การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาการใช้โปรดิวเซอร์แก๊สจากชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงในโครงการอาหารกลางวันสำหรับนักเรียน เพื่อทดแทนการใช้แก๊สหุงต้ม

Study on Using Producer Gas from Woody Fuel for Rural School's Lunch Project as Substitution for Liquefied Petroleum Gas

พิทักษ์ สุวรรณกูฏ[1*], แคทรียา สุวรรณศรี[2] และ ประภาพร สุวรรณกูฏ[3]
[1] กองเครื่องกล ฝ่ายก่อสร้างพลังความร้อน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130
[2] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000
[3]คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชีย อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110
* ติดต่อ: โทรศัพท์: (662) 4361047, โทรสาร: (662) 4361090,
E-mail: suvarnakuta@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบการนำเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) มาใช้ในการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง (Producer Gas) จากเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Fuel) เช่นไม้โตเร็ว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำแก๊สที่ได้มาใช้ในการประกอบอาหารกลางวันของโรงเรียน ทั้งนี้เพื่อทดแทนการใช้แก๊สหุงต้ม (Liquefied Petroleum Gas; LPG) ซึ่งหากรัฐบาลลอยตัวราคาแก๊สโดยการอิงราคาต่างประเทศมากขึ้น ทำให้ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะโครงการอาหารกลางวันของเด็กนักเรียน ซึ่งเป็นโครงการที่ไม่หวังผลกำไร ระบบแก๊สหุงต้มจากชีวมวลที่ออกแบบ ประกอบด้วย แก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลง (Downdraft Gasifier), cyclone, gas cooler, floating drum, coarse filter, storage tank และ burner ผลการศึกษาพบว่า ปัจจุบันโรงเรียนบางระกำใช้แก๊สหุงต้มในการประกอบอาหารให้นักเรียนขนาด 48 กิโลกรัมต่อถัง เดือนละ 8 ถัง หากเปลี่ยนมาใช้เตาหุงต้มแก๊สซิไฟเออร์จากไม้ จะลดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 54,600 บาท, 71,400 บาท และ 93,000 บาท สำหรับกรณีค่าแก๊สหุงต้มที่ราคา 950 บาท/ถัง และหากมีการลอยตัวราคาแก๊สหุงต้มที่ 1,125 บาท/ถัง และ 1,350 บาท/ถัง ตามลำดับ มีระยะเวลาคืนทุนระหว่าง 1.6 ปี ถึง 1.0 ปี ขึ้นกับราคาแก๊สหุงต้ม

คำหลัก: แก๊สซิไฟเออร์, แก๊สหุงต้มจากชีวมวล, ประหยัดพลังงาน, ภาวะโลกร้อน, การมีส่วนร่วมของชุมชน

Abstract

This paper presents a pilot system of solid biomass gasifier to utilize producer gas in rural school lunch's project for substitution of liquefied petroleum gas (LPG). It will be affect to end-user if the government decontrols LPG's price, especially lunch's project in rural school which is none profit project. The system includes downdraft gasifier, cyclone, gas cooler, floating drum, coarse

filter, storage tank and burner. The results show that at present the pilot school uses 8 tanks per month of LPG size 48 kg/tank. The operating cost should be saved when use wood gasifier system instead of LPG, the results show money saving about 54,600 Baht, 71,400 Baht and 93,000 Baht for LPG's price of 950, 1,125 and 1,350 Baht/tank, respectively. Payback period within 1.6 to 1.0 year depend on LPG's price.

Keywords: Gasifier, Gasifier stove, Energy conservation, Global warming, Public participation

