

ผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย

ECONOMIC IMPACT OF FUEL PELLET PRODUCTION FROM THE SEWAGE SLUDGE

กฤติเดช ดวงใจบุญ¹ สุทธิลักษณ์ ชุนประวัติ² เมตยา กิติวรรณ³ และ
ปรานค์ทิพย์ ฤทธิ์โชติ แก้วเพ็งกรอ^{1*}

Krittidej Duangjaiboon¹ Suttilug Choonprawat² Mettaya Kittiwat³ and Prangthip Rittichote
Kaewpengkrow¹

¹ วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ (RCSEE) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
96 หมู่ 3 ถนนพุทธมณฑลสาย 5 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

² คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม 46 ถนนเจริญสุขนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ
เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

³ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนเจริญกรุง
แขวง/เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร

¹ Rattanakosin College for Sustainable Energy and Environment (RCSEE), Rajamangala University of
Technology Rattanakosin, 96 Moo 3 Phutthamonthon Sai 5 Rd., Salaya, Phutthamonthon, Nakhon Pathom,

² Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College
46 Charunsanitwong Rd., Wat Thapra Bangkokyai, Bangkok

³ Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Chalongkrung Rd., Ladkrabang,
Bangkok

Received : 17 April 2021

Revised : 23 May 2021

Accepted : 15 June 2021

* Corresponding author E-mail : prangtip.kae@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

เม็ดเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกากของเสียของอุตสาหกรรมแปรรูปปลาห่านกระบือ มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านหินสำหรับหม้อไอน้ำ เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากของเสียให้กับอุตสาหกรรมแปรรูปปลาห่านกระบือได้อย่างดี อย่างไรก็ตามผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ได้รับจากการใช้เม็ดเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกากของเสียเป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านหินค่อนข้างจะอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงของราคาถ่านหินที่เป็นเชื้อเพลิงหลักของหม้อไอน้ำ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเม็ดเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกากของเสียที่แปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของราคาถ่านหิน โดยผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อราคาของเชื้อเพลิงถ่านหินมีแนวโน้มสูงขึ้น ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ได้รับจากการใช้เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียจะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลการวิเคราะห์พบว่าอัตราผลตอบแทนด้านพลังงานรวม (Total Saving Rate Cost : TSRC) สูงสุด (69.10%) จะเกิดขึ้นที่ค่าเชื้อเพลิงถ่านหิน +20% ซึ่งส่งผลต่อดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ดีขึ้นทั้งหมดเช่นกันดังนี้คือผลกำไรสุทธิ (NPV) 109,648.03 บาท, อัตราผลตอบแทน (IRR) 62.61%, อัตราส่วนผลตอบแทนต่อเงินลงทุน (B/C) 201.29%, ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) 1.75 ปี

<http://jeet.siamtechu.net>

แต่ในทางกลับกันเมื่อราคาเชื้อเพลิงถ่านหินลดต่ำลงตั้งแต่ -20% ลงไปกลับพบว่าไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย

คำสำคัญ: กากของเสีย, ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์, ของเสียเป็นพลังงาน, การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ABSTRACT

Fuel pellets are produced from the sewage sludge of the canned tuna processing industry. Qualified to be used as a coal substitute for boilers. Due to the low production cost and the cost of sewage sludge removal, the canned tuna processing industry. However, the economic returns from the use of sewage sludge fuel pellets as a substitute for coal. They are somewhat susceptible to changes in coal prices as the main fuel of the boilers. Therefore, this study will focus on analyzing the economic return of fuel pellets produced from sewage sludge which varies according to changes in coal prices. The results of the study showed that when the price of coal fuel tended to rise. Significantly higher economic returns from the use of sewage sludge fuel pellets. The results of the analysis showed that Total Saving Rate Cost (TSRC) would occur at the highest (69.10%), which would occur at + 20% of coal fuel, which resulted in the overall improvement of the economic index. As well as Net Present Value (NPV) 109,648.03 baht, Internal Rate of Return (IRR) 62.61%, Benefit per Cost Ratio (B/C) 201.29%, Payback Period (1.75 years). Whereas, when the price of coal fuel has dropped from -20% down, it is found that it is not worth the investment in producing fuel pellets from sewage sludge.

