สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

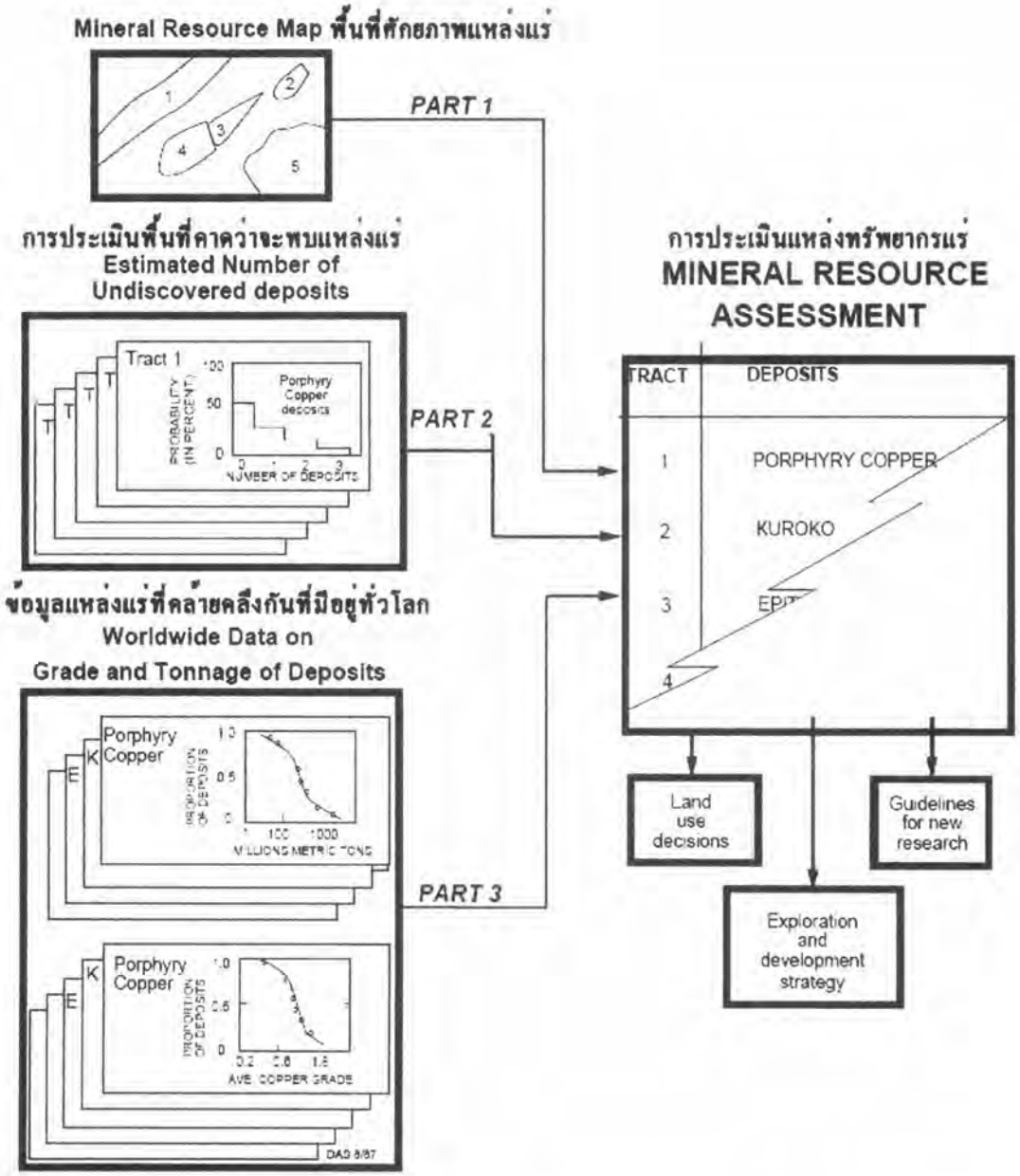
บทที่ 4
การประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำเชิงเศรษฐกิจ

4.1 หลักการเบื้องต้น

การประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ในเชิงเศรษฐกิจ จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การประเมินทางด้านต้นทุนการพัฒนาแหล่งแร่ที่มีการกำเนิดแบบต่างๆ มีความสมบูรณ์และปริมาณสำรองสินแร่ขนาดต่างๆ ตลอดจนวิธีการทำเหมืองที่แตกต่างกัน มีผลต่อการลงทุนและผลประโยชน์ตอบแทนที่แตกต่างกัน และการประเมินทางด้านต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อม จะเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่พัฒนาแหล่งแร่ เพื่อประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเป็นมูลค่าต้นทุนที่อาจจะต้องจ่ายในการดำเนินการพัฒนาแหล่งแร่ การประเมินเบื้องต้นจะใช้หลักข้อมูล 3 ส่วนในการพิจารณา ซึ่งได้แนวคิดมาจาก Singer (1993) (รูปที่ 4.1) ข้อมูลดังกล่าวได้แก่ พื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ, พื้นที่ที่คาดว่าจะพบแหล่งแร่ทองคำเพิ่มเติมที่ถูกกำหนดขอบเขตชัดเจน และตัวอย่างแหล่งแร่แบบต่างๆทั่วโลกที่มีชนิดการกำเนิดคล้ายคลึงกันกับพื้นที่ประเมิน การรวมข้อมูลข้างต้นสามอย่างเข้าด้วยกันจะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลชัดเจน สามารถนำไปใช้ประเมินได้ในหลายๆด้าน เช่น การวางแผนสำรวจและพัฒนา การหาแหล่งใหม่ และการวางแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่ เป็นต้น

4.2 การประเมินด้านต้นทุนในการพัฒนาแหล่งแร่

การนำข้อมูลด้านปริมาณสำรองสินแร่ และความสมบูรณ์ของแร่มาเปรียบเทียบกันกับแหล่งแร่ที่คล้ายคลึงกันที่มีการผลิตอยู่ในปัจจุบัน หรือเสร็จสิ้นการทำเหมืองแล้ว ถือเป็นการประเมินต้นทุนเบื้องต้นอย่างหนึ่ง เนื่องจากแหล่งแร่ที่มีการผลิตอยู่จะมีข้อมูลด้านต้นทุนในการดำเนินงาน และข้อมูลด้านธรณีวิทยาแหล่งแร่ที่ชัดเจน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแหล่งศักยภาพแร่อาจจะสามารถประเมินเบื้องต้นถึง วิธีการทำเหมือง วิธีการแต่งแร่ ต้นทุนการดำเนินการ และค่าคุ้มทุนในการทำเหมืองได้ ถึงแม้ค่าที่ได้อาจจะเป็นค่าประมาณการเบื้องต้น แต่ก็สามารถนำไปใช้ในการประเมินเบื้องต้นในการตัดสินใจดำเนินการพัฒนาแหล่งแร่ หรือ การสำรวจขั้นรายละเอียดต่อไปได้ แต่ยังไม่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการลงทุนทำเหมืองแร่ได้ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ได้นำแหล่งแร่ทองคำที่มีชนิดการกำเนิดคล้ายคลึงกัน มาทำการศึกษาความเป็นไปได้ของค่าคุ้มทุนในการพัฒนาแหล่งแร่ที่มีการกำเนิดแบบต่างๆ โดยอาศัยแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ของแหล่งแร่แบบต่างๆ ที่สร้างจากแบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discount cash flow model) ของเหมืองแร่ทองคำในแหล่งแร่แบบต่างๆ ซึ่งแนวคิดนี้ได้มาจาก Blain (1984) เหมืองแร่ทองคำที่นำมาสร้างแบบจำลองครั้งนี้ ได้แก่ เหมืองแร่ทองคำชาตรี และ เหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า โดยได้ทำการศึกษาต้นทุนการทำเหมือง และต้นทุนอื่นๆที่เกี่ยวข้องของแต่ละเหมือง เพื่อสร้าง



รูปที่ 4.1 แผนผังหลักการประเมิน พื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ[1] (Singer, 1993)

[1] พื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำที่ได้กำหนดขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่จะกินพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ครอบคลุมทั้งพื้นที่จุดพบแร่ แหล่งแร่ และพื้นที่คาดว่าจะพบแหล่งแร่ ดังนั้น จากหลักเกณฑ์การจำแนกชนิดการกำเนิดแหล่งแร่ทองคำของ Robert (1997) พบว่าในหนึ่งพื้นที่ที่คัดเลือกสามารถพบชนิดการกำเนิดแหล่งแร่ทองคำได้มากกว่า 1 ชนิด ในการศึกษาประเมินด้วยแบบจำลองทางเศรษฐกิจของแหล่งแร่นี้ อาจมีการรวมชนิดการกำเนิดที่ใกล้เคียงกัน ที่พบในพื้นที่เดียวกัน รวมเข้าด้วยกันในการพิจารณา

แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลดของเหมือง และนำเอาข้อมูลด้านความสมบูรณ์และปริมาณสำรองสินแร่ ณ ราคาแร่จุดหนึ่ง มาเป็นตัวแปรหลักในการสร้างแบบจำลองทางเศรษฐกิจของแหล่งแร่แบบต่างๆ จากนั้นนำต้นทุนการทำเหมืองของแต่ละแหล่งแร่มาเปรียบเทียบเพื่อหาช่วงต้นทุนที่เป็นไปได้ของพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำที่คัดเลือก

4.2.1. **ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง**

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งแร่ คือ ตัวแปรที่มีผลต่อการลงทุนพัฒนา ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับศาสตร์หลายด้านที่จะต้องพิจารณาร่วมกัน ซึ่งสามารถจำแนกตัวแปรหลักได้ ดังนี้

1) **ตัวแปรด้านธรณีวิทยา** เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสินแร่ทองคำในธรรมชาติ ได้แก่

- <u>ลักษณะธรณีวิทยาของแหล่งแร่</u> เป็นตัวแปรที่ค่อนข้างสำคัญตั้งแต่เริ่มต้นพัฒนาจนสิ้นสุดการทำเหมือง เกี่ยวข้องกับธรณีวิทยา และธรณีวิทยาโครงสร้าง ที่เอื้ออำนวยให้เกิดแหล่งแร่ การวางตัวและการกระจายตัวของสินแร่ หรือลักษณะของสินแร่
- <u>ชนิดการกำเนิดแหล่งแร่</u> เป็นตัวแปรที่เกิดจากการศึกษาลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่ต่างๆทั่วโลก แล้วประเมินกับศาสตร์ทางธรณีวิทยา เพื่อจำแนกคุณลักษณะเฉพาะตัวของการกำเนิดแหล่งแร่แบบต่างๆ หรือ การเกิดสายแร่ชนิดต่างๆ ซึ่งมักจะมีรูปแบบโดยรวมคล้ายกัน อาจจะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดทางธรณีของแต่ละแหล่ง
- <u>ลักษณะของสินแร่และการกระจายตัว</u> ตัวแปรนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่ และชนิดการกำเนิดแหล่งแร่ ซึ่งจะบอกได้ว่าสินแร่ทองคำนั้นเกิดแบบอิสระ (Free gold) หรือ เกิดอยู่ในแร่อื่น (Refractory gold) รวมถึงขนาดและการกระจายตัวของสินแร่ด้วย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อกรรมวิธีการแต่งแร่โดยตรง
- <u>ปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ของสินแร่</u> เป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์และขนาดของแหล่งแร่ ขึ้นอยู่กับลักษณะธรณีวิทยาของแหล่งแร่ และมีผลโดยตรงกับต้นทุนการพัฒนาแหล่งแร่ โดยปริมาณสำรองที่ใช้ในครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นปริมาณสำรองทรัพยากรที่สามารถระบุได้ (Indicated resource)

2) **ตัวแปรด้านการเหมืองแร่**

- <u>วิธีการทำเหมือง</u> ขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งแร่ การวางตัวของสายแร่ ความลึกของสายแร่ และการกระจายตัวของสินแร่ รวมไปถึงความสมบูรณ์ของสินแร่ด้วย ซึ่งประสิทธิภาพของการทำเหมืองแต่ละแบบก็จะแตกต่างกันด้วย ใน

การศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดให้เหมืองแร่ที่จะพัฒนาเป็นแบบ เหมืองเปิด เพื่อง่ายต่อการประเมิน

- <u>วิธีการแต่งแร่</u> ขึ้นอยู่กับลักษณะของสินแร่ ว่ามีการเกิดร่วมกับแร่ชนิดใดบ้าง เช่น ถ้าเป็นทองคำเกิดร่วมกับแร่พวกซัลไฟด์ เม็ดแร่ทองคำมักมีขนาดเล็กและเกิดร่วมหรือแทนที่แร่อื่นๆ ต้นทุนการแต่งแร่ชนิดนี้จึงมีมากกว่า เป็นต้น
- <u>ต้นทุนการสำรวจ</u> เป็นปัจจัยที่ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ ซึ่งเกี่ยวข้องกับขนาดของแหล่งแร่ และการกระจายตัวของจุดพบแร่ รวมไปถึงสภาพธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ และธรณีสัณฐาน การสำรวจเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและมีความเสี่ยงสูงที่สุดในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่จะให้คำตอบได้ว่าแหล่งแร่นั้นจะทำกำไรได้มากน้อยเพียงใด เพื่อลดความเสี่ยงลงมาระดับหนึ่ง การสำรวจจึงเป็นเป็น 2 ช่วง คือ การสำรวจขั้นต้นและการสำรวจขั้นรายละเอียด ซึ่งการสำรวจขั้นต้นก็คือการระบุพื้นที่เป้าหมายที่ชัดเจนและความคุ้มค่าของการสำรวจขั้นรายละเอียดนั้นเอง ในการศึกษาครั้งนี้จะกำหนดให้ต้นทุนการสำรวจเป็นค่าคงที่ เพื่อความสะดวกในการพิจารณา
- <u>ต้นทุนการดำเนินการ</u> หมายถึงต้นทุนทั้งหมดในการจัดการเปิดเหมืองและผลิตแร่เมื่อพบสายแร่ที่แน่นอนแล้ว ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับวิธีการทำเหมือง วิธีการแต่งแร่ ปริมาณสำรอง ความสมบูรณ์สินแร่ และราคาแร่ ซึ่งต้นทุนจะเปลี่ยนแปลงเมื่อปัจจัยข้างต้นเปลี่ยน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดให้ต้นทุนการดำเนินการคงที่ เพื่อความสะดวกในการพิจารณา และหาต้นทุนในการดำเนินการของแหล่งแร่ที่คัดเลือก ผลที่ได้จะเป็นค่าประมาณที่ได้จากการเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นแค่ตัวบ่งชี้ถึงความน่าเสี่ยงต่อการลงทุนสำรวจขั้นรายละเอียดและความน่าสนใจด้านเศรษฐศาสตร์เท่านั้น
- <u>ราคาแร่</u> เป็นปัจจัยชี้วัดกำไรหรือขาดทุนที่สำคัญอย่างหนึ่งในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ มีผลโดยตรงต่อปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ของสินแร่ กล่าวคือ เมื่อราคาแร่สูงขึ้น ปริมาณสำรอง หรือ ความสมบูรณ์ของแร่ ที่มีอยู่จะสามารถทำกำไรได้มากขึ้น หรือ อีกนัยหนึ่ง เปรียบเสมือน มีปริมาณสำรอง หรือ ความสมบูรณ์ของแหล่งแร่เพิ่มมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้มีการเปรียบเทียบแบบจำลอง ณ ราคาแร่ต่างกัน เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ได้ชัดเจนขึ้น

