

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสาน
จากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

Engineering Economic Value Analysis of Interlocking Block Pilot Plant Using
Mae Moh Power Plant Bottom Ash

สุวิทย์ สายสุธนาวิชัย^{1,2*} และ นิวิธ เจริญใจ²

S. Saisuthanawit^{1,2*} and N. Charoenchai²

¹หลักสูตรบัณฑิตศึกษา/ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

¹Graduate/Master's Degree Program in Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Chiang Mai University

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University

*Corresponding authors E-mail: suwit.s@egat.ac.th

(Received: April 20, 2018, Revised: August 17, 2018 Accepted: August 28, 2018)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุน และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิในการผลิตบล็อกประสานจากโรงงานต้นแบบขนาดกำลังผลิต 1,000 ก้อนต่อวัน และใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารที่เกี่ยวข้องมาดำเนินการวิเคราะห์ต้นทุน และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสาน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) ระยะเวลาคืนทุน (PB) และวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ กำหนดให้มีอายุการใช้งาน 10 ปี ผลการวิเคราะห์ พบว่า โรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานขนาดกำลังผลิต 1,000 ก้อนต่อวัน มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนรวมเท่ากับ 2,027,000.00 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการดำเนินงานต่อปีเท่ากับ 1,707,200.00 บาท คิดเป็นต้นทุนรวมต่อหน่วย เท่ากับ 6.12 บาท และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่อัตราคิดลดร้อยละ 3 และร้อยละ 7.12 พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) เท่ากับ 7,465,205.13 และ 5,836,766.15 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 60.51 และ 54.34 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับร้อยละ 1.45 และ 1.42 ตามลำดับ โดยมีระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 18.85 เดือน ดังนั้นโครงการโรงงานผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ มีความคุ้มค่าในการลงทุน

คำสำคัญ: เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โรงงานต้นแบบ การผลิตบล็อกประสาน โรงไฟฟ้าแม่เมาะ เถ้าหนัก

Abstract

The purposes of this research are to analyze cost and engineering economic value of the interlocking block pilot plant using Mae Moh power plant bottom ash. Primary data were collected through the survey of

production from interlocking block pilot plant scale 1,000 unit per day. Secondary data were collected from related documents. Net Present Value (NPV), Benefit-Cost Ratio (BCR), Internal Rate of Return (IRR) and to conduct a sensitivity analysis of the project were used to analyze cost and engineering economic value of project. The results showed that the interlocking block pilot plant investment cost is 2,027,000.00 baht, the operation cost per year is 1,707,200.00 baht, and total cost per unit is 6.12 baht. The discount rate at 3 percentages and 7.12 percentages was used to analyze. The engineering economic value analysis showed that the net present value (NPV) was equal to 7,465,205.13, 5,836,766.15 baht, Internal Rate of Return of the project (IRR) was equal to 60.51, 54.34 percentages, The Benefit Cost Ratio (BCR) was equal to 1.45, 1.42 respectively and the payback period was equal to 18.85 months. Therefore, the interlocking block pilot plant using Mae Moh power plant bottom ash project is worth for the investment.

Keywords: Engineering economic, Pilot plant, Interlocking block, Mae Moh Power plant, Bottom ash.

1. บทนำ

โรงไฟฟ้าแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีกำลังการผลิตติดตั้งรวมทั้งสิ้น 2,400 MW ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ปีละประมาณ 18,000 ล้านหน่วย (GWh) โดยใช้ถ่านหินลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 16 ล้านตันต่อปี ในกระบวนการแปรสภาพพลังงานสะสมของถ่านหินลิกไนต์ให้เป็นพลังงานนั้นจะมีส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ คือเถ้าลอย (Fly ash) และเถ้าหนัก (Bottom ash) ปริมาณเถ้าลอยจะพบมากที่สุด โดยพบในปริมาณร้อยละ 80 ของเถ้าทั้งหมด [1] ในปัจจุบันเถ้าลอยจะถูกจำหน่ายให้กับลูกค้าที่ต้องการนำไปใช้งานต่างๆ ส่วนเถ้าหนักยังไม่มีการนำไปใช้งานมากนัก จากการสำรวจข้อมูลในปี 2558-2559 มีปริมาณเถ้าหนักทั้งในบ่อกำจัด 1,322,378 และ 1,357,225 ตันต่อปี [2-3] จึงถูกนำไปทิ้งและกองทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมา ประกอบกับในปัจจุบันพื้นที่ฝังกลบในบ่อทิ้งเถ้าหนักเริ่มมีพื้นที่จำกัด ดังนั้น กฟผ. จึงได้ร่วมมือกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) นำเอาเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะไปสร้างผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน โดยได้เริ่มทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Scale) ได้สูตรอัตราส่วนที่เหมาะสม และได้ขยายผลนำมาผลิตบล็อกประสานจำนวนมากในโรงงาน

ต้นแบบ จากส่วนผสมที่เป็นอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 มีความแข็งแรงสูงสุดและเป็นค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกมวลรับน้ำหนัก (มอก.) คือสูงกว่า 140.7 ksc (kilogram per square centimeter กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ในทุกสัดส่วนของเถ้าหนัก โดยสัดส่วนของเถ้าหนักที่มีความแข็งแรงสูงสุด คือ เถ้าหนักร้อยละ 12 มีค่า 164.08 ksc (ที่มา: การทดสอบสูตรในการทดลองจากห้องปฏิบัติการของ วว. ที่มีความแข็งแรงผ่านเกณฑ์มาตรฐานและสามารถใช้ปริมาณเถ้าหนักและปูนซีเมนต์ได้อย่างเหมาะสม, 2560) นำไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดกำลังสูงโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเผาแล้วนำมาบ่มด้วยความชื้น 7-28 วัน จะได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแรงสามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารผนังรับน้ำหนักได้ นอกจากนี้การใช้บล็อกประสานในการก่อสร้างยังสามารถลดค่าใช้จ่ายการก่อสร้างลงถึงร้อยละ 15-20 เมื่อเปรียบเทียบกับ การก่อสร้างระบบคอนกรีต เหล็ก ผนังก่ออิฐฉาบปูน [4] การพัฒนาอาชีพให้แก่ชุมชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่โดยรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะเป็นหนึ่งในพันธกิจด้านการสนับสนุนสังคมชุมชน หรือความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility: CSR) ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เพื่อลดความยากจนสร้างรายได้ ยกระดับคุณภาพชีวิต ให้ชุมชนมีความมั่นคงเพียงพอต่อการดำรงชีพในชีวิตประจำวันอย่างมีความสุข สร้างการยอมรับและความพึงพอใจของชุมชนในการอยู่ร่วมกันระหว่างชุมชนและ กฟผ. จากสถิติที่เก็บรวบรวมจาก

โรงงานผลิตบล็อกประสานพบว่า ปัจจุบันมีเครื่องจักรที่ทำการผลิตบล็อกประสาน มีทั้งเครื่องอัดมือโยกอัดครั้งละ 1 ก้อน เครื่องอัดไฮดรอลิคแบบอัดได้ครั้งละ 2 ก้อน และ 4 ก้อน โดยเครื่องอัดมือโยกจะเหมาะสำหรับโรงงานขนาดเล็กแบบครัวเรือนกำลังการผลิต 300-500 ก้อนต่อวัน ส่วนเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบ 2 ก้อน ส่วนใหญ่จะเหมาะสำหรับโรงงานขนาดเล็กหรือขนาดกลางกำลังการผลิต 1,000 ก้อนต่อวัน และเครื่องจักรไฮดรอลิคแบบ 4 ก้อนต่อวัน เหมาะสำหรับโรงงานขนาดใหญ่หรือเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่กำลังการผลิต 4,000 ก้อนต่อวันขึ้นไป และเครื่องจักรมีราคาแพงมาก ซึ่งต้องมีระบบสายพานลำเลียงดินและส่วนประกอบเพิ่ม ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้กำหนดขนาดกำลังการผลิตที่ 1,000 ก้อนต่อวัน จะเหมาะสมกับการรวมกลุ่มของชุมชนที่จะจัดตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขนาดกลางและขนาดเล็ก ที่จะช่วยให้กลุ่มมีความยั่งยืนเกิดขึ้นในการพัฒนาอาชีพเป็นกลุ่มวิสาหกิจการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ [4] การนำเถ้าหนักไปใช้เป็นส่วนผสมผลิตบล็อกประสานเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนค่าใช้ของเสียจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะโดยนำมาเป็นส่วนผสมผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน ซึ่งช่วยลดต้นทุนการกำจัดเถ้าหนักโดยเฉลี่ย 25 บาทต่อตัน และบล็อกประสานที่ผลิตได้นำมาก่อสร้างอาคารโรงงานต้นแบบในการผลิตบล็อกประสานภายในพื้นที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะขนาดกำลังการผลิต 1,000 ก้อนต่อวัน ตามรายการแบบก่อสร้างโรงงาน BOQ ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรก 2,027,000 บาท ซึ่งผลงานเหล่านี้จะเป็นต้นแบบของการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งการรักษาสีสิ่งแวดล้อม และเป็นอาคารโรงงานตัวอย่างของการนำเถ้าถ่านหินที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้ามาทำประโยชน์ในรูปของผลิตภัณฑ์ทางงานก่อสร้างได้ อีกทั้งยังสามารถนำมาส่งเสริมให้ชุมชนโดยรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะที่มีความสนใจสร้างเป็นอาชีพในชุมชนได้ [4-5] ดังนั้นโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนัก จึงต้องมีการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโครงการ เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนการผลิตบล็อกประสาน และความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม จะยังมีความชัดเจน และช่วยให้การตัดสินใจเลือกโครงการมีความเหมาะสมมากที่สุด ก่อนนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะและเพื่อ

เป็นประโยชน์ต่อสังคมและชุมชน ในการกำหนดนโยบายการส่งเสริมการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักได้

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยมีขอบเขตด้านเวลาอายุของโครงการ คือ 10 ปีตามหลักการคำนวณค่าเสื่อมราคาทางบัญชีของสิ่งปลูกสร้างประเภทอาคารโรงงาน นอกจากนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับแก้เหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน จึงได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับชุมชนที่จะลงทุนในการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนัก

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

โรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ตั้งอยู่ในพื้นที่โครงการชีววิถีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ เลขที่ 800 หมู่ที่ 6 ตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยใช้พื้นที่ภายในบริเวณด้านหลัง เนื่องจากเป็นทำเลที่เหมาะสมทางด้านสิ่งแวดล้อม มีดินไม่สูงยื่นตันล้อมรอบดบังเป็นอย่างดี เพื่อป้องกันฝุ่นในช่วงทำการผลิต และมีขนาดพื้นที่ประมาณ 2,500 ตารางเมตร (ขนาดยาว 50 เมตร และกว้าง 50 เมตร) เหมาะสมในการจัดตั้งเป็นโรงงานต้นแบบ

โครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะประกอบด้วยอาคารโรงงานต้นแบบที่ก่อสร้างด้วยบล็อกประสานทำมาจากเถ้าหนักประมาณ 20,000 ก้อน เพื่อเป็นอาคารที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรและวางผังโรงงานเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตบล็อกประสาน 1 โรงงาน และอาคารโรงงานจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์บล็อกประสานที่ผลิตได้จำนวน 1 โรงงาน แสดงตามรูปที่ 1

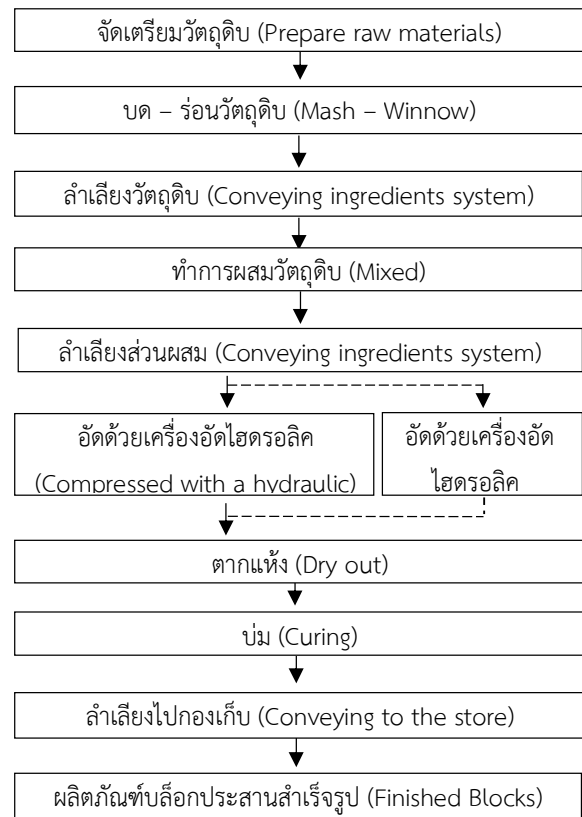


รูปที่ 1 ภาพอาคารโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนัก

2.2 กระบวนการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนัก

กระบวนการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ในกระบวนการผลิตบล็อกประสาน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนและกระบวนการผลิตสามารถสังเคราะห์ สรุปรายละเอียดและขั้นตอนการผลิตดังนี้

กระบวนการผลิตบล็อกประสาน จะเริ่มจากการจัดเตรียมวัตถุดิบ (Prepare raw materials) โดยนำวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น ปูนซีเมนต์ เถ้าหนัก ทราาย มาจัดเตรียมให้พร้อม และตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมเพื่อกำหนดสัดส่วนวัตถุดิบเพื่อการผลิตให้ได้ตามสูตร [6] (สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2560) จากนั้นนำวัตถุดิบเข้าสู่เครื่องบดร่อน (Mash – Winnow) ให้มีขนาดเล็กลง และใช้รถเข็นลำเลียงขนย้ายวัตถุดิบ (Conveying ingredients system) ที่ผ่านการบดร่อนอย่างละเอียดแล้ว ไปทำการผสมวัตถุดิบที่สถานีผสม (Mixed) โดยป้อนปูนซีเมนต์ และน้ำเข้าสู่เครื่องผสมเช่นกัน และลำเลียงส่วนผสมที่ได้ตามสูตร (Conveying ingredients system) ไปเข้าเครื่องอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก (Compressed with a hydraulic injection machine) ได้เป็นผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน จึงนำไปตากแห้ง (Dry out) เป็นระยะเวลา 1 วัน หลังจากนั้นทำการขนย้ายลำเลียงบล็อกประสานไปบ่ม (Curing) ต่ออีกครั้งเป็นระยะเวลา 7-28 วัน เสร็จแล้วจึงจะลำเลียงผลิตภัณฑ์บล็อกประสานสำเร็จรูป (Finished blocks) ไปกองเก็บที่อาคารเก็บผลิตภัณฑ์บล็อกประสานสำเร็จรูป (Conveying to the store) ต่อไป ตามแผนผังกระบวนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 2 และรูปที่ 4 พบว่าผลิตภัณฑ์บล็อกประสานทำมาจากส่วนผสมวัตถุดิบหลักประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ เถ้าหนัก หินฝุ่น น้ำประปา โดยมีบล็อกประสานจำนวน 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 บล็อกทรงหรือทรงสี่เหลี่ยมใช้สำหรับก่อสร้างอาคาร ขนาดเดิมก่อน $12.5 \times 25 \times 10$ ซม. และประเภทที่ 2 บล็อกโค้งใช้สำหรับก่อสร้างถังเก็บน้ำขนาดเดิมก่อน $15 \times 30 \times 10$ ซม. [7] แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 แผนผังหรือขั้นตอนกระบวนการผลิตบล็อกประสาน



รูปที่ 3 บล็อกประสานที่ผลิตจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

นอกจากนี้จากการทบทวนข้อมูลพบว่า การผลิตบล็อกประสานในเขตภาคเหนือที่ดำเนินการธุรกิจบล็อกประสานในปี 2558 มีจำนวนโรงงานรวมเท่ากับ 141 โรงงาน แบ่งเป็นโรงงานขนาดใหญ่ที่มีกำลังการผลิต 3,001-5,000 ก้อน/วัน จำนวน 4 โรงงาน ปริมาณการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,840,000 ก้อนต่อปี โรงงานขนาดกลางที่มีกำลังการผลิต 1,001-3,000 ก้อน/วัน จำนวน 40 โรงงาน ปริมาณการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ

19,200,000 ก้อนต่อปี และโรงงานขนาดเล็กที่มีกำลังการผลิตไม่เกิน 1,000 ก้อน/วันจำนวน 97 โรงงาน ปริมาณการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 11,640,000 ก้อนต่อปี โดยมีปริมาณการผลิตในพื้นที่เขตภาคเหนือเฉลี่ยรวมเท่ากับ 34,680,000 ก้อนต่อปี [8] ส่วนการผลิตบล็อกประสานสามารถผลิตจากส่วนผสมมวลรวมชนิดอื่นขึ้นอยู่กับแหล่งวัตถุดิบที่อยู่ในท้องถิ่นเพื่อประหยัดค่าขนส่งวัตถุดิบจากระยะทางไกล แสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 4 กระบวนการผลิตบล็อกประสานโดยใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์

ตารางที่ 1 การผลิตบล็อกประสานจากส่วนผสมวัตถุดิบหลัก

วัตถุดิบ	ผู้ศึกษา
เถ้าหนักถ่านหิน, หินปูน	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย [7 - 8]
ขยะคอนกรีต	อาหาร ชูพลสิทธิ์ และณิชาภา มินาบูลย์ [9]
ดินลูกรัง, ทราย	กมล อมรฟ้า [10]
เถ้าปาล์มน้ำมัน	จรรยา เจริญเนตรกุล [11]
เถ้าไม้ยางพารา	อาปีสิน ตะแซสาเมาะ และคณะ [12]

2.3 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 องค์ประกอบของต้นทุน

การวิเคราะห์ต้นทุนในการลงทุนนั้นควรเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการตัดสินใจในการลงทุน เนื่องด้วยต้นทุนสามารถจำแนกได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน ในการศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์ต้นทุนแบ่งเป็น ต้นทุนคงที่ที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิตหรือยอดขาย ต้นทุนแปรผันจะมีการเปลี่ยนแปลงหากมีการเพิ่มหรือลดปริมาณการผลิตและปริมาณของยอดขาย [13] ดังนั้นต้นทุนในการผลิตสินค้าที่เป็นเป้าหมายของโครงการสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนทางตรง (Direct Cost) และต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost) โดยมีองค์ประกอบหลักดังนี้

2.3.1.1 ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง หมายถึงมูลค่าของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสินค้าโดยตรง และ เป็นส่วนสำคัญที่สามารถคิดเข้าเป็นต้นทุนของหน่วยผลิตได้ โดยง่าย หรือหมายถึงต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนสำคัญในการประกอบหรือแปรรูปเป็นสินค้าสำเร็จรูป และสามารถกำหนดได้โดยง่ายที่ใช้ไปในการผลิต ปริมาณ เท่าใด เช่น ปูนซีเมนต์ หินปูน เถ้าหนัก เป็นต้น

2.3.1.2 ต้นทุนค่าแรงทางตรง หมายถึงค่าแรงที่ใช้ในการผลิตสินค้าโดยตรง และสามารถคิดเป็นต้นทุนของหน่วยที่ผลิตได้โดยง่าย หรือหมายถึง ค่าแรงงานที่จ่ายให้แก่คนงานที่ทำหน้าที่ในการผลิตโดยตรง สามารถกำหนดได้โดยง่ายว่า ใช้เวลาในการผลิตงานเลขที่ใด เป็นเวลานานเท่าใด

2.3.1.3 ค่าใช้จ่ายในการผลิต หมายถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้า แต่ไม่รวมถึงค่าวัตถุดิบทางตรงและค่าแรงงานทางตรง หรือ หมายถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นในโรงงานทั้งหมด ที่ไม่ใช่ค่าวัตถุดิบทางตรงและค่าแรงงานทางตรง เช่น ค่าน้ำค่าไฟฟ้าโรงงาน ค่าวัสดุทางอ้อม ค่าจ้างเหมาแรงงานทางอ้อม ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษา เป็นต้น