Keywords: sewage sludge, economic return, waste to energy, sensitivity analysis

1. บทนำ

อุตสาหกรรมแปรรูปปลากระป๋องถึงแม้ว่าจะสร้างรายได้มูลค่ามหาศาลเข้าประเทศ แต่ในทางกลับกันอุตสาหกรรมนี้กลับสร้างมลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อมจากของเสียในกระบวนการผลิตด้วยเช่นกัน ดังนั้นผู้ประกอบการจึงพยายามแก้ปัญหาเรื่องของเสียด้วยการนำกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ หนึ่งในนั้นคือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเปลี่ยนของเสียให้เป็นพลังงาน (Waste to Energy : WTE) โดยวิธีการนำกากของเสียจากอุตสาหกรรมแปรรูปปลากระป๋องมาผลิตเป็นเม็ดเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงถ่านหินในหม้อไอน้ำเพื่อแก้ปัญหาดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งวิธีนี้ยังมีผลพลอยได้ในแง่ของการลดต้นทุนในการกำจัดของเสียและค่าเชื้อเพลิงถ่านหินได้อีกทางหนึ่ง

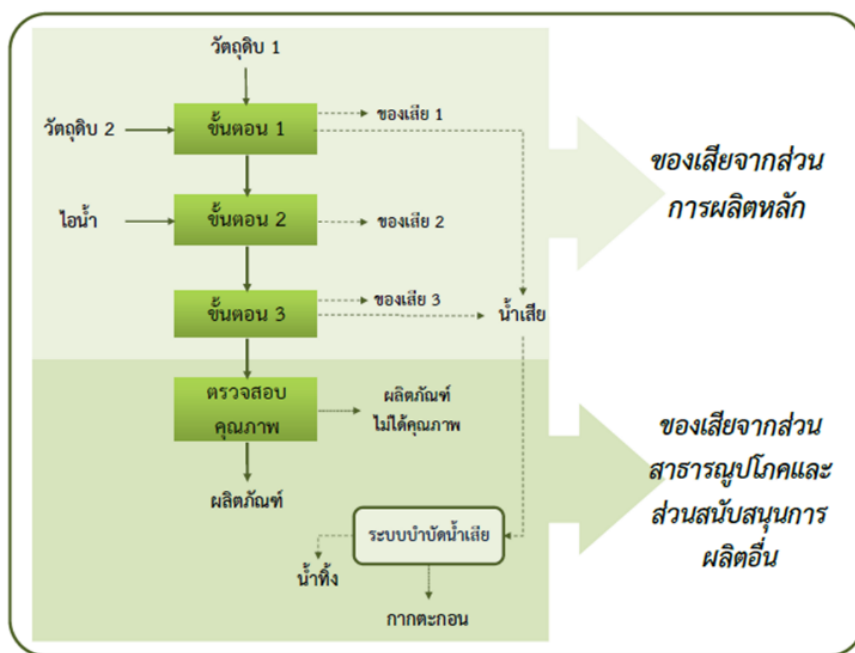
อย่างไรก็ตาม การใช้เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียของอุตสาหกรรมแปรรูปปลากระป๋องมาผลิตเป็นพลังงาน ถึงแม้ว่าจะสามารถช่วยแก้ปัญหาเรื่องของเสียอีกทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากของเสียและประหยัดค่าเชื้อเพลิงถ่านหินของหม้อไอน้ำได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อราคาของถ่านหินมีการเปลี่ยนแปลงย่อมส่งผลกระทบต่อความคุ้มค่าทางด้านการเงินจากการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกากของเสียเช่นเดียวกัน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียที่แปรผันตามราคาถ่านหินของหม้อไอน้ำสำหรับกระบวนการแปรรูปปลากระป๋อง ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางการประเมินความเหมาะสมในด้านความคุ้มค่าทางด้านการเงินสำหรับเชื้อเพลิงทดแทนอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ของเสียจากกระบวนการแปรรูปปลาทุ่นกระป๋อง

ในอุตสาหกรรมแปรรูปปลาทุ่นบรรจุกระป๋อง กระบวนการผลิตต่าง ๆ มักจะก่อให้เกิดของเสียจำนวนมากได้แก่ ซากหัวปลา เครื่องในปลา ก้างปลา เลือดปลา น้ำมัน รวมทั้งน้ำต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการผลิต ซึ่งในส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้มีปริมาณสารอาหารที่สามารถนำกลับไปใช้ได้ ในกระบวนการกำจัดมักจะกรองเอาของแข็งซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 25-30 ของวัตถุดิบ ออกให้หมดก่อน ส่วนที่เหลือ คือ ของเหลวประมาณร้อยละ 30-35 ของวัตถุดิบ [1]