1. บทนำ

จากปัญหาราคาเชื้อเพลิงที่มีความผันผวนตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ทำให้ทั่วโลกให้ความสนใจในการพัฒนาพลังงานทางเลือกอื่นๆ ที่จะมาทดแทนการใช้จากแหล่งพลังงานฟอสซิล เช่นน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งนอกจากราคาที่เพิ่มสูงขึ้นมากแล้ว ยังมีปริมาณที่จำกัด จากรายงานของ BP Statistical Review of World Energy, June 2007 [1] รายงานว่า ณ สิ้นปี 2549 ประเทศไทยมี Reserves to Production (R/P) Ratio ของก๊าซธรรมชาติ 12.4 ซึ่งหมายถึงมีปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติเพียงพอต่อการใช้งานเพียง 12.4 ปีเท่านั้น (ทั้งโลก 63.3 ปี) ขณะที่น้ำมันในประเทศไทยมีปริมาณสำรองใช้ได้อีก 4.3 ปี (ทั้งโลก 40.3 ปี) ส่วนปริมาณสำรองถ่านหินในประเทศไทยสามารถใช้ได้อีก 70 ปี (ทั้งโลก 147 ปี) ส่วนทรัพยากรด้านพลังงานทดแทนโดยเฉพาะกรณีของพลังงานจากชีวมวลนั้นในภาพรวมของทั้งประเทศ อธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตามยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. 2551 – 2565 [2] ได้วางเป้าหมาย ณ สิ้นแผนไว้ว่าจะใช้พลังงานทดแทนให้ได้ถึง 20.3% ของการใช้พลังงานทั้งหมด โดยจะสามารถทดแทนพลังงานได้ 19,700 ktoe/ปี ลดการนำเข้าพลังงานได้ 461,8000 ล้านบาท/ปี และลดก๊าซเรือนกระจกได้ 42 ล้านตัน/ปี ทั้งนี้แบ่งเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนในการผลิตไฟฟ้า 2.4% ใช้ในรูปความร้อน 7.6% เชื้อเพลิงชีวภาพ 4.1% และ NGV 6.2% เฉพาะการนำพลังงานทดแทนมาใช้ในรูปของพลังงานความร้อน ณ สิ้นแผนวางเป้าหมายไว้จะใช้ให้ได้ถึง 7,433 ktoe โดยแบ่งเป็นการใช้ความร้อนจากพลังแสงอาทิตย์ 38 ktoe การใช้ความร้อนจากก๊าซชีวภาพ 600 ktoe การใช้ความร้อนจากขยะ 35 ktoe และการใช้ความร้อนจากชีวมวลมีมากถึง 6,760 ktoe โครงการวิจัยนี้ก็เป็นตัวอย่างหนึ่งที่นำชีวมวลมาใช้ในรูปของพลังงานความร้อน ซึ่งตอบสนองนโยบายของรัฐบาล

2. แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

เทคโนโลยีการนำชีวมวลมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน มีหลายวิธี กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) เป็นหนึ่งเทคโนโลยีในการเปลี่ยนพลังงานที่มีประสิทธิภาพ โดยมีการพัฒนามาตั้งแต่สมัยสงครามโลก ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นพร้อมๆ กันทั้งในประเทศฝรั่งเศสและประเทศอังกฤษในปี ค.ศ. 1798 ในปี ค.ศ. 1850 ได้ใช้ผลิตแก๊สจากถ่านหินเพื่อต่อเข้าระบบท่อ "town gas" เพื่อใช้งานในกรุงลอนดอนประเทศอังกฤษ และได้พัฒนาไปสู่สหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1920 ในปี ค.ศ. 1930 ระบบท่อก๊าซธรรมชาติระบบแรกได้ถูกสร้างขึ้นสำหรับส่งก๊าซจากบ่อน้ำมันในเมือง Texas ไปเมือง Denver ซึ่งมีราคาถูกกว่า จึงได้เข้ามาแทนที่แก๊สที่ผลิตจากถ่านหิน และในอังกฤษก็ใช้ town gas ต่อมาจนถึงปี ค.ศ. 1970 จึงได้เลิกไปเมื่อค้นพบแหล่งน้ำมันที่ North Sea ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 ระบบแก๊สซิไฟเออร์ขนาดเล็ก (Small Gasifer) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ถ่านไม้ (Charcoal) และชีวมวล (Biomass) เป็นแหล่งเชื้อเพลิง (Feedstock) ในการผลิตโปรดิวเซอร์แก๊ส (Producer gas) เพื่อขับเคลื่อน

รถยนต์ เรือ รถไฟ และเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก ในปี ค.ศ. 1939 เยอรมันได้ทำการปิดเส้นทางการขนส่งน้ำมันไปยังยุโรป ส่งผลให้มีการผลิตและใช้งานรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบแก๊สซิไฟเออร์จำนวนมาก ในปี ค.ศ. 1943 ร้อยละ 90 ของรถยนต์ที่ใช้ในสวีเดนขับเคลื่อนด้วยระบบแก๊สซิไฟเออร์ เมื่อสงครามสงบมีระบบแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้ไม้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนรถบรรทุก รถยนต์ และรถโดยสารในยุโรปประมาณ 700,000 คัน และน่าจะมากกว่าล้านคันทั่วโลก [3]

