บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เรื่อง การตัดสินใจเลือกเปลี่ยนเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงโม่หินโดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นโดยมีเป้าหมายเพื่อนำเสนอวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่มีประสิทธิภาพ และมีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางสำหรับการตัดสินใจในการดำเนินงานทางธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกเครื่องจักรที่เหมาะสมของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ซึ่งจะสามารถเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของบริษัทได้ต่อไปโดยผู้วิจัยได้กำหนดลำดับขั้นของการดำเนินการวิจัยไว้ ดังนี้

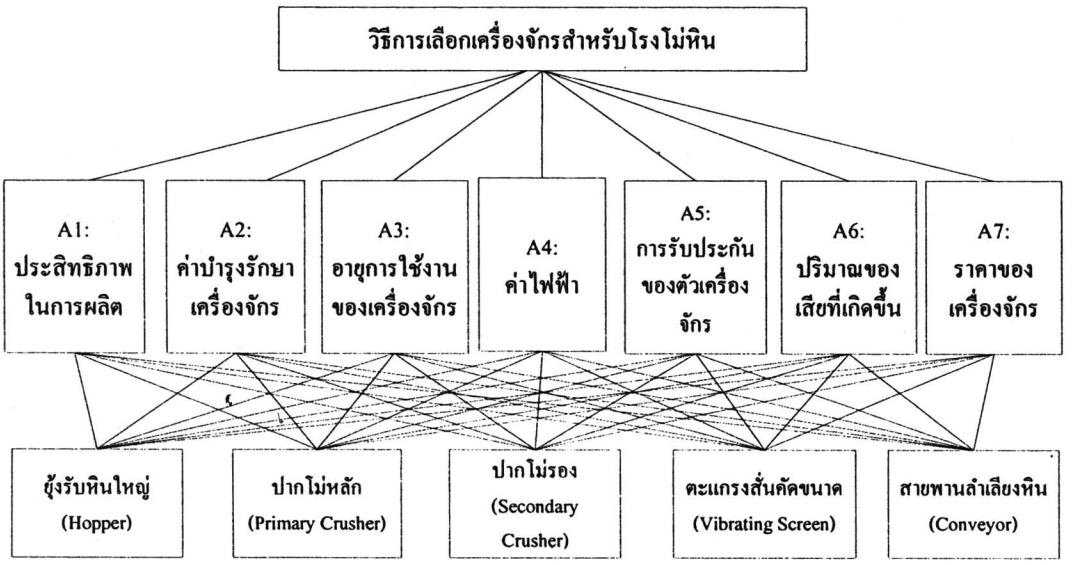
4.1 การกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการเลือกเครื่องจักรสำหรับโรงโม่หิน

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกเปลี่ยนเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงโม่หินโดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานว่าจำนวนปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรสำหรับโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์นั้นมีจำนวน 6 ปัจจัยได้แก่ ประสิทธิภาพในการผลิต ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร อายุการใช้งานของเครื่องจักร ค่าไฟฟ้า การรับประกันของตัวเครื่องจักร และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น โดยกำหนดทางเลือกในการตัดสินใจหรือทางเลือกของเครื่องจักรไว้ 5 ทางเลือก ได้แก่

- ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)
- ปากโม่หลัก (Primary Crusher)
- ปากโม่รอง (Secondary Crusher)
- ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)
- สายพานลำเลียงหิน(Conveyor)

ทั้งนี้ ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกเครื่องจักรสำหรับโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ จะถูกนำเสนอในการวิเคราะห์โดยวิธี AHP ในหัวข้อต่อไป โดยผู้วิจัยจะนำเสนอตัวอย่างการคำนวณของวิธี AHP โดยพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรสำหรับโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ จำนวน 6 ปัจจัย และทางเลือกของเครื่องจักร 5 ทางเลือก

โครงสร้างของแผนภูมิตามลำดับชั้น



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นของเกณฑ์ลำดับความสำคัญและทางเลือกที่เป็นไปได้

4.2 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP)

เพื่อใช้เลือกเครื่องจักรของโรงโม่หินโดยกำหนดชื่อย่อของทางเลือกที่เป็นไปได้เป็นดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity) : A1

ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างผลลัพธ์ (Output) ต่อปัจจัยที่ใช้ไป (Input) หรือ อีกนัยหนึ่งคือ Productivity = Output/ Input โดยปัจจัยที่ใช้ไป (Input) คือ ปริมาณหินเริ่มต้นก่อนกระบวนปากโม่แรก (Jaw crusher) ส่วน Output คือปริมาณหินที่ผ่านกระบวนการโม่หินตามขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ ปากโม่แรก (Jaw crusher) ตะแกรงสั่นคัดขนาด 1 (Vibrating Screen 1) ตะแกรงสั่นคัดขนาด 2 (Vibrating Screen 2) ปากโม่สอง (Secondary Crusher) ตะแกรงสั่นคัดขนาด 3 (Vibrating Screen 3) ตะแกรงสั่นคัดขนาด 4 (Vibrating Screen 4) เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ได้หินแต่ละประเภท ดังนี้ หินคลุก หินฝุ่น หินเกล็ด (3/8 นิ้ว) หินผสมคอนกรีต (3/4 นิ้ว) และ หิน (1 นิ้ว)

2. ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร : A2

ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร คือ ค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปเพื่อการรักษาสภาพของเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ให้มีสภาพที่พร้อมจะใช้งานอยู่ตลอดเวลาตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักร ได้แก่ อะไหล่ที่ใช้ในการบำรุงรักษาตามกำหนดระยะเวลาการใช้งาน หรืออะไหล่ประเภทสึกหรอเร็ว เช่น สายพานต่างๆ และรวมถึงวัสดุสิ้นเปลืองประเภทน้ำมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ ด้วย ซึ่งอัตราการสิ้นเปลืองอะไหล่ที่ใช้ในการบำรุงรักษานี้กำหนดได้จากจำนวนชั่วโมงหรือจำนวนวันของการใช้งานของเครื่องจักรในแต่ละช่วงระยะเวลา และข้อแนะนำในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรมีแผนการใช้งาน 2000 ชั่วโมงต่อปี และบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้เปลี่ยนเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นทุก 500 ชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่น ก็จะเป็น 4 ชิ้นต่อปี เป็นต้น

3. อายุการใช้งานของเครื่องจักร : A3

อายุการใช้งานของเครื่องจักร คือ ระยะเวลาทั้งหมดของเครื่องจักรตลอดอายุการใช้งาน โดยพิจารณาจากข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

4. ค่าไฟฟ้า : A4

คำนวนจากพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) โดย พลังงาน = กำลัง (P) x เวลาที่ใช้ไป (t) มีหน่วยเป็นจูล (J) เมื่อ P มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) และ เวลา (t) มีหน่วยเป็นวินาที(s) โดยปกติหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่นิยมใช้ในการคิดค่าไฟฟ้าจะคิดอยู่ในรูปของ กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kW-hours) หรือ หน่วย (Unit) นั้นคือ 1 Unit = กำลังไฟฟ้า (1kW) x เวลาที่ใช้ไป (1 ชั่วโมง)

5. การรับประกันของตัวเครื่องจักร : A5

การรับประกันของตัวเครื่องจักร คือ ระยะเวลาที่บริษัทผู้ผลิตรับประกันคุณภาพเครื่องจักรและอะไหล่ โดยทำการตรวจเช็คเครื่องให้กับทางลูกค้าตามระยะเวลาที่กำหนดไว้

6. ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น : A6

ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น คือความสูญเสียเนื่องจากการใช้วัตถุดิบในการผลิตไม่คุ้มค่า โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างเชิงปริมาณ (ปริมาตรหรือน้ำหนัก) ของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตของสินค้าที่ได้รับจากกระบวนการผลิต เพื่อหาความสูญเสียวัตถุดิบที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต

7. ราคาของเครื่องจักร : A7 (ปัจจัยทางเลือก)

ราคาของเครื่องจักร คือ เงินจ่ายลงทุนเป็นการจ่ายลงทุนเพื่อมุ่งหวังผลประโยชน์ที่จะได้รับในอนาคตซึ่งมากกว่า 1 ปี เงินจ่ายลงทุนไม่ได้คิดเฉพาะราคาซื้อสินทรัพย์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ต้องจ่ายเพื่อให้สินทรัพย์นั้นใช้งานได้ โดยทางผู้ศึกษาได้นำปัจจัยเรื่องของราคาของเครื่องจักร มาพิจารณาเป็นปัจจัยทางเลือก เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อลำดับการเลือกเครื่องจักรของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ อย่างไร

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการให้คะแนนในแต่ละปัจจัยหรือเกณฑ์กับทางเลือกนั้น ข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการพิจารณาและระดมสมองร่วมกับผู้เกี่ยวข้องและผู้ชำนาญการ รวมถึงจากการสัมภาษณ์ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 3.1.1 ผลที่ได้เป็นดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