รูปที่ 1 ของเสียจากกระบวนการผลิตปลาทุ่นบรรจุกระป๋อง

2.1.1 น้ำเสีย

การใช้น้ำในกระบวนการผลิตปลาทุ่นกระป๋องนั้น ทำให้เกิดน้ำเสียจากหลายขั้นตอน ได้แก่ การล้างทำความสะอาดวัตถุดิบ การล้างกระป๋องที่ปิดผนึกแล้ว การล้างอุปกรณ์และพื้นในสายการผลิต น้ำเสียจากการนึ่งปลา น้ำเสียจากการนึ่งปลาเชื้อ น้ำเสียจากการลดอุณหภูมิ ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานโดยส่วนใหญ่เกิดจากขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ กระป๋อง รวมทั้งการทำความสะอาดพื้นและสายการผลิต นอกจากนี้ประเด็นที่สำคัญที่โรงงานส่วนใหญ่จะเลยและก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียและกากของเสียตามมาคือ การไม่แยกของเสีย เช่นเศษปลาจากการตัด ก่อนล้างปลาหรือก่อนระบายลงท่อระบายน้ำจากการศึกษาของ World Bank และกรมโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าภาระของเสียที่ระบายออกจากโรงงานผลิตอาหารกระป๋อง มีลักษณะดังตารางที่ 1 ส่วนการศึกษาปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดขึ้นจากแต่ละขั้นตอนการผลิตแสดงดังตารางที่ 2

<http://jeet.siamtechu.net>

ตารางที่ 1 ค่าความสกปรกจากกระบวนการแปรรูปปลาทุ่นบรรจุกระป๋อง [2]

รายการ	ปลาทุ่น
อัตราการไหลของน้ำเสีย (Litre/Ton _{Product})	22,300
บีโอดี (kg/Ton _{Product})	15
TSS (kg/Ton _{Product})	11
ไขมันและน้ำมัน (kg/Ton _{Product})	5.6
ค่าความเป็นกรดต่าง	6.8

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอนการผลิต [3]

ขั้นตอนการผลิต	ปริมาณน้ำเสีย	
	m ³ /Ton _{Product}	ร้อยละในน้ำเสียรวม
การละลายน้ำแข็ง	1.2-5.1	16-40
การผ่าปลาควักไส้	2.3	30
การนึ่งปลา	0.2-0.6	3-5
การบรรจุกระป๋อง	4	30-50

2.1.2 กากของเสีย

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ กากของเสียอินทรีย์ ได้แก่ หัว หาง ใสปลาที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการตัดแต่งและการนึ่ง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 25–30 ของวัตถุดิบ และของเสียที่เป็นเศษกระป๋อง ฟากระป๋อง ฉลากผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยปริมาณกากของเสียแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณกากของเสียของอุตสาหกรรมแปรรูปปลาทุ่นบรรจุกระป๋อง [4]

ขั้นตอนการผลิต	กากของเสีย	ปริมาณ
การคัดเลือกวัตถุดิบ	เศษเนื้อปลา	0-30 kg/Ton _{Raw material}
การตัดแต่งและบรรจุกระป๋อง	หัว หาง ก้าง และเศษเนื้อปลา	250-300 kg/Ton _{tuna}
การนึ่งฆ่าเชื้อ	ปลากระป๋องที่เสียหาย	10-80 kg/Ton _{Product}

2.1.3 กากตะกอนน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสีย

กากตะกอนน้ำเสียจากอุตสาหกรรมแปรรูปปลาทุ่นบรรจุกระป๋อง เกิดจากวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบตะกอนเร่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายแต่การเดินระบบประเภทนี้จะต้องมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด จากข้อมูลของคู่มือบัญชีของเสียที่เป็นแหล่งทรัพยากรทดแทน ได้มีการบันทึกและขึ้นบัญชีกากตะกอนน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งมีกากตะกอนน้ำเสียจะมีองค์ประกอบและคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

