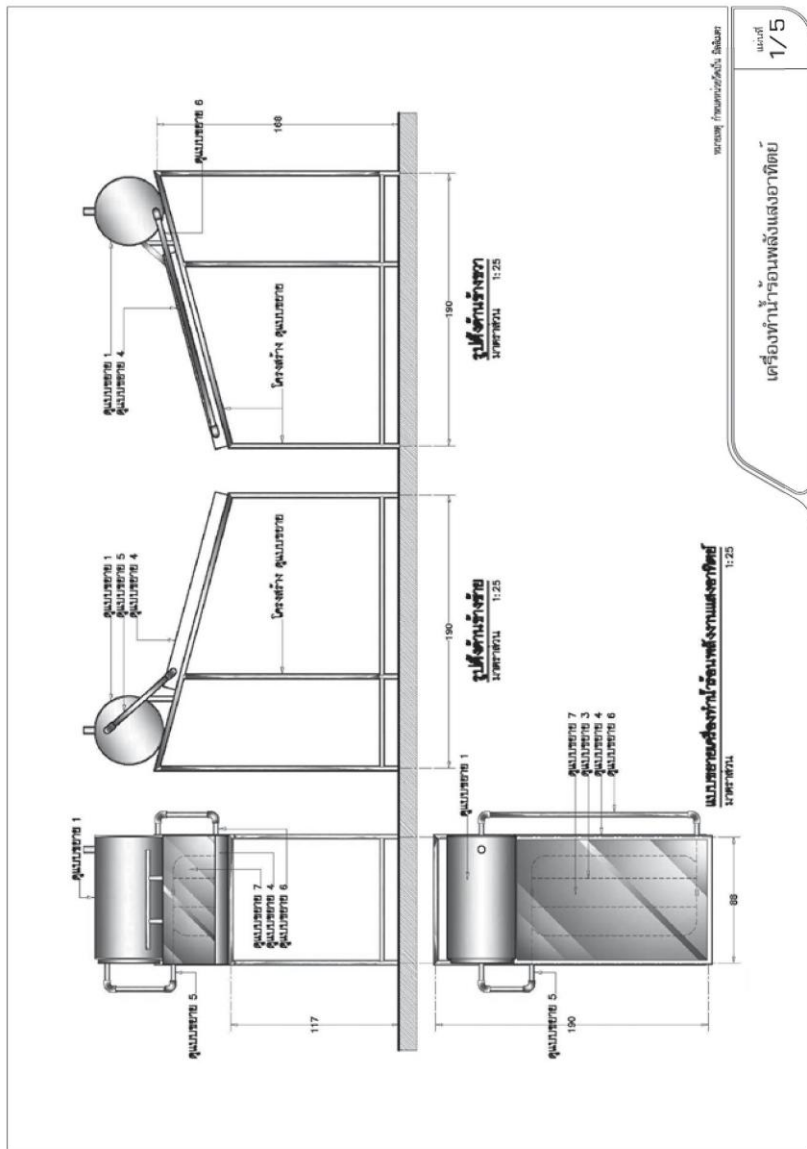
5.2) ระวังอย่าให้วัสดุแข็งมากระทบกับแผงรับความร้อน จะทำให้เกิดความเสียหายได้

เครื่องทำน้ำร้อน
พลังงานแสงอาทิตย์



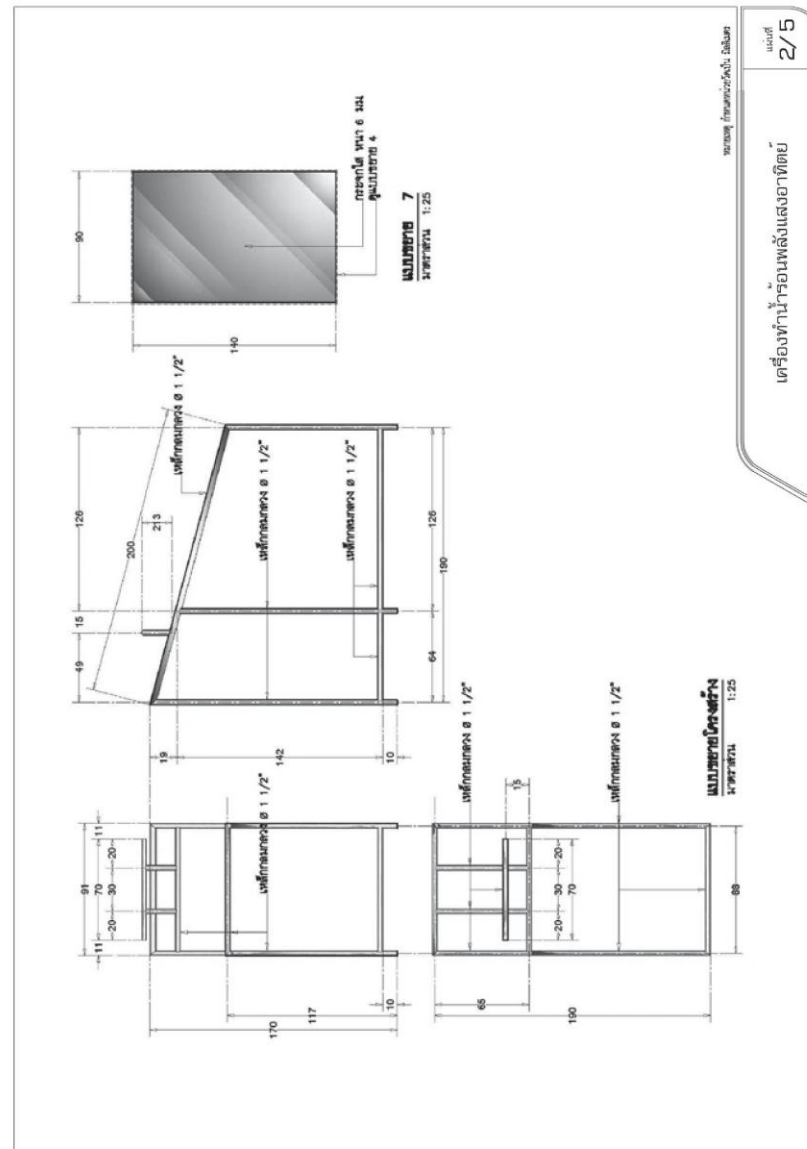
แบบเครื่องทำน้ำร้อน
พลังงานแสงอาทิตย์





เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

แบบที่ 1/5



เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

แบบที่ 2/5


$$\frac{\text{RUBLES}}{\text{MARKS}} \quad 2$$

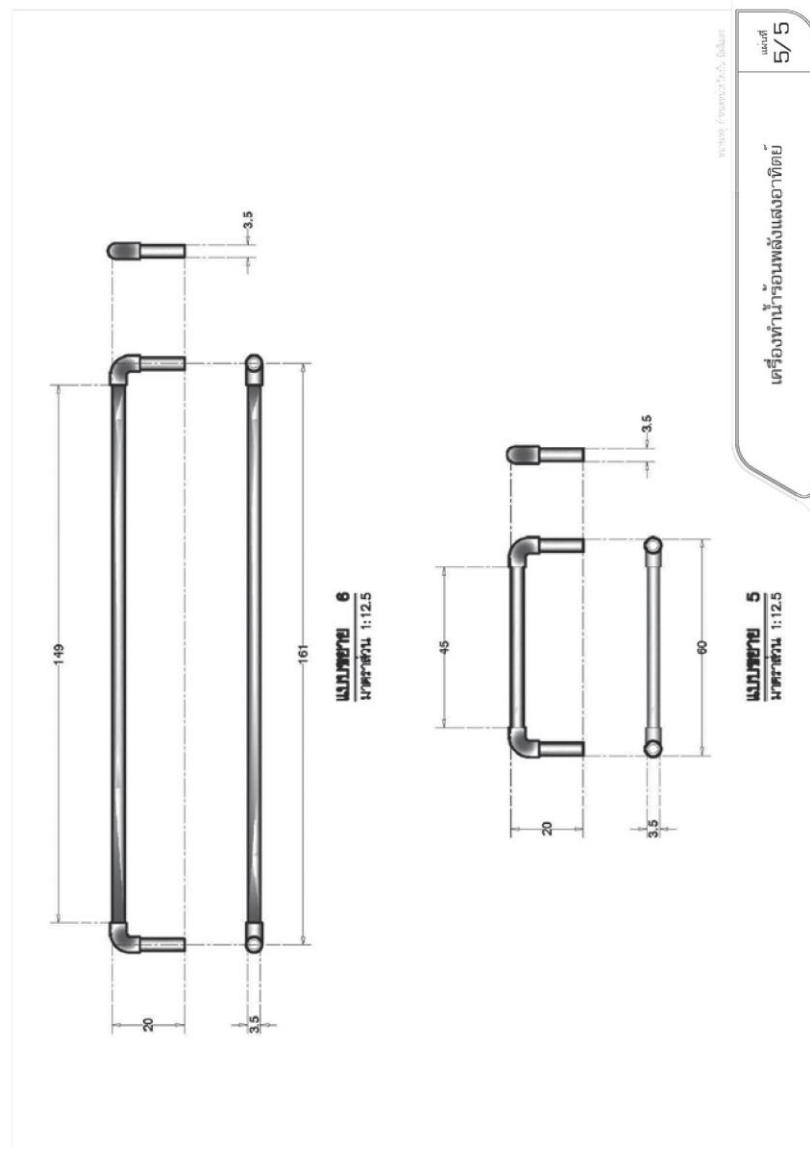
เครื่องทำน้ำร้อนพลังแสงอาทิตย์

3/5

แบบทดสอบ 3
มาตรฐาน 1:12.5

เครื่องทำน้ำร้อนพลังแสงอาทิตย์

4/5
15/11/2011



เครื่องทำน้ำร้อน พลังงานแสงอาทิตย์



ระบบผลิตไฟฟ้า
พลังงานแสงอาทิตย์



ระบบผลิตไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์



ระบบผลิตไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์ แบบเชื่อมต่อกับสายส่ง (ON-Grid)

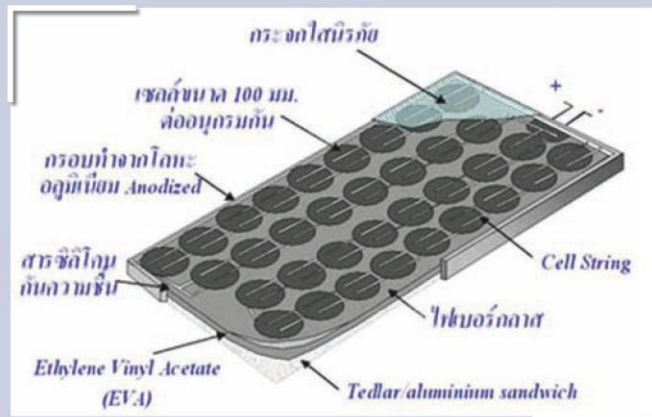
เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดในโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และพื้นที่ที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน



รูปที่ 1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นโลกเรามีค่ามหาศาลบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร เราจะได้พลังงานประมาณ 1,000 วัตต์ หรือเฉลี่ย 4-5 กิโลวัตต์/ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีความหมายว่าในวันหนึ่งๆ บนพื้นที่เพียง 1 ตารางเมตรนั้นเราได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ 1 กิโลวัตต์ เป็นเวลานานถึง 4-5 ชั่วโมงนั่นเองถ้าเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานร้อยละ 15 ก็แสดงว่าเซลล์แสงอาทิตย์จะมีพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 150 วัตต์ หรือเฉลี่ย 600-750 วัตต์/ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน ในเชิงเปรียบเทียบในวันหนึ่งๆ ประเทศไทยเรามีความต้องการพลังงานไฟฟ้าประมาณ 250 ล้านกิโลวัตต์/ชั่วโมง/วัน ดังนั้นถ้าเรามีพื้นที่ประมาณ 1,500 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.3 ของประเทศไทยเราก็สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้เพียงพอกับความต้องการทั้งประเทศ)

1) ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์

การทำเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นแผงก็เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน ด้านหน้าของแผงเซลล์ ประกอบด้วย แผ่นกระจก ที่มีส่วนผสมของเหล็กต่ำ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยอมให้แสงผ่านได้ดี และยังเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์อีกด้วย แผงเซลล์จะต้องมีการป้องกันความชื้นที่ดีมาก เพราะจะต้องอยู่กลางแจ้งกลางฝน

เป็นเวลายาวนาน ในการประกอบจะต้องใช้วัสดุที่มีความคงทนและป้องกันความชื้นที่ดี เช่น ซิลิโคนและอีวีเอ (Ethelene Vinyl Acetate) เป็นต้น เพื่อเป็นการป้องกันแผ่นกระจกด้านบนของแผงเซลล์ จึงต้องมีการทำกรอบด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง แต่บางครั้งก็ไม่มีเวลาจำเป็น ถ้ามีการเสริมความแข็งแรงของแผ่นกระจกให้เพียงพอ ซึ่งก็สามารถทดแทนการทำกรอบได้เช่นกัน ดังนั้นแผงเซลล์จึงมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ (laminare) ซึ่งสะดวกในการติดตั้ง

2) หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำ จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าง่ายๆ ไปใช้งานได้ โดยที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเซลล์เดียวจะมีค่าต่ำมาก การนำมาใช้งานจะต้องนำเซลล์หลายๆ เซลล์ มาต่อกันแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้น เซลล์ที่นำมาต่อกันในจำนวนและขนาดที่เหมาะสมเรียกว่า แผงเซลล์ แสงอาทิตย์ (Solar Module หรือ Solar Panel)

3) คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

3.1) ความเข้มของแสง

กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก

ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ 1,000 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศา กับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ 750 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

3.2) อุณหภูมิ

กระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 °C เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ V_{oc}) ที่ 21 V ณ อุณหภูมิ 25 °C ก็จะหมายความว่า แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์ เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 °C จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 °C เช่น อุณหภูมิ 30 °C จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง 2.5% (0.5% × 5 °C) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ V_{oc} จะลดลง 0.525 V (21 V × 2.5%) เหลือเพียง 20.475 V (21V - 0.525 V) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วย

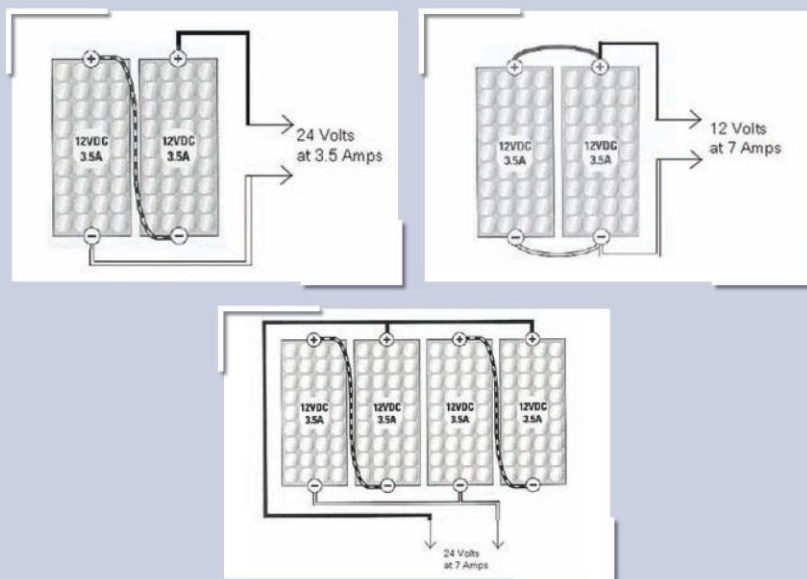
จากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น ก่อนที่ผู้ใช้จะเลือกใช้แผงแสงอาทิตย์จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแผงที่ระบุไว้ในแผงแต่ละชนิดด้วยว่า ใช้มาตรฐานอะไร หรือมาตรฐานที่ใช้วัดแตกต่างกันหรือไม่ เช่นแผงชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200 W ต่อ ตร.เมตร ณ อุณหภูมิ 20 °C ขณะที่อีกชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,000 W ต่อ ตร.เมตร และอุณหภูมิมาตรฐาน 25 °C แล้ว จะพบว่าแผงที่ระบุว่าให้กำลังไฟฟ้า 80 W จะให้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่า จากสาเหตุดังกล่าวผู้ที่เลือกใช้แผงจึงต้องคำนึงถึงข้อกำหนดเหล่านี้ในการเลือกใช้แผงแต่ละชนิดด้วย

จุดเด่นที่สำคัญของการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ แตกต่างจากวิธีอื่นหลายประการ ดังต่อไปนี้

- (1) ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวในขณะใช้งาน จึงทำให้ไม่มีมีผลภาวะทางเสียง
- (2) ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษจากขบวนการผลิตไฟฟ้า
- (3) มีการบำรุงรักษาน้อยมากและใช้งานแบบอัตโนมัติได้ง่าย
- (4) ประสิทธิภาพคงที่ไม่ขึ้นกับขนาด
- (5) สามารถผลิตเป็นแผงขนาดต่างๆ ได้ง่าย ทำให้สามารถผลิตได้ปริมาณมาก
- (6) ผลิตไฟฟ้าได้แม้มีแสงแดดอ่อนหรือมีเมฆ
- (7) เป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้มาฟรีและมีไม่สิ้นสุด
- (8) ผลิตไฟฟ้าได้ทุกมุมโลกแม้บนเกาะเล็กๆ กลางทะเล บนยอดเขาสูง และ ในอวกาศ
- (9) ได้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้ได้สะดวกที่สุด

4) การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์

4.1) การต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบขนานและอนุกรม มี 2 วิธีในการต่อแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ คือ แบบขนานและแบบอนุกรม เมื่อต่อแบบอนุกรมแรงดันก็จะเพิ่มขึ้นเท่ากับนำแรงดันทั้งสองมารวมกัน แต่กระแสจะคงเดิม เมื่อต่อแบบขนานแรงดันจะคงที่แต่กระแสจะเพิ่มขึ้นเท่ากับกระแสทั้งสองมารวมกัน รูปข้างล่างเป็นตัวอย่างของการต่อแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งการต่อแบตเตอรี่ก็เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน



รูปที่ 3 การต่อแบบผสมทั้งอนุกรมและขนาน

4.2) การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เราจำเป็นต้องให้แผงโซลาร์เซลล์หันหน้าเข้าหาแสงอาทิตย์ในตำแหน่งที่เหมาะสม แผงควรตั้งอยู่บนมุมที่เท่ากับละติจูดของพื้นที่โดยประมาณและหันแผงไปยังเส้นศูนย์สูตร (ถ้าเราอยู่ในฝั่งซีกโลกใต้ให้หันแผงไปยังทิศเหนือ แต่ถ้าเราอยู่ในทางฝั่งซีกโลกใต้ ให้หันแผงไปยังทิศใต้) ตัวอย่างเช่น แม่สอดอยู่ในตำแหน่ง 17 องศาเหนือของเส้นศูนย์สูตร ดังนั้น การจัดวางแผงที่เหมาะสมก็คือให้เอียงแผงลงทำมุมกับพื้น 15-20 องศา หันไปทางทิศใต้ไปยังเส้นศูนย์สูตร ถ้าเราอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรมากๆ ละติจูดจะใกล้เคียง 0 องศา ดังนั้นในพื้นที่นี้ มุมที่เหมาะสมที่สุด ก็คือให้วางราบไปกับพื้น แต่เราควรระวังให้ทำมุมเอียงประมาณ 5-10 องศา เพื่อที่ให้น้ำฝนที่ตกลงมาช่วยล้างฝุ่นและสิ่งสกปรกออกจากแผงโซลาร์เซลล์ได้

5) อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้น จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Off-Grid และระบบแบบ On-Grid ซึ่งระบบทั้งสองนั้นมีความแตกต่างกันเป็นอย่างมาก โดยระบบที่มีการติดตั้งและใช้งานกันอยู่ทั่วไปนั้น จะเป็นแบบ Off-Grid คือสามารถให้พลังงานและทำงานได้ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าเดิม ส่วนระบบแบบ On-Grid นั้นจะเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าโดยตรง เหมาะสำหรับระบบขนาดใหญ่ที่ต้องการจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบไฟฟ้าเดิม หรือต้องการขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้กับการไฟฟ้านั้นเอง โดยสำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Off-Grid นั้นจะมีอุปกรณ์หลักในระบบเพียงแค่ 3 ส่วน คือ

- (1) แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Photovoltaic Solar Module)
- (2) เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า
- (3) แบตเตอรี่

นอกจากอุปกรณ์หลักทั้งสามแล้ว ในการติดตั้งใช้งานระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ยังมีอุปกรณ์เสริมในการติดตั้ง หรือตามความต้องการของผู้ใช้งานอีกด้วย เช่น เบรกเกอร์ อินเวอร์เตอร์ เจเนอเรเตอร์ ระบบแจ้งเตือนพลังงานในแบตเตอรี่ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของระบบให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

โดยสำหรับอุปกรณ์หลัก ในระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นมีหน้าที่การทำงานต่างๆ อย่างชัดเจน

5.1) แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์

แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ในปัจจุบันมีอยู่หลายประเภท และหลายขนาดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยการเลือกใช้แผงระบบพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ให้คำนึงถึงกำลังไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นสำคัญ เช่น แผงขนาดกำลัง 40 วัตต์ แรงดัน 12 โวลต์ เป็นต้น โดยแรงดันไฟฟ้าจากแผงนั้นจะสัมพันธ์ต่อการติดตั้งระบบทั้งหมดเช่นกัน