2.3.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กษมา ศิริสมบุญ และกรวรรณ พะนาวัน (2559) [14] ได้ศึกษาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนการผลิตแผ่นยางรมคว้นโดยระบบเตาเผาและอบแห้ง 3 แบบ โดยพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเตาเผาอบแห้งยางพารารวมคว้นแบบอุโมงค์ (แบบดั้งเดิม) เตาอบแห้งยางพารารวมคว้นแบบประหยัดพลังงาน และเตาเผาอบแห้งยางพาราแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผา โดยทำการคำนวณผลตอบแทนจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR)

ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนการลงทุน (BCR) ที่กำหนดให้มีอายุการใช้งาน 5 ปี จากผลคำนวณพบว่า ราคาต้นทุนของเตาอบรมควัน 617,000 บาท 907,000 บาท และ 347,000 บาท ตามลำดับ และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของเตาอบแต่ละแบบมีค่า 2,403,484 บาท 3,526,415 บาท และ 2,148,692 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 96% 95% และ 145% ตามลำดับ มีระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 11 เดือน 11 เดือน และ 7 เดือน ตามลำดับ และอัตราผลตอบแทนการลงทุน (BCR) เท่ากับ 1.07 เท่า 1.07 เท่า และ 1.09 เท่า ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการลงทุนของเตาอบแห้งยางพารารวมกันทั้ง 3 ประเภท พบว่า เตาอบยางพารารวมกันแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผา นำลงทุนสูงสุดเนื่องจากมีระยะเวลาในการคืนทุนต่ำที่สุด ส่วนค่า IRR และ BCR สูง สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ พบว่าราคาน้ำยางและรายได้จากการขายแผ่นยางรมควันส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนของโครงการมากที่สุด

กรณีฐ ธรรมศิริ (2557) [15] ได้ศึกษาเรื่องความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน ระหว่างการเลือกใช้รถยนต์ไฮบริดกับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับรถยนต์เบนซิน แยกตามประเภทเชื้อเพลิง ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ในกรณีไม่มีการแทรกแซงด้านราคาจากภาครัฐ พบว่าการเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้าแทนการใช้รถยนต์เบนซินที่ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (E85) เป็นเชื้อเพลิง จะให้ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดเนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุดเท่ากับ 6 ปี 6 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อมีอายุการใช้งานรถยนต์ครบ 10 ปี เท่ากับ 175,031.18 บาท อัตราส่วนของ ผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่าเท่ากับ 1.50 เท่า และอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 17.57 ต่อปี โดยมีอัตราคิดลดที่แท้จริงร้อยละ 4.79 นอกจากนี้ยังสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ มากที่สุดถึง 103.56 ตันต่อคัน หรือคิดเป็นมูลค่ารายรับจากการขายคาร์บอนเครดิตได้เท่ากับ 2,421.80 บาทต่อคัน

พรรณนิตดา เหล่าพวงศักดิ์ นพพร จันทรนาชู และณัฐกฤตย์ ดิฐวิรุฬห์ (2556) [16] ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการสายแยกทางหลวงหมายเลข 331-บ้านหนองคล้า อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี

โดยใช้วิธีการศึกษาที่ใช้ คือ การวิเคราะห์ต้นทุน ผลประโยชน์ และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ผลวิจัยพบว่าโครงการมีมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถเท่ากับ 209.36 ล้านบาท มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทางเท่ากับ 130.32 ล้านบาท มูลค่าของผลประโยชน์ในการเดินทางเท่ากับ 339.68 ล้านบาท และมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนเท่ากับ 105.99 ล้านบาท จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 233.69 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 3.20 และอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 35.9 แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน

วุฒิกรณ์ จันทะพันธ์ (2557) [17] ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โครงการก่อสร้างอาคารพักอาศัยรวมข้าราชการและพนักงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาต้นทุนค่าใช้จ่ายและรายได้ของโครงการก่อสร้าง วิเคราะห์ผลระยะเวลาคืนทุน วิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ การดำเนินการศึกษาประกอบด้วย การเก็บข้อมูลเชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการลงทุน โดยใช้หลักเกณฑ์การตัดสินใจแบบที่ไม่มีการปรับค่าของเวลาและแบบที่มีการปรับค่าของเวลา และวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ ผลการวิเคราะห์พบว่า ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 8 ปี 3 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 67,846,252.64 บาท อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.4799 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับ 9.19% ดังนั้นโครงการก่อสร้างอาคารพักอาศัยรวมข้าราชการและพนักงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จึงคุ้มค่าต่อการลงทุน และถึงแม้ว่าต้นทุนรวมจะเพิ่มขึ้นหรือผลตอบแทนรวมจะลดลง 10% โครงการก็ยังคงดำเนินต่อไปได้ และยังคงคุ้มค่าต่อการลงทุน

ศิริทิพย์ บุญเลิศ (2546) [18] ได้ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของธุรกิจผลิตปลีอกประสานในจังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกกับผู้ประกอบการธุรกิจผลิตปลีอกประสานจำนวน 4 รายที่เป็นโรงงานขนาดกำลังการผลิต

ผลิต 800 ก่อนวันขึ้นไป ผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยก่อนละ 5.32 บาท ส่วนใหญ่เป็นต้นทุนวัตถุดิบทางตรง และค่าแรงงานทางตรง ส่วนอัตรากำไรสุทธิต่อยอดขายของแต่ละโรงงานอยู่ระหว่าง 7.83-20.76 ทั้งนี้โรงงานขนาดเล็กมีการลงทุนในสินทรัพย์ต่ำจะมีอัตรากำไรสุทธิต่อยอดขายสูงกว่าโรงงานขนาดใหญ่ โครงสร้างของต้นทุนของธุรกิจผลิตบล็อกประสานมีลักษณะเป็นต้นทุนผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย ต้นทุนลงทุนในการลงทุนครั้งแรก ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อซื้อสินทรัพย์ถาวร เท่ากับ 1,955,000 บาท ต้นทุนการผลิต ได้แก่ วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง ค่าใช้จ่ายในการผลิต โดยมีสัดส่วนร้อยละ 84.11 และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ได้แก่ เงินเดือนพนักงาน ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าส่งเสริมการตลาด ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน โดยมีสัดส่วนร้อยละ 15.89 และได้จำลองโครงการธุรกิจเพื่อศึกษาข้อมูลทางด้านการตลาด ด้านเทคนิคการตลาดและการเงิน กำหนดอายุโครงการ 5 ปี อัตราผลตอบแทนที่ต้องการร้อยละ 12 พบว่าโครงการลงทุนธุรกิจผลิตบล็อกประสานในจังหวัดเชียงใหม่ ใช้เงินลงทุน 2,300,000 บาท จากแหล่งเงินกู้ระยะยาวจำนวน 760,000 บาท เพื่อสร้างอาคารโรงงานอาคารสำนักงานและซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ลงทุน และจากส่วนของเจ้าของมูลค่า 1,540,000 บาท เพื่อลงทุนสินทรัพย์หมุนเวียนต่างๆ พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ 3 ปี 5 เดือน 1 วัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ 439,317 บาท อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนของโครงการเท่ากับ 18.38% ผลตอบแทนจากการลงทุนสูงกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ และปัจจัยที่ต้องระมัดระวังคือ แนวโน้มความต้องการของตลาด แหล่งวัตถุดิบและการขนส่งสินค้า

2.3.3 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักรังไฟฟ้าแม่เมาะ ได้นำข้อมูลต้นทุน รายได้และค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงานของโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนัก มาใช้ในการคำนวณหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ซึ่งเกณฑ์การวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุนคือมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก และระยะเวลาคืนทุนสั้นจะแสดงถึงความคุ้มค่าในการลงทุน [19-20] โดยการประเมินจะต้องอาศัยเกณฑ์ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อใช้

วิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ว่ามีความเหมาะสมใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนในโครงการหรือไม่ โดยส่วนใหญ่ใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์(cost-benefit analysis) พิจารณาต้นทุนทางตรง เช่น เงินลงทุนในโครงการ รวมทั้งผลประโยชน์ทางตรง เช่น รายได้จากการจำหน่ายบล็อกประสาน ผลประโยชน์ทางอ้อม เช่น มูลค่าการจัดเก็บภาษี แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ต่างๆ [21] ประกอบกัน ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หมายถึง ระยะเวลาที่การลงทุนนั้นใช้ไปในการลงทุน เพื่อให้กระแสเงินสดรับสุทธิที่ได้จากการลงทุนคุ้มค่างบประมาณที่ต้องลงทุนไป

$$\text{Payback Period} = \frac{I}{\left(\sum_i^n C_i \right) / n} \quad \dots\dots\dots(1)$$

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หมายถึง การหามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิของโครงการ ถ้า NPV มากกว่าศูนย์ หรือมีค่าเป็นบวกเสมอ แสดงว่าโครงการนี้เหมาะสมที่จะลงทุน แต่ถ้า NPV มีค่าน้อยกว่าศูนย์ หรือมีค่าติดลบ แสดงว่าโครงการไม่เหมาะสมต่อการลงทุน

$$NPV = \sum_i^n \frac{C_i}{(1+k)^n} - I \quad \dots\dots\dots(2)$$

โดย C คือ กระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปี

n คือ อายุโครงการ (ปี)

k คือ อัตราคิดลด หรืออัตราผลตอบแทนที่ธุรกิจกำหนดไว้

I คือ เงินลงทุนเริ่มแรก

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้เงินลงทุนมีค่าเท่ากับเงินที่ได้รับกลับคืน ซึ่งอัตราผลตอบแทนภายในนี้จัดว่าเป็นอัตราคิดที่ใช้นำมาคำนวณมูลค่าของเงินตรงเวลา เช่นเดียวกับอัตราดอกเบี้ย

$$\sum_i^n \frac{C_i}{(1+IRR)^n} - I = 0 \quad \dots\dots\dots(3)$$

โดย IRR คือ อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ย

อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: BCR) หมายถึง อัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนของโครงการ ถ้า

BCR >1 แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
วิศวกรรมในการลงทุนสำหรับโครงการ

