



# การวางแผนเพื่อพัฒนาใช้หินแกรนิต ในงานถนนและอาคาร

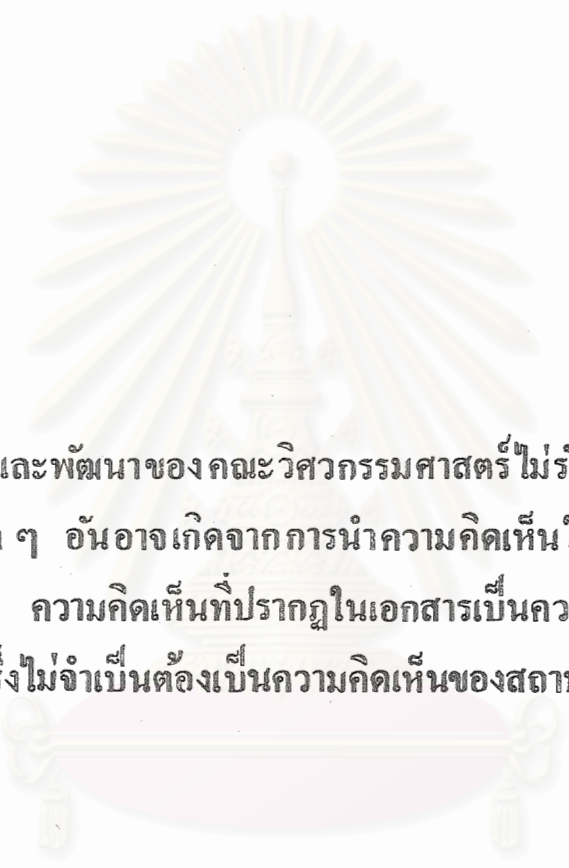
โดย  
สง่า ตั้งชवाल

โครงการวิจัยเลขที่ 64G-MN-2547  
ทุนงบประมาณแผ่นดิน ปี 2547

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
กรุงเทพฯ

มีนาคม 2548



สถาบันวิจัยและพัฒนาของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ไม่รับผิดชอบ  
ต่อผลเสียใด ๆ อันอาจเกิดจากการนำความคิดเห็นในเอกสาร  
ฉบับนี้ไปใช้ ความคิดเห็นที่ปรากฏในเอกสารเป็นความคิดเห็น  
ของผู้เขียนซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นความคิดเห็นของสถาบันฯ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รายงานฉบับสมบูรณ์  
เรื่อง “การวางแผนเพื่อพัฒนาใช้หินแกรนิต  
ในงานถนนและอาคาร”

FINAL REPORT

TITLE “DEVELOPMENT PLANS FOR USING  
GRANITE IN ROAD AND BUILDING WORKS”

ติดต่อขอใช้แผ่นซีดี

ได้ที่ห้องบริการสิ่งพิมพ์พิเศษ

การวางแผนเพื่อพัฒนาใช้หินแกรนิต  
ในงานถนนและอาคาร

DEVELOPMENT PLANS FOR USING  
GRANITE IN ROAD AND BUILDING WORKS

โดย

สง่า ตั้งชวาล Ph.D. (Missouri-Rolla)

โครงการวิจัยเลขที่ 64G-MN-2547

ทุนงบประมาณแผ่นดิน ปี 2547

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพฯ

มีนาคม 2548



**Project title**      Development Plans for Using  
Granite in Road and Building Works  
**Investigator**      Prof. Sanga Tangchawal, Ph.D.  
**Month and Year**    March 2005

## ABSTRACT

Methods of investigation have been done by surveying the rock deposits of both granite deposits and other rock deposits. The granite distribution can be classified into 3 belts. Most of these belts are in the western boundary and having north-south trends. These granite deposits in many locations do not have enough rock reserve for a large construction project. But granite can be used as an alternative deposit of limestone in many locations.

Results of property tests on physical, chemical and mechanical properties have been found that granite is suitable for replacing limestone as the rock aggregate for roads and concrete buildings. From mineralogical view point, there is no evidence that the contents of impurity or deleterious minerals in granite will cause damage in construction structures.

Conclusion of this research project has tendency of trying to use granite as the rock construction for replacing limestone. This is because in some construction sites to use granite is more appropriate and economy. When the construction work needs to have rock aggregates that are more resistant on abrasion and carrying high load; granite will suit more than other rocks. The origin of granite is based on slow crystallization and the rock-forming minerals have high hardness and cohesion resulting in low porosity for granite mass. In some cases, granite has many colors in its surface texture thus it can be used as the ornamental rock replacing the marble and it does have more advantage on abrasion resistance.



## คำนำ

รายงานวิจัยโครงการ เรื่อง “การวางแผนเพื่อพัฒนาใช้หินแกรนิตในงานถนนและอาคาร” ที่นำเสนอเล่มนี้ เป็นฉบับสมบูรณ์ของโครงการ โดยได้รับสนับสนุนการวิจัยด้วยทุนงบประมาณแผ่นดินปี 2547

การวิจัยมีการนำผลงานวิจัย ของคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับงานวางแผนเพื่อการใช้หินในงานก่อสร้าง ได้นำเสนอต่อกองการเหมืองแร่ (ชื่อใหม่คือสำนักเหมืองแร่และสัมปทาน) กระทรวงอุตสาหกรรม ในปี 2543 เพื่อใช้แนวทางในการจัดทำแผนที่แหล่งหินแกรนิตขึ้นมาใหม่ในปี 2547

วิธีการวิจัยในส่วนของ การตรวจสอบภาคสนาม มีการดำเนินการไว้ในหลายภาคของ ประเทศโดยเน้นให้มีการตรวจสอบภาคสนามแหล่งหินแกรนิต ทั้งที่เป็นเหมืองหินที่ผลิตหินย่อย เป็นหินมวลรวมในงานก่อสร้าง กับเป็นเหมืองหินที่ผลิตแกรนิตเป็นหินประดับในอาคาร ทั้งนี้จุดประสงค์หลักเพื่อการวางแผนในเชิงอนุรักษ์ ให้การพัฒนาเหมืองหินในแต่ละแหล่งมีมูลค่าปัจจุบัน สุกที่สุดและนำหินแกรนิตในส่วนที่อาจไปทิ้งเป็นกากมาทำให้เกิดประโยชน์ในงานก่อสร้าง

ผลการทดสอบคุณสมบัติหินแกรนิตเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงวิทยาแร่ เป็นสิ่งยืนยันได้ ว่ายังไม่ปรากฏพบแร่หรือสารมลทินใดในตัวอย่างหินที่สุ่มมาตรวจสอบในทุกเหมือง ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อ โครงสร้างของสิ่งก่อสร้างในงานทำถนนหรืองานทำอาคารคอนกรีต

ศิวะ

ศาสตราจารย์ ดร. สง่า ตั้งชวัล

หัวหน้าโครงการวิจัย

มีนาคม 2548

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณต่อคณะกรรมการตรวจสอบและประเมินผลโครงการ เรื่อง “การวางแผนเพื่อพัฒนาใช้หินแกรนิตในงานถนนและอาคาร” ที่ได้รับสนับสนุนการวิจัยด้วยทุนงบประมาณแผ่นดินปี 2547

ขอขอบคุณต่อความร่วมมืออย่างดียิ่ง จากผู้บริหารและวิศวกรของ สำนักเมืองแร่และสัมปทาน กระทรวงอุตสาหกรรม ที่กรุณาให้ข้อมูลแผนที่ประทานบัตรของแต่ละแหล่ง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการสำรวจภาคสนามเพิ่มเติม ตลอดจนขอขอบคุณหัวหน้าฝ่ายที่ประจำสำนักงานในต่างจังหวัดในหลายภาคของประเทศกับวิศวกรตรวจเหมือง ฝ่ายอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ให้คำแนะนำข้อมูลและช่วยเหลือในการติดต่อกับผู้ประกอบการกับทีมงานวิจัยของโครงการ

หัวหน้าโครงการวิจัยขอขอบคุณผู้ประกอบการที่ระบุชื่อเหมืองทั้งหมดไว้ในบทที่ 5 ของรายงานวิจัยฉบับนี้ เป็นจำนวนหลายเหมืองในหลายภาคของประเทศ ในการที่อนุญาตให้ทีมงานวิจัยเข้าไปตรวจสอบและนำข้อมูลมาพิมพ์เผยแพร่ในรายงานได้ ในการทดสอบตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้เครื่องมือทดสอบของภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม แต่ก็มีการนำส่งตัวอย่างไปทดสอบที่สำนักวิเคราะห์และพัฒนางานทาง กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม กับที่กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งวิศวกรและเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบทั้งสองสำนักงานได้กรุณาร่วมมือช่วยทดสอบตัวอย่างให้

สุดท้ายนี้ หัวหน้าโครงการวิจัย ขอขอบคุณต่อ ทีมงานที่เป็นผู้ช่วยวิจัยหลายท่าน ที่ช่วยงานจนเสร็จสิ้นโครงการวิจัย ผู้ช่วยวิจัยเหล่านี้ ได้แก่ นายเชษฐา สวามิภักดิ์ นิสิตปริญญาโท วิศวกรรมทรัพยากรธรณี นายประพงษ์ มงคลวิทย์ วศบ. (เหมืองแร่) นายปกรณ์ จารุตระกูลชัย วศบ. (สิ่งแวดล้อม) และนางสาวภัสวรินทร์ กীরตวิฑูริกุล วศบ. (เหมืองแร่)



สารบัญ – รายงานฉบับสมบูรณ์  
โครงการ “การวางแผนเพื่อพัฒนาใช้หิน  
แกรนิตในงานถนนและอาคาร”

Table of Contents – Final Report

Project title “Development Plans for Using  
Granite in Road and Building Works”

	หน้า
ปกใน	i
บทคัดย่อ ภาษาไทย	ii
บทคัดย่อ ภาษาอังกฤษ	iii
คำนำ	iv
กิตติกรรมประกาศ	v
สารบัญ	vi
รายการตาราง	xi
รายการรูป (รวมทั้งภาพถ่าย และแผนที่)	xiv
บทที่ 1 บทนำ <b>แนวโน้มอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย</b>	1
1.1 สภาวะของเศรษฐกิจของประเทศไทยในปี 2547	1
1.1.1 การพยากรณ์ตัวแปรเชิงเศรษฐกิจของประเทศไทย ในปี 2547	1
1.1.2 แนวโน้มของเศรษฐกิจโลกในปี 2547	3
1.1.3 แนวโน้มเศรษฐกิจของประเทศ ในช่วงต้นปีงบประมาณ 2548	4
1.2 สภาวะของเศรษฐกิจประเทศไทยในอนาคต	5
1.3 สภาวะเศรษฐกิจของงานก่อสร้างปัจจุบัน	6

	หน้า
<b>บทที่ 2 วัสดุหินมวลรวม (Rock Aggregate Materials)</b>	11
2.1 นิยามของมวลรวม	11
2.2 ประเภทของมวลรวมในงานก่อสร้าง	12
2.3 ชื่อเรียกของขนาดหินที่เกิดจากการโม่บดย่อย	13
2.4 คุณสมบัติพื้นฐานของมวลรวมที่ใช้ในงานก่อสร้าง	13
2.4.1 คุณสมบัติเชิงกายภาพ	13
2.4.2 คุณสมบัติเชิงเคมี	19
2.4.3 คุณสมบัติเชิงกล	21
2.5 การจัดขนาดคละ (gradation) ของหินมวลรวม	27
2.6 การกำหนดสัดส่วน (proportion) ของหินมวลรวม	30
2.7 การใช้ประโยชน์ (uses) ของหินมวลรวม	31
2.7.1 หินมวลรวมที่ใช้ทำถนน	32
2.7.2 หินมวลรวมที่ใช้ทำส่วนผสมในคอนกรีต	32
2.7.3 หินมวลรวมที่ใช้ทำส่วนผสมในยางมะตอย	32
2.7.4 หินมวลรวมที่ใช้โรยทางรถไฟ	32
2.7.5 หินมวลรวมที่ใช้ทำคันเขื่อนและคันทางถนน	33
2.8 ปัญหาการใช้หินมวลรวมในงานคอนกรีต	33
2.8.1 ปัญหาในงานคอนกรีตแอสฟัลต์	33
2.8.2 ปัญหาในงานคอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	34
<b>บทที่ 3 แหล่งหินในประเทศ</b>	39
3.1 แหล่งหินก่อสร้างในประเทศ	39
3.1.1 แหล่งหินปูน	39
3.1.2 แหล่งหินบะซอลต์	41
3.1.3 แหล่งหินแกรนิต	42
3.1.4 แหล่งหินทรายและหินภูเขาไฟชนิดอื่น	42
3.2 คุณสมบัติพื้นฐานเชิงธรณีวิทยาของหินแกรนิต	43
3.3 การแพร่กระจายของหินแกรนิตในประเทศไทย	45
<b>บทที่ 4 แผนที่แหล่งหินแกรนิตในประเทศ</b>	49
4.1 แหล่งหินแกรนิตในที่ดินกรรมสิทธิ์	49

	หน้า
4.2 แหล่งหินแกรนิตที่ใช้ทำเป็นหินประดับ	51
4.3 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น	60
4.4 แผนที่แหล่งหินแกรนิตในประเทศไทย	63
<b>บทที่ 5 การตรวจสอบภาคสนามแหล่งหินแกรนิต</b>	<b>82</b>
5.1 แนวทางการตรวจสอบแหล่งหินแกรนิต	82
5.1.1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม	83
5.1.2 ชนิดข้อมูลที่บันทึกผลในภาคสนาม	83
5.2 แหล่งหินแกรนิตภาคเหนือ	84
1. เหมืองหินของบริษัท พิพัฒนกร จำกัด	84
2. เหมืองหินของบริษัท เทพประทานการแร่ จำกัด	86
3. เหมืองหินของบริษัท ไทยวิศวกรรมแกรนิต จำกัด	91
4. เหมืองหินของบริษัท เซอมาส จำกัด	95
5. เหมืองหินของบริษัท แกรนิโต้ จำกัด	99
6. เหมืองหินของบริษัท สหเสงมายนึ่ง จำกัด	103
7. เหมืองหินของบริษัท สยามกรีนแกรนิต จำกัด	107
8. เหมืองหินของนางกัลยา รุ่งเรืองศิลาทิพย์	111
5.3 แหล่งหินแกรนิตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	115
1. เหมืองหินของบริษัท สุวดี จำกัด	115
2. เหมืองหินของห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ	120
3. เหมืองหินของบริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลล็อปเมนต์ (ชลบุรี)	122
4. เหมืองหินของบริษัท โรงโม่หินทวีทรัพย์อนันต์มหานคร จำกัด	127
5. เหมืองหินของบริษัท แชนสัน ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย) จำกัด	130
6. เหมืองหินของบริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลล็อปเมนต์ (ระยอง)	134
7. เหมืองหินของห้างหุ้นส่วนจำกัด ถาวรวิศวะโยธา	138
5.4 แหล่งหินแกรนิตภาคอื่น	140
1. เหมืองหินของบริษัท เอกพานิชระยอง	141
2. เหมืองหินของบริษัท เอเชียแกรนิต	146
3. เหมืองหินของบริษัท สวนผึ้งแกรนิต	148
บริษัท ว. ราชบุรี และบริษัทเอเชียมาร์เบิล	
3.1 เหมืองบริษัทสวนผึ้งแกรนิต	148

3.2	เหมืองบริษัท ว. ราชบุรีแกรนิต จำกัด	150
3.3	เหมืองบริษัท เอเซียมาร์เบิ้ล จำกัด	152
4.	เหมืองหินแกรนิตของบริษัท ศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ จำกัด	154
5.	เหมืองหินแกรนิตของบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด	158

บทที่ 6	การทดสอบหินตัวอย่างและการวิเคราะห์ผล	168
6.1	การทดสอบหาคุณสมบัติหลักสำหรับการใช้งาน	168
6.1.1	การหาค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น	169
6.1.2	การหาค่ากำลังวัสดุแบบเป็นจุด	170
6.1.3	การหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว	171
6.1.4	การหาค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร	172
6.1.5	การหาค่าความคงทนต่อการสึกหรอ	174
6.1.6	การหาค่าความคงทนต่อการกระแทก	175
6.1.7	การหาค่าความต้านทานต่อการลื่นไถล	177
6.1.8	การหาค่ากำลังวัสดุดึง	177
6.1.9	การหาค่ากำลังวัสดุเหนียวและค่าคุณสมบัติอื่นที่ใกล้เคียง	177
6.2	ผลลัพธ์ของค่าการทดสอบหินแกรนิต	180
6.2.1	ผลลัพธ์ค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น	180
6.2.2	ผลลัพธ์ค่ากำลังวัสดุแบบเป็นจุด	180
6.2.3	ผลลัพธ์ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว และค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร	180
6.2.4	ผลลัพธ์ค่าความคงทนต่อการสึกหรอ	190
6.2.5	ผลลัพธ์ค่าคงทนต่อการกระแทก	190
6.2.6	ผลลัพธ์ค่าความต้านทานต่อการลื่นไถล	190
6.2.7	ผลลัพธ์ค่าความเค้นดึง	190
6.2.8	ผลลัพธ์ค่าความเค้นเหนียวและค่าสัมประสิทธิ์อื่น	190
6.3	ผลลัพธ์ของการตรวจสอบเชิงวิทยาแร่	201
6.3.1	ผลลัพธ์ค่าปริมาณสารกัมมันตภาพรังสี	201
6.3.2	ผลลัพธ์การตรวจสอบหินด้วยกล้องจุลทรรศน์	202

	หน้า
บทที่ 7 บทที่ 7 บทสรุป หินแกรนิตสำหรับใช้ในงานถนนและอาคาร	217
7.1 การประเมินศักยภาพของแหล่งหินแกรนิต	217
7.1.1 การประเมินศักยภาพทั่วไป	218
7.1.2 ศักยภาพของแหล่งหินแกรนิตแต่ละภูมิภาค	218
7.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติของหินแกรนิตสำหรับการใช้งาน	219
7.2.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างหินแกรนิตกับหินปูน	219
1. คุณสมบัติเชิงกายภาพ	222
2. คุณสมบัติเชิงเคมี	222
3. คุณสมบัติเชิงกล	222
7.2.2 การเปรียบเทียบแหล่งหินเชิงตัวเลข	224
7.3 แนวทางการพัฒนาเพื่อใช้หินแกรนิตในประเทศ	226
 บรรณานุกรม	 227

หมายเหตุ แผ่นซีดีที่เป็นแผนที่แหล่งหินแกรนิต ได้บรรจุไว้ในกล่องพลาสติก และแนบติดมากับรายงานฉบับนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 การประมาณการเศรษฐกิจของประเทศไทย ปี 2546-2547	2
ตารางที่ 1.2 แนวโน้มของเศรษฐกิจที่คาดการณ์ไว้ระหว่างปี 2546-2547	3
ตารางที่ 1.3 ตัวเลขนัยสำคัญเชิงเศรษฐกิจของประเทศไทยในต้นปีงบประมาณ 2548	4
ตารางที่ 1.3 ก. ดัชนีเชิงกิจกรรมและราคา (activity and prices) – หน่วยเป็น % ที่เทียบปีต่อปี	4
ตารางที่ 1.3 ข. บัญชีงบดุลภายนอก (external accounts) – หน่วยเป็นล้านเหรียญสหรัฐ	4
ตารางที่ 2.1 การเรียกชื่อตะแกรงและขนาดของอนุภาคที่ผ่านช่องว่างตะแกรง	15
ตารางที่ 2.2 การแบ่งประเภทของหินมวลรวมตามรูปร่าง (shape) ของอนุภาค	17
ตารางที่ 2.3 การเรียกชื่อลักษณะพื้นผิว (surface texture) ของหินมวลรวม	18
ตารางที่ 2.4 ค่าพิสัยคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์ของหินหลายประเภทที่ใช้ในงานก่อสร้าง	26
ตารางที่ 2.5 การประเมินค่าคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของหินหลายประเภทเมื่อนำมาใช้งาน	28
ตารางที่ 2.6 สารมลทิน แร่ หิน ที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีตเมื่ออยู่ในส่วนผสม	37
ตารางที่ 4.1 แหล่งหินแกรนิตในที่กรรมสิทธิ์ ภาคตะวันออก	50
ตารางที่ 4.2 แหล่งหินแกรนิตในที่กรรมสิทธิ์ ภาคใต้	50-51
ตารางที่ 4.3 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคเหนือ	51-57
ตารางที่ 4.4 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	58
ตารางที่ 4.5 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคกลางกับภาคอื่น	58-59
ตารางที่ 4.6 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคตะวันออก	59-60
ตารางที่ 4.7 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคใต้	60
ตารางที่ 4.8 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ภาคเหนือ	61
ตารางที่ 4.9 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ในเขตภาคกลางและภาคอื่น	61-62
ตารางที่ 4.10 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ภาคตะวันออก	62
ตารางที่ 4.11 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ภาคใต้	62

ตารางที่ 6.1	ค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคเหนือ	181
ตารางที่ 6.2	ค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคตะวันออก	182
ตารางที่ 6.3	ค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคกลางและภาคอื่น	183
ตารางที่ 6.4	ค่ากำลังวัสดุอัดเป็นจุด จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคเหนือ	184
ตารางที่ 6.5	ค่ากำลังวัสดุอัดเป็นจุด จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคตะวันออก	185
ตารางที่ 6.6	ค่ากำลังวัสดุอัดเป็นจุด จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคกลางและภาคอื่น	186
ตารางที่ 6.7	ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว และค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคเหนือ	187
ตารางที่ 6.8	ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว และค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคตะวันออก	188
ตารางที่ 6.9	ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว และค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคกลางและภาคอื่น	189
ตารางที่ 6.10	ค่า AAV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการสึกหรอ ของหินแกรนิตในเขตภาคเหนือ	191
ตารางที่ 6.11	ค่า AAV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการสึกหรอ ของหินแกรนิตในเขตภาคตะวันออก	191
ตารางที่ 6.12	ค่า AAV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการสึกหรอ ของหินแกรนิตในเขตภาคกลางและภาคอื่น	192
ตารางที่ 6.13	ค่า AIV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการกระแทก ของหินแกรนิตในเขตภาคเหนือ	192
ตารางที่ 6.14	ค่า AIV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการกระแทก ของหินแกรนิตในเขตภาคตะวันออก	193
ตารางที่ 6.15	ค่า AIV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการกระแทก ของหินแกรนิตในเขตภาคกลางกับภาคอื่น	193

ตารางที่ 6.16	ค่า PSV ที่เป็นค่าความต้านทานต่อการเลื่อนไถล ของหินแกรนิตในเขตภาคเหนือ	194
ตารางที่ 6.17	ค่า PSV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการเลื่อนไถล ของหินแกรนิตในเขตภาคตะวันออกเฉียง	194
ตารางที่ 6.18	ค่ากำลังวัสดุดึงของหินแกรนิต ในเขตภาคเหนือ	195
ตารางที่ 6.19	ค่ากำลังวัสดุดึงของหินแกรนิต ในเขตภาคตะวันออกเฉียง	196
ตารางที่ 6.20	ค่ากำลังวัสดุดึงของหินแกรนิต ในเขตภาคกลางและภาคอื่น	197
ตารางที่ 6.21	ค่ากำลังวัสดุเหนียวและสัมประสิทธิ์อื่นของหินแกรนิต ในเขตภาคเหนือ	198
ตารางที่ 6.22	ค่ากำลังวัสดุเหนียวและสัมประสิทธิ์อื่นของหินแกรนิต ในเขตภาคตะวันออกเฉียง	199
ตารางที่ 6.23	ค่ากำลังวัสดุเหนียวและสัมประสิทธิ์อื่นของหินแกรนิต ในเขตภาคกลางและภาคอื่น	199
ตารางที่ 6.24	ปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในแร่หายากที่ใช้เป็น แร่หลักในการอ้างอิง	202
ตารางที่ 6.25	สัญลักษณ์หรืออักษรย่อสำหรับการอธิบายชื่อแร่ ในภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์	203
ตารางที่ 6.26	ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสี ในเขตภาคเหนือ	211-212
ตารางที่ 6.27	ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสี ในเขตภาคตะวันออกเฉียง	213-214
ตารางที่ 6.28	ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสี ในเขตภาคอื่น	215-216
ตารางที่ 7.1	ผลสรุปของการทดสอบหาค่าคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล ของหินแกรนิตในรูปแบบเจาะเป็น core และในรูปแบบเป็นก้อน aggregate	220
ตารางที่ 7.2 ก	ค่าพิสัยคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับหินมวลรวมของงานก่อสร้าง	221
ตารางที่ 7.2 ข	ค่าพิสัยคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติอื่น ๆ โดยเปรียบเทียบ ค่าพิสัยของหินในประเทศไทยกับค่าพิสัยของหินจากต่างประเทศ	221



## รายการรูป

	หน้า	
รูปที่ 1.1	โครงการก่อสร้างระบบเครือข่ายทางด่วน รามอินทรา - อารีย์	7
รูปที่ 1.2	โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 302 เกษตรศาสตร์ — แคราย ชั้นที่ 2	7
รูปที่ 1.3	โครงการก่อสร้างรถไฟใต้ดิน	7
รูปที่ 1.4	งานก่อสร้างปรับปรุงคุณภาพดิน ทางวิ่ง ทางขับ ฝั่งตะวันตกและลานจอดอากาศยาน	8
รูปที่ 1.5	งานก่อสร้างปรับปรุงคุณภาพดิน ทางวิ่ง ทางขับ ฝั่งตะวันตกและลานจอดอากาศยาน	8
รูปที่ 1.6	งานก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร	9
รูปที่ 1.7	งานก่อสร้างถนนยกระดับด้านหน้าอาคารผู้โดยสาร	9
รูปที่ 1.8-1.9	โครงสร้างก่อสร้างทางด่วนยกระดับ บางนา - บางพลี - บางปะกง	10
รูปที่ 2.1	ความแบนในลักษณะต่าง ๆ ของอนุภาคหินมวลรวม	16
รูปที่ 2.2	อุปกรณ์ thickness gauge ที่ใช้ทดสอบความแบนของอนุภาคหิน มวลรวม โดยให้อนุภาคลอดในช่องว่างเพื่อวัดค่าดัชนีความแบน	16
รูปที่ 2.3	ความเรียวยาวในลักษณะต่าง ๆ ของอนุภาคหินมวลรวม	17
รูปที่ 2.4	อุปกรณ์ length gauge ที่ใช้ทดสอบความเรียวยาวของอนุภาคหิน มวลรวม โดยให้อนุภาคลอดในช่องว่างเพื่อวัดค่าดัชนีความเรียวยาว	17
รูปที่ 2.5	ความถ่วงจำเพาะของหินย่อยที่เป็นมวลรวมหยาบ และมีผลต่อ ความหนาแน่นของโครงสร้างคอนกรีตโดยรวม	20
รูปที่ 2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างความคงทนต่อการสึกกร่อนของผิวมวลรวม (ค่า AAV กับค่า PSV) กับค่าความคงทนต่อการถูกกระแทกของมวลรวม (ค่า AIV)	23

รูปที่ 2.7	การคละมึความสม่ำเสมอ มีขนาดคละขนาดเดียว (uniform sizes)	29
รูปที่ 2.8	การคละมึความต่อเนื่อง มีขนาดคละหลายขนาด (various sizes)	28
รูปที่ 2.9	การคละมึการขาดตอน มีเพียงสองขนาดคละระหว่างมวลรวม เม็ดหยาบกับมวลเม็ดละเอียด (two sizes)	30
รูปที่ 2.10	รูปแสดงการเกิดการแตกร้าวแบบ D-cracking	35
รูปที่ 2.11	การแตกร้าวของพื้นสนามบินในเมือง Albuquerque รัฐ New Mexico เนื่องจาก alkaline-silica reaction	38
รูปที่ 3.1	ภาพตัดขวาง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปลือกโลกกับการ แทรกซอนของมวลหินแกรนิตที่เกิดในระดับลึก	44
รูปที่ 3.2	แผนที่แสดงการแผ่กระจายของหินแกรนิตในประเทศไทย	46
รูปที่ 4.1	กรอบแผนที่ของทั้งประเทศ ในรูปมีกรอบทั้งหมด 8 ส่วน	64
รูปที่ 4.2	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 1-1	66
รูปที่ 4.3	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 1-2	67
รูปที่ 4.4	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 2-1	68
รูปที่ 4.5	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 2-2	69
รูปที่ 4.6	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 3-1	70
รูปที่ 4.7	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 3-2	71
รูปที่ 4.8	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 4-1	72
รูปที่ 4.9	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 4-2	73
รูปที่ 4.10	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรม ชนิดอื่น) ส่วนที่ 5-1	74

รูปที่ 4.11	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 5-2	75
รูปที่ 4.12	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 6-1	76
รูปที่ 4.13	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 6-2	77
รูปที่ 4.14	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 7-1	78
รูปที่ 4.15	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 7-2	79
รูปที่ 4.16	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 8-1	80
รูปที่ 4.17	แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 8-2	81
รูปที่ 5.1	แผนที่แสดงทางคมนาคมกับตำแหน่งที่ตั้งเหมืองพิพัฒนกร กับเหมืองเทพประทานการแร่ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดตาก	87
รูปที่ 5.2	แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ประทานบัตรของเหมืองพิพัฒนกร จำกัด กับของเหมืองเทพประทานการแร่ ทั้งสองเหมืองอยู่ในแผนที่รูปนี้	88
รูปที่ 5.3	ภาพถ่ายหน้าเหมืองพิพัฒนกรปัจจุบัน (ปี 2547) ที่ทำการผลิตแร่เฟลด์สปาร์	89
รูปที่ 5.4	ภาพถ่ายทั่วไปของหน้างานผลิตของเหมืองพิพัฒนกร	89
รูปที่ 5.5	ภาพถ่ายหน้าเหมืองเทพประทานการแร่ ปัจจุบัน (ปี 2547) ที่ทำการผลิตแร่เฟลด์สปาร์	90
รูปที่ 5.6	ภาพถ่ายเพิ่มเติมของหน้างานเหมืองเทพประทานการแร่	90
รูปที่ 5.7	แผนที่แสดงทางคมนาคมกับตำแหน่งเหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิต จังหวัดตาก	92
รูปที่ 5.8	แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ประทานบัตรของเหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิต	93
รูปที่ 5.9	หน้าเหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิตปัจจุบัน (ปี 2547) ที่ทำการผลิตแกรนิตเป็นหินประดับ	94
รูปที่ 5.10	ภาพถ่ายเพิ่มเติมของหน้างานเหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิต	94
รูปที่ 5.11	แผนที่แสดงทางคมนาคมและตำแหน่งเหมืองเซอมาส จังหวัดตาก	96
รูปที่ 5.12	แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ประทานบัตรของเหมืองเซอมาส	97

รูปที่ 5.13	หน้าเหมืองเซอมาสปัจจุบัน (ปี 2547) ที่ทำการผลิตแร่และหินประดับ	98
รูปที่ 5.14	ภาพถ่ายเพิ่มเติมของงานหน้าเหมือง บริษัท เซอมาส จำกัด	98
รูปที่ 5.15	แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองบริษัทแกรนิโต้ จำกัด ในเขตตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก	100
รูปที่ 5.16	แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองบริษัทแกรนิโต้ จำกัด ในเขตตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก	101
รูปที่ 5.17	ภาพถ่ายหน้าเหมืองแกรนิโต้ในปี 2547 ที่ทำ การผลิตหินประดับชนิดแกรนิต	102
รูปที่ 5.18	ภาพถ่ายเพิ่มเติมของเหมืองแกรนิโต้ ที่ทำการผลิตหินแกรนิตประดับ	102
รูปที่ 5.19	แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองสหเสงมายิ่ง ในเขตตำบลแม่สลิด และตำบลโป่งแดง จังหวัดตาก	104
รูปที่ 5.20	แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ประทานบัตรของ เหมืองสหเสงมายิ่ง จำกัด จังหวัดตาก	105
รูปที่ 5.21	ภาพถ่ายหน้าเหมืองสหเสงมายิ่ง (ปี 2547) ที่ทำ การผลิตหินประดับชนิดแกรนิต	106
รูปที่ 5.22	ภาพถ่ายเพิ่มเติมของเหมืองสหเสงมายิ่ง ที่ทำ การผลิตหินแกรนิตประดับ	106
รูปที่ 5.23	แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองสยามกรีนแกรนิต ตำบลตากกลอย อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดเพชรบูรณ์	108
รูปที่ 5.24	แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองสยามกรีนแกรนิต จำกัด ในเขตตำบลตากกลอย อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดเพชรบูรณ์	109
รูปที่ 5.25	ภาพถ่ายหน้าเหมืองสยามกรีนแกรนิต (ปี 2547) ที่ทำ การผลิตหินประดับ	110
รูปที่ 5.26	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้าเหมืองสยามกรีนแกรนิต ที่ผลิตหินแกรนิตประดับ	110
รูปที่ 5.27	แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองนางกัลยา รุ่งเรืองศิลาทิพย์ ตำบลชนแดน อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์	112
รูปที่ 5.28	แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองนางกัลยา รุ่งเรืองศิลาทิพย์ ตำบลชนแดน อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์	113
รูปที่ 5.29	ภาพถ่ายหน้าเหมืองของนางกัลยา (ปี 2547) เพื่อการผลิตหินประดับ	114
รูปที่ 5.30	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้าเหมืองของนางกัลยา ที่ผลิตหินแกรนิตประดับ	114

รูปที่ 5.31	แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งเหมืองสองโครงการของเหมืองสุวดีและเหมือง ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ ตำบลหนองข้างคอก อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี	116
รูปที่ 5.32	แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการที่ร่วมโครงการเป็นเหมืองของบริษัท สุวดี กับบริษัท อารักษ์เทรคคิง และใช้แผ่นเดียวกับเหมืองชลบุรีจิตต์ประเสริฐ	117
รูปที่ 5.33	ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (ปี 2547) ของบริษัท สุวดี จำกัด	118
รูปที่ 5.34	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของบริษัท สุวดี จำกัด	118
รูปที่ 5.35	ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (ปี 2547) ของห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ	121
รูปที่ 5.36	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองชลบุรีจิตต์ประเสริฐ	121
รูปที่ 5.37	แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของเหมืองอิตาเลียน ไทย ดีเวล็อบเมนต์ (ชลบุรี) กับเมืองทวิทรัพย์อนันต์มหานคร ในเขตอำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี	124
รูปที่ 5.38	แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการ ที่เป็นเหมืองของอิตาเลียน ไทย ดีเวล็อบเมนต์ (หลักเลขที่ 21356 และหลักเลขที่ 21365)	125
รูปที่ 5.39	ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (ปี 2547) ของเหมือง อิตาเลียน ไทย ดีเวล็อบเมนต์ (ชลบุรี)	126
รูปที่ 5.40	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองอิตาเลียน ไทย ดีเวล็อบเมนต์ (ชลบุรี)	126
รูปที่ 5.41	แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการ ของเหมืองทวิทรัพย์อนันต์มหานคร	128
รูปที่ 5.42	ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (ปี 2547) ของเหมืองทวิทรัพย์อนันต์มหานคร	129
รูปที่ 5.43	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองทวิทรัพย์อนันต์มหานคร	129
รูปที่ 5.44	แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของเหมืองแฮนสัน ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย) ในเขตอำเภอสรรพยา จังหวัดชลบุรี	131
รูปที่ 5.45	แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการ ของบริษัทแฮนสัน ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย) จำกัด	132
รูปที่ 5.46	ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (ปี 2547) ของบริษัท แฮนสัน	133
รูปที่ 5.47	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของบริษัท แฮนสัน	133
รูปที่ 5.48	แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งเหมืองอิตาเลียน ไทย ดีเวล็อบเมนต์ (ระยอง) กับเหมืองถาวรวิศวะโยธา ในเขตตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง	135
รูปที่ 5.49	แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการเหมืองอิตาเลียน ไทย ดีเวล็อบเมนต์ (ระยอง) กับเหมืองถาวรวิศวะโยธา ในเขตตำบลห้วยโป่ง ระยอง	136
รูปที่ 5.50	ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (ปี 2547) ของเหมืองอิตาเลียนไทย (ระยอง)	137

	หน้า
รูปที่ 5.51 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองบริษัทอิตาเลียนไทย (ระยอง)	137
รูปที่ 5.52 ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (ปี 2547) ของเหมืองห่างหุ่นส่วน จำกัด ถาวรวิศวะโยธา	139
รูปที่ 5.53 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองห่างหุ่นส่วนจำกัด ถาวรวิศวะโยธา	137
รูปที่ 5.54 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งเหมืองเอกพานิชระยอง กับเหมืองเอเชียแกรนิต ในเขตตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา	140
รูปที่ 5.55 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองเอกพานิชระยอง ซึ่งใช้แผนที่แผ่นเดียวกันกับ เหมืองเอเชียแกรนิต	143
รูปที่ 5.56 ภาพถ่ายหน้างานเหมือง (ปี 2547) ของบริษัทเอกพานิชระยอง	144
รูปที่ 5.57 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองเอกพานิชระยอง	144
รูปที่ 5.58 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองของบริษัทเอเชียแกรนิต (ปี 2547)	146
รูปที่ 5.59 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองเอเชียแกรนิต	147
รูปที่ 5.60 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองสวนผึ้งแกรนิต เหมือง ว. ราชบุรี และ เหมืองเอเชียมาร์เบิล ในเขตตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี	148
รูปที่ 5.61 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองสวนผึ้งแกรนิต เหมือง ว. ราชบุรี และ เหมืองเอเชียมาร์เบิล ในเขตตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี	149
รูปที่ 5.62 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองของบริษัทสวนผึ้งแกรนิต (ปี 2547)	151
รูปที่ 5.63 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองสวนผึ้งแกรนิต	151
รูปที่ 5.64 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองของบริษัท ว. ราชบุรีแกรนิต (ปี 2547)	153
รูปที่ 5.65 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมือง ว. ราชบุรีแกรนิต	153
รูปที่ 5.66 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองของบริษัทเอเชียมาร์เบิล (ปี 2547)	155
รูปที่ 5.67 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองเอเชียมาร์เบิล	155
รูปที่ 5.68 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองแกรนิต บริษัทศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ จำกัด อยู่ในเขตตำบลพังตรุ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี	156
รูปที่ 5.69 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองแกรนิต และเหมืองหินปูน บริษัทศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ จำกัด	157
รูปที่ 5.70 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองแกรนิตของบริษัทศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ (ปี 2547)	158
รูปที่ 5.71 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองศิลาสมบูรณ์ทรัพย์	158
รูปที่ 5.72 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองแกรนิต บริษัทสหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด อยู่ในเขตตำบลช้างแร้ง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	160

รูปที่ 5.73	แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด	161
รูปที่ 5.74	ภาพถ่ายหน้างานเหมืองแกรนิตของบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด	162
รูปที่ 5.75	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด	162
รูปที่ 5.76	แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองบริษัท ลานนาสิกไนต์ (มหาชน) จำกัด อยู่ในเขตตำบลห้วยทราย อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	165
รูปที่ 5.77	แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองบริษัท ลานนาสิกไนต์ จำกัด ประจวบคีรีขันธ์	166
รูปที่ 5.78	ภาพถ่ายหน้าเหมืองแกรนิต (ปี 2547) ของบริษัท ลานนาสิกไนต์ จำกัด	167
รูปที่ 5.75	ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองบริษัท ลานนาสิกไนต์ จำกัด	167
รูปที่ 6.1	การเจาะหินเป็นก้อนด้วย coring machine เพื่อให้ได้แท่งหินรูปทรงกระบอก	169
รูปที่ 6.2	การกดอัดหินแกรนิตรูปทรงกระบอกด้วยเครื่องมือ point load test	170
รูปที่ 6.3	อุปกรณ์ strain gauge ที่ใช้วัดความเครียดในแท่งหินตัวอย่าง	173
รูปที่ 6.4	ภาพถ่ายแท่งหินตัวอย่าง (NX size) ขณะที่ทดสอบหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว และการเปลี่ยนรูปและปริมาตรทั้ง Young's modulus และ Poisson's ratio	173
รูปที่ 6.5	เครื่องมือทดสอบความคงทนต่อการสึกกร่อนของหินมวลรวม	174
รูปที่ 6.6	เครื่องมือ aggregate impact value apparatus เป็นการหา ค่าความคงทนต่อการกระแทกหินมวลรวม	176
รูปที่ 6.7	เครื่องมือ BPT ที่ใช้ทดสอบความต้านทานต่อการเลื่อนไถลของผิวหินมวลรวม	176
รูปที่ 6.8	การทดสอบหินเพื่อหาค่ากำลังวัสดุดึงทางอ้อมด้วยวิธี Brazilian test	178
รูปที่ 6.9	การเตรียมแท่งตัวอย่างหินที่หล่อด้วยปูนขาว ก่อนนำมาทดสอบ ด้วยเครื่องมือหาค่าดึงเฉือนโดยตรง	178
รูปที่ 6.10	เครื่องมือทดสอบหาค่ากำลังเฉือน และยังใช้หาค่าคุณสมบัติอื่นที่ใกล้เคียง	179
รูปที่ 6.11	ตัวอย่างหินแกรนิตที่ผ่านการตัดให้เป็นแผ่น slab แล้ว	202
รูปที่ 6.12	การบรรยายลักษณะหิน biotite granite เหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิต จังหวัดตาก	205
รูปที่ 6.13	การบรรยายลักษณะหิน granite เทพประทาน จังหวัดตาก	206
รูปที่ 6.14	การบรรยายลักษณะหิน biotite muscovite granite หรือหิน gneiss เหมืองชลบุรีจิตต์ประเสริฐ จังหวัดชลบุรี	207
รูปที่ 6.15	การบรรยายลักษณะหิน granodiorite เหมืองแกรนิตได้ จังหวัดตาก	208
รูปที่ 6.16	การบรรยายลักษณะหิน basaltic andesite เหมืองสยามกรีนแกรนิต จังหวัดเพชรบูรณ์	209

	หน้า
รูปที่ 6.17 การบรรยายลักษณะหิน biotite-ganite gneiss เหมือนอิตาเลียน ไทย จังหวัดชลบุรี	210
รูปที่ 7.1 การเปรียบเทียบระหว่างค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียวกับค่าการเปลี่ยนรูปและ ปริมาตร ข้อมูลพื้นฐานเป็นของ Bieniawski (1989) กับการทดสอบหิน แกรนิต โครงการวิจัยนี้	223
รูปที่ 7.2 ภาพตัวอย่างแหล่งหินแกรนิต ที่ควรมีการประเมินผลเชิงตัวเลข ให้ชัดเจนว่า แหล่งนี้เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นแหล่งสำรอง	225



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





## บทที่ 1

### บทนำ แนวโน้มอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย

ในช่วงต้นปี 2530-2534 อุตสาหกรรมก่อสร้างไทยเติบโตอย่างช้าๆ แต่มั่นคง จนกระทั่งระหว่างปี 2535-2539 ธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้างและวัสดุก่อสร้างของประเทศไทย มีการเติบโตเหมือนจรวดที่ยิงสู่อวกาศไร้การควบคุมอย่างมีขั้นตอน ซึ่งนักวิเคราะห์ในขณะนั้นได้เปรียบเทียบไว้ว่า วงจรธุรกิจดังกล่าวต้องพังลงสักวันเหมือนจรวดที่ต้องระเบิดเมื่อผู้ประกอบการไม่สามารถควบคุมได้อีกต่อไป

ในวันที่ 2 เดือนกรกฎาคม 2540 เกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ทำให้มีการลดค่าเงินบาทตามกระแสวิกฤตการณ์เศรษฐกิจโลก มีผลทำให้ค่าเงินบาทของไทยต้องอ่อนลงอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบต่อทางเศรษฐกิจต่อเนื่อง ทำให้หลายปีที่ผ่านมาภาคธุรกิจอุตสาหกรรมของไทยต่างประสบปัญหาอย่างรุนแรงในการดำเนินการ ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้างก็เช่นกันได้รับผลกระทบถึงกับหยุดชะงักติดต่อกันเป็นเวลานานหลายปี หลายโครงการต้องชะลอการก่อสร้างหรือหยุดดำเนินการก่อสร้าง จนกระทั่งเริ่มจะฟื้นตัวได้ในปี พ.ศ. 2546 เมื่อเศรษฐกิจของประเทศไทยเริ่มดีขึ้นพร้อม ๆ กับการเติบโตของธุรกิจของโลกโดยรวม

#### 1.1 สภาวะของเศรษฐกิจของประเทศไทยในปี 2547

จากเอกสารที่ทางทีมงานวิจัยรวบรวมมา เป็นเอกสารเกี่ยวข้องกับทางเศรษฐศาสตร์ของประเทศ มีทั้งที่เป็นเอกสารของคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช. หรือสภาพัฒน์) จากข่าวสารทางหนังสือพิมพ์และอินเทอร์เน็ต รวมทั้งที่ได้จากนักวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐกิจหลายสำนัก มีผลลัพธ์ที่เป็นตัวเลขแสดงสภาวะเศรษฐกิจในปี 2547 และปีถัดไป พอสรุปเป็นแนวโน้มได้ ดังหัวข้อถัดไป

##### 1.1.1 การพยากรณ์ตัวแปรเชิงเศรษฐกิจของประเทศไทยในปี 2547

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้ทำการพยากรณ์สภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทย ไว้เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2547 ซึ่งเป็นช่วงกลางปี 2547 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1.1 หน้าถัดไป ตัวเลขนัยสำคัญที่เป็นค่าจีดีพี (Gross Domestic Product: GDP) โดยใช้เป็นค่าดัชนีชี้้นำของอัตราการเติบโตสำหรับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ มีการปรับเป้าหมายลดลงเหลือเพียง 6.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าปี 2546 ที่มีค่าจีดีพีระดับ 6.7 เปอร์เซ็นต์ แต่อัตราการลงทุน

รวมของเอกชนและของรัฐสูงขึ้นกว่าปีที่แล้ว ในส่วนของดุลการค้านับว่าดีขึ้นทั้งนี้สภาวะของดัชนีราคาผู้บริโภคและเงินเฟ้อ มีค่าสูงขึ้นกว่าปี 2546 เล็กน้อย

ตารางที่ 1.1 การประมาณการเศรษฐกิจของประเทศไทย ปี 2546-2547

(คัดลอกจาก 2004 Mid-Year Economic Review, Bangkok Post)

รายการ	ประมาณการปี 2546	ประมาณการปี 2547	
		แนวโน้ม	เป้าหมาย
จีดีพี	6.7 %	6.0 %	7.0 %
การลงทุนรวม	11.7%	17.7 %	18.0 %
- เอกชน	17.9 %	20.5 %	21.0 %
- รัฐ	- 2.3 %	10.0 %	10.0 %
การบริโภครวม	5.6 %	6.4 %	6.4 %
- เอกชน	6.3 %	6.2 %	6.2 %
- รัฐ	1.1 %	8.0 %	8.0 %
การส่งออก (พันล้านดอลลาร์)	78.4	95.3	96.0
ขยายตัว	18.6 %	21.5 %	22.4 %
การนำเข้า (พันล้านดอลลาร์)	74.2	92.8	93.0
ขยายตัว	17.1 %	25.0 %	25.3 %
ดุลการค้า (พันล้านดอลลาร์)	4.2	2.5	2.4
ดุลบัญชีเดินสะพัด (พันล้านดอลลาร์)	8.0	6.5	7.8
ดุลบัญชีเดินสะพัดต่อจีดีพี	5.6 %	4.1%	4.6%
เงินเฟ้อ (%)			
ดัชนีราคาผู้บริโภค	1.8 %	2.2 %	2.5 %
GDP Deflator	2.5-2.8 %	2 %	2%
ที่มา : สภาพัฒน์	หน่วยดอลลาร์เป็นของสหรัฐอเมริกา		

ผลการวิเคราะห์เพิ่มเติมจากตัวเลขดัชนีต่าง ๆ แสดงว่า เศรษฐกิจประเทศไทยในกลางปี 2547 จนถึงปลายปี 2547 น่าจะฟื้นตัวจากผลกระทบหลายปัจจัย ทั้งจากโรคซาร์ส ไข้หวัดนก ราคาเฉลี่ย

น้ำมันดิบที่สูงขึ้นกว่าต้นปี 2547 ทั้งนี้อาศัยปัจจัยการลงทุนภายในประเทศในส่วนของภาครัฐกับภาคเอกชนที่มีการลงทุนเพิ่มสูงกว่าปี 2546 เป็นประเด็นสำคัญ

### 1.1.2 แนวโน้มของเศรษฐกิจโลกในปี 2547

หากวิเคราะห์แนวโน้มทางเศรษฐกิจระหว่างปี 2546-2547 ที่ระบุในตารางที่ 1.2 พบว่า ในทุกประเทศยกเว้นประเทศญี่ปุ่น ดัชนีตัวเลขเชิงเศรษฐกิจของทุกประเทศจะขยายตัวในอัตราที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่ใช้เงินยูโร มีอัตราทางเศรษฐกิจที่เพิ่มสูงกว่า 3 เท่าตัว จากค่าที่ 0.5% ใน ปี 2546 เป็น 1.8% ในปี 2547 ตามลำดับ ส่วนประเทศที่มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจขึ้นอย่างชัดเจนคือประเทศออสเตรเลียและสหรัฐอเมริกา เป็นที่น่าสังเกตว่าไม่มีนักพยากรณ์คนใดคาดว่าเศรษฐกิจในประเทศหลัก ๆ ของโลกจะถดถอย (ขยายตัวติดลบ) เลยในปี 2547

ตารางที่ 1.2 แนวโน้มของเศรษฐกิจโลกที่คาดการณ์ไว้ระหว่างปี 2546-2547

(คัดลอกจาก เอกสาร Economy Review-Bangkok Post หน้า 96)

ประเทศ	การขยายตัวทางเศรษฐกิจ (%)		เงินเฟ้อ (%)		ดุลบัญชีเดินสะพัด (% ของ GDP)	
	2546	2547	2546	2547	2546	2547
ออสเตรเลีย	2.6	3.8	2.8	2.3	-5.7	-4.9
อังกฤษ	2.0	2.7	2.7	2.5	-1.9	-1.7
สหภาพยุโรป	0.5	1.8	2.0	1.6	0.4	0.5
สหรัฐอเมริกา	2.9	4.2	2.3	1.5	-5.1	-5.3
ญี่ปุ่น	2.6	2.0	-0.2	-0.2	2.9	2.9

ถ้าหากวิเคราะห์ดูตัวเลขเงินเฟ้อ (วัดจากการเพิ่มขึ้นของดัชนีผู้บริโภค) พบว่าเงินเฟ้อมีแนวโน้มลดลงทุกประเทศที่ระบุในตารางที่ 1.2 เมื่อเปรียบเทียบปี 2546 กับปี 2547 โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นถึงแม้ว่าอัตราเงินเฟ้อจะยังคงติดลบแต่ก็ติดลบน้อยลง

หากพิจารณาจากค่า 2 ตัวแปรดังกล่าว คือ การขยายตัวทางเศรษฐกิจและเงินเฟ้อ สามารถสรุปได้ว่าเศรษฐกิจโลกจะขยายตัวมากขึ้นแต่เงินเฟ้อจะลดลง ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดีมาก เว้นแต่กรณีของประเทศญี่ปุ่นที่การขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มที่ลดลงและปัญหาเงินเฟ้อติดลบ ยังคงมีอยู่

### 1.1.3 แนวโน้มเศรษฐกิจของประเทศในช่วงต้นปีงบประมาณ 2548

ในปลายปี 2547 ประเทศไทยเผชิญปัญหาทางเศรษฐกิจหลายเรื่อง นับตั้งแต่ปัญหาต่อเนื่องของไข้หวัดนกกับความไม่สงบใน 3 จังหวัดภาคใต้ ปัญหาเรื่องระดับราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงมาตลอดเวลาเกือบ 1 ปี และท้ายสุดปัญหาผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินในแถบทะเลอันดามันที่เกิดคลื่นสึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 กับภาวะภัยแล้งในปี 2548 นี้

ตารางที่ 1.3 เป็นการแถลงข่าวโดยธนาคารแห่งประเทศไทย แสดงให้เห็นว่า ในเดือนมกราคม 2548 ประเทศไทยมีการขาดดุลการค้าเนื่องจากการนำเข้าสูงถึง 9,170 ล้านดอลลาร์ที่ทำให้มีขนาดดุลบัญชีเดินสะพัดเป็นมูลค่าสูงที่สุดนับตั้งแต่เดือนเมษายน ปี 2540 เป็นต้นมา นั่นคือไทยขาดดุลถึง 942 ล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกา ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปัญหาการส่งออกที่ชะลอตัว

