

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนในโรงบดหรือย่อยหินอุตสาหกรรม ในจังหวัดอุบลราชธานี

Feasibility Study of Investment on an Industrial Rock Crushing Plant in Ubonratchathani Province

ธนารักษ์ พิทักษ์* สมบัติ สินธุเชาวน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

Thanarak Phithaksa* Sombat Sindhuchao

Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Warinchamrap, Ubonratchathani 34190

Tel : 08-9423-6598 E-mail: thanarak@dpim.go.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนในโรงบดหรือย่อยหินอุตสาหกรรมในจังหวัดอุบลราชธานี โดยทำการศึกษาด้านการตลาด สิ่งแวดล้อม วิศวกรรม และการเงิน ผลการศึกษาด้านการตลาดพบว่า ในจังหวัดอุบลราชธานีมีปริมาณสำรองหิน 142.40 ล้านตัน เป็นหินอุตสาหกรรม ชนิดหินบะซอลต์ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างมีความต้องการใช้หินในปี พ.ศ. 2552-2560 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีเฉลี่ยร้อยละ 0.26 ต่อปี ด้านสิ่งแวดล้อมพบว่าโรงบดหรือย่อยหินจำเป็นต้องควบคุมผลกระทบจาก สภาพอากาศ เสียง แสง สั่นสะเทือน และคุณภาพน้ำ ผลการศึกษาด้านวิศวกรรม กรณีกำลังการผลิต 150, 180 และ 200 ตัน/ชั่วโมง พบว่ามีความเป็นไปได้ในการผลิตทั้ง 3 กรณี โดยทำเลที่ตั้งของโรงงานที่เหมาะสม คือ บริเวณอำเภอน้ำยืน และการศึกษาด้านการเงินพบว่าทั้ง 3 กรณี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 8 ต่อปี โดยมีระยะเวลาคอโครงการ 10 ปี เท่ากับ 46,432,746, 275,173,030 และ 233,648,521 บาท ตามลำดับ และมีอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 18, 32 และ 30 ตามลำดับ

คำหลัก โรงบดหรือย่อยหิน หินอุตสาหกรรม บะซอลต์ การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

Abstract

The objective of this research is to study the feasibility of investment on an industrial rock crushing plant in Ubonratchathani province by studying marketing, environmental, engineering and financial aspects. The study of the marketing aspect found that Ubonratchathani has 142.40 million tons of industrial rock of Basalt as a reserved volume and the trend of demand for the years 2552-2560 in the Southern part of Northeast region increases every year with an average increase of 0.26 percent per year. For the environmental aspect, the crushing plant needs to control the impact of air and sound pollutions, vibration and quality of water. The result of engineering study for production capacity of 150, 180 and 200 tons per hour showed that it is feasible for all 3 production capacities and a suitable location of the plant is in Nam Yuen sub district. The study of the financial aspect found that 3 cases have the NPV at discount rate of 8 percent per year and 10 years of investment equal to 46,432,746, 275,173,030 and 233,648,521 Baht respectively, and the IRR equal to 18, 32 and 30 percent respectively.

Keywords: Crushing plant, industrial rock, basalt, project feasibility

1. บทนำ

เนื่องจากหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยมานานโดยสถิติของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ [1] พบว่าปี พ.ศ. 2548 -2550 หินอุตสาหกรรมสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงถึง 40,440 ล้านบาท ประกอบด้วย มูลค่าในรูปวัตถุดิบในประเทศ 40,186 ล้านบาท และมูลค่าหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างนำเข้าจากต่างประเทศ 254 ล้านบาท หินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถสร้างทดแทนได้เหมือนทรัพยากรบางชนิด ประกอบกับ ในระยะเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยได้นำหินมาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างเพื่อเพิ่มรายได้ประชาชาติและยกระดับความเป็นอยู่ของประชาชนมาอย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่แหล่งหินที่ทำการสำรวจพบว่ามีทั้งสิ้น 141,394.00 ไร่ ปริมาณหินสำรอง 8,010.04 ล้านเมตริกตัน [1] กระจายอยู่ในทุกภาคของประเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับหนึ่งของประเทศและมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานซึ่งใช้หินเป็นวัตถุดิบในการก่อสร้างมาอย่างต่อเนื่อง มีแหล่งหินทั้งหมด 49 แหล่ง มีปริมาณสำรองหิน 791.60 ล้านเมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณสำรองหินของประเทศ จังหวัดอุบลราชธานีมีปริมาณสำรองหินจำนวน 142.40 ล้านเมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 18 ซึ่งมากเป็นอันดับหนึ่งของปริมาณสำรองหินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นแหล่งวัตถุดิบสำคัญเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบป้อนอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างต่อเนื่องในเขตจังหวัดอุบลราชธานี ยโสธร อำนาจเจริญ เป็นต้น ดังนั้นหากมีความต้องการการใช้หินที่เพิ่มขึ้นและกำลังการผลิตยังคงที่ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อธุรกิจก่อสร้างโดยเฉพาะโครงการภาครัฐที่มีการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภค เช่น ถนน เขื่อน รางรถไฟ เป็นต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนในกิจการโรงบดหรือย่อยหินในจังหวัดอุบลราชธานีซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจในการลงทุนของกิจการนี้โดยการประเมินศักยภาพของด้านการตลาด สิ่งแวดล้อม วิศวกรรม และการเงิน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับหินอุตสาหกรรมและการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีนักวิจัยได้ทำการศึกษากลางหลายท่าน เช่น มยุรี ปาลวงศ์ [2] อธิบายถึงหินอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีหลายชนิดเกือบทั้งหมดเป็นหินปูน บางส่วนเป็นหินบะซอลต์ หินแกรนิต หินทราย ส่วนหินไรโอไลต์ หินทรายแป้ง และหินกรวดมีซึ่งมีน้อยมาก โดยจังหวัดอุบลราชธานีมีแหล่งหินบะซอลต์ ดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นหินอัคนีฟูหรือ หินภูเขาไฟชนิดหนึ่งที่เกิดจากหินหนืดขึ้นมายึดตัว บนพื้นผิวโลกโดยอาศัยรอยแตกของเปลือกโลกหรือปล่องภูเขาไฟที่เรียกว่า ลาวา สีของหินส่วนมากเป็นสีดำ เทา เขียว หรือม่วงปนดำ เนื้อของหินพบตั้งแต่เนื้อละเอียด จนถึงเนื้อหยาบ