4.3.1 การเปรียบเทียบรายคู่และการกำหนดคะแนนความสำคัญ โดยวิธีการเอเฮชพี (AHP)

จากองค์ประกอบต่างๆ (เป้าหมายของปัญหา ปัจจัยที่สำคัญ และทางเลือกของเครื่องจักร) ในแผนภูมิตามลำดับชั้นในหัวข้อ 4.1 ผู้ตัดสินใจสามารถสร้างตารางการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison) เพื่อใช้ในการกำหนดคะแนนความสำคัญ (Priority Weight) ของแต่ละองค์ประกอบย่อย ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ถึง 4.2 ข้อดีของการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ในวิธี AHP คือ ผู้ตัดสินใจสามารถแปลงปัญหาขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนออกเป็นการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของแต่ละองค์ประกอบย่อย และอนุญาตให้ผู้ตัดสินใจได้พิจารณาให้คะแนนความสำคัญโดยการเปรียบเทียบทีละ 2 องค์ประกอบใดๆ เท่านั้นซึ่งทำให้ง่ายแก่การตัดสินใจการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยตารางที่ 4.1 แสดงการคำนวณคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย รวมถึงแสดงการคำนวณคะแนนความสำคัญของแต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับแต่ละปัจจัย วัตถุประสงค์ของการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ในตารางที่ 4.1 คือเพื่อกำหนดคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย (Criterion Priority Weights) เมื่อเทียบกับเป้าหมายของปัญหา ส่วนตารางที่ 4.2 เป็นการคำนวณค่าคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยพิจารณาจากเป้าหมายของปัญหาและค่าคะแนนความสำคัญของแต่ละทางเลือกโดยพิจารณาจากปัจจัยทั้ง 6 ตัว คะแนนความสำคัญสัมพัทธ์จากการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ทั้งหมดต้องถูกแปลงเป็นค่าปกติ (Normalized) ค่าคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย และแต่ละทางเลือกคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนการเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparisons) ในแต่ละแถวในแนวระดับ ตารางการเปรียบเทียบรายคู่แบบปกติ

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่างปัจจัยโดยวิธี AHP จากการระดมสมองร่วมกับผู้เกี่ยวข้องและผู้ชำนาญการ

การเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ กับเป้าหมายของปัญหา	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison)					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1	7	5	3	5	3
A2	1/7	1	1/2	1/5	2	1/7
A3	1/5	2	1	1/5	3	1/7
A4	1/3	5	5	1	5	1/3
A5	1/5	1/2	1/3	1/5	1	1/7
A6	1/3	7	7	3	7	1
รวม	**2.210**	**22.500**	**18.833**	**7.600**	**23.000**	**4.762**

เมื่อได้นำข้อมูลจากตาราง 4.1 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเกณฑ์ แล้วจะได้ค่าน้ำหนักจากการให้ค่าความสำคัญในแต่ละเกณฑ์ สามารถนำไปทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติระหว่างปัจจัย ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติระหว่างปัจจัยโดยวิธี AHP

การเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆกับเป้าหมายของปัญหา	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparison)						รวม	คะแนนความสำคัญ	Priority
	A1	A2	A3	A4	A5	A6			
A1	0.453	0.311	0.265	0.395	0.217	0.630	2.271	0.379	1
A2	0.065	0.044	0.027	0.026	0.087	0.030	0.279	0.046	5
A3	0.091	0.089	0.053	0.026	0.130	0.030	0.419	0.070	4
A4	0.151	0.222	0.265	0.132	0.217	0.070	1.058	0.176	3
A5	0.091	0.022	0.018	0.026	0.043	0.030	0.230	0.038	6
A6	0.151	0.311	0.372	0.395	0.304	0.210	1.743	0.290	2
รวม	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**6.000**	**1.000**	

ความสอดคล้องของเหตุผล

การพิจารณาความสอดคล้องของเหตุผลผู้ตัดสินใจได้ทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ของทุกองค์ประกอบย่อย และ คะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยและแต่ละทางเลือกได้ถูกคำนวณไว้ก่อนที่จะคำนวณค่าคะแนนความสำคัญรวม (Overall Priority Weights) ของแต่ละทางเลือกและกำหนด คะแนนความสำคัญ ของแต่ละทางเลือก ผู้ตัดสินใจควรตรวจสอบความสอดคล้องกันของการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ในแต่ละคู่ของปัจจัยต่างๆ ซึ่งขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องกันของการเปรียบเทียบ เป็นรายคู่มีความจำเป็นต้องมีการตรวจสอบ ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอต่อไป โดย Saaty (1980) ได้นำเสนอขั้นตอนการคำนวณค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio หรือ CR) ซึ่งเป็นตัววัดความสอดคล้องกันของการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำค่าคะแนนความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Importance Scale) จากการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ของแต่ละปัจจัยในตารางที่ 4.1 คูณกับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย (Criterion Priority Weights) ซึ่งได้จากตัวเลขในตารางที่ 4.2

$$\begin{bmatrix} 1 & 7 & 5 & 3 & 5 & 3 \\ 1/7 & 1 & 1/2 & 1/5 & 2 & 1/7 \\ 1/5 & 2 & 1 & 1/5 & 3 & 1/7 \\ 1/3 & 5 & 5 & 1 & 5 & 1/3 \\ 1/5 & 1/2 & 1/3 & 1/5 & 1 & 1/7 \\ 1/3 & 7 & 7 & 3 & 7 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.379 \\ 0.046 \\ 0.070 \\ 0.176 \\ 0.038 \\ 0.290 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.645 \\ 0.289 \\ 0.430 \\ 1.173 \\ 0.237 \\ 2.029 \end{bmatrix}$$

ขั้นตอนที่ 2 นำผลลัพธ์ที่ได้จากผลคูณในขั้นตอนที่ 1 นี้มาหารด้วยคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยซึ่งได้จากตัวเลขในตารางที่ 4.2 เพื่อนำไปคำนวณค่า λ_{max}

$$\begin{bmatrix} 2.645 \\ 0.289 \\ 0.430 \\ 1.173 \\ 0.237 \\ 2.029 \end{bmatrix} \div \begin{bmatrix} 0.379 \\ 0.046 \\ 0.070 \\ 0.176 \\ 0.038 \\ 0.290 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6.988 \\ 6.217 \\ 6.160 \\ 6.655 \\ 6.186 \\ 6.984 \end{bmatrix}$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่า λ_{max} ได้จากค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2

$$\lambda_{max} = \frac{6.988 + 6.217 + 6.160 + 6.655 + 6.186 + 6.984}{6} = 6.5315$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index หรือ CI) และอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio หรือ CR) ตามสมการที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ โดยที่ n เท่ากับขนาดของตารางการเปรียบเทียบรายคู่ หรือจำนวนปัจจัยที่ทำการเปรียบเทียบ ซึ่งในที่นี้ n = 6 และ RI คือค่าความสอดคล้องแบบสุ่มเฉลี่ย (Average Random Consistency) ซึ่งค่า R นี้สามารถหาค่าได้จากตารางที่ 4.3 ในที่นี้ RI = 1.24 เมื่อ n = 6

ตารางที่ 4.3 ตารางค่า RI เทียบกับจำนวนทางเลือก

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{6.5315 - 6}{6-1} = 0.1063$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.1063}{1.24} = 0.0857$$

ตารางที่ 4.4 แสดงผลค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่า Normalized

λ_{max}	6.5315
n	6
CI	0.1063
RI (n=6)	1.24
CR	0.0857

ในที่นี้ ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง หรือค่า CR มีค่าเท่ากับ 0.0857 หรือ 8.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.10 หรือ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ผู้ตัดสินใจได้ทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ของปัจจัยต่างๆ และให้คะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยได้อย่างมีความสอดคล้องกัน

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญสุทธิของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	คะแนนความสำคัญสุทธิ	ลำดับ
A1: ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity)	0.3786	1
A2: ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	0.0465	5
A3: อายุการใช้งานของเครื่องจักร	0.0699	4
A4: ค่าไฟฟ้า	0.1763	3
A5: การรับประกันของตัวเครื่องจักร	0.0384	6
A6: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น	0.2905	2

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบทางเลือกทีละคู่ ระหว่าง ปัจจัยต่างๆกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

เมื่อได้ค่าน้ำหนักความสำคัญสุทธิของแต่ละปัจจัย ที่มีผลต่อการคัดเลือกเครื่องจักรที่มีความเหมาะสมสำหรับโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์แล้ว เราจะทำการเปรียบเทียบความสำคัญรายคู่ของทางเลือกภายใต้ความสัมพันธ์กับหลักเกณฑ์รองทั้ง 5 หลักเกณฑ์ ได้แก่ ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) ปากโม่หลัก (Primary Crusher) ปากโม่รอง (Secondary Crusher) ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) และสายพานลำเลียงหิน (Conveyor) เพื่อหาเครื่องจักรที่มีความเหมาะสมในการปรับปรุงกระบวนการต่อไป ตามทฤษฎีของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยสามารถกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัยได้ ดังต่อไปนี้

ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity)

ทางผู้ศึกษาได้พิจารณาประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องจักร จากกำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องจักร (หรือ Max. Capacity) หรือปริมาณหินที่ผ่านกระบวนการของโรงโม่หิน หน่วยเป็นตันต่อชั่วโมง ทางบริษัทได้ทำการแบ่งระดับความสำคัญ ในเรื่องของประสิทธิภาพในการผลิตตามกำลังการผลิตของเครื่องจักร ดังที่แสดงในตารางที่ 4.6 โดยเกณฑ์ที่ใช้แบ่งเรื่องของกำลังการผลิตในแต่ละช่วงนั้น ทางผู้ศึกษาได้ผลมาจากการระดมสมองร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนผลิตของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ จำนวน 10 ท่าน (รายชื่อและตำแหน่งของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แสดงไว้ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.6 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านประสิทธิภาพในการผลิตตามกำลังการผลิตของเครื่องจักร

ระดับของความสำคัญ	กำลังการผลิต (Tons per Hour)
1	มากกว่า 501
3	401 – 500
5	301 - 400
7	201 - 300
9	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 200

ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 520 TPH เลขความสำคัญคือ 1

ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 400 TPH เลขความสำคัญคือ 5

ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 300 TPH เลขความสำคัญคือ 7

ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 586 TPH เลขความสำคัญคือ 1

สายพานลำเลียงหิน (Conveyor) มีกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 480 TPH เลขความสำคัญคือ 3

(ที่มา: คุณสมบัติเครื่องจักร ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ แสดงไว้ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่าง ปัจจัยด้านประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity) กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A1: ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity)	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison)				
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	1	1/4	1/6	1	1/2
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	4	1	1/2	4	2
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	6	2	1	6	4
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	1	1/4	1/6	1	1/2
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	2	1/2	1/4	2	1
รวม	**14**	**4**	**2**	**14**	**8**

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ ระหว่างปัจจัยด้านประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity) กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A1: ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity)	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparison)					รวม	คะแนนความสำคัญ
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.071	0.063	0.080	0.071	0.063	0.348	0.070
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.286	0.250	0.240	0.286	0.250	1.311	0.262
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.429	0.500	0.480	0.429	0.500	2.337	0.467
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.071	0.063	0.080	0.071	0.063	0.348	0.070
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.143	0.125	0.120	0.143	0.125	0.656	0.131
รวม	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**5.000**	**1.000**

ตารางที่ 4.9 แสดงผลค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่า Normalized ของ ปัจจัยด้านประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity)

Lampda max	5.0133
n	5
CI	0.0033
RI (n=5)	1.12
CR	0.0030

ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร

เป็นค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปเพื่อการรักษาสภาพของเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ให้มีสภาพที่พร้อมจะใช้งานอยู่ตลอดเวลาตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักร ได้แก่ อะไหล่ที่ใช้ในการบำรุงรักษาตามกำหนดระยะเวลาการใช้งาน หรืออะไหล่ประเภทสึกหรอเร็ว เช่น สายพานต่างๆ และรวมถึงวัสดุสิ้นเปลืองประเภทน้ำมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ ด้วย ซึ่งอัตราการสิ้นเปลืองอะไหล่ที่ใช้ในการบำรุงรักษานี้กำหนดได้จากจำนวนชั่วโมงหรือจำนวนวันของการใช้งานของเครื่องจักรในแต่ละช่วงระยะเวลา ทางบริษัทได้ทำการแบ่งระดับความสำคัญ ในเรื่องของค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อปี ดังที่แสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อปี

ระดับของความสำคัญ	ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อปี
1	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 40,000 บาท
3	40,001 – 60,000 บาท
5	60,001 – 80,000 บาท
7	80,001 – 100,000 บาท
9	มากกว่า 100,000 บาท

ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 12,000 บาท เลขความสำคัญคือ 1

ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 72,000 บาท เลขความสำคัญคือ 5

ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 96,000 บาท เลขความสำคัญคือ 7

ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 36,000 บาท เลขความสำคัญคือ 1

สายพานลำเลียงหิน (Conveyor) มีค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 24,000 บาท เลขความสำคัญคือ 1

(ที่มา: ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อปี ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ แสดงไว้ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่าง ปัจจัยค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อปี กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A2: ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison)				
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	1	1/4	1/6	1	1
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	4	1	1/2	4	4
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	6	2	1	6	6
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	1	1/4	1/6	1	1
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	1	1/4	1/6	1	1
รวม	13	33/4	2	13	13

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ ระหว่างปัจจัยด้านค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อปีกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A2: ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparison)					รวม	คะแนนความสำคัญ
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.077	0.067	0.083	0.077	0.077	0.381	0.076
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.308	0.267	0.250	0.308	0.308	1.440	0.288
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.462	0.533	0.500	0.462	0.462	2.418	0.484
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.077	0.067	0.083	0.077	0.077	0.381	0.076
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.077	0.067	0.083	0.077	0.077	0.381	0.076
รวม	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**5.000**	**1.000**

ตารางที่ 4.13 แสดงผลค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่า Normalized ของ ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อปี

Lampda max	5.0100
n	5
CI	0.0025
RI (n=5)	1.12
CR	0.0022

อายุการใช้งานของเครื่องจักร

คือระยะเวลาทั้งหมดของเครื่องจักรตลอดอายุการใช้งาน โดยพิจารณาจากข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ทางบริษัทได้ทำการแบ่งระดับความสำคัญ ในเรื่องของอายุการใช้งานของเครื่องจักรดังที่แสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านอายุการใช้งานของเครื่องจักร

ระดับของความสำคัญ	อายุการใช้งานของเครื่องจักร (ปี)
1	มากกว่า 8 ปี
3	6 – 8 ปี
5	4 – 6 ปี
7	2 – 4 ปี
9	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 2 ปี

ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีอายุการใช้งานของเครื่องจักรเฉลี่ย เท่ากับ 5 ปี เลขความสำคัญคือ 5

ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีอายุการใช้งานของเครื่องจักรเฉลี่ย เท่ากับ 8 ปี เลขความสำคัญคือ 3

ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีอายุการใช้งานของเครื่องจักรเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี เลขความสำคัญคือ 1

ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีอายุการใช้งานของเครื่องจักรเฉลี่ย เท่ากับ 5 ปี เลขความสำคัญคือ 5

สายพานลำเลียงหิน (Conveyor) มีอายุการใช้งานของเครื่องจักรเฉลี่ย เท่ากับ 2 ปี เลขความสำคัญคือ 9

(ที่มา: อายุการใช้งานของเครื่องจักรของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ แสดงไว้ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่าง ปัจจัยด้านอายุการใช้งานของเครื่องจักรกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A3: อายุการใช้งานของเครื่องจักร	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison)				
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	1	2	4	1	1/4
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	1/2	1	2	1/2	1/6
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	1/4	1/2	1	1/4	1/8
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	1	2	4	1	1/4
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	4	6	8	4	1
รวม	**63/4**	**111/2**	**19**	**63/4**	**14/5**

ตารางที่ 4.16 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ ระหว่างปัจจัยด้านอายุการใช้งานของเครื่องจักรกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A3: อายุการใช้งานของเครื่องจักร	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparison)					รวม	คะแนนความสำคัญ
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.148	0.174	0.211	0.148	0.140	0.820	0.164
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.074	0.087	0.105	0.074	0.093	0.433	0.087
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.037	0.043	0.053	0.037	0.070	0.240	0.048
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.148	0.174	0.211	0.148	0.140	0.820	0.164
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.593	0.522	0.421	0.593	0.558	2.686	0.537
รวม	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**5.000**	**1.000**

ตารางที่ 4.17 แสดงผลค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่า Normalized ของ ปัจจัยด้านอายุการใช้งานของเครื่องจักร

Lampda max	5.0523
n	5
CI	0.0131
RI (n=5)	1.12
CR	0.0117

ค่าไฟฟ้า

พิจารณาจากกำลังไฟฟ้า (Power, KW) ของเครื่องจักร ทางบริษัทได้ทำการแบ่งระดับความสำคัญในเรื่องกำลังไฟฟ้า (Power, KW) ของเครื่องจักร ดังที่แสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านกำลังไฟฟ้า (Power, KW) ของเครื่องจักร

ระดับของความสำคัญ	กำลังไฟฟ้า (Power, KW)
1	น้อยกว่า 50 KW
3	51 – 100 KW
5	101 - 150 KW
7	151 – 200 KW
9	มากกว่า 200 KW

ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร เท่ากับ 0 KW เลขความสำคัญคือ 1

ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร เท่ากับ 110 KW เลขความสำคัญคือ 5

ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร เท่ากับ 160 KW เลขความสำคัญคือ 7

ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรเท่ากับ 18.5 KW ต่อเครื่อง ทางโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ใช้ทั้งหมด 4 ตัว เพราะฉะนั้นใช้กำลังไฟฟ้ารวมเท่ากับ 74 KW เลขความสำคัญคือ 3

สายพานลำเลียงหิน (Conveyor) มีกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรเท่ากับ 5.5 KW ต่อชุด ทางโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ใช้ทั้งหมด 12 ชุด เพราะฉะนั้นใช้กำลังไฟฟ้ารวมเท่ากับ 66 KW เลขความสำคัญคือ 3

(ที่มา: กำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ แสดงไว้ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.19 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่าง ปัจจัยด้านกำลังไฟฟ้า (Power, KW) กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A4: ค่าไฟฟ้า	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison)				
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	1	1/4	1/6	1/2	1/2
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	4	1	1/2	2	2
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	6	2	1	4	4
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	2	1/2	1/4	1	1
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	2	1/2	1/4	1	1
รวม	**15**	**41/4**	**21/6**	**81/2**	**81/2**

ตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ ระหว่างปัจจัยด้านกำลังไฟฟ้า (Power, KW) กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A4: ค่าไฟฟ้า	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparison)					รวม	คะแนนความสำคัญ
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.067	0.059	0.077	0.059	0.059	0.320	0.064
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.267	0.235	0.231	0.235	0.235	1.203	0.241
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.400	0.471	0.462	0.471	0.471	2.273	0.455
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.133	0.118	0.115	0.118	0.118	0.602	0.120
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.133	0.118	0.115	0.118	0.118	0.602	0.120
รวม	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**5.000**	**1.000**

ตารางที่ 4.21 แสดงผลค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่า Normalized ของ ปัจจัยด้านกำลังไฟฟ้า (Power, KW)

Lampda max	5.0100
n	5
CI	0.0025
RI (n=5)	1.12
CR	0.0022

การรับประกันของตัวเครื่องจักร

คือ ระยะเวลาที่บริษัทผู้ผลิตรับประกันคุณภาพเครื่องจักรและอะไหล่ โดยทำการตรวจเช็คเครื่องให้กับทางลูกค้าตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ทางบริษัทได้ทำการแบ่งระดับความสำคัญในเรื่องการรับประกันของตัวเครื่องจักร ดังที่แสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านการรับประกันของตัวเครื่องจักร

ระดับของความสำคัญ	การรับประกันของตัวเครื่องจักร (ปี)
1	มากกว่า 4 ปี
3	4 ปี
5	3 ปี
7	2 ปี
9	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 1 ปี

ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีการรับประกันของตัวเครื่องจักร เท่ากับ 2 ปี เลขความสำคัญคือ 7

ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีการรับประกันของตัวเครื่องจักร เท่ากับ 3 ปี เลขความสำคัญคือ 5

ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีการรับประกันของตัวเครื่องจักร เท่ากับ 3 ปี เลขความสำคัญคือ 5

ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีการรับประกันของตัวเครื่องจักร เท่ากับ 2 ปี เลขความสำคัญคือ 7

สายพานลำเลียงหิน (Conveyor) มีการรับประกันของตัวเครื่องจักร เท่ากับ 1 ปี เลขความสำคัญคือ 9

(ที่มา: การรับประกันของตัวเครื่องจักร ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ แสดงไว้ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.23 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่าง ปัจจัยด้านการรับประกันของตัวเครื่องจักร กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A5: การรับประกันของตัวเครื่องจักร	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison)				
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	1	2	2	1	1/2
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	1/2	1	1	1/2	1/4
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	1/2	1	1	1/2	1/4
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	1	2	2	1	1/2
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	2	4	4	2	1
รวม	5	10	10	5	21/2

ตารางที่ 4.24 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ ระหว่างปัจจัยด้านการรับประกันของตัวเครื่องจักร กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A5: การรับประกันของตัวเครื่องจักร	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparison)					รวม	คะแนนความสำคัญ
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	1.000	0.200
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.500	0.100
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.500	0.100
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	1.000	0.200
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	2.000	0.400
รวม	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**5.000**	**1.000**

ตารางที่ 4.25 แสดงผลค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่า Normalized ของ ปัจจัยด้านการรับประกันของตัวเครื่องจักร

Lampda max	5.0000
n	5
CI	0.0000
RI (n=5)	1.12
CR	0.0000

ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น

คือความสูญเสียเนื่องจากการใช้วัตถุดิบในการผลิตไม่คุ้มค่า โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างเชิงปริมาณ (ปริมาตรหรือน้ำหนัก) ของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตของสินค้าที่ได้รับจากกระบวนการผลิต ทางบริษัทได้ทำการแบ่งระดับความสำคัญในเรื่องปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นของเครื่องจักร ดังที่แสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นของเครื่องจักร

ระดับของความสำคัญ	ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น (%)
1	น้อยกว่า หรือเท่ากับ 1%
3	ระหว่าง 1% - 3%
5	ระหว่าง 4% - 6%
7	ระหว่าง 7% - 9%
9	มากกว่า หรือเท่ากับ 9%

ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เฉลี่ยน้อยกว่า 1% เลขความสำคัญคือ 1

ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 2% เลขความสำคัญคือ 3

ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 3% เลขความสำคัญคือ 3

ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 8.5% เลขความสำคัญคือ 7

สายพานลำเลียงหิน (Conveyor) มีปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 2% เลขความสำคัญคือ 3

(ที่มา: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ได้จากการทดลอง ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.27 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่าง ปัจจัยด้านปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A6: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison)				
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	1	1/2	1/2	1/5	1/2
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	2	1	1	1/4	1
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	2	1	1	1/4	1
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	5	4	4	1	1
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	2	1	1	1	1
รวม	**12**	**71/2**	**71/2**	**25/7**	**41/2**

ตารางที่ 4.28 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ ระหว่างปัจจัยด้านปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A6: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparison)					รวม	คะแนนความสำคัญ
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.083	0.067	0.067	0.074	0.111	0.402	0.080
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.167	0.133	0.133	0.093	0.222	0.748	0.150
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.167	0.133	0.133	0.093	0.222	0.748	0.150
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.417	0.533	0.533	0.370	0.222	2.076	0.415
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.167	0.133	0.133	0.370	0.222	1.026	0.205
รวม	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**5.000**	**1.000**

ตารางที่ 4.29 แสดงผลค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่า Normalized ของ ปัจจัยด้านปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น

Lampda max	5.2121
n	5
CI	0.0530
RI (n=5)	1.12
CR	0.0473

4.4 ค่าคะแนนความสำคัญรวม (Overall Priority Weights)

ค่าคะแนนความสำคัญรวม (Overall Priority Weights) ของแต่ละทางเลือกของเครื่องจักร คำนวณได้จากผลคูณของคะแนนความสำคัญของแต่ละทางเลือก (Alternative Priority Weights) และคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย (Criterion Priority Weights) ดังสมการ หรือตารางที่ 4.30

$$\begin{bmatrix} 0.0696 & 0.0762 & 0.1641 & 0.0640 & 0.2000 & 0.0804 \\ 0.2623 & 0.2879 & 0.0867 & 0.2407 & 0.1000 & 0.1496 \\ 0.4674 & 0.4836 & 0.0480 & 0.4547 & 0.1000 & 0.1496 \\ 0.0696 & 0.0762 & 0.1641 & 0.1203 & 0.2000 & 0.4152 \\ 0.1311 & 0.0762 & 0.5372 & 0.1203 & 0.4000 & 0.2052 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.379 \\ 0.046 \\ 0.070 \\ 0.176 \\ 0.038 \\ 0.290 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0836 \\ 0.2084 \\ 0.3302 \\ 0.1908 \\ 0.1869 \end{bmatrix}$$

ตารางที่ 4.30 แสดงลำดับความสำคัญรวม ของแต่ละทางเลือก

ปัจจัย	A1: ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity)	A2: ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	A3: อายุการใช้งานของเครื่องจักร	A4: ค่าไฟฟ้า	A5: การรับประกันของตัวเครื่องจักร	A6: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น	ลำดับความสำคัญรวม	Priority
คะแนนความสำคัญ	***0.3786***	***0.0465***	***0.0699***	***0.1763***	***0.0384***	***0.2905***		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.0696	0.0762	0.1641	0.0640	0.2000	0.0804	0.0836	5
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.2623	0.2879	0.0867	0.2407	0.1000	0.1496	0.2084	2
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.4674	0.4836	0.0480	0.4547	0.1000	0.1496	0.3302	1
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.0696	0.0762	0.1641	0.1203	0.2000	0.4152	0.1908	3
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.1311	0.0762	0.5372	0.1203	0.4000	0.2052	0.1869	4
รวม	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	