### ตารางที่ 1.3 ตัวเลขนัยสำคัญเชิงเศรษฐกิจของประเทศในช่วงต้นปีงบประมาณ 2548

(คัดลอกจากหนังสือพิมพ์ Bangkok Post ฉบับวันที่ 1 มีนาคม 2548)

ตารางที่ 1.3 ก. ดัชนีเชิงกิจกรรมและราคา (activity and prices) - หน่วยเป็น % ที่เทียบปีต่อปี

รายการ	ตุลาคม 2547	พฤศจิกายน 2547	ธันวาคม 2547	มกราคม 2548
ดัชนี manufacturing product	8.9	11.7	5.3	3.9
ดัชนี industrial capacity utilization	71.1	70.4	71.9	71.2
ดัชนี consumer price	3.5	3.0	2.9	2.7

ตารางที่ 1.3 ข. บัญชีขัณฑ์ภายนอก (external accounts) - หน่วยเป็นล้านเหรียญสหรัฐ

รายการ	ตุลาคม 2547	พฤศจิกายน 2547	ธันวาคม 2547	มกราคม 2548
การส่งออก (exports)	8,909	8,707	8,378	7,698
% การขยายตัว	22.1	22.0	16.7	11.6
การนำเข้า (imports)	8,257	8,785	8,565	9,170
% การขยายตัว	15.2	33.5	7.0	33.6
ดุลการค้า (trade balance)	652	-78	813	-1,475
ดุลบัญชีเดินสะพัด (current account balance)	1,065	591	1,369	-942

## 1.2 สถานะของเศรษฐกิจประเทศไทยในอนาคต

การคาดการณ์ความสามารถในการแข่งขันในระดับโลก (world competitiveness) ซึ่งเป็นข้อมูลเสริมทางด้านความสามารถในการพัฒนาของประเทศไทยเมื่อเทียบกับประเทศอื่น มีการกำหนดค่าอันดับ (rank) ไว้ โดยอาศัยตัวแปรหลักที่เป็นข้อมูลความสามารถของบุคลากร ผลิตภัณฑ์มวลรวม และนโยบายการพัฒนาเชิงเศรษฐกิจ

ประเทศไทยในปี 2546-2547 มีการจัดอันดับไว้ในเว็บไซต์ (web site) และระบุคะแนนที่ใช้วัดความสามารถในการแข่งขันชื่อ <http://www01.imd.ch/wcy/ranking/> ประเทศไทยถูกจัดไว้ในอันดับที่ 29 จาก 60 อันดับ นับว่าดีขึ้นมาจากปี 2546 ที่ได้อันดับที่ 30 และปี 2545 ที่ได้อันดับ 31

ค่าตัวเลขของคะแนนที่วัดมีชื่อเรียกว่า competitiveness scoreboard มีค่าที่ 68.235 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศข้างเคียง ประเทศไทยมีอันดับสูงกว่าประเทศฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย เกาหลีใต้และอินเดีย (ประเทศพม่า กัมพูชาและลาว ไม่มีการจัดอันดับ) แต่ตัวเลขอันดับของประเทศไทยยังต่ำกว่าประเทศ จีน มาเลเซีย ไต้หวัน ญี่ปุ่น และฮ่องกง ประเทศที่มีค่าตัวเลข competitiveness scoreboard สูงสุดที่ 100 ถูกจัดเป็นอันดับ 1 คือ ประเทศสหรัฐอเมริกา และอันดับ 2 รองลงมา เป็นประเทศสิงคโปร์ ส่วนประเทศแคนาดา และออสเตรเลีย มีอันดับที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ในส่วนประเทศที่ได้อันดับต่ำสุด คือ 59 กับ 60 ได้แก่ ประเทศอาร์เจนตินา และ เวเนซุเอลา ตามลำดับ

ข้อมูลเพิ่มเติมของเศรษฐกิจไทยคัดลอกมาจากบทสรุปงานสัมมนา “แนวโน้มธุรกิจและยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจไทย ปี 2547 : Thailand Business Forum” ซึ่งจัดขึ้นโดยสภาหอการค้าไทยที่ยอมรับว่าเศรษฐกิจของไทยเริ่มดีขึ้นแล้ว สืบเนื่องจากยอดส่งออกที่เพิ่มขึ้น เงินทุนต่างประเทศไหลเข้าประเทศอย่างต่อเนื่อง ฐานะเงินคงคลังแข็งแกร่งถึง 130,000 ล้านบาท ในขณะที่มูลค่าตลาดหลักทรัพย์สูงถึง 3.9 ล้านล้านบาท มีมูลค่าการซื้อขายต่อวันถึง 20,000-30,000 ล้านบาท ซึ่งเป็นสัญญาณที่ดีว่าเศรษฐกิจของไทยกำลังจะดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นภาคอสังหาริมทรัพย์ ทำให้มีการจ้างงานเพิ่ม คนมีรายได้ ก่อให้เกิดการจับจ่ายใช้สอยเพิ่มขึ้น รวมถึงนโยบายรัฐบาลที่กระตุ้นเศรษฐกิจระดับรากหญ้า ช่วยปลดหนี้คนยากจน จึงทำให้เศรษฐกิจโดยภาพรวมดีขึ้น นอกจากนี้ในเดือนกันยายน 2547 ประเทศไทยมีหนี้ลดลงจาก 3 ปีที่แล้วเกือบ 80,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกา เหลืออยู่ต่ำกว่า 50,000 ล้านดอลลาร์ เงินสำรองของประเทศก็เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย จากในช่วงปี 2540-2541 ที่มีเงินสำรองน้อยมาก จนในปี 2547 เงินสำรองมีถึง 43,000 ล้านดอลลาร์ แสดงว่าเครดิตประเทศไทยกำลังได้รับการเพิ่มอันดับสูงขึ้นเป็นระยะ ๆ

### 1.3 สถานะเศรษฐกิจของงานก่อสร้างปัจจุบัน

ศูนย์พยากรณ์เศรษฐกิจและธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย มีการแถลงผลการคัดเลือกอุตสาหกรรมดีเด่นของปี 2547 ปรากฏว่า อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์ถูกจัดอันดับที่ 3 อุตสาหกรรมก่อสร้างและวัสดุก่อสร้างตามมาเป็นอันดับ 4 ทั้งนี้โดยใช้อันดับประกอบในมิติต่างๆ ที่มีผลทำให้อุตสาหกรรมนั้นๆ มีแนวโน้มอัตราการขยายตัวสูงขึ้นมาใช้พิจารณาคัดเลือก โดยองค์ประกอบดังกล่าวคือ

1. อุตสาหกรรมนั้นมีความสำคัญต่อประเทศไทย
2. ผลประกอบการและผลกำไรของบริษัทในกลุ่มนั้นที่แสดงต่อตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย
3. อัตราการขยายตัว / หดตัว ของอุตสาหกรรมนั้น โดยพิจารณาจากปริมาณการจำหน่ายดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม และอัตราการใช้กำลังผลิต
4. โอกาสในการดำเนินธุรกิจของอุตสาหกรรมนั้น เช่น เป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับผลกระทบบวกจากนโยบายรัฐบาลหรือไม่ หรือได้รับการสนับสนุนจากสถาบันการเงินภาคเอกชนอื่นๆ หรือไม่

อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์คาดว่าขยายตัวได้ประมาณ 10% โดยมาจากปัจจัยสำคัญคือความต้องการที่อยู่อาศัยยังคงสูง แม้จะสะดุดบ้างจากการที่รัฐบาลยุติการอุดหนุนภาคอสังหาริมทรัพย์ โดยให้กลับไปเก็บภาษีและค่าธรรมเนียมการโอนในอัตราเดิม จากที่เคยยกเว้นมาหลายปีนับจากวิกฤตเศรษฐกิจ ซึ่งจะทำให้ราคาบ้านปรับเพิ่มขึ้นประมาณ 5% และการใช้การประเมินราคาที่ดินในระบบใหม่ รวมทั้งราคาวัสดุก่อสร้างที่ปรับราคาขึ้นก่อนหน้านี้ แต่นักเศรษฐกิจยังมีความมั่นใจต่อภาพรวมเชิงเศรษฐกิจว่าจะทำให้เกิดการลงทุนในภาคทรัพย์สินถาวรมากขึ้น โดยวิเคราะห์จากอัตราพื้นที่ว่างของคอนโดมิเนียมลดลงเหลือ 10% และนโยบายของรัฐที่ต้องการสร้างที่อยู่อาศัยให้ได้จำนวน 1 ล้านหน่วย

ดังนั้นอุตสาหกรรมก่อสร้างและวัสดุก่อสร้างคาดว่าจะดีขึ้น เพราะได้รับแรงหนุนจากการก่อสร้างภาครัฐหลายโครงการ เช่น สนามบินสุวรรณภูมิ เมืองไอที จ.ภูเก็ต โครงการรถไฟฟ้า และโครงการใหญ่ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2547 เช่น การตัดถนนสายใหม่ การสร้างทางยกระดับ การสร้างรถไฟใต้ดิน ถนนเชื่อมกับสนามบินสุวรรณภูมิ การสร้างที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อย เป็นต้น ส่วนเอกชนก็กำลังขยายโรงงานใหม่เพื่อผลิตสินค้ามากขึ้น การใช้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นไปอยู่ที่ระดับ 70% จึงต้องมีการวางแผนขยายโรงงาน ขณะที่ความต้องการจากภาคอสังหาริมทรัพย์ใน

กลุ่มบ้านเดี่ยวและจัดสรรยังมีอยู่มาก การลงทุนจากทั้งภาครัฐและภาคเอกชนดังกล่าวช่วยส่งผลดีต่อภาคธุรกิจที่เกี่ยวข้องเนื่องกับวัสดุก่อสร้างทุกประเภท โดยนักวิเคราะห์คาดว่าภาพรวมน่าจะเติบโตที่ประมาณ 15%



รูปที่ 1.1 โครงการก่อสร้างระบบเครือข่ายทางด่วน  
รามอินทรา - อจณรงค์



รูปที่ 1.2 โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 302  
เกษตรศาสตร์ - แคราย ชั้นที่ 2



รูปที่ 1.3 โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดิน

ที่มารูปภาพ : <http://www.ckplc.com>

ในส่วนภาครัฐเองก็มีโครงการที่จะเริ่มสร้างสาธารณูปโภคใหม่ๆ ขนาดหลายพันล้านบาทเป็นจำนวนหลายโครงการในปี นี้ รวมถึงโครงการระบบขนส่งมวลชนและระบบทางด่วน เช่นโครงการก่อสร้างทางรถไฟสายใหม่ 7 สาย ความยาวทั้งหมด 248 กิโลเมตร ภายในปี พ.ศ. 2553 เพื่อเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างกรุงเทพฯ ชั้นในและเขตชานเมือง ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนใช้รถยนต์ส่วนบุคคลน้อยลงและลดปัญหาการจราจรติดขัดในเขตเมือง โดยจะเริ่มทำการสำรวจเพื่อสร้างทางรถไฟสายใหม่ 2 สายแรกในปลายปี พ.ศ. 2547



รูปที่ 1.4 งานก่อสร้างปรับปรุงคุณภาพดิน ทางวิ่ง ทางขับ ฝั่งตะวันตก และลานจอดอากาศยาน  
ถ่ายเมื่อวันที่ 4 สิงหาคม 2547 (ที่มา : <http://www.suvarnabhumiairport.com>)



รูปที่ 1.5 งานก่อสร้างปรับปรุงคุณภาพดิน ทางวิ่ง ทางขับ ฝั่งตะวันตกและลานจอดอากาศยาน  
ถ่ายเมื่อวันที่ 21 มกราคม 2548 (ที่มา : <http://www.suvarnabhumiairport.com>)





รูปที่ 1.6 งานก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร ถ่ายเมื่อวันที่ 3 กันยายน 2547  
(ที่มา : <http://www.suvarnabhumiairport.com>)



รูปที่ 1.7 งานก่อสร้างถนนยกระดับด้านหน้าอาคารผู้โดยสาร  
ถ่ายเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2547  
(ที่มา : <http://www.suvarnabhumiairport.com>)

โครงการก่อสร้างทางด่วนสายใหม่ 2 สาย ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย ภายในปี พ.ศ. 2551 สายแรกเป็นทางด่วนเชื่อมถนนรามอินทรา กับถนนวงแหวนสายตะวันออก จำนวนเงินลงทุน 13.7 พันล้านบาท และสายที่สองเป็นโครงการก่อสร้างทางด่วนขั้นที่ 3 จำนวนเงินลงทุน 21.5 พันล้านบาท เพื่อเป็นเส้นทางเชื่อมการเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปนครราชสีมาและนครนายก นับเป็นการสนองต่อนโยบายของรัฐบาลที่จะสร้างเมืองใหม่ขั้นที่สองจังหวัดดังกล่าว

โครงการวางโครงข่ายจราจรตามแนวตะวันออก-ตะวันตก ทั้งการก่อสร้างทางด่วน ทางรถไฟ และถนนเลียบริมทางรถไฟ (local road) ตามนโยบายรัฐบาลในการแก้ปัญหาจราจรและเชื่อมต่อโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนของ กรุงเทพฯ ให้เกิดประสิทธิภาพ โดยสำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและการขนส่ง (สนข.) มูลค่ากว่า 400,000 ล้านบาท ให้แล้วเสร็จภายใน 6 ปี ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหารถจราจรแบบบูรณาการทั้งระบบ เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการแก้ปัญหาจราจรให้ได้ผลเป็นรูปธรรมภายใน 6 ปี



รูปที่ 1.8 – 1.9 โครงการก่อสร้างทางด่วนยกระดับ บางนา – บางพลี – บางปะกง

ที่มารูปภาพ : <http://www.ckplc.com>

ข้อมูลทั่วไปในขณะนี้ มีแนวโน้มว่า อนาคตอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทยกำลังอยู่ในภาวะฟื้นตัวดีขึ้น โดยลำดับเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 และน่าจะเติบโตดีขึ้นอย่างต่อเนื่องอีกหลายปี เห็นได้จากโครงการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นของรัฐหรือเอกชนต่างทยอยเปิดและดำเนินโครงการซึ่งก็ได้รับการตอบรับอย่างดี เนื่องจากเศรษฐกิจของไทยและของโลกอยู่ในสถานะที่ดีขึ้น ประชาชนมีอำนาจในการใช้จ่ายเงินมากขึ้น อีกทั้งนโยบายเศรษฐศาสตร์มหภาคของรัฐบาลที่เข้ามาสนับสนุนและส่งเสริมในภาคอสังหาริมทรัพย์ โครงการก่อสร้างสาธารณูปโภคขนาดใหญ่หลายโครงการจึงมีแผนที่จะก่อสร้างตามมาเรื่อยๆ เพื่อให้สามารถรองรับการขยายเมืองและพัฒนาประเทศให้เท่าเทียมกับประเทศอื่นในภูมิภาคเดียวกัน ดังนั้นการลงทุนในส่วนของการอุตสาหกรรมก่อสร้างและธุรกิจวัสดุก่อสร้างจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่ง



## บทที่ 2

### วัสดุหินมวลรวม (Rock Aggregate Materials)

หินที่ใช้เป็นส่วนผสมในมวลสารของโครงสร้างสิ่งก่อสร้าง มีชื่อเรียกว่าหินมวลรวม (rock aggregates) หรือเรียกว่าหินอุตสาหกรรม หินมวลรวมจัดเป็นวัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้ในงานก่อสร้าง สาธารณูปโภคพื้นฐานของทั้งภาครัฐและเอกชน และจะอยู่ในหลายรูปแบบ เช่นเป็น หินย่อย, หินคลุก หรือหินโรยทางรถไฟ

หินมวลรวมหรือหินอุตสาหกรรม (rock aggregates) มีบทบาทสำคัญมากต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างทั้งในการออกแบบและการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นถนน อาคาร สะพาน หรือสนามบิน ทั้งนี้เพราะหินมวลรวมเป็นส่วนผสมที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการก่อสร้าง สำหรับโครงสร้างคอนกรีตจะต้องมีหินมวลรวมเป็นส่วนผสมสูงถึง 68-85% ส่วนในโครงสร้างแอสฟัลต์จะต้องมีหินมวลรวมเป็นส่วนผสมสูงถึง 92-96% ดังนั้นหินมวลรวมจึงนับเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดที่ส่งผลโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ก่อนที่จะใช้หินมวลรวมในงานก่อสร้างจำเป็นต้องมีการพิจารณาคัดเลือกหินให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ ทั้งในเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี หินมวลรวมที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติที่สามารถทำให้ได้คอนกรีตมีคุณสมบัติใช้งานตามที่ต้องการได้ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องการให้ได้คอนกรีตสดใหม่และแข็งแรง

เนื่องจากหินมวลรวมที่ใช้ในการก่อสร้างมีหลายรูปแบบ อีกทั้งการนำมาใช้งานในเชิงวิศวกรรมก็มีหลายประเภท ตั้งแต่การใช้เป็นฐานรากของสิ่งก่อสร้าง ทำพื้นถนน ก่อสร้างอาคาร เขื่อน อุโมงค์ และสิ่งก่อสร้างอื่นๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการให้คำนิยามของหินมวลรวมแต่ละประเภทขึ้น

#### 2.1 นิยามของมวลรวม

มวลรวมที่ประกอบเป็นส่วนผสมในมวลสารของสิ่งก่อสร้าง หรือเรียกชื่อภาษาอังกฤษว่า construction aggregates จัดเป็นส่วนผสมในมวลสาร นิยามของมวลรวม (aggregates) คือ ส่วนผสมระหว่างทราย, กรวด, หินย่อย, กากแร่ และองค์ประกอบของแร่ชนิดต่างๆ ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับวัสดุเชื่อมประสานอื่นๆ แล้วจะเป็นวัสดุที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้างมากมาย

ในส่วนที่เป็นหินมวลรวม (rock aggregates) สามารถจัดประเภทตามแหล่งกำเนิด ได้แก่ หินมวลรวมจากธรรมชาติ หมายความว่า หินมวลรวมที่ได้จากแหล่งสะสมตัวตามธรรมชาติ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงดั้งเดิมของหินมวลรวมระหว่างการผลิต ยกเว้นจากการบด, การแยกขนาด, การคัดขนาด และการล้าง เช่น หินบดย่อย, กรวด และทรายซึ่งเป็นที่นิยมใช้ทั่วไป นอกจากนี้ยังรวมถึงหินภูเขาไฟ, เปลือกหอย, แร่เหล็ก และหินปูน นอกจากนี้ยังมีหินมวลรวมที่ได้จากกระบวนการผลิต หรือจากการสังเคราะห์ เช่น กากของเสียจากเตาปฏิกรณ์, ตะกรันจากเตาถลุงเหล็ก, ดินเหนียว, หินดินดาน และหินมวลเบา

## 2.2 ประเภทของมวลรวมในงานก่อสร้าง

มวลรวมธรรมชาติหรือที่มีการผลิตขึ้น และใช้เป็นส่วนผสมในมวลสารของโครงสร้างสิ่งก่อสร้าง มีหลายประเภทและหลายขนาด ชื่อเรียกสำหรับมวลรวมในงานก่อสร้าง (construction aggregates) มีดังนี้

- 1) มวลรวมหยาบ (coarse aggregate) ปกติ เป็นหินที่โม่บดย่อยหลังจากบดย่อยแล้วนำไปร่อนอนุภาคจะค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 (อิงตาม U.S. standard sieve size) หรือมีขนาดของอนุภาค 0.187 นิ้ว (4.75 มม.)
- 2) มวลรวมละเอียด (fine aggregate) ปกติ เป็นหินที่โม่บดย่อยขนาดเล็กหรือเป็นหินฝุ่นที่มีขนาดผ่านตะแกรงขนาด 3/8 นิ้ว (9.50 มม.) ทั้งนี้ส่วนใหญ่จะผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มม.) แต่จะค้างบนตะแกรงเบอร์ 200 (75 ไมครอนหรือ 0.075 มม.)
- 3) กรวด (gravel) ปกติ เป็นหินที่โม่บดย่อยแล้วอนุภาคค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มม.) ทั้งนี้เกิดจากการแตกหักและขัดสีของหินตามกระบวนการธรรมชาติ และเกิดจากกระบวนการผุกร่อนของกรวดขนาดใหญ่
- 4) ทราย (sand) คือ อนุภาคขนาดเล็กซึ่งผ่านตะแกรงขนาด 3/8 นิ้ว (9.50 มม.) ทั้งนี้ส่วนใหญ่จะผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มม.) แต่จะค้างบนตะแกรงเบอร์ 200 (75 ไมครอน) อนุภาคเหล่านี้จะเกิดจากการแตกหักและขัดสีของหินที่มีสารซิลิกาสูงตามกระบวนการธรรมชาติ และกระบวนการผุกร่อนของหินทราย
- 5) กรวดชายฝั่ง (bank gravel) คือ กรวดซึ่งเกิดจากการสะสมตัวตามธรรมชาติ มักจะพบปะปนอยู่กับทรายและดินเหนียว ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกต่างกันตามขนาดของอนุภาคที่มาปะปนคือ gravelly clay, gravelly sand, clayey gravel และ sandy gravel
- 6) กรวดแตก (crushed gravel) คือ กรวดซึ่งเกิดจากการทำให้แตกออกมาจากเนื้อวัสดุอื่น ทั้งนี้จะต้องมีหน้าแตกหน้าหนึ่งเป็นเนื้อของวัสดุเดิมนั้น

- 7) หินแตก (crushed stone) คือ หินซึ่งเกิดจากการทำให้แตกออกจากหินก้อนขนาดใหญ่, หินกรวดมน หรือหินขนาดเล็กตามธรรมชาติ ทั้งนี้จะต้องมีหน้าแตกหน้าหนึ่ง เป็นเนื้อของวัสดุเดิมนั้น

## 2.3 ชื่อเรียกของขนาดหินที่เกิดจากการโม่บดย่อย

ขนาดของหินย่อยที่มีการซื้อขายตามโรงโม่หินในประเทศไทย มีการเรียกชื่อแตกต่างกันไปตามภูมิภาคของประเทศ แต่ชื่อที่นิยมใช้เรียกตามลักษณะที่เป็นหินที่ผลิตจากการบดย่อยและกองตามหน้าโรงโม่บดย่อย มีดังนี้

- 1) หินฝุ่น คือ ขนาดอนุภาคของหินตั้งแต่เป็นฝุ่น (น้อยกว่า 0.075 มม.) จนถึง 5 มม. หินประเภทนี้ใช้ทำเป็นอิฐบล็อก โยบบนพื้นถนนลาดยาง และใช้ในการผสมคอนกรีต
- 2) หินเกล็ด คือ ขนาดอนุภาคของหินตั้งแต่ 5-10 มม. หรือมีขนาดระหว่าง 1/4 - 3/8 นิ้ว หรือมีขนาดระหว่าง 3/16 - 3/8 นิ้ว ซึ่งขนาดของหินประเภทนี้จะไม่ค่อยคงที่นัก
- 3) หินเบอร์หนึ่ง หินขนาดนี้แบ่งออกได้เป็นหลายช่วง ตั้งแต่อนุภาคระหว่าง 3/8-3/4 นิ้ว หรือขนาดระหว่าง 1/4 - 3/8 นิ้ว แต่โดยรวมจะอยู่ระหว่าง 10-20 มม. หินประเภทนี้ใช้ทำถนน สะพาน สนามบิน และที่อยู่อาศัย หินเบอร์หนึ่งจึงเป็นที่ต้องการของตลาดมากที่สุด และมีราคาสูงกว่าหินประเภทอื่น
- 4) หินเบอร์สอง หินขนาดนี้แบ่งออกได้เป็นหลายช่วง ตั้งแต่อนุภาคระหว่าง 3/4-1 นิ้ว หรือขนาดระหว่าง 7/8 - 1 1/8 นิ้ว แต่โดยรวมจะอยู่ระหว่าง 20-25 มม. หินประเภทนี้ใช้ทำถนน พื้นดึกที่อยู่อาศัย และผสมในงานคอนกรีต

## 2.4 คุณสมบัติพื้นฐานของมวลรวมในงานก่อสร้าง

หินอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น หินปูน หินดินดาน ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซีเมนต์ และยังมีการใช้หินอุตสาหกรรมในงานก่อสร้างหลายรูปแบบ เช่น ใช้เป็นมวลรวมในงานถนน ในงานผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทำคอนกรีต หรือทำหินโรยทางรถไฟ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบลักษณะพื้นฐานของหินที่เป็นมวลรวม ตามคุณสมบัติของหินเชิงกายภาพ เชิงเคมี และเชิงกล

### 2.4.1 คุณสมบัติเชิงกายภาพ (physical properties)

คุณสมบัติเชิงกายภาพในงานก่อสร้าง เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับขนาดมิติ สัดส่วนในของผสม หรือการยินยอมให้ของเหลวจั่งในช่องว่างหรือการยินยอมให้ของเหลวซึมผ่าน เป็นต้น

### 1. ขนาดของอนุภาค (particle size)

หินอุตสาหกรรมที่ผ่านกระบวนการไม่บดย่อยแล้วก่อนที่จะนำไปใช้งาน จำเป็นต้องมีการคัดขนาดของอนุภาคก่อน ซึ่งทำโดยใช้ตะแกรง (sieve) ช่วยในการคัดขนาด ตัวอย่างในตารางที่ 2.1 เป็นผลงานที่ National Stone Association ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Marek, 1996) เรียกชื่อตะแกรง โดยตัดแปลงจาก ASTM-E 11: Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes ใน 2 คอลัมน์แรกของตาราง 2.1 เป็นการเรียกชื่อตะแกรงที่อิงตามช่องตะแกรง (2 รูปแบบ) และในคอลัมน์ที่ 3-4 เป็นขนาดช่องว่างของตะแกรงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมมุติให้อนุภาคที่ผ่านรูตะแกรงมีลักษณะอนุภาคเป็นทรงกลม ค่าขนาดของอนุภาคที่แสดงในคอลัมน์ที่ 3-4 จึงเป็นค่าของ nominal diameter (2 รูปแบบ)

### 2. ขนาดใหญ่สุดของอนุภาค (largest particle size)

ขนาดใหญ่สุด (สูงสุด) ของอนุภาค คือ ขนาดต่ำสุดของตะแกรงที่ยอมให้อนุภาคหินมวลรวมผ่านได้ เช่น ขนาดใหญ่สุดของตะแกรงขนาด 3/4-1/2 นิ้ว คือ 3/4 นิ้ว

ขนาดใหญ่สุดของอนุภาคหินมวลรวม เป็นคุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของคุณสมบัติของส่วนผสมบางชนิดในคอนกรีต เช่น ถ้าหินย่อยมีขนาดใหญ่กว่า 0.5 นิ้ว จะช่วยให้กำลังของวัสดุและการต้านการลื่นไถลของล้อรถยนต์ต่อพื้นถนนดีขึ้น แต่การต้านต่อการเลื่อนไถลมีผลให้เกิดการเสียดสีของล้อกับพื้นถนนสูงขึ้น ดังนั้นยางของล้อรถยนต์จึงเกิดการสึกกร่อนมากขึ้น

### 3. พื้นผิว (surface) ของหินมวลรวม

พื้นผิวของมวลหินย่อยที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างมักเป็นผิวขรุขระ กำลังวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตมักสูงขึ้นถ้ามวลหินย่อยมีพื้นผิวขรุขระ หินย่อยที่ผ่านจากโรงโม่มีพื้นผิวหลายแบบ ตั้งแต่ผิวลื่นจนถึงผิวขรุขระ เมื่อนำมาผสมซีเมนต์คอนกรีต มวลรวมที่มีผิวขรุขระจะมีการยึดติดที่ดีกว่า

### 4. รูปร่าง (shape) ของหินมวลรวม

ลักษณะที่ดีที่สุดของหินมวลรวม คือ รูปทรงลูกบาศก์ เนื่องจากเมื่อนำไปผสมในงานคอนกรีตจะทำให้การผสมกับวัสดุประสาน (binder) ง่ายขึ้น และการเกาะตัวกันของอนุภาคดีขึ้น มีผลทำให้กำลังวัสดุเสี้ยนของส่วนผสมคอนกรีตมีค่าสูงขึ้น ในขณะที่หินมวลรวมที่มีลักษณะเรียวยาวและแบนจะก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องการแตกหักของอนุภาค, การสูญเสียความแข็งแรง และการแตกตัว ดังนั้นหินมวลรวมที่มีมุมเหลี่ยมจึงเป็นที่ต้องการมากกว่าหินมวลรวมที่เป็นทรงกลมมน

ตารางที่ 2.1 การเรียกชื่อตะแกรงและขนาดของอนุภาคที่ผ่านช่องว่างตะแกรง  
(อิงตาม ASTM standards และ U.S. sieve size)

ชื่อเรียกขนาดตะแกรง		ช่องว่างที่เท่ากับขนาดอนุภาค (นิ้ว)	ช่องว่างที่เท่ากับขนาดอนุภาค (มม.)
มาตรฐานสากล	มาตรฐานอเมริกัน		
75 mm	3 in.	3	76.2
63 mm	2 1/2 in.	2.5	63.5
50 mm	2 in.	2	50.8
37.5 mm	1 1/2 in.	1.5	38.1
25.0 mm	1 in.	1	25.4
19.0 mm	3/4 in.	0.750	19.05
16.0 mm	5/8 in.	0.625	15.88
12.5 mm	1/2 in.	0.500	12.7
9.5 mm	3/8 in.	0.375	9.53
6.3 mm	1/4 in.	0.250	6.35
4.75 mm	No. 4	0.187	4.75
3.35 mm	No. 6	0.132	3.35
2.36 mm	No. 8	0.0937	2.38
2.00 mm	No. 10	0.0787	2.00
1.70 mm	No. 12	0.0661	1.68
1.18 mm	No. 16	0.0469	1.19
850 $\mu\text{m}$	No. 20	0.0331	0.841
600 $\mu\text{m}$	No. 30	0.0234	0.594
425 $\mu\text{m}$	No. 40	0.0165	0.419
300 $\mu\text{m}$	No. 50	0.0117	0.297
250 $\mu\text{m}$	No. 60	0.0098	0.249
212 $\mu\text{m}$	No. 70	0.0083	0.211
150 $\mu\text{m}$	No. 100	0.0059	0.150
125 $\mu\text{m}$	No. 120	0.0049	0.124
106 $\mu\text{m}$	No. 140	0.0041	0.104
75 $\mu\text{m}$	No. 200	0.0029	0.074
53 $\mu\text{m}$	No. 270	0.0021	0.053
45 $\mu\text{m}$	No. 325	0.0017	0.043
38 $\mu\text{m}$	No. 400	0.0015	0.038

อย่างไรก็ตาม ระดับปริมาณการใช้หินมวลรวมที่มีลักษณะอนุภาคเรียวยาวและแบนที่ยอมรับได้นั้น ในส่วนผสมทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 10-30% ในส่วนผสมคอนกรีตแอสฟัลต์อยู่ระหว่าง 8-20% และในส่วนผสมคอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประมาณ 20%

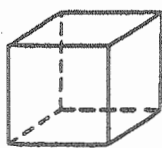
นอกจากนี้รูปร่างของหินมวลรวมยังมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของส่วนผสมคอนกรีต ในขณะที่คอนกรีตยังไม่แห้งและแข็งตัว มากกว่าในส่วนผสมคอนกรีตที่แห้งและแข็งตัวแล้ว ดังนั้นปัจจัยในแง่รูปร่างของหินมวลรวมจึงต้องคำนึงถึงด้วย มวลรวมที่มีผิวหยาบ และมีรูปร่างแบนยาว จะต้องการปูนซีเมนต์ในส่วนผสมคอนกรีตมากกว่ามวลรวมรูปร่างกลมหรือเหลี่ยม

#### ก. ดัชนีความแบน (flakiness index)

ดัชนีความแบน คือ ค่าอัตราส่วนของระยะความกว้างต่อความหนาของอนุภาคหินมวลรวม ถ้าดัชนีมีค่าสูง หมายถึง อนุภาคมีความแบนมาก

#### ข. ดัชนีความเรียวยาว (elongation index)

ดัชนีความเรียวยาว คือ ค่าอัตราส่วนของระยะความยาวต่อความกว้างของอนุภาคหินมวลรวม ถ้าดัชนีมีค่าสูง หมายถึง อนุภาคมีความเรียวยาวมาก



ลูกบาศก์

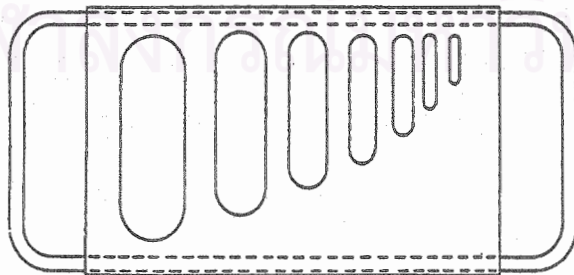


แบน



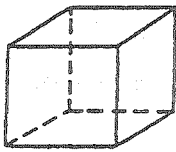
แบนมาก

รูปที่ 2.1 ความแบนในลักษณะต่างๆ ของอนุภาคหินมวลรวม

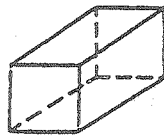


รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ thickness gauge ที่ใช้ทดสอบความแบนของอนุภาคหินมวลรวม โดยให้อนุภาคลอดในช่องว่างเพื่อวัดค่าดัชนีความแบน

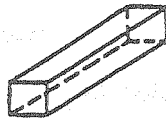




ลูกบาศก์

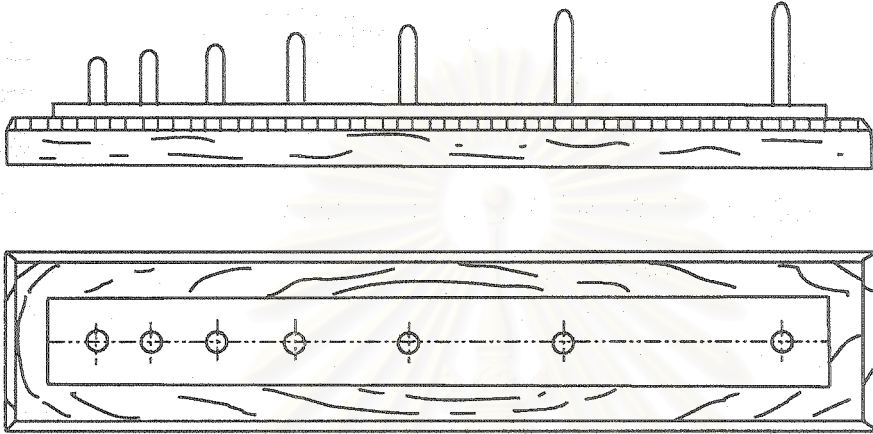


ยาวเรียว



ยาวเรียวมาก

รูปที่ 2.3 ความยาวยาวในลักษณะต่างๆ ของอนุภาคหินมวลรวม



รูปที่ 2.4 อุปกรณ์ length guage ที่ใช้ทดสอบความยาวยาวของอนุภาคหินมวลรวม โดยให้อนุภาคลอดในช่องว่างเพื่อวัดค่าดัชนีความยาวยาว

ตารางที่ 2.2 การแบ่งประเภทของหินมวลรวมตามรูปร่าง (shape) ของอนุภาค (ที่มา: N. Jackson, Civil Engineering Materials และ มอก. 566)

การแบ่งประเภท	ลักษณะ	ตัวอย่าง
กลม (round)	เกลี้ยง ไม่มีเหลี่ยม เนื่องจากถูกน้ำกัดเซาะ หรือจากการเสียดสีกันเองระหว่างอนุภาค	กรวดและทรายจากแม่น้ำและชายทะเล
ไม่สม่ำเสมอ : Irregular (มีความกลมอยู่บ้าง)	ไม่สม่ำเสมอ มีความเป็นเหลี่ยมบ้าง ความกลมมนบ้าง เนื่องจากการกัดเซาะในกระบวนการทางธรรมชาติ	กรวดและทรายจากการขุดขึ้นมาจากใต้ดิน
เหลี่ยม (angular)	มีเหลี่ยม โดยเหลี่ยมเกิดจากการฉีกที่เรียบมาชนกันอย่างชัดเจน	หินที่ได้จากการบดอัดย่อยจากโรงโม่ และหินที่ตกลงมาตามไหล่เขา
แบน (flaky)	วัสดุมีความหนาไม่มากเมื่อเทียบกับความกว้างหรือความยาวปกติ	หินที่มีลักษณะเป็นชั้น

ตารางที่ 2.3 การเรียกชื่อลักษณะพื้นผิว (surface texture) ของหินมวลรวม

(ที่มา: N. Jackson, Civil Engineering Materials และ มอก. 566)

ลักษณะพื้นผิว / อนุภาค	ตัวอย่าง
ใสคล้ายแก้ว (glassy)	หินเหล็กไฟดำ
เรียบ (smooth)	หินเชิร์ต หินชนวน หินอ่อน และหิน ไรโอไลต์บางชนิด
เป็นเม็ด (granular)	หินทราย และหินโอโอไลต์
เป็นผลึก (crystalline)	ผลึกละเอียด : บะซอลต์ แทรโคต์ ผลึกหยาบปานกลาง: หินโคเลอไรต์ แกรนูไลต์ ไมโครแกรนิต หินโคโลไมต์ และหินปูนบางชนิด ผลึกหยาบ : หินแกบโบร ไนส์ แกรนิต แกรโนไดโอไลต์ ไซอิไนต์
เป็นโพรงลักษณะคล้ายรวงผึ้ง (honeycombed) หรือมีรูพรุน	หินสกอเรีย พัมมิช ทัพพี

ค. ตัวเลขแสดงความเป็นเหลี่ยม (angular number)

ตัวเลขแสดงความเป็นเหลี่ยมสังเกตจากเปอร์เซ็นต์ของความเป็นโพรง (void) หลังจากอนุภาคหินมวลรวมถูกบดอัดแล้ว ถ้าหินมวลรวมมีความเป็นเหลี่ยมน้อย (มีความกลมมนมาก) จะได้เปอร์เซ็นต์ความเป็นโพรงหรือรูพรุนเท่ากับ 33% ดังนั้นตัวเลขแสดงความเป็นเหลี่ยมก็คือเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่า 33% ปกติตัวเลข angularity จะเริ่มต้นจาก 0 (ศูนย์) จนถึง 12

ตารางที่ 2.2 แสดงการเรียกชื่อรูปร่าง (shape) ของหินมวลรวม ส่วนตารางที่ 2.3 เป็นการนิยามการเรียกชื่อลักษณะพื้นผิว (surface texture) ของหินมวลรวมที่ระบุวิธีการเรียกชื่อพื้นผิวดังกล่าวไว้ ดังที่คัดลอกมาจากเอกสาร ชื่อ Civil Engineering Materials กับที่ระบุไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 566

5. โพรงหรือรูพรุน (porosity) ของหินมวลรวม

หินย่อยที่นำมาผสมเป็นมวลรวมในงานก่อสร้าง อาจมีโพรงหรือรูพรุนของหินมวลรวมที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน (interconnected) หรือรูพรุนที่เกิดขึ้นอิสระ (isolated) ภายในอนุภาคหินมวลรวมมีผลต่อการซึมผ่านของของเหลวในส่วนผสมคอนกรีต เพราะถ้าโพรงหรือรูพรุนมีความต่อเนื่องสูงจะมีผลให้การดูดซึมน้ำสูงขึ้นด้วย ก่อให้เกิดการผุพังทางเคมีได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม

การใช้หินมวลรวมที่มีโพรงหรือรูพรุนที่มีความต่อเนื่องสูง จะทำให้การยึดเหนี่ยวของคอนกรีตโดยรวมดีขึ้น เพียงแต่ต้องใช้ปริมาณซีเมนต์ในการผสมของปูนซีเมนต์สูงตามไปด้วย

#### 6. การดูดซึมน้ำ (absorption) ของหินมวลรวม

การดูดซึมน้ำมีผลต่อความสามารถ ที่ของเหลวผ่านเข้าไปในอนุภาคหินย่อยที่เป็นมวลรวม และมีผลทำให้น้ำหนักของอนุภาคหินมวลรวมสูงขึ้น ค่าการดูดซึมน้ำโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 1-30% ขึ้นอยู่กับชนิดของหินและลักษณะของการจัดตัวให้เป็นโพรงภายในอนุภาคหินย่อยที่เป็นมวลรวม

#### 7. ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ของหินมวลรวม

ค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะหินย่อยที่เป็นมวลรวม เท่ากับ 2.55 และมวลหินย่อยที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่านี้มักใช้หินย่อยที่เป็นหินแกรนิตหรือหินบะซอลต์ กับหิน intrusive สีเข้มบางชนิด (หินโคเลไรต์: dolerite) ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีต (ดูรูปที่ 2.5) จะทำให้ความหนาแน่นของคอนกรีตสูงขึ้นเหมาะสำหรับ โครงสร้างที่เป็นตึกสูง

ในงานบางประเภท เช่นการใช้หินมวลรวมโรยทางรถไฟ (railroad ballast) ต้องการใช้น้ำหนักมวลรวมที่มีค่า ถพ. สูง เพื่อช่วยให้เสถียรภาพสูงขึ้น เมื่อรถไฟวิ่งผ่านรางหินมีความทนทานต่อการสึกกร่อนสูงจะทำให้เกิดการสึกกร่อนของรางต่ำ และไม่จำเป็นต้องขยายชั้นความหนากับความกว้างของร่องรถไฟ

#### 2.4.2 คุณสมบัติเชิงเคมี (chemical properties)

หินมวลรวมที่ใช้ผสมในงานก่อสร้าง เมื่อหินย่อยผ่านกระบวนการทางเคมี (chemical process) จะมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป คุณสมบัติเชิงเคมีที่สำคัญ ได้แก่

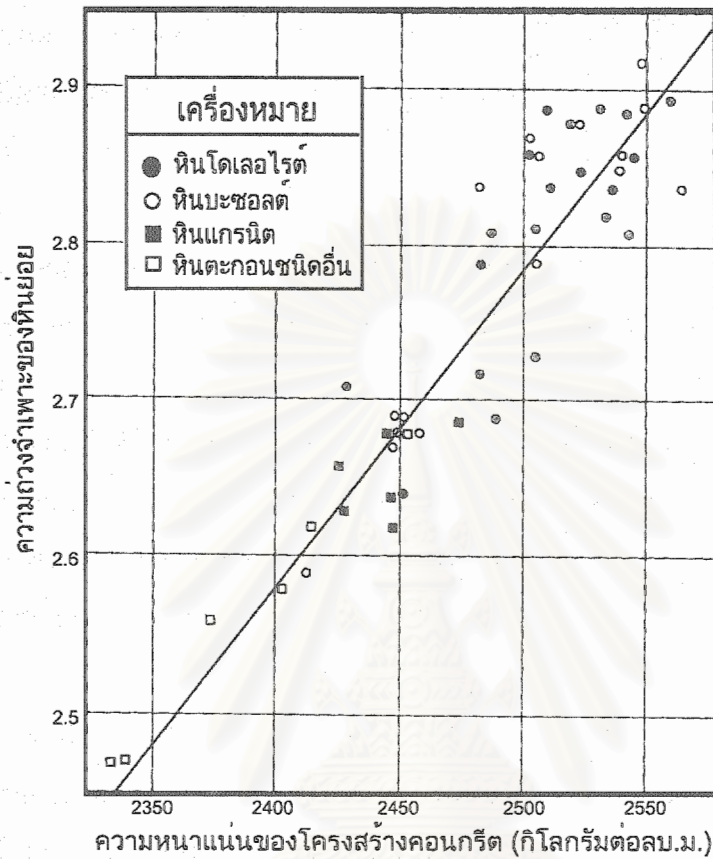
##### 1. การละลายน้ำ (solubility) ของหิน

เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติเป็นกรดอย่างอ่อนหรือด่างอย่างอ่อน จึงมีผลต่อการละลายของหินคาร์บอเนต เช่น หินปูน ทำให้ปริมาณโดยรวมของโครงสร้างส่วนผสมลดลง

##### 2. การแตกสลายตัว (slaking) ของหิน

บางครั้งหินมวลรวมที่อยู่ในสภาพเป็นของผสม จึงอาจมีแร่บางชนิดเช่นแร่ดินเหนียวปะปนเป็นส่วนผสมประกอบในโครงสร้าง เมื่อมีน้ำมากระทบพื้นผิวหรือเข้ามาในโพรง หินมวล

รวมที่มีแร่ดินเหนียวดูดซึมน้ำเข้าไปจะก่อให้เกิดการเพิ่มปริมาตรในโครงสร้างส่วนผสม และเกิดการแตกสลายตัวได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 2.5 ความถ่วงจำเพาะของหินย่อยที่เป็นมวลรวมหยาบ และมีผลต่อความหนาแน่นของโครงสร้างคอนกรีตโดยรวม (คัดลอกจาก Mclean and Gribble: Geology for Civil Engineers)

### 3. การแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) ของหินมวลรวม

การแลกเปลี่ยนประจุที่มีขนาดรัศมีใกล้เคียงกัน เกิดจากมีการแทนที่ประจุบวก (cation) ใหม่เข้าไปในโครงสร้างเดิมของแร่ (ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ดินเหนียวปะปนอยู่ในหินมวลรวม) ทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนสภาวะอัลคาไลในส่วนผสม เนื่องจากชนิดของประจุแตกต่างกันไป

### 4. ปฏิกิริยาเคมี (chemical reactivity) ของหินมวลรวม

ปฏิกิริยาเคมีบางชนิดมีผลต่อเสถียรภาพของหินมวลรวม เช่น เมื่อผิวหินมวลรวม ในส่วนผสมคอนกรีตสัมผัสกับบรรยากาศ อาจทำให้เกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) หรือเกิดปฏิกิริยากับน้ำเป็นปฏิกิริยาไฮเดรชัน (hydration) ทำให้เกิดเป็นคราบสีแดง

ของเหล็กบนพื้นผิวคอนกรีตหรือพื้นผิวโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง หรือหินมวลรวมเกิดการบวม  
หลุดออก (popouts) จากส่วนผสม

อนึ่งในส่วนผสมของแอสฟัลต์หรือคอนกรีตอาจเกิดปฏิกิริยา ที่เกลือซัลเฟตทำปฏิกิริยาต่อ  
หินมวลรวมทำให้มีผลโดยตรงต่อเสถียรภาพของโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง เช่น เกิดรอยแตกร้าว  
บนพื้นผิวแอสฟัลต์

### 5. ปฏิกิริยากับด่างแอลคาไลในส่วนผสมของคอนกรีต

อนุภาคหินมวลรวมที่เป็นส่วนผสมของคอนกรีตควรมีความคงทน ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับ  
ปูนซีเมนต์ที่อยู่ในสภาวะความเป็นด่าง (alkali environment) ในส่วนผสมคอนกรีตเมื่อเติมน้ำลงไป  
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในบางครั้งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในส่วนผสม ซึ่งได้แก่ ปฏิกิริยา  
อัลคาไล-ซิลิกา (alkali-silica reactivity : ASR) ซึ่งเกิดการขยายตัวของหินย่อยในคอนกรีตที่ส่วน  
ผสมมีความเป็นด่างสูง และปฏิกิริยาอัลคาไล-โดโลไมต์ (alkali-dolomite reactivity) ซึ่งเกิดจากการ  
ขยายตัวของมวลรวมในคอนกรีต ที่มีผลจากปฏิกิริยาการลดโดโลไมต์ (dedolomitization)

### 2.4.3 คุณสมบัติเชิงกล (mechanical properties)

คุณสมบัติของหินมวลรวมประเภทนี้ เป็นพฤติกรรมของหินที่ตอบสนองต่อแรงกระทำ  
ภายนอก เช่น กำลังวัสดุในมวลสาร ความแข็ง ความเหนียว เป็นต้น

#### 1. กำลังวัสดุ (strength) ของหินมวลรวม

หินมวลรวมเมื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้าง จะต้องมีกำลังวัสดุเพียงพอทนต่อการรองรับน้ำหนัก  
หนักของโครงสร้าง และยังทนต่อการใช้งานและการขนส่งในขั้นตอนต่างๆ ในระหว่างทำการขุด  
การคัดแยก การขนย้าย และการกองรวม

หินมวลรวมที่ถูกบดย่อยเป็นเหลี่ยมแล้ว จะมีความแข็งแรงต่อแรงกระทำมากกว่าหินมวล  
รวมที่มีรูปร่างกลมมนเนื่องจากการยึดเกาะติดกันดีกว่า กรณีของหินมวลรวมที่ใช้เป็นส่วนผสม  
ในคอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การบดย่อยจะเป็นการเพิ่มกำลังวัสดุ (strength), ความแข็งแรงต่อ  
แรงดึง (tensile force) และความแข็งแรงต่อแรงกดอัด (compressive force) ถ้าหากใช้อนุภาคที่มี  
ความหยาบมากขึ้น มีผลทำให้ใช้มวลรวมเป็นส่วนผสมในปริมาณน้อยลง รวมทั้งช่วยเพิ่มความ  
แข็งแรงให้กับคอนกรีตแอสฟัลต์ด้วยเช่นกัน

ปกติในการออกแบบทั่วไปจะใช้ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว (uniaxial compressive strength) เป็นค่ามาตรฐาน หินมวลรวมที่มีการบดเกาะของอนุภาคโดยทั่วไปจะมีค่ากำลังวัสดุสูงกว่าหรือเท่ากับคอนกรีต ซึ่งค่าที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ 100 เมกะพาสคัล (1,020 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยกำลังวัสดุอัดแกนเดียวของหินปูนเนื้อแน่น ที่สูงกว่าค่ากำลังอัดสูงสุดของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วเล็กน้อย (80 เมกะพาสคัล)

## 2. ความคงทนต่อการสึกกร่อน (abrasion) ของหินมวลรวม

หินมวลรวมเมื่อนำมาใช้ในงานถนนหรืองานอื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน ต้องมีการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าความคงทนต่อการสึกกร่อนของพื้นผิวหินมวลรวมเมื่อถูกบดอัด ซึ่งเป็นการจำลองการรับน้ำหนักมวลสารที่หายไปของหินย่อยที่อาจถูกล้อรถยนต์ทับทำให้เกิดการแตกตามแนวประาะบางหรือถูกบดขยี้เป็นผง มีผลทำให้ขนาดคละในส่วนผสมเปลี่ยนแปลง โครงสร้างในส่วนผสมจะมีความต้านทานต่อแรงภายนอก (แรงเฉือน) ลดน้อยลง

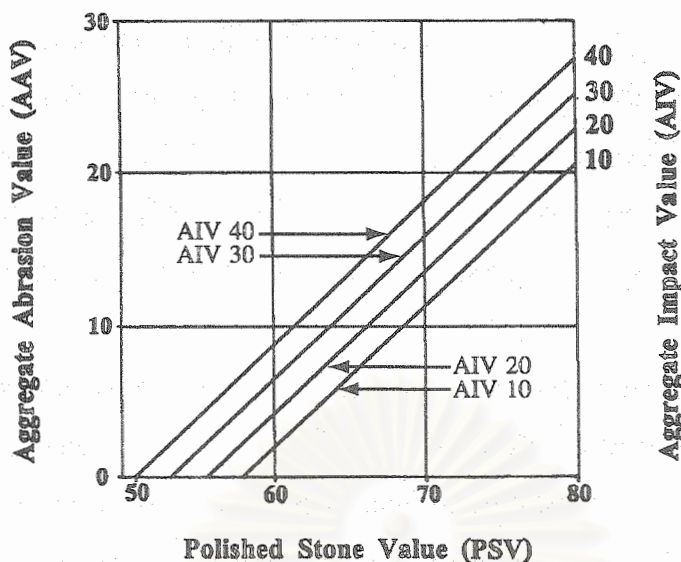
เครื่องมือที่ทำการทดสอบมีลักษณะเป็นท่อหมุน เมื่อใส่หินย่อยที่ต้องการทดสอบลงไปก็ปล่อยให้ลูกเหล็กกลมมาบดขยี้หินอย่างช้าๆ จะได้ค่าที่เรียกว่า aggregate abrasion value : AAV ที่เป็นเปอร์เซ็นต์ค่าน้ำหนักหินมวลรวมที่สูญหายไป ในระหว่างหมุนท่อนั้น ลูกเหล็กถูกปล่อยให้ตกลงมากระทบในระยะห่างและจำนวนครั้งที่กำหนด ค่าความทนต่อการสึกกร่อน หรือค่า AAV จึงมีความสำคัญมากต่องานสร้างถนน

## 3. ความคงทนต่อการกระแทก (impact) ของหินมวลรวม

ความคงทนต่อการถูกกระแทก ซึ่งทราบได้จากการทดสอบความต้านทานของหินมวลรวมที่เป็นหินย่อยเมื่อถูกกระแทกอย่างทันทีทันใด และได้ค่าที่เรียกว่า aggregate impact value : AIV ซึ่งหาจากอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักมวลสารที่หายไป เมื่อถูกกระแทกโดยการปล่อยลูกตุ้มน้ำหนักที่ระยะคงที่มากกระทบกับหินมวลรวมตัวอย่างที่อัดแน่นอยู่ในภาชนะทรงกระบอก ต่อน้ำหนักเดิมของหินมวลรวม

## 4. ความทนของผิวหินต่อการขัดถู (polished resistance)

ความต้านทานต่อการสิ้นเปลืองของวัสดุบนพื้นผิวของหินมวลรวม ที่เป็นหินย่อยเมื่อถูกขัดถูด้วยผงขัดภายใต้เครื่องด้านการสิ้นเปลือง ที่ปาดผิวหน้าตัดของหินตัวอย่างด้วยระยะคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งค่าที่บันทึกได้จะเป็นค่าตัวเลข polished stone value : PSV ถ้าค่าที่วัดได้สูง (มากกว่า 60) แสดงว่ามีความต้านทานต่อการสิ้นเปลืองสูง เหมาะสำหรับยานพาหนะที่แล่นในเขตการจราจรหนาแน่น



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความคงทนต่อการสึกกร่อนของผิวมวลรวม (ค่า AAV กับค่า PSV) กับค่าความคงทนต่อการถูกกระแทกของมวลรวม (ค่า AIV) รูปกราฟนี้ใช้กับหินทำถนนที่เป็นหินตะกอน

ในรูปที่ 2.6 เป็นกราฟที่ได้จากการทดลองหินย่อยที่เป็นหินตะกอน (McLean and Gribble, 1985) กราฟนี้พล็อตโดยใช้ค่าจากตัวเลข 3 รูปแบบ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของค่า AAV, AIV และ PSV ถ้าหากเป็นหินย่อยชนิดอื่น ค่าตัวเลขจะแปรเปลี่ยนไปแต่ก็ควรเลือกให้อยู่ในช่วงระหว่างเส้นขีดจำกัดบน (upper limit) กับเส้นขีดจำกัดล่าง (lower limit)

#### 5. ความคงทนต่อการบดย่อย (crushing resistance) ของหิน

ความคงทนต่อการบดย่อยของหินมวลรวม เป็นความต้านทานของหินมวลรวมที่เป็นหินย่อยเมื่อถูกบดย่อยอย่างช้าๆ ไม่มีการกระแทกอย่างรุนแรง เรียกว่า aggregate crushing value : ACV ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนของน้ำหนักมวลรวมเมื่อดละเอียดยุคที่หายไปเมื่อถูกบดย่อยต่อน้ำหนักเดิมก่อนทำการบด

ค่า ACV นี้เป็นการทดสอบการกดอัดจากก้อนหินย่อย แต่ถ้าหากมาทดสอบการกดอัดด้วย core ของตัวอย่างหินด้วยวิธี unconfined compressive strength ก็จะเป็นกำลังวัสดุอัดแกนเดี่ยว หรือบางที่เรียกการกดอัดจากก้อนหินย่อยว่า crushing strength ของหินชนิดนั้นซึ่งเป็นค่าความคงทนต่อการบดย่อยของหินชนิดนั้น

## 6. กำลังวัสดุอัดของมวลรวมเม็ดละเอียด (fines)

ในการแบกรับน้ำหนักบรรทุกของหินมวลรวม ปกติจะมีมวลรวมเม็ดละเอียดหลุดออกมาไม่เกิน 10% จึงเรียกสมมุติฐานนี้ว่า ten percent fines value โดยมวลรวมเม็ดละเอียดในที่นี้หมายถึง หินมวลรวมที่มีขนาดอนุภาคโดยรวมเฉลี่ยน้อยกว่า 4.75 มม. หรืออนุภาคที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (ขนาดตะแกรง 4.75 มม.) แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 8 (ขนาดตะแกรง 2.36 มม.)