3) **ตัวแปรด้านสังคมและภูมิศาสตร์**

- <u>การใช้ประโยชน์ที่ดิน</u> การทำเหมืองแร่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยตรง โดยเฉพาะการทำเหมืองแบบเปิด ดังนั้นปัจจัยนี้จึงมีผลค่อนข้างมากเช่นกัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน จะเกี่ยวข้องกับพื้นที่ชุมชน และพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งอาจต้องมีต้นทุนจำนวนหนึ่งในการชดเชยสำหรับการใช้พื้นที่เหล่านี้ ซึ่งการศึกษาเบื้องต้นอาจสามารถประเมินต้นทุนเบื้องต้นของพื้นที่ดังกล่าวได้ในเชิงคุณภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ
- <u>บรรยากาศทางการเมือง</u> เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางการเมือง และความมั่นคง รวมถึง นโยบายของรัฐในด้านที่เกี่ยวกับการทำเหมืองแร่ด้วย ว่ามีการสนับสนุนหรือไม่
- <u>บรรยากาศทางการลงทุน</u> เกี่ยวข้องกับสภาพเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ สถานภาพทางแรงงาน ด้านภาษี ค่าภาคหลวง ด้านต้นทุนพลังงาน และการคืนกำไรสู่ท้องถิ่น เป็นต้น
- <u>การครอบครองอาชญาบัตรและประทานบัตร</u> เกี่ยวข้องกับกระบวนการถือครองกรรมสิทธิ์ในการสำรวจ และการทำเหมืองแร่ ความซับซ้อนของกระบวนการขออนุญาต และการใช้เวลาในการอนุมัติ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญเช่นกัน
- <u>โครงสร้างพื้นฐาน</u> เกี่ยวข้องกับความห่างไกลจากสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน เช่น เส้นทางคมนาคม การสื่อสาร และปัจจัยพื้นฐานต่างๆ ด้านสุขภาพและความปลอดภัย นอกจากนี้ยังรวมถึง ความสามารถและการศึกษาของแรงงานทั้งในพื้นที่และนอกพื้นที่ และยังรวมถึง ข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เช่น ข้อมูลทางธรณีวิทยาพื้นฐาน และข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ เป็นต้น

4.2.2. **แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์**

ในการศึกษาเกี่ยวกับโครงการลงทุนใดๆที่ต้องใช้เงินทุนจำนวนมาก หรือ เป็นโครงการใหญ่ ผู้ลงทุนมักทำการศึกษาเบื้องต้นก่อนการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยง แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ก็เป็นเครื่องมือหนึ่งในการศึกษาโครงการก่อนกางลงทุน เนื่องจากเป็นการจำลองค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการดำเนินการเกี่ยวกับการเงินในโครงการ ทำให้สามารถประเมินผลดีผลเสีย ได้ล่วงหน้าก่อนการลงทุนจริงในโครงการ แบบจำลองที่นิยมใช้ ได้แก่ แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted Cash Flow: DCF model) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักการตัดสินใจในโครงการลงทุน สำหรับแบบจำลองอีกอันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบจำลองที่ใช้กับโครงการที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหมืองแร่ โดยเฉพาะ ได้แก่ แบบจำลองปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ (Grade-Tonnage model) โดยนำค่าปริมาณความสมบูรณ์และปริมาณสำรองของแหล่งแร่

เป้าหมายที่จุดคุ้มทุนและจุดที่มีกำไรของโครงการ มาสร้างกราฟเพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบกับแหล่งแร่อื่นๆที่ต้องการประเมินค่าคุ้มทุนเบื้องต้น ก่อนการตัดสินใจดำเนินการพัฒนาในขั้นต่อไป สำหรับรายละเอียดของแต่ละแบบจำลองมีดังต่อไปนี้

1) **แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด ที่ใช้ในการตัดสินใจโครงการ**

การพิจารณาผลตอบแทนของโครงการด้านการเงิน ผู้ตัดสินใจจะเน้นมูลค่าผลประโยชน์สุทธิที่จะได้รับจากโครงการ โดยพิจารณาว่า ผลประโยชน์มีมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าใช้จ่าย เพื่อตัดสินใจว่าจะดำเนินโครงการต่อหรือไม่ โครงการส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 1 ปีขึ้นไป ผลประโยชน์สุทธิของแต่ละโครงการแตกต่างกันในแต่ละปี ยากที่จะเปรียบเทียบว่าโครงการใดเหมาะสมกว่าในการลงทุน ดังนั้นในการวิเคราห์โครงการต้องปรับค่าของเวลาทั้งรายได้และรายจ่ายในทุกรายการ ให้อยู่บนฐานเวลาเดียวกัน จึงจะเปรียบเทียบกันได้ การปรับค่าของเวลาของโครงการเป็นการปรับค่าต้นทุน ผลประโยชน์ และผลประโยชน์สุทธิของโครงการที่เกิดขึ้นในระยะเวลาต่างๆกันในอนาคตมาเป็นปัจจุบัน หรือมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ด้วยอัตราส่วนคิดลด (Discounted Rate) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงในรูปร้อยละเป็นองค์ประกอบสำคัญในการปรับลดค่าของเงินในอนาคตเป็นปัจจุบัน การวิเคราะห์กระแสเงินสดเป็นแบบจำลองที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์โครงการ โดยจะใช้แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted Cash Flow: DCF model) ที่มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่

- อายุโครงการ ได้มาจากปริมาณสำรองแหล่งแร่ และอัตราการผลิตของเหมือง
- เงินลงทุน เป็นกระแสเงินสด ขึ้นกับลักษณะแหล่งแร่ เทคโนโลยีการผลิตที่เลือกใช้ และอัตราการผลิต
- การแสเงินสดสุทธิรายปี คิดเป็นกระแสเงินสดเข้าจากรายรับการขายทองคำ และกระแสเงินสดออกจากรายจ่ายจากการดำเนินงาน
- ต้นทุนเงินทุนของโครงการ เป็นผลตอบแทนที่ต้องการจากแหล่งเงินทุนของโครงการ โดยจะนำมาใช้เป็นอัตราคิดลด เพื่อหามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด

2) **เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจโครงการ**

เกณฑ์ที่นิยมส่วนใหญ่เป็นแบบปรับค่าของเวลา ซึ่งประกอบด้วย

- <u>มูลค่าปัจจุบันสุทธิ</u> (Net Present Value: NPV)

  การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบโครงการที่มีระยะเวลาในการดำเนินงานไม่เท่ากัน โดยการเปลี่ยนค่ากระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow) ของแต่ละปีไปเป็นมูลค่าเงินปัจจุบัน แล้วรวมผลลัพธ์ทั้งหมดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ซึ่งใช้อัตราคิดลด (Discount Rate) ในการคำนวณด้วย โดยหากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก หมายความว่าเป็นโครงการที่มีผลตอบแทนมากกว่าความพอใจขั้นต่ำ สมควร

ลงทุนในโครงการนั้น ส่วนโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นลบ หมายความว่าโครงการนั้นให้ผลตอบแทนน้อยกว่าผลตอบแทนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ มีสูตรคำนวณดังนี้

$$NPV=\sum_{i=1}^{n}\frac{(B_i-C_i)}{(1+r)^n}$$

i = ระยะเวลาเป็นปีที่ 1....n

B_i = ผลตอบแทนโครงการปีที่ i

C_i = ต้นทุนโครงการปีที่ i

r = อัตราส่วนคิดลดที่ใช้ในโครงการ

- <u>อัตราผลตอบแทนภายใน</u> (Internal Rate of Return : IRR)

  การวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของโครงการ ซึ่งทำให้ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ (ผลรวมของกระแสเงินออกเท่ากับกระแสเงินได้) ถ้าอัตราผลตอบแทนภายในมากกว่าผลตอบแทนขั้นต่ำ โครงการนั้นสมควรลงทุน และถ้าอัตราผลตอบแทนภายในมีค่าน้อยกว่าผลตอบแทนขั้นต่ำ จะเป็นโครงการที่ไม่น่าลงทุน

  เขียนในรูปสูตรได้ดังนี้ IRR คือค่า r ที่ทำให้

$$\sum_{i=1}^{i}\frac{(B_i-C_i)}{(1+r)^n}=0$$

i = ระยะเวลาเป็นปีที่ 1....n

B_i = ผลตอบแทนโครงการปีที่ i

C_i = ต้นทุนโครงการปีที่ i

r = อัตราผลตอบแทนของการลงทุน หรือ ค่า IRR ของโครงการ

- <u>ระยะเวลาคืนทุน</u> (Payback Period)

  เป็นระยะเวลาที่ต้องใช้เพื่อให้มีผลตอบแทนคุ้มกับการลงทุน เป็นวิธีการที่ง่ายโดยไม่ต้องคิดค่าเงินปัจจุบัน ซึ่งในสภาวะที่ไม่แน่นอน การลงทุนที่มีระยะเวลาคุ้มทุนเร็วกว่าย่อมมีความเสี่ยงน้อยกว่าโครงการที่มีระยะเวลาการคืนทุนที่มากกว่า

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน / ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี

- ดัชนีกำไร (Profitability Index)

  การเปรียบเทียบในรูปของสัดส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิกับเงินลงทุนเริ่มต้น ทำให้ทราบถึงความสามารถในการให้ผลตอบแทนของเงินลงทุน โดยควรลงทุนเมื่อดัชนีมากกว่า 1

  ดัชนีกำไร = มูลค่าปัจจุบัน / เงินลงทุนเริ่มต้น

- การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

  การประเมินผลความไม่แน่นอนในการลงทุน เช่น ถ้ามีตัวแปรซึ่งพิจารณาแล้วว่ามีการเปลี่ยนแปลงจะต้องสามารถคำนวณผลกระทบที่มีต่อกำไรในแต่ละตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง จะส่งผลต่ออัตราตอบแทนที่คาดหวัง ตัวแปรที่มี ได้แก่ เงินลงทุนเริ่มต้น, ราคาขายแร่, ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และมูลค่าสุดท้าย ถ้ามีโอกาส (Probability) มาเกี่ยวข้องในแต่ละตัวแปร การวิเคราะห์ความไวจะเปลี่ยนไปเป็นการวิเคราะห์โอกาส ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อีกวิธีหนึ่ง

3) **แบบจำลองปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่** (Grade-Tonnage model)

การสร้างกราฟระหว่างปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ (Grade-Tonnage curve) ของแหล่งแร่อื่นๆเทียบกับแหล่งแร่เป้าหมาย ที่มีลักษณะการเกิดแบบเดียวกัน มีประโยชน์อย่างมากในการประเมินแหล่งแร่เป้าหมายนั้นๆในเชิงเศรษฐกิจ นอกจากนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ ที่สร้างจากการนำปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ ที่จุดคุ้มทุน และ จุดที่มีกำไร ของโครงการ มาสร้างกราฟ โดยสุ่มค่าเชิงตัวเลขของปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ที่ขนาดแตกต่างกัน แต่ยังคงอยู่ในช่วงคุ้มทุน และช่วงที่มีกำไรอยู่ เพื่อต้องการให้ได้กราฟเชิงเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ที่ขนาดต่างๆกัน โดยแนวคิดการสร้างแบบจำลองนี้เป็นของ Blain (1984) ที่ได้ทำการสร้างแบบจำลองปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ของแหล่งแร่ทองคำที่มีชนิดการกำเนิดแบบต่างๆ สำหรับใช้เปรียบเทียบกับแหล่งทรัพยากร หรือ พื้นที่เป้าหมายในการพัฒนาแหล่งแร่ เพื่อประเมินค่าคุ้มทุนของแหล่งเบื้องต้น

- การสร้างแบบจำลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ ตัวอย่างเหมืองแร่ทองคำที่นำมาสร้างแบบจำลอง ได้แก่ เหมืองแร่ทองคำซาตรี ซึ่งกำหนดให้เป็นตัวแทนแหล่งแร่แบบสายแร่น้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ และเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า กำหนดให้เป็นตัวแทนแหล่งแร่แบบสการ์น ทองแดง-ทองคำ ซึ่งในที่นี้จะอธิบายการสร้างแบบจำลองเฉพาะของเหมืองแร่ทองคำซาตรี เนื่องจากใช้หลักการเดียวกัน

- <u>ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง</u>

ตัวแปรที่กำหนด และเกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองในครั้งนี้ได้แก่

- <u>แร่ป้อน</u> จะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับ ปริมาณสำรองและอายุเหมือง โดยปกติแร่ป้อนจะขึ้นอยู่กับวิธีการแต่งแร่ และอัตราการผลิตแร่ แต่ในที่นี้กำหนดให้อายุเหมืองเท่ากับ 10 ปี และให้แร่ป้อนเป็นอัตราคงที่ต่อปี และให้ป้อนหมดภายใน 10 ปี แร่ป้อนต่อปีในที่นี้จึงเท่ากับ ปริมาณสำรองหารด้วย 10 ปี
- <u>ปริมาณสำรอง</u> ใช้ปริมาณสำรองปัจจุบันของเหมืองที่ทำกำไรอยู่ เป็นค่าฐาน ในที่นี้ เหมืองแร่ทองคำชาตรี มีปริมาณสำรองแร่อยู่ 33.9 ล้านตัน มีค่าปัจจุบัน (NPV) อยู่ที่ 282 ล้านเหรียญสหรัฐ
- <u>ความสมบูรณ์</u> ใช้ความสมบูรณ์แร่ทองคำปัจจุบันของเหมืองที่ทำการผลิตอยู่เป็นค่าฐาน ในที่นี้ เหมืองแร่ทองคำชาตรี มีความสมบูรณ์ของแร่ทองคำอยู่ที่ 1.2 กรัมต่อตัน ซึ่งได้กำหนดให้ความสมบูรณ์นี้ เป็นความสมบูรณ์ของแร่ป้อนด้วย ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าคงที่ ซึ่งในความเป็นจริง แร่ป้อนจะขึ้นอยู่กับลักษณะความสมบูรณ์ของสายแร่ ซึ่งไม่คงที่ แต่ทางเหมืองแร่จะต้องควบคุมให้คงที่โดยการป้อนแร่คละกันระหว่างบริเวณที่มีความสมบูรณ์สูง กับ บริเวณที่มีความสมบูรณ์ต่ำ
- <u>ราคาทองคำ</u> ราคาทองคำมีผลโดยตรงกับปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ของสินแร่ ยิ่งราคาทองคำสูง ความสามารถในการทำกำไรของปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ที่ค่าหนึ่ง ก็จะสูงตามไปด้วย ในที่นี้ จะสร้างแบบจำลองที่ราคาทองคำ 2 ค่า คือ ที่ 850 เหรียญต่อออนซ์ และ ที่ 425 เหรียญต่อออนซ์ เพื่อการเปรียบเทียบผลกระทบของราคาทองคำที่ชัดเจน สำหรับเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า จะสร้างแบบจำลองที่ราคาทองคำ 600 เหรียญต่อออนซ์ แทนที่ราคา 425 เหรียญต่อออนซ์ เนื่องจากที่ราคานี้ เหมืองไม่สามารถทำได้ เพราะมีต้นทุนการดำเนินการสูงเกินไป
- <u>ต้นทุนในการดำเนินการ</u> กำหนดให้เป็นต้นทุนในการดำเนินการของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายออกมา และกำหนดให้เป็นค่าคงที่ แต่ในความเป็นจริงต้นทุนในการดำเนินการจะสัมพันธ์กับ ปริมาณสำรอง ความสมบูรณ์ และราคาแร่ กล่าวคือ ยิ่งปริมาณสำรองมีมาก หรือ ความสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ต้นทุนต่อหน่วย ก็จะถูกลง
- <u>เงินลงทุน</u> ในที่นี้กำหนดให้เงินลงทุนทั้งหมดเป็น 1,215 ล้านบาท และเป็นค่าคงที่ใช้กับทุกโครงการ เพื่อให้การเปรียบเทียบสะดวกขึ้น แต่ความเป็นจริงขนาดของเงินลงทุนจะขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งแร่

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มูลค่าของเหมืองที่ค่าปัจจุบัน มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ ในที่นี้ที่ค่าปริมาณสำรอง 33.9 ล้านตัน และความสมบูรณ์สินแร่ทองคำ 1.2 กรัมต่อตัน ของเหมืองแร่ทองคำซาตรี ทำให้ NPV มีค่าประมาณ 282 ล้านเหรียญสหรัฐ ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าฐาน
- อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ในที่นี้จะกำหนดให้ IRR เท่ากับ 10% ซึ่งทำให้ NPV เท่ากับ 0 หรือเป็นจุดคุ้มทุนพอดี โดยให้เป็นค่าฐานในการสร้างแบบจำลองเพื่อต้องการทราบปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ต่ำสุดที่สามารถทำเหมืองได้

• ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

- ศึกษาโครงการทำเหมืองแร่ทองคำซาตรี ในด้านการทำเหมืองแร่ และต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ และสร้างข้อสมมุติแบบจำลองกระแสเงินสด รายละเอียดข้อสมมุติและแบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด ปรากฏใน ภาคผนวก ข
- สร้างแบบจำลองกระแสเงินสดคิดลดที่ราคาทองคำ 850 เหรียญสหรัฐต่อออนซ์จากข้อสมมุติที่กำหนดข้างต้น เพื่อทำการสุ่มเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณสำรอง และความสมบูรณ์แร่ ออกจากค่าฐาน ที่ยังคงทำให้ NPV = 282 อยู่
- นำปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ที่สุ่มได้ ไปสร้างกราฟ ซึ่งจะได้กราฟแบบจำลองปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ที่ NPV = 282 (รูปที่ 4.1, เส้นประถี่สีน้ำเงิน)
- ทำการสุ่มเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณสำรอง และความสมบูรณ์แร่ ออกจากค่าฐาน ที่ยังคงทำให้ NPV = 0 อยู่
- นำปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ที่ได้ ไปสร้างกราฟ ซึ่งจะได้กราฟแบบจำลองปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ที่ NPV = 0 (รูปที่ 4.1, เส้นประห่าง สีน้ำเงิน)
- สร้างแบบจำลองกระแสเงินสดคิดลดที่ราคาทองคำ 425 เหรียญสหรัฐต่อออนซ์จากข้อสมมุติที่กำหนด แล้วทำการสุ่มเปลี่ยนค่าปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ ให้ NPV = 0 และ NPV = 282 เช่นเดียวกับขั้นตอนข้างต้น ซึ่งจะได้ค่าปริมาณสำรองและความสมบูรณ์แร่ใหม่ที่ราคาทองคำดังกล่าว รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 แสดงค่าปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ที่สุ่มได้ หรือ ที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าฐาน

4.2.3. **การประเมินค่าคุ้มทุนของแหล่งแร่แบบที่ 4** Adularia-Sericite epithermal

1) **ข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน**

ตัวอย่างแหล่งแร่จากที่ต่างๆที่มีการกำเนิดแบบเดียวกันที่นำมาพิจารณา ได้แก่ แหล่งแร่ Hishikari และ Kushikino ประเทศญี่ปุ่น, แหล่งแร่ BlackDome และCinola โคลัมเบีย, แหล่งแร่ Round Mountain เนวาด้า, แหล่งแร่ Skukum โยกอนเทอริทอรี่, แหล่งแร่ McLaughlin และ Telluride สหรัฐอเมริกา และแหล่งแร่ Mountain Rawdon ออสเตเรีย โดยแหล่งแร่ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแร่ทองคำอยู่ในรูปอิสระ สำหรับแหล่งแร่ในประเทศไทยที่นำมาประเมิน มีดังนี้

G01 แหล่งแร่บ้านเขาเขียว, บ้านเขารัง จังหวัดพิษณุโลก

G02 แหล่งแร่เขาพระ เขาชะอม จังหวัดพิจิตร

G03A แหล่งแร่เขาร่อนทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

G04 แหล่งแร่เขามัน บ้านวังชะนางเหนือ จังหวัดเพชรบูรณ์

G08 แหล่งแร่ห้วยขุมคำ จังหวัดอุดรธานี

รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินแสดงใน ตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2

สำหรับแบบจำลองทางเศรษฐกิจของแหล่งแร่ชนิดนี้ ได้แก่ แหล่งแร่ทองคำซาตรี และแหล่งแร่ทองคำ McLaughlin การสร้างแบบจำลองแหล่งแร่ทองคำซาตรีจะใช้ข้อมูลปริมาณสำรอง และความสมบูรณ์ปีปัจจุบันเป็นฐาน โดยมีค่า NPV = 282 ล้านเหรียญสหรัฐ จากนั้นทำการสุ่มค่าเชิงตัวเลขของ ปริมาณสำรอง และความสมบูรณ์ใหม่ จากแบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด เพื่อให้สามารถสร้างเส้นกราฟแบบจำลองทางเศรษฐกิจได้ จากนั้นทำการสุ่มค่าอีกครั้งเพื่อให้ NPV = 0 แล้วใช้ค่าปริมาณสำรอง และความสมบูรณ์ที่ทำให้ NPV = 0 นี้เป็นฐาน เพื่อสุ่มค่าเชิงตัวเลขใหม่สำหรับสร้างกราฟค่าคุ้มทุนของการทำเหมือง โดยราคาทองคำของแบบจำลองนี้อยู่ที่ 850 เหรียญต่อออนซ์ (รูปที่ 4.2)

สำหรับแบบจำลองของแหล่งแร่ McLaughlin ราคาทองคำจะอยู่ที่ 425 เหรียญต่อออนซ์ นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันบนกราฟดังกล่าวข้างต้น สำหรับการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของราคาแร่ทองคำ ได้ใช้แบบจำลองของแหล่งแร่ทองคำซาตรี โดยใช้ราคาทองคำที่ 425 เหรียญต่อออนซ์เปรียบเทียบกับ ราคาทองคำที่ 850 เหรียญต่อออนซ์ ได้ความสัมพันธ์ดังกราฟ (รูปที่ 4.3)

2) **ผลการศึกษา**

จากการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้นพบว่า ขนาดของปริมาณสำรองแปรผกผันกับความสมบูรณ์ของสินแร่ และเมื่อราคาทองคำปรับตัวเพิ่ม ความสามารถในการทำกำไรของปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ก็เพิ่มขึ้น จากทั้งสองกราฟจะเห็นได้ว่า เมื่อราคาทองคำเป็น 850 เหรียญสหรัฐต่อออนซ์ แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทยที่มีความสมบูรณ์ตั้งแต่ 0.5 กรัม และปริมาณสำรองตั้งแต่ 10 ล้านตันขึ้นไป ก็สามารถทำกำไรได้ แต่ทั้งนี้ยังไม่นับรวมเอาต้นทุนในการสำรวจ

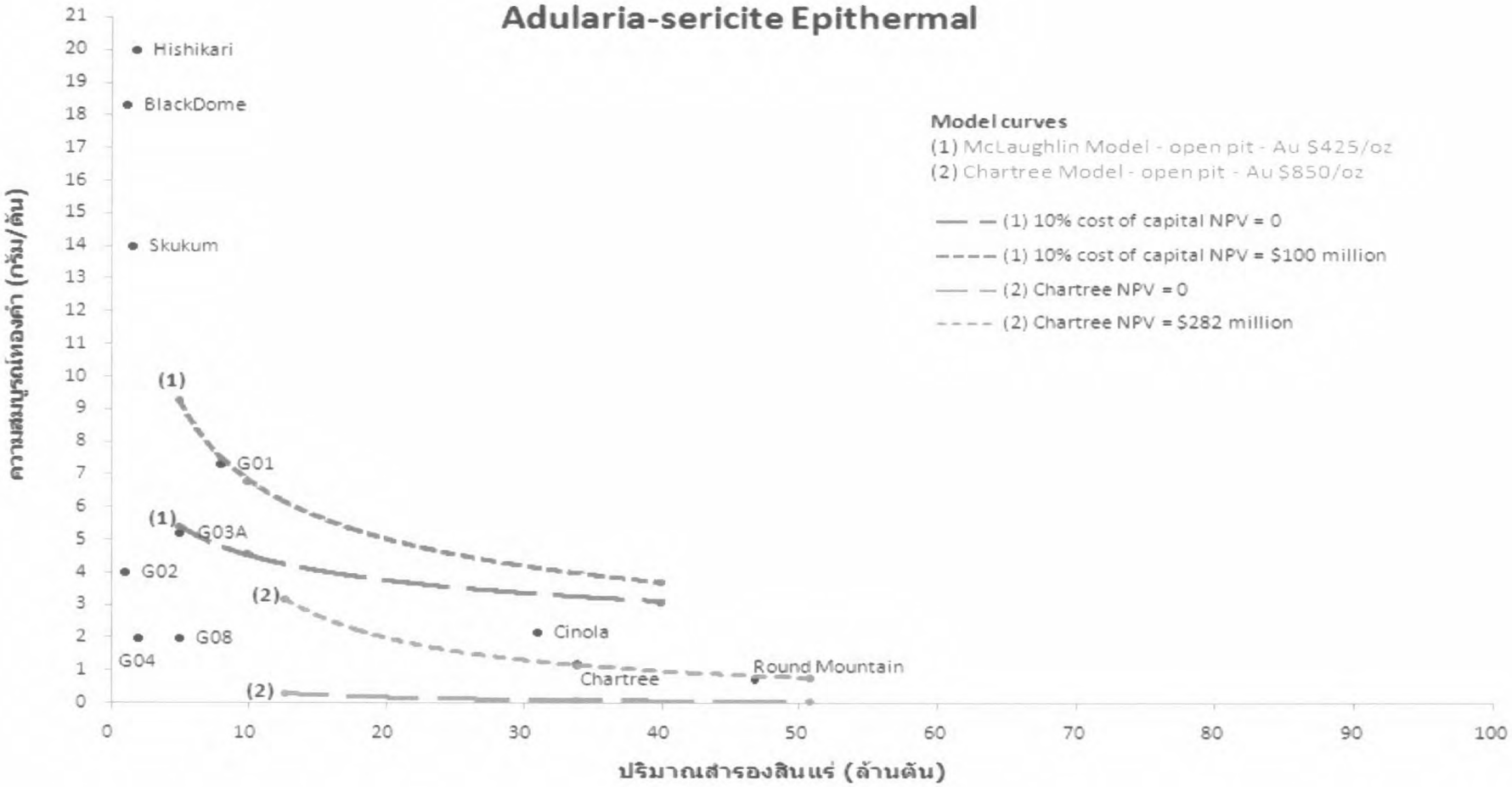
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดตัวอย่างแหล่งแร่ทองคำแบบที่ 4 Adularia-sericite epithermal

แหล่งแร่	ที่ตั้ง	ลักษณะสินแร่	ปริมาณสำรองสินแร่ (ล้านตัน)	ความสมบูรณ์ (กรัม/ตัน)	ต้นทุนต่อออนซ์ ($/oz)
Hishikari	Japan	F	1.8	20	136-200
BlackDome	British Columbia	F	1.1	18.3	163
Cinola	British Columbia	F	31	2.19	380
Round Mountain	Nevada	F	46.7	0.73	271
Skukum	Yokon Territories	R	1.5	14	-
Chartree	Thailand	F	33.9	1.2	194
G01	Thailand	F	8	7.3	
G02	Thailand	F	1	4	
G03A	Thailand	F	5	5.2	
G04	Thailand	F	2	2	
G08	Thailand	F	5	2	
McLaughlin (model) 0	California	F	5	5.4	127
McLaughlin (model) 0	California	F	10	4.6	127
McLaughlin (model) 0	California	F	40	3.1	127
McLaughlin (model) 100	California	F	5	9.3	127
McLaughlin (model) 100	California	F	10	6.8	127
McLaughlin (model) 100	California	F	40	3.7	127
Chartree (model) 0	Thailand	F	12.7	0.29	194
Chartree (model) 0	Thailand	F	33.9	0.11	194
Chartree (model) 0	Thailand	F	50.8	0.07	194
Chartree (model) 282	Thailand	F	12.7	3.2	194
*Chartree (model) 282	Thailand	F	33.9	1.2	194
Chartree (model) 282	Thailand	F	50.8	0.8	194

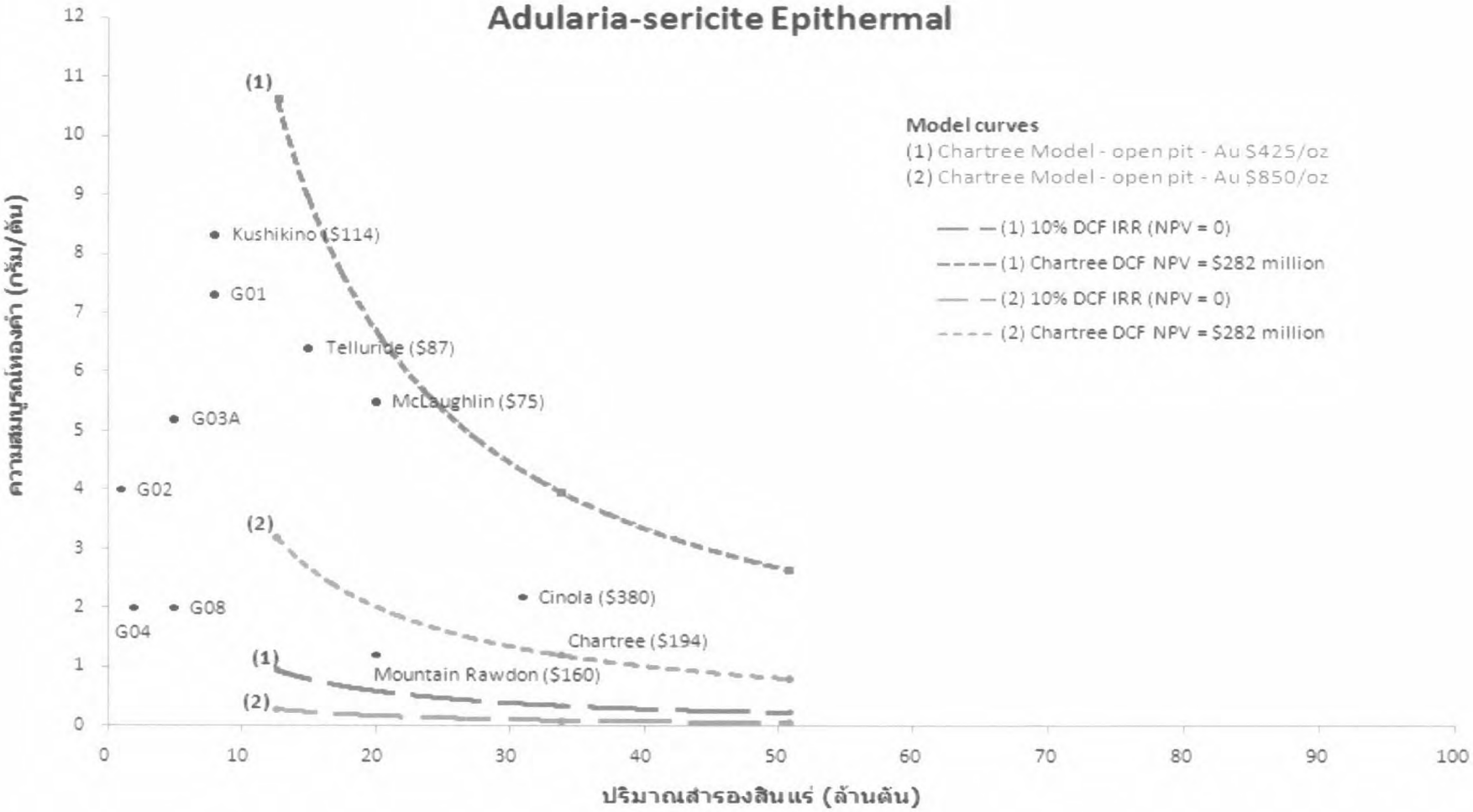
F = ทองคำธรรมชาติ (Free Gold)

R = ทองคำในแร่ออกไซด์และซัลไฟด์ (Refractory Gold)

*ปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ปัจจุบัน



รูปที่ 4.2 กราฟประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำแบบที่ 4 Adularia-sericite epithermal



รูปที่ 4.3 กราฟประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำแบบที่ 4 Adularia-sericite epithermal เทียบกับแบบจำลองทางเศรษฐกิจแหล่งแร่ทองคำชาตรี

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดตัวอย่างแหล่งแร่ทองคำแบบที่ 4 Adularia-sericite epithermal เทียบกับแหล่งแร่ทองคำชาตรี

แหล่งแร่	ที่ตั้ง	ลักษณะสินแร่	ปริมาณสำรองสินแร่ (ล้านตัน)	ความสมบูรณ์ (กรัม/ตัน)	ต้นทุนต่อออนซ์ ($/oz)
McLaughlin	USA	F	20	5.5	75
Telluride	USA	R	15	6.4	87
Cinola	British Columbia	F	31	2.19	380
Kushikino	Japan	F	8	8.32	114
Mountain Rawdon	Australia	F	20	1.2	160
Chartree	Thailand	F	33.9	1.2	194
G01	Thailand	F	8	7.3	
G02	Thailand	F	1	4	
G03A	Thailand	F	5	5.2	
G04	Thailand	F	2	2	
G08	Thailand	F	5	2	
Chartree (model) 0	Thailand	F	12.7	0.95	194
Chartree (model) 0	Thailand	F	33.9	0.36	194
Chartree (model) 0	Thailand	F	50.8	0.24	194
Chartree (model) 282	Thailand	F	12.7	10.64	194
Chartree (model) 282	Thailand	F	33.9	3.97	194
Chartree (model) 282	Thailand	F	50.8	2.65	194
Chartree (model) 0	Thailand	F	12.7	0.29	194
Chartree (model) 0	Thailand	F	33.9	0.11	194
Chartree (model) 0	Thailand	F	50.8	0.07	194
Chartree (model) 282	Thailand	F	12.7	3.2	194
*Chartree (model) 282	Thailand	F	33.9	1.2	194
Chartree (model) 282	Thailand	F	50.8	0.8	194