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} + C_0} \dots\dots\dots(4)$$

โดย B_t = ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_0 = ต้นทุนในการลงทุนเริ่มแรก

r = อัตราคิดลด

n = อายุโครงการ

t = ปีการดำเนินงานโครงการคือ ตั้งแต่ปีที่ 1, 2, 3.... n

2.3.4 การเลือกใช้อัตราส่วนคิดลดมาใช้ในการคำนวณ

ในงานวิจัยนี้ดำเนินการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโครงการ โดยเลือกใช้อัตราคิดลด (Discount Rate) ทั้ง 2 กรณีมาใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการพิจารณาหาค่า NPV, IRR และ BCR เพื่อการคำนวณประกอบการตัดสินใจป้องกันความเสี่ยงและอัตราเงินเฟ้อในอนาคต ได้แก่

1) จากแนวคิดอัตราค่าเสียโอกาสของเอกชน กรณีที่กำหนดอัตราคิดลดของโครงการของรัฐบาล จึงใช้อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 3 โดยพิจารณาจากอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรออมทรัพย์ ของกระทรวงการคลัง ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ครั้งที่ 2 (เพิ่มเติมครั้งที่ 2) ซึ่งเป็นพันธบัตรล่าสุดของรัฐบาล [22]

2) จากแนวคิดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ธนาคารพาณิชย์กำหนดเรียกเก็บค่าธรรมเนียมจากลูกค้าขั้นต่ำ (Minimum Retail Rate: MRR) เฉลี่ยจากธนาคารพาณิชย์จดทะเบียนในประเทศไทย ซึ่งเท่ากับ 7.12% (ข้อมูลจากธนาคารกรุงไทยจำกัดมหาชน ณ วันที่ 5 ตุลาคม 2560) และกำหนดให้มีอัตราคงที่ตลอดอายุโครงการ [23]

2.3.5 หลักการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

หลักการของการประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการจะเป็นการพยากรณ์ใน รายละเอียดของต้นทุนและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ภายใต้ข้อสมมุติที่สำคัญว่า ค่าของตัวแปรใด ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละตัวมี

ความแน่นอน มีเพียงหนึ่งค่าในแต่ละช่วงเวลาตลอดอายุโครงการ แต่ในทางปฏิบัติ ตัวแปรเหล่านี้มีค่าไม่แน่นอนมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการจึงมีความไม่แน่นอนอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน และมีผลทำให้การ พิจารณาตัดสินใจลงทุนผิดพลาดได้ ดังนั้น ผู้วิเคราะห์โครงการจึงจำเป็นต้องพิจารณาให้ทราบว่าปัจจัยใดที่มีความสำคัญ และมีผลต่อความสำเร็จของโครงการ เพื่อดูความไวหรือความอ่อนไหวของการเปลี่ยนแปลงสถานะทางการเงินของโครงการเมื่อปัจจัยเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงไป [24] การวิเคราะห์ความอ่อนไหวช่วยให้ผู้วิเคราะห์ไม่หวังผลมากเกินไปในความสำเร็จของโครงการ และลดความเสี่ยงของโครงการอันเกิดจากการเปลี่ยนค่าของตัวแปรบางตัว ที่มีผลกระทบต่อโครงการ หากถ้าค่าของตัวแปรใดเปลี่ยนแปลงได้ง่าย และส่งผลอย่างรุนแรงต่อค่า NPV ก็แสดงว่าโครงการมีความอ่อนไหวต่อตัวแปรนี้มาก และเป็นจุดอ่อนของโครงการ ซึ่งผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสำคัญกับตัวแปรนี้เป็นพิเศษ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจึงเป็นการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่า หากต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนโครงการโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจะทำให้ค่าดัชนีชี้วัดต่าง ๆ คือค่า NPV IRR และ BCR มีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด ซึ่งสภาพความเป็นจริงแล้วจะเห็นว่าต้นทุนและผลตอบแทนจากโครงการโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนัก มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ มีแนวโน้มที่สูงขึ้น ส่วนผลตอบแทนก็มีความไม่แน่นอนเนื่องจากปริมาณยอดขายของบล็อกประสานขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด เพื่อป้องกันความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการลงทุน จึงต้องทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการภายใต้สมมติฐาน ให้ต้นทุนและผลตอบแทนมีการเปลี่ยนแปลงตามตารางที่ 9-12

จากการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยศึกษาต้นทุนโครงการ เช่น ค่าก่อสร้างอาคารโรงงาน ค่าเครื่องจักร ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าสาธารณูปโภค ค่าบำรุงรักษา เป็นต้น และผลประโยชน์ เช่น รายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์หรือบริการของโครงการ เป็นต้น และเครื่องมือที่เป็นตัวชี้วัดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตรา

ผลตอบแทนภายใน (IRR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) และระยะเวลาคืนทุน (PB)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ วิศวกรรมของโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ มีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 การเก็บข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ข้อมูลปฐมภูมิที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยนี้ได้มาจากการสำรวจข้อมูลในช่วงเวลาทำการทดลองการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักในโรงงานต้นแบบ ที่ได้ก่อสร้างอาคารโรงงานด้วยบล็อกประสานจากเถ้าหนัก วางผังโรงงาน และทำการติดตั้งเครื่องจักรเพื่อทำการผลิตภายในโรงงานต้นแบบ ในพื้นที่บริเวณศูนย์ชีววิถีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนภายในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

3.1.2 การเก็บข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ข้อมูลที่ทำการศึกษาในงานวิจัยฉบับนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ ซึ่งเก็บรวบรวมจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น โรงไฟฟ้าแม่เมาะ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เอกสารรายงานทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ และวารสารต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง และแหล่งวิจัยอื่นๆ ที่สามารถค้นหาได้จาก อินเทอร์เน็ต เช่น อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MRR) อัตราส่วนคิดลด (Discount Rate) และอื่น ๆ

3.2 กำหนดตัวชี้วัดที่สำคัญของโครงการ ประกอบด้วย

3.2.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) โดยนำค่าใช้จ่ายมาหักออกจากผลประโยชน์ เพื่อให้ได้ผลตอบแทนในแต่ละปี แล้วปรับค่าเวลาด้วยค่า Present worth factor ได้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ เมื่อนำมารวมกันทุกปี จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

3.2.2 อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Internal Rate of Return: IRR) โดยการหักผลตอบแทนของ โครงการด้วยค่าใช้จ่ายเป็นปีๆ ไปจนตลอดอายุของโครงการ เพื่อให้ได้ผลตอบแทนสุทธิแต่ละปี หรือกระแสเงินสด (Cash Flow) ในแต่ละปี

3.2.3 อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio: BCR) เป็นการวิเคราะห์อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบัน

ของผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ตลอดอายุโครงการ

3.2.4 ระยะคืนทุน (Payback Period: PB) เป็นระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิ จากการดำเนินโครงการ (Net Cash Inflow) มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการ (Investment Costs) พอดี โดยไม่คำนึงถึงเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจึงมองที่กระแสเงินสดรับ ไม่ใช่ตัวกำไรหรือขาดทุนของกิจการ โดย ณ จุดได้ที่ผลสะสมของกระแสเงินสดรับเท่ากับเงินลงทุนในครั้งแรกก็จะได้ระยะเวลาคืนทุนนั่นเอง

3.2.5 วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis) เป็นการประเมินมูลค่าของโครงการ อีกครั้งหนึ่งโดยการศึกษาจากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโครงการภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์ที่คาดหมาย เช่น ต้นทุนโครงการเพิ่มขึ้น รายได้จากโครงการลดลง

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Method) เพื่อให้ทราบความเป็นมาของโครงการ และรายละเอียดการลงทุนโครงการ

3.3.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Method) เป็นการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตบล็อกประสานต่อหน่วย และความเหมาะสมในการลงทุนของโครงการโดยใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) โดยการนำต้นทุน และผลประโยชน์มาเปรียบเทียบกับแบบปรับค่าของเวลาซึ่งประกอบด้วยต้นทุน และผลประโยชน์ของโครงการ

3.3.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อทราบว่าถ้าสถานการณ์เปลี่ยนไปจากการที่ปัจจัยต้นทุน ผลตอบแทนเปลี่ยนไป จะส่งผลต่อความเป็นไปได้ของโครงการอย่างไร การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการนี้ได้เลือกวิเคราะห์ ความอ่อนไหวภายใต้สมมติฐาน ได้แก่ กรณีต้นทุนเพิ่มขึ้น และกรณีผลตอบแทนลดลง ซึ่งเป็นกรณีที่มีความสำคัญต่อโครงการที่อาจจะส่งผลกระทบต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ ต่อจากนั้นคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการใหม่อีกครั้งหนึ่งเพื่อทำการเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการวิเคราะห์ว่ามีค่าแตกต่างกันเพียงใด โดยในการศึกษานี้

เลือกวิเคราะห์ในกรณีต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ผลตอบแทนลดลงร้อยละ 10 ในเบื้องต้น และวิเคราะห์ว่าต้นทุนเพิ่มขึ้นและรายได้ลดลงร้อยละเท่าไรจึงจะไม่คุ้มค่าในการลงทุน

4. ผลการศึกษาวิจัย

4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตบล็อกประสาน

การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตบล็อกประสานจากเจ้าหนักราคาต่อหน่วย โดยวิเคราะห์ต้นทุนจากค่าก่อสร้างอาคารโรงงานต้นแบบและเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ติดตั้ง คิดคำนวณจากราคาตามแบบ BOQ ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ส่งให้ฝ่ายจัดการโรงไฟฟ้าแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ในปี 2559 ประกอบด้วย 1) ต้นทุนราคาอาคารโรงงานรวมเท่ากับ 1,340,000 บาท 2) ต้นทุนราคาค่าเครื่องจักรเท่ากับ 437,000 บาท และ 3) ต้นทุนราคาค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานเท่ากับ 250,000 บาท ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก หรือต้นทุนของโรงงานต้นแบบและเครื่องจักรวัสดุอุปกรณ์ในการผลิตบล็อกประสานจากเจ้าหนักพบว่าต้นทุนรวม 2,027,000.00 บาท แสดงตามรายการในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ต้นทุนโรงงานต้นแบบและเครื่องจักรวัสดุอุปกรณ์

