

การพัฒนาการทำเหมืองทุ่งโพธิ์ กิ่งอำเภอหนองหม่อม จังหวัดสงขลา .

โดย

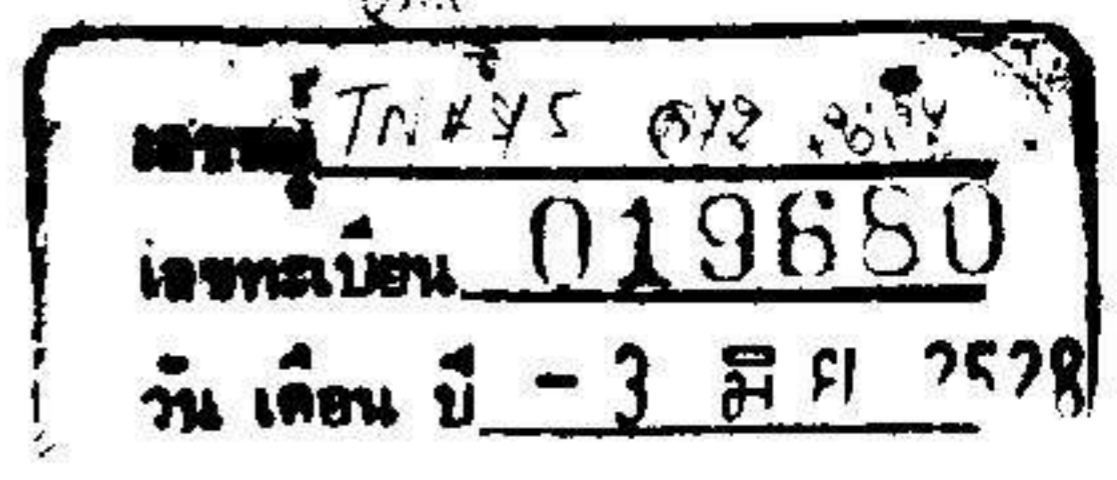
เล็ก สิกง



ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

หาดใหญ่ ; 2527



บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการทำเหมืองทุ่งโพธิ์ กิ่งอำเภอหนองหม่อม จังหวัดสงขลา เป็นการศึกษาและวิเคราะห์การทำเหมือง ตลอดจนแนวทางการพัฒนาการทำเหมือง

วิธีการศึกษา โดยการเก็บข้อมูลจากเหมืองโดยตรง แล้วนำมาวิเคราะห์และตีความตามหลักวิชาการ จากการศึกษาพบว่า อุปสรรคที่ทำให้การทำเหมืองไม่เต็มที่และผลิตแร่ได้น้อย เนื่องจากสาเหตุ 5 ประการคือ ประการแรก ไม่ทราบแหล่งแร่ที่แน่นอน เพราะลักษณะการกำเนิดของแหล่งแร่และดินปกคลุมมาก จึงไม่เชื่ออำนาจให้ใช้วิธีสำรวจแบบง่าย ๆ ทางเหมืองจึงไม่สามารถจะออกแบบการทำเหมืองที่เหมาะสมได้ ประการที่สอง ลักษณะการเปิดหน้าเหมืองไม่ปลอดภัย เนื่องจากดินปกคลุมหนาแน่นมาก ทำให้อัตราส่วนหน้าดิน/ดิน สูง กอปรกับไม่มีเครื่องจักรที่ติดตั้ง bench ให้กับกับการทำเหมือง ลักษณะการทำจึงเป็นแบบตัดดินหน้าเหมืองจึงเกิดการพังมาทับแหล่งแร่ได้ง่าย จึงเสียโอกาสในการผลิตแร่มาก ประการที่สาม เวลาในการทำเหมืองน้อย เพราะหน้าเหมืองถล่มหรือเครื่องจักรเสีย จึงผลิตแร่ที่ป้อนโรงแต่งเพียง 8,760 ต.ลบ./เดือน โดยมีความสมบูรณ์ต่ำสุดของการทำเหมืองประมาณ 0.45 ชั่ง/ลบ.หลา หรือ 39 ต.ลบ./เดือน จากความสมบูรณ์ของแหล่งแร่สูงกว่า 0.5 ชั่ง/ลบ.หลา ประการที่สี่ เครื่องจักรหมดสภาพจากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำเหมืองทั้งหมด ถ้าหักค่าภาคหลวง ค่าภาษี ค่าดอกเบี้ย และค่าแรงงานซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่จำเป็นแล้ว ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ได้แก่ ค่าซ่อมแซม และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น ซึ่งค่าควรต่ำกว่านี้ ประการที่ห้า ขาดแคลนเงินทุนเพิ่มเติมเพื่อใช้จ่ายในการซื้อเครื่องยนต์ เครื่องจักรใหม่มาแทนที่เครื่องจักรเก่าๆ และเพื่อใช้ในการสำรวจแหล่งแร่เพื่อสร้างความมั่นใจในการทำเหมืองยิ่งขึ้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการทำเหมืองเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไปคือ หาเงินทุนเพิ่มเติมเพื่อซื้อเครื่องจักรใหม่มาแทน D8H และ RB-22 และ Cat.933 ซึ่งหมดสภาพและเพื่อสำรวจแหล่งแร่เพิ่มเติม เพื่อสร้างความมั่นใจในการทำเหมืองต่อไป นอกจากนั้นก็ควรศึกษาถึงเสถียรภาพของหน้าเหมือง โดยใช้เครื่องจักรใหม่ตัด bench เพื่อลดความชันและความสูงของหน้าเหมืองลง จะช่วยลดการพังและเพิ่มชั่วโมงการทำงานให้เต็มที่ด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
ที่ตั้งและแร่ที่ผลิต	3
ประวัติการทำเหมือง	3
-การทำเหมืองหาบ ปี 2510 - 2519	
-การทำเหมืองโดยวิธีเหมืองสูบปี 2520 - 2522	
-การทำเหมืองหาบปี 2523	
การทำเหมืองในปัจจุบัน	10
การผลิตแร่ผลค่าใช้จ่ายในการทำเหมือง	11
-การผลิตแร่	
-ค่าใช้จ่ายในการทำเหมือง	
วิเคราะห์การทำเหมือง	15
-จำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสม	
-ความสมบูรณ์เฉลี่ยของแหล่งแร่ตึกในปี 2524 - 2525	
-ค่าความสมบูรณ์ต่ำสุด	
-สภาพของเครื่องจักร เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทำเหมือง	
-สภาพของหน้าเหมืองและความปลอดภัย	
-แหล่งแร่	
อุปสรรคและปัญหา	27
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	28
ภาคผนวก	31
ภาคผนวกที่ 1 : การพิจารณาความสมบูรณ์ต่ำสุด	
ภาคผนวกที่ 2 : อัตราส่วนหน้าดิน	

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- ภาคผนวกที่ 3.1 : สถิติผลผลิตแร่ดีบุกของเหมือง พ.ศ. 2510 - 2526
- 3.2 : รายการเครื่องมือเครื่องจักรในเหมือง
- 3.3 : รายการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดี พ.ศ. 2523
- 3.4 : รายการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดี พ.ศ. 2524
- 3.5 : รายการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดี พ.ศ. 2525
- 3.6 : รายการใช้น้ำมันหล่อลื่น ดี พ.ศ. 2523
- 3.7 : รายการใช้น้ำมันหล่อลื่น ดี พ.ศ. 2524
- 3.8 : รายการใช้น้ำมันหล่อลื่น ดี พ.ศ. 2525
- 3.9 : ตารางเปรียบเทียบการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น และ
ค่าซ่อมบำรุงของเครื่องมือเครื่องจักร
- 3.10 : เปรียบเทียบการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องมือ
เครื่องจักรต่อผลผลิตแร่
- 3.11 : สรุปรายการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในการผลิตแร่ดีบุกดี
พ.ศ. 2524-2525
- ภาคผนวกที่ 4 : การเปรียบเทียบโครงการ
- ภาคผนวกที่ 5 : Material Weights
- ภาคผนวกที่ 6 : อัตราดอกเบี้ย 20 %
- ภาคผนวกที่ 7 : แผนผังการทำเหมืองนาหม่อม ของบริษัทอินชอย
พ.ศ. 2494

1. บทนำ

1.1 การทำเหมืองหาบ (ไตรรัตน์, 2522)

การทำเหมืองหาบได้แก่การทำเหมืองโดยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธี เช่น การใช้แรงงานเครื่องขุดหรือการระเบิด หรือเปิดหน้าเหมืองให้เป็นบ่อหรือชั้นบันได แล้วนำเอาดินทรายปนแร่ไปแต่งแร่โดยใช้รางคู้แร่ หรืออุปกรณ์แต่งแร่อย่างอื่น เช่น ลีค โต๊ะสั่นแยกแร่ หรืออาจจะใช้คนตักเลือกแร่มาไปใช้ประโยชน์โดยตรง

การทำเหมืองประเภทนี้มีทั้งแบบแหล่งแร่โดยไม่มีสินแร่ การทำเหมืองและการลงทุนมีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญคือ เครื่องเจาะระเบิด รถตัก รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ เครื่องย่อย เครื่องบด และอุปกรณ์ในการแต่งแร่ ตัวอย่างเช่นเหมืองลิกไนท์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง และเหมืองทุ่งโพธิ์หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นต้น

การทำเหมืองหาบโดยทั่วไปนั้นจะต้องมีการวางแผนและการวางรูปงานในการทำเหมืองเป็นอันดับแรก เพื่อให้การทำเหมืองได้กำไร และลดปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานโดยมีการวางแผนและป้องกันไว้ล่วงหน้า แต่ในการวางแผนงานปัญหาที่จะต้องพิจารณาถึงก็คือปริมาณอาณาเขต และความสมบูรณ์ของแหล่งแร่ ลักษณะธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศ ชนิดของแร่ คุณสมบัติของแร่ในการแยก และคุณสมบัติของแร่ในการถลุง ความสมบูรณ์ของแร่ต่ำสุดที่จะทำโดยคุ้มทุน (grade cut off) (ดูภาคผนวกที่ 1) อัตราส่วนของหินและแร่ที่จะขุด (stripping ratio) ความลาดชันของบ่อ (pit slope) บริเวณที่จะทำเหมือง อัตราการผลิตเครื่องจักร เครื่องมือที่จะต้องใช้ เงินลงทุนและผลกำไร นอกจากนี้ก็มีสภาพของน้ำจากธรรมชาติ ความกว้างและความลาดชันของถนนในเหมือง อาณาเขตที่เป็นกรรมสิทธิ์ภาวะของตลาด เป็นต้น แต่ในกรณีที่เป็นเหมืองขนาดเล็กนั้น จะต้องพิจารณาในแง่ของแหล่งแร่สำรอง ความสมบูรณ์ของแร่ต่ำสุดที่จะทำโดยคุ้มทุน อัตราส่วนของหินและแร่ที่จะขุด ความลาดชันของหน้าเหมือง อัตราการผลิตเงินลงทุนและผลกำไร

Soderberg และ Rausch (1972) กล่าวว่า การดำเนินงานขั้นต่างๆ จะดีและใช้ค่าใช้จ่ายเหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับ การวางแผน ซึ่งจะมีขั้นตอนใหญ่ๆอยู่ 2 ขั้นตอน คือ

1.1.1 การวางแผนทั่วไป

เป็นการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งมีขั้นตอนเจาะสำรวจเก็บตัวอย่างวิเคราะห์หาค่าความสมบูรณ์ของแหล่งแร่ และลักษณะของแหล่งแร่ จากนั้นก็เลือกจะทำเหมืองหาบหรือเหมืองใต้ดิน การเลือกจะใช้ค่าอัตราส่วนจากหน้าดินเป็นตัวกำหนด หรืออาจจะใช้ break - even stripping ratio (ฤดูกาลผนวกที่ 2) เป็นหลักโดยกำหนดว่าจะต้องไม่ให้อัตราส่วนหน้าดินขณะเปิดเหมืองหาบเกินค่านี้ ถ้ามีค่ามากกว่าจะทำเหมืองแบบเหมืองใต้ดินดีกว่า แต่ทั้งนี้ถ้าทำเหมืองใต้ดินแล้ว จะต้องพิจารณาถึงลักษณะการละลายตัวของแหล่งแร่ด้วย เมื่อกำหนดอัตราส่วนหน้าดินเรียบร้อยแล้ว ต่อมาก็ต้องกำหนดความลาดชันของบ่อ ค่านี้จะต้องกำหนดให้มากที่สุดและชันที่สุดแต่ต้องพิจารณาจากโครงสร้างทางธรณีวิทยา เช่น รอยแตก รอยไถล และรอยเลื่อน และความแข็งแรงของหินและน้ำใต้ดิน ประกอบการศึกษาทางด้านกลศาสตร์ของหิน (Rock - mechanics) จะช่วยให้การกำหนดความลาดชันสุดท้ายของบ่อ (final pit slope) ได้ถูกต้อง นอกจากนี้ความสมบูรณ์ของแร่ต่ำสุดยังมีบทบาทในการกำหนดว่า แร่นั้นสมควรจะป้อนเข้าโรงแยกแร่หรือทิ้งไป เพราะทำแล้วขาดทุน

การออกแบบขุมเหมืองเป็นขั้นตอนหนึ่งที่จะต้องพิจารณา ซึ่งจะแบ่งเป็น 3 ลักษณะด้วยกันขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและเครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่คือ การทำเหมืองเปิดแบบบ่อเหมือง รูปร่างจะมีลักษณะเป็นบ่อสี่เหลี่ยมไปใช้รถตักบั๊กกี้แล่ย ตักแล้วขนเปส็อกดินนำไปทิ้งที่ที่สกัดเตรียมไว้ การทำเหมืองลักษณะนี้ได้แก่ เหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ส่วนการทำเหมืองแบบเส้นระดับ (Contour mine) มักทำในภูมิประเทศที่เป็นไหล่เขา โดยใช้รถขุดตักเปส็อกดินทิ้งไปยังไหล่เขาข้างล่าง และการทำเหมืองเปิดอีกแบบคือ การทำเหมืองเปิดแบบถมตามหลัง การทำเหมืองแบบนี้จะใช้พวกรถขุดบั๊กกี้หุ้ม (BWE) หรือ รถตักบั๊กกี้ลาก (draglines) โดยขุดดินหน้าเหมืองและทิ้งเปส็อกดินตามข้างหลัง

การวางแผนระยะยาวเป็นสิ่งจำเป็น โดยคำนึงถึงสภาวะการณ์ต่างๆที่มีอิทธิพลต่อการทำเหมือง การวางแผนการทำเหมืองไว้ล่วงหน้าหลายแบบ จะช่วยให้ตัดสินใจได้ดี ในการวางแผนงานโดยทั่วไปควรทบทวนทุกปี แต่จะให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด การทำเหมืองจึงมีประสิทธิภาพ แผนงานควรทำเป็นขั้นตอน ตอนแรกอาจจะเป็นแผนสำหรับงานทูลระยะ 6 เดือน ต่อจากนั้นจึงเป็นการวางแผนสำหรับทำทูลระยะ 1 ปี หรือหลายๆปี ทำแผนที่รายละเอียดของแต่ละชั้นที่มี bench toe แสดงอยู่ด้วย แต่ละชั้นควรเป็นมาตราส่วนเดียวกัน เพื่อเอามาวางซ้อนกันได้

1.1.2 การวางแผนยื่นรายละเอียด

เป็นการวางแผนในยื่นรายละเอียดของส่วนสำคัญต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น เกี่ยวกับ bench จะต้องออกแบบขนาดความสูง ความกว้าง bench ที่เหมาะสมกับลักษณะของแหล่งแร่ การวางตัวขอบยื่นดิน ความสามารถของเครื่องเจาะที่มีอยู่ หรือวางแผนเกี่ยวกับระบบการเคลื่อนย้ายและขนหินแร่และเปลือกดิน จะใช้วิธีอะไร จะใช้รถบรรทุกหรือใช้หัวจักรลากสูง หรือลำเลียงโดยใช้สายพานแทนหรือระบบรอก หรือกระเช้า หรืออาจจะใช้หลายๆวิธีรวมกัน นอกจากนั้นแล้ว การขุดตักจะต้องออกแบบเครื่องมือให้เหมาะสม เช่น จะต้องมีความใหญ่พอที่จะไม่ให้เกิดอันตรายจากหินที่อาจจะพังลงมาทับได้ หรือถ้ามีการเจาะและระเบิดจะต้องเลือกใช้วัตถุให้ประหยัดที่สุด ให้เหมาะสมที่สุดและได้ผลระเบิดเป็นที่พอใจ ตลอดจนการระบายน้ำออกจาก bench ก็มีความสำคัญซึ่งต้องคำนึงถึง ระดับน้ำใต้ดินและปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วง จะต้องมีการระบายน้ำออกจาก bench โดยวิธีต่างๆ เพื่อเสถียรภาพของหน้าเหมือง

2. ที่ตั้งและแร่ที่ผลิต

เหมืองแร่ทุ่งโพธิ์ตั้งอยู่ที่หมู่บ้านทุ่งโพธิ์ ต.ทุ่งขมิ้น อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา อยู่ห่างจาก อ.หาดใหญ่ประมาณ 27 กม. แร่ที่ผลิตเป็นแร่ดีบุก ลักษณะการทำเหมืองเป็นแบบเหมืองหาบ

3. ประวัติการทำเหมือง

ห้างหุ้นส่วนจำกัดเหมืองแร่ทุ่งโพธิ์ ทำการผลิตแร่ดีบุก จดทะเบียนเป็นห้างหุ้นส่วน เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2500 เงินทุนจดทะเบียน 800,000 บาท แต่เดิมนั้นได้โอนกิจการจากห้างหุ้นส่วนจำกัดเหมืองแร่นาวงค์ ในวันที่ 26 พฤษภาคม 2510 โดยเข้ายืมวงประทานบัตรของบริษัทอภินช้อยจำกัด จำนวน 11 แปลง รวมเนื้อที่ประทานบัตร 616 ไร่ 3 งาน 22 ตารางวา เข้ายืมวงในระยะเวลา 10 ปี (บริษัทอภินช้อยจะคืนค่าภาคหลวงให้เฉพาะค่าชกถิว 10 %) ค่าชกถิวที่บริษัทอภินช้อยเรียกเก็บนั้น ถ้าผลิตแร่ได้ต่ำกว่า 100 ตัน ชกถิว 8 % เกิน 100 ตัน ชกถิว 10 % (เดิมชกถิว 15 %)

ห้างหุ้นส่วนจำกัดเหมืองแร่ทุ่งโพธิ์ เป็นการทำเหมืองและเริ่มผลิตแร่ตั้งแต่วันที่ ตุลาคม 2510 เป็นต้นมา ในระยะเริ่มต้นของการทำเหมืองนั้นไม่มีเงินเพียงพอสำหรับการดำเนินการ ดังนั้นในเดือนกรกฎาคม 2510 เหมืองได้ทำโครงการขอยืมเงินจากบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมในประเทศไทย จำนวนเงิน 1,500,000 บาท รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น 1,850,000 บาท

ในปี 2521 ได้ขอประทานบัตรเพิ่มเติมในบริเวณที่ติดต่อกับเขตประทานบัตรของบริษัท
อบอินชอย จำกัด ที่เปิดการทำเหมืองอยู่ในปัจจุบัน 1 แปลง เนื้อที่ 78 ไร่

3.1 การทำเหมืองแบบเส้นระดับ (ปี 2510-2519)

ในระยะแรกๆจะทำเหมืองตามเส้นระดับตามไหล่เขา หน้าเหมืองทำแบบกึ่งชันบันได
และทำอยู่ทางทิศใต้ของแผนที่รูปที่ 3.1.1 เนื่องจากดินที่ปกคลุมอยู่เป็นดินทราย ชิลล์ หรือดินทราย
ที่แปรสภาพแล้ว และมีความแข็งมาก แต่จะมีรอยแตกภายในเนื้อดินเองมากด้วย เพราะคงถูก
แรงกระทำในขณะที่มีน้ำมาดันขึ้นมาในระยะแรกๆที่เกิดการเปลี่ยนแปลง หรืออาจเกิดจากอำนาจ
การระเบิด ที่ใช้ในการระเบิดหน้าเหมืองบางจุดซึ่งมีดินแข็งมาก ระยะนี้ทำการเจาะและระเบิด
หน้าเหมืองออกมา จากนั้นก็ใช้รถไถรถบรรทุกแล้วนำไปตั้งกองไว้ ส่วนเมื่อถึงบริเวณที่มีแร่คือ
บริเวณที่เป็นแนวสัมผัสระหว่างหินแกรนิตกับหินเดิม (Country rock) แร่เกิดฝังประในเนื้อหิน
แกรนิตอยู่ ซึ่งอยู่บริเวณส่วนบนของเนื้อหินแกรนิตซึ่งค่อนข้างแข็งจนกระทั่งแข็งมาก เมื่อถึงขั้นที่มี
แร่ก็นำไปตำด้วยสากตำแร่ (อารมย์ 2522) เพื่อลดขนาดลงแล้วแต่งแร่โดยใช้รางตู้แร่
โต๊ะสั่นแยกแร่ และโรงล้างแร่โดยเครื่องมือและอุปกรณ์แต่งแร่อื่นๆ (รูปที่ 3.1.2) เครื่องมือและ
อุปกรณ์ที่สำคัญคือ เครื่องเจาะระเบิด รถตัก รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ เครื่องย่อยหิน(สากตำแร่)
และอุปกรณ์ในการแต่งแร่ดังกล่าวแล้ว

