

# การเพิ่มคุณภาพแร่แบไรต์ด้วย Magnetic separator

กลุ่มนวัตกรรมอุตสาหกรรมแร่ กองนวัตกรรมวัสดุพิเศษและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง  
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

## บทคัดย่อ

บริษัท พี.แอนด์.เอส. แบริท์ ไมน์นิ่ง จำกัด เป็นผู้ประกอบการเหมืองแร่และโรงแต่งแร่แบไรต์ เพื่อจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมชุบเงินน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ซึ่งแร่แบไรต์ที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมดังกล่าวต้องมีการเจือปนของแร่เหล็กน้อยมากหรือมีองค์ประกอบทางเคมีของเฟอร์ริกออกไซด์ ( $Fe_2O_3$ ) ไม่เกินร้อยละ 0.25 โดยบริษัทฯ ประสบปัญหาในการควบคุมคุณภาพแร่แบไรต์ให้เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าว จึงขอความช่วยเหลือจากกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ในการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มคุณภาพแร่แบไรต์ของบริษัทฯ จากการตรวจสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์และการวิเคราะห์ Liberation size ด้วยการลดขนาดแล้วพบว่า แร่เหล็กจะยึดติดอยู่กับแร่แบไรต์ โดยเมื่อบดแร่แบไรต์ให้มีขนาดเล็กกว่า 48 เมช หรือ 212 ไมครอน แร่เหล็กจะแยกตัวโดยอิสระออกจากแร่แบไรต์ได้อย่างชัดเจน และจากคุณสมบัติของแร่เหล็กที่สามารถติดแม่เหล็กและนำไฟฟ้าได้ จึงได้เลือกวิธีการแยกแร่เหล็กออกจากแร่แบไรต์โดยวิธีดังกล่าว ซึ่งจากการทดลองการแยกแร่เหล็กออกจากแร่แบไรต์โดยอาศัยคุณสมบัติการติดแม่เหล็กด้วยเครื่อง Magnetic separator ชนิด Induce roll โดยการบดแร่แบไรต์เพื่อใช้ในการทดลองที่ขนาด -48 , -65 และ -100 เมช ซึ่งจากการทดลองพบว่า การแยกแร่แบไรต์ที่ขนาด -48 เมช มีประสิทธิภาพในการลดการเจือปนของแร่เหล็กได้มากที่สุดถึง 94.51% โดยคงเหลือเฟอร์ริกออกไซด์ไม่เกินร้อยละ 0.25 อีกทั้งระหว่างการทดลองไม่เกิดการฟุ้งกระจายของตัวอย่างและสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการบดน้อยที่สุด จากผลการศึกษาดังกล่าว เป็นการยกระดับในการเพิ่มคุณภาพให้กับแร่แบไรต์และเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมอย่างคุ้มค่า ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 840 ล้านบาท

## 1. แนวคิดและทฤษฎีในการทดลอง

บริษัท พี.แอนด์.เอส. แบริท์ ไมน์นิ่ง จำกัด ประสบปัญหาในการควบคุมคุณภาพสินค้า โดยเฉพาะปัญหาในกระบวนการผลิตแร่แบไรต์ที่พบว่าปริมาณมลทินปะปนในแร่แบไรต์ที่เป็นสินค้าสูงเกินกว่าเกณฑ์การซื้อขายที่กำหนด ซึ่งกำหนดให้มีสัดส่วนของแร่เหล็กในรูป Compound ( $Fe_2O_3$ ) เจือปนไม่เกิน 0.25 % ในขณะที่สินค้าของบริษัทฯ ตรวจพบว่ามีแร่เหล็กปะปนสูงถึง 2-3 %  $Fe_2O_3$  ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แร่แบไรต์ด้วยวิธีการแต่งแร่เพื่อกำจัดมลทินแร่เหล็กออกจากแร่แบไรต์ โดยมีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. การทดลองเพื่อหาค่าการแยกตัวอิสระของแร่มีค่ากับหางแร่ (Liberation size) เป็นการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างแร่ เพื่อหาช่วงขนาดที่เม็ดแร่แบไรต์เริ่มแยกตัวโดยอิสระจากแร่เหล็ก ซึ่งเป็นมลทินที่

ต้องการกำจัดออก และนำค่าที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้ในการทดลองแต่งแร่เพื่อเพิ่มมูลค่าแร่ต่อไป

