

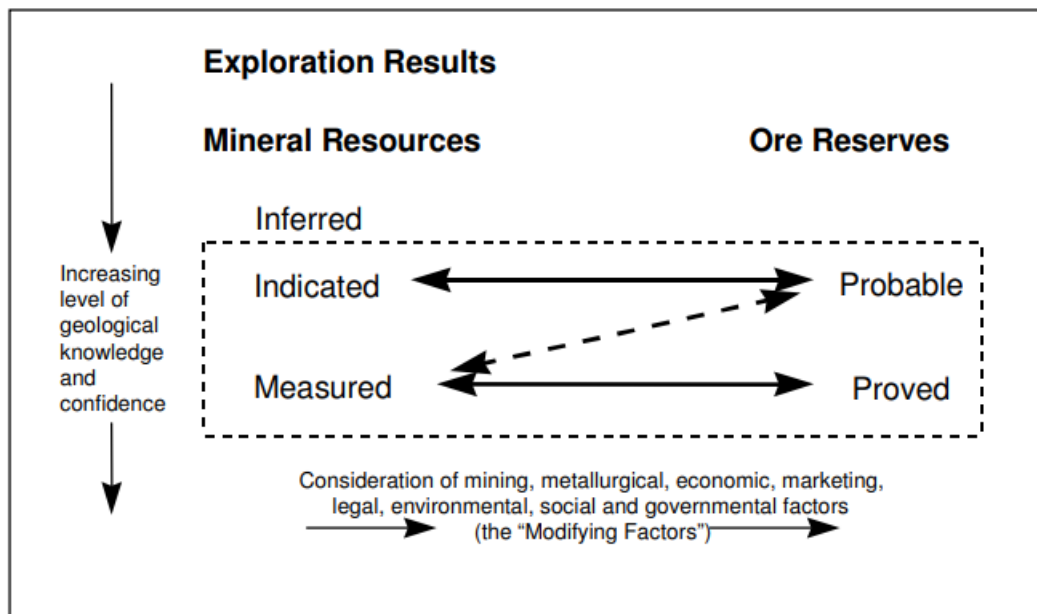
## การประเมินปริมาณสำรองแหล่งแร่หิน ดิน ทราย อุตสาหกรรม

สิทธิชัย จุทอง  
กุมภาพันธ์ 2564

### คำนำ

การประเมินข้อเท็จจริงและจัดทำรายงานปริมาณสำรองของแหล่งแร่ที่สามารถทำเหมืองได้เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจในการลงทุนเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรแร่ ซึ่งสถาบันการเงิน นักลงทุนส่วนบุคคลและตลาดทุน มักจะต้องการรายงานที่ต้องจัดทำขึ้นโดยบุคคลที่มีความสามารถและมีคุณสมบัติที่เหมาะสม และในอนาคตมีแนวโน้มต้องการให้เกิดการยอมรับในระดับสากลมากขึ้นในส่วนหลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำรายงาน ในหลายประเทศใช้การจัดทำรายงานเป็นขั้นตอนหนึ่งสำหรับการขออนุญาตโครงการทำเหมืองแร่ ซึ่งจะต้องมีรายงานปริมาณสำรองแร่ที่สามารถนำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้และได้รับการจำแนกแล้ว รายงานปริมาณสำรองแหล่งแร่ที่สามารถทำเหมืองได้จะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องของแต่ละประเทศทั้งหลักเกณฑ์และคุณสมบัติของผู้จัดทำรายงานรวมทั้งรูปแบบและขอบเขตของรายงาน

