การออกแบบบ่อเหมือง การวางแผนเหมือง และการจัดการสิ่งแวดล้อม หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์ นบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

Pit Design, Mine Planning and Environmental Management for Group of Feldspar Mines, Noppitam District, Nakhon Si thammarat Province

วิฆเนศว์ ดำคง

Wikhanet Damkhong

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Engineering in Mining Engineering
Prince of Songkla University
2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบบ่อเหมือง การวางแผนเหมือง และการจัดการสิ่งแวดล้อม หมู่เหมือง เฟลด์สปาร์ นบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้เขียน นายวิฒเนศว์ ดำคง

สาขาวิชา วิศวกรรมเหมืองแร่

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	**คณะกรรมการสอบ**
……	……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ บุญนวล)	(ดร.มนูญ มาศนิยม)
	……..…….....กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ บุญนวล)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	……..……กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยโรจน์ รัตนกวิน)
……..	
(นายธรรมศักดิ์ พงษ์ประเสริฐ)	……..……กรรมการ
	(นายธรรมศักดิ์ พงษ์ประเสริฐ)
……..	
(รองศาสตราจารย์ธงชัย พึ่งรัศมี)	……..……กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ธงชัย พึ่งรัศมี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำหรับการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่

……..……..…….

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบบ่อเหมือง การวางแผนเหมือง และการจัดการสิ่งแวดล้อม หมู่เหมือง เฟลด์สปาร์นบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้เขียน นายวิฒเนศว์ ดำคง
สาขาวิชา วิศวกรรมเหมืองแร่
ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยนี้ คือ ทำการเปรียบเทียบการออกแบบเหมืองแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำและการจัดการสิ่งแวดล้อม ใน 2 กรณี คือ กรณีที่แต่ละเหมืองแยกกันทำเหมืองและจัดการเรื่องสิ่งแวดล้อมของเหมืองนั้นๆ และในอีกกรณีที่สมมติ ให้เหมืองทั้งหมดมีประทานบัตรรวมเป็นสิทธิ์เดียวกัน โดยการออกแบบและประเมินปริมาณแร่ เปลือกดิน และของเสียที่ต้องเปิดออก ด้วยซอฟท์แวร์ SURPAC แล้วเปรียบเทียบทั้งสองกรณี พบว่าปริมาณแร่สำรองเพิ่มขึ้นจาก 6.4 ล้านเมตริกตัน เป็น 6.7 ล้านเมตริกตัน และมีปริมาณของเสียลดลงจาก 1.8 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 1.5 ล้านลูกบาศก์เมตร และเมื่อพิจารณาในกรณีทำเหมืองร่วมกัน ทำให้สามารถจัดแผนการทำเหมืองและการจัดการสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ซึ่งหลักการนี้น่าจะเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับหน่วยงานราชการผู้กำกับดูแล จะนำไปพิจารณาใช้ในการจัดการแก้ไขปัญหาหมู่เหมืองอื่นๆได้ต่อไป

Thesis Title	Pit design, Mine Planning and Environmental Management for Group of Feldspar Mines, Noppitam District, Nakhon Si thammarat Province
Author	Mr. Wikhanet Damkhong
Major Program	Mining Engineering
Academic Year	2011

ABSTRACT

The objective of this study is to compare Noppitam feldspar mining design and mining and environmental management based on two scenarios. The first case is the current practice scenario where each mine has its own mining and environmental management. The second scenario is an assumed case where there is only one owner in the area. SURPAC software was used for reserve estimation, examination of overburden and waste from mine operation. Finally, comparison between the two scenarios was made. The reserve from assumed case is around 6.7 million tones more than first case around 0.3 million tones, and mining waste from assumed case is around 1.5 million cubic meters less than first case 0.3 million cubic meters. Assumed case will made a good manage of mine planning and environmental management that the concerned government will solve the problem with the other group of mines.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน เป็นอย่างสูง ซึ่งคอยช่วยเหลือไม่ว่าจะทั้งทางตรงและทางอ้อม ที่ได้กล่าวถึงหรือไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ บุญนวล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ธงชัย พึ่งรัศมี และคุณธรรมศักดิ์ พงษ์ประเสริฐ อาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ รวมทั้งดูแลช่วยเหลือในการแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณอุดมพร วัชรสุธากร คุณปริญญา พัฒนเดช จากบริษัทสินหลวง จำกัด ที่คอยช่วยเหลือให้ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ รวมทั้งช่วยในการเก็บข้อมูลภาคสนามตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณสมนึก รักญาติ หัวหน้าฝ่ายอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช คุณเชาวลิต ทองประดับ คุณบรรลือศักดิ์ วรสันติกุล และคุณวี จารุรักษา จากสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลา ที่คอยให้ข้อมูลประทานบัตร กฎหมาย รวมทั้งข้อมูลสิ่งแวดล้อมของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ และบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ ที่คอยให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการงานด้านเอกสารต่างๆ และขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมทั้งโครงการแก้ไขปัญหาการประกอบการ กลุ่มเหมืองแร่เฟลด์สปาร์ จังหวัดนครศรีธรรมราชที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นักศึกษาปริญญาโทวิศวกรรมเหมืองแร่ และคุณวรุณ ไชยฤกษ์ รวมทั้งเพื่อน MnE'31 ที่ช่วยเก็บข้อมูลภาคสนาม และเป็นกำลังใจที่ดี คอยไถ่ถามความก้าวหน้างานวิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คุณพรศักดิ์ แก้วถาวร ผู้จัดการฝ่ายปฏิบัติการเหมืองระนอง ที่ช่วยอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาในงานวิศวกรรมเหมืองแร่ และขอบคุณเพื่อนๆพนักงานชาวเหมืองฯ ที่เป็นกำลังใจให้กันตลอดเวลา

ท้ายสุดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา น้องชาย เจน ที่คอยไถ่ถามและผลักดันสนับสนุนความสำเร็จอยู่เบื้องหลังด้วยความรักและความอบอุ่นตลอดมา

วิฒเนศว์ ดำคง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(10)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของหัวข้อวิจัย	1
1.2 ทฤษฎีและหลักการ	3
1.2.1 แร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar)	3
1.2.2 หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช	5
1.2.3 การป้องกันและแก้ไขผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	9
1.2.4 ซอฟท์แวร์สำหรับออกแบบเหมือง/วางแผนเหมือง	11
1.3 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ	17
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	18
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	18
1.7 สถานที่ทำการวิจัย	18
2. วิธีการวิจัย	19
2.1 รูปแบบการวิจัย	19
2.1.1 กิจกรรมตอนที่ 1 : ศึกษาและเก็บข้อมูลเหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ	20
2.1.2 กิจกรรมตอนที่ 2 : ศึกษาออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบที่ 1	22
2.1.3 กิจกรรมตอนที่ 3 : ศึกษาออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบที่ 2	22
2.1.4 กิจกรรมตอนที่ 4 : ศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบบ่อเหมือง ในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2	24
2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยโดยสรุป	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	25
3.1 ผลการวิจัยจากการออกแบบเหมืองรูปแบบที่ 1 (แบบแยกกันทำเหมือง)	25
3.1.1 บ่อเหมืองปลายกัน 3	25
3.1.2 บ่อเหมือง CD 1 และ CD4	26
3.1.3 บ่อเหมืองปลายกัน 2	28
3.1.4 บ่อเหมือง CD 3	29
3.1.5 บ่อเหมือง CD 2	29
3.1.6 บ่อเหมืองหลวงปู่ชี	31
3.1.7 บ่อเหมืองต้นไทร	31
3.1.8 บ่อเหมือง CD5	32
3.2 ผลการคำนวณปริมาณของเสียในบริเวณที่ทิ้งดินและความสามารถในการรับของเสียจากหน้าเหมือง	33
3.2.1 ที่ทิ้งดินกิตติ 1 (KT1)	34
3.2.2 ที่ทิ้งดินกิตติ 2 (KT2)	35
3.2.3 ที่ทิ้งดินปลายกัน 2 (PG2)	36
3.2.4 ที่ทิ้งดิน CD1	37
3.2.5 ที่ทิ้งดิน CD3	38
3.2.6 ที่ทิ้งดินบริเวณแคมป์ศิริ	38
3.2.7 ที่ทิ้งดินหน้าเหมืองเช่าช่วงในประทานบัตร 19815/14577 (Mine2)	39
3.2.8 ที่ทิ้งดินหน้าสินแร่	39
3.3 ผลการวิจัยจากการออกแบบเหมืองรูปแบบที่ 2 (แบบทำเหมืองร่วมกัน)	41
3.3.1 กลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่	41
3.3.2 กลุ่มบ่อเหมืองโซนทิศเหนือของแหล่งแร่	41
3.3.3 กลุ่มบ่อเหมืองโซนกลางของแหล่งแร่	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	46
4.1 บทสรุป	46
4.2 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	50
ประวัติผู้เขียน	63

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงผลผลิตแร่จากแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ ปี 2535-2551	2
1.2	แสดงประทานบัตรที่เปิดการบริเวณแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ	6
1.3	ปริมาณแร่สำรองทางธรณีวิทยาของแร่เฟลด์สปาร์ในแหล่งนบพิตำ	17
3.1	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมืองปลายกัน 3	25
3.2	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมือง CD 1 และ CD4	27
3.3	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมืองปลายกัน 2	28
3.4	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมือง CD3	28
3.5	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมือง CD2	30
3.6	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมืองหลวงปู่ชี	31
3.7	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมืองต้นไทร	31
3.8	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมือง CD5	32
3.9	ปริมาณแร่สำรองเมื่อประเมินตามการออกแบบรูปแบบที่ 1	33
3.10	ปริมาณของเสียที่ได้จากการประเมินและปริมาณของเสียที่สามารถทิ้งได้	40
3.11	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของกลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่	41
3.12	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของกลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่	42

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.13	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของกลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่ ช่วงเปิด CD1, CD4 และ CD2	43
3.14	ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของกลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่ ช่วงเปิดบ่อเหมืองต้นไทรหลวงปู่ชีและ CD3	44
3.15	ปริมาณแร่สำรองและของเสียที่ต้องเปิดออกจากการออกแบบในรูปแบบที่ 2	44
3.16	ปริมาณของเสียที่สามารถเก็บกองได้ของที่ทิ้งดินต่างๆ ในกรณีที่ 2	45
4.1	เปรียบเทียบปริมาณแร่สำรองและของเสียจากการเหมืองที่ได้จากการคำนวณทั้ง 2 กรณี	47

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ภาพถ่ายทางอากาศแสดงที่ตั้งของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ	7
1.2	แผนที่ภูมิประเทศและลักษณะการวางตัวของแร่ หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์	8
1.3	ตัวอย่างการใช้ SURPAC ในการออกแบบเหมือง	11
1.4	หน้าต่างแสดงการทำงาน 3 มิติของซอฟท์แวร์ VULCAN	13
1.5	การใช้งานซอฟท์แวร์ในส่วนของ Modelling ซึ่งช่วยในงานขุดขน	13
1.6	ลักษณะการใช้งาน SURPAC โดยการสร้างแบบจำลองรอยเลื่อน	14
2.1	ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณแหล่งแร่ซ้อนภาพกับแบบจำลองแนวสายแร่ในแหล่งแร่นบพิตำ	20
2.2	ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณแหล่งแร่และแบบจำลองแนวสายแร่ในแหล่งแร่	21
2.3	ขั้นตอนการวิจัยในกิจกรรมที่ 2.1.2 และ 2.1.3	24
3.1	จำลองบ่อเหมืองปลายกัน 3 ด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	26
3.2	บ่อเหมืองปลายกัน 3 ในสภาพปัจจุบัน มองไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	26
3.3	จำลองบ่อเหมือง CD1 และ CD4 ในการวิจัย ด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศเหนือ	27
3.4	บ่อเหมือง CD1 ในสภาพปัจจุบัน ถ่ายจากที่ทิ้งดินสินแร่ มองไปทางทิศใต้	27
3.5	จำลองบ่อเหมือง CD3 ในการวิจัย ด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศตะวันออก	29
3.6	บ่อเหมือง CD3 ในสภาพปัจจุบัน มองไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	29
3.7	จำลองบ่อเหมือง CD2 ในการวิจัยด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศตะวันออก	30
3.8	บ่อเหมือง CD2 ในสภาพปัจจุบัน มองไปทางทิศตะวันออก	30
3.9	ภาพจำลองบ่อเหมือง CD 5 ด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	32
3.10	บ่อเหมือง CD 5 ในสภาพปัจจุบัน มองไปทางทิศตะวันออก	32
3.11	ภาพจำลองลักษณะที่ทิ้งดิน KT1ด้วย SURPAC	34

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.12	ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน KT1 มองไปทางทิศเหนือ	34
3.13	ภาพจำลองลักษณะที่ทิ้งดิน KT2 ด้วย SURPAC	35
3.14	ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน KT2 ถ่ายจากบ่อเหมือง CD2	35
3.15	ภาพจำลองลักษณะที่ทิ้งดิน PG2 ด้วย SURPAC	36
3.16	ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน PG2 ถ่ายไปทางทิศใต้	36
3.17	ภาพจำลองลักษณะที่ทิ้งดิน CD1ด้วย SURPAC	37
3.18	ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน CD1 ถ่ายจากบ่อเหมือง CD4	37
3.19	ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน CD3 ถ่ายจากด้านบนของบ่อเหมือง CD3	38
3.20	ภูมิประเทศของที่ทิ้งดินหน้า Mine2	29
3.21	จำลองบ่อเหมือง CD 4 และ CD2 หลังจากเปิดเชื่อมกันเพื่อเอาแร่ในมวลแร่ที่ 8	42
3.22	จำลองบ่อเหมือง CD 4, CD1 และ CD2 หลังจากเปิดเชื่อมกัน	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของหัวข้อวิจัย

แร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) เป็นแร่ประกอบหินที่มีมากที่สุด พบได้ทั่วไปในหินอัคนี แต่แร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจได้จากสายน้ำแร่ร้อน นอกจากนี้แล้วยังมีการผลิตเฟลด์สปาร์จากส่วนที่เป็นหินกราฟิกแกรนิต (Graphic Granite) หินแอไพลต์ (Aplite) และหินเฟลด์สปาร์ เฟลด์สปาร์เป็นแร่ที่สลายตัวได้ง่ายที่สุดแร่หนึ่ง สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำหรือกรดคาร์บอนิกได้ดี เมื่อสลายตัวแล้วจะกลายเป็นดินเหนียวต่อไป แร่เฟลด์สปาร์นำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ซึ่งประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเฟลด์สปาร์ที่มีปริมาณสำรองค่อนข้างมาก โดยเฉพาะแหล่งแร่บริเวณหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ

หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ที่มีขนาดใหญ่แหล่งหนึ่งของประเทศ โดยมีผลผลิตมากกว่าร้อยละ50 ของการผลิตในประเทศทั้งหมด โดยแร่ส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นแร่กะเทยในหินแกรนิตสีอ่อน (Alaskite) ผลิตแร่ออกมาส่งขายเป็นโซเดียมเฟลด์สปาร์ก้อน (กรมอุตสากรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ 2548)

บริเวณหรือโซนของแร่เฟลด์สปาร์และควอตซ์ ในบริเวณหมู่เหมืองนบพิตำมีอยู่หลายตำแหน่ง ซึ่งทำให้ยากแก่การออกแบบและการวางแผนการทำเหมือง ประกอบกับมีผู้ประกอบการหลายราย ทำให้การบริหารพื้นที่ในการทำเหมือง การเก็บกองมูลดินทราย การจัดการน้ำ หรือการจัดการด้านทรัพยากรแร่ ทำได้ไม่ดีนัก ในขณะที่ความต้องการแร่เฟลด์สปาร์ในอุตสาหกรรมปัจจุบันนี้ ยังมีความต้องการที่มีปริมาณค่อนข้างมาก จึงควรให้ความสำคัญในการพัฒนาแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ

จากผลการผลิตในช่วงปี พ.ศ. 2535 – 2547 ของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ พบว่ามีปริมาณมากถึง 6,527,500 เมตริกตัน ซึ่งเมื่อเทียบกับปริมาณการผลิตทั้งประเทศ 12,182,216 เมตริกตัน พบว่ามีสัดส่วนมากกว่า 50% ซึ่งกล่าวได้ว่าแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำเป็นแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ที่ใหญ่ และมีความสำคัญอีกแหล่งหนึ่งของประเทศ แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงผลผลิตแร่จากแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ ปี 2535-2551 (วี 2552)

ปี พ.ศ.	ปริมาณการผลิต (เมตริกตัน)	ปี พ.ศ.	ปริมาณการผลิต (เมตริกตัน)
2535	360,141	2544	382,328
2536	384,400	2545	507,680
2537	349,040	2546	313,056
2538	354,703	2547	396,800
2539	299,428	2548	436,467
2540	279,800	2549	763,378
2541	241,389	2550	333,067
2542	357,828	2551	481,395
2543	286,600		
รวม	6,527,500 เมตริกตัน		

บริเวณเหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำเป็นเหมืองที่มีขนาดใหญ่และตั้งอยู่ในที่สูง จึงทำให้มีบริเวณที่รับน้ำกว้าง และน้ำไหลค่อนข้างเร็ว เมื่อฝนตก น้ำฝนที่ไหลจากภูเขาจะไหลผ่านห้วยนบพิตำ ซึ่งหากเป็นบริเวณที่มีการทำเหมือง ที่ไม่มีคูน้ำดัก หรืออ่างดักตะกอน อาจทำให้เกิดปัญหาน้ำขุ่นข้นที่มีสารแขวนลอย ไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ คือ คลองกอบและคลองกัน ที่วางตัวอยู่ในทิศใต้ของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์ จึงจำเป็นที่จะมีการหาพื้นที่หรือแนวทางน้ำที่จะเบี่ยงน้ำธรรมชาติไม่ให้ไหลผ่านบริเวณกิจกรรมของเหมือง ส่วนปัญหาในเรื่องฝุ่น แรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดและหินปลิว เป็นปัญหาที่กระทบน้อย เพราะเหมืองอยู่ค่อนข้างห่างไกลจากชุมชน

ดังนั้นหากทำการสมมติการออกแบบโดยรวมแปลงประทานบัตรเป็นผู้ประกอบการรายเดียว การจัดการปริมาณสำรองแร่ รวมทั้งการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อม อาจจะมีแนวทางที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ รวมทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาเรื่องดังกล่าว

1.2 ทฤษฎีและหลักการ

1.2.1 แร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar)

แร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) หรือที่เรียกกันว่า “หินฟันม้า” เป็นกลุ่มแร่อะลูมิโนซิลิเกต (Aluminosilicate) ของธาตุโพแทสเซียม (Orthoclase-$KAlSi_3O_8$) โซเดียม (Albite-$NaAlSi_3O_8$) และแคลเซียม (Anorthite-$CaAl_2Si_2O_8$)

โดยที่แร่เฟลด์สปาร์ในธรรมชาติจะมีกลุ่มโพแทสเซียม โซเดียม และแคลเซียมในปริมาณต่าง ๆ กัน หากแบ่งชนิดแร่เฟลด์สปาร์ ตามรูปแบบการนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมแล้ว จะแบ่งตามองค์ประกอบที่ให้สมบัติการหลอมตัวที่อุณหภูมิสูงต่างๆ กัน สามารถแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1) โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ (K-feldspar)

เป็นแร่เฟลด์สปาร์ที่มี $\%K_2O$ ตั้งแต่ 10 % ขึ้นไป ซึ่งได้แก่ เฟลด์สปาร์ จำพวกแร่ไมโครคลายน์ (Microcline) และแร่ออร์โทเคลส (Orthoclase) พบแร่ทั้งสองนี้มากในหินแกรนิติกเพกมาไทต์ (Granitic Pegmatite) หินแกรนิต (Granite) หินไซอิไนต์ (Syenite) หินไรโอไลต์ (Rhyolite) และหินแทรไคต์ (Trachyte) แร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ที่เกิดในหินแกรนิติกเพกมาไทต์มักเกิดเป็นผลึกขนาดใหญ่ มีปริมาณมากและมีแร่อื่น ๆ ที่มีเหล็กเป็นมลทินปะปนเกิดร่วมอยู่ด้วยน้อยมาก ทำให้สามารถแยกโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ออกจากแร่อื่น ๆ ให้สะอาดได้ง่าย จึงมีการผลิตแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์จากหินแกรนิติกเพกมาไทต์มากกว่าแบบอื่น นอกจากนี้ยังมีการผลิตแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์จากหินกราฟิกแกรนิตซึ่งเป็นหินที่มีแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์เกิดอยู่ร่วมกับแร่ควอตซ์ โดยมีปริมาณแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ที่มีคุณค่าเชิงพาณิชย์

2) โซเดียมเฟลด์สปาร์ (Na-feldspar)

เป็นกลุ่มแร่ที่มีสมบัติการเยิ้มตัวสูง มีองค์ประกอบของโซดา (Na_2O) มากกว่า 7% ได้แก่ แอลไบต์ (Albite) พบแร่นี้มากในหินเฟลด์สปาร์ โดยการที่เรียกหินที่เป็นแหล่งผลิตโซเดียมเฟลด์สปาร์ว่าเป็นหินเฟลด์สปาร์ เนื่องจากแร่ประกอบหินที่มีอยู่ในเนื้อหินเฟลด์สปาร์ มีอัตราส่วนของแร่เฟลด์สปาร์ชนิดโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์และแพลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์ (Plagioclase Feldspar) ต่างจากที่มีอยู่ในคำจำกัดความของหินแกรนิต กล่าวคือ ในหินแกรนิตจะต้องมีแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์มาก กว่าแร่แพลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์ แต่จากการศึกษาหินที่เป็นแหล่ง

