

# รายงานผลการทดลองแต่งแร่ดีบุก-วุลแฟรม

จากเหมืองแร่ ประทานบัตรที่ 20636/13932

ต.แม่สอง อ.ท่าสองยาง จ.ตาก



กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

กระทรวงอุตสาหกรรม

กุมภาพันธ์ 2550

# รายงานผลการทดลองแต่งแร่ดีบุก-วุลแฟรม

จากเหมืองแร่ ประทานบัตรที่ 20636/13932

ต.แม่สอง อ.ท่าสองยาง จ.ตาก

โดย

นายสมพงษ์ สุทธกิจ

นายวิวัฒน์ โตริรกุล

นายสุทิน ไชยชาญ

กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

กระทรวงอุตสาหกรรม

กุมภาพันธ์ 2550

## คำนำ

แร่ดีบุกและวุลแฟรม เป็นแร่ที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมหนักของโลก เป็นวัตถุดิบที่จำเป็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย แร่ทั้งสองนี้เคยมีบทบาทมากในวงการแร่ของไทยในอดีต ต่อมาเมื่อปัจจัยการแข่งขันในตลาดโลกรุนแรง ทำให้ราคาแร่ดังกล่าวตกต่ำจนเหมืองแร่กลุ่มนี้ของไทยได้ปิดกิจการไปเป็นส่วนใหญ่ เมื่อภาวะการณ์ตลาดดีขึ้น ก็ทำให้ผู้ประกอบการเหมืองแร่ได้พยายามพลิกฟื้นเหมืองแร่ที่ยังพอมีศักยภาพ โดยทำการสำรวจเพิ่มเติมและทำการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งแร่อีกครั้ง

กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 จังหวัดเชียงใหม่ มีภารกิจที่ให้การสนับสนุนผู้ประกอบการด้านวิชาการ มีทั้งบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการแต่งแร่ และการดำเนินการครั้งนี้จะสามารถประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจได้ เมื่อนายวิรัชกรณ์ ชัยหิรัญวงศ์ศา ตัวแทนของผู้ประกอบการได้ขอความอนุเคราะห์ในการทดลองแต่งแร่ และกลุ่มฯ ได้ดำเนินการแล้วเสร็จ จึงได้พิจารณาจัดทำเอกสารวิชาการสำหรับเผยแพร่ให้ความรู้และเป็นหลักฐานอ้างอิง และอาจเป็นหนึ่งในการณีศึกษาสำหรับแร่ประเภทนี้ต่อไป

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญรูป	ค
สารบัญตาราง	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
1. บทนำ	1
2. ดีนุก-วูลแฟรม	1
3. ที่มาของแร่	3
4. ขั้นตอนในการทดลองแต่งแร่	6
5. ผลการทดลองแต่งแร่	12
6. สรุปและเสนอแนะ	16
เอกสารอ้างอิง	17
เรื่องเดิม	18

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 ลักษณะของแร่ดิบและแร่ก่อนนำมาแต่ง	2
2 แผนที่ภูมิประเทศแสดงที่ตั้งประทานบัตร	4
3 ลักษณะของสายหินเพกมาไทต์ที่ตัดผ่านหินแกรนิต	5
4 เครื่องบดแร่ Jaw crusher (ใหญ่)	7
5 เครื่องบดแร่ Roll crusher	7
6 เครื่องบดแร่ Pulverizer	7
7 การคัดขนาดแร่ด้วยตะแกรง	8
8 การแต่งแร่ด้วยโต๊ะสั่นแยกแร่	8
9 แร่ลวดแฟรมที่แยกจากสิ่งเจือปนด้วยการแต่งแยกแร่ด้วยโต๊ะสั่น	12

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลการคัดขนาดแร่วูลเฟรมด้วยตะแกรงมาตรฐาน	12
2 ผลการแต่งแร่วูลเฟรมด้วยโต๊ะสั่นแยกแร่ (Shaking table)	13
3 ผลการแต่งแร่วูลเฟรมด้วยเครื่องแยกแร่ไฟฟ้าแรงสูง (High tension separator)	14
4 ผลการแต่งแร่วูลเฟรมด้วยเครื่องแยกแร่ไฟฟ้า (Humboldt magnetic separator)	15
5 สรุปผลการทดลองแต่งแร่เทียบกับผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี	16

## กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการทั้งในส่วนของการสำรวจรายละเอียดแหล่งแร่ การให้ได้มาซึ่งตัวอย่างแร่ และการส่งตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์เคมีนั้น **คุณวิฑูรย์ ชัยศิริอุยวงศ์** และ **คุณสมาน เปรมมณี** เป็นผู้ดำเนินการ โดยเจ้าหน้าที่ของ กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 ได้ตรวจลักษณะตัวอย่างทางกายภาพและทำการทดลองแต่งแร่ด้วยเทคนิคที่เหมาะสมตามภาระหน้าที่ของตน ด้วยความมานะอดทนเป็นอย่างยิ่ง ผลงานนี้สำเร็จได้ด้วยความทุ่มเทและอุทิศตนและเสียสละของทุกคนที่เกี่ยวข้อง กระผมในฐานะผู้ร่วมดำเนินการจึงขอขอบพระคุณทุกคนที่เกี่ยวข้องมา ณ ที่นี้



นายวิวัฒน์ โตธิรกุล

นักธรณีวิทยา 8ว.

หัวหน้ากลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี

23 กุมภาพันธ์ 2550

## 1. บทนำ

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 ได้รับการขอความอนุเคราะห์ในการทดลองแร่ดีบุก-วุลแฟรม จากนายวิรัชกรณ ชัยหิรัญวงศ์ศา ตามเลขที่รับ 019 ลงวันที่ 4 มกราคม 2550 และได้มอบหมายให้ กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีดำเนินการ (เรื่องเดิม) ซึ่งทางกลุ่มฯ ได้ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีนายสมาน เปรมมณี เป็นผู้มาประสานงานเป็นระยะ และเมื่อแล้วเสร็จได้นำตัวอย่างที่เป็นผลจากการทดลองแต่งไปส่งวิเคราะห์เคมีอย่างเป็นทางการต่อไป เมื่อกลุ่มฯ ได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้วจึงสรุปเป็นรายงานฉบับนี้