ในประเทศไทยเอง ได้มีการพัฒนาแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงเช่นเดียวกัน โดยผู้ที่สนใจศึกษาและพัฒนาในยุคแรกๆคือ ศ.ดร.นักสิทธิ์ คูวัฒนาชัย ขณะที่รับราชการอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้พัฒนาเตาแก๊สซิไฟเออร์ โดยเน้นไปที่การนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อน [4,5,6,7] นอกจากนี้ยังมีการวิจัยที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (Asian Institute of Technology; AIT) โดย Prof. Bhattacharya ได้พัฒนาเตาแบบ Two-stage gasifier [8,9,10,11,12,13,14] เพื่อมีเป้าหมายในการลดน้ำมันดินที่เจือปนกับแก๊สให้น้อยที่สุด ซึ่งก็ประสบผลสำเร็จในระดับที่น่าพอใจ เพียงแต่ขาดการขยายผลในระดับ Pilot Plant เหตุที่ต้องวิจัยเพื่อกำจัดน้ำมันดินเนื่องจากน้ำมันดินเป็นอันตรายหากนำแก๊สนี้ไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน ก่อให้เกิดปัญหาค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงอย่างมาก ซึ่งปัจจัยหลักของความสำเร็จหรือล้มเหลวของการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้งานกับเครื่องยนต์สันดาปภายใน จึงทำให้งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นไปได้เพียงการสาธิตเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง ปัจจุบันนี้ก็ยังเป็นปัญหาที่ยังต้องการการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันที่ Technical University of Denmark ก็ได้มีการพัฒนา Two-stage gasifier [15,16] เช่นเดียวกัน แต่ต่างกันกับที่ AIT ที่ลักษณะการออกแบบ ในปัจจุบันเนื่องจากปัญหาราคาน้ำมันแพงทำให้นักวิชาการในมหาวิทยาลัยหลายแห่งเริ่มกลับมาให้ความสนใจเทคโนโลยีนี้อีกครั้ง เช่นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี [17]

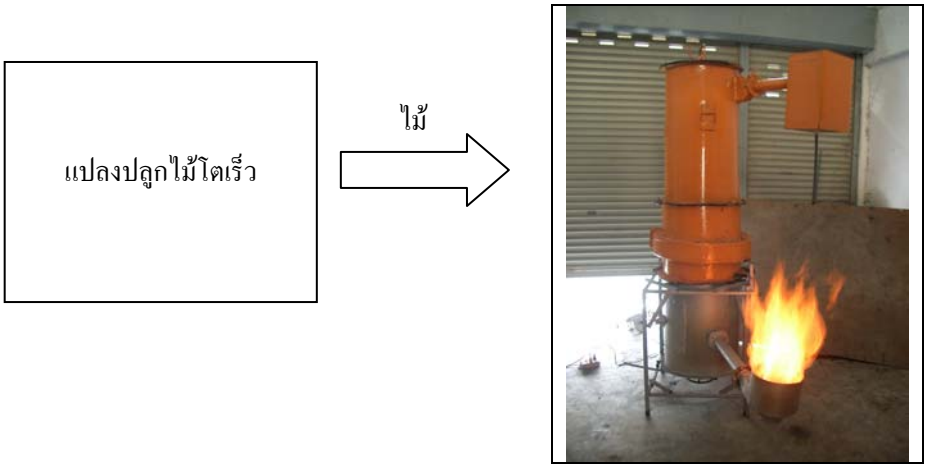
3. วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานฟอสซิล เช่นแก๊สหุงต้มซึ่งมีในปริมาณจำกัด ก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน และมีราคาแพง โดยการนำเชื้อเพลิงที่มีหรือที่ปลูกเองได้ในท้องถิ่น มาใช้ให้เกิดความคุ้มค่ามากขึ้น โดยให้มีผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใช้งานน้อยที่สุด สำหรับวัตถุประสงค์รองสามารถแยกแยะเป็นข้อๆ ได้ดังนี้ ได้ระบบต้นแบบการนำเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นไปใช้ในการหุงต้มในโรงเรียน นักเรียนและครู มีความตระหนักในการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การดำเนินโครงการวิจัยนี้เป็นการบูรณาการทางเทคโนโลยีและการใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งาน เพื่อเป้าหมายของการให้เกิดการใช้งานอย่างยั่งยืน ซึ่งจะเป็นตัวอย่างความร่วมมือระหว่างนักวิจัยและผู้ใช้ประโยชน์ในเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมา โดยทุกฝ่ายมีส่วนร่วมในโครงการทั้งนักวิจัย ครูและนักเรียน ซึ่งแตกต่างจากโครงการทั่วๆ ไปในอดีตที่ขาดการมีส่วนร่วม สิ่งที่นักวิจัยนักพัฒนา ดำเนินการขึ้นมา อาจไม่เป็นที่ต้องการของท้องถิ่น หรือชุมชน เพราะทำตามความต้องการของนักวิจัย แต่โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อชุมชนและสังคมในภาพรวม และเป็นต้นแบบการลดการพึ่งพาพลังงานที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน แล้วหันมาใช้วัสดุ หรือ

ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยการมีส่วนร่วมของโรงเรียน โดยคณะครู นักวิจัย และนักเรียนจะร่วมกันปลูกไม้โตเร็วในบริเวณโรงเรียนเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง และเป็นการสร้างความตระหนักการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนแก่นักเรียน แต่ในปีแรกต้นไม้ที่ปลูกอาจยังไม่เติบโตในระดับที่สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงได้ จึงต้องใช้จากป่าไม้ยูคาลิปตัสของโรงเรียนที่มีอยู่แล้วมาใช้งานก่อน โดยปัจจุบันโรงเรียนได้ปลูกไม้โตเร็วไว้จำนวน 8 ไร่ นอกจากนี้ยังมีไม้ที่ปลูกไว้รอบๆ บริเวณโรงเรียน และในพื้นที่วัดซึ่งสามารถตัดกิ่งมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นผลกระทบเชิงสังคมในวงกว้างและยั่งยืนในอนาคต คือนักเรียน และครู จะมีความตระหนักในการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน ท้ายที่สุดของโครงการวิจัยทุกฝ่ายจะร่วมปรึกษาหารือเพื่อวางรูปแบบการบริหารจัดการต่อๆไปภายหลังโครงการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว และจะเป็นต้นแบบสำหรับโรงเรียนอื่นต่อไป กรอบแนวคิดในการบูรณาการใช้โปรดิวเซอร์แก๊สในการหุงต้มในโครงการอาหารกลางวันของนักเรียนแสดงตามรูปที่ 1 ประกอบด้วย แปลงปลูกไม้โตเร็วในบริเวณโรงเรียน และเตาหุงต้มแบบแก๊สซิไฟเออร์โดยใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง



เตาหุงต้มแก๊สซิไฟเออร์

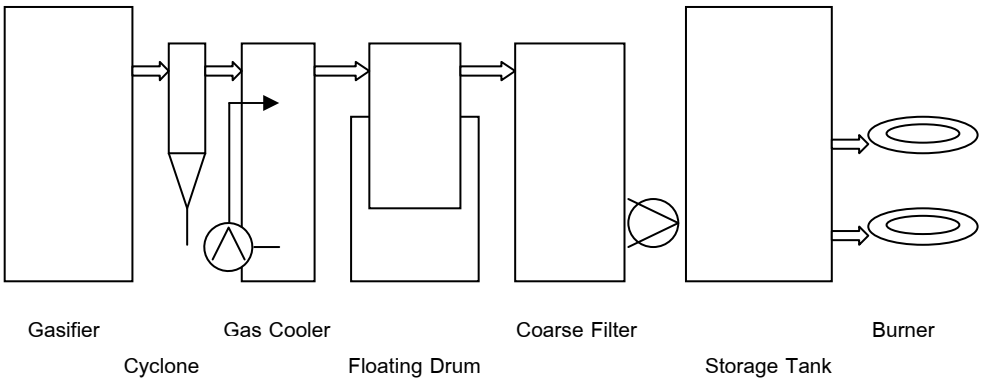
รูปที่ 1 รูปแบบการบูรณาการการใช้โปรดิวเซอร์แก๊สในโครงการอาหารกลางวันในโรงเรียน