รูปที่ 4 แผงเซลล์แสงอาทิตย์

5.2) เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า

เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า จะมีหน้าที่หลักคือรับพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาแล้วควบคุมกำลังและแรงดันไฟฟ้า จากนั้นจะส่งต่อไปยังแบตเตอรี่เพื่อประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ นอกจากนี้แล้วเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าส่วนใหญ่ก็จะมีสามารถในการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าในการใช้งานอีกด้วย ทำให้การติดตั้งระบบเป็นไปได้โดยง่าย และใช้อุปกรณ์เพียงชุดเดียวเท่านั้น และสำหรับ เครื่องประจุไฟฟ้าหลายรุ่นยังมีจอแสดงผล เพื่อแสดงระดับแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ และกระแสไฟฟ้า ที่ไหลมาจากแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกไปใช้งานอีกด้วย โดยในปัจจุบัน เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้านั้นจะมีความสามารถในการทำงานสูงขึ้น โดยมีทั้งรุ่นที่มีความสามารถพื้นฐานเพียงพอที่จะใช้งาน ไปจนถึงการเสริมความสามารถพิเศษอื่นๆ เข้ามาเช่น ฟังก์ชัน MPPT (Maximum Power Point Tracking) ซึ่งตัวเครื่องจะหาจุดสมดุลที่ทำให้ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเองโดยอัตโนมัติตลอดเวลา เพื่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุด หรือฟังก์ชันพิเศษสำหรับทำงานคู่กับแบตเตอรี่แบบน้ำ โดยสามารถตั้งโหมดกระตุ้นแบตเตอรี่ได้เอง ช่วยยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่แบบน้ำ ให้สูงขึ้น หรือแม้แต่ความสามารถในการทำงานร่วมกับระบบพลังงานลม เป็นต้น

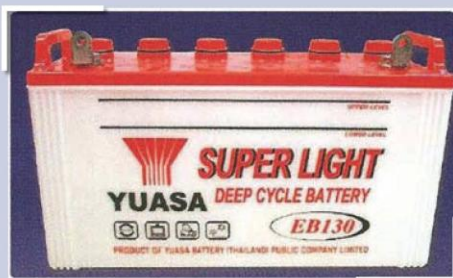


รูปที่ 5 เครื่องควบคุมประจุไฟฟ้า

5.3) แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ในระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะถูกนำมาใช้เป็นแหล่งสะสมพลังงาน ในกรณีการติดตั้งระบบแบบ Off-Grid ซึ่งเมื่อระบบได้รับแสงอาทิตย์ พลังงานที่ได้จะถูกควบคุมผ่าน ชุดควบคุมแล้วนำมาเก็บเอาไว้ในแบตเตอรี่ ซึ่งเมื่อมีการเลือกใช้ระบบที่แรงดันระดับ 12, 24 หรือ 48 โวลต์แล้ว นอกจากจะต้องเลือกชุดแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมแล้ว แบตเตอรี่ก็จะต้องมีแรงดันที่เหมาะสมด้วยเช่นกัน สำหรับประเภทของแบตเตอรี่ที่ใช้ภายในระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถเลือกใช้ได้หลายประเภท โดยประเภทที่คุ้นเคยกันมากที่สุดคือแบตเตอรี่แบบกรด-ตะกั่ว ซึ่งเป็นแบตเตอรี่แบบน้ำ ส่วนใหญ่นำมาใช้งานในรถยนต์ ข้อดีของแบตเตอรี่แบบนี้คือมีราคาสมเหตุสมผลกับความจุ และถูกออกแบบมาให้จ่ายกระแสสูงๆ ในเวลาอันสั้นได้เป็นอย่างดี (เช่น ในขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ จะต้องใช้กระแสไฟฟ้าสูงมากเป็นเวลาเพียงสั้นๆ ไม่กี่วินาทีเท่านั้น) แต่ข้อเสียคือไม่ได้มีการออกแบบให้ใช้งานหนักอย่างต่อเนื่อง โดยปกติแล้ว แบตเตอรี่ประเภทนี้มักจะถูกใช้งานประมาณ 5% ของความจุเท่านั้น หากมีการใช้พลังงานมากกว่านี้ จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลงเร็วกว่าปกติ นอกจากนั้นแล้วหากไม่มีการประจุไฟฟ้าเป็นเวลานาน หรือไม่มีการควบคุมระดับความเข้มข้นของสารเคมีภายในเอาไว้ แบตเตอรี่ก็จะเสื่อมสภาพได้ นอกจากนี้ยังต้องการการกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สารละลายที่ตกตะกอนอยู่ภายในเกิดความร้อน และเกิดการไหลเวียนภายในแบตเตอรี่เพื่อคงสถานะของสารเคมีเอาไว้ นอกจากนี้แล้วยังมีแบตเตอรี่แบบแห้ง หรือแบบเจล ซึ่งจะมีคุณสมบัติคล้ายกันแต่ผู้ใช้ไม่ต้องกังวลเรื่องสารละลายภายใน อีกต่อไป

แต่ในปัจจุบัน การติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ มักจะนิยมใช้แบตเตอรี่แบบกรด-ตะกั่วประเภท Deep Cycle กันมากขึ้น เนื่องจากให้ผลดีกว่าในระยะยาว แต่ก็จะมีราคาสูงตามไปด้วยเช่นกัน โดยแบตเตอรี่ประเภท Deep-Cycle นี้จะถูกออกแบบให้สามารถดึงพลังงานภายในแบตเตอรี่ไปใช้งานได้ถึง 50% หรือมากกว่านั้น โดยที่ไม่มีการเสื่อมสภาพ ซึ่งพฤติกรรมของระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะต้องการใช้พลังงานในเวลากลางคืนเป็นจำนวนมาก และกลับมาชาร์จประจุคืนในเวลากลางวัน ดังนั้นจึงเป็นไปได้สูงมากที่จะดึงพลังงานจากแบตเตอรี่ออกไปมากกว่าปกติ

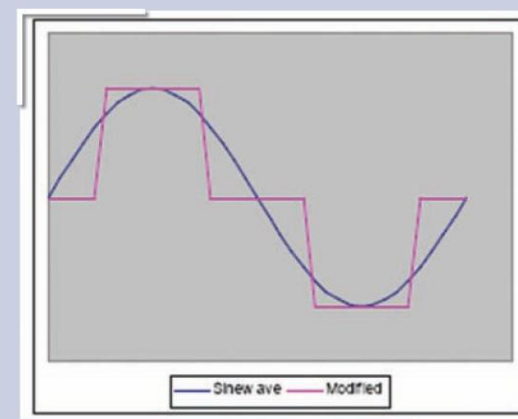


รูปที่ 6 แบตเตอรี่

5.4) พาวเวอร์อินเวอร์เตอร์

พาวเวอร์อินเวอร์เตอร์ หรือเครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้กลายเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นอุปกรณ์เสริมให้กับระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้กลายเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ แบบเดียวกับไฟฟ้าที่ใช้งานในบ้าน เนื่องจากระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะทำงานร่วมกับแบตเตอรี่เป็นหลัก ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่ได้ออกมาจึงมีแรงดันเท่ากับแรงดันแบตเตอรี่เสมอ ซึ่งจะแตกต่างจากแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานในบ้าน เราจึงไม่สามารถนำเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปมาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้โดยตรง แต่หากต้องการนำมาใช้งานร่วมกันก็จะจำเป็นต้องแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เหมาะสมเสียก่อน โดยพาวเวอร์อินเวอร์เตอร์จะมีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมตลอดเวลา

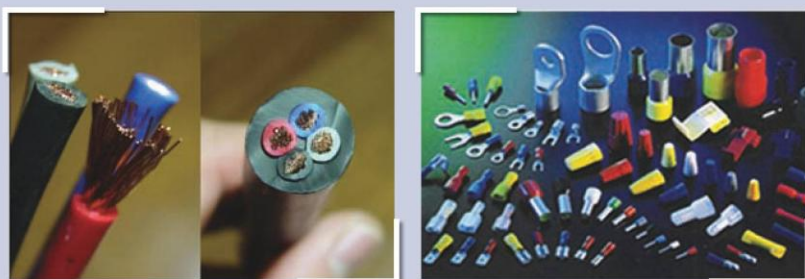
โดยปกติแล้วพาวเวอร์อินเวอร์เตอร์รุ่นทั่วไป จะแปลงไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 220 โวลต์ ซึ่งสามารถใช้งานคู่กับหลอดไฟ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ ได้เกือบทั้งหมด ยกเว้นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์ หรือคอมเพรสเซอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศ บิมน้ำ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าสลับที่ได้ออกมานั้นมีรูปแบบแตกต่างจากไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในบ้าน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าจะเกิดความเสียหายได้ง่าย หากมีความจำเป็นต้องใช้งานคู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทดังกล่าวแล้ว ก็สามารถเลือกใช้พาวเวอร์อินเวอร์เตอร์ ประเภท Sine Wave ได้เช่นกัน ซึ่งพาวเวอร์อินเวอร์เตอร์ประเภทนี้จะสร้างไฟฟ้ากระแสสลับที่มีรูปแบบเหมือนกันกับไฟฟ้าในบ้านทุกประการ



รูปที่ 7 ไฟฟ้ากระแสที่ได้จากอินเวอร์เตอร์ธรรมดา เทียบกับแบบ Sine Wave

5.5) สายเคเบิล และอุปกรณ์เข้าหัวสาย

สำหรับสายไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้น สามารถใช้สายไฟฟ้าประเภทเดียวกันกับระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ แต่ถึงอย่างไร ในกรณีที่จำเป็นต้องมีการติดตั้งหรือเดินสายนอกอาคาร ก็จำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ สายที่มีฉนวนหนา และทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีพอ เช่นสาย VCT เนื่องจาก มีฉนวนชั้นนอกหนามากพอ และฉนวนชั้นในสำหรับแยกระหว่างสายหนาเพียงพอ เช่นกัน หรือหากมีการเดินสายภายในตู้ควบคุมหรือระหว่างอุปกรณ์โดยมีท่อ ร้อยสาย หรือมีรางสายไฟ ก็สามารถใช้สายประเภท THW ได้เช่นกัน นอกจากนี้ แล้ว เพื่อความเรียบร้อยในการติดตั้งระบบอาจจะมีอุปกรณ์สำหรับเข้าหัวสาย หรือ เก็บสายไฟให้เรียบร้อย เช่น หางปลา รางสายไฟ ท่อร้อยสาย หรือ เสาดังๆ ตามความเหมาะสมในการติดตั้ง

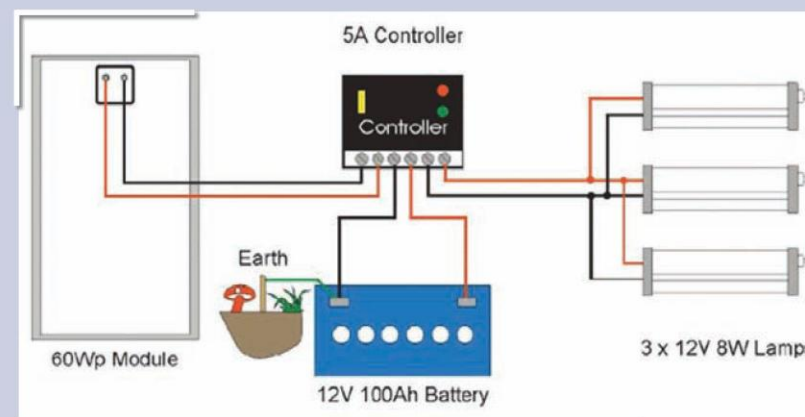


ชนิดสายไฟ	ค่าแรงดัน	อุณหภูมิที่ทนได้	สถานที่ติดตั้ง	หมายเหตุ
IV	300 V	60 °C	ใช้ในงานทั่วไปในบ้านพักอาศัย	หุ้มฉนวน PVC
IAF	300 V	60 °C	ใช้ในงานทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม	หุ้มฉนวน PVC
IAF	3000 V	60 °C	ใช้ในงานติดตั้งสายแรงดันสูง	หุ้มฉนวน PVC
VCT	750 V	70 °C	ใช้ในงานติดตั้งสายแรงดันสูง	หุ้มฉนวน PVC
THW	750 V	75 °C	ใช้ในงานติดตั้งสายแรงดันสูง	หุ้มฉนวน PVC
NYF	750 V	60 °C	ใช้ในงานติดตั้งสายแรงดันสูง	หุ้มฉนวน PVC

รูปที่ 8 สายเคเบิล และอุปกรณ์เข้าหัวสาย

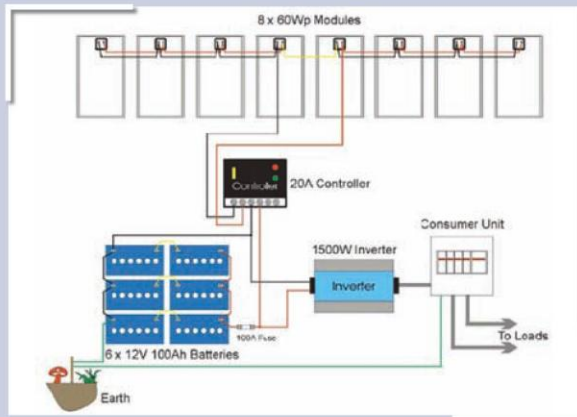
6) การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์

ขั้นตอนการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์นั้น มีความจำเป็นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในหลายปัจจัย ทั้งในเรื่องของการออกแบบ กำลังของระบบ ตำแหน่งที่ติดตั้ง ความปลอดภัย และปัจจัยอื่นๆ ที่อาจจะเกี่ยวข้อง โดยในขั้นตอนของการออกแบบจะต้องพิจารณาก่อนว่าติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์เพื่อใช้งานอะไรบ้าง เพื่อจะได้ออกแบบระบบได้อย่างเหมาะสม เช่นถ้าหากต้องการติดตั้งเพื่อใช้ร่วมกับระบบแสงสว่างอย่างเดียวนั้น สามารถคำนวณกำลังที่ต้องการจากจำนวนหลอด กำลังวัตต์ของหลอด คูณด้วยเวลาที่เปิดใช้ในแต่ละวัน จะได้ค่าวัตต์ชั่วโมงที่ต้องการออกมา ซึ่งจะใช้ในการออกแบบระบบได้จากวิธีการคำนวณตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น สำหรับการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์อย่างง่ายนั้น จะมีอุปกรณ์พื้นฐานเพียงแค่ 3 ชิ้นดังรูป



รูปที่ 9 ระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย

แต่ถ้าหากระบบที่ติดตั้งมีความซับซ้อนมากขึ้น หรือมีขนาดใหญ่ขึ้น ก็จะต้องมีความจำเป็นต้องติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งจำเป็นต้องติดตั้งแบตเตอรี่เพิ่มตามไปด้วยเช่นกัน ระบบที่ได้จึงอาจจะมีราคาซับซ้อนขึ้นตามรูป

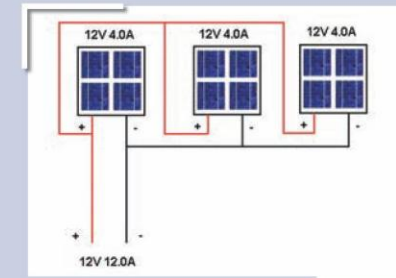


รูปที่ 10 ระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์กำลังสูง

6.1) การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

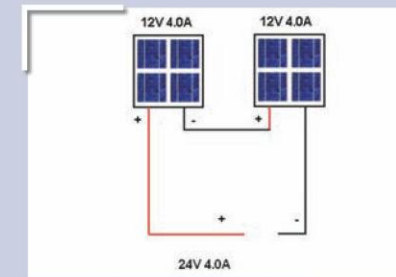
ก่อนการติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้น มีความจำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานเสียก่อน เนื่องจากระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาดกำลังสูงมากนั้นจำเป็นต้องใช้แผงโซลาร์เซลล์ และแบตเตอรี่เป็นจำนวนมากประกอบเข้าด้วยกัน การจัดวงจรไฟฟ้าให้เหมาะสมจึงเป็นเรื่องสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

สำหรับการต่อแผงโซลาร์เซลล์ (หรือแบตเตอรี่) แบบขนานนั้น แผงโซลาร์เซลล์ (หรือแบตเตอรี่) จะต้องมีความแรงดันไฟฟ้าเท่ากันเท่านั้นจึงจะสามารถเชื่อมต่อเข้าด้วยกันได้ โดยเชื่อมสายจากขั้วบวก (+) ทั้งหมด เข้าด้วยกัน และเชื่อมสายขั้วลบ (-) ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ตามรูป การเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์วิธีนี้จะให้แรงดันไฟฟ้าคงเดิม แต่จะเพิ่มกระแสไฟฟ้าให้สูงขึ้น โดยถ้าหากนำเอาแผงโซลาร์เซลล์ 12 โวลต์ 4 แอมป์ มาต่อกันแบบขนาน 3 แผงตามรูป จะได้ผลลัพธ์เป็นแรงดัน 12 โวลต์เท่าเดิม แต่สามารถจ่ายกระแส ได้เพิ่มขึ้นเป็น 12 แอมป์



รูปที่ 11 การต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบขนาน

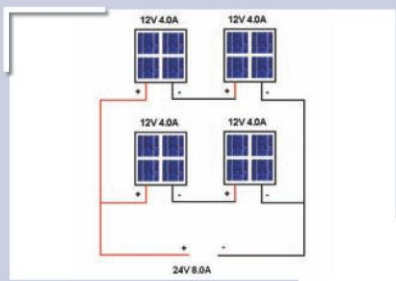
การต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม ให้นำขั้วลบ (-) ของเซลล์แผงที่ 1 ไปต่อเข้ากับขั้วบวก (+) ของเซลล์แผงที่สอง และให้นำขั้วลบ (-) ของเซลล์แผงที่ 2 ไปต่อเข้ากับขั้วบวก (+) ของเซลล์แผงที่สาม เช่นนี้ ถัดๆ ไป จนครบ ผลลัพธ์จะได้แรงดันไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีกระแสเท่าเดิม



รูปที่ 12 การต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบอนุกรม

การต่อวงจรแผงโซลาร์เซลล์แบบผสม วิธีนี้จะช่วยเพิ่มทั้งแรงดัน และกระแสให้ได้ตามที่ต้องการ โดยในขั้นแรกจะต้องกำหนดก่อนว่าต้องการแรงดันไฟฟ้าออกมากี่โวลต์ แล้วจึงนำแผงโซลาร์เซลล์มาต่อเข้าด้วยกันให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการ (เช่น ต้องการ 48 โวลต์ ก็ให้นำแผงมาต่ออนุกรมกัน 4 แผง) ทำเช่นนี้เป็นชุดๆ จนครบ จากนั้นจึงนำแผงโซลาร์เซลล์แต่ละชุดมาต่อแบบขนานกันจนครบ จะได้ชุดแผงโซลาร์เซลล์ที่มีแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ และสามารถจ่าย

กระแสได้มากพอตามที่ออกแบบเอาไว้ โดยตัวอย่างจากรูป ต้องการใช้แรงดันขนาด 24 โวลต์ นำเอาแผงมาต่ออนุกรมกัน 2 แผงเป็น 1 ชุด จากนั้นจึงนำเอาแผงแต่ละชุดมาขนานกัน จะได้แรงดัน 24 โวลต์ กระแสสูงสุดที่ 8 แอมป์



รูปที่ 13 การต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบผสม

7) ขั้นตอนการติดตั้งระบบ

7.1) เลือกตำแหน่งติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า โดยจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสม จุดที่ติดตั้งควรจะรับแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน โดยไม่มีเงาสสิ่งก่อสร้างหรือต้นไม้มาบังแสง และเงาจากแผงโซลาร์เซลล์หลังติดตั้งแล้วจะต้องไม่บังแสงกันเองเช่นกัน ส่วนตำแหน่งที่ตั้งระบบควบคุมนั้น หากเป็นไปได้ควรเลือกติดตั้งในอาคาร แต่ในบางกรณีสามารถใส่ตู้กันฝนติดตั้งเอาไว้ภายนอกอาคารได้เช่นกัน โดยอาจจะเลือกติดตั้งไว้ใต้แผงโซลาร์เซลล์เพื่อกันแดดกันฝนไปในตัว



รูปที่ 14 เลือกตำแหน่งติดตั้งให้เหมาะสม

7.2) วางโครงสร้างสำหรับรับแผงโซลาร์เซลล์ โดยพิจารณาจากน้ำหนักแผงที่นำมาใช้งาน และแรงลมในบริเวณดังกล่าว เพื่อให้โครงสร้างไม่เกิดความเสียหาย พร้อมติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมด และปรับองศาของแผงให้รับแสงได้เต็มที่