ดีบุก เป็นแร่เศรษฐกิจที่สำคัญของไทยมีความเป็นมาช้อนไปถึงสมัยอยุธยา ในรัชสมัยสมเด็จพระรามาธิบดีที่ 2 พ.ศ. 2061 ได้ทำสัญญาพระราชไมตรีกับประเทศโปรตุเกส โดยให้ตั้งห้างรับซื้อแร่ดีบุกจากหัวเมืองใต้ ต่อมาในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ได้มีการส่งดีบุกเป็นเครื่องบรรณาการไปถวายพระเจ้าแผ่นดินฝรั่งเศส และในปี พ.ศ.2228 ได้ทำสัญญาให้ฝรั่งเศสค้าขายแร่ดีบุกที่ภูเก็ตและเมืองบริวารได้เพียงผู้เดียว ในสมัยรัตนโกสินทร์มีการนำเครื่องมือเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการทำเหมืองแร่ และ เริ่มมีการทำเหมืองแร่ในทะเลในปี พ.ศ. 2450 โดยชาวออสเตรเลีย ที่อำเภอทุ่งคา ด้านทิศใต้ของเกาะภูเก็ต ทำให้มีผลผลิตแร่ดีบุกเพิ่มขึ้นจนกลายเป็นหนึ่งในสี่ของสินค้าส่งออกหลัก นอกเหนือจาก ข้าว ไม้สัก และยางพารา ในปี พ.ศ. 2508 ประเทศไทยได้มีโรงถลุงแร่ดีบุกที่ทันสมัย จึงมีการนำแร่มาถลุงก่อนที่จะส่งออก ราคาแร่ดีบุกช่วงนั้นสูงจึงใจให้มีการสำรวจหาดีบุกกว้างขวางและพบแร่ดีบุกในพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือและตะวันออก อีกหลายแหล่ง

กิจการเหมืองแร่ดีบุกเมื่อเกิดวิกฤตการณ์ในปี พ.ศ. 2528 เนื่องจากประเทศบราซิลและจีน ที่เป็นผู้ผลิตแร่รายใหม่ได้เร่งผลิตแร่สู่ตลาดโลกมากจนล้นตลาด กองทุนมูลค่าหลักทรัพย์กันชนดีบุกระหว่างประเทศไม่อาจพยุงราคาแร่ต่อไปได้และยุติบทบาทเมื่อ 24 ตุลาคม 2528 และราคาแร่ตกต่ำมาโดยตลอด และเมื่อไม่นานมานี้ราคาแร่ทั้งดีบุกและวุลแฟรมเริ่มดีขึ้นทำให้เกิดการ ปิดฝืนโครงการเหมืองแร่ดีบุกเดิมๆ ขึ้นมา โดยมีปัจจัยเร่งจากการที่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีนได้มีนโยบายที่จะลดบทบาทเหมืองแร่ในประเทศเพื่อลดอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของตนที่มากเกินไป จึงเสริมให้มีความต้องการทรัพยากรแร่จากนอกประเทศสูงขึ้นมากด้วย อันมีผลรวมมาถึงประเทศไทยด้วย

## 2. ดีบุก-วุลแฟรม

การที่กล่าวถึงแร่ดีบุกและวุลแฟรมเนื่องจาก แหล่งแร่ที่ทำการศึกษาวิจัยนี้เป็นแหล่งแร่ที่มีแร่ทั้งสองชนิดปะปนกันในตัวแร่ที่ผลิตได้ ซึ่งจะกล่าวถึงคุณลักษณะแร่แต่ละชนิดดังนี้



## 2.1 แร่ดีบุก

ดีบุกเป็นธาตุที่ 50 ในตารางธาตุมีชื่อทางเคมีคือ Stannum ใช้สัญลักษณ์ Sn เมื่อเป็นธาตุเดี่ยวๆ มีสถานะเป็นของแข็งเป็นโลหะสีขาวและเทา มีความหนาแน่น 7.3 กรัม/มิลลิเมตร มีจุดหลอมเหลวที่ 505 องศาเซลเซียส และจุดเดือดที่ 2,960 องศาเซลเซียส

แร่ดีบุกที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นแร่ชนิด แคสซิเทอไรต์ (Cassiterite,  $\text{SnO}_2$ ) ประกอบด้วยธาตุดีบุกและออกซิเจน ร้อยละ 78.6 และ 21.4 ตามลำดับ มีความแข็งประมาณ 7 และมีค่าความถ่วงจำเพาะ 6.8-7.1 มีความทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี มีความวากคล้ายเพชร มีหลากสี แร่ดีบุก (และวุลแฟรม) ที่พบในแหล่งที่ทำการศึกษามีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม ส่วนที่เป็นผลึกที่ชัดเจนมักมีสีค้ำน้ำตาลดำ

รูปที่ 1 ลักษณะของแร่ดีบุกและ  
วุลแฟรมก่อนนำมาแต่ง



แร่แคสซิเทอไรต์นี้ เป็นสินแร่ดีบุกที่สำคัญนำไปถลุงเพื่อให้ได้โลหะดีบุก สามารถนำไปเคลือบโลหะอื่นเพื่อต้านทานการกัดกร่อนจากตัวทำละลายอื่นๆ ได้ ซึ่งมีการนำโลหะเคลือบไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย สารประกอบดีบุกสามารถใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมายเช่น แก้ว เซรามิก ทอผ้า น้ำตาล นอกจากนี้สารประกอบอินทรีย์ของดีบุก (Organo tin compounds) ใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก ยาน้ำเห็ดรา ยาน้ำแมลง ยารักษาเนื้อไม้ และสีทาบ้าน

## 2.2 วุลแฟรม

วุลแฟรมหรือทังสแตน เป็นธาตุที่ 74 ในตารางธาตุ มีชื่อทางเคมีคือ Tungsten, Wolfram ใช้สัญลักษณ์ W เมื่อเป็นธาตุเดี่ยวๆ มีสถานะเป็นของแข็งเป็นโลหะทรานสิชันพวกแรก มีความหนาแน่น 19.3 กรัม/มิลลิเมตร มีจุดหลอมเหลวที่ 3,410 องศาเซลเซียส และจุดเดือดที่ 5,930 องศาเซลเซียส แร่วุลแฟรมที่พบในประเทศไทย ที่สำคัญมีสองกลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่แร่วุลแฟรมไมต์และแร่ซีไลต์

**2.2.1 วุลแฟรมไมต์ (Wolframite,  $(\text{Fe, Mn}) \text{WO}_4$ )** เป็นแร่วุลแฟรมที่มีเหล็กและแมงกานีสเป็นองค์ประกอบร่วม มีสีเข้ม มีรูปผลึกมักแตกเป็นแผ่นพบได้ทั้งที่เป็นแผ่นบางๆ ซ้อนกันคล้ายใบมิคโคนหรือรูปแบบที่หนาและรูปแบบอื่นๆ มีความแข็ง 4 – 4.5 ค่าความถ่วงจำเพาะ 7.0-7.5 มีความวากถึงโลหะจนถึงเหมือนยางสน หากปริมาณธาตุเหล็กและแมงกานีสนั้นค่อนข้างใดข้างหนึ่งจะเรียกเป็นแร่ชนิดอื่นคือ หากแร่มีเฉพาะเหล็กเป็นองค์ประกอบ จะเป็นแร่เฟอร์เบอไรต์ (Ferberite,  $\text{FeWO}_4$ ) แร่นี้มี  $\text{WO}_3$  ร้อยละ 76.3

มีลักษณะสีดำ และหากมีเฉพาะแมงกานีสเป็นองค์ประกอบ จะเรียกว่า เฮิบเนอร์ไรต์ (Huebnerite,  $MnWO_4$ ) แร่นี้มี  $WO_3$  ร้อยละ 76.6 มีสีออกน้ำตาลแดง