รายการ	ราคา (บาท)
ค่าก่อสร้างโรงงานผลิตบล็อกประสานต้นแบบ 1 หลัง	950,000.00
ค่าก่อสร้างโรงงานเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ 1 หลัง	390,000.00
เครื่องอัดบล็อกแบบไฮดรอลิก	327,000.00
เครื่องผสมวัตถุดิบ	55,000.00
เครื่องบด/ร่อนเจ้าหนัก	55,000.00
ชั้นเก็บบล็อกประสาน	100,000.00
พาเลทวางบล็อกสำเร็จรูป	100,000.00
วัสดุอุปกรณ์ใช้ในกระบวนการผลิต	50,000.00
รวมต้นทุนโรงงานต้นแบบ	2,027,000.00

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2559

4.2 รายได้และค่าใช้จ่ายจากโครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสาน

โรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานกำหนดเงื่อนไขประกอบด้วย

1. จำนวนวันทำงาน 26 วันต่อเดือน หรือ 312 วันต่อปี

2. ปริมาณเจ้าหนักใช้ในการผลิตเท่ากับ 420 ตันต่อปี สามารถผลิตบล็อกประสานได้ 312,000 ก้อนต่อปี

3. กำหนดราคาขายหน้าโรงงาน เท่ากับ 10 บาทต่อก้อน ดังนั้นทำให้มีรายได้ เท่ากับปริมาณการผลิตต่อปีคูณด้วยราคาขาย (312,000 * 10 = 3,120,000 บาท) กำหนดเงื่อนไขให้ปริมาณการผลิตสามารถจำหน่ายได้ทั้งหมด ดังนั้นรายได้และผลประโยชน์จากการลงทุนโครงการโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเจ้าหนัก พบว่ามีรายได้โดยประมาณรวม 3,130,500.00 บาทต่อปี แสดงตามรายการในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายได้และผลประโยชน์จากการลงทุนโครงการต่อปี

รายการ	ผลประโยชน์ (บาท)
รายได้จากการจำหน่ายบล็อกประสาน (@10 บาทต่อก้อน)ผลิตปีละ 312,000 ก้อน	3,120,000.00
มูลค่ากำจัดเจ้าหนัก (@25 บาทต่อก้อนใช้เจ้าหนักประมาณ 420 ตันต่อปี)	10,500.00
มูลค่าทรัพย์สินสุทธิเมื่อสิ้นสุดโครงการ	0.00
รวม	3,130,500.00

ส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อปีของโครงการโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเจ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวม 1,707,200 บาทต่อปี แสดงตามรายการในตารางที่ 4-5 และรายการเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายการดำเนินงาน ปีที่ 1 ถึงปีที่ 10 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 17

ตารางที่ 4 รายการเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของการดำเนินงานต่อเดือนโดยเฉลี่ย

ลำดับ	รายการ: หน่วย/เดือน	ราคา: บาท/หน่วย	จำนวนเงินต่อเดือน (บาท)
1	ค่าวัตถุดิบ - ต้นทุนปูนซีเมนต์ 375 ถุง - ต้นทุนหินผุ 83 ตัน - ต้นทุนเจ้าหนัก 35 ถุง	@135 @230 @20	70,415.00 50,625.00 19,090.00 700.00
2	ค่าแรงงาน 6 คน	@300	46,800.00
3	ค่าจ้างเหมา 2 งาน	@6,500	13,000.00
4	ค่าพลังงาน (ไฟฟ้า+ประปา) 1 งาน	@5,200	5,200.00
5	ค่าใช้จ่ายโรงงาน 5%	@6,775	6,775.00
รวมค่าใช้จ่าย			142,267.00

ที่มา: จากการวิเคราะห์ต้นทุนของกระบวนการผลิตในโครงการ

ตารางที่ 5 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อปี

รายการ	ราคา (บาท)
ค่าวัสดุดิบ (Material Cost)	845,900.00
ค่าแรงงาน (Labor Cost)	561,600.00
ค่าจ้างเหมา (Outsource)	156,000.00
ค่าพลังงาน (Energy Cost)	62,400.00
ค่าใช้จ่ายโรงงาน 5% (Overhead Cost)	81,300.00
รวม	1,707,200.00

ต้นทุนวัสดุดิบ เป็นต้นทุนของวัสดุดิบส่วนผสมที่เป็นอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 มีค่าความแข็งแรงสูงสุด และเป็นค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกกลวงรับน้ำหนัก (มอก.) คือสูงกว่า 140.7 ksc ในทุกสัดส่วนของเอ้าหนัก โดยสัดส่วนของเอ้าหนักที่มีค่าความแข็งแรงสูงสุด คือ เอ้าหนักร้อยละ 12 มีค่า 164.08 ksc เพื่อผลิตบล็อกประสานจำนวนมากในโรงงานต้นแบบ ประกอบด้วย ต้นทุนปูนซีเมนต์ หินฝุ่น และเอ้าหนัก ที่มีปริมาณการใช้เป็นส่วนผสมต่อเดือน คือ ปูนซีเมนต์ 375 ถุงๆ ละ 135 บาท หินฝุ่น 83 ตันๆ ละ 230 บาท เอ้าหนัก 35 ถุงๆ ละ 20 บาท ที่เป็นส่วนผสมในการผลิตบล็อกประสาน คิดเป็นค่าใช้จ่ายดำเนินงานต่อปีเท่ากับ 845,900 บาท

ต้นทุนแรงงาน คือค่าตอบแทนที่จ่ายให้คนงานที่ทำการผลิตบล็อกประสาน คิดจากอัตราค่าแรงต่อวันๆละ 300บาท จำนวน 6 คน คิดเป็นค่าใช้จ่ายดำเนินงานต่อปีเท่ากับ 561,600 บาท

ต้นทุนค่าจ้างเหมา คือค่าจ้างเหมางานที่มีไว้เพื่อจ่ายเป็นค่าจ้างในงานจ้างเหมางานต่างๆ ในกระบวนการผลิตบล็อกประสาน เช่น การขนส่งหรืองานที่เป็นลักษณะแตกต่างการจ้างแรงงานประจำ คิดเป็นค่าใช้จ่ายดำเนินงานต่อปีเท่ากับ 156,000 บาท

ต้นทุนพลังงาน คือต้นทุนค่าไฟฟ้ารวมกับต้นทุนค่าน้ำประปา โดยค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ คำนวณอัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of Use (TOU) เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่กำหนดให้ราคาแตกต่างกันตามช่วงเวลาคิดรวมทุกเครื่องจักร และค่าน้ำประปาที่ใช้ในกระบวนการผลิตในโครงการคิดเป็นค่าใช้จ่ายดำเนินงานโดยเฉลี่ยต่อเดือนๆ ละ 5,000 บาท หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อปีเท่ากับ 62,400 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโรงงานร้อยละ 5 คือ ค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่คำนวณจากผลรวมของค่าใช้จ่ายผันแปรที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน ประกอบด้วย ค่าวัสดุดิบ ค่าแรงงาน ค่าจ้างเหมา งาน ค่าพลังงาน โดยคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อปีเท่ากับ 81,300 บาท

4.3 การวิเคราะห์ต้นทุนโครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสาน

การวิเคราะห์ดำเนินการคำนวณต้นทุนต่อหน่วย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ต้นทุนต่อหน่วยของการผลิตบล็อกประสานคือ ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย และต้นทุนผันแปรต่อหน่วย หลังจากนั้นนำต้นทุนมารวมกันจะได้เป็นต้นทุนต่อหน่วยของการผลิตบล็อกประสาน โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนรวม} &= \text{ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย} + \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย} \\ \text{ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย} &= \text{ต้นทุนค่าก่อสร้าง} + \text{ต้นทุนค่าเครื่องจักร} \\ &\quad + \text{ต้นทุนค่าอุปกรณ์} \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย} &= \text{ต้นทุนวัสดุดิบ} + \text{ต้นทุนแรงงาน} \\ &\quad + \text{ต้นทุนค่าจ้างเหมา} + \text{ต้นทุนพลังงาน} \\ &\quad + \text{ต้นทุนค่าใช้จ่ายโรงงาน} \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย สามารถคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย} = \text{ต้นทุนคงที่รวม} / (\text{อายุการใช้งาน} \times \text{จำนวนเดือน} \times \text{จำนวนวันทำงาน} \times \text{จำนวนการผลิตต่อวัน})$$

$$\text{ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย} = 2,027,000 / (10 \times 12 \times 26 \times 1,000) = 0.65$$

ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย} = \text{ต้นทุนผันแปรรวมต่อปี} / \text{ปริมาณการผลิตรวมต่อปี}$$

$$\text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย} = 1,707,200 / 312,000 = 5.47$$

$$\text{ต้นทุนรวม} = 0.65 + 5.47 = 6.12 \text{ บาทต่อหน่วย}$$

ดังนั้นต้นทุนการผลิตบล็อกประสานต่อหน่วยเท่ากับ 6.12 บาท

4.4 ผลตอบแทนการลงทุนการผลิตบล็อกประสาน

ผลตอบแทนหรือรายได้จากการลงทุนโครงการโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเอ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ประกอบด้วย ผลประโยชน์ของโครงการ ได้แก่ 1) รายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลในตลาดจำหน่ายผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน จากเว็บไซต์ต่าง ๆ จึง