7.3) ติดตั้งตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า โดยให้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ แบตเตอรี่ บาร์เชื่อมต่อไฟฟ้า รวมทั้งอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ เช่น อินเวอร์เตอร์ ให้ครบเพื่อกำหนดพื้นที่ในการติดตั้งให้เรียบร้อยเสียก่อน โดยควรจะเว้นที่ว่างสำหรับการเชื่อมต่อสาย สำหรับแบตเตอรี่ควรวางไม่ห่างจากชุดควบคุมระบบไฟฟ้ามากนัก เนื่องจากสายไฟจากแบตเตอรี่มีกระแสจะมีขนาดใหญ่เพื่อรองรับกระแสสูง การเลือกตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะทำให้สิ้นเปลืองค่าสายเป็นจำนวนมาก

นอกจากนี้ตำแหน่งติดตั้งแบตเตอรี่จะต้องอยู่ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และจะต้องไม่ครอบคลุมทางด้านบน รวมทั้งไม่ใช้วัสดุที่เป็นโลหะ เนื่องจากไอระเหยจากแบตเตอรี่มีส่วนประกอบของก๊าซไฮโดรเจน และกรดจำนวนหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนโลหะได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อสะสมในปริมาณมาก โดยไม่มีการถ่ายเทอาจจะก่อให้เกิดการระเบิดได้



การติดตั้งอุปกรณ์ในตู้พร้อมบาร์



ติดตั้งแบตเตอรี่ในที่ที่มีอากาศถ่ายเท

รูปที่ 15 การติดตั้งแบตเตอรี่



รูปที่ 16 บาร์บวก และบาร์สบ จะช่วยให้การเดินสายเคเบิลจำนวนมากทำได้ง่ายขึ้น

7.4) ติดตั้งกราวด์ โดยเลือกแท่ง Ground Rod ขนาดความยาวที่เหมาะสมขึ้นกับสภาพความชื้นในพื้นดิน โดยเลือกตอกในบริเวณที่มีความชื้นมากที่สุด แล้วต่อสายกราวด์เข้ากับกราวด์ของแผงโซลาร์เซลล์ทุกแผงและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่จำเป็น หรือต่อเข้ากับบาร์กราวด์หากมีการติดตั้งเอาไว้



Ground Rod
มีความยาวให้เลือกหลายขนาด



ตอก Ground Rod
ลงพื้นดินบริเวณที่มีความชื้นสูง



รูปที่ 17 การติดตั้งอุปกรณ์ในตัวพร้อมบาร์ ลากสายจาก Ground Rod ไปยังแผงโซลาร์เซลล์ทุกแผง และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นต้องลงกราวด์

7.5) เชื่อมต่อแผงเข้าด้วยกัน พร้อมลากสายเคเบิลไปยังตู้ควบคุม โดยที่ด้านหลังแผงโซลาร์เซลล์ทุกแผงจะมีจุดเชื่อมต่อสายมาให้ ซึ่งจะมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปตามผู้ผลิต โดยเมื่อเปิดออกมาจะพบจุดต่อสายที่เห็นได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งมีการระบุขั้วไฟฟ้าเอาไว้ ในขั้นตอนนี้จะระวังอย่าต่อกลับขั้ว และควรใช้สาย VCT เนื่องจากมีขนาดฉนวนที่ใหญ่กว่าสายประเภทอื่นเมื่อสอดเข้าไปในจุดเชื่อมต่อ จะสามารถใช้ Cable Gland ที่ติดอยู่ทางด้านล่าง (ตามรูป) ยึดสายไม่ให้เคลื่อนที่ได้



ตำแหน่งจุดเชื่อมต่อด้านหลังแผง



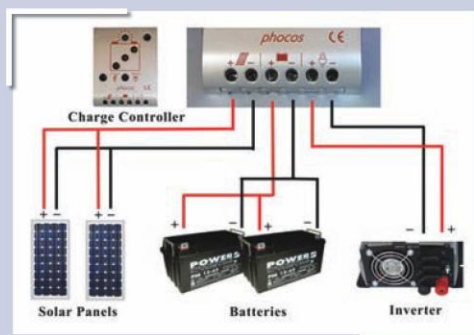
จุดต่อสายอยู่ด้านในเห็นได้ชัดเจน
โดยจะต้องลอดสายผ่านทาง
Cable Gland ที่อยู่ด้านล่าง



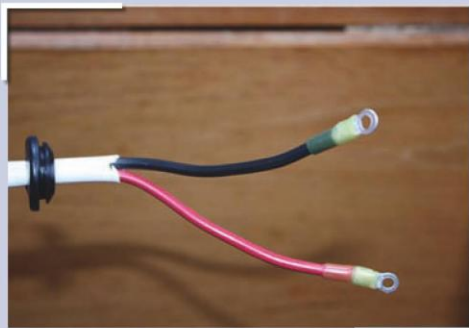
การเชื่อมต่อที่ไม่ถูกต้องในภาพ ทำให้จุดต่อ
ไม่มีความแข็งแรงและยังมียางงว้าง
ให้น้ำและความชื้นเข้าไปได้ง่าย

รูปที่ 18 แสดงจุดเชื่อมต่อแผง

7.6) เชื่อมต่อแบตเตอรี่เข้าด้วยกัน พร้อมต่อเข้าชุดควบคุม โดยให้ต่อวงจรแบตเตอรี่ให้ได้แรงดันตามที่ออกแบบเอาไว้ (จะต้องเท่ากับแรงดันรวมจากแผงโซลาร์เซลล์ในระบบ) โดยต่อผ่านฟิวส์ หรือเบรกเกอร์ เข้ามาที่ชุดควบคุมการประจุไฟฟ้าและควรวัดทางปลาเข้ากับปลายสายที่ต้องการเชื่อมต่อทุกจุดพร้อมใส่ท่อหดเพื่อป้องกันการลัดวงจร จากนั้นจึงติดตั้งเข้ากับชุดควบคุมการชาร์จ โดยให้ต่อสายจากแบตเตอรี่เข้าไวก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงต่อสายจากแผงโซลาร์เซลล์เข้าไป แล้วจึงต่อสายจากด้านโหลดไปใช้งาน หรือต่อเข้ากับอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 19 วงจรระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 20 ใช้หางปลา และท่อหดเพื่อความปลอดภัยในการติดตั้ง



รูปที่ 21 ติดตั้งสายจากแบตเตอรี่เป็นอันดับแรก แล้วจึงต่อสายจากแผงโซลาร์เซลล์

7.7) ตรวจสอบ และทดสอบก่อนเปิดใช้งาน โดยขั้นแรกให้วัดแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยปกติควรจะอยู่ที่ประมาณ 12-13 โวลต์ จากนั้นจึงวัดแรงดันจากแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งเมื่อไม่ได้ต่อเข้ากับระบบควรจะวัดได้ประมาณ 17-19 โวลต์ เมื่อรับแสงอาทิตย์เต็มที่ เมื่อตรวจสอบความถูกต้อง ทั้งหมดแล้ว ให้ยกเบรกเกอร์ทางด้านแบตเตอรี่ขึ้น ซึ่งชุดควบคุมการประจุไฟฟ้าจะเริ่มทำงานทันที พร้อมวัดแรงดันแบตเตอรี่ได้อย่างถูกต้อง จากนั้นจึงยกเบรกเกอร์ทางด้านแผงโซลาร์เซลล์ขึ้น เครื่องจะแสดงแรงดันสูงขึ้นกว่าแรงดันแบตเตอรี่ประมาณ 1-2 โวลต์ พร้อมแสดงกระแสชาร์จ แสดงว่าขณะนี้ระบบสามารถชาร์จไฟได้แล้ว และพร้อมใช้งานได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ 22 ทดสอบก่อนการเปิดใช้งาน โดยวัดแรงดันเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

8) การบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์

8.1) การทำความสะอาดแผง



รูปที่ 23 แสดงการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

8.2) การตรวจสอบจุดต่อสายและสภาพของสายไฟที่จุดต่างๆ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

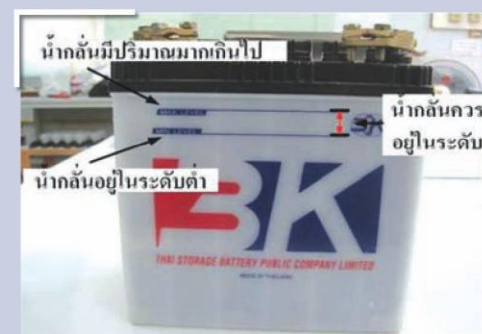


รูปที่ 24 แสดงการตรวจสอบจุดเชื่อมต่อ

8.3) การตรวจเช็คแบตเตอรี่

การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ต้องใช้เครื่องมือวัด ได้แก่ เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง หรือ มัลติมิเตอร์ และไฮโดรมิเตอร์ เพื่อวัดความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น อุปกรณ์เติมน้ำกลั่นแบตเตอรี่ที่เป็นพลาสติก เช่น เขยือก กรวย เศษผ้าสะอาด หรือกระดาษชำระ เพื่อทำความสะอาดแบตเตอรี่ วาสลินทาขั้วแบตเตอรี่ และเครื่องมือช่าง เช่น ประแจแหวน ประแจปากตายชุดเล็ก เป็นต้น

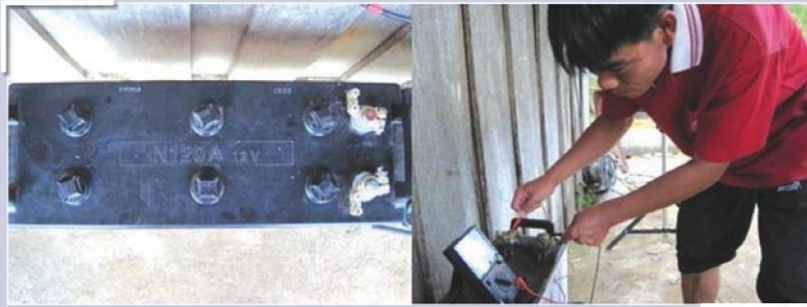
เครื่องมือสำหรับวัดความเข้มข้นของน้ำกรด (ค่าความถ่วงจำเพาะ) ตรวจสอบว่าแบตเตอรี่นั้นจำเป็นต้องประจุไฟหรือยัง และทราบถึงความผิดปกติของแบตเตอรี่แต่ละช่อง การวัดค่า (ความถ่วงจำเพาะ) ของทุกช่องแบตเตอรี่ว่ามีค่าเท่ากันทุกช่องหรือไม่ ถ้ามีช่องใด ช่องหนึ่งมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าช่องอื่นสามารถวินิจฉัยได้ว่าการลัดวงจรในช่องนั้น สำหรับการใช้งานเครื่องมือสำหรับวัดความเข้มข้นของน้ำกรด ใช้โดยการดูน้ำเข้าเครื่องมือแล้วสังเกตค่าตรงระดับของน้ำ



รูปที่ 25 การตรวจวัดระดับน้ำกลั่นของแบตเตอรี่



รูปที่ 26 การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำกลั่นแบตเตอรี่



รูปที่ 27 การตรวจวัดแรงดันแบตเตอรี่

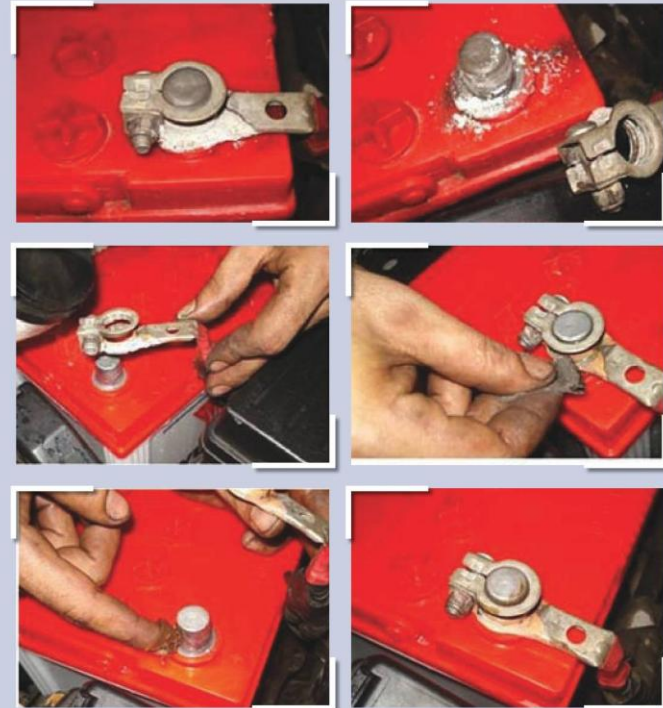
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่กับแรงดันแบตเตอรี่

%	ความถ่วงจำเพาะ	แรงดัน
100	1.250	12.60
75	1.230	12.40
50	1.200	12.20
25	1.170	12.00
75	1.230	12.40



รูปที่ 28 ระดับแรงดันแบตเตอรี่ที่สถานะต่างๆ

การกำจัดขี้เกลือที่ขั้วแบตเตอรี่



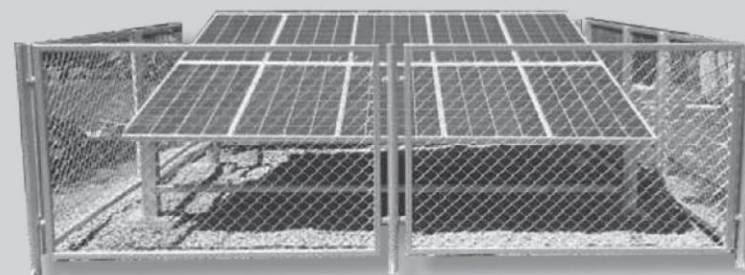
สาเหตุที่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อม

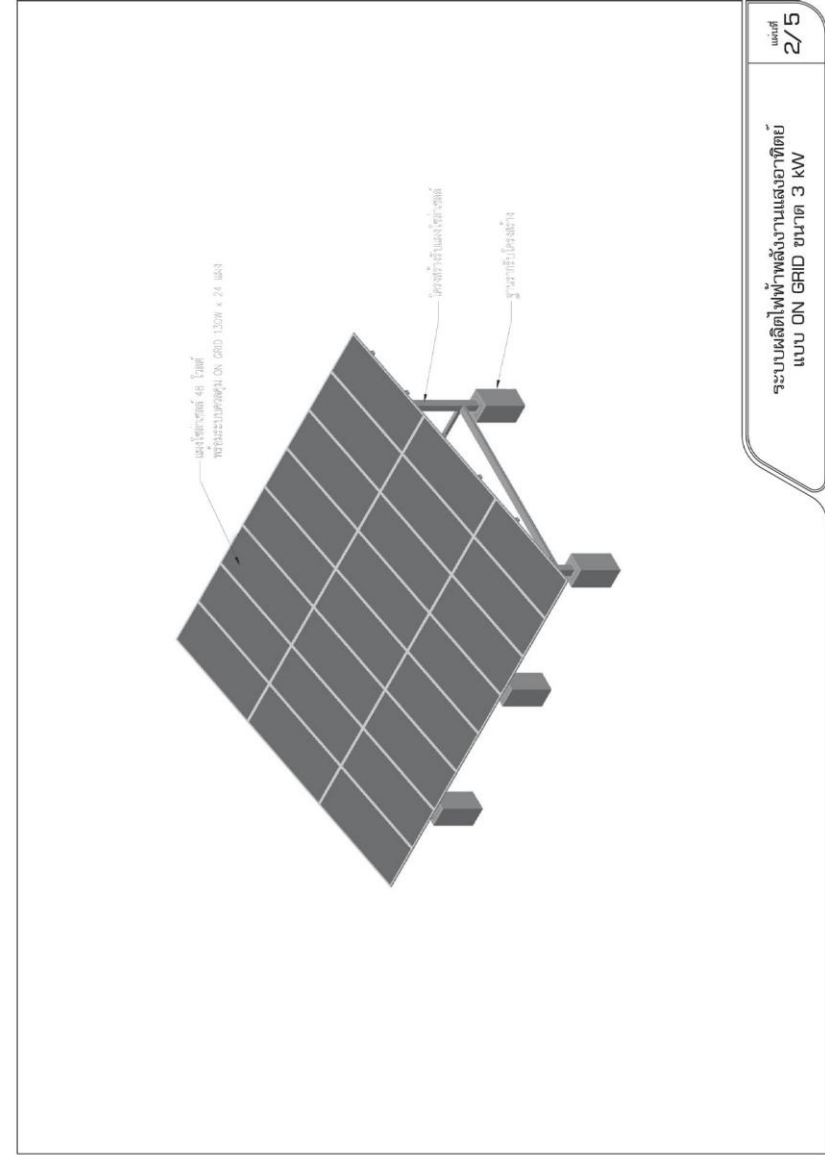
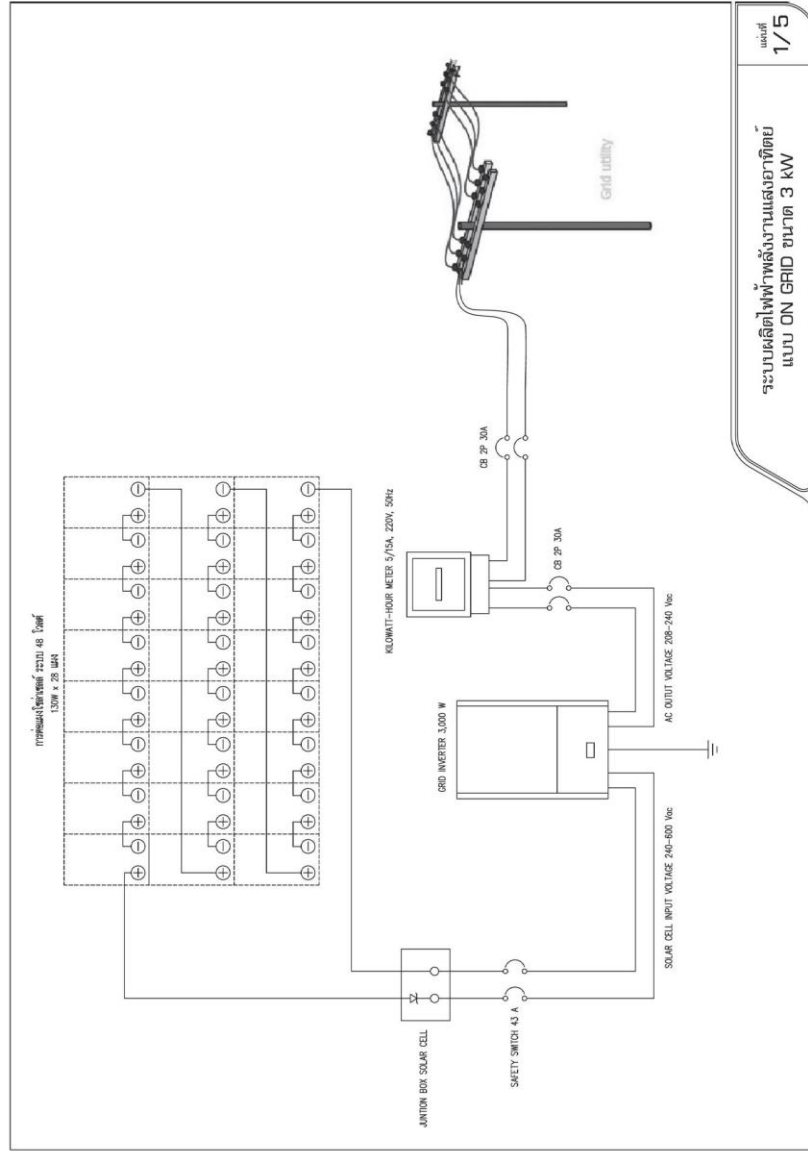
- การประจุไฟที่น้อยเกินไป Under Charging ลักษณะอาการที่เกิดขึ้น
- การประจุไฟที่มากเกินไป Over Charging ลักษณะอาการที่เกิดขึ้น
- การลัดวงจรในช่องแบตเตอรี่ Short Circuit ลักษณะอาการที่เกิดขึ้น
- การมีสารอันตรายปะปนในแบตเตอรี่ Impurity ลักษณะอาการที่เกิดขึ้น
- การเกิดซัลเฟต (Sulfation) แผ่นธาตุมีผลึกซัลเฟตสีขาวเกาะติดอยู่ที่บริเวณแผ่นธาตุ