F = ทองคำธรรมชาติ

R = ทองคำในแร่ออกไซด์และซัลไฟด์

*ปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ปัจจุบัน

และอายุของเหมืองเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นข้อจำกัดของแบบจำลอง สำหรับพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ที่น่าสนใจ ได้แก่ พื้นที่ G01 และ G03A เนื่องจากมีปริมาณและความสมบูรณ์มากพอ ถึงแม้ราคาทองคำจะตกไปอยู่ที่ 425 เหรียญสหรัฐต่อออนซ์ ก็ยังสามารถทำกำไรได้อยู่ เมื่อพิจารณาด้านต้นทุนการดำเนินการ สำหรับพื้นที่ G01 จะอยู่ประมาณ 80-100 เหรียญต่อออนซ์ ส่วนพื้นที่ G03A ประมาณ 100-300 เหรียญต่อออนซ์ ที่ราคาทองคำ 850 เหรียญต่อออนซ์ แต่ทั้งนี้ผลที่ได้ แสดงถึงความน่าสนใจในการลงทุนสำรวจขั้นรายละเอียดต่อไปเท่านั้น ยังไม่สามารถชี้ชัดว่าจะทำกำไรทางเหมืองแร่ได้เท่าไร

4.2.4. **การประเมินค่าคุ้มทุนของแหล่งแร่แบบที่** 8 Skarn **และ** 12 Au-Cu sulphide-rich veins

1) **ข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน**

ตัวอย่างแหล่งแร่จากที่ต่างๆที่มีการกำเนิดแบบเดียวกันที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบ ได้แก่ แหล่งแร่ Parkes และ Red Dome ออสเตเรีย, แหล่งแร่ Cariboo bell และ Galore Creek แคนาดา, แหล่งแร่ Dizon ฟิลิปปินส์, แหล่งแร่ Battle mountain สหรัฐอเมริกา และแหล่งแร่ Tennate Creek นอร์ทเทิร์นทอริทอรี่ โดยแหล่งแร่ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการเกิดแร่โลหะทองแดง และมีความสัมพันธ์กับแร่ซัลไฟด์ ออกไซด์ และกอสแซน ดังนั้นลักษณะทองคำส่วนใหญ่ที่พบมักเป็นเม็ดขนาดเล็กมาก และเกิดร่วมหรือแทนที่กับแร่อื่น และ/หรือ ฝังประในเนื้อหินสการ์น แร่ทองคำส่วนใหญ่จึงเป็นแบบชนิดที่หลุดยาก (Refractory gold) ซึ่งอาจมีต้นทุนดำเนินการที่สูงกว่าแบบอื่นๆ พื้นที่ศักยภาพที่นำมาศึกษา ได้แก่

G05 แหล่งแร่ไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์

G07 แหล่งแร่ภูถ้ำพระ จังหวัดเลย

G09A แหล่งแร่ภูโล้น จังหวัดหนองคาย

G09B แหล่งแร่ภูห้วยฮ่อม บ้านตาดเสริม จังหวัดหนองคาย

G10 แหล่งแร่บ้านคลองอุดมสุข บ้านเขาสามสิบ จังหวัดสระแก้ว

G11 แหล่งแร่บ้านบ่อทอง จังหวัดปราจีนบุรี

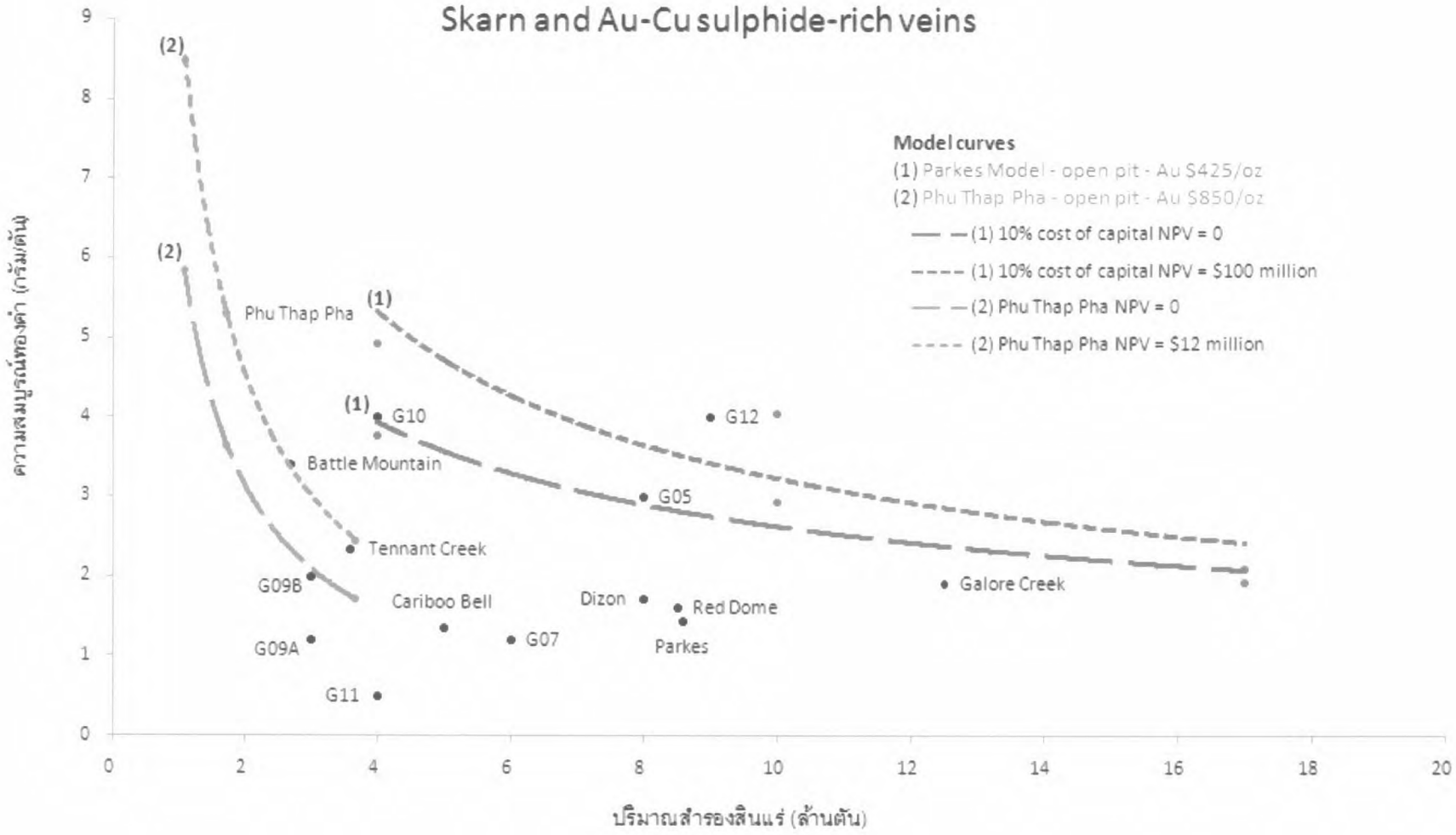
G12 แหล่งแร่บ้านดงยาง จังหวัดฉะเชิงเทรา

รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินแสดงใน ตารางที่ 4.3 สำหรับแบบจำลองทางเศรษฐกิจใช้แบบจำลองของแหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้าที่ NPV = 12 ล้านเหรียญ และ NPV = 0 เทียบกับแหล่งแร่ทองคำ Parkes ณ ราคาแร่ทองคำต่างกัน (รูปที่ 4.4) สำหรับการพิจารณาต้นทุนในการดำเนินการได้นำแบบจำลองแหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้ามาเทียบที่ราคาแร่ทองคำต่างกัน คือ ราคา 850 เหรียญต่อออนซ์ กับ 600 เหรียญต่อออนซ์ (รูปที่ 4.5) สาเหตุที่ใช้ราคา 425 เหรียญต่อออนซ์เหมือนกับกราฟแรกไม่ได้นั้น เพราะที่ราคาทองคำ 425 เหรียญต่อออนซ์ทำเหมืองไม่ได้ เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงเกินไป แบบจำลองจึงไม่สามารถจำลองค่าออกมาได้

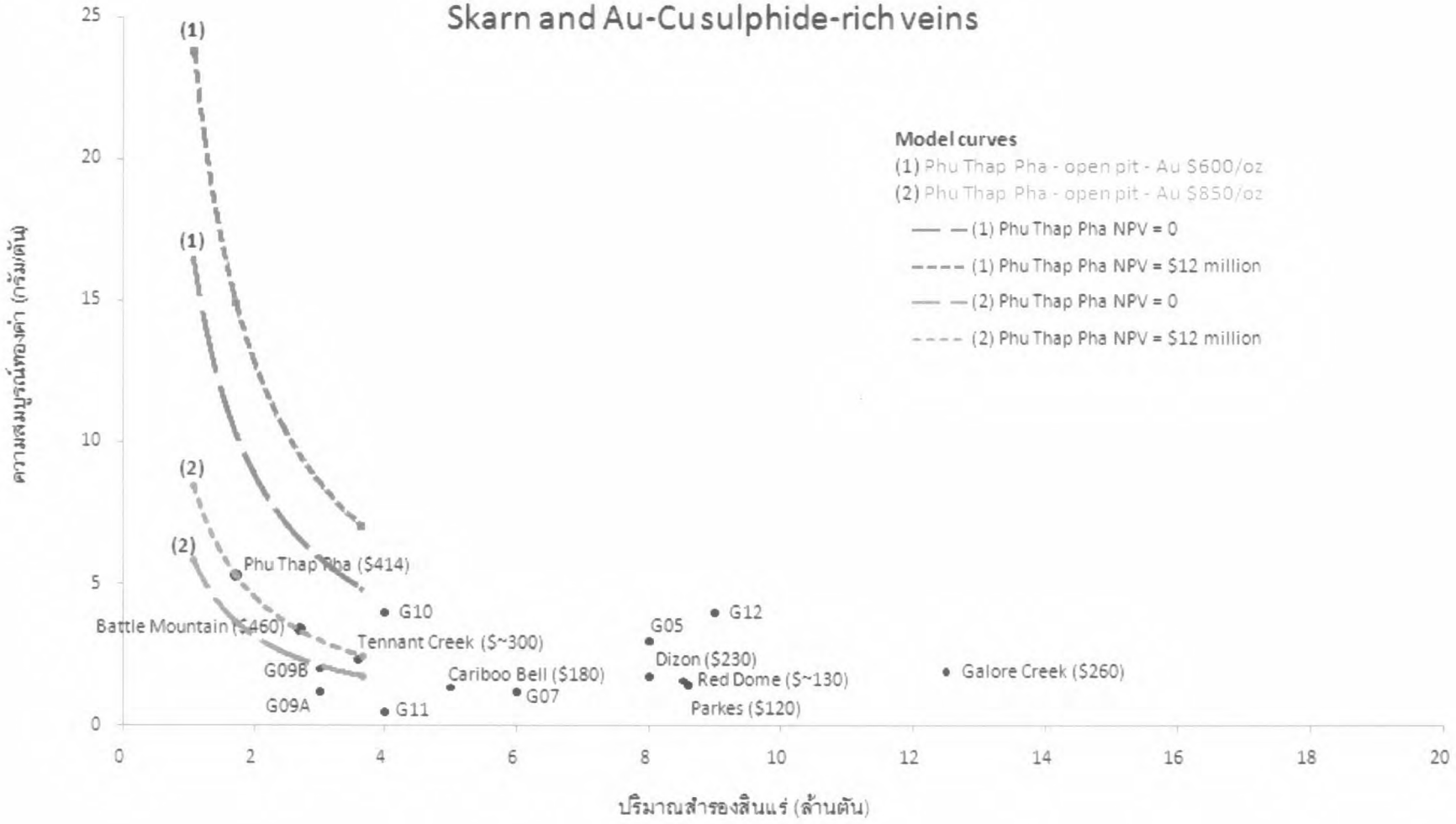
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดตัวอย่างแหล่งแร่ทองคำแบบที่ 8 Skarn และ 12 Au-Cu sulphide-rich

แหล่งแร่	ที่ตั้ง	ลักษณะสินแร่	ปริมาณสำรองสินแร่ (ล้านตัน)	ความสมบูรณ์ (กรัม/ตัน)	ต้นทุนต่อออนซ์ ($/oz)
Parkes	Australia	R	8.6	1.44	120
Cariboo Bell	Canada	R	5	1.35	180
Galore Creek	Canada	R	12.5	1.91	260
Dizon	Philippines	R	8	1.71	230
Battle Mountain	USA	R	2.7	3.4	460
*Red Dome	Australia	R	8.5	1.61	~130
Tennant Creek	Northern Territory	R	3.6	2.34	~300
Phu Thap Pha	Thailand	R	1.73	5.3	414
G05	Thailand	R	8	3	
G07	Thailand	R	6	1.2	
G09A	Thailand	R	3	1.2	
G09B	Thailand	R	3	2	
G10	Thailand	F	4	4	
G11	Thailand	F	4	0.5	
G12	Thailand	R	9	4	
Parkes (model) 0	Australia	R	4	3.77	120
Parkes (model) 0	Australia	R	10	2.94	120
Parkes (model) 0	Australia	R	17	1.93	120
Parkes (model) 100	Australia	R	4	4.92	120
Parkes (model) 100	Australia	R	10	4.04	120
Parkes (model) 100	Australia	R	17	2.1	120
Phu Thap Pha (model) 0	Thailand	R	1.08	16.4	414
Phu Thap Pha (model) 0	Thailand	R	1.73	10.3	414
Phu Thap Pha (model) 0	Thailand	R	3.66	4.8	414
Phu Thap Pha (model) 12	Thailand	R	1.08	23.8	414
Phu Thap Pha (model) 12	Thailand	R	1.73	14.9	414
Phu Thap Pha (model) 12	Thailand	R	3.66	7	414
Phu Thap Pha (model) 0	Thailand	R	1.08	5.85	414
Phu Thap Pha (model) 0	Thailand	R	1.73	3.65	414
Phu Thap Pha (model) 0	Thailand	R	3.66	1.72	414
Phu Thap Pha (model) 12	Thailand	R	1.08	8.48	414
**Phu Thap Pha (model) 12	Thailand	R	1.73	5.3	414
Phu Thap Pha (model) 12	Thailand	R	3.66	2.45	414

F = ทองคำธรรมชาติ, R = ทองคำในแร่ออกไซด์และซัลไฟด์, *Red Dome = Inferred resource, ** = ปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ปัจจุบัน



รูปที่ 4.4 กราฟการประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่แบบที่ 8 Skarn และ 12 Au-Cu sulphide-rich veins



รูปที่ 4.5 กราฟการประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่แบบที่ 8 Skarn และ 12 Au-Cu sulphide-rich veins เทียบกับแบบจำลองเศรษฐกิจแหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า

2) **ผลการศึกษา**

จากการเปรียบเทียบข้อมูลพบว่า แหล่งแร่ทองคำชนิดนี้ ส่วนใหญ่มักมีปริมาณสำรองค่อนข้างต่ำ แต่มีความสมบูรณ์ของแหล่งแร่สูง โดยเฉพาะแหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า พิจารณาพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ที่คัดเลือก พบว่า พื้นที่ G05 และ G12 เป็นพื้นที่น่าสนใจ เนื่องจากเมื่อราคาทองคำอยู่ที่ 600 เหรียญต่อออนซ์ ปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ ยังสามารถทำกำไรได้อยู่ และเมื่อเทียบต้นทุนการดำเนินการกับแหล่งแร่อื่นๆ พบว่า ต้นทุนของพื้นที่ G05 และ G12 น่าจะอยู่ในช่วงประมาณ 200-400 เหรียญต่อออนซ์

