



การประเมินและการจัดการแหล่งแร่เฟลด์สปาร์

อำเภอнопิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

Assessment and Management of Feldspar Deposits at Noppitam District, Nakhon Si Thammarat Province

ปริญญา พัฒนเดช^{1*} และ มนูญ มาศนิยม

¹บริษัท สิ้นหลวง จำกัด จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา 90110

*Corresponding Author; E-mail: minetechno@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาข้อมูลทางธรณีวิทยาแหล่งแร่โซเดียมเฟลด์สปาร์จากหินอะแลสไกต์ (sodium feldspar bearing alaskite) อำเภอнопิตำ ศึกษาต้นทุนกระบวนการผลิต ต้นทุนขนส่งแร่ดิบ ต้นทุนกระบวนการแต่งแร่ และต้นทุนกระบวนการส่งมอบสินค้าของปี พ.ศ. 2556 เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบบ่อเหมืองให้สามารถเก็บแร่ได้มากที่สุด รวมทั้งคำนวณอายุเหมือง การวิจัยนี้ครอบคลุมประทานบัตรเปิดการ และประทานบัตรต่ออายุ ในหมู่เหมืองแร่เฟลด์สปาร์ อำเภอнопิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช รวมทั้งหมด 7 แปลง โดยพบว่าแหล่งแร่นี้มีปริมาณแร่สำรอง (inferred reserves) ทั้งสิ้น 82 ล้านเมตริกตัน สามารถทำเหมืองได้ที่สัดส่วนปริมาณเปลือกดินและเปลือกหินต่อแร่ที่ทำแล้วคุ้มทุน (break even stripping ratio) 1.52 : 1 เพื่อผลิตแร่เฟลด์สปาร์ตามสมบัติที่ลูกค้าต้องการดังนี้ คือ ค่าความสว่าง (L^*) ≥ 80 ค่าสีแดงและสีเขียว (a^*) ≤ 2 ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b^*) ≤ 20 , และค่าความทึบ (refractoriness) ≤ 65 % ราคาขาย (F.O.B.) 850 บาท/เมตริกตัน ณ ท่าเรืออำเภอท่าศาลา ถ้าหากปริมาณการจำหน่ายเพิ่มขึ้นปีละ 5 % นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 จะยังคงทำเหมืองไปได้ไปอีก 40 ปี

ABSTRACT

This research is aimed to study geology of Noppitam sodium feldspar bearing alaskite, production cost, raw material transportation cost, mineral processing cost and goods delivery cost in 2013 and used for mine design and mine optimization. Mine life was also estimated. The

study area covers 7 mining concessions; both operating and on-renewing concessions. The inferred reserves was estimated to be around 82 million metric tons with 1.52 : 1 break even stripping ratio. The grade of mineral would be produced up to the customer specification as lightness (L^*) ≥ 80 , red/green (a^*) ≤ 2 , yellow/blue (b^*) ≤ 20 , refractoriness $\leq 65\%$ at the price 850 baht/metric ton (F.O.B.) at Thasala port. At the market yearly growth rate 5%, mine life would be 40 years.

คำสำคัญ: เฟลด์สปาร์ อะแลสไกต์ นบพิตา นครศรีธรรมราช

Keywords: Feldspar, Alaskite, Noppitam, Nakhon Si Thammarat

1. บทนำ

แร่เฟลด์สปาร์ (feldspar) เป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก แก้ว และกระจก นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมผงขัด สี ยาฆ่าแมลง พลาสติก และยาง จึงนับเป็นแร่อุตสาหกรรมที่มีความสำคัญมากตัวหนึ่ง เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้บรรจุภัณฑ์จากแก้วและเซรามิกเกือบๆ 2/3 ของบรรจุภัณฑ์ทั่วโลก (Merchant Research & Consulting Ltd., 2015) ดังนั้นความต้องการใช้แร่เฟลด์สปาร์ของโลก จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องประมาณร้อยละ 4 ต่อปี (Merchant Research & Consulting Ltd., 2014)