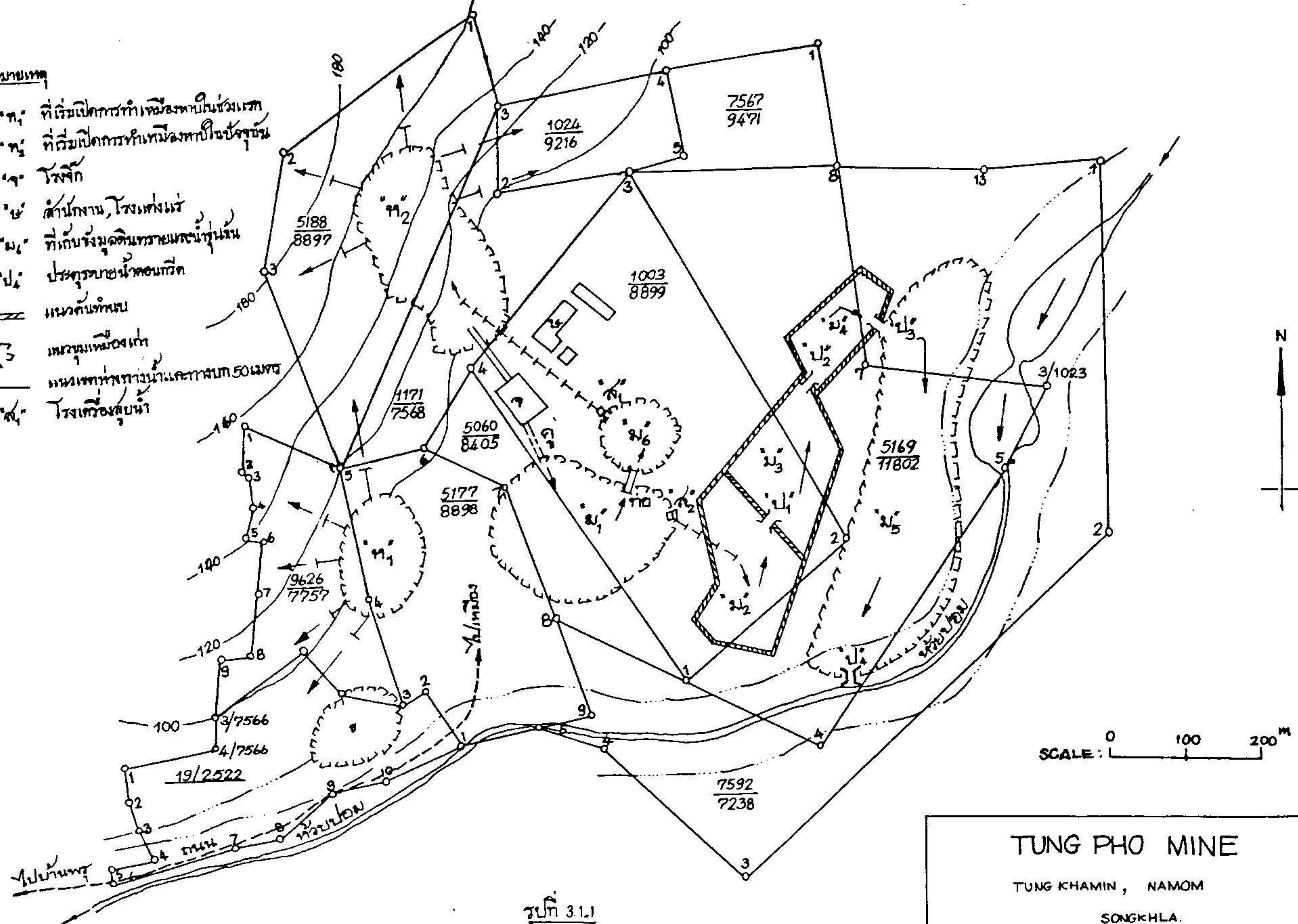
บริษัทอบอินชอย จำกัด ได้ทำเหมืองแบบนี้มาก่อนโดยเปิดเปลือกดินที่มีแร่ส่วนบนที่
คลุมชั้นหินแกรนิต เหมืองทุ่งโพธิ์ไต้ดำเนินการต่อโดยได้เลือกเอาบริเวณที่มีแร่ดีบุกสมบูรณ์ในหิน
แกรนิต ซึ่งเห็นได้ชัดเจน เพราะว่าเปลือกดินถูกเปิดออกไปแล้วด้วยการระเบิด นำสินแร่ไปป้อน
สากตำแร่จำนวน 30 สาก ในยี่งวงนี้ทำการเปิดหน้าดินกึ่งน้อยลง เพราะมีการเปิดหน้าดินกึ่งไว้
ก่อนแล้ว จะใช้เครื่องเจาะแบบแจคแอมเมอร์ในการเจาะระเบิดโดยใช้เครื่องอัดลมขนาด 80
ลบ. ฟุต/นาที 1 เครื่อง ระเบิดโดยใช้ไดนาไมท์และเอ็น-โฟ (AN - FO) ระเบิดหินแกรนิต
ที่มีแร่ออกมา โดยบางส่วนที่ผู้ก็ใช้รถตักบั๊กกี้เสีย RB - 22;65 แรงม้า 1 คัน ตักใส่รถเทหส่ง
ขนาด 120 แรงม้า 2 คัน หรือขนไปป้อนสากตำแร่ ในขณะที่เดียวกันใช้รถดัน (Bulldozer)
ขนาด 270 แรงม้า ดันเปลือกดินเพื่อทำความสะอาดหน้างาน และเตรียมหน้างานเพื่อที่จะทำการ
ระเบิดต่อไป ผลผลิตเหมืองหินในยี่งวงนี้ได้ทั้งหมด 7,093 ตัน (ดีบุก 72 %) (ดูภาคผนวกที่ 3.1)

3.2 การทำเหมืองโดยวิธีเหมืองสูบ (ปี 2520-2522)

การทำเหมืองสูบจะทำจากมูลดินทรายของเหมืองเก่าที่ทำไว้จากเหมืองหาบ (สุนทร
และบงบุตร, 2523) เหมืองเป็นเหมืองสูบขนาด 6"0 ทำแร่จากมูลดินทรายที่ญี่ปุ่นเคยทำไว้ ซึ่ง

หมายเหตุ

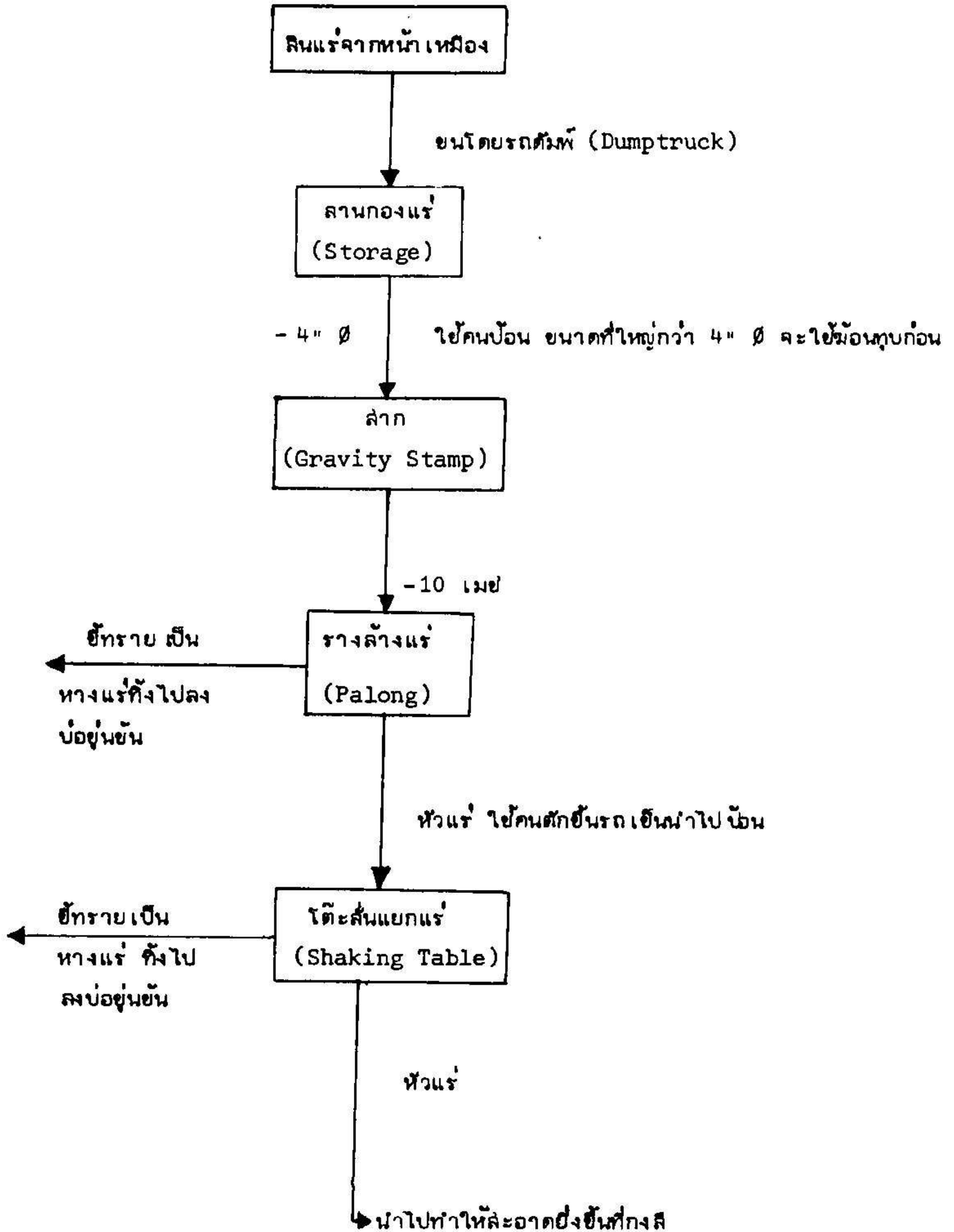
- ท₁ ที่เริ่มเปิดการทำเหมืองหินในช่วงแรก
- ท₂ ที่เริ่มเปิดการทำเหมืองหินในปัจจุบัน
- จ. โรงจึก
- ข. ค่ายพักคน, โรงแต่งแร่
- ม₁ - •ม₆ ที่เก็บรังผึ้งดินทรายมาทำปูนซีเมนต์
- ป₁ - •ป₄ ป่าชุมชนน้ำจืด
- ////// แนวคันกั้นน้ำ
- แนวเขตเหมืองเก่า
- แนวเขตทำทางขนาดและกาลมท 50 เมตร
- 5 - ส₁ โรงเครื่องสูบน้ำ



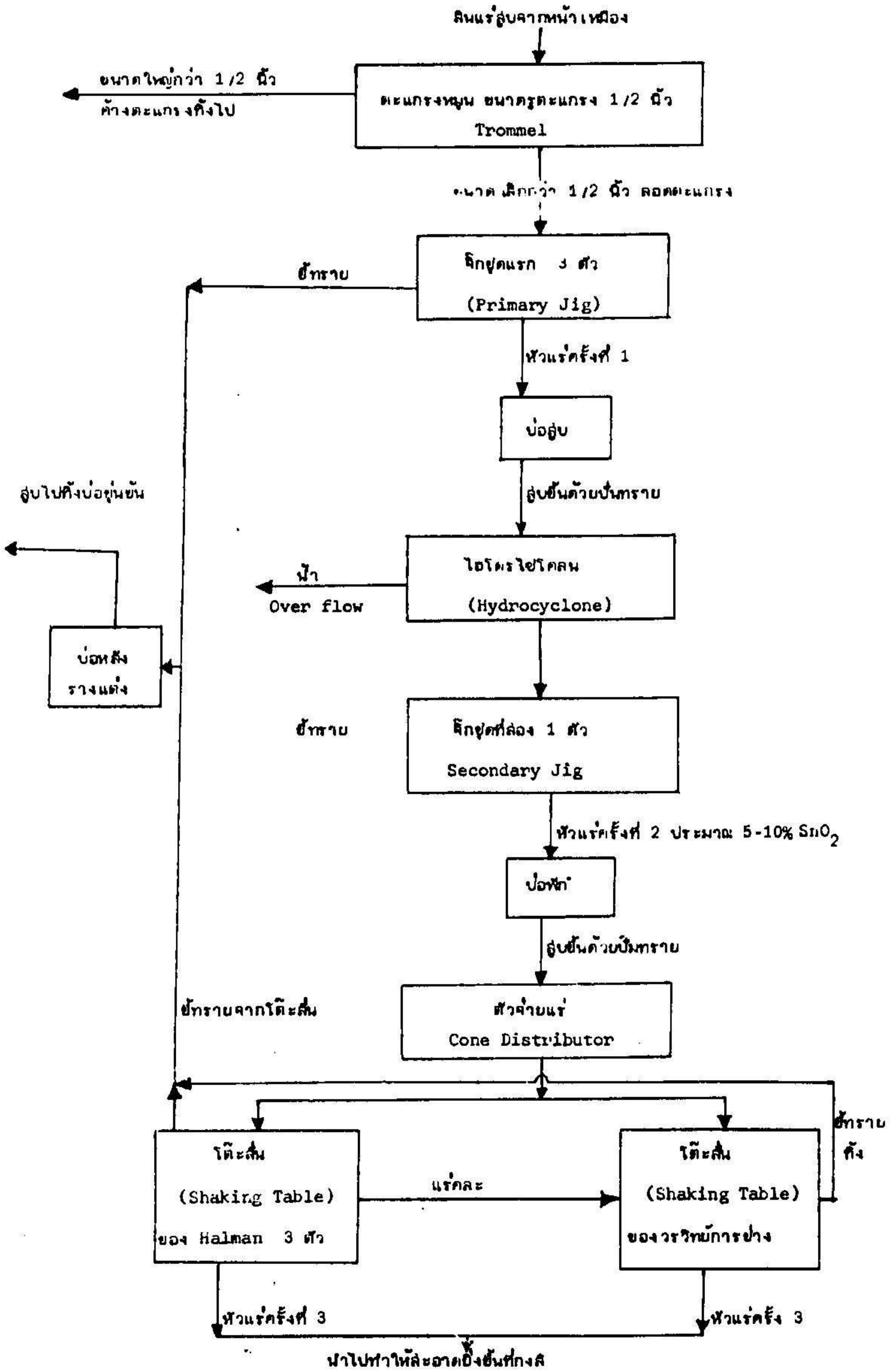
รูปที่ 3.1.1
แผนผังโครงการทำเหมืองหิน ต.วังเหมือง อ.วังทอง

<p>TUNG PHO MINE</p> <p>TUNG KHAMIN , NAMOM</p> <p>SONGKHLA.</p>		<p>DRAWN BY;</p> <p>VICHIT CHUMCHAIY</p>
		<p>COPIED BY;</p> <p>LEK SIKONG</p>
<p>DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING, PSU.</p>		<p>1 SEPTEMBER 196</p>

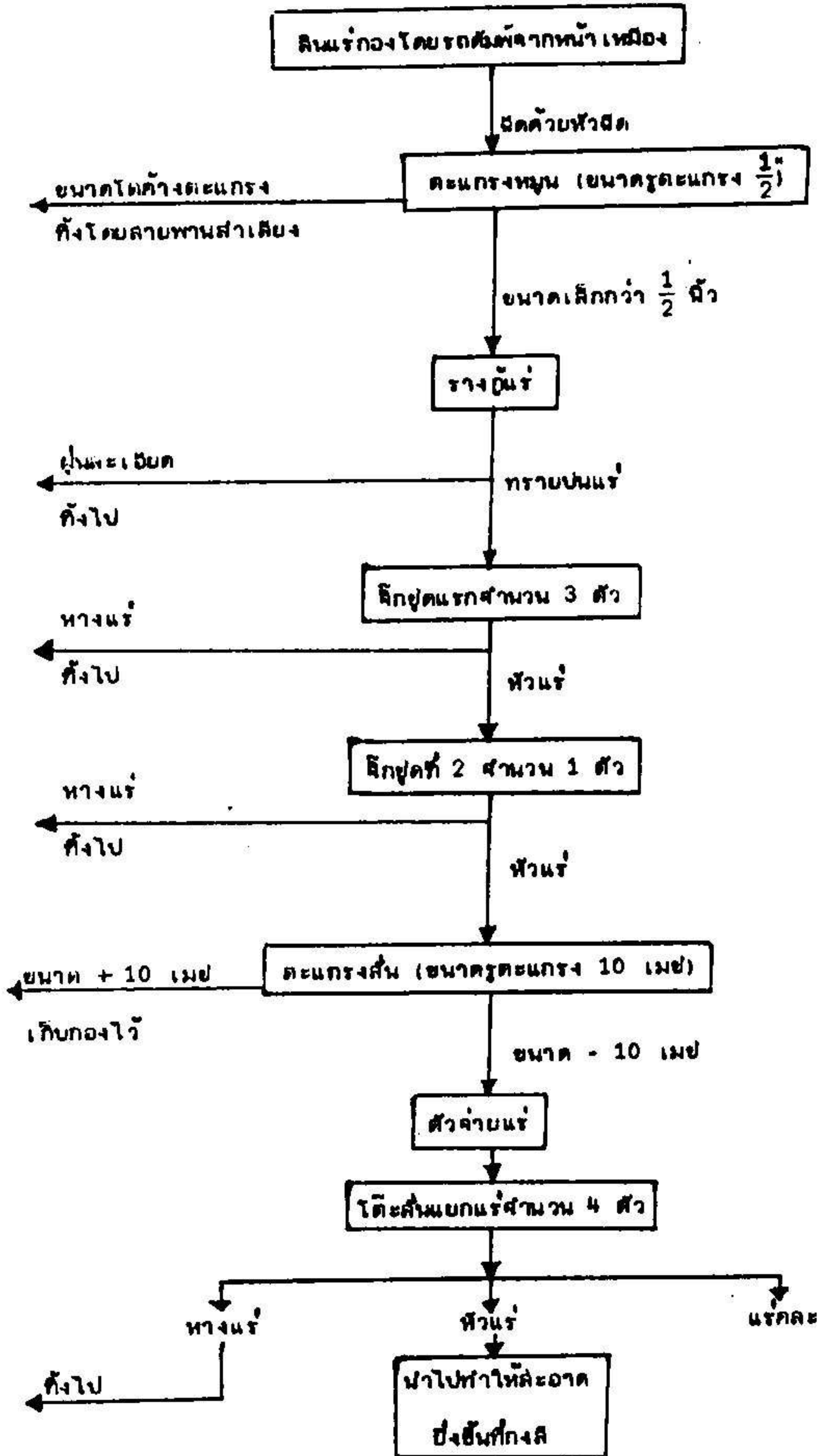
รูปที่ 3.1.2 แผนผังการตั้งแร่ของโรงล่าก



รูปที่ 3.2 แผนผังโรงงานตั้งแร่ของเหมืองสูบ



รูปที่ 4 แผนผังตั้งนรของโรงตั้งนรปจจุบัน



ยังมีตึกมากพอคือ เฉลี่ย 0.4 ช่าง/ลบ.หลา สามารถผลิตได้เดือนละ 60 หนาบ การเปิดเบสิคอกดิน คือดินดินดาน ดินทราย ซึ่งหนาประมาณ 15-30 เมตร กลุ่มชั้นดินแกรนิตออกไป ก็อาจจะไม่คุ้มกับค่าใช้จ่าย ตลอดจนไม่สามารถทราบแนวการสะสมตัวของแร่ดีบุกอย่างแน่นอน จึงหยุดทำเหมืองหาบชั่วคราว ในการทำเหมืองใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 120 แรงม้า 2 เครื่อง, เครื่องสูบลทรายขนาด 100 แรงม้า 1 เครื่อง อุตสาหกรรมผ่านตะแกรงหมุนเพื่อคัดขนาด และแต่งแร่ด้วยฉีก โต้ะสั้นแยกแร่ และอุปกรณ์อื่นๆต่อไป (รูปที่ 3.2) อนึ่งในช่วงปลายปี 2522 มูลดินทรายเก่าที่ท่าอู่เก่าฝั่งจะหมด ทางเหมืองได้ลองนำดินที่ปกคลุมหน้าเหมืองหาบเดิมและบริเวณอื่นในเขตเหมืองมาทดลองแต่งแร่ดู ปรากฏว่าไม่ได้ผลจึงตัดสินใจเริ่มทำเหมืองหาบอีกครั้งหนึ่ง แต่จะเริ่มพัฒนาหน้าเหมืองทางตอนเหนือของภูเขาอีหรั่ง และในช่วงทำเหมืองสูบน้ำทางเหมืองได้เปลี่ยนการใช้พลังงานเครื่องชนิดดีเซลมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า และเริ่มใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ปี 2519 แล้ว

ผลผลิตของเหมืองสูบน้ำทั้งหมด 1,562 หนาบ (ดูภาคผนวกที่ 3.1)

3.3 การทำเหมืองหาบ (ปี 2523)

ได้เริ่มทำเหมืองแบบเหมืองหาบมาตั้งแต่ปี 2523 ได้ทำเหมืองหาบในแปลงประทานบัตรหมายเลข 5188/8897 และปัจจุบันได้ทำในทิศทางที่ขึ้นไปทางเหนือ (ดูแผนที่รูปที่ 3.1.1) การทำเหมืองหาบเป็นเหมืองแบบแนวระดับ และได้เริ่มทำเหมืองขึ้นแรกโดยตัดดินเขาเข้าไป บริเวณกลางๆของภูเขาอีหรั่ง ซึ่งสูงถึง 240 เมตร แต่เนื่องจากมีหินปกคลุมหนาประมาณ 15-30 เมตร จึงมีปัญหาเรื่องการตัด bench และเนื่องจากไม่ทราบการสะสมตัวที่แน่นอนของแร่ดีบุกจึงไม่ได้ออกแบบเพื่อทำเหมืองในระดับที่สูงขึ้น แต่มีการตัด bench เพื่อลดความลาดชันของหน้าเหมืองลง และตัดเชิงชันเดี่ยวเท่านั้น บางครั้งก็จะมีเศษหินที่แตกอยู่แล้วเลื่อนลงมาทับบริเวณที่ทำงานอยู่ ทำให้การทำงานหยุดชะงักเป็นช่วงๆ เพราะต้องขนหินทิ้ง และในขณะที่เดียวกันเครื่องมือ เครื่องจักรซึ่งไม่ใช่เครื่องจักรใหม่ๆก็ต้องซ่อมแซมบ่อย การทำเหมืองเมื่อลึกเข้าไปในตัวเขามากขึ้นก็จะทำเหมืองในลักษณะที่ตักดินซึ่งเสี่ยงมาก เพราะมีความไม่ปลอดภัยในการทำงานสูงมาก เพราะหน้าเหมืองอาจเกิดพังลงมาได้เพราะเสถียรลุ่มลุ่มไป การทำงานที่หน้าเหมืองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

3.3.1 ขั้นตอนแรก

การเปิดหน้าเหมืองไปตามแนวรอยสัมผัสในทิศทางที่เข้าหาภูเขา ซึ่งตามแนวสัมผัสนี้จะมีแร่ละเอียดฝังประอยู่ในเนื้อหินแกรนิต ซึ่งขณะนี้เกิดการยูเป็นแกรนิตยู (altered granite) เสียส่วนใหญ่ ซึ่งเห็นได้ชัดเจน เช่น สีเหลืองส้ม สีส้ม สีน้ำตาล ชมพู และสีขาว สลักจากชั้นที่ดิน