ในการทดสอบกำลังวัสดุมวลเม็ดละเอียดนี้ เป็นการหาความสามารถในการต้านทานของ หินมวลรวมต่อการบดย่อยอย่างต่อเนื่องด้วยเครื่องมือบดอัด ภายใต้น้ำหนักบรรทุก 400 กิโลนิวตันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที และคำนวณค่าความเค้นอัดแกนเดียวแบบที่หาจากค่า ACV ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าความสามารถรับน้ำหนักของมวลรวมเม็ดละเอียด (10% fines value) ปกติจะได้ค่า สูงกว่าค่ากำลังอัดวัสดุแกนเดียวเล็กน้อย

## 7. ความสามารถในการแบกรับน้ำหนักบรรทุก (bearing capacity) ของมวลรวม

ความสามารถในการแบกรับน้ำหนักบรรทุกของมวลรวม เป็นค่าความสามารถในการรับ ความเค้นอัดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ วิธีการที่ใช้ในการทดสอบเรียกว่า California bearing ratio : CBR ซึ่งกำหนดไว้ในมาตรฐาน ASTM D-1883: Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory Compacted Soils โดยการนำมวลรวมมาอัดในภาชนะทดสอบทรงกระบอกขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) เมื่อวางน้ำหนักกดทับภาชนะไว้ด้านบนแล้วเอาไปแช่น้ำ 4 วันเพื่อ หาค่าความดันตันที่เกิดจากการโป่งพอง จากนั้นนำไปวางบนเครื่องมือทดสอบที่เรียกว่า plunger ที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดมาตรฐานแทงเข้าไปในผิวมวลรวมเป็นความยาว 2.5 มม. (0.1 นิ้ว) เพื่อหาค่า ความดันตันที่เกิดจากการกดอัด ดังนั้นเราจะได้อัตราส่วนของความดันตันที่เกิดจากการโป่งพอง ต่อความดันตันที่เกิดจากการกดอัด คือ ค่า CBR

## 8. ความทนทาน (durability) ของหินมวลรวม

หินมวลรวมต้องมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม เช่น ความเปียกชื้น ความแห้ง การอยู่ใน สภาพเยือกแข็งและการละลาย การขัดสี และการกระทบกันทั้งในขณะก่อสร้างและขณะใช้งาน ดังนั้นการสังเกตและการเก็บข้อมูลทางสถิติจากนํ้างานจึงสำคัญมาก ที่จะบอกให้ทราบว่าหินมวล รวมประเภทใดเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในลักษณะใด และจะมีการเปลี่ยนสภาพในอนาคตหรือไม่ อย่างไร



### 9. การเปลี่ยนปริมาตร (volume change) ของหิน

การเปลี่ยนปริมาตรเกิดจากการเปลี่ยนความชื้นภายในหินมวลรวมทำให้ให้เกิดความเค้นดึงภายในคอนกรีต การหดตัว การแตกตามแนวภายในเนื้อคอนกรีต และการเสื่อมสภาพของคอนกรีตขึ้น กรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของหินมวลรวมแตกต่างจากของคอนกรีตแอสฟัลต์มาก ก็จะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนปริมาตรของคอนกรีตมากขึ้นด้วย

### 10. ความเป็นพลาสติก (plasticity characteristics) ของหินมวลรวมเล็กละเอียด

คุณสมบัติความเป็นพลาสติกของหินมวลรวมขนาดเล็กละเอียด เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการแสดงคุณสมบัติการใช้งานของหินมวลรวม เนื่องจากหินมวลรวมขนาดเล็กละเอียดในคอนกรีตแอสฟัลต์และคอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะต้องมีคุณสมบัติความเป็นพลาสติก โดยดูที่ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (plasticity index) ซึ่งโดยทั่วไปจะมีค่าที่ระดับ 6% ส่วนในงานสร้างพื้นถนนจะมีค่าที่ระดับ 4-6%

### 11. คุณสมบัติเชิงกลชนิดอื่น

คุณสมบัติเชิงกลชนิดอื่นของหินมวลรวม เช่น ค่าหน่วยน้ำหนัก ค่าโคฮีชันและค่ามุมความเสียดทานภายใน เป็นตัวแปรหลักในการคำนวณหาค่าเสถียรภาพงานขุดเจาะ (stability of excavation) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตัดความลาด ตัดคันทาง และการเสริมคันดิน

นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเชิงกลที่สำคัญของหินมวลรวมอีก เช่น ความเสถียรของมวลภายใต้น้ำหนักบรรทุก (mass stability) ซึ่งหินมวลรวมที่อยู่ในสถานะที่น้ำหนักบรรทุกเปลี่ยนไปอาจทำให้เกิดรอยร้าวขึ้นได้ หรือคุณสมบัติความแข็งดิ่งของอนุภาค (particle stiffness) โดยหินมวลรวมที่มีค่าความเหนียวของอนุภาคสูงจะสามารถรับน้ำหนักกดทับได้ดี แต่ไม่เหมาะสมกับการเป็นส่วนผสมในซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เพราะจะทำให้เกิดการคายน้ำในภายหลังได้ มีผลทำให้คอนกรีตเกิดรอยแตกร้าวเมื่อแข็งตัว นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเชิงโมดูลัสเช่นค่า resilient modulus ซึ่งเป็นการทดสอบหาโมดูลัสเชิงพลศาสตร์ของวัสดุที่เป็นผิวทาง (pavement) เป็นค่าอัตราส่วนของความเค้นอัดต่อความเครียด รวมทั้งการหาค่าอัตราส่วนโพซอง (Poisson's ratio) ที่เป็นค่าอัตราส่วนความเครียดในแนวราบต่อความเครียดในแนวตั้ง ก็มีความสำคัญต่อการออกแบบความหนาของชั้นผิวทาง

ตารางที่ 2.4 เป็นตารางค่าตัวเลขพิสัยคุณสมบัติเชิงกลของหินหลายประเภท ซึ่งทางทีมงานวิจัยรวบรวมมาจากเอกสารหลายแห่ง หินอุตสาหกรรมที่ระบุค่าพิสัยไว้ได้แก่ หินอัคนี (หินแกรนิต

ตารางที่ 2.4 ค่าพิสัยคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์ของหินหลายประเภทที่ใช้ในงานก่อสร้าง

ประเภทหิน		คุณสมบัติพื้นฐาน			คุณสมบัติเชิงกำลังวัสดุ				คุณสมบัติที่ใช้เป็นหินทำถนน		
		หน่วยน้ำหนัก (กิโลนิวตันต่อลบ.ม.)	มุมเสียดทาน (องศา)	ค่าโคฮีชัน (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุอัด (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุดึง (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุเฉือน (เมกะพาสคัล)	10% เม็ดละเอียด (เมกะพาสคัล)	AIV (%)	AAV (%)	PSV (%)
หินอัคนี	หินแกรนิต	25-30	35-45	35-55	100-250	7-25	14-50	100-300	10-25	1-10	55-70
	หินโดโลไรต์	25-30	35-45	35-55	100-350	15-35	25-60	100-350	8-16	3-8	60-75
	หินบะซอลต์	25-30	35-45	20-40	100-300	10-30	20-60	100-300	15-25	1-10	60-70
	หินแอนดีไซต์	25-30	30-40	20-40	90-200	7-25	12-40	100-300	10-20	5-12	60-70
หินตะกอน	หินปูน	23-28	35-45	10-30	30-250	4-25	10-50	90-150	15-25	5-20	60-65
	หินทราย	23-28	35-45	10-30	20-170	4-25	8-40	100-250	15-25	3-12	60-70
	หินดินดาน	17-23	25-35	1-20	5-100	2-10	3-30	30-70	40-50	15-30	40-50
หินแปร	หินควอร์ตไซต์	25-28	30-40	20-40	150-300	10-30	20-60	200-400	8-12	1-5	45-65

หมายเหตุ เอกสารที่ใช้ประกอบในการรวบรวมค่าคุณสมบัติ ได้แก่

1. Hock & Bray (1981) Rock Slope Engineering
2. Farmer (1983) Engineering Behavior of Rocks
3. Mclean & Gribble (1985) Geology for Civil Engineers
4. Waltham (1994) Foundations of Engineering Geology

โคลอไรต์ บะซอลต์ และหินแอนดีไซต์) หินตะกอน (หินปูน หินทราย และหินดินดาน) และหินแปร (หินควอร์ตไซต์) ที่มีการใช้ในงานก่อสร้างเป็นหินมวลรวม

การระบุค่าในลงในคอลัมน์ตารางที่ 2.4 แบ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐาน ได้แก่ หน่วยน้ำหนัก มุมเสียดทาน และค่าโคฮีชัน คุณสมบัติเชิงกำลังวัสดุที่เป็นมวลรวมหยาบ ได้แก่ กำลังวัสดุอัด กำลังวัสดุดึง และกำลังวัสดุเฉือน ส่วนกำลังวัสดุอัดของมวลรวมเม็ดละเอียด แยกไว้อีกคอลัมน์หนึ่ง ในส่วนคุณสมบัติที่เหลือเป็นค่าคุณสมบัติหลักสำหรับมวลรวมที่ใช้ทำเป็นหินทำถนน ได้แก่ ค่า AIV ค่า AAV และค่า PSV

ตารางที่ 2.5 ถัดไปคัดลอกจาก Derucher and Korfiatis (1988) ซึ่งตารางนี้ได้ดัดแปลงจาก คู่มือของ U.S. Bureau of Public Roads ที่สรุปค่าคุณสมบัติเชิงวิศวกรรม (engineering properties) ในลักษณะใช้งาน ในรูปแบบ ดี (good) ปานกลาง (fair) และไม่ดี (poor) ในส่วนเนื้อหินแต่ละชนิด อาจพบวัสดุหรือแร่อื่นแปลกปลอมเข้ามาโดยระบุเป็น อาจพบได้บ้าง (possible) พบน้อย (likely) และพบน้อยมาก (seldom)

ลักษณะของการใช้ในงานก่อสร้าง ที่ระบุในตารางที่ 2.5 เป็นของหินหลายประเภททั้งที่เป็นหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร โดยระบุชื่อย่อยของหินแต่ละประเภทไว้ในคอลัมน์แรก และคอลัมน์ถัดไป จะเป็นคุณสมบัติเชิงกล เจริญเคมี และลักษณะอื่น ๆ ที่มีผลกระทบ

## 2.5 การจัดขนาดคละ (gradation) ของหินมวลรวม

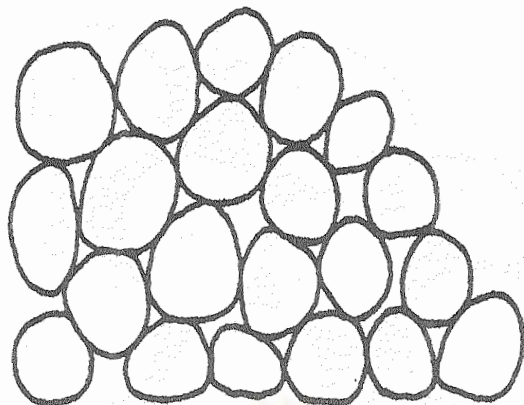
ขนาดคละ หรือเรียกว่าส่วนคละ มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า gradation หรือ grading เป็นคุณสมบัติที่มีการคละกันของมวลรวมในส่วนผสม ขนาดอนุภาคเริ่มตั้งแต่ขนาดหยาบไปจนถึงขนาดเล็กละเอียด (graded aggregate) จัดเป็นคุณสมบัติสำคัญในการใช้หินมวลรวมสำหรับงานก่อสร้าง การที่หินมวลรวมมีการแจกแจงขนาดอนุภาคในส่วนผสม จะมีผลต่อค่ากำลังวัสดุของส่วนผสม เช่น ถ้ามีขนาดคละในส่วนผสมดีกำลังวัสดุในส่วนผสมจะสูงขึ้น และสามารถปรับพื้นผิวให้มีความเรียบได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้หินมวลรวมในส่วนผสมของคอนกรีตที่เป็นแบบ uniform aggregate จะมีขนาดคละกันระหว่าง 0.65 – 37.5 มม. นอกจากนี้ มวลรวมที่มีขนาดเล็กกว่าจะต้องบรรจุอยู่ในช่องว่างระหว่างก้อนของมวลรวมที่มีขนาดใหญ่กว่าให้มากที่สุด ซึ่งมีผลทำให้ประหยัดการใช้ปูนซีเมนต์ลงได้

คุณสมบัติของขนาดคละจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่ง ต่อการกำหนดสัดส่วนของส่วนผสมของคอนกรีต เนื่องจากส่งผลต่อความสามารถในการเท (workability) และเสถียรภาพ (stability) ของส่วนผสมคอนกรีต การปรับแต่งพื้นผิวคอนกรีต การอัดแน่น (compaction) และการเพิ่มความต้านทานต่อแรงเฉือน

ตารางที่ 2.5 การประเมินค่าคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของหินหลายประเภทเมื่อนำมาใช้งาน

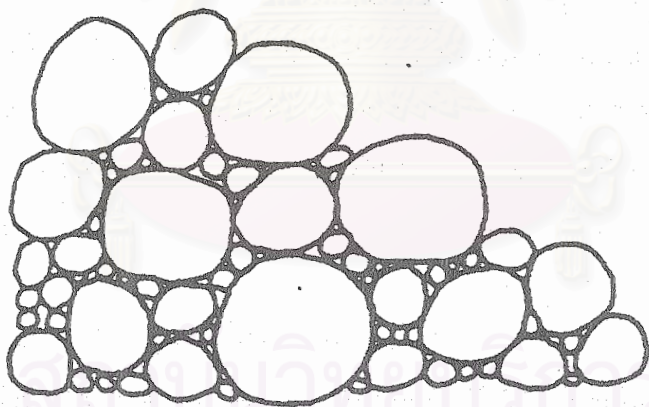
ชนิดหิน	กำลัง วัสดุ เชิงกล	ความ คงทน	เสถียรภาพ ทางเคมี	ลักษณะ พื้นผิว	การพบวัสดุ แปลกปลอม	รูปร่าง หลังถูก บดย่อย
<b>หินอัคนี</b>						
แกรนิต, ซิไนต์, ไดออไรต์	ดี	ดี	ดี	ดี	อาจพบได้บ้าง	ดี
เฟลไซต์	ดี	ดี	ยังสรุปไม่ได้	ปานกลาง	อาจพบได้บ้าง	ปานกลาง
บะซอลต์, โดอะเบส, แกบโบร	ดี	ดี	ดี	ดี	พบน้อยมาก	ปานกลาง
เพอริโดไทต์	ดี	ปานกลาง	ยังสรุปไม่ได้	ดี	อาจพบได้บ้าง	ดี
<b>หินตะกอน</b>						
หินปูน, หิน, โดโลไมต์	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ดี	อาจพบได้บ้าง	ดี
หินทราย	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ดี	พบน้อยมาก	ดี
หินเชิร์ต	ดี	ไม่ดี	ไม่ดี	ปานกลาง	พบน้อย	ไม่ดี
หินกรวดมน, หินกรวดเหลี่ยม	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ดี	พบน้อยมาก	ปานกลาง
หินดินดาน	ไม่ดี	ไม่ดี	ยังสรุปไม่ได้	ดี	อาจพบได้บ้าง	ปานกลาง
<b>หินแปร</b>						
หินไนต์, หินซิสต์	ดี	ดี	ดี	ดี	พบน้อยมาก	ดี
หินควอร์ตไซต์	ดี	ดี	ดี	ดี	พบน้อยมาก	ปานกลาง
หินอ่อน	ปานกลาง	ดี	ดี	ดี	อาจพบได้บ้าง	ดี
หินเซอร์เพนทีไนต์	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ปานกลาง	อาจพบได้บ้าง	ปานกลาง
หินแอมฟีโบไลต์	ดี	ดี	ดี	ดี	พบน้อยมาก	ปานกลาง
หินชนวน	ดี	ดี	ดี	ปานกลาง	พบน้อยมาก	ไม่ดี

จากรูปที่แสดงในหน้าถัดไปเป็นการแสดงขนาดคละใน 3 รูปแบบ (Herubin and Marotta, 1981) รูปแบบที่ 1 (รูปที่ 2.7) การคละกันของหินมวลรวมมีความสม่ำเสมอ (uniform) มีขนาดของอนุภาคใกล้เคียงหรือ uniform ผลึกเม็ดหยาบ และการยึดเหนี่ยวระหว่างแต่ละอนุภาคมีน้อย ลักษณะการกองมีจุดสัมผัสระหว่างอนุภาคน้อย มีโพรงช่องว่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับการคละในรูปแบบอื่น มีความสามารถในการต้านแรงเฉือนสูง



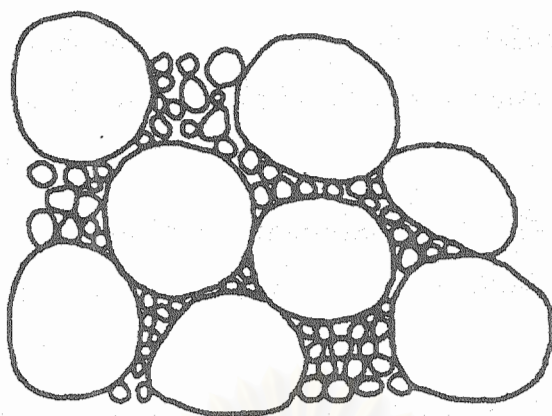
รูปที่ 2.7 การกละมีความสม่ำเสมอ มีขนาดกละขนาดเดียว (uniform sizes)

รูปแบบที่ 2 เป็นการกละกันของหินมวลรวมดี มีความต่อเนื่องของการกละได้ขนาดของอนุภาคแตกต่างกันทั้งหยาบและละเอียดหลายขนาด การกละในรูปแบบนี้ทำให้การบีบเหนียวระหว่างแต่ละอนุภาคดีขึ้น ลักษณะการกองมีจุดสัมผัสระหว่างอนุภาคสูง มีโพรงช่องว่างน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรกละในรูปแบบอื่น มีความสามารถในการต้านแรงเฉือนสูงสุดและทำให้ความหนาแน่นของส่วนผสมสูง การคัดขนาดให้มีขนาดของอนุภาคหลายขนาดทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในสูงขึ้นตามไปด้วย ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การกละมีความต่อเนื่อง มีขนาดกละหลายขนาด (various sizes)

รูปแบบที่ 3 เป็นการกละกันของหินมวลรวมมี 2 ขนาดกละ คือ ขนาดหยาบและขนาดละเอียด จัดเป็นการกละแบบขาดตอนอนุภาคมีเพียง 2 ขนาด การบีบเหนียวระหว่างแต่ละอนุภาคดีมาก ลักษณะการกองมีจุดสัมผัสระหว่างอนุภาคหลายแห่งเหมือนแบบที่สอง มีโพรงช่องว่างน้อย มีความสามารถในการต้านแรงเฉือนดี และประหยัดค่าใช้จ่ายในการคัดขนาดของอนุภาค เพราะมีแค่สองขนาดกละคือขนาดเม็ดหยาบกับขนาดเม็ดละเอียด ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การคละมีการขาดตอน มีเพียงสองขนาดคละระหว่าง  
มวลรวมเม็ดหยาบกับมวลรวมเม็ดละเอียด (two sizes)

## 2.6 การกำหนดสัดส่วน (proportion) ของหินมวลรวม

การกำหนดสัดส่วนของคอนกรีตเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับงานสร้างถนน ปกติจะระบุด้วยปริมาตรดวงอย่างหลวมโดยไม่มีการอัดแน่น สำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป จะใช้อัตราส่วนของคอนกรีต 1:2:4 โดยปริมาตร ซึ่งหมายถึง การใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทราย 2 ส่วน และต่อหินย่อย 4 ส่วน ทั้งนี้ใช้น้ำผสม 23-32 ลิตรต่อปูนซีเมนต์ 1 ถุง (ขนาด 50 กิโลกรัม) บางส่วนของน้ำต้องการไปทำให้วัสดุที่เป็นเม็ดอนุภาคเปียก น้ำปูนชั้น (cement paste) จะต้องมีความคงที่ในขณะที่จะอุดช่องว่างในส่วนผสมคอนกรีต น้ำส่วนเกินทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่น แต่ถ้ามีมากเกินไป จะเกิดการแยกของอนุภาควัสดุเม็ด (ทรายกับหินย่อย) ออกจากน้ำปูนชั้น ทำให้ส่วนผสมหยาบและไม่สม่ำเสมอ

งานก่อสร้างขนาดเล็กอาจกำหนดสัดส่วนของคอนกรีตอย่างคร่าวๆ หรือเลือกใช้สัดส่วนที่ใช้เป็นประจำได้ สำหรับการพิจารณาสัดส่วนของคอนกรีตเพื่อใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งต้องพิจารณาโครงสร้างและชิ้นส่วนของงานประกอบ ขนาดหินย่อยที่ใช้ควรเป็นหินเบอร์ 1 กับหินเบอร์ 2 เพื่อให้เนื้อคอนกรีตแน่น ไม่มีโพรง สัดส่วนโดยปริมาตรที่เหมาะสมของ ปูนซีเมนต์ : ทราย : หินบดย่อย คือ

- สัดส่วน 1 : 1.5 : 3 ใช้ในงานหล่อเสา งานโครงสร้างที่ต้องการรับน้ำหนักสูง โครงสร้างที่ต้องการการกันน้ำ และโครงสร้างที่ต้องเผชิญกับสภาพอากาศที่รุนแรง จัดเป็นส่วนผสมที่ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์สูง

- สัดส่วน 1 : 2 : 4 เป็นส่วนผสมมาตรฐานที่นิยมใช้กันมาก ใช้ในงาน โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป เช่น พื้น คาน เสา บันได ท่อน้ำ cribกันแดด และฐานรองรับเครื่องยนต์ที่มีความสั่นสะเทือน
- สัดส่วน 1 : 2.5 : 4 ใช้ในงาน โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่เป็นงานพื้นบนผิวดิน เช่น ฐานรากอาคาร ทางเท้า ถนน เขื่อนกั้นน้ำ ตอม่อ และกำแพง จัดเป็นส่วนผสมที่ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ปานกลาง
- สัดส่วน 1 : 3 : 5 ใช้ในงานหล่อคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดใหญ่ ที่โครงสร้างต้องรับน้ำหนักสม่ำเสมอ เช่น ฐานราก แกนของสิ่งก่อสร้าง และผนังที่มีความหนาและหนัก จัดเป็นส่วนผสมที่ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ต่ำ

## 2.7 การใช้ประโยชน์ (uses) ของหินมวลรวม

ประโยชน์ของหินมวลรวมในงานวิศวกรรมและงานก่อสร้าง ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติภายในของหินมวลรวม เนื่องจากคุณสมบัติของหินมวลรวมสามารถระบุถึงสมรรถภาพหรือประสิทธิภาพของโครงสร้าง ดังนั้นก่อนทำการเลือกเพื่อใช้หินมวลรวมชนิดต่างๆ ให้เหมาะกับลักษณะของงาน จึงต้องอาศัยผลการทดสอบหินมวลรวมที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง

คุณสมบัติต่างๆ ของหินมวลรวมที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกใช้งานก่อสร้าง ได้แก่

- 1) น้ำหนัก
- 2) ความแข็งแรงของอนุภาคในความคงทนต่อการผุพัง โดยเฉพาะความคงทนต่อการแข็งตัวและการละลายซ้ำหลายๆ ครั้ง
- 3) ความต้านทานต่อแรงกดอัด
- 4) ความต้านทานต่อการแตกตัวของอนุภาคมวลรวม
- 5) ความต้านทานต่อการขัดสีและการสึกกร่อน
- 6) การเกาะติด หรือความสามารถในการยึดเกาะกับวัสดุประสาน
- 7) การซึมผ่านได้ หรือความสามารถในการยอมให้น้ำไหลผ่านเข้าไปได้โดยไม่เกิดการสูญเสียความแข็งแรงหรือก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของอนุภาคมวลรวม

มวลหินที่อยู่ในสภาพธรรมชาติเป็น เนินเขา ภูเขา เมื่อมีการทำเหมืองหิน จะมีการระเบิดหินเพื่อให้เกิดการแตกหัก เป็นก้อนชิ้นส่วนที่ขนาดเหมาะสมสำหรับส่งไปโรงโม่เพื่อทำการบดย่อยให้ได้เป็นขนาดหินมวลรวม (rock aggregate) ที่เหมาะสม ทั้งนี้มีการใช้งานหลายประเภท

### 2.7.1 หินมวลรวมที่ใช้ทำถนน

หินมวลรวมที่ใช้ทำถนน (road aggregate) นิยมใช้หินบดย่อยที่มีการคัดขนาดแล้ว หินมวลรวมเหล่านี้ใช้เป็นส่วนผสมในส่วนของชั้นพื้นทาง (pavement base), ผิวทาง (pavement), พื้นทาง (base) หรือชั้นรองพื้นทาง (subbase)

การใช้หินมวลรวมที่เป็นหินบดย่อยมาเป็นวัสดุชั้นพื้นทาง (base) เนื่องจากต้องการให้หินย่อยที่เป็นมวลรวมหยาบทำหน้าที่เป็นตัวรับน้ำหนักบรรทุกและแรงกระแทกบนพื้นผิวถนน รวมทั้งเป็นส่วนที่ระบายน้ำและความชื้นออกจากพื้นผิวถนนด้วย ถ้าน้ำหนักบรรทุกมากขึ้นหรือเป็นถนนแอสฟัลต์ก็สามารถเพิ่มชั้นรองพื้นทาง (subbase) เพื่อช่วยรับน้ำหนักอีกชั้นหนึ่งได้ หรือหากเป็นถนนที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก ก็อาจใช้หินย่อยโรยปูพื้นทางแทนการนำไปผสมในส่วนผสมกับปูนซีเมนต์

### 2.7.2 หินมวลรวมที่ใช้ทำส่วนผสมในคอนกรีต

หินมวลรวมที่ใช้ทำส่วนผสมในคอนกรีต (concrete aggregate) จำเป็นต้องมีการพิจารณาถึงสัดส่วนในการผสมมากกว่าหินมวลรวมที่ใช้ในงานชนิดอื่น เนื่องจากเมื่อนำหินมวลรวมไปผสมรวมกับทราย ซีเมนต์ และน้ำแล้ว จะต้องเป็นส่วนผสมที่อยู่ภายใต้การบ่ม (curing) ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานและเหมาะสมต่อโครงสร้างที่ต้องการใช้งาน

นอกจากนี้ข้อกำหนดของหินมวลรวมในสารผสมคอนกรีต ยังมีมากกว่าหินมวลรวมที่ใช้ในกิจการก่อสร้างชนิดอื่น ซึ่งนอกจากในเรื่องกำลังวัสดุกับความเหนียวทนทานของมวลรวมแล้ว ยังมีข้อกำหนดเพิ่มเติมในเรื่องรูปร่าง ขนาด และสิ่งที่เป็นมลทินในสารผสมอีกด้วย

### 2.7.3 หินมวลรวมที่ใช้ทำส่วนผสมในยางมะตอย

หินมวลรวมที่ใช้ทำส่วนผสมในยางมะตอย (asphalt) จะใช้ขนาดที่เป็นหินเกล็ดหรือหินฝุ่น เนื่องจากเมื่อผสมในสัดส่วนที่เหมาะสมแล้ว จะให้ยางมะตอยที่มีคุณสมบัติทั้งแข็งและเหนียว มีความพรุนต่ำ และกันน้ำได้

### 2.7.4 หินมวลรวมที่ใช้โรยทางรถไฟ

หินมวลรวมที่ใช้โรยทางรถไฟจะใช้หินมวลรวมประเภท ballast เนื่องจากสามารถช่วยถ่ายรับน้ำหนักจากหมอนรถไฟ (sleeper) ได้ โดยจะช่วยให้เกิดความยืดหยุ่น (elasticity) สามารถรับความเครียดประเภท resilience ที่เป็นคุณสมบัติเชิงโมดูลัสของหินย่อยที่เกิดขึ้นจากการที่ล้อรถไฟบดอัดไปกับราง และหินย่อยที่โรยทางรถไฟยังช่วยในการระบายน้ำออกจากรางอีกด้วย



## 2.7.5 หินมวลรวมที่ใช้ทำคันเขื่อนและคันทางถนน

หินมวลรวมที่ใช้ทำคันเขื่อน (rock-fill dam) และคันทางถนน (embankment) หรือแม้แต่เขื่อนกั้นคลื่นน้ำทะเล (breakwater) มักใช้หินก้อนขนาดใหญ่ที่เกิดจากการระเบิด และยังไม่ผ่านกระบวนการบดย่อยจากโรงโม่

## 2.8 ปัญหาการใช้หินมวลรวมในงานคอนกรีต

ถึงแม้ว่าในงานคอนกรีตแอสฟัลต์และคอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จะใช้มวลรวมคุณภาพสูงมาเป็นส่วนผสม แต่บางครั้งก็อาจมีปัญหาก่อเกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานได้ โดยในงานคอนกรีตแอสฟัลต์อาจเกิดปัญหาการหลุดลอกออกมาของเนื้อวัสดุ (stripping) และความเหลวเกินไปของส่วนผสมคอนกรีตแอสฟัลต์ ส่วนในงานคอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์อาจเกิดปัญหาส่วนผสมที่เป็นอันตราย (deleterious materials) การเกิดการแตกร้าวแบบ D-cracking และการเกิดปฏิกิริยา alkali-aggregate

### 2.8.1 ปัญหาในงานคอนกรีตแอสฟัลต์

#### 1. การหลุดลอกออกจากเนื้อวัสดุ (stripping)

ปัญหาของการหลุดลอกออกมาจากเนื้อวัสดุ (stripping) เกิดขึ้นเมื่อน้ำหรือความชื้นเข้าไปแทนที่บนพื้นผิวแอสฟัลต์ที่เคลือบอยู่บนพื้นผิวของหินมวลรวม

วิธีการแก้ปัญหานี้ทำได้โดยการเลือกใช้ชนิดของหินมวลรวม ให้เหมาะสมกับประเภทของงาน หินมวลรวมโดยทั่วไปเช่นหินปูน (limestone :  $\text{CaCO}_3$ ) ที่มีสารประกอบคาร์บอเนตอยู่จัดเป็นประเภท basic aggregate หรือประเภทที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) กล่าวคือมีพื้นผิวมวลรวมมีความเป็นประจุบวก (positive charge) สูง จึงมีความต้านทานต่อการหลุดลอกออกมาของเนื้อวัสดุสูง ขณะที่หินประเภทที่มีแร่ควอร์ตซ์ (quartz) มีสารประกอบซิลิกาสูง เช่นหินควอร์ตซ์จัดจัดเป็นประเภท acidic aggregate หรือประเภทที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ที่พื้นผิวจะมีความเป็นประจุลบ (negative charge) ต่ำ จึงมีความต้านทานต่อการหลุดลอกออกมาของเนื้อวัสดุหินควอร์ตซ์ต่ำ

#### 2. ความเหลวเกินไปของส่วนผสม (tender mixes)

ปัญหาของการผสม เกิดเนื่องจากในช่วงเทแอสฟัลต์ มีการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงเกินไป หรือมีปริมาณแอสฟัลต์ในส่วนผสมมากเกินไป ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยทำการลดขนาดของมวลรวมที่มีคุณภาพเหมาะสม กล่าวคือ กำจัดก้อนมวลรวมที่ไม่ได้มาตรฐานทิ้งไป และหันมาใช้ทรายเป็นผลเสียดแทนทรายธรรมชาติ



## 2.8.2 ปัญหาในงานคอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

### 1. สารผสมที่เป็นอันตราย (deleterious materials)

มาตรฐานของ ASTM-C33: Standard Specification for Concrete Aggregates กำหนดไว้สำหรับหินมวลรวมที่ใช้ในงานคอนกรีต ค่าที่กำหนดไว้ที่เป็นค่าสูงสุดของปริมาณสารผสม ที่เป็นอันตรายที่หินยอมให้ใช้อยู่ในส่วนผสมของคอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ไว้ว่า ส่วนผสมที่เป็นอันตรายดังกล่าว ได้แก่ ก้อนดินเหนียว หินแข็งประเภทหินเชิร์ต (ซึ่งเป็นทั้งมวลสารดินและหินที่มีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 2.4) ถ่านหินทั่วไปและถ่านลิกไนต์ และอนุภาคอิสระอื่นๆ ที่เม็ดละเอียดสามารถผ่านตะแกรงเบอร์ 200

ธรรมชาติของดินจะมีความอ่อนตัวและแตกหักได้ง่าย ดังนั้นหากมีดินในส่วนผสมมากเกินไปจะส่งผลให้ความต้านทานต่อการขัดสี และความแข็งแรงของคอนกรีตลดลงไปด้วย หินแข็งที่มีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 2.4 หรืออนุภาคน้ำหนักเบาอื่นๆ จะมีความอ่อนนุ่มและไม่ทนทานต่อการถูกทำให้แข็งที่อุณหภูมิต่ำ (freezing) ได้ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการบวมหลุดออก (popout) ของส่วนผสมได้

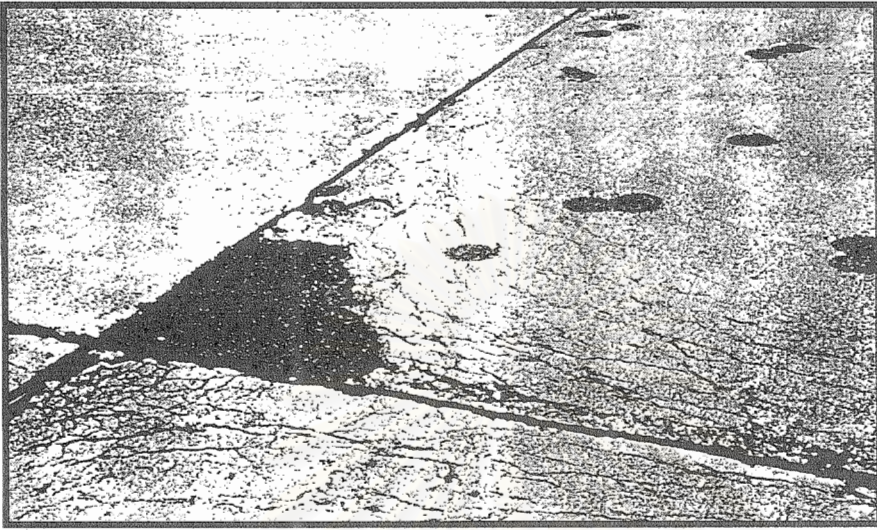
ถ่านหินทั่วไปและถ่านลิกไนต์จัดเป็นมวลที่อนุภาคมีน้ำหนักเบา ดังนั้นอาจกลายเป็นสารมลทินในส่วนผสมได้ ส่วนอนุภาคอิสระอื่นๆ ที่สามารถผ่านตะแกรงเบอร์ 200 จะเป็นตัวดูน้ำที่ดี ดังนั้นเมื่อมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้คอนกรีตเกิดการหดตัว แตกตัว มีกำลังวัสดุลดลง และมีความต้านทานต่อการขัดสีลดลง

### 2. การเกิดการแตกร้าวแบบ D-cracking

คามปกติหินมวลรวมที่เป็นหินตะกอนบางชนิด จะมีลักษณะเป็นชั้นและมีรูพรุนอยู่ภายใน โครงสร้างของชั้นหิน ถ้าต้องเผชิญกับสภาวะการแข็งตัวที่อุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็ง อนุภาคของมวลรวมในสารผสมแผ่นพื้นคอนกรีตเกิดการแข็งตัว มีผลให้คอนกรีตเกิดการแตกร้าวขึ้น การแตกร้าวนี้จะเกิดขึ้นไปกับแนวเชื่อมต่อของคอนกรีต (slab joint) และจะแผ่กระจายไปโดยรอบ ดังรูปที่ 2.10 (ที่มา : M.P. Rollings and R. S. Rollings, Jr., Geotechnical Materials in Construction, McGraw-Hill, 1996)

วิธีการลดผลกระทบการแตกร้าวแบบ D-Cracking ที่ดีที่สุด คือ การลดขนาดใหญ่สุดของหินย่อยที่เป็นมวลรวมที่ใช้ผสมในคอนกรีต แต่อาจได้ผลลัพธ์ไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ไปพร้อมๆ กันด้วย เช่น หินมวลรวมขนาดละเอียดที่ใช้ในการเสริมแรงในคอนกรีต

(reinforcing) และขนาดของแผ่นพื้น (slab) ของมวลคอนกรีตที่มักพบรอยแตกเล็ก ๆ เกิดขึ้น เพราะได้แผ่นพื้นคอนกรีตที่ติดกับผิวดินมักมีความชื้นสูง จึงอาจเป็นสาเหตุของการแตกร้าวก็ได้



รูปที่ 2.10 รูปแสดงการเกิดการแตกร้าวแบบ D-Cracking

### 3. การเกิดปฏิกิริยา แอลคาไล-ซิลิกา ในคอนกรีต

ในส่วนผสมที่เป็นคอนกรีต หินย่อยที่เป็นมวลรวมคอนกรีตถูกล้อมรอบด้วยสภาวะความเป็นด่าง (alkaline environment) เมื่อน้ำจากเดิมเข้าไปในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในส่วนผสมคอนกรีตที่สำคัญ 2 อย่าง ปฏิกิริยาแรกได้แก่ กลไกปฏิกิริยาแอลคาไล-ซิลิกา (alkali-silica reactivity: ASR) ซึ่งเป็นผลมาจากความเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการขยายตัวของหินย่อยในมวลรวมคอนกรีตที่ในส่วนผสมมีความเป็นด่างสูง ปฏิกิริยาที่สองมีผลทางเคมีแตกต่างกันได้แก่ กลไกปฏิกิริยาแอลคาไล-โดโลไมต์ (alkali-dolomite reactivity) ก่อให้เกิดการขยายตัวของมวลรวมในคอนกรีต อันเนื่องมาจากกระบวนการลดโดโลไมต์ (dedolomitization)

#### ก. ปฏิกิริยาแอลคาไล-ซิลิกา

มวลรวมหยาบในคอนกรีตมีความไวต่อการทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ยังอยู่ในลักษณะเป็นน้ำปูนข้น (cement paste) วัสดุมวลรวมที่เป็นหินย่อย ที่พบว่าเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย (ดูตารางที่ 2.6 เพิ่มเติม) แร่ซิลิกา (มีสารประกอบ  $\text{SiO}_2$  ในโครงสร้าง) มักมีความไวต่อการทำปฏิกิริยา ได้แก่ แร่โอพอล (opal) ที่อยู่ในรูปแบบอสัณฐาน แร่คาลซิโดนี (chachedony) ที่อยู่ในรูปแบบที่เป็นผลึกเล็กละเอียดหรือเป็นเส้นใย และแร่ไทรดิมิต (tridymite) ซึ่งปกติเป็นแร่ซิลิกาที่ตกผลึกที่อุณหภูมิสูง

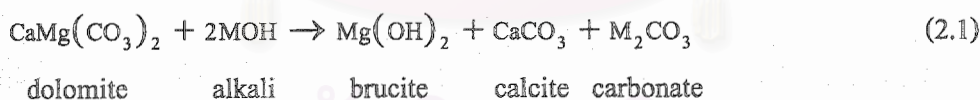
แร่ซิลิกาที่มีความไวต่อปฏิกิริยาเหล่านี้พบในหินที่มีแร่โอพอลสูง หินเชิร์ตที่มีแร่คาลซีไดนิป (chalcedonic chert) หินภูเขาไฟที่ตกผลึกบนพื้นผิวโลกหลายประเภท (rhyolite, tuff, andesite) และในหินแปรประเภทแปรสภาพทั้งบริเวณ (regional metamorphism) เช่นหินฟิลไลต์ (phyllite)

ปฏิกิริยาเริ่มต้นจากวัสดุซิลิกา (siliceous minerals) ที่ป็นติดกับหินย้อมมวลรวม ถูกสารแอลคาไลไฮดรอกไซด์กระทำผ่านมาในรูปพูนของมวลรวม สารแอลคาไลเหล่านี้ได้มาจาก  $\text{Na}_2\text{O}$  กับ  $\text{K}_2\text{O}$  ของปูนซีเมนต์ การกระทำดังกล่าวมีผลทำให้เกิดเจลเชิงซิลิกา (silica gel) ที่สะสมอยู่ตามรูพรุนหรือบนผิวของหินมวลรวม ต่อมาเมื่อเจลเกิดการดูดซึมน้ำแล้วมีการขยายตัวจากจุดศูนย์กลางของเจลทำให้ปริมาตรในส่วนผสมคอนกรีตเพิ่มขึ้น (Stark, 1991) คอนกรีตเกิดการแตกร้าว โครงสร้างคอนกรีตที่อยู่ในสภาวะที่มีความชื้นสูง มีโอกาสเกิดปฏิกิริยาเหล่านี้ วิธีการแก้ไข อาจใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ผลิตขึ้นมาแบบเฉพาะเป็น low alkali หรือเติมวัสดุที่เป็น Pozzuolanic additive

#### ข. ปฏิกิริยาแอลคาไล-โดโลไมต์

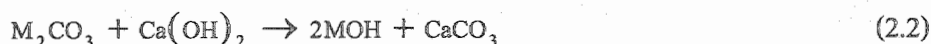
ปฏิกิริยาที่เกิดจากหินปูนที่มีแร่โดโลไมต์ปนสูงหรือเรียกว่า dolomitic limestone ถูกนำมาใช้เป็นหินมวลรวม แล้วเกิดปฏิกิริยากับสารแอลคาไลในส่วนคอนกรีต

กระบวนการลดโดโลไมต์ที่มีปฏิกิริยาทั่วไป เมื่อแร่โดโลไมต์ถูกเปลี่ยนไปเป็นแร่แคลไซต์กับแร่รูโซไซด์ มีผลทำให้ปริมาตรในส่วนผสมเพิ่มขึ้น (Hadley, 1964) ดังนี้



พจน์ M ในสมการ 2.1 แทนประจุบวกของ โพแทสเซียม โซเดียม หรือ ลิเทียม

ต่อมาเมื่อนำปูนชั้น (cement paste) เริ่มแข็งตัว เกิดปฏิกิริยาใหม่ตามมาโดยสารประกอบคาร์บอนेटที่เกิดใหม่มีการทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (ที่เกิดจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมกับน้ำ) ทำให้เกิดปฏิกิริยาใหม่ คือ

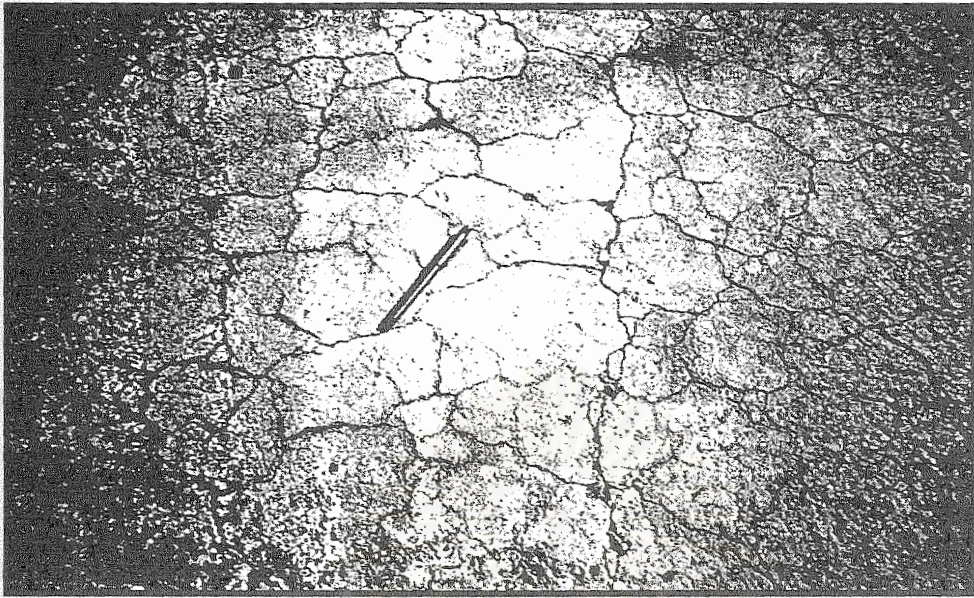


ตารางที่ 2.6 สารมลทิน แร่ หิน ที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีตเมื่ออยู่ในส่วนผสม

ชนิดของสารที่เป็นอันตราย	ผลลัพธ์ของปฏิกิริยาที่มีผลต่อคอนกรีต
1. สารอินทรีย์ หรือ สารมลทินที่มีซากของสิ่งมีชีวิตอยู่	ภายหลังที่คอนกรีตก่อและแข็งตัวแล้ว อาจมีการแตกร้าวหรือพังทลายได้
2. อนุภาคของสารที่มีขนาดเล็กละเอียดและผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (75 ไมครอน)	การขีดเกาะระหว่างมวลรวมกับเนื้อปูนที่มีผลต่อการใช้ปริมาณน้ำในการผสมสูงกว่าปกติ
3. แร่ถ่านหิน แร่ลิกไนต์ แร่เชิร์ต หรือแร่ซิลิกาที่มีความหนาแน่นต่ำ	มีผลต่อความคงทนในการใช้งาน อาจเกิดสีน้ำตาลแดงเคลือบหรืออาจเกิดการบวมพองหลุดออก
4. แร่หรือผลึกของสารที่มีโครงสร้างไม่แข็งแรง เช่น แร่ไมกา	มีผลต่อความคงทนในช่วงการใช้งานคอนกรีต
5. ก้อนดินเหนียว หรืออนุภาคที่เปราะบาง	มีผลต่อการเทส่วนในคอนกรีตภายหลังก่อเสร็จเมื่อแข็งตัวแล้ว ความคงทนไม่ดี อาจบวมพองหลุดออก

การเกิดการขยายตัวที่เป็นผลมาจาก  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  เปลี่ยนไปเป็น  $\text{CaCO}_3$  และ  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  แล้วเกิดร่วมกับแร่ดินเหนียว (clay mineral) เสมอ จึงมีการโป่งพอง (swelling) คล้ายกับการขยายตัวในโครงสร้างดินเหนียว แตกต่างไปจากกลไกปฏิกิริยาแอลคาไล-ซิลิกา เพราะกลไกของแอลคาไล-โคลไนด์นี้ สามารถขยายตัวในบริเวณที่เกิดความชื้นสูงโดยรอบโครงสร้างคอนกรีต อาจเป็นไปได้ว่าผลึกแร่ขนาดเล็กเท่า clay-size มีส่วนกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาขึ้น การเกิดรอยแตกร้าวในโครงสร้างมักพบตามขอบนอก หรือตามผิวสัมผัสระหว่างมวลรวมกับน้ำปูนชั้น ปกติความรุนแรงของปฏิกิริยาแบบนี้จะรุนแรงไม่มาก

รูปที่ 2.11 คัดลอกจาก Geotechnical Materials in Construction (Rollings and Rollings, 1996) แสดงการแตกร้าวของพื้นคอนกรีตเนื่องจากผลกระทบของแร่ซิลิกาที่มีปริมาณมากเกินไปจนก่อให้เกิดปฏิกิริยา แอลคาไล-ซิลิกา



รูปที่ 2.11 การแตกร้าวของพื้นสนามบินในเมือง Albuquerque รัฐ New Mexico  
เนื่องจาก alkaline-silica reaction

วิธีการแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ใน ASTM-C 295: Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete กับ ASTM-C 342: Standard Test for Potential Volume Change of Cement-Aggregate Combinations กรณีที่คอนกรีตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เกิดเจล (gel) นิยมใช้วัสดุจำพวก Pozzuolanic cement มาคอยดูดซับน้ำไว้ ซิลิกาเจลทำให้ปริมาตรคอนกรีตเปลี่ยนแปลงเกิดการแตกร้าว และสูญเสียกำลังวัสดุ วัสดุจำพวก Pozzuolanic มีความต้านทานต่อกรดและเกลือสูง ได้แก่ เถ้าลอย (fly ash), ตะกรันจากเตาถลุงโลหะเหล็ก (blast-furnace slag) หรือซีเมนต์ผสม (blended cement) ซึ่งจะเลือกใช้อะไรนั้นพิจารณาจากผลจากการทดสอบปูนสอ (mortar) ด้วยวิธี bar test เป็นเวลานาน 14 วัน ภายในห้องปฏิบัติการทดสอบคอนกรีต

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 3

### แหล่งหินในประเทศ

การประกอบกิจการเพื่อผลิตหินอุตสาหกรรม สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในงานก่อสร้างภายในประเทศ มีหน่วยงานส่วนราชการที่ควบคุมและกำกับหลายแห่ง หน่วยงานเหล่านี้สังกัดอยู่ 3 กระทรวงหลัก ได้แก่ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงมหาดไทย และกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้มีหน่วยงานหลักคือ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เป็นแกนหลักในการทำหน้าที่เป็นคณะกรรมการกำหนดแหล่งหิน เพื่อการทำเหมืองหินอุตสาหกรรม