4.2.5. **การประเมินค่าคุ้มทุนของแหล่งแร่แบบที่** 11 Non-carbonate stockwork disseminated **และ** 16 Iron-formation hosted vein and disseminated

1) **ข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน**

ตัวอย่างแหล่งแร่จากที่ต่างๆที่มีการกำเนิดแบบเดียวกันที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบได้แก่ แหล่งแร่ Hill 50 ออสเตเรีย, แหล่งแร่ Cuiaba บราซิล, แหล่งแร่ Porgera ปาปัวนิวกินี, แหล่งแร่ Homestake สหรัฐอเมริกา, แหล่งแร่ Farley และ Lupin แคนาดา, แหล่งแร่ Kolar อินเดียและแหล่งแร่ Holt ออนโตริโอ้ แร่ทองคำส่วนใหญ่มักเกี่ยวข้องกับการเกิดแร่เหล็ก หรือ แร่ออกไซด์และซัลไฟด์ เกิดเป็นแถบฝังประอยู่ในชั้นหิน แร่ทองคำส่วนใหญ่จึงเป็นแบบชนิดที่หลุดยาก (Refractory gold) พื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำที่นำมาศึกษา ได้แก่

G03B แหล่งแร่เขาร่อนทอง อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์

G06 แหล่งแร่บ้านน้ำพร อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

โดยรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินแสดงใน ตารางที่ 4.4 สำหรับแบบจำลองทางเศรษฐกิจใช้แบบจำลองของแหล่งแร่ต่างประเทศ ได้แก่ แบบจำลองของแหล่งแร่ Detour Lake แคนาดา และ Nobles Nob นอร์ทเทิร์นทอริทอรี่ (Blain, 1984) ที่ NPV = 0 และ NPV = 100 เหรียญสหรัฐ โดยแบบจำลอง Nobles Nob ถูกปรับค่าของราคาทองคำมาที่ 850 เหรียญต่อออนซ์ (รูปที่ 4.6) เพื่อการเปรียบเทียบที่เป็นปัจจุบัน โดยแหล่งแร่ทั้งสองมีการกำเนิดคล้ายคลึงกัน และเกี่ยวข้องกับแร่เหล็ก

2) **ผลการศึกษา**

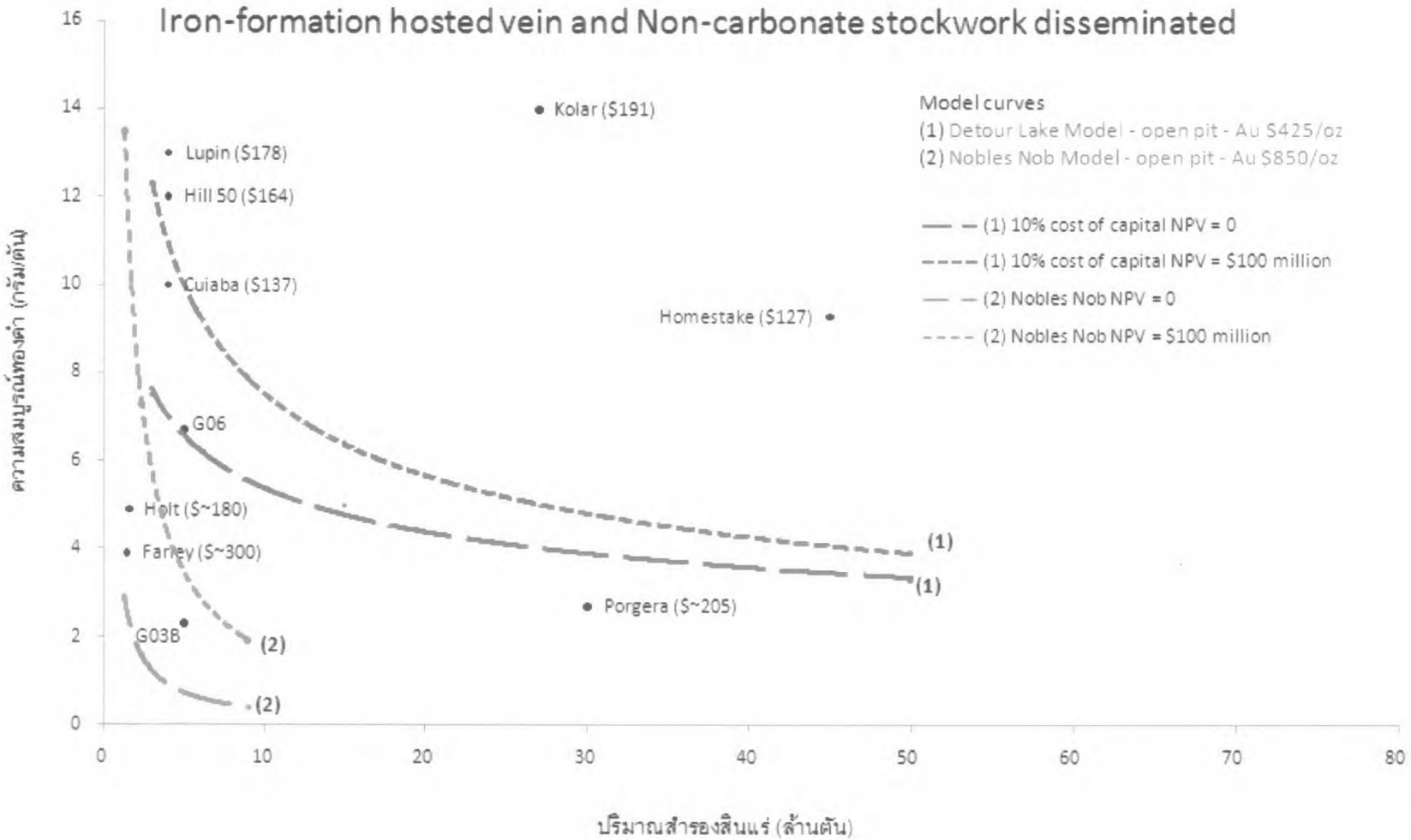
จากการศึกษาเปรียบเทียบพบว่า แหล่งแร่ทองคำชนิดนี้ส่วนใหญ่มักมีความสมบูรณ์สูง อาจเนื่องจากขนาดของเม็ดแร่ทองคำที่เกิดร่วมกับแร่ซัลไฟด์ และออกไซด์ เมื่อพิจารณาเส้นกราฟที่ราคาทองคำ 425 เหรียญต่อออนซ์ พบว่า พื้นที่ G06 มีความน่าสนใจสำหรับการเกิดแหล่งแร่ทองคำชนิดนี้ เนื่องจากยังคงทำกำไรได้เมื่อราคาแร่ทองคำต่ำ และจากการพิจารณาต้นทุนการดำเนินการจากแบบจำลองกระแสเงินสดของแหล่งแร่ Nobles Nob สามารถประมาณต้นทุนการดำเนินการทำเหมือง ในพื้นที่ G06 ได้อยู่ในช่วงประมาณ 150-300 เหรียญต่อออนซ์

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดตัวอย่างแหล่งแร่ทองคำแบบที่ 11 Non-carbonate stockwork disseminated และ 16 Iron-formation hosted vein and disseminated

แหล่งแร่	ที่ตั้ง	ลักษณะสินแร่	ปริมาณสำรองสินแร่ (ล้านตัน)	ความสมบูรณ์ (กรัม/ตัน)	ต้นทุนต่อออนซ์ ($/oz)
Hill 50	Australia	F	4	12	164
Cuiaba	Brazil	F	4	10	137
Porgera	Papua New Guinea	R	30	2.7	~205
Homestake	USA	F	45	9.3	127
Farley	Canada	R	1.45	3.9	~300
Lupin	Canada	R	4	13	178
Kolar	India	R	27	14	191
Holt	Ontario	F	1.6	4.9	~180
G03B	Thailand	R	5	2.3	
G06	Thailand	R	5	6.7	
Detour lake (model) 0	Canada	F	3	7.5	168
Detour lake (model) 0	Canada	F	15	5	168
Detour lake (model) 0	Canada	F	50	3.3	168
Detour lake (model) 100	Canada	F	3	12.3	168
Detour lake (model) 100	Canada	F	15	6.4	168
Detour lake (model) 100	Canada	F	50	3.9	168
Nobles Nob (model) 0	Northern Territory	R	1.3	2.9	189
Nobles Nob (model) 0	Northern Territory	R	2.4	1.6	189
Nobles Nob (model) 0	Northern Territory	R	9	0.4	189
Nobles Nob (model) 100	Northern Territory	R	1.3	13.5	189
Nobles Nob (model) 100	Northern Territory	R	2.4	7.3	189
Nobles Nob (model) 100	Northern Territory	R	9	1.9	189

F = ทองคำธรรมชาติ

R = ทองคำในแร่ออกไซด์และซัลไฟด์



รูปที่ 4.6 กราฟการประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่แบบที่ 11 Non-carbonate stockwork disseminated และ 16 Iron-formation hosted vein and disseminated

จากผลการศึกษาประเมินพื้นที่ศักยภาพเชิงเศรษฐกิจของพื้นที่ทั้งหมด สามารถสรุปพื้นที่ที่น่าสนใจได้ทั้งหมด 5 พื้นที่ ดังนี้

G01 แหล่งแร่บ้านเขาเขียว, บ้านเขารัง จังหวัดพิษณุโลก

G03A แหล่งแร่เขาร่อนทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

G05 แหล่งแร่ไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์

G06 แหล่งแร่บ้านน้ำพร อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

G12 แหล่งแร่บ้านดงยาง จังหวัดฉะเชิงเทรา

และสรุปรายละเอียดของแต่ละพื้นที่ได้ใน ตารางที่ 4.5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 สรุปการประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำในเชิงเศรษฐกิจ

รหัสพื้นที่	ที่ตั้ง	พื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่	ชนิดการกำเนิดแหล่งแร่ทองคำ (Robert F., 1997)	ลักษณะสินแร่ทองคำ	*ต้นทุนการดำเนินการ ($/oz)	ปริมาณสำรองสินแร่คาดคะเน (ล้านตัน)	ความสมบูรณ์ (กรัม/ตัน)
G01	จ.พิษณุโลก อ.เนินมะปราง	บ้านเขาเขียว บ้านเขารัง	4 Adulana-sericite epithermal	ทองคำในรูปแบบซิลิซระ (F)	80-100	8	7.3
G03A	จ.เพชรบูรณ์ อ.ชนแดน	เขาร่อนทอง	4 Adulana-sericite epithermal	ทองคำในสายควอตซ์ (F)	100-300	5	5.2
G05	จ.นครสวรรค์ อ.ไพศาลี	ไพศาลี	8 Skarn	ฝังประขนาดเล็กในหินสการ์น (R)	200-400	8	3
G06	จ.เลย อ.เชียงคาน	บ้านน้ำพร ภูห้วยเอี่ยม	11 Non-carbonate stockwork (disseminated	ทองคำเทลลูไลต์ (R)	150-300	5	6.7
G12	จ.ฉะเชิงเทรา อ.พนมสารคาม	เขาดิน-เขาดงยาง บ้านดงยาง	12 Au-Cu sulphide-rich vein	ทองคำในแร่ซัลไฟด์และซิลไฟด์ (R)	200-400	9	4

*ต้นทุนการดำเนินการนี้ เป็นเพียงค่าประมาณที่ได้จากการศึกษาประเมินแบบจำลองค่าคุ้มทุนในการพัฒนาเหมืองแร่ในแหล่งแร่แบบต่างๆ ซึ่งใช้เป็นตัวบ่งชี้ความน่าเสี่ยงต่อการลงทุนสำรวจขั้นรายละเอียดและความน่าสนใจด้านเศรษฐศาสตร์เท่านั้น ไม่สามารถใช้บ่งชี้ในการลงทุนทำเหมืองแร่ได้ เนื่องจากในความเป็นจริงต้นทุนในการดำเนินการ จะขึ้นกับแร่ป้อน และอัตราการผลิต รวมไปถึงความสมบูรณ์และปริมาณสำรองของแร่ป้อน ซึ่งเมื่อทำเหมืองแร่ทองคำ แร่ป้อนเหล่านี้จะมีค่าไม่คงที่ แต่ทางเหมืองจะต้องพยายามควบคุมให้คงที่ นอกจากนี้ปริมาณสำรองและความสมบูรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงปริมาณสำรองทรัพยากรแร่ที่พบ หรือ ที่ระบุได้เท่านั้น (Inferred to indicated resource)

4.3 การประเมินด้านต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อม

การประเมินต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมนั้น จะอาศัยการพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดินและแลพื้นที่เป็นหลัก เนื่องการจากทำเหมืองแร่มักเกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่โดยตรง และบ่อยครั้งของการทำเหมืองมักประสบปัญหาการจัดสรรประโยชน์การใช้ที่ดินกับคนในท้องที่ หรือบางครั้งมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ป่าไม้อนุรักษ์ หรือ เขตลุ่มน้ำชั้นหนึ่งเอ ซึ่งกรมป่าไม้สงวนไว้เป็นแหล่งต้นน้ำ เป็นต้น ในการประเมินจะใช้หลักการซ้อนทับของข้อมูลเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์ (Spatial Ananlysis) โดยอาศัยแนวคิดของ Richard (1998) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินพื้นที่อนุรักษ์ทางธรรมชาติ ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินครั้งนี้เป็นแผนที่ดิจิตอลของการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน และแผนที่ป่าไม้ จากกรมป่าไม้ นำมาซ้อนทับกันเพื่อดูความสัมพันธ์ และจัดแบ่งเป็นระดับมูลค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด การจัดระดับมูลค่าของพื้นที่ ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ ดังนี้

4.3.1 เกณฑ์การพิจารณาด้านพื้นที่ชุมชน พื้นที่ชุมชนจัดแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่

L1 = พื้นที่ชุมชน คือ พื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เศรษฐกิจของชุมชน

L2 = พื้นที่เกษตรกรรม คือ พื้นที่ไร่นาชนิดต่างๆที่คนในชุมชนปลูกไว้

L3 = พื้นที่ป่าละเมาะและทุ่งหญ้า คือ พื้นที่สาธารณะที่คนในชุมชนใช้ประโยชน์ร่วมกัน

กำหนดให้มูลค่าของพื้นที่ L1, L2 และ L3 ข้างต้น มีมูลค่า มาก, ปานกลาง และน้อย ตามลำดับ

4.3.2 เกณฑ์การพิจารณาด้านพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ป่าไม้ได้จัดแบ่งเป็น 3 ระดับ เช่นกัน

F1 = พื้นที่ป่าไม้และลุ่มน้ำชั้น 1A

F2 = พื้นที่ป่าไม้และลุ่มน้ำชั้น 1B

F3 = พื้นที่ป่าไม้ระดับที่ 2, 3, 4 และ5

กำหนดให้มูลค่าของพื้นที่ F1, F2 และ F3 ข้างต้น มีมูลค่า มาก, ปานกลาง และน้อย ตามลำดับ

4.3.3 เกณฑ์การพิจารณาต้นทุนพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ

กำหนดให้ระดับมูลค่าของพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ เป็นดังนี้

ระดับ 1 = มูลค่ามาก หมายถึง ต้นทุนการพัฒนาแหล่งแร่ที่ต้องจ่ายเพิ่มขึ้นมาก

ระดับ 2 = มูลค่าปานกลาง หมายถึง ต้นทุนการพัฒนาที่ต้องจ่ายเพิ่มขึ้นปานกลาง

ระดับ 3 = มูลค่าน้อย หมายถึง ต้นทุนการพัฒนาแหล่งแร่ที่ต้องจ่ายเพิ่มขึ้นน้อย

โดยเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ คือ อัตราส่วนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ ที่ซ้อนทับกันอยู่ โดยมีหลักเกณฑ์การตัดสินใจจัดระดับพื้นที่ ดังนี้