2. การทดลองแต่งแร่แบไรต์ เป็นการทดลองเพื่อหาวิธีการแต่งแร่ที่เหมาะสมในการแยก แร่แบไรต์ออกจากแร่เหล็กที่เป็นมลทิน โดยประยุกต์ใช้ค่าการแยกตัวอิสระของแร่มีค่าหรือหัวแร่แบไรต์กับหางแร่หรือมลทินแร่เหล็กจากการทดลองที่ 1 เพื่อทดลองการแต่งแร่ที่ช่วงขนาดต่างๆ

## 2. การทดลองเพื่อหาค่าการแยกตัวอิสระของแร่มีค่ากับหางแร่ (Liberation size)

ผู้ศึกษาพบว่าตัวอย่างแร่แบไรต์ของ บริษัท พี.แอนด์.เอส. แบริท์ ไมน์นิ่ง จำกัด มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ผลึกแร่แบไรต์ที่เกิดติดกับแร่เหล็กมีความแตกต่างของสีแร่ทั้ง 2 ชนิดชัดเจน การบดเพื่อลดขนาดให้เหมาะสมจะสามารถทำให้เม็ดแร่แบไรต์แยกตัวโดยอิสระออกจากแร่เหล็กได้ ผู้ศึกษาจึงได้ทำการทดลองหาค่าการแยกตัวอิสระ

(Liberation size) ของเม็ดแร่แบไรต์กับหางแร่เหล็ก เพื่อ นำค่าที่ได้ไปใช้ประกอบการออกแบบการทดลองขั้นตอนต่อไป

## 2.วัตถุประสงค์การทดลอง 1

เพื่อหาขนาดเม็ดแร่ที่เหมาะสมกับการแต่งตัวอย่างแร่แบไรต์ โดยพิจารณาจากแร่เหล็กที่หลุดตัวอย่างอิสระจากแร่แบไรต์อย่างอิสระ (Liberation size)

## 2.เครื่องมือที่ใช้ทดลอง 2

1. เครื่องบด Jaw Crusher
2. เครื่องบด Roller Mill
3. ตะแกรงมาตรฐาน (มาตรฐาน)) , 65 , 48 , 20 100mesh
4. เครื่องสั่นตะแกรง (Vibrating screen)
5. กล้อง Digital Microscope

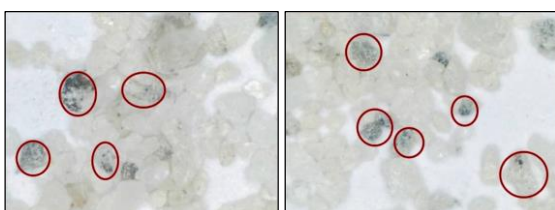
## 2.วิธีการทดลอง 3

1. เตรียมตัวอย่าง โดยการบดแร่ด้วยเครื่อง Jaw Crusher และเครื่อง Roller Mill
2. คัดขนาดด้วยตะแกรงมาตรฐานและเครื่องสั่นตะแกรง
3. นำแร่ที่ขนาดต่างๆมาส่องดูด้วยกล้อง Digital Microscope และนับเม็ดแร่

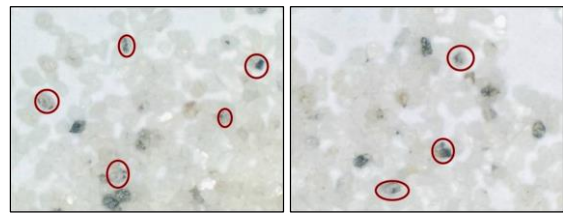
## 2.4 ผลการวิเคราะห์ด้วยกล้อง Digital Microscope และการนับเม็ดแร่

ช่วงขนาด	แร่แบไรต์ สีขาว	แร่เหล็ก สีดำ	Non-liberate (แร่คาบ(
-20+48	75.00	6.25	18.75
-48 +65	84.85	8.08	7.07
-65 +100	85.92	13.62	0.47