<http://jeet.siamtechu.net>

องค์ประกอบหลัก

- คาร์บอน (Carbon : C) : 33.51-40.49%
- อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) : 30.18-34.81%
- ไนเตรต (Nitrate; NO₃-) : 0.44-0.83
- ฟอสเฟต (Phosphate; P) : 0.03-0.05%

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

- มวลโมเลกุล (Molecular mass) : 92.14 g.mol⁻¹
- จุดเดือด (Boiling point) : 110.6 °C
- จุดวาบไฟ (Flash point) : 4 °C

2.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ คือ การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการจะทำให้ผู้ประเมินโครงการทราบและวางแผนรับมือในกรณีที่มีตัวแปรบางตัวที่ไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์และอาจจะส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนสุทธิของโครงการได้ ทั้งนี้เพื่อที่จะได้หาแนวทางการควบคุมป้องกันตัวแปรต่างๆ เหล่านั้นเพื่อให้ดำเนินงานของโครงการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นว่าโครงการมีความคล่องตัว และทนต่อความเสี่ยงได้มากน้อยแค่ไหนปัจจัยที่มีความเสี่ยงต่อการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ ความเสี่ยงเป็นสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตและมีความไม่แน่นอน แต่สามารถประมาณค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นได้ (Probability or expected value) ส่วนความไม่แน่นอน เป็นสถานการณ์ที่ไม่สามารถคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต คือ ไม่สามารถกะประมาณความน่าจะเป็นได้ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เป็นการพิจารณาผลกระทบในกรณีที่ปัจจัยต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเหตุการณ์ด้านความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของเศรษฐกิจอาจจะทำให้มีผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกลงทุน จึงต้องมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ คือ

- ต้นทุนผันแปรเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ในขณะที่รายได้คงที่
- รายได้ลดลงร้อยละ 5 ในขณะที่ต้นทุนผันแปรคงที่
- รายได้ลดลงร้อยละ 5 ในขณะที่ต้นทุนผันแปรเพิ่มขึ้นร้อยละ 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวนี้จะช่วยให้ทราบถึงตัวแปรที่อาจจะก่อให้เกิดความผันแปร ผลตอบแทนสุทธิของโครงการเพื่อใช้ประกอบการประเมินโครงการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และการประเมินนั้นควรพิจารณาว่าผลตอบแทนหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการตัดสินใจนั้นคุ้มค่าพอที่จะชดเชยกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

- กำหนดตัวแปรทุกตัวซึ่งมูลค่ามีความไม่แน่นอน
- ระบุขอบเขตของข้อมูลที่เป็นไปได้สำหรับตัวแปรแต่ละตัว
- คำนวณค่า NPV แต่ละกรณี โดยให้มูลค่าตัวแปรอื่นคงที่ทั้งหมด

2.3 การวิเคราะห์ผลการตอบแทนของเม็ดเชื้อเพลิง

การวิเคราะห์ด้านการเงินและการลงทุนของโครงการ กระทำได้โดยได้ทำการวิเคราะห์หาผลตอบแทนด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่เกิดจากการลงทุนกับต้นทุนของเงินทุนที่นำไปใช้ในการก่อสร้าง การศึกษาและประเมินผลตอบแทนทางการเงินและการลงทุน มีพารามิเตอร์หลักที่นิยมใช้ในการประเมินความเหมาะสมของโครงการด้านการลงทุน ดังนี้

1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนสุทธิหรือกระแสเงินสดของโครงการซึ่งสามารถคำนวณได้ด้วยการทำส่วนลดการแสดงผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ในการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{Benefit - Cost}{(1+i)^t} \quad (1)$$

2. อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

อัตราผลตอบแทนของโครงการ คือ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้นอัตราผลตอบแทนของโครงการจึงได้แก่อัตราดอกเบี้ยหรือ i ที่ทำให้ $NPV = 0$ สำหรับการคำนวณการคำนวณอัตราผลตอบแทนทางการเงิน เพื่อหาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$IRR = \sum_{t=0}^n \frac{Benefit}{(1+IRR)^t} - \frac{Cost}{(1+IRR)^t} \quad (2)$$

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio, B/C)

อัตราส่วนผลตอบแทนต่อเงินลงทุน คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนหรือมูลค่าผลตอบแทนของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนหรือต้นทุนรวมของโครงการค่าพารามิเตอร์นี้ใช้วัดความคุ้มค่าของโครงการ สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$B/C = \sum_{t=0}^n \frac{\frac{Benefit}{(1+i)^t}}{\frac{Cost}{(1+i)^t}} \quad (3)$$

4. ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาการคืนทุน คือ ระยะเวลาที่รายได้หลังจากหักค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสามารถนำไปชำระเงินที่ลงทุนในการพัฒนาโครงการได้ครบถ้วน โดยส่วนใหญ่ใช้นับเป็นจำนวนปี โครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นจะเป็นโครงการที่ดีกว่าโครงการที่มีระยะคืนทุนยาว สำหรับการคำนวณระยะเวลาคืนทุน เพื่อหาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี}} \quad (4)$$

โดยที่

NPV	คือ	มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุของโครงการ (บาท)
B/C	คือ	อัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (%)
IRR	คือ	อัตราผลตอบแทนทางการเงิน (%)
Benefit	คือ	มูลค่าผลตอบแทนในปีที่ t (บาท)
Cost	คือ	มูลค่าของต้นทุนในปีที่ t (บาท)
i	คือ	อัตราคิดลด (Discount Rate) กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 7.75%
t	คือ	ปีของโครงการ
n	คือ	อายุของโครงการ (ปี) กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10 ปี

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย จะทำการศึกษาผลตอบแทนของการใช้เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียทดแทนการใช้งานเชื้อเพลิงถ่านหินเดิมในหม้อไอน้ำ ภายใต้เงื่อนไขความอ่อนไหวของราคาเชื้อเพลิงถ่านหินที่มีโอกาสปรับตัวขึ้นลงตามกลไกของตลาดโลก โดยการศึกษานี้จะทำการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียจากเครื่องผลิตเม็ดเชื้อเพลิงที่ได้ควบคุมกำลังการผลิตแบบคงที่ (รูปที่ 2) และผ่านการวิเคราะห์ค่าความร้อนแล้ว มาทำวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์จากการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียต่อไป

3.1 การจัดเตรียมและรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์

การจัดเตรียมและรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการใช้เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย เริ่มด้วยการนำเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียในกระบวนการแปรรูปลาทุนากะปิ้งที่ผลิตจากเครื่องผลิตเม็ดเชื้อเพลิง (Lab scale Pelletization Machine) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm. ยาวประมาณ 15-20 mm. ความชื้น 20-35% (รูปที่ 3) มาวิเคราะห์ค่าความร้อน [6] จากนั้นศึกษาและรวบรวมข้อมูลของเชื้อเพลิงถ่านหินที่เป็นเชื้อเพลิงเดิมของหม้อไอน้ำเพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ต่อไป รายละเอียดและข้อมูลด้านเทคนิคการวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านการเงินเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียจะเป็นไปตามตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 รายละเอียดและข้อมูลด้านเทคนิคการวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านการเงินเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของ

เครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิง	
กำลังการผลิตเครื่องผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย (kg/hr)	1.00
ราคาเครื่องผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย (บาท)	20,650
ข้อมูลการวิเคราะห์เชื้อเพลิงถ่านหิน	
ค่าความร้อนเชื้อเพลิงถ่านหิน (MJ/kg)	27.79
มูลค่าเชื้อเพลิงถ่านหิน (บาท/kg)	3.00
ข้อมูลการวิเคราะห์เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย	
ค่าความร้อนเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย (MJ/kg)	12.56
มูลค่าเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย (ต้นทุนผลิตเม็ดเชื้อเพลิง) (บาท/kg)	1.00
มูลค่าการกำจัดกากของเสีย(บาท/kg)	1.10



รูปที่ 2 เครื่องผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย (Lab scale Pelletization Machine)



รูปที่ 3 เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย

3.2 การศึกษาความอ่อนไหวทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงความอ่อนไหวที่มีผลกระทบของผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์จากใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย ที่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิงถ่านหินซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักของหม้อไอน้ำในกระบวนการแปรรูปพลาสติกป้องกัน โดยตั้งสมมุติฐานในส่วนของราคาเชื้อเพลิงถ่านหินที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง $\pm 20\%$ ดังตารางที่ 5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของกากตะกอนน้ำเสียและสมบัติทางเชื้อเพลิง