ดินแกรนิตผุลงไปก็เป็นเนื้อดินแกรนิตที่ค่อนข้างแข็งจนถึงแข็งมาก การเปิดหน้าดินใช้รถ Bulldozer (DBH) ต้นดินที่ปกคลุมกิ่ง และปาดแนวสัมผัสลงสู่ระดับ bench ล่าง ซึ่งมีระดับต่ำกว่า ประมาณ 15-20 เมตร

3.3.2 ขั้นตอนที่สี่

จากการทำงานของรถ DBH จะไถดินแร่จากหน้าเหมืองซึ่งกองอยู่ระดับล่าง จะทำการตัดโดยใช้รถตัดแบบบูจี้ที่เสีย (Power shover, RB-22) สุ่มบรรทุกจำนวน 2 คัน ขนแร่ไปเทบริเวณใกล้กับราง แล้วฉีดแร่ลงสู่รางและเข้าสู่ขบวนการแต่งแร่ต่อไป สำหรับดินที่ไม่มีแร่ก้อนใหญ่ๆจะใช้รถ Cat 933 ต้นกิ่งสู่ขุมเหมืองเก่าซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณนั้น

เนื่องจากการทำงานในขั้นตอนแรก DBH ซึ่งมีความยุ่งยาก ต้องซ่อมบ่อยซึ่งทำงานไม่ทันกับ RB-22 จึงให้ RB-22 ตักบริเวณรอบสัมผัสเรื่อยๆโดยไม่มีการปาดหน้าดินหรือดินที่ปกคลุมกิ่ง หน้าเหมืองจึงขยับขึ้นเรื่อยๆและบางครั้งเมื่อเกิดฝนตกหนักดินที่ปกคลุมก็จะไหลลงมาปิดบริเวณหน้าเหมืองทำให้เสียเวลาในการขนดินถึงอีกครึ่งหนึ่ง หนึ่งในปี 2521 ได้เจาะอุโมงค์ขนาด 2 x 2.5 เมตร เข้าไปประมาณ 10 เมตร เพื่อเป็นอุโมงค์สำรวจแต่ไม่ได้ผลจึงหยุดไว้

4. การทำเหมืองในบราซิล

การทำเหมืองหาบในช่องหลังซึ่งเริ่มตั้งแต่ปี 2523 เป็นต้นมานั้น ผลิตแร่ได้แล้วทั้งสิ้น 1,580 หาบ หน้าเหมืองจะเปลี่ยนเส้นทางเหมืองเรื่อยๆ ขณะนี้ทำอยู่ทางหน้าเหมืองด้านเหนือ (ดูแผนที่รูปที่ 3.1) ขั้นตอนการทำงานจะเหมือนกับหัวข้อ 3.3 และมีอัตราส่วนต่อหน้าดินและแร่ที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากการพังของหน้าเหมืองดังกล่าว บางครั้งจะเสียเวลานานในการขนย้ายพวกดินเหล่านี้ทิ้งไป บางเดือนจะทำเหมืองได้เพียง 10 - 12 วันเท่านั้น การทำเหมืองจะทำตามความสามารถของเครื่องมือที่มีอยู่ และลักษณะภูมิประเทศที่พอจะฮานวยได้บ้าง สำหรับหน้าเหมืองที่ทำอยู่จะสกัดหินในแกรนิตยู ซึ่งเป็นโซนแร่ (mineralizing zone) ไล่รกรรทุก บรรทุกไป ผิดลงรางปูนลึกลับกัน 2 คัน ซึ่งอยู่ห่างจากหน้าเหมืองประมาณ 200 เมตร ถนนมีสภาพดีในฤดูร้อน แต่จะมีสภาพไม่ดีในฤดูฝนจะเกิดสึนไหลขึ้นได้

สินแร่จากรถบรรทุกถูกเทลงและถูกผัดลงสู่รางซีเมนต์และผ่านตะแกรงหมุนเพื่อคัดขนาดพวกกรวดหินที่ใหญ่กว่า 1/2 นิ้ว ออกทิ้ง โดยมีสายพานลำเลียงไปทิ้งในบริเวณห่างจากรางปูน 10 เมตร พวกที่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว จะผ่านตะแกรงไหลไปตามรางปูนที่มีความลาด 1:10 ลงสู่บ่อพักก่อนที่จะป้อนเข้าสู่จิก บ่อพักจะเป็นบ่อซีเมนต์ที่พวกทรายแร่เมื่อเพิ่ม % solids ก่อนเข้าสู่จิกขั้นแรก (primary jig) ส่วนที่เป็นโคลนก็จะไหลบ่าและทิ้งไป เมื่อมี % solids

พอล่มควรรก็ปล่อยลงสู่ฉีกชั้นแรก 3 ตัว และเริ่มเดินเครื่องแต่งแร่ต่างๆ จะใช้โต๊ะสั่นแยกแร่ แต่งแร่ให้ละเอียดยิ่งขึ้นก่อนนำหัวแร่ไปล้างที่โรงล้างแร่ (รูปที่ 4)

อนึ่งในปลายปี พ.ศ. 2525 ทางห้างหุ้นส่วนจำกัดเหมืองแร่ทุ่งโพธิ์ได้ซื้อกิจการจาก บริษัทอบินชอยเป็นเงินทั้งสิ้น 2 ล้านบาท

5. การผลิตแร่และค่าใช้จ่ายในการทำเหมือง

5.1 การผลิตแร่

ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2510 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน (เมษายน พ.ศ. 2526) ทำการผลิตแร่ ใต้ทั้งสิ้น 10,219.95 ตาบลหวงคิดเป็นมูลค่าประมาณ 133 ล้านบาท ซึ่งในจำนวนนี้เสียค่าภาค หลวงให้รัฐบาลประมาณ 40 ล้านบาท (ภาคผนวกที่ 3.1, กราฟรูปที่ 5.1)

5.2 ค่าใช้จ่ายในการทำเหมือง

ค่าใช้จ่ายแยกเป็น 2 ส่วนคือ

5.2.1 ค่าลงทุน (Capital cost)

5.2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating cost)

5.2.1 ค่าลงทุน

ค่าใช้จ่ายส่วนนี้คิดจากค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรรวมทั้งดอกเบี้ย โดยทางเหมือง กำหนดอัตราการเสื่อมราคาของเครื่องจักร 20 % ต่อปี ซึ่งคิดจากอายุการใช้งานของเครื่องจักร แต่ละเครื่อง 5 ปี

สำหรับค่าใช้จ่ายส่วนนี้ในปัจจุบันมีค่าไม่มาก เพราะเครื่องจักรอุปกรณ์ส่วนใหญ่ไม่มี ค่าปัจจุบันแล้ว (หักค่าเสื่อมราคาหมดแล้ว) มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ยังมีค่าปัจจุบันอยู่ (ภาคผนวก ที่ 3.2)

5.2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไป ตั้งแต่การผลิตแร่แต่งแร่ จนกระทั่งขาย ซึ่งจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆดังนี้

5.2.2.1 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเครื่อง (หล่อลื่น) และจาระบี

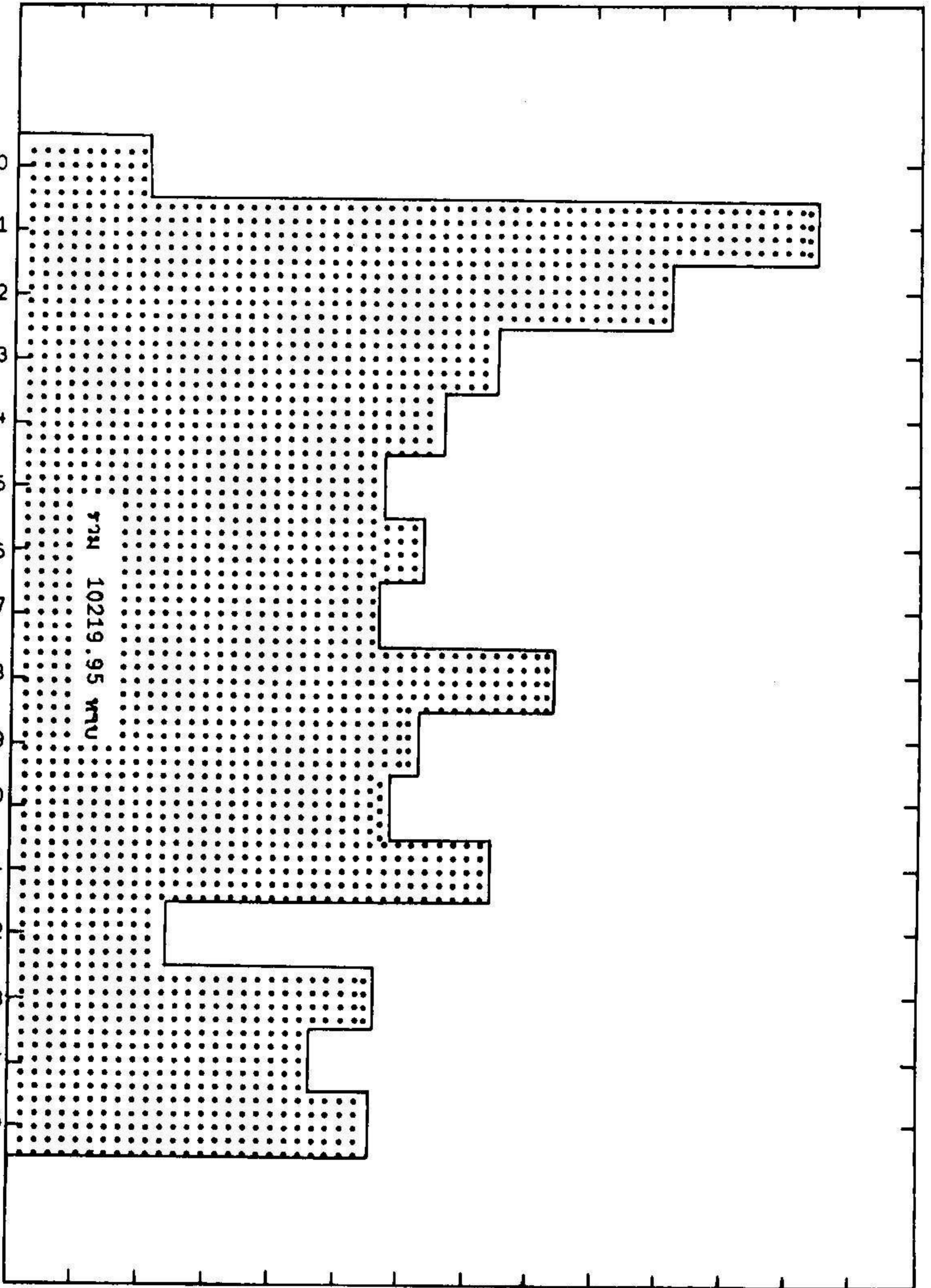
ค่าใช้จ่ายสำหรับเชื้อเพลิง และการหล่อลื่นของพวกเครื่องจักรอุปกรณ์ในการทำ เหมืองและการแต่งแร่ทั้งหมด เช่น น้ำมันที่ใช้ในรถตัก รถแทรกเตอร์ รถบรรทุก เป็นต้น ตลอดจนค่าไฟฟ้าในเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้า เช่น พวงมอเตอร์ และอุปกรณ์แต่งแร่ ค่าใช้จ่ายส่วนนี้

พิกัด

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400

พ.ศ.2510
พ.ศ.2511
พ.ศ.2512
พ.ศ.2513
พ.ศ.2514
พ.ศ.2515
พ.ศ.2516
พ.ศ.2517
พ.ศ.2518
พ.ศ.2519
พ.ศ.2520
พ.ศ.2521
พ.ศ.2522
พ.ศ.2523
พ.ศ.2524
พ.ศ.2525

รวม 10219.95 ไร่



รูป 5.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ (พิกัด) ในแต่ละปี

จะคิดเป็น บาท/เดือน หรือ บาท/ปี ของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ดังแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 3.3 - 3.8

5.2.2.2 ค่าแรงงานฝ่ายท่าเหมืองและเงินเดือนพนักงาน

สำหรับค่าแรงงานแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ค่าแรงงานคนงานทั่วไปทั้งหมด ซึ่งจะกำหนดตามอัตราค่าแรงงานขั้นต่ำที่ประกาศ เป็นรายวัน และค่าแรงพนักงานเป็นรายเดือน ซึ่งออกจากภาคผนวกที่ 3.11

5.2.2.3 ค่าซ่อมบำรุงรักษา

เป็นค่าใช้จ่ายที่เสียไปในการซ่อมแซมเครื่องยนต์ เครื่องจักร ที่เกิดการชำรุดขึ้น บางครั้งอาจจะต้องเปลี่ยนอะไหล่หรือยกเครื่อง (overhaul) เพราะการใช้มานานและสภาพของเครื่องจักรและลักษณะงานที่ทำ ถ้าเครื่องจักรเก่าแต่ต้องทำงานหนัก โอกาสที่จะเสียก็มีมาก การซ่อมอาจใช้เวลาาน และเสียค่าใช้จ่ายสูง ถ้าเป็นเครื่องมือเครื่องจักรใหม่ การบำรุงรักษาเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามากกว่าการซ่อมแซม ข้อควรระวังอีกอย่างหนึ่งก็คือ การใช้เครื่องจักรให้เหมาะสมกับหน้าที่ หมายถึง เครื่องจักรประเภทตักดิน ก็ใช้ตักดินจะตักดินแข็งหรือไปทำหน้าที่อย่างอื่นไม่ได้ และต้องตรวจสอบความสามารถของเครื่องมือเครื่องจักรอยู่เสมอ ซึ่งค่าใช้จ่ายประเภทนี้จะแสดงเปรียบเทียบในภาคผนวกที่ 3.9

5.2.2.4 ค่าภาคหลวง

จากรายงานการศึกษาโดย วิโรจน์ ศิวาวงศ์ (2525) รายงานว่าในการดำเนินการท่าเหมืองแร่ นั้น ผู้ประกอบการจะต้องเสียภาษีการค้า ภาษีเทศบาล และภาษีบำรุงท้องที่แล้วยังต้องเสียภาษีพิเศษอีกประเภทหนึ่งเรียกว่า ค่าภาคหลวง กำหนดไว้ว่าวิธีชำระค่าภาคหลวงตามพระราชบัญญัติว่าด้วยวิธีการเก็บค่าภาคหลวง พ.ศ. 2486

ผู้มีหน้าที่ชำระค่าภาคหลวง ทำคำขอยื่นแร่ตามแบบพิมพ์ยื่นต่อแผนกโลหกิจประจำที่จะส่งแร่ตีบุกของตนไปนอกราชอาณาจักร หรือเพื่อจำหน่ายภายในพระราชอาณาจักร เมื่อได้รับใบอนุญาตขยแร่แล้ว จึงจะนำแร่ออกนอกเขตเหมืองแร่หรือที่เก็บไว้ และผู้รับอนุญาตต้องชำระค่าภาคหลวงต่อแผนกโลหกิจประจำท้องที่ที่ออกใบอนุญาตขยแร่ในเวลาที่รับใบอนุญาตนั้น และคำส่งมอบใบอนุญาตขยแร่แก่ผู้ขย (ในกรณีจำหน่ายภายในราชอาณาจักร) ด้วย

ในการชำระค่าภาคหลวงในขั้นแรกถือว่าแร่ตีบุกมีเนื้อโลหะตีบุกร้อยละ 72 เท่านั้น ตามมาตรา 6 และมาตรา 13 แห่งพระราชบัญญัติควบคุมแร่ตีบุก พ.ศ. 2479 (ฉบับที่ 1) ข้อที่ 26 ดังนั้นถ้ามีการวิเคราะห์แล้วว่า ลินแร่ตีบุกมีเนื้อโลหะสูงกว่าร้อยละ 72 ก็จะเรียกเก็บเพิ่ม และถ้ามีเนื้อโลหะต่ำกว่าร้อยละ 72 ทางการจะตั้งเงินค่าภาคหลวงส่วนที่เกินให้

อัตราค่าภาคหลวงที่ใช้ ได้มีการเปลี่ยนแปลงหลายครั้ง โดยอัตราค่าภาคหลวงใหม่ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ราคาโลหะดิบ (บาท 60 กก.)	อัตราค่าภาคหลวง (ร้อยละ)
0 - 3,000	-
3,000 - 6,000	20
6,000 - 9,000	25
9,000 - 12,000	30
12,000 - 15,000	35
เกิน 15,000 ขึ้นไป	40

นอกจากนี้ทางการได้ออกประกาศกฎกระทรวงฉบับที่ 49 (พ.ศ.2524) ให้มีการเรียกเก็บเงินบำรุงพิเศษจากผู้ถือประทานบัตรหรือผู้ถือประทานบัตรชั่วคราวอีกร้อยละ 5 ของค่าภาคหลวง สำหรับดิบที่ผลิตได้ ทั้งนี้เพื่อนำไปจัดสรรเป็นค่าใช้จ่ายในการพัฒนาสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นที่มีการทำเหมืองและใช้ในการป้องกันปราบปรามการกระทำผิดตามพระราชบัญญัติแร่

ตัวอย่าง การคิดค่าภาคหลวง

ช่วงราคา	ค่าภาคหลวงตามอัตราใหม่ จำนวน	อัตราค่าภาคหลวง (ร้อยละ)	ค่าภาคหลวง (บาท) ค่าภาคหลวง
- 3,000	3,000	ไม่เก็บ	-
3,000 - 6,000	3,000	20	600
6,000 - 9,000	3,000	25	750
9,000 - 12,000	3,000	30	900
12,000 - 15,000	3,000	35	1,050
15,000 - 18,200	<u>3,200</u>	40	<u>1,280</u>
	<u>18,200</u>		<u>4,580</u>

สมมติแร่ดิบที่มีเนื้อดิบ 72 %

ค่าภาคหลวงแร่ดิบ = $4,580 \times 0.7 = 3,297.6$ บาท/60 กก. แร่

ค่าบำรุงพิเศษ 5 % ของค่าภาคหลวงแร่ดิบ = $3,297.6 \times 0.05 = 164.9$ บาท/60 กก. แร่

รวมค่าภาคหลวงและค่าบำรุงพิเศษ = $3,462.5$ บาท/60 กก. แร่

สำหรับการเลือกค่าภาคหลวงของเหมืองนั้น ดูจากรายการที่ 19 ภาคผนวกที่ 3.11

5.2.2.5 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับสวัสดิการลูกจ้าง ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าเลี้ยงรับรอง ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด ค่าอาหาร ค่ายานพาหนะ ค่าบริการวิทยุ หรือค่าใช้จ่ายไม่คาดคิด เป็นต้น
(ดูภาคผนวกที่ 3.11)

6. วิเคราะห์การทำเหมือง

6.1 คำนวณรถบรรทุกที่เหมาะสม

ใช้ RB-22 ในการตักดินแร่ใส่รถบรรทุกเทหลัง 8ล้อ/บรรทุกไปเป็นระยะทางประมาณ 300 เมตร เพื่อให้หัวฉีด ผิดลงสู่ตะแกรงหมุน คัดขนาดก่อนที่จะไหลลงสู่ราง และเข้าขบวนการแต่งแร่ต่อไป

จาก Capacity ของ Power shovel = $\frac{\text{Rated capacity} \times \text{Load density} \times \text{swell factor}}{\text{time/cycle}}$

$$\text{Rated capacity} = 3/8$$

$$\text{Load density} = \frac{3370}{2000} = 1.685 \text{ ตัน/ลบ.หลา}$$

$$\text{Swell factor} = \frac{100}{100} + \% \text{ swell} = \frac{100}{100} + 25 = 0.8 \text{ (โดย/swell} = 25 \%)$$

$$\text{Cycle time (swing } 90^\circ) = 15 \text{ วินาที (จากการจับเวลาในขณะที่ทำงานจริง)}$$

$$\therefore \text{Capacity} = 3/8 \times 1/685 \times 0.8 \times 3,600 = 122 \text{ ตัน/ชม.}$$

(หรือ 73 ลบ.หลา/ชม.)

หมายเหตุ

ค่า Load density และ % swell ได้จากตาราง material weight ชนิด Earth, Dry Loam, Wey จาก ภาคผนวกที่ 5

รถบรรทุก

รถบรรทุกขนาด 4 ลบ.หลา ประกอบด้วย

เข้าสู่ตำแหน่ง 23.5 วินาที

บรรทุก 150 วินาที

ลำเลียง 73.5 วินาที

เข้าสู่ตำแหน่งและเท 30 วินาที

กลับ 48.5 วินาที

$$\begin{aligned} \therefore \text{Cycle time} &= 325.5 \text{ วินาที} \\ \text{จำนวนเที่ยว/ชม.} &= \frac{3600}{325.5} = 11 \\ \text{คัน/เที่ยว} &= 1.685 \times 4 = 7 \text{ คัน} \\ \therefore \text{คัน/ชม.} &= \text{เที่ยว/ชม.} \times \text{คัน/เที่ยว} \\ &= 7 \times 11 = 77 \\ \text{จำนวนรถบรรทุก} &= \frac{\text{Power shovel capacity}}{\text{คัน/ชม.}} \\ &= \frac{122}{77} = 2 \end{aligned}$$

จะเห็นว่าจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสม 2 คัน แต่ 22 - RB จะต้องทำงานเร็วกว่านี้ เพื่อทำงานให้ทันกับรถบรรทุก 2 คัน ซึ่งเป็นผลทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอีกได้

6.2 ความสมบูรณ์เฉลี่ยของแหล่งแร่ดีบุกในปี 2524 - 2525

จากหัวข้อ 6.1 RB - 22 ตักดินที่มีแร่ได้ 73 ลบ.หลา/ชม.