#### 3.1 แหล่งหินก่อสร้างในประเทศ

ผลการสำรวจแหล่งหินอุตสาหกรรมในประเทศปรากฏว่ามีหินสำรองอยู่หลายประเภท ทั้งที่เป็นหินตะกอนและหินอัคนี ได้แก่ หินปูน หินแกรนิต หินบะซอลต์ และหินทราย แหล่งหินเหล่านี้ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้เป็นหินอุตสาหกรรมก่อสร้างได้ดี

##### 3.1.1 แหล่งหินปูน

แหล่งหินปูนทั่วไป มีการจัดทำเป็นแผนที่แสดงตำแหน่งและปริมาณสำรองแหล่งหินเหล่านี้ไว้ค่อนข้างสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำเป็นคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนำเสนอรายงานวิจัยพร้อมกับแผนที่แหล่งหินอุตสาหกรรมในประเทศ ต่อกองการเหมืองแร่ ตั้งแต่ปี 2543 (ชื่อใหม่ของกองการเหมืองแร่ที่รวมกับกองสัมปทาน คือ สำนักเหมืองแร่และสัมปทาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่) การอธิบายในหัวข้อนี้เป็นการสรุปเรื่องแหล่งหินปูนเทียบกับยุค (period) ที่หินปูนมีการกำเนิดตามข้อมูลปัจจุบันกับข้อมูลเดิม

##### 1. หินปูนยุคออร์โดวิเซียน

หินปูนยุคนี้แบ่งเป็นกลุ่มหินหรือหมู่หิน (group) ที่มีชื่อเรียกทั่วไปว่า หินปูนกลุ่มทุ่งสง เป็นหินปูนที่มีอายุเก่า คือยุคออร์โดวิเซียนและมีหินปูนสำรองเป็นอันดับที่สอง รองจากหินปูนยุคเพอร์เมียน บริเวณที่พบส่วนใหญ่อยู่ทางด้านตะวันตกกับทางภาคใต้ของประเทศ หินปูนชุดทุ่งสงมีสีเทาดำ หรือสีเทา พบเป็นชั้นไม่หนามาก ส่วนใหญ่หนา 2-3 เมตร ในชั้นหินปูนมีแร่โดโลไมต์

กับหินเชิร์ตปนในปริมาณน้อย เนื่องจากหินปูนกลุ่มทุ่งสงมีอายุการเกิดค่อนข้างยาวนาน ในบางแห่งจึงถูกกระบวนการทางธรณีวิทยากระทำให้เกิดการผุพังสึกกร่อนไปมาก จนค่ากำลังวัสดุอาจลดลงไปมาก

## 2. หินปูนยุคไซลูเรียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส

หินปูนชนิดนี้มีหลายยุค ปริมาณสำรองน้อย ในบางแห่งก็สามารถแยกการกำเนิดเป็นยุคเดียว แต่บางแห่งก็แยกเป็นยุคเดียวได้ยาก หินปูนกลุ่มนี้ที่พบในภาคเหนือตอนล่างมีแร่โดโลไมต์กับหินเชิร์ตปนน้อย บริเวณที่พบได้แก่ บางอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ บางอำเภอของจังหวัดกำแพงเพชร และบางอำเภอของจังหวัดสุโขทัย

หินปูนที่พบในภาคอีสาน จัดเป็นหินปูนในยุคคาร์บอนิเฟอรัส เกิดเป็นเขาลูกเล็ก โคน ๆ หินปูนมีสีเทาดำ ความหนาไม่แน่นอน และบางที่เกิดสลับกับชั้นหินดินดาน หินปูนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบในบางอำเภอของจังหวัดหนองบัวลำภู และในบางอำเภอของจังหวัดเลย

## 3. หินปูนยุคเพอร์เมียน

หินปูนยุคเพอร์เมียนชนิดนี้ที่รู้จักกันดี มีชื่อเรียกทั่วไปว่า หินปูนกลุ่มราชบุรี แต่หินปูนยุคเพอร์เมียนยังประกอบด้วยหินปูนในกลุ่มอื่นอีก ได้แก่ หินปูนกลุ่มสระบุรี และ หินปูนกลุ่มหินขาว หินปูนชนิดนี้มีปริมาณสำรองมากที่สุด และพบแผ่กระจายทั่วประเทศไทย ยกเว้นในบริเวณที่ราบสูงโคราช หินปูนยุคเพอร์เมียนใช้ทำเป็นหินมวลรวมในงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง กับอุตสาหกรรมซีเมนต์มากที่สุด นอกจากนี้ยังเป็นหินสำรองหลักในการทำปูนขาว

### ก. กลุ่มหินราชบุรี

หินปูนกลุ่มราชบุรี มีชั้นหนา สีเทา อาจพบหินเชิร์ตปนแร่โดโลไมต์ในหลายที่ กลุ่มหินชนิดนี้พบในภาคกลางหลายจังหวัด ทั้งที่จังหวัดราชบุรี สระบุรี เพชรบุรี ส่วนในภาคตะวันตกพบที่จังหวัดกาญจนบุรี และภาคใต้มีการแผ่กระจายอยู่หลายจังหวัด ตั้งแต่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร พังงา กระบี่ ยะลา และสุราษฎร์ธานี

### ข. กลุ่มหินสระบุรี

หินปูนกลุ่มสระบุรี เป็นหินที่มีเนื้อหินปูนแบบเนื้อเดียวกัน (homogeneous) หินกลุ่มสระบุรี มีค่าคุณสมบัติเชิงกายภาพ คุณสมบัติเชิงเคมี และคุณสมบัติเชิงกลที่ดีที่สุด การกำเนิดส่วนใหญ่เป็นชั้นหนาหลายเมตร แต่ในหลายบริเวณมีรอยแตกกว้างสูงในชั้นของหินปูน



กลุ่มหินสระบุรีที่พบในภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดสระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ ชัยนาท อุทัยธานี ส่วนที่พบในบริเวณขอบของที่ราบสูงโคราช ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา และชัยภูมิ ในภาคเหนือพบที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบที่จังหวัดปราจีนบุรี จันทบุรี และสระแก้ว

#### ค. กลุ่มหินงาว

หินปูนกลุ่มงาว เป็นหินปูนที่พบในภาคเหนือ ความหนาของชั้นหินสูงมาก บางบริเวณความหนาเกิน 100 เมตร หินปูนสีเทา อาจพบร่วมชั้นกับหินทรายสลับกับหินเชิร์ต หินปูนมีแร่โคโลไมต์ปนเล็กน้อย กลุ่มหินงาวพบที่จังหวัดตาก เชียงราย เชียงใหม่ และอุตรดิตถ์

#### 4. หินปูนยุคไทรแอสซิก

หินปูนชุดนี้ที่รู้จักกันดี มีปริมาณสำรองเป็นอันดับ 3 รองมาจากหินปูนยุคเพอร์เมียน และออร์โดวิเซียน แบ่งออกเป็นกลุ่มหินและหมวดหินหรือเรียกว่าหมู่หิน (formation) ที่มีปริมาณการแผ่กระจายน้อยกว่ากลุ่มหิน (ที่นิยมใช้คำภาษาอังกฤษว่า group)

กลุ่มหินลำปาง เป็นหินปูนที่แผ่กระจายในแถบภาคเหนือบริเวณจังหวัดลำปาง แพร่ น่าน ตาก และบริเวณภาคตะวันตกได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี กลุ่มหินลำปางเป็นหินคุณภาพดี สีเทาหรือเทาเข้ม และชั้นหินปูนค่อนข้างหนา

หมวดหินสุขไพรวัง พบในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดระยอง มีความหนาปานกลาง และมีแร่โคโลไมต์กับหินเชิร์ตปนเล็กน้อย หมวดหินชัยบุรี พบในบริเวณภาคใต้ที่จังหวัดพัทลุง หินปูนบางที่มีสีเทาปนน้ำตาล และมีความหนาสูงมาก ปริมาณแร่โคโลไมต์หรือหินเชิร์ตปะปนระดับปานกลาง

#### 3.1.2 แหล่งหินบะซอลต์

แหล่งหินบะซอลต์ในประเทศไทย มีอายุตั้งแต่ยุคเทอร์เชียรีถึงยุคควาเทอร์นารี การจำแนกประเภทของหินบะซอลต์แบ่งเป็น หินบะซอลต์ที่เป็นต้นกำเนิดของพลอย (มีสารประกอบแอลคาไลในเนื้อหินสูง) ส่วนหินบะซอลต์ที่ไม่ให้พลอยจะมีสารประกอบแอลคาไลในเนื้อหินต่ำ

หินบะซอลต์ที่เป็นต้นกำเนิดของพลอย พบที่จังหวัดกาญจนบุรี แพร่ ลำปาง (ที่อำเภอเกาะคา) จันทบุรี ตราด และศรีสะเกษ ส่วนหินบะซอลต์ที่ไม่ให้พลอย พบที่จังหวัดเชียงราย ลำปาง (อำเภอแม่ทา) เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา ชลบุรี สระบุรี อุทัยธานี บุรีรัมย์ อุบลราชธานี และสุรินทร์

การเลือกนำหินบะซอลต์มาใช้ในงานก่อสร้าง ต้องเลือกก้อนที่มีโพรงช่องว่างหรือรูพรุนน้อย แต่การบดย่อยจะทำได้ยากเพราะหินมีความแข็งสูงคล้ายหินแกรนิต จึงต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง

### 3.1.3 แหล่งหินแกรนิต

แหล่งหินแกรนิตพบทุกภาคของประเทศ ยกเว้นบริเวณที่ราบสูงโคราช การจำแนกประเภทหินแกรนิตแบ่งเป็น หินแกรนิตที่ไม่ให้ (หรือเป็นต้นกำเนิด) แร่ดีบุก กับหินแกรนิตที่ให้แร่ดีบุก

หินแกรนิตยุคเก่าที่ไม่ให้แร่ดีบุก อยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงไทรแอสซิก ส่วนหินแกรนิตที่ให้ดีบุกเป็นหินอายุน้อย เกิดในยุคครีเทเชียสถึงเทอร์เชียรี

ลักษณะการแผ่กระจายพบว่าในหินแกรนิตบางแหล่ง จะมีทั้งที่ให้แร่ดีบุกกับไม่ให้แร่ดีบุก และมีการเกิดในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน โดยจะมีรายละเอียดที่แสดงไว้ในแผนที่การแผ่กระจายหินแกรนิต (รูปที่ 3.2 หัวข้อที่ 3.3) พร้อมทั้งมีการบรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแกรนิตในหัวข้อต่อไป

หินแกรนิตในประเทศไทยส่วนใหญ่มีสีจางออกสีโทนสีเทา ผลึกแร่ใหญ่ค่อนข้างชัดเจน อาจพบเนื้อหินแกรนิตที่มีผลึกแร่ขนาดเม็ดละเอียดหรือผลึกแร่ 2 ขนาด แต่ไม่บ่อยนัก แกรนิตมีการเกิดเป็นหย่อม ๆ ส่วนใหญ่เนินเขาหินแกรนิตเป็นเขาลูกเดี่ยว หินแกรนิตที่มีขนาดผลึกใกล้เคียงกันนิยมนำมาใช้งานที่ต้องการให้หินมวลรวมในโครงสร้างรับน้ำหนักได้สูง เช่น ทำพื้นสนามบิน ทำฐานอาคารสูง แต่การบดย่อยจะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าหินปูน

เนื่องจากโครงสร้างหินแกรนิตมีเนื้อหินเหนียวแข็งไม่แตกหลุดออกจากกันได้ง่าย ดังนั้นเมื่อนำหินมาตัดเป็นแผ่นเรียบและขัดมัน จึงมีลวดลายเป็นดอกกุสวงาม ใช้ทำเป็นแผ่นหินประดับในอาคาร บางบริเวณที่ทำการก่อสร้างหากหาแหล่งกรวดธรรมชาติลำบาก จึงนำหินแกรนิตมาผสมทำคอนกรีต และคุณสมบัติของหินแกรนิตที่มีความพรุนต่ำและกำลังวัสดุสูง จึงใช้สร้างทางหลวงในบางส่วนของภาคเหนือและภาคใต้ ในบางบริเวณใช้หินแกรนิตทำครก และดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินแกรนิตจะให้ธาตุโพแทสเซียมสูง

### 3.1.4 แหล่งหินทรายและหินภูเขาไฟชนิดอื่น

แหล่งหินทรายพบทุกภาคในประเทศไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่หินที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างจะอยู่ในมหายุค (era) มีโซโซอิก จัดอยู่ในกลุ่มหินโคราช กับหินทรายกลุ่มโป่งน้ำร้อน ที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและอยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส

การเลือกหินทรายมาใช้งานควรเป็นก้อนที่มีปริมาณแร่ควอร์ตซ์สูง เม็ดแร่ในมวลหินเกาะติดประสานแน่นอนุภาคทรายไม่หลุดแยกออกง่าย

หินภูเขาไฟชนิดอื่นนอกจากหินบะซอลต์ ที่มีการใช้ในงานก่อสร้าง ได้แก่ หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินทั้ง 2 ชนิด เป็นหินเนื้อละเอียด เนื้อแน่นแข็ง ไม่ค่อยพบรูพรุนในเนื้อหินมากนัก หินไรโอไลต์มีสีเข้มมากกว่าสีหินแอนดีไซต์

หินภูเขาไฟยุคเก่า จะเกิดหลังยุคเทอร์เมียนแต่ก่อนยุคไทรแอสซิก การกำเนิดมักแทรกตัวอยู่ใต้ชั้นหินปูนกลุ่มลำปาง พบบริเวณจังหวัดลำปาง แพร่ และน่าน ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบที่จังหวัดเลย

หินภูเขาไฟยุคใหม่ จะเกิดหลังยุคไทรแอสซิกแต่ก่อนยุคเทอร์เชียรี มีการกำเนิดแทรกตัวตัดผ่านหินทรายกลุ่มหินโคราช จึงพบตามขอบที่ราบสูงโคราช เช่น บริเวณตะวันออกเฉียงของจังหวัด พิษณุโลก เพชรบูรณ์ สระบุรี ลพบุรี ปราจีนบุรี และทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ จังหวัดฉะเชิงเทรา จันทบุรี และตราด

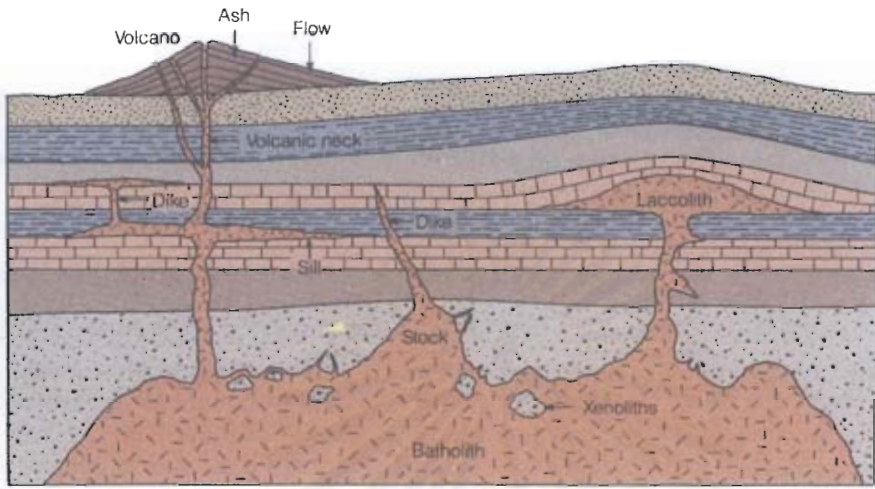
### 3.2 คุณสมบัติพื้นฐานเชิงธรณีวิทยาของหินแกรนิต

เนื่องจากหัวข้อการวิจัยเน้นเรื่องหินแกรนิต และในรายละเอียดของการบรรยายหินชนิดนี้มีหลายกรณีที่ระบุลักษณะเนื้อหินลงไปถึงระดับการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ จึงอาจมีศัพท์เฉพาะบางคำที่ผู้อ่านรายงานวิจัยสามารถจะดูคำอธิบายในหัวข้อนี้ เพื่อสื่อสารความหมายของศัพท์เฉพาะได้ ผู้วิจัยจึงขอสรุปคุณลักษณะทั่วไปของหินแกรนิต กับอธิบายคำศัพท์เฉพาะที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับธรณีวิทยาของหินแกรนิต ไว้ดังต่อไปนี้

#### 1. การกำเนิดของหินแกรนิต

หินแกรนิตเป็นหินอัคนีสีจางที่มีการเย็นตัวและตกผลึกจากหินหนืดภายใต้เปลือกโลก จึงจัดเป็นหินที่อยู่ในกลุ่มย่อยของหินอัคนีที่มีชื่อเรียกว่า plutonic rock หรือ intrusive rock ดังนั้นการกำเนิดหินแกรนิตกับการกำเนิดหินชนิดอื่นในกลุ่มย่อยนี้ จึงพบตามบริเวณส่วนที่เป็นพลาตอน (pluton) ที่อยู่ระดับลึก (ดูรูปที่ 3.1) ถ้าหากพลาตอนมีขนาดใหญ่ จะเป็นพวกหินอัคนีมวลไพศาลหรือบาโรลิต (batholith) และได้เนื้อหินที่มีผลึกแร่ขนาดหยาบ เพราะตกผลึกโดยการเย็นตัวอย่างช้า ๆ แต่ถ้ามีแนวรอยแตกของเปลือกโลกทำให้พลาตอนเกิดการแทรกซอนขึ้นมาในระดับตื้นจะเป็นพลาตอนที่ประกอบด้วยหินแกรนิตมีเนื้อหินขนาดอนุภาคเม็ดละเอียด ได้แก่ พนัง (dike) พนัง

แทรกชั้น (sill) หินอัคนีรูปเห็ดหรือแลคโคลิธ (laccolith) พลุตอนของหินอัคนีแทรกซอนนี้ บาง  
ที่มีมวลสารต่อเนื่องกับ โครงสร้างภูเขาไฟที่ประทุขึ้นมาได้พื้นผิวโลก



รูปที่ 3.1 ภาพตัดขวาง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปลือกโลกกับการแทรกซอนของมวลหิน  
แกรนิตที่เกิดในระดับลึก (คัดลอกจาก Skinner and Porter: Physical Geology, 1987)

## 2. องค์ประกอบแร่ในหินแกรนิต

หินแกรนิตเป็นหินสีจาง จัดเป็นประเภทหินที่มีแร่ซิลิกาสูง หรือเรียกเป็น acid rock ( $\text{SiO}_2$  ประมาณ 65-66% หรือสูงกว่า) แร่ประกอบหลักที่จำเป็นในหินแกรนิตคือ แร่ควอร์ตซ์ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 10% กับมีแร่เฟลด์สปาร์ในเนื้อหินทั้ง 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มแร่ alkali feldspars มีมากกว่า 2/3 ของกลุ่มแร่เฟลด์สปาร์ประเภทอื่น (K-feldspar)

## 3. เนื้อหินแกรนิต

ขนาดของเม็ดผลึกแร่และการจัดเรียงตัวของผลึกแร่ในหินแกรนิต มีหลายรูปแบบแต่อาจแยกได้เป็น 3 ประเภทหลัก คือ

ก. ขนาดเม็ดผลึกแร่ที่ใกล้เคียงหรือเกือบเท่ากัน มีชื่อเรียก equigranular หรือเรียกว่า granular texture เนื้อหินเหล่านี้ยังมีชื่อเรียกย่อยแบ่งออกเป็น granitic texture ผลึกแร่เกาะเกี่ยวประคบติดกันจนเกือบไม่มีรูพรุน เม็ดผลึกแร่เรียงติดกันและมีขนาดเท่ากัน การจัดตัวคล้ายคลึงกับเนื้อหินตะกอน จึงยังมีช่องว่างของผลึกแร่บ้าง ส่วนศัพท์ทั่วไปที่ใช้เรียกเนื้อหินที่มีขนาดผลึกหยาบมองเห็นด้วยตาเปล่า คือ phaneritic texture

ข. ขนาดของผลึกแร่เป็นผลึกเล็กละเอียด ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือจากการใช้แว่นขยาย มีชื่อเรียกทั่วไป เป็น aphanitic texture

ค. ขนาดของผลึกแร่เป็นผลึก 2 ขนาด มีชื่อเรียกเป็น porphyritic texture ผลึกแร่ขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือจากการใช้แว่นขยาย เรียกเป็น พื้นหิน (groundmass) ผลึกแร่ขนาดใหญ่ซึ่งมักเป็นแร่เฟลด์สปาร์ เรียกเป็น ดอกหิน (phenocryst)

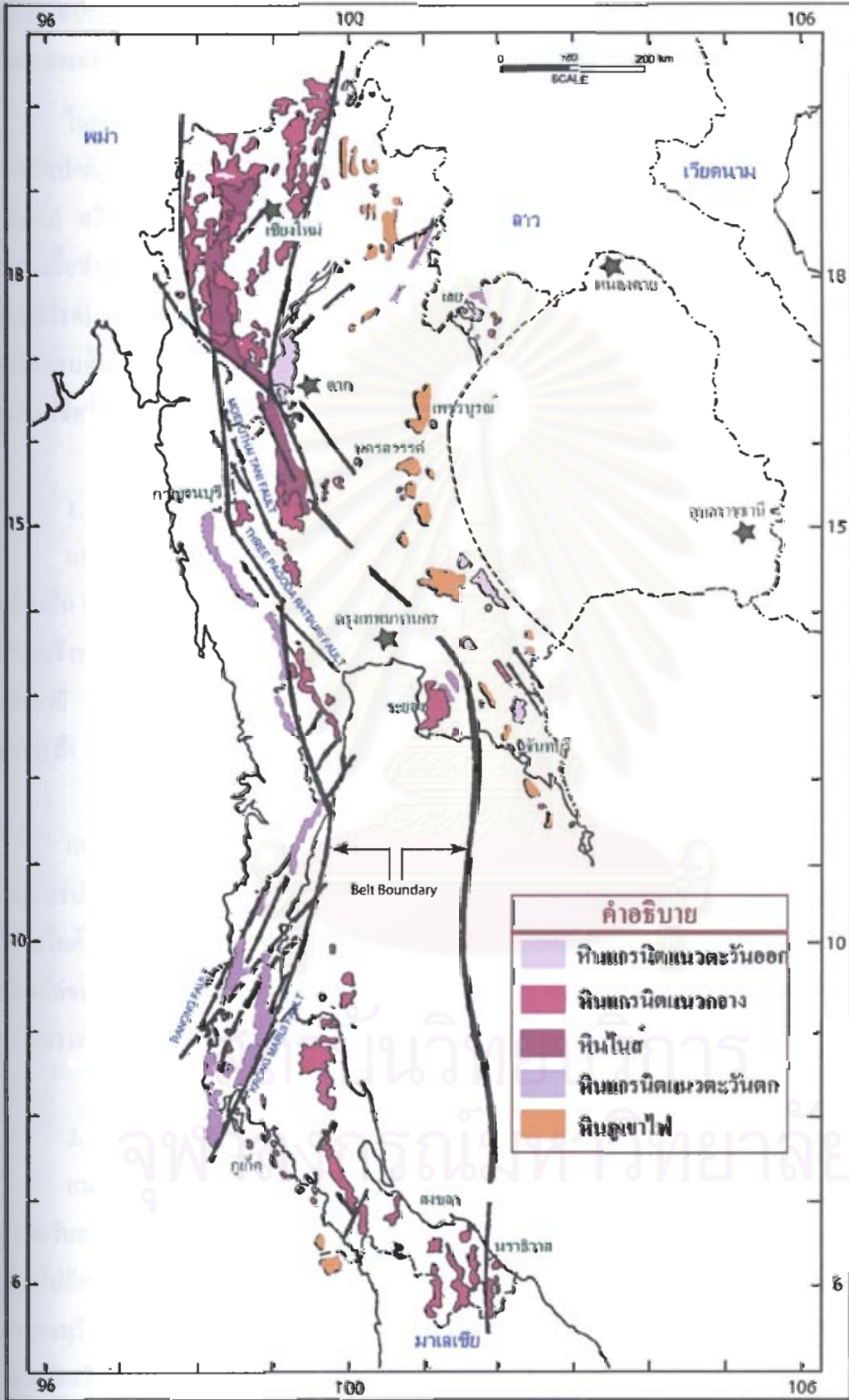
ศัพท์ที่ใช้เรียกขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางผลึกแร่ในหินแกรนิต มีการเรียกแตกต่างกันไป แต่ที่นิยมใช้จะแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ผลึกขนาดเล็กกว่า 1 มม. เรียกว่า fine-grained ผลึกขนาด 1 มม. ถึงเล็กกว่า 2 มม. เรียกว่า medium-grained ผลึกขนาด 2 มม. ถึง 10 มม. เรียกว่า coarse-grained

#### 4. การเปลี่ยนแปลงเชิงธรณีวิทยาของหินแกรนิต

เมื่อมีกระบวนการผุพังอยู่กับที่ (weathering) หรือกระบวนการกัดกร่อนชะล้าง (erosion) หินแกรนิตเกิดการแตกหักและสลายตัว ทำให้เกิดแนวรอยแยก (joint) หรือแนวรอยร้าว (fracturing) กระบวนการเชิงธรณีวิทยาจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในมวลหินแกรนิตมากขึ้น ขึ้นอยู่กับภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศในแต่ละบริเวณของประเทศ ถ้าหากมีฝนตกชุกและอุณหภูมิในบริเวณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย การผุพังและการกัดกร่อนจะมีผลค่อนข้างเร็ว นอกจากนี้ น้ำฝนที่แทรกตามระนาบรอยแยกในมวลหิน ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่อแร่เฟลด์สปาร์ในเนื้อหิน หรืออาจสลายตัวกลายเป็นแร่ดินเหนียว (clay mineral) รวมทั้งเกิดเป็นคาบสมิธเหล็กเคลือบตามรอยต่อของผลึกแร่ประกอบหิน ทำให้เกิดการหลุดแยกออกจากมวลหินแกรนิตได้ง่ายขึ้น

### 3.3 การแผ่กระจายของหินแกรนิตในประเทศไทย

จากการสำรวจของกรมทรัพยากรธรณีอย่างต่อเนื่อง มีรายงานว่า หินแกรนิตมีการแผ่กระจายตัวในแนวเหนือ-ใต้ เกือบทั่วประเทศ ในบทความของ Nakapadungrat and Putthapiban (1992) ที่ตีพิมพ์ในเอกสาร Proceedings "Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development" ได้แบ่งแนวหินแกรนิตหรือโซนของหินแกรนิต ตามลักษณะภูมิศาสตร์ เนื้อหินธรณีเคมีของหินแกรนิต อายุและการกำเนิดหิน ตลอดจนศักยภาพของหินแกรนิตในเชิงเศรษฐกิจ โดยแบ่งออกเป็น 3 แนวหิน (belt) ได้แก่ แนวหินตะวันออก แนวหินกลาง และแนวหินตะวันตก รูปที่ 3.2 ในหน้าถัดไป เป็นแผนที่แสดงการแผ่กระจายของแนวหินแกรนิต ร่วมกับแนวหินภูเขาไฟและหินแปรที่มีชื่อเรียกว่า หินไนส์ (gneiss) แผนที่การกระจายของแนวหินแกรนิตที่แสดงไว้ใน



รูปที่ 3.2 แผนที่แสดงการแผ่กระจายของหินแกรนิตในประเทศไทย

รายงานฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ดัดแปลงแก้ไขจากต้นฉบับเดิมบางส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดทำแผนที่และการอธิบายตำแหน่งแหล่งหินแกรนิตที่เป็นผลงานของทีมงานวิจัยโครงการนี้

ในเชิงวิทยาแร่ของหินแกรนิต คำว่า granites ที่ระบุในหัวข้อนี้ นอกจากจะหมายถึงหินแกรนิตปกติแล้วจะมีความหมายรวมถึงหินแกรโนไดออไรต์ (granodiorite) กับหินไดออไรต์ (diorite) หรือหินโดเลอไรต์ (dolerite) ที่มักพบเกิดร่วมในแนวหินแกรนิตดังกล่าวด้วย ในภาคสนามเมื่อทำการตรวจสอบอย่างง่าย หินแกรโนไดออไรต์กับหินไดออไรต์ (หรือเรียกว่าหินโดเลอไรต์) มักมีสีเทาเข้มหรือสีเทาปนดำ แต่คุณสมบัติอย่างอื่นไม่สามารถแยกได้ด้วยเครื่องมือตรวจสอบหินในภาคสนาม ส่วนหินในสำนันั้นมีกำเนิดใกล้เคียงกับหินแกรนิตมาก ถ้าหากไม่สามารถระบุแน่ชัดว่าเกิดจากกระบวนการแปรสภาพ บางครั้งจึงเรียกเป็นหิน migmatitic granite แทน

### 1. แนวหินแกรนิตตะวันออก

แนวหินแกรนิตบริเวณนี้ ปรากฏอยู่ทางด้านตะวันตกของที่ราบสูงโคราช ลักษณะโดยรวมคล้ายเป็น I-type กำเนิดในยุคไทรแอสซิก แนวหินตะวันออกแบ่งเป็นแนวหินแรกที่ย้อนข้างชัดเจน บริเวณจังหวัดเลย เพชรบูรณ์ นครนายก แนวหินที่สองปรากฏบริเวณจังหวัดตาก เชียงราย อุทัยธานี ชลบุรี จันทบุรี และตราด อายุการกำเนิดอยู่ในช่วงเวลา ตั้งแต่ 213 ล้านปี (แกรนิตตากสีขาว) ถึง 219 ล้านปี (แกรนิตตากสีชมพู)

แนวหินตะวันออกนี้ ประกอบด้วยหินอัคนีหลายประเภท ตั้งแต่ plutonic จนถึง volcanic rocks แร่ประกอบหินหลัก เป็นแร่เฟลด์สปาร์ และแร่ควอร์ตซ์ ยังพบแร่ช่วยประกอบหินอื่น เช่น แร่ไบโอไทต์ แร่ไพรอกซีน กับแร่สฟีนและแมกนีไนต์ เนื้อหินส่วนใหญ่เป็นแบบ equigranular ที่มีเม็ดผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ โทนสีของหินแกรนิตในแนวนี้มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ตั้งแต่สีเทา เทาอมชมพู ชมพูส้ม เทาดำถึงค่อนข้างดำ

### 2. แนวหินแกรนิตกลาง

แนวหินแกรนิตกลางกำเนิดในยุคไทรแอสซิก ปรากฏต่อเนื่องทางด้านตะวันตกของแนวหินตะวันออก มีบริเวณที่หินโผล่ในเขตจังหวัดเชียงรายถึง 3/4 ของเนินหินแกรนิต และมีแนวต่อเนื่องไปยังบริเวณจังหวัด เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน ตาก กำแพงเพชร อุทัยธานี สุพรรณบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นอกจากนี้ยังต่อไปถึงคาบสมุทรตะวันออกในเขตภาคใต้หลายจังหวัด (นครศรีธรรมราช สงขลา ตรัง สตูล และยะลา) จนถึงเทือกเขาของประเทศมาเลเซีย ส่วนภาคตะวันออกพบที่จังหวัด ชลบุรี ระยอง อายุการกำเนิดอยู่ในช่วงเวลา ตั้งแต่ 200 ล้านปี (แกรนิตบริเวณคอกขุนตาล) ถึง 250 ล้านปี (แกรนิตบริเวณอำเภอแม่แจ่ม)

หินแกรนิตแนวกลางนี้มีโครงสร้างสลับซับซ้อน มักเกิดร่วมกับหินไนส์ (หรือเรียกว่า migmatitic granite) และยังพบหินโพลีโกสกับหินซิสต์ที่มีลักษณะการถูกแปรสภาพด้วยความดัน และอุณหภูมิดังกล่าวชัดเจน ทำให้เนื้อหินแกรนิตมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับเนื้อหินแปรในลักษณะของ foliated texture และอาจมีสายหินเพกมาไทต์กับสายหินแอสไพลด์ตัดผ่านมวลหินแกรนิต แร่ประกอบหินหลัก เป็นแร่เฟลด์สปาร์ และแร่ควอร์ตซ์ ยังพบแร่ช่วยประกอบหินอื่น เช่น แร่ไบโอไทต์ที่มีปริมาณค่อนข้างสูง ส่วนแร่มีสโคไวต์ ฮอร์นเบลนด์ และทัวร์มาลีน พบน้อย โทนสีของหินแกรนิตที่เป็นแนวหินกลางนี้ มีสีเทาถึงสีเทาขาวส่วนใหญ่ คั้งนั้นจึงมักพบหินแกรนิตประเภท muscovite-biotite granite กับ biotite granite ในขณะที่ hornblende-biotite granite หายาก

### 3. แนวหินแกรนิตตะวันตก

แนวหินแกรนิตตะวันตกอยู่ในยุคครีเทเชียส เป็น I-type ขนาดเล็ก กับ S-type เป็นบริเวณกว้าง เริ่มตั้งแต่บริเวณเกาะภูเก็ตบริเวณทางใต้ของอำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ระนอง ชุมพร กาญจนบุรี อำเภอแม่สะเรียง กับอำเภอแม่ลามา จังหวัดแม่ฮ่องสอน รวมทั้งแนวหินแกรนิตที่ต่อเนื่องกับคาบสมุทรประเทศพม่า อายุการกำเนิดอยู่ในช่วงยุคอ่อน มีช่วงเวลากำเนิด ตั้งแต่ 78 ล้านปี (แกรนิตอำเภอตะกั่วป่า-พังงา) ถึง 130 ล้านปี (แกรนิตอำเภอแม่ลามา-แม่ฮ่องสอน)

หินแกรนิตที่พบบ่อยมากในแนวนี้ เป็น muscovite-biotite granite, tourmaline-muscovite granite และ biotite granite มวลหินแกรนิตเกิดในบริเวณกว้างของบาโรลิส เนื้อหินแกรนิตในแนวตะวันตกคล้ายคลึงกับเนื้อหินแนวกลาง เนื้อหินเป็นประเภท 2 ขนาด กับประเภทเม็ดผลึกหยาบถึงปานกลาง ผลึกขนาดใกล้เคียงกัน แร่ประกอบหลัก เป็นแร่ควอร์ตซ์ แร่เฟลด์สปาร์ และไบโอไทต์ ทั้งนี้อาจพบแร่มีสโคไวต์เกิดร่วมกับหินอควินีสีจางประเภท หินเพกมาไทต์ และหินแอสไพลด์ ที่พบมากในบริเวณพื้นที่เกาะภูเก็ตและจังหวัดพังงา หินไนส์ไม่พบในแนวหินตะวันตก เนื้อหินในแนวหินตะวันตกนี้มีคล้ายกับเนื้อหินที่ปรากฏในแนวตะวันออก ได้แก่ หินในบริเวณ คือ เขาปะทิว จังหวัดภูเก็ต และเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทที่ 4

### แผนที่แหล่งหินแกรนิตในประเทศ

ข้อมูลที่ใช้ประกอบเนื้อหาของแผนที่แหล่งหินแกรนิตในบทนี้ เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบกับหน่วยงานราชการที่ทำหน้าที่เป็นคณะกรรมการกำหนดแหล่งหิน เพื่อการทำเหมืองหินอุตสาหกรรม ข้อมูลส่วนใหญ่คัดลอกมาจากเว็บไซต์ของ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ หรือ <http://www.dpim.go.th> ทั้งนี้ในส่วนที่มีการนำเสนอในบทนี้เป็นส่วนข้อมูลเฉพาะที่เป็นแหล่งหินแกรนิต ที่เปิดเหมืองเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างกับทำหินประดับ ข้อมูลดังกล่าวนี้ มีการปรับปรุงครั้งสุดท้ายในเดือนกันยายน 2547

จากข้อมูลแหล่งหินแกรนิตในประเทศที่คณะผู้วิจัยรวบรวมมา มีการนำเสนอวิธีการจำแนกประเภทแหล่งหินแกรนิตในประเทศออกเป็น 3 รูปแบบ (สถานภาพ) ได้แก่ แหล่งหินแกรนิตในที่ดินกรรมสิทธิ์ (ที่ดินที่มีเอกสารสิทธิและที่ดินที่มีสิทธิครอบครอง) แหล่งหินแกรนิตที่ใช้ทำเป็นหินประดับ และแหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น

การนำเสนอของคณะผู้วิจัยยังมีระบุแยกไว้เป็นตารางแหล่งหินตามภูมิภาค ตัวอย่างเช่น แหล่งหินแกรนิตในบริเวณภาคเหนือ จะระบุไว้ในตารางหนึ่ง แหล่งหินแกรนิตในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือแยกไว้ในอีกตารางไม่ปนกัน เป็นต้น ข้อสังเกตเพิ่มเติมในการนำเสนอ ได้แก่ แหล่งหินแกรนิตในที่ดินกรรมสิทธิ์ในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันตกกับภาคกลาง ไม่มีแหล่งหินดังกล่าว จึงไม่ได้ระบุไว้ในตารางข้อมูล

#### 4.1 แหล่งหินแกรนิตในที่ดินกรรมสิทธิ์

แหล่งหินแกรนิตในที่ดินกรรมสิทธิ์เหล่านี้เป็นพื้นที่ที่มีการระเบิดและย่อยหินมาก่อน หรือเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสามารถใช้หินในแหล่งเป็นหินมวลรวมในงานก่อสร้าง และแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 กับตารางที่ 4.2 ซึ่งเป็นแหล่งหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างในที่ดินกรรมสิทธิ์ และอยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ ในส่วนของภาคอื่นไม่มีแหล่งหินแกรนิตเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้างในที่ดินกรรมสิทธิ์

ผลของการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของทั้ง 2 ภาค พบว่าแหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์มีจำนวน แหล่งและปริมาณหินสำรอง มากกว่า แหล่งหินประดับ และแหล่งหินประเภทอื่น

ตารางที่ 4.1 แหล่งหินแกรนิตในที่กรรมสิทธิ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21361/15591	บริษัท ปรีณดา จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	8.19
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21375/15320	บริษัท แชนสันผลิตภัณฑ์ หินทราย (ประเทศไทย) จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	8.92
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21356/15173	บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลอปเม้นต์ จำกัด (มหาชน)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	3.6
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21374/15319	บริษัท แชนสันผลิตภัณฑ์ หินทราย (ประเทศไทย) จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	4.13
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21357/15467	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	6.76
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21365/15415	บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลอปเม้นต์ จำกัด (มหาชน)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	7.9
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21390/15600	บริษัท โรงโมหินทวีทรัพย์ มหานคร จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21358/15596	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เทพศิลาอุตสาหกรรม	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	2.02
ระยอง	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	30979/15594	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฉาววิศิวิทยา (บ. ฉาววิศิวิทยา จก. รับ ช่วงๆ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ระยอง	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	30965/15479	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฉาววิศิวิทยา (บ. ฉาววิศิวิทยา จก. รับ ช่วงๆ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ระยอง	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	23720/15077	บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลอปเม้นต์ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	7.86

ตารางที่ 4.2 แหล่งหินแกรนิตในที่กรรมสิทธิ์ ภาคใต้

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
นราธิวาส	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	31517/15280	ห้างหุ้นส่วนจำกัด นราธิวาส โรมหิน	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	6.6
นราธิวาส	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	31527/15553	บริษัท โรงโมหินไทยฉาว จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	3.8

### ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตในกิจกรรมสิทธิ์ ภาคใต้

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
นราธิวาส	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	31519/15318	บริษัท บ้านคีรี จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	3.9
นราธิวาส	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	31543/15281	ห้างหุ้นส่วนจำกัด นราธิวาสโรม โมหิน	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	2.3
นราธิวาส	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	31542/15374	บริษัท ผู้ไทยคอนสตรัคชั่น จำกัด	ขอต่ออายุ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	3.6
ปัตตานี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	31533/15260	นายคือลาเตะ หะมิดง	ขอต่ออายุ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	1.7
ปัตตานี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	31537/15289	บริษัท ชาซูดาวอรี จำกัด	ขอต่ออายุ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	0.8
พังงา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	23430/15117	นายบำรุง วงศ์ชุมพิศ (หกก.เหมืองหินบำรุง 44 (หล่อยง) รับช่วงฯ	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	3.4
สงขลา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	27637/15123	นายสมนึก พันธุ์ฤกษ์	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	9

### 4.2 แหล่งหินแกรนิตที่ใช้ทำเป็นหินประดับ

แหล่งหินแกรนิตที่ใช้ทำเป็นหินประดับ (เป็นการแจ้งความประสงค์ของผู้ประกอบการในการขอทำหินแกรนิตเป็นหินประดับอย่างเดียว) มีการแสดงข้อมูลแยกไว้ในหลายตารางตามตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งหินในแต่ละภูมิภาคทำนองเดียวกับแหล่งหินแกรนิต เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ได้แก่ ตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.7

### ตารางที่ 4.3 แหล่งหินแกรนิตประดับ ภาคเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
กำแพงเพชร	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28132/14795	บริษัท เมญูจีรี จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
กำแพงเพชร	หินประดับชนิดหินแกรนิต	30653/15265	บริษัท ไทยเจริญแกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25687/14928	นายทะเวช รัตนจันทร์	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28150/14919	นางสาววงศกรวณ จันทระเสนา (บริษัท อิมพีเรียลแกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25634/14509	บริษัท พี.เอ.หินอ่อนธรรมชาติ จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25655/14843	บริษัท สหเสงมาหนึ่ง จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25699/14618	นางไอริน ทองสมบูรณ์	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25709/14535	นายวรพจน์ ชัยสวัสดิ์ (บริษัท รุ่ง เรืองศิลาทิพย์ จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28184/15130	นายสมศักดิ์ ใจใส (บริษัท ตาก แกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28144/15025	บริษัท แกรนิตเพชรบูรณ์ จำกัด	หยุดการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25786/15011	บริษัท เจ้าพระยาหินอ่อนแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25779/15051	บริษัท เจ้าพระยาหินอ่อนแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	20876/13952	บริษัท โอเรียนเต็ลแกรนิต จำกัด (บริษัท พี.วี.หินอ่อนและแกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25750/15165	บริษัท แกรนิตเพชรบูรณ์ จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25798/14863	บริษัท ไมเนอร์ฟิลด์ จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25646/14119	นางศศิธร ห้ามกระ โทก	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25734/14991	นายวิรัช บุญวิ้งวาน	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25768/14761	บริษัท แกรนิตเพชรบูรณ์ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28108/14790	บริษัท ยูนิซาวด์หินอ่อน จำกัด (บริษัท ตากแกรนิต จำกัด รับ ช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25629/14059	นายวรพจน์ ชัยสวัสดิ์ (บริษัท แกรนิต - รุ่งเรือง จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28107/14789	บริษัท สยามหินประดับ จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25749/14650	บริษัท แกรนิตเพชรบูรณ์ จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28176/14937	บริษัท ธนพิรุฬห์ จำกัด (บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ต เอ็กซ์ส พอร์ต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	20872/14821	นายสมคิด โพธิ์ทอง (บริษัท แกรนิต - รุ่งเรือง จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28122/14816	บริษัท พี.วี.หินอ่อนและแกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	5800/14846	บริษัท ไมเนอร์ฟิลล์ จำกัด (บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ต เอ็กซ์พอร์ต จำกัด รับช่วงฯ )	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25641/14076	บริษัท ไทยแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28168/14958	บริษัท สยามณี จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25631/14050	นายชัยยุทธ เกียรติบุญญ์	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25625/14037	บริษัท สหเสงมายนิ่ง จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25628/14038	บริษัท สหเสงมายนิ่ง จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28187/14878	นายเสกสรร จินตสุเมธ	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25698/14844	บริษัท ไทยแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	20862/14263	บริษัท แกรนิตเพชรบูรณ์ จำกัด (บริษัท อุตสาหกรรมวิคตอรี แกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25656/14126	บริษัท สหเสงมายนิ่ง จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25688/14538	นางสาวรัชณี เจริญสว่าง (บริษัท บุญกั๋งวาน จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตประดับ ภาคเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25650/14516	นางสาวศิริพร ศรีสมบัติ (บริษัท ไทยสโตนแกรนิตอินดัสทรี จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	20871/14060	บริษัท พี.วี.หินอ่อน และแกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25799/14864	บริษัท ไมเนอร์ฟิลด์ จำกัด (บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ต เอ็กซ์พอร์ต จำกัด รับช่วงฯ )	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	20860/13970	บริษัท แกรนิตเพชรบูรณ์ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25621/14464	บริษัท เซอมาส จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28211/14910	นายธีระ วรวงศจิตติ (บริษัท เหลือหลายแกรนิต จำกัด รับ ช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28188/14893	นายสมศักดิ์ ใจใส (บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ต เอ็กซ์ส พอร์ต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28177/14886	บริษัท บ้านปู จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25740/14815	บริษัท พี.วี.หินอ่อนและแกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28109/14503	นายมานันท์ วิชิตสโร (บริษัท กรุงเทพแกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25727/14580	บริษัท ไทยคามิ จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25785/15010	บริษัท เจ้าพระยาหินอ่อนแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28217/14911	นางศรีวรรณ ศิริภัทร (บริษัท ศรี นุชแกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	20875/14022	บริษัท เจ้าพระยาหินอ่อน - แกรนิต จำกัด (มหาชน) (บริษัท เจ้าพระยาหินอ่อน จำกัด รับ ช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25661/14617	บริษัท เจ้าพระยาหินอ่อนแกรนิต จำกัด (มหาชน)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25732/14581	บริษัท ไทยคามิ จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	28116/14962	บริษัท อุตสาหกรรมวิคตอรี แกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25668/14407	นายมานันท์ วิจิตสโร	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25648/14086	นายฉัตรพล สีนสมบูรณ์ (นาย ฉัตร สีนสมบูรณ์ รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25649/14630	นางสาวรัชณี เจริญสว่าง (บริษัท เอกลักษณ์หินอ่อน จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25663/14845	บริษัท ที.วี.หินอ่อนและแกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	20873/13986	นางสาวรัชณี เจริญสว่าง (นายมา นันท์ วิจิตสโร รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	20861/13971	บริษัท แกรนิตเพชรบูรณ์ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25760/14764	บริษัท แกรนิตเพชรบูรณ์ จำกัด (นายเอกสาย โชติยานนท์ รับ ช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	28215/14887	บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ตเอ็กซ์ พอร์ต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25756/14992	นายสมบูรณ์ ทรงไพบูลย์	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	28104/14482	นายปรีดี สันติพนารักษ์ (บริษัท แกรนิตไต้ จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25703/14929	นายทะเวธ รัตนจันทร์	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25728/14619	บริษัท ไทยแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	28134/14930	บริษัท ลานนาธิซอร์สเสส จำกัด (มหาชน)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	25723/14454	นายมานันท์ วิจิตสโร (บริษัท มุก หลวงหินอ่อนและแกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	28223/14833	บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ตเอ็กซ์ พอร์ต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินระดับชนิดหินแกรนิต	20884/14097	นายสิน เชื้อแพ่ง (บริษัท เอเชีย แกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28156/14883	บริษัท ลานนาวิเซอร์สเสส จำกัด (มหาชน) (บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ต เอ็กซ์พอร์ต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25710/14536	นายวรรณ ชัยสวัสดิ์ (บริษัท ไทยแกรนิต จำกัด (มหาชน) รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28183/14892	นายสมศักดิ์ ใจใส (บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ต เอ็กซ์พอร์ต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28164/14834	บริษัท แกรนิโต้ จำกัด (บริษัท ตากแกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28220/14888	บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ตเอ็กซ์พอร์ต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25719/14524	บริษัท เจ้าพระยาหินอ่อนแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28115/14957	บริษัท พี.วี.หินอ่อน และแกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28151/14885	นายปัญญา เหมือนสังข์ (นางสาวสุกัลยา วีรทยานันท์ รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28193/14879	นายเสกสรร จินตสุเมธ	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	28135/14884	บริษัท ลานนาวิเซอร์สเสส จำกัด (มหาชน) (บริษัท เอส.ที.เอส.อิมพอร์ต เอ็กซ์พอร์ต จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	20874/13953	บริษัท เอเชียมาร์เบิล จำกัด (บริษัท บุญกั๊วงวน จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25640/14295	บริษัท ศิลาเมธี จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25700/14859	บริษัท ลานนาวิเซอร์สเสส จำกัด (มหาชน) (บริษัท เหมือนมานันท์ จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25733/14865	บริษัท สหเสงมายนิง จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25626/14036	บริษัท สหเสงมายนิง จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-



ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
นครสวรรค์	หินประดับชนิดหินแกรนิต	29577/15451	บริษัท อิมพีเรียลริชอร์ส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
นครสวรรค์	หินประดับชนิดหินแกรนิต	29578/15452	บริษัท อิมพีเรียลริชอร์ส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
นครสวรรค์	หินประดับชนิดหินแกรนิต	29579/15453	บริษัท อิมพีเรียลริชอร์ส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
นครสวรรค์	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25495/14373	บริษัท นิวออร์คหินอ่อนและ แกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
เพชรบูรณ์	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25542/14866	บริษัท สยามกรีนแกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
เพชรบูรณ์	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25535/14922	นายกิตติมา โฉมิตานนท์	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
เพชรบูรณ์	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25534/14852	นางกัญญา รุ่งเรืองศิลาทิพย์ (บริษัท รุ่งเรืองศิลาทิพย์ จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
เพชรบูรณ์	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25537/14923	นางอรนิษฐ์ โฉมิตานนท์	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
ลำปาง	หินประดับชนิดหินแกรนิต	24252/13944	บริษัท ไทยคานี จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
ลำปาง	หินประดับชนิดหินแกรนิต	24372/14634	นายธรรมบุญ วรรณพานิช	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
สุโขทัย	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25654/15264	นางสาวรัชณี เจริญสว่าง	ตั้งยกเลิก	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
อุดรธานี	หินประดับชนิดหินแกรนิต	22327/14961	นายสุรศักดิ์ เหมะประสิทธิ์	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
อุทัยธานี	หินประดับชนิดหินแกรนิต	25052/13934	บริษัท ไทยแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินประดับชนิดแกรนิต	24998/14767	บริษัท อุตสาหกรรมวิคตอรี แกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินประดับชนิดแกรนิต	25065/14956	นางเบญจมาศ เนียมสวัสดิ์	เปิดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินประดับชนิดแกรนิต	24999/14768	บริษัท อุตสาหกรรมวิคตอรี แกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินประดับชนิดแกรนิต	25000/14769	บริษัท อุตสาหกรรมวิคตอรี แกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินประดับชนิดแกรนิต	25020/15080	นายชัยชาญ เอื้อ ไพบูลย์	ตั้งยกเลิก	แหล่งหินใน ที่กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.4 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
นครราชสีมา	หินระดับชนิดแกรนิต	25030/14973	นายเด่นพงษ์ ชันธีราช	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินระดับชนิดแกรนิต	25032/14965	นายเด่นพงษ์ ชันธีราช	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินระดับชนิดแกรนิต	25022/15081	นายชัยชาญ เอื้อไพบุลย์	ตั้งยกเลิก	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินระดับชนิดแกรนิต	25031/15082	นายชัยชาญ เอื้อไพบุลย์	ตั้งยกเลิก	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินระดับชนิดแกรนิต	28713/15170	นายชาติชาย ศรีกุลเรืองโรจน์	ตั้งยกเลิก	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
นครราชสีมา	หินระดับชนิดแกรนิต	25019/14964	นางนงลักษณ์ ชันธีราช	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
เลย	หินระดับชนิดแกรนิต	25166/14932	นางสงข สืบศิริกุล	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
เลย	หินระดับชนิดแกรนิต	25142/14039	บริษัท ไทยแกรนิต จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
เลย	หินระดับชนิดแกรนิต	25125/14001	บริษัท ที.แอนด์.เอส.แบโรท์ ไม นิง จำกัด (บริษัท สุรัตน์ เอนเตอร์ไพรส์ จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
เลย	หินระดับชนิดแกรนิต	15489/14147	นายก้าน สืบศิริกุล	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
เลย	หินระดับชนิดแกรนิต	25161/14513	นางสาวอรดี อนันตภิกคาร	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
เลย	หินระดับชนิดแกรนิต	25147/14164	นางสงข สืบศิริกุล	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
เลย	หินระดับชนิดแกรนิต	8331/14004	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เลขแกรนิต	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.5 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคกลางกับภาคอื่น