ผลิตโซเดียมเฟลด์สปาร์พบว่ามีปริมาณของแร่แพลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์มากกว่าแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์จึงสมควรเรียกเป็นหินเฟลด์สปาร์

3) แร่กะเทย หรือ เฟลด์สปาร์ผสม (Mixed feldspar)

เป็นกลุ่มแร่ที่มีปริมาณ K_2O น้อยกว่า 10% และมี Na_2O น้อยกว่า 7% ซึ่งส่วนใหญ่จะมีสัดส่วนของโซดา (Na_2O) ใกล้เคียงกับโพแทช (K_2O)

การกำหนดมาตรฐานของเฟลด์สปาร์สำหรับอุตสาหกรรมต่างๆมี 4 วิธี คือ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ 2548)

1. กำหนดเป็นสัดส่วนหรือผลรวมของ K_2O และ Na_2O ในแร่

2. กำหนดข้อจำกัดในปริมาณของ SiO_2 , Al_2O_3 , CaO และ Fe_2O_3 ในแร่

3. กำหนดเป็นปริมาณร้อยละขั้นต่ำสุดของ K_2O , Na_2O , Al_2O_3 และ Fe_2O_3

4. กำหนดสมบัติทางกายภาพอื่นๆ เช่น จุดหลอมตัว สีก่อนเผา และสีหลังเผา

การใช้ประโยชน์ของแร่เฟลด์สปาร์นั้น โดยมากจะใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์และแก้วโดยใช้พวกโซเดียมเฟลด์สปาร์หรือกะเทยเป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้น เพื่อช่วยลดจุดหลอมละลายของเนื้อดินปั้นให้สุกตัวที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ซึ่งเป็นฟลักส์ (Flux) ที่มีจุดหลอมตัว (Firing Range) กว้างจึงใช้เป็นส่วนผสมในน้ำยาเคลือบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความมั่นคงและโปร่งแสง

สำหรับในอุตสาหกรรมแก้วนั้น ใช้แร่เฟลด์สปาร์เป็นส่วนผสมในวัตถุดิบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียว ทนทานต่อการกระแทก ทนต่อความร้อนและทดกรด-ด่าง ใช้โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์คุณภาพสูง ในการทำฟันปลอม นอกจากนั้นยังใช้เฟลด์สปาร์เป็นผงขัดสำหรับทำความสะอาดผลิตภัณฑ์แก้วและเครื่องเคลือบโดยไม่ทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนภาชนะ (เพราะเฟลด์สปาร์มีความแข็งน้อยกว่าเครื่องแก้ว) นอกจากเซรามิกส์และแก้ว ยังใช้เฟลด์สปาร์ในอุตสาหกรรมอื่นด้วย

1.2.2 หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

แหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ อยู่ในบริเวณพลูตอน (Pluton) ของเทือกเขาหลวง ซึ่งเป็นหินแกรนิตเนื้อเม็ดกลางและเนื้อดอกถูกตัดแทรกขึ้นมาโดยสายแกรนิตสีอ่อน ประกอบไปด้วย

- แร่ควอร์ตซ 19% - แพลจิโอเคลส (โอลิโกเคลสและแอลไบต์) 50%

- ออร์โทเคลส 20% - เพอร์ไทต์ และไมโครไคลน์ 10%

และจากการที่แพลจิโอเคลสมากทำให้แร่เฟลด์สปาร์แหล่งนี้เป็นชนิดแร่โซเดียมเฟลด์สปาร์ (ธงชัยและคณะ 2552) นอกจากนี้ยังมีหินเพกมาไทต์ และสายควอตซ์ (Quartz dike) ตัดแทรกเข้ามาในหินแกรนิตด้วย โดยสายควอร์ตซใหญ่หนาประมาณ 5 เมตร วางตัวในประมาณแนวตะวันออก-ตะวันตก เอียง 70° ไปทางทิศใต้ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ 2548) และจัดเป็นสายควอตซ์ที่มีเฟลด์สปาร์ (ธงชัยและคณะ 2552) และเป็นที่น่าสังเกตว่า แร่เฟลด์สปาร์ที่อยู่ใกล้สายควอร์ตซใหญ่นี้จะมีปริมาณ Na_2O สูงขึ้นจนจัดเป็นเกรดโซเดียมเฟลด์สปาร์ ในขณะที่แร่ที่อยู่ห่างสายควอตซ์ใหญ่ไปทางเหนือและใต้จะมีความเป็นแร่กะเทยมากขึ้น หรือมีปริมาณโซดาลดลง (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ 2548)

ธงชัยและคณะ (2552) ได้ทำการสำรวจแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ และเสนอการเรียกชื่อ “Alaskite” แทนการเรียกชื่อเฟลด์สปาร์และหินแกรนิตสีอ่อน เนื่องมาจากการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ในบริเวณนี้หินที่พบจัดว่าเป็นหิน Granite สีขาวหรือสีอ่อนที่เรียกกันว่า Leucocratic Igneous Rock ซึ่งเป็นลักษณะของหิน Granite โดยทั่วไปอยู่แล้วแต่หินดังกล่าวในบริเวณเป็นหินที่ประกอบด้วยแร่ Plagioclase Feldspar ที่เป็น Oligoclase และ Albite (การเกิด Albitization เกิดจากการที่ Plagioclase มีการแปรเปลี่ยนเป็น Albite ซึ่งเป็น Na-Plagioclase ที่มีเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมมากกว่า ขณะเดียวกันจะแทนที่พวก Ca-และ K-feldspar) การแปรเปลี่ยนเป็น Albite นี้เกิดขึ้นได้ในกรณีที่ของเหลวที่เหลือจากการเย็นตัวของ Granitic magma มีแก๊สและไอน้ำปนอยู่ด้วย ในบริเวณแหล่งเฟลด์สปาร์นบพิตำ เฟลด์สปาร์ที่พบจะเป็นสายแทรกขึ้นตามแนวแตก-รอยเลื่อน ที่เกิดขึ้นในหิน Granite และ เฟลด์สปาร์บางบริเวณก็อมหินแปลกปลอมซึ่งเป็นส่วนที่แตกหักของ Granite ในช่วงบนของเฟลด์สปาร์ ส่วนที่เกิดจากการแทนที่ของ เฟลด์สปาร์ยังพบได้บ้าง จึงพอจะกล่าวได้ว่าเฟลด์สปาร์ในบริเวณนี้ เป็นส่วนของ Granitic magma ที่มี Alkali โดยเฉพาะโซเดียมมาก หลังจากากรลำดับส่วนของหินหนืด (Magmatic differentiation) ทำให้ได้

หินเฟลด์สปาร์ดังกล่าวซึ่งอาจมีแร่สีคล้ำ เช่น Biotite/หรือ Chlorite ปนอยู่บ้าง จึงจัดว่าเป็นหิน Granite ขาว ซึ่งอาจเรียกชื่อเฉพาะว่า Alaskite

ปัจจุบันจำนวนประทานบัตรบริเวณหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ มีอยู่ทั้งสิ้นรวม 4 แปลง เป็นประทานบัตรที่เปิดการอยู่ทั้ง 4 แปลง ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงประทานบัตรที่เปิดการบริเวณแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ 2552)

ลำดับที่	ประทานบัตรเลขที่ (เลขที่คำขอฯ)	ชื่อผู้ถือประทานบัตร	ตำบลที่ตั้งประทานบัตร	อายุประทานบัตร ตั้งแต่	อายุประทานบัตร ถึง	เนื้อที่ ไร่	เนื้อที่ งาน	เนื้อที่ ตรว.
1	19815/14577 (นศ.16/2527)	หจก.สินแร่เจริญผล	กรุงชิง	2/6/2535	1/6/2560	74	1	38
2	26201/15514 (นศ.23/2541)	หจก.สินแร่เจริญผล	กรุงชิง	6/6/2545	5/6/2555	168	1	99
3	17595/13696 (นศ.7/2520)	หจก.ศิริเฟลด์สปาร์	กรุงชิง	15/10/2527	14/10/2552	164	2	44
4	26065/14657 (นศ.12/2534)	บจก.เอเชียเหมืองแร่ฯ	นบพิตำ	24/6/2536	23/6/2561	146	3	76

จากการสำรวจแร่เฟลด์สปาร์ของแหล่งแร่นบพิตำพบว่ามีโซนแร่อยู่ทั้งสิ้น 11 โซน มีปริมาณแร่ทั้งสิ้น 11,232,000 เมตริกตัน (ธงชัยและคณะ 2552) แสดงดังรูปที่ 1.2

ในบริเวณแหล่งแร่นบพิตำ ประกอบไปด้วยบ่อเหมืองในหลายบริเวณ ได้แก่

บ่อเหมืองปลายกัน 1, 2 และ 3 สิทธิ์การทำเหมืองของ บริษัท เอเชียเหมืองแร่อุตสาหกรรม จำกัด

บ่อเหมือง CD1- CD5 สิทธิ์การทำเหมืองของ ห้างหุ้นส่วนจำกัดศิริเฟลด์สปาร์

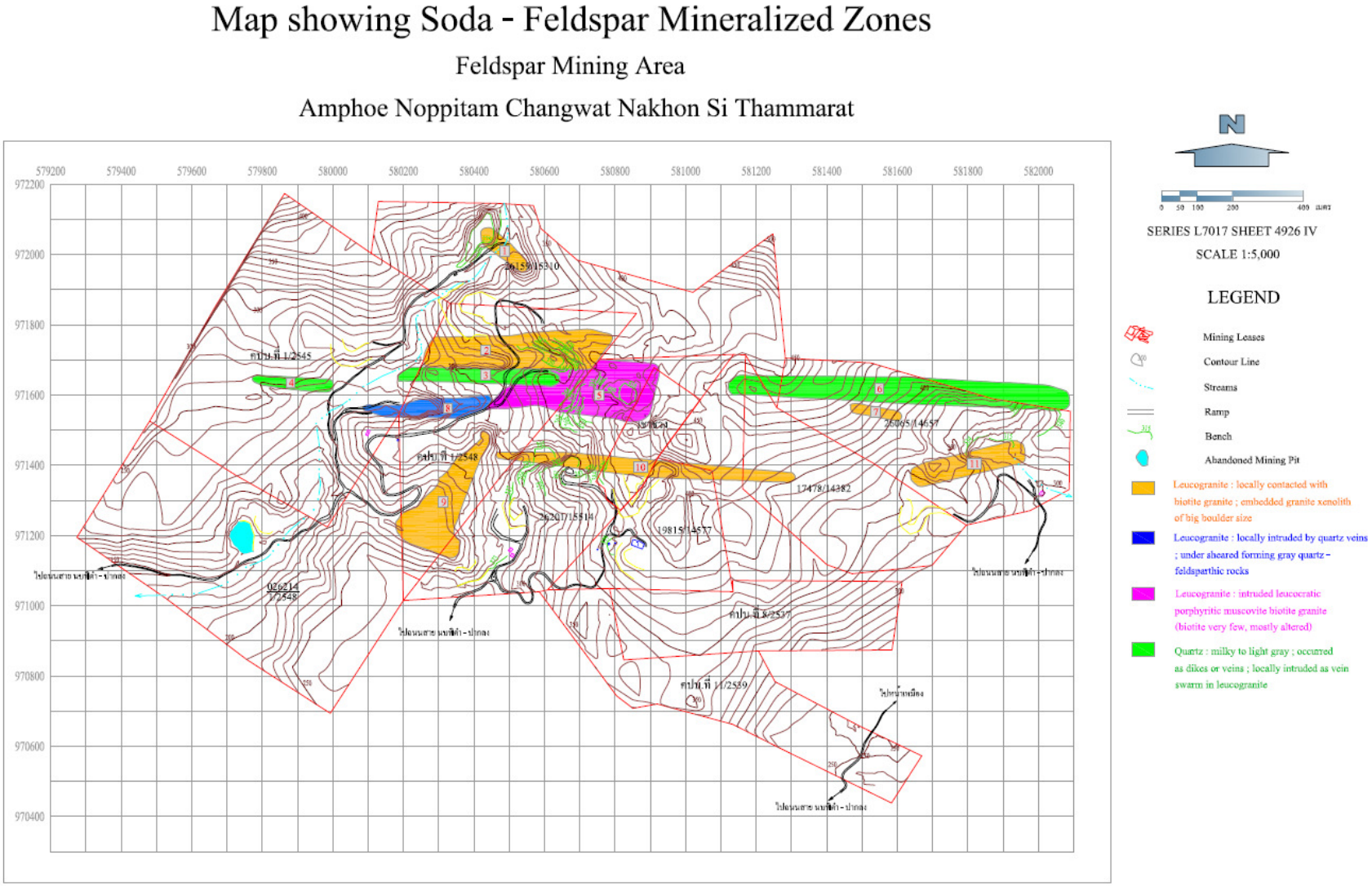
บ่อเหมืองหลวงปู่ชี และบ่อเหมืองต้นไทร สิทธิ์การทำเหมืองของ ห้างหุ้นส่วนจำกัดสินแร่เจริญผล

บ่อเหมืองกิตติ (KT) 1 และ 2 ของนายกิตติ ดลรึเดช

โดยบ่อเหมืองในบริเวณแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ ตั้งอยู่กระจัดกระจายทั่วไปในบริเวณหมู่เหมือง ดังแสดงด้วยภาพถ่ายทางอากาศ ในรูปที่ 1.1

ในบริเวณแหล่งแร่มีห้วย ลำธาร หรือแหล่งน้ำสาธารณะไหลผ่านพื้นที่ทำเหมือง และพื้นที่เก็บกองมูลดินทรายได้แก่ ห้วยนบพิตำ ห้วยเปลือกขนุน ห้วยไม่มีชื่อ คลองกัน และคลองกอบ ซึ่งปัจจุบันมีปัญหาเรื่องน้ำที่ปล่อยจากเหมือง โดยจะมีปัญหาเห็นได้ชัดในกรณีที่ฝนตก น้ำจะชะล้างเศษหิน ดิน ทรายจากหน้าเหมือง ไหลเป็นน้ำขุ่นข้นไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

รูปที่ 1.1 ภาพถ่ายทางอากาศแสดงที่ตั้งของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ (PointAsia 2009)



รูปที่ 1.2 แผนที่ภูมิประเทศและลักษณะการวางตัวของแร่ หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์ (ธงชัยและคณะ 2552)

1.2.3 การป้องกันและแก้ไขผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ปัญหาหลักในการทำเหมืองในบริเวณหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์ คือ เรื่องของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในบริเวณหน้าเหมืองที่มีลำธารหรือแหล่งน้ำสาธารณะไหลผ่าน ซึ่งการจัดการที่ดีจะช่วยลดปัญหาได้ โดยสามารถควบคุมรวมทั้งจำกัดขอบเขต และความรุนแรงของผลกระทบได้ (พิษณุ 2541) โดยอาศัยหลักการดังนี้

1.2.3.1 วางแผนการทำเหมืองให้มีพื้นที่ที่ต้องเปิดหน้าดินและตัดโค่นต้นไม้ให้น้อยที่สุด

1.2.3.2 จัดการและบริหารน้ำฝนที่ไหลผ่านบริเวณที่เป็นป่าธรรมชาติเดิมให้แยกออกจากน้ำที่ไหลผ่านบริเวณที่จะมีปัญหาการชะล้าง เพื่อจำกัดปริมาณน้ำที่ต้องทำการบำบัด

1.2.3.3จัดทำบ่อดักตะกอนเพื่อปล่อยให้ของแข็งแขวนลอยได้มีโอกาสตกตะกอน

1.2.3.4 การรีบปลูกพืชคลุมดินบนพื้นที่ที่พร้อม

1.2.3.5 สำหรับลานกองเปลือกดิน จำเป็นต้องปลูกพืชคลุมดินในบริเวณไหล่กอง รวมทั้งพื้นที่ที่กองแล้วแต่ยังต้องทิ้งไว้อีกนานพอสมควรกว่าจะกลับมาเทดินทับอีก โดยเป็นการคลุมดินชั่วคราวก่อนที่จะทำการฟื้นฟูเมื่อกองสูงถึงระดับที่ออกแบบไว้แล้ว

เทคโนโลยีการจัดการเก็บกองเปลือกดินหรือมูลหินดินทรายมีดังนี้

1) คุมความลาดชันให้ไม่เกินความลาดชันเสถียรตามธรรมชาติ (Angle of repose) ซึ่งโดยทั่วไปมีค่าประมาณ 33 องศา

2) แบ่งลานกองหินหรือมูลดินทราย เป็นชั้นๆละ 5-10 เมตร ทิ้งขั้น (Berm) ในแต่ละชั้นกว้างไม่ต่ำกว่า 4 เมตร

3) ปลูกพืชคลุมดินป้องกันการชะล้าง เช่น แฝก หญ้า ถั่ว ฯลฯ แล้วตามด้วยการปลูกพืชยืนต้นโตเร็ว เช่น กระถินยักษ์ กระถินเทพา ต้นหลอ มะขามเทศ ไผ่ ฯลฯ เป็นต้น พืชคลุมดินที่ควรปลูกในช่วงต้น ได้แก่ หญ้า และแฝก รวมทั้งที่ขึ้นได้ง่าย เช่น ต้นหลอ หรือปอสา กระถินยักษ์ รวมทั้งมะขามเทศ เป็นต้น

สำหรับน้ำที่มีปัญหาตะกอนปนเปื้อนนั้นสามารถบำบัดโดยจัดทำคูน้ำดักและพาไปยังบ่อดักตะกอนเพื่อปล่อยให้ของแข็งแขวนลอยได้มีโอกาสตกตะกอน เหลือเป็นน้ำใสนำไปใช้หรือปล่อยทิ้งออกนอกเขตเหมืองได้

ขนาดบ่อดักตะกอนจะขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอนที่แขวนลอยในน้ำ การคำนวณขนาดบ่อจะขึ้นกับปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บสำหรับกรณีฝนตกหนักที่สุด และขนาดอนุภาคดิน ตลอดจนเทคนิคการก่อตะกอนที่เหมืองนำมาช่วย เช่น เติมปูนขาว หรือ สารรวมตะกอนอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งการคำนวณขนาดบ่อดักตะกอนเป็นดังนี้ (พิษณุ 2541)

การประเมินพื้นที่บ่ออย่างง่ายที่สุดคือ การทดสอบการตกจมของอนุภาคในน้ำเสีย วัดอัตราการตกจม (หน่วยเป็นเมตร/วินาที) และจากที่ยึดถือกันคร่าว ๆ ที่หากอนุภาคตกจมถึง 1 เมตร ก็จะค้างอยู่ในบ่อไม่ติดไปกับน้ำล้น ดังนั้นจึงคำนวณพื้นที่บ่อโดยประมาณดังนี้

$$t = \frac{h}{v} \qquad \text{.....(1)} \qquad\qquad V = Qt \qquad \text{.....(2)}$$

โดย t = เวลากักเก็บที่ต้องการเพื่อให้อนุภาคตกจมลงลึกระดับ h (วินาที)

h = ความลึก ที่ต้องการให้ตกจมถึงเพื่อมั่นใจว่าอนุภาคจะค้างในบ่อ (เมตร)

v = ความเร็วในการตกจมของอนุภาคในน้ำเสีย (เมตรต่อวินาที)

V = ปริมาตรบ่อที่ต้องการ (ลูกบาศก์เมตร)

Q = ปริมาตรน้ำเสียต่อหน่วยเวลาที่ต้องการ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

หากพอจะประเมินความลึกของการไหลของน้ำเสียในบ่อได้ ซึ่งไม่ใช่ความลึกของบ่อ ก็สามารถประเมินขนาดพื้นที่บ่อได้โดยประมาณดังนี้

$$A = V/h_0 \qquad \text{.....(3)}$$

A = พื้นที่บ่อที่ต้องการ (ตารางเมตร)

h_0 = ความลึกของชั้นการไหลของน้ำ (เมตร)

โดยทั่วไปค่า h_0 มักไม่สูงเกิน 3 เมตร และในกรณีบ่อตื้นค่า h_0 จะอยู่ในช่วงหนึ่งถึงสองในสามของความลึกของบ่อ ขึ้นกับรูปร่างของบ่อและลักษณะของการปล่อยน้ำล้น

ความยาวของบ่อหรือระยะตั้งแต่จุดที่ปล่อยน้ำเสียลงบ่อถึงปลายที่ปล่อยให้น้ำใสล้นจะต้องไกลพอให้อนุภาคสามารถจมลงได้ในระดับที่ต้องการ (h)

$$v = \frac{h}{t} \qquad .....(4) \qquad\qquad u = \frac{L}{t} \qquad .....(5)$$

u = ความเร็วการไหลของน้ำในแนวราบ (เมตรต่อวินาที) $= Q/A_0$

A_0 = พื้นที่หน้าตัดของชั้นน้ำที่มีการไหล (ตารางเมตร) $= h_0 \times W$

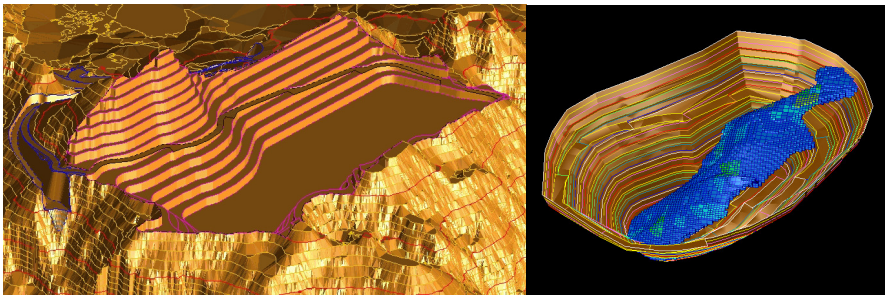
W = ความกว้างของบ่อ (ตารางเมตร)