พื้นที่ย่อยระดับ 1 มูลค่ามาก จะประกอบด้วยพื้นที่ L1, F1 และ F2

พื้นที่ย่อยระดับ 2 มูลค่าปานกลาง จะประกอบด้วยพื้นที่ L2 และ F3

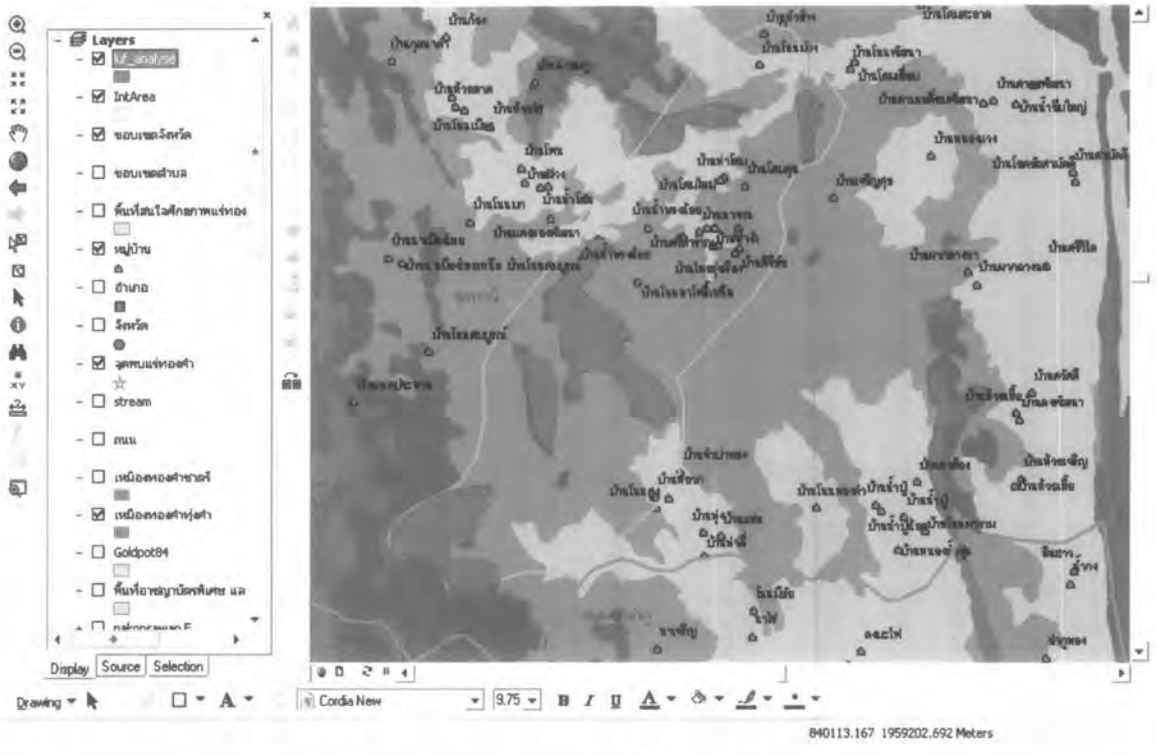
พื้นที่ย่อยระดับ 3 มูลค่าน้อย จะประกอบด้วยพื้นที่ L3 และ F3

4.3.4 **การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์** (GIS) มีขั้นตอน ดังนี้

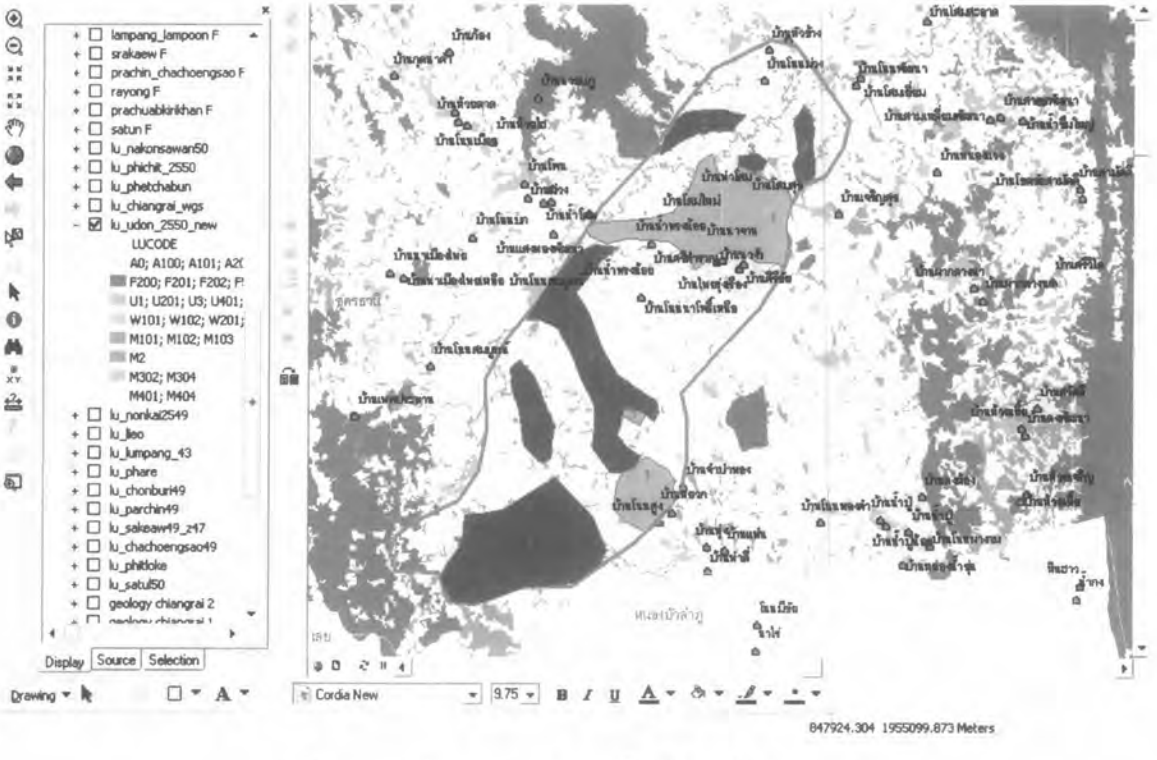
1) การซ้อนทับของชั้นข้อมูลเพื่อดูความสัมพันธ์และกำหนดขอบเขตพื้นที่ตามเกณฑ์ที่กำหนด อาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงภาพในการช่วยพิจารณากำหนดขอบเขต โดยแบ่งสร้างขอบเขตด้านพื้นที่ป่าไม้ก่อน (รูปที่ 4.7) จากนั้นจึงพิจารณาขอบเขตของพื้นที่ชุมชน (รูปที่ 4.8)
2) เมื่อได้ขอบเขตระดับมูลค่าของพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ชุมชนแล้ว นำขอบเขตของข้อมูลทั้งมาซ้อนรวมกัน เพื่อพิจารณาคัดเลือกระดับมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่หลักทั้ง 12 พื้นที่ตามเกณฑ์ที่กำหนดข้างต้น (รูปที่ 4.9 ถึง รูปที่ 4.20)
3) ทำการสรุปมูลค่าต้นทุนของพื้นที่ศักยภาพทั้ง 12 พื้นที่ จากการรวมมูลค่าของพื้นที่ย่อย เพื่อใช้ในการพิจารณาความเป็นไปได้เบื้องต้นในการตัดสินใจพัฒนาแหล่งแร่ มูลค่าโดยรวมจะคิดจากมูลค่าย่อยในพื้นที่ โดยจะดูจาก มูลค่าของพื้นที่ย่อยระดับที่ 1 เป็นหลัก โดย
   - หากพื้นที่ศักยภาพมีมูลค่า พื้นที่ย่อยระดับ 1 มี 30 % จะถือว่า ต้นทุนมาก
   - หากพื้นที่ศักยภาพมีมูลค่า พื้นที่ย่อยระดับ 1 มี 15% จะถือว่า ต้นทุนปานกลาง
   - หากพื้นที่ศักยภาพมีมูลค่า พื้นที่ย่อยระดับ 1 มี 5%-10% จะถือว่า ต้นทุนน้อย

โดยค่าที่ได้จะสรุปเป็นแผนที่ข้อมูลเชิงคุณภาพจากระดับ มาก ไปหา น้อย (รูปที่ 4.21)

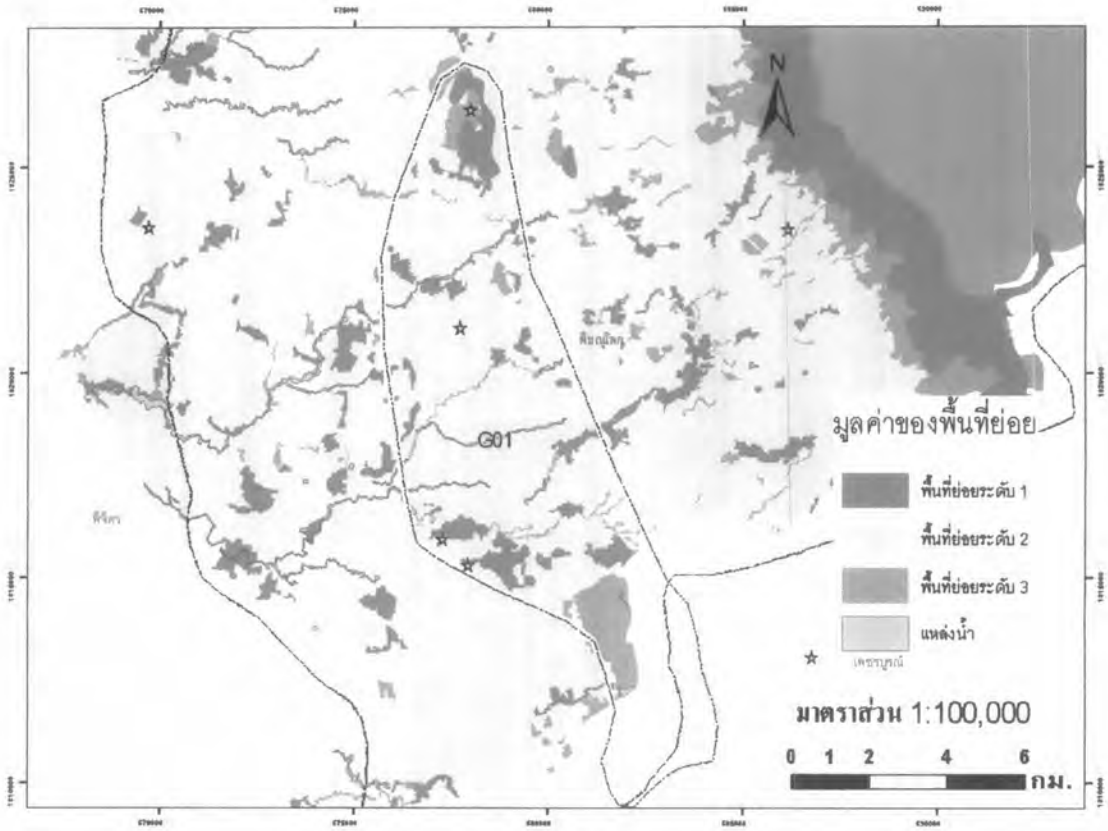
4) จากรูปที่ 4.21 นำมาพิจารณาประกอบกับพื้นที่ที่ได้คัดเลือกจากเกณฑ์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ทำให้สามารถสรุปและจำแนกพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำที่น่าลงทุนพัฒนา ที่มีต้นทุนในการชดเชยให้กับสังคมและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างต่ำ และคาดว่าจะพบปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ซ้อนทับกับพื้นที่ชุมชนและป่าไม้น้อย รวมไปถึงปัญหาแรงต้าน หรือปัญหาอื่นๆกับชุมชนน้อยด้วย ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวได้แก่
   - พื้นที่รหัส G01 บริเวณจังหวัดพิษณุโลก พื้นทีส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าและไร่นา
   - พื้นที่รหัส G03A บริเวณจังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นทีส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การเกษตรกรรม
   - พื้นที่รหัส G06 บริเวณจังหวัดเลย พื้นทีส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าผสม มีพื้นที่ชุมชนบ้างบางพื้นที่



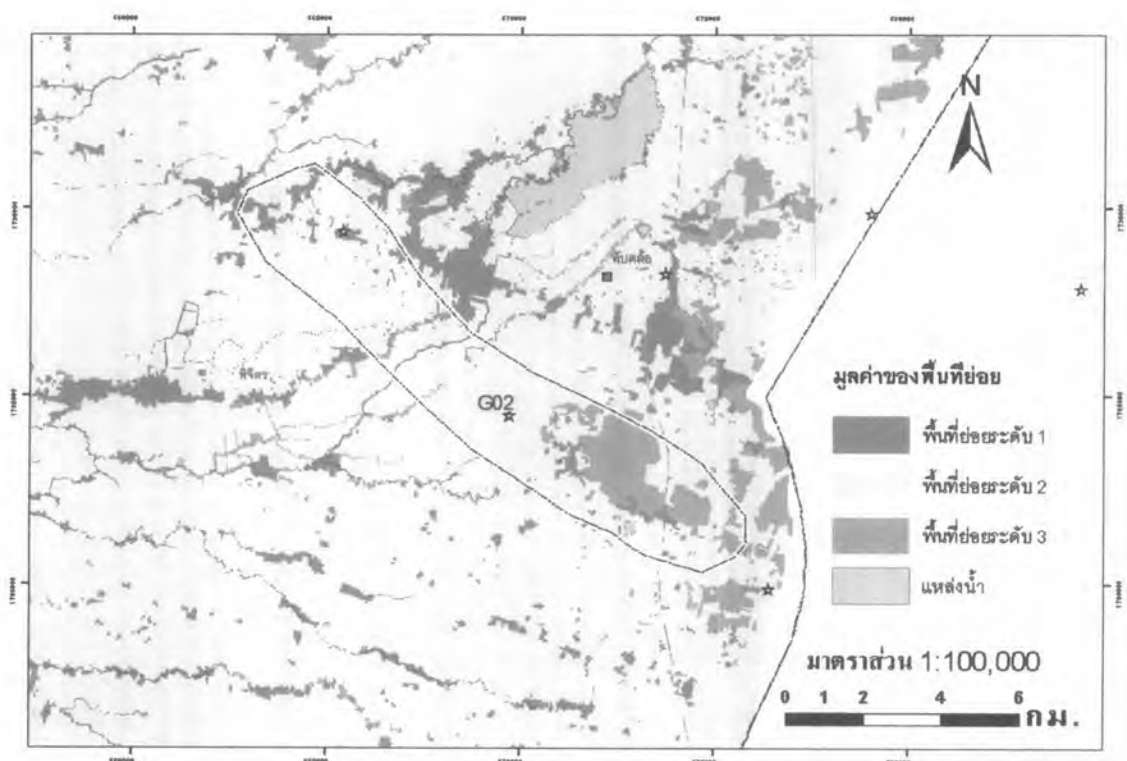
รูปที่ 4.7 การกำหนดมูลค่าของพื้นที่ด้านพื้นที่ป่าไม้



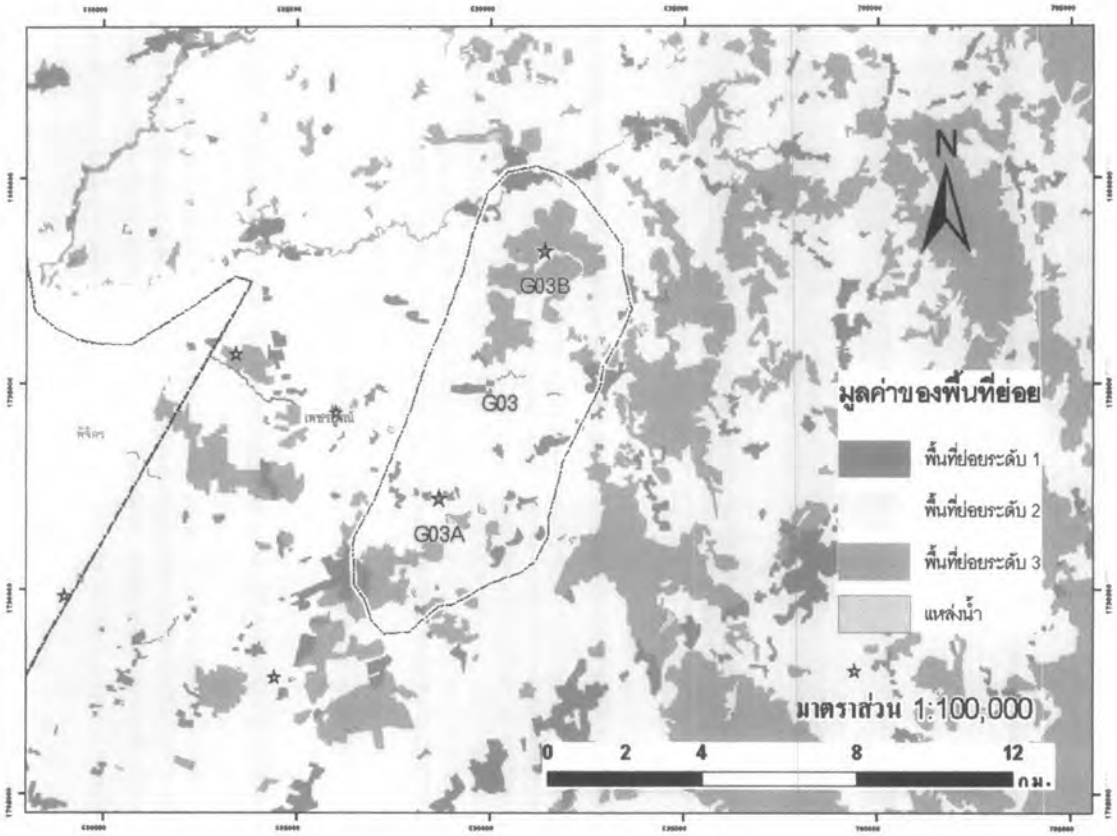
รูปที่ 4.8 การกำหนดมูลค่าของพื้นที่ด้านพื้นที่ชุมชน