ได้กำหนดราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์บล็อกประสานหน้าโรงงาน ก่อนละ 10 บาทในปีที่ 1- 5 ซึ่งต่ำกว่าตลาดที่จำหน่ายโดยเฉลี่ย ก่อนละ 12 บาท และปรับราคาในปีที่ 6-10 เป็นราคาก่อนละ 12 บาท ทั้งนี้จะกำหนดเงื่อนไขส่งผลิตและสามารถจำหน่ายได้หมดตลอดอายุโครงการ 2) มูลค่าการจัดเก็บหนี้ที่เกิดขึ้นในบ่อซีเมนต์ โดยปกติปริมาณหนี้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหิน จะมีหนี้ก้อนออกมาในปริมาณเฉลี่ย 1.3 ล้านตันต่อปี และมีค่าต้นทุนการจัดโดยเฉลี่ยในปีที่ 1- 5 เท่ากับ 25 บาทต่อตันและปรับค่าต้นทุนการจัดในปีที่ 6-10 เท่ากับ 30 บาทต่อตัน ในโครงการนี้ปริมาณการใช้ถ่านหินในปริมาณโดยเฉลี่ย 420 ตันต่อปี 3) มูลค่าทรัพย์สินสุทธิเมื่อสิ้นสุดโครงการ โรงงานต้นแบบเท่ากับ 0.00 บาท ตามรายการคำนวณค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง ดังนั้นรายได้รวมทั้งหมดของโครงการจากปีที่ 1 ถึงปีที่ 10 แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายได้จากโครงการโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสาน

ปีที่	รายได้จากการจำหน่าย(บาท)	มูลค่าการจัดเก็บหนี้(บาท)	รวมรายได้จากการลงทุนโครงการ (บาท)
1	3,120,000.00	10,500.00	3,130,500.00
2	3,120,000.00	10,500.00	3,130,500.00
3	3,120,000.00	10,500.00	3,130,500.00
4	3,120,000.00	10,500.00	3,130,500.00
5	3,120,000.00	10,500.00	3,130,500.00
6	3,744,000.00	12,600.00	3,756,600.00
7	3,744,000.00	12,600.00	3,756,600.00
8	3,744,000.00	12,600.00	3,756,600.00
9	3,744,000.00	12,600.00	3,756,600.00
10	3,744,000.00	12,600.00	3,756,600.00
รวม	34,320,000.00	115,500.00	34,435,500.00

ที่มา : จากการวิเคราะห์รายได้จากการลงทุนโครงการ

ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนโครงการกำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ไว้ 2 กรณีคือใช้อัตราคิดลด (Discount rate) ร้อยละ 3.00 และร้อยละ 7.12 มีที่มาดังนี้

1. แนวคิดอัตราค่าเสียโอกาสของเอกชน กรณีที่การกำหนดอัตราคิดลดของโครงการของรัฐบาล จึงใช้อัตราคิดลด เท่ากับ ร้อยละ 3.00 โดยพิจารณาจากอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรออมทรัพย์ของกระทรวงการคลัง ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ครั้งที่ 2 (เพิ่มเติมครั้งที่ 2) ซึ่งเป็นพันธบัตรล่าสุดของรัฐบาล

2. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้กำหนดให้เท่ากับร้อยละ 7.12 ซึ่งเป็นอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ธนาคารพาณิชย์กำหนดเรียกเก็บค่าธรรมเนียมจากลูกค้าขั้นต่ำ (Minimum Retail Rate: MRR) เฉลี่ยจากธนาคารพาณิชย์จดทะเบียนในประเทศไทย (ข้อมูลจากธนาคารกรุงไทยจำกัดมหาชน ณ วันที่ 5 ตุลาคม 2560) และกำหนดให้มีอัตราคงที่ตลอดอายุโครงการ

4.4.1 เกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนโครงการภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่ไม่มีการปรับค่าของเวลา

เกณฑ์การตัดสินใจที่ไม่มีการปรับค่าของเวลา ซึ่งก็คือ การวิเคราะห์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period) การหาระยะเวลาคืนทุนของโครงการ จะแทนค่าในสมการดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน / ผลตอบแทนเฉลี่ยสุทธิต่อปี

จะได้ $= 2,027,000.00 / (12,904,690.29 / 10) = 1.571$
ระยะเวลาคืนทุน = 1.571 ปี หรือ คิดเป็น 18.849 เดือน
ดังนั้นการลงทุนในโครงการโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากถ่านหิน มีระยะเวลาคืนทุน (PB) ที่ 18.85 เดือน

ตารางที่ 7 กระแสเงินสดของโครงการโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสาน

ปีที่	ต้นทุนรวม (บาท)	รายได้รวม (บาท)	รวมกระแสเงินสดสุทธิ (บาท)
1	1,707,200.00	3,130,500.00	1,423,300.00
2	1,797,804.75	3,130,500.00	1,332,695.25
3	1,887,694.99	3,130,500.00	1,242,805.01
4	1,982,079.74	3,130,500.00	1,148,420.26
5	2,081,183.72	3,130,500.00	1,049,316.28
6	2,185,242.91	3,756,600.00	1,571,357.09
7	2,294,505.06	3,756,600.00	1,462,094.94
8	2,409,230.31	3,756,600.00	1,347,369.69
9	2,529,691.82	3,756,600.00	1,226,908.18
10	2,656,176.41	3,756,600.00	1,100,423.59
รวม	21,530,809.71	34,435,500.00	12,904,690.29

ที่มา : จากการวิเคราะห์กระแสเงินสดของโครงการ

4.4.2 เกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนโครงการภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่มีการปรับค่าของเวลา

เกณฑ์การตัดสินใจที่มีการปรับค่าของเวลา ประกอบด้วย 3 เกณฑ์ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนต่อ

ต้นทุน (BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าต่างๆ แสดงในตารางที่ 8 และรายละเอียดในตารางที่ 13-14

ตารางที่ 8 ผลตอบแทนจากการลงทุนโครงการโดยใช้อัตราคิดลด

รายการ	กรณีใช้อัตราคิดลด ร้อยละ 3.00	กรณีใช้อัตราคิดลด ร้อยละ 7.12
NPV	7,465,205.13	5,836,766.15
IRR	60.51 %	54.34 %
BCR	1.45	1.42

ที่มา: จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ

จากตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนโครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยวิเคราะห์ใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3.00 เนื่องจากเป็นโครงการภาครัฐที่จัดตั้งศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักให้กับสังคมชุมชนรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ และร้อยละ 7.12 สำหรับชุมชนนำโครงการไปดำเนินการต่อยอดพัฒนาเป็นอาชีพจัดตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ถ้าหากกู้ยืมเงินลงทุนโครงการ ซึ่งทั้ง 2 กรณี จากข้อมูลการวิเคราะห์พบว่า ถ้าใช้อัตราคิดลดกำหนดที่ร้อยละ 3.00 โครงการดังกล่าวให้ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) สูงถึง 7,465,205.13 บาท ค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 60.51 และค่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนเท่ากับ (BCR) เท่ากับ 1.45 และถ้าใช้อัตราคิดลดกำหนดที่ร้อยละ 7.12 โครงการดังกล่าวให้ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) สูงถึง 5,836,766.15 บาท ค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 54.34 ค่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนเท่ากับ (BCR) เท่ากับ 1.42

4.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวโครงการ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เป็นการศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลง ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และทำให้เกิดผลกระทบต่อต้นทุนหรือผลตอบแทนของโครงการ ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการใช้วิธีทดสอบการเปลี่ยนแปลงหลายกรณี ได้แก่ กรณีที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 โดยกำหนดให้ผลตอบแทนรวมคงที่ และกรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละ

10 โดยกำหนดให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีคงที่ กรณีที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละเท่าไร โดยกำหนดให้ผลตอบแทนรวมคงที่ และกรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละเท่าไร โดยกำหนดให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีคงที่ เพื่อหาว่าโครงการจะไม่คุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากมีความเสี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

4.5.1 กรณีที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นและให้ผลตอบแทนรวมคงที่

การเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น กรณีที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 โดยกำหนดให้ผลตอบแทนรวมคงที่ จากการคำนวณผลที่ได้แสดงในตารางที่ 9 กำหนดใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3.00 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 5,924,377.14 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 51.06 และผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.33 และใช้อัตราคิดลดร้อยละ 7.12 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 3,533,534.99 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 45.25 และผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.31 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 15

ตารางที่ 9 ผลตอบแทนของโครงการ กรณีที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และให้ผลตอบแทนรวมคงที่

รายการ	ต้นทุนในการดำเนินงาน รวมต่อปีเพิ่มขึ้น 10% (ใช้อัตราคิดลด 3%)	ต้นทุนในการดำเนินงาน รวมต่อปีเพิ่มขึ้น 10% (ใช้อัตราคิดลด 7.12%)
NPV	5,924,377.14	3,533,534.99
IRR	51.06 %	45.25 %
BCR	1.33	1.31

ที่มา: จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ

4.5.2 กรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงและให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีคงที่

การเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น กรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละ 10 โดยกำหนดให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีคงที่ จากการคำนวณผลที่ได้แสดงในตารางที่ 10 กำหนดใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3.00 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 4,975,156.62 บาท อัตราผลตอบแทน

ภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 44.16 และผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.30 และใช้อัตราคิดลดร้อยละ 7.12 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 3,796,542.72 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับเท่ากับร้อยละ 38.62 และผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.28 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 16

ตารางที่ 10 ผลตอบแทนของโครงการ กรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละ 10 และให้ต้นทุนในการดำเนินงานต่อปีรวมคงที่

รายการ	ผลตอบแทนรวมลดลง 10% (ใช้อัตราคิดลด 3%)	ผลตอบแทนรวมลดลง 10% (ใช้อัตราคิดลด 7.12%)
NPV	4,975,156.62	3,796,542.72
IRR	44.16 %	38.62 %
BCR	1.30	1.28

ที่มา: จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ

4.5.3 กรณีที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นและผลตอบแทนรวมคงที่จนส่งผลให้โครงการไม่คุ้มค่าในการลงทุน

การเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น กรณีที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละเท่าไร โดยกำหนดให้ผลตอบแทนรวมคงที่ เป็นการค้นหาร้อยละของต้นทุนการดำเนินงานรวมต่อปีที่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งส่งผลให้โครงการไม่คุ้มค่าในการลงทุนโครงการ จากการคำนวณผลที่ได้แสดงในตารางที่ 11 พบว่าต้นทุนในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 49 ที่อัตราคิดลดร้อยละ 3.00 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าติดลบเท่ากับ -84,852.05 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.63 และผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.00 และต้นทุนในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 45 ที่อัตราคิดลดร้อยละ 7.12 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าติดลบเท่ากับ -82,545.43 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับเท่ากับร้อยละ 5.78 ซึ่งต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ย MRR และผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.00 ในขณะที่ผลตอบแทนรวมคงที่จะส่งผลให้โครงการไม่คุ้มค่าในการลงทุน