รูปที่ 1 หินอุตสาหกรรมชนิดหินบะซอลต์ [3]

หินบะซอลต์ที่พบในประเทศไทยเป็นหินต้นกำเนิดของแร่พลอย พบที่จังหวัดกาญจนบุรี แพร่ ลำปาง จันทบุรี ตราด และศรีสะเกษ ส่วนหินบะซอลต์ที่ไม่ให้แร่พลอยพบแพร่กระจายอยู่หลายพื้นที่ ในบริเวณจังหวัด เชียงราย ลำปาง เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา ชลบุรี สระบุรี อุทัยธานี บุรีรัมย์ สุรินทร์ และอุบลราชธานี การนำหินบะซอลต์มาใช้ในงานก่อสร้าง ต้องเลือกชนิดที่มีโพรงช่องว่างหรือ รูพรุนน้อย แต่มีปัญหาด้านค่าใช้จ่ายในการบดย่อยสูงเช่นเดียวกับหินแกรนิต หินอุตสาหกรรมชนิดหินบะซอลต์เป็นหินที่มีการใช้งานก่อสร้างค่อนข้างมากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนล่าง กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ [4] อธิบายถึงหลักเกณฑ์การพิจารณาสถานที่ตั้ง โรงบดหรือย่อยหิน กำหนดตามกฎหมายกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 ซึ่งมี

ข้อห้ามตั้งโรงงานโม่บดหรือย่อยหินในบริเวณต่างๆดังนี้
บ้านจัดสรร อาคารชุด และบ้านแถวเพื่อการพักอาศัย
ห่างจากเขตติดต่อสาธารณสถาน ได้แก่ โรงเรียนหรือ
สถาบันการศึกษา วัดหรือศาสนสถาน โรงพยาบาล
โบราณสถาน สถานที่ราชการ และแหล่งอนุรักษ์
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามที่คณะรัฐมนตรี
กำหนดภายในระยะ 100 เมตร และอยู่ในทำเลและ
สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มีบริเวณเพียงพอที่จะ
ประกอบกิจการอุตสาหกรรมตามขนาดของโรงงาน
โดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย เหตุรำคาญ หรือความเสียหาย
ต่อบุคคลหรือทรัพย์สินของผู้อื่น [4] อธิบายถึงหลักเกณฑ์
การติดตั้งเครื่องจักรและระบบกำจัดฝุ่น แบบแปลนของ
โรงบดหรือย่อยหิน เกี่ยวกับการติดตั้งเครื่องจักร และ
ระบบกำจัด ฝุ่นละออง จะต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่
กำหนด ต้องจัดสร้างเป็นระบบปิด ได้แก่ อาคารปิดคลุม
3 ด้าน และหลังคาสำหรับเครื่องบดชุดแรก ยังรับหินใหญ่
และตะแกรงร่อนคัดเศษหิน ดิน หวาย พร้อมทั้งต้องติดตั้ง
เครื่องฉีดสเปรย์น้ำบริเวณปากยังรับหินใหญ่ สำหรับ
เครื่องบดชุดที่ 2 เครื่องบดชุดที่ 3 ตะแกรงร่อนคัดเศษหิน
ดิน หวาย และตะแกรงร่อนคัดขนาดหินจะต้องมีฝาครอบ
หรือที่ปิดคลุมป้องกันฝุ่น และต้องสร้างอาคารปิดคลุม
เครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมดอย่างมิดชิด ระบบสายพาน
ลำเลียง ต้องสร้างอุปกรณ์ปิดคลุมโดยตลอด พร้อมทั้ง
ติดตั้งเครื่องฉีดสเปรย์น้ำบริเวณจุดต่างๆ ที่ก่อให้เกิดฝุ่น
ภายนอกอาคารทุกจุด ในการเทกองหินคัดขนาดแล้ว
จะต้องติดตั้งเครื่องฉีดสเปรย์น้ำหรือเครื่องป้องกันฝุ่น
บริเวณปลายสายพานลำเลียงที่เทกองหิน ถนนภายใน
ต้องเป็นถนนลาดยางหรือถนนคอนกรีตและพื้นที่กองหิน
ต้องเป็นถนนลาดยางหรือคอนกรีตหรือหินบดอัดแน่น
พร้อมทั้งมีระบบทำความสะอาดและระบายน้ำที่ดี มีการ
สร้างคูระบายน้ำโดยรอบและมีบ่อตกตะกอน และจัดทำ
แนวคันดิน แนวต้นไม้ทรงสูงหนาแน่นที่ปิดกั้นทิศทาง
ลมและเสียงตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ ต้องมี
เขตกันชน (buffer zone) โดยรอบไม่น้อยกว่า 10 เมตร
และมีระยะห่างระหว่างโรงบดหรือย่อยหินถึงทางหลวง
แผ่นดินหรือทางน้ำสาธารณะไม่น้อยกว่า 50 เมตร
ชัยวิทย์ อุณหศิริกุล [5] อธิบายถึงกระบวนการโม่ บด
หรือย่อยหิน โดยทั่วไปประกอบไปด้วยกิจกรรมหลัก
ตั้งแต่นำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตจนถึงการส่งออก
จำหน่ายมีกระบวนการ ดังนี้