L = ระยะห่างระหว่างจุดปล่อยน้ำเสียลงบ่อถึงปลายบ่อที่ปล่อยล้น (เมตร)

$$L = \frac{Qh}{A_0 v} \qquad .....(6)$$

1.2.4 ซอฟท์แวร์สำหรับออกแบบเหมือง/วางแผนเหมือง

พัฒนาการของซอฟท์แวร์ในการวางแผนเหมืองเริ่มขึ้นในช่วงปี ค.ศ.1970 เริ่มใช้งานในเหมืองทองที่ต้องการลดกากของเสียจากกระบวนการทำเหมือง โดยการใช้ซอฟท์แวร์ช่วย ซึ่งหลายสิบปีต่อมา มีการใช้งานซอฟท์แวร์ในงานเหมืองเพิ่มมากขึ้น โดยข้อดีของการใช้ซอฟท์แวร์สำหรับการออกแบบเหมือง คือ สามารถใช้กับข้อมูลจำนวนมากๆ และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ ในปัจจุบันมีซอฟท์แวร์ที่ใช้งานในลักษณะนี้อยู่หลายซอฟท์แวร์ อาทิเช่น SURPAC, MINESIGHT, VULCAN เป็นต้น โดยงานวิจัยได้เลือกซอฟท์แวร์ SURPAC มาใช้ในการออกแบบบ่อเหมือง และคำนวณปริมาณแร่สำรอง เนื่องจากทางภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ มีซอฟท์แวร์ลิขสิทธิ์ที่ถูกต้อง เพื่อใช้ในงานการศึกษาทางด้านวิศวกรรมเหมืองแร่ และซอฟท์แวร์ SURPAC ก็มีผู้ใช้งานจริงในประเทศไทยที่ค่อนข้างหลากหลาย เช่น บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน), บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด เป็นต้น ซึ่งอาจเป็นผลดีต่อการทำวิจัยไม่มากก็น้อย



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างการใช้ SURPAC ในการออกแบบเหมือง (SURPAC User's Manual 2007)

1.3 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงเรื่องของการใช้ซอฟท์แวร์ในการออกแบบบ่อเหมือง และการประยุกต์ใช้ซอฟท์แวร์ช่วยในการคำนวณปริมาณแร่สำรองแร่ ดังนี้

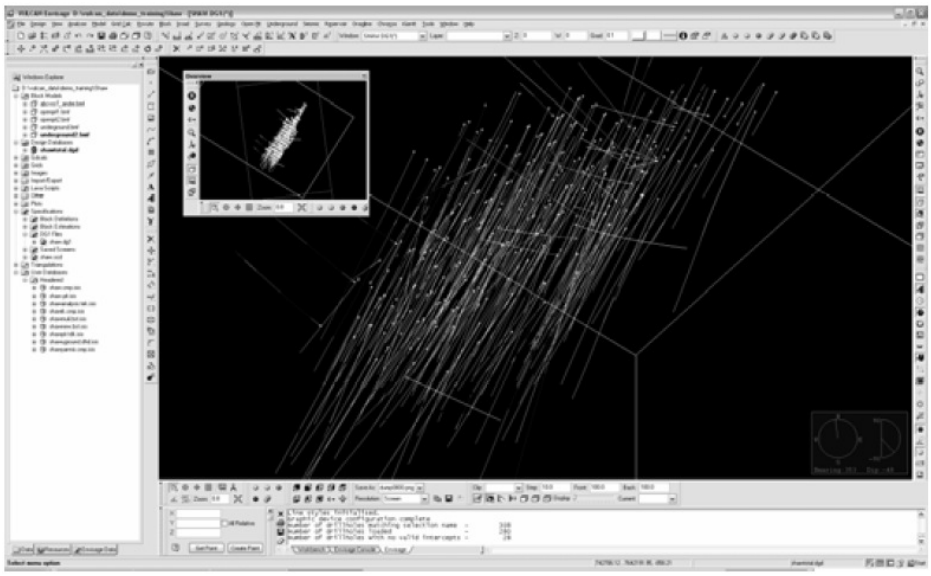
I.K. Kapageridis (2005) ทำการศึกษาเกี่ยวกับอนาคตของการใช้ซอฟท์แวร์ในเรื่องเครื่องมือและนวัตกรรมใหม่ ซึ่งพบว่าซอฟท์แวร์วางแผนเหมืองมีความซับซ้อนที่มากขึ้น เนื่องจากความต้องการที่จะแก้ไขปัญหาในเรื่องของงานวางแผนเหมือง ซึ่งการผสานรวมกันระหว่างความสามารถของซอฟท์แวร์กับการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างงานนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับประสิทธิภาพของระบบ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากระบบการสำรวจมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และสามารถที่จะตรวจสอบข้อมูลได้ตลอดเวลา จึงทำให้ระบบคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการทำเหมือง โดยข้อดีของการใช้ซอฟท์แวร์ช่วยในงานวางแผนเหมือง โดยหลักคือ สามารถใช้กับข้อมูลที่มีปริมาณมากได้, สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้อยู่ปัจจุบันและสามารถย้อนกลับข้อมูลในอดีตได้ รวมทั้งเรื่องของการใช้โมเดล 3 มิติในการวางแผนเพื่อประเมินผลกระทบที่จะเกิดต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

ปัจจุบันมีซอฟท์แวร์หลายผลิตภัณฑ์ในตลาดซึ่งมีความสามารถที่ครอบคลุมการทำงาน ซึ่งบางซอฟท์แวร์เหมาะสมกับการทำงานด้านการจัดการฐานข้อมูลและการสำรวจ ในขณะที่บางซอฟท์แวร์ก็เน้นไปในเรื่องของการใช้งานควบคู่ไปกับงานออกแบบ CAD อย่างไรก็ดีซอฟท์แวร์ที่ใช้ในงานวางแผนเหมืองจะมีรูปแบบมาตรฐานในการใช้งานดังนี้

- การแสดงงานที่กำลังสร้างหรือแก้ไข (Visualization)
- รูปแบบจำลอง (Modelling)

- การจัดการฐานข้อมูล (Database Management)
- การคำนวณปริมาณแร่สำรอง (Reserve Calculation)
- การออกแบบเหมือง (Mine Design)
- การวางแผนเหมือง (Mine Planning)

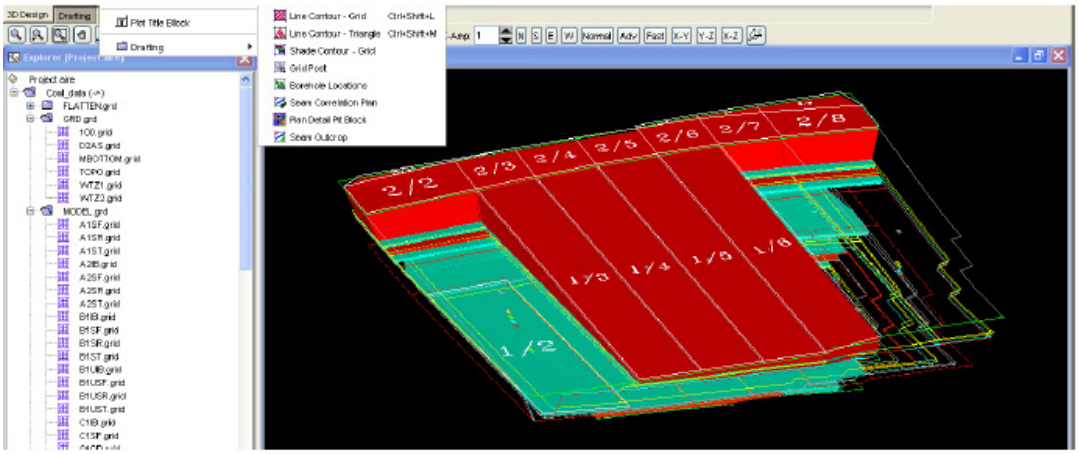
หากต้องการความสำเร็จในการประมวลผล ขั้นตอนของการเตรียมและวงจรของการวิเคราะห์ข้อมูลต้องมีการทำซ้ำเป็นจำนวนหลายๆครั้ง เพื่อที่จะสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดไว้ล่วงหน้าของข้อมูล ได้แก่ ในเรื่องของลักษณะธรณีวิทยา การวางแผนและการควบคุมสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงของราคาแร่ตลอดอายุเหมือง เป็นต้น ซึ่งบริษัทที่ทำการรวบรวมระบบข้อมูลและจัดการระบบคอมพิวเตอร์และซอฟท์แวร์ได้ดี จะสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงและยังคงแข่งขันได้ต่อไป และอีกนัยหนึ่ง ต้องมีการพัฒนาและดัดแปลงซอฟท์แวร์ออกแบบ/วางแผนการทำเหมืองให้มีความสามารถเพื่อสนองต่อความต้องการและจัดหาวิธีการใหม่ๆ ในการแก้ปัญหาเดิมที่มีอยู่ โดยความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดระหว่างผู้ใช้งานและผู้พัฒนาซอฟท์แวร์จะช่วยให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย และทำให้อนาคตของซอฟท์แวร์ออกแบบเหมืองมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 1.4 หน้าต่างแสดงการทำงาน 3 มิติของซอฟท์แวร์ VULCAN (I.K. Kapageridis 2005)

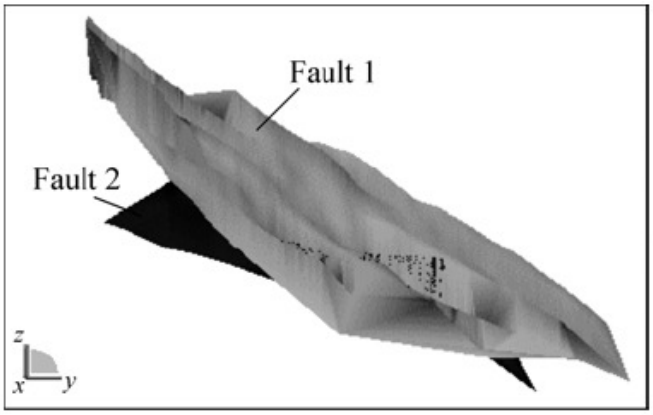
V. KARU (2008) ได้ทำการศึกษาการใช้ซอฟท์แวร์ช่วยในการทำแบบจำลองของแหล่งหินน้ำมัน พบว่าการใช้รูปแบบจำลอง (Modelling) จะสามารถช่วยให้การจำลองแบบไม่ซับซ้อนและหาเกณฑ์ที่

เหมาะสมสำหรับการออกแบบ โดยรูปแบบจำลองดูเหมือนจะเป็นเครื่องมือในการออกแบบเหมืองที่จะเกิดขึ้นใหม่ และวิเคราะห์เหมืองเก่าที่ไม่ได้มีการทำเหมืองแล้ว เพราะการทำรูปแบบจำลองจะมีความสะดวกในเรื่องของการเลือก การช่วยในการตัดสินใจ รวมไปถึงการดูผลลัพธ์ที่ได้ของรูปแบบจำลอง



รูปที่ 1.5 การใช้งานซอฟท์แวร์ในส่วนของ Modelling ซึ่งช่วยในงานขุดขน (V. KARU 2008)

LOU Zhou-quan และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาซอฟท์แวร์ SURPAC VISION ในกรณีของเหมืองโลหะหนักใต้ดิน อันประกอบไปด้วยแร่ ดีบุก-ตะกั่ว-สังกะสี ซึ่งในการวิจัยได้สร้างโมเดลสามมิติของพื้นผิว (Surface), รอยเลื่อน (Fault), มวลแร่ (Orebody), ระบบการถล่มและรูปแบบของเหมืองใต้ดิน เพื่อที่จะหาปริมาณแร่สำรอง และบล็อกโมเดลที่ประกอบไปด้วยเกรดแร่ต่างๆกัน โดยใช้วิธี Ordinary Kriging ซึ่งเมื่อค่าที่มาจากการคำนวณก็นำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการเจาะจริง พบว่ามีค่าความแตกต่างของค่าคำนวณกับค่าจริงไม่มาก จึงสรุปว่าซอฟท์แวร์ SURPAC สามารถที่จะใช้ช่วยนักธรณีวิทยาและวิศวกรเหมืองแร่ในการคำนวณปริมาณแร่สำรอง, การออกแบบบ่อเหมือง และการวางแผนเหมืองได้



รูปที่ 1.6 ลักษณะการใช้งาน SURPAC โดยการสร้างแบบจำลองรอยเลื่อน (LOU Zhou-quan et al. 2006)

ธงชัยและคณะ (2552) ทำการสำรวจสภาพธรณีวิทยาพื้นผิว โดยการเก็บข้อมูลตรงจุดพิกัดและ/หรือเก็บตัวอย่างหินและแร่ตามแผนที่รังวัดมาตราส่วน 1:5,000 สามารถสรุปโซนของแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำออกได้เป็น 11 โซน ตามรูปที่ 1.1 ดังนี้

- โซนที่ 1 ยาว 180 เมตร กว้าง 40 เมตร วางตัวในแนว ตะวันตกเฉียงเหนือ- ตะวันออกเฉียงใต้ มีสาย Alaskite โผล่ยาวประมาณ 20 เมตร ดันแทรก Porphyritic Biotite Granite เนื้อหินปานกลางถึงหยาบ บางจุดจะพบแร่ Muscovite ในหิน Granite ด้วย นอกจากนี้บางจุดจะพบหินแปลกปลอม ขนาด 5 x 5 เมตร และมีสาย Tourmaline ขนาด 5 เซนติเมตร แทรกหิน Muscovite-Biotite Granite

- โซนที่ 2 ยาว 500 เมตร กว้าง 100 เมตร วางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก หิน Granite บริเวณนี้ถูกเลื่อนและถูก shear แนวค่อนข้าง ตะวันออก-ตะวันตก. ± 20^{o} ชัน Granite สีเทา มีทั้ง Porphyritic เนื้อหินปานกลางและเนื้อหินหยาบ ถึงปานกลาง โดยมีแร่ Biotite (20-25%) และMuscovite มีขุมเก่ากว้างประมาณ 30 ม. สาย Alaskite กว้าง 10 ม. ถูกสาย Quartz หนา 2.5 ซม. ตัดผ่าน บริเวณนี้ พบสาย Alaskite แทรกหิน Granite ไม่น้อยกว่า 7 จุด รอยเลื่อนตัด Alaskite ทำให้ Alaskite ตีบหายไปในช่วง 50 ม. นอกจากนี้ยังพบ Xenolith ของ Granite ด้วย

- โซนที่ 3 ขนาดยาว 400 เมตร กว้าง 40 เมตร เป็นโซนของ quartz แนว ตะวันออก-ตะวันตก มีสาย Quartz ขนาด 2.5-50 ซม. แทรก Alaskite เป็นชุด อีกกลุ่มหนึ่งขนาด 5 มม. – 10 ซม. แทรก Alaskite จำนวน 10 เส้นในช่วง 2 เมตร Quartz dike แทรก Porphyritec Granite และ Alaskite

- โซนที่ 4 ขนาดยาว 200 เมตร กว้าง 30 เมตร มีสาย Quartz แทรก Granite ผุและ Alaskite ในโซนนี้มี Feldspatheic Quartz dike สีเทาอ่อน ยาว +100ม. แนว N.90^{o} เท 65^{o}S. และมีแนวแตกที่ตัดสาย Quartz N.210^{o} เท 80^{o} NW. และ N.84^{o} เท 70^{o}SE.

- โซนที่ 5 ขนาดยาว 400 เมตร กว้าง 100 เมตร เป็นโซนที่ Alaskite แทรก Porphyritic Muscovite-Biotite Granite (สีอ่อน : Leucoeratic) เนื้อหินปานกลาง Biotite แปรเปลี่ยนเป็น Chlorite ลักษณะเด่นในโซนนี้คือ หิน Leucocratic มีคุณภาพใช้ได้ จึงผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ แต่โซนนี้ มีข้อเสียที่มีสาย Quartz จิ๋วขนาด 0.1-2.5 ซม. แทรกหิน Alaskite มาก

- โซนที่ 6 ขนาดยาว 900 เมตร กว้าง 80 เมตร แนวค่อนข้างตะวันออก-ตะวันตก ความยาวของโซนนี้อาจยาวกว่า 1 กม. มี Quartz dike สีขาวขุ่นอยู่ใน Shear zone ใน Quart มี Feldspar ปนเนื้อ

ละเอียดสีเทาอมเขียว เวลาผุจะมีสีขาวขุ่น บนรอยแตกมีพวก Quartz Sericite สีเขียวอมเหลือง นอกจากนี้ยังพบแร่ Chalcedony สีเทาอ่อน

- โซนที่ 7 ขนาดยาว 150 เมตร กว้าง 30 เมตร เป็นโซนเล็ก ๆ มี Alaskite แนวตะวันออก-ตะวันตก ที่ติดกับ Quartz dike ในโซนที่ 6

- โซนที่ 8 ขนาดยาว 350 เมตร กว้าง 30 เมตร ลักษณะเด่นของโซนนี้ Alaskite เนื้อหินละเอียดถึงปานกลางถูก shear/fault ทำให้ Alaskite มีสีเทาอ่อน และใช้ได้ในเชิงพาณิชย์โดยมี Na_2O ประมาณ 9-10% ส่วน porphyritc Granite ซึ่งถูก Alaskite แทรกจะมีการแปรเปลี่ยนเกิดแร่ Quartz Sericite และ Chlorite สีจาง ๆ ในบริเวณที่ Alaskite ถูกสาย Quartz ขนาด 0.5-1.0 ซม. แทรก-ตัด เป็นการเพิ่ม SiO_2 ใน Alaskite ทำให้ใช้ไม่ได้

- โซนที่ 9 ยาว-กว้าง ประมาณ 400 x 100 เมตร โดยอาศัยข้อมูลขุมเหมืองเก่าที่มีการผลิตแร่ไปแล้วมากำหนดพื้นที่ โดยมี Alaskite ซึ่งมีแร่สีเนื้อประในปริมาณน้อยและมี Biotite (2-3%) Alaskite บริเวณนี้มีปริมาณ Na_2O 6-7% และK_2O 3-4% จัดเป็นแร่กะเทยซึ่งมีค่าในเชิงพาณิชย์

- โซน 10 ขนาดยาว 800 เมตร กว้าง 50 เมตร เป็นแนวตะวันออก-ตะวันตก ในโซนนี้พบ Pegmatite แทรกหิน Granite ทำให้มี Muscovite ในหิน Granite ด้วย Shear และ Faults พบในหิน Granite และ Alaskite

- โซนที่ 11 ยาว-กว้าง ประมาณ 300 x 60 เมตร แนว ตะวันตกเฉียงเหนือ- ตะวันออกเฉียงใต้เป็นโซนที่ Alaskite แทรกหิน Granite มี Pegmatite แทรกสาย Quartz ขนาด 0.1-10 ซม. ตัด Alaskite และพบว่า Quartz แทนที่ใน Alaskite ด้วย หิน Alaskite ในโซนนี้มี Muscovite มาก

ทั้งนี้ธงชัยและคณะ (2552) ได้คำนวณปริมาณแร่สำรองโดยใช้วิธีดังนี้

1) หาพื้นที่โซนแร่แต่ละโซนจากภาพฉายด้านบน (top view) หรือพื้นที่หน้าตัดในแนวราบ โดยใช้โปรแกรม AutoCAD Land Desktop 2009

2) จากผลของการทำเหมืองในบริเวณหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ คาดว่าแต่ละโซนแร่จะสามารถทำเหมืองได้ลึกลงไปอีกไม่น้อยกว่า 20 เมตร

3) ความถ่วงจำเพาะของหิน Alaskite โดยเฉลี่ยประมาณ 2.6

เนื่องจากมุมเท (dip angle) ของโซนแร่ค่อนข้างชันถึงตั้งฉาก ดังนั้นปริมาณแร่สำรองเท่ากับพื้นที่จาก ข้อ 1) คูณด้วย ความลึก 20ม. จากข้อ 2) และความถ่วงจำเพาะ 2.6 จาก ข้อ 3) ค่าปริมาณแร่

สำรองที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนได้จากความลึกที่ไม่ได้เจาะสำรวจ อีกทั้งสภาพธรณีวิทยาในบริเวณแต่ละโซนมีความแปรปรวนสูง เนื่องจากการเกิด shear และ fault ทำให้คุณภาพแร่แปรผันไปได้ ซึ่งปริมาณแร่สำรองแสดงดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ปริมาณแร่สำรองทางธรณีวิทยาของแร่เฟลด์สปาร์ในแหล่งนบพิตำ (ธงชัยและคณะ 2552)

โซน	พื้นที่หน้าตัด (ตารางเมตร)	ความลึก (ตารางเมตร)	ค่า ถ.พ.	ปริมาณแร่สำรอง (ตารางเมตร)
1	7,000	20	3	364,000
2	49,000	20	3	2,548,000
5	52,000	20	3	2,704,000
7	4,000	20	3	208,000
8	15,000	20	3	780,000
9	36,000	20	3	1,872,000
10	32,000	20	3	1,664,000
11	21,000	20	3	1,092,000
			รวม	11,232,000

1.4 วัตถุประสงค์

1.4.1 ศึกษาออกแบบบ่อเหมือง การวางแผนการทำเหมืองของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ ในสองกรณี คือ รูปแบบปัจจุบันที่มีการทำเหมือง และรูปแบบโดยสมมติสิทธิ์การทำเหมืองเป็นแปลงประทานบัตรเดียวกัน เพื่อการจัดการปริมาณสำรองแร่ และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

1.4.2 ศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบบ่อเหมือง ทั้งสองกรณี ในเชิงปริมาณแร่สำรอง และปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก

1.4.3 ศึกษา ออกแบบ รวมทั้งจัดหาพื้นที่ที่เหมาะสมในด้านการเก็บกองเปลือกดิน มูลดินทราย หิน และระบบทางน้ำของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เน้นไปทางการวิเคราะห์เปรียบเทียบการออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบของการทำเหมืองในรูปแบบปัจจุบัน กับรูปแบบสมมติรวมสิทธิ์การทำเหมือง ในเชิงของปริมาณแร่สำรอง (Mineable reserve), ปริมาณของเสีย หินผุ ดิน ที่ต้องเปิดทิ้ง รวมไปถึงวิธีการจัดการที่ทิ้งของเสีย แต่ไม่ศึกษาในเรื่องของงานระเบิด ในบริเวณหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถออกแบบบ่อเหมือง การวางแผนการทำเหมือง ของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์ได้อย่างเหมาะสม ในกรณีที่มีการร่วมแผนผังโครงการทำเหมืองและการทำเหมืองร่วมกันของแต่ละเจ้าของสิทธิ์ เป็นในลักษณะของการทำเหมืองเจ้าเดียว เพื่อการจัดการในด้านคุณภาพและด้านปริมาณของทรัพยากรแร่เฟลด์สปาร์ บริเวณหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. สามารถวางแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่ในการเก็บกองเปลือกดิน มูลดินทราย หิน หรือสิ่งเหลือทิ้งจากกระบวนการทำเหมือง รวมทั้งการจัดการระบบระบายน้ำและน้ำขุ่นข้นจากหน้าเหมือง เพื่อป้องกันและลดผลกระทบต่อชุมชนได้

3. เพื่อให้หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องเล็งเห็นถึงความสำคัญ ในการจัดการบริหาร แหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำให้มีความคุ้มค่าที่สุด

1.7 สถานที่ทำการวิจัย

1.7.1 ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

1.7.2 หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

บทที่ 2

วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยสามารถแบ่งได้เป็นสองลักษณะ (2 Scenarios) คือ การออกแบบบ่อเหมืองแบบแยกกันทำเหมือง และการออกแบบในลักษณะสมมติรวมสิทธิ์การทำเหมือง โดยจะออกแบบบ่อเหมืองที่มีอยู่ในบริเวณหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ ที่ยังคงมีศักยภาพในด้านแร่อยู่ แสดงดังรูปที่ 2.1 ได้แก่

1. บ่อเหมืองปลายกัน 3 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 1
2. บ่อเหมืองปลายกัน 2 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 11
3. บ่อเหมือง CD1 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 9
4. บ่อเหมือง CD2 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 8
5. บ่อเหมือง CD3 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 2
6. บ่อเหมือง CD4 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 9
7. บ่อเหมือง CD5 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 2
8. บ่อเหมืองหลวงปู่ชี ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 10
9. บ่อเหมืองต้นไทร ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมวลแร่ (Orebody) 5

มวลแร่ หรือ Ore body ที่ใช้ในงานวิจัย จะใช้ข้อมูลจากการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช (ธงชัยและคณะ, 2552) ซึ่งกำหนดความลึกของสายแร่ไว้ที่ประมาณ 20 เมตร แต่ในงานวิจัยได้ประเมินความลึกที่ 40 เมตร จากระดับบ่อเหมืองปัจจุบัน รวมทั้งกำหนดความเอียงของสายแร่เฉลี่ยที่ 80 องศา และหากกล่าวถึงกรณีของที่ทิ้งดินหรือของเสียจากกระบวนการทำเหมือง จะกล่าวถึงต่อไปในการวิจัยในแต่ละรูปแบบอีกครั้งหนึ่ง

ในกรณีของที่ทิ้งดินหรือของเสียจากการทำเหมืองในพื้นที่หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำแล้ว ปัจจุบันมีอยู่หลายบริเวณ ตั้งกระจายในแหล่งแร่ใกล้กับแต่ละบ่อเหมือง ดังนี้

1. ที่ทิ้งดินกิตติ 1 (KT1) สำหรับบ่อเหมือง CD1-CD5
2. ที่ทิ้งดินปลายกัน 2 (PG2) สำหรับบ่อเหมือง ปลายกัน 2
3. ที่ทิ้งดินกิตติ 2 (KT2) สำหรับบ่อเหมืองปลายกัน 3
4. ที่ทิ้งดิน CD1 ด้านบน สำหรับบ่อเหมืองหลวงปู่ชี
5. ที่ทิ้งดิน Mine2 สำหรับบ่อเหมืองต้นไทร
6. ที่ทิ้งดิน CD3 สำหรับบ่อเหมือง CD5
7. ที่ทิ้งดินแค๊มป์ศิริ สำหรับบ่อเหมือง CD5 และ CD2 ด้านบน
8. ที่ทิ้งดินสินแร่ สำหรับบ่อเหมืองต้นไทรและหลวงปู่ชี

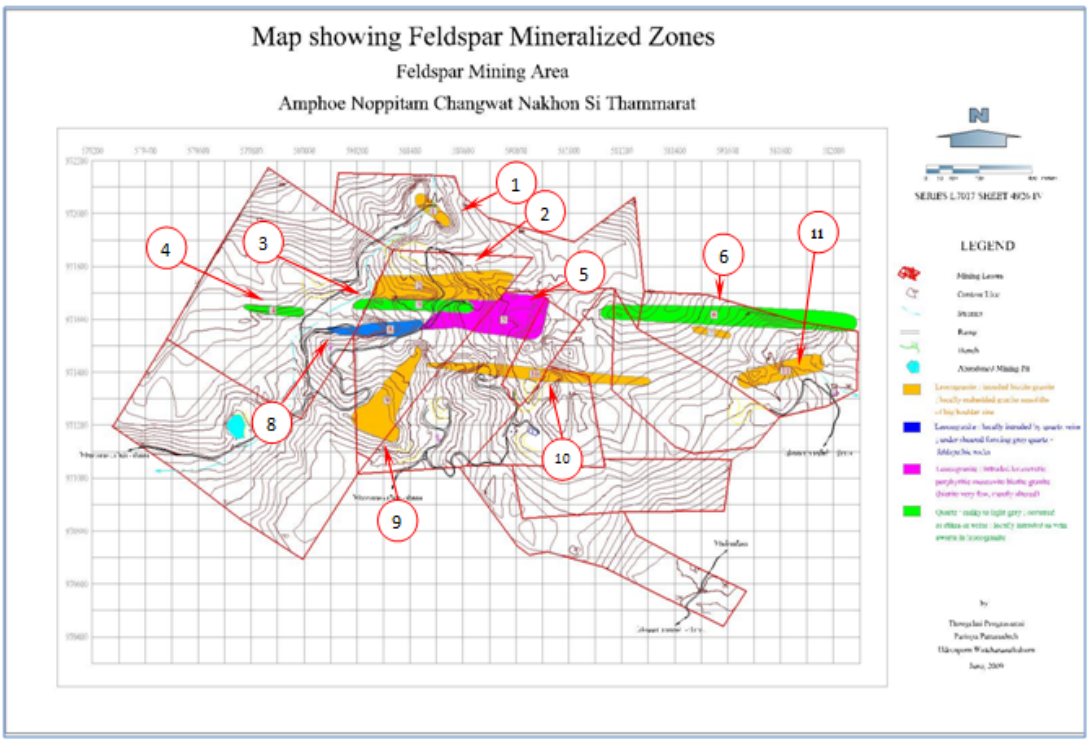
2.1.1 กิจกรรมตอนที่ 1 : ศึกษาและเก็บข้อมูลเหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ

เข้าพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลในหน้างานจริงบริเวณหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ ในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

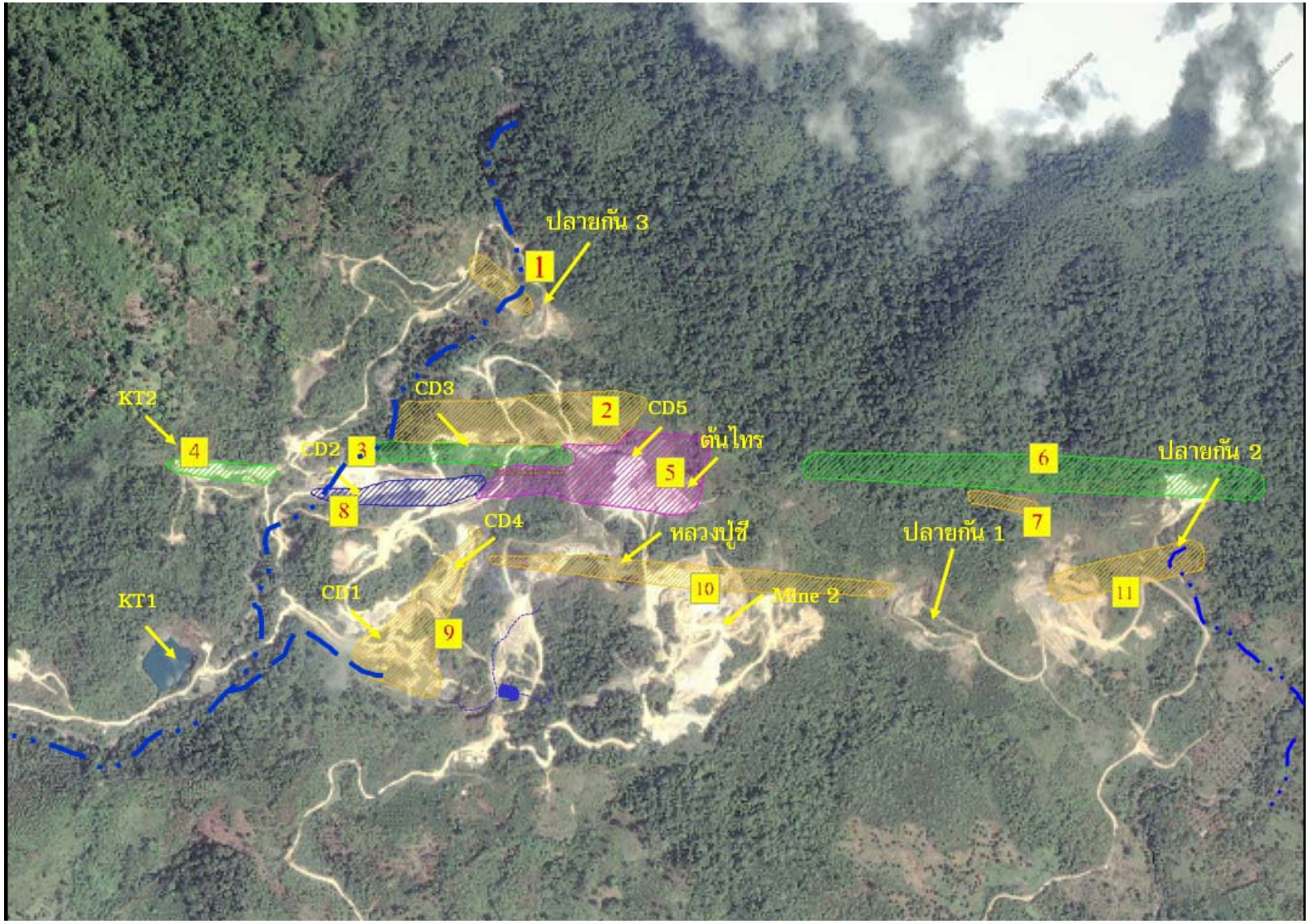
2.1.1.1 ข้อมูลประทานบัตร การทำเหมือง ข้อมูลและข้อกำหนดสิ่งแวดล้อมแนบท้ายประทานบัตรของแต่ละบ่อเหมือง

2.1.1.2 ข้อมูลที่ทิ้งดินหรือของเสียจากการทำเหมือง รวมทั้งระบบอ่างดักตะกอน ในบริเวณที่ทิ้งดินสำหรับแต่ละบ่อเหมือง

2.1.1.3 ข้อมูลห้วย ลำคลอง หรือทางน้ำสาธารณะในบริเวณหมู่เหมือง



รูปที่ 2.1 แผนที่แสดงแนวเขตแหล่งแร่ มวลแร่ต่างๆ บริเวณแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ (ธงชัยและคณะ 2552)



รูปที่ 2.2 ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณแหล่งแร่ซ้อนภาพกับแบบจำลองแนวสายแร่ในแหล่งแร่ (ธงชัยและคณะ 2552, pointasia 2009)

2.1.2 กิจกรรมตอนที่ 2 : ศึกษาออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบที่ 1

การคำนวณปริมาณแร่สำรอง และปริมาณของเสียที่ต้องเปิดทิ้ง ในรูปแบบบ่อเหมืองแบบแยกกันทำ ของทุกบ่อเหมืองดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น โดยมีตัวแปรของการออกแบบ ซึ่งใช้ซอฟท์แวร์ SURPAC ช่วยในการออกแบบ ดังนี้

1. ความสูงขั้นบันได (Bench Height) 8 เมตร
2. ความกว้างขั้นบันได (Berm Width) 4 เมตร
3. ความชันถนน (Ramp Gradient) 1:8
4. ความชันขั้นบันได (Bench Slope) 56 องศา

การเลือกใช้ค่าของตัวแปรดังกล่าวเนื่องจากเป็นค่าปัจจุบันที่ทางเหมืองส่วนใหญ่ใช้งานในการทำเหมืองและเป็นค่าที่ความชันไม่สูงเกินไปจนทำให้บ่อเหมืองเกิดการพังทลาย

ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1.2.1 กำหนดรูปร่างลักษณะของมวลแร่โดยใช้ความเอียงของสายแร่ตามที่กำหนดไว้ในข้างต้น และสร้างเป็นลักษณะของแบบจำลอง (Block Model) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณแร่สำรอง

2.1.2.2 ออกแบบบ่อเหมืองโดยใช้ตัวแปรการออกแบบตามข้างต้น และกำหนดขอบบ่อเหมืองเริ่มต้น ซึ่งนำเส้นชั้นระดับความสูง จากแผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง (Topographic Map) มาใช้เป็นเส้นเริ่มต้นในการออกแบบบ่อเหมือง โดยทำการออกแบบแยกกันในแต่ละบ่อเหมือง

2.1.2.3 นำบ่อเหมืองที่ออกแบบไว้ มาตัดกับมวลแร่ที่ได้ในแต่ละบ่อเหมือง ซึ่งสามารถคำนวณเป็นปริมาณแร่สำรอง และปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกได้

2.1.2.4 ประเมินและคำนวณปริมาณหินผุ และของเสียจากการทำเหมืองซึ่งเก็บกองอยู่ในบริเวณต่างๆใกล้กับแต่ละบ่อเหมืองดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น รวมทั้งประเมินปริมาณของเสียที่ยังสามารถเก็บกองได้อีกในแต่ละที่ทิ้งดินด้วย

2.1.3 กิจกรรมตอนที่ 3 : ศึกษาออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบที่ 2

การคำนวณปริมาณแร่สำรอง และปริมาณของเสียที่ต้องเปิดทิ้ง ในรูปแบบบ่อเหมืองแบบสิทธิ์การทำเหมืองเป็นเจ้าเดียวกันทั้งหมด โดยมีตัวแปรของการออกแบบ ซึ่งใช้ซอฟท์แวร์ SURPAC ช่วยในการออกแบบ ดังนี้

1. ความสูงขั้นบันได (Bench Height) 8 เมตร
2. ความกว้างขั้นบันได (Berm Width) 4 เมตร
3. ความชันถนน (Ramp Gradient) 1:8

4. ความชันขั้นบันได (Bench Slope) 56 องศา

ทั้งนี้การออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบที่ 2 นั้นสามารถแบ่งพื้นที่การทำเหมืองออกเป็น 3 พื้นที่หลัก ดังนี้

1. กลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่ ได้แก่ บ่อเหมืองปลายกัน 3 เพียงบ่อเหมืองเดียว ตั้งอยู่ในมวลแร่ (Orebody) 11

2. กลุ่มบ่อเหมืองโซนทิศเหนือของแหล่งแร่ ได้แก่ บ่อเหมืองปลายกัน 3 เพียงบ่อเหมืองเดียว ตั้งอยู่ในมวลแร่ (Orebody) 1

3. กลุ่มบ่อเหมืองโซนกลางของแหล่งแร่ ได้แก่บ่อเหมือง CD1- CD5, หน้าเหมืองต้นไทร และบ่อเหมืองหลวงปู่ชี ตั้งอยู่ในมวลแร่ (Orebody) 2, 5, 8, 9 และ 10

ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1.3.1 จัดรูปแบบและขั้นตอนเวลาของการทำเหมือง (Mining Sequence) ของพื้นที่ในการทำเหมืองแต่ละโซนของบ่อเหมือง ได้แก่ กลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออก กลุ่มบ่อเหมืองโซนเหนือ และกลุ่มบ่อเหมืองโซนกลางของแหล่งแร่

2.1.3.2 ออกแบบบ่อเหมืองโดยใช้ตัวแปรการออกแบบตามข้างต้น และกำหนดขอบบ่อเหมืองเริ่มต้น ซึ่งนำเส้นชั้นระดับความสูง จากแผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง (Topographic Map) มาใช้เป็นเส้นเริ่มต้นในการออกแบบบ่อเหมือง โดยแบ่งพื้นที่ตามที่กำหนดไว้ข้างต้น

2.1.3.3 กำหนดรูปร่างลักษณะของมวลแร่โดยใช้ความเอียงของสายแร่ตามที่กำหนดไว้ในข้างต้น และสร้างเป็นลักษณะของแบบจำลอง (Block Model) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณแร่สำรอง

2.1.3.4 นำบ่อเหมืองที่ออกแบบไว้ มาตัดกับมวลแร่ที่ได้ในแต่ละโซนของบ่อเหมือง ซึ่งสามารถคำนวณเป็นปริมาณแร่สำรอง และปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกได้

2.1.3.5 ประเมินและคำนวณปริมาณหินผุ และของเสียจากการทำเหมืองซึ่งเก็บกองอยู่ในบริเวณต่างๆใกล้กับแต่ละบ่อเหมืองดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น รวมทั้งประเมินปริมาณของเสียที่ยังสามารถเก็บกองได้อีกในแต่ละที่ทิ้งดินด้วย

2.1.4 กิจกรรมตอนที่ 4 : ศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2

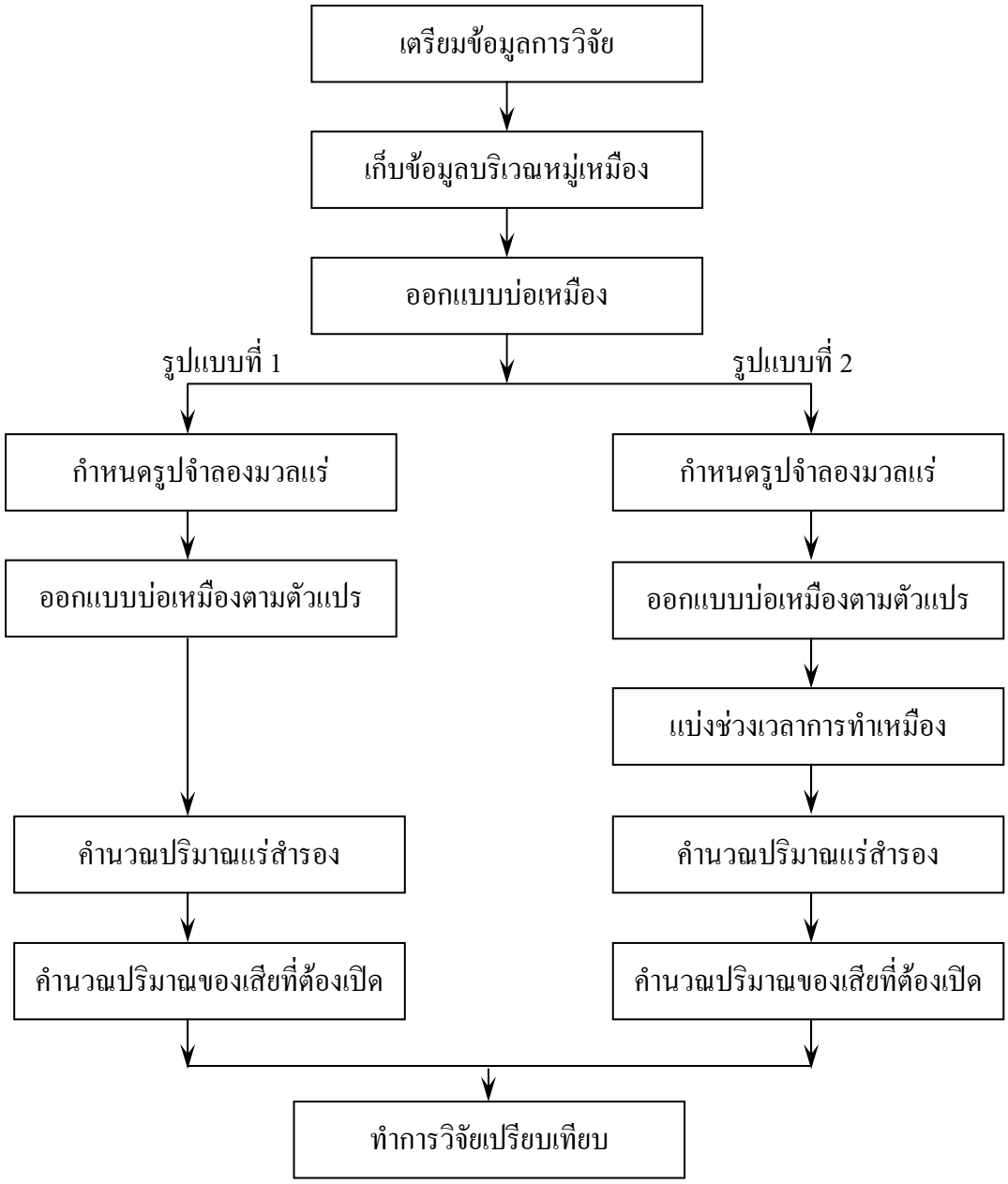
ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1.4.1 เปรียบเทียบปริมาณแร่สำรองที่คำนวณได้ระหว่างการออกแบบในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2