แหล่งแร่เฟลด์สปาร์ อำเภอนบพิตา จังหวัดนครศรีธรรมราช (รูปที่ 1) เป็นแหล่งแร่โซเดียมเฟลด์สปาร์จากหินอะแลสไกต์ (alaskite) ที่สำคัญของโลก (Pungrassami et al., 2012) แหล่งแร่เริ่มผลิตป้อนอุตสาหกรรมเซรามิก โดยเฉพาะเซรามิกประเภทสุขภัณฑ์และกระเบื้องปูพื้น แหล่งแร่นี้ได้เริ่มผลิตมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 จนถึงปัจจุบันผลิตไปแล้วกว่า 12 ล้านเมตริกตัน สร้างรายได้ให้แก่ประเทศชาติมหาศาล โดยปี พ.ศ. 2557 แหล่งแร่ผลิตประมาณ 9 แสน

เมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 64 ของประเทศไทย (ปริญญา, 2558) มีมูลค่าการส่งออกแร่เกือบๆ 1,000 ล้านบาท/ปี นอกจากนี้ ประเทศไทยยังจัดเป็นประเทศผู้ผลิตแร่เฟลด์สปาร์ที่สำคัญของโลกอีกด้วย โดยปี พ.ศ. 2557 ไทยเป็นผู้ผลิตแร่เฟลด์สปาร์สูงติดลำดับที่ 5 ของโลก (Arnold, 2015) ดังนั้นแหล่งแร่จึงเป็นสมบัติที่สำคัญของชาติ ประกอบกับต้นทุนการทำเหมืองได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Pattanadech and Masniyom, 2015) จึงต้องมีการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติ

การบริหารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น จำเป็น ต้องทราบข้อมูลทางธรณีวิทยา แหล่งแร่ ธรณีวิทยาโครงสร้าง ข้อมูลคุณภาพ ปริมาณ และราคาขายแร่ รวมทั้งข้อมูลต้นทุนต่างๆ ตลอดกระบวนการผลิต จนกระทั่งส่งมอบสินค้า (แร่เฟลด์สปาร์) ให้แก่ลูกค้าแล้วเสร็จ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบเหมืองและบริหารจัดการการทำเหมืองให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 1 แหล่งแร่เฟลด์สปาร์ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษา ข้อมูลทางธรณีวิทยา แหล่งแร่ ธรณีวิทยาโครงสร้าง คุณภาพ ปริมาณ และราคาขายแร่ รวมทั้งข้อมูลต้นทุนต่างๆ ตลอดจนกระบวนการผลิตจนกระทั่งส่งมอบสินค้าเพื่อนำมาออกแบบบ่อเหมือง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Surpac (Version 6.3) ให้สามารถเก็บแร่ได้ปริมาณสูงสุด มีความปลอดภัย ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และมีความคุ้มค่าในการทำเหมือง พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการบริหารจัดการแหล่งแร่นี้ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีการศึกษาและการเก็บข้อมูลดังนี้

ข้อมูลทางธรณีวิทยาแหล่งแร่ และธรณีวิทยาโครงสร้างได้มาจากการศึกษางานวิจัยก่อนหน้า ร่วมกับการเดินสำรวจเพื่อวัดแนวรอยแตก รอยเลื่อน แนวสัมผัส จำนวน 124 จุด และเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์คุณภาพ จำนวน 36 ตัวอย่าง รวมทั้งศึกษาข้อมูลการเจาะเก็บแท่งตัวอย่าง ความลึก 14 - 70 เมตร จำนวน 5 หลุม และข้อมูลการเจาะเก็บฝุ่น ความลึก 21 - 70 เมตร จำนวน 3 หลุม สำหรับตัวอย่างทั้งหมดจะส่งไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพด้วยการทดสอบเผา (firing test) ที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยห้องทดลองแผนกควบคุมคุณภาพ บริษัท

สินหลวง จำกัด เพื่อให้ทราบสีหลังเผา ซึ่งวัดด้วยเครื่องวัดสี รายงานผลออกมาเป็นค่า L^* , a^* และ b^* และการห่อมตัว ซึ่งวัดจากความสูงของกรวยตัวอย่างก่อนเผา เทียบกับความสูงของกรวยตัวอย่างหลังเผา รายงานผลออกมาเป็นค่า refractoriness (L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (lightness) โดยความสว่างหรือความขาวจะสูงขึ้นเมื่อ L^* มีค่าสูงขึ้น a^* หมายถึง ค่าสีแดงและสีเขียวโดยจะมีสีแดงเข้มขึ้นเมื่อ a^* มีค่าเป็นบวกและมีค่าสูงขึ้น แต่จะมีสีเขียวเข้มขึ้นเมื่อ a^* มีค่าเป็นลบ และมีค่าลบมากขึ้น b^* หมายถึง ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นเมื่อ b^* มีค่าเป็นบวกและมีค่าสูงขึ้น แต่จะมีสีน้ำเงินเข้มขึ้นเมื่อ b^* มีค่าเป็นลบ และมีค่าลบมากขึ้น และตัวอย่างจะห่อมตัวดีเมื่อมีค่า refractoriness ต่ำลง)