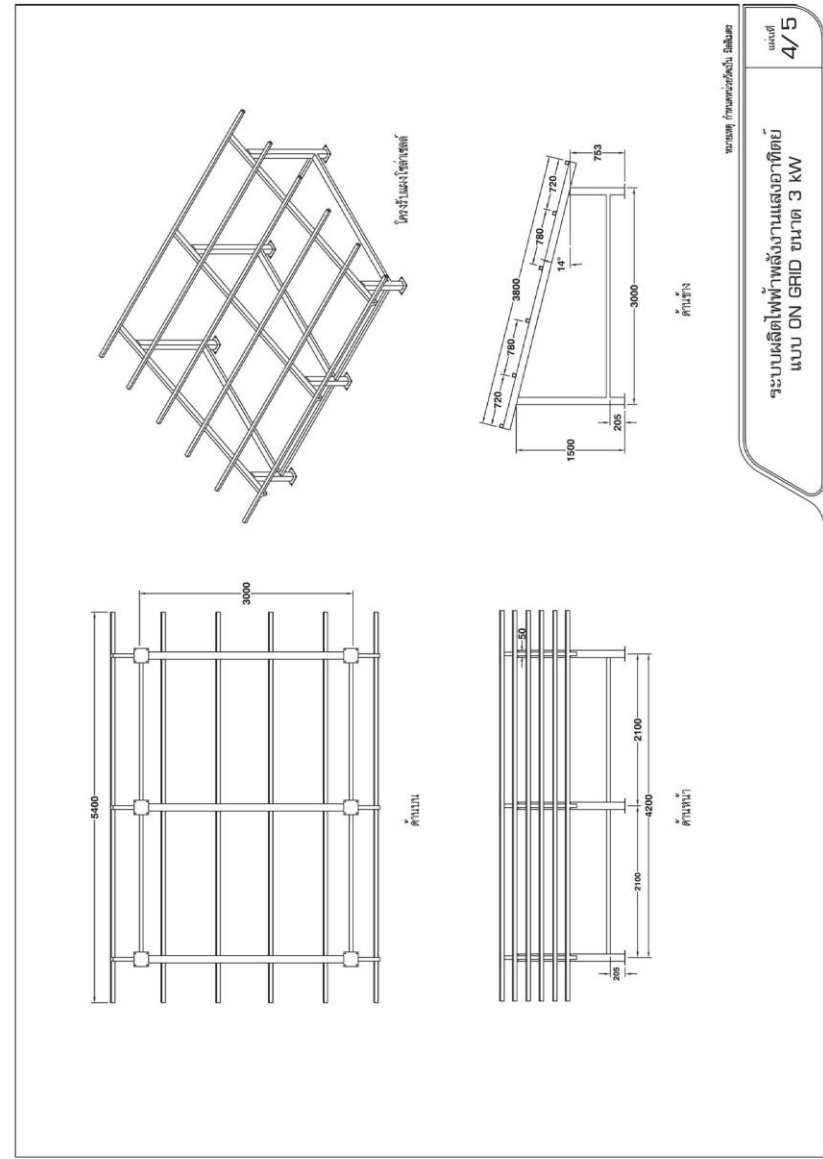
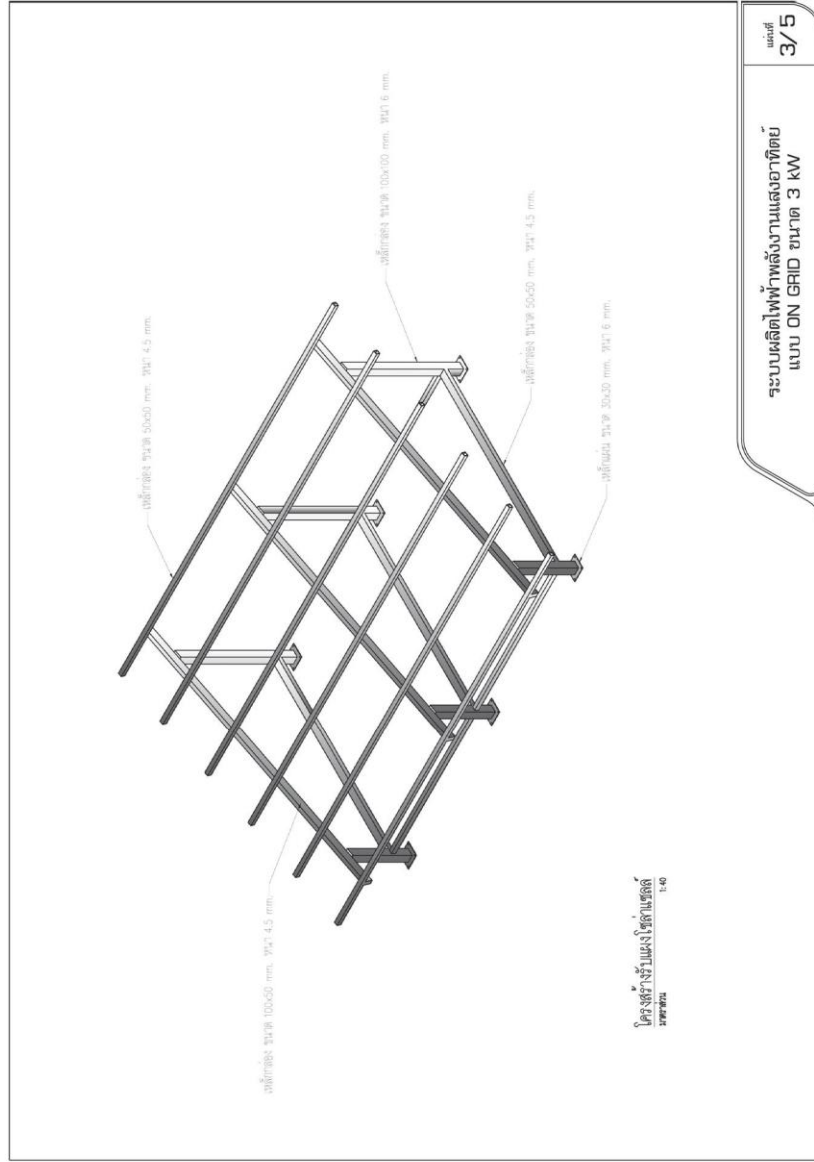
ระบบผลิตไฟฟ้า
พลังงานแสงอาทิตย์

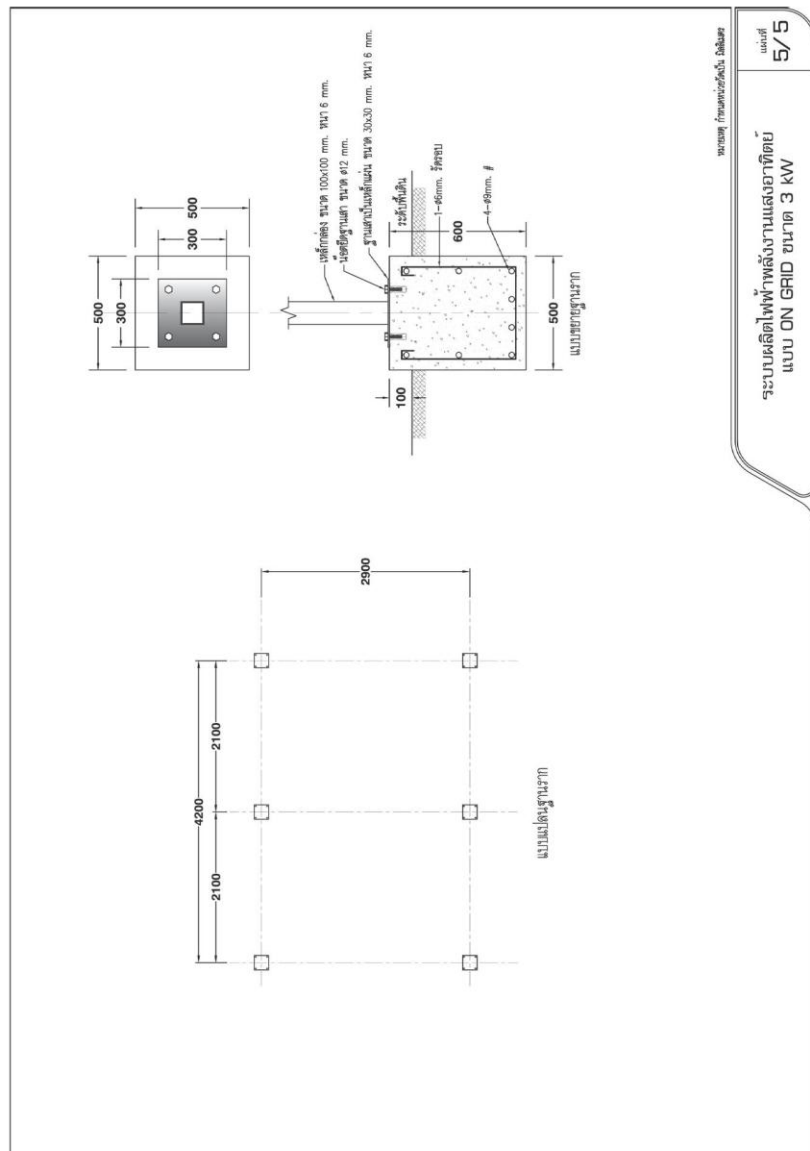


แบบระบบผลิตไฟฟ้า
พลังงานแสงอาทิตย์





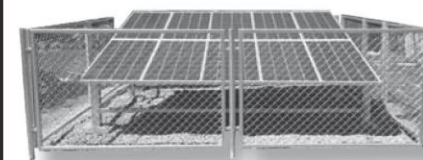




หมายเหตุ: วิศวกรคำนวณค่าแรง

แผ่น
5/5

ระบบผลิตไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์



ระบบสูบน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์



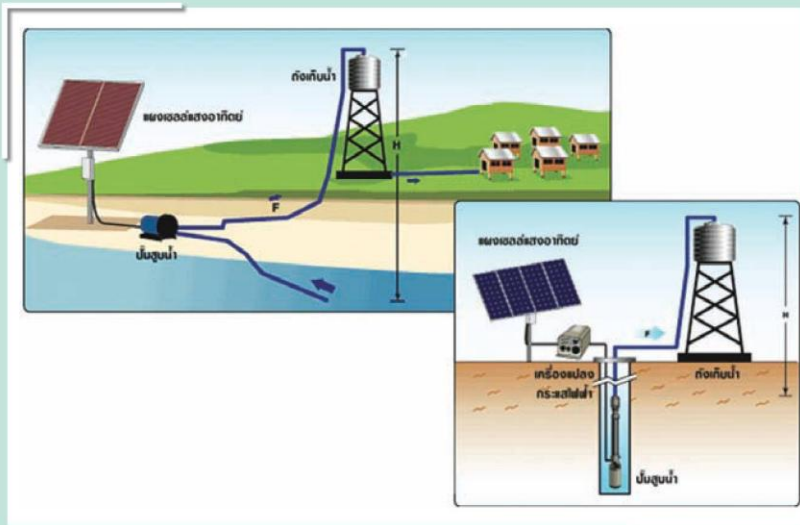
ระบบสูบน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์

ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เป็นระบบสูบน้ำเพื่อการอุปโภคและการเกษตร ซึ่งติดตั้งใช้งานในแหล่งน้ำที่อยู่ห่างไกลจากหมู่บ้านและสายส่งจำหน่ายไฟฟ้า

1) หลักการทำงาน

ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์มีหลักการทำงานเหมือนกับระบบสูบน้ำด้วยไฟฟ้าทั่วไป แต่มีความแตกต่างกันเพียงแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำ ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วยส่วนที่จำเป็น 4 ส่วน คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ถังเก็บน้ำ และท่อส่งน้ำ หรือท่อน้ำออก

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งตามลักษณะของแหล่งจ่ายไฟ ประกอบด้วย 2 ระบบหลัก คือ ระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำกระแสตรง หรือแบบต่อตรง และระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำกระแสสลับ ซึ่งประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอินเวอร์เตอร์แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ สำหรับขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำกระแสสลับ ซึ่งแบ่งออกเป็นมอเตอร์กระแสสลับเฟสเดียวและกระแสสลับสามเฟส หากแบ่งตามทิศทางของแนวสูบน้ำ จะแบ่งออกเป็นระบบสูบน้ำแนวนอน หรือผิวดิน และระบบสูบน้ำแนวตั้ง หรือใต้ดิน (บาดาล) ซึ่งอาจมีรายละเอียดแตกต่างกันบ้าง เช่น ชนิดและคุณลักษณะเครื่องสูบน้ำ การคำนวณระยะเหต เป็นต้น



รูปที่ 1 ประเภทของระบบสูบน้ำแบ่งตามทิศทางของแนวสูบน้ำ

2) อุปกรณ์ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

2.1) แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 1,200 วัตต์	1	ชุด
2.2) เครื่องสูบน้ำ ชนิด Submersible	1	เครื่อง
2.3) เครื่องควบคุมเครื่องสูบน้ำ	1	เครื่อง
2.4) โครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์	1	ชุด
2.5) ชุดท่อน้ำ	1	ชุด
2.6) ชุดสายสลิงค้ำเครื่องสูบน้ำ	1	ชุด
2.7) ตู้ควบคุมระบบสูบน้ำ	1	ชุด
2.8) ชุดสายไฟ	1	ชุด

3) ขั้นตอนการติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

3.1) การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

(1) เตรียมบ่อที่จะติดตั้งเครื่องสูบน้ำ โดยการติดตั้งท่อพีวีซีที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวเครื่องสูบน้ำ เพื่อที่จะสามารถยกเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มได้สะดวก โดยที่ปลายของท่อจะต้องอยู่สูงกว่าพื้นบ่อ ประมาณ 50 เซนติเมตร

(2) ติดตั้งชุดสายสลิงค้ำเครื่องสูบน้ำ เข้ากับเครื่องสูบน้ำ และ ท่อน้ำพีวีซี ที่ด้านส่งเครื่องสูบน้ำ

(3) ติดตั้งสายไฟเข้าที่เครื่องสูบน้ำ และทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ลงในบ่อพีวีซีซึ่งอยู่ในบ่อโดยให้ความสูงจากก้นบ่อไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร



3.2) ติดตั้งชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ และชุดแผงเซลล์ฯ

(1) เทฐานคอนกรีต และติดตั้งเสาโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ



(2) ติดตั้งแผงเซลล์ฯ โดยต้องหันด้านหน้า รับแสงอาทิตย์ ไปทางทิศใต้ และวางเอียงทำมุมกับแนวระนาบทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ 20 องศา ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องอยู่ในที่โล่งไม่เกิดการบังเงาเนื่องจากต้นไม้ อาคารหรือสิ่งกีดขวาง อื่นใดบนแผงเซลล์ฯ ตั้งแต่เช้าจรดเย็น



(3) ติดตั้งระบบท่อ วาล์วจากเครื่องสูบน้ำไปยังแทงค์น้ำ



(4) ติดตั้งมอเตอร์ ระบบควบคุมมอเตอร์และเซ็นเซอร์พร้อม เดินท่อ ร้อยสาย ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน



4) การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำและระบบท่อ

4.1) ตรวจสอบชุดควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ โดยการใช้ เครื่องมือวัดค่าแรงดันกระแสตรงที่จุดทางเข้าและแรงดันกระแสสลับที่จุดทางออก ของเครื่องควบคุมการทำงานที่จะส่งไปยังมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ โดยวัดแต่ละเฟส ให้สังเกตค่าที่ได้จะต้องเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด หากแตกต่างกันมาก แสดงว่ามีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางตัวชำรุด การแก้ไขต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญ แก้ไขต่อไป

4.2) ตรวจสอบสภาพทั่วๆ ไปของมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำ อาทิ การผูกพันของโครงสร้างภายนอก หากพบให้ทำการแก้ไขให้อยู่ในสภาพปกติ ใช้งานได้ แต่หากไม่สามารถแก้ไขได้ให้เปลี่ยนใหม่ทันที

4.3) การตรวจสอบไฟเข้ามอเตอร์ ถ้าพบการขาดหรือชำรุดให้ทำการ แก้ไขให้อยู่ในสภาพการใช้งานได้ปกติหากไม่สามารถแก้ไขได้ให้เปลี่ยนสายไฟใหม่ โดยเฉาะส่วนที่จะต้องจุ่มแช่อยู่ในน้ำตลอดเวลาต้องดูแลรักษาด้วยความระมัดระวัง และตรวจสอบเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง

4.4) การตรวจสอบสภาพของการรับรองคลื่นและแกนเพลลาใบพัดของ เครื่องสูบน้ำ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้ตาดูเปล่า ให้ทดสอบโดยวิธีใช้มือหมุน และขยับขึ้นลงตั้งฉากกับแนวแกนเพลลาเพื่อตรวจหาการสึกหรอ ชำรุดและแตกหัก ถ้าสามารถขยับขึ้นลงได้แสดงว่า รองคลื่นหรือเพลลาชำรุดให้เปลี่ยนใหม่

4.5) การตรวจสอบโครงสร้างเหล็กต่างๆ ที่ยึดเครื่องสูบน้ำและ ท่อส่งน้ำ ควรทาสีใหม่อย่างน้อยปีละครั้ง หรือเมื่อสนิมเกิดมาก

4.6) การตรวจสอบสภาพท่อดูดและส่งน้ำ ถ้าพบกาวแตกหัก หรือ รั่วซึมให้แก้ไขให้เรียบร้อย ไม่เช่นนั้นระบบจะไม่สามารถทำงานได้ โดยเฉพาะถ้าท่อ ด้านดูดรั่วอากาศสามารถเข้าไปได้ จะทำให้ไม่สามารถสูบน้ำส่งได้ หรือได้ปริมาณน้ำ ที่สูบน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ตามปกติ

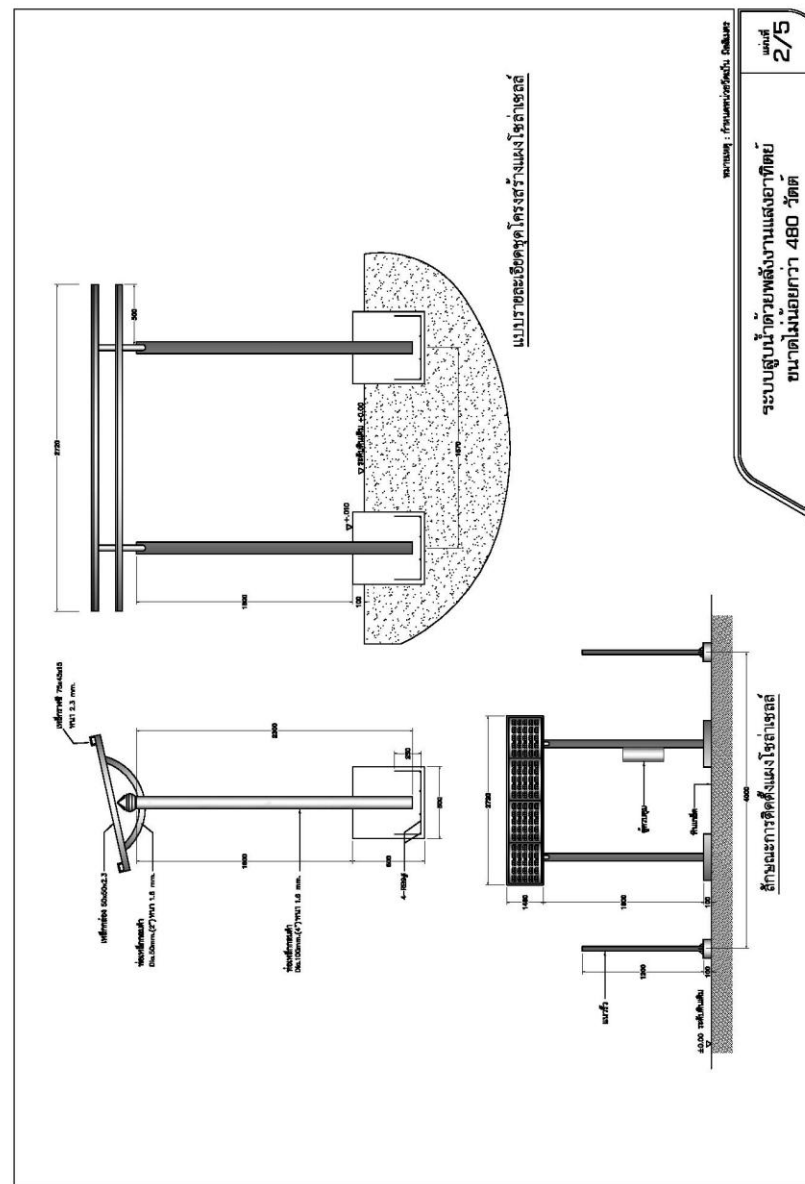
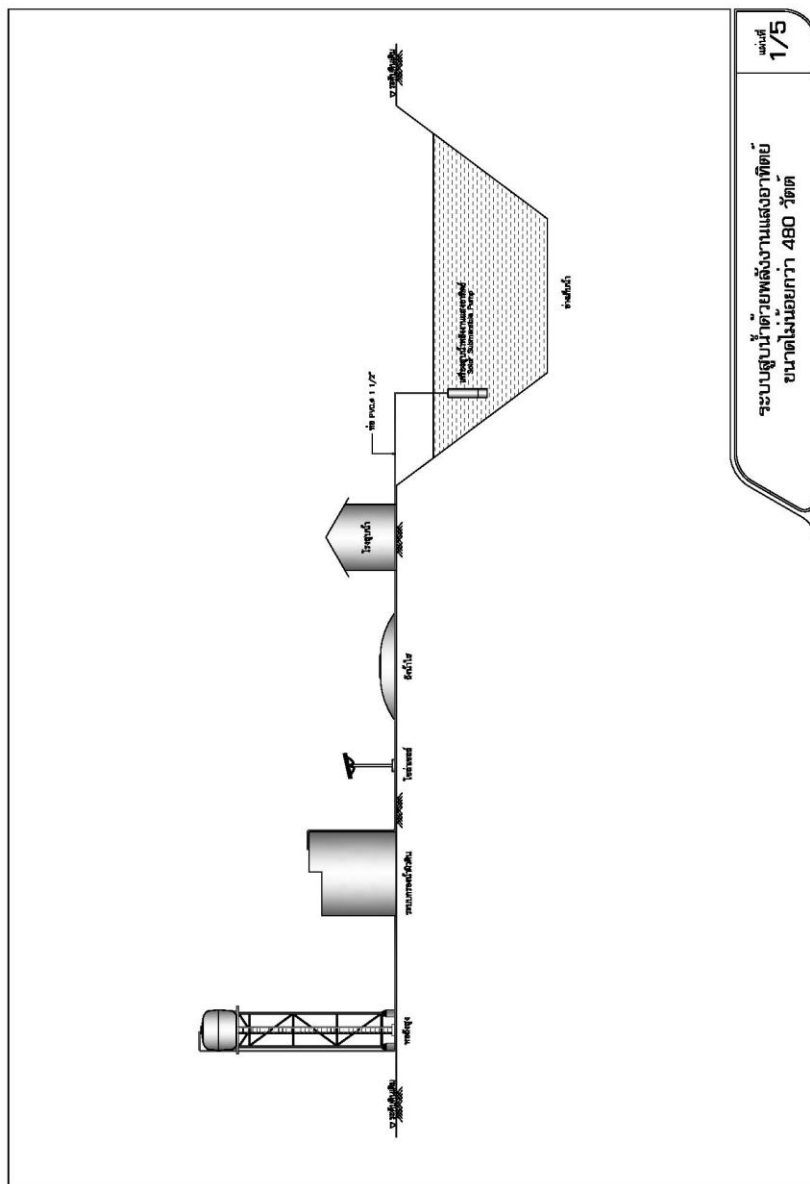
4.7) การตรวจสอบสภาพถังเก็บน้ำและอุปกรณ์ประกอบ ถ้าพบเห็นสิ่ง ผิดปกติให้ทำการแก้ไขให้อยู่ในสภาพเดิม อาทิ ถังเก็บกักน้ำรั่วซึมให้ทำการแก้ไข ก๊อกน้ำรั่วซึมให้แก้ไขเปลี่ยนลูกยางก๊อกน้ำใหม่ ถ้าไม่สามารถแก้ไขได้ให้เปลี่ยน ก๊อกน้ำใหม่