1. การขนหินจากหน้าเหมืองไปยังโรงผลิต การขน
หินจากหน้าเหมืองโดยทั่วไปจะใช้รถบรรทุกเทท้าย
(dump truck) เข้าไปเทในย้ง (surge bin) ยังจะมีความจุ
ที่พอเหมาะสำหรับจะป้อนหินเข้าเครื่องย่อยหินชั้นต้น

2. การป้อนหินจากย้งเข้าเครื่องย่อยหิน จะต้องใช้
เครื่องป้อนเพื่อทำหน้าที่ลำเลียงหินจากย้งเข้าเครื่องย่อย
หินชั้นต้นเป็นระยะทางสั้นๆด้วยอัตราสม่ำเสมอ หินที่
ป้อนเข้าเครื่องย่อยหินชั้นต้นนั้นมักจะทำการคัดเอาหินที่มี
ขนาดเล็กออกไปก่อน เนื่องจากอาจจะส่งผ่านไปยัง
ชั้นตอนอื่นได้

3. การย่อยหิน เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของ
กระบวนการที่ใช้ในโรงบดหรือย่อยหิน โดยทั่วไปแล้วจะมี
การย่อยหิน 3 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นต้น (primary crushing) เป็นการย่อย
หินขั้นแรกโดยใช้เครื่องจักรประเภท Heavy duty เพื่อทำ
หน้าที่ย่อยหินจากเหมืองที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 1.5
เมตร ให้มีขนาดประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร

- ขั้นที่สอง (secondary crushing) เป็นการ
ย่อยหินในขั้นตอนถัดมาโดยใช้เครื่องจักรประเภทที่มี
น้ำหนัก และการทำงานเบาว่าการย่อยขั้นต้น เพื่อทำ
หน้าที่ย่อยหินที่มาจากการย่อยขั้นต้น จากหินที่มีขนาด
เล็กกว่า 15 เซนติเมตร ให้มีขนาดประมาณ 0.5 - 2.0
เซนติเมตร

- ขั้นที่สาม (tertiary crushing) เป็นการย่อย
หินที่ได้จากการย่อยหินขั้นที่สอง เพื่อให้มีขนาดเล็กลง
กว่า 0.5 เซนติเมตร

4. การลำเลียงหินที่ย่อยแล้วไปคัดขนาด หินเมื่อ
ผ่านขั้นตอนการย่อยแล้วจะตกลงสู่สายพานลำเลียงเพื่อ
ลำเลียงหินไปยังบริเวณตะแกรงสั่นเพื่อคัดขนาด

5. การคัดขนาดหินย่อยใช้ตะแกรงสั่น (vibrating
screen) เพื่อคัดขนาดหิน ซึ่งสามารถรับหินที่มีขนาดใหญ่
สุด 25 เซนติเมตร และเล็กสุดลงไปถึง 250 ไมครอน
แต่สำหรับงานโดยทั่วไปมีขนาดระหว่าง 2 มิลลิเมตร ถึง
25 มิลลิเมตร

6. การลำเลียงหินย่อยที่คัดขนาดแล้วเพื่อลำเลียง
หินที่ย่อยเสร็จเรียบร้อยแล้วด้วยสายพานไปยังบริเวณที่
เก็บหิน เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิโรจน์ หิรัณยวิรุฬห์ [6] ใช้เกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ จุดคุ้มทุนระยะเวลาคืนทุน และ การวิเคราะห์ความไว โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) คือผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ในแต่ละปีของโครงการ ตลอดอายุโครงการ กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนค่าใช้จ่ายโครงการตลอดอายุโครงการ ซึ่งค่าที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวกหรือศูนย์ โครงการนั้นถือว่าเป็นโครงการที่คุ้มค่านำลงทุน แต่ถ้าค่าที่คำนวณได้เป็นลบ หรือน้อยกว่าศูนย์ แสดงว่าโครงการไม่น่าคุ้มค่าต่อการลงทุน สามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t} \quad (1)$$

เมื่อ NPV หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ
 B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t
 C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t
 r = อัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม
 t = ระยะเวลาโครงการ (1,2,...,n)

2. อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return : IRR) คืออัตราที่ทำให้ผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายที่คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วมีค่าเท่ากัน ซึ่งอัตราดังกล่าวเป็นอัตราความสามารถของเงินทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้มกับเงินลงทุน หรือมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นศูนย์ สามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t} = 0 \quad (2)$$

เมื่อ NPV หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ
 B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t
 C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t
 r = อัตราดอกเบี้ยที่ทำให้ NPV มีค่าเป็นศูนย์
 t = ระยะเวลาโครงการ (1,2,...,n)

3. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period : PB) หมายถึง ระยะเวลาที่การลงทุนนั้นใช้ไปในการลงทุน เพื่อให้กระแสเงินสดรับสุทธิที่ได้จากการลงทุน คุ้มค่ากับต้นทุนที่ต้องลงทุนไป เป็นการคำนวณหาจุดคุ้มทุนของโครงการที่ทำ โดยมีหน่วยวัดเป็นระยะเวลา เมื่อมีการลงทุนในโครงการนั้นแล้วจะใช้ระยะเวลางวดปีในการคืนทุน สามารถคำนวณหาได้โดยการคำนวณหากระแสเงินสดสะสมสุทธิในแต่ละงวดเวลา จนกระทั่งกระแสเงินสดสะสมสุทธิเป็นบวก หากกระแสเงินสดสะสมสุทธิเปลี่ยนจากการติดลบมาเป็นบวกในงวดเวลาใด ก็จะมีหมายความว่าระยะเวลาคืนทุนเกิดขึ้นภายในงวดเวลานั้นนั่นเอง สามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ ดังนี้

$$PB = \text{จำนวนปีก่อนคืนทุน} + \frac{\text{เงินส่วนที่ยังไม่ได้คืนทุน}}{\text{กระแสเงินสดในปีที่คืนทุน}} \quad (3)$$

PB หมายถึง ระยะเวลาคืนทุน

4. ระยะเวลาคืนทุนคิดลด (Discounted Payback Period : DPB) เป็นการคำนวณหาจุดคุ้มทุนของโครงการที่ทำ โดยมีหน่วยวัดเป็นระยะเวลาว่า เมื่อมีการลงทุนในโครงการนั้นแล้ว จะใช้ระยะเวลาดังกล่าวในการคืนทุน โดยใช้วิธีคิดจากกระแสเงินสดสะสมที่จะได้รับในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบันก่อนการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนคิดลด สามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ ดังนี้

$$DPB = \text{จำนวนปีก่อนคืนทุน} + \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของเงินส่วนที่ยังไม่ได้คืนทุน}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดในปีที่คืนทุน}} \quad (4)$$

DPB หมายถึง ระยะเวลาคืนทุนคิดลด

5. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Test) โดยใช้การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน (Switching Value Test : SVT) เป็นการทดสอบความไวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงของผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการ เพราะในการประเมินผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการจะมีเรื่องของความไม่แน่นอน และความเสี่ยงเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่มีหลักการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอนขึ้นอยู่กับความคลาดเคลื่อนของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลประโยชน์ และต้นทุนดังนั้นในการ

วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ จะทำให้ทราบว่าโครงการสามารถยอมรับความเสี่ยงได้มากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและผลประโยชน์ที่อาจเกิดขึ้นมีผลกระทบต่อการตัดสินใจลงทุนมากน้อยเพียงใด สามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ดังสมการที่ 5 และ 6 ตามลำดับ ดังนี้

$$SVT_c = (NPV / PVC) \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ SVT_c หมายถึง อัตราต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นได้มากที่สุด

NPV หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

PVC หมายถึง มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

$$SVT_B = (NPV / PVB) \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ SVT_B หมายถึง อัตราผลตอบแทนลดลงได้มากที่สุด

NPV หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

PVB หมายถึง มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนรวม

ในการวิจัยผู้วิจัยทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหินอุตสาหกรรมเพื่อวิเคราะห์และประเมินความเป็นไปได้ในด้านต่างๆ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ด้านการตลาด ศึกษาโดยอาศัยข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยศึกษาข้อมูลปริมาณการใช้ การผลิต การนำเข้า และส่งออกของตลาดในประเทศ และศึกษาสภาพการณ์ของตลาดหิน และแนวโน้มปริมาณความต้องการของตลาดในจังหวัดอุบลราชธานี

2. ด้านสิ่งแวดล้อม ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ศึกษาอุปกรณ์กำจัดฝุ่น สาเหตุและแนวทางป้องกันสิ่งแวดล้อม และสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในเขตพื้นที่โรงบดหรือย่อยหินจังหวัดอุบลราชธานี

3. ด้านวิศวกรรม ศึกษาคุณสมบัติของหินอุตสาหกรรม ขบวนการผลิต คุณสมบัติเครื่องจักร การออกแบบวางแผนการผลิต การเลือกทำเลที่ตั้ง และการจัดการองค์กร

4. ด้านการเงิน ศึกษาและประมาณการการใช้เงินลงทุนในโครงการ และประเมินความเป็นไปได้ทางการเงินโดยอาศัยการวิเคราะห์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และ ระยะเวลาคืนทุน และ การวิเคราะห์ความไว

4.ผลการวิจัย

4.1 ด้านการตลาด

จากการศึกษาข้อมูลทางการตลาดของ การผลิต การใช้ หินอุตสาหกรรม ในระดับประเทศพบว่ามีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอีกในอนาคต จากการประมาณการของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ โดยหินอุตสาหกรรมที่ผลิตและใช้ในประเทศ ส่วนใหญ่ คือ หินปูน รองลงมาคือ หินบะซอลต์ โดยมีการผลิตในรอบ 3 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ. 2548-2550) เฉลี่ยปีละ 147.15 และ 9.8 ล้านตัน ตามลำดับ