ถ้าสมมติ RB - 22 ทำงานเต็มวันละ 6 ชั่วโมง และ 1 เดือน ทำงาน 20 วัน

$$\therefore \text{RB - 22 ตักดินได้} = 73 \times 6 \times 20 = 8,760 \text{ ลบ.หลา/เดือน}$$

ในปี 2524 ทางเหมืองผลิตแร่ดีบุกทั้งหมด 456 ทาบ และปี 2525 ผลิตแร่ 555.25 ทาบ ซึ่งเฉลี่ยแล้วทางเหมืองผลิตแร่ได้เดือนละ $\frac{456 + 555.25}{24} = 42$ ทาบ หรือ 4,200 ชั่ง

ดังนั้นความสมบูรณ์ของแร่ที่ทำเหมืองอยู่ในปี 2524 - 2525 ประมาณ

$$\frac{4,200}{8,760} = 0.48 \text{ ชั่ง/ลบ.หลา}$$

จะเห็นว่า ถ้าใน 1 เดือน สามารถทำเหมืองได้ถึง 25 วัน หรือ 30 วัน ก็จะได้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอีกดังนี้

	<u>ทำเหมือง 25 วัน/เดือน</u>		<u>ทำเหมือง 30 วัน/เดือน</u>	
	<u>6 ชม./วัน</u>		<u>6 ชม./วัน</u>	<u>7 ชม./วัน</u>
1. สิ้นแร่ป้อนโรงแต่ง (ลบ.หลา)	$73 \times 6 \times 25 = 10,950$		$73 \times 6 \times 30 = 13,140$	$73 \times 7 \times 30 = 15,330$
2. ความสมบูรณ์เฉลี่ย (ชั่ง/ลบ.หลา)	0.48		0.48	0.48
3. ผลผลิต/เดือน(ทาบ)	$\frac{0.48 \times 10,950}{100} = 52.56$		$\frac{0.48 \times 13,140}{100} = 63.07$	$\frac{0.48 \times 15,333}{100} = 73.58$
			≈ 63	≈ 74

จากการเพิ่มจำนวนวันในการทำเหมือง ผลผลิตก็จะเพิ่มขึ้นเป็น 52.56 ตูบ/เดือน และ 63.07 ตูบ/เดือน แต่เนื่องจากเครื่องจักรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอายุการใช้งานมานานมากแล้ว จึงเกิดการขัดข้องและต้องซ่อมอยู่บ่อยครั้ง จึงทำให้ชั่วโมงการทำงานต่อเดือนต้องลดน้อยลงไปอีก ในบางเดือนจะทำงานเพียง 10 วัน หรือไม่ทำงานเลย ดังนั้น ถ้าจะพิจารณาความสมบูรณ์เฉลี่ยของแหล่งแร่ให้ถูกต้องยิ่งขึ้นแล้ว จะเห็นว่าความสมบูรณ์เฉลี่ยของแหล่งแร่ที่ทำเหมืองอยู่ในปัจจุบันจะมีค่ามากกว่า 0.48 ชั่ง/ลบ.หลา ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับผลผลิตแร่ดิบทุกปี 2524 และ 2525 ในบางเดือนจะผลิตดิบได้ถึง 100 ตูบหลวง (ซึ่งถ้าคิดกลับเป็นความสมบูรณ์แล้วได้ 1.14 ชั่ง/ลบ.หลา ถ้าคิดจากสินแร่ป้อนโรงแต่งแร่ 8,760 ลบ.หลา)

ดังนั้นพอจะสรุปได้ว่าแหล่งแร่นั้นมีความสมบูรณ์เกิน 0.5 ชั่ง/ลบ.หลา และอาจจะถึง 1 ชั่ง/ลบ.หลา ซึ่งผลผลิตของเหมืองน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ก็เพราะด้วยเหตุผลดังกล่าวแล้วข้างต้น ก่อปรกับหน้าเหมืองค่อนข้างชัน และขาดเสถียรภาพจึงเกิดการพังทลายบ่อยครั้ง

6.3 ความสมบูรณ์ต่ำสุด (grade cut off)

	<u>ปี 2524</u>	<u>ปี 2525</u>	<u>หมายเหตุ</u>
1. ผลผลิตแร่ดิบทุก (ตูบ)	456	555.25	ภาคผนวกที่ 3.1
2. ค่าใช้จ่ายในการผลิตแร่ (บาท)	5,578,425.27	5,419,449.57	ภาคผนวกที่ 3.11
3. ราคาแร่ดิบทุก (72% Sn)	12,000	11,220	ราคาในขณะนั้น เป็นค่าเฉลี่ยทั้งปี
4. ต้นทุนการผลิต (ตูบ/ปี)	464.87	483	2 + 3
5. ต้นทุนการผลิต (ตูบ/เดือน)	38.73 = 39	40.25	
6. สินแร่ป้อนโรงแต่งต่อเดือน (ลบ.หลา)	8,760	8,760	จากหัวข้อ 6.2
7. ความสมบูรณ์ต่ำสุด (ชั่ง/ลบ.หลา)	<u>0.45</u>	<u>0.45</u>	100 (5 + 6)

จะเห็นว่าความสมบูรณ์ต่ำสุดของการทำเหมืองค่อนข้างคงที่ ประมาณ 0.45 ชั่ง/ลบ.หลา หรือประมาณ 39 ตูบ/เดือน และยังต่ำกว่าความสมบูรณ์ของแหล่งแร่ที่ทำอยู่ (หัวข้อ 6.2)

ดังนั้นในการทำเหมืองปี 2526 นั้น ค่าความสมบูรณ์ต่ำสุดควรปรับเป็น 0.5 ชั่ง/ลบ.หลา หรือประมาณ 44 ตูบ/เดือน เมื่อยังทำดินได้ 8,760 ลบ.หลา/เดือน เท่าเดิม ทั้งนี้ เพราะค่าใช้จ่ายบางอย่างมีแนวโน้มสูงขึ้น ตามภาวะทางเศรษฐกิจ เช่น

- ค่าน้ำมัน หรือค่าไฟฟ้า
- ค่าแรงขั้นต่ำ
- ค่าอะไหล่ และอุปกรณ์ซ่อม เป็นต้น

6.4 สภาพของเครื่องจักร เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทำเหมือง

6.4.1 Caterpillar D8H (270 HP)

หน้าที่เพื่อตัดดินหน้าเหมืองทิ้ง ตลอดจนช่วยตัด bench เพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้กับหน้าเหมือง ดังนั้น การทำงานจึงอาจจะต้องตัดดินที่ปกคลุมทิ้ง ทั้งยังช่วยตัดดินแร่บริเวณแนวสัมผัส บ่อน Power shovel เพื่อให้ทำหน้าที่ตักดินแร่ใส่รถบรรทุกต่อไป

มิอาบุคลากรใช้งานที่รับทอดมาตั้งแต่ปี 2517 มาจนถึงปัจจุบัน (2526) เป็นเวลา 10 ปี รวมแล้วอายุการใช้งานของเครื่องกว่า 10 ปี และเป็นเครื่องมือสอง ดังนั้น เครื่องจึงเกิดขัดข้อง อยู่บ่อยครั้งที่ทำงาน เพราะอะไหล่ต่างๆ ได้เสื่อมสภาพไปเป็นส่วนใหญ่ มีการซ่อมแซมบ่อยครั้ง ทำให้เกิดการรอนานขึ้นเพราะไม่สามารถเปิดดินปกคลุมทิ้งได้ทันกับการทำงานของ RB - 22 ทำให้งานชะงักจากการพังของหน้าดิน

ค่าซ่อมบำรุงในปี 2524 เป็นเงินถึง 140,210 บาท และ 167,962 บาท ในปี 2525 (จากภาคผนวกที่ 3.9) ซึ่งจะเห็นว่าค่าซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่มีแนวโน้มสูงขึ้นเกือบ 30,000 บาท ต่อปี และคิดเป็น 54.76 %* และ 51.52 %** ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในปี 2524 และ 2525 ตามลำดับ และจะมีแนวโน้มสูงขึ้นอีกในปีต่อไป นอกจากค่าซ่อมบำรุงจะเพิ่มสูงขึ้นแล้ว น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ต่อผลผลิตแร่ 1 ทอน ก็เพิ่มขึ้นด้วย ดังภาคผนวกที่ 3.10 แต่ในปี 2523 จะมีค่าสูงมาก เพราะว่าเป็นปีแรกที่ทำการเปิดหน้าดินและดินที่มากกว่า ซึ่งเครื่องจักรต้องทำงานหนักมาก ซึ่งถ้าเปรียบเทียบการทำงานรวมกันของทั้งรถแทรกเตอร์ D8H และรถ RB- 22 แล้วจะพบว่าในขั้นตอนการเปิดหน้าเหมืองและตัด bench อยู่นั้นรถแทรกเตอร์มีหน้าที่ทำงานหนักมากเพื่อปาดพวกดินทิ้งไป ถ้าดูในปี 2523 (ภาคผนวกที่ 3.1) ผลผลิตในช่วง 5 เดือนแรก ค่อนข้างต่ำเพราะเปิดหน้าดินยังไม่เต็มที่ RB -22 ต้องรอนานจาก D8H ซึ่งจะบันทึกโดยอัตราส่วนของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง , น้ำมันหล่อลื่นต่อผลผลิตของ D8H จะสูงกว่า RB - 22 มาก จึงทำให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถแทรกเตอร์ D8H เพิ่มขึ้นจาก 256,050.54 บาท ในปี 2524 เป็น 326,029.20 บาท ในปี 2525 ด้วย

* ได้มาจาก $\frac{140,210.25(\text{จากภาคผนวกที่ 3.9})}{256,050.54(\text{จากภาคผนวกที่ 3.11})} \times 100$

** ได้มาจาก $\frac{167,962.00(\text{จากภาคผนวกที่ 3.9})}{326,029.20(\text{จากภาคผนวกที่ 3.11})} \times 100$

เนื่องจากต้องซ่อมแซมบ่อยครั้ง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานไม่ดีซึ่งบางครั้งซ่อมใช้เวลาเป็นเดือนๆ เช่นในเดือนพฤษภาคม 2523 ต้องซ่อมตลอดทั้งเดือนซึ่งปล่อยให้ RB-22 ทำงานโดยลำพัง ซึ่งถ้าเป็นลักษณะเช่นนี้ จะทำให้เสถียรภาพของหน้าเหมืองไม่ปลอดภัยและดินพังลงมา ทำงานไม่เต็มที่เช่นกัน เพราะต้องเสียเวลาในการตักหน้าดิน ดินที่พังลงมาปิดกั้นหน้าเหมืองทิ้งไปก่อน

ปี 2523 ทำการซ่อมใหญ่ 1 ครั้ง ซ่อมประมาณ 2 ครั้ง

ปี 2524 ทำการซ่อม 3 ครั้ง

ปี 2525 ทำการซ่อม 3 ครั้ง

และจะมีการซ่อมและเปลี่ยนอะไหล่ต่างๆอยู่บ่อยครั้ง เช่น พวง Roller ripper, front Idler และ spocket เป็นต้น

6.4.2 Power shovel RB - 22

หน้าที่ขุดลอกเปลือกดินทิ้งและตักหินแร่ใส่รถบรรทุกไปฝังลงอุ้งแร่ และเข้าขบวนการแต่งแร่ต่อไป การทำงานจะสัมพันธ์กับการทำงานของแทรกเตอร์ D8H และรถบรรทุก RB-22 ทำงานตักพวกที่ไม่แข็งมาก เช่นพวกหินต่างๆหรือหินแร่บริเวณแนวสัมผัสซึ่งเกิดอยู่ในแกรนิตยู อุดรครต่อประสิทธิภาพของ RB-22 ก็คือ รถแทรกเตอร์ D8H เกิดเสียและซ่อมทำให้เปิดหน้าดินไม่ทันกับการทำงานของ RB-22 หน้าเหมืองพังมากลบบริเวณที่อยู่ตมู่ การผลิตแร่ชะงักเพราะ RB-22 ต้องตักหินเหล่านี้ทิ้งไปก่อน จึงจะทำการตักแร่ต่อไปได้ ซึ่งจะเป็นอยู่บ่อยครั้งเหมือนกัน นอกจากนั้นสภาพเครื่องยนต์ RB-22 เก่ามาก จึงต้องทำการซ่อมแซมบ่อยครั้งเช่นกัน

มีอายุการใช้งานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 11 ปี และเป็นเครื่องมือสอง ในสภาพการใช้งานในช่วงหลังนี้คุณภาพของเครื่องยนต์ลดต่ำลงมาก ต้องซ่อมและเปลี่ยนอะไหล่ที่จำเป็นอยู่ตลอดเวลา เช่นพวง wire rope พวง teeth ซึ่งจะเปลี่ยน 3-4 ครั้งต่อเดือน หรืออุปกรณ์อื่นเสีย เช่น Bolt ขาดหินเพียงเสีย เป็นต้น ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงมาก และเสียโอกาสในการผลิตแร่อีกด้วย โดยเสียค่าซ่อมแซมบำรุงจากภาคผนวกที่ 3.9 เป็นเงิน 122,012 บาท และ 104,820 บาท ในปี 2524 และ 2525 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเสียค่าซ่อมบำรุงต่อปีมากทีเดียว ซึ่งคิดเป็น 69.66%* และ 63.52%** ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เสียไปกับเครื่อง RB-22 ใน ปี 2524 และ 2525 ตามลำดับ

* ได้มาจาก $\frac{122,022.00}{175,140.46} \times 100\%$ (ภาคผนวกที่ 3.9) (ภาคผนวกที่ 3.11)

** ได้มาจาก $\frac{104,820.50}{165,026.90} \times 100\%$ (ภาคผนวกที่ 3.9) (ภาคผนวกที่ 3.11)

การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ต่อผลผลิตแร่ 1 ทาบ มีแนวโน้ม
สูงขึ้นจาก 83.04 บาทในปี 2523 มาเป็น 116.51 บาท(และ)108.43 บาท ในปี 2524 และ
2525 ตามลำดับ (ดูภาคผนวกที่ 3.10)

จากค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการซ่อมบำรุง และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงต่อผลผลิตมากขึ้น จึงไม่
เหมาะที่จะใช้เครื่อง RB-22 กับลักษณะงานที่ทำอยู่

6.4.3 รถตัก Caterpillar 933

หน้าที่ใช้ทำงานสำรวจการทำงานแขวง RB-22 เพราะเป็นเครื่อง Loader ที่ตัก
แล้ววิ่งได้ในระยะทางสั้นๆ ทำงานได้คล่องตัว แต่ขนาด Bucket เพียง $1\frac{1}{8}$ ลบ.หลา (60Hp)
นอกจากนั้นยังใช้ตัก ดิน ดินขนาดใหญ่ๆออกจากบริเวณหน้างานเพื่อให้ RB-22 ทำงานได้สะดวก
ยิ่งขึ้น

มีอายุการใช้งานมาแล้วกว่า 14 ปี และเป็นเครื่องมือสอง ซึ่งมีอายุการใช้งานมาก
และทำงานหนักมาตลอด ดังนั้นสภาพเครื่องยนต์ในปัจจุบันจึงไม่ดี ซ่อมแซมและเปลี่ยนอะไหล่อยู่
บ่อยครั้ง เช่น ต้องเปลี่ยนซ่อม teeth, track และ Roller อยู่เสมอ สภาพเครื่องทำงาน
ประสิทธิภาพลดลง เพราะต้องทำงานซ่อมแซมอยู่บ่อย เช่นในปี 2525 เริ่มทำการซ่อมครั้งใหญ่ตั้งแต่
เดือนเมษายน จนถึง เดือนกรกฎาคม รวมเวลา 4 เดือนเต็ม (ภาคผนวกที่ 3.5) หลังจากทำการ
ซ่อมครั้งใหญ่แล้ว เครื่องยนต์จะใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น จาก 29,340.90 บาท ในปี 2524 เป็น
39,358.75 บาท ในปี 2525 (ภาคผนวกที่ 3.10)

ค่าซ่อมบำรุงคิดเป็น 54.78* % และ 85.36** % ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดและอัตราการใช้
น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่นต่อผลผลิตแร่ 1 ทาบ สูงขึ้นจาก 64.34 บาท เป็น 70.88 บาท ในปี
2524 และ 2525 ตามลำดับ (ดูภาคผนวกที่ 3.10)

ถ้าหากให้เครื่องจักรทำงานในสภาพเช่นนี้ต่อไป ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นมากตามที่
ได้กล่าวแล้ว

6.4.4 รถบรรทุก (Dump trucks)

หน้าที่ ขนเป็ลือกดินคิ่ง และขนหินแร่ป้อนสู่ขบวนการแต่งแร่ รถบรรทุกเป็นรถล้อยาง
6 ล้อ ปีห้อ ฮีลล์ ขนาด 4 ลบ.หลา (125Hp) ทำการขนดินจากหน้าเหมืองไปทิ้งหรือไปสู่โรงแต่ง
มีจำนวน 2 คัน

* ได้มาจาก $\frac{35,535.10 \text{ (ภาคผนวกที่ 3.9)}}{64,876.00 \text{ (ภาคผนวกที่ 3.1)}} \times 100 \%$

** ได้มาจาก $\frac{229,475.25 \text{ (ภาคผนวกที่ 3.9)}}{268,834.00 \text{ (ภาคผนวกที่ 3.11)}} \times 100 \%$

มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 15 ปี สภาพในปัจจุบัณเก่ามาก ช่อมแซมและเปลี่ยนอะไหล่บ่อย และมีสภาพเครื่องยนต์ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นทุกปี ดังจะเห็นได้จาก (ภาคผนวกที่ 3.10) รถบรรทุกทั้งสองคันเสียบค่าใช้จ่ยน้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันหล่อลื่นเพิ่มขึ้นทุกปี ตลอดจนเสียบค่าใช้จ่ยในการซ่อมบำรุงเพิ่มสูงขึ้นด้วย และมีแนวโนมสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังภาคผนวกที่ 3.9

รถบรรทุก No. 1 เสียบค่าซ่อมบำรุงคิดเป็น 51.45^{*} % และ 51.70^{**} % ของค่าใช้จ่ยทั้งหมดในปี 2524 และ 2525 ตามลำดับ

รถบรรทุก No. 2 เสียบค่าซ่อมบำรุงคิดเป็น 52.73⁺ % และ 53.72⁺⁺ % ของค่าใช้จ่ยทั้งหมดในปี 2524 และ 2525 ตามลำดับ

จะเห็นว่าค่าซ่อมบำรุงยังไม่มากนัก ถ้าเทียบกับเครื่องมือหนักอื่นๆ แต่ค่าใช้จ่ยเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นมากกว่า เพราะสภาพเครื่องยนต์มีอายุการใช้งานมานาน

6.5 สภาพของหน้าเหมืองและความปลอดภัย

6.5.1 สาเหตุที่ทำให้หน้าเหมืองถล่ม

เนื่องจากพื้นที่ปกคลุมอยู่เป็นดินทราย หรือดินซิลต์ ซึ่งหนาและมียรอยแตกมาก ซึ่งจะมีรอยแตกที่ทิศทางไม่แน่นอน กอปรกับการทำเหมืองในปัจจุบัณเป็นการทำเหมืองแบบตัดดินตั้งรูปที่ 6.5.1 ทำให้เสถียรภาพของหน้าเหมืองลดลงมาก ทำให้หน้าเหมืองพังลงมาได้โดยซึ่งจะเกิดระนาบเฉียง (เส้นประ) ขึ้นและดินซึ่งมียรอยแตกมากอยู่แล้วก็ช่วยเสริมการพังลงมาตามระนาบดังกล่าว ดังนั้น จะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการตักแร่ เพราะจำเป็นต้องตักดินทิ้งก่อน ทำให้เสียเวลาในการขนดินและดินทิ้งไปเป็นจำนวนมาก จะเป็นการเพิ่มอัตราส่วนหน้าดิน ดิน ใ้มากขึ้นยิ่งไปกว่านั้น น้ำฝนที่ตกหนัก และน้ำผิวดิน จะเป็นส่วนที่จะเพิ่มแรงเสื่อน

* ได้มาจาก $\frac{25,857 \text{ (จากภาคผนวกที่ 3.9)}}{50,255.96 \text{ (จากภาคผนวกที่ 3.11)}} \times 100 \%$

** ได้มาจาก $\frac{39,231 \text{ (จากภาคผนวกที่ 3.9)}}{75,875.15 \text{ (จากภาคผนวกที่ 3.11)}} \times 100 \%$

+ ได้มาจาก $\frac{32,163 \text{ (จากภาคผนวกที่ 3.9)}}{60,990.77 \text{ (จากภาคผนวกที่ 3.11)}} \times 100 \%$

++ ได้มาจาก $\frac{55,331 \text{ (จากภาคผนวกที่ 3.9)}}{102,995.80 \text{ (จากภาคผนวกที่ 3.11)}} \times 100 \%$

นอกจากนั้นความสูงและความชันของหน้าเหมืองมากเกินไป (มากกว่า 70' และสูง
กว่า 30 เมตร) จึงเป็นสาเหตุทำให้เหมืองถล่มอยู่เรื่อยๆ ดังนั้นจึงสรุปสาเหตุที่ทำให้หน้าเหมือง
ถล่มดังนี้

6.5.1.1 ความสูงและความลาดชันของหน้าเหมืองมากเกินไป ซึ่งจะ
แสดงได้โดย factor of safety ไม่ถึง 1.5 (Hoek, 1974) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดสำหรับการ
ทำเหมืองให้มีความปลอดภัยโดย

$$\text{factor} = \frac{\text{โมเมนต์ที่ต้านทานความวิบัติ (failure)}}{\text{โมเมนต์ที่กระทำต่อเนื่องจากน้ำหนักดิน}}$$

ซึ่งดูง่าย ๆ ก็คือเป็นอัตราส่วนระหว่างความแข็งแรงของการเกาะปิดกันเองของเนื้อดิน
หรือหิน ต่อความแข็งแรงหรือน้ำหนักที่กดทับอยู่และพร้อมที่เคลื่อนตัว

ถ้า factor of safety นี้เท่ากับ 1.5 หรือสูงกว่า 1.5 ความลาดชันก็จะอยู่ได้
นานหลายปี ถ้าเท่า 1.25 แสดงว่าความลาดจะอยู่ได้เพียงชั่วคราวในระยะเวลานั้นๆ

ดังนั้นสำหรับความสูงของหน้าเหมืองที่ 100 ฟุต factor of safety 1.3 จะเห็น
ว่า จะต้องทำ slope เพียง 46' (saturated condition) หรือ 55' (dry condition)
(รูปที่ 6.5.3) ดังนั้น จะกำหนดโดยให้ slope สูงหรือชันกว่าค่านี้ย่อมจะทำให้เสถียรภาพลดลง
มากเพราะ factor of safety จะลดลงเรื่อยๆ (ไม่ถึง 1.25) ทำให้การทำงานไม่มีความ
ปลอดภัย ทำให้เกิดการพังขึ้นได้ดังรูปที่ 6.5.4

ดังนั้นในการออกแบบหรือเปิดหน้าเหมืองจะเพิ่มความปลอดภัยขึ้นได้ (factor of
safety สูงกว่า 1.5) อาจทำได้โดย