สิ่งที่สำคัญ ไม่เป็นการเพียงพอที่นักลงทุนเพียงแค่ว่ามีปริมาณสำรองแหล่งแร่ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์อยู่ในพื้นดินและมีการประเมินว่าสามารถขุดขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้เป็นปริมาณเท่าไร และจะมีของเสียเกิดขึ้นเป็นปริมาณเท่าไร นักลงทุนยังมีความจำเป็นที่จะต้องมั่นใจว่าในแง่ธุรกิจแล้วแหล่งแร่มีศักยภาพเพียงพอที่สามารถพัฒนาได้หรือไม่ จากปริมาณสำรองแร่ที่ได้รับการระบุออกจากนี้ก่อนที่จะดำเนินการใด ๆต่อไป จะต้องได้รับอนุญาตและใบอนุญาตที่จำเป็นอะไรบ้างจากหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับท้องถิ่นและส่วนกลาง และหน่วยงานเหล่านี้จะต้องการข้อมูลอะไรที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทำเหมืองที่จะดำเนินการและผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเรื่องเหล่านี้จะต้องมีความชัดเจนและมีระดับความเชื่อมั่นที่เหมาะสมและแหล่งแร่นั้นได้รับการระบุโดยการจำแนกเป็นปริมาณทรัพยากรแร่(mineral resource) ขั้นตอนถัดไปจะเป็นการปรับปรุงระดับความเชื่อมั่นเพื่อยกระดับปริมาณทรัพยากรแร่นั้นเป็นปริมาณสำรองแร่(mineral reserve) ก่อนที่จะดำเนินการใด ๆ เกี่ยวกับพื้นที่นั้น



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ทั่วไประหว่างผลการสำรวจ ปริมาณทรัพยากรแร่และปริมาณสำรองแร่

ไม่ว่าจะเป็นแร่โลหะ แร่อุตสาหกรรม เช่น ดินขาวหรือวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ หิน ดินทรายอุตสาหกรรม หินประดับหรือหินสร้างอาคาร จะมีคำถามพื้นฐานเพื่อให้เกิดความชัดเจนในการประเมินสำหรับวัตถุประสงค์ในการระบุปริมาณสำรองแร่ที่สามารถทำเหมืองได้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจลงทุนหรือกฎระเบียบที่ต้องดำเนินการต่อไปดังนี้

- ปริมาณแร่จำนวนเท่าไรที่สามารถขุดขึ้นมาได้จากพื้นดินและอะไรเป็นคุณสมบัติของแร่ (และความแปรปรวนของคุณสมบัติเหล่านั้น) ที่เกี่ยวข้องกับตลาดหรือการใช้งานและมาตรฐาน
- แหล่งแร่สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยและสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ กฎ ระเบียบและกฎหมาย หรือไม่
- เป็นไปได้หรือไม่ที่จะดำเนินการในแหล่งแร่ นี้ โดยสามารถจะตอบสนองทุกๆวัตถุประสงค์ในเชิงพาณิชย์ของบริษัทและนักลงทุน (เช่น สามารถปรับลดอัตราการผลิตในบางช่วงเวลาเพื่อปรับปรุงคุณภาพหรือเพิ่มประสิทธิภาพแล้วยังให้ผลตอบแทนจากการลงทุนที่เหมาะสมหรือไม่ )
- ระดับเงินลงทุนที่มีความจำเป็นเป็นจำนวนเท่าไร ระยะเวลาคืนทุนและผลตอบแทนเงินลงทุนเป็นอย่างไร อะไรเป็นความอ่อนไหวของแบบจำลองทางธุรกิจเมื่อตัวแปรที่สำคัญเกิดการเปลี่ยนแปลงและความไม่แน่นอนมีเท่าไร (ความเสี่ยง) ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่สำคัญเหล่านั้นแต่ละตัว

ตอบคำถามเหล่านี้ให้ครบถ้วนเสียก่อนที่จะตัดสินใจว่า “คุณจะนำเงินของคุณมาลงทุนทำเหมืองหรือไม่”

ประเด็นโดยเฉพาะและทักษะที่เกี่ยวข้องเพื่อความชัดเจนของคำถามที่สำคัญที่แสดงอยู่ด้านบนในความเกี่ยวข้องกับหิน ดิน ทรายอุตสาหกรรม มีการอธิบายในส่วนต่อไป ถัดไปเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของระดับความรู้ด้านธรณีวิทยาและความเชื่อมั่นและสุดท้าย อธิบายวิธีการ “การแก้ไขปรับปรุงตัวแปร” อธิบายตามแกนแนวนอนในแผนภาพด้านบนที่จะดำเนินการตามรายการ