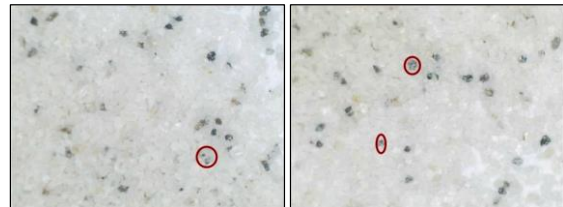
ตารางที่ 1 แสดงผลการนับเม็ดแร่แบไรต์



รูปที่ 1 แสดงเม็ดแร่ที่ช่วงขนาด -20 + 48 เมช



รูปที่ 2 แสดงเม็ดแร่ที่ช่วงขนาด-48 + 65 เมช



รูปที่ 3 แสดงเม็ดแร่ที่ช่วงขนาด-65 +100 เมช

หมายเหตุ วงสีแดงคือเม็ดแร่ที่ยังไม่หลุดออกจากกัน

จากการทดลองนี้ สามารถสรุปได้ว่า แร่แบไรต์จะ เริ่มแยกตัวเป็นอิสระจากมลทินแร่เหล็กเมื่อถูกบดและลดขนาดลง ซึ่งการแยกตัวโดยอิสระจะเริ่มเมื่อเม็ดแร่มีขนาด 48-เมช เป็นต้นไป ดังนั้นในการทดลองเพิ่มมูลค่าแร่แบไรต์ด้วยวิธีการแต่งแร่ จะดำเนินการทดลองกับตัวอย่างแร่แบไรต์ตั้งแต่ขนาด เมช 48ลงไป เพื่อหาช่วงขนาดที่ดีที่สุดที่สามารถแยกหัวแร่แบไรต์ออกจากมลทินแร่เหล็กได้มากที่สุด

## 3.การทดลองแต่งแร่แบไรต์

การแต่งแร่เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าแร่ที่อาศัยหลักการของความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพของแร่มีค่าและแร่มลทิน ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ตัวอย่างแบไรต์เพื่อหาชนิดแร่ที่เป็นองค์ประกอบ รวมถึงคุณสมบัติทางกายภาพ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประกอบการพิจารณาเลือกวิธีการแต่งแร่ที่เหมาะสมในการทดลองเพื่อเพิ่มมูลค่าแร่แบไรต์ต่อไป

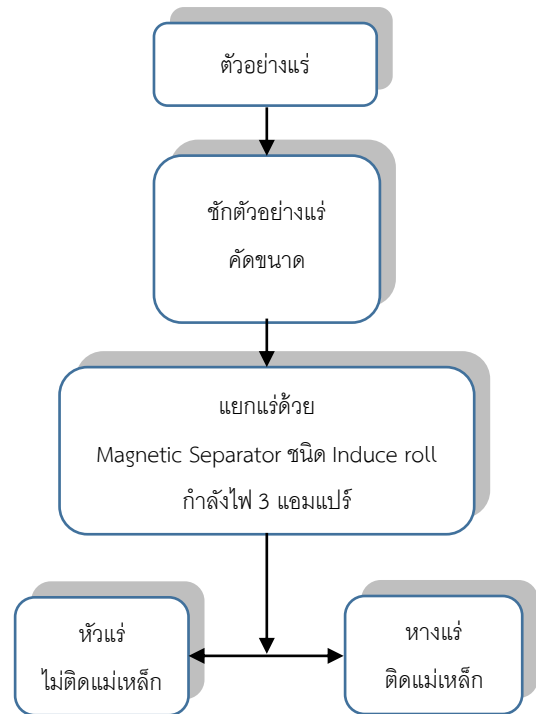
แร่	ความถ่วงจำเพาะ	การติดแม่เหล็ก	การนำไฟฟ้า
Barite (BaSO <sub>4</sub> )	4.3-4.6	Non	Non
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.9-5.3	Low	Medium
Magnetite	5.2	High	Good

(Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )			
-----------------------------------	--	--	--

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพของแร่แบไรต์และแร่เหล็ก

### 3.1 การแยกแร่แบไรต์โดยอาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติการติดแม่เหล็ก (Magnetic separation) ด้วยเครื่องแยกแร่ด้วยแม่เหล็กชนิดลูกกลิ้ง (Magnetic separation ชนิด Induce roll)