**2.2.2 ซีไลต์ (Scheelite,  $CaWO_4$ )** เป็นแร่วุลแฟรมที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบร่วม มี CaO ร้อยละ 19.4 และ  $WO_3$  ร้อยละ 80.6 มีสีอ่อน มักพบการเกิดเป็นแบบมวลเมล็ด เนื้ออัดกันแน่น อาจพบผลึกเป็นรูปคล้ายปิรามิดประกบกันสองด้าน มีความแข็ง 4.5 – 5 ค่าความถ่วงจำเพาะ 5.9 – 6.1 มีความวาวคล้ายแก้วจนถึงคล้ายเพชร มีสีขาว เหลือง เขียว น้ำตาล จนถึงน้ำตาลออกแดง เนื้อแร่โปร่งแสง เรืองแสงได้รังสีเหนือม่วง (Ultra violet)

แร่วุลแฟรม เป็นสินแร่สำคัญที่นำไปถลุงเพื่อเอาโลหะวุลแฟรมมาใช้ประโยชน์ทำให้ หลอดไฟฟ้า ผสมกับเหล็กเพื่อให้มีความแกร่งสำหรับการสร้างเครื่องจักรกลเช่นเกวาระ มิดโคน หัวเจาะ ตะไบ ไบเลื่อย และยังมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ อย่างกว้างขวาง

### 3. ที่มาของแร่

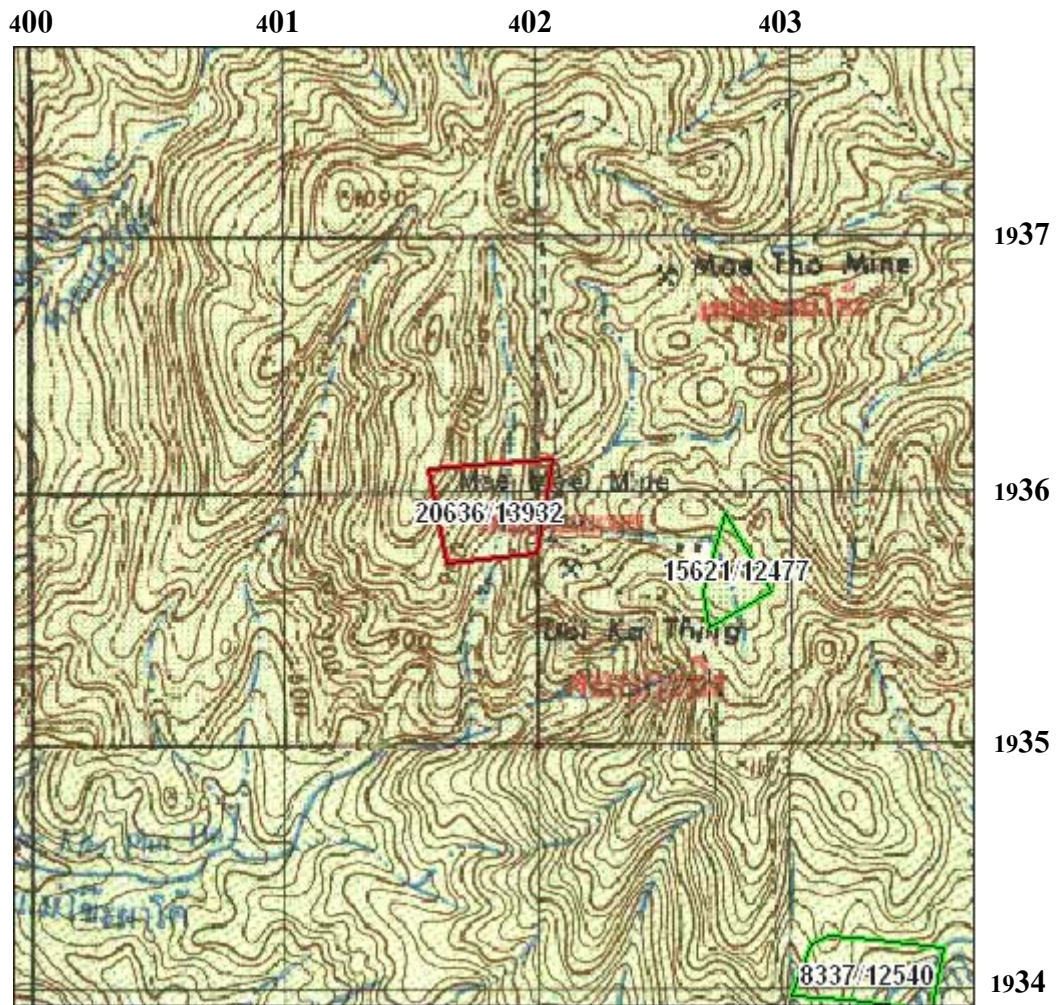
แร่ที่นำมาทดลองแต่งตามงานวิจัยนี้ นำมาจาก ประทานบัตรที่ 20636/13932 (คำขอ 1/2528) อยู่ใน ท้องที่ตำบลแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก มีพื้นที่ประทานบัตร 99 ไร่ 14 ตารางวา ของนาย สุรินทร์ ขวัญใจ (นายอานนท์ จำโตนด รับช่วงฯ) ตามประทานบัตรได้อนุญาตให้ทำเหมืองแร่เริ่มตั้งแต่วันที่ 8 ตุลาคม 2529 ถึง 7 ตุลาคม 2554 รวมอายุประทานบัตร 25 ปี

#### 3.1 สภาพภูมิประเทศและการคมนาคม

ประทานบัตรที่ 20636/13932 ปรากฏอยู่บนแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของ กรมแผนที่ทหาร ราวาง 4644 III (บ้านแม่ละเมิง) ระหว่างพิกัดฉากสากลแนวตั้งที่ 401-403 ตะวันออก และแนวนอนที่ 1935-1937 เนื้อ สภาพพื้นที่เป็นภูเขาสูงชัน มีระดับความสูงของพื้นที่ระหว่าง 840 ถึง 1,030 เมตรจากระดับน้ำทะเล อยู่ใกล้กับคอกกระทิง มีแขนงห้วยแม่โงะน้อย ห้วยปู่ต่วยโกร ห้วยเปรโกร และห้วยเปรปริโกรไหลผ่าน บริเวณใกล้เคียงมีเหมืองแร่เก่าที่เรียกว่า เหมืองแม่โงะ และเหมืองแม่เมย ซึ่งเป็นเหมืองแร่ดีบุกและวุลแฟรม ดังรายละเอียดในรูปที่ 2



การคมนาคมเข้าสู่พื้นที่เริ่มจาก จังหวัดตากตามทางหลวงหมายเลข 105 ไปยังอำเภอ แม่สอด เป็นระยะทางประมาณ 80 กิโลเมตร แยกไปทางทิศเหนือตามทางที่จะไปอำเภอสบเมย จังหวัด แม่ฮ่องสอน ผ่านอำเภอแม่ระมาด และอำเภอท่าสองยาง จนถึงบ้านแม่สลิด เป็นระยะทางประมาณ 120 กิโลเมตร เลี้ยวขวาไปทางอุทยานแห่งชาติแม่เมย ตามทางลาดยางเป็นระยะทางประมาณ 15 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวขวาไปตามทางลำลองเข้าเหมืองแร่เป็นระยะทางอีกประมาณ 3.5 กิโลเมตร ก็จะเข้าถึงพื้นที่ รวมระยะทางจากจังหวัดตาก รวมประมาณ 219 กิโลเมตร

บางส่วนจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ระวัง 4644 III



<http://stgis.dpim.go.th/gis/dpimogis.jsp>

0 1 2 3 Km.