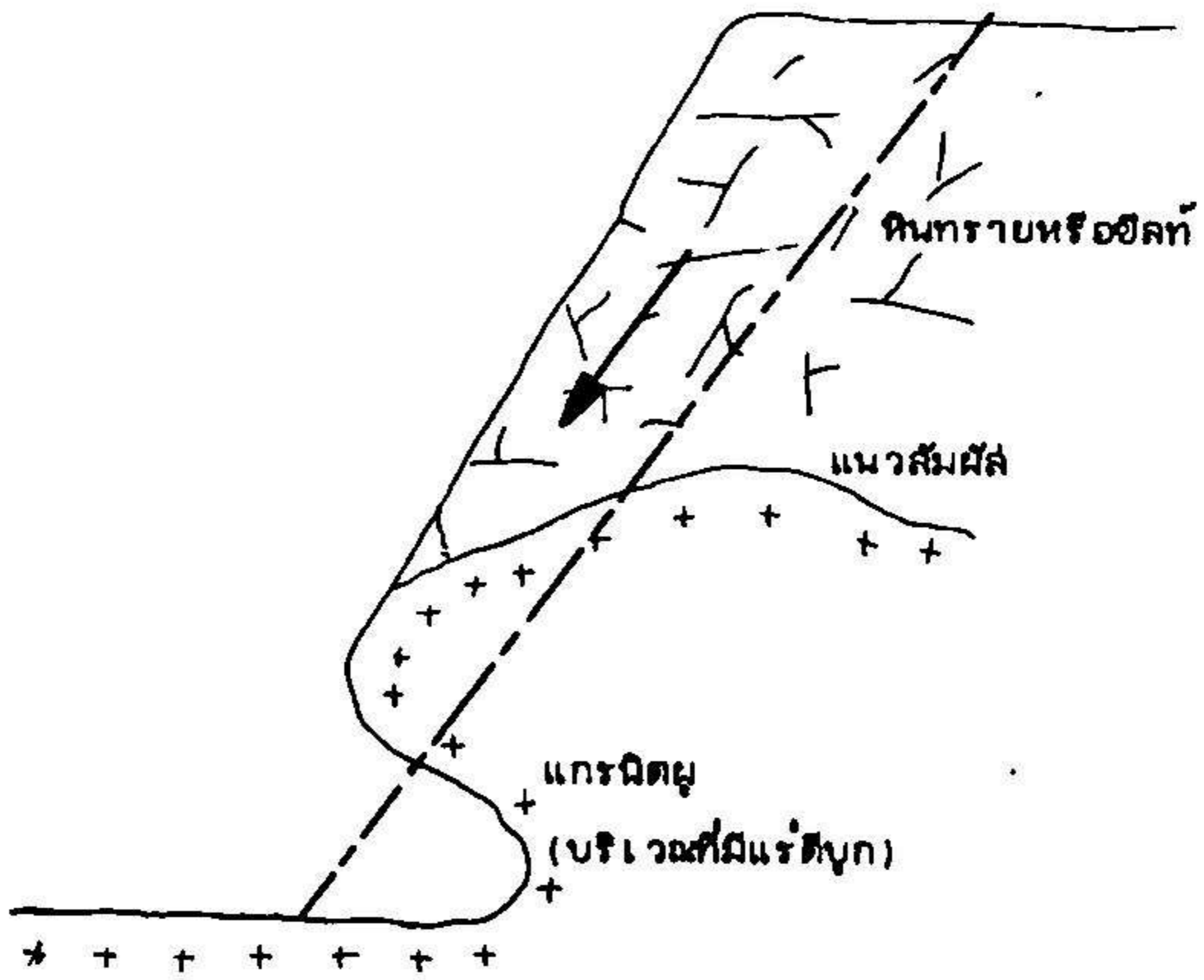
ก. ลดความสูงของหน้าเหมืองลงโดยการตัด bench เพิ่มขึ้นหลาย bench ก็ยัง
คง ความชันอยู่ได้สูงโดยไม่พัง

ข. ลดความลาดชันของหน้า slope ลง โดยให้ความสูงยังคงเดิมหรือ

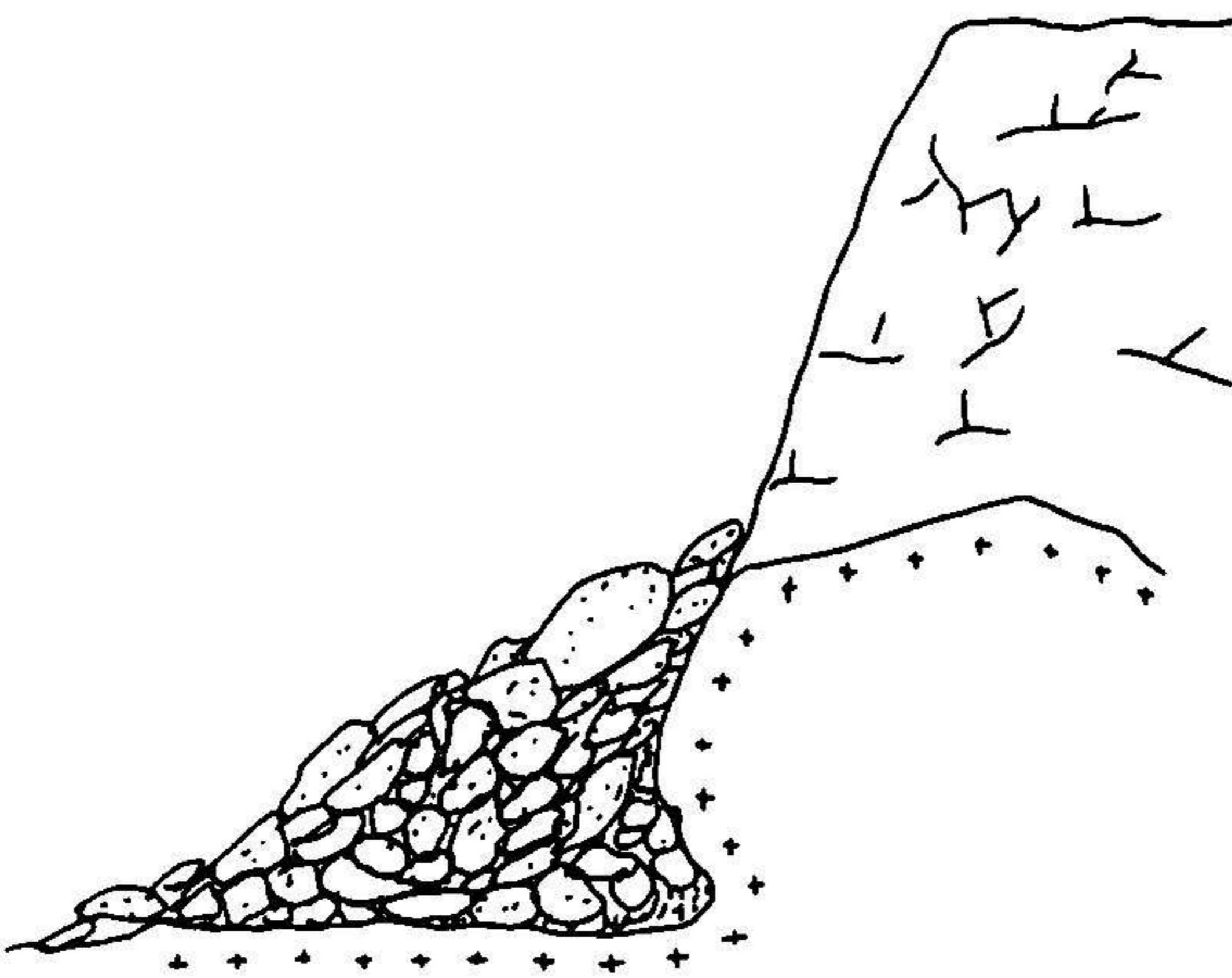
ค. ลดทั้งความสูงและความลาดชันลง ก็จะเพิ่ม factor of safety มากขึ้นด้วย
ดังกล่าวแล้วหรือ

ง. ใช้ Cables ยึด หรือใช้ Rock bolt ยึด ดังรูปที่ 6.5.5 แต่วิธีนี้ต้องเสียค่า
ใช้จ่ายค่อนข้างสูง และทำการเปิดหน้าเหมืองได้ลำบาก

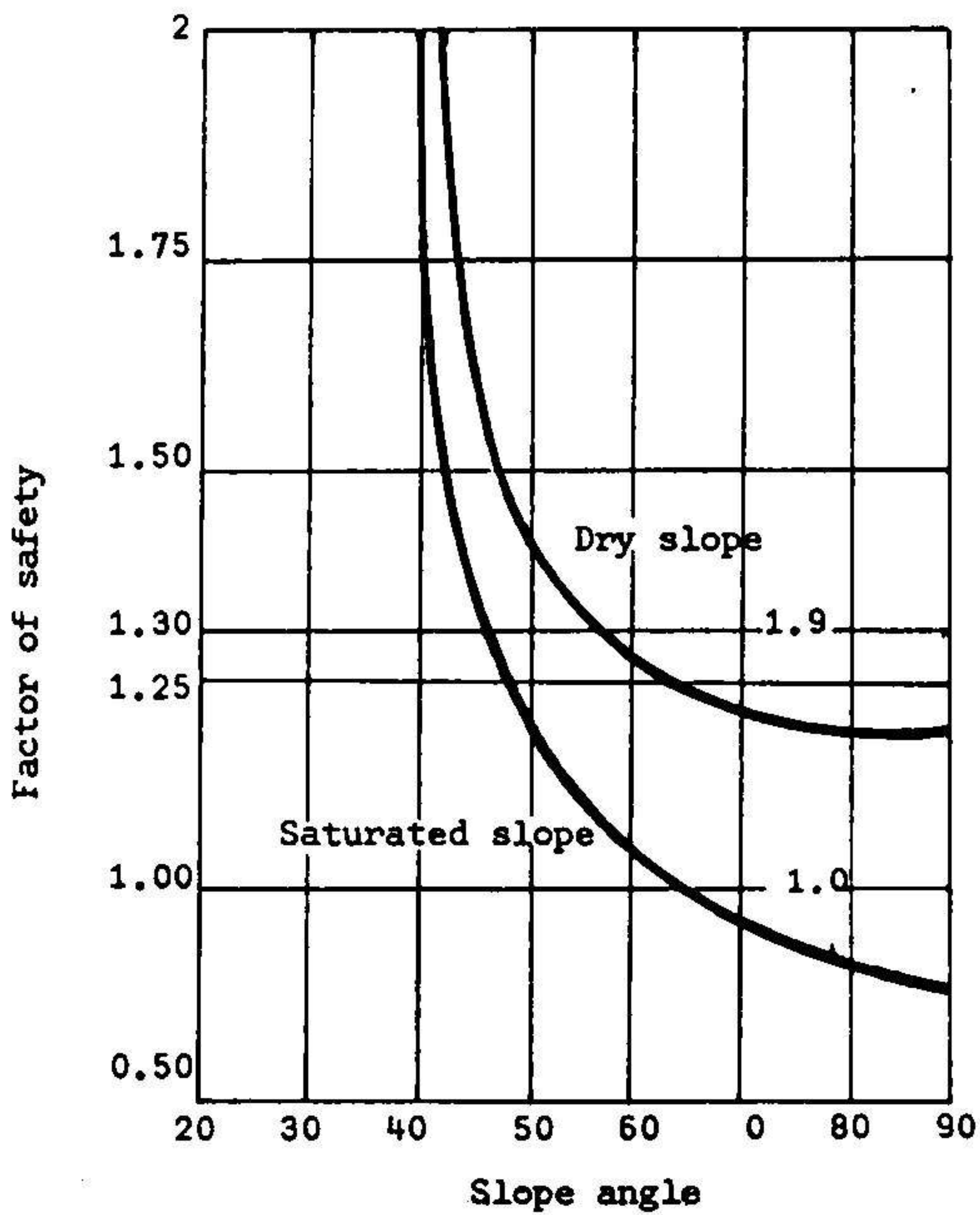
6.5.1.2 ความกว้างขึ้นหน้าเหมือง (Bench) แต่ละชั้นน้อยเกินไป
ไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน และทำให้หน้าเหมืองรับแรงจากน้ำหนักเครื่องจักรไม่ได้ ซึ่งอย่างน้อย
จะต้องเท่ากับรัศมีการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ตัดหรือขุด (Excavator and Loader)



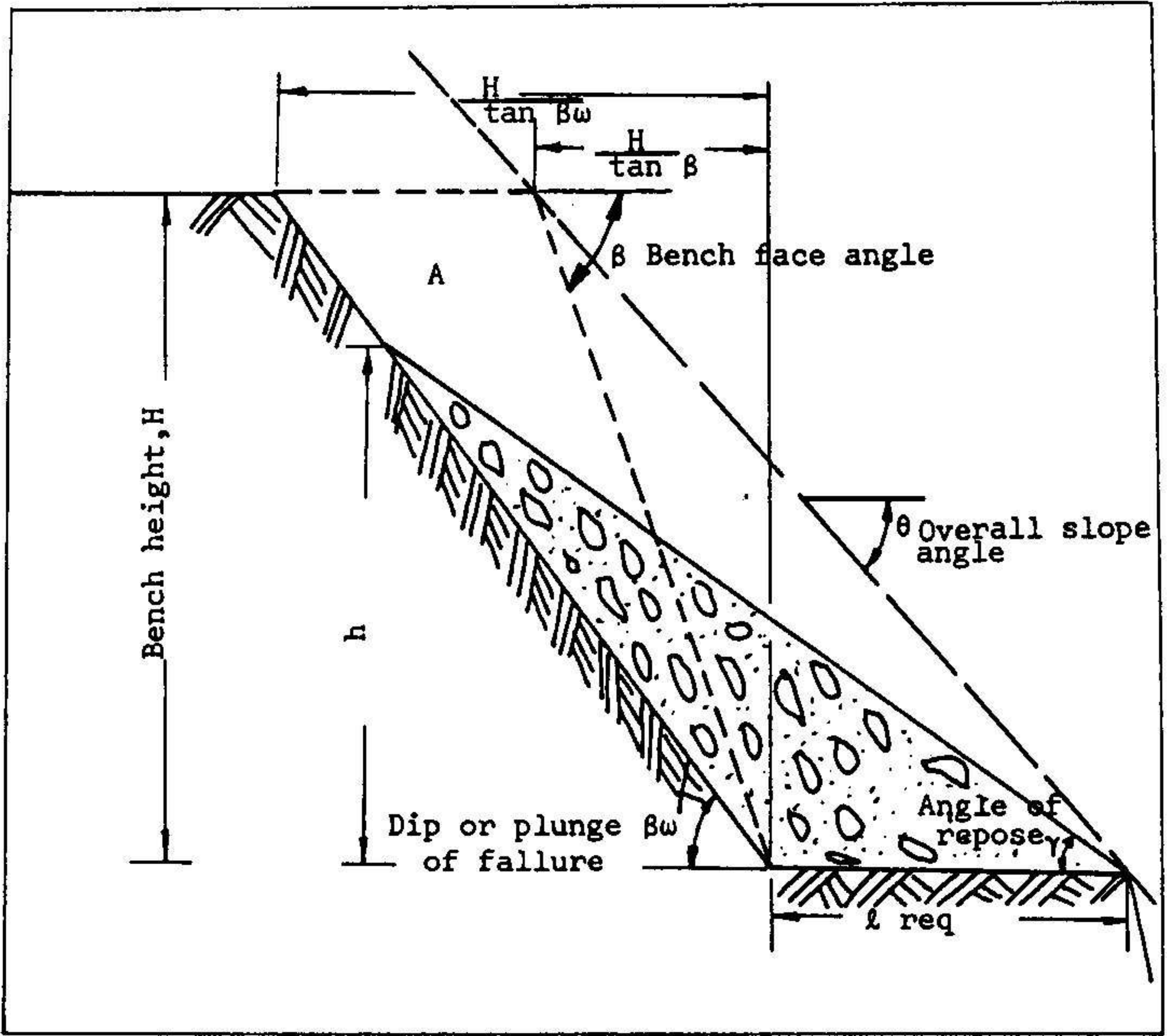
รูปที่ 6.5.1 ขุดตัดดิน (ก่อนการพัง)



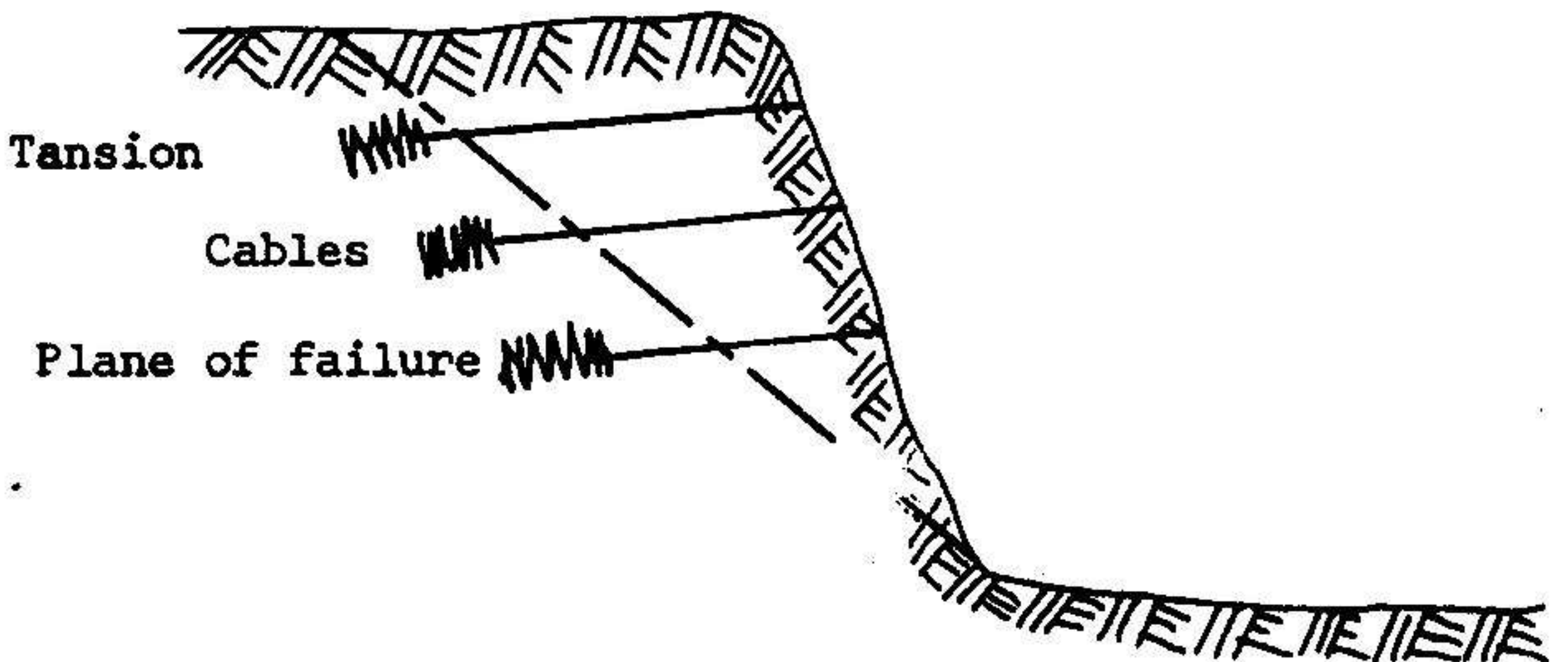
รูปที่ 6.5.2 หลังจากพังแล้ว (ดินลงมาปิดหน้าเหมือง)



รูปที่ 6.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง factor of safety กับ slope angle (Hoek, 1974)



รูปที่ 6.5.4 แบบการพังของ slope (Martinrand Piteau, 1978)



รูปที่ 6.5.5 ใช้ Tension cables กับการเพิ่ม factor of safety

กับความกว้างถนนที่ให้รถบรรทุกวิ่งได้สะดวก หรือที่เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่ง และจะ
เพื่อไว้สำหรับการพังหรือการสไลด์ของดินบนหน้า slope ที่เกิดขึ้นบ้างเล็กน้อยๆ

6.5.1.3 เปิดหน้าเหมืองแบบมาตรฐาน การเปิดหน้าดินโดยมาตรฐานจะ
เปิดชันทรายมากต่อเครื่องยนต์ และผู้ปฏิบัติงานอยู่เพราะจะเกิดการพังขึ้น เพราะการเสียสมดุล
ของแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบน slope ดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งทำให้ factor of safety ต่ำมาก
ซึ่งการทำงานลักษณะนี้เสี่ยงเกินไป

6.5.1.4 ดินหน้าเหมืองที่มีความอิ่มตัวของน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากฝนตก
ทำให้ความแข็งแรงของดินลดลง ซึ่งจะได้จากรูปที่ 6.5.3 factor of safety ของ
saturated slope จะต่ำกว่า dry slope ทุกกรณี ดังนั้นถ้าหน้าเหมืองอิ่มตัวเพิ่มขึ้น ก็ควร
มีการระบายน้ำออกจาก slope ด้วย ก็จะแก้ปัญหาได้และ slope ก็ควรลดความชันลงด้วย

6.5.1.5 โครงสร้างทางธรณีวิทยา มีรอยแตกสูงทำให้เกิดการแตกหัก
หรือสูญเสียความแข็งแรงแล้วแต่อาจจะไม่พังลงมาในเวลานั้น แต่เมื่อถึงแรงภายนอกมากจะทำให้
เสียสมดุลก็จะเกิดการพังขึ้น ดังสาเหตุตั้งแต่ข้อ 6.5.1.1 ถึง 6.5.1.4

6.5.2 สัญญาณบอกอันตรายจากหน้าเหมืองถล่ม

6.5.2.1 มีเศษดินหรือก้อนดินตกลงมาตลอดเวลา หรือสังเกตเห็นได้

6.5.2.2 มีรอยแตก (tension crack) เกิดขึ้นบนส่วนบนของ
slope เห็นได้ชัด

6.5.2.3 มีการทรุดตัวของดินหรือดินบริเวณหน้าเหมือง

6.5.2.4 ต้นไม้บริเวณหน้าเหมืองเอนถู่

6.5.2.5 น้ำซึมที่ไหลออกมาจากหน้าเหมืองมีลักษณะลึกลับ ซึ่งแสดง
ถึงการกักก๊อมน้ำอย่างรุนแรงอยู่ในหน้าเหมือง

ดังนั้นการออกแบบความลาดของเหมืองที่ถูกต้องที่ท่าอยู่ จะช่วยลดการถล่มของหน้า
เหมืองที่ก้ำกึ่งเกิดขึ้นเสมอๆนั้น ให้สามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่องไม่หยุดชะงัก และเป็นการ
เพิ่มความปลอดภัยในการทำงานด้วย

6.6 แหล่งแร่ (ดูรายละเอียดในภาคที่ 1 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ดีบุกบริเวณเหมืองแร่ทุ่งโพธิ์- ทุ่งขมิ้น โดย รงชัย พึ่งรัมย์)