ข้อมูลปริมาณและราคาขาย ได้มาจากการเก็บข้อมูลการจำหน่ายแร่เฟลด์สปาร์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - 2556 จำนวน 1,330 ครั้ง (shipment) จากฝ่ายอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช ส่วนข้อมูลคุณภาพแร่ที่ส่งออกจำหน่าย เก็บจากบริษัท สินหลวง จำกัด ซึ่งจะเป็นคุณภาพแร่ขายโดยเฉลี่ยตลอดปี พ.ศ. 2556

ข้อมูลต้นทุนต่างๆ ตั้งแต่การขนส่งแร่ดิบจากหน้าเหมืองเข้าโรงแต่งแร่ กระบวนการแต่งแร่ รวมทั้งกระบวนการส่งมอบแร่ให้แก่ลูกค้า เป็นข้อมูลจากบริษัท สินหลวง จำกัด และบางส่วนเป็นข้อมูลจากการว่าจ้างผู้รับเหมาของบริษัท สินหลวง จำกัด เฉลี่ยตลอดปี พ.ศ. 2556 ส่วนต้นทุนการทำเหมืองได้มาจากการเก็บข้อมูลจากหน้างานผลิตของของบริษัท สินหลวง จำกัด ตลอดปี พ.ศ. 2556 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลจากการระเบิดจำนวน 372 ครั้ง ข้อมูลการขุดตักรวมทั้ง

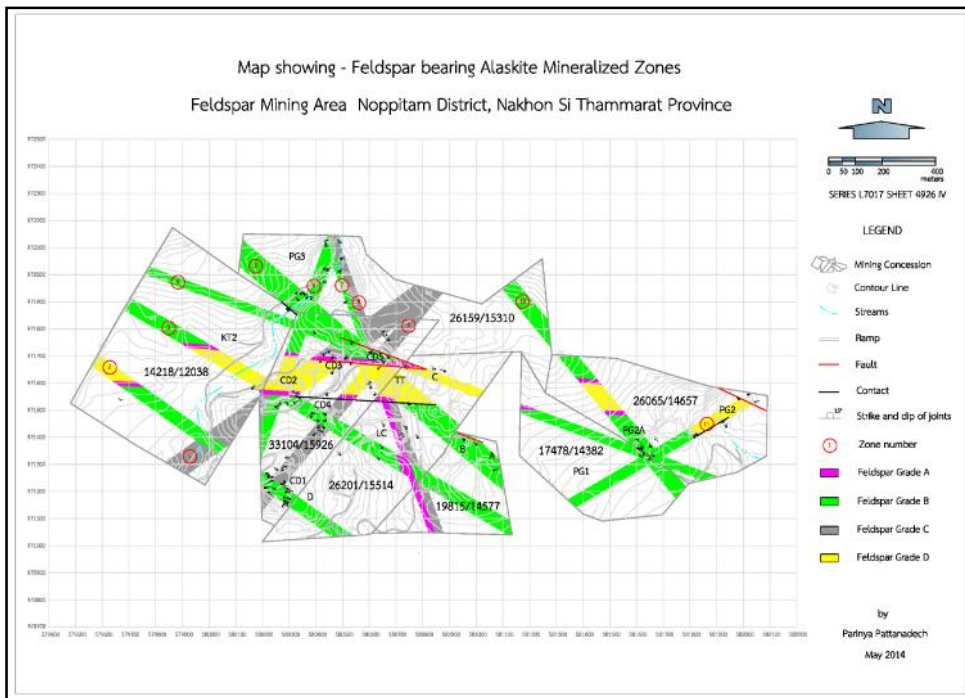
งานปรับแต่งพื้นที่สำหรับงานเจาะระเบิด ได้จากการเก็บข้อมูลการทำงานของรถขุด 4,523 ชั่วโมง ข้อมูลการขนส่งเปลือกดินและเปลือกหิน ได้มาจากการเก็บข้อมูล 8,399 คันรถ หรือประมาณ 167,980 เมตริกตัน และข้อมูลการดันกองได้มาจากการดันกองจำนวน 8,399 คันรถ หรือประมาณ 167,980 เมตริกตันเช่นกัน