-  ประทานบัตรที่ 20636/13932
-  ประทานบัตรเหมืองแร่ข้างเคียง

รูปที่ 2 แผนที่ภูมิประเทศแสดงที่ตั้งประทานบัตร

### 3.2 ธรณีวิทยาทั่วไป

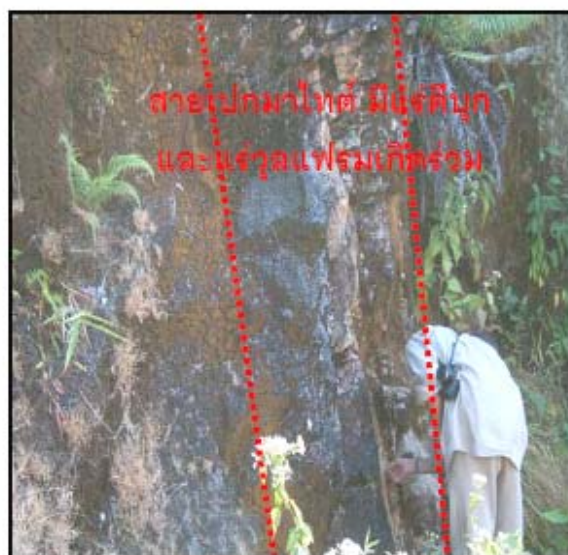
พื้นที่ประทานบัตรที่ 20636/13932 มีหินแกรนิตในช่วงยุคครีเทเชียส (Cretaceous) เกือบทั้งพื้นที่ มีทั้งที่เป็นทิวมาลินแกรนิต มัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิต มีทั้งที่เป็นเนื้อละเอียดถึงเนื้อหยาบ บางส่วนมีเนื้อเป็นดอก โดยมีสายหินเพกมาไทต์ (Pegmatite) ตัดแทรกหินแกรนิตดังกล่าว หินเพกมาไทต์ดังกล่าวส่วนใหญ่มีแร่ดีบุกและวุลแฟรมเกิดร่วมอยู่ด้วย

### 3.3 ธรณีวิทยาแหล่งแร่

แหล่งแร่ดีบุก-วุลแฟรมในพื้นที่นี้มีอยู่ 2 ลักษณะคือที่เกิดแบบปฐมภูมิ (Primary deposit) และแร่ที่เกิดแบบทุติยภูมิ (Secondary deposit)

แร่ที่เกิดแบบปฐมภูมิ นั้นมีการเกิดเป็นแร่สายโดยดีบุกและวุลแฟรมเกิดประอยู่ในสายหินเพกมาไทต์ ที่ตัดแทรกหินแกรนิตที่เป็น Host rock สายหินเพกมาไทต์ที่มีแร่ดีบุกและวุลแฟรมเกิดร่วมโดยเฉลี่ยแล้วมีการวางตัวประมาณ N 20 – 50° W มีมุมเอียงอยู่ในแนวตั้ง

รูปที่ 3 ลักษณะของสายหินเพกมาไทต์  
ที่ตัดผ่านหินแกรนิต



แร่ที่เกิดแบบทุติยภูมิ ที่เป็นแร่พลัดนั้นเกิดจากการผุพังของหินเพกมาไทต์ที่มีแร่เกิดร่วมด้วย และน้ำได้พัดพาเอาแร่เหล่านี้ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะสูงสะสมตัวอยู่เป็นชั้นตามทางน้ำที่เรียกว่า ชั้นกะสะแร่

### 3.4 การประเมินศักยภาพแร่เบื้องต้น

ปริมาณแร่สำรองทั้งแหล่งมีประมาณ 2,349 เมตริกตัน โดยประเมินจากที่เป็นแร่สายประมาณ 2,331 เมตริกตัน และจากแร่พลัดประมาณ 18 เมตริกตัน ทั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มไปทำการวิเคราะห์เคมีผลปรากฏว่าแร่ดังกล่าวมี  $WO_3$  ร้อยละ 42.64 และ  $SnO_2$  ร้อยละ 0.10

## 4. ขั้นตอนในการทดลองแต่งแร่

การทดลองแต่งแร่ดิบบุกและวุลแฟรมของประทานบัตรที่ 20636/13932 อยู่ในท้องที่ตำบลแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก ของนายสุรินทร์ ขวัญใจ (นายอานนท์ ขำโตนด รับช่วงฯ) มีรายละเอียดดังนี้

### 4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการ

- 4.1.1 เครื่องบดแบบจอร์จครีชเชอร์ (Jaw crusher) ขนาด 8" x 10 "
- 4.1.2 เครื่องบดแร่แบบจอร์จครีชเชอร์ (Jaw crusher) ขนาด 2.5" x 3.5"
- 4.1.3 เครื่องบดแร่แบบลูกกลิ้ง (Roll crusher) ขนาด 8" x 10"
- 4.1.4 เครื่องบดแบบจานบด (Lap size pulverizer)
- 4.1.5 เครื่องคัดขนาดแร่ (Test sieve shaker)
- 4.1.6 ตะแกรงมาตรฐานเส้นผ่าศูนย์กลาง 8" (Tyler sieve) ขนาด 28,48,65,80, และ 100 เมช
- 4.1.7 เครื่องชักตัวอย่างแร่แบบ Jones riffle
- 4.1.8 เครื่องชั่ง (Plate type) ชั่งได้ 10 กก.
- 4.1.9 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด
- 4.1.10 เครื่องป้อนแร่ (Vibrating feeder) ขนาด Lap size
- 4.1.11 เครื่องแยกแร่แบบ โต้ะต้น (Shaking table) ขนาด Lap size
- 4.1.12 ตู้อบแร่ ยี่ห้อ SANYO
- 4.1.13 เครื่องแยกแร่แบบใช้ไฟฟ้าแรงสูง (High tension)
- 4.1.14 เครื่องแยกแร่แม่เหล็กไฟฟ้า ยี่ห้อ Humboldt type K110
- 4.1.15 กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ
- 4.1.16 เครื่องปั๊มลม (Air compressor)
- 3.17 ถาดอลูมิเนียม
- 3.18 ถุงพลาสติกใส่ตัวอย่างแร่

### 4.2 การตรวจสอบแร่ทางฟิสิกส์

จากตัวอย่างแร่ดิบบุกและวุลแฟรมที่ส่งมาให้กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 ทำการตรวจสอบ ผู้ตรวจสอบได้ใช้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ ตรวจสอบแร่วุลแฟรไมต์ (Wolframe) ซีไลต์ (Scheelite) แคสซิเทอไรต์ (Cassiterite) อาร์เซนไพไรต์ (Arsenopyrite) ไพไรต์ (Pyrite) ควอตซ์ (Quartz) และอื่นๆ