การทดลองนี้ผู้ศึกษาอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกันระหว่างแร่แบไรต์ที่ไม่ติดแม่เหล็กกับแร่เหล็กที่แม่เหล็กสามารถดูดติดได้ กล่าวคือ หากทดลองนำตัวอย่างแร่มาทำการแยกด้วยแม่เหล็กแล้ว แร่เหล็กที่ปะปนอยู่ในตัวอย่างแร่จะถูกแม่เหล็กดูดติดและแยกออกจากแร่แบไรต์ที่มีคุณสมบัติไม่ติดแม่เหล็ก และการทดลองแต่งแร่ที่ช่วงขนาดแตกต่างกันเพื่อหาช่วงขนาดที่สามารถเก็บกู้หัวแร่ได้มากที่สุดด้วย โดยผู้ศึกษาเลือกใช้เครื่องแยกแร่ด้วยแม่เหล็กชนิดลูกกลิ้ง (Magnetic separation ชนิด Induce roll) มาทำการทดลอง



รูปที่ 4 Flow chart แสดงขั้นตอน

การทดลองแต่งแร่ด้วย Magnetic Separator ชนิด Induce roll

#### ขั้นตอนการทดลอง

- นำตัวอย่างแร่ไปบดย่อยและคัดขนาดด้วยตะแกรง (-48 -65 และ -100 เมช)
- ซีกตัวอย่างแร่แต่ละขนาดที่จะทำการทดลอง (ไม่เกินตัวอย่างละ 1,000 กรัม)
- เปิดเครื่องแยกแร่ด้วยแม่เหล็กชนิดลูกกลิ้ง (Magnetic separation ชนิด Induce roll)
- ตั้งค่ากำลังไฟฟ้าของแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ 3 แอมแปร์
- ป้อนแร่เพื่อทำการแยกแร่ด้วยเครื่องแยกแร่ด้วยแม่เหล็กชนิดลูกกลิ้ง
- ชั่งน้ำหนักหัวแร่แบไรต์หรือส่วนที่ไม่ติดแม่เหล็ก และหางแร่เหล็กหรือส่วนที่ติดแม่เหล็กที่ได้
- ซีกตัวอย่างหัวแร่และหางแร่เพื่อส่งวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

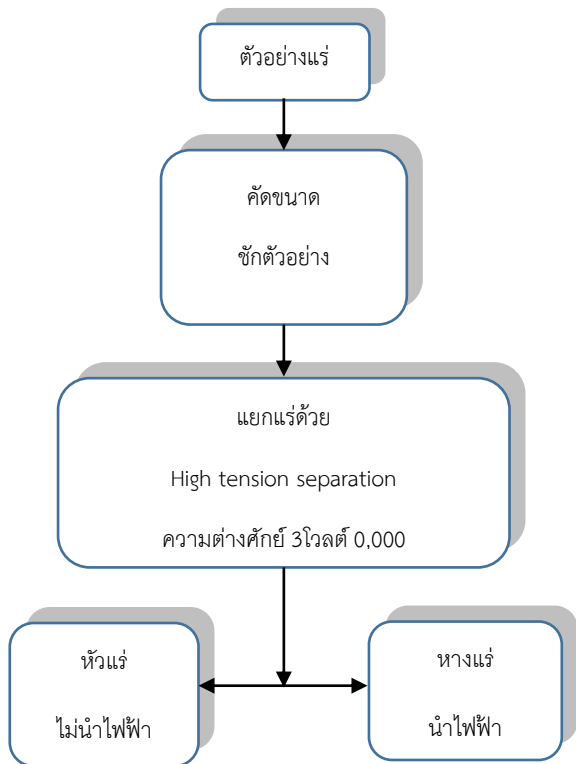
### 3.2 กระบวนการแต่งแร่โดยอาศัยความแตกต่างทางการนำไฟฟ้า (Electrostatic separation) ด้วยเครื่องแยกแร่ด้วยไฟฟ้าแรงสูง (High tension separator)

การทดลองนี้ผู้ศึกษาอาศัยคุณสมบัติทางการเป็นสื่อหรือตัวนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน (Electrical conductivity) ระหว่างแร่แบไรต์ที่ไม่นำไฟฟ้ากับแร่เหล็กที่นำไฟฟ้าได้ดี กล่าวคือ หากทดลองนำตัวอย่างแร่มาทำการแยกด้วยเครื่องแยกแร่ด้วยไฟฟ้าแรงสูง (High tension separation) แร่เหล็กที่ปะปนอยู่ในตัวอย่างแร่จะถูกเหนี่ยวนำด้วยประจุไฟฟ้าและแยกออกจากแร่แบไรต์ที่ไม่ถูกเหนี่ยวนำ และการทดลองแต่งแร่ที่ช่วงขนาดแตกต่างกันเพื่อหาช่วงขนาดที่สามารถเก็บกู้หัวแร่ได้มากที่สุดด้วย