**ปริมาณและคุณภาพของปริมาณสำรองแหล่งแร่**

**การประเมินปริมาณแร่ที่สามารถทำเหมืองได้**

กล่าวง่าย ๆ ก็คือปริมาณ แร่ที่สามารถขุดขึ้นมาได้จากแหล่งแร่ สามารถประเมินได้โดยประยุกต์ใช้สูตรพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

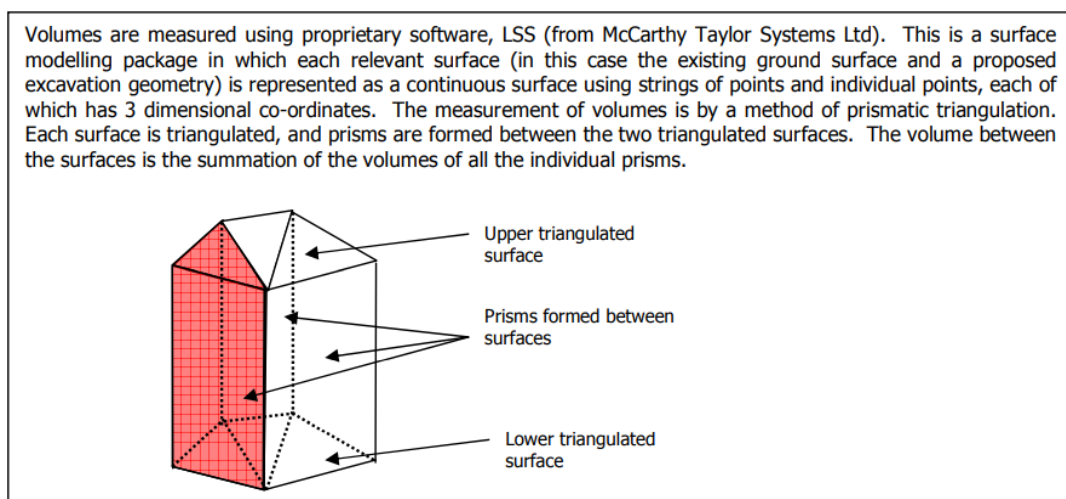
|       |   |   |                                                                                                                     |
|-------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | T | = | (V-W) X D                                                                                                           |
| เมื่อ | T | = | ปริมาณแร่ที่สามารถทำเหมืองได้                                                                                       |
|       | V | = | ปริมาตรของแร่ที่สามารถทำเหมืองได้                                                                                   |
|       | D | = | ความหนาแน่นในสนาม (หน่วยเป็น เมตริกตันต่อลูกบาศก์เมตรของแร่ในพื้นดิน)                                               |
|       | W | = | ปริมาตรของของเสียที่จะเกิดขึ้นจากการทำเหมือง(เช่น การเจาะ ระเบิด และ/หรือ ขุด ขน)หรือเกิดจากกระบวนการแต่งแร่ขั้นต้น |

### ปริมาตร

ปริมาตรที่สามารถทำเหมืองได้สามารถหาได้จากหลายวิธี วิธีที่ง่ายที่สุด (แม่นยำน้อยที่สุด) หาได้โดยใช้พื้นที่ผิวคูณกับความลึกของการทำเหมือง (หรือความลึกของแหล่งแร่) วิธีที่เชื่อถือได้มากที่สุด คือการใช้รูปสามมิติ ซึ่งมีพื้นผิวที่สำคัญดังต่อไปนี้

- พื้นผิวของพื้นดิน
- พื้นผิวด้านบนของชั้นหิน/ชั้นดินหรือแหล่งแร่ในชั้นตะกอนที่มีการจับตัวกันไม่แข็ง
- รูปร่างมิติของบ่อเหมืองที่วางแผนจะทำเหมือง
- พื้นผิวด้านล่างของชั้นหิน/ชั้นดินหรือแหล่งแร่ในชั้นตะกอนที่มีการจับตัวกันไม่แข็งที่วางแผนจะทำเหมือง