### 4.3 การทดลองแต่งแร่ดีบุกและพลไพรมออกจากมลทิน

#### ขั้นตอนการทดลอง

4.3.1 นำตัวอย่างแร่ป้อน (Feed) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-3.5 นิ้ว ไปบดด้วยเครื่องบดแร่ Jaw crusher (ขนาดปากจ่อ 8" x 10 ") จากนั้นนำแร่ที่ได้ไปบดด้วยเครื่องบดแร่ Jaw crusher (ขนาดปากจ่อ 2.5" x 3.5")

รูปที่ 4 เครื่องบดแร่ Jaw crusher (ใหญ่)



รูปที่ 5 เครื่องบดแร่ Roll crusher

4.3.2 แร่ที่ผ่านการบดด้วย Jaw crusher นำไปบดต่อด้วยเครื่องบดแร่ Roll crusher

4.3.3 จากนั้นนำแร่ที่ได้ไปบดต่อด้วยเครื่องบดแร่ Pulverizer

รูปที่ 6 เครื่องบดแร่ Pulverizer



4.3.4 แร่ที่ผ่านการบดด้วยเครื่องบดแร่ Pulverizer นำไปคัดขนาดด้วยตะแกรงขนาด 28 เมชแร่ ค้างตะแกรงขนาด 28 เมช นำไปบดซ้ำด้วยเครื่องบดแร่ Pulverizer และนำไปคัดขนาดด้วยตะแกรงขนาด 28 เมช ซ้ำอีก จนแร่ผ่านตะแกรงขนาด 28 เมช ทั้งหมด

รูปที่ 7 การคัดขนาดแร่ด้วยตะแกรง



4.3.5 นำแร่ที่ผ่านตะแกรงขนาด 28 เมช ทั้งหมดไปชักตัวอย่างด้วยโจนริฟเฟิล (Jones riffle) โดยชักตัวอย่างแร่ส่วนหนึ่งส่งวิเคราะห์แร่ทางเคมีเพื่อหาเปอร์เซ็นต์  $WO_3$  และ Sn แร่ส่วนใหญ่ที่เหลือนำไปดำเนินการทดลองต่อ

4.3.6 นำแร่ส่วนใหญ่ที่ได้จากการชักตัวอย่างด้วยโจนริฟเฟิล (Jones riffle) ไปคัดขนาดด้วยตะแกรงขนาด 48, 65, 80, และ 100 เมช ตามลำดับ

4.3.7 นำแร่ที่ได้จากการคัดขนาด (ขนาด - 28+48 เมช, - 48+65 เมช, - 80+100 เมช, และ - 100 เมช+pan) ไปชั่งน้ำหนัก

4.3.8 นำแร่ที่ได้จากการคัดขนาด และชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วทุกขนาด ไปทำการแต่งแร่ด้วยโต๊ะสั่นแยกแร่ (Shaking table) จะได้แร่ออกมา 3 ส่วน คือ

-หัวแร่ (Concentrate)

-แร้คละ (Middling)

-หางแร่ (Tailing)

นำแร่ทั้ง 3 ส่วน ของแร่ทุกขนาดไปอบแห้งและชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 8 การแต่งแร่ด้วยโต๊ะสั่นแยกแร่

4.3.9 นำหัวแร่ (Concentrate) ของแร่ทุกขนาดที่อบแห้งและชั่งน้ำหนักแล้วไปทำการแต่งแร่ด้วยเครื่องแยกแร่ไฟฟ้าแรงสูง (High tension separator) จะได้แร่ออกมา 3 ส่วน คือ

- แร่ที่เป็นสื่อไฟฟ้าที่ดี (Conductor)
- แร่วก (Middling)
- แร่ที่เป็นสื่อไฟฟ้าที่เลว (Non-conductor)

นำแร่ทั้ง 3 ส่วน ของแร่ทุกขนาดไปชั่งน้ำหนัก

4.3.10 นำแร่ส่วนที่เป็นสื่อไฟฟ้าที่ดี (Conductor) ของแร่ทุกขนาดที่ชั่งน้ำหนักแล้วไปทำการแต่งแร่ ด้วยเครื่องแยกแร่แม่เหล็กไฟฟ้า (Humboldt magnetic separator) โดยตั้งไฟที่ 0.7 A. (เทียบกับเครื่องแยกแร่แม่เหล็กไฟฟ้าชนิด Frantz isodynamic separator) จะได้แร่ออกมา 4 ส่วน คือ

- F2 (ได้หัวแร่ Woframe สะอาด)
- F3 (ได้หัวแร่ Woframe สะอาด)
- F4 (ได้หัวแร่ Woframe ที่คาบแร่ Quartz บางส่วน)
- F5 (ได้แร่ที่ไม่ติดแม่เหล็กที่ 0.7 A.)

นำแร่ F2, F3, และ F4 ของแร่ทุกขนาดไปชั่งน้ำหนัก (เนื่องจากตัวอย่างที่นำมาทดลองแต่งแร่ไม่มีแร่ Magnetite จึงไม่มีแร่ในส่วน F1)

4.3.11 นำแร่ส่วน F5 ไปทำการแต่งแร่ ด้วยเครื่องแยกแร่แม่เหล็กไฟฟ้า (Humboldt magnetic separator) โดยตั้งไฟที่ 1.2 A. (เทียบกับเครื่องแยกแร่แม่เหล็กไฟฟ้าชนิด Frantz isodynamic separator) จะได้แร่ออกมา 4 ส่วน คือ