จากการพยากรณ์ความต้องการการใช้หินของกรมทรัพยากรธรณี [7] โดยวิธีการคำนวณจากอัตราส่วนการใช้หินต่อคนต่อปีเป็นค่าเชิงชี้วัดจำกัด และการคำนวณจากงบประมาณ แผนงาน และการใช้ตัวเลขการขยายตัวทางเศรษฐกิจภาคการก่อสร้าง ซึ่งพบว่าความต้องการหินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ประกอบไปด้วย บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด มุกดาหาร อำนาจเจริญ และยโสธร มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปีจากปี พ.ศ. 2552-2560 เฉลี่ยร้อยละ 0.26 ต่อปี หรือ 0.17 ล้านตันต่อปี

ตารางที่ 1 แนวโน้มความต้องการหินอุตสาหกรรมในอนาคตของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง [7]

ปี	ปริมาณหินที่ต้องการ หน่วย : ล้านตัน	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
2552	36.31	
2553	36.60	+ 0.40
2554	36.86	+ 0.35
2555	37.13	+ 0.36
2556	37.45	+ 0.43
2557	37.54	+ 0.12
2558	37.61	+ 0.09
2559	37.74	+ 0.17
2560	37.88	+ 0.19
เฉลี่ย		+ 0.26

สำหรับตลาดของอุตสาหกรรมหินในจังหวัดอุบลราชธานี จากการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน และสภาพการณ์ของธุรกิจโรงบดหรือย่อยหินของจังหวัดพบว่าการผลิตหิน มีแนวโน้มในทิศทางที่สูงขึ้น เฉลี่ย 3 ปี (พ.ศ. 2547-2549) เฉลี่ยต่อปีเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.5

แต่ลดลงในปี พ.ศ. 2550 โดยจังหวัดอุบลราชธานีมีส่วนแบ่งทางการตลาดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างประมาณร้อยละ 21.26 สำหรับวัตถุดิบหรือหินในการไม่เป็นหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างในจังหวัด คือ หินบะซอลต์ มีปริมาณสำรองหิน 142.40 ล้านเมตริกตันในเขตอำเภอน้ำยืน

จังหวัดอุบลราชธานีมีโรงบดหรือย่อยหินจำนวน 6 ราย มีกำลังการผลิตรวม 1,510 ตันต่อชั่วโมง และจากสถิติของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่พบว่าจากปี พ.ศ. 2546-2550 จังหวัดอุบลราชธานีสามารถผลิตหินได้เฉลี่ย 1,811,185 ตัน/ปี มีผู้ประกอบการเหมืองหินอุตสาหกรรมชนิดหินบะซอลต์ 7 ราย โดยพบว่าหินที่ผลิตจากเหมืองมีปริมาณเพิ่มขึ้นนับจากปี พ.ศ. 2546-2549 โดยเหมืองหินแต่ละแห่งสามารถผลิตหินรวมกันสูงถึง 2,306,425 ตันต่อปี ในปี พ.ศ. 2548 เหมืองสามารถผลิตหินป้อนโรงงานได้มากกว่าปริมาณการผลิตของโรงบดหรือย่อยหินในจังหวัดอุบลราชธานีที่ผลิตสูงสุดในปี พ.ศ. 2549 อยู่ 336,926 ตัน

ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวงานวิจัยครั้งนี้จึงมีความเป็นไปได้ของวัตถุดิบที่เข้ามาป้อนโรงบดหรือย่อยหินจากแหล่งหินดังกล่าวได้อย่างน้อยประมาณ 330,000 ตัน/ปี ซึ่งสอดคล้องกับเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตประมาณ 150 – 200 ตัน/ชั่วโมง ซึ่งเป็นกำลังการผลิตที่เหมาะสมในการเริ่มต้นกิจการโรงบดหรือย่อยหิน (จากการสัมภาษณ์วิศวกรเหมืองแร่เชี่ยวชาญพิเศษ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่)

การนำหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างไปใช้จะขึ้นอยู่กับความต้องการขนาดของหิน หินที่มีการจำหน่ายในจังหวัดอุบลราชธานี คือ หินอุตสาหกรรมขนาดเบอร์ 1 และ 2 มีราคาเท่ากันตลอดนับจากปี พ.ศ. 2546 โดยในปี พ.ศ. 2551 มีราคา 275.62 บาท/ตัน ส่วนราคาหินขนาดคลุก, ฝุ่น และเกล็ด นั้นราคาจะใช้ฐานเดียวกัน โดยในปี 2551 มีราคา 182.16 บาท/ตัน (สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า, 2551) โดยแนวโน้มของราคาหินอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดนับจากปี พ.ศ. 2546-2550 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละประมาณ 13 บาท/ตัน หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3 ต่อปี

4.2 ด้านสิ่งแวดล้อม

การประกอบกิจการโรงบดหรือย่อยหินในปัจจุบันยังคงเป็นอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมค่อนข้างสูง เนื่องจากกิจกรรมการไม่บดหรือย่อยหินกระบวนการหลายอย่างกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมชนิดอื่นๆ เช่น การตัดต้นไม้ในพื้นที่เดิมการขุดเจาะและระเบิดเพื่อนำหินในแต่ละแหล่งออกมาทำการไม่บดหรือย่อยหิน ซึ่งกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงและค่อนข้างรุนแรง