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
กาญจนบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	24780/14569	นายเด่นพงษ์ คาบธรรม	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
กาญจนบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	24683/14184	บริษัท อีเมน จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
กาญจนบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	24684/14185	บริษัท อีเมน จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
นครนายก	หินระดับชนิดแกรนิต	10867/15379	นายสิทธิพงษ์ ตุลาธรรมธร	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคกลางกับภาคอื่น

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ประจวบคีรีขันธ์	หินระดับชนิดแกรนิต	21202/14752	บริษัท ลานนาสิกไนต์ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ประจวบคีรีขันธ์	หินระดับชนิดแกรนิต	21186/14721	บริษัท สหเองมายนิง จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ปราจีนบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	29354/15252	บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลอปเม้นต์ จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ราชบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	20922/14288	บริษัท สวนผิงแกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ราชบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	20944/14438	บริษัท เอเชียมาร์เบิล จำกัด (บริษัท เอเชียแกรนิต จำกัดรับ ช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ราชบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	20943/14437	บริษัท ว.ราชบุรีแกรนิต จำกัด (บริษัท เอส.เอส.ที.ซี. จำกัด รับ ช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ราชบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	20923/14289	บริษัท สวนผิงแกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ราชบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	20924/14290	บริษัท สวนผิงแกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ราชบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	20925/14291	บริษัท สวนผิงแกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ราชบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	20990/14985	นายชานน ชีรสวรรณจักร	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ราชบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	21047/15230	นายชาญชัย สุพานิชวรภาชน์ (บริษัท กรีนเฟลด์เอเชีย จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ลพบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	29142/14847	บริษัท เอกลักษณ์แกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ลพบุรี	หินระดับชนิดแกรนิต	29139/14881	บริษัท เอกลักษณ์หินอ่อน จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.6 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคตะวันออก

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ประทาน บัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ฉะเชิงเทรา	หินระดับชนิดแกรนิต	26252/14872	นางนภรัตน์ ศิลาส่งรุ่ง (บริษัท เอเชียแกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ฉะเชิงเทรา	หินระดับชนิดแกรนิต	15775/14370	บริษัท พี.วี.หินอ่อนและแกรนิต จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-
ฉะเชิงเทรา	หินระดับชนิดแกรนิต	15777/14867	นายธีระ เตชะสนธิชัย	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่ กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคตะวันออก

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ฉะเชิงเทรา	หินระดับชนิดแกรนิต	29756/15176	นายไพฑูรย์ วิริยะภู่รี	ส่งยกเลิก	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ฉะเชิงเทรา	หินระดับชนิดแกรนิต	15778/14808	นายอำนาจ สดาวรรุทธิ์ (บริษัท เอส. โอ.เอ.พี. จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ฉะเชิงเทรา	หินระดับชนิดแกรนิต	29757/15122	บริษัท อัสพรธรณ ไมนิ่ง จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ฉะเชิงเทรา	หินระดับชนิดแกรนิต	29759/15212	บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวล็อบเมนต์ จำกัด (มหาชน)	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
ฉะเชิงเทรา	หินระดับชนิดแกรนิต	29753/14747	นายสรวิรัตน์ นพเกตุ	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-

ตารางที่ 4.7 แหล่งหินแกรนิตระดับ ภาคใต้

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ยะลา	หินระดับชนิดหินแกรนิต	12319/14876	บริษัท เหมืองแร่ภูเก็ต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-
สงขลา	หินระดับชนิดหินแกรนิต	27608/14826	บริษัท วี แอนด์ คอนซิสแดนท์ จำกัด (บริษัท หินโรซ่า (สงขลา) จำกัด รับช่วงฯ)	เปิดทำการ	แหล่งหินในที่กรรมสิทธิ์	-

### 4.3 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น

แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่นนี้ในรายงานวิจัยฉบับนี้มีความหมายหลายอย่าง เช่น เป็นแหล่งหินที่ใช้ทำหินก่อสร้างและใช้ทำหินประดับในเหมืองเดียวกัน เป็นแหล่งหินแกรนิตที่ได้มาจากประทานบัตรเหมืองแร่ชนิดอื่นโดยการเพิ่มชนิดแร่ หรือเป็นแหล่งหินตามประกาศเป็นต้น ในส่วนข้อมูลของแหล่งหินประเภทอื่นมีการแยกไว้ในหลายตารางตามตำแหน่งแต่ละภูมิภาค (ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ได้แก่ ตารางที่ 4.8 ถึงตารางที่ 4.11

จุดประสงค์ของการเรียกชื่อว่าแหล่งหินแกรนิตประเภทอื่นนี้ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดทำแผนที่แหล่งหินประกอบกับรายงานวิจัยโครงการนี้ ดังนั้นอาจมีการจำแนกประเภทดังกล่าวไม่ตรงประเภทกับแหล่งหินที่ทางสำนักเหมืองแร่และสัมปทาน (ชื่อเดิม ได้แก่ กองการเหมืองแร่ กับกองสัมปทาน กรมทรัพยากรธรณี) กรมพัฒนาอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม ระบุไว้ในประทานบัตรที่ออกให้สำหรับเฉพาะเหมืองนั้น

ตารางที่ 4.8 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ภาคเหนือ

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
เชียงราย	ดิบูก หินประดับชนิดหินแกรนิต	15686/12932	นายพจน์ โพธิกุล	ขุดต่ออายุ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	-
ตาก	เฟลด์สปาร์ หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	20761/14504	นางกฤษณา ตันติสุนทร (บริษัท ศิลาสากลตาก จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	5.9
ตาก	หินประดับชนิดหินแกรนิต หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	20899/14104	นางสาวศิริพร ศรีสมบัติ (บ.ปิ่น เกล้าหินอ่อนและแกรนิต จก. รับ ช่วง)	เปิดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	4.4
ตาก	เฟลด์สปาร์ หินประดับชนิดหินแกรนิต	20765/13931	นายทวี เกิดหล้า (บริษัท บางกอก โมเตอร์แกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	-
นครสวรรค์	หินประดับชนิดหินแกรนิต หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	25514/14759	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ห้วยน้ำหอม แกรนิต (92)	หยุดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	0.1
อุตรดิตถ์	หินประดับชนิด หินแกรนิต, นาคกระสวย หินอุตสาหกรรมชนิด หินแอนดีไซต์ (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	22338/14947	ห้างหุ้นส่วนจำกัด สาราญ ทรัพย์ไฉนึ่ง	เปิดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	5.5
อุตรดิตถ์	หินประดับชนิดหินแกรนิต หินอุตสาหกรรมชนิด หินแอนดีไซต์ (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	22346/14912	บริษัท เอจีไฉนึ่ง จำกัด	เปิดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	3.4

ตารางที่ 4.9 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ในเขตภาคกลางและภาคอื่น

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ประจวบคีรีขันธ์	หินประดับชนิดหินแกรนิต หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21214/14705	บริษัท ทับสะแกแกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	12.8
ประจวบคีรีขันธ์	หินประดับชนิดหินแกรนิต หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21189/14678	บริษัท ศรีศุภรัตน์ จำกัด (บริษัท เบญจ ไรต์แกรนิต จำกัด รับช่วงฯ)	หยุดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	4.8
ประจวบคีรีขันธ์	หินประดับชนิดหินแกรนิต หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21228/15078	บริษัท ทับสะแกแกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	-
ประจวบคีรีขันธ์	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21260/15409	บริษัท สหศิลาบางสะพาน จำกัด (เขาแคนน้อย)	เปิดทำการ	แหล่งหินตาม ประกาศ	4
เพชรบุรี	วูลแฟรม ควอร์ตซ์ หินประดับชนิดหินแกรนิต	17758/14796	นายไพฑูริ เครื่องแก้ว ฅ ล้ำพูน	เปิดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	-

ตารางที่ 4.9 (ต่อ) แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ในเขตภาคกลางและภาคอื่น

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ราชบุรี	ควอร์ตซ์ เฟลด์สปาร์ และ หินประดับชนิดหินแกรนิต	21001/14917	บริษัท โมนีเค็ม จำกัด	หยุดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	-

ตารางที่ 4.10 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ภาคตะวันออก

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
ฉะเชิงเทรา	หินประดับชนิดหินแกรนิต หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	15774/14787	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอกพานิชระยอง (รับโอนจาก ห้างหุ้นส่วน จำกัด มาร์เบิลเซนเตอร์)	เปิดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	4.7
ฉะเชิงเทรา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	แหล่งหิน	บ้านเขาพริก อ.ท่าตะเกียบ	-	แหล่งหินตาม ประกาศ	8.5
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	แหล่งหิน	เขาบาน อ.เมือง	เตรียมเสนอ ยกเลิก	แหล่งหินตาม ประกาศ	0
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	แหล่งหิน	เขาเชิงเทียน อ.เมือง	-	แหล่งหินตาม ประกาศ	38.36
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	แหล่งหิน	เขาวิ้งปลา อ.สัตหีบ	-	แหล่งหินตาม ประกาศ	7.07
ชลบุรี	หินอุตสาหกรรมชนิด หินปูนและแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	21353/15599	บริษัท สุวดี จำกัด	เปิดทำการ	ประทานบัตร เพิ่มชนิดแร่	3.08

ตารางที่ 4.11 แหล่งหินแกรนิตประเภทอื่น ภาคใต้

จังหวัด	ชนิดหิน	เลขที่ ประทานบัตร	แหล่งหิน / ผู้ถือประทานบัตร	สถานภาพ	ชนิดแหล่งหิน	ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
พังงา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	แหล่งหิน	เขาหลัก อ.ตะกั่วป่า	เตรียมเสนอ ยกเลิก	แหล่งหินตาม ประกาศ	-
สงขลา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	27650/15588	บริษัท วัฒนศิริทรัพย์ จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินตาม ประกาศ	72.7
สงขลา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	27640/15483	นายบรรจง พันธุ์หงษ์	เปิดทำการ	แหล่งหินตาม ประกาศ	4.01
สงขลา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	27649/15587	บริษัท ฉะนงหินแกรนิต จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินตาม ประกาศ	18.7
สงขลา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	27644/15586	บริษัท สะกอมพรอน จำกัด	หยุดทำการ	แหล่งหินตาม ประกาศ	15.0
สงขลา	หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)	27639/15301	บริษัท เหมือนวังไม้ จำกัด	เปิดทำการ	แหล่งหินตาม ประกาศ	15.0

#### 4.4 แผนที่แหล่งหินแกรนิตในประเทศไทย

ในการทำแผนที่แหล่งหินของทั้งประเทศ มีการจัดทำมาก่อน โดยคณะผู้วิจัยที่ส่วนใหญ่เป็นคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งนี้จัดทำไว้ในปี พ.ศ. 2543 (รายงานวิจัย “โครงการจัดทำแผนการจัดการผลิต และใช้หินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้าง”) ในรูปแบบของการพิมพ์แผนที่ลงบนกระดาษขนาด A1 มาตรฐานส่วน 1: 1,110,000 (และบรรจุลงในแผ่นซีดีด้วยในบางเล่มของรายงานหลักฉบับสมบูรณ์)

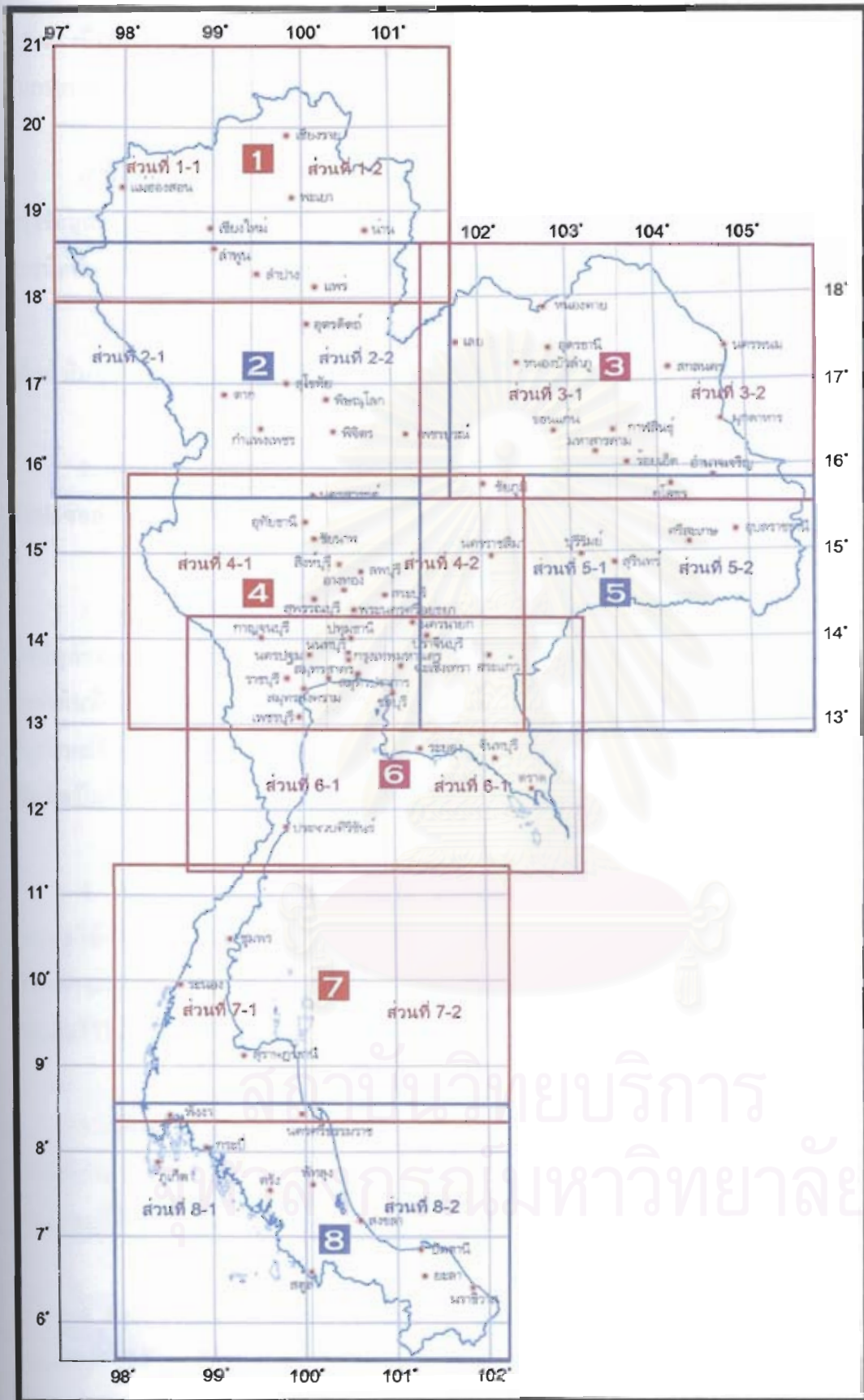
สำหรับงานวิจัยโครงการนี้ การจัดทำแผนที่แหล่งหินแกรนิตในประเทศไทย มีจุดมุ่งหมายหลักในการนำเสนอตำแหน่งของแหล่งหินแกรนิตเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเดิมที่บรรจุไว้ในแผนที่แหล่งหินชนิดอื่นที่จัดทำในรายงานปี พ.ศ. 2543 ก็ยังคงไว้ แต่ข้อมูลของแหล่งหินแกรนิตมีการปรับปรุงให้ทันสมัยจนถึงปี พ.ศ. 2547

วิธีการจัดทำแผนที่แหล่งหินแกรนิตของโครงการนี้ ใช้แผนที่แหล่งหินในปี พ.ศ. 2543 เป็นแผนที่พื้นฐาน ร่วมกับการใช้แผนที่ทางหลวงประเทศไทยที่จัดพิมพ์โดย สมาคมทางหลวงแห่งประเทศไทย แผนที่ทางหลวงชุดนี้ปรับปรุงใหม่ในปี พ.ศ. 2547 และตีพิมพ์ลงในกระดาษขนาด B4 มาตรฐานส่วน 1: 1,000,000 การใช้แผนที่ดังกล่าวทำให้คณะผู้วิจัยสามารถกำหนดตำแหน่งของแหล่งหินได้สะดวกและทันสมัยมากขึ้น

โครงการวิจัยนี้ มีการนำเสนอแผนที่แหล่งหินแกรนิตในประเทศไทย โดยพิมพ์แผนที่ลงในกระดาษขนาด A3 เป็นจำนวนทั้งหมด 16 แผ่น และบันทึกลงแผ่นซีดีในรูปแบบไฟล์กลุ่มรวมที่บีบอัดด้วยวิธี JPEG (joint photographic experts group) ทั้งนี้แผ่นซีดีที่บรรจุไฟล์ถูกเก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่สอดไว้ในซองกระดาษที่தாகวให้ติดกับด้านในของส่วนด้านหลังของปกรายงาน

รูปที่ 4.1 แสดงแผนที่ทั้งประเทศที่แบ่งแต่ละส่วนเป็นกรอบสี่เหลี่ยม 8 ส่วน ในหนึ่งส่วนของกรอบ จะต่อกันเป็นแผ่นกระดาษแผนที่ขนาด A3 จำนวน 2 แผ่น ยกตัวอย่างส่วนที่ 1 ของกรอบแผนที่ จะมีแผนที่แหล่งหินแกรนิต (ร่วมกับแหล่งหินชนิดอื่น) ในบริเวณภาคเหนือ จำนวน 2 แผ่น (ขนาดกระดาษ A3) ได้แก่ ส่วนที่ 1-1 กับ ส่วนที่ 1-2

รูปที่ 4.2 ถึง 4.17 เป็นแผนที่ที่แสดงแหล่งหินแกรนิตในประเทศไทย (กับแหล่งหินชนิดอื่นด้วย) การลำดับหมายเลขของรูปจะอิงตามหมายเลขของกรอบสี่เหลี่ยมในรูปที่ 4.1 ยกตัวอย่าง เช่น รูปที่



รูปที่ 4.1 กรอบแผนที่ของทั้งประเทศ ในรูปมีกรอบทั้งหมด 8 ส่วน



4.2-4.3 เป็นแผนที่แหล่งหินที่อยู่ในกรอบหมายเลข (ส่วน) 1 รูปที่ 4.4-4.5 เป็นแผนที่แหล่งหินที่อยู่ในกรอบหมายเลข (ส่วน) 2 เป็นต้น

เครื่องหมายกับสัญลักษณ์ของแผนที่ ยังอิงตามแผนที่แหล่งหินเดิม (ปี 2543) แต่มีการปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดของแหล่งหินแกรนิตให้ทันสมัย คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแผนที่แหล่งหินแกรนิตที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.2 ถึง 4.17 (หรือที่บรรจุเป็น ไฟล์ JPEG ในแผ่นซีดี) มีดังต่อไปนี้

1. หินอุตสาหกรรมที่ใช้เป็นหินมวลรวมในงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง มี 4 ประเภทหลัก ได้แก่ หินปูน หินแกรนิต หินบะซอลต์ และหินชนิดอื่น(นอกเหนือจาก 3 ชนิดที่ระบุแล้ว)
2. เครื่องหมายที่เป็นสีของหินปูนแสดงเป็นสีฟ้า หินแกรนิตแสดงแหล่งหินเป็นสีชมพู หินบะซอลต์แสดงเป็นสีเลือดหมู และหินชนิดอื่นแสดงเป็นสีดำ

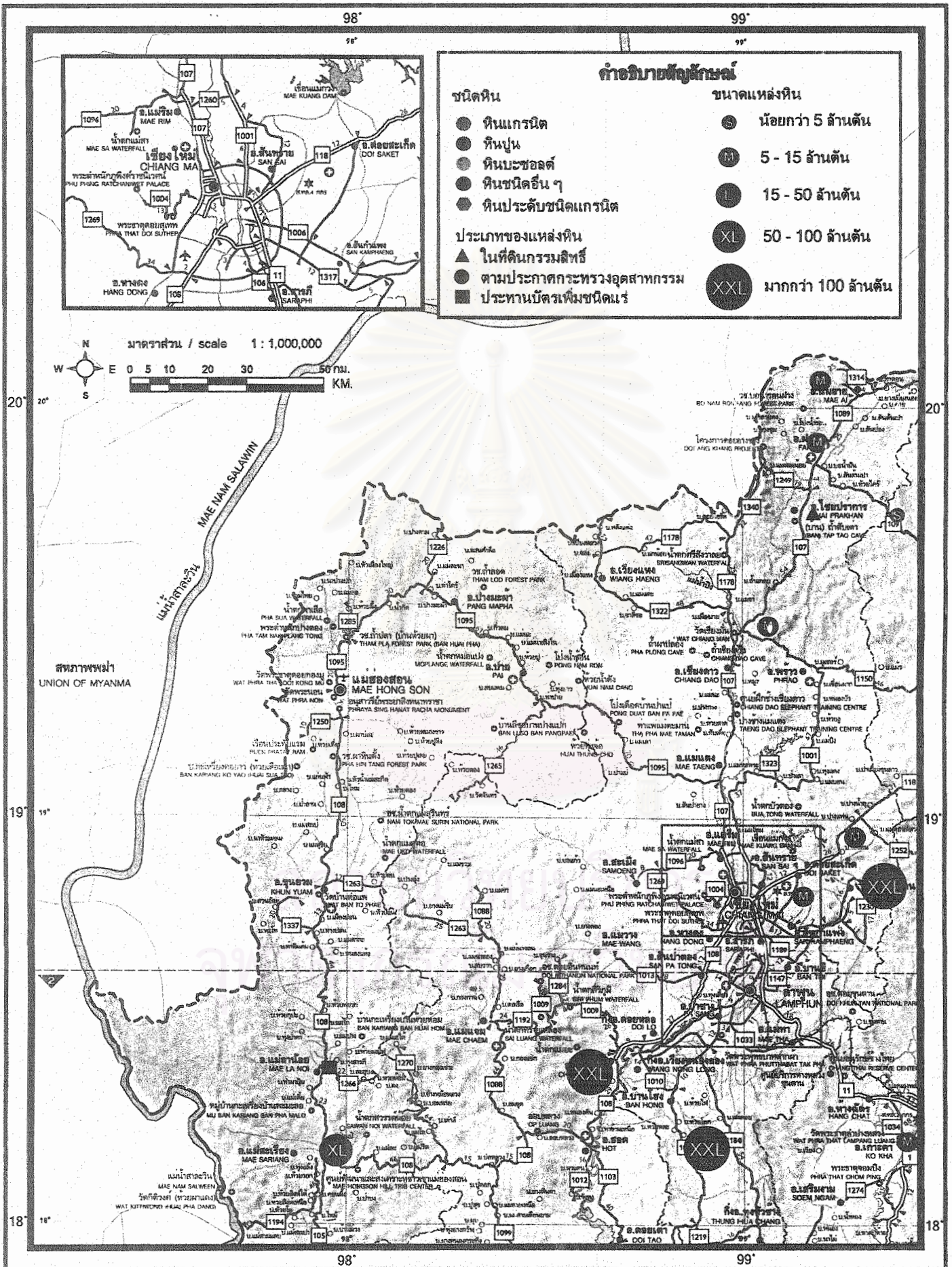
3. แหล่งหินอุตสาหกรรมแต่ละประเภท ยังแบ่งออกเป็น แหล่งหินในที่ดินกรรมสิทธิ์ (ใช้สัญลักษณ์สามเหลี่ยม) แหล่งหินตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ใช้สัญลักษณ์วงกลม) กับแหล่งหินที่เป็นประทานบัตรที่เพิ่มชนิดแร่ (ใช้สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม) แหล่งหินประเภทหลังที่ใช้สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม มีการรวมแหล่งหินอื่น คือ แหล่งหินแกรนิตที่ใช้ทำเป็นหินประดับ (ถ้าหากไม่ได้ผลิตเป็นหินก่อสร้าง)

4. ข้อมูลปริมาณสำรองของแหล่งหินแต่ละประเภท เป็นการจำแนกอย่างหยาบ ซึ่งไม่สามารถใช้เป็นหลักฐานชี้ชัดได้ และตัวเลขปริมาณสำรองที่แสดงหน่วยเป็นล้านตัน โดยมีการแสดงความแตกต่างของแต่ละสถานที่ตั้งของแหล่งหินนั้น ทั้งนี้เป็นการคาดการณ์ตามที่คณะผู้วิจัยประเมินไว้ไม่ใช่เอกสารอย่างเป็นทางการ

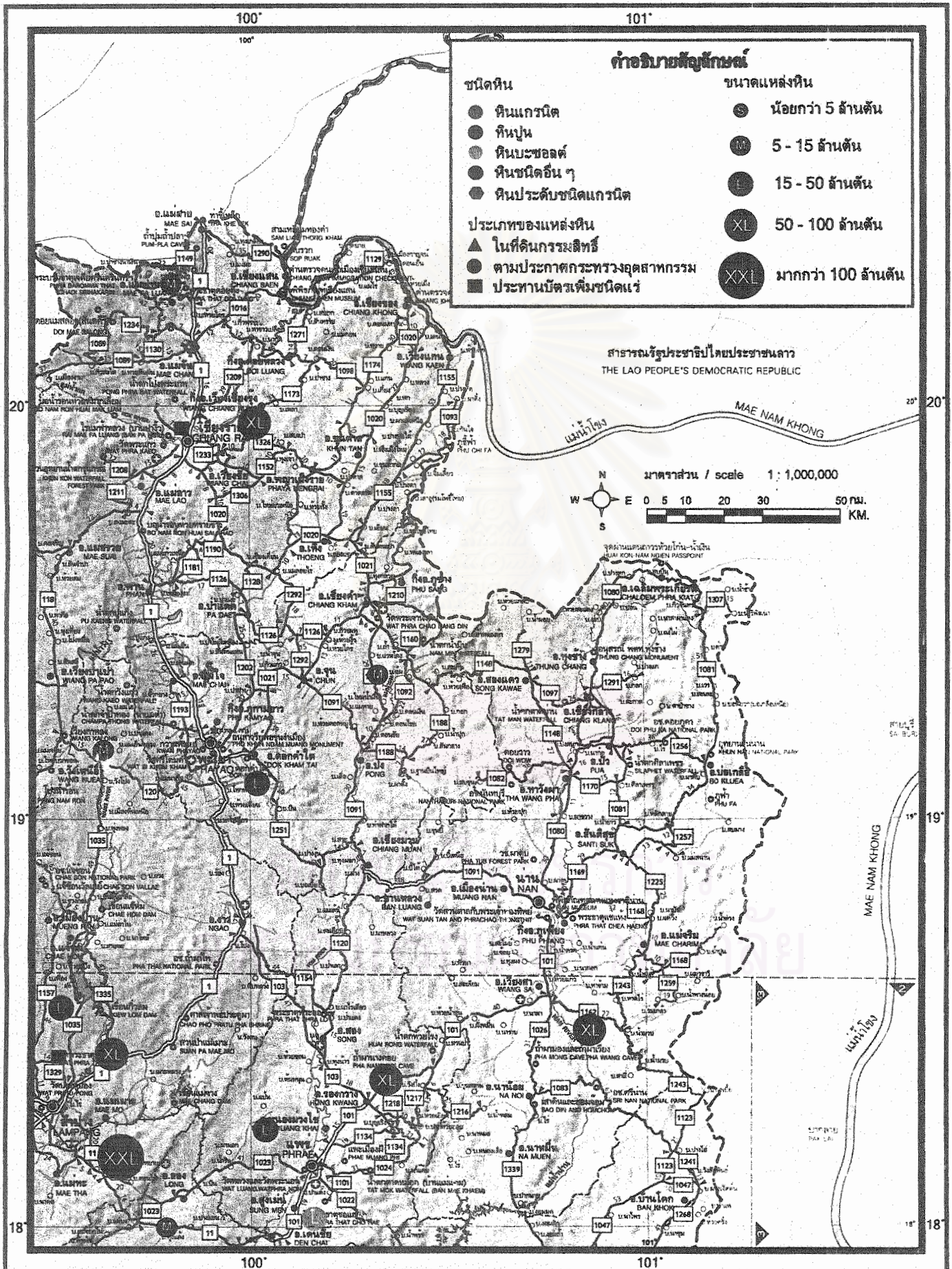
5. เนื่องจากมาตราส่วนของแผนที่ เท่ากับ 1: 1,000,000 มีผลทำให้แหล่งหินในบริเวณใกล้เคียงกัน ที่อยู่ในรัศมี 10 กิโลเมตร จำเป็นต้องรวมให้เป็นแหล่งเดียวกัน ปริมาณสำรองหินจึงเป็นตัวเลขที่ได้อรวมหลายแหล่งเข้าด้วยกัน และแสดงเป็นตำแหน่งเดียวบนแผนที่แหล่งหินแกรนิต

6. ตำแหน่งที่ตั้งของ อำเภอ จังหวัด ถนน และเส้นทางรถไฟ ของแผนที่แหล่งหินแกรนิต โครงการนี้ ใช้ข้อมูลทั่วไปที่อิงตามแผนที่ทางหลวงประเทศไทยปี พ.ศ. 2547 ของสมาคมทางหลวงแห่งประเทศไทยมีหลายส่วนที่ช่วงที่จัดทำแผนที่แหล่งหิน แหล่งที่ตั้งดังกล่าวถูกลบหรือซ่อนทับด้วยข้อมูลแหล่งหิน

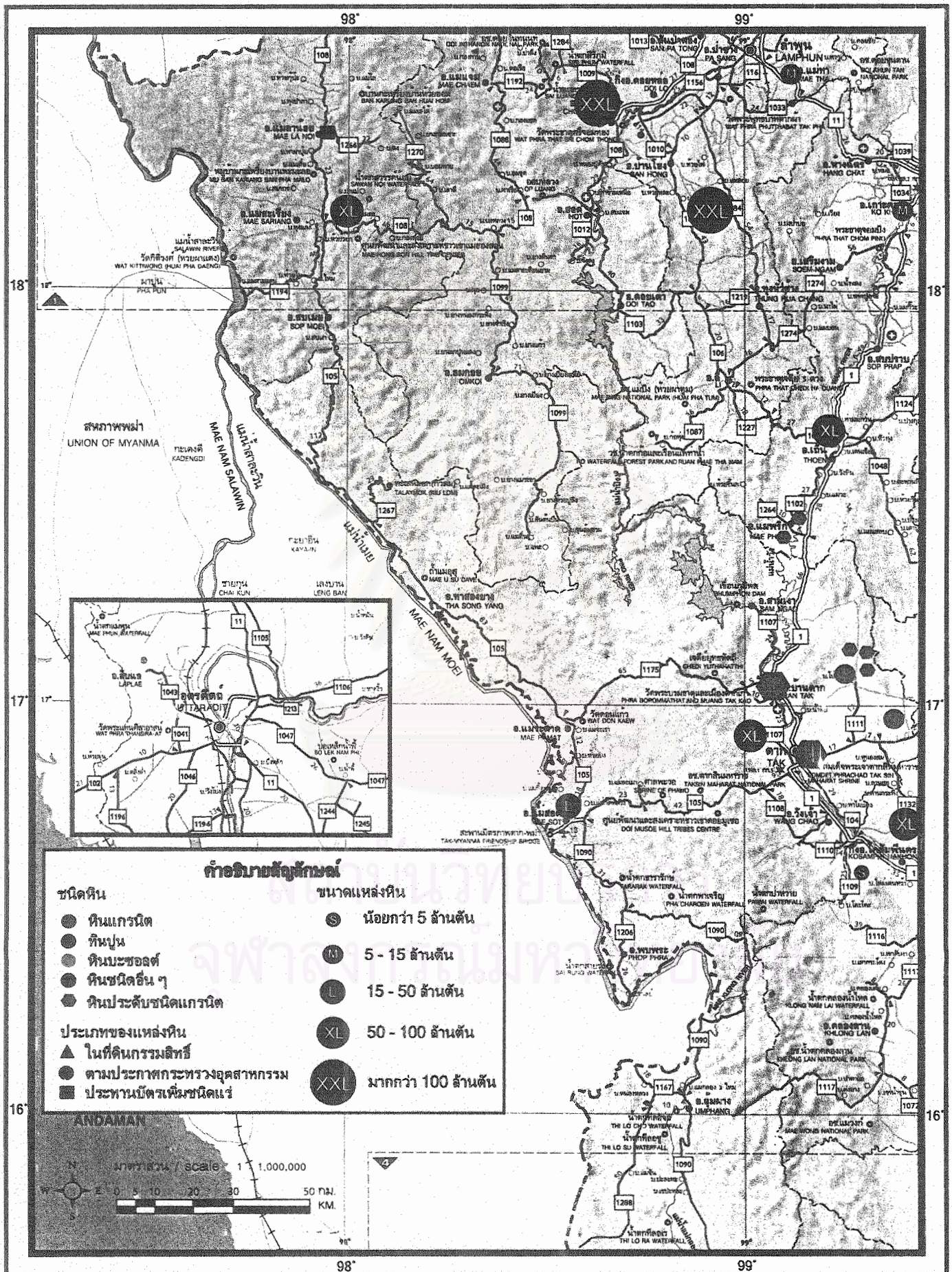
รูปที่ 4.2 แผนที่แหล่งพินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุกซาสถกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 1-1



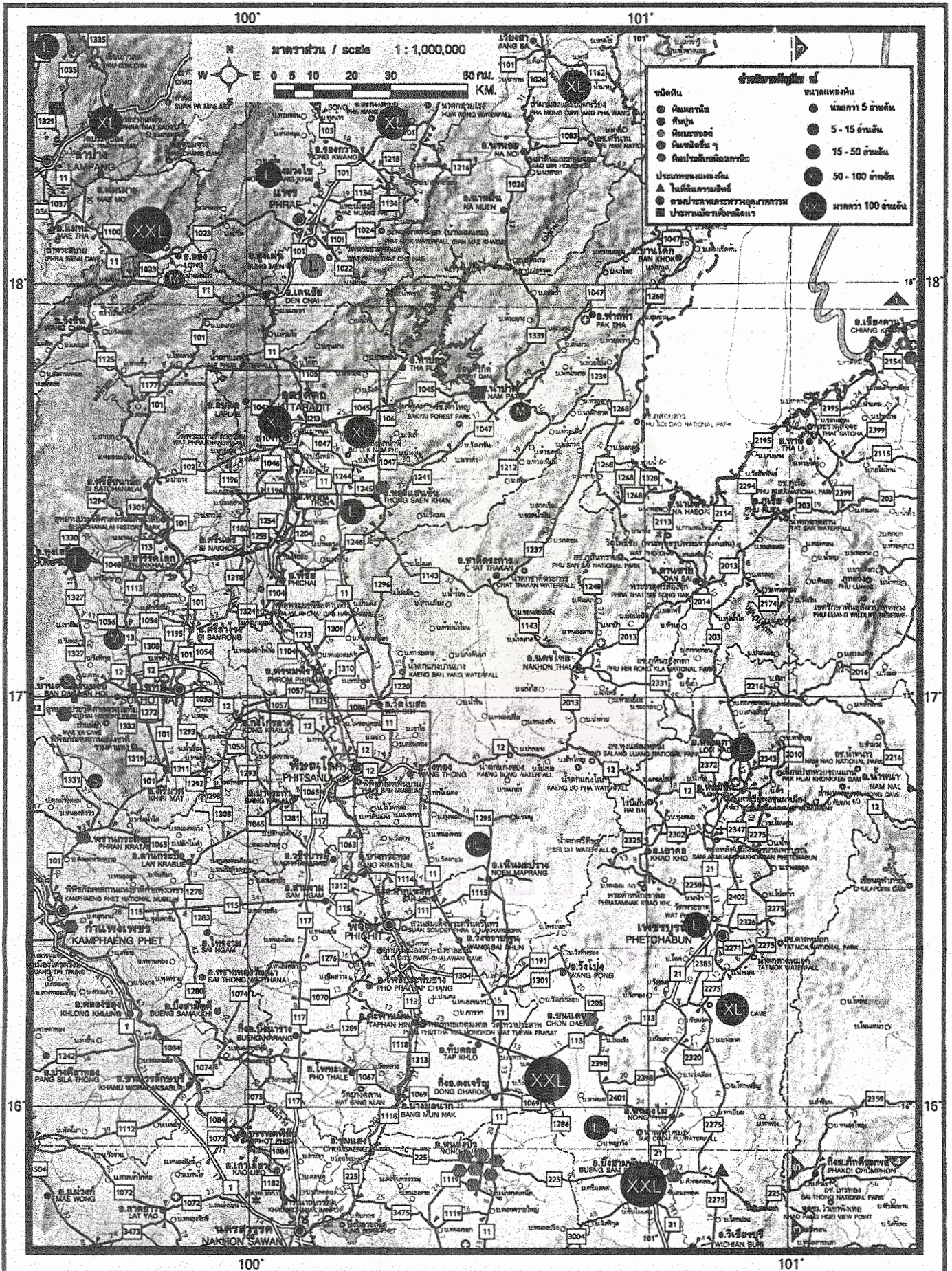
รูปที่ 4.3 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 1-2



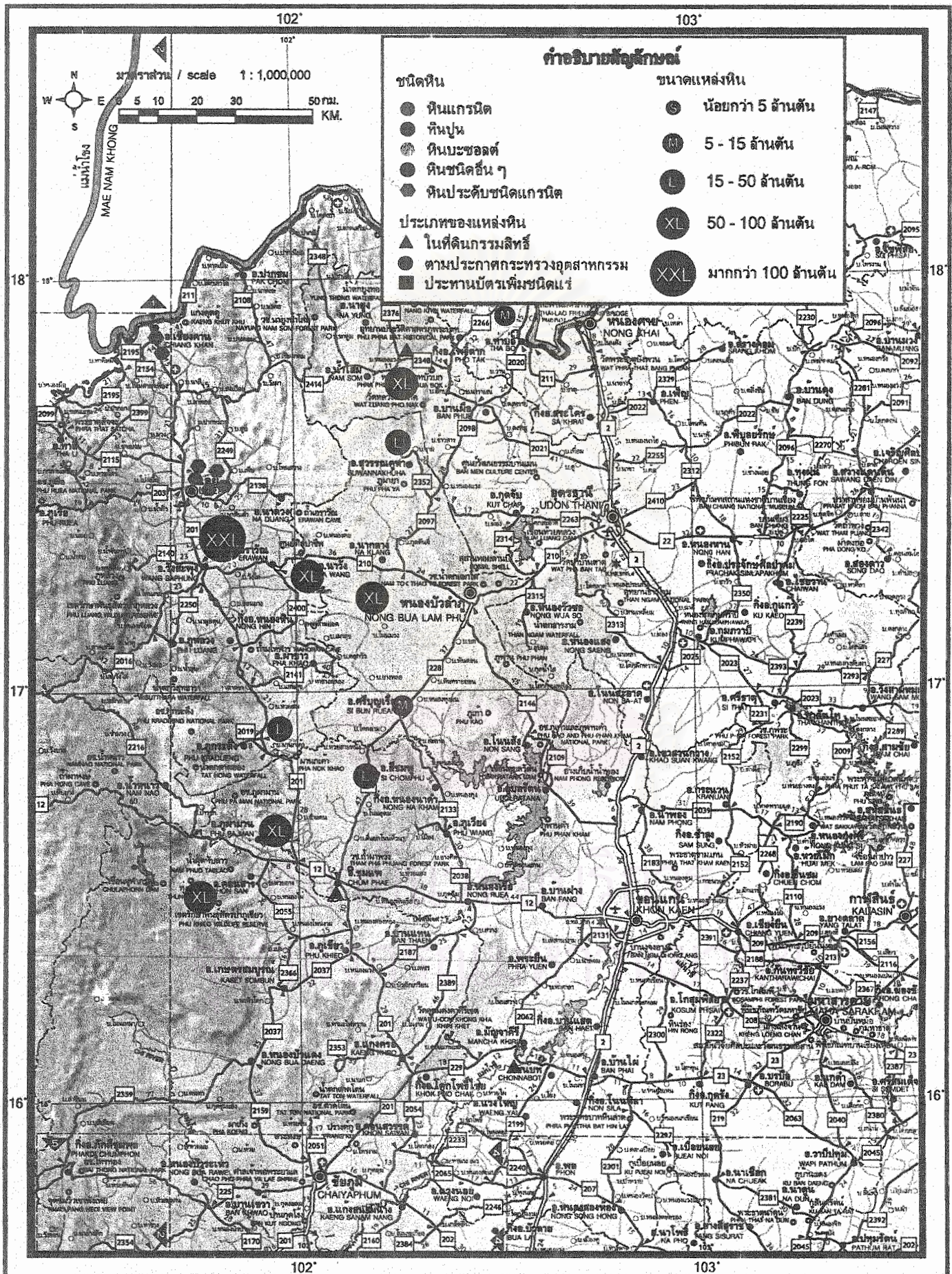
รูปที่ 4.4 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 2-1



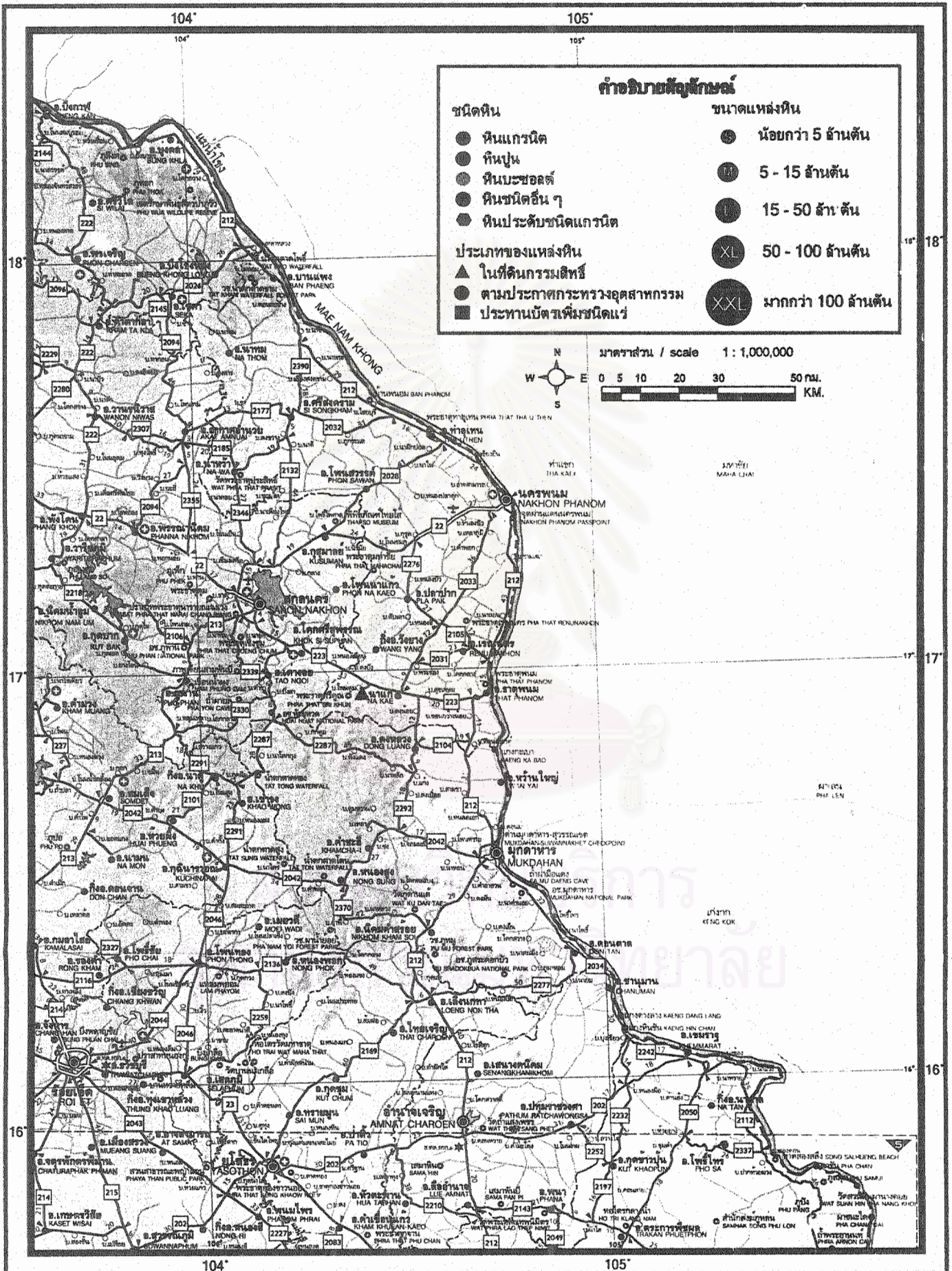
รูปที่ 4.5 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุดสาขากรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 2-2



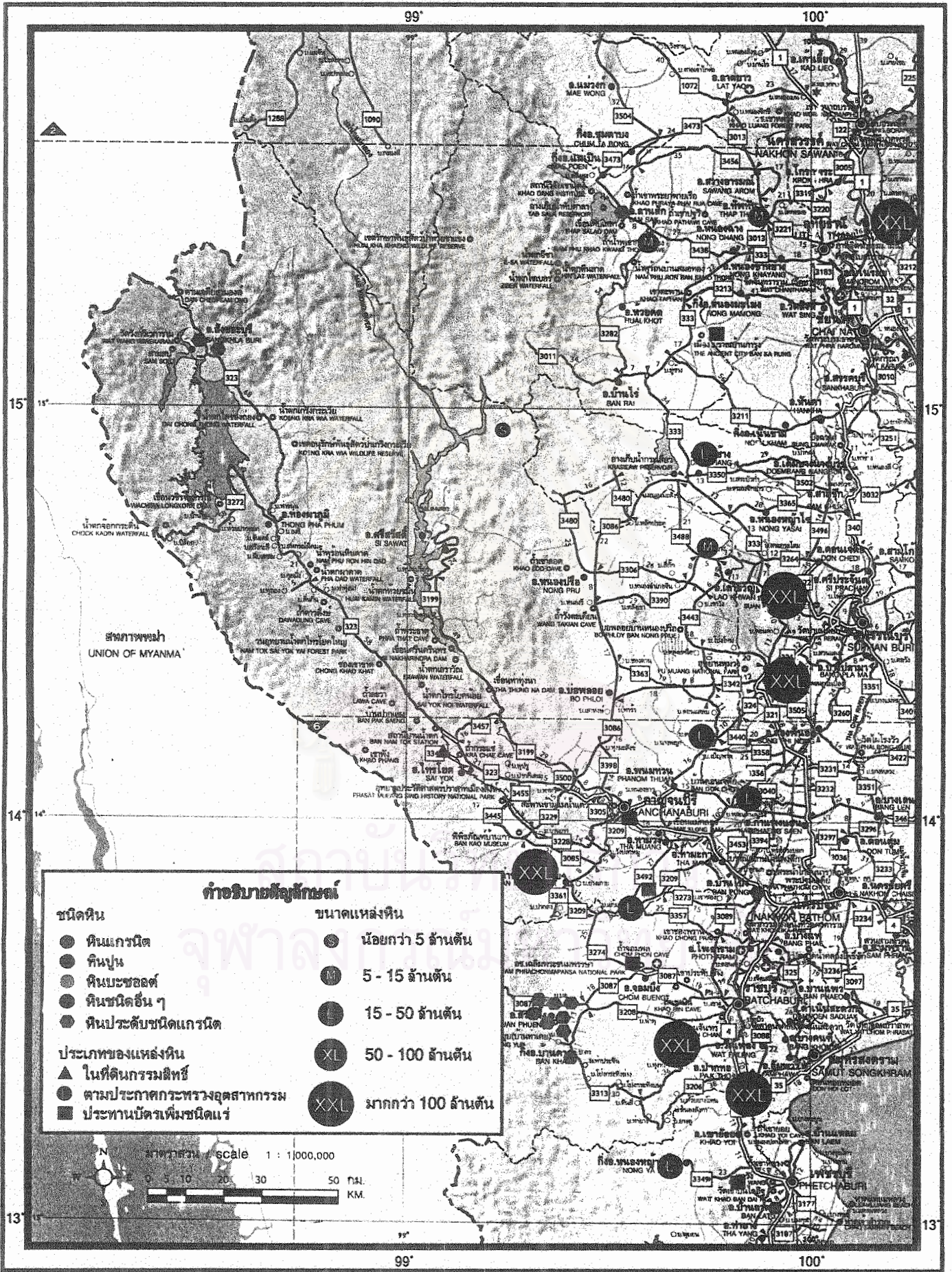
รูปที่ 4.6 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุกสากกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 3-1