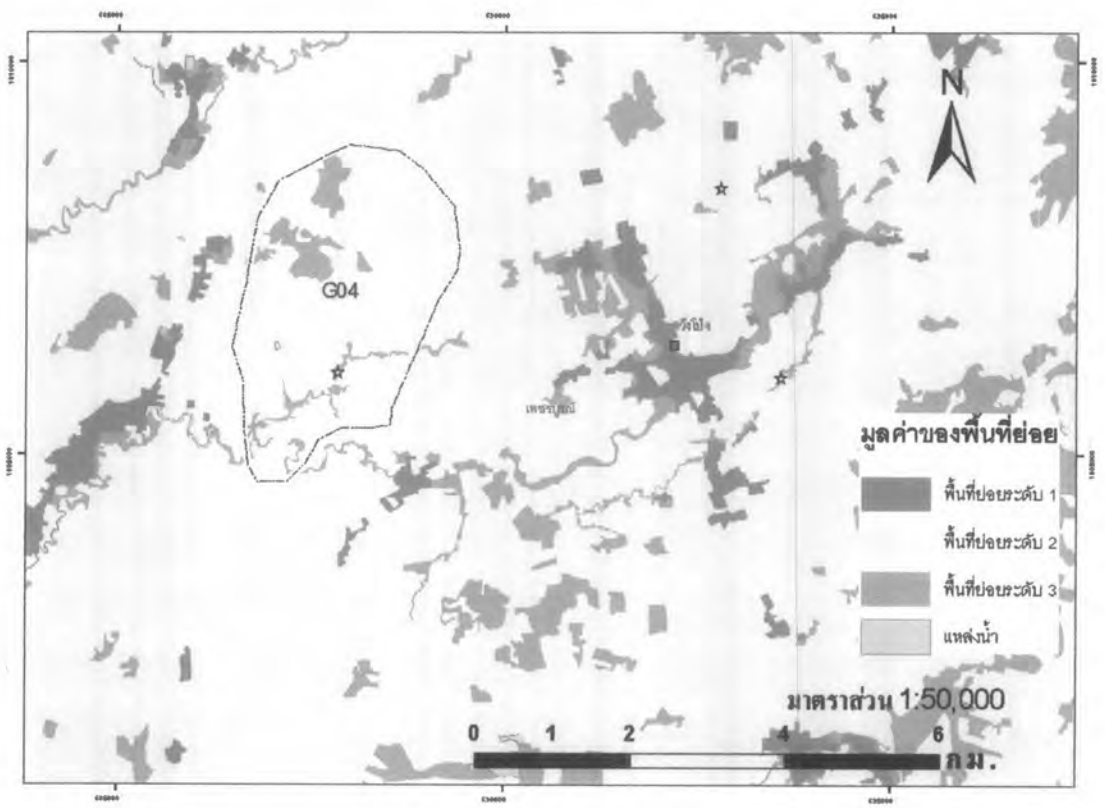
รูปที่ 4.9 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G01



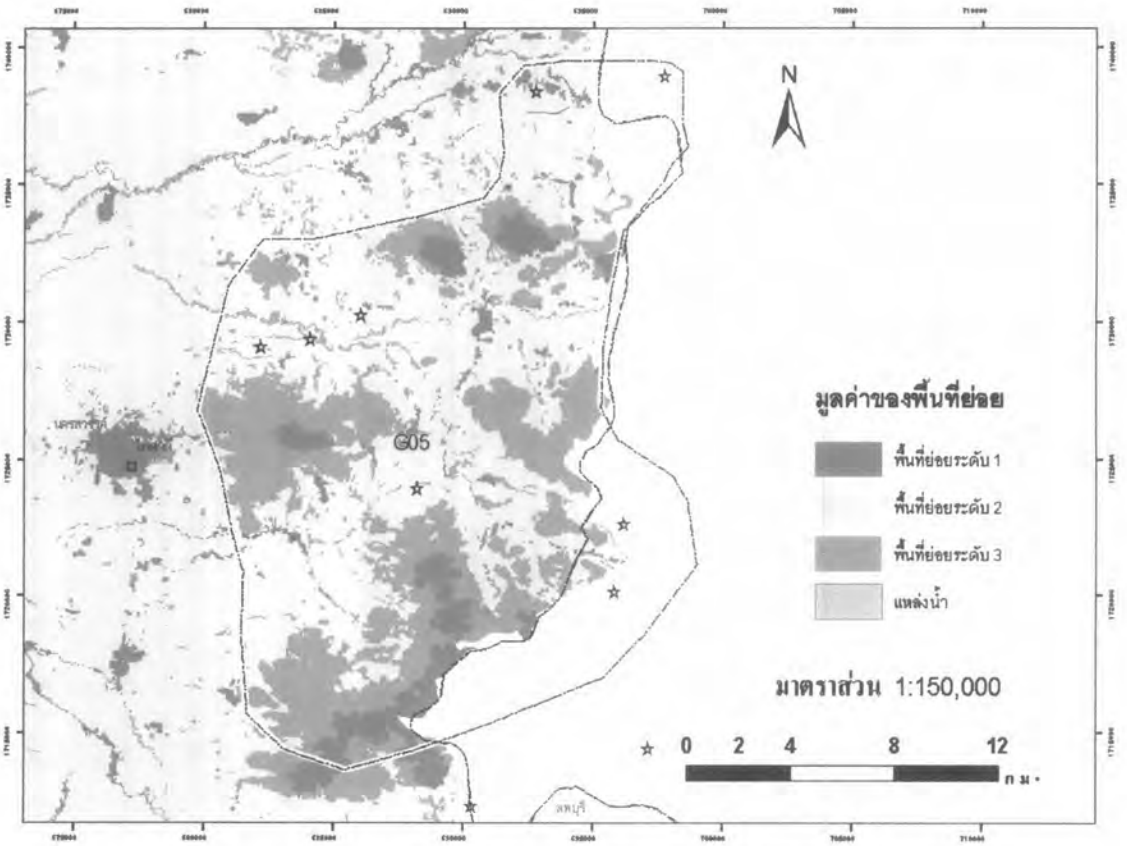
รูปที่ 4.10 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G02



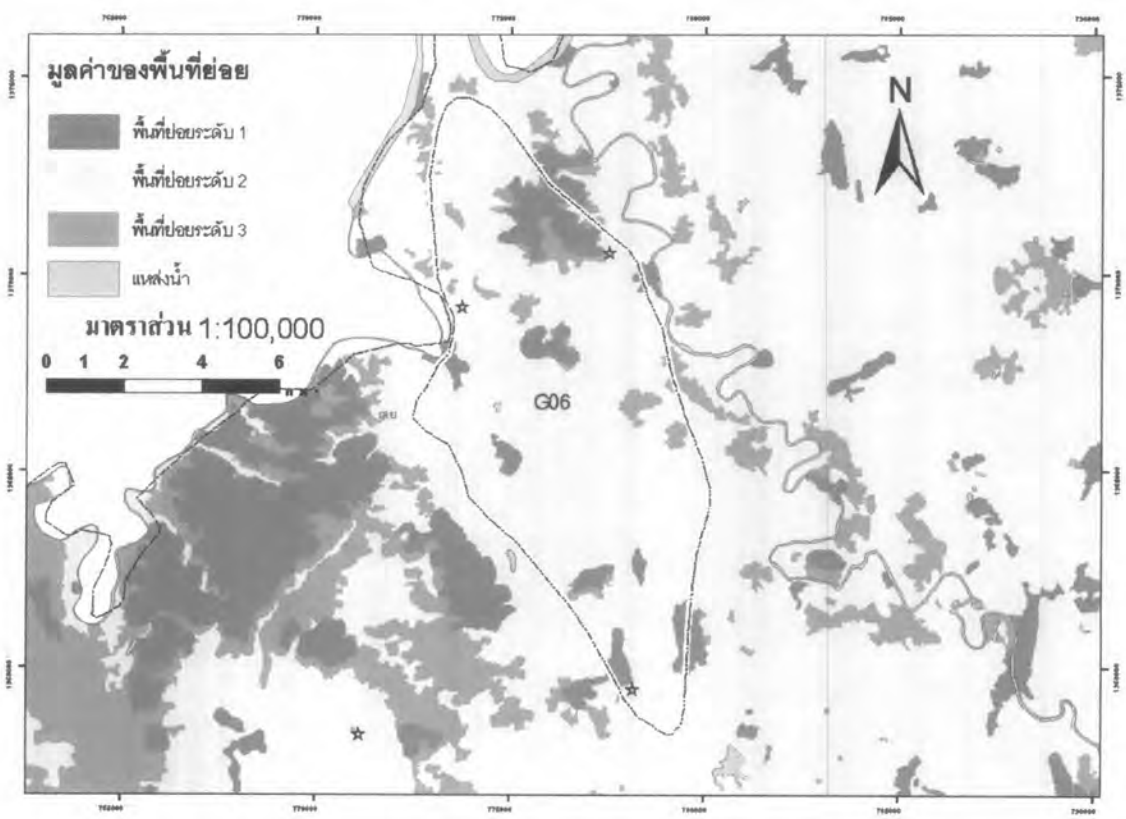
รูปที่ 4.11 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G03



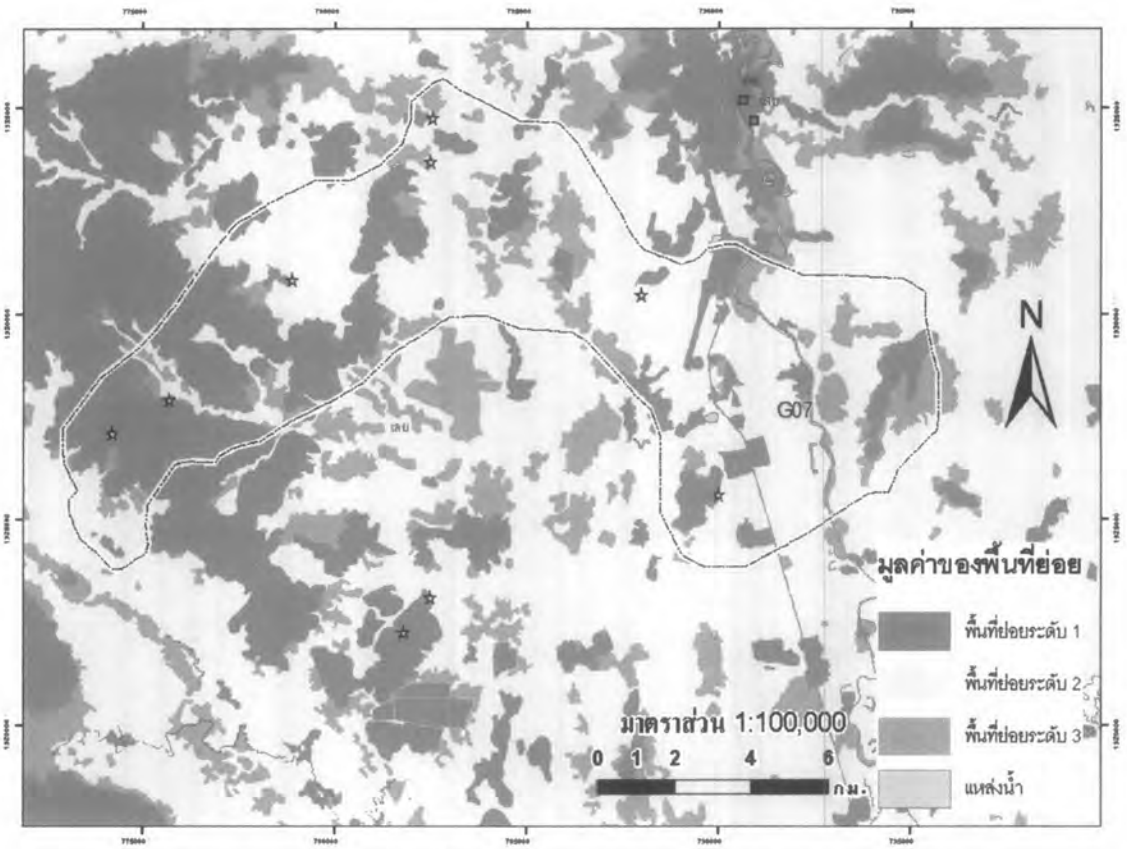
รูปที่ 4.12 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G04



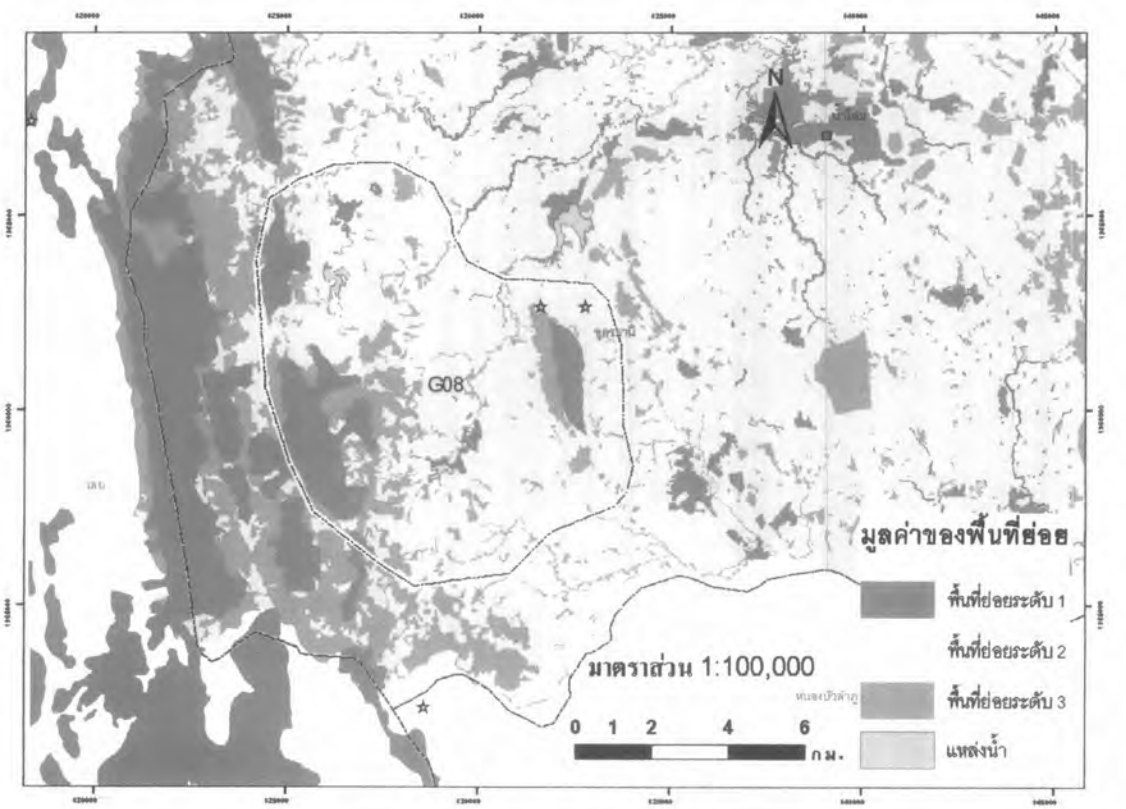
รูปที่ 4.13 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G05