แหล่งแร่เป็นแหล่งแร่ดีบุกที่เกิดอยู่ในดินแกรนิตยูในยุคครีเตเชียส (Cretaceous)
ซึ่งเป็นพวกไบโอไทต์ แกรนิต (biotite granite) เป็นส่วนนำแร่ดีบุกขึ้นมา แร่ดีบุกเกิดแบบ

ฝังประ (disseminate) และแบบกะเปาะ (pocket) .โดยหินแกรนิตถูกอิทธิพลของไอน้ำและ
ก๊าซกระทำจนผุ แร่เฟลสปาร์ในหินเปลี่ยนไปเป็นพวกดินของเกาสินไนต์ (kaolinite) และ
มอนต์มอลิโดไนต์ (montmorillonite) และตึกมักจะเกิดอยู่ใกล้แนวสัมผัสกับหินอื่น ซึ่งเป็นพวก
หินทราย หินชิลท์ และหินเชลล์ ที่มีบางส่วนโดยแปรสภาพไปแล้ว อายุของหินอื่นอยู่ในยุคไตรแอสซิก
(Triassic) แนว strike พวกหินอยู่ในแนวประมาณเหนือใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ - ตะวัน
ตกเฉียงใต้ และมีแนวรอยแตกมากมายในทิศทางไม่แน่นอน (พิษณุ, 2521)

การทำเหมืองซึ่งทำเหมืองตามแนวสัมผัสนี้ แต่ไม่ทราบปริมาณแร่สำรวจที่แน่นอน และ
ทิศทางของแนวสัมผัสก็ไม่ทราบแน่นอนว่ามีทิศทางไปทางไหน มี dip หรือ strike อย่างไร
เพราะไม่มีการสำรวจทำตามแนวซึ่งเคยทำมา แต่ทางเหมืองสามารถผลิตแร่จากแหล่งนี้แล้วเป็น
จำนวนทั้งสิ้น 10,219.95 ตาบหลวง (ตึก 72 %) ซึ่งมีการผลิตมาแล้วประมาณ 15 ปี

สำหรับหน้าเหมืองที่ทำอยู่ในปัจจุบันจะมีความสมบูรณ์ของแร่ค่อนข้างสูง แต่จะมีปัญหา
เกี่ยวกับเหมืองถล่มและเครื่องจักรเลียบอยู่บ่อย และเครื่องจักรทำงานไม่ได้เต็มที่ ซึ่งทำให้ผลผลิต
ในปัจจุบันต่ำมาก กอปรกับหน้าดิน/ดินหนามากทำให้อัตราส่วนหน้าดินสูง และเสียค่าใช้จ่ายในการ
เปิดหน้าดิน/หิน และการทำ slope สูงมาก แต่ทางเหมืองยังมีอุปสรรคเรื่องเงินทุนซึ่งทำการ
เปิดทำแร่โดยวิธีมาตรฐานหรือตัดดินโดยไม่ได้ตัด bench ซึ่งเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้หน้าเหมืองถล่ม

7. อุปสรรคและปัญหา

7.1 แหล่งแร่สำรอง

ไม่ทราบแหล่งแร่สำรองที่แน่นอน เพราะลักษณะการกำเนิดของแหล่งแร่ไม่เชื่ออำนาจให้ใช้วิธีการสำรวจแบบง่าย ๆ ได้ เช่น ขุดบ่อ (pitting) หรือ ขุดร่อง (trenching) เนื่องจากอยู่ในแนวสัมผัสซึ่งมีหินปกคลุมค่อนข้างหนาแน่นมาก เจาะดูโมเมนต์สำรวจก็เสียค่าใช้จ่ายมาก เพราะไม่ทราบแนวสัมผัสที่แน่นอนทั้งหมด ซึ่งการสำรวจที่ได้ผลควรจะเป็นการสำรวจโดยใช้วิธีการทางธรณีฟิสิกส์ เพื่อหาแนวสัมผัสซึ่งอาจจะใช้ seismic ก็ได้ และทำการเจาะตรวจสอบโดยเครื่องเจาะ (down the hole drill) หรือ (diamond drill) ซึ่งตามวิธีที่กล่าวถึงจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก

7.2 หินที่ปกคลุม

หินที่ปกคลุมมีความหนาแน่นมาก หนามากกว่า 30 เมตร ทำให้ค่า stripping ratio สูงมาก ต้องเสียค่าเปิดหน้าดิน/หินสูง ทำให้ grade cut off ของการทำเหมืองสูงตามชั้นด้วย

และพื้นที่ปกคลุมมีรอยแตกมากทำให้ สัตยภาพของหน้าเหมืองลดลงมากและเกิดการสไลด์ของดิน
มากลงบริเวณที่ทำงานอยู่

7.3 สัตยภาพของหน้าเหมือง

สภาพหน้าเหมืองสูงชันมากทำให้ factor of safety ลดลงถึงกล่าวแล้วในหัวข้อ
6.5.1.1

7.4 สภาพของเครื่องมือหนัก

สภาพของเครื่องมือหนักที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเครื่องมือสองและใช้มาแล้วนานปีนั้น เกิด
ชำรุดและเสียหายต้องซ่อมบำรุงในอัตราที่สูงคือ 60 - 70 % ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดและเวลาที่ใช้
ไปในการซ่อมก็ต้องสูญเสียไปโดยผลิตแร่ไม่ต่อเนื่อง ทำให้รายได้จากการผลิตแร่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

7.5 เงินทุน

จะมีปัญหาเรื่องเงินทุนขาดแคลน เงินทุนเพิ่มเติมเพื่อใช้จ่ายในการซื้อเครื่องยนต์
เครื่องจักรใหม่มาแทนที่เครื่องจักรเก่าๆ เพื่อใช้ในการสำรวจชั้นจะส่งเสริมให้การทำเหมืองมี
ประสิทธิภาพและเกิดความปลอดภัยขึ้น ทั้งนี้จึงจำเป็นต้องหาแหล่งเงินทุนเพิ่มเติมตามในโอกาส
จะอำนวย

7.6 ราคาแร่

เนื่องจากปัจจุบันราคาแร่ดีบุกต่ำลงมาก เพราะผลิตเกินความต้องการของตลาด
ทำให้รายได้จากส่วนนี้ลดน้อยลง

7.7 อื่นๆ

เช่น โจร ขโมย สิ่งมีอยู่ประปราย ปัญหาโควต้าแร่ดีบุก เป็นต้น

8. บทสรุป และข้อเสนอนแนะ

จากผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร ในบทที่ 6 นั้น จะเห็นว่าอุปสรรคใน
การทำงานของเหมืองคือ การทำงานได้ไม่เต็มที่ตลอดทั้งเดือน เพราะสาเหตุใหญ่ 2 ประการคือ

8.1 เครื่องจักรหมดสภาพ

ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าปกติมาก เช่น ค่าซ่อมบำรุง ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าเสีย
โอกาสในการต้องเสียเวลาไปโดยไม่ได้ผลิตแร่

8.2 การพังของหน้าเหมือง

ทำให้เสียเวลาในการขนเปลือกหิน ดิน ทั้ง เป็นเหตุให้การทำงานไม่ เต็มที่เช่นกัน จากสาเหตุใหญ่ที่กล่าวมา จะศึกษาเปรียบเทียบให้เห็นในแง่ของการแก้ปัญหาที่กล่าวแล้วโดยมีการลงทุนเพิ่ม ซื้อเครื่องจักร D7G แทนการทำงานของ D8H และ back hoe Yutani YS Singapore 750-2 ช่วยการทำงานของ Power shovel RB - 22 โดยหาแหล่งเงินอุดหนุนเข้า เช่น บริษัทอุตสาหกรรมเงินทุน เป็นต้น

กำหนดให้เป็น 2 โครงการ ศึกษาเปรียบเทียบในช่วงเวลา 5 ปี

โครงการที่ 1 เป็นโครงการที่คงทำงาน และใช้เครื่องจักร เก่าๆ ในการทำงาน โดยชั่วโมงการทำงานต่อวัน 6 ชั่วโมง และ 20 วันต่อเดือน

โครงการที่ 2 ลงทุนเพิ่มโดยซื้อเครื่อง D7G และ back hoe Yutani YS Singapore 750-2 พร้อมกับต้องเลิกอุดหนุนและเงินกู้ในช่วงเวลา 5 ปี แต่จะได้ชั่วโมงการทำงานที่สูงขึ้น ทำงานได้ 7 ชั่วโมงต่อวัน ทำงาน 30 วันต่อเดือน เพราะสามารถลด

1. การพังหน้าเหมืองลงได้ โดยทำการตัด bench ไว้ล่วงหน้ากับการทำงานของเครื่องตัก
2. ไม่ต้องเสียเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักร เพราะเป็นเครื่องจักรใหม่และจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแน่นอน ถ้าแหล่งแร่แหล่งเดียวกัน โดยผลผลิตจะเพิ่มจาก 42 ทาบ/เดือนเป็น 74 ทาบ/เดือน เพิ่มขึ้น 32 ทาบ/เดือน (จากหัวข้อ 6.2)

จากภาคผนวกที่ 4 การเลือกควรเลือกโครงการที่ให้ค่า A.W. มากกว่าจะเห็นค่า AW ในโครงการที่ 2 มากกว่าประมาณ 7 เท่า ในโครงการแรก เนื่องจากสามารถทำงานได้เต็มที่นั่นเอง และในขณะที่ล้มเลิกให้ค่าใช้จ่ายต่อปีคงที่ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วค่าใช้จ่ายต่อปีลดลงอย่างแน่นอน เพราะค่าซ่อมบำรุงรักษาน้อยมาก เนื่องจากเครื่องจักรใหม่และสภาพเครื่องจักรยังดีมาก และประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้ด้วย

ดังนั้นจึงเห็นว่า การหาแหล่งเงินกู้ เพื่อซื้อเครื่องจักรใหม่มาทำงานแทนเครื่องจักรเก่า จะดีกว่า และไม่ควรรื้อเครื่องจักรที่ใช้แล้ว เพราะจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงแล้ว ยังเสียเวลาไปในการซ่อมบำรุงดังกล่าวแล้วอีกด้วย

8.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการเปรียบเทียบมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. หาแหล่งเงินทุนเพื่อซื้อเครื่องจักรใหม่ D7G ทำงานแทน D8H และ back hoe Yutani Ys Singapore 750-2 แทน Power Shovel RB - 22
2. ควรทำรายการบันทึกของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เพื่อทราบรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 2.1 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเครื่อง
 - 2.2 ชั่วโมงการทำงานต่อวัน
 - 2.3 ประวัติการซ่อม บำรุง เป็นต้น

ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ในทางเศรษฐศาสตร์ได้มากด้วย

3. ควรศึกษาถึงเสถียรภาพของหน้าเหมืองโดยใช้เครื่องจักรใหม่ตัด bench เพื่อลดความชันและความสูงของหน้าเหมืองลง จะช่วยลดการพังและเพิ่มชั่วโมงการทำงานให้มากขึ้นด้วย
4. หาทุนเพื่อสำรวจแหล่งแร่เพิ่มเติม เพื่อสร้างความมั่นใจในการทำเหมืองต่อไป

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

1. ไตรรัตน์ ชันมณูชัย. 2522. วิธีการทำเหมือง. เอกสารเผยแพร่ ฝ่ายอบรมและพัฒนาศักยภาพ
กองเคหะธุรกิจและเผยแพร่ กรมทรัพยากรธรณี : หน้า 9
2. พิษณุ บุญนวล. 2521. เหมืองทุ่งโพธิ์. รายงาน ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : หน้า 1
3. ไพรัตน์ เตชะวิวัฒนาการ, คู่ภทัย พงษ์ศิริวรรณ และสัมพันธ์ หวลกลิน. 2524.
เหมืองทุ่งโพธิ์. รายงานการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : หน้า 34
4. วันชัย ริชราวนิช และ ชุ่ม พลอยมีค่า. 2520. เคหะอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ :
หน้า 354
5. วิโรจน์ ศิวาวงศ์. 2525. ตีพิมพ์. รายงานการศึกษา ส่วนวิจัยเคหะธุรกิจ ฝ่ายวิจัยและ
ธนาคารไทยพาณิชย์ : หน้า 53-57
6. สุนทร เฟื่องทอง และ บงกชพร ตังคยสาร. 2523. รายงาน ห้างหุ้นส่วนจำกัดเหมือง
แร่ทุ่งโพธิ์. สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 1 สงขลา : หน้า 10
7. อารมย์ เข้าวสิต. 2522. การศึกษาโรงแต่งแร่โดยใช้ล้ากตัวแร่ จากเหมืองทุ่งโพธิ์
ต. ทุ่งขมิ้น อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. รายงานการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่
และโลหะวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : หน้า 72
8. Brawner, C.O. and Milligan, V. 1971. Stability in Open Pit Mining.
Proceeding of the first International Conference on Stability
in Open Pit Mining. New York : 242
9. DeGarmo, E. Paul. 1967. Engineering Economy. New York. Macmillan.
U.S.A. : pp. 271 - 273
10. Henning, ULF. 1963. Calculation of Cut off Grade. Canadian Mining
Journal. 84 : pp. 54 - 55
11. Hoek, Evert and Bray, John. 1974. Rock Slope Engineering. The Ins.
of Mining and Metallurgy. London : p. 9

12. Killebrew, Clarence E. 1972. Tractor Shovels, Tractor Dozers, Tractor scrapers; Surface Mining. New York; p. 466
13. Martin, Dennis C. and Piteau, Douglas R. 1978. Select berm width to contain local failures; E/MJ Operating Handbook of Mineral Surface Mining and Wxploration. New York. U.S.A. 2 : p. 104
14. Seegmiller, Benl. 1979. General comments, Data. Collection. Remedial Stability Measures; Open Pit Mine Planning and Design, New York, U.S.A. : pp. 149 - 159
15. Soderbery, Adolph and Rausch, Donald O. 1972. Pit Planning and Layout, Surface Mining, New York : pp. 141-165

ภาคผนวกที่ 1

การพิจารณาความสมบูรณ์ต่ำสุด (Henning, 1963)

1.1 สัมมุติฐาน

ตัวแปรต่างๆในตำนานเศรษฐศาสตร์ และในสภาวะต่างๆจะคำนวณมา เพื่อเปรียบเทียบ และถูกพิจารณา ซึ่งจะพิจารณาถึงสิ่งดังต่อไปนี้

1.1.1 ก. จะต้องให้มีการกระจายมากที่สุด ระหว่างรายได้ต่อปีในปัจจุบันที่กำไรกับการลงทุน ถ้าดอกเบี้ยเป็น 0 % นั้นจะพูดว่า ถ้ากำไรที่ได้ในบางเวลาในอนาคตจะถูกพิจารณาให้เท่ากับค่าของส่วนที่ได้รับในปัจจุบัน

1.1.1 ข. ให้มีการกระจายมาก(สูงที่สุด) ระหว่างผลรวมของกำไรต่อระยะเวลาที่ทำเหมืองและการลงทุนอยู่

1.1.2 ตามวัตถุประสงค์ข้างบน แต่สภาวะสำหรับบางเหตุผลที่พิเศษ อายุของลักษณะต่างๆจะคงที่

1.2 การคำนวณจุดคุ้มทุนที่เหมาะสม

1.2.1 ตามจุดประสงค์ข้อ 1.1.1 ข.

$$mX = k_1 + \frac{k_2}{p} - D \dots\dots\dots(1)$$

จะหมายถึงค่าความสมบูรณ์ต่ำสุด ซึ่งค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงกิจการจะเท่ากับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและจะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายคงที่ ค่าใช้จ่ายคงที่นี้จะไม่ขึ้นกับการทำงานของเหมืองหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุนของเหมืองจะไม่มีอิทธิพลในการคำนวณ

ผลลัพธ์ที่ออกมา อาจจะมีควมสับสนอยู่บ้าง เช่น บางครั้งเราคิดว่ามีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงกิจการแต่เพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่เราไม่ต้องการจะคิดต่อไปก็คือ ความจริงที่ว่า การทำเหมืองจากสินแร่ที่สำรวจเพิ่มเติมนั้น ก็คืออายุเหมืองออกไปอีก ซึ่งจะเห็นว่า ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายคงที่ซึ่งจะไม่ปรากฏเมื่อหยุดเหมืองหรือปิดกิจการ

1.2.2 ตามสูตรประสิทธิ์ข้อ 1.1.1 ก.

จะต้องขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยที่ขึ้นลงด้วย การที่จะพยายามเร่งผลผลิตในระยะแรก
สินแร่ที่สำรวจเพิ่ม (ไม่สำคัญ) มักจะมีส่วนเข้ามาบ้างด้วยเสมอ เฉพาะแหล่งแร่บ้างแหล่งเราจะ
เลือกเอาเฉพาะความสมบูรณ์สูงไม่ได้ ปัญหาที่มีอยู่ว่าถ้ามีส่วนที่นอกเหนือจากการสำรวจนั้นจะทำ
หรือกึ่งดี

ค่าความสมบูรณ์ต่ำสุดจะคงที่ ตลอดอายุของการทำเหมือง แต่จะสูงเมื่อเริ่มต้นและ
ค่อยๆลดต่ำลงตามปริมาณสินแร่สำรวจ

สมการจะกำหนดตามช่วงอายุเวลาดังนี้

อายุเหมือง 70 ปี

$$mx = k_1 + \frac{k_2}{p} - 1.7 D + 5.3 \dots\dots(2)$$

อายุเหมืองเหลือ 5 ปี

$$mx = k_1 + \frac{k_2}{p} - 1.3 D + 1.3 \dots\dots(3)$$

เมื่อหมดอายุเหมือง

$$mx = k_1 + \frac{k_2}{p} - D \dots\dots(4)$$

ดังนั้นสรุปว่า ค่าความสมบูรณ์ต่ำสุดนั้นจะมีค่าสูงที่สุดตามวัฏฏประสิทธิ์ 1.1.1 ข.

1.2.3 ตามสูตรประสิทธิ์ข้อ 1.1.2

ตามนิยามของวัฏฏประสิทธิ์ เหมืองกับการหาข้อจำกัดซึ่งอายุของเหมืองจะต้องถูกหา
ถ้ามีการหาอัตราการผลิตจะไม่มีปัญหาในการหาสถานะที่เหมาะสม ในกรณีแรกมีการขยายเหมือง
ความสมบูรณ์ต่ำสุดจะเป็นไปตามการคำนวณดังนี้

$$mx = k_1 - \frac{a_1}{n} - D \dots\dots(5)$$

ในทางกลับกับความสมบูรณ์ของสินแร่จะเท่ากับ ผลบวกของค่าใช้จ่ายในการทำเหมือง และค่า
เสื่อมราคาต่อตันแร่ของเงินลงทุน

จากสมการที่ (2) , (3) หรือ (4) ถ้าสมมุติมีอัตราการผลิตเข้ามามีบทบาทสมการ
ก็จะเป็น

$$mx = k_1 + \frac{a_1 q^n (q-1)}{q^n - 1} - D \dots\dots(6)$$

นั่นคือแทนที่ค่าเสื่อมราคาด้วย amortization ในที่สุดกรณีของการทำเหมืองจะ
เมื่อผลผลิตไว้

$$mx = k_1 - D \dots\dots\dots(7)$$

ซึ่งหมายถึงค่าของสินแร่เท่ากับค่าใช้จ่ายในการทำเหมือง

โดยจากสมการ (1) ถึง (7) กำหนดค่าตัวแปรดังต่อไปนี้

x = ความสมบูรณ์ต่ำสุดที่ทำแล้วคุ้มทุน (%)

k₁ = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (variable operating cost) (บาท/ตัน)

k₂ = ค่าใช้จ่ายคงที่รวมการตั้งแร่ (fixed cost; associated with the plant)
(บาท/ปี)

P = ผลผลิตต่อปี (annual production) (ตัน/ปี)

n = อายุของเหมือง (life expectancy of plant) (ปี)

a₁ = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อตันสินแร่ต่อปีของสินแร่ 1 ตัน

mx = ราคาของสินแร่ 1 ตันที่มีความสมบูรณ์ x % (บาท/ตัน)

$$q = 1 + \frac{\text{อัตราดอกเบี้ยต่อปี}}{100}$$

D = ค่าแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงหรือขยายกิจการของเหมือง และ
ค่าใช้จ่ายในการทำเหมืองโดยเฉลี่ย โดยค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเหมืองส่วนใหญ่
แล้วมีค่าน้อย เพราะในระยะที่ทำเหมืองแล้วค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะน้อย

ภาคผนวกที่ 2

อัตราส่วนหน้าดิน (Stripping ratio)

2.1 อัตราส่วนหน้าดิน

$$= \frac{\text{หน้าดิน/ดิน} + \text{สินแร่} \text{ ที่มีค่าความสมบูรณ์ต่ำกว่าความสมบูรณ์ต่ำสุดเป็นต้น}}{\text{สินแร่เป็นต้น}}$$

การคิดจะต้องตัดจากอัตราส่วนของดินที่ต้องขุดออกกับแร่ที่ขุดได้ ในแต่ละจุดเท่านั้น

2.2 อัตราส่วนหน้าดินที่ยังเปิดได้โดยมีกำไร

$$= \frac{\text{ราคาเนื้อแร่/ตันสินแร่} - \text{ค่าใช้จ่ายในการผลิตแร่ตันสินแร่}}{\text{ค่าใช้จ่ายในการเปิดหน้าดิน/ตันส่วนที่เปิดทิ้ง}}$$

ค่าใช้จ่ายในการผลิตแร่ หมายถึง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดตั้งแต่เริ่มขุดจนถึงการแยกแร่ และการถลุง ยกเว้นค่าขุดหน้าดิน ค่าอัตราส่วนหน้าดินนี้จะเปลี่ยนแปลงตามราคาของสินแร่ และความสมบูรณ์ต่ำสุด ค่าอัตราส่วนหน้าดินแต่ละขั้นตอนนี้ จะต้องไม่เกินค่าตรงจุดเปลี่ยนแปลงการทำเหมือง โดยเลือกว่าจะทำเหมืองทาบหรือเหมืองใต้ดิน

ค่าอัตราส่วนหน้าดินในการเลือก

$$= \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการทำเหมือง ใต้ดิน/ตันสินแร่} - \text{ค่าใช้จ่ายในการทำเหมืองเปิด/ตันสินแร่}}{\text{ค่าใช้จ่ายในการเปิดหน้าดิน/ตันส่วนที่เปิดทิ้ง}}$$