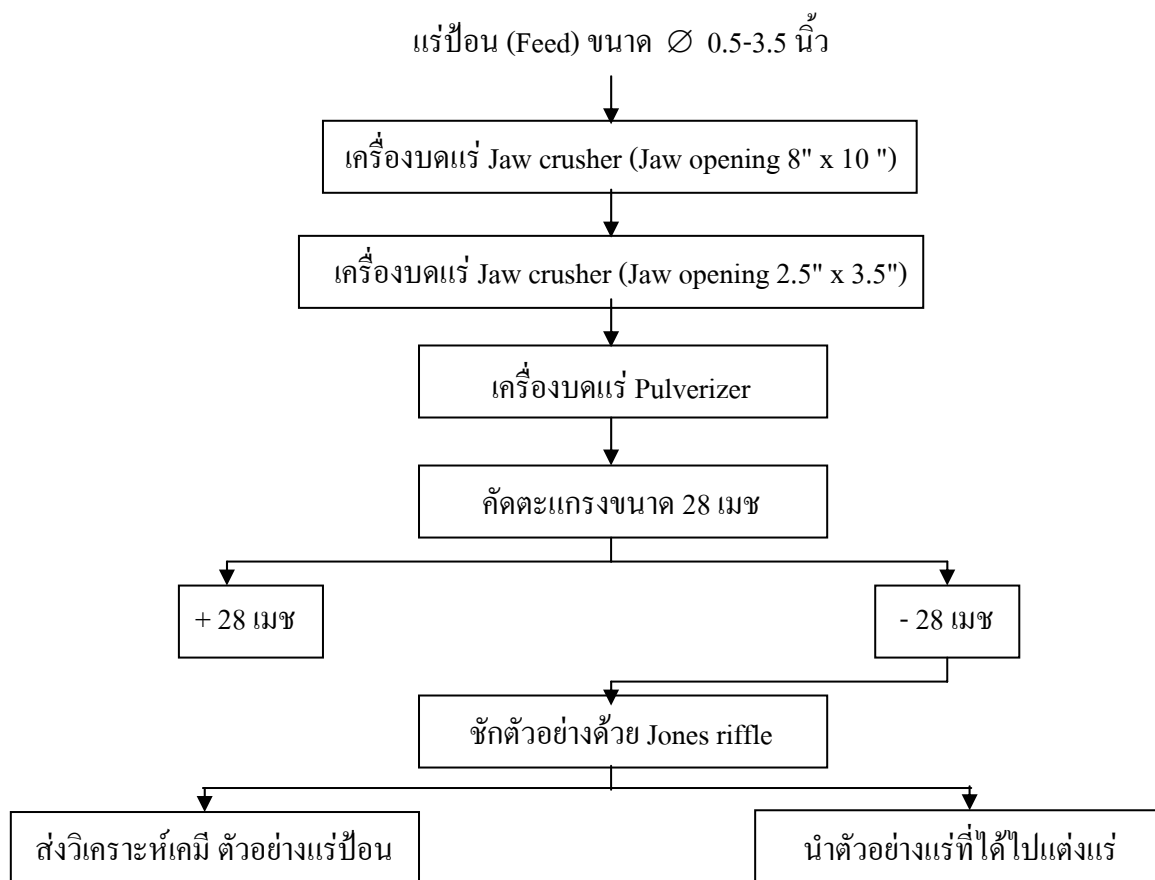
- F2 (ได้หัวแร่ Woframe ที่ส่วนใหญ่คาบแร่ Quartz , Pyrite, Arsenopyrite)
- F3 (ได้หัวแร่ Woframe ที่ส่วนใหญ่คาบแร่ Quartz , Pyrite , Arsenopyrite)
- F4 (ได้หัวแร่ Woframe ที่ส่วนใหญ่คาบแร่ Quartz , Pyrite , Arsenopyrite)
- F5 (ได้แร่ Cassiterite , Arsenopyrite และ Pyrite)

นำแร่ทั้ง 4 ส่วน (แร่ในส่วน F2, F3, และ F4 นำมารวมกันและชั่งน้ำหนัก) ของแร่ทุกขนาดไปชั่งน้ำหนัก (แร่ F5 ไม่ได้ทำการแต่งแร่ดีบุกออกจากมลทิน เนื่องจากปริมาณของแร่ส่วน F5 มีน้อยมากไม่เพียงพอต่อการทดลอง จึงนำแร่ส่วน F5 ของแร่ทุกขนาดมาผสมรวมกัน แล้วส่งวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ Sn เพื่อนำผลมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์แร่ดีบุกในตัวอย่าง)

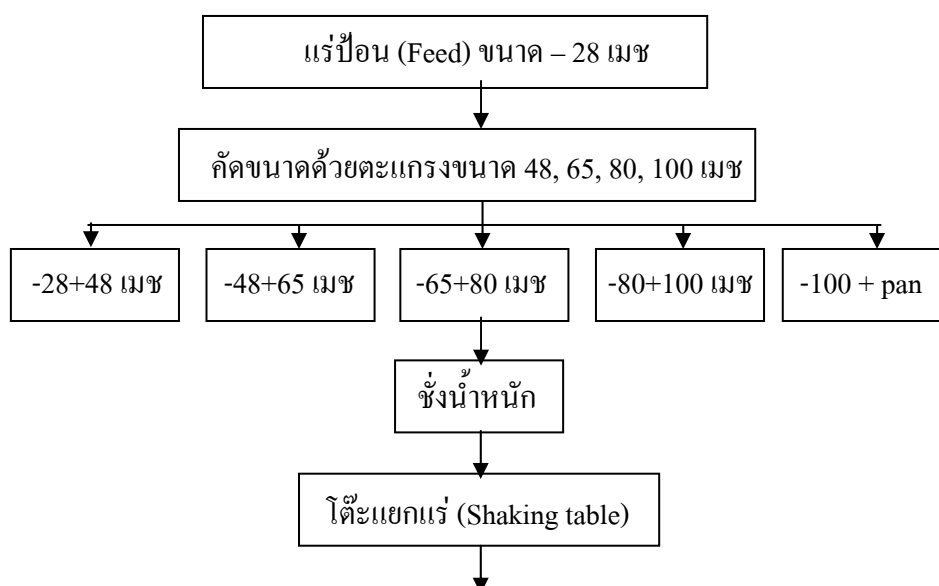
ขั้นตอนที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้อาจลำดับแบบง่ายๆ ด้วยแผนผังการแต่งแร่ดังต่อไปนี้