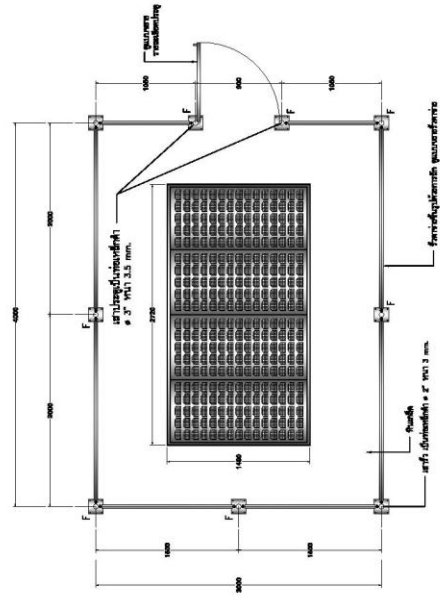
ระบบสูบน้ำ
พลังงานแสงอาทิตย์



แบบระบบสูบน้ำ
พลังงานแสงอาทิตย์



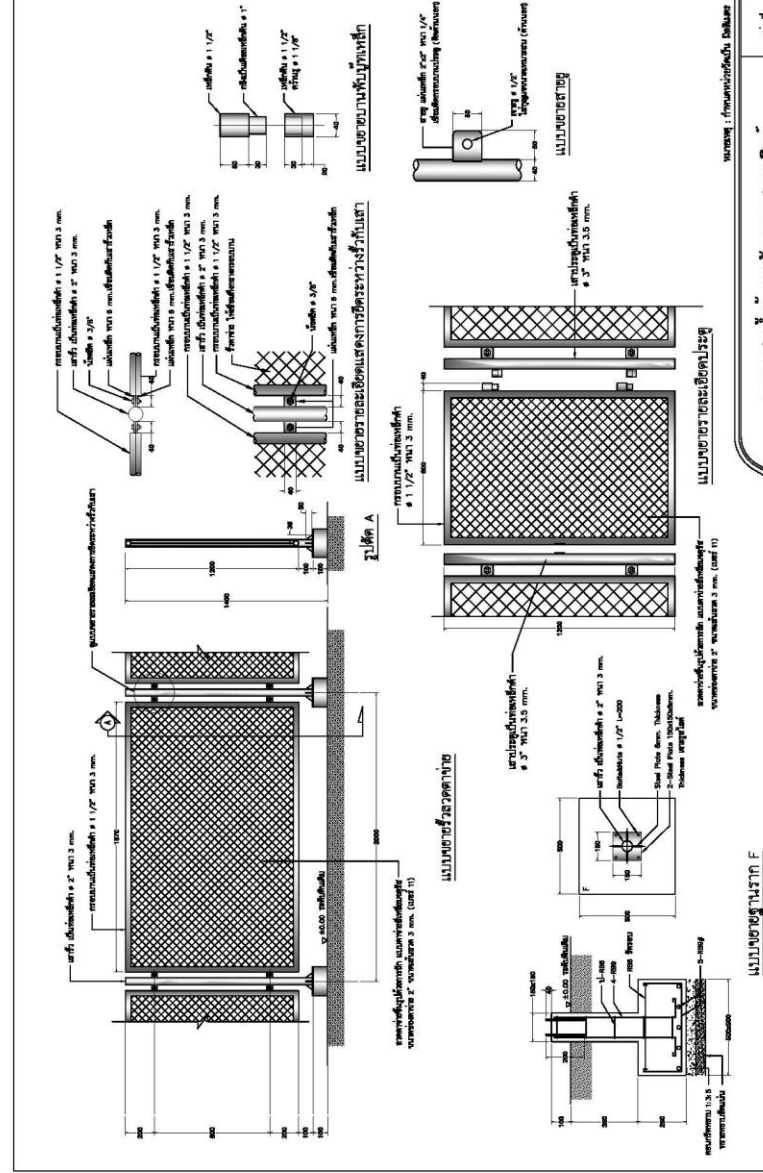




หมายเหตุ : ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม

ระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
ขนาดไม่น้อยกว่า 480 วัตต์

หน้า 3/5



หมายเหตุ : ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม

ระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
ขนาดไม่น้อยกว่า 480 วัตต์

หน้า 4/5

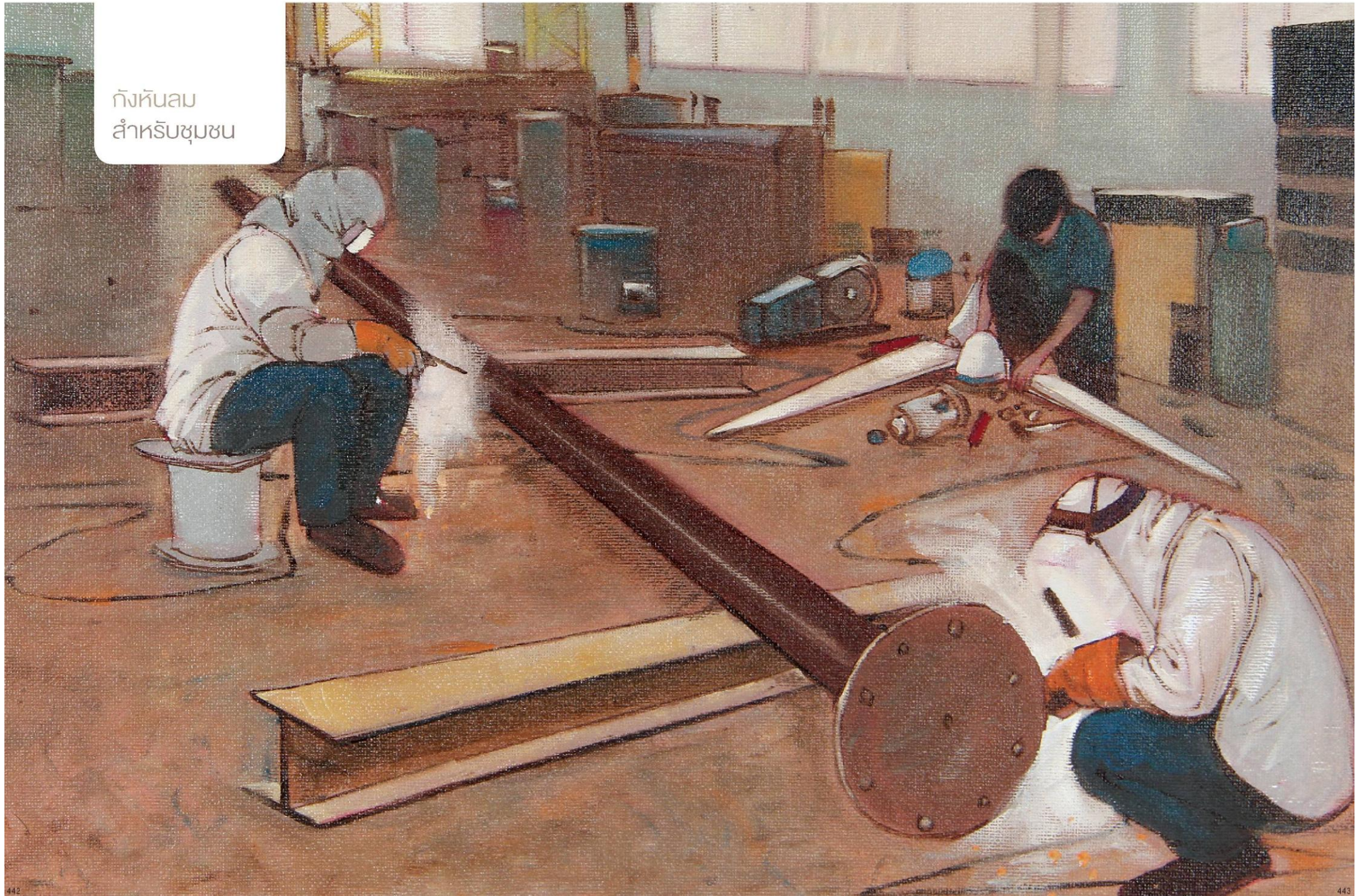


ระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดไม่น้อยกว่า 480 วัตต์

ระบบสูบน้ำ
พลังงานแสงอาทิตย์



กังหันลม
สำหรับชุมชน



กังหันลม สำหรับชุมชน



กังหันลม สำหรับชุมชน

“ลม” เป็นสิ่งที่มนุษย์บนโลกนี้มีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี และรู้จักนำลมมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่โบราณ ลมเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง ซึ่งอยู่รอบๆ เรา และถูกจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ จึงมีการให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น พลังงานลมนั้นเป็นพลังงานสะอาด ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อม สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่รู้จำกัดสิ้น

1) “ลม” คืออะไร

ลม คือ การเคลื่อนที่ของอากาศ อันเนื่องมาจากการเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิหรือความกดอากาศระหว่างแหล่งต่างๆ บนพื้นโลก ลมเป็นการเคลื่อนไหวยของอากาศจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำในแนวนอน โดยลมที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของคนเรานั้นคือ ลมระดับพื้นผิว ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทตามเหตุที่เกิดและบริเวณที่เกิดคือ ลมประจำฤดู ลมประจำเวลา และลมประจำถิ่น

2) ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย

ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานลมที่ประเมินได้ประมาณ 1,600 เมกะวัตต์ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตไฟฟ้าประมาณ 1,043 กิโลวัตต์ บริเวณที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงมากอยู่บริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ ตอนกลางและตอนบน ในขณะที่บริเวณที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงจะอยู่บริเวณตะวันออกเฉียงเหนือ เทือกเขาเพชรบูรณ์ตอนล่างและรอบๆ

ทะเลสาบสงขลา นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดีอีกส่วนหนึ่งอยู่บริเวณเทือกเขาด้านทิศตะวันตกตั้งแต่ภาคใต้ตอนบนจรดภาคเหนือตอนล่างในเขตจังหวัดเพชรบุรี กาญจนบุรี ตาก ซึ่งเกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และยังมีแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดีที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อยู่ในบริเวณเทือกเขาในอุทยานแห่งชาติแก่งกรุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อุทยานแห่งชาติเขาหลวง และใต้ร่มเย็น จังหวัดนครศรีธรรมราช อุทยานแห่งชาติศรีพังงา จังหวัดพังงา และเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่ ส่วนแหล่งที่มีศักยภาพพลังงานลมรองลงมาที่มีความเร็วลม 4.4 เมตร/วินาทีขึ้นไปที่สูงระดับ 50 เมตร พบว่าอยู่ในภาคใต้ตอนบนบริเวณอ่าวไทย ตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพรจรดจังหวัดสุราษฎร์ธานีและบริเวณเทือกเขาในภาคเหนือเช่นจังหวัดเชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จังหวัดเพชรบูรณ์และเลย เป็นต้น



THAILAND WIND POWER CLASSES												
Elevation		1.1	1.2	1.3	1.4	2	3	4	5	6	7	
10 m	m/s	0	2.8	3.6	4.0	4.4	5.1	5.6	6.0	6.4	7.0	9.4
	W/m ²	0	25	50	75	100	150	200	250	300	400	1,000
30 m	m/s	0	3.3	4.1	4.7	5.2	5.9	6.5	7.0	7.4	8.2	11.0
	W/m ²	0	40	80	120	160	240	320	400	480	640	1,600
50 m	m/s	0	3.6	4.4	5.1	5.6	6.4	7.0	7.5	8.0	8.8	11.9
	W/m ²	0	50	100	150	200	300	400	500	600	800	2,000

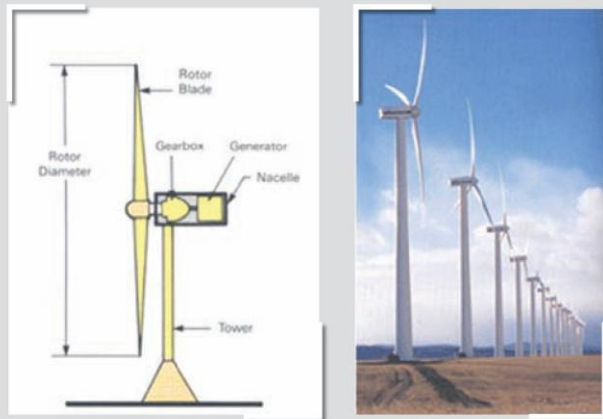
รูปที่ 1 แผนที่ศักยภาพพลังงานลมช่วงลมสงบ – เฉลี่ยรายปี

3) หลักการทำงาน

ลมเป็นพลังงานที่สามารถแปรเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานจลน์ของกระแสลมเป็นพลังงานกลโดย “กังหันลม” เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุนและได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลม ความยาวของใบพัดและสถานที่ตั้ง ปัจจุบันมีการนำมาใช้งานทั้งกังหันลมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ สามารถแบ่งออกตามลักษณะการจัดวางแกนของใบพัดได้เป็น 2 รูปแบบ

3.1) กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine)

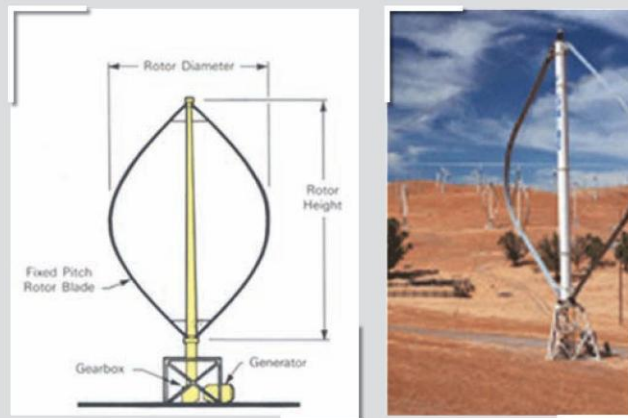
เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลมโดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากกับแรงลม มีอุปกรณ์ควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลม เรียกว่า หางเสือ และมีอุปกรณ์ป้องกันกังหันชำรุดเสียหายขณะเกิดลมพัดแรง เช่น ลมพายุและตั้งอยู่บนเสาที่แข็งแรง กังหันลมแบบแกนนอน ได้แก่ กังหันลมวินด์มิลล์ (Windmills) กังหันลมใบเสื่อลำแพน นิยมใช้กับเครื่องสูบน้ำ กังหันลมแบบกังล้อจักรยาน กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้าแบบพروبเพลเลอร์ (Propeller)



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างกังหันลมแนวแกนนอน

3.2) กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine)

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ ทำให้สามารถรับลมได้ทุกทิศทาง กังหันลมแบบแกนตั้งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานต่ำ มีข้อจำกัดในการขยายให้มีขนาดใหญ่และการยกชุดใบพัดเพื่อรับแรงลม ปัจจุบันมีการใช้งานกังหันลมแบบนี้้น้อยมาก



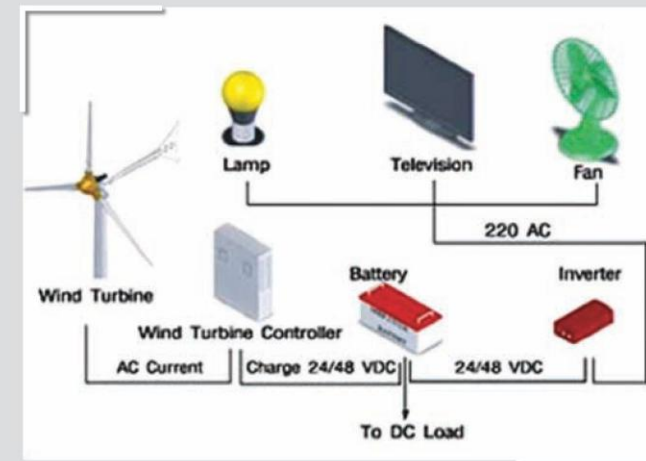
รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างกังหันลมแนวแกนตั้ง

4) ระบบการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า

ระบบการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

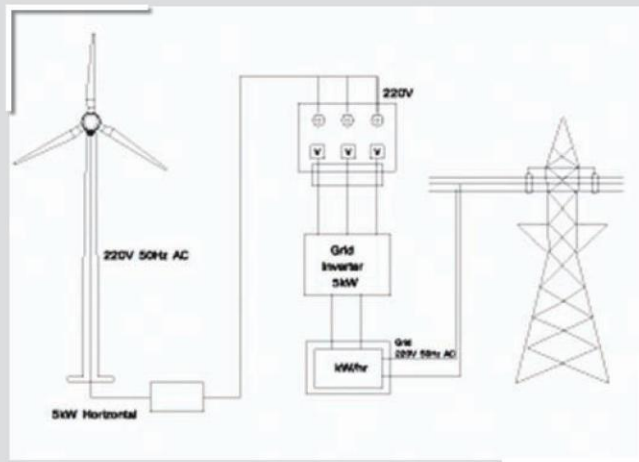
4.1) ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยว (Stand Alone System)

เป็นระบบการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า ที่สามารถนำกระแสไฟฟ้าที่ได้ไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าได้โดยตรง



รูปที่ 4 แสดงระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยว

4.2) ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบสายส่ง (Grid Connected System) เป็นระบบการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าที่เชื่อมต่อเข้าสู่ระบบสายส่ง โดยกระแสไฟฟ้าที่ได้จะผ่านเข้าสู่ระบบสายส่งก่อนที่จะส่งจ่ายไปสู่ผู้ใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 5 แสดงระบบการติดตั้งใช้งานแบบเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบสายส่ง

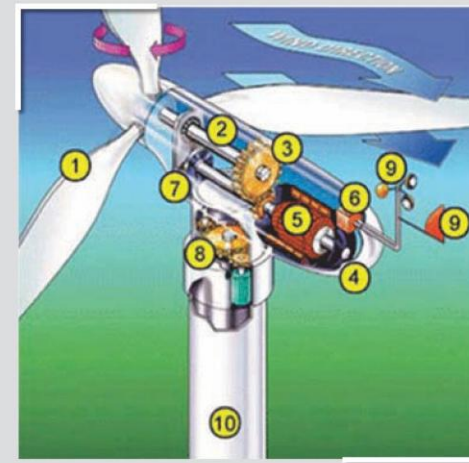
5) ส่วนประกอบและโครงสร้างของกังหันลม

ส่วนประกอบสำคัญๆ ของระบบกังหันลมทั่วไปอาจแบ่งได้ดังนี้

5.1) ใบพัด เป็นตัวรับพลังงานลมให้เปลี่ยนเป็นพลังงานกล ซึ่งยึดติดกับชุดแกนหมุนและส่งแรงจากแกนหมุนไปยังเพลากลหมุน ใบพัดกังหันนับว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดพลังงานกลที่เพลากลหมุน จำนวนใบกังหันอาจมีตั้งแต่หนึ่งถึงหลายสิบใบ กังหันที่มีจำนวนใบมากส่วนใหญ่จะใช้งานที่ต้องการแรงบิด (Torque) สูง แต่ในแบบจำลองเทคโนโลยีกังหันลมนี้ใช้กังหันที่มีจำนวนใบน้อย ซึ่งใช้กับงานที่ต้องการความเร็วรอบสูง

5.2) เพลากลหมุน ทำหน้าที่รับแรงจากแกนหมุนใบพัดและส่งผ่านระบบกำลัง เพื่อหมุนและปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5.3) ห้องส่งกำลัง เป็นระบบปรับเปลี่ยนและควบคุมความเร็วในการหมุน ระหว่างเพลากลหมุนกับเพลากลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นการส่งกำลังจากตัวกังหันเพื่อไปใช้งาน ต่อกับเพลากลได้โดยตรงหรือผ่านระบบส่งกำลัง เช่น เฟืองสายพาน และไฮดรอลิก ซึ่งจะมีการทดสอบให้สอดคล้องกันระหว่างความเร็วรอบของแกนของกังหันกับการใช้งาน เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 6 แสดงส่วนประกอบของระบบกังหันลม