2.1.4.2 เปรียบเทียบปริมาณหินผุและของเสียที่ต้องเปิดออก รวมทั้งประเมินปริมาณที่ทิ้งดินหรือที่เก็บกองของเสียที่สามารถเก็บกองได้

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยโดยสรุป

ส่วนนี้เป็นขั้นตอนสำหรับแสดงวิธีการวิจัยและขั้นตอนต่างๆ โดยสรุปในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการวิจัยในกิจกรรมที่ 2.1.2 และ 2.1.3

บทที่ 3

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนหลัก ดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น คือ ผลการวิจัยที่ได้จากการออกแบบบ่อเหมืองแบบแยกกันทำเหมือง และผลการวิจัยที่ได้จากการออกแบบบ่อเหมืองโดยวิธีสมมติสิทธิ์ร่วมการทำเหมือง

3.1 ผลการวิจัยจากการออกแบบเหมืองรูปแบบที่ 1 (แบบแยกกันทำเหมือง)

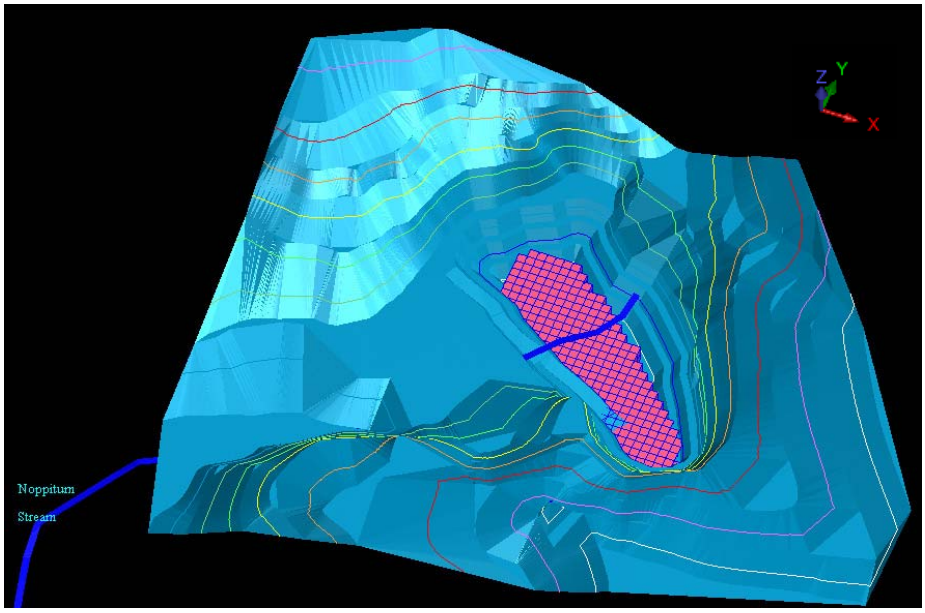
จากโซนแร่ (Ore body) ต่าง ๆ ตามแผนที่แสดงโซนแร่นั้น เมื่อนำมาออกแบบตามเงื่อนไขข้างต้น ซึ่งปริมาณแร่ที่คำนวณได้นี้ยังเป็นแร่ปนหินซึ่งมีเกรดแตกต่างกันไปตามโซนแร่ โดยอาศัยการคำนวณปริมาณแร่จากบล็อกโมเดล และปริมาณของเสียจากพื้นที่บล็อกโมเดลกับบ่อที่ออกแบบ โดยกำหนดค่าความถ่วงจำเพาะของแร่เฟลด์สปาร์ 2.6 และค่าตัวแปรตามที่กำหนดไว้ ได้ผลดังนี้

3.1.1 บ่อเหมืองปลายกัน 3

บ่อเหมืองปลายกัน 3 เป็นบ่อเหมืองที่มีการทำเหมืองอยู่ในบริเวณ มวลแร่ที่ 1 แต่ในขณะนี้ได้หยุดการทำเหมืองเนื่องจากประทานบัตรหมดอายุ โดยเดิมเป็นประทานบัตรของบริษัท เอเชียเหมืองแร่อุตสาหกรรม จำกัด สิ่งที่สำคัญและยากต่อการออกแบบคือ มีห้วยนบพิตำผ่านกลางมวลแร่ ซึ่งเมื่อพิจารณาตามข้อกำหนดซึ่งห้ามทำเหมืองในระยะ 50 เมตรจากห้วย หรือทางน้ำสาธารณะ ทำให้ไม่สามารถทำเหมืองได้ และพบว่ามีปริมาณแร่เหลืออยู่น้อย แต่ถ้าหากพิจารณาในแง่ของการย้ายทางน้ำและออกแบบบ่อเหมืองใหม่ จะสามารถทำเหมืองในบริเวณมวลแร่ของเหมืองปลายกัน 3 นี้ได้ จะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมืองปลายกัน 3

บ่อเหมืองปลายกัน 3	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	99,125 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	235,300 ลบ.ม.



รูปที่ 3.1 จำลองบ่อเหมืองปลายกัน 3 ด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

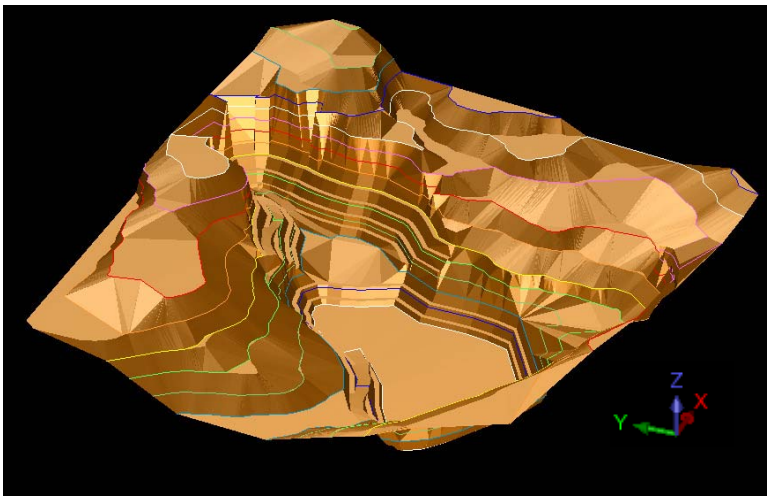
รูปที่ 3.2 บ่อเหมืองปลายกัน 3 ในสภาพปัจจุบัน มองไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

3.1.2 บ่อเหมือง CD 1 และ CD4

บ่อเหมือง CD 1 และ CD4 เป็นบ่อเหมืองที่เคยมีการทำเหมืองอยู่ในบริเวณ มวลแร่ที่ 9 ซึ่งอยู่ในกลุ่มของแร่กระเทย แต่ในขณะนี้ได้หยุดการทำเหมืองเนื่องจากประทานบัตรหมดอายุ โดยเดิมเป็นประทานบัตรของ ห้างหุ้นส่วน ศิริเฟลด์สปาร์ ปัจจุบันบ่อเหมือง CD1 มีความตื้นเขินเนื่องจากมีตะกอนจากหน้าเหมืองไหลมาปิดทับ ในกรณีของการออกแบบจะทำการออกแบบไปพร้อมๆกันทั้งหน้าเหมือง CD1 และ CD4 เนื่องจากตั้งอยู่เสมือนเป็นบ่อเดียวกัน

ตารางที่ 3.2 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมือง CD 1 และ CD4

บ่อเหมือง CD1 และ CD4	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	1,435,475 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	344,000 ลบ.ม.



รูปที่ 3.3 จำลองบ่อเหมือง CD1 และ CD4 ในการวิจัยด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศเหนือ

รูปที่ 3.4 บ่อเหมือง CD1 ในสภาพปัจจุบัน ถ่ายจากที่ทิ้งดินสินแร่ มองไปทางทิศใต้

3.1.3 บ่อเหมืองปลายกัน 2

บ่อเหมืองปลายกัน 2 เป็นบ่อเหมืองที่ปัจจุบันมีการทำเหมืองอยู่ในบริเวณ มวลแร่ที่ 11 ซึ่งอยู่ทางตะวันออกสุดของหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ โดยเป็นประทานบัตรของ บริษัท เอเชียเหมืองแร่อุตสาหกรรม จำกัด ปัจจุบันบ่อเหมืองเปิดอยู่เพียงฝั่งตะวันออก และในบริเวณใกล้เคียงมีสายควอร์ตซที่ผุปรากฏอยู่

ตารางที่ 3.3 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมืองปลายกัน 2

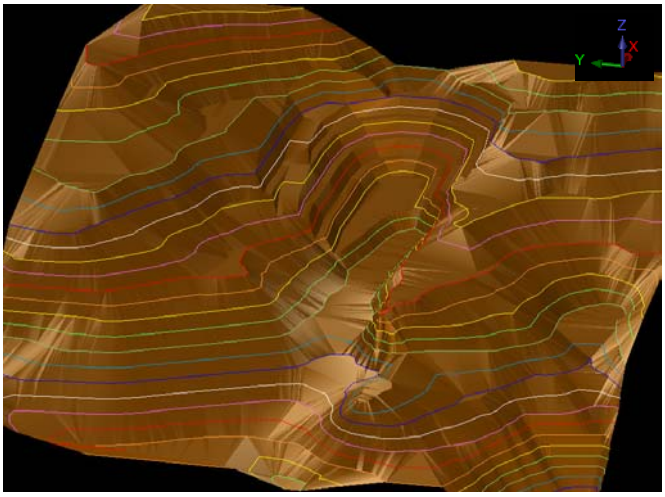
บ่อเหมืองปลายกัน 2 (PG2)	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	1,691,625 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	309,125 ลบ.ม.

3.1.4 บ่อเหมือง CD 3

บ่อเหมือง CD3 เป็นบ่อเหมืองที่ปัจจุบันไม่ได้มีการทำเหมือง เนื่องจากมีโซนของความแปรปรวน และหินแปลกปลอมมาก CD 3 อยู่ในบริเวณมวลแร่ที่ 2 เช่นเดียวกับบ่อเหมือง CD5 โดยเป็นประทานบัตรของ ห้างหุ้นส่วน ศิริเฟลด์สปาร์ ปัจจุบันบ่อเหมืองเปิดลงไปตามสายแร่เฟลด์สปาร์ ซึ่งมีสายแร่ควอร์ตซอยู่ทางทิศใต้

ตารางที่ 3.4 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมือง CD3

บ่อเหมือง CD3	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	272,250 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	112,000 ลบ.ม.



รูปที่ 3.5 จำลองบ่อเหมือง CD3 ในการวิจัยด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศตะวันออก

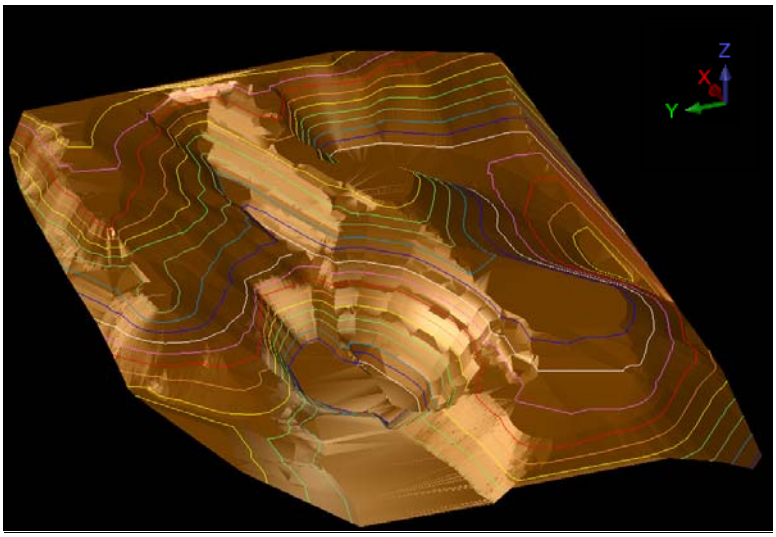
รูปที่ 3.6 บ่อเหมือง CD3 ในสภาพปัจจุบัน มองไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

3.1.5 บ่อเหมือง CD 2

บ่อเหมือง CD2 เป็นบ่อเหมืองที่ปัจจุบันยังมีการทำเหมือง โดยเป็นประทานบัตรของ ห้างหุ้นส่วน ศิริเฟลด์สปาร์ ปัจจุบันบ่อเหมืองเปิดลงไปตามสายแร่เฟลด์สปาร์ ซึ่งมีสายแร่ควอร์ตซอยู่ทางทิศเหนือ กั้นระหว่างกับมวลแร่ของ CD3 ในกรณีนี้ต้องเปิดของเสียค่อนข้างมาก เนื่องจากในบริเวณทิศใต้ของบ่อเหมือง ซึ่งคาดว่าเป็นบริเวณที่มีแร่มาก เป็นบริเวณที่มีเปลือกดินและหินมากเช่นกัน

ตารางที่ 3.5 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมือง CD2

บ่อเหมือง CD2	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	402,200 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	192,000 ลบ.ม.



รูปที่ 3.7 จำลองบ่อเหมือง CD2 ในการวิจัยด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศตะวันออก

รูปที่ 3.8 บ่อเหมือง CD2 ในสภาพปัจจุบัน มองไปทางทิศตะวันออก

3.1.6 บ่อเหมืองหลวงปู่ชี

บ่อเหมืองหลวงปู่ชี เป็นบ่อเหมืองที่ปัจจุบันยังมีการทำเหมือง แต่ปริมาณการผลิตเฟลด์สปาร์ลดลง เนื่องจากมีหินเป็นจำนวนมากในมวลแร่ บ่อเหมืองนี้เป็นประทานบัตรของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด สินแร่เจริญผล ปัจจุบันบ่อเหมืองเปิดลงไปตามสายแร่เฟลด์สปาร์ เป็นสายแร่ที่มีลักษณะค่อนข้างแคบ

ตารางที่ 3.6 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมืองหลวงปู่ชี

บ่อเหมืองหลวงปู่ชี	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	318,800 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	319,100 ลบ.ม.

3.1.7 บ่อเหมืองต้นไทร

บ่อเหมืองต้นไทร ตั้งอยู่ในระดับความสูงที่สุดในหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ โดยเป็นประทานบัตรของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด สินแร่เจริญผล สภาพปัจจุบันไม่ได้เป็นบ่อเหมืองชัดเจน แต่เปิดในลักษณะตามสายแร่จากด้านบน ลักษณะของแร่คล้ายกับแร่ที่ผลิตจากบ่อเหมือง CD5 คือ มีปริมาณซิลิกาปนค่อนข้างสูง

ตารางที่ 3.7 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมืองต้นไทร

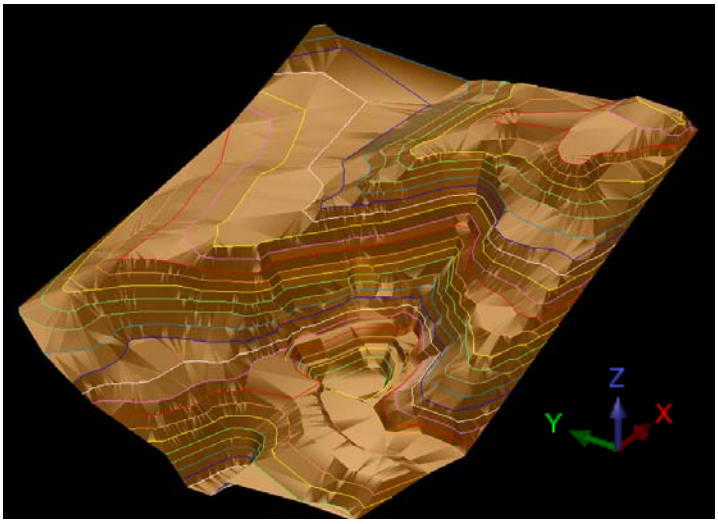
บ่อเหมืองต้นไทร	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	1,820,000 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	275,000 ลบ.ม.

3.1.8 บ่อเหมือง CD 5

บ่อเหมือง CD5 เป็นบ่อเหมืองที่ปัจจุบันมีการทำเหมืองอยู่ในบริเวณมวลแร่ที่ 2 เป็นประทานบัตรของ ห้างหุ้นส่วน ศิริเฟลด์สปาร์ ปัจจุบันบ่อเหมืองเปิดลงไปตามสายแร่เฟลด์สปาร์ ที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ซึ่งมีสายแร่ควอร์ตซอยู่ทางทิศใต้ ซึ่งต้องเปิดออก ทั้งยังมีบริเวณที่เป็นเขตแปรปรวนของแร่ทางด้านทิศเหนือ

ตารางที่ 3.8 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของบ่อเหมือง CD5

บ่อเหมือง CD5	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	365,625 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	103,000 ลบ.ม.



รูปที่ 3.9 ภาพจำลองบ่อเหมือง CD 5 ด้วย SURPAC มอง 3 มิติไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

รูปที่ 3.10 บ่อเหมือง CD 5 ในสภาพปัจจุบัน มองไปทางทิศตะวันออก

ตารางที่ 3.9 ปริมาณแร่สำรองเมื่อประเมินตามการออกแบบรูปแบบที่ 1

บ่อเหมือง	ปริมาณแร่สำรองจากการคำนวณ (ตัน)	ปริมาณของเสีย (ตัน)
ปลายกัน 3	99,125	235,300
CD1 และ CD4	1,435,475	344,000
ปลายกัน 2	1,691,625	309,125
CD3	272,250	112,000
CD2	402,200	192,000
หลวงปู่ชี	318,800	319,100
ต้นไทร	1,820,000	275,000
CD5	365,625	103,000
รวม	6,405,100	1,889,525

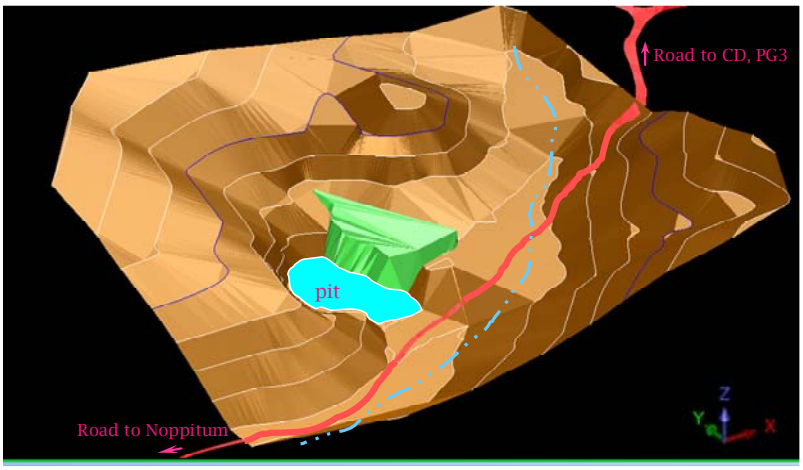
3.2 ผลการคำนวณปริมาณของเสียในบริเวณที่ทิ้งดินและความสามารถในการรับของเสียจากหน้าเหมือง

หากพิจารณาถึงเรื่องของที่เก็บกองมูลดินทราย หิน และของเสียจากการทำเหมืองในปัจจุบัน ซึ่งแต่ละเหมืองนั้นแยกกันทิ้งและแยกกันจัดการ รูปแบบของการคำนวณจะใช้ข้อมูล

เส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศ เช่นเดียวกับการคำนวณออกแบบบ่อเหมืองต่างๆในกรณีที่ 1 และใช้การเก็บพิกัดด้วยเครื่องหาพิกัดดาวเทียม (GPS) เพื่อปรับปรุงข้อมูลของแผนที่ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน และคำนวณปริมาตรออกมาเป็นเลขกลมทั้งสิ้น

3.2.1 ที่ทิ้งดินกิตติ 1 (KT1)

ที่ทิ้งดินนี้มีลักษณะเป็นขุมเหมืองเฟลด์สปาร์เก่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์แล้ว โดยมีพื้นที่ในการทิ้งปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 3,500 ตารางเมตร ทิ้งดินหรือหินในลักษณะที่เป็นขั้นบันไดขั้นเดียว ความสูงประมาณ 17 เมตร จากผิวน้ำ เนื่องจากมีน้ำขังในบ่อเหมืองนี้ โดยมีปริมาณวัสดุที่ทิ้งแล้ว ประมาณ 60,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถทิ้งวัสดุได้อีกไม่น้อยกว่า 140,000 ลูกบาศก์เมตร

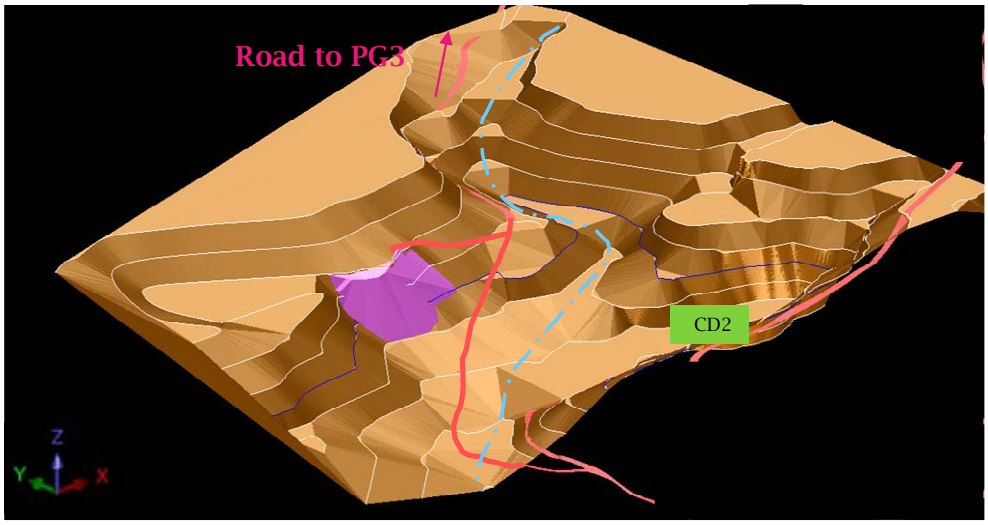


รูปที่ 3.11 ภาพจำลองลักษณะที่ทิ้งดิน KT1ด้วย SURPAC

รูปที่ 3.12 ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน KT1 มองไปทางทิศเหนือ