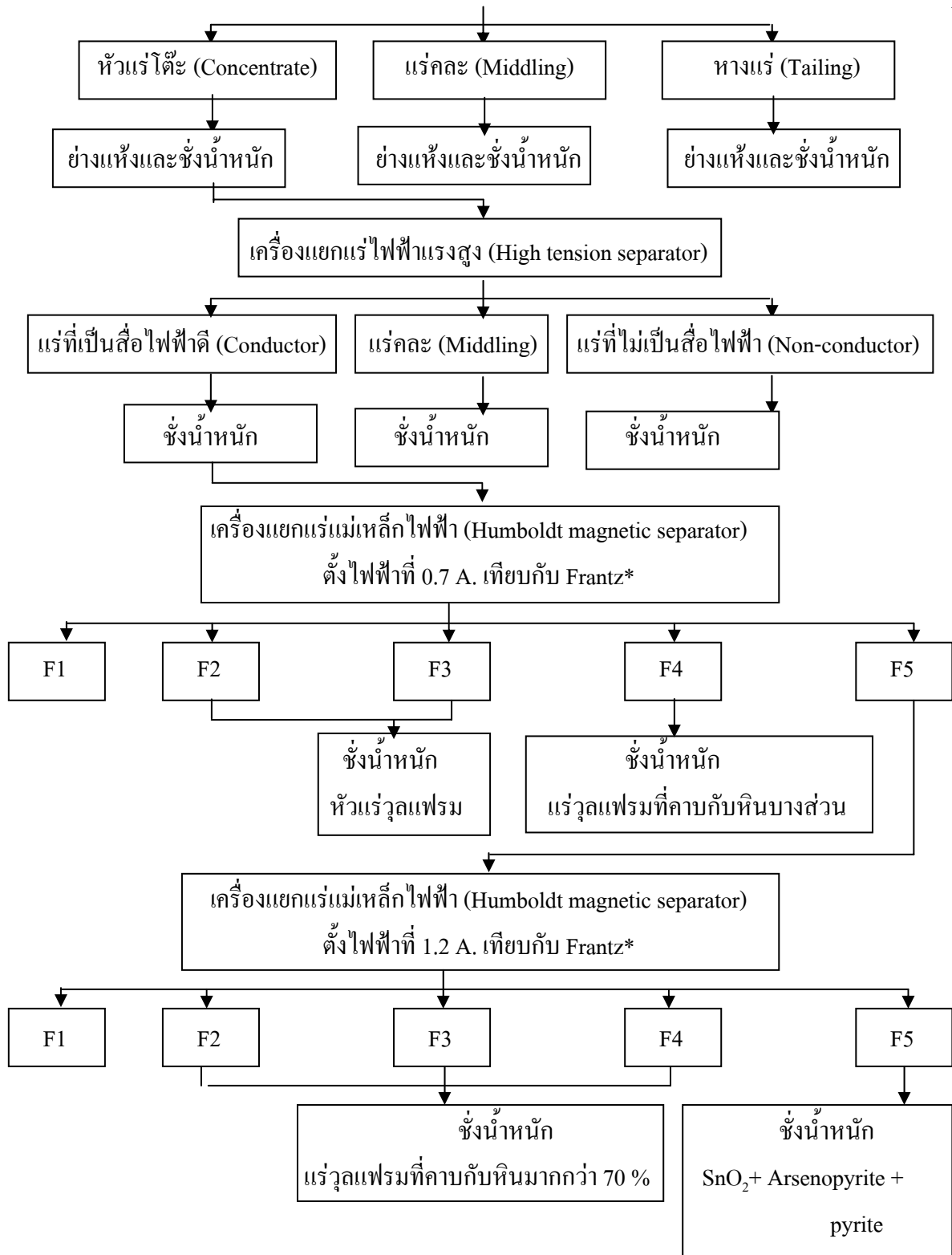


### แผนผังแสดงขั้นตอนการบดย่อยแร่



### แผนผังแสดงขั้นตอน-กรรมวิธีการแต่งแร่ดีบุก-wolfram





\* Frantz = Frantz isodynamic separator

## 5. ผลจากการทดลองแต่งแร่

ในการทดลองแต่งแร่ในครั้งนี้พบว่าแร่ส่วนใหญ่ เป็นแร่วูลเฟรม ดังนั้นในการรายงานผลการทดลองจึงจะกล่าวเจาะจงเฉพาะในส่วนของแร่วูลเฟรม ดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 1 ถึง 5

ตารางที่ 1 ผลการคัดขนาดแร่วูลเฟรมด้วยตะแกรงมาตรฐาน (หลังการบดด้วยเครื่องบดแร่ Pulverizer)

ขนาด (เมซ)	น้ำหนักแร่ (กรัม)	% น้ำหนักแร่ แต่ละขนาด
-28+48	6,190	51.50
-48+65	1,640	13.64
-65+80	550	4.57
-80+100	680	5.66
-100+pan	2,960	24.63
<b>รวม</b>	<b>12,020</b>	<b>100.00</b>



รูปที่ 9 แร่วูลเฟรม (สีดำ) ที่แยกจากสิ่งเจือปน (สีชมพูอ่อน) ด้วยการแต่งแยกแร่ด้วยโต๊ะสั่น

ตารางที่ 2 ผลการแต่งแร่ลพรมด้วยโต๊ะสั่นแยกแร่ (Shaking table)

ขนาด (เมช)	แร่ป้อน (Feed) กรัม	ผลการแต่งแร่ลพรมด้วยโต๊ะสั่นแยกแร่ (Shaking table)							
		หัวแร่ (Concentrate)		แร่คละ (Middling)		หางแร่ (Tailing)		สูญหาย (Loss)	
		กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก
-28+48	6,190	3,099.20	50.07	836.07	13.51	2,225.00	35.94	29.73	0.48
-48+65	1,640	789.18	48.12	418.14	25.50	405.46	24.72	27.22	1.66
-65+80	550	318.39	57.89	71.24	12.95	154.37	28.07	6.00	1.09
-80+100	680	341.10	50.16	111.97	16.47	221.67	32.60	5.26	0.77
-100+pan	2,960	645.04	21.79	653.52	22.08	940.00	31.76	721.44	24.37 *

\* แร่ขนาด -100+pan เปอร์เซ็นต์การสูญหาย (Loss) สูงถึง 24.37 % เนื่องจากเป็นแร่ฝุ่นเมื่อทำการแต่งแร่ด้วยโต๊ะแยกแร่ (Shaking table) น้ำจะพัดพาแร่ฝุ่นออกไปทางช่องรับตัวอย่างหางแร่

ตารางที่ 3 ผลการแต่งแร่ลูปเฟรมด้วยเครื่องแยกแร่ไฟฟ้าแรงสูง (High tension separator)

ขนาด (เมช)	แร่ป้อน (Feed) กรัม	ผลการแต่งแร่ลูปเฟรมด้วยเครื่องแยกแร่ไฟฟ้าแรงสูง (High tension separator)							
		แร่เป็นสื่อไฟฟ้าที่ดี (Conductor)		แร่คละ (Middling)		แร่เป็นสื่อไฟฟ้าที่เลว (Non - conductor)		สูญหาย (Loss)	
		กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก
-28+48	3,099.20	2,576.81	83.14	149.05	4.81	368.39	11.89	4.95	0.16
-48+65	789.18	635.57	80.54	24.83	3.15	124.89	15.82	3.89	0.49
-65+80	318.39	242.60	76.20	22.19	6.97	52.28	16.42	1.32	0.41
-80+100	341.10	272.02	79.75	13.69	4.01	51.59	15.13	3.80	1.11
-100+pan	645.04	445.06	69.00	50.60	7.84	134.08	20.79	15.30	2.37

ตารางที่ 4 ผลการแต่งแร่ลพรมด้วยเครื่องแยกแร่แม่เหล็กไฟฟ้า (Humboldt magnetic separator)

ขนาด (เมช)	แร่ป้อน (Feed) กรัม	ผลการแต่งแร่ลพรมด้วยเครื่องแยกแร่แม่เหล็กไฟฟ้า (Humboldt magnetic separator)									
		ตั้งไฟที่ 0.7A. เทียบกับ Frantz				ตั้งไฟที่ 1.2 A. เทียบกับ Frantz				สูญหาย (Loss)	
		F2 +F3		F4		F2 + F3 + F4		F5 (Non - magnetic)			
		กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก	กรัม	% น้ำหนัก
-28+48	2,576.81	2,045.00	79.36	412.59	16.01	61.28	2.38	18.69	0.73	39.25	1.52
-48+65	635.57	498.51	78.44	121.09	19.05	3.64	0.57	3.90	0.61	8.43	1.33
-65+80	242.60	206.32	85.04	31.56	13.01	2.23	0.92	2.15	0.89	0.34	0.14
-80+100	272.02	239.79	88.15	27.51	10.12	1.55	0.57	1.94	0.71	1.23	0.45
-100+pan	445.06	410.98	92.34	20.61	4.63	1.17	0.26	3.36	0.76	8.94	2.01