รูปที่ 4.7 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 3-2

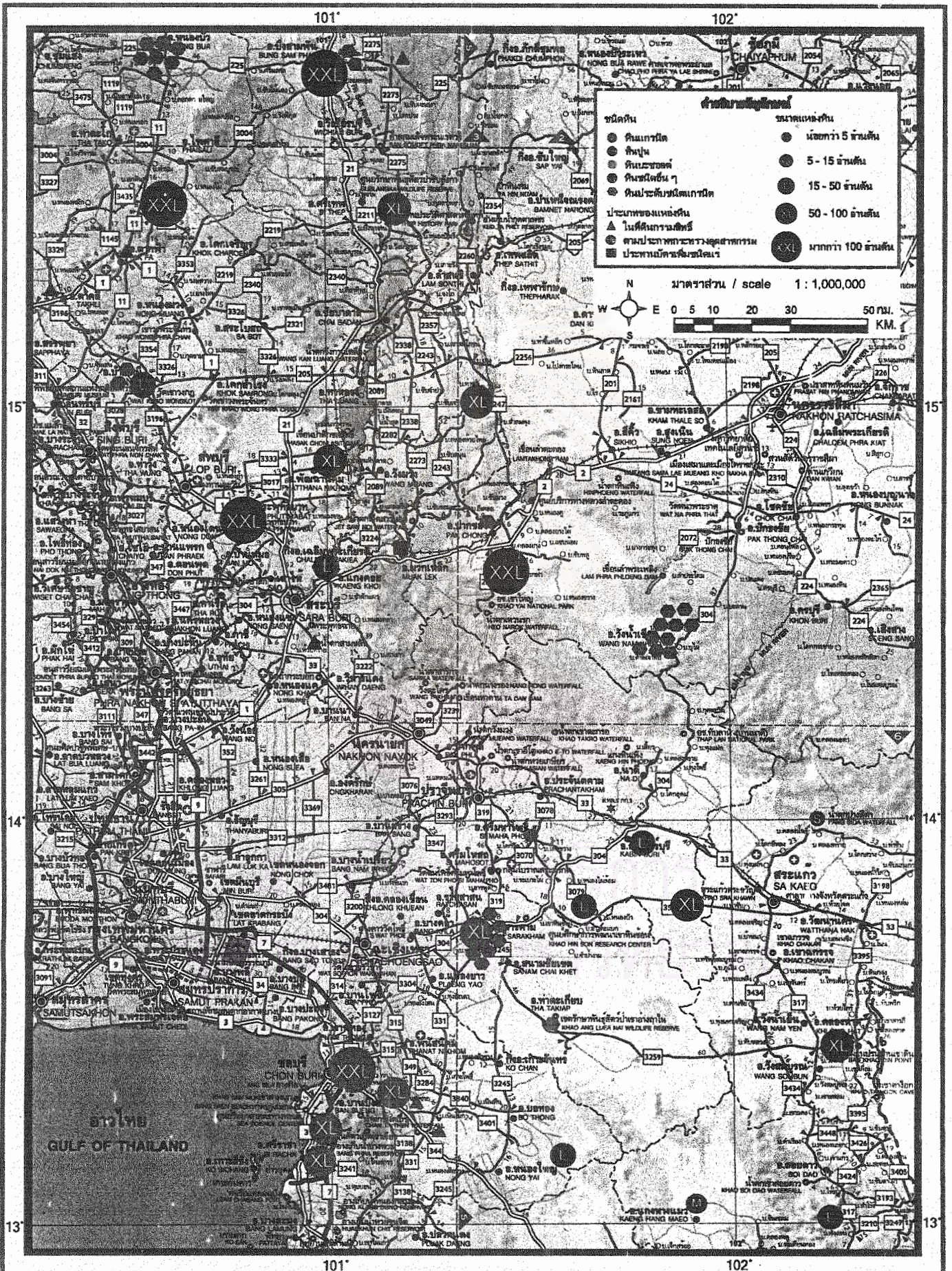


รูปที่ 4.8 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 4-1

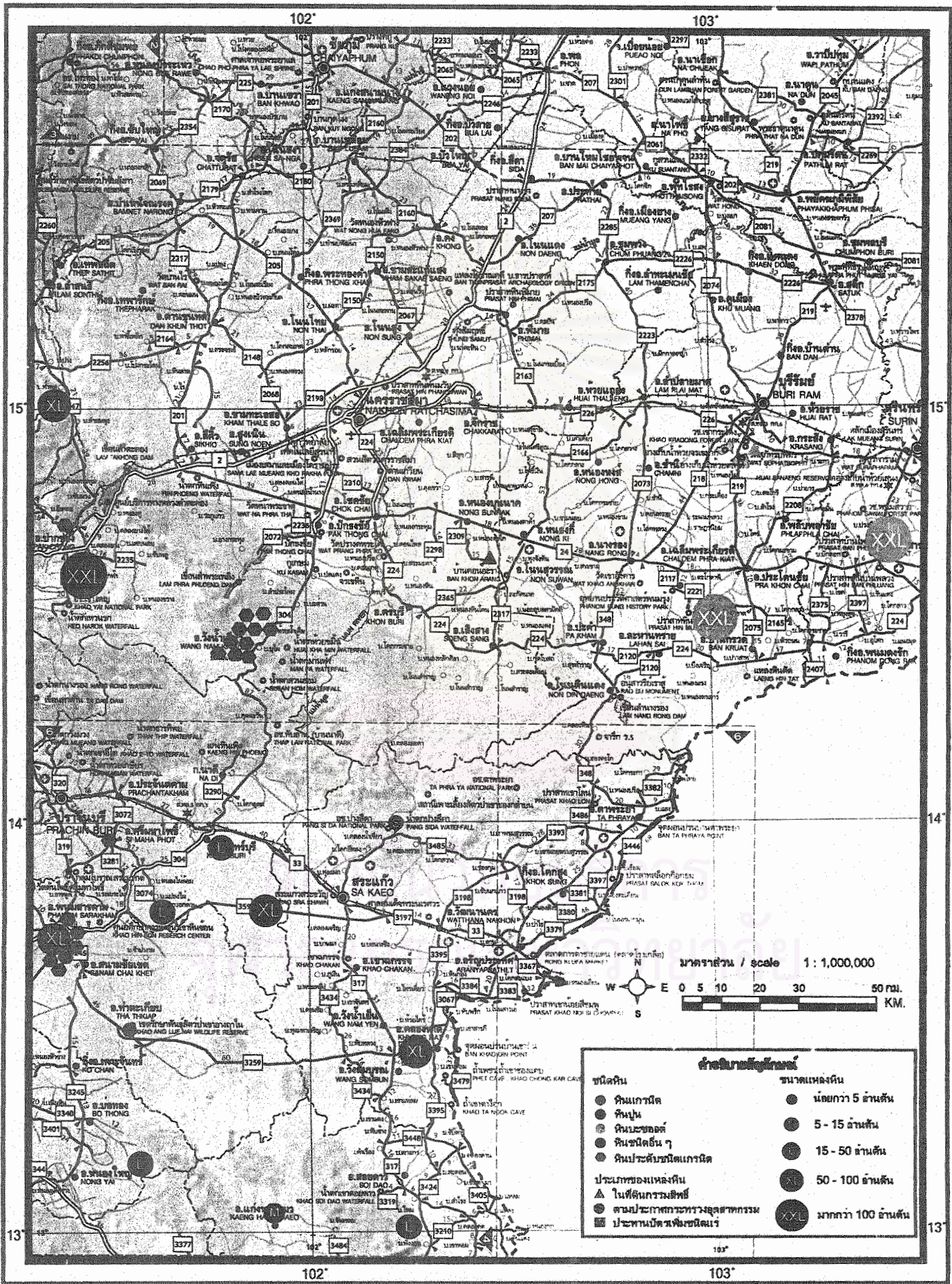




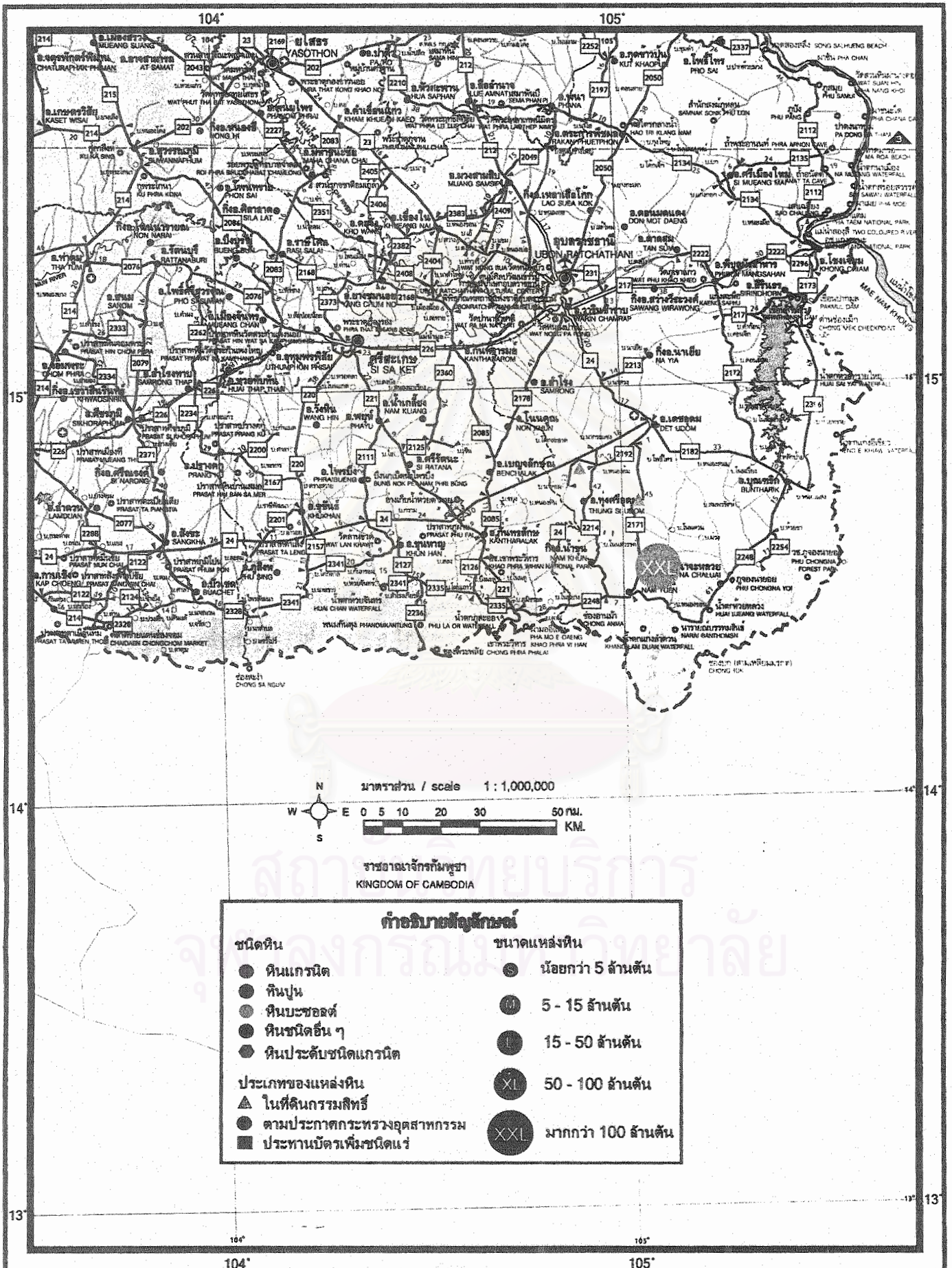
รูปที่ 4.9 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุกตาสาถกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 4-2



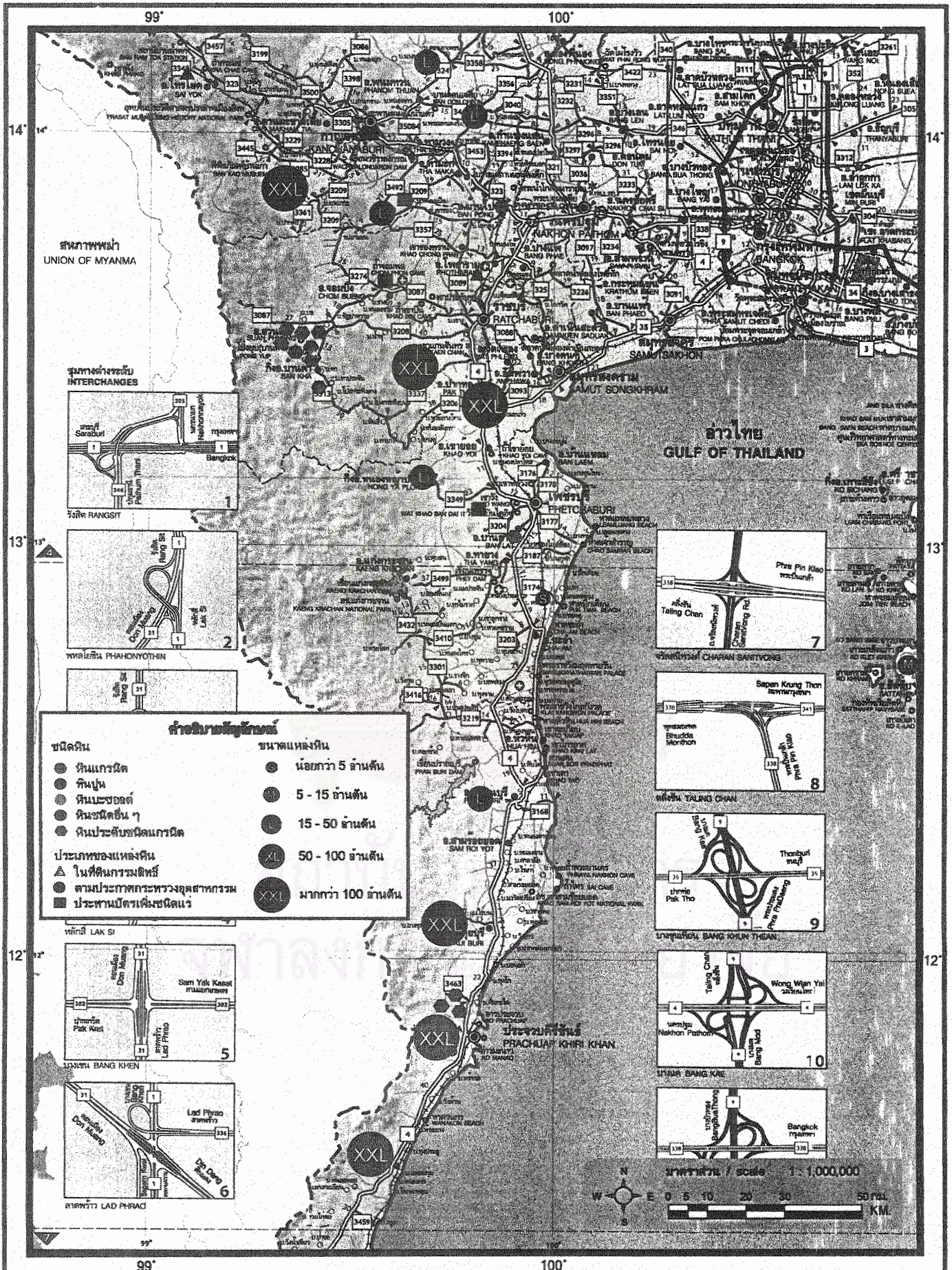
รูปที่ 4.10 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 5-1



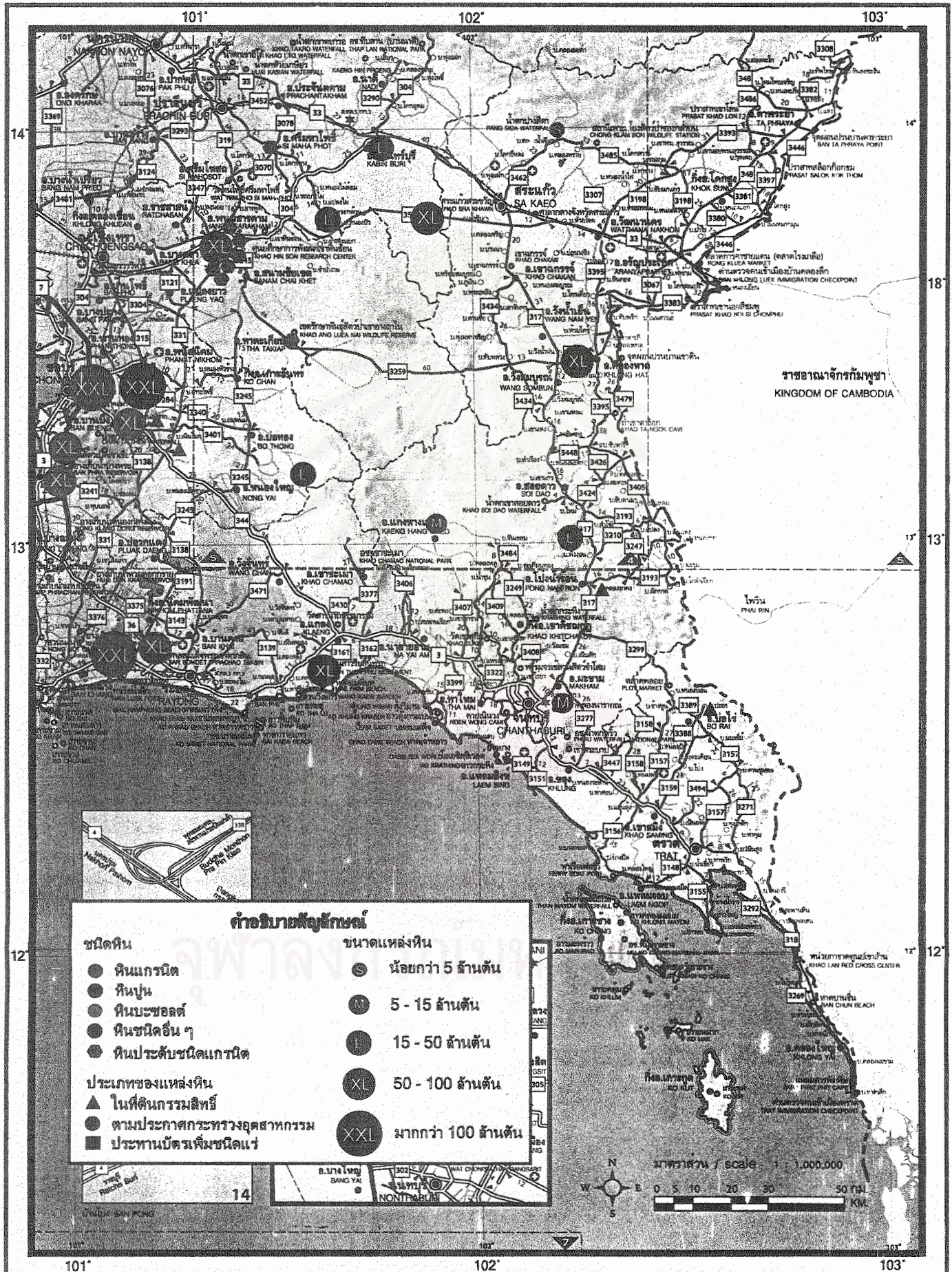
รูปที่ 4.11 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 5-2



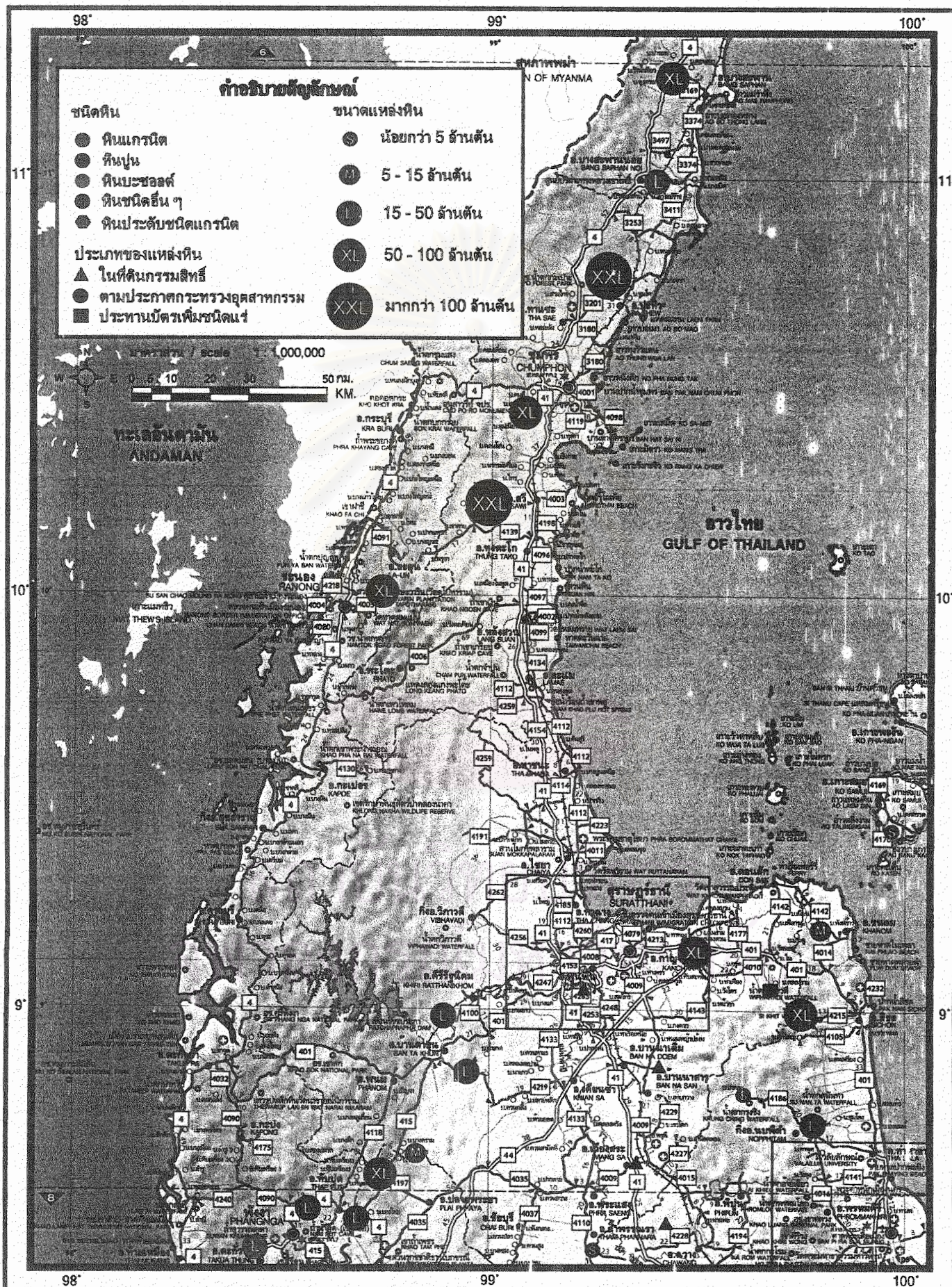
รูปที่ 4.12 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 6-1



รูปที่ 4.13 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 6-2

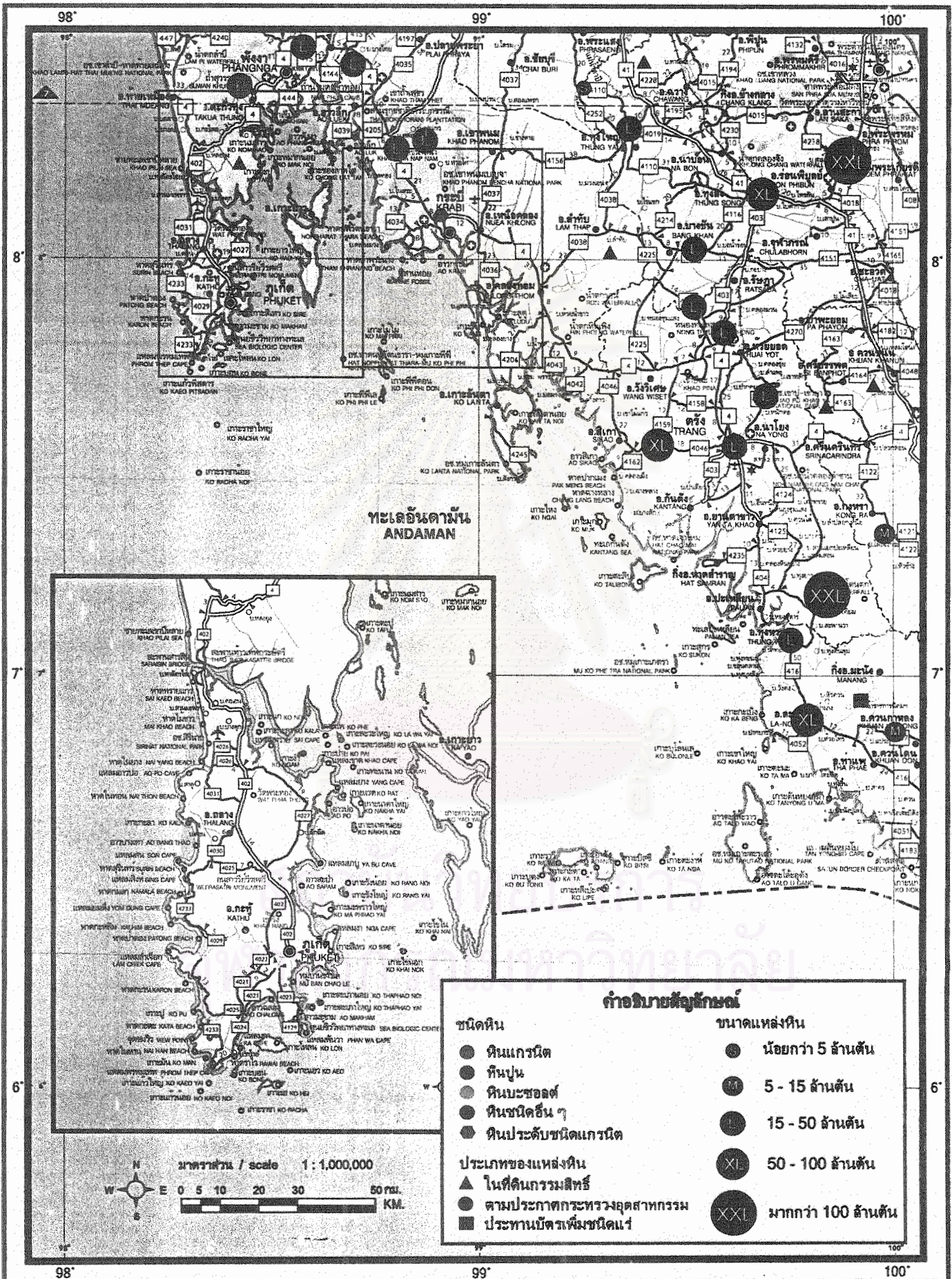


รูปที่ 4.14 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 7-1



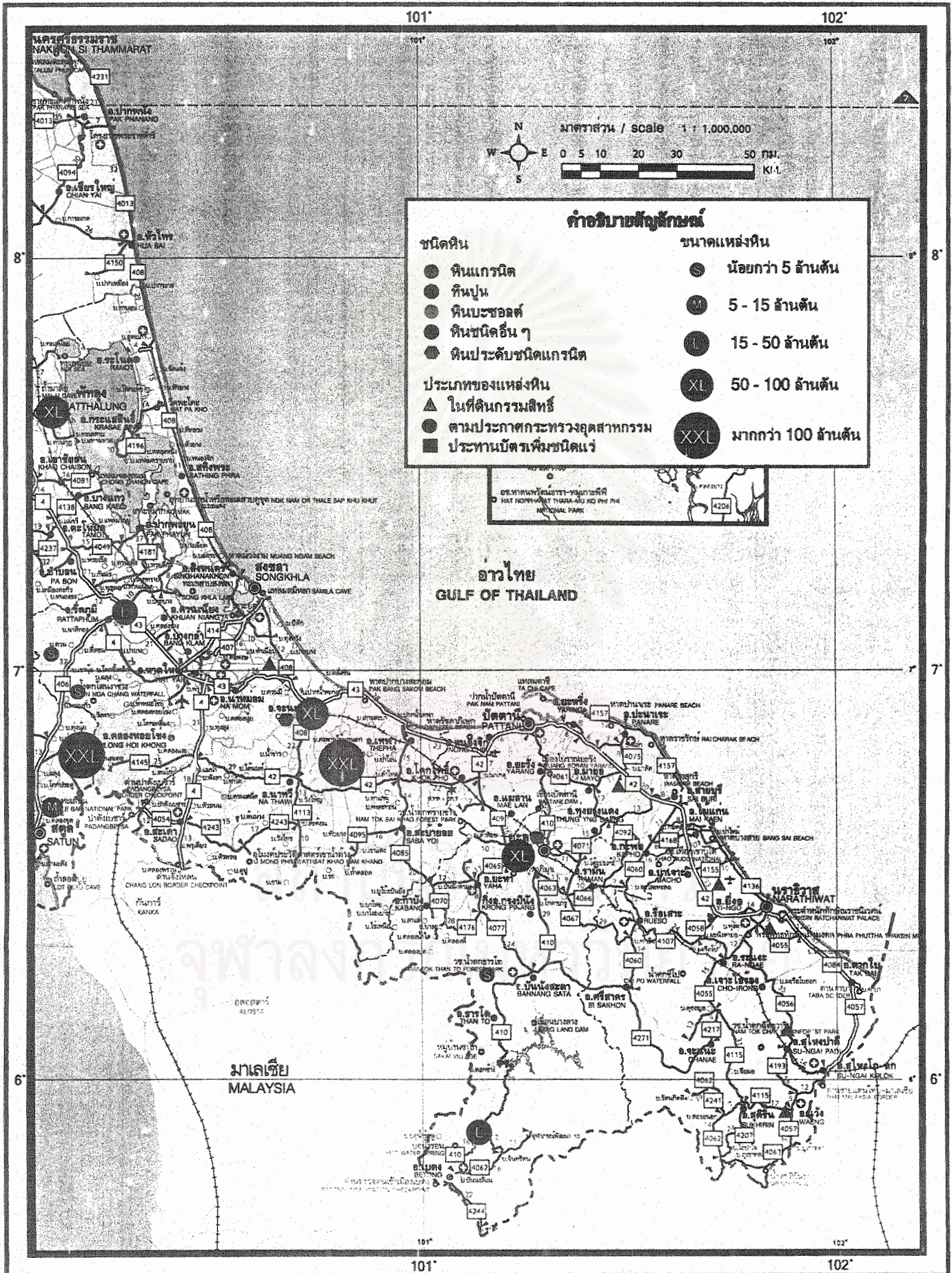


รูปที่ 4.18 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 8-1





รูปที่ 4.17 แผนที่แหล่งหินแกรนิต (แสดงร่วมกับหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ส่วนที่ 8-2



## บทที่ 5

### การตรวจสอบภาคสนามแหล่งหินแกรนิต

เนื้อหาในบทนี้ คณะผู้วิจัยได้ระบุนรายละเอียดแนวทางและจุดประสงค์ของการดำเนินงานภาคสนามเพื่อตรวจสอบแหล่งหินแกรนิตไว้ในบทนี้ ในส่วนของการทดสอบหินตัวอย่าง จะระบุค่าการทดสอบไว้ในบทต่อไป

ในบทต่อไป (บทที่ 6) มีการนำตัวอย่างมาทดสอบหาค่าคุณสมบัติเชิงกลที่สำคัญ เช่น ค่ากำลังวัสดุอัด (compressive strength) ค่าความคงทนต่อการสึกกร่อน (aggregate abrasion value: AAV) ค่าความคงทนต่อการกระแทก (aggregate impact value: AIV) และค่าความต้านต่อการเลือนไถ (polished stone value: PSV) และพบว่าค่าดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าหินปูนทั่วไปจึงเป็นการยืนยันว่าแกรนิตมีคุณสมบัติเหมาะสม ที่จะทำเป็นหินมวลรวมในโครงสร้างถนนและผสมเป็นคอนกรีตได้ดี

ในส่วนปัญหาของสารมลทินที่อยู่ในหินแกรนิต มีการตรวจสอบเพิ่มเติมและอธิบายแยกไว้ในหัวข้อย่อยของบทที่ 6 ได้แก่ การตรวจหาค่าสารกัมมันตภาพรังสีที่อาจปนเปื้อนในหินแกรนิตด้วยเครื่อง Geiger counter และการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อหาแร่ที่อยู่ในรูปอสัณฐาน (amorphous) เช่น แร่โอพอล (opal) แร่ไทรดิมิต (tridymite) ถ้าหากการตรวจสอบในตัวอย่างหินแกรนิตไม่พบแร่อสัณฐานก็ช่วยยืนยันเรื่องคุณสมบัติได้ดียิ่งขึ้น หรือถ้าพบก็ประเมินค่าเปอร์เซ็นต์ของแร่ซิลิกาในรูปอสัณฐานมีอยู่ในเกณฑ์ปริมาณสูงหรือต่ำ เพื่อหาความเหมาะสมในการใช้หินแกรนิตในงานถนนและอาคาร

#### 5.1 แนวทางการตรวจสอบแหล่งหินแกรนิต

การตรวจสอบแหล่งหินแกรนิตในภาคสนาม มีการกำหนดพื้นที่การตรวจสอบแหล่งหินแกรนิต ไว้ 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณภาคเหนือตอนล่าง บริเวณภาคตะวันออก และบริเวณอื่น (ภาคกลาง ภาคตะวันตก กับภาคใต้) จุดประสงค์หลักต้องการศึกษาเหมืองหินแกรนิตแต่ละบริเวณโดยใช้ผลการศึกษาของเหมืองที่ถูกคัดเลือกเหล่านี้เป็นกรณีศึกษา (case study) เพื่อวิเคราะห์หาโอกาสความเป็นไปได้ (feasibility) ในการพัฒนานำหินแกรนิตมาใช้ในงานถนนและอาคาร

### 5.1.1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ก่อนทำการเก็บข้อมูลภาคสนามมีการกำหนดหัวข้อและรายละเอียดที่ต้องการเก็บข้อมูลไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูล (data sheet) เพื่อนำผลดังกล่าวมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และบรรยายแหล่งหินแกรนิตที่ได้สำรวจมาอีกครั้ง

### 5.1.2 ชนิดข้อมูลที่บันทึกผลในภาคสนาม

ชนิดของชุดข้อมูลที่ต้องทำการบันทึกผลภาคสนามโดยตรงจากการสัมภาษณ์ หรือตรวจสอบเอง สรุปเป็นประเด็นที่สำคัญ มีดังนี้

1. ข้อมูลชุดแรก เป็นข้อมูลทั่วไป เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของเหมืองหินกับโรงโม่บดขย่ยหิน และหมายเลขประทานบัตร รวมทั้งรายละเอียดในเรื่องจำนวนเนื้อที่ในเขตประทานบัตรเพื่อการทำเหมืองหินอุตสาหกรรม

2. ข้อมูลชุดที่สอง เป็นข้อมูลเชิงธรณีวิทยา เช่น ชนิดของหิน ลักษณะทางธรณีของแหล่งหินแกรนิต การแผ่กระจายของมวลหินในพื้นที่ เป็นต้น

3. ข้อมูลชุดที่สาม เป็นข้อมูลเชิงการผลิต เช่น ขนาดของหน้าเหมือง การระเบิดหินและการควบคุมผลกระทบ ขนาดของปากโม่ที่บดขย่ย และกำลังการผลิต (ถ้าเหมืองแกรนิตแห่งนั้นมีโรงโม่หินตั้งอยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกัน)

4. ข้อมูลชุดที่ดี เป็นข้อมูลเชิงความน่าจะเป็นในการทำเหมืองหินแกรนิต ทั้งนี้มีจุดประสงค์ที่ต้องการทราบข้อมูลโดยตรง จากการสอบถามจากบุคลากรฝ่ายบริหารในเหมืองหินที่ทางทีมงานวิจัยทำการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ทราบแนวทางการพัฒนาเหมืองขณะนั้น ยกตัวอย่างเหมืองหินแกรนิตแห่งหนึ่งอาจไม่สามารถดำเนินการผลิตหินได้อย่างคุ้มทุน ถ้าต้องผลิตหินแกรนิตเฉพาะใช้ในงานก่อสร้างอย่างเดียว จำเป็นต้องเปิดเป็นเหมืองหินแกรนิตระดับ อีกรูปแบบหนึ่งจึงจะคุ้มทุน เป็นต้น

ในอีกกรณีหนึ่ง ถ้าเปิดทำเหมืองหินแกรนิตอย่างเดียว อาจไม่คุ้มทุนเพราะมีการซื้อขายหินแกรนิตในท้องตลาดน้อยเกินไป จำเป็นต้องมีการผลิตหินปูนควบคู่หรือสลับกับการผลิตหินแกรนิตตามความต้องการของตลาดซื้อขายในแต่ละช่วงของปี ทั้งนี้หมายความว่าผู้ประกอบการมีความพอใจเรื่องราคาหินช่วงที่ผลิต ราคาหินขย่ยมีความเหมาะสมสามารถเปิดเหมืองผลิตหินขายได้

มีกำไร หรือมีคำสั่งซื้อหินย่อยไว้ล่วงหน้า หรือมีการวางแผนที่จะดำเนินการผลิตในช่วงโอกาสที่เหมาะสมต่อไป

## 5.2 แหล่งหินแกรนิตภาคเหนือ

ลักษณะรูปแบบการแผ่กระจายแหล่งหินแกรนิตในประเทศ มีการบรรยายไว้พอสมควรในบทก่อนหน้า (บทที่ 3) ข้อมูลเชิงธรณีวิทยาของแหล่งหินแกรนิตที่ระบุในหัวข้อนี้ จึงเน้นเฉพาะบริเวณที่มีการสำรวจตรวจสอบภาคสนามโดยทีมงานวิจัยโครงการนี้เท่านั้น

ลักษณะทั่วไปของแหล่งหินแกรนิตภาคเหนือ ประกอบด้วยหินที่อยู่ในโซนหรือแนวหิน (belt) ทั้ง 3 แนว แหล่งหินแกรนิตบริเวณภาคเหนือจึงจัดเป็นแหล่งที่ใหญ่ที่สุด อย่างไรก็ตามในช่วงระยะเวลาปัจจุบันเหมืองหินแกรนิตเหล่านี้มีเป้าหมายในการผลิตแตกต่างกัน บางเหมืองมีการเปิดเหมืองเพื่อผลิตและขายหินแกรนิตสำหรับใช้ในงานก่อสร้าง บางเหมืองทำการผลิตหินก่อสร้างร่วมกับการผลิตหินแกรนิตเป็นหินประดับ หรือบางเหมืองมีการผลิตแร่อุตสาหกรรมร่วมกับการผลิตหินแกรนิต

ในเขตภาคเหนือ เหมืองหินที่เปิดดำเนินการผลิตหินแกรนิตในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในบริเวณภาคเหนือตอนล่าง ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า ตำแหน่งของเหมืองหินแกรนิตในบริเวณนี้อยู่ใกล้กับแหล่งที่ใช้หินในงานก่อสร้าง หรือใกล้กับแหล่งใช้หินในเขตภาคกลาง มากกว่าแหล่งหินแกรนิตในบริเวณภาคเหนือตอนบน การบรรยายแหล่งหินในหัวข้อย่อยนี้จะเลือกบรรยายเฉพาะเหมืองหินที่ทีมงานวิจัยทำการสำรวจในภาคสนามแล้ว และการบรรยายประกอบด้วยลักษณะภูมิประเทศ ธรณีวิทยา และการเปิดเหมืองเฉพาะแหล่ง

### 1. เหมืองหินของบริษัท พิพัฒน์กร จำกัด

เหมืองของบริษัท พิพัฒน์กร จำกัด มีสำนักงานเหมือง ตั้งอยู่ที่ 238/9 หมู่ที่ 6 ตำบลวังประจวบ อำเภอเมือง จังหวัดตาก และมีสำนักงานใหญ่ ตั้งอยู่ที่ 120/2-3 ถนนศาลาแดง แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร

ตามคำขอประทานบัตรของเหมืองที่ 54/2543 หลักเขตที่ 25659 ระบุเป็นเหมืองแร่เฟลด์สปาร์ มีจุดที่ตั้งตามแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 4842 I ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1872-1874 เหนือ และแนวตั้งที่ 541-543 ตะวันออก

### 1.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณมีระดับความสูง 140-200 เมตรจากระดับน้ำทะเล เป็นที่ราบปนกับไหล่เขาลาดเอียงไปทางทิศใต้ สภาพป่าไม้โดยรอบเป็นป่าเบญจพรรณ และทุ่งหญ้าเป็นหย่อม ๆ ตอนกลางของพื้นที่เป็นลำห้วยที่มีน้ำเฉพาะบางฤดู ร่องน้ำไหลผ่านจากทิศใต้สู่ทิศเหนือ เนื้อที่โครงการตามคำขอประทานบัตร 212-1-24 ไร่ การเดินทางเข้าไปในพื้นที่คำขอประทานบัตรสะดวก เพราะอยู่ใกล้กับถนนที่เป็นทางหลวงและรายางมะตอย

### 1.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

หินดั้งเดิมในบริเวณเป็นหินหลายประเภท ได้แก่ หินฟิลไลต์ (phyllite) หินทัฟฟ์ (tuff) หินทรายและหินอ่อน กับหินเชิร์ต หินดั้งเดิมที่เป็นหินท้องที่ (country rock) มีการกำเนิดในยุคไซลูเรียนถึงดีโวเนียน หินยุคใหม่ (ยุคไทรแอสซิก) ที่แทรกคั่นขึ้นมาเป็นหินแกรนิตสีจางมีชื่อเฉพาะเรียกว่า ลูโคแกรนิต (leucogranite) ส่วนหินตะกอนที่คลุมทับปัจจุบันอยู่ในยุคเทอร์เชียรี

สินแร่เฟลด์สปาร์ที่ทำการผลิต มีสารประกอบ  $\text{Na}_2\text{O}$  สูงเกิน 5% (และอาจสูงถึง 10%) จึงเรียกว่า โซเดียมเฟลด์สปาร์ มีการเกิดหลายรูปแบบ แบบที่หนึ่ง เป็นแร่เฟลด์สปาร์สะสมใน vein ที่เป็นรอยเลื่อนตัดผ่านมวลหินลูโคแกรนิต แบบที่สอง เป็นแร่เฟลด์สปาร์ที่เกิดอยู่ในโซนของหินสการ์น (skarn rock) ที่จัดเป็นโซนที่เกิดจากกระบวนการแปรสภาพแบบสัมผัสกับมวลหินแกรนิตที่แทรกตัวอยู่ข้างเคียงหินสการ์น แบบที่สาม เป็นแร่เฟลด์สปาร์ที่พบในหินสการ์นและในสายหินลูโคแกรนิต

### 1.3 แผนการผลิตแร่และแนวทางที่จะผลิตหินแกรนิต

การผลิตแร่เฟลด์สปาร์นั้น จำเป็นต้องวางแผนการทำเหมืองตามลักษณะการวางตัวของสายแร่ ในบางบริเวณถ้าสายแร่ต่อเนื่องจะมีผลทำให้การผลิตเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่ถ้าสายแร่วางตัวในระดับลึกจำเป็นต้องเปิดหน้าบ่อเหมือง (pit) ในรูปแบบขั้นบันไดจะเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตสูงขึ้น ในทำนองเดียวกัน ยังมีการตัดหน้าบ่อเหมืองลึกมากปริมาณเศษหินแกรนิตจากการระเบิดมีมากจนตามลำดับ หินแกรนิตเหล่านี้ถูกจัดเป็น waste อัตราส่วนของ หินแกรนิตต่อสินแร่เฟลด์สปาร์ สูงประมาณ 8:1 ถึง 10:1 หรือสูงกว่านี้ นอกจากนี้การเปิดเหมืองยังมีปัญหาของค่าใช้จ่ายในการขนแร่เฟลด์สปาร์ที่ปนกับเศษหินแกรนิตไปยังโรงโม่บดย่อยที่มีระยะทาง 6 กิโลเมตร

แนวทางเลือกที่เหมาะสม จึงควรมีการใช้ประโยชน์หินแกรนิตที่เป็นกากและต้องถูกนำมากองทิ้งตามลานหินนอกบ่อเหมือง หรือเป็นการเพิ่มมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value: NPV)

โดยทำให้กากหินแกรนิตสามารถขายได้ ตามข้อมูลของเหมือง หินแกรนิตที่บดย่อยสามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างทำถนนทางหลวงได้

## 2. เหมืองหินของบริษัท เทพประทานการแร่ จำกัด

เหมืองของบริษัท เทพประทานการแร่ จำกัด จังหวัดตาก เป็นเหมืองที่รับช่วงผลิตแกรนิตต่อจากสัมปทานเดิมของบริษัท พงศ์เฮอร์วิธ จำกัด ตามสัมปทานคำขอประทานบัตรที่ 2/2546 มีที่ตั้งสำนักงานของเหมืองอยู่ที่ หมู่ที่ 6 ตำบลวังประจบ อำเภอเมือง จังหวัดตาก และมีสำนักงานในกรุงเทพมหานครที่ 1016 อาคารศรีเฟื่องฟุ้ง ถนนพระราม 4 แขวงสีลม เขตบางรัก กทม.

หลักเขตคำขอประทานบัตรที่ 15716 เป็นเหมืองหินแกรนิตระดับ มีพื้นที่ 97-3-60 ไร่ ตามรูปเดิมของประทานบัตรที่ 15716/12711 ตำแหน่งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L 7017 ระวัง 4842 I ระหว่างเส้นพิกัดจากสากล แนวนอนที่ 1870-1871 เหนือ และแนวตั้งที่ 540-542 ตะวันออก

### 2.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณราบและภูมิประเทศโค้งมนเป็นลอนคลื่นในบางบริเวณ มีระดับความสูงประมาณ 140-160 เมตรจากระดับน้ำทะเล ป่าเป็นแบบป่าโปร่ง มีต้นไม้ขนาดกลางและเล็กขึ้นกระจายอยู่โดยทั่วไป การเดินทางสะดวก เหมืองอยู่ห่างทางทิศตะวันออกของบ้านน้ำดิบประมาณ 1 กิโลเมตรและยังอยู่ใกล้กับถนนทางหลวง ที่มีสภาพค่อนข้างดี รวมระยะทางห่างจากตัวเมืองจังหวัดตาก 30 กิโลเมตร

### 2.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

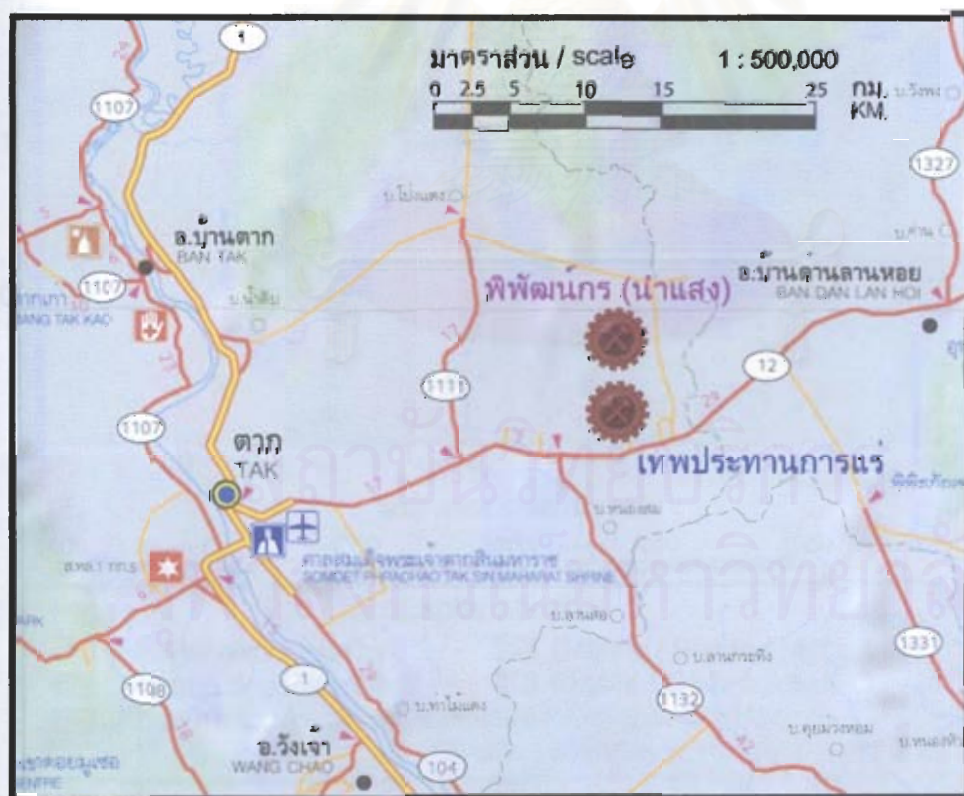
หินแกรนิตในเขตพื้นที่ประทานบัตร เกิดตกผลึกจากหินอัคนีมวลไพศาลหรือหินบาโรลิตขนาดใหญ่ที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ หินแกรนิตเกิดร่วมกับหินชนิดอื่นที่อยู่ในยุคไทรแอสซิกคือ หินแกรโนไดโอไรต์ และหินไดโอไรต์ หินแกรนิตมีสีเทาปนชมพูบางก้อนมีโทนสีเขียวปนสีเทา บริเวณใกล้กับแหล่งแกรนิตที่อยู่ทางตอนเหนือของแหล่ง มีพื้นที่คาบเกี่ยวที่มีหินแปรของยุคเก่า (ยุคไซลูเรียนถึงดีโวเนียน) ที่ประกอบด้วยหินชีสต์ หินควอร์ตไซต์ และหินฟิลไลต์ เป็นต้น

### 2.3 แผนการผลิตของเหมืองเทพประทานการแร่

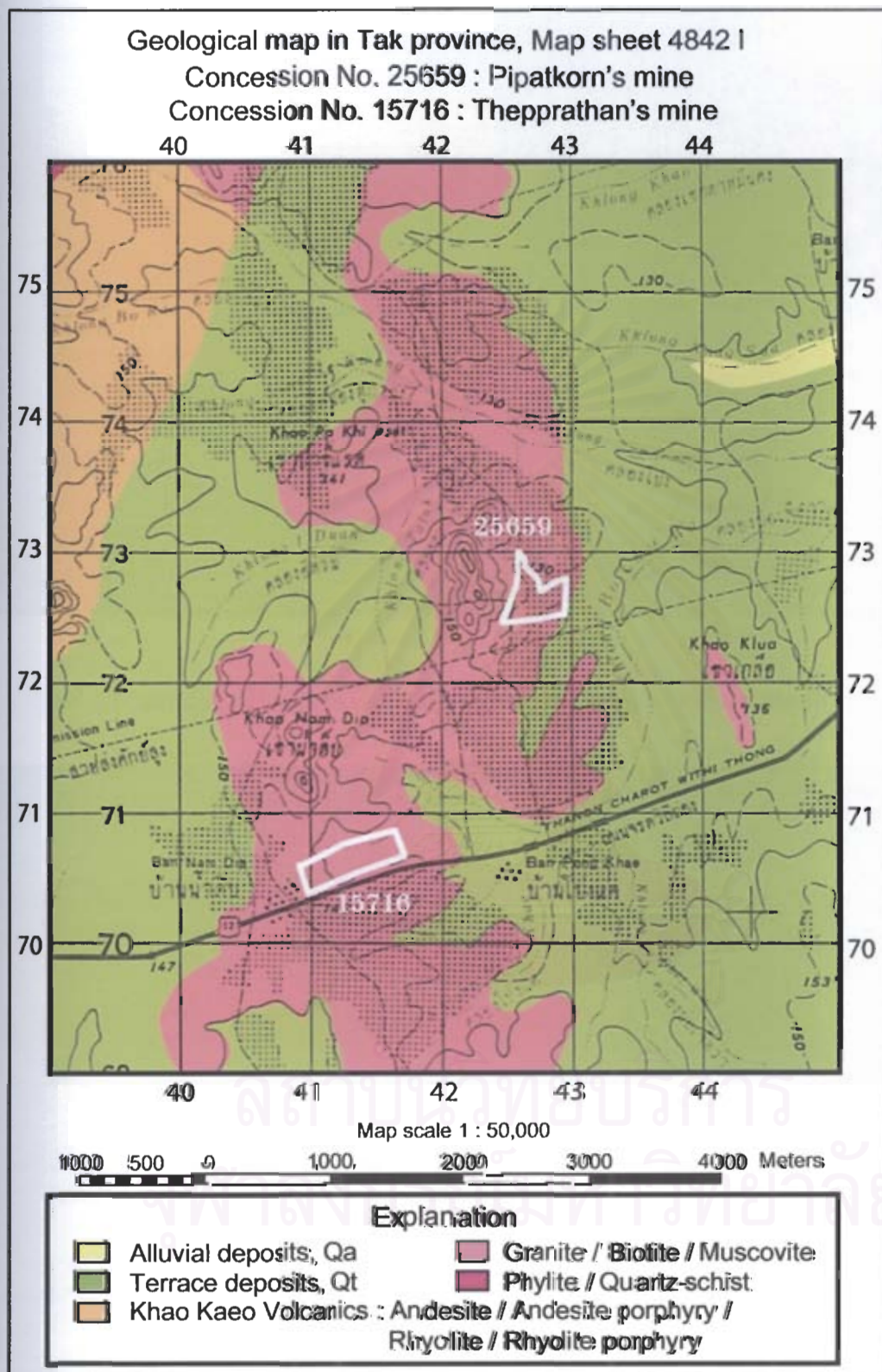
แร่ที่ผลิตในเหมืองบริษัท เทพประทานการแร่ เป็นแร่เฟลด์สปาร์ ที่เกิดในสายแร่ (หิน) alplite ผลการเจาะในแนวสายแร่ พบว่า เฟลด์สปาร์มีความแตกต่างกันในหลายระดับชั้น ตั้งแต่เกรดของแร่สูง (high grade feldspar) ระหว่าง 40-60 เปอร์เซ็นต์ ปนกับแร่เฟลด์สปาร์เกรดต่ำ (30

เปอร์เซ็นต์) เฟลด์สปาร์เป็นแบบโซเดียมเฟลด์สปาร์ มีเปอร์เซ็นต์ Na ประมาณ 8-9% และเปอร์เซ็นต์ K ประมาณ 0.7 % ขนาดความกว้างของแร่ 3-5 เมตร มีแร่เฟลด์สปาร์หลายสาย แต่ความยาวและความลึกไม่สม่ำเสมอ

หินแกรนิตในบริเวณประทานบัตรส่วนใหญ่ เป็น hornblende granite ที่มีเม็ดผลึกขนาดปานกลาง แกรนิตจัดเป็นกาก (waste) มีปริมาณถึง 18 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณวัสดุในชุมชนเมือง การพัฒนานำหินแกรนิตมาใช้ให้เป็นประโยชน์ จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าสุทธิปัจจุบันให้สูงขึ้น ทำนองเดียวกันกับเหมืองแร่เฟลด์สปาร์อื่นที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน



รูปที่ 5.1 แผนที่แสดงทางคมนาคมกับตำแหน่งของที่ตั้งเหมืองฟิพัฒนากร กับเหมืองเทพประทานการแร่ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดตาก



รูปที่ 5.2 แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ประทานบัตรของเหมืองพิพัฒน์กร จำกัด กับของเหมืองเทพประทานการแร่ ทั้งสองเหมืองอยู่ในแผนที่รูปนี้