ค่าความร้อนถ่านหิน (MJ/kg)	%การเปลี่ยนแปลงราคา	ราคาถ่านหิน (บาท/kg)
27.79	-20%	2.40
	-10%	2.70
	0%	3.00
	10%	3.30
	20%	3.60

จากนั้นจะดำเนินการวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านการเศรษฐศาสตร์จากการผลิตและใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียภายใต้ความอ่อนไหวตามตารางที่ 5 เพื่อทำการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่เกิดจากการลงทุนกับต้นทุนของเงินทุนที่นำไปใช้ในการผลิตเม็ดเชื้อเพลิง โดยจะทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากดัชนีดังต่อไปนี้

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)
- อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)
- อัตราส่วนผลตอบแทนต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio, B/C)
- ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

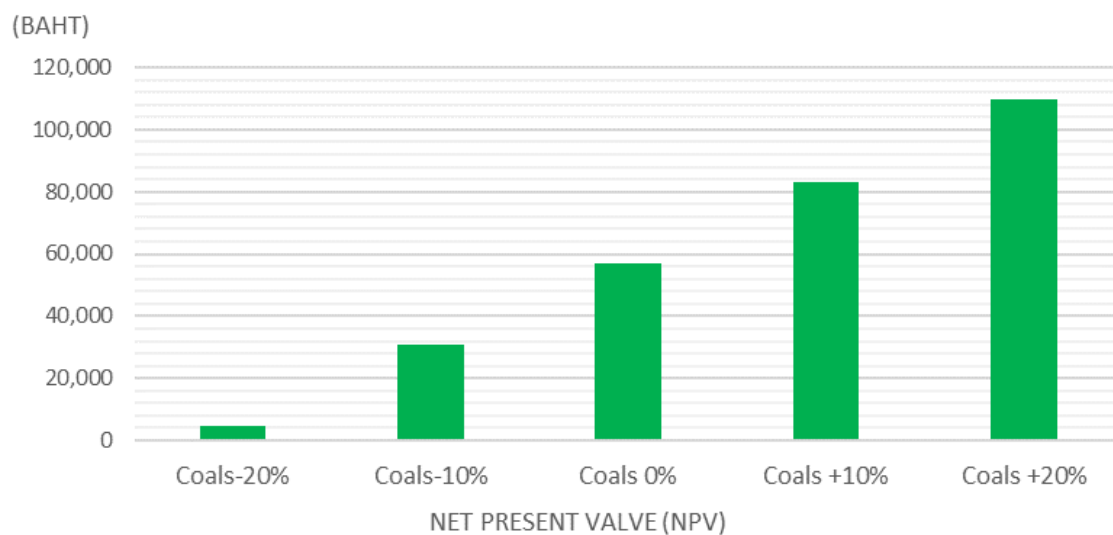
4.1 การศึกษาความอ่อนไหวทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียในเงื่อนไขความอ่อนไหวของราคาเชื้อเพลิงถ่านหิน สามารถสรุปผลการศึกษาดังตารางที่ 6 ดังนี้