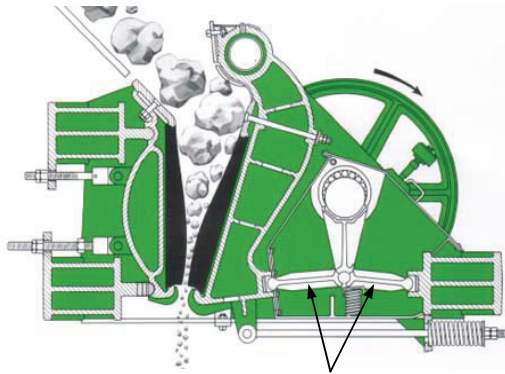
จากการศึกษาระบบกำจัดฝุ่นพบว่า ระบบกำจัดฝุ่นที่ดีมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมประกอบด้วย เงินลงทุน ประสิทธิภาพของระบบ และการง่ายต่อการบำรุงรักษา โดยระบบที่เป็นที่นิยมคือระบบสเปรย์น้ำ ซึ่งสามารถทำได้ง่ายไม่ซับซ้อน และจากการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียพบว่า หากใช้ระบบสเปรย์น้ำ จำเป็นจะต้องตั้งโรงงานอยู่ในพื้นที่ที่มีระบบน้ำอย่างเพียงพอ โดยสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมในจังหวัดอุบลราชธานี บริเวณที่ประกอบธุรกิจโรงบดหรือย่อยหินพบว่า ด้านสภาพอากาศ ด้านเสียง ด้านแรงสั่นสะเทือน และด้านคุณภาพน้ำ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานต่างๆตามที่ทางราชการเป็นผู้กำหนด เช่น เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 24 (พ.ศ.2547) และมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เป็นต้น

ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งภาคเอกชนในฐานะผู้ประกอบการ ต้องดำเนินการภายใต้ระเบียบปฏิบัติตามกฎหมายหรือข้อแนะนำทั้งจากภาครัฐและชุมชนโดยรอบ และภาครัฐในฐานะผู้กำกับดูแลจะต้องให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมจึงจะทำให้การประกอบกิจการดำเนินต่อไปได้ในสังคม

4.3 ด้านวิศวกรรม

1. จากการศึกษาข้อมูลทางวิศวกรรมด้านคุณสมบัติเชิงกายภาพ เชิงเคมี เชิงกล และคุณสมบัติของเครื่องจักร พบว่า แหล่งหินของจังหวัดอุบลราชธานีเป็นหินก่อสร้างชนิดหินบะซอลต์ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสำหรับใช้ในการก่อสร้างในงานประเภทต่างๆ โดยคุณสมบัติของหินบะซอลต์มีการรองรับกำลังอัดมากกว่าหินก่อสร้างชนิดหินปูน ซึ่งในการไม่บดหรือย่อยหิน ชนิดหินบะซอลต์

จะต้องใช้เครื่องย่อยหินที่เหมาะสมโดยการเลือกใช้ เครื่องย่อยหินแบบปากกระโทบ (Jaw Crusher) ชนิดแบบแผ่นยันคู่ (Double Toggle) ดังรูปที่ 2 ซึ่งมีคุณสมบัติของแรงที่กระโทบมากกว่าเครื่องย่อยหินชนิดอื่น



Double Toggle

รูปที่ 2 เครื่องย่อยหินแบบปากกระโทบ (Jaw Crusher) ชนิดแบบแผ่นยันคู่ (Double Toggle) [8]

สำหรับเครื่องย่อยขั้นที่ 2 ใช้เครื่องย่อยหินแบบปากกระโทบชนิดแบบแผ่นยันเดี่ยว (single toggle) เพื่อย่อยหินให้มีขนาดเล็กลงอีก เครื่องป้อนหิน เลือกใช้เครื่องป้อนหินแบบตะแกรงสั่น (vibrating grizzly bar feeder) เนื่องจากมีคุณสมบัติที่สำคัญในการช่วยลดการอุดตันที่เกิดจากหินก้อนเล็ก สำหรับเครื่องคัดขนาดใช้เครื่องตะแกรงสั่น (vibrating screen) เพื่อคัดขนาดหินเป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ หินเบอร์ 1, หินเบอร์ 2, หินเกล็ด, หินคลุก และหินฝุ่น

ตารางที่ 2 รายการเครื่องจักรหลักในการผลิตหินอุตสาหกรรม

รายการ	รุ่น	จำนวน	ราคาบาท/หน่วย
1. เครื่องป้อนหินแบบตะแกรงสั่น	WVF 416	1	450,000
2. เครื่องย่อยขั้นต้นแบบแผ่นยันคู่	WL 4232	1	2,800,000
3. เครื่องย่อยขั้นสองแบบแผ่นยันเดี่ยว	WS 4030	2	900,000
4. เครื่องคัดขนาด	WV 612	2	800,000
5. เครื่องลำเลียง	-	1 ชุด	1,000,000
รวม			7,650,000

2. เนื่องจากเหมืองหินในจังหวัดอุบลราชธานีสามารถผลิตหินได้อย่างน้อยประมาณ 330,000 ตัน/ปี การวางแผนการผลิตและการออกแบบวางผังโรงงานจึงออกแบบไว้ 3 กรณีให้กำลังการผลิตที่ 150, 180 และ 200 ตัน/ชั่วโมง โดยทำงานวันละ 8 ชั่วโมง 1 ปี ทำงาน 300 วัน ซึ่งจะใช้หินประมาณ 300,000-400,000 ตัน/ปี เพื่อเป็นการป้องกันความเสี่ยงจากการขาดแคลนวัตถุดิบ โดยในการผลิตในระยะแรกจะดำเนินการผลิตไม่เต็มกำลัง และจะเพิ่มขึ้นเต็มกำลังเมื่อปีที่ 6-10 โดยอายุโครงการกำหนดไว้ 10 ปี ตามอายุเครื่องจักรหลักในการผลิต

3. ผลจากการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน โดยใช้วิธี Weight Factor Analysis โดยการกำหนดปัจจัย น้ำหนักความสำคัญ ซึ่งการให้คะแนน ของวิศวกรเหมืองแร่ ระดับชำนาญการพิเศษ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ดังตารางที่ 3 พบว่า ทำเลที่ตั้งโรงงานในจังหวัดอุบลราชธานี ที่เหมาะสมเป็นอันดับ 1 คือ บริเวณอำเภอน้ำยี่น รองลงมาคืออำเภอดาหลวง และอำเภอเมืองอุบลราชธานี ตามลำดับ ลำดับสุดท้าย คือ อำเภอนาตาล

ตารางที่ 3 ปัจจัยพิจารณาทำเลที่ตั้งและค่าน้ำหนักความสำคัญ

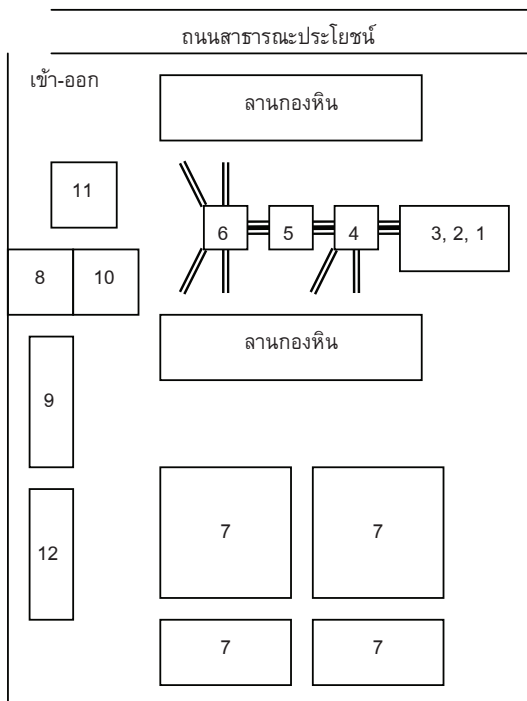
ปัจจัยพิจารณา	น้ำหนักความสำคัญ
1. ลักษณะพื้นที่และราคา	17
2. ระยะทางถึงแหล่งวัตถุดิบ	20
3. ระยะทางถึงจังหวัดอุบลราชธานี	15
4. จำนวนผู้รับเหมาก่อสร้างและโรงงานผลิตหรือที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง	17
5. ลักษณะการคมนาคมขนส่ง	15
6. แรงงานและค่าจ้าง	14
7. รายได้ : รายได้จากการจัดเก็บเงินภาษี	14
8. สิ่งสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน: ไฟฟ้า	16
9. สิ่งสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน: ประปา	16
10. สภาพแวดล้อม : วัสดุ, หมู่บ้าน	19
11. สภาพแวดล้อม : อัตราส่วนประชากรต่อแพทย์ 1 คน และความหนาแน่นของประชากร	18

4. การออกแบบวางผังโรงงานออกแบบโดยยึดหลักแบบระบบการผลิตแบบต่อเนื่องเป็นระบบที่มีการไหลของวัตถุดิบต่อเนื่องตามสายการผลิต ประกอบไปด้วยอาคารสำนักงานโครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กอาคารปิดคลุมเครื่องจักรเป็นโครงสร้างเหล็กและผนังเป็น

สังกะสีปิดคลุมมิดชิด และถนนภายในโรงบดหรือย่อยเป็นถนนลาดยางหรือถนนคอนกรีต พื้นที่กองหินต้องเป็นลานลาดยางหรือคอนกรีตหรือหินบดอัดแน่น พร้อมทั้งมีระบบทำความสะอาดและระบายน้ำที่ดีระบายน้ำโดยรอบโรงบดหรือย่อยหิน และมีบ่อดักตะกอนแนวต้นไม่ทรงสูงหนาแน่นทึบ ปิดกั้นทิศทางลมและเสียงและบ่อเก็บกักน้ำสำหรับใช้ในระบบสเปรย์น้ำป้องกันฝุ่นลานล้างล้อรถสำหรับรถขาออก ลานชั่งน้ำหนักกรวด และระบบน้ำบาดาล

แผนผังโรงบดหรือย่อยหินได้จากการให้คะแนนของวิศวกรเหมืองแร่เชี่ยวชาญพิเศษ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ โดยการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของผังโรงงาน 3 แบบ ซึ่งแผนผังที่ได้คะแนนสูงสุดดังปรากฏในรูปที่ 3

โดยที่ 1 หมายถึง ยุ้งรับหิน, 2 หมายถึง เครื่องบ่อนหิน, 3 หมายถึง ย่อยขั้นที่ 1, 4 หมายถึง คัดขนาดขั้นที่ 1, 5 หมายถึง ย่อยขั้นที่ 2, 6 หมายถึง คัดขนาดหินขั้นที่ 2, 7 หมายถึง อ่างเก็บน้ำ, 8 หมายถึง อาคารสำนักงาน, 9 หมายถึง อาคารซ่อมบำรุง, 10 หมายถึง ลานชั่งรถ, 11 หมายถึง ลานล้างรถ และ 12 หมายถึง บ้านพักคนงาน