ปริมาตรระหว่างพื้นผิวเหล่านี้สามารถคำนวณได้โดยใช้วิธีการตัดภาพตัดขวาง หรือวิธีสร้างสามเหลี่ยมและปริซึม วิธีการหลังเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด เมื่อมีแบบจำลองของพื้นผิว ซึ่งจะอธิบายไว้ในรูปที่ 2 ด้านล่างนี้



รูปที่ 2 การหาปริมาตรโดยวิธีปริซึม

แบบจำลองของพื้นผิวของพื้นดิน ควรจะขึ้นอยู่กับการสำรวจภูมิประเทศที่มีมาตราส่วน/ความหนาแน่นของข้อมูลที่มีรายละเอียดเหมาะสม

แบบจำลองของพื้นผิวด้านบนของชั้นหิน/ชั้นดิน พื้นผิวด้านบนและด้านล่างของแร่มีโอกาที่จะมีการปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนประเมินผลโครงการ เริ่มแรกอาจจะใช้ความหนาเฉลี่ย แต่ต่อมาเมื่อมีการสำรวจตรวจสอบพื้นที่มากขึ้นและได้ดำเนินการออกแบบ พื้นผิวเหล่านั้นอาจมีการปรับปรุงแก้ไขโดยอาศัยข้อมูลจากเส้นชั้นความสูงจากหลุมเจาะ, หลุมและร่องสำรวจหรือการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องรู้ว่ามีปริมาณของวัสดุที่เป็นเปลือกดินมีอยู่เท่าไรและความมั่นใจอย่างเพียงพอ ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

- วัสดุเหล่านี้ “ที่ไม่ใช่แร่” และต้องไม่รวมอยู่ในปริมาณสำรองแหล่งแร่
- การขุดลอกและเก็บกองวัสดุนี้เป็นค่าใช้จ่ายที่สำคัญ ซึ่งต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนธุรกิจ
- จะต้องมีการจัดเตรียมพื้นที่เก็บกองระหว่างการดำเนินการทำเหมืองและพื้นที่นี้จะต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับการเก็บกองวัสดุได้อย่างปลอดภัย ถ้าการดำเนินการงานดังกล่าวไม่สามารถทำได้ จะกลายเป็นภาระผูกพันต่อไปในอนาคต
- พวกที่เป็นวัสดุที่ใช้ในการปรับสภาพและฟื้นฟูพื้นที่ จะต้องรู้ปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบการปรับสภาพและฟื้นฟูพื้นที่

ปริมาณทั้งหมดของหิน ดิน หินทรายอุตสาหกรรมสามารถคำนวณได้โดยใช้ปริมาตรระหว่าง พื้นผิวของชั้นหินด้านบนกับรูปร่างมิติของบ่อเหมืองที่จะดำเนินการ หรือระหว่างพื้นผิวของแร่ด้านบนกับด้านล่างภายในบ่อเหมืองที่จะดำเนินการ ในขั้นตอนแรกของการประเมินปริมาณสำรองแหล่งแร่ และปริมาณสำรองแร่ที่สามารถทำเหมืองได้ เป็นเพียงการออกแบบกรอบแนวคิดที่ทำให้เห็นภาพของ รูปร่าง มิติ ของบ่อเหมืองสุดท้ายที่มีโอกาสเป็นไปได้ ซึ่งในขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ สิ่งเหล่านี้อาจจะถูกปรับปรุงแก้ไข