5.4) ห้องเครื่อง มีขนาดใหญ่และมีความสำคัญต่อกังหันลม ใช้บรรจุระบบต่างๆ ของกังหันลม เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เบรก และระบบควบคุม

5.5) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

5.6) ระบบควบคุมไฟฟ้า เป็นตัวควบคุมการทำงานและจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ

5.7) ระบบเบรก เป็นระบบกลไกเพื่อใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลากลหมุนของกังหัน เมื่อได้รับความเร็วลมเกินความสามารถของกังหันที่จะรับได้และในระหว่างการซ่อมบำรุงรักษา

5.8) แกนคอหมุนรับทิศทางลม เป็นตัวควบคุมการหมุนของห้องเครื่อง เพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลมโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่เชื่อมต่อให้มีความสัมพันธ์กับทางเสื่อรับทิศทางลมที่อยู่ด้านบนของเครื่อง

5.9) เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม เชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นตัวชี้ขนาดของความเร็วและทิศทางของลม เพื่อที่คอมพิวเตอร์จะได้ควบคุมกลไกอื่นๆ ได้ถูกต้อง

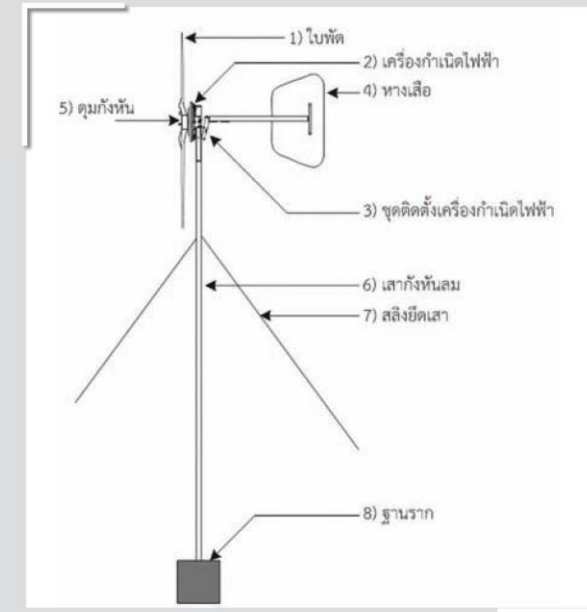
5.10) เสา หอคอย เป็นตัวแบกรับส่วนที่เป็นตัวเครื่องที่อยู่ข้างบน ทำหน้าที่ยึดตัวกังหันลมให้อยู่ในระดับสูงเพื่อรับกระแสลมได้มากขึ้นทุกทิศทาง หอคอยเป็นท่อตรงที่มีสายยึดหรือเป็นโครงสร้างเหล็กหรือโครงไม้ที่สามารถรับน้ำหนักและการสั่นสะเทือนเนื่องจากตัวกังหันได้

6) ขั้นตอนการสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กแบบแกนนอน

6.1) ส่วนประกอบต่างๆ ของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ส่วนประกอบต่างๆ ของกังหันที่จะสร้างขึ้นแสดงดังรูป โดยจะทำการสร้างขึ้นส่วนต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- (1) ใบพัดกังหันลมทำจากท่อพีวีซี
- (2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กตามแนวแกน
- (3) ชุดติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- (4) ทางเสื่อทำจากอลูมิเนียม หรือแผ่นสังกะสี
- (5) ดุมกังหัน ยึดใบพัดกังหันลม
- (6) เสากังหันลมทำจากแป้นน้ำซึ่งมีการชุบป้องกันสนิม
- (7) สลิงสำหรับยึดเสา
- (8) ฐานรากของเสากังหันลม



รูปที่ 7 ส่วนประกอบต่างๆ ของกังหันลม

6.2) รายการวัสดุและรายการเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างกังหันลม

(1) รายการวัสดุที่ใช้ในการสร้างกังหันลม

รายการวัสดุที่ใช้ในการทำกังหันลมในส่วนต่างๆ ถูกแสดงไว้ในตารางข้างล่าง

ลำดับที่	รายการ
1	อุปกรณ์สำหรับทำใบพัด
	1.1 ท่อพีวีซี ขนาด 8 นิ้ว ยาว 1 เมตร (สำหรับทำใบพัดกังหันลม)
	1.2 แป้นยึดพร้อมสลึง

ลำดับที่	รายการ
2	อุปกรณ์สำหรับทำเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2.1 ตูมรอตโตโยต้า 2.2 แม่เหล็กถาวรขนาด 25 x 500 x 8 จำนวน 32 ก้อน (180 บาทต่อก้อน) 2.3 ขดลวดทองแดงเบอร์ 18 จำนวน 12 ขด 2.4 แผ่นเหล็กวงกลมขนาด 300 มม.หนา 9 มม. จำนวน 2 ชิ้น 2.5 สดัด M 12 ยาว 200 มม. จำนวน 4 ชิ้นพร้อมน็อต 2.6 เรซินพร้อมอุปกรณ์ประกอบ 2.7 เหล็กฉาก 2 นิ้ว พร้อมทั้งอุปกรณ์จับยึดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3	อุปกรณ์สำหรับทำทางเสื่อ 3.1 แป้น้ำ 3/4 นิ้ว ยาว 1 เมตร พร้อมเหล็กฉาก 3.2 แผ่นอลูมิเนียมหนา 1 มม. ขนาด 0.54 ตร.ม.
4	รายการวัสดุและอุปกรณ์ในการติดตั้งเสา 4.1 แป้น้ำอย่างหนาขนาด 3 นิ้ว ยาว 6 เมตร พร้อมข้อต่อ 4.2 ลวดสลิงยาว 6 เมตร จำนวน 3 เส้น พร้อมเคลมยึด 4.3 เสาเข็มยาว 1 เมตร จำนวน 3 ต้น 4.4 ถังพักน้ำเสียขนาดเล็ก จำนวน 1 ถัง 4.5 เกลียแรงสลิง จำนวน 3 อัน 4.6 เหล็กยึดสลิง จำนวน 3 อัน (เหล็กข้ออ้อยขนาด 6 หนวยาว 60 เซนติเมตร) 4.7 เหล็กราง 4 นิ้ว น้ำสำหรับทำฐานเสาพร้อมอุปกรณ์ประกอบ 4.8 ปูนซีเมนต์ทราย หิน
5	อินเวอร์เตอร์และแบตเตอรี่ 5.1 สายไฟขนาด 2.5x3 ยาว 10 เมตร 5.2 อินเวอร์เตอร์ ขนาด 500 VA, อินพุต 12 V เอาท์พุต 220 V 5.3 แบตเตอรี่ขนาด 12V, 100Ah

(2) รายการเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างกังหันลม

รายการเครื่องมือที่ใช้ในการทำกังหันลมในส่วนต่างๆ แสดงไว้ในตารางข้างล่าง

ลำดับที่	รายการ
1	สว่านแท่น, สว่านมือ พร้อมดอกสว่าน
2	ไฟเบอร์ตัดเหล็ก
3	เครื่องเชื่อม พร้อมลวดเชื่อม
4	หินเจียแท่นและหินเจียมือ
5	ปากกาจับชิ้นงาน
6	เครื่องพันขดลวด พร้อมแบบพัน (Form coil)
7	เวอร์เนียร์คาลิเปอร์, ตลับเมตร และฟุตเหล็ก
8	เครื่องมือประกอบ
9	เลื่อยเหล็ก, ไขควงแฉกและแบน, ประแจเบอร์ต่างๆ, ค้อน, ตะไบเหล็ก, คัตเตอร์, คีม ฯลฯ
10	เสียมขุดดิน จอบ อุปกรณ์ผสมและเทคอนกรีต
11	เชือกไนลอน
12	หัวเร่งบัดกรี ตะกั่วบัดกรี ปลอดภัยชนิด และเทปพันสายไฟ
13	มัลติมิเตอร์

(3) ขั้นตอนการสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

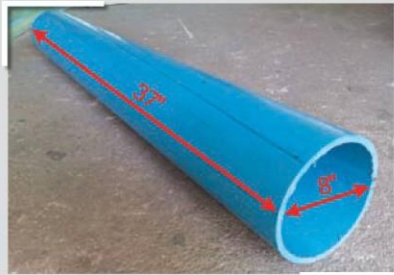
(3.1) การสร้างใบพัดกังหันลม

ใบพัดกังหันลมที่สร้างทำจากท่อน้ำพีวีซี มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 นิ้ว ยาว 37 นิ้ว แสดงดังรูป โดยนำมาขึ้นรูปเป็นใบพัดกังหันลม ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการขึ้นรูปดังต่อไปนี้

- แบ่งท่อน้ำพีวีซีเป็น 4 ส่วนที่เท่ากัน โดยวาดเส้นแบ่งท่อน้ำพีวีซี และตัดตามเส้นแบ่งท่อน้ำพีวีซี ออกเป็น 4 ส่วน

- ท่อน้ำพีวีซี จากการแบ่งเป็น 4 ส่วน นำมาวัดเส้นในการตัดขึ้นรูปเป็นใบพัดกังหันลม เป็นแบบการขึ้นรูปใบกังหันลม โดยจากรูปจะตัดในส่วนที่ 2 และ 3 ทั้ง เหลือไว้เฉพาะส่วนที่ 1 ในการใช้งาน

- เมื่อทำการตัดขึ้นรูปใบพัดกังหันลมตามแบบที่ได้วัดไว้เสร็จแล้วใช้กระดาษทรายขัดลบเหลี่ยมของขอบใบพัดกังหัน เพื่อความสวยงาม



(ก)



(ข)

รูปที่ 8 ก) ท่อน้ำพีวีซีมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 นิ้ว ยาว 37 นิ้ว
และ ข) เส้นแบ่งท่อน้ำพีวีซีเป็น 4 ส่วน



(ก)



(ข)

รูปที่ 9 ก) ท่อน้ำพีวีซีจากการแบ่งเป็น 4 ส่วน และ ข) แบบการขึ้นรูปใบกังหันลม



รูปที่ 10 ใบกังหันลมที่ทำจากท่อน้ำพีวีซีที่ทำการตกแต่งเรียบร้อยแล้ว

(3.2) การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

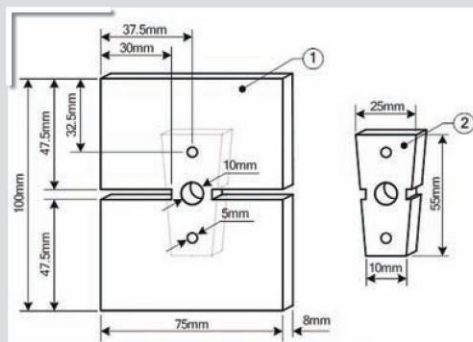
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะสร้างแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 3 เฟส เมื่อนำไปใช้งานต้องมีชุดเปลี่ยนแปลงสัญญาณแรงดันจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เพื่อชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ และจากแบตเตอรี่เข้าสู่ชุดอินเวอร์เตอร์ เพื่อแปลงสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ที่มีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวเรือน ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวรประกอบด้วย ชุดขดลวดสเตเตอร์ โรเตอร์หน้า และโรเตอร์หลัง หรือชุดจานแม่เหล็กถาวร โดยรายละเอียดการสร้างในส่วนต่างๆ สามารถอธิบายดังต่อไปนี้

(3.2.1) การสร้างชุดขดลวดสเตเตอร์

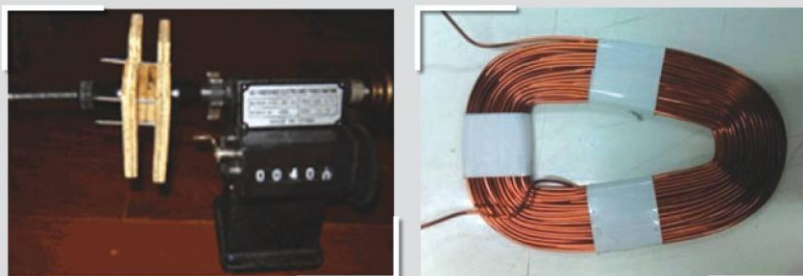
ชุดขดลวดสเตเตอร์สร้างมาจากขดลวดทองแดง จำนวน 12 ขด แล้วหล่อด้วยเรซิน โดยการสร้างชุดขดลวดสเตเตอร์จะประกอบด้วยเครื่องมือต่างๆ เช่น เครื่องมือในการพันขดลวดฟอร์มของขดลวด และแบบที่ใช้หล่อเรซิน โดยรายละเอียดการสร้างในส่วนต่างๆ สามารถอธิบายดังต่อไปนี้

- การพันขดลวดสเตเตอร์ จะใช้ลวดทองแดง เบอร์ 18 ใน 1 ขดจะพันจำนวน 65 รอบ โดยพันบนฟอร์มของขดลวดที่สร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่ 11 โดยฟอร์มขดลวดสเตเตอร์จะสร้างมาจากไม้อัดหนา

ประมาณ 8 มิลลิเมตร ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 เป็นแผ่นประกบหน้า และหลังของฟอรม์ขดลวด และส่วนที่ 2 แผ่นคั่นกลางของฟอรม์ขดลวด ซึ่งทั้งสอง ส่วนจะถูกประกอบเข้ากับเครื่องพันขดลวดดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 11 แบบฟอรม์พันขดลวดทองแดง

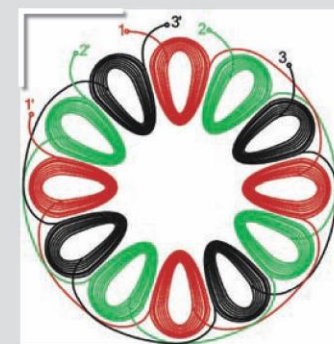


รูปที่ 12 เครื่องพันขดลวดทองแดงและขดลวดทองแดง

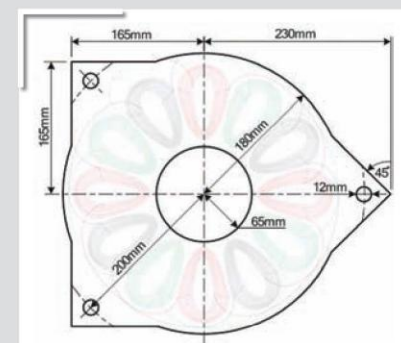
- การต่อชุดขดลวดสเตเตอร์ เป็นการนำขดลวดที่ได้จากการพันจำนวน 12 ขดมาต่อกันเป็นสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 3 เฟส โดยแต่ละเฟสใช้ขดลวดจำนวน 4 ขดต่อกันตามกัน ดังรูปที่ 13 โดยกำหนดให้ขดลวดสีแดงเป็นเฟส 1 สีเขียวเป็นเฟส 2 และสีดำเป็นเฟส 3 โดยการต่อขดลวดในแต่ละเฟสนั้นจะต่อแบบ ปลายขดแรกต่อกับต้นขดที่สอง ปลายขดที่สองต่อกับ

ต้นขดที่สาม ปลายขดที่สามต่อกับต้นขดที่สี่ และปลายขดที่สี่กับต้นขดแรกจะเป็นจุดต่อเพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรเรียงกระแสต่อไป

- การหล่อเรซินชุดขดลวดสเตเตอร์ ต้องทำแบบสำหรับหล่อเรซินซึ่งทำจากไม้อัดหนา 15 มิลลิเมตร ตามแบบและขนาดดังรูปที่ 14 เมื่อได้แบบหล่อเรซินตามที่ต้องการแล้วดังรูปที่ 15 ก) จากนั้นใช้เรซินทาแบบไม้บางๆ แล้วรอให้แห้งสนิทโดยก่อนจะหล่อเรซินทุกครั้งต้องทาแว็กเคลือบแบบหล่อดังรูปที่ 15 ข) เพื่อช่วยต่อการถอดชิ้นงานออกจากแบบ จากนั้นนำชุดขดลวดวางลงในแบบหล่อเรซินดังรูปที่ 16 แล้วเท เรซินลงในแบบหล่อดังรูปที่ 17 ก) รอจนชุดขดลวดสเตเตอร์แห้งสนิท แล้วแกะออกจากแบบ จะได้ชุดขดลวดสเตเตอร์ดังรูปที่ 17 ข)



รูปที่ 13 การต่อชุดขดลวดสเตเตอร์



รูปที่ 14 การต่อชุดขดลวดสเตเตอร์

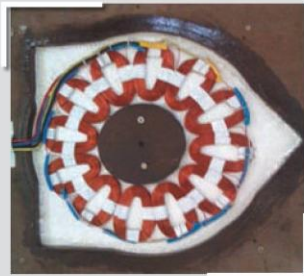


(ก)



(ข)

รูปที่ 15 ก) แบบหล่อเรซินและ ข) การทาสีเพื่อเตรียมหล่อเรซิน

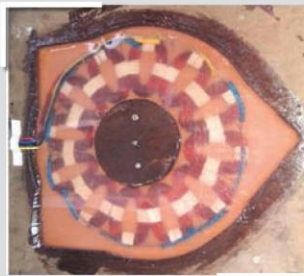


(ก)



(ข)

รูปที่ 16 ก) การวางจลวดในแบบหล่อเรซินและ ข) อุปกรณ์และเครื่องมือในการหล่อเรซิน



(ก)



(ข)

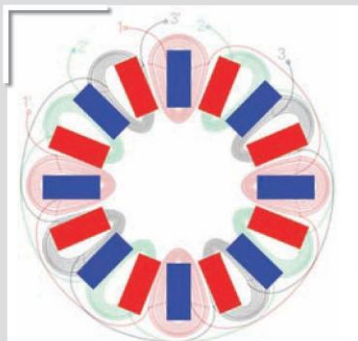
รูปที่ 17 ก) การขึ้นในแบบหล่อและ ข) ชุดจลวดสเตเตอร์ที่หล่อเรซิน

(3.2.2) การสร้างโรเตอร์หรือชุดจานแม่เหล็กถาวร

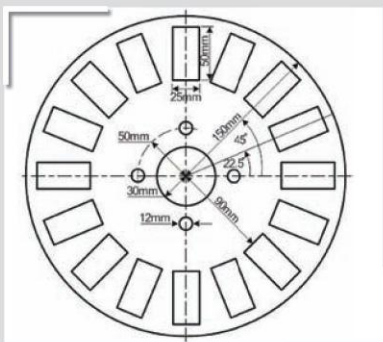
โรเตอร์หรือชุดจานแม่เหล็กถาวร ใช้ก้อนแม่เหล็กขนาดหนา 12 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร และยาว 50 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 18 จำนวน 16 ก้อนต่อ 1 จานแม่เหล็ก โดยลักษณะแม่เหล็กถาวรเมื่อเทียบกับชุดขดลวดสเตเตอร์แสดงดังรูปที่ 19 โดยการวางแม่เหล็กถาวรนั้นจะวางสลับขั้วเหนือ (N = สีแดง) กับ ขั้วใต้ (S = สีน้ำเงิน) และแบบจานวางแม่เหล็กถาวรแสดงดังรูปที่ 20 โดยจานวางแม่เหล็กถาวรใช้จานเหล็กหนา 9 มิลลิเมตร โดยแบบวางแม่เหล็กถาวรทำจากฟิวส์เจอร์บอร์ด ดังรูปที่ 21 ก) จากนั้นติดแม่เหล็กถาวรเข้ากับจานเหล็กโดยมีแผ่นแบบแม่เหล็กถาวรบังคับระยะห่างของแม่เหล็กถาวรแต่ละก้อนดังรูปที่ 22 ข) โดยรูปที่ 23 ก) เป็นแผ่นจานแม่เหล็กที่ติดแม่เหล็กถาวรแล้ว จากนั้นเตรียมหล่อเรซินเพื่อป้องกันแม่เหล็กดูดเข้าหากันดังรูปที่ 24 ข) จากนั้นทำการเทเรซินบนจานแม่เหล็กถาวร ดังรูปที่ 25 ก) รอจนเรซินแห้งสนิทจึงได้แผ่นจานแม่เหล็กถาวรเพื่อประกอบกับชุดขดลวดสเตเตอร์ ดังรูปที่ 25 ข)



รูปที่ 18 ก้อนแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 19 ลักษณะแม่เหล็กถาวรเมื่อเทียบกับชุดจลวดสเตเตอร์



รูปที่ 20 แบบจานวางแม่เหล็กถาวร



(ก)



(ข)

รูปที่ 21 ก) จานเหล็กกับแบบวางแม่เหล็กและ ข) การวางแม่เหล็กถาวรบนจานเหล็ก

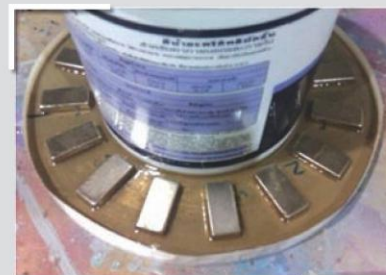


(ก)

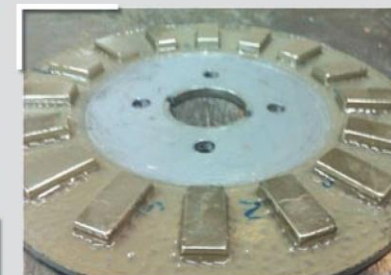


(ข)