5. ระบบใช้ก๊าซชีวมวลทดแทนก๊าซหุงต้มในโครงการอาหารกลางวัน

การออกแบบระบบการใช้โปรดิวเซอร์แก๊ส

ระบบการใช้โปรดิวเซอร์แก๊สในการหุงต้มในโครงการอาหารกลางวัน ประกอบด้วยแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลง (Down-draft gasifier) ขนาด 25-50 kJ/s ด้านในช่วง Oxidation zone และ Ash chamber ฉาบด้วยคอนกรีตทนไฟ และฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันความร้อนแก่ผู้ใช้งาน เตามีประสิทธิภาพ Gasification Efficiency ประมาณ 60-70% ทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้เพื่อผลิตโปรดิวเซอร์แก๊ส (Producer gas) ซึ่งประกอบด้วยแก๊สที่เผาไหม้ได้เช่น CO_2, H_2, CH_4 และแก๊สอื่นๆ ที่เผาไหม้ไม่ได้เช่น CO_2, N_2, O_2 เป็นต้น ค่าความร้อนของโปรดิวเซอร์แก๊สประมาณ 4-6 MJ/Nm^3 โปรดิวเซอร์แก๊สที่เกิดขึ้นจะถูกดูดไปตามท่อ โดยผ่าน Cyclone และ Gas Cooler เพื่อแยกอนุภาค (Particulate Matter) ต่างๆ ออกจากแก๊ส และลดอุณหภูมิแก๊สลง ในช่วงแรกของการ Start up โปรดิวเซอร์แก๊สยังไม่สามารถติดไฟได้ จึงต้องเปิดวาล์ว 1 ปล่อยแก๊ส Flare ออกนอกอาคาร เพื่อป้องกันไม่ให้ควันที่เกิดขึ้นรบกวนผู้ใช้งาน

เมื่อเวลาผ่านไปจนโปรดิวเซอร์แก๊สสามารถติดไฟได้ (ประมาณ 5-10 นาทีหลัง Start ระบบ) เปิดให้โปรดิวเซอร์แก๊สไหลไปที่ Floating Drum ซึ่งทำหน้าที่เก็บแก๊สชั่วคราว จากนั้นแก๊สจะถูกดูดผ่าน Coarse Filter ที่ภายในบรรจุถ่าน และขี้เลื่อย เพื่อลดความชื้นและกรองฝุ่นในชั้นสุดท้าย ก่อนอัดเข้าไปเก็บใน Storage Tank ที่ความดันไม่เกิน 5 bar เมื่อต้องการใช้งานสามารถเปิดวาล์วไปใช้งานที่หัวแก๊ส (Burner)