ตารางที่ 5 สรุปผลการทดลองเต่งแร่เทียบกับผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี

รายการ	น้ำหนักแร่		ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	
	กรัม	ร้อยละ	ร้อยละ Sn	ร้อยละ WO <sub>3</sub>
แร่ป้อน	12,020.00	100.00	0.10	42.64
หัวแร่วูลแฟรม (F2+F3) พร้อมขाय	3,400.60	28.29	nil	66.80
หัวแร่วูลแฟรม (F4)	613.36	5.10	-	48.02
หัวแร่วูลแฟรม (F1+F2+F3+F4)	69.87	0.58	-	-
แร่ Non-magnetic (F5)	30.04	0.25	17.98	-
แร่คละจากการแยกด้วยไฟฟ้าแรงสูง	260.36	2.17	-	-
แร่ Non-conductor รวม	731.23	6.08	-	-
แร่คละโต๊ะสั้นรวม	2,090.94	17.40	-	37.86
หางแร่โต๊ะสั้น	3,946.50	32.83	-	-
สูญหายจากโต๊ะสั้น	789.65	6.57	-	-
สูญหายจากไฟฟ้าแรงสูง	29.26	0.24	-	-
สูญหายจากแม่เหล็กไฟฟ้า	58.19	0.48	-	-

หมายเหตุ – หมายถึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ผลจากการทดลองเต่งแร่ครั้งนี้ เป็นการทดลองอย่างเป็นระบบเพื่อดูความเป็นไปได้ในการแยกเอาแร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่แร่วูลแฟรม และพบว่าสามารถแยกได้แร่คุณภาพดีเกือบร้อยละ 30 ของแร่ป้อน หากมีการสร้างโรงเต่งแร่เพื่อรองรับการผลิตแร่นี้ภายหลัง อาจต้องมีการปรับในรายละเอียดของแต่ละเทคนิคการแยกแร่ให้เหมาะสมต่อไป

## 6. สรุปและเสนอแนะ

การทดลองเต่งแร่ที่นำมาจาก ประทานบัตรที่ 20636/13932 ในท้องที่ตำบลแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก ของนายสุรินทร์ ขวัญใจ (นายอานนท์ จำโตนด รับช่วงฯ) ครั้งนี้ได้ ในภาคสนามได้มีการเก็บตัวอย่างแร่จากสายเพกมาไทต์ มาทำการทดลอง โดยเจ้าหน้าที่ของ สรข.3 ได้มีการศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ว่าตัวอย่างดังกล่าวมีแร่อะไรประกอบอยู่ด้วย และเลือกวิธีการที่คิดว่าเหมาะสมสำหรับแร่นี้ทำการทดลองเต่ง และเก็บข้อมูลทุกขั้นตอนอย่างละเอียด เมื่อได้ผลจากการเต่งแล้วได้ทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนที่สำคัญนั้นๆ แล้ว ในที่สุดก็ได้ผล ซึ่งในขั้นนี้ถือว่าการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการได้ผลเป็นที่น่าพอใจและประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายทุกประการ

การทดลองแต่งแร่นี้ เป็นกระบวนการที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการว่าจะเหมาะสมกับแร่ชนิดนั้นๆ และจากแหล่งนั้นๆ หรือไม่ หรืออาจต้องใช้วิธีการอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ผลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถนำไปประเมินศักยภาพแร่เบื้องต้นได้ และขอให้เข้าใจว่าการทดลองแต่งแร่ในห้องปฏิบัติการอาจมีส่วนที่หลุดหายไปจากกระบวนการด้วยเครื่องมือทดลองนั้น เป็นระบบเปิดที่ต้องนำหัวแร่เข้าเครื่องนั้น ออกเครื่องนี้เงินแร่อาจปนเป็นแป้งหลุดไปกับน้ำได้ ทั้งนี้อาจต้องมีการสอบทานการทดลองแต่งแร่ในระดับอุตสาหกรรมอีกครั้ง

## เอกสารอ้างอิง

1. กองเศรษฐธรณีวิทยา, 2542, *ดีบุก: ธรณีวิทยาแหล่งแร่และสถานการณ์*, วารสารเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม, ปีที่ 1 ฉบับที่ 6 ประจำเดือน มิถุนายน 2542, 8 หน้า
2. จีราภา ชาตีสวรรณ, 2539, *พจนานุกรมธาตุเคมี*, บริษัท อัยราพัฒนา จำกัด, กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 1, 136 หน้า
3. อรกุล โภคากรวิจารณ์, 2543, *แร่*, กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, พิมพ์ที่บริษัท ประชาชน จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 4, 272 หน้า
4. <http://stgis.dpim.go.th/gis/dpimogis.jsp>



(เรื่องเดิม)

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เขต 3  
 เลขที่รับ 019  
 วันที่ - 4 มี.ค. 2550  
 หน้า 1/ 654



กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี  
 เลขที่รับ 24/50  
 วันที่ 5 ม.ค. 49  
 10-00-01 สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3

\* มารับผลแดง

ใบขออนุญาตทดลองแต่งแร่

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3

วันที่ 4 เดือน ๑๑ พ.ศ. 50

เรื่อง ขออนุญาตแต่งแร่, บดแร่, คัดขนาดแร่

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3

ด้วยข้าพเจ้า นายดิเรก อัครกุล นามสกุล นายดิเรก อัครกุล

ตั้งอยู่บ้านเลขที่ 41 ม. 4 ซอย ถนน ตำบล ท่าช้างเมือง

อำเภอ 11 มี.ค. ๑๑ จังหวัด อ่างทอง ผู้รับมอบอำนาจ, ผู้จัดการ, ตัวแทนบริษัท

เหมืองแร่ ดิเรก-อัครกุล-เฟรม

มีความประสงค์จะขอความช่วยเหลือในการทดลองแต่งแร่ บดแร่ คัดขนาดแร่ เพื่อหาปริมาณ  
 แร่ ดิเรก-อัครกุล-เฟรมต่าง ๆ จำนวน 2 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างแร่ที่ได้มาจากประทานบัตร  
 อาญาบัตรที่ 1/252๓ ตำบล 11 มี.ค. ๑๑ อำเภอ ท่าช้างเมือง จังหวัด อ่างทอง  
 นำหนัก กก.

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) *String*

(นายดิเรก อัครกุล นายดิเรก อัครกุล)

เรียน กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี

โปรดพิจารณาและดำเนินการต่อไปตามระเบียบ แจ้งผลการทดลองให้ทราบด้วย.

(ลงนาม) *[Signature]*  
(นายสมชาย เอกธรรมสุทธิ)

ผู้อำนวยการสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3  
 ผู้อำนวยการสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3

เรียน คุณสมชาย และคุณสุวิมล  
 เพื่อโปรดพิจารณาและแจ้ง

5 ม.ค. 50

ทพ 50-0-50

ทพ 50-0-50

ทพ 50-0-50