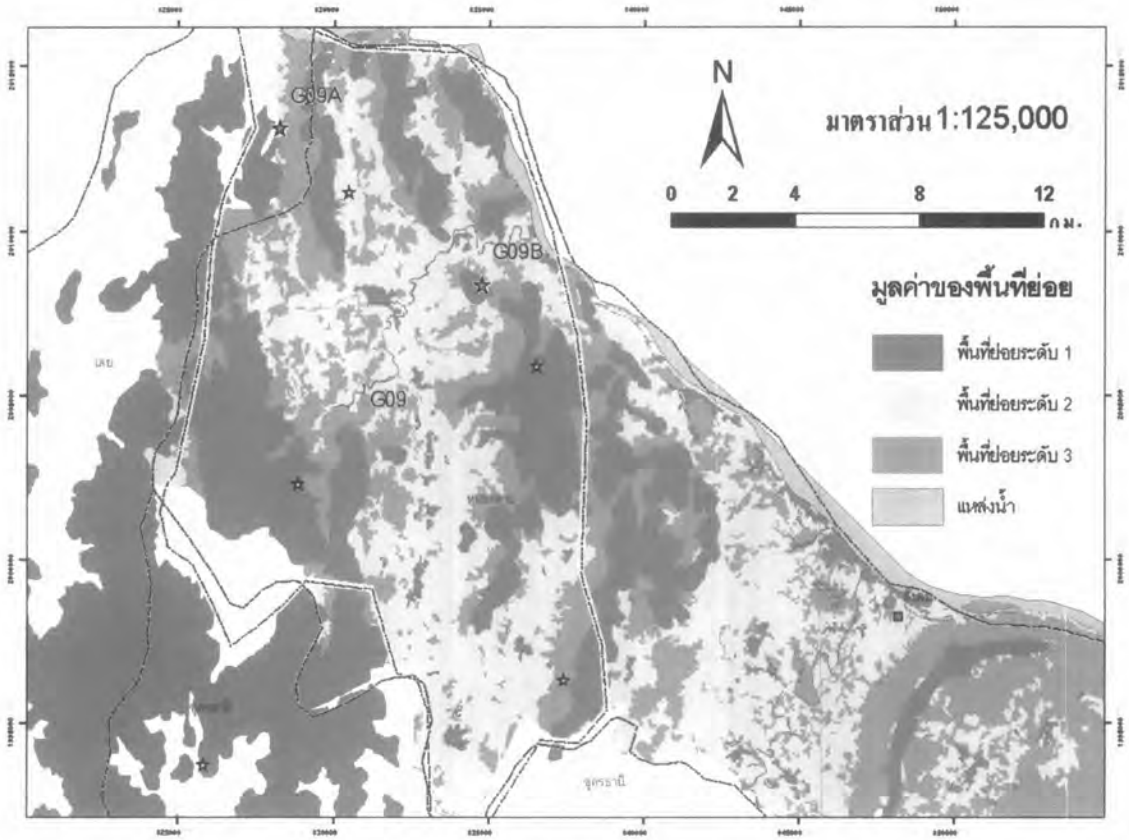
รูปที่ 4.14 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G06



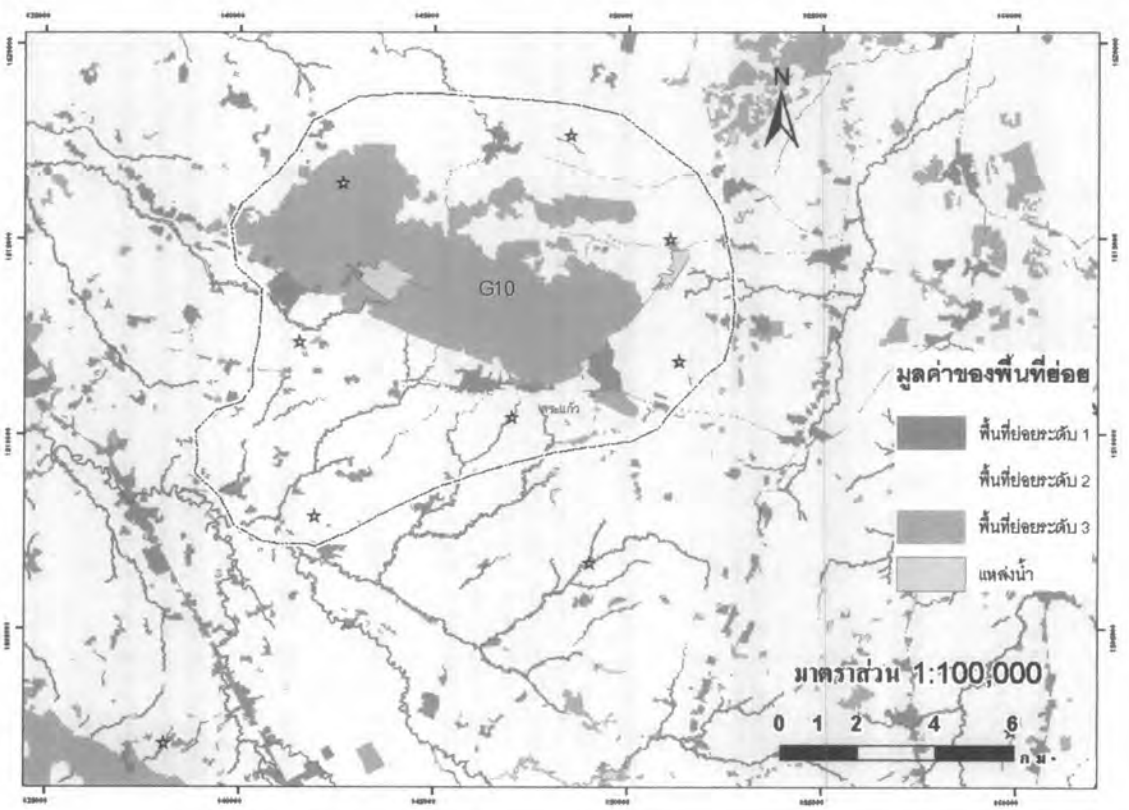
รูปที่ 4.15 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G07



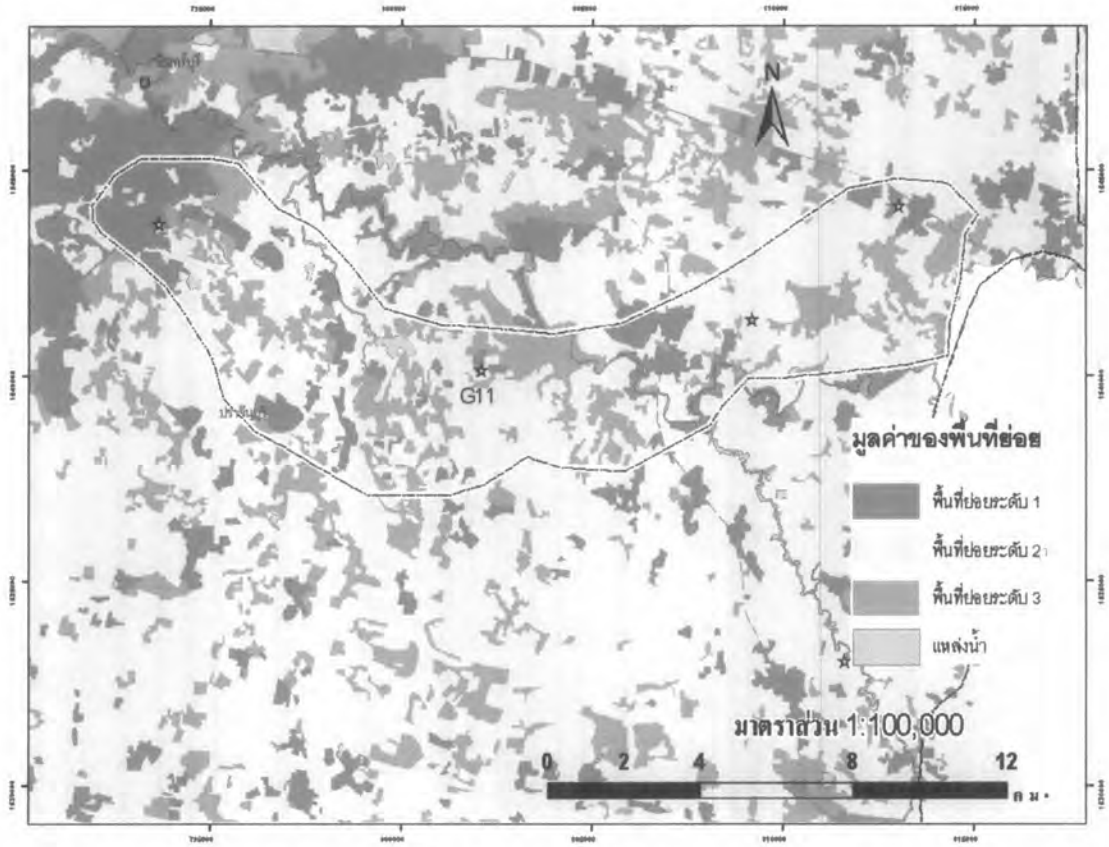
รูปที่ 4.16 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G08



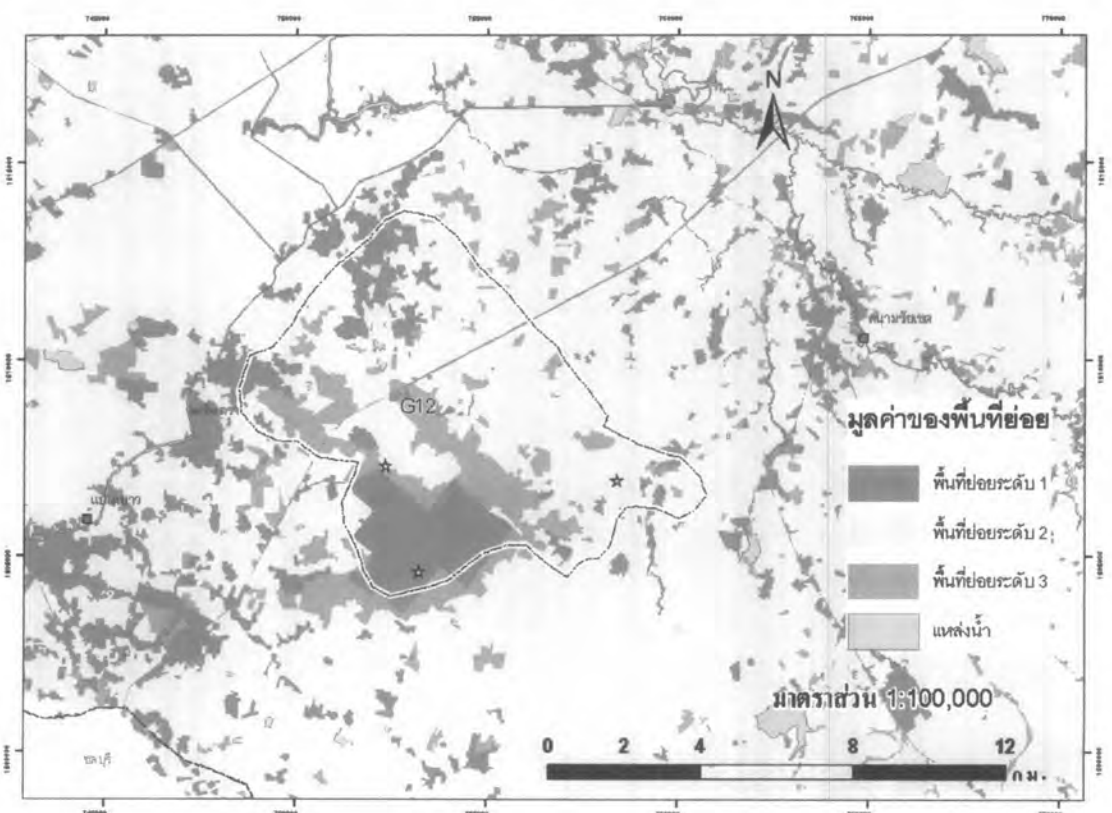
รูปที่ 4.17 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G09



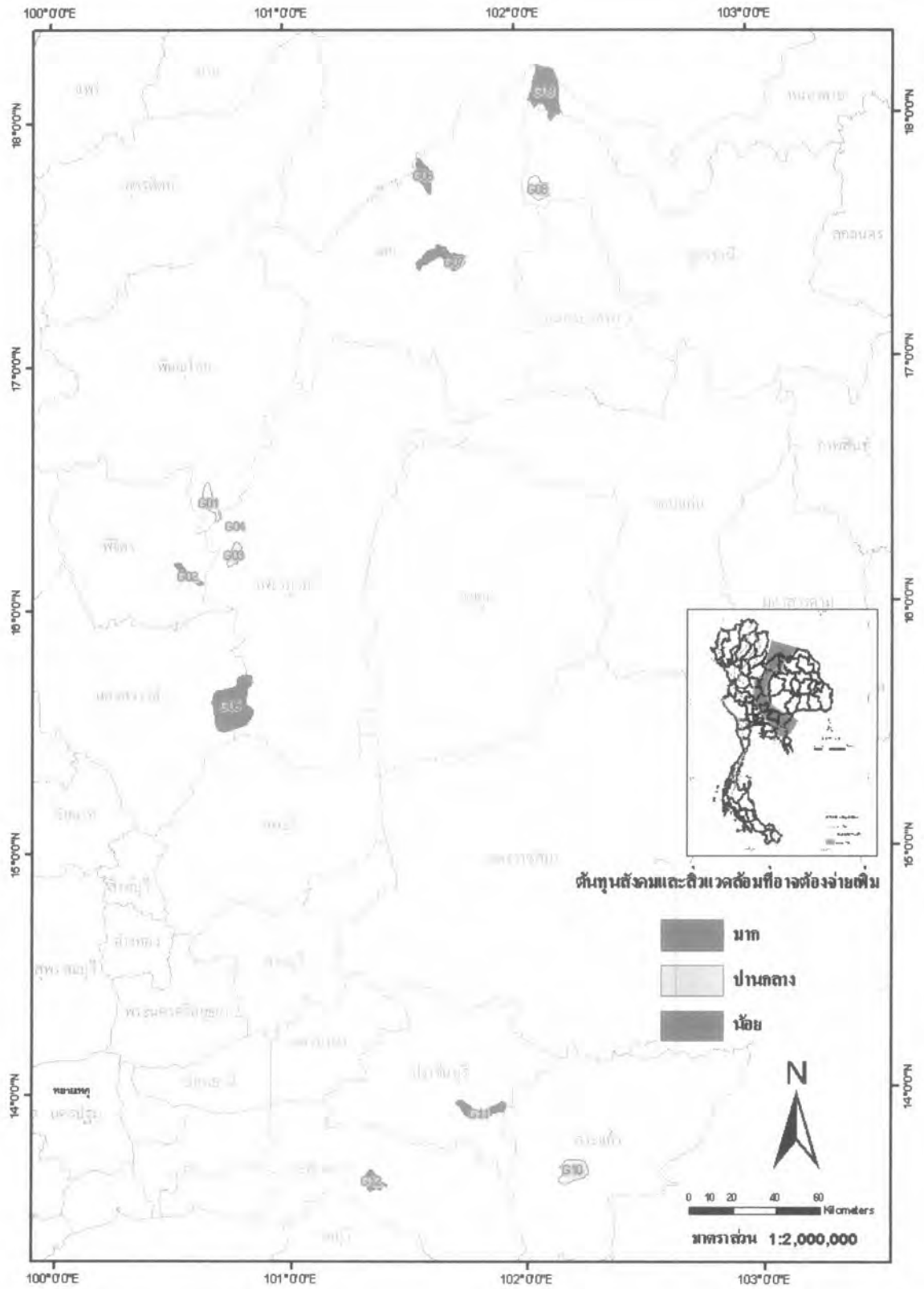
รูปที่ 4.18 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G10



รูปที่ 4.19 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G11



รูปที่ 4.20 แสดงมูลค่าของพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ G12



รูปที่ 4.21 สรุปมูลค่าต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นพื้นที่รวม ของพื้นที่ศักยภาพทั้ง 12 พื้นที่