3.2.2 ที่ทิ้งดินกิตติ 2 (KT2)

ที่ทิ้งดินนี้ทิ้งของเสียจากการทำเหมืองที่มาจากบ่อเหมืองปลายกัน 3 ของ หจก. เอเชียเหมืองแร่อุตสาหกรรม มีพื้นที่ในการทิ้งปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 2,000 ตารางเมตร ทิ้งวัสดุในลักษณะที่เป็นขั้นบันไดขั้นเดียว ความสูงประมาณ 30 เมตร โดยในบริเวณตีนกองมีถนนไปยังบ่อเหมืองปลายกัน 3 และมีห้วยไหลผ่านในบริเวณใกล้เคียง มีปริมาณวัสดุที่ทิ้งแล้วประมาณ 70,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถทิ้งวัสดุได้อีกไม่น้อยกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตร

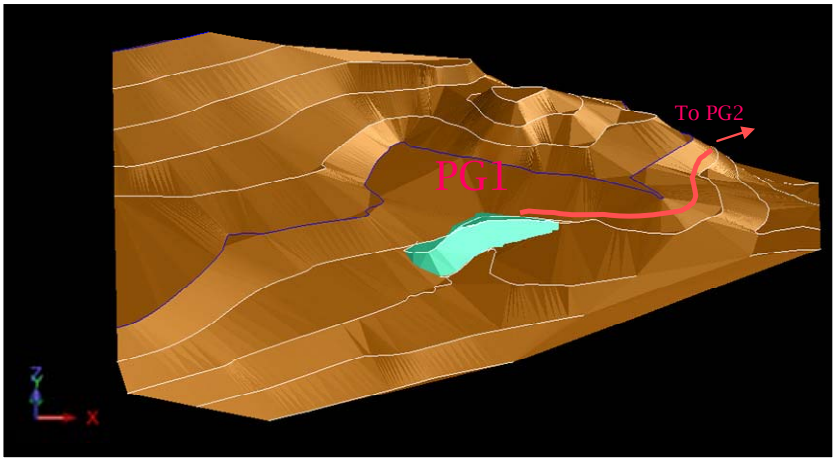


รูปที่ 3.13 ภาพจำลองลักษณะที่ทิ้งดิน KT2 ด้วย SURPAC

รูปที่ 3.14 ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน KT2 ถ่ายจากบ่อเหมือง CD2

3.2.3 ที่ทิ้งดินปลายกัน 2 (PG2)

ที่ทิ้งดินปลายกัน 2 มีของเสียจากกระบวนการทำเหมืองที่มาจากหน้าเหมืองปลายกัน 1 และ 2 ของ หจก.เอเชียเหมืองแร่อุตสาหกรรม โดยตั้งอยู่ในประทานบัตรหมายเลข 26065/14657 มีพื้นที่ในการทิ้งปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 3,000 ตารางเมตร ทิ้งวัสดุในลักษณะที่เป็นขั้นบันไดขั้นเดียว ความสูงประมาณ 15 เมตร วัสดุที่ทิ้งส่วนใหญ่เป็นหินและดิน และมีห้วยไหลผ่านในบริเวณใกล้เคียง มีปริมาณวัสดุที่ทิ้งแล้ว ประมาณ 50,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถทิ้งวัสดุได้อีกไม่น้อยกว่า 100,000 ลูกบาศก์เมตร ข้อเสียของที่ทิ้งดินนี้ คืออยู่ไกลจากหน้าเหมืองอื่นๆเป็นระยะทางที่มาก

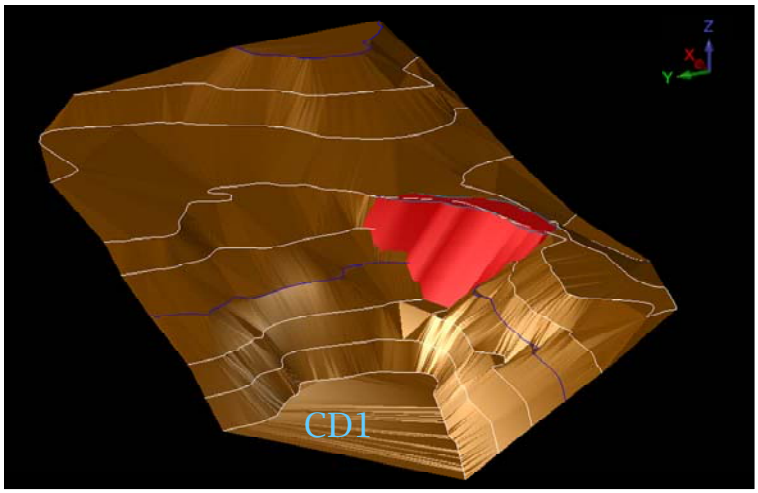


รูปที่ 3.15 ภาพจำลองลักษณะที่ทิ้งดิน PG2 ด้วย SURPAC

รูปที่ 3.16 ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน PG2 ถ่ายไปทางทิศใต้

3.2.4 ที่ทิ้งดิน CD1

ที่ทิ้งดินนี้รับของเสียจากกระบวนการทำเหมืองที่มาจากหน้าเหมืองของ หจก. สินแร่เจริญผล โดยตั้งอยู่ในประทานบัตรหมายเลข 26201/15514 มีพื้นที่ในการทิ้งปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 1,500 ตารางเมตร ทิ้งวัสดุในลักษณะที่เป็นขั้นบันไดหลายขั้น ทิ้งจากด้านบนของบ่อเหมือง CD 1 ไม่ได้ทิ้งลงในบ่อ CD 1 แต่มีตะกอนที่เกิดจากการชะล้างในบ่อ CD1 แต่ละขั้นมีความสูงประมาณ 15 เมตร วัสดุที่ทิ้งส่วนใหญ่เป็นหินและดิน และ มีปริมาณวัสดุที่ทิ้งแล้วประมาณ 50,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถทิ้งวัสดุได้อีกไม่น้อยกว่า 100,000 ลูกบาศก์เมตร ข้อเสียของที่ทิ้งดินนี้คือติดปัญหา บ่อเหมือง CD 1 ที่ยังมีปริมาณสำรองแร่เหลืออยู่



รูปที่ 3.17 ภาพจำลองลักษณะที่ทิ้งดิน CD1ด้วย SURPAC

รูปที่ 3.18 ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน CD1 ถ่ายจากบ่อเหมือง CD4

3.2.5 ที่ทิ้งดิน CD3

ที่ทิ้งดิน CD3 มีของเสียจากการทำเหมืองที่มาจากหน้าเหมืองของ หจก.ศิริเฟลด์สปาร์ มีพื้นที่ในการทิ้งปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 1,500 ตารางเมตร ทิ้งวัสดุในลักษณะที่เป็นขั้นบันไดขั้นเดียว ทิ้งจากส่วนบนของบ่อเหมือง CD3 และมีตะกอนที่เกิดจากการชะล้างในบ่อ CD3 ขั้นบันไดสูงประมาณมากกว่า 30 เมตร วัสดุที่ทิ้งส่วนใหญ่เป็นหินและดิน และ มีปริมาณวัสดุที่ทิ้งแล้ว ประมาณ 30,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถทิ้งวัสดุได้อีกไม่น้อยกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตร ข้อเสียของที่ทิ้งดินนี้คือติดปัญหา บ่อเหมือง CD3 ที่มีปริมาณสำรองแร่เหลืออยู่และอยู่สูงกว่าหน้าเหมือง CD3/CD5

รูปที่ 3.19 ภูมิประเทศของที่ทิ้งดิน CD3 ถ่ายจากด้านบนของบ่อเหมือง CD3

3.2.6 ที่ทิ้งดินบริเวณแคมป์ศิริ

ที่ทิ้งดินแคมป์ศิริ มีพื้นที่ในการทิ้งปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 2,500 ตารางเมตร ทิ้งวัสดุในลักษณะที่เป็นขั้นบันไดขั้นเดียว และมีบางส่วนกองแบบลักษะแบนราบ สูงประมาณ 2 เมตร และมีตะกอนที่เกิดจากการชะล้างบางส่วนไหลลงห้วยนบพิตำ โดยส่วนที่เป็นขั้นบันไดสูงประมาณมากกว่า 15 เมตร วัสดุที่ทิ้งส่วนใหญ่เป็นหินแข็งและเฟลด์สปาร์เกรดต่ำ และ มีปริมาณวัสดุที่ทิ้งแล้ว ประมาณ 20,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถทิ้งวัสดุได้อีกไม่น้อยกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตร ข้อเสียของที่ทิ้งดินนี้คือติดปัญหาขอบเขตแร่ที่ไม่ชัดเจนของบ่อเหมือง CD2 และถนนที่ขึ้นมายังบ่อเหมือง CD2 และ CD5

3.2.7 ที่ทิ้งดินหน้าเหมืองเช่าช่วงในประทานบัตร 19815/14577 (Mine2)

ที่ทิ้งดินนี้ทิ้งเศษวัสดุจากการทำเหมืองที่มาจากหน้าเหมืองของ หจก.สินแร่เจริญผล ในส่วนของหน้าเหมืองต้นไทรและหลวงปู่ชี โดยตั้งอยู่ในประทานบัตรหมายเลข 19815/14577 โดยมีลักษณะเป็นหน้าเหมืองเก่าเช่าช่วงที่เลิกทำแล้ว มีลักษณะเป็นบ่อลึก มีพื้นที่ในการทิ้งปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 3,500 – 4,000 ตารางเมตร ทิ้งวัสดุในลักษณะที่เป็นขั้นบันไดขั้นเดียวลงในบ่อเหมืองเดิม ซึ่งลึกมากกว่า 30 เมตร และมีบางส่วนกองแบบลักษะแบนราบ สูงประมาณ 2 เมตร วัสดุที่ทิ้งส่วนใหญ่เป็นหินแข็งและเฟลด์สปาร์เกรดต่ำ และ มีปริมาณวัสดุที่ทิ้งแล้ว มากกว่า 100,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถทิ้งวัสดุได้อีกไม่น้อยกว่า 150,000 ลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 3.20 ภูมิประเทศของที่ทิ้งดินหน้า Mine2

3.2.8 ที่ทิ้งดินหน้าสินแร่

ที่ทิ้งสินแร่ รับของเสียจากกระบวนการทำเหมืองที่มาจากหน้าเหมืองของ หจก. สินแร่เจริญผล ในส่วนของหน้าเหมืองหลวงปู่ชี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินโดยตั้งอยู่ในประทานบัตรหมายเลข 26201/15544 มีพื้นที่ในการทิ้งปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 3,000 – 3,500 ตารางเมตร ทิ้งวัสดุในลักษณะที่เป็นขั้นบันไดขั้นเดียว สูงประมาณ 20-25 เมตร วัสดุที่ทิ้งส่วนใหญ่เป็นหินแข็ง และ มีปริมาณวัสดุที่ทิ้งแล้ว มากกว่า 60,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถทิ้งวัสดุได้อีกไม่น้อยกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากเป็นบริเวณที่แคบและติดขอบประทานบัตร

ตารางที่ 3.10 ปริมาณของเสียที่ได้จากการประเมินและปริมาณของเสียที่สามารถทิ้งได้

ที่ทิ้งของเสีย	ปริมาตร ปัจจุบัน (ลบ.ม.)	ปริมาตร ที่ทิ้งได้ (ลบ.ม.)	ปริมาตรของเสีย จากหน้าเหมือง (ลบ.ม.)	หน้าเหมือง
KT1	60,000	140,000	250,000	CD 1-5
ปลายกัน2	50,000	100,000	254,000	ปลายกัน2
KT2	70,000	30,000	150,000	ปลายกัน3
CD1	50,000	100,000	200,000	หลวงปู่ชี
Mine 2	100,000	150,000	100,000	ต้นไทร
CD3	30,000	30,000	30,000	CD5
แคมป์ศิริ	20,000	30,000	100,000	CD5
สินแร่	60,000	30,000	40,000	ต้นไทร
รวม	440,000	610,000	1,124,000	

เมื่อนับรวมที่ทิ้งดินในบริเวณแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำแล้ว พบว่ามีที่ทิ้งดินทั้งสิ้น 7 บริเวณ ตั้งอยู่กระจายทั่วบริเวณแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ ซึ่งมีปริมาตรที่ยังสามารถเก็บกองได้รวมกันทั้งหมด 610,000 ลูกบาศก์เมตร และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกจากหน้าเหมือง ซึ่งคำนวณในกรณีที่ 1 ปริมาณ 1,124,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าไม่สามารถเก็บกองได้เพียงพอ หากทำการเปิดหน้าเหมืองเพิ่มเติมในอนาคต

จากตารางที่ 3 ปริมาตรของเสียจากหน้าเหมือง เป็นการกระจายการทิ้งของเสียจากการทำเหมือง เพราะการทิ้งของเสียที่มาจากหน้าเหมืองต่างๆนั้น บางหน้าเหมืองไม่ได้ทิ้งในบริเวณเดียว หรือ บางหน้าเหมือง ไม่มีที่ทิ้งดินเป็นของบ่อเหมืองเอง เช่น หน้าเหมือง CD1 – CD5 ต้องทิ้งในบริเวณ KT1 เท่านั้น และจากตารางที่ 3.10 จะเห็นได้ว่าปริมาณของเสียที่มาจากหน้าเหมืองโดยรวม ไม่สามารถทิ้งในบริเวณที่ทิ้งดินที่มีอยู่ได้เพียงพอ เนื่องจากมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณที่ยังสามารถทิ้งได้จึงจำเป็นต้องหาที่ทิ้งดินหรือที่ทิ้งของเสียจากการทำเหมืองเพิ่มเติม

กรณีของบ่อดักตะกอนในพื้นที่ ซึ่งโดยปกติแล้ว บ่อดักตะกอนควรตั้งอยู่ในบริเวณบ่อเหมืองทุกบ่อ และทุกบริเวณที่ทิ้งดินตั้งอยู่ แต่จากการสำรวจพบว่า มีบ่อดักตะกอนที่สร้างขึ้น 2 บริเวณ ได้แก่ บ่อดักตะกอนบริเวณที่ทิ้งดินและของเสียจากการทำเหมืองบริเวณกงสีสินแร่ ขนาด

ประมาณ 30x50 ตารางเมตร และบริเวณหน้าเหมืองปลายกัน 3 ขนาดประมาณ 10x15 ตารางเมตร นอกจากนั้นเป็นบ่อดักตะกอนที่เกิดจากการเปิดบ่อเหมือง อาทิเช่น บ่อเหมือง CD2, บ่อเหมืองปลายกัน 2, ที่ทิ้งดินหน้า 2 เป็นต้น ซึ่งบ่อดักตะกอนแบบหลังนี้ สามารถบำบัดน้ำขุ่นข้นจากการชะล้างได้ระดับหนึ่ง

3.3 ผลการวิจัยจากการออกแบบเหมืองรูปแบบที่ 2 (แบบทำเหมืองร่วมกัน)

การออกแบบในกรณีนี้จะทำการวิจัยออกแบบโดยสมมติให้บ่อเหมืองทุกบ่อในแหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำ มีผู้ถือประทานเป็นเจ้าของเดียวกันทั้งหมด และการจัดการเรื่องที่ทิ้งของเสียจากกระบวนการทำเหมือง รวมทั้งการจัดการน้ำขุ่นข้นจากการชะล้าง เป็นการจัดการโดยรวม สามารถแบ่งพื้นที่โซนแร่ออกได้เป็นสามพื้นที่หลัก

3.3.1 กลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่

การออกแบบจะใช้ลักษณะเดียวกันกับการออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบที่ 1 เนื่องจาก บ่อเหมืองปลายกัน 2 อยู่ไกลจากหน้าเหมืองอื่นมาก ไม่สามารถออกแบบร่วมกันได้ ในกรณีของที่ทิ้งดินหรือของเสียจากกระบวนการทำเหมือง ไม่สามารถใช้ร่วมกันได้เนื่องจากเป็นระยะทางที่ไกลเช่นเดียวกัน ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียจึงใช้ค่าเดียวกันกับการออกแบบเหมืองในกรณีที่ 1

ตารางที่ 3.11 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของกลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่

โซนตะวันออกของแหล่งแร่	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	1,691,625 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	309,125 ลบ.ม.

3.3.2 กลุ่มบ่อเหมืองโซนทิศเหนือของแหล่งแร่

การออกแบบบ่อเหมืองปลายกัน 3 จะใช้ลักษณะเดียวกันกับการออกแบบบ่อเหมืองในรูปแบบที่ 1 โดยอาจมีการร่วมการใช้งานและการผลิตแร่ร่วมกับแร่จากบริเวณโซนกลาง

ของแหล่งแร่ที่จะกล่าวต่อไป ทั้งนี้ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกนั้นจะใช้ตัวเลขเดียวกับการออกแบบในกรณีที่ 1 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 3.12 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของกลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่

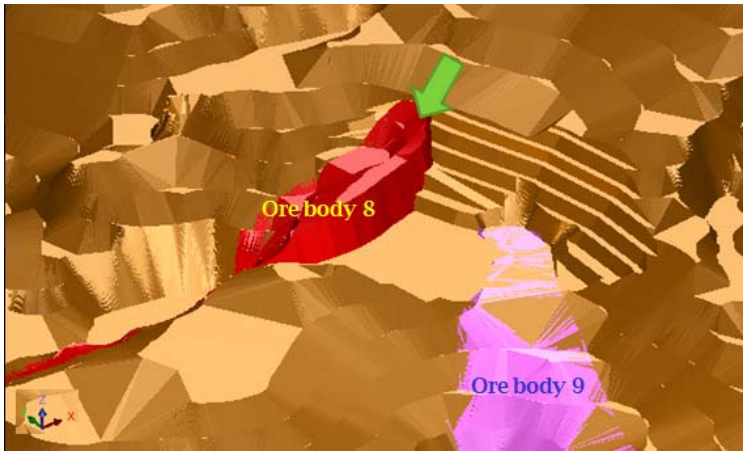
โซนเหนือของแหล่งแร่	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	99,125 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	235,300 ลบ.ม.

3.3.3 กลุ่มบ่อเหมืองโซนกลางของแหล่งแร่

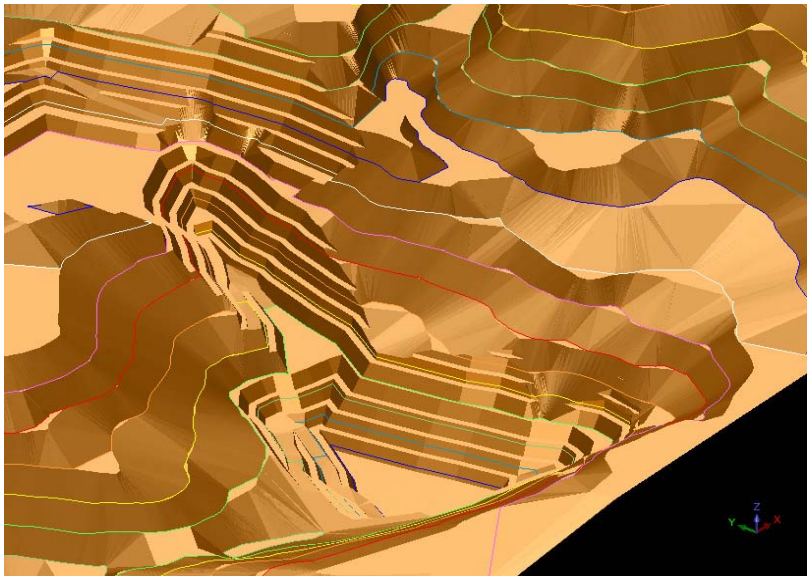
ดังที่กล่าวมาแล้ว บ่อเหมืองที่อยู่ในบริเวณโซนกลางของแหล่งแร่นั้น ประกอบไปด้วยบ่อเหมือง CD1- CD5, บ่อเหมืองต้นไทร, บ่อเหมืองหลวงปู่ชี ซึ่งการออกแบบเป็นการจัดขั้นตอนของการทำเหมือง ดังต่อไปนี้

3.3.3.1 ดำเนินการเปิดบ่อเหมือง CD 1 ลงไปจากระดับปัจจุบันที่ประมาณ 40 เมตร จากนั้นเปิดช่วงรอยต่อระหว่างบ่อเหมือง CD1 และ CD4 เพื่อให้เชื่อมต่อกับหน้าเหมือง CD2

3.3.3.2 เปิดหน้าเหมือง CD2 ด้านบนทางทิศเหนือของบ่อ และเปิดหน้าเหมือง CD5 ซึ่งเป็นแร่ปนซิลิกาสูงไปพร้อมๆกัน



รูปที่ 3.21 จำลองบ่อเหมือง CD 4 และ CD2 หลังจากเปิดเชื่อมกันเพื่อเอาแร่ในมวลแร่ที่ 8



รูปที่ 3.22 จำลองบ่อเหมือง CD 4, CD1 และ CD2 หลังจากเปิดเชื่อมกัน

ตารางที่ 3.13 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของกลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่ ช่วงเปิด CD1, CD4 และ CD2

โซนกลางของแหล่งแร่ / CD1&CD4	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	1,880,500 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	234,125 ลบ.ม.