ภาคผนวกที่ 3

- ภาคผนวกที่ 3.1 สถิติผลผลิตแร่ดีบุกของเหมืองปี พ.ศ.2510 - 2526
- ภาคผนวกที่ 3.2 รายการเครื่องมือเครื่องจักรในเหมือง
- ภาคผนวกที่ 3.3 รายการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ปีพ.ศ. 2523
- ภาคผนวกที่ 3.4 รายการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ปีพ.ศ. 2524
- ภาคผนวกที่ 3.5 รายการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ปีพ.ศ. 2525
- ภาคผนวกที่ 3.6 รายการใช้น้ำมันหล่อลื่น ปีพ.ศ. 2523
- ภาคผนวกที่ 3.7 รายการใช้น้ำมันหล่อลื่น ปีพ.ศ. 2524
- ภาคผนวกที่ 3.8 รายการใช้น้ำมันหล่อลื่น ปีพ.ศ. 2525
- ภาคผนวกที่ 3.9 ตารางเปรียบเทียบการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น และค่าซ่อมบำรุง
ของเครื่องมือเครื่องจักร
- ภาคผนวกที่ 3.10 เปรียบเทียบการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นของ เครื่องมือ
เครื่องจักรต่อผลผลิตแร่
- ภาคผนวกที่ 3.11 สรุปรายการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในการผลิตแร่ดีบุก ปีพ.ศ.2524-2525

ภาคผนวกที่ 3.1 สังกัด ผลผลิตระดับบุคคลของเหมือง ปีพ.ศ. 2510-2526 (บาทหลวง)

เดือน	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526
ม.ค.	-	36.19	133.00	127.00	30.00	15.00	59.07	50.00	56.00	49.00	45.59	64.00	50.00	10.00	5.00	20.00	31
ก.พ.	-	69.79	105.00	38.00	45.00	78.00	44.37	30.12	24.20	70.00	58.92	60.25	48.00	26.00	13.00	27.00	74
มี.ค.	-	52.15	137.00	100.00	76.55	90.00	44.00	33.00	77.67	70.00	35.76	44.00	50.50	31.00	26.00	35.00	-
เม.ย.	-	90.76	115.00	100.00	67.00	62.83	69.15	36.23	41.88	25.00	65.45	39.71	21.00	55.00	37.00	38.00	53.50
พ.ค.	-	102.05	110.00	50.00	45.26	40.99	65.00	33.53	45.00	54.20	31.51	55.00	25.00	52.00	30.00	23.00	-
ธ.พ.	-	112.64	63.00	41.36	49.00	74.00	47.40	30.00	79.39	29.00	26.61	55.00	5.00	45.00	44.00	4.00	-
ก.ค.	-	81.01	54.00	36.17	84.00	30.00	25.00	30.00	119.43	70.00	38.83	64.00	10.00	101.00	52.00	28.00	-
ส.ค.	-	144.99	27.00	54.75	29.00	50.00	70.00	120.00	115.76	41.78	48.29	76.50	5.00	100.00	30.00	113.00	-
ก.ย.	-	139.44	80.00	70.00	42.00	45.00	71.00	59.00	147.47	70.17	80.34	54.00	-	65.00	34.00	90.00	-
ต.ค.	62.72	69.69	76.00	35.00	42.00	35.00	60.00	50.00	25.00	38.00	74.00	90.00	16.00	29.00	37.00	94.00	-
พ.ย.	84.56	195.31	73.00	50.00	150.00	35.00	60.00	40.00	42.00	43.00	36.00	68.00	12.00	30.00	100.00	70.00	-
ธ.ค.	61.98	141.00	30.00	41.00	8.00	40.00	16.10	50.00	59.00	63.00	45.33	62.00	-	16.00	48.00	13.25	-
รวม บาท	209.26	1235.02	1003.00	743.28	667.81	595.82	631.09	561.88	832.80	623.15	586.63	732.46	242.50	560.00	456.00	555.25	158.50

หมายเหตุ รวมผลผลิตตั้งแต่เริ่มผลิตจนถึงปัจจุบัน 10,219.95 บาทหลวง

ภาคผนวกที่ 3.2 รายการเครื่องมือเครื่องจักรในเหมือง

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	วัน เดือน ปี ที่ซื้อ	ราคา (บาท)	หักค่าเสื่อม ราคาต่อปี	ราคาปัจจุบัน (2525) หักค่าเสื่อม ราคาแล้ว	หน้าที่
1	Power shovel RB-22 Bucket 3/8 Cu.yd.	1 คัน	5/1/15	330,000.00 (2 nd hand)	20 %	ไม่มี	ขุดลอกเปลือกดินและดินแร่สู่ Dump Truck
2	Caterpillar 933 Bucket 1 $\frac{1}{8}$ Cu.yd. 60 Hp.	1 คัน	2/9/12	170,000.00 (2 nd hand)	20 %	ไม่มี	ช่วยรถ Power shovel ทำงานตักดิน Boulder ที่
3	Caterpillar D 8 H 270 Hp.	1 คัน	1/7/17	486,562.50 (2 nd hand)	20 %	ไม่มี	ดินเปลือกดินหน้าเหมืองทิ้ง และดินแร่ป้อน RB-22
4	Dump Truck 6 wheels ISUZU 4 Cu.yd. 125 Hp. No. 1	1 คัน	5/9/11	168,000.00	20 %	ไม่มี	ขนเปลือกดินทิ้ง ขนดินแร่ ป้อนเหมืองลုပ်
5	Dump Truck 6 wheels ISUZU 4 Cu.yd. 125 Hp. No. 2	1 คัน	8/7/12	171,800.00	20 %	ไม่มี	ขนเปลือกดินทิ้ง ขนดินแร่ ป้อนเหมืองลုပ်
6	Ripper D 8 H	1 ชุด	8/12/18	280,000.00	20 %	ไม่มี	เปลี่ยนของเก่าของ Caterpillar D 8 H
7	Shaking Table	2 ตัว	4/6/12	150,220.00	20 %	ไม่มี	ใช้ตั้งแต่แรก
8	เครื่องโรดดิน (ปัจจุบันไม่ได้ใช้)	1 ชุด	31/1/20	30,000.00	20 %	12,000.00	ใช้บำบัดดินเพื่อถมถนน
9	เครื่องเจาะหินปูรูกาว่า	1 ชุด	10/1/20	6,700.00	20 %	2,680.00	ใช้เจาะเพื่อระเบิดหน้าเหมืองที่เป็นหินแข็ง
10	มอเตอร์ลู่ทราย 20 แรงม้า	1 ชุด	9/3/20	8,200.00	20 %	3,280.00	ประกอบกับเครื่องลู่ทราย
11	เครื่องเจาะปูรูกาว่า	1 ชุด	18/4/20	6,700.00	20 %	2,680.00	ใช้เจาะเพื่อระเบิดหน้าเหมืองที่เป็นหินแข็ง
12	มอเตอร์ 2 แรงม้า	1 ชุด	25/5/20	3,350.00	20 %	1,340.00	-
13	รางล่งแร่	2 ชุด	6/7/20	11,000.00	20 %	4,400.00	-
14	มอเตอร์ 20 แรงม้า	2	8/9/20	8,051.40	20 %	4,830.84	-

ภาคผนวกที่ 3.2 รายการเครื่องมือเครื่องจักรในเหมือง (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	วัน เดือน ปี ที่ซื้อ	ราคา (บาท)	หักค่าเสื่อม ราคาต่อปี	ราคาปัจจุบัน (2525) (หักค่าเสื่อมแล้ว)	หมายเหตุ
15	มอเตอร์สูบน้ำ	2 ชุด	2/10/20	130,000.00	20 %	78,000.00	สูบน้ำใช้ในเหมือง สิตหน้าเหมือง และโรงแต่งแร่
16	เครื่องส่งวิทยุ	3 ชุด	2/11/20	13,500.00	20 %	81,000.00	-
17	โต๊ะสี่เหลี่ยมพร้อมมอเตอร์	1 ตัว	6/1/ 21	80,000.00	20 %	51,600.00	แต่งแร่
18	ตะแกรงหมุนโรงโม่หิน (ปัจจุบันไม่ใช้)	1 ตัว	26/5/ 21	24,500.00	20 %	14,700.00	กักขนาดหิน
19	มอเตอร์ 30 และ 25 แรงม้า	2 ตัว	28/4/ 22	23,295.60	20 %	13,977.36	-
20	มอเตอร์ 5.5 แรงม้า	1 ตัว	30/11/21	3,496.95	20 %	2,098.17	-
21	สายพานลำเลียงขนาด 20" x 30 มม.	1 ชุด	11/ 8/24	87,000.00	20 %	65,250.00	ลำเลียงหินใหญ่ที่ออกจากตะแกรงทิ้ง
22	รถยนต์กะบะอีซูซุ	1 คัน	25/ 9/25	196,800.00	20 %	186,960.00	ใช้ในเหมือง
23	บ็อกลม	1 ชุด	23/11/21	๘,300.00	20 %	3,780.00	ใช้ในโรงช่อม
24	อุปกรณ์ติดตั้งหม้อแปลง	1 ชุด	17/12/22	50,675.00	20 %	30,405.00	-
25	เครื่องเสียน้ำไฟฟ้า	1 ชุด	1/2/ 25	3,000.00	20 %	2,500.00	ใช้ในโรงช่อม
26	เครื่องเสียน้ำไฟฟ้า 1204	1 ชุด	27/2/ 25	1,650.00	20 %	1,375.00	ใช้ในโรงช่อม
27	แม่แรง 15 ตัน	1 ชุด	20/8/ 25	800.00	20 %	746.67	ใช้ในโรงช่อม
28	เครื่องแกวหมูน้ำมัน	1 ชุด	22/12/25	1,100.00	20 %	ไม่มี	-
29	ตู้เชื่อม	1 ชุด	12/8/ 17	๘,615.00	20 %	ไม่มี	ใช้ในโรงช่อม

ภาคผนวกที่ 3.3 รายการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องบินที่ 0พ.ค. 2523

รายการ เดือน	เชื้อเพลิง (โหลค่า)	รถแทรกเตอร์ D 8 H	รถตักขี้เถ้า RB - 22	รถตัก Cat.933	รถบรรทุก No. 1	รถบรรทุก No. 2	เครื่องรั้งต้น48 ชุดลำก้านร	เครื่องลมเจาะ ระเบิด	โรงลำก้านร
ม.ค.	5,000	3,280	500	370	280	310	-	200	-
ก.พ.	2,400	1,280	400	430	270	-	-	20	-
มี.ค.	3,505	1,840	800	410	455	-	-	-	-
เม.ย.	2,720	1,270	800	390	260	-	-	-	-
พ.ค.	815	-	400	240	155	-	-	20	-
ก.ค.	4,595	3,400	400	560	195	-	-	40	-
ก.ค.	2,610	920	600	690	170	230	-	-	-
ส.ค.	4,026	2,570	60	640	40	210	500	-	-
ก.ย.	6,141	3,910	40	140	10	160	-	20	1,861
ต.ค.	6,236	3,070	220	710	135	240	1,861	-	-
พ.ย.	3,355	1,540	660	340	150	160	405	20	-
ธ.ค.	1,720	700	320	220	100	380	-	-	-
รวม (คิดรวม)	43,117	23,780	5,200	5,140	2,200	1,690	2,766	320	1,861
คิดเป็นร้อยละ	100	55.15	12.06	11.92	5.15	3.92	6.42	0.74	4.32
เป็นเงิน	327,689.20	180,728.00	39,520.00	39,064.00	16,720.00	12,844.00	21,021.60	2,432.00	14,143.60

ภาคผนวกที่ 3.4 รายการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ปีพ.ศ. 2524

รายการ เดือน	เชื้อเพลิง (โหล)	รถแทรกเตอร์ D 8 H	รถตักบั๊กกีส์ RP - 22	รถตัก Cat. 933	รถบรรทุก No.1	รถบรรทุก No.2	เครื่องรื้อถอน 4E จุดลากตัวแ	เครื่องสูบน้ำ เบอร์ 326	รถสิบล้อ
ม.ค.-มิ.ย.	25,989.60	5,452.86	2,661.04	-	954.39	1,762.12	-	14,111.00	1,048.31
ก.ค.	5,845.00	1,025.00	480.00	400	455.00	545.00	-	2,940.00	-
ส.ค.	2,665.00	1,350.00	490.00	445	280.00	100.00	-	-	-
ก.ย.	2,855.00	1,480.00	420.00	325	280.00	350.00	-	-	-
ต.ค.	2,780.00	950.00	350.00	510	370.00	350.00	250	-	-
พ.ย.	2,175.00	1,000.00	300.00	255	280.00	340.00	-	-	-
ธ.ค.	2,390.00	1,200.00	400.00	220	250.00	320.00	-	-	-
รวม (คิด)	44,699.60	12,457.86	5,101.04	2,155.00	2,869.39	3,767.12	250.00	17,051.00	1,048.31
คิดเป็นร้อยละ	100	27.87	11.41	4.82	6.42	8.43	0.56	38.14	2.35
รวมเงิน	340,349.29	95,800.95	39,227.00	16,571.00	22,065.60	25,578.75	1,922.50	131,122.19	8,061.30

ภาคผนวกที่ 3.5 รายการไม้ซุงเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ 0พ.ค. 2525

เดือน	รายการ	เชื้อเพลิง (โหล)	รถแทรกเตอร์ D B H	รถดีเกิ้ล RB-22	รถดีเกิ้ล Cat. 933	รถบรรทุก No.1	รถบรรทุก No.2	เครื่องรื้อดิน 48 จุดสกัดสำหรับ	เครื่องสูบน้ำเบนซ์ 326
ม.ค.		3,900.00	1,200.00	450	350.00	350	400	250	900
ก.พ.		4,149.00	1,349.93	430	479.97	320	420	300	850
มี.ค.		6,390.00	950.00	400	180	330	350	-	4,180
เม.ย.		6,100.00	1,670.00	400	ซ่อม	250	390	-	3,400
พ.ค.		2,650.00	1,750.00	300	ซ่อม	250	350	-	-
มิ.ย.		3,950.00	1,800.00	500	ซ่อม	350	400	-	900
ก.ค.		4,900.00	1,950.00	750	ซ่อม	400	450	650	700
ส.ค.		3,400.00	1,300.00	650	600.00	400	450	-	หยุดใช้
ก.ย.		3,450.00	1,200.00	750	650.00	450	400	-	"
ธ.ค.		4,760.00	2,200.00	780	1,060.00	300	420	-	"
พ.ย.		4,330.00	1,750.00	750	680.00	550	600	-	"
ธ.ค.		1,850.00	800.00	500	300.00	100	150	-	"
รวม(คิด)		49,829.50	17,919.93	6,660	4,299.97	4,050	4,780	1,200	10,930
คิดเป็นร้อยละ		100.00	35.96	13.36	8.63	8.13	9.59	2.41	21.93
รวมเป็นเงิน		383,269.60	137,804.80	51,215.40	33,067.00	31,144.50	36,758.20	9,228.00	84,051.70

ภาคผนวกที่ 3.6 รายการทรัพย์สินที่โอนไปให้เกษตรกร ปีพ.ศ. 2523

เดือน	รายการ ทรัพย์สินที่โอน (ลิตร)	รถแทรกเตอร์ D B H	รถตัดหญ้าที่เลียบ RB - 22	รถตัด Cat. 933	รถบรรทุก No.1	รถบรรทุก No.2	เครื่องรีดต้น 48 จุดลากสำหรับ	โรงแต่งแร่	เครื่องผสมปุ๋ย ระเปิด	เครื่องเคาะ	โรงสี	รถสิบล้อ
ม.ค.	298	190	10	42	18	23	15	-	-	-	-	-
ก.พ.	409	283	45	55	26	-	-	-	-	-	-	-
มี.ค.	116	55	25	21	15	-	-	-	-	-	-	-
เม.ย.	85	20	15	19	26	-	-	-	-	5	-	-
พ.ค.	176	74	30	14	15	-	-	13	30	-	-	-
มิ.ย.	116	24	25	20	26	21	-	-	-	-	-	-
ก.ค.	254	140	39	47	18	-	-	10	-	-	-	-
ส.ค.	507	303	68	86	3	18	25	-	-	-	-	4
ก.ย.	386	204	58	27	19	15	-	8	-	-	51	4
ต.ค.	316	145	90	54	2	1	15	3	6	-	-	-
พ.ย.	225	88	30	48	9	20	25	-	4	-	-	1
ธ.ค.	216	100	30	48	14	15	-	5	-	-	-	4
รวม(ลิตร)	3,104	1,626	465	481	191	113	80	39	40	5	51	13
ราคาเป็นร้อยละ	100	52.38	14.98	15.50	6.15	3.64	1.26	2.58	1.29	0.16	1.64	0.42
รวมเงิน(บาท)	46,783.5	24,532.50	6,982.50	7,246.50	2,878.50	1,712.25	585.00	1,211.25	600.00	75.00	765.00	195.00

ภาคผนวกที่ 3.7 รายการการใช้น้ำมันหล่อลื่น ปีพ.ศ. 2524

รายการ เดือน	น้ำมันหล่อลื่น (ลิตร)	รถแทรกเตอร์ D 8 H	รถตักบุงกีเล่บ RB-22	รถตัก Cat.933	รถบรรทุก No.1	รถบรรทุก No.2	โรงแต่งแร่	เครื่องมือเจาะ ระเปิด	เครื่องสูบน้ำเบนซ์ 326	รถสิบล้อ
ม.ค.-มิ.ย.	1,364.95	475.46	345.46	261.74	28.23	39.42	21.40	8.00	179.96	2.67
ก.ค.	242.00	60.00	45.00	52.00	8.00	25.00	15.00	-	37.00	-
ค.ค.	159.00	45.00	38.00	40.00	12.00	9.00	15.00	-	-	-
ก.ย.	180.00	65.00	38.00	48.00	12.00	20.00	-	-	-	-
ต.ค.	123.00	40.00	30.00	35.00	8.00	10.00	-	-	-	-
พ.ย.	165.00	52.00	28.00	38.00	12.00	15.00	20.00	-	-	-
ธ.ค.	132.00	55.00	25.00	30.00	12.00	10.00	-	-	-	-
รวม(ลิตร)	2,365.95	792.07	549.46	504.74	92.23	128.42	71.40	8.00	216.96	2.67
คิดเป็นร้อยละ	100.00	33.47	23.22	21.33	3.90	5.43	3.02	0.34	9.17	0.11
รวม(เงินบาท)	59,658.41	20,039.34	13,901.46	12,769.90	2,333.36	3,249.02	1,806.45	202.41	5,489.00	67.47

ภาคผนวกที่ 3.8 รายการใช้น้ำมันหล่อลื่น ปีพ.ศ. 2525

เดือน	รายการ น้ำมันหล่อลื่น (ลิตร)	รถแทรกเตอร์ D 8 H	รถตัดหญ้าที่ใส่ RB - 22	รถตัด Cat.933	รถบรรทุก No.1	รถบรรทุก No.2	เครื่องรัดดิน 48 จุดลากสามล้อ	เครื่องสูบน้ำเบนซ์ 326	รถกระบะISUZU
ม.ค.	219.13	57.16	33.35	23.82	14.29	23.82	23.82	42.87	-
ก.พ.	225.81	63.83	28.58	33.35	19.06	23.82	19.06	38.11	-
มี.ค.	176.24	38.11	23.82	4.76	44.78	21.91	-	42.87	-
เม.ย.	157.21	42.87	23.82	ซ่อม	19.06	33.35	-	38.11	-
พ.ค.	131.76	47.74	33.42	ซ่อม	7.64	42.96	-	-	-
มิ.ย.	200.49	69.69	33.42	ซ่อม	11.46	50.60	-	35.32	-
ก.ค.	237.73	81.15	38.19	ซ่อม	17.19	46.78	21.00	33.42	-
ส.ค.	214.77	62.02	26.73	57.28	21.00	47.74	-	หยุดใช้	-
ก.ย.	225.31	71.60	33.42	42.96	26.73	50.60	-	หยุดใช้	-
ต.ค.	308.46	139.39	31.51	36.28	9.55	37.23	-	หยุดใช้	54.50
พ.ย.	243.77	81.15	33.42	30.16	14.32	23.87	-	หยุดใช้	60.55
ธ.ค.	159.97	42.96	14.32	19.09	11.46	26.73	-	หยุดใช้	45.41
รวม(ลิตร)	2500.65	797.66	354.00	247.70	216.54	429.41	63.88	230.70	160.46
คิดเป็นร้อยละ	100.00	31.89	14.16	9.91	8.66	17.17	2.55	9.23	6.42
รวมเงิน(บาท)	63,508.89	20,262.40	8,991.00	6,291.75	5,499.65	10,907.10	1,622.50	5,860.00	4,075.70

ภาคผนวกที่ 3.9 ตารางเปรียบเทียบการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่นและค่าซ่อมบำรุงของเครื่องมือเครื่องจักร

ลำดับที่	รายการ	ปี พ.ศ. 2523			ปี พ.ศ. 2524			ปี พ.ศ. 2525		
		น้ำมันโซลา (ลิตร) บาท	น้ำมันหล่อลื่น (ลิตร) บาท	ค่าซ่อมบำรุง บาท	น้ำมันโซลา (ลิตร) บาท	น้ำมันหล่อลื่น (ลิตร) บาท	ค่าซ่อมบำรุง บาท	น้ำมันโซลา (ลิตร) บาท	น้ำมันหล่อลื่น (ลิตร) บาท	ค่าซ่อมบำรุง บาท
1.	รถแทรกเตอร์ D8H	(23,780.00) **	(1,626.00)	-	(12,457.86)	(792.07)	-	(17,919.93)	(797.66)	-
		180,728.00	24,532.50	-	95,800.95	20,039.34	140,210.25	137,804.80	20,262.40	167,962.00
2.	รถตักขี้เถ้า RB-22	(5,200.00)	(465.00)	-	(5,101.04)	(549.46)	-	(6,660.00)	(354.00)	-
		39,520.00	6,982.50	-	39,227.00	13,901.46	122,012.00	51,215.40	8,991.00	104,820.50
3.	รถตัก Cat 933	(5,140.00)	(481.00)	-	(2,154.87)	(504.74)	-	(4,299.97)	(247.70)	-
		39,064.00	7,246.50	-	16,571.00	12,769.90	35,535.10	33,067.00	6,291.75	229,475.25
4.	รถบรรทุก No.1	(2,200.00)	(191.00)	-	(2,869.39)	(92.23)	-	(4,050.00)	(216.54)	-
		16,720.00	2,878.50	-	22,065.60	2,333.36	25,857.00	31,144.50	5,499.65	39,231.00
5.	รถบรรทุก No.2	(1,690.00)	(113.00)	-	(3,767.12)	(128.42)	-	(4,780.00)	(429.41)	-
		12,844.00	1,712.25	-	25,578.75	3,241.02	32,163.00	36,757.70	10,907.10	55,331.00
6.	รถฉีบ	-	(9.00)	-	(1,048.31)	(2.67)	-	-	-	-
		135.00	135.00	-	8,061.50	67.47	-	-	-	-
7.	เครื่องสูบลม 48	(2,766.00)	(80.00)	-	(250.00)	-	-	(1,200.00)	(63.88)	-
		21,021.60	1,221.25	-	1,922.50	-	-	9,228.00	1,622.50	7,575.00
8.	เครื่องสูบน้ำเบนซ์ 326	-	(4.00)	-	(17,051.00)	(216.96)	-	(10,930.00)	(230.70)	-
		-	60.00	-	131,122.19	5,489.00	17,497.00	84,051.70	5,860.00	3,280.00
9.	เครื่องผสมปุ๋ยระเบิด	(320.00)	(40.00)	-	(600.00)	(8.00)	-	ไม่ได้ใช้		
		2,432.00	600.00	-	4,614.00	202.41	-	ไม่ได้ใช้		