จากคะแนนลำดับความสำคัญรวมของแต่ละทางเลือกหรือแต่ละเครื่องจักรนั้น พบว่าเครื่องจักรที่ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีคะแนนสูงสุดเป็นลำดับแรก เท่ากับ 0.3302 คะแนน รองลงมา คือ เครื่องจักรที่ ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีคะแนน เท่ากับ 0.2084 คะแนน ลำดับถัดไปคือ ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีคะแนน เท่ากับ 0.1908 คะแนน ส่วนสายพาน

สำนักงานวิจัย

ลำเลียงหิน (Conveyor) มีคะแนน เท่ากับ 0.1869 คะแนน และ ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีคะแนน เท่ากับ 0.0836 คะแนน ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามทางผู้ศึกษาได้เพิ่มปัจจัยด้านราคาของเครื่องจักรมาพิจารณาเป็นปัจจัยทางเลือก เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อลำดับการเลือกเครื่องจักรของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์อย่างไร ซึ่งผลที่ได้เป็นดังนี้

ราคาของเครื่องจักร

คือ เงินจ่ายลงทุนเป็นการจ่ายลงทุนเพื่อมุ่งหวังผลประโยชน์ที่จะได้รับในอนาคตซึ่งมากกว่า 1 ปี เงินจ่ายลงทุนไม่ได้คิดเฉพาะราคาซื้อสินทรัพย์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ต้องจ่ายเพื่อให้สินทรัพย์นั้นใช้งานได้ ทางบริษัทได้ทำการแบ่งระดับความสำคัญในเรื่องราคาของเครื่องจักร ดังที่แสดงในตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านราคาของเครื่องจักร

ระดับของความสำคัญ	ราคาของเครื่องจักร (บาท)
1	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,000,000
3	1,000,001 – 2,000,000
5	2,000,001 – 3,000,000
7	3,000,001 – 4,000,000
9	มากกว่า 4,000,000

ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีราคาเท่ากับ 202,688 บาท เลขความสำคัญคือ 1
ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีราคาเท่ากับ 4,382,816 บาท เลขความสำคัญคือ 9
ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีราคาเท่ากับ 4,496,928 บาท เลขความสำคัญคือ 9
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีราคาเท่ากับ 2,478,528 บาท เลขความสำคัญคือ 5
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor) มีราคาเท่ากับ 3,311,200 บาท เลขความสำคัญคือ 7
(ที่มา: ราคาของเครื่องจักรของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.32 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่าง ปัจจัยด้านราคาของเครื่องจักร กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A7: ราคาเครื่องจักร	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison)				
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	1	1/8	1/8	1/4	1/6
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	8	1	1	4	2
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	8	1	1	4	2
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	4	1/4	1/4	1	1/2
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	6	1/2	1/2	2	1
รวม	**27**	**2 7/8**	**2 7/8**	**11 1/4**	**5 2/3**

ตารางที่ 4.33 การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ ระหว่างปัจจัยด้านราคาของเครื่องจักร กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยวิธี AHP

A7: ราคาเครื่องจักร	การเปรียบเทียบเป็นรายคู่แบบปกติ (Normalized Comparison)					รวม	คะแนนความสำคัญ
	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.037	0.043	0.043	0.022	0.029	0.176	0.035
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.296	0.348	0.348	0.356	0.353	1.700	0.340
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.296	0.348	0.348	0.356	0.353	1.700	0.340
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.148	0.087	0.087	0.089	0.088	0.499	0.100
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.222	0.174	0.174	0.178	0.176	0.924	0.185
รวม	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**5.000**	**1.000**

ตารางที่ 4.34 แสดงผลค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่า Normalized ของ ปัจจัยด้านราคาของเครื่องจักร

Lampda max	5.0560
n	5
CI	0.0140
RI (n=5)	1.12
CR	0.0125

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญสุทธิของแต่ละปัจจัย (กรณีเพิ่มปัจจัยด้านราคาของเครื่องจักร)

ปัจจัย	คะแนนความสำคัญ	ลำดับ
A1: ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity)	0.3641	1
A2: ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	0.0529	6
A3: อายุการใช้งานของเครื่องจักร	0.0638	5
A4: ค่าไฟฟ้า	0.1066	4
A5: การรับประกันของตัวเครื่องจักร	0.0425	7
A6: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น	0.2440	2
A7: ราคาเครื่องจักร	0.1261	3

ตารางที่ 4.36 แสดงลำดับความสำคัญรวม ของแต่ละทางเลือก (กรณีเพิ่มปัจจัยด้านราคาของเครื่องจักร)

ปัจจัย	A1: ประสิทธิภาพในการผลิต (Productivity)	A2: ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	A3: อายุการใช้งานของเครื่องจักร	A4: ค่าไฟฟ้า	A5: การรับประกันของตัวเครื่องจักร	A6: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น	A7: ราคาเครื่องจักร	ลำดับความสำคัญรวม	Priority
คะแนนความสำคัญ	***0.3641***	***0.0529***	***0.0638***	***0.1066***	***0.0425***	***0.2440***	***0.1261***		
ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	0.0696	0.0762	0.1641	0.0640	0.2000	0.0804	0.0351	0.0792	5
ปากโม่หลัก (Primary Crusher)	0.2623	0.2879	0.0867	0.2407	0.1000	0.1496	0.3401	0.2256	2
ปากโม่รอง (Secondary Crusher)	0.4674	0.4836	0.0480	0.4547	0.1000	0.1496	0.3401	0.3310	1
ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	0.0696	0.0762	0.1641	0.1203	0.2000	0.4152	0.0998	0.1750	4
สายพานลำเลียงหิน (Conveyor)	0.1311	0.0762	0.5372	0.1203	0.4000	0.2052	0.1849	0.1893	3
รวม	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	

จากคะแนนลำดับความสำคัญรวมของแต่ละทางเลือกหรือแต่ละเครื่องจักรนั้น พบว่า เครื่องจักรที่ปากโม่รอง (Secondary Crusher) มีคะแนนสูงสุดเป็นลำดับแรก เท่ากับ 0.3310 คะแนน รองลงมา คือ เครื่องจักรที่ ปากโม่หลัก (Primary Crusher) มีคะแนน เท่ากับ 0.2256 คะแนน ลำดับถัดไปคือ สายพานลำเลียงหิน (Conveyor) มีคะแนน เท่ากับ 0.1893 คะแนน ส่วนตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) มีคะแนน เท่ากับ 0.1750 คะแนน และ ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper) มีคะแนน เท่ากับ 0.0792 คะแนน ตามลำดับ

ดังนั้นผู้ตัดสินใจสามารถสรุปได้ว่าเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) เป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมในการปรับปรุงมากกว่าทางเลือกอื่นๆ เนื่องจากมีคะแนนความสำคัญรวมมากกว่า ทางเลือกอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามควรมีการพิจารณาในประเด็นความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ด้วยเพื่อทำการเลือกเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ต่อไป

4.5 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโครงการจำเป็นต้องกำหนดตัวแปรผลตอบแทน และต้นทุนให้ครบถ้วน และถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้การวิเคราะห์โครงการถูกต้องมากขึ้น ดังนั้นใน ขั้นตอนแรกสุดของการวิเคราะห์การเลือกเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ที่เหมาะสมที่สุด สำหรับโรงโม่หินจึงต้องเริ่มต้นด้วยการกำหนดตัวแปรต่างๆ ของผลตอบแทนและต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับโครงการให้ครบถ้วนและชัดเจนดังนี้

4.5.1 การประมาณการผลตอบแทน (Benefit) ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

ผลตอบแทนของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ มีรายได้ จากทางเดียว คือผลตอบแทนจากการจำหนายหิน ในการวิเคราะห์โครงการจำเป็นต้องทำการคำนวณหาราคาจำหน่ายโดยเฉลี่ยของหินแต่ละประเภท เพราะรุ่นของเครื่องจักรที่แตกต่างกันจะให้ผลผลิตที่แตกต่างกันด้วย โดยสัดส่วนของหินแต่ละเบอร์นั้นมีราคาแตกต่างกัน ขั้นตอนการประมาณการรายได้ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ มีดังนี้

การกำหนดราคาจำหน่ายหินก่อสร้างของโครงการ

การกำหนดราคาจำหน่ายหินก่อสร้างของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการคำนวณหาราคาจำหน่ายของหินแต่ละประเภท เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงการ ซึ่งราคาจำหน่ายหินแต่ะละประเภทโดยเฉลี่ย เป็นดังนี้