#### ขั้นตอนการทดลอง

- นำตัวอย่างแร่ไปบดย่อยและคัดขนาดด้วยตะแกรง 48-) -65 และ 100-เมช(

2. ชักตัวอย่างแร่แต่ละขนาดที่จะทำการทดลอง (กรัม 1,000 ไม่เกินตัวอย่างละ)
3. เปิดเครื่องแยกแร่ด้วยไฟฟ้าแรงสูง (High tension separation)
4. ตั้งค่าความต่างศักย์ของเครื่องที่ โวลต์ 30,000
5. ป้อนแร่เพื่อทำการแยกแร่ด้วยเครื่องแยกแร่
6. ชั่งน้ำหนักหัวแร่แบบไรต์หรือส่วนที่ไม่นำไฟฟ้า และถูกเหนี่ยวนำด้วยประจุไฟฟ้าและหางแร่เหล็กหรือส่วนที่นำไฟฟ้าและถูกเหนี่ยวนำด้วยประจุไฟฟ้า
7. ชักตัวอย่างหัวแร่และหางแร่เพื่อส่งวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี



รูปที่ 5 Flow chart แสดงขั้นตอน การทดลองแต่งแร่ด้วย High tension separation

#### 4. ผลการทดลองเพื่อเพิ่มมูลค่าแร่แบบไรต์

ผลจากการทดลองเพื่อเพิ่มมูลค่าแร่แบบไรต์โดยวิธีการแต่งแร่ด้วยเครื่อง Magnetic separator ชนิด Induce roll พบว่า สามารถทำการแต่งแร่แบบไรต์ได้ปกติที่ขนาด 48- และ -65 เมช แต่เกิดการฟุ้งกระจาย ของตัวอย่างแร่ในการทดลองแต่งแร่ที่ขนาด 100-เมช ไม่สามารถทำการทดลองให้เสร็จสิ้นได้ ตารางที่(3) และการ

แต่งแร่ด้วยเครื่อง High tension separator พบว่า เกิดการฟุ้งกระจายของตัวอย่างแร่ในการทดลองแต่งแร่ที่ขนาด 65-และ 100-เมช ไม่สามารถทำการทดลองให้เสร็จสิ้นได้ เช่นเดียวกัน 4 ตารางที่)) ดังนั้น จึงคงเหลือเพียงตัวอย่าง หัวแร่ขนาด 48-เมช ที่สามารถนำไปวิเคราะห์ องค์ประกอบของเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ได้ และเมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่า หัวแร่แบบไรต์ที่ได้จากการแต่งแร่ด้วยเครื่อง Magnetic separator ชนิด Induce roll มี Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> คงเหลือร้อยละ 0. ซึ่งให้ผลการทดลองดีกว่าหัว 25 แร่แบบไรต์ที่ได้จากการแต่งแร่ด้วยเครื่อง High tension separator ที่มี Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> คงเหลือร้อยละ 1. 27(ตารางที่ 5(

Magnetic separator	น้ำหนัก (กรัม) ร้อยละ/		
	แร่ป้อน	หางแร่ ติดแม่เหล็ก	หัวแร่ ไม่ติดแม่เหล็ก
-48	1,080	229 (2.21)4%)	851 (78.76%)
-65	1,011	554 (54.80%)	457 (45.20%)
-100	998	ตัวอย่างฟุ้งกระจาย ไม่สามารถทดลองได้	

ตารางที่ 3 ผลการแต่งแร่ด้วยเครื่อง Magnetic separator

High tension separator	น้ำหนัก (กรัม) ร้อยละ		
	แร่ป้อน	หางแร่ นำไฟฟ้า	หัวแร่ ไม่นำไฟฟ้า
-48	1,010	209 (20.69%)	801 (31.79)
-65	1,002	ตัวอย่างฟุ้งกระจาย ไม่สามารถทดลองได้	
-100	1,005		

ตารางที่ 4 ผลการแต่งแร่ด้วยเครื่อง High tension separator

วิธีการแต่งแร่	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	แร่ป้อน	หัวแร่
Magnetic Separator 48-) เมช(	3.59	0.25
High tension Separator 48-) เมช(	2.87	1.27