#### การเปลี่ยนปริมาตรให้เป็นน้ำหนัก

ความหนาแน่นในพื้นที่ของวัสดุหินมักจะมีค่า แตกต่างกันอยู่ระหว่าง 2.5 ถึง 3.0 เมตริกตันต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นในพื้นที่ของแหล่งทรายและกรวดโดยปกติทั่วไป จะต่ำกว่านี้อยู่ช่วงระหว่าง 2.0-2.75 เมตริกตันต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นของดินจะอยู่ระหว่าง 1.70-2.00 เมตริกตันต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นที่แท้จริงในพื้นที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นสมบูรณ์ของวัสดุรวมกับความหนาแน่นและช่องเปิดของรอยแตกภายในมวลหิน สำหรับปริมาณสำรองแหล่งแร่ของหินอุตสาหกรรม โดยทั่วไปจะใช้ความหนาแน่นสมบูรณ์ของวัสดุหิน (ซึ่งสามารถวัดได้ในห้องปฏิบัติการ) และใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับรอยแตกของหินและความแปรปรวนทางธรณีวิทยาคุณเข้าไป ส่วนใหญ่ตัวเลขที่ถูกต้องสำหรับความหนาแน่นในพื้นที่ที่สามารถคำนวณได้ โดยการขุดวัสดุนั้นขึ้นมาชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรที่หายไปในพื้นที่ดิน

#### ของเสีย

ปริมาตรของวัสดุที่ใช้งานไม่ได้ ขึ้นอยู่กับตัวแปรด้านคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดในส่วนต่อไป เริ่มแรกเป็นเรื่องปกติทั่วไปที่จะประเมินปริมาตรของเสียและคุณภาพที่แตกต่างกันของวัสดุที่จะทำเหมืองจากแหล่งแร่ โดยใช้เป็นเปอร์เซ็นต์สำหรับของเสีย ต่อมาในขั้นตอนการประเมินผล การประเมินค่าจะมีรายละเอียดและการปรับปรุงแก้ไขมากขึ้น อาจจะมีความเป็นไปได้ที่จะแสดงพื้นที่ที่มีคุณภาพความแตกต่างกันในรูปแบบสามมิติ (เช่น แบบจำลองของบล็อก) และใช้ตัวแปรส่วนที่เป็นของเสียแตกต่างกันของแต่ละบล็อก

เช่นเดียวกันกับวัสดุที่เป็นเปลือกดิน ปริมาตรของวัสดุที่ไม่สามารถนำไปขายได้และยังคงมีเหลือเก็บอยู่ในพื้นที่ (เช่นของเสีย) เป็นรายการที่สำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนการดำเนินงานและพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ บริเวณที่มีสัดส่วนของวัสดุที่เป็นของเสียสูงหรือไม่มีความเหมาะสมสำหรับตลาดวัสดุที่มีอยู่ โครงการจะดำเนินการไปด้วยความยากลำบากเพราะได้รับการประเมินอย่างไม่เพียงพอและมีความผิดพลาดในการออกแบบการดำเนินงานที่ยินยอมให้มีการเก็บกองวัสดุโดยมีภาระผูกพัน

ติดตามมาที่หลังหรือค่าใช้จ่ายในการตัดแยกและบางครั้งต้องมีการตัดแยกวัสดุพวกนี้ซ้ำอีกครั้ง จะทำให้โครงการเกิดความยุ่งยากตามมา การประเมินปริมาณของเสียเกี่ยวข้องใกล้ชิดกับการประเมินความแปรปรวนด้านคุณภาพของวัสดุ

#### **การสร้างแบบจำลองความแปรปรวนด้านคุณภาพ**

สำหรับแต่ละกลุ่มใด ๆ ปริมาณแร่ที่ได้ต่อปริมาณวัสดุที่ขุดจะต้องเหมาะสมกับเกณฑ์คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้งานหรือตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์นั้นๆ

บริเวณที่มีความแปรปรวนด้านคุณภาพเป็นประเด็นปัญหา (ไม่แน่นอนเกินไปสำหรับในกรณีเกี่ยวกับแหล่งวัสดุก่อสร้าง) มีซอฟต์แวร์สำเร็จรูปมากมายที่มีความสามารถในการสร้างรูปสามมิติ และสร้างแบบจำลองของบล็อก/การวิเคราะห์ทางธรณีสถิติ นอกจากนั้นซอฟต์แวร์ดังกล่าวยังสามารถสร้างแบบจำลองทางการเงินขึ้นมาได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีความสามารถทั้งการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยาและออกแบบการทำเหมือง บางองค์การที่มีขนาดใหญ่ได้มีการพัฒนาขีดความสามารถให้สามารถนำไปใช้งานในพื้นที่โครงการได้จริง