ตารางที่ 11 ผลตอบแทนของโครงการ กรณีที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นและผลตอบแทนรวมคงที่จนส่งผลให้โครงการไม่คุ้มค่าในการลงทุน

รายการ	ต้นทุนในการดำเนินงาน ต่อปีเพิ่มขึ้น 49% (ใช้อัตราคิดลด 3%)	ต้นทุนในการดำเนินงาน ต่อปีเพิ่มขึ้น 45% (ใช้อัตราคิดลด 7.12%)
NPV	-84,852.05	-82,545.43
IRR	1.63 %	5.78 %
BCR	1.00	1.00

ที่มา: จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ

4.5.4 กรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงและให้ต้นทุนในการดำเนินงานรวมต่อปีคงที่ จนส่งผลให้โครงการไม่คุ้มค่าในการลงทุน

การเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น กรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละเท่าไร โดยกำหนดให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีคงที่ เป็นการค้นหาร้อยละของผลตอบแทนรวมลดลง จนกระทั่งส่งผลให้โครงการไม่คุ้มค่าในการลงทุนโครงการ จากการคำนวณผลที่ได้แสดงในตารางที่ 12 พบว่า ผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละ 30 ที่อัตราคิดลดร้อยละ 3.00 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าติดลบเท่ากับ -4,940.40 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.94 และผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.00 และผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละ 28.65 ที่อัตราคิดลดร้อยละ 7.12 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าติดลบเท่ากับ -8,473.98 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.89 ซึ่งต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ย MRR และผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.00 ในขณะที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีคงที่ จะส่งผลให้โครงการไม่คุ้มค่าในการลงทุน

ตารางที่ 12 ผลตอบแทนของโครงการ กรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงและให้ต้นทุนในการดำเนินงานรวมต่อปีคงที่ จนส่งผลให้โครงการไม่คุ้มค่าในการลงทุน

รายการ	ผลตอบแทนรวมลดลง 30% (ใช้อัตราคิดลด 3%)	ผลตอบแทนรวมลดลง 28.65% (อัตราคิดลด 7.12%)
NPV	-4,940.40	-8,473.98
IRR	2.94 %	2.89 %
BCR	1.00	1.00

ที่มา: จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ค่า NPV, BCR และ IRR ที่อัตราคิดลดร้อยละ 3.00

ปีที่	ต้นทุนรวม (บาท)	ผลตอบแทนรวม (บาท)	อัตราดอกเบี้ย 3% (COMPOUNDING AND DISCOUNTING TABLES)	ต้นทุนปัจจุบันปรับด้วยอัตราคิดลด 3% (บาท)	ผลตอบแทนปัจจุบันปรับด้วยอัตราคิดลด 3% (บาท)	กระแสเงินสดรับสุทธิ (บาท)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ปรับด้วยอัตราคิดลด 3%) (บาท)
0	2,027,000.00	0.00	1.00000	2,027,000.00	0.00	-2,027,000.00	-2,027,000.00
1	1,707,200.00	3,130,500.00	1.03000	1,657,475.73	3,039,320.39	1,423,300.00	1,381,844.66
2	1,797,804.75	3,130,500.00	1.06090	1,694,603.40	2,950,796.49	1,332,695.25	1,256,193.09
3	1,887,694.99	3,130,500.00	1.09273	1,727,503.58	2,864,843.10	1,242,805.01	1,137,339.52
4	1,982,079.74	3,130,500.00	1.12551	1,761,050.31	2,781,405.76	1,148,420.26	1,020,355.45
5	2,081,183.73	3,130,500.00	1.15927	1,795,253.68	2,700,406.29	1,049,316.27	905,152.61
6	2,185,242.91	3,756,600.00	1.19405	1,830,110.05	3,146,099.41	1,571,357.09	1,315,989.36
7	2,294,505.06	3,756,600.00	1.22987	1,865,648.45	3,054,469.17	1,462,094.94	1,188,820.72
8	2,409,230.31	3,756,600.00	1.26677	1,901,868.78	2,965,494.92	1,347,369.69	1,063,626.15
9	2,529,691.82	3,756,600.00	1.30477	1,938,802.87	2,879,128.12	1,226,908.18	940,325.25
10	2,656,176.41	3,756,600.00	1.34392	1,976,439.38	2,795,255.67	1,100,423.59	818,816.29
	21,530,809.71	34,435,500.00		20,175,756.23	29,177,219.33	10,877,690.29	9,001,463.10
NPV = 7,465,205.13, BCR = 1.45, IRR = 60.51%							

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ค่า NPV, BCR และ IRR ที่อัตราคิดลดร้อยละ 7.12

ปีที่	ต้นทุนรวม (บาท)	ผลตอบแทนรวม (บาท)	อัตราดอกเบี้ย 7.12% (COMPOUNDING AND DISCOUNTING TABLES)	ต้นทุนปัจจุบันปรับด้วยอัตราคิดลด 7.12% (บาท)	ผลตอบแทนปัจจุบันปรับด้วยอัตราคิดลด 7.12% (บาท)	กระแสเงินสดรับสุทธิ (บาท)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ปรับด้วยอัตราคิดลด 7.12%) (บาท)
0	2,027,000.00	0.00	1.00000	2,027,000.00		-2,027,000.00	-2,027,000.00
1	1,707,200.00	3,130,500.00	1.07120	1,593,726.66	2,922,423.45	1,423,300.00	1,328,696.79
2	1,797,804.75	3,130,500.00	1.14747	1,566,756.10	2,728,177.23	1,332,695.25	1,161,421.13
3	1,887,694.99	3,130,500.00	1.22917	1,535,748.61	2,546,842.08	1,242,805.01	1,011,093.47
4	1,982,079.74	3,130,500.00	1.31669	1,505,354.78	2,377,559.82	1,148,420.26	872,205.04
5	2,081,183.73	3,130,500.00	1.41043	1,475,562.47	2,219,529.33	1,049,316.27	743,966.85
6	2,185,242.91	3,756,600.00	1.51086	1,446,359.78	2,486,403.28	1,571,357.09	1,040,043.50
7	2,294,505.06	3,756,600.00	1.61843	1,417,735.03	2,321,138.24	1,462,094.94	903,403.20
8	2,409,230.31	3,756,600.00	1.73366	1,389,676.79	2,166,857.95	1,347,369.70	777,181.16
9	2,529,691.82	3,756,600.00	1.85710	1,362,173.86	2,022,832.29	1,226,908.18	660,658.44
10	2,656,176.41	3,756,600.00	1.98932	1,335,215.23	1,888,379.66	1,100,423.58	553,164.43
	21,530,809.71	34,435,500.00		16,655,309.31	23,680,143.33	10,877,690.29	7,024,834.01
NPV = 5,836,766.15, BCR = 1.42, IRR = 54.34%							

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ค่า NPV, BCR และ IRR ที่อัตราคิดลดร้อยละ 7.12 กรณีที่ต้นทุนการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

ปีที่	ต้นทุน ดำเนินงานรวม ต่อปีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10 (บาท)	ผลตอบแทน รวม (บาท)	อัตราดอกเบี้ย 7.12% (COMPOUNDING AND DISCOUNTING TABLES)	ต้นทุน ปัจจุบัน ปรับด้วยอัตราคิด ลด 7.12% (บาท)	ผลตอบแทน ปัจจุบันปรับด้วย อัตราคิดลด 7.12% (บาท)	กระแสเงินสด รับสุทธิ (บาท)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ปรับด้วยอัตราคิด ลด 7.12%) (บาท)
0	2,027,000.00	0.00	1.00000	2,027,000.00		-2,027,000.00	-2,027,000.00
1	1,877,920.00	3,130,500.00	1.07120	1,753,099.33	2,922,423.45	1,252,580.00	1,169,324.12
2	1,977,585.23	3,130,500.00	1.14747	1,723,431.72	2,728,177.23	1,152,914.78	1,004,745.52
3	2,076,464.49	3,130,500.00	1.22917	1,689,323.47	2,546,842.08	1,054,035.51	857,518.61
4	2,180,287.71	3,130,500.00	1.31669	1,655,890.26	2,377,559.82	950,212.29	721,669.56
5	2,289,302.10	3,130,500.00	1.41043	1,623,118.72	2,219,529.33	841,197.90	596,410.61
6	2,403,767.20	3,756,600.00	1.51086	1,590,995.75	2,486,403.28	1,352,832.80	895,407.53
7	2,523,955.56	3,756,600.00	1.61843	1,559,508.54	2,321,138.24	1,232,644.44	761,629.70
8	2,650,153.33	3,756,600.00	1.73366	1,528,644.47	2,166,857.95	1,106,446.67	638,213.48
9	2,782,661.00	3,756,600.00	1.85710	1,498,391.24	2,022,832.29	973,939.00	524,441.05
10	2,921,794.06	3,756,600.00	1.98932	1,468,736.75	1,888,379.66	834,805.94	419,642.91
	25,710,890.68	34,435,500.00		18,118,140.24	23,680,143.33	8,724,609.32	5,562,003.08
NPV = 3,533,534.99, BCR = 1.31, IRR = 45.25%							

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ค่า NPV, BCR และ IRR ที่อัตราคิดลดร้อยละ 7.12 กรณีที่ผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละ 10