รูปที่ 2 ตัวอย่างแร่ฟลูอไรต์สปาร์ จากแหล่งแร่ อ. นบพิตำ



รูปที่ 3 แ่งตัวอย่างจากการเจาะสำรวจ ความลึก 65 -70 เมตร



รูปที่ 4 แผนที่โซนแร่เฟลด์สปาร์จากหินอะแลสไกต์

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาทางธรณีวิทยาแหล่งแร่ พบว่าแร่เฟลด์สปาร์จากแหล่งแร่ นี้ เกิดจากหินอะแลสไกต์ตามก้อนตัวอย่างในรูปที่ 2 และแท่งตัวอย่างในรูปที่ 3 และสามารถแบ่งชั้นคุณภาพแร่ ตามความต้องการของตลาด ราคาซื้อขายแร่ สมบัติของแร่ และความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบสมบัติของตัวอย่างได้ 4 ชั้นคุณภาพ คือ ชั้นคุณภาพเอ ($L^* \geq 80$, refractoriness < 60 %) ชั้นคุณภาพบี ($70 \leq L^* < 80$, refractoriness < 60 %) ชั้นคุณภาพซี ($60 \leq L^* < 70$, refractoriness < 60 %) ชั้นคุณภาพดี ($L^* \geq 80$, $60\% \leq \text{refractoriness} < 80\%$) โดยมีโซนแร่แต่ละชั้นคุณภาพดังแสดงในรูปที่ 4 (สีชมพู คือชั้นคุณภาพเอ สีเขียวคือชั้นคุณภาพบี สีเทาคือชั้นคุณภาพซี และสีเหลืองคือชั้นคุณภาพดี)

จากการศึกษาพบว่า แหล่งแร่เฟลด์สปาร์ซึ่งเกิดจากหินอะแลสไกต์แหล่งนี้ มีลำดับทางธรณีวิทยาดังนี้

1. ตะกอนสะสมในยุคแคมเบรียน ออร์โดวิเซียน ไชลูเรียน - ดีโวเนียน - คาร์บอนิเฟอรัส และเพอร์เมียน

2. หินหนืด (magma) ที่อยู่ในกลุ่มที่มีส่วนประกอบของหินแกรนิตดินตัว และเย็นตัวอย่างช้าๆ เกิดไบโอไทต์ มัสโคไวต์ แกรนิต ทำให้เกิดการโค้งตัว คดโค้ง บริเวณรอยสัมผัสของชั้นหินตะกอนกับหินไบโอไทต์ มัสโคไวต์ แกรนิต และแปรสภาพไปเป็นหินแปรชนิดต่างๆ

3. หลังจากเกิดมวลหินไบโอไทต์ มัสโคไวต์ แกรนิต แล้วของเหลวที่เหลือจาก กระบวนการลำดับส่วนของหินหนืดซึ่งยังมีส่วนประกอบของ Na, K และ Si ถูกบีบ ให้แทรกเข้าบรรจุมารอยแตกของมวลหินไป

ไอโหด มีสโคไวต์ แกรนิต แนวตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้ พบเป็นผนังของหิน อะแลสไกต์ ใน หินไบโอไทดัล มีสโคไวต์ แกรนิต

4. หลังเกิดหินอะแลสไกต์ แล้วบริเวณนี้ยังมีการเคลื่อนไหว ทำให้ผนัง อะแลสไกต์แตกหักและเกิดรอยแตกแนวตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ และมีการบีบอัดของของเหลว ที่เหลือจากกระบวนการ ลำดับส่วนของหินหนืด มี Na, K และ Si เกิดเป็นผนังอะแลสไกต์เพิ่มขึ้นอีกแนว