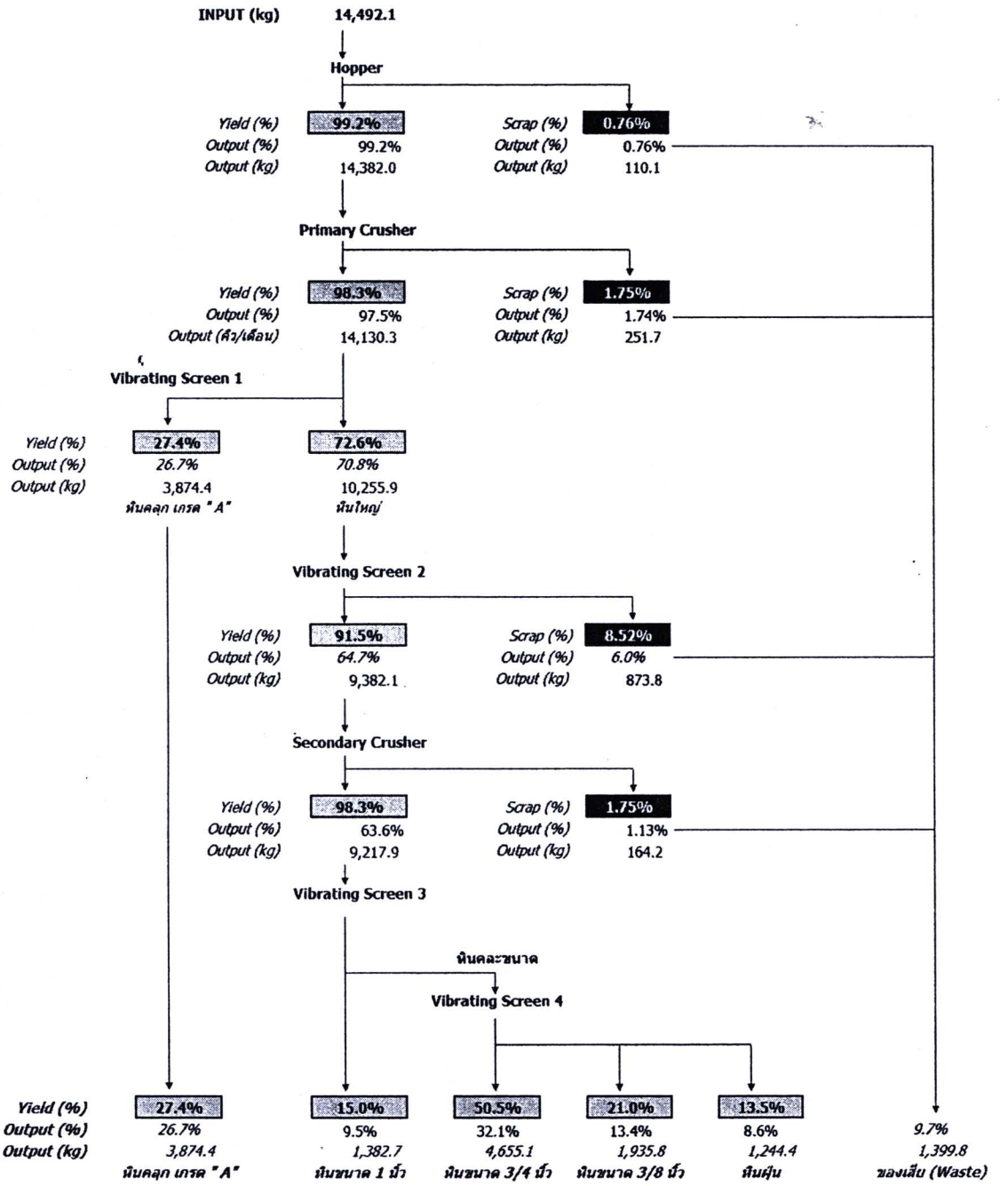
- หินคลุก เกรด " A" ราคา ลบ.ม. ละ 180 บาท
- หินขนาด 1 นิ้ว ราคา ลบ.ม. ละ 260 บาท
- หินขนาด 3/4 นิ้ว ราคา ลบ.ม. ละ 260 บาท
- หินขนาด 3/8 นิ้ว ราคา ลบ.ม. ละ 120 บาท
- หินฝุ่น ราคา ลบ.ม. ละ 200 บาท

(ที่มา: บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด สำรวจ ณ วันที่ 24 เมษายน 2554)

การกำหนดกำลังการผลิตของหินแต่ละเบอร์ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

การกำหนดกำลังการผลิตของหินแต่ละเบอร์ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์นั้นได้จากการทดลอง 10 ครั้ง โดยการชั่งตวงวัดประมาณหินที่ได้รับ จากปริมาณหินที่ใส่เข้าไปในกระบวนการ และปริมาณหินแต่ละประเภทที่ได้รับจากการทดลอง เป็นดังนี้

แผนภูมิกระบวนการผลิตของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ (จากการทดลอง)



รูปที่ 4.2 แผนภูมิกระบวนการผลิตของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ (จากการทดลอง)

ตารางที่ 4.37 แสดงปริมาณหินแต่ละประเภทที่ได้รับจากการทดลอง

รอบที่	ปริมาณหินเริ่มต้น (Input:kg)	ปริมาณหินแต่ละประเภท (Output: kg)					
		หินคลุก เกรด "A"	หินขนาด 1 นิ้ว	หินขนาด 3/4 นิ้ว	หินขนาด 3/8 นิ้ว	หินฝุ่น	ของเสีย (Waste)
1	15,937	4,265	1,588	5,347	2,223	1,429	1,085
2	14,191	3,587	1,488	5,010	2,083	1,339	685
3	15,411	3,541	1,718	5,783	2,405	1,546	418
4	12,694	4,013	1,221	4,112	1,710	1,099	539
5	13,579	3,360	1,363	4,587	1,908	1,226	1,136
6	13,527	3,640	1,451	4,883	2,031	1,305	218
7	13,543	3,454	1,383	4,656	1,936	1,245	869
8	14,275	5,036	1,237	4,164	1,731	1,113	994
9	15,681	4,571	1,451	4,884	2,031	1,306	1,438
10	16,082	4,269	1,534	5,166	2,148	1,381	1,584

จากตารางที่ 4.31 สามารถคิดอัตราเฉลี่ยของผลผลิตหินแต่ละประเภท ได้ดังนี้

- หินคลุก เกรด " A" ร้อยละ 27.42
- หินขนาด 1 นิ้ว ร้อยละ 9.96
- หินขนาด 3/4 นิ้ว ร้อยละ 33.53
- หินขนาด 3/8 นิ้ว ร้อยละ 13.94
- หินฝุ่น ร้อยละ 8.96

(ที่มา: บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด จากการทดลอง ณ วันที่ 1 - 10 เมษายน 2554)

หมายเหตุ : 1500 kg เท่ากับ 1 คิว

: 1 คิว เท่ากับ 1 ลบ.ม.

การคำนวณหาผลตอบแทนของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

ตารางที่ 4.38 แสดงปริมาณหินปี 2553 ที่ป้อนเข้าในกระบวนการของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

ปี 2553	ปริมาณหิน (คิว หรือ ลบ.ม.)
ปริมาณหินรวม	323,090
ปริมาณหินเฉลี่ย (Average)	26,924.2

(ที่มา: บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด)

จากตารางที่ 4.38 แสดงปริมาณหินปี 2553 ที่ป้อนเข้าในกระบวนการของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26,924.2 คิวหรือลบ.ม. ต่อเดือน สามารถนำมาประมาณการรายได้ของหินแต่ละประเภทของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ปี 2553 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.39 แสดงรายได้หรือผลตอบแทนต่อปีของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

ประเภทของหิน	ปริมาณการผลิตต่อปี (ลบ.ม.)	ราคา ต่อ ลบ.ม.	รายได้ (บาท)
หินคลุก เกรด " A"	88,587.6	180	15,945,768.0
หินขนาด 1 นิ้ว	32,176.8	260	8,365,968.0
หินขนาด 3/4 นิ้ว	108,330.0	260	28,165,800.0
หินขนาด 3/8 นิ้ว	45,048.0	120	5,405,760.0
หินฝุ่น	28,959.6	200	5,791,920.0
รายได้รวม			**63,675,216.0**

จากตารางที่ 4.39 แสดงรายได้หรือผลตอบแทนต่อปีของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ มีค่าเท่ากับ 63,675,216.0 บาทต่อปี

4.5.2 การประมาณการต้นทุน หรือค่าใช้จ่าย (Costs) ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

ต้นทุน หรือค่าใช้จ่าย (Costs) ในการโม่หินประกอบด้วยต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่ โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ

ต้นทุนผันแปร ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) คือ ค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดการผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะผันแปรตามขนาดกำลังการผลิต ในการคิดต้นทุนส่วนนี้จึงคิดไปตามขนาดกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ในปี 2553 (เท่ากับ 323,090 ลบ.ม.) การหาอัตราต้นทุนผันแปรแต่ละรายการ สามารถคำนวณได้จาก ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละรายการ หารด้วยปริมาณหินที่ป้อนเข้าในกระบวนการผลิตต่อปี (ลบ.ม.) ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ สามารถคำนวณหาเป็นอัตราต้นทุนผันแปรได้ดังนี้ คือ

- ค่าแรงงานทางตรง คิดเป็น อัตราลูกบาศก์เมตรละ 28.40 บาท
- ค่าเชื้อเพลิงระเบิดหิน คิดเป็น อัตราลูกบาศก์เมตรละ 15.20 บาท
- ค่าภาคหลวงแร่ คิดเป็น อัตราลูกบาศก์เมตรละ 8.40 บาท
- ค่าไฟฟ้า คิดเป็น อัตราลูกบาศก์เมตรละ 35.30 บาท
- ค่าอะไหล่เครื่องจักร คิดเป็น อัตราลูกบาศก์เมตรละ 6.80 บาท
- ค่าบำรุงรักษายานพาหนะและเครื่องมือ คิดเป็น อัตราลูกบาศก์เมตรละ 42.90 บาท
- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง คิดเป็น อัตราลูกบาศก์เมตรละ 45.10 บาท

(ที่มา: งบการเงินปี 2553 บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด)

ตารางที่ 4.40 แสดงต้นทุนผันแปรต่อปีของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

รายการต้นทุนผันแปร	อัตราต้นทุน	หน่วย	ขนาดกำลังการผลิต (323,090 ลบ.ม./ปี)
ค่าแรงงาน	28.4	บาท/ลบ.ม.	9,175,758.98
ค่าเชื้อเพลิงระเบิดหิน	15.2	บาท/ลบ.ม.	4,910,969.59
ค่าภาคหลวงแร่	8.4	บาท/ลบ.ม.	2,713,956.88
ค่าไฟฟ้า	35.3	บาท/ลบ.ม.	11,405,080.70
ค่าอะไหล่เครื่องจักร	6.8	บาท/ลบ.ม.	2,197,012.71
ค่าบำรุงรักษายานพาหนะและเครื่องมือ	42.9	บาท/ลบ.ม.	13,860,565.50
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	45.1	บาท/ลบ.ม.	14,571,363.73
รวมต้นทุนผันแปร			**58,834,708.10**

(ที่มา: งบการเงินปี 2553 บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด)

จากตารางที่ 4.40 ต้นทุนผันแปรต่อปีของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ มีค่าเท่ากับ 58,834,708.10 บาทต่อปี

ต้นทุนคงที่ ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) เป็นต้นทุนที่ไม่แปรผันกับจำนวนผลผลิต เช่น เงินเดือนพนักงานฝ่ายธุรการ ค่าประกัน ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคา เป็นต้น ค่าใช้จ่ายเหล่านี้อาจจะ คงที่ในช่วงเวลาหนึ่งของการผลิต โดยค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ เป็นดังตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.41 แสดงต้นทุนคงที่ต่อปีของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

รายการต้นทุนคงที่	**จำนวน (บาท)**
เงินเดือน	873,600.00
เงินสมทบประกันสังคม	185,445.00
เงินสมทบประจำปี	97,500.00
ค่าตรวจสอบคุณภาพอากาศและเสียง	30,000.00
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	35,000.00
ค่าธรรมเนียมวิชาชีพสอบบัญชี	10,000.00
ภาษีป้าย	200.00
ภาษีโรงเรือนและที่ดิน	30,000.00
ค่าประกันภัยและภาษีรถยนต์	12,453.78
รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	**1,274,198.78**
ค่าเสื่อมราคา	**893,610.00**
รวมต้นทุนคงที่	**2,167,808.78**

(ที่มา: งบการเงินปี 2553 บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด)

จากตารางที่ 4.41 ต้นทุนคงที่ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ มีค่าเท่ากับ 2,167,808.78 บาทต่อปี โดยแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ทั้งสิ้น 1,274,198.78 บาทต่อปี และค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร เท่ากับ 893,610.00 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.42 แสดงงบกำไรขาดทุนปี 2553 ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

รายการ	**ปี 2553**
ยอดขาย	**63,675,216**
หักต้นทุนผันแปร	58,834,708
กำไรส่วนเกิน	**4,840,508**
หักต้นทุนคงที่	*2,167,809*
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	*1,274,199*
- ค่าเสื่อมราคา	893,610
กำไรก่อนหักดอกเบี้ยและภาษี (EBIT)	**2,672,699**
หักต้นทุนทางการเงิน	747,093
กำไรก่อนหักภาษี (EBT)	**1,925,606**
หักภาษีเงินได้ (30%)	577,682
กำไรสุทธิ (บาท)	**1,347,924**
บวกค่าเสื่อมราคา	893,610
กระแสเงินสดสุทธิ (NCF)	**2,241,534**

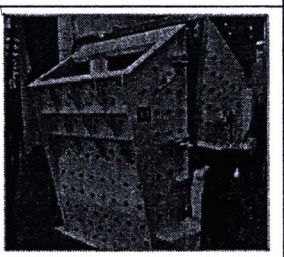
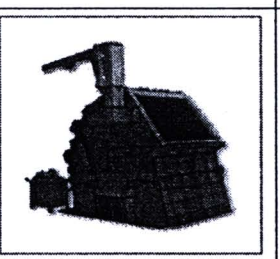
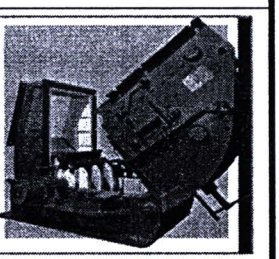
(ที่มา: งบการเงินปี 2553 บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด)

จากตารางที่ 4.42 แสดงงบกำไรขาดทุนปี 2553 ของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ทำให้ทราบกระแสเงินสดสุทธิ มีค่าเท่ากับ 2,241,534 บาทต่อปี ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อทำการเลือกเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ต่อไป

4.6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher)

ข้อมูลการเปรียบเทียบคุณสมบัติเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) แต่ละยี่ห้อ ได้มาจาก ตัวแทนจำหน่ายและนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยจัดทำเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 4.43 ข้อมูลการเปรียบเทียบคุณสมบัติเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) แต่ละยี่ห้อ

รายการ	ตัวแทนจำหน่าย (ยี่ห้อ)		
	Zenith (ประเทศจีน)	William Group (ประเทศไทย)	BHS (ประเทศเยอรมัน)
รุ่น	PFW1315	WIM - 60	PB-1216
รูปภาพเครื่องจักร			
ราคา (บาท)	4,576,672	2,250,000	2,896,928
กำลังการผลิต (TPH)	370	325	335
กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น (เมื่อเทียบกับเครื่องจักรเดิม)	23%	8%	12%
อายุการใช้งาน (ปี)	10	10	10
ค่าเสื่อมราคาต่อปี (บาท) (คิดแบบเส้นตรง)	457,667.2	225,000.0	289,692.8

หมายเหตุ: คุณสมบัติเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) แต่ละยี่ห้อ สามารถดูละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก และกำลังการผลิตที่เพิ่มได้จากการประมาณการของตัวแทนจำหน่ายแต่ละบริษัท

4.7 การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

กำหนดผลตอบแทน และต้นทุนของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นของบทนี้ สามารถนำมารวบรวมสรุปลงใน ตารางที่ 4.44 การประมาณการผลตอบแทน ต้นทุน และกระแสเงินสดส่วนเพิ่มของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) แต่ละยี่ห้อ โดยอายุการใช้งานของเครื่องจักรมีระยะเวลา 10 ปี

ตารางที่ 4.44 การประมาณการผลตอบแทน ต้นทุน และกระแสเงินสดส่วนเพิ่มของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) แต่ละยี่ห้อ

รายการ	Original	Zenith	William Group	BHS
ยอดขาย	**63,675,216**	**78,532,766**	**68,981,484**	**71,103,991**
หักต้นทุนผันแปร	58,834,708	72,562,807	63,737,600	65,698,757
กำไรส่วนเกิน	**4,840,508**	**5,969,960**	**5,243,884**	**5,405,234**
หักต้นทุนคงที่	*2,167,809*	*2,625,476*	*2,392,809*	*2,457,502*
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	*1,274,199*	*1,274,199*	*1,274,199*	*1,274,199*
- ค่าเสื่อมราคา	893,610	1,351,277	1,118,610	1,183,303
กำไรก่อนหักดอกเบี้ยและภาษี (EBIT)	**2,672,699**	**3,344,484**	**2,851,075**	**2,947,732**
หักต้นทุนทางการเงิน	747,093	747,093	747,093	747,093
กำไรก่อนหักภาษี (EBT)	**1,925,606**	**2,597,390**	**2,103,981**	**2,200,639**
หักภาษีเงินได้ (30%)	577,682	779,217	631,194	660,192
กำไรสุทธิ (บาท)	**1,347,924**	**1,818,173**	**1,472,787**	**1,540,447**
บวกค่าเสื่อมราคาและค่าใช้จ่ายตัดจ่าย	893,610	1,351,277	1,118,610	1,183,303
กระแสเงินสดสุทธิ (NCF)	***2,241,534***	***3,169,450***	***2,591,397***	***2,723,750***
กระแสเงินสดส่วนเพิ่ม (Incremental Cash Flows)	-	***927,916***	***349,863***	***482,216***