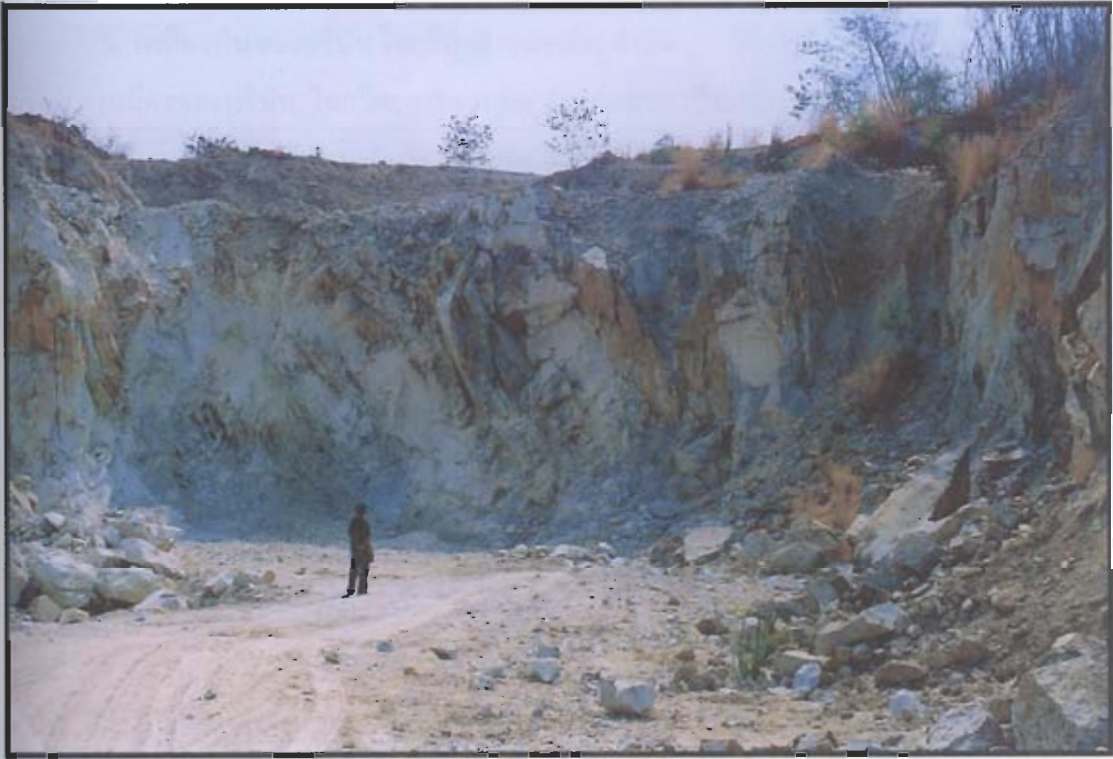




รูปที่ 5.3 ภาพถ่ายหน้าเหมืองพัฒนากรปัจจุบัน (ปี 2547) ที่ทำการผลิตแร่เฟลด์สปาร์



รูปที่ 5.4 ภาพถ่ายลักษณะทั่วไปของหน้างานผลิตของเหมืองพัฒนากร



รูปที่ 5.5 ภาพถ่ายหน้าเหมืองเทพประทานการแร่ปัจจุบัน (ปี 2547) ที่ทำการผลิตแร่เฟลด์สปาร์



รูปที่ 5.6 ภาพถ่ายเพิ่มเติมของงานหน้าเหมืองเทพประทานการแร่

### 3. เหมืองหินของบริษัท ไทยวิศวกรรมแกรนิต จำกัด

เหมืองของบริษัท ไทยวิศวกรรมแกรนิต จังหวัดตาก เป็นเหมืองที่รับช่วงผลิตแกรนิตต่อจากสัมปทานเดิมของบริษัท ลานนาสิกไนต์ จำกัด ตามสัมปทานคำขอประทานบัตรที่ 31/2543 มีที่ตั้งของเหมืองหินระดับชนิดแกรนิต ที่ตำบลโป่งแดง อำเภอเมือง จังหวัดตาก

หลักเขตคำขอประทานบัตรที่ 25717 ของเหมืองหินแกรนิตระดับ มีพื้นที่ 45-3-12 ไร่ ตำแหน่งเหมืองอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L 7017 ราว 4843 II ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1898-1899 เหนือ และแนวตั้งที่ 526-527 ตะวันออก

#### 3.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณราบมีระดับความสูงประมาณ 220 เมตรจากระดับน้ำทะเล ป่าเป็นแบบป่าโปร่ง มีต้นไม้แคระยี่นต้นขนาดเล็กขึ้นกระจายอยู่โดยทั่วไป การเดินทางสะดวก เหมืองอยู่ห่างจากอำเภอเมืองตากประมาณ 17 กิโลเมตร แต่ทางเข้าเหมืองใช้ถนนของ รพช.- กรมการเร่งรัดและพัฒนาชนบท (ซึ่งปัจจุบันคือกรมทางหลวงชนบท-กทข.) ที่เข้าสู่บ้านหนองกระทู้ อีก 15 กิโลเมตร

#### 3.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

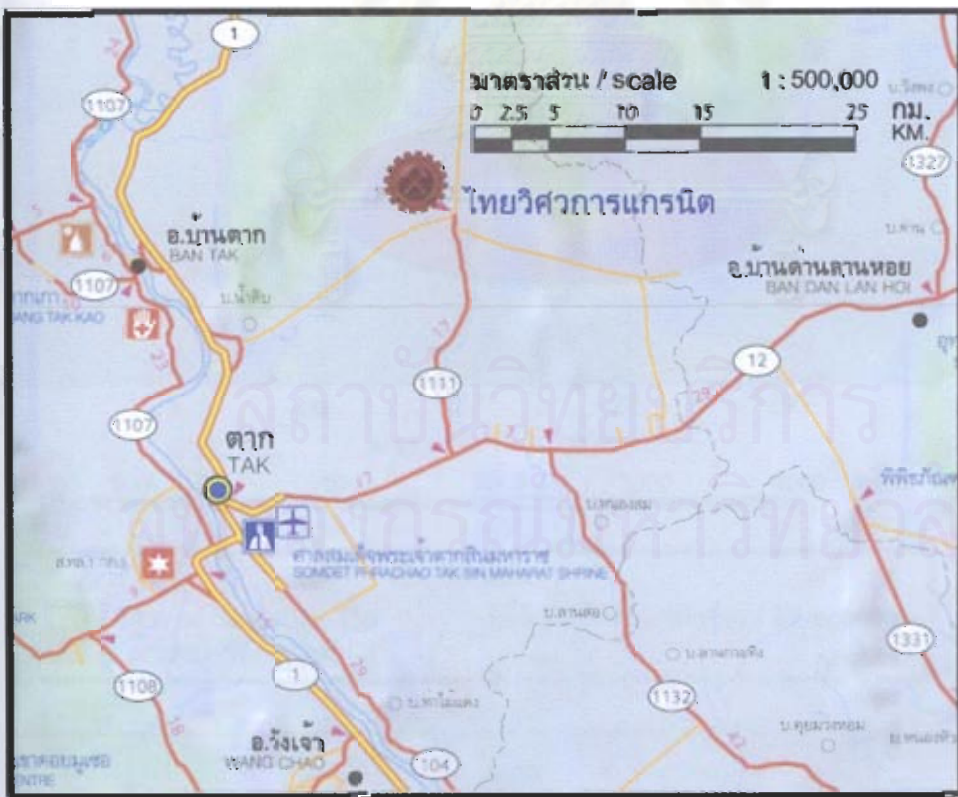
หินแกรนิตที่เป็นแหล่งหินระดับกำเนิดจากหินอัคนีมวลไพศาลหรือหินบาโรลิต กรานิตเกิดตกผลึกโดยตรงและมีการสลายตัวตามกระบวนการผุพังและกัดกร่อน จนเหลือเป็นหินก้อนแบบ boulder หรือเรียกว่า หินก้อนมนขนาดใหญ่ อยู่กระจายทั่วบริเวณ ส่วนของบาโรลิตจะเป็นดานหินแกรนิตที่อยู่ระดับลึก เนื้อหินแกรนิตในแหล่งส่วนใหญ่เป็นแบบ ผลึกแร่ 2 ขนาด ในเนื้อหินมีผลึกแร่เฟลด์สปาร์เป็นผลึกขนาดใหญ่ และมีแร่ควอร์ตซ์กับแร่ไมกาสีดำ (แร่ไบโอไทต์) กระจายตัวเป็นผลึกขนาดเล็กในเนื้อหินเนื่องจากมวลหินมีการจับตัวผลึกแร่แน่น สามารถตัดเป็นแผ่นและขัดให้เป็นเงามัน จึงเหมาะใช้ทำหินประดับ

#### 3.3 แผนการผลิตหินแกรนิตระดับ

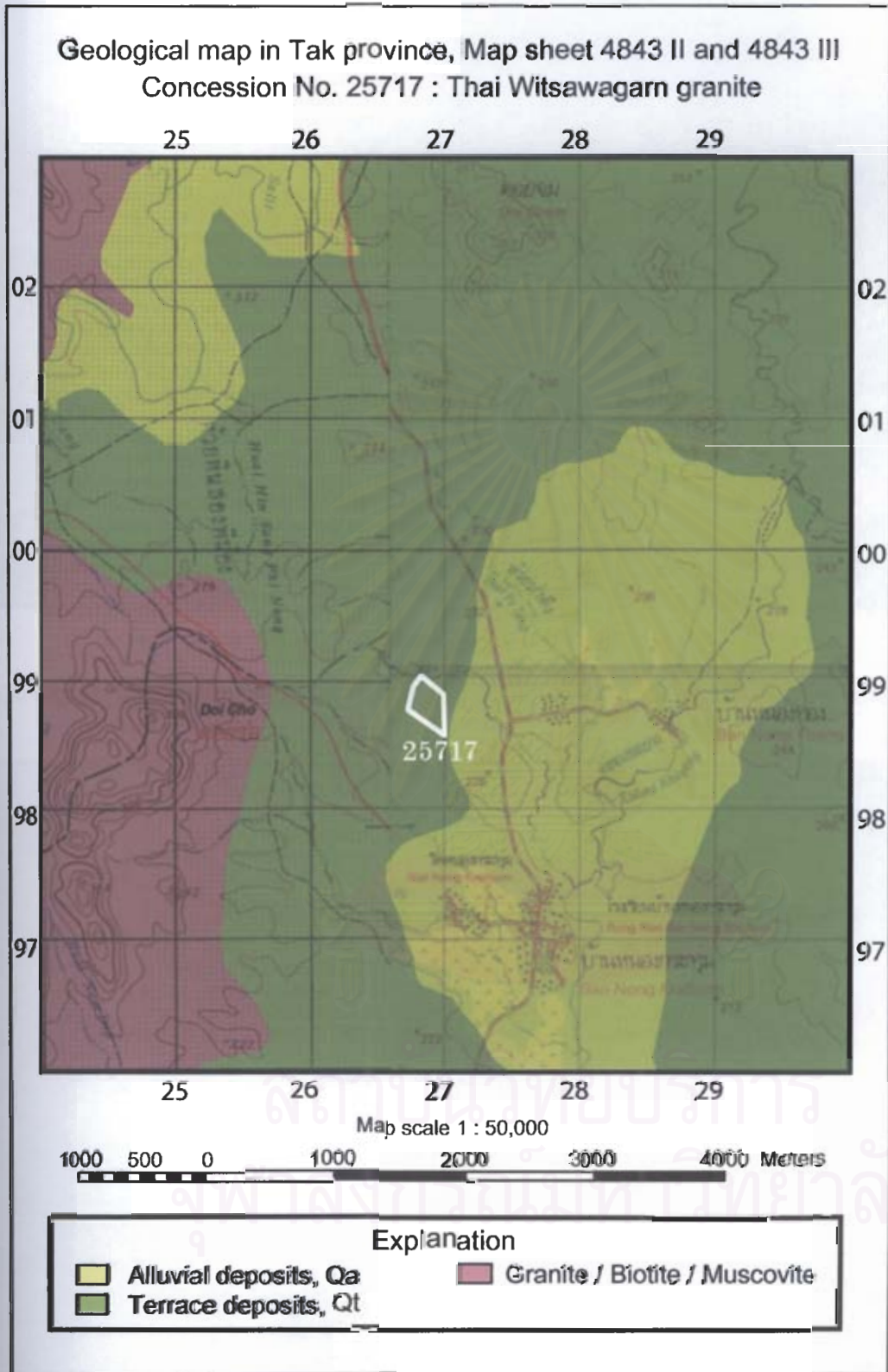
การผลิตหินแกรนิตใช้การเปิดทำเหมืองหาบทำการผลิตจากหินลอยและส่วนที่เป็น โขดหินระหว่างนั้นมีการเจาะซอยให้เป็นก้อนเหลี่ยมขนาด 1.2 x 1.2 x 1.2 เมตร แล้วใช้ลิ้มเหล็กตอกอัดให้ก้อนเหลี่ยมลูกบาศก์หลุดแยกออกจากมวลหิน boulder ในขั้นตอนต่อไป การทำเหมืองจะเจาะลึกลงไปในระดับต่ำกว่าพื้นผิว โดยการตัดเป็นชั้นบันไดประมาณ 2 ชั้นตะพัก ความสูงของตะพักไม่เกิน 3 เมตร การเก็บเศษหินและเศษดิน มีการแยกออกจากกองในส่วนของหินที่ตัด และในขณะที่

นี้เมืองยังไม่ได้เปิดถักลงไปในระดับที่เป็นหินดาน การถักกลมขุมเมืองจึงเป็นเพียงการวางแผนไว้ล่วงหน้า

จากการเก็บตัวอย่างนำมาทดสอบ (ผลลัพธ์แสดงในบทถัดไป) เพื่อหาค่าคุณสมบัติเชิงกลใช้วิธีตรวจสอบหาค่ากำลังวัสดุด้วยวิธีทดสอบอย่างง่าย กับค่าความคงทนต่อการสึกกร่อน หินแกรนิตของเมืองนี้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงานก่อสร้างทำถนนได้ แต่การลงทุนเพิ่มเติมเปิดโรงโม่หินเพื่อขุดยอหินให้ได้ขนาดอาจไม่คุ้มทุน เพราะปริมาณของหินสำรองมีไม่มาก และจุดประสงค์ของการเปิดเมืองนี้เพียงเพื่อใช้หินแกรนิตทำเป็นหินประดับเท่านั้น



รูปที่ 5.7 แผนที่แสดงเส้นทางคมนาคมกับตำแหน่งเมืองไทยวิศวงการแกรนิต จังหวัดตาก



รูปที่ 5.8 แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ประทานบัตรของเหมืองไทยวิศวกรแกรนิต



รูปที่ 5.9 หน้าเหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิตปัจจุบัน (ปี 2547) ที่ทำการผลิตแกรนิตเป็นหินประดับ



รูปที่ 5.10 ภาพถ่ายเพิ่มเติมของงานหน้าเหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิต

#### 4. เหมืองหินของบริษัท เซอมาส จำกัด

เหมืองของบริษัท เซอมาส จำกัด จังหวัดตาก เป็นเหมืองแร่เฟลด์สปาร์ร่วมกับการผลิตหินแกรนิตเป็นหินประดับ คำขอประทานบัตรเหมืองเซอมาส ที่ 20827/13732 สำนักงานของเหมืองอยู่ที่ตำบลแม่สลิด อำเภอเมือง จังหวัดตาก

หลักเขตประทานบัตรของเหมืองเซอมาสที่ 20827 มีพื้นที่ 91-1-90 ไร่ คำขอประทานบัตรหมายเลขที่ 20827/13732 ตำแหน่งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 4843 III ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1892-1894 เหนือและแนวตั้งที่ 513-515 ตะวันออก

##### 4.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณราบระดับประมาณ 200 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีลักษณะเป็นเนินเขาโค้งมนเล็กน้อยและมีระดับความสูงไม่เกิน 100 เมตรจากพื้นผิวดิน ประทานบัตรอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติมีไม้ยืนต้นประเภทไม้เต็งและไม้พะยอมในบางบริเวณ และมีต้นไม้เบญจพรรณขนาดกลางกับขนาดเล็กริเริ่มกระจายอยู่โดยทั่วไป การเดินทางสะดวก เหมืองอยู่ห่างจากทางถนนหลวงเพียง 2 กิโลเมตร

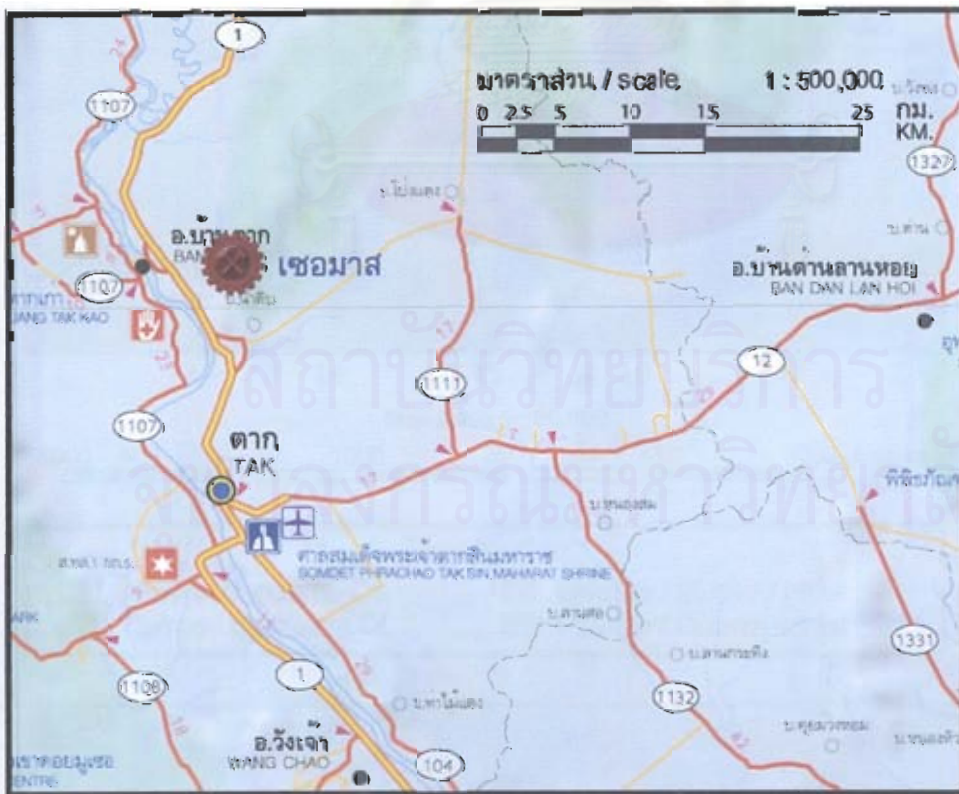
##### 4.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

แร่เฟลด์สปาร์มีการกำเนิดในสายแร่ (หิน) ของหินลูโคแกรนิต และเป็นแร่ชนิดโซเดียมเฟลด์สปาร์ ในหลายบริเวณเกิดเป็น outcrop และอาจมีดินคลุมทับสายแร่เฟลด์สปาร์บ้างแต่ค่อนข้างตื้นประมาณ 0.5 เมตรจากพื้นผิว ความลึกของแร่เฟลด์สปาร์เฉลี่ย 5 เมตร แกรนิตที่เปิดเป็นแหล่งหินแกรนิตประดับมีกำเนิดเป็นแบบปฐมภูมิ ตกผลึกโดยตรงจากบาโรลิต สีของหินเทาดำปนกับเทาขาว หินแกรนิตที่เจาะและตัดทำเป็นหินประดับเป็นหินลอยแบบ boulder เกิดกระจายเป็นหย่อมทั่วไปในบริเวณเขตประทานบัตร

##### 4.3 แผนการผลิตแร่และแนวทางที่จะผลิตหินแกรนิตประดับ

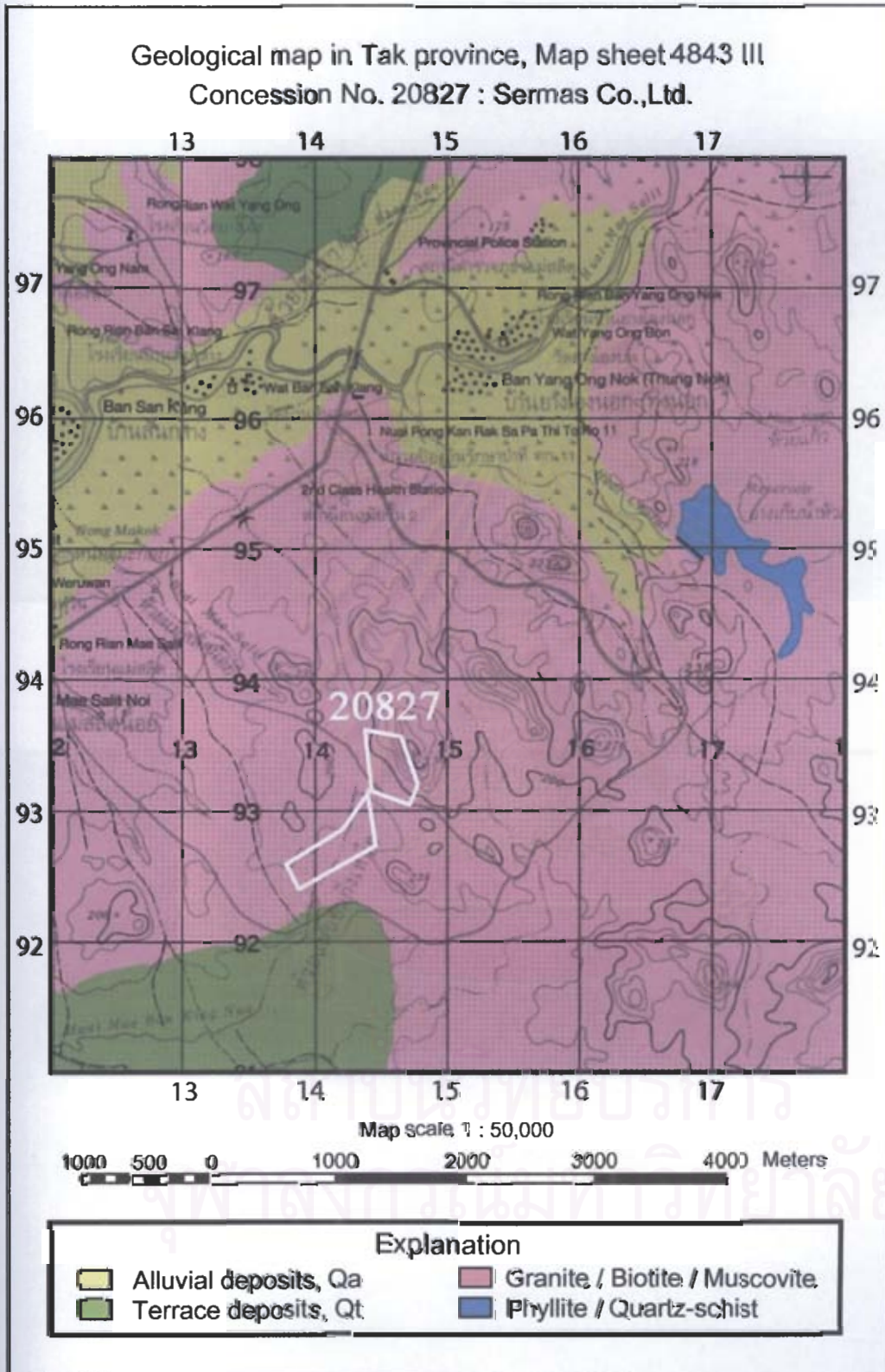
การผลิตแร่เฟลด์สปาร์เป็นการเปิดหน้าดินเพื่อขุดแร่เฟลด์สปาร์ออกจากสายแร่ ถ้าหากสายแร่อยู่ในระดับลึกจากพื้นผิว ใช้การตัดหน้าเหมืองให้เป็นลักษณะขั้นบันได ถ้าเครื่องจักรกลในเหมือง (รถแทรกเตอร์) ไม่สามารถเปิดหน้างานได้จึงมีการระเบิดหินเป็นบางกรณี

การผลิตหินแกรนิตประดับ ใช้แรงงานคน โดยการเจาะหินลอย ใช้ก้อนกับเหล็กสกัดให้หินลอยแตกออกเป็นบล็อกขนาดเล็ก (น้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร) ก่อนที่นำมาคัดเป็นแผ่นและขัดเงาให้เป็นหินประดับต่อไป

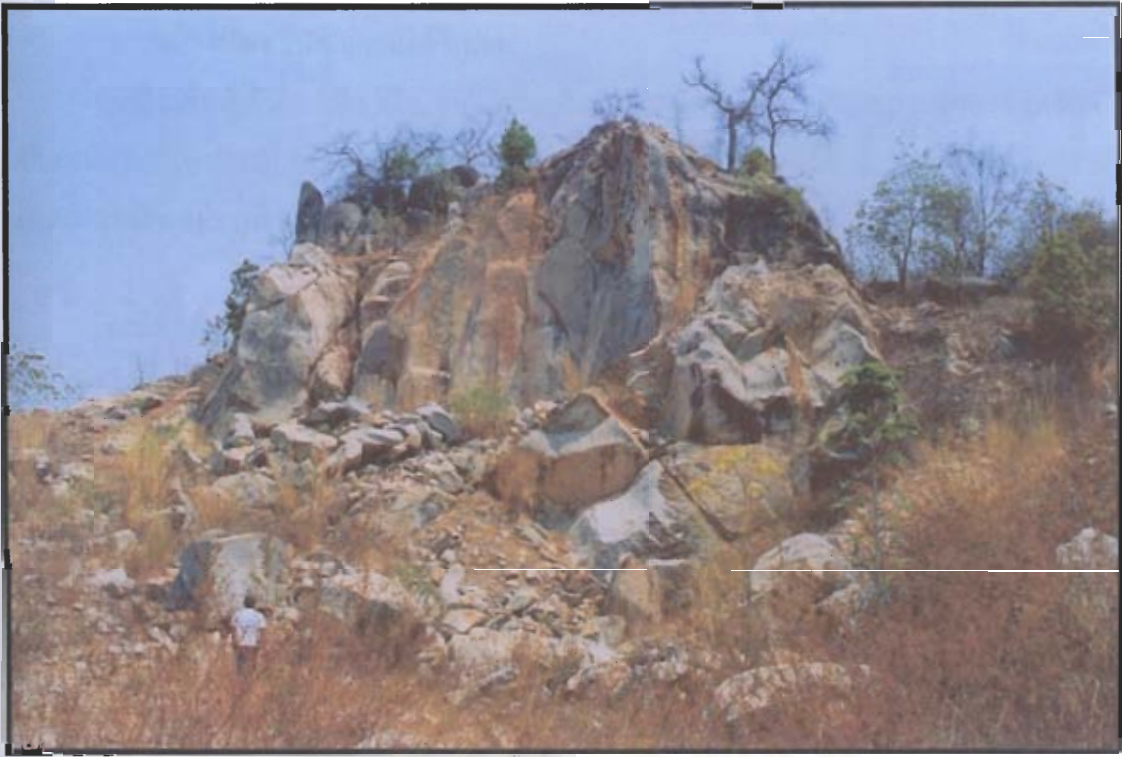


รูปที่ 5.11 แผนที่แสดงทางคมนาคมและตำแหน่งของเหมืองเชอมาส จังหวัดตาก





รูปที่ 5.12 แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ประทานบัตรของเหมืองเซอมาส



รูปที่ 5.13 หน้าเหมืองเซอมาสปัจจุบัน (ปี 2547) ที่ทำการผลิตแร่และหินประดับ



รูปที่ 5.14 ภาพถ่ายเพิ่มเติมของงานหน้าเหมืองบริษัท เซอมาส จำกัด

## 5.เหมืองหินบริษัท แกรนิโต้ จำกัด

เหมืองของบริษัท แกรนิโต้ (หรือเหมืองตากแกรนิต) จำกัด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เป็นเหมืองแร่หินประดับชนิดแกรนิต คำขอประทานบัตรเหมืองแกรนิโต้ ที่ 20816/14834 สำนักงานของเหมืองอยู่หมู่ที่ 8 ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

เหมืองแกรนิโต้มีหลักหมายเขตเหมืองแร่ที่ 28164 พื้นที่ประทานบัตรแปลงนี้ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 4843 III ระหว่างเส้นกริดแนวนอนที่ 1901-1902 เหนือ และแนวตั้งที่ 520-521 ตะวันออก จากการรังวัด กำหนดเขต เหมืองนี้มีพื้นที่ 225-3-49 ไร่

### 5.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ประทานบัตรแปลงนี้มีลักษณะภูมิประเทศค่อนข้างราบ และเนินหินแกรนิตตั้งอยู่ที่ความสูงประมาณ 225-245 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่เป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติที่มีต้นไม้แคระแกรน หรือเป็นป่าชนิดป่าแพะ มีต้นหญ้าและแฝกแทรกตลอดบริเวณ การเดินทางห่างจากแยกถนนใหญ่ประมาณ 18 กิโลเมตรไปตามถนนลูกรังและทางลัดลง

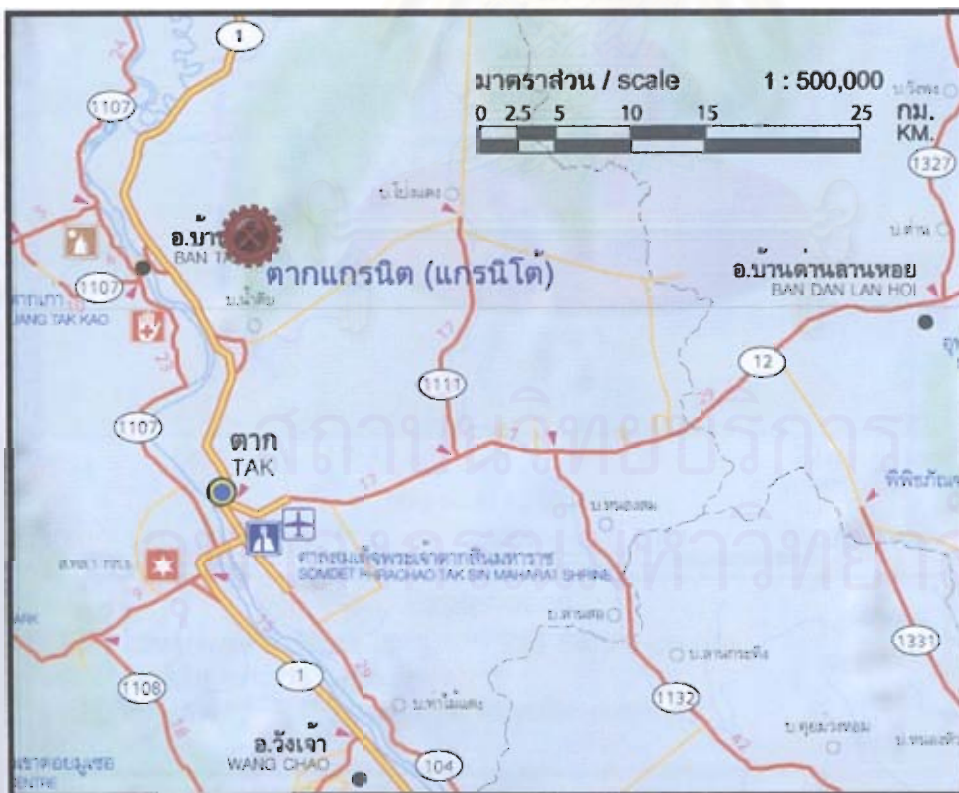
### 5.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาของแหล่งแร่เป็นดานหินแกรนิตปนกับหินแกรโนไดโอไรต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ batholith ยุคไทรแอสซิก ความลึกเฉลี่ยของดานหินในส่วนที่สามารถทำการผลิตหินแกรนิต (หรือหินแกรโนไดโอไรต์) ประมาณ 20 เมตรจากพื้นดิน โดยรอบ เนื้อหินแกรนิตบางส่วนมีการผูกอยู่กับที่ ลักษณะของเนื้อหินเป็นแบบ porphyritic texture ประกอบด้วยผลึกสองขนาดของผลึกแร่เฟลด์สปาร์ ผลึกแร่ควอร์ตซ์และเกล็ดแร่ไบโอไทต์สีดำ ในส่วนที่หินแกรโนไดโอไรต์เนื้อหินเป็นแบบ equigranular texture การกระจายตัวของแร่ในเนื้อหินเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

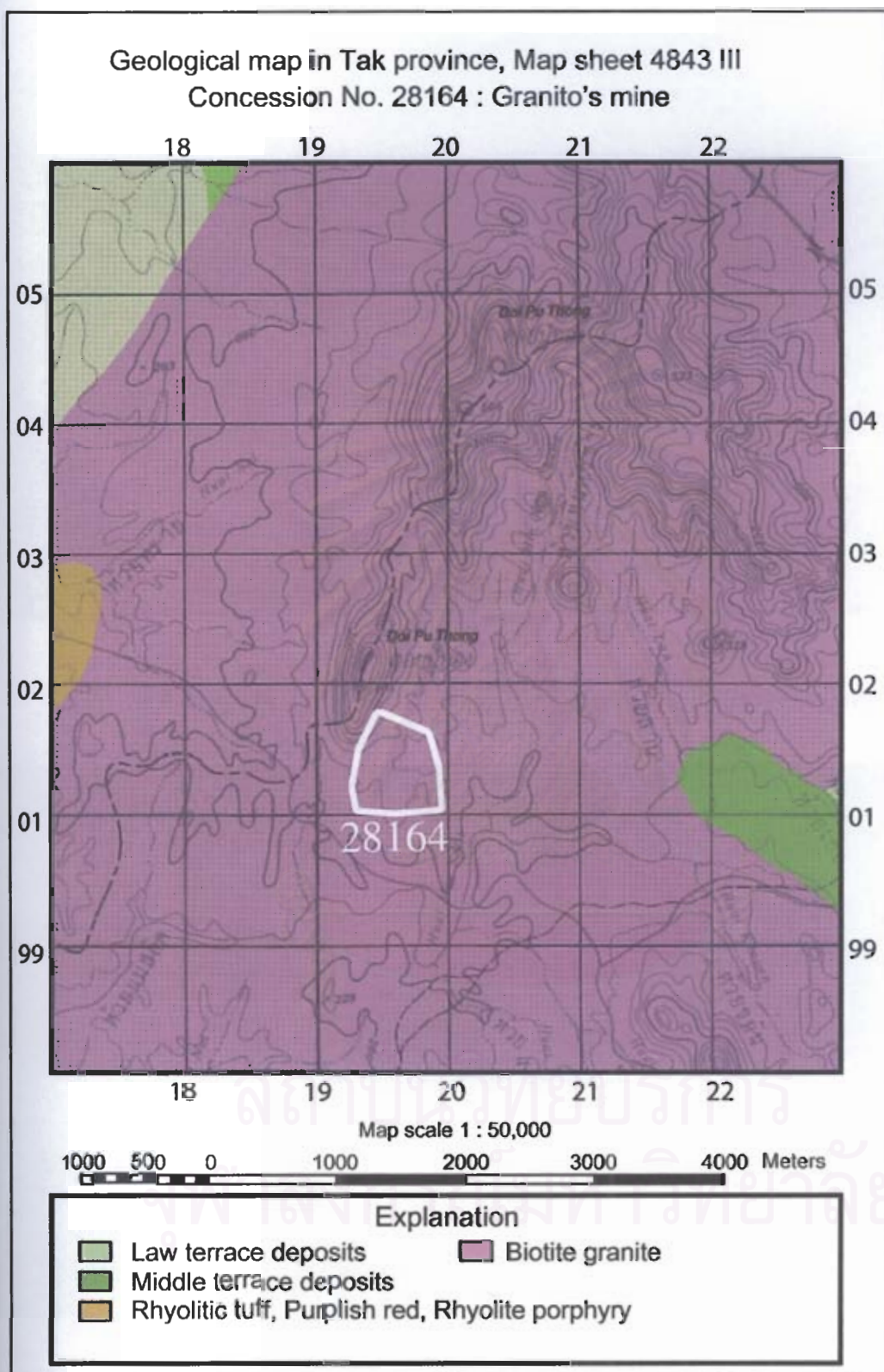
### 5.3 แผนการผลิตหินแกรนิตประดับ

การผลิตหินประดับ ในช่วงแรกเป็นการเปิดหน้าดินแล้วใช้การตัดหน้าเหมืองให้เป็นลักษณะขั้นบันไดให้บ่อเหมืองเป็นรูปทรงกรวย ปริมาณสำรองหินในบ่อเหมืองที่มีประมาณ 2 ล้าน ลบ.เมตร จะมีเพียง 7 เปอร์เซ็นต์ของแหล่งที่ผลิตเป็นบล็อกหินแกรนิต (แกรโนไดโอไรต์) จึงต้องทำเหมืองเปิดแบบ selective mining เนื่องจากแหล่งหินมักมีปัญหาด้านโครงสร้างที่เป็นระนาบรอยแตก รอยแยก หรือเป็นปัญหาเนื่องจากเนื้อหินมีสารมลทินหรือสีของหินไม่เป็นที่นิยมในท้องตลาด

การผลิตหินแกรนิตระดับ ใช้การเจาะหินลอย ใช้ค้อนกับเหล็กสกัดให้หินลอยแตกออกเป็นบล็อกขนาดเล็ก (น้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร) ก่อนที่นำมาตัดเป็นแผ่นและขัดเงาให้เป็นหินประดับต่อไป วิธีการผลิตหินลอยหรือโขดหินดังกล่าว สามารถจะนำมาใช้ผลิตกับตัวหินในดานหินแกรนิตเอง



รูปที่ 5.15 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองบริษัทแกรนิตได้ จำกัด  
ในเขตตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก



รูปที่ 5.16 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองบริษัทแกรนิตโต้ จำกัด  
 ในเขตตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก



รูปที่ 5.17 ภาพถ่ายหน้าเหมืองแกรนิตได้ในปี 2547 ที่ทำการผลิตหินประดับชนิดแกรนิต



รูปที่ 5.18 ภาพถ่ายเพิ่มเติมของเหมืองแกรนิตได้ ที่ทำการผลิตหินแกรนิตประดับ

## 6. เหมืองหินบริษัท สหเสงมายนิง จำกัด

เหมืองบริษัท สหเสงมายนิง จำกัด อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก เป็นเหมืองแร่หินประดับ ชนิดแกรนิต คำขอประทานบัตรเหมืองบริษัท สหเสงมายนิง จำกัด ที่ 24/2530 หมายเลขท่อเหล็ก ที่ 25656 สำนักงานของเหมืองอยู่ที่ ตำบลไผ่งาม อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก

พื้นที่ประทานบัตรแปลงนี้ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 4842 IV ระหว่างเส้นกริดแนวนอนที่ 1873-1875 เหนือ และแนวตั้งที่ 516-518 ตะวันออก จากการรังวัดกำหนดเขต เหมืองนี้มีพื้นที่ 291-2-78 ไร่

### 6.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ประทานบัตรแปลงนี้ มีลักษณะภูมิประเทศเนินหินแกรนิตเป็นเขาโดดสูง ประมาณ 100 เมตร พื้นที่ในเมืองค่อนข้างราบปนกับเนินเขาเตี้ย ๆ มีระดับความสูงเฉลี่ย 200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่เป็นป่าเสื่อมโทรม การเดินทางห่างจากแยกถนนใหญ่ประมาณ 4 กิโลเมตร ไปตามทางลำลอง

### 6.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาของแหล่งแร่เป็น โขดหินแกรนิตปนกับดานหินแกรนิต ความลึกเฉลี่ย ในส่วนที่สามารถทำการผลิตหินแกรนิตประดับ ประมาณ 15-20 เมตรจากพื้นดินโดยรอบ เนื้อหินแกรนิตบางส่วนมีการผูกพันอยู่กับที่ ลักษณะของเนื้อหินเป็นแบบ equigranular texture มีผลึกแร่ เฟลด์สปาร์กับผลึกแร่ควอร์ตซ์เป็นส่วนใหญ่ มีแร่ลทินที่ฝังปะในเนื้อหินแบบ inclusion เป็นแร่ไบโอไทต์กับฮอร์นเบลนด์

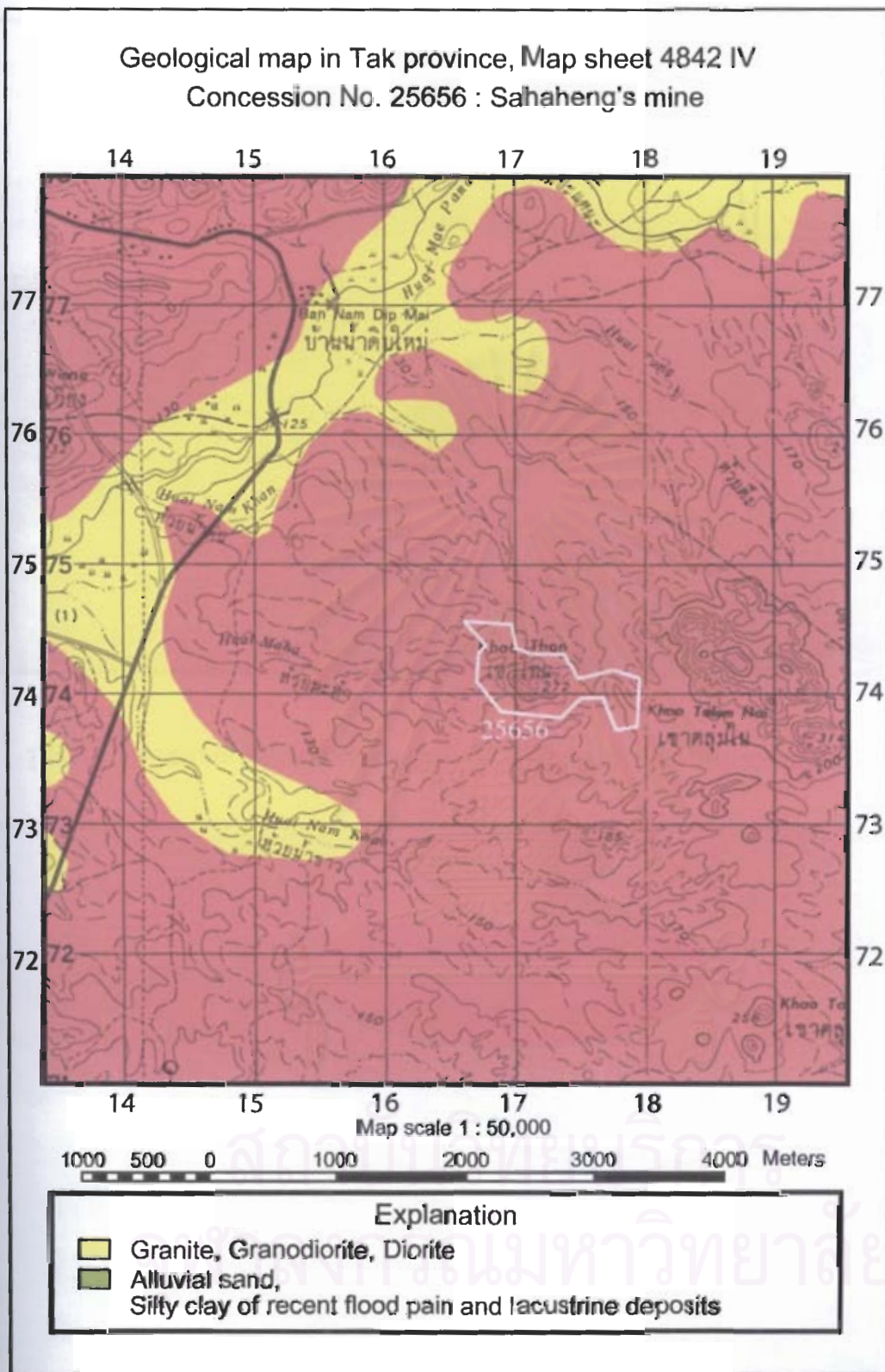
### 6.3 แผนการผลิตหินแกรนิตประดับ

การผลิตหินประดับใช้การเจาะหินลอย ใช้ค้อนกับเหล็กสกัดให้หินลอยแตกออกเป็นบล็อก ขนาดเล็ก โดยเลือกส่วนที่มีสีสม่ำเสมอ ไม่ค่อยมีรอยแตกรอยแยก หรือสายแร่ควอร์ตซ์ตัดผ่านเนื้อหินมาก ก่อนที่นำมาตัดเป็นแผ่นและขัดเงาให้เป็นหินประดับ ดานหินแกรนิตที่จะทำการผลิตในระยะหลังใช้การตัดเป็นลักษณะขั้นบันไดบริเวณบ่อเหมือง



รูปที่ 5.19 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองสท.เฮงมายนึ่ง ในเขตตำบลแม่สลิด และตำบลโป่งแดง จังหวัดตาก





รูปที่ 5.20 แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ประทานบัตรของเหมืองบริษัทสหเสงมาขึง จำกัด จังหวัดตาก



รูปที่ 5.21 ภาพถ่ายหน้าเหมืองสหเสงมายิ่ง (ปี 2547) ที่ทำการผลิตหินประดับชนิดแกรนิต



รูปที่ 5.22 ภาพถ่ายเพิ่มเติมของเหมืองสหเสงมายิ่ง ที่ทำการผลิตหินแกรนิตประดับ

## 7. เหมืองหินบริษัท สยามกรีนแกรนิต จำกัด

เหมืองบริษัท สยามกรีนแกรนิต จำกัด อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นเหมืองที่มีคำขอประทานบัตรเหมืองที่ 6/2535 หมายเลขท่อเหล็กที่ 25542 สำนักงานของเหมืองอยู่ที่หมู่ที่ 7 ตำบลตากถอย อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์

พื้นที่ประทานบัตรแปลงนี้ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 5243 II ระหว่างเส้นกริดแนวอนที่ 1881-1883 เหนือ และแนวตั้งที่ 757-760 ตะวันออก เหมืองนี้มีเนื้อที่ 234-3-53 ไร่

### 7.1 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่เนินเขาแกรนิต บริเวณฐานของเนินเขามีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ประมาณ 180 เมตร มีต้นไม้พวกไม้เถาและไม้ล้มลุกขึ้นอยู่บ้างเล็กน้อย ไม่มีไม้ใหญ่ขึ้นอยู่ เป็นป่าเสื่อมโทรม ไม่มีทางหลวงหรือทางน้ำสาธารณะประโยชน์ผ่านหรืออยู่ใกล้กับเขตประทานบัตร การเดินทางห่างจากแยกถนนลาดยางของกรมทางหลวงชนบทประมาณ 22 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวซ้ายทางแยกไปอำเภอวังสะพุงอีกประมาณ 7 กิโลเมตร

### 7.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาของแหล่งแร่เป็นส่วนของบาโซลิต ที่แทรกตัวหินมาเป็น หินลอยและดานหินแกรนิต หินเป็นแบบ hornblende granite ที่มีขนาดของผลึกแร่หยาบถึงปานกลาง ความหนาของแกรนิตสามารถทำเหมืองได้ลึกประมาณ 20 เมตร ในพื้นที่ทำเหมืองได้จริงไม่น้อยกว่า 110 ไร่ เป็นปริมาณสำรอง 1.17 ล้านลูกบาศก์เมตร และแบ่งบริเวณที่สามารถผลิตเป็นบล็อกหินแกรนิตได้ประมาณ 30% ของปริมาณทั้งหมด

### 7.3 แผนการผลิตหินแกรนิตระดับ

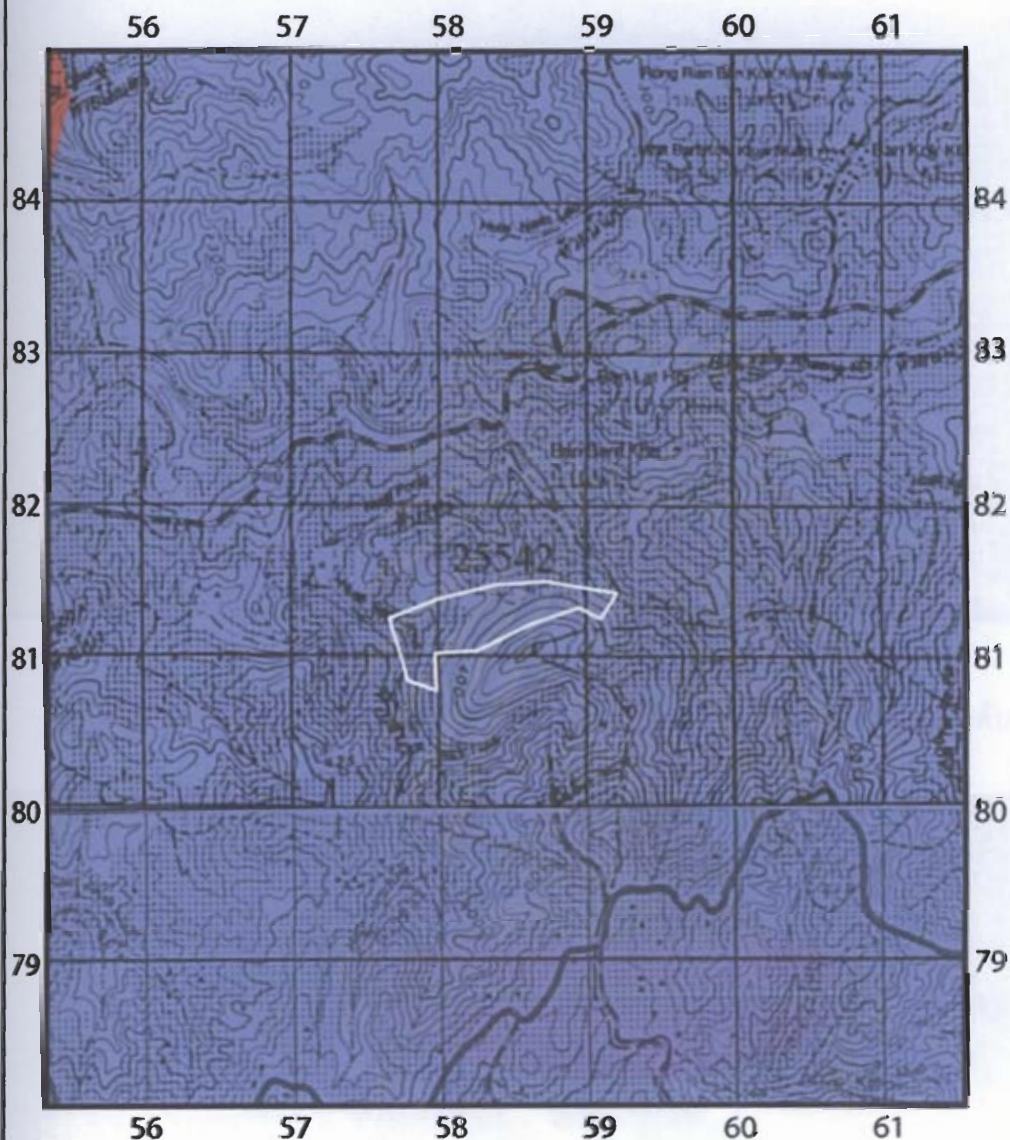
การวางแผนผลิตหินระดับจะผลิตบล็อกหินให้ได้ประมาณ 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยจำเป็นต้องผลิตในลักษณะ selective mining เลือกจุดทำเหมืองที่เป็น โขดหินเพื่อผลิตเป็นบล็อกหินโดยการเจาะแล้วใช้ลิ้มตอก มวลหินแกรนิตในระดับลึกที่เป็นดานหินต้องใช้ตัดความลาดเป็นแบบขั้นบันได แล้วใช้การระเบิดหินแบบ bench blasting





รูปที่ 5.23 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองสยามกรีนแกรนิต ตำบลตาตกถอย อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดเพชรบูรณ์

Geological map in Phetchabun province, Map sheet 5242 I and 5243 II  
Concession No. 25542 : Siam Green Granite's mine



Map scale 1 : 50,000

1000 500 0 1000 2000 3000 4000 Meters

**Explanation**

- Sandstone, Siltstone, Shale, Brownish - gray to gray
- Tuff, Agglomerate, Rhyolite, and Andesite

รูปที่ 5.24 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองบริษัทสยามกรีนแกรนิต จำกัด  
ในเขตตำบลตากลอย อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์



รูปที่ 5.25 ภาพถ่ายหน้าเหมืองสยามกรีนแกรนิต (ปี 2547) ที่ทำการผลิตหินประดับ



รูปที่ 5.26 ภาพถ่ายหน้าเพิ่มเติมหน้าเหมืองสยามกรีนแกรนิต ที่ผลิตหินแกรนิตประดับ

## 8. เหมืองหินของนางกัลยา รุ่งเรืองศิลาทิพย์

เหมืองของนางกัลยา รุ่งเรืองศิลาทิพย์ เป็นเหมืองที่มีคำขอประทานบัตรเหมืองที่ 166/2533 หมายเลขท่อเหล็กหลักหมายเลขเขตเหมืองแร่ ที่ 25534 สำนักงานของเหมืองนี้อยู่ที่หมู่ที่ 7 ตำบลชนแดน อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์

พื้นที่ประทานบัตรแปลงนี้ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 5141 II ระหว่างเส้นกริดแนวนอนที่ 1790-1791 เหนือ และแนวตั้งที่ 703-705 ตะวันออก เหมืองนี้มีเนื้อที่ 280-1-95 ไร่