รูปที่ 22 ก) จานวางแม่เหล็กถาวรและ ข) แบบหล่อเรซินจานแม่เหล็กถาวร



(ก)



(ข)

รูปที่ 23 ก) การหล่อเรซินจานแม่เหล็กถาวรและ ข) จานวางแม่เหล็กถาวรพร้อมติดตั้ง

(3.2.3) การสร้างชุดติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

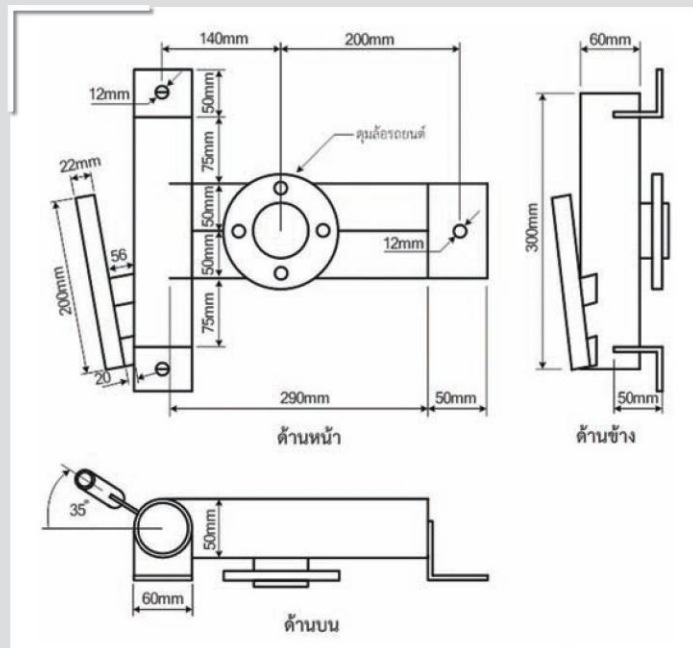
การสร้างชุดติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ใช้เหล็กรูปพรรณหลายแบบ ได้แก่ เหล็กท่อน้ำขนาด 2 นิ้ว 3/4 นิ้ว และ 1/2 นิ้ว เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว และเหล็กแบน 1 นิ้ว ดังรูปที่ 24 โดยแบบของชุดติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 25 ซึ่งชุดหมุนจานแม่เหล็กจะใช้ดุมล้อรถยนต์ยี่ห้อ โตโยต้า รุ่นสามห่วง ดังรูปที่ 26 โดยชุดติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เสร็จแล้วมีลักษณะดังรูปที่ 27



รูปที่ 24 หลักอุปกรณ์



รูปที่ 26 คู่มือการยกย่นท่อโดยตัว รูนสามห่วง



รูปที่ 25 แบบชุดติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 27 ชุดติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(3.2.4) การทดสอบการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เมื่อทำการสร้างและประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสร็จเรียบร้อยแล้วเราจะทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งทำการทดสอบเบื้องต้นได้ดังนี้

- ทดสอบการลัดวงจร

ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อต่างๆ ของสายไฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่าต่อถึงกันดี เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างเสร็จควรหมุนได้อย่างอิสระ ทดสอบเอาปลายสองข้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาแตะกัน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรหมุนได้อย่างฝืดๆ และแรงบิดที่ใช้ในการหมุนควรต้องใช้เป็นช่วงๆ และถ้าทำการ

ลัดวงจรปลายสายทั้งหมดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรหมุนได้อย่างฝืดๆ แต่ต่อเนื่อง

- ทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

ปล่อยปลายสายทั้งหมดให้อิสระ แล้วทำการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยความเร็วที่คงที่ ใช้มัลติมิเตอร์ (ปรับไปที่ย่านวัดไฟฟ้ากระแสสลับ) วัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างปลายสายที่ละคู่โดยค่าแรงดันที่วัดได้ควรจะต้องมีค่าเท่ากัน และแรงดันที่วัดได้ควรแปรผันกับค่าความเร็วรอบ

- ทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ต่อปลายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับวงจรเรียงกระแส และทำการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านออก แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงหลังจากวงจรเรียงกระแสควรมีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ (แรงดันดีซี $\cong 1.4$ เท่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือถ้าไม่มีมัลติมิเตอร์เราก็อาจจะใช้หลอดไฟฟ้าขนาด 12 V มาทดสอบโดยต่อกับสายไฟที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถ้าในขณะที่เริ่มหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วหลอดเรืองแสงก็แสดงว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้

ในกรณีที่ไม่ต้องการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเอง หรืออาจจะไม่สามารถหาวัสดุมาทำได้เราอาจจะทำการดัดแปลงมอเตอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้ามาทำเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอาจจะหาได้จาก

- มอเตอร์จากเครื่องซักผ้า LG รุ่น Direct Drive จะขึ้นต้นด้วย WD- สามารถหาซื้อได้ที่ศูนย์บริการ LG ทั่วไปราคาประมาณ 1,700 ถึง 2,000 บาท เหตุผลที่เลือกใช้มอเตอร์จากเครื่องซักผ้า เพราะว่ามันมีจำนวนขั้วแม่เหล็กมาก

- มอเตอร์ของจักรยานไฟฟ้านำมาทำกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้ เพราะมีแม่เหล็กถาวร และหมุนที่รอบต่ำดังแสดงในรูปที่ 29 ก) ถ้าเราถอดฝาครอบออกมาดู จะเห็นว่ามีขดลวดอยู่ตรงกลางและแม่เหล็กอยู่รอบนอก เยอะมากดังแสดงในรูปที่ 29 ข) และเราควรเลือกแบบแรงดันสูงๆ เช่น 48 V เป็นต้น



(ก)



(ข)

รูปที่ 28 มอเตอร์จากเครื่องซักผ้า LG รุ่น Direct Drive จะขึ้นต้นด้วย WD



(ก)

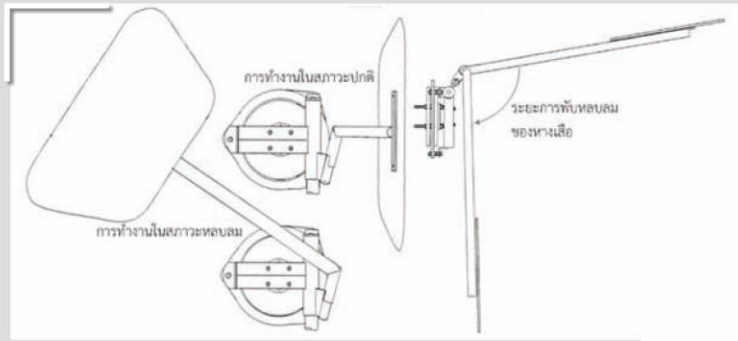


(ข)

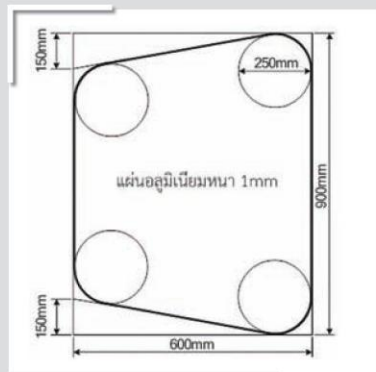
รูปที่ 29 มอเตอร์ที่ใช้ในจักรยานไฟฟ้า

(3.3) การสร้างทางเสือ

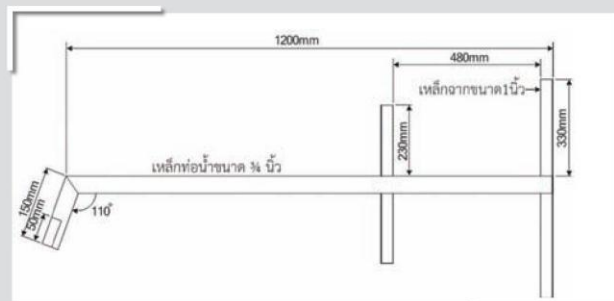
ทางเสือของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น มีไว้สำหรับปรับทิศทางของกังหันลมให้รับกับลมเสมอ แต่เมื่อความเร็วลมสูงมีผลทำให้เกิดความเสียหายต่อกังหันลมได้ดังนั้น หน้าของกังหันลมอีกข้อหนึ่งคือพับทางเสือเพื่อหลบลมที่มีความเร็วสูงโดยลักษณะการทำงานในสภาวะต่างๆ แสดงดังรูปที่ 30 โดยรูปที่ 31 เป็นแบบใบพัดของทางเสือที่ทำจากแผ่นอลูมิเนียมหนา 1 มิลลิเมตร หรืออาจใช้วัสดุที่ทนต่อสภาพแวดล้อมในฤดูต่างๆ ได้ และรูปที่ 32 เป็นแบบโครงทางเสือที่ทำจากเหล็กท่อน้ำ กับเหล็กฉาก โดยรูปที่ 33 เป็นทางเสือของกังหันลมที่พร้อมใช้งาน



รูปที่ 30 ลักษณะการทำงานของหางเสือ



รูปที่ 31 แบบใบหางเสือ



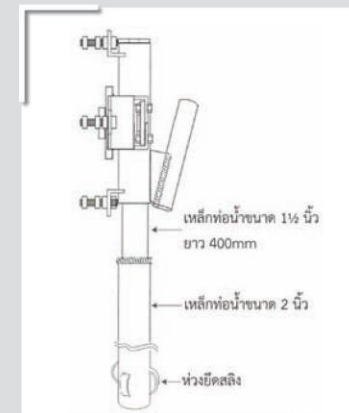
รูปที่ 32 แบบโครงหางเสือ



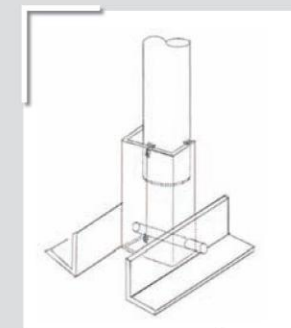
รูปที่ 33 หางเสือกังหันลมที่สร้างเสร็จแล้ว

(3.4) การสร้างเสาและตัวจับยึด

เสากังหันลมสร้างมาจากเหล็กท่อน้ำขนาด 2 นิ้ว โดยเสากังหันลมมีความสูงอยู่ที่ 6 เมตร แล้วใช้สลิงดึงเพื่อรักษาความสมดุลของเสากังหันลม โดยหัวเสาของกังหันลมใช้เหล็กท่อน้ำขนาด 1 1/2 นิ้ว ดังรูปที่ 34 ก) เพื่อสวมเข้ากับชุดติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อเป็นจุดหมุนของกังหันลม ส่วนรูปที่ 34 ข) เป็นฐานเสาของกังหันลม โดยใช้เหล็กฉากเป็นฐานเสา เพื่อเป็นจุดยึดสำหรับยกเสาขึ้น



(ก)

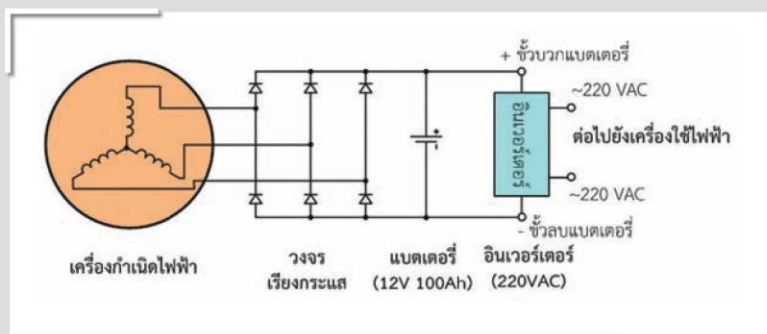


(ข)

รูปที่ 34 ก) แบบหัวเสา เสา และห่วงยึดสลิงของกังหันลมและ ข) แบบฐานเสากังหันลม

(3.5) ชุดชาร์จแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์

วงจรของระบบชาร์จแบตเตอรี่และการเชื่อมต่อชุดอินเวอร์เตอร์ ดังแสดงตามรูปที่ 35 ซึ่งประกอบด้วยกังหันลมทางด้านขวามือหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีชุดขดลวดอยู่สามชุดโดยเราจะทำการต่อแบบสตาร์ ทำโดยนำปลายด้านหนึ่งของขดลวดทั้งสามมาต่อรวมกัน (แล้วปล่อยลอยไว้) จากนั้นนำปลายที่เหลือของขดลวดทั้งสามซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสสลับมาต่อเข้ากับวงจรกรองกระแสดังรูป จะทำให้เราได้ไฟฟ้ากระแสตรงในการชาร์จแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 100 Ah ดังแสดงในรูปที่ 36 ก) (ถ้าดีควรใช้แบตเตอรี่แบบ Deep cycle เพราะในแต่ละครั้งอาจจะมีการใช้พลังงานจำนวนมากรวมทั้งมีการเก็บและคายประจุบ่อยครั้ง) และถ้าต้องการใช้ไฟฟ้าก็สามารถทำได้โดยนำไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ไปใช้โดยตรง หรือทำการแปลงไฟฟ้ากระแสตรง (12 V) เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (220-230VAC) โดยใช้อินเวอร์เตอร์ดังแสดงในรูปที่ 36 ข) โดยสามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดได้เลย (เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นต้องไม่กินไฟฟ้ามากเกินไป) ควรใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้อย่างประหยัดและรู้คุณค่า เลือกเครื่องใช้ที่มีประสิทธิภาพสูง (ประหยัดไฟฟ้า หรือมีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5)



รูปที่ 35 วงจรการต่อไฟฟ้าของกังหันลมและชุดอินเวอร์เตอร์



ก)



ข)

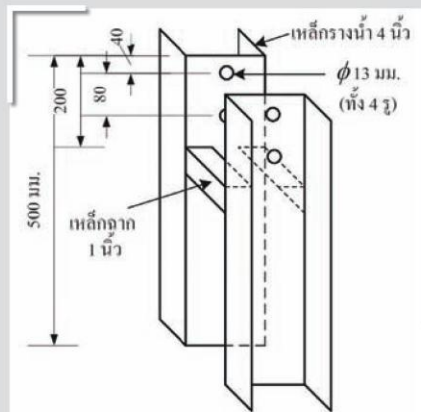
รูปที่ 36 ก) แบตเตอรี่ 12V 100Ah และ ข) ชุดอินเวอร์เตอร์

(4) ขั้นตอนการติดตั้งกังหันลม

ควรติดตั้งบนที่ราบหรือที่สูงและอยู่ห่างจาก สิ่งต่างๆ ที่กีดขวางหรือบังทิศทางลม เช่นสิ่งก่อสร้างหรือต้นไม้ เพื่อกังหันลมจะสามารถรับกระแสลมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด พื้นดินในบริเวณที่ทำการติดตั้งควรมั่นคงและไม่เป็นบริเวณที่น้ำท่วมถึง น้ำไม่สามารถไหลพัดพาหน้าดินไปตามได้โดยง่าย สิ่งสำคัญอีกประการคือตำแหน่งของกังหันลม และชุดควบคุมพลังงานไฟฟ้าควรจะอยู่ใกล้กันมากที่สุด เพื่อลดการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสายส่ง หากจำเป็นอาจควรเลือกใช้สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน เพื่อลดการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสายส่ง ให้น้อยที่สุด

(4.1) ขั้นตอนการหาฐานราก

การหาฐานรากควรหาในบริเวณฐานของเสากังหันลม และจุดที่ใช้ในการจับยึดสลิงทุกจุด โดยมีความหนาของฐานเสากว้างประมาณ 300 มิลลิเมตร ลึกประมาณ 600 มิลลิเมตรเพื่อความมั่นคงและแข็งแรง ดังรูปที่ 37 ก) เป็นแบบฐานเสาในลักษณะวงกลม ส่วนรูปที่ 37 ข) เป็นแบบของฐานเสาในลักษณะสี่เหลี่ยม



ก)

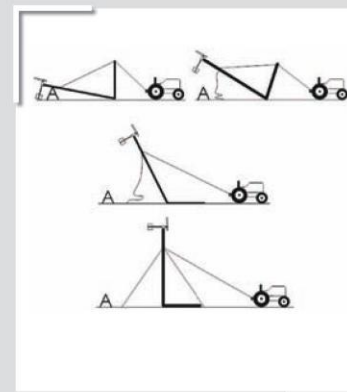


ข)

รูปที่ 37 ก) แบบฐานรากเสาในลักษณะวงกลมและ ข) ฐานรากเสาในลักษณะสี่เหลี่ยม

(4.2) ขั้นตอนการติดตั้งเสา

วางก้านหลวมบนอุปกรณ์ค้ำยึดชั่วคราว ยึดสลิง 3 เส้น จับยึดปลายสลิง 3 เส้น กับจุดยึดสลิงให้แน่น ดึงปลายสลิงด้านที่เหลือผ่าน ไม้ค้ำยัน หรือเหล็กค้ำยันช่วยแรง ซึ่งควรมีความยาวมากกว่าครึ่งหนึ่งของความสูงของเสา ก้านหลวม ดึงสลิงเพื่อกำหนดเสา ก้านหลวมขึ้น โดยใช้รถยนต์หรือรถช่วยแรง (Chain block) ดังรูปที่ 38 จากนั้นตรวจเช็คและปรับแต่งเสา ก้านหลวมให้ได้ฉาก โดยระดับน้ำ ก่อนยึดให้แน่นทุกด้าน เมื่อทำการติดตั้งชิ้นส่วนทางกลเรียบร้อยแล้ว จะทำการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยังชุดแบตเตอรี่ และอินเวอร์เตอร์ ให้เรียบร้อย โดยชุดแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์ควรเก็บอยู่ในบริเวณที่สามารถป้องกันจาก แสงแดด ความชื้น และน้ำฝน และแบตเตอรี่ควรเก็บอยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิไม่สูงมากนัก ต่อจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของก้านหลวมในการชาร์จแบตเตอรี่ และระบบอินเวอร์เตอร์ในการจ่ายโหลด



ก)



ข)

รูปที่ 38 ก) การตั้งเสาแบบใช้รถดึงและ ข) การตั้งเสาแบบรอกดึง

7) วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษากังหันลม

กังหันลมที่ผลิตได้มีขนาดแรงดันเอาต์พุตประมาณ 15-20 โวลต์ (ขึ้นอยู่กับความเร็วลมและโหลด) ใช้สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 100 Ah โดยกังหันลมสามารถจ่ายกระแสสูงสุดได้ประมาณ 16 แอมป์ ดังนั้นสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ประมาณ 300 วัตต์ โดยการใช้งานสามารถทำได้ดังนี้

1) การทำงานของกังหันลม

(1) สภาพปกติ

ปล่อยให้กังหันลมหมุนโดยที่ในขณะที่กังหันลมเริ่มหมุนช้า กังหันลมจะยังไม่ทำการชาร์จแบตเตอรี่ กังหันลมจะเริ่มมีความเร็วรอบสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งความเร็วรอบเพียงพอกังหันลมก็จะเริ่มชาร์จแบตเตอรี่ โดยสังเกตความเร็วรอบจะตกลงเล็กน้อยและถ้าความเร็วลมสูงขึ้นความเร็วรอบของกังหันลมก็จะสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย (ปกติ) แต่กระแสชาร์จจะเพิ่มสูงขึ้น (โดยแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรอยู่ระหว่าง 11.5-18 โวลต์) ถ้าความเร็วรอบของกังหันลมสูงผิดปกติควรหยุดการทำงานของกังหันลม (อาจจะทำโดยการปลดปลาย

ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ก่อนและลัดวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้า) ซึ่งสาเหตุอาจจะเกิดจาก แบตเตอรี่ไม่ชาร์จไฟ โดยแบตเตอรี่อาจจะมีประจุเต็มหรือแบตเตอรี่เสีย หรืออาจจะเกิดจากสายไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลวม ระยะเวลาการใช้งานสามารถคำนวณได้จากสูตรข้างล่าง (ใช้งานที่ 70 เปอร์เซ็นต์ของความจุแบตเตอรี่)

$$\text{เวลา (ชั่วโมง)} = 70 \times 12 / (\text{วัตต์รวมของเครื่องใช้ไฟฟ้า})$$

ตัวอย่างเช่นถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้ากินพลังงานรวม 50 วัตต์ก็จะสามารถใช้งานกับแบตเตอรี่ได้นาน 16.8 ชั่วโมงต่อเนื่อง

(2) สภาวะผิดปกติ

เช่นในสภาวะที่ลมแรงมากๆ หรือกังหันลมเกิดความเสียหายไม่สามารถผลิตพลังงานได้เราควรบังคับไม่ให้กังหันลมหมุน ซึ่งอาจจะทำได้หลายวิธี

- ทำโดยการลัดวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ใช้เชือกผูกใบพัดกังหันลมไม่ให้หมุน
- ล้มเสากังหันลมลง

เพราะถ้าปล่อยให้กังหันลมหมุน (โดยไม่ต่อโหลด) อาจจะทำให้กังหันลมหมุนด้วยความเร็วรอบที่สูงมาก จนก่อให้เกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนต่างๆ ของกังหันลมและอันตรายกับสิ่งมีชีวิตรอบข้าง