* ค่าซ่อมบำรุงในปี 2523 ไม่มีกำหนดไว้

** ค่าเป็นลิตร

ภาคผนวกที่ 3.10 เปรียบเทียบการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องมือเครื่องจักรต่อผลผลิตแร่

ลำดับที่	รายการ	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และหล่อลื่น(ก) (บาท)	ปี พ.ศ. 2523		ปี พ.ศ. 2524			ปี พ.ศ. 2525		
			ผลผลิต(ข) (หยาบ)	(ก) ÷ (ข)	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และหล่อลื่น(ค) (บาท)	ผลผลิต (ง) (หยาบ)	(ค) ÷ (ง)	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และหล่อลื่น(จ) (บาท)	ผลผลิต (ฉ) (หยาบ)	(จ) ÷ (ฉ)
1	รถแทรกเตอร์ DBH	205,260.50	560	366.54	115,840.29	456	254.04	158,067.20	555.25	284.68
2	รถตักจิ้งหรีด RB-22	46,502.50	560	83.04	53,128.46	456	116.51	60,206.40	555.25	108.43
3	รถตัก Cat 933	46,310.50	560	82.70	29,340.90	456	64.34	39,358.75	555.25	70.88
4	รถบรรทุก No.1	19,598.50	560	35.00	24,398.96	456	53.51	36,644.15	555.25	65.99
5	รถบรรทุก No.2	14,556.25	560	25.99	28,827.77	456	63.22	47,664.80	555.25	85.84

ภาคผนวกที่ 3.11 สรุปรายการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในการผลิตแร่ดีบุก ปี 2524-2525

<u>รายการ</u>	<u>ปี 2524 (บาท)</u>	<u>ปี 2525 (บาท)</u>
1. เครื่องสูบน้ำเบนซ์ 326	154,108.19	93,191.70
2. เครื่องเปิดหัวสำกรรสดิน 48	1,922.50	18,425.50
3. รถแทรกเตอร์ D8H	256,050.54	326,029.20
4. รถตักบั๊กกีส์ RB-22	175,140.46	165,026.90
5. รถตัก Cat 933	64,876.00	268,834.00
6. รถตัก Cat 244	517.27	-
7. รถบรรทุก No. 1	50,255.96	75,875.15
8. รถบรรทุก No. 2	60,990.77	102,995.80
9. รถสิบล้อ	9,793.97	3,777.00
10. ค่าใช้จ่ายเหมืองสูบ	256,467.65	121,935.50
11. โรงโม้ดิน	11,447.96	-
12. เครื่องลมเจาะระเบิด	4,816.41	-
13. รถยนต์กระบะ 5/8	-	11,145.70
14. อุปกรณ์ไฟฟ้า	19,299.00	714.00
15. ค่าซ่อมแซมอาคาร	5,016.00	31,575.50
16. ค่าใช้จ่ายโรงงาน	65,187.65	24,976.00
17. ค่าแรงงานกรรมกรรายวัน	472,878.12	533,225.75
18. สวัสดิการกรรมกรของออกจ้าง	16,289.95	10,560.00
19. ค่าภาคหลวง ค่าธรรมเนียม ค่ายักคิว 8 %	2,065,601.41	1,910,371.84
20. เงินเดือนพนักงาน	288,380.00	215,640.00
21. ค่าบ้านพาหนะ	7,430.00	19,689.00
22. ค่าอาหาร	55,605.00	-
23. ค่าไปรษณีย์ภัณฑ์โทรเลข วิทยุ	23,151.75	23,455.00
24. เวชภัณฑ์	250.00	228.00
25. รับรองแยก	6,363.00	1,678.00
26. ดอกเบี้ย	384,630.73	382,153.63
27. ภาษีเงินได้ของพนักงาน	22,061.76	-
28. เบ็ดเตล็ด	16,402.00	41,837.78
29. เครื่องเขียนแบบพิมพ์	2,629.00	1,097.00
30. ค่าใช้จ่ายในการทำความสะดวกแร่	1,015.00	1,889.80
31. ค่ากระแสไฟฟ้า	977,487.04	899,887.50
32. ค่าเสื่อมราคาทรัพย์สินและที่ดิน	102,360.12	127,250.32
33. ค่าเบี้ยประกันภัย	-	5,987.00
รวมค่าใช้จ่ายในการผลิตและดำเนินการ	<u>5,578,425.27</u>	<u>5,419,449.57</u>

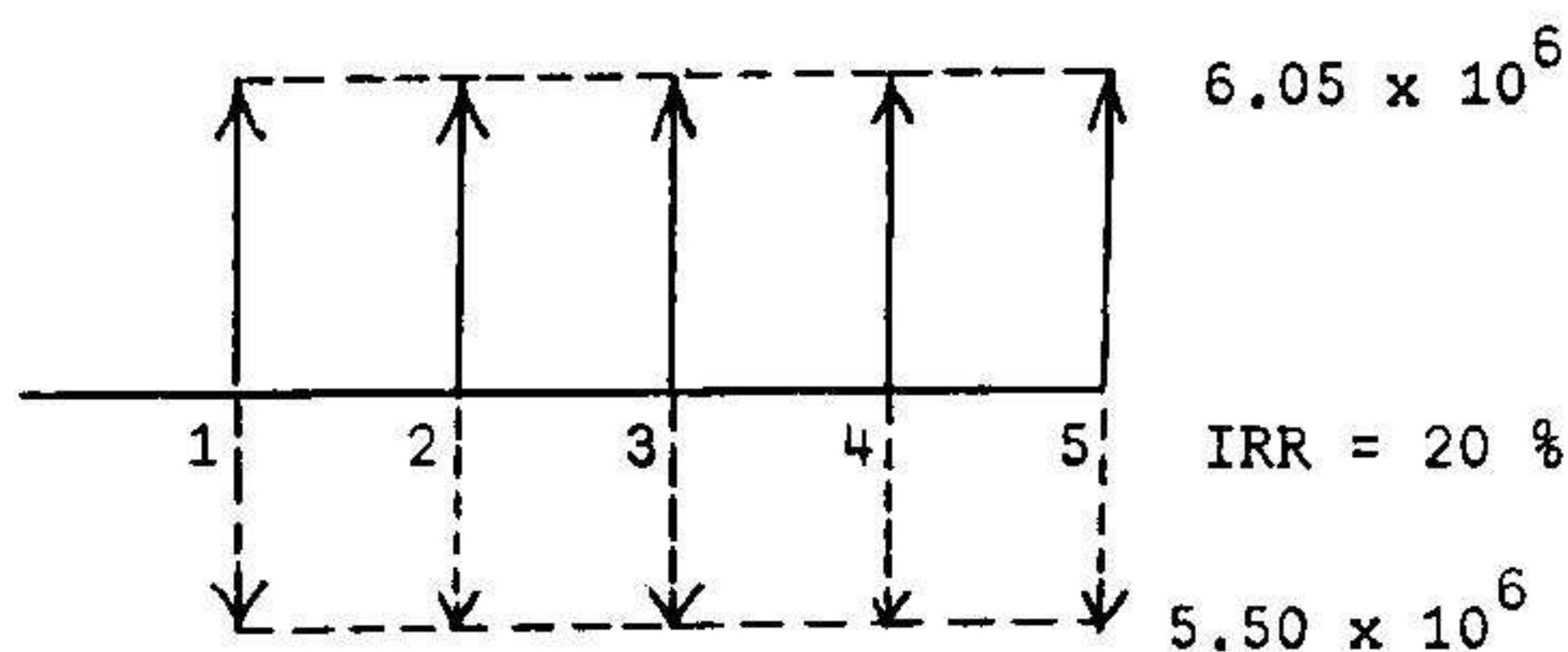
ภาคผนวกที่ 4

การเปรียบเทียบโครงการทั้งสองจะใช้วิธี A.W. (Annual Worth method) (วินัยและขุ่ม, 2520) เพราะตรงตามเงื่อนไขของการใช้ A.W. ที่ว่า มีรายได้ต่างกัน และเงินลงทุนไม่เท่ากัน จะต้องเปรียบเทียบในส่วนของเงินลงทุนเพิ่ม (Incremental investment) ซึ่งในที่นี้ลงทุนเพิ่มดังนี้

1. ซื้อรถแทรกเตอร์ Cat. D7G ราคาประมาณ 2,900,000 บาท (ปี 2526)
2. ซื้อ Back hoe Yutani Ys. 750-2 (singapore) ราคาประมาณ 1,600,000 บาท (ปี 2526)

ฉะนั้นรวมแล้วลงทุนเพิ่ม = 2,900,000 + 1,600,000 = 4,500,000 บาท

	<u>โครงการที่ 1</u>	<u>โครงการที่ 2</u>	<u>หมายเหตุ</u>
1. เงินลงทุน(บาท)	0 (เครื่องจักรเก่า ไม่มี ค่าเสื่อมราคาและ Salvage value)	4.5×10^6	-
2. ระยะเวลา(ปี)	5	5	-
3. ค่าใช้จ่ายต่อปี(บาท)	5,498,937.42	5,498,937.42	สมมุติค่าใช้จ่ายทั้งหมด เท่ากัน
4. รายได้ต่อปี(บาท)	6,048,000.00	10,656,000.00	รายได้จากการขาย แร่ดีบุก
5. Minimum acceptable Rate of Return(i)	20 %	20 %	-



จาก $A.W. = R - A - (P - L)(A/F, 20\%, 5) - Pi$ ^{**}

เมื่อ $R = \text{Annual Revenue}$

$A = \text{Annual expense except depreceation cost}$

$i = \text{minimum acceptable rate of return}$

$d = \text{Depreciation cost}$

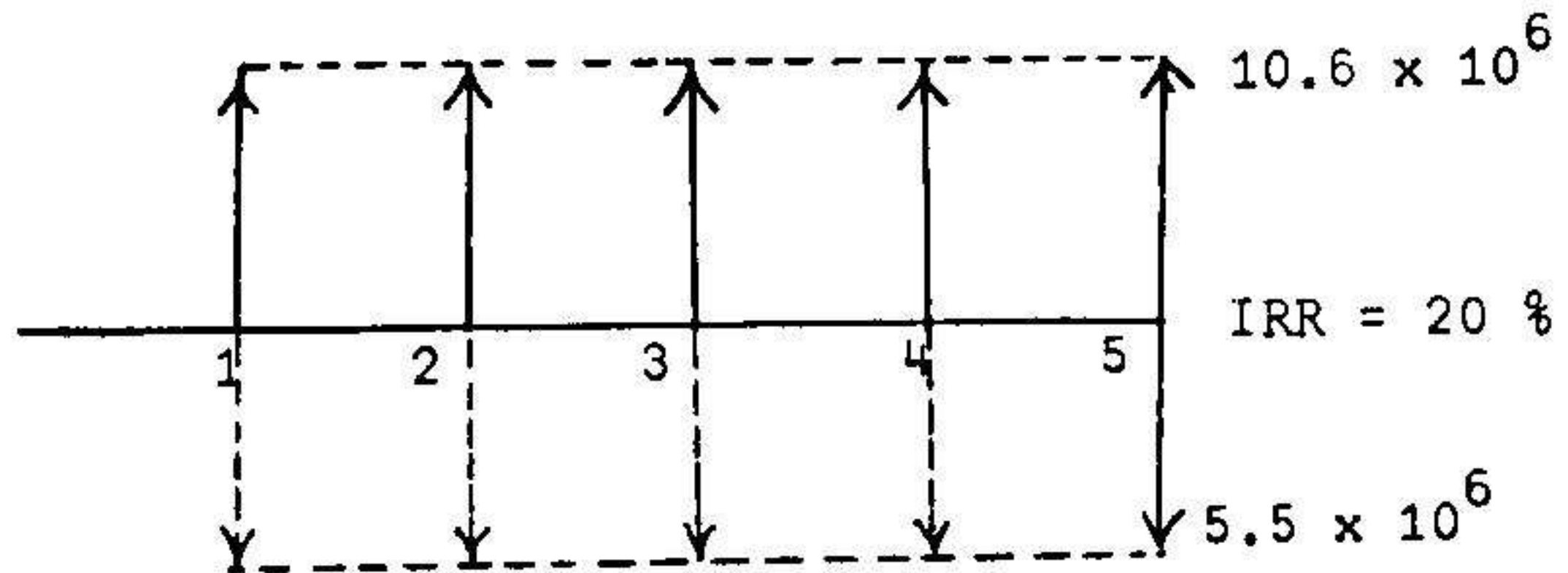
$L = \text{salvage value}$

$A.W. = \text{Annual Worth}$

โครงการที่ 1

$$A.W_1 = (6.05 - 5.50) \times 10^6 - Pi = 0.55 \times 10^6$$

โครงการที่ 2



$$A.W_2 = 10.6 \times 10^6 - 5.5 \times 10^6 - (4.5 - 2.25)^* \times 10^6$$

$$(A/F, 20\%, 5)^{**} - 4.5 \times 10^6 \times 0.20$$

$$= (10.6 - 5.5) \times 10^6 - (2.25 \times 10^6)(0.1344) - 0.9 \times 10^6$$

$$= 3.8976 \times 10^6$$

$$A.W_2 > A.W_1$$

∴ ดังนั้นควรเลือกโครงการที่ 2

* ตามอายุการใช้งานมาแล้ว 5 ปี เครื่องจักรประเภทนี้ของ Caterpillar ราคาจะเหลือประมาณ 50% ของราคาซื้อ (จากเอกสารโฆษณาของบริษัท-เมโทรแมชชีนเนอร์)

** จากตารางดอกเบี้ย (ภาคผนวกที่ 6)

ภาคผนวกที่ 5

MATERIAL WEIGHTS (Killebrew, 1972)

Material	Lb/cu yd(Bank)	Lb/cu yd(Loose)	% Swell
Caliche	2430		
Cement, Portisad	2700	2250	20
Cinders, blast furnace	1540		
Coal, ashes and clinkers	1080		
Clay, compact natural bed	2940	2210	33
Dry excavated	1850		
Clay and gravel, Dry	2700	1930	40
Wet	3090	2200	40
Coal, Anthracite	2300	1700	35
Bituminous	1900	1410	35
Coke		650-850	
Concrete	3240-4100	2330-2950	40
Concrete, Wet		3500-3750	
Copper ore	3800	2800	35
Earth, Dry Loam	2100	1550-1830	15-35
Moist	2700	2080-2250	20-30
Wet	3370	2700-2800	20-25
Earth, sand, gravel	3100	2640	18
Earth, and rock	2500-3200	1920-2460	30
Granite	4500	2520-3000	50-80
Gravel, Dry, loose		2570	
Wet, losse		3200	
Dry, ¼"-2"		2840	
Wet, ¼"-2"		3380	
Pit run (graveled sand)		3240	
Gypsum	4500	2700	65
Limestone	4400	2660	65
Rock, well blasted	4000	2680	50
Sandstone	3900	2600	50
Sand, Dry	3250	2900	12
Moist	3400	2980	14
Wet	3600	3200	14
Sand and Gravel, Dry	3320	2920	14
Wet	3900	3380	16
Shale, riprap	2800	2100	33
Slag	3670	2970	24
Stone, crushed	3240-3920	2400-2900	35
Taconite	4050-5400	2900-3860	40
Trap rock	5000	3340	50

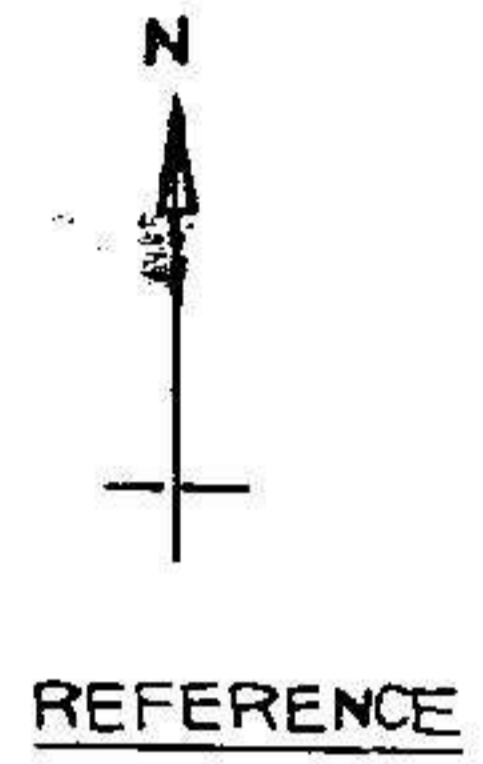
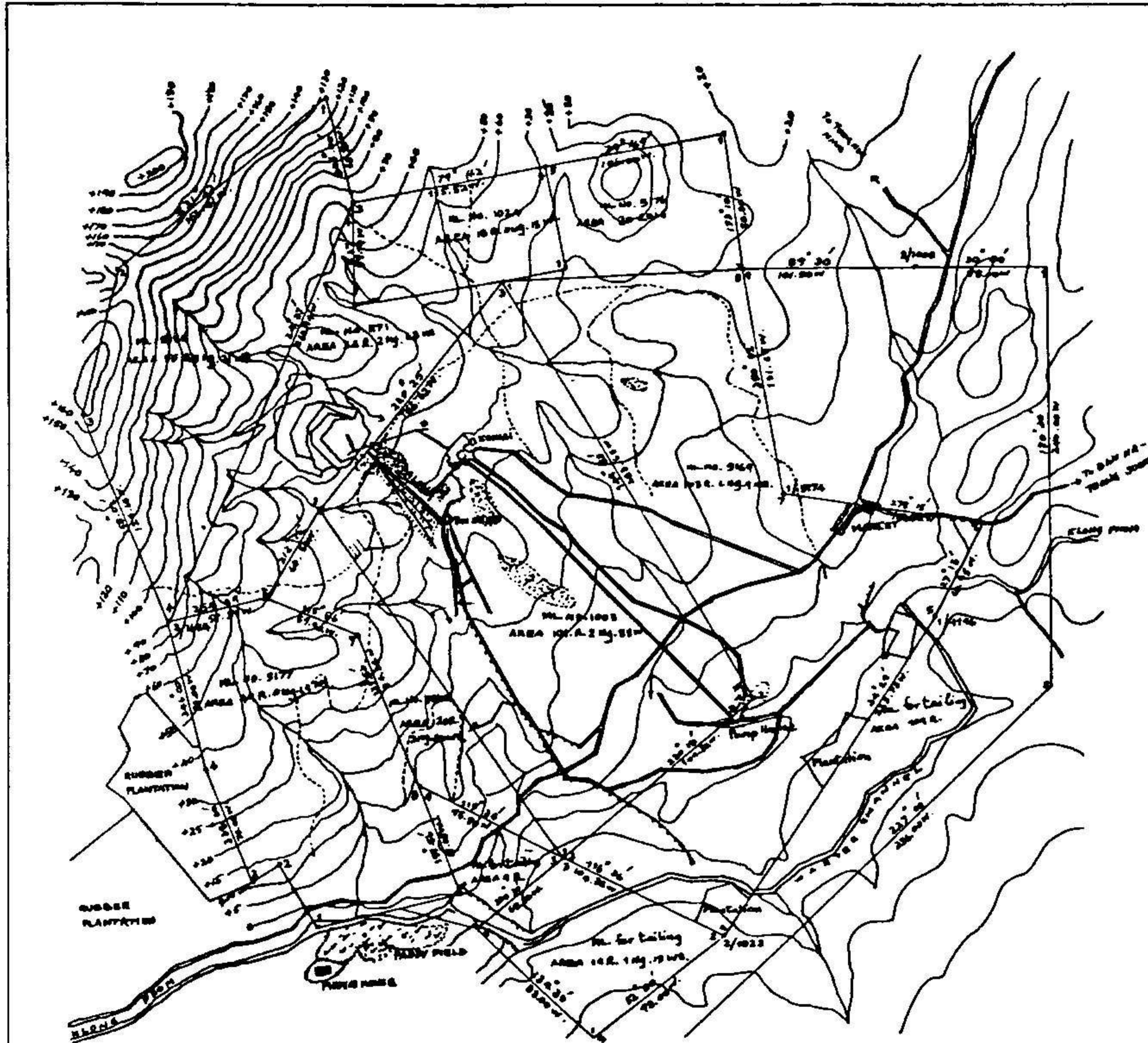
Some of the above material weights vary in accordance with moisture content.

ภาคผนวกที่ 6

อัตราดอกเบี้ย 20 % (วันชัยและช่อม, 2520)

n	<u>ระบบจ่ายทีเดียว</u>		<u>ระบบจ่ายเป็นอนุกรม</u>				n
	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Vactor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	
1	1.2000	0.8333	1.000 00	1.200 00	1.000	0.833	1
2	1.4400	0.6944	0.454 55	0.654 55	2.200	1.528	2
3	1.7280	0.5787	0.274 73	0.474 73	3.640	2.106	3
4	2.0736	0.4823	0.186 29	0.386 29	5.368	2.589	4
5	2.4883	0.4019	0.134 38	0.334 38	7.442	2.991	5

ภาคผนวกที่ 7 แผนผังการทำเหมืองนาม่อม ของบริษัทอินซอย พ.ศ.2494 (ทุ่งโพธิ์)



- | | | | |
|--|-----------------|--|---------------|
| | SPILLWAY | | ROAD |
| | TAILING DAM | | CONTOUR |
| | DITCH LINE | | OLD WORKING |
| | PIPE LINE | | GROUND WORKED |
| | RIVER OR STREAM | | GRAVEL HEAP |

SCALE: 0 100 200^m

YIP INTSOI & Co. LTD.
 NAR MOM MINE
 SONGKHLA

COPIED BY:
Lak Sikong

DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING 1 SEPTEMBER 19