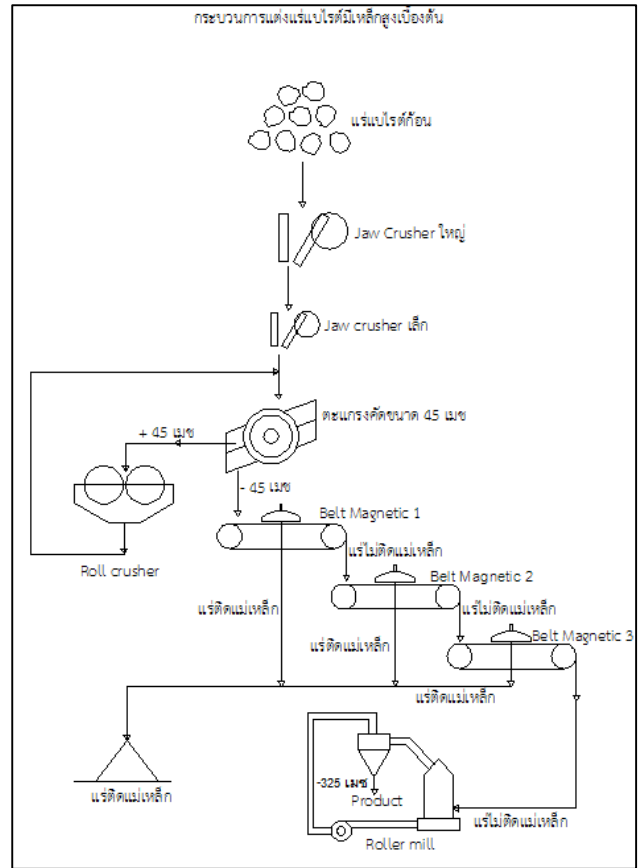
ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์เคมีของหัวแร่แบบไรต์ขนาด -48 เมช

#### 5. สรุปผลการทดลองเพื่อเพิ่มมูลค่าแร่แบบไรต์

ผลจากการทดลองเพื่อหา Liberation size แสดงให้เห็นว่า แร่เหล็กจะเริ่มแยกตัวโดยอิสระออกจากแร่แบบไรต์ที่ขนาด 48- เมช หรือที่ขนาดเล็กกว่า 212 ไมครอน

และจากผลการทดลองแต่งแร่เพื่อเพิ่มมูลค่าแร่แบไรต์ด้วย ทั้ง 2 วิธีการ พบว่า ที่ขนาด 65-เมช และ 100-เมช ไม่สามารถทำการทดลองแยกแร่ได้จนสิ้นสุดกระบวนการ เนื่องจากตัวอย่างแร่มีความละเอียดทำให้เกิดการฟุ้งกระจายในขณะที่ทำการทดลอง จึงสามารถเก็บได้เพียงหัวแร่แบไรต์ขนาด 48-เมชเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองเพิ่มคุณภาพแร่แบไรต์แล้ว สามารถสรุปได้ว่าการทดลองเพื่อเพิ่มคุณภาพแร่แบไรต์ด้วยเครื่อง Magnetic Separator เก็บกั้วหัวแร่แบไรต์ได้ร้อยละ 78.76 มีประสิทธิภาพในการกำจัดมลทินแร่เหล็กสูงถึงร้อยละ 94.51 โดยสามารถลดเฟอร์ริกออกไซด์ ( $Fe_2O_3$ ) ลง (เหลือเพียงร้อยละ 0.25 ซึ่งให้ผลที่ดีกว่าการทดลองเพิ่มคุณภาพแร่แบไรต์ด้วยเครื่อง High tension Separator ซึ่งเก็บกั้วหัวแร่ได้ร้อยละ 79.31 แต่มีประสิทธิภาพในการกำจัดมลทินแร่เหล็กต่ำกว่าที่ร้อยละ 64.91 เนื่องจากยังคงมีเฟอร์ริกออกไซด์ในหัวแร่แบไรต์สูงถึงร้อยละ 1.27

ดังนั้น การพัฒนาคุณภาพแร่แบไรต์ของบริษัท พี.แบไรท์ ไม่นิ่ง จำกัด จ.เอ.ส.แอนด้าเป็นต้องทำการลดขนาดแร่แบไรต์ลงให้เหลือขนาดเล็กกว่า เมช 48 แล้วนำไปผ่านกระบวนการแยกแร่ด้วยแม่เหล็กเพื่อดึงมลทินแร่เหล็กออกจากแร่แบไรต์ โดยผู้ศึกษาได้ออกแบบแผนผังและกรรมวิธีแต่งแร่ไว้ดังนี้