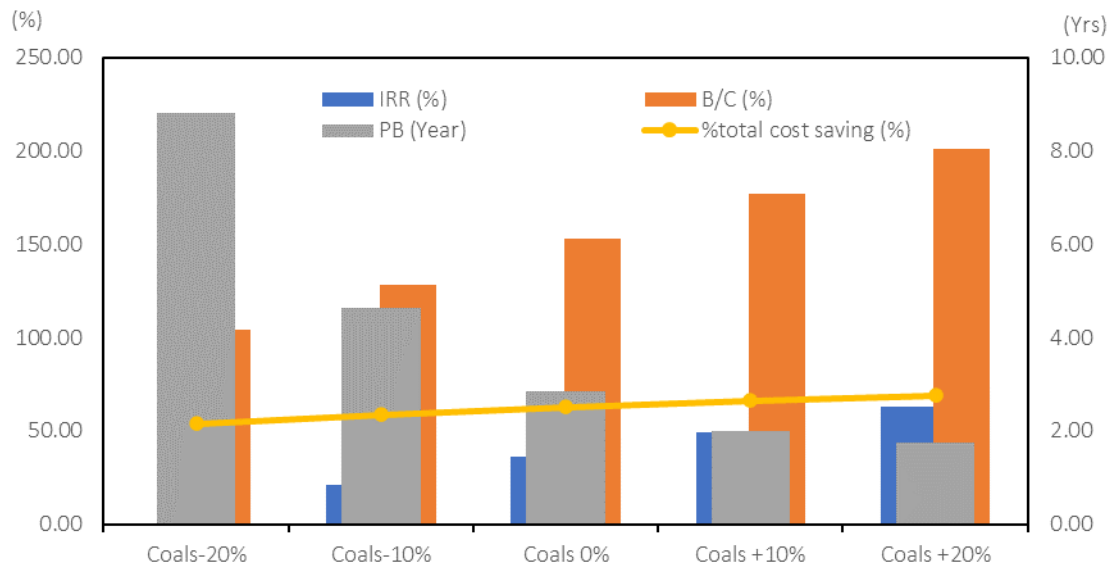
<http://jeet.siamtechu.net>

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์จากการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิง

Parameter	%Difference cost of Coals					Unit
	Coals-20%	Coals-10%	Coals 0%	Coals +10%	Coals +20%	
Manufacture Capacity	8,760.00	8,760.00	8,760.00	8,760.00	8,760.00	kg/Yrs.
Investment Costs	20,650.00					Baht
Coal Cost	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	Baht/kg
Coal Calorific Value	27.79					MJ/kg
Specific Energy Cost	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	Baht/MJ
Sewage Sludge Costs	1.00					Baht/kg
Net Heating Value	12.56					MJ/kg
Specific Energy Cost	0.08					Baht/MJ
Energy Saving	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	Baht/MJ
Energy Saving Cost/Unit	0.19	0.49	0.79	1.09	1.39	Baht/kg
Disposal Cost/Unit	1.10					Baht/kg
Total Saving Cost/Unit	1.29	1.59	1.89	2.19	2.49	Baht/kg
Total Cost Saving	11,277.80	13,905.80	16,533.80	19,161.80	21,789.80	Baht/Yrs.
%Total Saving Rate Cost	53.64	58.79	62.91	66.29	69.10	%
NPV	4,528.03	30,808.03	57,088.03	83,368.03	109,648.03	Baht
IRR	0.04	21.31	35.89	49.47	62.61	%
B/C	104.18	128.46	152.74	177.01	201.29	%
Payback Period	8.82	4.63	2.84	1.99	1.75	Yrs.



รูปที่ 4 ผลกำไรตลอดอายุโครงการของการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากตะกอนน้ำเสีย



รูปที่ 5 ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์จากการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสีย

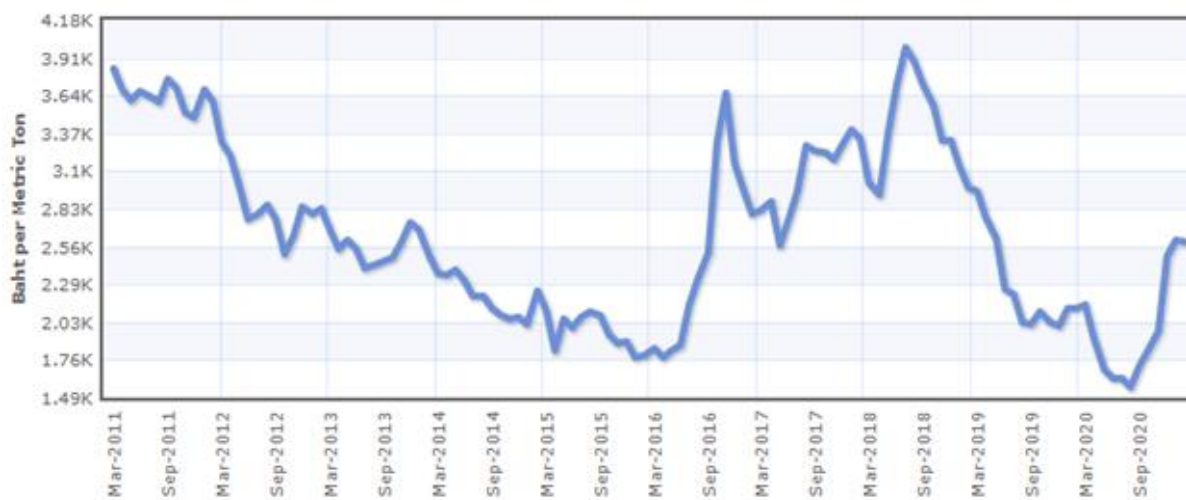
จากตารางที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียที่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิงถ่านหิน โดยผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อราคาของเชื้อเพลิงถ่านหินมีแนวโน้มสูงขึ้น ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ได้รับจากการใช้เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียจะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลการวิเคราะห์จะเป็นไปตามผลวิเคราะห์ในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 โดยรูปที่ 4 เป็นผลกำไรสุทธิ (NPV) ตลอดอายุการใช้งานของเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงที่มีอายุเฉลี่ย 10 ปี จะเห็นว่า NPV จะมีมูลค่าสูงตามราคาเชื้อเพลิงถ่านหินที่เพิ่มขึ้น โดย NPV สูงสุด (109,648.03 บาท) จะเกิดขึ้นที่ค่าเชื้อเพลิงถ่านหิน +20% และจากรูปที่ 5 เป็นการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์จากการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียซึ่งให้ผลไปในทิศทางเดียวกับรูปที่ 4 คืออัตราผลประโยชน์ด้านพลังงานรวม (Total Saving Rate Cost : TSRC) จะเกิดขึ้นสูงสุด (69.10%) จะเกิดขึ้นที่ค่าเชื้อเพลิงถ่านหิน +20% ซึ่งส่งผลต่อดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ดีขึ้นทั้งหมดเช่นกันดังนี้คือ อัตราผลตอบแทน (IRR) 62.61%, อัตราส่วนผลตอบแทนต่อเงินลงทุน (B/C) 201.29%, ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) 1.75 ปี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะงานวิจัย

การใช้เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียของกระบวนการแปรรูปปลาทุ่นกระป๋อง มีข้อดีในแง่ของการเพิ่มมูลค่าของเสียให้กลับมามีประโยชน์มากขึ้น ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการทำกากของเสียและสร้างพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงถ่านหินได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการใช้กากของเสียจะต้องนำมาผลิตเป็นเม็ดเชื้อเพลิงก่อนเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการผลิตในการขึ้นรูปเม็ดเชื้อเพลิง รวมทั้งการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียจะอ่อนไหวต่อราคาของเชื้อเพลิงถ่านหินเป็นอย่างมาก สังเกตได้ว่าหากราคาเชื้อเพลิงถ่านหินมีราคาที่ถูกลงมากกว่า -20% (อ้างอิงที่ราคาเชื้อเพลิงถ่านหิน 3.00 บาท/kg) การใช้เม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียจะไม่เกิดความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ไม่เหมาะสมต่อการลงทุนผลิตเป็นเม็ดเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงถ่านหินซึ่งโอกาสที่จะเกิดขึ้นเป็นไปได้น้อยมาก [7] เนื่องจากระดับราคาเชื้อเพลิงถ่านหินโลกได้ผ่านระดับจุดต่ำสุดมาแล้ว (รูปที่ 6) แต่ก็อาจจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้อีกครั้ง ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปควรมีการศึกษาถึงผลกระทบจากราคาเชื้อเพลิงถ่าน

<http://jeet.siamtechu.net>

หินที่มีปัจจัยจากเศรษฐกิจโลก รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้งานเม็ดเชื้อเพลิงจากกากของเสียเป็นลำดับถัดไป



รูปที่ 6 ราคาเชื้อเพลิงถ่านหินโลก [7]

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน. หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาประเภทป้องกัน. กรุงเทพมหานคร; 2546
- [2] World Bank. Environmental Guidelines. Washington D.C. USA: World Bank Publishing; 1984.
- [3] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร; 2542
- [4] United Nations Environment Programme (UNEP). Cleaner Production Assessment in Fish Processing. USA: Nairobi Publishing; 2000
- [5] กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. คู่มือบัญชีของเสียที่เป็นแหล่งทรัพยากรทดแทน (กลุ่มยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์). กรุงเทพมหานคร; 2556
- [6] กฤติเดช ดวงใจบุญ. "การผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจากกากตะกอนน้ำเสียของอุตสาหกรรมปลากระป๋อง". วารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม, 2563; ปีที่ 7 ฉบับที่ 2: 25-39.
- [7] World Bank. International Coal Report . Bloomberg: McCloskey Coal Report; World Bank. Publishing; 2021