3.3.3.3 ทำเหมืองในบริเวณบ่อเหมืองต้นไทร ซึ่งยังคงต้องเปิดหน้างานในบริเวณบ่อเหมือง CD5 พร้อมกันไปด้วย ทั้งนี้บ่อเหมือง CD3 ก็เปิดพร้อมกันกับบ่อเหมืองหลวงปู่ชีและบ่อ CD2 ล่าง ซึ่งได้ปริมาณแร่ที่มากจากบ่อเหมืองส่วนใหญ่

ตารางที่ 3.14 ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกของกลุ่มบ่อเหมืองโซนตะวันออกของแหล่งแร่ ช่วงเปิดบ่อเหมืองต้นไทร หลวงปู่ชีและ CD3

โซนกลางของแหล่งแร่ / TS-LPC-CD3	ปริมาณ (หน่วย)
ปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้	3,031,775 ตัน
ปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก	795,280 ลบ.ม.

ทั้งนี้ปริมาณแร่สำรองและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออก ของการออกแบบเหมืองโดยรูปแบบที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 ปริมาณแร่สำรองและของเสียที่ต้องเปิดออกจากการออกแบบในรูปแบบที่ 2

บ่อเหมือง	ปริมาณแร่สำรอง (เมตริกตัน)	ปริมาณของเสีย (ลบ.ม.)
โซนตะวันออก	1,691,625	309,125
โซนเหนือ	99,125	235,300
โซนกลาง	4,912,275	1,029,405
รวม	6,703,025	1,573,830

หากพิจารณาการทิ้งของเสียจากการทำเหมืองในกรณีที่ 2 ดังตารางที่ 3.15 ในกรณีของที่ทิ้งดินนั้นในขั้นแรกของการทำเหมืองแบบกรณีสมมตินี้ บ่อเหมืองปลายกัน 3 ในโซนทิศเหนือ ของเสียจากกระบวนการทำเหมืองจะถูกนำไปทิ้งบริเวณที่ทิ้งดิน KT2 ซึ่งยังทิ้งได้อีกประมาณ 30,000 ลูกบาศก์เมตร รวมทั้งทิ้งรวมกันกับของเสียที่เปิดจากบ่อเหมือง CD1 ในบริเวณที่ทิ้งดิน KT1 ซึ่งยังสามารถทิ้งได้อีกประมาณ 100,000 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นเมื่อหน้าเหมืองปลายกัน 3 ปริมาณแร่สำรองหมดลง ก็จะถูกใช้เป็นที่ทิ้งดินสำหรับบ่อเหมือง CD 2 ส่วนล่างและ บ่อเหมือง CD1 ต่อไป

เมื่อบ่อเหมือง CD1 ดำเนินการทำเหมืองจนเสร็จ จะถูกแปรสภาพเป็นที่ทิ้งดินสำหรับบ่อเหมือง CD4, บ่อเหมือง CD5, หน้าเหมืองต้นไทร และบ่อเหมืองหลวงปู่ชี และทั้งนี้ปริมาณของเสียจากหน้าเหมืองต้นไทรบางส่วนจะถูกนำไปทิ้งบริเวณที่ทิ้งดิน Mine 2

ของเสียจากกระบวนการทำเหมืองจากหน้าเหมือง CD3 สามารถขนไปทิ้งยังบริเวณที่ทิ้งดินปลายกัน 3 และทิ้งดิน CD2 ซึ่งผ่านกระบวนการทำเหมืองไปแล้ว ส่วนบ่อเหมือง

ปลายกัน 2 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของแหล่งแร่นั้น ของเสียที่ออกจากกระบวนการทำเหมืองจะไม่สามารถเก็บกองได้หมด จึงควรสร้างที่ทิ้งดินในบริเวณใกล้เคียงกับบ่อเหมืองปลายกัน 1 เพื่อเก็บกองต่อไป

ตารางที่ 3.16 ปริมาณของเสียที่สามารถเก็บกองได้ของที่ทิ้งดินต่างๆ ในกรณีที่ 2

ที่ทิ้งของเสีย	ปริมาตร ปัจจุบัน (ลบ.ม.)	ปริมาตร ที่ยังคงทิ้งได้ (ลบ.ม.)	ปริมาตร จากหน้าเหมือง (ลบ.ม.)	ของเสียจาก โซนแร่
KT2	70,000	30,000	30,000	เหนือ
KT1	60,000	140,000	140,000	เหนือ
ปลายกัน3	-	380,000	280,000	เหนือ/กลาง
CD1	-	950,000	900,000	กลาง
Mine2	100,000	150,000	150,000	กลาง
ปลายกัน2	50,000	100,000	310,000	ตะวันออก
รวม	280,000	1,750,000	1,810,000	280,000

ที่ทิ้งของเสียจากการทำเหมืองในโซนแร่ดังกล่าวจะถูกนำไปทิ้งยังบริเวณเก็บกองดังตารางที่ 3.16 โดยใช้รูปแบบการเก็บกองที่เหมาะสมตามหลักวิชาการ ดังนี้

- คุมความลาดชันให้ไม่เกินความลาดชันเสถียรตามธรรมชาติ (Angle of repose) ซึ่งโดยทั่วไปมีค่าประมาณ 33 องศา
- จัดการพื้นที่เก็บกองของเสีย เป็นชั้นๆละ 5-10 เมตร ทิ้งขั้น (Berm) ในแต่ละชั้นกว้างไม่ต่ำกว่า 4 เมตร เพื่อสร้างเสถียรภาพของที่เก็บกอง
- ปลูกพืชคลุมดินป้องกันการชะล้าง เช่น หญ้าแฝก ถั่ว ฯลฯ แล้วตามด้วยการปลูกพืชยืนต้นโตเร็ว เช่น กระถินยักษ์ กระถินเทพา ต้นหลอ มะขามเทศ ไผ่ ฯลฯ เป็นต้น พืชคลุมดินที่ควรปลูกในช่วงต้น ได้แก่ หญ้า และแฝก รวมทั้งที่ขึ้นได้ง่าย เช่น ต้นหลอ หรือปอสา กระถินยักษ์ รวมทั้งมะขามเทศ เป็นต้น

ในขั้นตอนการทิ้งของเสียจากหน้าเหมือง ซึ่งประกอบไปด้วยวัสดุประเภท ทรายหน้าดิน หินผุ ซึ่งอาจเกิดการชะล้างจากน้ำในหน้าฝน ดังนั้นจึงต้องจัดสร้างบ่อดักตะกอนในบริเวณที่เก็บกองซึ่งพื้นที่เอื้ออำนวย เช่น ที่เก็บกอง CD1, ที่เก็บกองปลายกัน 2 เป็นต้น

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 บทสรุป

เมื่อทำการเปรียบเทียบการคำนวณปริมาณแร่สำรองในกรณีที่ 2 คือ การคำนวณออกแบบกรณีสมมติการทำเหมืองร่วมกัน มีปริมาณแร่สำรองที่คำนวณได้มากกว่าการคำนวณแบบกรณีที่ 1 คือ การทำเหมืองแบบปัจจุบัน ในกรณีที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกันทั้งหมด รวมทั้งปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกในกระบวนการทำเหมืองยังน้อยกว่าอีกด้วย โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1.1 การคำนวณในกรณีสมมติเป็นเจ้าของสิทธิ์การทำเหมืองร่วมกัน เปรียบเทียบกับแบบการทำเหมืองปัจจุบัน ทำให้ได้ปริมาณแร่สำรองมากขึ้น จาก 6.4 ล้านเมตริกตัน เป็น 6.7 ล้านเมตริกตัน รวมทั้งปริมาณของเสียที่ลดลงจาก 1.8 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 1.5 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงการเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.1 ซึ่งการที่ปริมาณแร่สำรองเพิ่มมากขึ้นและปริมาณของเสียที่ต้องเปิดออกมีปริมาณลดลง อาจเป็นประโยชน์ในการกระตุ้นให้แต่ละเหมืองในหมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ หรือหน่วยงานราชการที่กำกับดูแล เล็งเห็นความสำคัญ นำการทำเหมืองจากการออกแบบโดยวิธีสมมติ มาประยุกต์ใช้เพื่อทำให้ได้ปริมาณแร่สำรองที่เพิ่มมากขึ้นดังกล่าว รวมทั้งทำให้การจัดการสิ่งแวดล้อม ในกรณีของที่ทิ้งของเสียจากกระบวนการทำเหมือง และการจัดการน้ำขุ่นข้นดีขึ้นอีกด้วย

4.1.2 บริเวณสำหรับเก็บกองของเสียจากการทำเหมืองแบบกรณีแยกกันทำนั้นไม่สามารถทิ้งได้เพียงพอ เนื่องจากเต็มปริมาณความจุที่มีอยู่ แต่สำหรับการออกแบบในกรณีสมมติพบว่าสามารถบริการจัดการที่ทิ้งดินได้อย่างเพียงพอ โดยนำบ่อเหมืองที่ผ่านการทำเหมืองแล้วมากองเก็บดิน หรือของเสียจากกระบวนการทำเหมือง

4.1.3 เมื่อพิจารณาในกรณีทำเหมืองร่วมกัน ทำให้สามารถจัดแผนการทำเหมืองและการจัดการสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ซึ่งหลักการนี้น่าจะเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับหน่วยงานราชการผู้กำกับดูแล จะนำไปพิจารณาใช้ในการจัดการแก้ไขปัญหาหมู่เหมืองอื่นๆได้

4.1.4 หากต้องการสร้างบ่อดักตะกอน เพื่อทำการบำบัดน้ำขุ่นข้นในบริเวณหมู่เหมือง พบว่าเป็นไปได้ยากในปัจจุบัน เนื่องจากแต่ละเหมืองมีข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นในกรณีของพื้นที่ประทานบัตร หรือแม้แต่พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง แต่ถ้าหากพิจารณาในกรณี

สมมติพบว่าอาจจะสามารถจัดการได้ด้วยการจัดทำช่วงเวลาการทำเหมืองของแต่ละบ่อ กล่าวคือ ใช้บางบ่อเหมืองเป็นที่ทิ้งของเสียและ/หรือจัดทำเป็นบ่อดักตะกอนควบคู่ไปด้วย

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบปริมาณแร่สำรองและของเสียจากการเหมืองที่ได้จากการคำนวณทั้ง 2 กรณี

กรณีการออกแบบ	**ปริมาณแร่สำรองจากการคำนวณ (ตัน)**	**ปริมาณของเสีย (ตัน)**
แยกกันทำเหมือง	6,405,100	1,889,525
รวมสิทธิ์ทำเหมือง	6,703,025	1,573,830

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 ปริมาณแร่สำรองที่คำนวณได้นั้นคำนวณจากการสมมติสายแร่ มีพื้นฐานของการสำรวจ ซึ่งได้จากการสำรวจชั้นต้น (Reconnaissance Survey) ไม่มีรายละเอียดซึ่งอาจได้มาจากหลุมเจาะ เช่น ข้อมูลค่าคุณภาพ ข้อมูลโครงสร้างทางธรณีวิทยา เป็นต้น ทำให้สายแร่ที่เกิดจากการประมาณมีค่าความผิดพลาด หากต้องการความแน่นอนหรือความถูกต้องของข้อมูลที่มากขึ้น ก็จะต้องมีการเจาะสำรวจหรือการสำรวจชั้นรายละเอียดต่อไป

4.2.2 ในงานวิจัยไม่สามารถพิจารณาในส่วนของการออกแบบอ่างดักตะกอนและทางน้ำได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์นบพิตำ แต่สามารถแนะเป็นแนวทางของการเลือกพื้นที่ในการสร้างบ่อดักตะกอนได้เท่านั้น ส่วนในกรณีของที่ทิ้งของเสียก็เสนอแนะเป็นแนวทางในการใช้บ่อเหมืองใดบ่อเหมืองหนึ่งตามขั้นตอนการทำเหมืองในกรณีที่ 2 เท่านั้นเช่นกัน แต่ในปัจจุบันบ่อเหมืองในพื้นที่แหล่งแร่เฟลด์สปาร์นบพิตำมีการทำคูน้ำบริเวณของคันบ่อ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้มวลน้ำไหลลงในบ่อเหมืองและชะล้างเกิดน้ำขุ่นข้นได้ และเมื่อเดือนเมษายน 2554 เกิดอุทกภัยใหญ่และน้ำป่าไหลหลากบริเวณตำบลกรุงชิง และตำบลนบพิตำ อำเภอนบพิตำ หน้าเหมืองในบริเวณแหล่งแร่และที่ทิ้งของเสียจากการทำเหมือง ก็ไม่ได้รับความเสียหายแต่อย่างใด

4.2.3 ในกรณีของการเจาะสำรวจซึ่งได้ค่าคุณภาพมาคำนวณปริมาณแร่สำรองอาจจะทำให้ปริมาณแร่สำรองลดลง เนื่องจากการคัดคุณภาพแร่ดี-แร่ไม่ดีเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตแร่

บรรณานุกรม

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2548. *สถานการณ์และแนวโน้มของแร่เฟลด์สปาร์* ใน โครงการศึกษายุทธศาสตร์การเฉพาะแร่ของประเทศไทย. รายงานวิชาการ ศึกษาโดย ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์., สงขลา.

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2553. *โครงการแก้ไขปัญหาการประกอบการกลุ่มเหมืองแร่เฟลด์สปาร์ จังหวัดนครศรีธรรมราช*. ศึกษาโดยภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์., สงขลา.

ธงชัย พึ่งรัศมี, ปริญญา พัฒนเดช, และอุดมพร วัชรสุธากร. 2552. *รายงานการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช*., นครศรีธรรมราช.

พีระพงษ์ คืนคง (รวบรวม). 2544. *แผนที่ทรัพยากรแร่ จังหวัดนครศรีธรรมราช มาตราส่วน 1 : 250,000* กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี,. กรุงเทพ.

พิษณุ บุญนวล, 2541. *การจัดการสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมแร่และวัสดุ* เอกสารประกอบการอบรมการจัดการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์., สงขลา.

พิษณุ บุญนวล, 2545. *การจัดการสิ่งแวดล้อม หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์ ตำบลกรุงชิง กิ่งอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช*, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์., สงขลา.

วี จารุรักษา. 2553. *รายงานสถานการณ์ทำเหมืองแร่ แยกเป็นรายจังหวัดภาคใต้*, สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่., สงขลา.

สุภาวดี วิมุกตะนันทน์ (รวบรวม). 2528. *แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดนครศรีธรรมราช มาตราส่วน 1 : 250,000 (NC47-15).* กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี,. กรุงเทพ.

สำนักเหมืองแร่และสัมปทาน. 2548. *โครงการศึกษายุทธศาสตร์การเฉพาะแร่ของประเทศไทย (แร่ยิปซัม ดินดำ บอลเคลย์ เฟลด์สปาร์และทรายแก้ว)* ศึกษาโดยภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์., สงขลา.

GEMCOM SOFTWARE. *Introduction to SURPAC V6.1*. : GEMCOM, 2008

Kapageridis I.K. 2005. The Future of Mine Planning Software – New Tools and Innovations. Department of Geotechnology and Environmental Engineering, School of Technological Applications,Technological Education Institute of West Macedonia, Kozani, Greece.

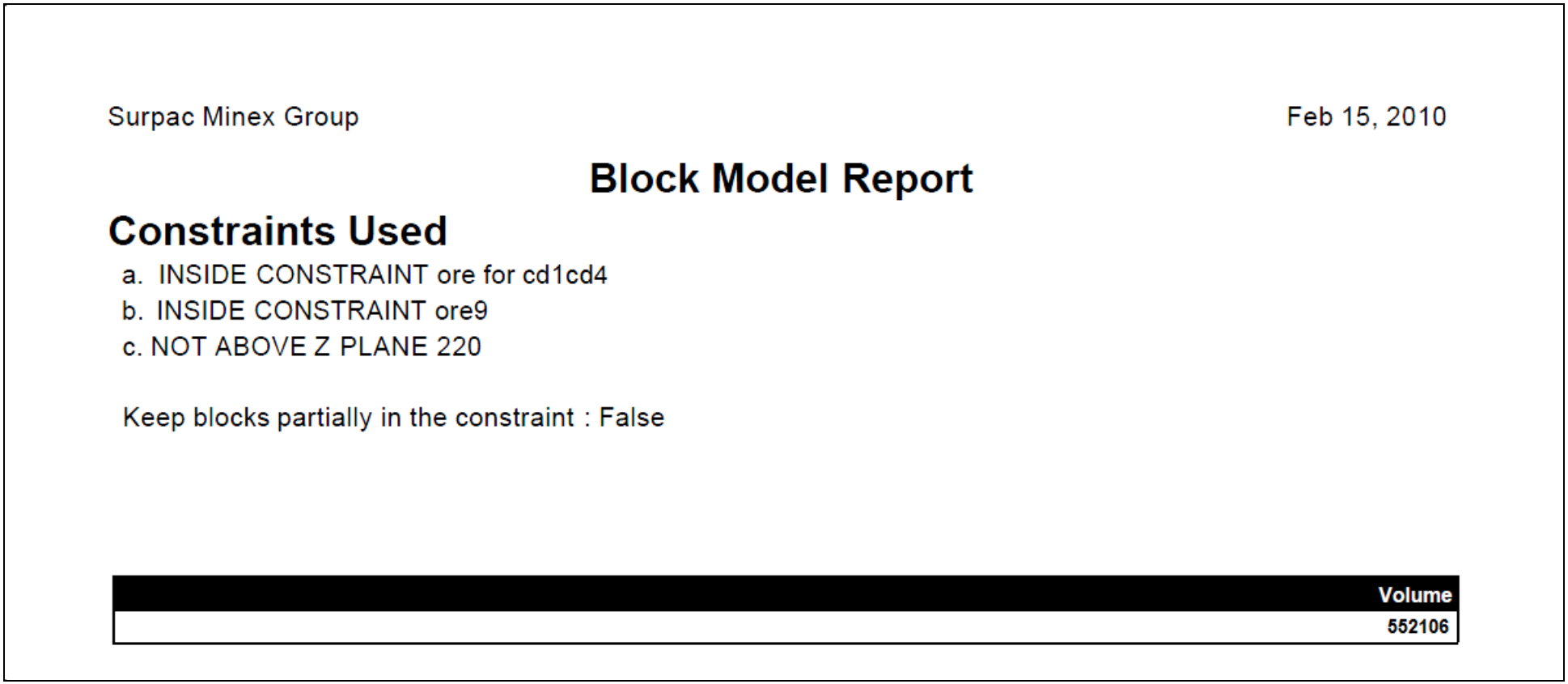
Karu, V., Vastrika, A., and Valgma, I. (2008). “Application of Modelling tool in Estonian Oil Shale mining area” Department of Mining, Tallinn University of Technology 5 Ehitajate Rd., 19086 Tallinn, Estonia., 135-144

Point asia (public) Co.,ltd. *POINTASIA.COM*. Bangkok : Point asia (public) Co.,ltd. 2009 [July 19, 2009 ;July 19, 2009]

Zhou-quan, L., Xiao-ming, L., Jia-hong, S., Ya-bin, W., and Wang-ping L. (2007). “Deposit 3D modeling and application**”.** *J. Cent. South Univ. Technol.* School of Resources and Safety Engineering, Central South University, China., 225-229

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ข้อมูลดิบการคำนวณปริมาตรแร่เฟลด์สปาร์โดยการออกแบบรูปแบบที่ 1



Surpac Minex Group Feb 15, 2010

Block Model Report

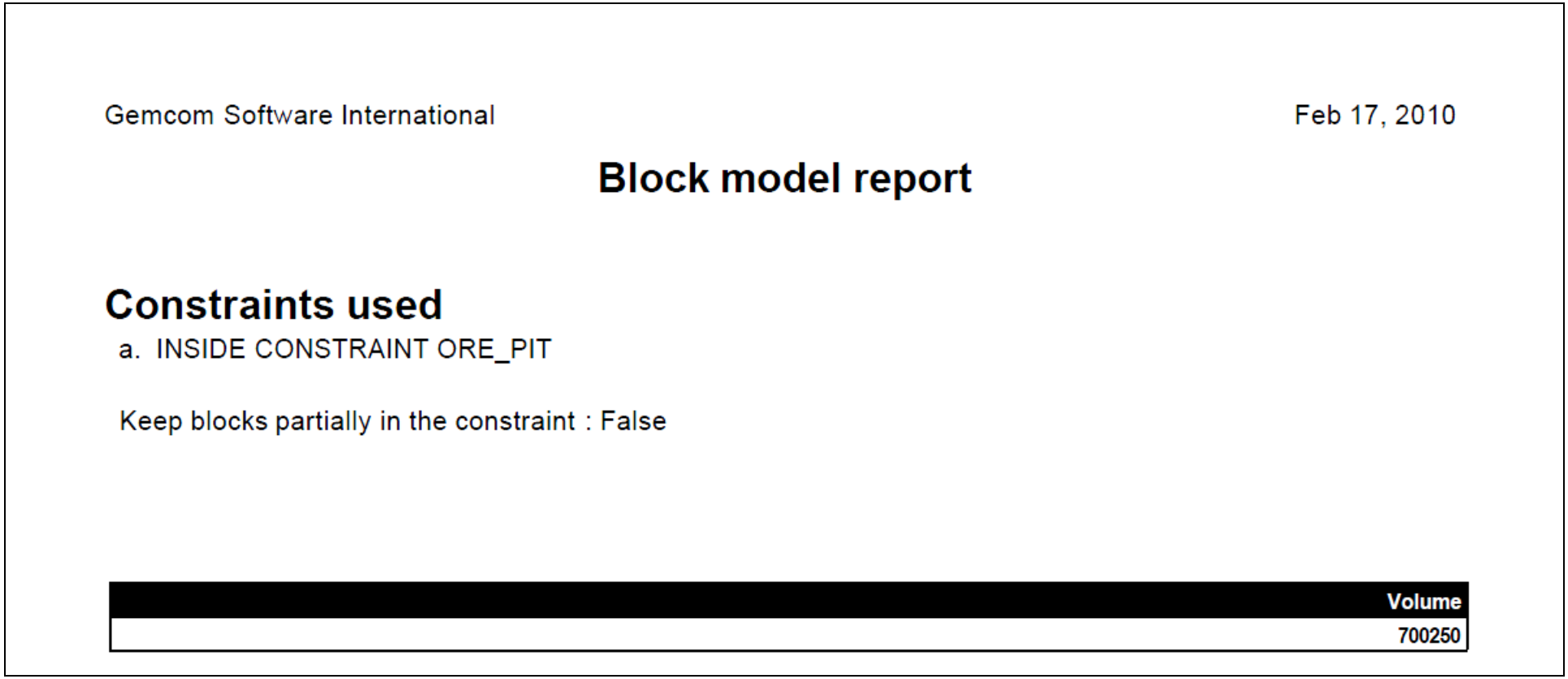
Constraints Used

a. INSIDE CONSTRAINT ore for cd1cd4
b. INSIDE CONSTRAINT ore9
c. NOT ABOVE Z PLANE 220