รูปที่ 3 แผนผังโรงบดหรือย่อยหินอุตสาหกรรม

4.4 ด้านการเงิน

จากการวิเคราะห์ทางการเงินภายใต้ข้อสมมติฐานทางการเงินซึ่งสมมุติให้เท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 8 พบว่า ผลการดำเนินงานของโครงการโรงบดหรือย่อยหินในจังหวัดอุบลราชธานี มีความเป็นไปได้ทางการเงินทั้ง 3 กรณี ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางการเงิน

รายการ	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
1. เงินลงทุน (บาท)	51,400,350	53,139,150	54,179,981
2. NPV (บาท)	46,432,746	275,173,030	233,648,521
3. IRR	18%	32%	30%
4. PB	5 ปี 9 เดือน 28 วัน	4 ปี 3 เดือน 16 วัน	4 ปี 3 เดือน 10 วัน
5. DPB (8%)	ไม่สามารถคืนทุนได้ทันตามอายุโครงการ	7 ปี 8 เดือน 14 วัน	7 ปี 11 เดือน 4 วัน
6. SVTc	8%	38%	30%
7. SVTb	9%	47%	40%

ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 กรณี พบว่า กรณีที่ 2 ที่กำลังการผลิตสูงสุด 200 ตัน/ชั่วโมง มีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิมากที่สุด 275,173,030 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการมากที่สุดร้อยละ 32 มีระยะเวลาคืนทุนคิดลดสั้นที่สุด และสามารถยอมรับความเสี่ยงได้สูงสุด เมื่อต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 38 และเมื่อผลตอบแทนลดลงสูงสุดร้อยละ 47

5. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาในด้านต่างๆสามารถสรุปได้ว่า จังหวัดอุบลราชธานีเป็นเขตพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านวัตถุดิบเพื่อผลิตหินอุตสาหกรรมโดยมีปริมาณสำรองหิน 142.40 ล้านเมตริกตัน อยู่ในเขตอำเภอน้ำยืน โดยปัจจุบันมีกำลังการผลิต 1,510 ตัน/ชั่วโมง ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของการประมาณการการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้นทุกปี จากการประมาณการแนวโน้มความต้องการของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ โดยการลงทุนในอุตสาหกรรมโม่ บด หรือย่อยหิน จำเป็นจะต้องดูแลเอาใจใส่ในด้านสิ่งแวดล้อมโดยจะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับ หลักเกณฑ์ต่างๆที่ทางราชการเป็น

ผู้กำหนดอย่างเคร่งครัด และควรให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ของคุณภาพอากาศ เสียง น้ำ และแรงสั่นสะเทือนจากการดำเนินงานของกิจการ

จากการศึกษาด้านวิศวกรรมและการเงินพบว่าทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมในการประกอบกิจการต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่ทางราชการเป็นผู้กำหนดและ ควรใกล้แหล่งวัตถุดิบเนื่องจากการลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการจำเป็นต้องอาศัยการขนส่งด้วยรถบรรทุกซึ่งจะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอำเภอไทรโยค เป็นเขตพื้นที่มีทำเลที่เหมาะสมในการประกอบกิจการ โดยกำลังการผลิตที่เหมาะสมของกิจการและคุ่มค่ามากที่สุดของทั้ง 3 กรณี คือ กรณีที่ 2 ที่มีกำลังการผลิตสูงสุดที่ 200 ตันชั่วโมง มีความคุ่มค่าในการลงทุนมากที่สุด โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 8 ต่อปี และระยะเวลาโครงการ 10 ปี มากที่สุด 275,173,030 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการมากที่สุดร้อยละ 32 และมีระยะเวลาคืนทุน 4 ปี 3 เดือน 10 วัน และสามารถคืนทุนในอัตราคิดลดได้ภายในระยะเวลา 7 ปี 11 เดือน 4 วัน และสามารถยอมรับความเสี่ยงได้สูงสุดเมื่อ ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 38 และเมื่อผลตอบแทนลดลงสูงสุดร้อยละ 47 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับนโยบายของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ส่งเสริมให้มีการผลิตหินเพื่อรองรับการขาดแคลนหินเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม การก่อสร้างของประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของคณาจารย์ ภาควิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นในการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ขอขอบคุณ ข้าราชการ และเจ้าหน้าที่ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ และขอขอบคุณ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และสนับสนุนข้อมูลในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://www.dpim.go.th/qry/quarry2.php>.
- [2] มยุรี ปาลวงศ์. 2547. หินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้าง.

เอกสารวิชาการกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, กรุงเทพฯ, หน้า 1-3.

- [3] <http://www.soil.civil.mut.ac.th/rock/stones/extrusive/basalt.html>.
- [4] กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2547. คู่มือแนะแนวทางปฏิบัติในการลงทุนในกิจการเหมืองแร่. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, หน้า 53-55.
- [5] ชัยวิทย์ อุณห์ศิริกุล. 2552. การจัดการสิ่งแวดล้อมจากฝุ่นโรงโม่หิน. เอกสารวิชาการกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, กรุงเทพฯ, หน้า 2-13.
- [6] วิโรจน์ จินตนาเลิศ. 2549. การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในโครงการลงทุนธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 17-27.
- [7] กรมทรัพยากรธรณี. 2543. โครงการจัดทำแผนการจัดการผลิตและใช้หินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้าง. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, หน้า 64-103.
- [8] http://www.penncrusher.com/Size_Reduction/Model/Jaw_Crushers.cfm.