รูปที่ 2 ระบบหุงต้มด้วยก๊าซชีวมวล

ผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ช่วงปีที่ผ่านมาราคาพลังงานต่าง ๆ โดยเฉพาะค่าเชื้อเพลิง ได้เพิ่มขึ้นอย่างมากเป็นประวิติการณ์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจโลกในภาพรวม ทั้งต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่าย ค่าครองชีพ ราคาสินค้า อาหารต่างๆ ได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก เข้าขั้นวิกฤต ซึ่งมีความรุนแรงกว่าอดีต เพราะปัจจุบันมีความวิกฤตทั้งราคาพลังงาน อาหาร และภัยทางธรรมชาติ ซึ่งล้วนแต่เกิดจากสาเหตุของการพัฒนาที่ไม่สมดุล และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ทั้งสิ้น การลดการใช้พลังงานฟอสซิล แล้วใช้พลังงานที่มีตามธรรมชาติ เป็นการลดผลกระทบจากการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ถึงแม้จะทดแทนไม่ได้ทั้งหมดก็ตาม ซึ่งหากดำเนินการตามแนวทางของโครงการวิจัยนี้แล้วจะช่วยให้โรงเรียนประหยัดค่าใช้จ่ายจากค่าเชื้อเพลิงไปได้ เนื่องจากเชื้อเพลิงจะได้มาจากไม้โตเร็วที่คณะครูและนักเรียนปลูกเอง จะมีค่าใช้จ่ายเฉพาะค่าเตรียมเชื้อเพลิงในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าในการเลื่อยไม้ ส่วนค่าแรงจะไม่มี เพราะเป็นการให้นักเรียนมีส่วนร่วม และจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับพัดลม ปั๊มน้ำ และเครื่องอัดอากาศเท่านั้น เมื่อมองผลการประหยัดพลังงานเพียงโรงเรียนเดียวในรอบปีอาจดูไม่มีนัยสำคัญอะไรมาก แต่หากหลายๆ โรงเรียนทำเหมือนกันหรือกลุ่มองค์กรอื่นทำเช่นเดียวกัน เมื่อรวมกันเข้าแล้วจะเป็นมูลค่ามหาศาล (มี Impact) และที่สำคัญที่ไม่อาจวัดเป็นตัวเงินได้ คือจิตสำนึก และความตระหนักต่อการใช้พลังงานที่ยั่งยืน จะถูกปลูกฝังไปกับเด็กจนเติบโตเป็นผู้ใหญ่ และเป็นกำลังของชาติในอนาคต ในปัจจุบันโรงเรียนบางระกำใช้แก๊สหุงต้มในการประกอบอาหารให้นักเรียนเดือนละ 8 ถัง (ขนาด 48 กิโลกรัม) หากเปลี่ยนมาใช้เตาหุงต้มแก๊สซิไฟเออร์จากไม้ จะลดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 54,600 บาท, 71,400 บาท และ 93,000 บาท หรือประหยัดได้ร้อยละ 60, 66 และ 72 สำหรับกรณีค่าแก๊สหุงต้มที่ราคา 950 และหากมีการลอยตัวราคาแก๊สหุงต้มที่ 1,125 และ 1,350 บาท ตามลำดับ เมื่อคำนวณระยะเวลาคืนทุนกรณีเปลี่ยนมาใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์จากไม้ซึ่งมีต้นทุนการสร้างที่ 46,000 บาท จะมีระยะเวลาคืนทุนระหว่าง 1.6 ปี ถึง 1.0 ปี ขึ้นกับราคาแก๊สหุงต้ม รายละเอียดการคำนวณแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการคำนวณการประหยัดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาคืนทุน กรณีเปลี่ยนมาใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์จากไม้

รายการ	LPG (พยุงราคา)	LPG (ลอยตัว 25 บาท/กก.)	LPG (ลอยตัว 30 บาท/กก.)	Woody Gasifier
จำนวนแก๊สหุงต้มที่ใช้	8 ถังต่อเดือน (45 กก./ถัง)			0
ราคาแก๊สหุงต้มต่อถัง	950 บาท	1,125 บาท	1,350 บาท	0
ค่าแก๊สต่อปี	91,200 บาท	108,000 บาท	129,600 บาท	0
ค่ากระแสไฟฟ้าต่อปี (โดยประมาณ)	0	0	0	3,600 บาท (เดือนละ 300 บาท)
ค่าเชื้อเพลิงไม้*	0	0	0	18,000 บาท
ค่าทำโรงเรือน	0	0	0	15,000 บาท
รวมค่าใช้จ่ายต่อปี	91,200 บาท	108,000 บาท	129,600 บาท	36,600 บาท
ประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อเปลี่ยนมาใช้ Woody Gasifier	54,600 บาท	71,400 บาท	93,000 บาท	Base
ร้อยละของการประหยัดค่าใช้จ่าย	60	66	72	Base
ต้นทุนค่าสร้าง Woody Gasifier	0	0	0	53,300 บาท **
ระยะเวลาคืนทุนเมื่อเปลี่ยนมาใช้ Woody Gasifier	1.6 ปี	1.3 ปี	1.0 ปี	Base

* ในการคำนวณนี้คำนวณกรณี Worse case คือมีค่าเชื้อเพลิงด้วย แต่ตามวัตถุประสงค์ของโครงการจะใช้กิ่งไม้จากแปลงปลูกของโรงเรียนที่มีอยู่เดิม และปลูกเพิ่มเติม ส่วนค่าใช้จ่ายในการเตรียมเชื้อเพลิง (ตัด, ตากแห้ง) วางแผนไว้ว่าจะให้เป็นกิจกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียน จึงไม่มีใช้จ่าย ดังนั้นหากไม่คิดต้นทุนส่วนนี้ระยะเวลาคืนทุนจะเร็วขึ้นกว่าที่ประมาณการไว้ คืออยู่ที่ 1.0, 0.8 และ 0.6 ปี ตามลำดับ