5. หลังจากเกิดหินอะแลสไกต์ครั้งที่ 2 แล้วก็ยังมี การเคลื่อนไหวในบริเวณนี้ ทำให้สายอะแลสไกต์แตกหักและเกิดรอยแตกในแนวตะวันออก – ตะวันตก และมีการบีบอัดของของเหลว ที่เหลือจากกระบวนการ ลำดับส่วนของหินหนืดมี Na และ Si เกิดเป็นผนังหินอะแลสไกต์เพิ่มขึ้นอีกแนว และหินอะแลสไกต์ช่วงก่อนหน้าที่อยู่บริเวณโซนเฉือน (shear zone) มีสีเทาอมเขียว

6. สารเหลวซิลิกา (silica) ที่เหลือทำให้เกิดสายแร่ควอตซ์ แทรกตามรอยแตกแนวตะวันออก – ตะวันตก และทำให้หินอะแลสไกต์ ที่มีสายแร่ควอตซ์ตัดผ่านมีซิลิกาสูงขึ้น และเกิดการแปรเปลี่ยน ควอตซ์อาจมี 2 ช่วง เพราะพบสายควอตซ์เสียดสายควอตซ์ขาวขุ่น

7. หลังจากนั้นการเคลื่อนไหวทำให้เกิดรอยแตกและรอยเลื่อนอีก

ต้นทุนการทำเหมืองโดยเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2556 มีต้นทุนการผลิตแร่ประมาณ 50 บาท/ตัน ต้นทุนการจัดการเปลือกดินและเปลือกหินประมาณ 230 บาท/ลูกบาศก์เมตร (แบ่น) (bank cubic meter) และมีต้นทุนการขนส่งแร่ดิบไปยังโรงแต่งแร่ ต้นทุนแต่งแร่รวมทั้งต้นทุนจัดส่งสินค้า (แร่) จนกระทั่งส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าแล้วเสร็จ (ส่งมอบที่ท่าเรือ) รวมทั้งต้นทุน

ค่าภาคหลวงแร่ และต้นทุนการได้มาซึ่งประทานบัตรทั้งสิ้น ประมาณ 450 บาท/เมตริกตัน

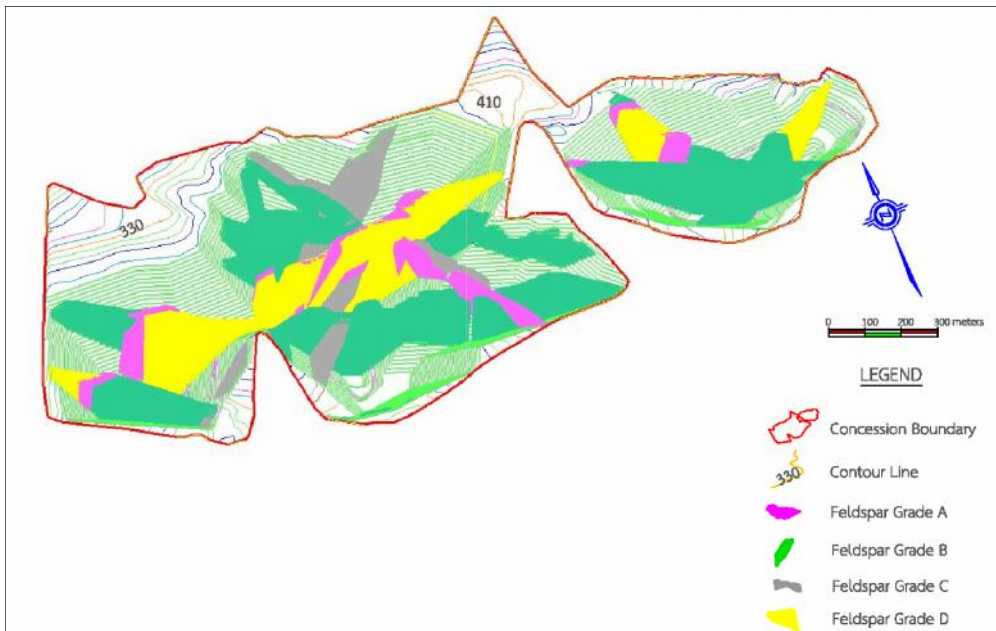
ปัจจุบันแร่จากแหล่งนี้ได้ผลิตและจำหน่ายไปยัง 6 ประเทศ ได้แก่ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย เวียดนาม อินเดีย บังคลาเทศ และสหรัฐอเมริกาบริเบมิเรสต์ โดยปี พ.ศ. 2556 ผลิตประมาณ 7.5 แสนเมตริกตัน ด้วยคุณภาพเฉลี่ย $L^* \approx 80$ refractoriness $\approx 65\%$ และราคาประมาณ 850 บาท/เมตริกตัน (F.O.B.) และมีแนวโน้มผลิตเพิ่มขึ้น 5 % ต่อปี