หมายเหตุ: ยอดขายและต้นทุนผันแปรที่เพิ่มขึ้นของแต่ละตัวแทนจำหน่ายได้จากการประมาณการกำลังการผลิตที่เพิ่มของแต่ละตัวแทนจำหน่าย เช่น ตัวแทนจำหน่ายจากบริษัท Zenith คาดว่าโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์จะมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 23 จากการเปลี่ยนเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) รุ่น PFW1315 โดยมีผลทำให้ยอดขาย เพิ่มขึ้นจาก 63,675,216 บาท เป็น 78,532,766 บาท และมีต้นทุนผันแปรสูงขึ้นจาก 58,834,708 บาทเป็น 72,562,807 บาท เป็นต้น

จากตารางที่ 4.44 พบว่า เครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท Zenith (ประเทศจีน) รุ่น PFW1315 จะทำให้กระแสเงินสดส่วนเพิ่มของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ เท่ากับ 927,916 บาทต่อปี ส่วนเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท William Group (ประเทศไทย) รุ่น WIM – 60 จะทำให้กระแสเงินสดส่วนเพิ่มของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ เท่ากับ 349,863 บาทต่อปี และ เครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท BHS (ประเทศเยอรมนี) รุ่น PB-1216 จะทำให้กระแสเงินสดส่วนเพิ่มของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ เท่ากับ 482,216 บาทต่อปี โดยข้อมูลส่วนนี้สามารถนำไปวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมได้ต่อไป

4.7.1 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท Zenith (ประเทศจีน) รุ่น PFW1315

บริษัท Zenith (ประเทศจีน) รุ่น PFW1315

เงินลงทุนเริ่มแรก (Io)	=	4,576,672
ต้นทุนเงินทุนของกิจการ (WACC)	=	7.25%
กระแสเงินสดรับสุทธิ (NCF)		
ปีที่ 1	=	927,916
ปีที่ 2	=	927,916
ปีที่ 3	=	927,916
ปีที่ 4	=	927,916
ปีที่ 5	=	927,916
ปีที่ 6	=	927,916
ปีที่ 7	=	927,916
ปีที่ 8	=	927,916
ปีที่ 9	=	927,916
ปีที่ 10	=	927,916

ตารางที่ 4.45 แสดงผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท Zenith (ประเทศจีน) รุ่น PFW1315

ปีที่	กระแสเงินสดส่วนเพิ่ม (Incremental Cash Flows)	PVIF	มูลค่าปัจจุบัน
0	-4,576,672	1	-4,576,672
1	927,916	0.9324	865,190
2	927,916	0.8694	806,704
3	927,916	0.8106	752,172
4	927,916	0.7558	701,326
5	927,916	0.7047	653,917
6	927,916	0.6571	609,712
7	927,916	0.6127	568,496
8	927,916	0.5712	530,067
9	927,916	0.5326	494,235
10	927,916	0.4966	460,825
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, NPV (บาท) =			**1,865,971**
อัตราผลตอบแทนภายใน, IRR (%) =			**15.5%**
ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด, DPB (ปี) =			**6.33 ปี**

จากตารางที่ 4.45 ผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท Zenith (ประเทศจีน) รุ่น PFW1315 มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,865,971 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 15.5 และมีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด เท่ากับ 6.33 ปี

4.7.2 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท William Group (ประเทศไทย) รุ่น WIM - 60

บริษัท William Group (ประเทศไทย) รุ่น WIM - 60

เงินลงทุนเริ่มแรก (Io)	=	2,250,000
ต้นทุนเงินทุนของกิจการ (WACC)	=	7.25%
กระแสเงินสดรับสุทธิ (NCF)		
ปีที่ 1	=	349,863
ปีที่ 2	=	349,863
ปีที่ 3	=	349,863
ปีที่ 4	=	349,863
ปีที่ 5	=	349,863
ปีที่ 6	=	349,863
ปีที่ 7	=	349,863
ปีที่ 8	=	349,863
ปีที่ 9	=	349,863
ปีที่ 10	=	349,863

ตารางที่ 4.46 แสดงผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท William Group (ประเทศไทย) รุ่น WIM – 60

ปีที่	กระแสเงินสดส่วนเพิ่ม (Incremental Cash Flows)	PVIF	มูลค่าปัจจุบัน
0	-2,250,000	1	-2,250,000
1	349,863	0.9324	326,213
2	349,863	0.8694	304,161
3	349,863	0.8106	283,600
4	349,863	0.7558	264,429
5	349,863	0.7047	246,554
6	349,863	0.6571	229,887
7	349,863	0.6127	214,347
8	349,863	0.5712	199,857
9	349,863	0.5326	186,347
10	349,863	0.4966	173,750
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, NPV (บาท) =			**179,143**
อัตราผลตอบแทนภายใน, IRR (%) =			**9.0%**
ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด, DPB (ปี) =			**8.97 ปี**

จากตารางที่ 4.46 ผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท William Group (ประเทศไทย) รุ่น WIM – 60 มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 179,143 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 9.0 และมีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด เท่ากับ 8.97 ปี

4.7.3 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท BHS (ประเทศเยอรมนี) รุ่น PB-1216

บริษัท BHS (ประเทศเยอรมนี) รุ่น PB-1216

เงินลงทุนเริ่มแรก (Io)	=	2,896,928
ต้นทุนเงินทุนของกิจการ (WACC)	=	7.25%
กระแสเงินสดรับสุทธิ (NCF)		
ปีที่ 1	=	482,216
ปีที่ 2	=	482,216
ปีที่ 3	=	482,216
ปีที่ 4	=	482,216
ปีที่ 5	=	482,216
ปีที่ 6	=	482,216
ปีที่ 7	=	482,216
ปีที่ 8	=	482,216
ปีที่ 9	=	482,216
ปีที่ 10	=	482,216

ตารางที่ 4.47 แสดงผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท BHS (ประเทศเยอรมนี) รุ่น PB-1216

ปีที่	กระแสเงินสดส่วนเพิ่ม (Incremental Cash Flows)	PVIF	มูลค่าปัจจุบัน
0	-2,896,928	1	-2,896,928
1	482,216	0.9324	449,619
2	482,216	0.8694	419,225
3	482,216	0.8106	390,886
4	482,216	0.7558	364,462
5	482,216	0.7047	339,825
6	482,216	0.6571	316,853
7	482,216	0.6127	295,434
8	482,216	0.5712	275,463
9	482,216	0.5326	256,842
10	482,216	0.4966	239,480
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, NPV (บาท) =			**451,160**
อัตราผลตอบแทนภายใน, IRR (%) =			**10.5%**
ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด, DPB (ปี) =			**8.18 ปี**

จากตารางที่ 4.47 ผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท BHS (ประเทศเยอรมนี) รุ่น PB-1216 มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 451,160 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 10.5 และมีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด เท่ากับ 8.18 ปี

4.7.4 สรุปผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ตารางที่ 4.48 แสดงผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รองแต่ละบริษัท

ตัวแทนจำหน่าย (ยี่ห้อ)	Zenith (ประเทศจีน)	William Group (ประเทศไทย)	BHS (ประเทศเยอรมนี)
รุ่นของเครื่องจักร	PFW1315	WIM - 60	PB-1216
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, NPV (บาท)	1,865,971	179,143	451,160
อัตราผลตอบแทนภายใน, IRR (%)	15.5%	9.0%	10.5%
ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด, DPB (ปี)	6.33	8.97	8.18

จากตารางที่ 4.48 ผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท Zenith (ประเทศจีน) รุ่น PFW1315 มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,865,971 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 15.5 และมีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด เท่ากับ 6.33 ปี

ผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท William Group (ประเทศไทย) รุ่น WIM – 60 มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 179,143 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 9.0 และมีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด เท่ากับ 8.97 ปี

ผลตอบแทนการเงินของเครื่องจักรปากโม่รอง (Secondary Crusher) ของบริษัท BHS (ประเทศเยอรมนี) รุ่น PB-1216 มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 451,160 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 10.5 และมีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด เท่ากับ 8.18 ปี