รูปที่ 6 Flow sheet แผนผังกรรมวิธีแต่งแร่เพื่อเพิ่มมูลค่าแร่แบไรต์

## 6. ผลสำเร็จของการทดลองเพื่อเพิ่มคุณภาพแร่แบไรต์

จากการที่บริษัทฯ ได้ขอรับความช่วยเหลือจากกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ในการแก้ไขปัญหาและวิจัยเพิ่มมูลค่าแร่จนประสบความสำเร็จได้ กระบวนการแต่งแร่ที่ช่วยลดมลทินในผลผลิตแร่แบไรต์ และได้คุณภาพสินค้าที่ตรงตามที่ถูกค้าต้องการ และเมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าของการวิจัยนี้สามารถประเมินได้ดังนี้

เมื่อพิจารณา ณ ขณะเกิดปัญหาการควบคุมคุณภาพซึ่งทำให้แร่แบไรต์ไม่สามารถจำหน่ายได้ โดยบริษัทฯ มีปริมาณสำรองแร่แบไรต์คงเหลือ ณ ปัจจุบัน ประมาณ 200,000 เมตริกตัน หากพิจารณาประสิทธิภาพในการเก็บกั้วแร่ของกระบวนการแต่งแร่ด้วยแม่เหล็กที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90% ดังนั้น บริษัทฯ จะสามารถเก็บกั้วแร่แบไรต์เพื่อจำหน่ายได้ถึง 180,000

เมตริกตัน เมื่อประเมินจากราคาประกาศแร่แบไรต์ ณ ปัจจุบันเท่ากับ 4,670 บาท ดังนั้น มูลค่าแร่แบไรต์ที่ บริษัทฯ จะสามารถเก็บกู้และจำหน่ายได้สูงถึง 840,600,000 บาท

จึงสรุปได้ว่า การวิจัยการเพิ่มคุณภาพแร่แบไรต์ ด้วยการ ใช้ Magnetic separator สามารถช่วยแก้ไข ปัญหาให้บริษัทฯ และเป็น การเพิ่มมูลค่าแร่ได้ไม่น้อย กว่า 840 ล้านบาท

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คุณวิชฌุ ทับเที่ยง อธิบดีกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ที่ได้อนุมัติงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย จน ประสบความสำเร็จ จุลลงเป็นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และขอขอบพระคุณ คุณสกล อนันต์วณิชย์ชา ผู้อำนวยการกองนวัตกรรมวัสดุพิเศษและอุตสาหกรรม ต่อเนื่อง สำหรับข้อคิดเห็น และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ เพื่อความสมบูรณ์ของรายงานการศึกษารายงานวิจัย และ ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใน ความอนุเคราะห์ให้ห้องปฏิบัติการ และเครื่องมืออุปกรณ์ใน การทดลองแร่ในงานวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

1. รายงานลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่ ประกอบคำขอ ประทานบัตรที่ 4/5 และ 2551/ ของ บริษัท พี 2551 (2551) แบริท์ ไมน์นิ่ง จำกัด .เอส.แอนด์
2. แผนผังโครงการทำเหมืองโดยวิธีเหมืองหาบ ชนิดแร่แบไรต์ ประทานบัตรที่ 33105/ร่วมแผนผังโครงการ 16054 33106 ทำเหมืองเดียวกันกับ ประทานบัตรที่/ของ 16055 (2560) แบริท์ ไมน์นิ่ง จำกัด .เอส.แอนด์.บริษัท พี
3. แผนผังและกรรมวิธีแต่งแร่ ประกอบใบอนุญาตแต่งแร่ ที่ 1/แบไรท์ ไมน์นิ่ง .เอส.แอนด์.ของ บริษัท พี 2557 จำกัด

4. PANDS Group. Mining and Milling companies, สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2561, จาก [http://www.pandsgroup.com/th/index\\_th.htm](http://www.pandsgroup.com/th/index_th.htm)
5. กรมทรัพยากรธรณี , (2527)คู่มือการแต่งแร่พิมพ์ครั้งที่ 3 (ที่)