หากคำนวณภายใต้คุณภาพแร่ ราคาขาย และต้นทุนต่างๆ ทุกกระบวนการเช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2556 แหล่งแร่แห่งนี้ จะมีสัดส่วนเปลือกดินและเปลือกหินต่อแร่ที่สามารถทำเหมืองแล้วคุ้มทุน (break even stripping ratio) 1.52 : 1 และจะมีปริมาณสำรองแร่เฟลด์สปาร์ (inferred reserves) ประมาณ 82 ล้านเมตริกตัน เหมืองแร่แห่งนี้จะมีอายุ 40 ปี นับจากปี พ.ศ. 2556 และจะมีรูปร่างบ่อเหมืองสุดท้าย (final pit) ดังรูปที่ 5

แนวทางการบริหารจัดการ ให้สามารถผลิตแร่ได้สูงสุดคือ ทุกประทานบัตรต้องมีแผนผังโครงการร่วมกัน ทำเหมืองรวมเป็นบ่อเหมืองเดียวกัน การวางแผนการผลิตร่วมกัน และควรทำงานพัฒนาควบคู่ไปกับการผลิตเพื่อให้สามารถผลิตแร่ ได้ต่ำกว่าสัดส่วนปริมาณเปลือกดินและเปลือกหินต่อแร่ที่ทำแล้วคุ้มทุนยาวนานที่สุด การผลิตจะ ต้องวางแผนการผลิตแร่ชั้นคุณภาพ เอ : บี : ซี : ดี ในสัดส่วน 13 : 48 : 0 : 39 (ไม่ผลิตแร่ชั้นคุณภาพซี) นอกจากนี้แล้วยังควรหาตลาดมารองรับชั้นคุณภาพบีและซี ซึ่งมีค่า L^* ต่ำ และควรพัฒนากระบวนการแต่งแร่เพื่อแต่งแร่ชั้นคุณภาพบีและซี ให้ขาวขึ้น มีค่า $L^* \geq 80$ เพื่อให้ตรงความต้องการของลูกค้า และควรขอประทานบัตรทางทิศใต้ของแหล่งแร่เพิ่มเติม เนื่องจากยังไม่ติดเขตอนุรักษ์ และจะทำให้

สามารถทำเหมืองได้ลึกลง เนื่องจากมีพื้นที่บ่อเหมืองเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังควรพัฒนากระบวนการผลิตและกระบวนการที่เกี่ยวข้องจนกระทั่งส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าแล้วเสร็จ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อจะทำให้ต้นทุนลดลง ซึ่งจะส่งผลให้มีสัดส่วนปริมาณเปลือกหินและเปลือกหินต่อแร่ที่ทำแล้วค้ำทุน สูงขึ้น สามารถเก็บแร่ได้มากขึ้น และมีอายุเหมืองนานขึ้น แต่หากไม่สามารถปฏิบัติได้ตามแนวทางนี้แล้ว ผู้วิจัยคาดว่าแหล่งแร่นี้จะเหลือปริมาณแร่สำรองไม่น่าจะเกิน 20 % ของปริมาณแร่สำรองข้างต้น อย่างไรก็ตาม แหล่งแร่ที่มีศักยภาพที่จะแต่งให้มีคุณภาพดีขึ้นเป็นชั้นคุณภาพดี

พิเศษ (premium grade) ได้ ทั้งนี้ต้องเลือกวิธีการแต่งแร่ที่เหมาะสมและคุ้มค่ากับแหล่งแร่ ซึ่งสามารถศึกษาได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เช่น งานวิจัยโครงการเพิ่มมูลค่าแร่เฟลด์สปาร์ และ ศึกษาการปรับปรุงคุณสมบัติสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2549) ซึ่งหากปฏิบัติได้ตามแนวทางนี้ จะทำให้แหล่งแร่นี้มีมูลค่าสูงขึ้น และมีอายุการทำเหมืองที่ยาวนานขึ้นได้



รูปที่ 5 บ่อเหมืองสุดท้าย (final pit)

4. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาพื้นที่แหล่งแร่เฟลด์สปาร์ อำเภอนบ-พิต้า จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งครอบคลุมประทานบัตรมีอายุและประทานบัตรต่ออายุรวมทั้งหมด 7 แปลงสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. ปริมาณสำรอง (inferred reserves) แร่เฟลด์สปาร์รวมทั้ง 7 แปลง คือ 82 ล้านเมตริกตัน
2. สัดส่วนปริมาณเปลือกหินและเปลือกหินต่อแร่ที่ทำแล้วค้ำทุนคือ 1.52 : 1
3. ชั้นคุณภาพของแร่มี 4 ชั้นคุณภาพ ตามความต้องการของตลาด ราคาซื้อขายแร่ สมบัติของแร่ และความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบสมบัติของ

ตัวอย่าง คือ ชั้นคุณภาพเอ ($L^* \geq 80$, refractoriness $< 60\%$) ชั้นคุณภาพบี ($70 \leq L^* < 80$, refractoriness $< 60\%$) ชั้นคุณภาพซี ($60 \leq L^* < 70$, refractoriness $< 60\%$) ชั้นคุณภาพดี ($L^* \geq 80$, $60\% \leq$ refractoriness $< 80\%$)

หากต้องการให้สามารถเก็บแร่ได้สูงสุด จะต้องแบ่งสัดส่วนของชั้นคุณภาพต่างๆ ที่ควรผลิตตามนี้ เอ : บี : ซี : ดี = 13 : 48 : 0 : 39 (ไม่ผลิตชั้นคุณภาพซี) ทั้งนี้ต้องหาลาดรองรับแร่ชั้นคุณภาพบี ที่มีสมบัติ L^* ต่ำ หรือพัฒนากระบวนการแต่งแร่ชั้นคุณภาพบีและซี ให้ขาวขึ้น มีค่า $L^* \geq 80$ ตามที่ลูกค้าต้องการ

4. เมื่อประเมินตามข้อมูลต้นทุน ราคาขาย และคุณภาพแร่ที่ต้องการเช่นเดียวกันกับปี พ.ศ. 2556 ปริมาณการขายที่เพิ่มขึ้นปีละ 5 % แล้วจะสามารถทำเหมืองต่อไปได้อีก 40 ปี นับจากปี พ.ศ. 2556

5. ข้อจำกัดของความเสี่ยงบ่อเหมือง อยู่ที่ขอบเขตประทานบัตร ซึ่งหากมีการขอประทานบัตรทางทิศใต้ของแหล่งแร่เพิ่มเติม (ไม่ติดเขตป่าอนุรักษ์) จะทำให้สามารถทำเหมืองได้ลึกลงไปมากขึ้นเพราะมีพื้นที่บ่อเหมืองเพิ่มขึ้น

6. หากไม่สามารถปฏิบัติได้ตามแนวทางข้างต้น ผู้วิจัยคาดว่าแหล่งแร่จะมีปริมาณแร่สำรองไม่น่าจะเกิน 16.4 ล้านเมตริกตัน

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. (2549). โครงการเพิ่มมูลค่าแร่เฟลด์สปาร์ และ ศึกษาการปรับปรุงคุณสมบัติสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก. กรุงเทพฯ

ปริญญา พัฒนเดช. (2558). ประเมินศักยภาพแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 116 หน้า

Arnold, O. Tanner. (2015). Mineral Commodity Summaries. U.S. Geological Survey, U.S.A.

Merchant Research & Consulting Ltd. (2014). Feldspar: 2014 Market Review and Forecast. London, England.

Merchant Research & Consulting Ltd. (2015). Feldspar: 2015 Market Review and Forecast. London, England.

Pattanadech, P. and Masniyom, M. (2015). Movement of feldspar mining cost at Noppitam District, Nakhon Si Thammarat Province. In: Proceeding of The 7th International Conference on Engineering and Technology (ICET-2015). Phuket, Thailand. 19-20 June 2015.

Pungrassami, T., Pattanadech, P. and Watcharasuthakorn, U. (2012). Feldspar mining from alaskite Amphoe Noppitum, Changwat Nakhon Si Thammarat. In: Proceeding of The 10th International Conference on Mining, Materials and Petroleum Engineering. The 6th International Conference on Earth Resources Technology "Sciences and Technologies Towards 2012" : PSU-IC 2012. Songkhla, Thailand. 9-11 May 2012.