2) การบำรุงรักษากังหันลม

การบำรุงรักษากังหันลมไฟฟ้า แทบจะไม่แตกต่างกับจักรยานเลย โดยเราต้องใส่จารบีที่จุดหมุนของกังหันบ้างอย่างน้อย 6 เดือนต่อครั้ง แต่หากสังเกตว่าการหมุนของกังหันฝืดกว่าเดิม หรือมีเสียงดังผิดปกติ ส่วนใหญ่เกิดจากตลับลูกปืนในชุดหมุนแตก ซึ่งสาเหตุใหญ่มาจากไม่ได้ใส่จารบีเพื่อหล่อลื่นแกนหมุนของกังหัน เราก็เพียงเปลี่ยนชุดตลับลูกปืน (ถ้าเป็นกังหันรุ่นเล็กก็ไปซื้อได้ที่ร้าน

ซ่อมมอเตอร์ไซค์หรือร้านอะไหล่รถทั่วไป) กังหันก็จะกลับมามีประสิทธิภาพดังเดิมนอกจากนี้ควรตรวจสอบดังรายการต่อไปนี้

(1) ตรวจสอบความตึงของนอตทุกตัวว่ายังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ไม่เป็นสนิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งนอตที่ใช้ในการยึดใบพัดกังหันลมควรมีความตึงที่เท่ากัน

(2) ตรวจสอบความตึงของสลิงที่ใช้ในการยึดโยงกังหันลมควรจะมีความตึงที่เท่ากันพร้อมทั้ง ความมั่นคงแข็งแรงของสมอที่ใช้ยึด

(3) ตรวจสอบการทำงานของกังหันลมว่ายังสามารถผลิตไฟฟ้าได้ การทำงานของชุดอินเวอร์เตอร์ แบตเตอรี่ และขั้วต่อต่างๆ ว่าอยู่ในสภาวะปกติ โดยสำหรับแบตเตอรี่ที่ต้องเติมน้ำกลั่นควรควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง



เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

1. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม : ห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับยางพาราและอาหารทะเล รายงานฉบับสมบูรณ์ โดย สำนักวิชาการพลังงานภาค 3 กระทรวงพลังงาน และสมาคมพัฒนาชุมชน องค์การที่ปรึกษา
2. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสม : เทคโนโลยีโรงอบยางพาราแผ่นพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ โดย สำนักวิชาการพลังงานภาค 6 กระทรวงพลังงาน และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม : ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ โดย สำนักวิชาการพลังงานภาค 7 กระทรวงพลังงาน และสมาคมพัฒนาชุมชน องค์การที่ปรึกษา
4. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาวิจัยแนวทางการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตเชื้อเพลิงแบบตะเกียบ (Pellet) ในระดับชุมชน โดย สำนักวิชาการพลังงานภาค 8 กระทรวงพลังงาน และมหาวิทยาลัยศิลปากร

5. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสม : เตาปิ้งย่างไร้ควันประหยัดพลังงาน โดย สำนักวิชาการพลังงานภาค 10 กระทรวงพลังงาน และศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้
6. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสม : เตาฟืนนาซุมหืด และเทคโนโลยีพลังงานก๊าซชีวภาพ โดย สำนักวิชาการพลังงานภาค 12 กระทรวงพลังงาน และสำนักงานพลังงานจังหวัดตรัง
7. รวมเทคโนโลยีพลังงานชุมชน, สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน กระทรวงพลังงาน
8. คู่มือการสร้างอุปกรณ์เทคโนโลยีพลังงานทดแทน, สำนักวิชาการพลังงานภาค 8 กระทรวงพลังงาน
9. คู่มือออกแบบและสร้างบ่อก๊าซชีวภาพขนาดครัวเรือน, สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน กระทรวงพลังงาน
10. เอกสารเผยแพร่ : เตาชีวมวลแกลบ และเตาเศรษฐกิจประยุกต์, สำนักงานพลังงานจังหวัดร้อยเอ็ด กระทรวงพลังงาน
11. เอกสารเผยแพร่ : พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเพื่อเศรษฐกิจที่พอเพียง, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
12. คู่มือการผลิตกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

13. คู่มือระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
14. คู่มือฝึกอบรมการผลิตและการใช้งานเตาชีวมวล ภายใต้โครงการโครงการถ่ายทอด เผยแพร่ และส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนให้กับหน่วยงานของรัฐ (ราชทัณฑ์), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
15. โครงการพัฒนาเชื้อเพลิงแก๊สจากชีวมวลสำหรับอุตสาหกรรมเผาอุณหภูมิสูง (เซรามิก), คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม



สำนักงานพลังงานจังหวัด

สำนักงานพลังงานจังหวัด

สำนักงานพลังงานจังหวัดปทุมธานี

ช.จารุศร ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง
อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

สำนักงานพลังงานจังหวัดนนทบุรี

ศาลากลางจังหวัดนนทบุรี
ถ.รัตนธิเบศร ต.บางกระสอ อ.เมือง
จ.นนทบุรี 11000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสมุทรปราการ

ศาลาประชาคมจังหวัด ถ.สุทธิภิรมย์
อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270

สำนักงานพลังงานจังหวัดพระนครศรี- อยุธยา

กม.48 ถ.พหลโยธิน ต.เชียงรากน้อย
อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา
13180

สำนักงานพลังงานจังหวัดอ่างทอง

ศาลากลางจังหวัดอ่างทอง ชั้น 12
ถ.เทศบาล 1 อ.เมือง จ.อ่างทอง
14000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสระบุรี

113 หมู่ที่ 9 ต.หนองยาว อ.เมือง
จ.สระบุรี 18000

สำนักงานพลังงานจังหวัดลพบุรี

ศาลากลางจังหวัดลพบุรี
ถ.นารายณ์มหาราช
ต.ทะเลชุบศร อ.เมือง จ.ลพบุรี
15000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสุพรรณบุรี

ศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี ชั้น 2
ต.สนามชัย อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
72000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสิงห์บุรี

ศูนย์ราชการจังหวัดสิงห์บุรี
ถ.บางพานสิงห์บุรี ต.บางมัญ อ.เมือง
จ.สิงห์บุรี 16000

สำนักงานพลังงานจังหวัดชัยนาท

ศาลาประชาคม ชั้นล่าง
ถ.พรหมประเสริฐ อ.เมือง จ.ชัยนาท
17000

สำนักงานพลังงานจังหวัดนครนายก

ศาลากลางจังหวัดนครนายก
ถ.สุวรรณศร ต.ท่าช้าง อ.เมือง
จ.นครนายก 26000

สำนักงานพลังงานจังหวัดชลบุรี

98 ม.11 ถ.ดาวเทียม ต.ทุ่งสุขลา
อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230

สำนักงานพลังงานจังหวัดระยอง

ศูนย์ราชการจังหวัด ต.เนินพระ
อ.เมือง จ.ระยอง 21150

สำนักงานพลังงานจังหวัดจันทบุรี

อาคารโยธาธิการและผังเมืองจันทบุรี
ถ.เลียบเนิน อ.เมือง จ.จันทบุรี
22000

สำนักงานพลังงานจังหวัดตราด

สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง
จังหวัด ต.หนองเสม็ด อ.เมือง
จ.ตราด 22000

สำนักงานพลังงานจังหวัดฉะเชิงเทรา

ศูนย์ราชการจังหวัดฉะเชิงเทรา
ถ.เรืองวุฒิ อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
24000

สำนักงานพลังงานจังหวัดปราจีนบุรี

ศูนย์ราชการจังหวัด (ชั้น 53)
ถ.สุวินทวงศ์ ต.ไม้เค็ด อ.เมือง
จ.ปราจีนบุรี 25230

สำนักงานพลังงานจังหวัดสระแก้ว

ศูนย์ราชการจังหวัด (ชั้น 2)
ถ.สุวรรณศร ต.ท่าเกษม อ.เมือง
จ.สระแก้ว 27000

สำนักงานพลังงานจังหวัดราชบุรี

178 หมู่ 1 ต.หินกอง อ.เมือง
จ.ราชบุรี 70000

สำนักงานพลังงานจังหวัดนครปฐม

72/7-8 หมู่ 5 ถ.ยิงเป้าใต้
ต.สนามจันทร์ อ.เมือง จ.นครปฐม
73000

สำนักงานพลังงานจังหวัดกาญจนบุรี

ศาลากลางจังหวัดกาญจนบุรีหลังเก่า
ชั้นล่าง ต.ปากแพรก อ.เมือง
จ.กาญจนบุรี 71000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสมุทรสาคร

ศาลากลางจังหวัด ชั้น 4 ต.มหาชัย
อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสมุทรสงคราม

ศาลากลางจังหวัดสมุทรสงคราม
(หลังเก่า) ชั้น 2 ต.แม่กลอง อ.เมือง
จ.สมุทรสงคราม 75000

สำนักงานพลังงานจังหวัดเพชรบุรี

267 หมู่ 2 ถ.ศิริรัฐยา ต.ธงชัย
อ.เมือง จ.เพชรบุรี 76000

สำนักงานพลังงานจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ศาลากลางจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ชั้น 3 ถ.สระธวัช อ.เมือง
จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000

สำนักงานพลังงานจังหวัดมหาสารคาม

ศาลากลางจังหวัดมหาสารคาม ชั้น 3
ห้อง 312 อ.เมือง จ.มหาสารคาม
44000

สำนักงานพลังงานจังหวัดบุรีรัมย์

เลขที่ 12/2 ถนนนคร ต.ในเมือง
อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ 31000

สำนักงานพลังงานจังหวัดชัยภูมิ

ชั้น 3 อาคารศาลากลางจังหวัดชัยภูมิ
ถนนบรรณาการ อำเภอเมือง
จังหวัดชัยภูมิ 36000

สำนักงานพลังงานจังหวัดศรีสะเกษ

อาคารศาลากลางจังหวัดศรีสะเกษ
ชั้น 1 ถ.เทพา อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ
33000

สำนักงานพลังงานจังหวัดนครราชสีมา

อาคารราชสีมาอเวนิว 230/13-16
ถ.มิตรภาพ-หนองคาย ต.ในเมือง
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสุรินทร์

350 หมู่ 7 ถ.สุรินทร์-ปราสาท
ต.นอกเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์
32000

สำนักงานพลังงานจังหวัดหนองบัวลำภู

ศูนย์ราชการจังหวัด ถ.อุตรธานี-เลย
ต.ลำภู อ.เมือง จ.หนองบัวลำภู
39000

สำนักงานพลังงานจังหวัดเลย

สำนักงานจังหวัดเลย ถ.ศาลากลาง
จังหวัด ต.กุดป่อง อ.เมือง จ.เลย
42000

สำนักงานพลังงานจังหวัดอุดรธานี

ศาลากลางจังหวัด ชั้น 6
ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี
41000

สำนักงานพลังงานจังหวัดหนองคาย

195/1 บ้านนาไก่อ ถ.เลียงเมือง
สะพานไทย-ลาว ต.หนองกอมเกาะ
จ.หนองคาย 43000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสกลนคร

ศาลากลางจังหวัดสกลนคร ชั้น 4
ถ.ศูนย์ราชการ ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมือง
จ.สกลนคร 47000

สำนักงานพลังงานจังหวัดขอนแก่น

262 หมู่ 18 ถ.มิตรภาพ ต.ท่าพระ
อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40260

สำนักงานพลังงานจังหวัดนครพนม

ศาลากลางจังหวัด ชั้น 4
ถ.อภิบาลบัญชา ต.ในเมือง
จ.นครพนม 48000

สำนักงานพลังงานจังหวัดอุบลราชธานี

130 ถ.คลังอาวุธ ต.มะขามใหญ่
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000

สำนักงานพลังงานจังหวัดอำนาจเจริญ

ศาลากลางจังหวัด ชั้น 2 ถ.ชยางกูร
ต.โนนหนามแท่ง อ.เมือง
จ.อำนาจเจริญ 37000

สำนักงานพลังงานจังหวัดยโสธร

ศาลากลางจังหวัด ชั้น 2
ห้องสันติบาล (เก่า) อ.เมือง จ.ยโสธร
35000

สำนักงานพลังงานจังหวัดร้อยเอ็ด

ศาลากลางจังหวัดร้อยเอ็ด ชั้น 5
ถ.เทวภิบาล ต.ในเมือง อ.เมือง
จ.ร้อยเอ็ด 45000

สำนักงานพลังงานจังหวัดมุกดาหาร

ศาลากลางจังหวัด ชั้น 3
ถ.วิจิตรูการ ต.ในเมือง อ.เมือง
จ.มุกดาหาร 49000

สำนักงานพลังงานจังหวัดกาฬสินธุ์

ถ.ชัยสุนทร ต.กาฬสินธุ์ อ.เมือง
จ.กาฬสินธุ์ 46000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสุโขทัย

ศาลากลางจังหวัดสุโขทัย อาคาร 1
ถ.นิกรเกษม ต.ธานี อ.เมือง
จ.สุโขทัย 64000

สำนักงานพลังงานจังหวัดตาก

ศาลากลางจังหวัดตาก (หลังเก่า)
ชั้น 2 ถ.พหลโยธิน อ.เมือง
จ.ตาก 63000

สำนักงานพลังงานจังหวัดนครสวรรค์
99/5 ม.8 ถ.พหลโยธิน ต.ท่าน้ำอ้อย
อ.พยุหะคีรี จ.นครสวรรค์ 60130

สำนักงานพลังงานจังหวัดอุทัยธานี
ศาลากลางจังหวัดอุทัย ถ.ศรีอุทัย
ต.อุทัยใหม่ อ.เมือง จ.อุทัยธานี
61000

สำนักงานพลังงานจังหวัดกำแพงเพชร
ศาลากลางจังหวัดกำแพงเพชร
(หลังใหม่) ชั้น 1
ถ.สุโขทัย-กำแพงเพชร ต.หนองปลิง
อ.เมือง จ.กำแพงเพชร 62000

สำนักงานพลังงานจังหวัดน่าน
รร.ฝายแก (เดิม) ถ.น่าน-พะเยา
ต.คิมตอง อ.เมือง จ.น่าน 55000

สำนักงานพลังงานจังหวัดพิจิตร
34 ถ.ศรีมาลา ต.ในเมือง อ.เมือง
จ.พิจิตร 66000

สำนักงานพลังงานจังหวัดพิษณุโลก
80 หมู่ 3 ถ.พิษณุโลก-แควน้อย
ต.มะขามสูง อ.เมือง จ.พิษณุโลก
65000

สำนักงานพลังงานจังหวัดเพชรบูรณ์
159/21 ม.5 ต.สะเตียอ อ.เมือง
จ.เพชรบูรณ์ 67000

สำนักงานพลังงานจังหวัดอุตรดิตถ์
ศาลากลางจังหวัดอุตรดิตถ์
ถ.ประธานาธิบดี อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
53000

สำนักงานพลังงานจังหวัดแพร่
ศาลากลางจังหวัดแพร่หลังใหม่
ถ.ไชยบูรณ์ อ.เมือง จ.แพร่ 54000

สำนักงานพลังงานจังหวัดแม่ฮ่องสอน
ศาลากลางจังหวัดแม่ฮ่องสอน
ถ.ชุมชุมประพาส ต.จองคำ อ.เมือง
จ.แม่ฮ่องสอน 58000

สำนักงานพลังงานจังหวัดเชียงใหม่
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่ ชั้น 5
ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่
50300

สำนักงานพลังงานจังหวัดเชียงราย
ถ.ศูนย์ราชการ ต.ริมกก อ.เมือง
57100

สำนักงานพลังงานจังหวัดลำพูน
275 หมู่ 2 ต.ป่าสัก อ.เมือง จ.ลำพูน
51000

สำนักงานพลังงานจังหวัดลำปาง
ศาลากลางจังหวัดลำปาง ต.พระบาท
อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

สำนักงานพลังงานจังหวัดพะเยา
ศาลากลางหลังเก่า ชั้น 2
ถ.พหลโยธิน ต.บ้านด้อม อ.เมือง
จ.พะเยา 56000

สำนักงานพลังงานจังหวัดพังงา
70/17-18 เทศบาลบำรุง ต.ถ้ำน้ำผุด
อ.เมือง จ.พังงา 82000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสุราษฎร์ธานี
ศาลากลางจังหวัด (หลังใหม่) ชั้น 3
ถ.ดอนนคม ต.มะขามเตี้ย อ.เมือง
จ.สุราษฎร์ธานี 84000

สำนักงานพลังงานจังหวัดนครศรีธรรมราช
ศาลากลางจังหวัด ถ.ราชดำเนิน
อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000

สำนักงานพลังงานจังหวัดระนอง
555 ถ.เพชรเกษม ต.บางนอน
อ.เมือง จ.ระนอง 85000

สำนักงานพลังงานจังหวัดภูเก็ต
267 ถ.แม่หลวน ต.ตลาดใหญ่ อ.เมือง
จ.ภูเก็ต 83000

สำนักงานพลังงานจังหวัดชุมพร
ศาลากลางจังหวัดชุมพร (หลังใหม่)
ชั้น 4 ถ.อาภากร อ.เมือง จ.ชุมพร
86000

สำนักงานพลังงานจังหวัดกระบี่
ศาลากลางจังหวัดกระบี่ ถ.อูตรกิจ
ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.กระบี่ 81000

สำนักงานพลังงานจังหวัดตรัง
หมู่ที่ 6 ถ.ตรัง-ปะเหลียน ต.บ้านควน
อ.เมือง จ.ตรัง 92000

สำนักงานพลังงานจังหวัดนราธิวาส
ศาลากลางจังหวัด (หลังใหม่) ชั้น 5
ถ.ศูนย์ราชการ ต.ลำภู อ.เมือง
จ.นราธิวาส 96000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสงขลา
ศาลากลางจังหวัด (หลังเก่า)
ถ.ราชดำเนิน ต.บ่อยาง อ.เมือง
จ.สงขลา 90000

สำนักงานพลังงานจังหวัดพัทลุง
สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง
ถ.สุรินทร์ ต.คูหาสวรรค์ อ.เมือง
จ.พัทลุง 93000

สำนักงานพลังงานจังหวัดปัตตานี
ศาลากลางจังหวัด (หลังใหม่) ชั้น 2
ถ.เดชา ต.สะบารัง อ.เมือง จ.ปัตตานี
94000

สำนักงานพลังงานจังหวัดสตูล
ศาลากลางจังหวัด (หลังเก่า) ชั้น 2
ถ.สตูลธานี ต.พิมาน อ.เมือง จ.สตูล
91000

สำนักงานพลังงานจังหวัดยะลา
ศาลากลางจังหวัด อาคาร 2 ชั้น
ต.สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000

ศูนย์บริการวิชาการ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ศูนย์บริการวิชาการ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ศูนย์บริการวิชาการที่ 1 (จังหวัดปทุมธานี)
14/2 หมู่ 10 ต.คลองหนึ่ง
อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทร. 0-2529-0660
โทรสาร 0-2529-0660

ศูนย์บริการวิชาการที่ 6 (จังหวัดอุบลราชธานี)
39 หมู่ 8 บ้านแคน ต.สำโรง
อ.สำโรง จ.อุบลราชธานี 34360
โทร. 0-4530-3101
โทรสาร 0-4530-3205

ศูนย์บริการวิชาการที่ 2 (จังหวัดราชบุรี)
178 หมู่ 1 ต.หินกอง อ.เมือง
จ.ราชบุรี 70000
โทร. 0-3239-1701
โทรสาร 0-3239-1701

ศูนย์บริการวิชาการที่ 7 (จังหวัดเชียงใหม่)
หลัง ม.แม่ใจ 147 หมู่ 8 ต.หนองหาร
อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290
โทร. 0-5335-3064, 0-5349-9032
โทรสาร 0-5349-9031

ศูนย์บริการวิชาการที่ 3 (จังหวัดมหาสารคาม)
ถ.โกสัมพีสัย-มหาสารคาม
ต.ท่าสองคอน อ.เมือง
จ.มหาสารคาม 44000
โทร. 0-4375-8124
โทรสาร 0-4375-8124

ศูนย์บริการวิชาการที่ 8 (จังหวัดสงขลา)
90 หมู่ 3 ต.คลองท่อม อ.คลองท่อม
จ.สงขลา 90115
โทร. 0-7423-9082
โทรสาร 0-7423-9082

ศูนย์บริการวิชาการที่ 4 (จังหวัดหนองคาย)
195/1 ถ.หนองคาย-เวียงจันทน์
ต.หนองกอบเกาะ อ.เมือง
จ.หนองคาย 43000
โทร. 0-4299-0894
โทรสาร 0-4299-0894

ศูนย์บริการวิชาการที่ 9 (จังหวัดนครศรีธรรมราช)
80 หมู่ 7 ต.หนองหงส์ อ.ทุ่งสง
จ.นครศรีธรรมราช 80110
โทร. 0-7530-2026
โทรสาร 0-7530-2026

ศูนย์บริการวิชาการที่ 5 (จังหวัดขอนแก่น)
262 หมู่ 18 ถ.มิตรภาพ ต.ท่าพระ
อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40260
โทร. 0-4326-2207
โทรสาร 0-4326-2207

ศูนย์บริการวิชาการที่ 10 (จังหวัดพิษณุโลก)
80 หมู่ 3 ต.มะขามสูง อ.เมือง
จ.พิษณุโลก 65000
โทร. 0-5529-9265
โทรสาร 0-5529-9265