** ต้นทุนหากผลิตใช้งานจริงและผลิตจำนวนมากจะถูกลง

6. สรุปผลการศึกษา

ระบบการใช้โปรดิวเซอร์แก๊สในการหุงต้มในโครงการอาหารกลางวัน นี้เป็นระบบต้นแบบสำหรับสาธิตการนำเทคโนโลยีมาใช้งาน โดยมีเป้าหมายให้เกิดการใช้งานอย่างยั่งยืน โดยใช้หลักการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนทั้งครู ภารโรง นักเรียน นักวิจัย จากการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่าระบบดังกล่าวมีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยมีระยะเวลาคืนทุนระหว่าง 1.6 ปี ถึง 1.0 ปี ขึ้นกับราคาแก๊สหุงต้ม

7. กิตติกรรมประกาศ

ผลการวิจัยภายใต้โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนอุดหนุนโครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรมจาก “สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ”

8. เอกสารอ้างอิง

[1] BP Statistical Review of World Energy, June 2007.www.bp.com/statisticalreview.

[2] กระทรวงพลังงาน, 2552. ยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. 2551 – 2565

[3] Reed, T.B. and Das, A., 1988. Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems. The Biomass Energy Foundation Press.

[4] Coovattanachai, 1986. Feasibility of Biomass Gasification for Power Generation and Process Heating. Proc. ASEAN Conf. on Energy from Biomass, pp. 263-301.

[5] Arthayukti, 1988. Biomass Gasification in Thailand. Submitted to National Energy Administration, Ministry of Science, Technology and Energy.

[6] Coovattanachai, 1988. Design and Development of a Small Rice Husk Gasification System. Proceeding of the ASEAN Workshop on Thermal Conversion of Biomass: Problem and Prospects 26-28 September, pp.123-140.

[7] Coovattanachai, 1990. Biomass Gasification. Final Report submitted to ASEAN SUB-COMMITTEE on Non-Conventional Energy Research and –Australia Energy Cooperation Programme.

[8] Siddique, A.H.Md.M. Rahman, 1997. Biomass Gasification for Producing Low Tar Gas. Master Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

[9] Dutta, A., 1998. A Study of Biomass Gasification for Engine Application. Master Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

[10] Bhattacharya, S.C., Siddique, A.H.Md.M. Rahman and Pham, H.L., 1999. A Study on Wood Gasification for Low-Tar Gas Production. Energy 24, 4; 285-296.

[11] San Shwe Hla, 1999. A Study of Biomass Gasifier-Engine System. Master Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

[12] Bhattacharya, S.C. and Dutta, A., 2000. Two-Stage Gasification of Wood with Preheated Air Supply: A Promising Technique for Producing Gas of Low Tar Content. International Solar Energy Society Congress, Conference Proceeding, Jerusalem, Israel July 4-9,

[13] Wickramashighe, 2001. A Multi-Stage Gasifier Engine System. Master Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

[14] Suwannakuta, P., 2002. A Study of Biomass Gasification in Spout-Fluid Bed. Master Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

[15] Bentzen, J.D. and Hummelshoj, R.M., 2000. Low Tar and High Efficiency Gasification Concept. International Conference on Efficiency, Cost, Optimisation, Simulation and Environmental Aspect of Energy and Process Systems (ECOS 2000), at University of Twente, Enschede, July 5-7.

<URL:http://www.et.dtu.dk/Halmfortet/publications/pdf/ecos00_low_tar_and_high.pdf>

[16] Bentzen, J.D., Henriksen, U., Hindsgaul, C and Brandt, P., 2001. Optimised Two-Stage Gasifier. Proceeding of the Conference, 1st World Biomass Conference and Technology Exhibition, at Sevilla, Spain, 5-9 June 2000.

[17] สมรัฐ เกิดสุวรรณ และสุธรรม ปทุมสวัสดิ์. 2549. การประชุมวิชาการแห่งชาติครั้งที่ 1 ระบบกำเนิดก๊าซเชื้อเพลิงจากชีวมวลและขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน: ทางเลือกใหม่ของพลังงานทดแทน