ปีที่	ต้นทุนรวม (บาท)	ผลตอบแทน รวม ลดลง ร้อยละ 10 (บาท)	อัตราดอกเบี้ย 7.12% (จาก COMPOUNDING AND DISCOUNTING TABLES)	ต้นทุนปัจจุบันปรับ ด้วยอัตราคิดลด 7.12% (บาท)	ผลตอบแทน ปัจจุบันปรับด้วย อัตราคิดลด 7.12% (บาท)	กระแสเงินสด รับสุทธิ (บาท)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ปรับด้วยอัตราคิด ลด 7.12%) (บาท)
0	2,027,000.00	0.00	1.00000	2,027,000.00		-2,027,000.00	-2,027,000.00
1	1,707,200.00	2,817,450.00	1.07120	1,593,726.66	2,630,181.11	1,110,250.00	1,036,454.44
2	1,797,804.75	2,817,450.00	1.14747	1,566,756.10	2,455,359.51	1,019,645.25	888,603.40
3	1,887,694.99	2,817,450.00	1.22917	1,535,748.61	2,292,157.87	929,755.01	756,409.26
4	1,982,079.74	2,817,450.00	1.31669	1,505,354.78	2,139,803.84	835,370.26	634,449.06
5	2,081,183.73	2,817,450.00	1.41043	1,475,562.47	1,997,576.40	736,266.27	522,013.92
6	2,185,242.91	3,380,940.00	1.51086	1,446,359.78	2,237,762.95	1,195,697.09	791,403.18
7	2,294,505.06	3,380,940.00	1.61843	1,417,735.03	2,089,024.41	1,086,434.94	671,289.38
8	2,409,230.30	3,380,940.00	1.73366	1,389,676.79	1,950,172.16	971,709.70	560,495.37
9	2,529,691.82	3,380,940.00	1.85710	1,362,173.86	1,820,549.06	851,248.18	458,375.21
10	2,656,176.42	3,380,940.00	1.98932	1,335,215.23	1,699,541.69	724,763.58	364,326.47
	21,530,809.71	30,991,950.00		16,655,309.31	21,312,128.99	7,434,140.29	4,656,819.68
NPV = 3,796,542.72, BCR = 1.28, IRR = 38.62%							

ตารางที่ 17 รายการเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายการดำเนินงาน ปีที่ 1 ถึงปีที่ 10

ปีที่	ค่าวัตถุดิบ (บาท)	ค่าแรงงาน (บาท)	ค่าจ้างเหมา (บาท)	ค่าพลังงาน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	ค่าใช้จ่ายโรงงาน 5% (บาท)	รวมต้นทุนผันแปร (บาท)
1	845,900.00	561,600.00	156,000.00	62,400.00	0.00	81,300.00	1,707,200.00
2	888,195.00	589,680.00	163,800.00	65,520.00	5,000.00	85,609.75	1,797,804.75
3	932,604.75	619,164.00	171,990.00	68,796.00	5,250.00	89,890.24	1,887,694.99
4	979,234.99	650,122.20	180,589.50	72,235.80	5,512.50	94,384.75	1,982,079.74
5	1,028,196.74	682,628.31	189,618.98	75,847.59	5,788.13	99,103.99	2,081,183.72
6	1,079,606.57	716,759.73	199,099.92	79,639.97	6,077.53	104,059.19	2,185,242.91
7	1,133,586.90	752,597.71	209,054.92	83,621.97	6,381.41	109,262.15	2,294,505.06
8	1,190,266.25	790,227.60	219,507.67	87,803.07	6,700.48	114,725.25	2,409,230.31
9	1,249,779.56	829,738.98	230,483.05	92,193.22	7,035.50	120,461.52	2,529,691.82
10	1,312,268.54	871,225.93	242,007.20	96,802.88	7,387.28	126,484.59	2,656,176.41
รวม	10,639,639.30	7,063,744.45	1,962,151.24	784,860.49	55,132.82	1,025,281.41	21,530,809.71

ที่มา : จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายการดำเนินงานต่อปี

5. สรุปผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ พบว่าโครงการมีผลตอบแทนจากการลงทุนสูง มีอัตราผลตอบแทนภายในที่สูง ทั้งนี้ได้วิเคราะห์โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3.00 พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 7,465,205.13 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 60.51 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.45 และวิเคราะห์โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 7.12 พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 5,836,766.15 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 54.34 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.42 และโครงการมีระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 1.57 ปี หรือ 18.85 เดือน ดังนั้นโครงการโรงงานผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จึงคุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการที่ส่งผลกระทบต่อความคุ้มค่าในการลงทุน คือ ทั้งกรณีที่ดินทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และรายได้จากการจำหน่ายบล็อกประสานลดลงร้อยละ 10 เมื่อพิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงรายได้จากการขายบล็อกประสาน พบว่า โรงงานต้นแบบยังเป็นโครงการที่ยังคงน่าลงทุน แต่ถ้ามีปัจจัยที่ส่งผลให้ผลตอบแทนรวมลดลงร้อยละ

28.65 หรือต้นทุนในการดำเนินงานรวมต่อปีเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 45 ที่อัตราคิดลดร้อยละ 7.12 จะทำให้การลงทุนโครงการนี้ไม่คุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ผู้ลงทุนต้องให้ความใส่ใจเป็นพิเศษ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

แม้ว่าโครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะจะมีความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมในการลงทุน ที่ได้นำเอาเถ้าหนักไปผลิตเป็นบล็อกประสาน และนำไปส่งเสริมถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน แต่ปัจจัยที่สำคัญคือรายได้จากยอดขายผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการเพิ่มเติมแล้ว พบว่ากรณีที่รายได้จากยอดขายผลิตภัณฑ์บล็อกประสานลดลงมากถึงร้อยละ 28.65 จะส่งผลกระทบต่อการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจะดำเนินการวิจัยครั้งต่อไปในหัวข้อประเด็นการศึกษาถึงด้านการตลาด หรือการส่งเสริมและทดสอบตลาดของผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเถ้าหนักเพิ่มเติม เพื่อให้ชุมชนมีความมั่นใจในประเด็นทางด้านการตลาด และรายได้จากยอดขายผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยฝ่ายจัดการโรงไฟฟ้าแม่เมาะร่วมกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และขอขอบคุณผู้บริหาร ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้โครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตบล็อกประสานจากเถ้าหนักโรงไฟฟ้าแม่เมาะเป็นศูนย์เรียนรู้สำเร็จลุล่วง สามารถเป็นโรงงานต้นแบบให้กับโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า รวมถึงเป็นต้นแบบให้ชุมชนได้มาเรียนรู้เทคโนโลยีการผลิตบล็อกประสานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความรับผิดชอบต่อสังคมของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Electricity Generating Authority of Thailand, (2017). Application report for Thailand Quality Awards 2017. Mae Moh power plant context, Mae Moh power plant, page 1.
- [2] Electricity Generation Authority of Thailand (EGAT), (2016). Electricity Generation Department, Mae Moh Power Plant: Annual report on operations of ash and gypsum conveyor systems division, 2016.
- [3] Electricity Generation Authority of Thailand (EGAT), (2016). Byproduct Sales and Contract Management Division, EGAT, Nonthaburi: Criteria and conditions for selling bottom ash Mae Moh power plant, 2016.
- [4] Larpiattaworn, S., (2018). Progress report #1 of the research project topic: The development of interlocking block pilot plant using by-product from Mae Moh power plant. pathumthani: Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR).
- [5] The benefits of bottom ash to promoting community careers., available online: <http://maemoh.egat.com/index.php/93-new/315-252>
- [6] Kokkamhaeng, W., (2008). Training document; Production of quality interlocking blocks. Pathumthani: Expert Centre of Innovative Materials, Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR).
- [7] Saisuthanawit, S. (2018). Development of interlocking block pilot plant using Mae Moh power plant ash. Master of Engineering Thesis Industrial Engineering, Chiangmai University. (in Thai)
- [8] Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), (2017). Documentation for the research and innovation development grant, Development of interlocking block pilot plant using by-product from Mae Moh power plant project. (in Thai)
- [9] Choponsat A., Minaboon N. (2013). Interlocking block of waste concrete. Research of Rajamangala University of Technology Rattanakosin. (in Thai)
- [10] Amonfa K., (2016). Engineering properties improvement of interlocking block by mixing with sand. Naresuan University Engineering Journal, Vol.11, No.1, January-June 2016, pp.67-73 (in Thai)
- [11] Charoennatkul C., (2014). Interlocking blocks containing oil palm ash and shells waste. journal of community development and life quality. 2(1): 103-112.(in Thai)
- [12] Dasaesamoh, A., Vaji, P., Salae, P., Naesae, N., (2015). Para rubber wood fly ash containing interlocking brick. journal of yala rajabhat university, Vol.10, No.1, January-June 2015, pp.77-86 (in Thai)
- [13] Thubphan, Y., (2008). Project evaluation based on economics. Bangkok: Thammasat University Publisher.
- [14] Sirisomboon, K., Panawon, K. (2016). Feasibility Study on Furnace and Drying Systems for Rubber Smoked Sheet. Engineering Journal Chiang Mai University, 23(2), 15-24. (in Thai).
- [15] Thammasiri K., (2014). The economic and financial cost-benefit analysis of vehicle adoption: hybrid vehicle electric vehicle. Master of Economic Thesis Business Economic, Thammasat University. (in Thai)
- [16] Laophungsak P., Jannachoo N., Ditwiron N., (2013). Cost-Benefit Analysis of Sanpatong-Hangdong (Phase 1) Bypass Project, Chiangmai. Management Information Systems MIS Journal of Naresuan University, 6(2), 68-83. (in Thai)
- [17] Jantaphan W., (2014). An Economic Worthiness Study of Residential Building Construction Project for Civil Servants and Employees of Nakhon Ratchasima Rajabhat University. (Master's Thesis, School of Civil Engineering, Suranaree University of Technology). (in Thai)

- [18] Boonlert, S. (2003). Cost and return on interlocking block manufacturing business in Chiang Mai provicre. Master of Accounting Independent study, Chiang Mai University. (in Thai)
- [19] Evan, (2011). The value of business analytics: identifying the path to profitability. Hoboken new jersey: wiley.
- [20] Brealey, Richard A., Stewart C. Myers, and Franklin Allen, (2014). Principles of corporate finance. New york: McGraw hill education.
- [21] Thongsukhowong A., (2016). Cost accounting. Bangkok; SE-EDUCATION Public Company Limited.
- [22] Savings Bonds of the Ministry of Finance in the fiscal year 2018 #2., available online: <https://www.kasikornbank.com/th/promotion/Pages/SavingsBonds2.aspx>
- [23] Minimum Retail Rate: MRR., available online: https://www.ktb.co.th/Download/rateFee/RateFeeDownload_4194loan_05_10_60.pdf
- [24] Nakruk, W., (2011). Decision-making under risk and uncertainty. Information Processing, Management and Application of Economics., Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)