Keep blocks partially in the constraint : False

Volume
552106

รูปที่ ก1 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมือง CD1 และ CD4 โดยการออกแบบกรณีที่ 1



Gemcom Software International

Feb 17, 2010

Block model report

Constraints used

a. INSIDE CONSTRAINT ORE_PIT

Keep blocks partially in the constraint : False

Volume
700250

รูปที่ ก2 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมือง ต้นไทร โดยการออกแบบกรณีที่ 1

Gemcom Software International 2010

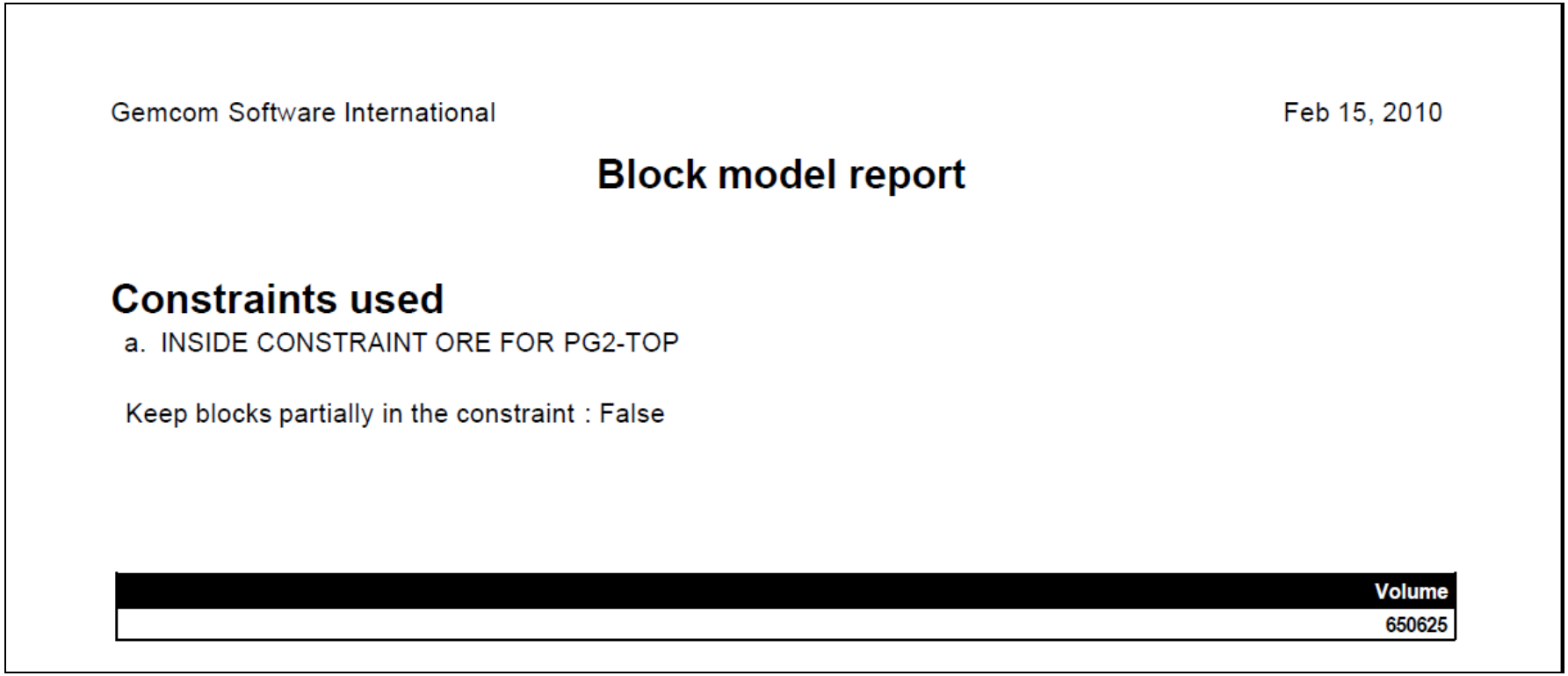
Block model report

Constraints used
a. INSIDE CONSTRAINT MINEABLE

Keep blocks partially in the constraint : False

Z	Volume
260.0 -> 270.0	16750
270.0 -> 280.0	21375
280.0 -> 290.0	0
290.0 -> 300.0	0
300.0 -> 310.0	0
310.0 -> 320.0	0
320.0 -> 330.0	0
330.0 -> 340.0	0
Grand Total	38125

รูปที่ ก3 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมืองปลายกัน 3 โดยการออกแบบกรณีที่ 1



Gemcom Software International Feb 15, 2010

Block model report

Constraints used

a. INSIDE CONSTRAINT ORE FOR PG2-TOP

Keep blocks partially in the constraint : False

Volume
650625

รูปที่ ก4 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมืองปลายกัน 2 โดยการออกแบบกรณีที่ 1

Gemcom Software International Feb 16, 2010

Block model report

Constraints used

a. INSIDE CONSTRAINT ORE_CD3
b. ABOVE DTM pit.dtm Object ID 1 Trisolation ID 1

Keep blocks partially in the constraint : False

Volume
104750

รูปที่ ก5 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมือง CD3 โดยการออกแบบกรณีที่ 1

Surpac Minex Group Feb 15, 2010

Block Model Report

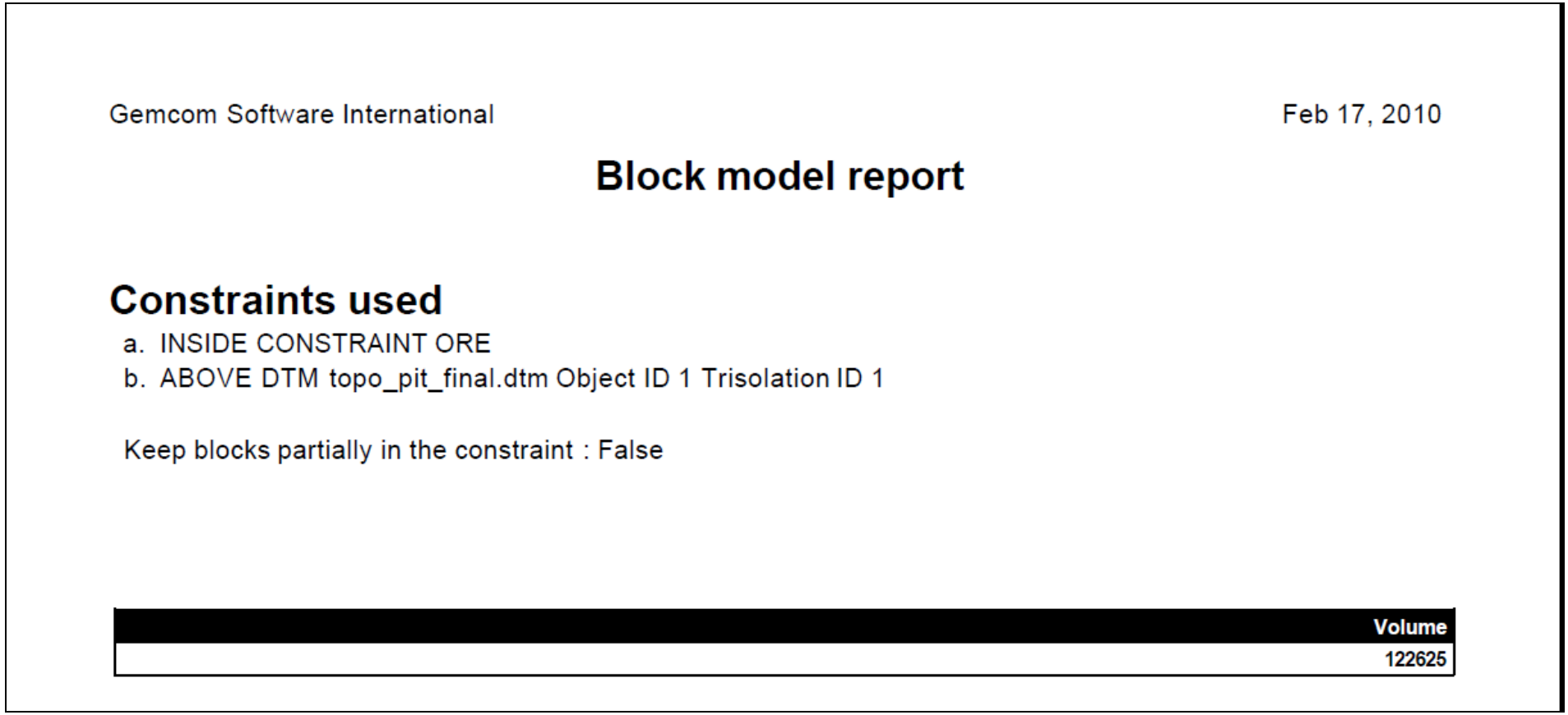
Constraints Used

a. INSIDE CONSTRAINT ore for CD2

Keep blocks partially in the constraint : False

Volume
154692

รูปที่ ก6 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมือง CD2 โดยการออกแบบกรณีที่ 1



Gemcom Software International Feb 17, 2010

Block model report

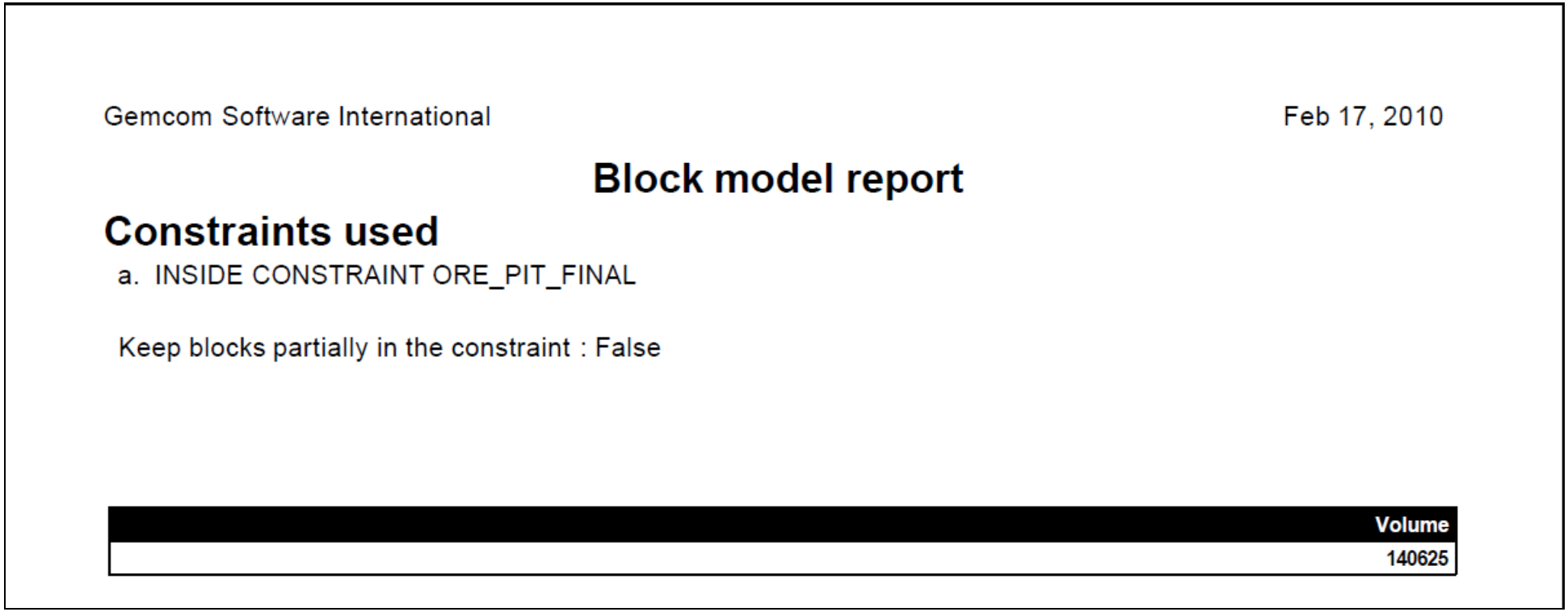
Constraints used

a. INSIDE CONSTRAINT ORE
b. ABOVE DTM topo_pit_final.dtm Object ID 1 Trisolation ID 1

Keep blocks partially in the constraint : False

Volume
122625

รูปที่ ก6 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมืองหลวงปู่ชีโดยการออกแบบกรณีที่ 1



Gemcom Software International Feb 17, 2010

Block model report

Constraints used

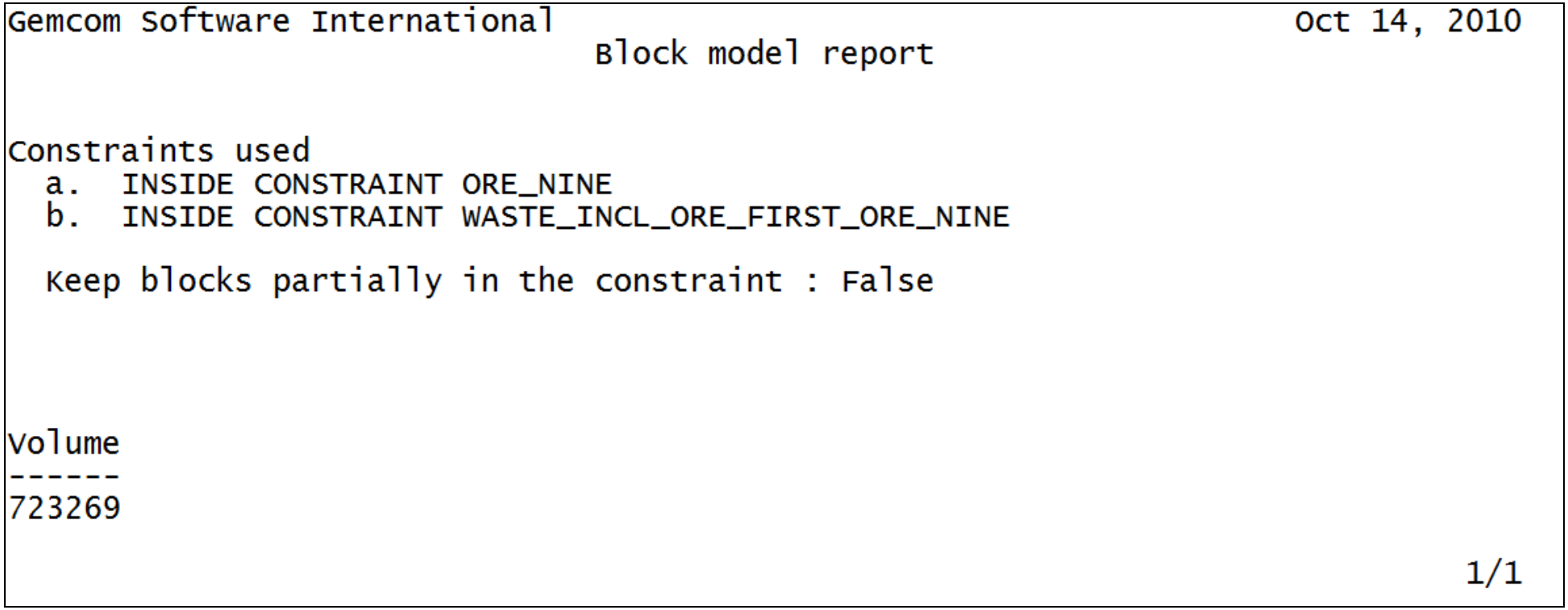
a. INSIDE CONSTRAINT ORE_PIT_FINAL

Keep blocks partially in the constraint : False

Volume
140625

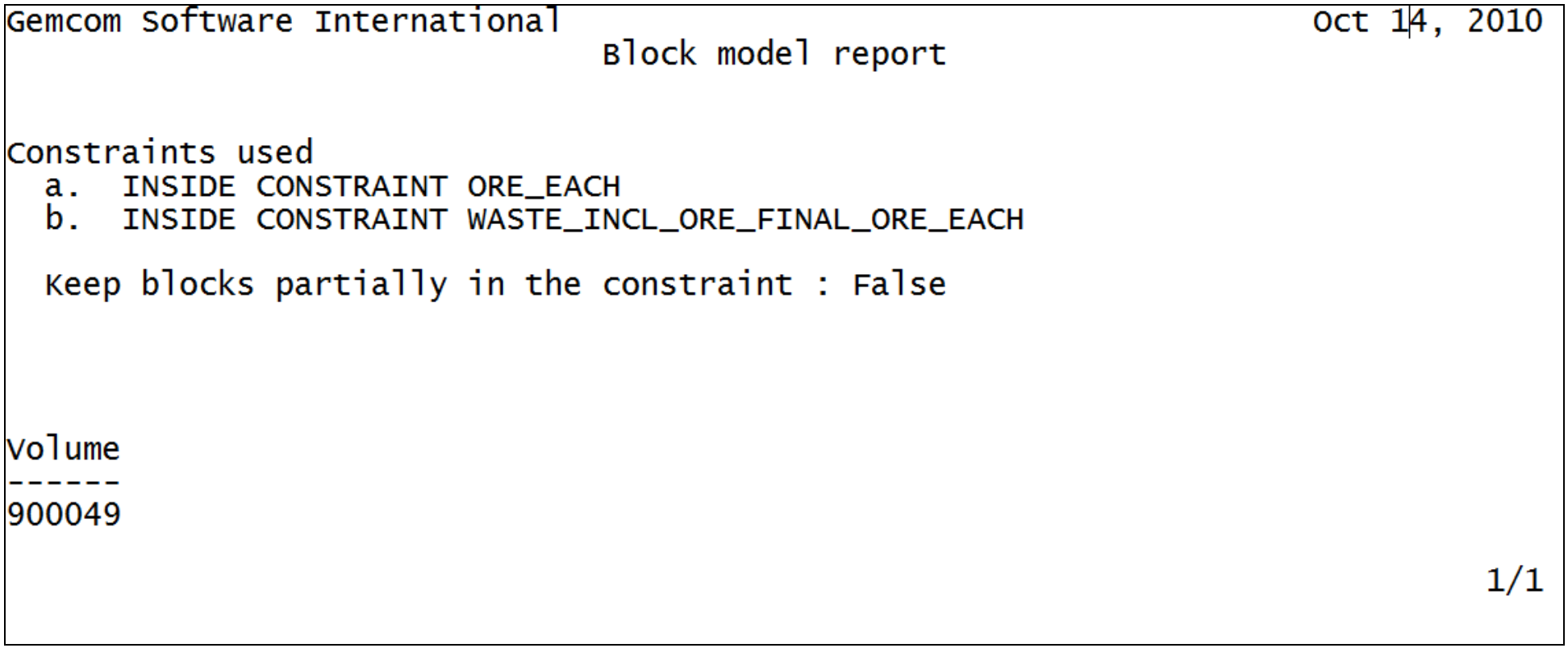
รูปที่ ก7 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมือง CD5 โดยการออกแบบกรณีที่ 1

ภาคผนวก ข
ข้อมูลดิบการคำนวณปริมาตรแร่เฟลด์สปาร์โดยการออกแบบรูปแบบที่ 2



```
Gemcom Software International                                    Oct 14, 2010
                              Block model report


Constraints used
  a.  INSIDE CONSTRAINT ORE_NINE
  b.  INSIDE CONSTRAINT WASTE_INCL_ORE_FIRST_ORE_NINE

  Keep blocks partially in the constraint : False



Volume
------
723269

                                                                       1/1
```

รูปที่ ข1 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมืองโซนกลางชุด CD1 CD4 และ CD2 โดยการออกแบบกรณีที่ 2



```
Gemcom Software International                                  Oct 14, 2010
                              Block model report


Constraints used
  a.  INSIDE CONSTRAINT ORE_EACH
  b.  INSIDE CONSTRAINT WASTE_INCL_ORE_FINAL_ORE_EACH

  Keep blocks partially in the constraint : False



Volume
------
900049

                                                                      1/1
```

รูปที่ ข2 ผลการคำนวณปริมาตรแร่จาก SURPAC ของบ่อเหมืองโซนกลางชุดหลวงปู่ชี CD3 CD2ล่าง CD5 และต้นไทร โดยการออกแบบกรณีที่ 2

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายวิฒเนศว์ ดำคง

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5210120119

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเหมืองแร่)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนศิษย์ก้นกุฏิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ผู้จัดการส่วนวางแผนและทำเหมือง ฝ่ายปฏิบัติการเหมืองระนอง บริษัท มินเนอรัล รีซอร์สเซส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดระนอง ดำเนินการทำเหมืองและผลิตแร่ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิคส์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

วิฒเนศว์ ดำคง, พิษณุ บุญนวล, ธงชัย พึ่งรัศมี, ธรรมศักดิ์ พงษ์ประเสริฐ. (2554) "การออกแบบบ่อเหมือง การวางแผนเหมือง และการจัดการสิ่งแวดล้อม หมู่เหมืองเฟลด์สปาร์ นบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช" *การประชุมวิชาการด้านเหมืองแร่ โลหการ และปิโตรเลียม ครั้งที่ 9 เรื่อง การสำรวจและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรณีเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดี*, โรงแรมมณเฑียรริเวอร์ไซด์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 1-7.