### 8.1 สภาพภูมิประเทศ

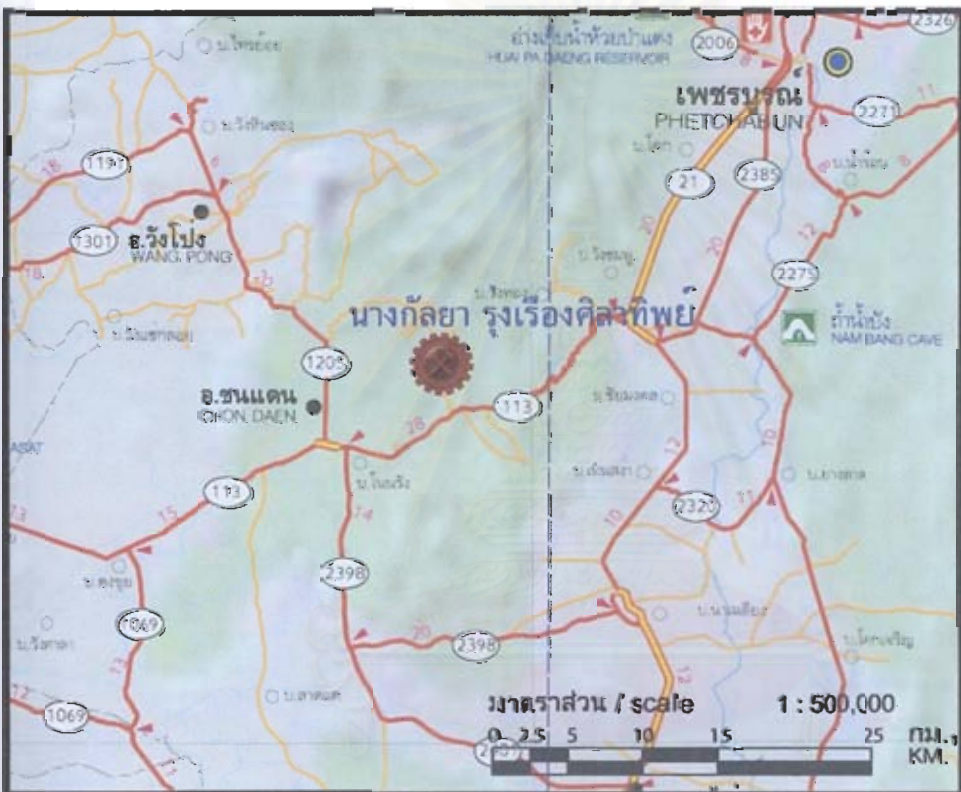
ลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินเขามีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ตั้งแต่ ประมาณ 140-180 เมตร เป็นป่าเสื่อมโทรม ไม่มีทางหลวงหรือทางน้ำสาธารณะประโยชน์ผ่านหรืออยู่ใกล้กับเขตประทานบัตรภายในระยะ 50 เมตร การเดินทางสะดวกห่างจากแยกถนนหลวงเพียง 500 เมตร

### 8.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาของแหล่งแร่หินประดับชนิดแกรนิต บริเวณนี้เป็นหินหน่วยห้วยหินลาดของหินชุดโคราช อายุไทรแอสซิก เนื้อหินแกรนิตมีดอกขนาดใหญ่ ที่เป็นผลึกของเฟลด์สปาร์และควอร์ตซ์ สามารถนำไปตัดและขัดมันเป็นหินประดับในเชิงพาณิชย์ได้ และในพื้นที่บางส่วนของหินเป็นหินภูเขาไฟประเภท andesite porphyry พื้นที่ทำเหมืองประมาณ 150 ไร่ ความสูงของส่วนที่ทำเป็นเหมืองแกรนิตได้ประมาณ 20 เมตร

### 8.3 แผนการผลิตหินแกรนิตประดับ

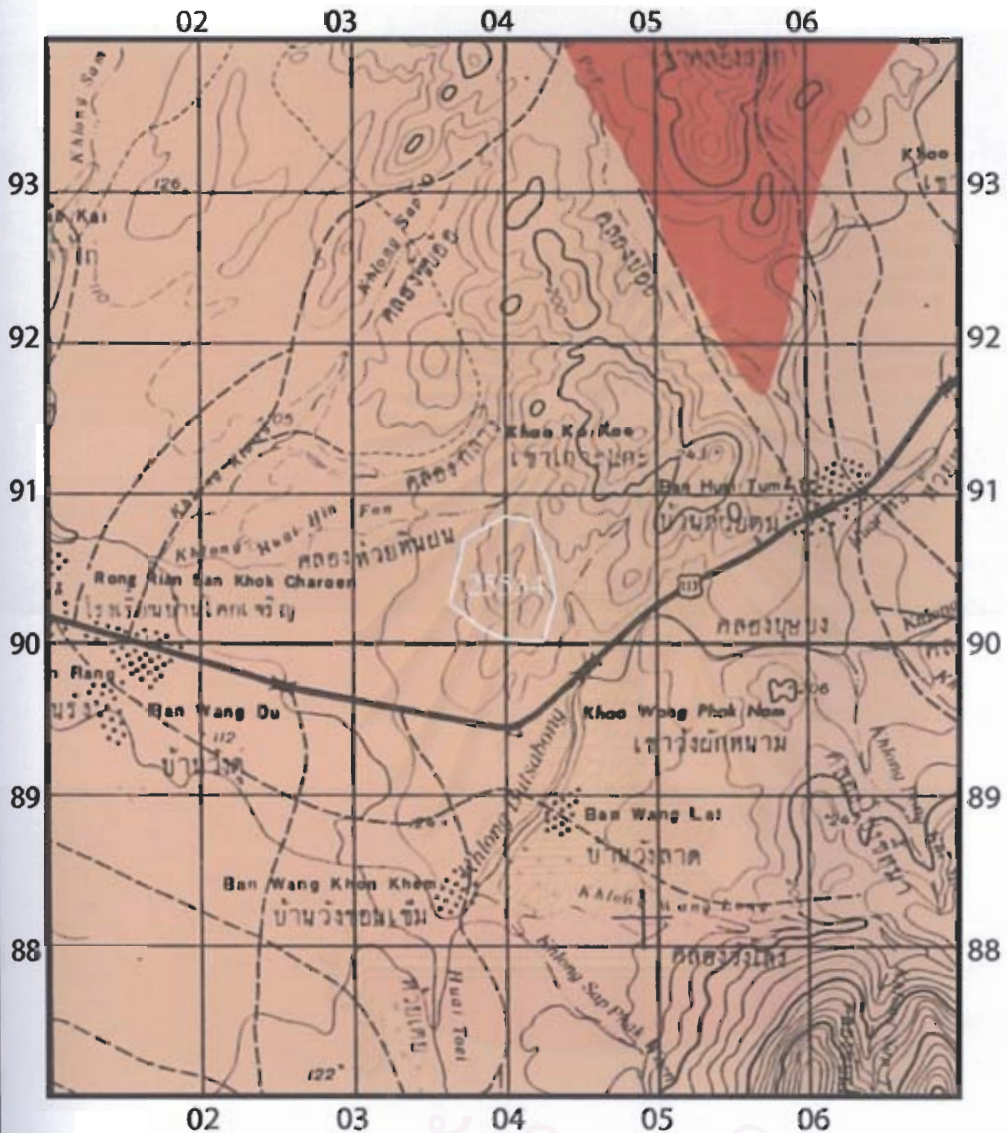
ขั้นแรกเป็นการวางแผนผลิตหินประดับ โดยเลือกเจาะส่วนที่สามารถผลิตเป็นบล็อกหินได้ เมื่อได้บล็อกหินตามขนาดที่ต้องการจะนำไปกองรวมกันที่ลานหิน ในการทำเหมืองในระดับลึกจำเป็นต้องใช้การเจาะระเบิดแล้วตัดความลาดเป็นแบบขั้นบันได ให้ความชันของแต่ละชั้นตะพักไม่เกิน 45 องศา ความกว้าง 3-5 เมตร และความสูงประมาณ 15 เมตร



รูปที่ 5.27 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองนางกัลยา รุงเรืองศิลาทิพย์  
ตำบลชนแดน อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์



Geological map in Phetchabun province, Map sheet 5141 II  
 Concession No. 25534 : Kallaya's mine



Map scale 1 : 50,000

1000 500 0 1000 2000 3000 4000 Meters

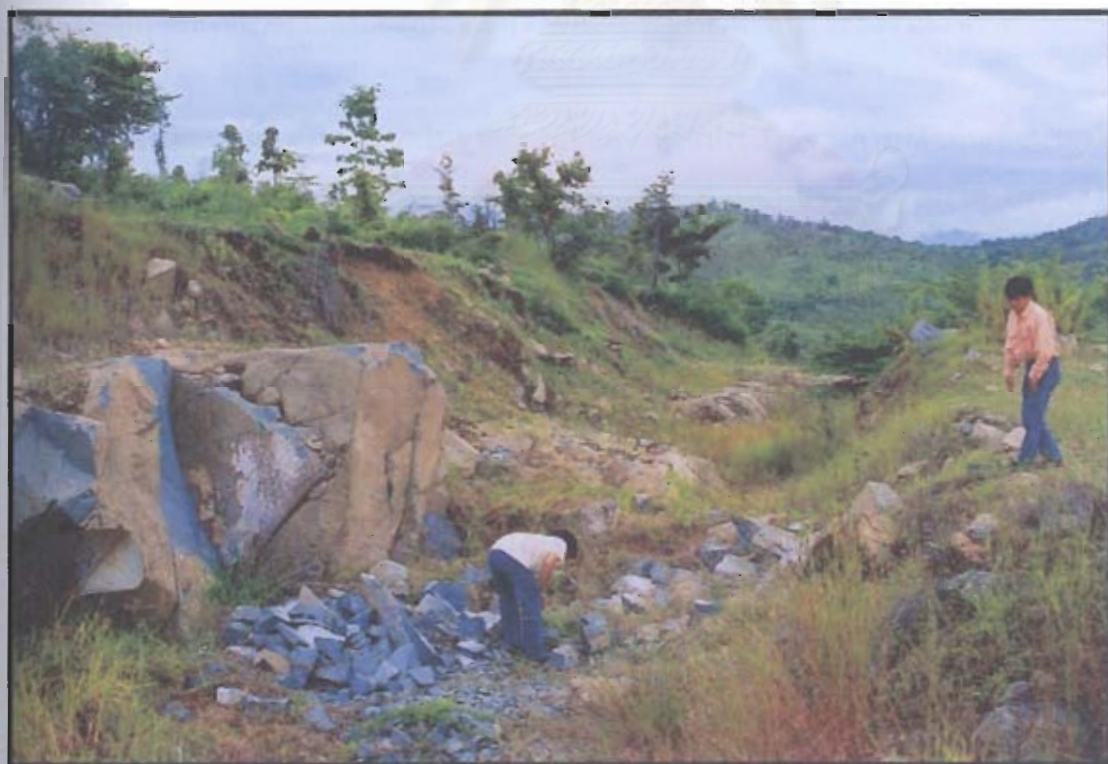
Explanation

- Chon Daen formation, Sandstone, Yellowish brown
- Andestie porphyry, Grayish green, very fine - grained

รูปที่ 5.28 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองนังกัลลา รุ่งเรืองศิลาทิพย์  
 ตำบลชนแดน อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์



รูปที่ 5.29 ภาพถ่ายหน้าเหมืองของนางกัลยา (ปี 2547) เพื่อการผลิตหินแกรนิตประดับ



รูปที่ 5.30 ภาพถ่ายหน้าเพิ่มเติมหน้าเหมืองของนางกัลยา ที่ผลิตหินแกรนิตประดับ

ผลการทดสอบคุณสมบัติของหินแกรนิตในแหล่งภาคเหนือ มีการระบุไว้ในบทถัดไป และโดยภาพรวมหินแกรนิตมีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างทำถนนได้ แต่ปัญหาในการพัฒนาคือหินโผล่เป็นหินล่อยก้อนมน ปริมาณสำรองในเหมืองมีน้อยเกินไป ที่จะลงทุนตั้งโรงโม่หินในบริเวณ และถ้าหากผลิตหินเพื่อนำส่งไปโม่บดย่อยที่โรงโม่หินอื่น ยังคงมีปัญหาเรื่องความคุ้มทุนเพราะค่าใช้จ่ายสุทธิ (ค่าผลิตหินหน้าเหมือง ค่าขนย้ายหินที่แตกเป็นก้อน และค่าทำการโม่บดย่อย) ค่าใช้จ่ายในการผลิตเพื่อนำหินแกรนิตไปใช้ในงานก่อสร้าง อาจสูงถึง 100 บาทต่อตัน ซึ่งไม่น่าจะคุ้มทุนกับราคาซื้อขายหินในท้องตลาด คำสั่งซื้อหินแกรนิตเพื่อใช้ในงานก่อสร้างก็ยังมีปริมาณน้อย และคำสั่งซื้อยังมีไม่ต่อเนื่อง

### 5.3 แหล่งหินแกรนิตภาคตะวันออก

ลักษณะทั่วไปของแหล่งหินแกรนิตภาคตะวันออก ประกอบด้วยหินที่อยู่ในโซนหรือแนวหินจำนวน 2 แนว ได้แก่ แนวหินแกรนิตกลาง (central belt granite) กับแนวหินตะวันออก (eastern belt granite) บริเวณภาคตะวันออกจัดว่ามีแหล่งหินแกรนิตอยู่ใกล้กันจำนวนหลายเหมือง และลักษณะการแพร่กระจายหินแกรนิต ที่แสดงในแผนที่แหล่งหินแกรนิตภายในประเทศ (รูปที่ 3.2 บทที่ 3) เป็นแหล่งขนาดเล็กกระจุกกระจายทั่วไปในพื้นที่ จังหวัดชลบุรี ระยอง และตราด

การพัฒนาเหมืองหินแกรนิตในภาคตะวันออก มีจุดประสงค์ของการผลิตหินเพื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้างอื่นนอกเหนือจากการผลิตเพื่อทำถนน เช่น ทำเป็นหินฐานรากของโครงสร้างถนนสามบินสุวรรณภูมิ ทำเป็นหินคาด rip-rap ปิดหน้าดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะของคลื่นกับชายฝั่ง หรือนำหินแกรนิตมาทำเป็นคันทาง เป็นต้น

#### 1. เหมืองหินของบริษัท สุวดี จำกัด

เหมืองของบริษัท สุวดี จำกัด มีสำนักงานเหมืองอยู่ที่หมู่ที่ 7 ตำบล หนองข้างคอก อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เป็นเหมืองที่มีโครงการทำเหมืองหินปูนร่วมกับหินแกรนิต เพื่อการก่อสร้าง

คำขอประทานบัตรของเหมืองสุวดี หมายเลขที่ 4/2541 ทั้งนี้ในคำขอเป็นการร่วมโครงการทำเหมืองเดียวกันกับบริษัท อารักษ์เทรคดิง จำกัด (ที่มีคำขอประทานบัตรที่ 1/2543) เขตประทานบัตรทั้งสองแปลงมีพื้นที่รวม 130-3-50 ไร่ (หมายเลขเขตหลักที่ 21353) โดยมีพื้นที่คำขอประทานบัตรที่ 4/2541 มีเนื้อที่ 100-3-27 ไร่ ส่วนพื้นที่คำขอประทานบัตรที่ 1/2543 มีเนื้อที่ 30-0-23 ไร่

ตำแหน่งที่ตั้งของทั้งสองคำขอประทานบัตรอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 5135 I ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1470-1472 เหนือ และแนวตั้งที่ 715-716 ตะวันออก

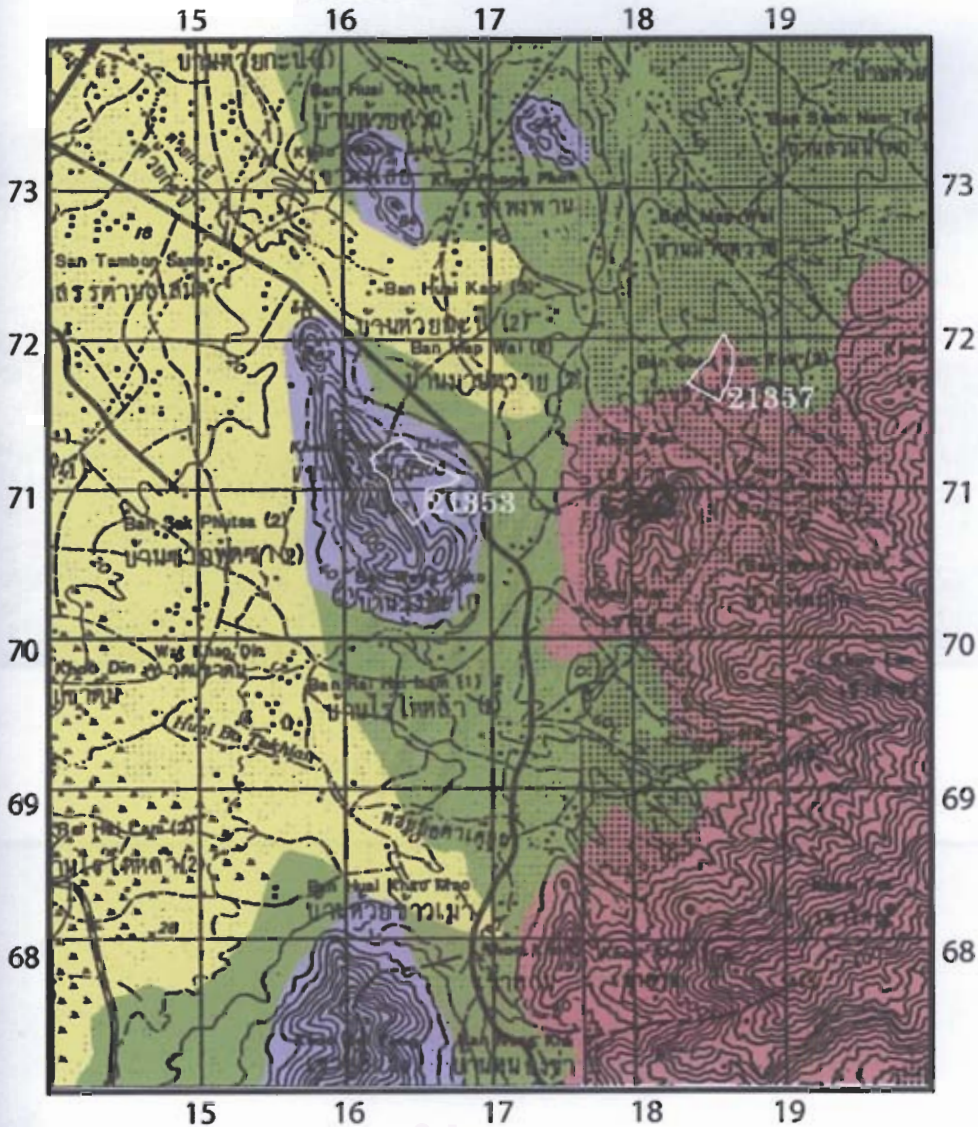
### 1.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณเนินเขาโค้งมนมีระดับประมาณ 60-140 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง เมืองตั้งอยู่ตรงกลางของภูเขาเชิงเทียน มีลักษณะเป็นพื้นที่ที่เคยผ่านการทำเหมืองหินมาแล้วบางส่วน มีต้นหญ้าและต้นไม้ขนาดเล็กขึ้นปกคลุมเป็นหย่อม ๆ การเดินทางสะดวกมีทางเข้า-ออก ได้หลายเส้นทาง และอยู่ใกล้ที่ชุมชน







รูปที่ 5.31 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งเหมืองสองโครงการ ของเหมืองสุวดีและเหมืองชลบุรีจิตต์ประเสฐ ตำบลหนองขำคอก อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

Geological map in Chonburi province, Map sheet 5135 I and 5235 IV  
 Concession No. 221357 : Chonburi Jitprasert's mine  
 Concession No. 21353 : Suwalee's mine



Map scale 1 : 50,000

1000 500 0 1000 2000 3000 4000 Meters

Explanation	
 Alluvial deposits, Qa	 Granite / Biotite / Muscovite
 Terrace deposits, Qt	 Yellowish-brown quartzite

รูปที่ 5.32 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการที่ร่วมโครงการเป็นเหมืองเดียวกันของบริษัท สุวาลี จำกัด (หลักเลขที่ 21353) กับบริษัท อาร์กัยเทรคดิง จำกัด นอกจากนี้ในแผนที่ยังใช้แผ่นเดียวกันกับเหมืองชลบุรีจิตต์ประเสริฐ (หลักเลขที่ 21357)



รูปที่ 5.33 ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (2547) ของบริษัท สุวดี จำกัด



รูปที่ 5.34 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของบริษัท สุวดี จำกัด

## 1.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างหินในบริเวณจังหวัดชลบุรีเป็นแอ่งรูปประทุนคว่ำ (anticline) โดยมีหินแกรนิต (เทือกเขาเขียว) เป็นแกนกลาง ส่วนทางด้านตะวันตกของเทือกเขาเขียวมวลหินจะเป็นหินแปรที่มีการแปรสภาพในระดับต่ำ แต่ทางด้านตะวันออกของเทือกเขาเขียวมวลหินจะเป็นหินแปรที่มีการแปรสภาพในระดับสูง นอกจากนี้ยังพบรอยเลื่อนขนาดเล็กลายแนวที่ตัดผ่าน

ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการอิงตามแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 250,000 ราวจังหวัด กรุงเทพมหานคร (ND 47-12) สามารถจำแนกลำดับการกำเนิด ดังนี้ หินยุคเก่าเป็นหินปูนกลุ่มทุ่งสง อยู่ในยุคออร์โดวิเซียน ในพื้นที่โครงการหินปูนเกิดเป็นภูเขาเล็ก ๆ 2 ลูก ทางด้านเหนือของเขาเชิงเทียน และที่เขาพู่ รวมทั้งภูเขาลูกอื่นที่ค่อนข้างมาทางทิศใต้เฉียงมาทางด้านชายฝั่งทะเล หินยุคใหม่เป็นหินแกรนิตกับหินแปรหลายประเภท (หินควอร์ตไซต์ หินซิสต์ หินชนวน) หินเหล่านี้มีอายุตั้งแต่ยุคหลังออร์โดวิเซียนเล็กน้อยจนถึงยุคไทรแอสซิก

หินปูนที่เกิดในบริเวณมีชั้นค่อนข้างหนา เกิดรอยแตกหลายแนว มีสีเทาเข้ม และเทาอ่อน เนื้อหินแข็งและบางส่วนมีการแปรสภาพไปเล็กน้อย หินแกรนิตมีหลายแบบ ทั้งที่เป็นแบบผลึก 2 ขนาด กับแบบเม็ดผลึกขนาดใกล้เคียงกัน แกรนิตบางชนิดมีแร่ไมกาบกับฮอร์นเบลนด์ปนมาก บางชนิดมีแร่ควอร์ตซ์ปนมาก นอกจากนี้ยังพบหินอัคนีประเภท intrusive ชนิดอื่นเกิดร่วมด้วย เช่น หินมอนโซไนต์ หินแกรโนไดออไรต์

หินปูนกับหินแกรนิตมีแนวสัมผัสผ่านบริเวณตรงกลางแปลงพื้นที่โครงการ โดยมีหินปูนอยู่ทางซีกฝั่งทิศตะวันตก หินแกรนิตอยู่ทางซีกฝั่งทิศตะวันออกของพื้นที่โครงการ

## 1.3 การวางแผนผลิตหินปูนกับหินแกรนิต

การเปิดเหมืองใช้วิธีเหมืองหาบ มีการเปิดลอกหน้าดินด้วยรถขุดประเภท backhoe และตัดหน้างานเป็นแบบขั้นบันไดเวียนรอบบ่อเหมือง การผลิตหน้าเหมืองใช้เจาะระเบิดและมีการเจาะย่อยหินหน้างานในบางครั้ง เพื่อให้ได้ก้อนหินขนาดเหมาะสมที่จะตกเทใส่รถบรรทุกเทท้ายเพื่อลำเลียงไปยังโรงโม่หินที่อยู่ใกล้เขตประทานบัตรประมาณ 1 กิโลเมตร

หินแกรนิตที่เก็บเป็นตัวอย่างมาทดสอบหาคุณสมบัติ มีค่าคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานก่อสร้างทั่วไป ซึ่งผลการทดสอบที่เสร็จแล้วบางส่วนระบุไว้ในบทถัดไป สภาวะในเชิงความเป็นไปได้ขณะนี้ ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการผลิตขึ้นอยู่กับราคาซื้อขายหินในตลาดแต่ละช่วงของปี

## 2. เหมืองหินของห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ

เหมืองของห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ มีที่ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 6 ตำบล หนองข้างคอก อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เป็นเหมืองที่มีโครงการทำหินแกรนิต เพื่อก่อสร้าง

คำขอประทานบัตรของเหมืองชลบุรีจิตต์ประเสริฐ หมายเลขที่ 11/2539 (หมายเลขเขตหลักที่ 21357) พื้นที่คำขอประทานบัตรมีเนื้อที่ 31-3-11 ไร่ ที่ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 5235 IV ระหว่างเส้นพิกัดจากสากล แนวนอนที่ 1471-1473 เหนือ และแนวตั้งที่ 717-718 ตะวันออก

### 2.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณเป็นพื้นที่ราบ ระดับประมาณ 20-60 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณเหมืองตั้งอยู่ในพื้นที่กรรมสิทธิ์แหล่งเขาบาน มีทางสาธารณประโยชน์สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมเลียบผ่านทางด้านทิศตะวันตก ระยะทางประมาณ 50 เมตร ซึ่งในปัจจุบันสภาพพื้นที่เดิมได้เปลี่ยนไป การเดินทางสะดวก เหมืองอยู่ใกล้ที่ชุมชน

### 2.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างหินโดยรอบของพื้นที่ในเขตจังหวัดชลบุรี มีหินทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร สัดส่วนของหินมีหินอัคนี 35 % หินแปร 60 % นอกนั้นเป็นหินตะกอน

บริเวณในเขตคำขอประทานบัตร หินแกรนิตที่เป็นส่วนของบาโซลิตเกิดแทรกซอนขึ้นมา ในบริเวณพื้นที่โครงการหินแกรนิตเกิดในยุคไทรแอสซิก แกรนิตมีหลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นหินแกรนิตที่มีแร่ 2 ชนิด และเป็นแกรนิตที่มีผลึกแร่ใกล้เคียงกัน (muscovite-granite, biotite-hornblende granite) และยังมีหินแกรนิตที่มีแร่ควอร์ตซ์สูง สภาพของแหล่งหินแกรนิต มีการผุพังของหินแกรนิตในบางส่วน และบางบริเวณก็มีรอยแตกแยกในมวลหิน

### 2.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

การเปิดเหมืองใช้วิธีเหมืองหาบ มีการเปิดลอกหน้าดินในช่วงแรกต่อมาใช้การเจาะระเบิดเพื่อตัดหน้างานเป็นแบบขั้นบันได ความสูงของตะพักประมาณ 10 เมตร หน้าความกว้าง 10 เมตร หรือมากกว่า และทำให้ความลาดชันของหน้าเหมืองไม่เกิน 45 องศา ระดับความลึกของบ่อเหมืองคาดว่าจะสูงถึง 60 เมตร





รูปที่ 5.35 ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (2547) ของห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ



รูปที่ 5.36 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองชลบุรีจิตต์ประเสริฐ

หินแกรนิตที่เก็บมาเป็นตัวอย่างเพื่อทดสอบหาคุณสมบัติ มีค่าคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานก่อสร้างทั่วไป สภาวะที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการผลิตขึ้นอยู่กับราคาซื้อขายหินในท้องตลาดแต่ละช่วงของปี

### 3. เหมืองหินบริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ (ชลบุรี)

เหมืองของบริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ จำกัด (มหาชน) มีที่ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 3 ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี เป็นเหมืองที่มีโครงการทำหินแกรนิต เพื่อการก่อสร้าง โดยวิธีเหมืองหาบ

คำขอประทานบัตรของเหมืองอิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ (ชลบุรี) เลขที่ 13/2539 หมายเลขหลักเขตเหมืองแร่ที่ 21356 พื้นที่คำขอประทานบัตรมีเนื้อที่ 98-2-81 ไร่อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 5235 IV ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล (UTM) กริดแนวนอนที่ 1467-1468 เหนือ และแนวตั้งที่ 729-730 ตะวันออก

คำขอประทานบัตรของเหมืองอิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ (ชลบุรี) อีกแปลงหนึ่งที่อยู่ติดกันเลขที่ 34/2539 หมายเลขหลักเขตเหมืองแร่ที่ 21365 พื้นที่คำขอประทานบัตรมีเนื้อที่ 57-1-31 ไร่อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวัง 5235 IV ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล (UTM) กริดแนวนอนที่ 1467-1468 เหนือ และแนวตั้งที่ 729-730 ตะวันออก

#### 3.1 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศในเขตประทานบัตรหมายเลขหลักที่ 21356 เป็นพื้นที่ราบเชิงเขาเคยทำการเกษตรมาก่อน มีระดับความสูง 88-108 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ค่าเฉลี่ยระดับความสูง 100 เมตร) เนื้อที่ 98-2-81 ไร่

ลักษณะภูมิประเทศในเขตประทานบัตรหมายเลขหลักที่ 21365 เป็นพื้นที่ราบเชิงเขาเคยทำการเกษตรมาก่อน มีระดับความสูง 88-108 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ค่าเฉลี่ยระดับความสูง 95 เมตร) เนื้อที่ 57-1-31 ไร่

บริเวณทั้ง 2 พื้นที่ของโครงการเป็นการขอประทานบัตรทับที่ดินของบริษัท ฯ เอง สภาพพื้นที่โดยรอบที่ดินไม่ค่อยสมบูรณ์เนื่องจากเป็นดินปนทรายที่เกิดจากการผุพังของหินแกรนิต

ในเขตพื้นที่โครงการพบ โขดหินแกรนิตกระจายอยู่ทั่วไป ไม่มีทางน้ำหรือทางสาธารณะผ่านพื้นที่การคมนาคมเข้าเหมืองสะดวก เหมืองห่างจากทางแยกบ้านหนองน้ำเขียวประมาณ 1.5 กิโลเมตร

### 3.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาปรากฏในแผนที่ มาตราส่วน 1: 250,000 ระวังจังหวัดกรุงเทพมหานคร (ND 47-12) พื้นที่โครงการประกอบด้วยหินอัคนียุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) เป็นหิน biotite-mucovite granite ที่มีผลึกแร่ขนาดหยาบถึงปานกลาง และบางแห่งเนื้อเป็นดอกแบบ porphyry โครงสร้างหินในพื้นที่ประทุนบัตรยังมีสายเพกมาไทต์และผนังหินควอร์ตซ์ (quartz dike) ตัดผ่านบริเวณหน้าเหมืองหลายแห่ง

จากการเจาะสำรวจเก็บแท่งตัวอย่างหินด้วยเครื่องเจาะหัวเพชรจำนวน 2 หลุมความลึกประมาณ 50 เมตรจากผิวดิน มีเปลือกดินเป็นดินเหนียวปนทรายและกรวดที่ระดับความลึกตั้งแต่ 2-8 เมตร ในระดับลึกเป็นหินแกรนิตที่มีแร่ควอร์ตซ์ปนสูง

### 3.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง

การเปิดเหมืองใช้วิธีเหมืองหยาบ มีพื้นที่ในการทำเหมืองในเขตหลักหมายเลข 21356 ประมาณ 38 ไร่ และบริเวณเขตหลักหมายเลข 21365 ประมาณ 28 ไร่ ทำเหมืองที่ระดับความสูงประมาณ 95-100 เมตรถึงระดับความสูงประมาณ 45-50 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปริมาณสำรองหินแกรนิตในเขตหลักหมายเลข 21356 ประมาณ 4.32 ล้านตัน กับในเขตหลักหมายเลข 21365 ประมาณ 3.56 ล้านตัน

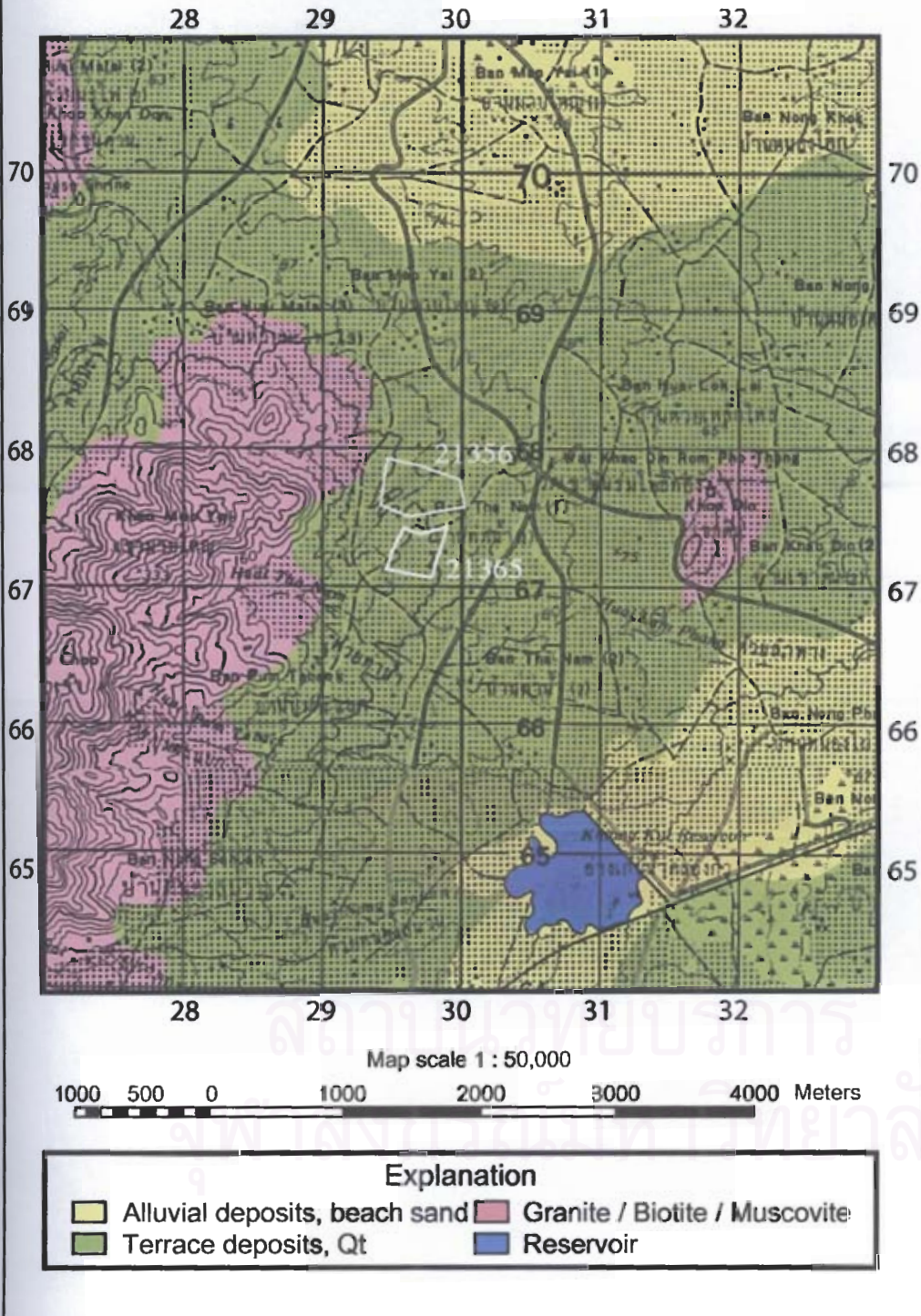
การทำเหมืองใช้การเจาะระเบิดตัดหน้างานแบบชั้นบันได เป็นรูปแบบก้นหอย จนถึงระดับจุดคุ้มทุน พื้นที่ในเขตหลักหมายเลข 21356 ผลิตหินแกรนิตได้ประมาณ 4.32 ล้านตัน พื้นที่ในเขตหลักหมายเลข 21365 ผลิตหินแกรนิตได้ประมาณ 3.56 ล้านตัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.37 แผนที่แสดงที่ตั้งของเมืองอิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ (ชลบุรี) กับเมืองทวิทร์พออนันต์มหานคร ในเขตอำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี

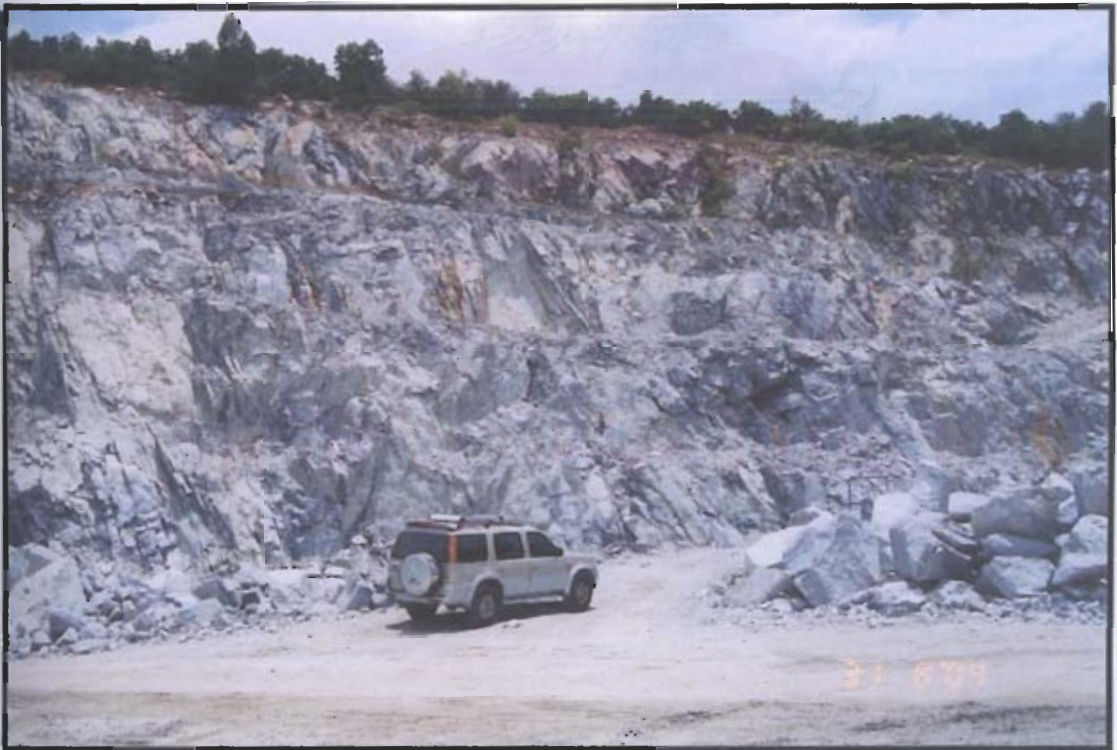
Geological map in Chonburi province Map sheet 5235 III and 5235 IV  
 Concession No. 21356 : Italian - Thai's mine  
 Concession No. 21365 : Italian - Thai's mine



รูปที่ 5.38 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการ ที่เป็นเหมืองของอิตาเลียนไทย  
 ดีเวลอปเมนต์ (หลักเลขที่ 21356 และหลักเลขที่ 21365)



รูปที่ 5.39 ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (2547) ของอิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเม้นต์ (ชลบุรี)



รูปที่ 5.40 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของอิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเม้นต์ (ชลบุรี)

#### 4. เหมืองหินของบริษัท โรงโม่หินทวีทรัพย์อเนกมหานคร จำกัด

เหมืองของบริษัท โรงโม่หินทวีทรัพย์อเนกมหานคร จำกัด มีที่ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 2 ตำบลหนองไผ่แก้ว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี เป็นเหมืองที่มีโครงการทำหินแกรนิต เพื่อการก่อสร้างและโม่หินเอง การทำเหมืองใช้วิธีเหมืองหาบ

คำขอประทานบัตรของเหมืองทวีทรัพย์อเนกมหานครที่ 2/2542 หมายเลขหลักเขตเหมืองแร่ที่ 21390 พื้นที่คำขอประทานบัตรมีเนื้อที่ 84-3-00 ไร่ อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L 7017 ระวัง 5235 IV ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล (UTM) กริดแนวนอนที่ 1467-1468 เหนือ และแนวตั้งที่ 746-747 ตะวันออก

##### 4.1 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศในเขตประทานบัตรหมายเลขหลักที่ 21390 เป็นพื้นที่ราบเชิงเขาด้านตะวันออกของเขาคันทรง ซึ่งต่อเนื่องมาจากเขาไผ่ และเป็นพื้นที่ที่เคยผ่านการทำเหมืองหินมาแล้วทางด้านทิศตะวันตกของแปลงคำขอประทานบัตร จึงปรากฏลักษณะเป็นบ่อเหมืองโดยมีเส้นชั้นความสูงที่ระดับสูงสุด 80 เมตร และมีเส้นชั้นความสูงต่ำสุดที่เป็นบ่อเหมืองที่ระเบิดหินออกไปแล้วอยู่ที่ระดับ 60 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่คำขอประทานบัตรแปลงนี้ไม่ทับทางหลวงทางสาธารณสุขประโยชน์ หรือทางน้ำสาธารณะ แต่ภายในระยะ 50 เมตรริมพื้นที่คำขอมิทางสาธารณสุขประโยชน์ทางทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตก การเดินทางเข้าสู่พื้นที่โครงการสะดวก จากทางหลวงทางหลวงสาย 331 มีทางแยกเข้าบ้านหินคาง ประมาณ 4 กิโลเมตร

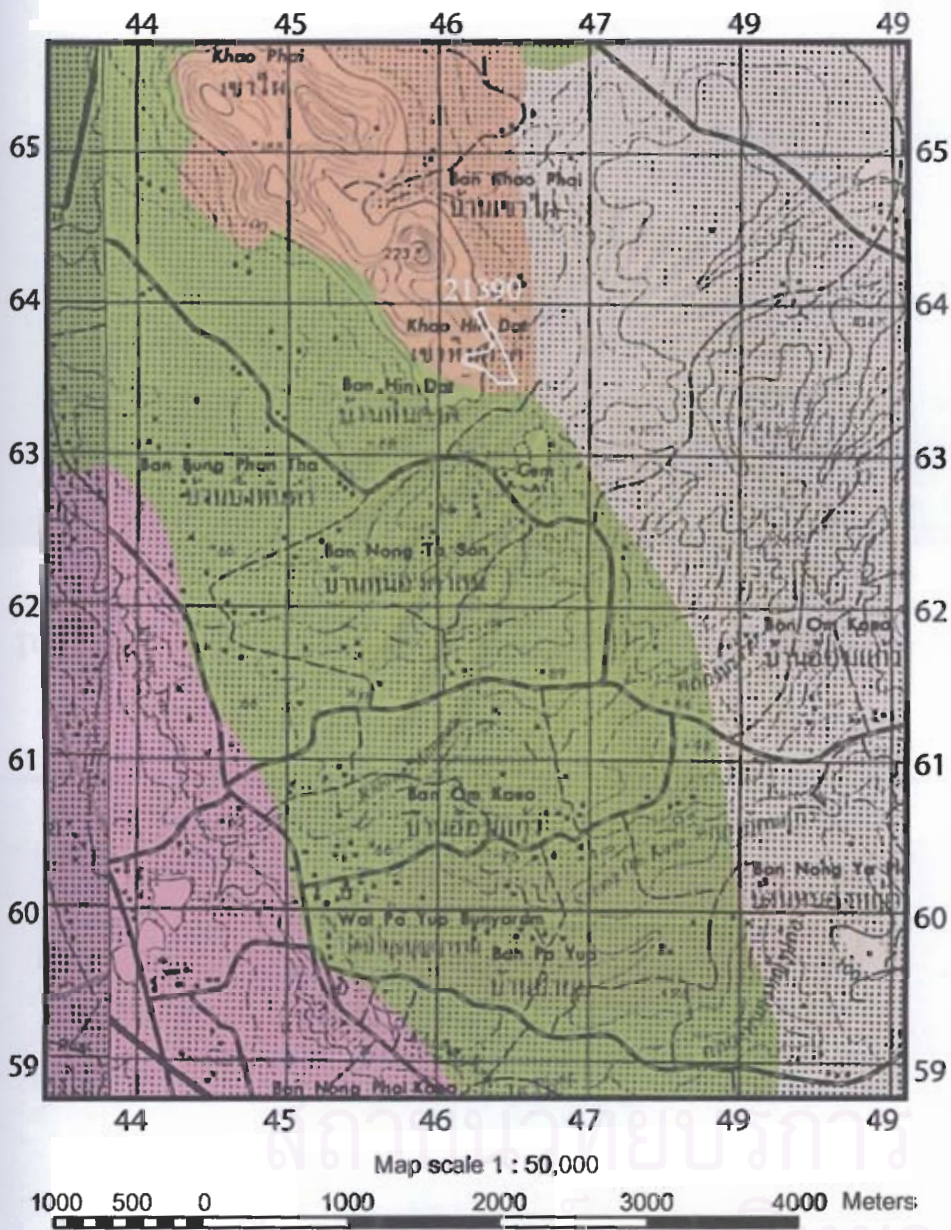
##### 4.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาปรากฏในแผนที่ มาตราส่วน 1: 250,000 ระวังจังหวัดกรุงเทพมหานคร (ND 47-12) พื้นที่โครงการประกอบด้วยหินอัคนียุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาที่แผ่กระจายในเขตด้านทิศตะวันตกและด้านทิศใต้อำเภอบ้านบึง หินแกรนิตในพื้นที่โครงการมีผลึกแร่ขนาดหยาบถึงปานกลาง






##### 4.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง

การเปิดเหมืองใช้วิธีเหมืองหาบเจาะระเบิดและตัดหน้าเหมืองแบบขั้นบันได มีพื้นที่ในการทำเหมืองมีปริมาณหินที่สามารถทำเหมืองได้ทั้งหมด 5.39 ล้านตัน และคาดการณ์ว่าจะผลิตในเขตประทานบัตรได้ปีละประมาณ 300,000 ตันเพื่อให้พอดีกับความสามารถขุดย่อยหินของโรงโม่ ที่มีขนาดปากโม่ 40 นิ้ว x 28 นิ้ว (ความสามารถในการโม่ 120 ตัน/ชม./ปากโม่) ดังนั้นอายุประทานบัตรของเหมือง ประมาณ 18 ปี

Geological map in Chonburi province, Map sheet 5235 II and 5235 III  
Concession No. 21390 : Taveesap Anan's mine

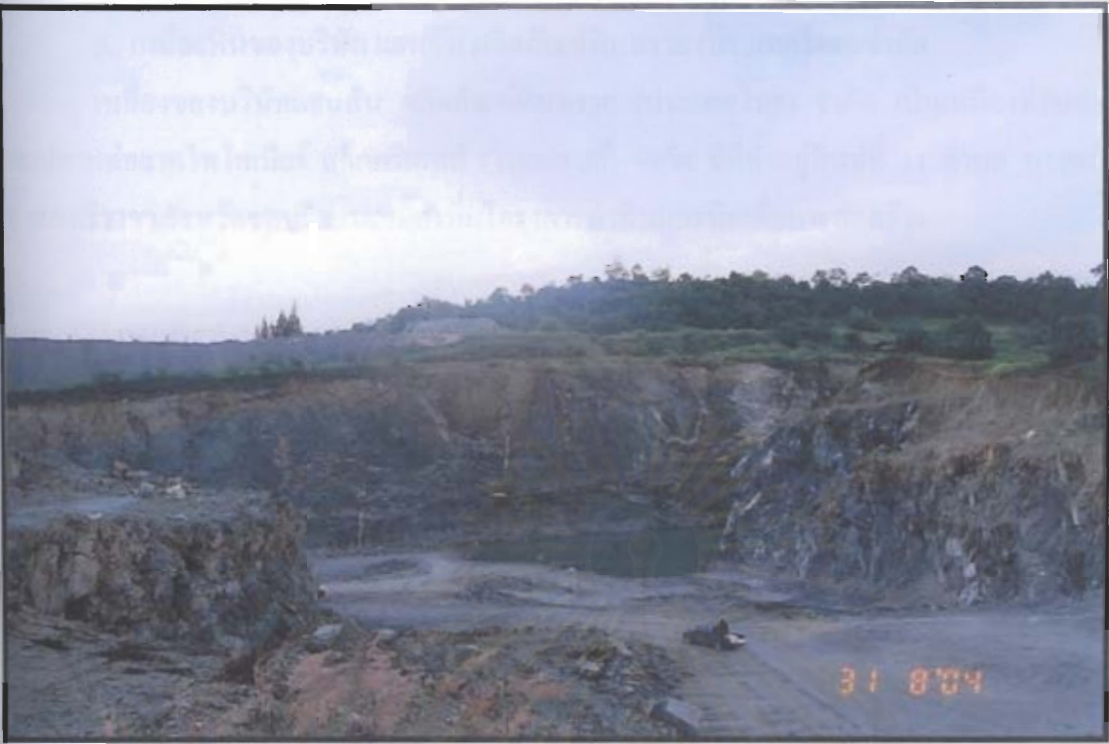


Explanation

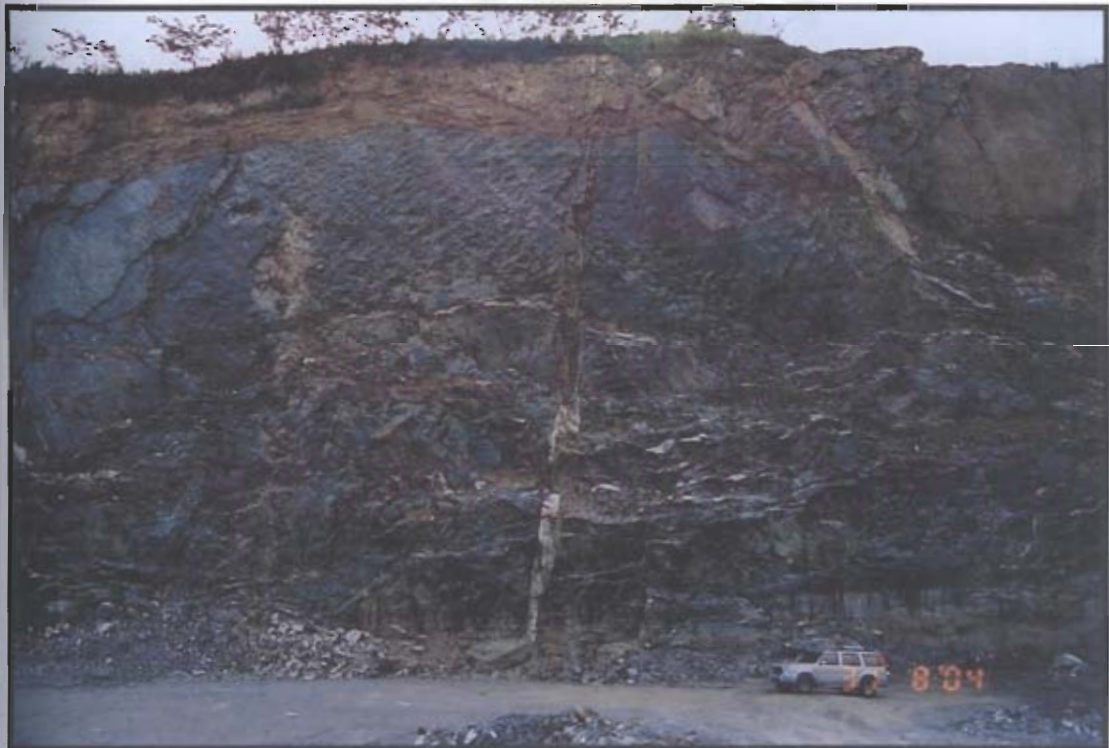
- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|  | Gneiss; Amphibolite and Calc - silicate |  | Granite / Biotite / Muscovite                |
|  | Terrace deposits, Qt                    |  | Quartz mica schist and quartz kyanite schist |
|  |   |   |  |

รูปที่ 5.41 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการ ของเหมืองทิวทรัพย์อันันต์มณฑลนคร





รูปที่ 5.42 ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (2547) ของเหมืองทวีทรัพย์อนันต์มหานคร



รูปที่ 5.43 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองทวีทรัพย์อนันต์มหานคร

## 5. เหมืองหินของบริษัท แชนสัน ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย) จำกัด

เหมืองของบริษัทแชนสัน ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย) จำกัด เป็นเหมืองที่รับช่วงสัมปทานต่อจากไพโอเนียร์ แอ็กกริเกทส์ (ไทยแลนด์) จำกัด มีที่ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 11 ตำบล บางพระ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นเหมืองที่มีโครงการทำหินแกรนิตเพื่อการก่อสร้าง

คำขอประทานบัตรของเหมืองบริษัทแชนสัน หมายเลขที่ 7/2540 หมายเลขหลักเขตเหมืองแร่ที่ 21375 พื้นที่คำขอประทานบัตรมีเนื้อที่ 98-1-94 ไร่ ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวาง 5235 IV ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1465-1467 เหนือ และแนวตั้งที่ 717-718 ตะวันออก

### 5.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ ระดับ 80-95 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเหมือง มีความลาดชันเล็กน้อย ไม่เกิน 7% เหมืองและโรงโม่หินอยู่ในเขตพื้นที่ประทานบัตร

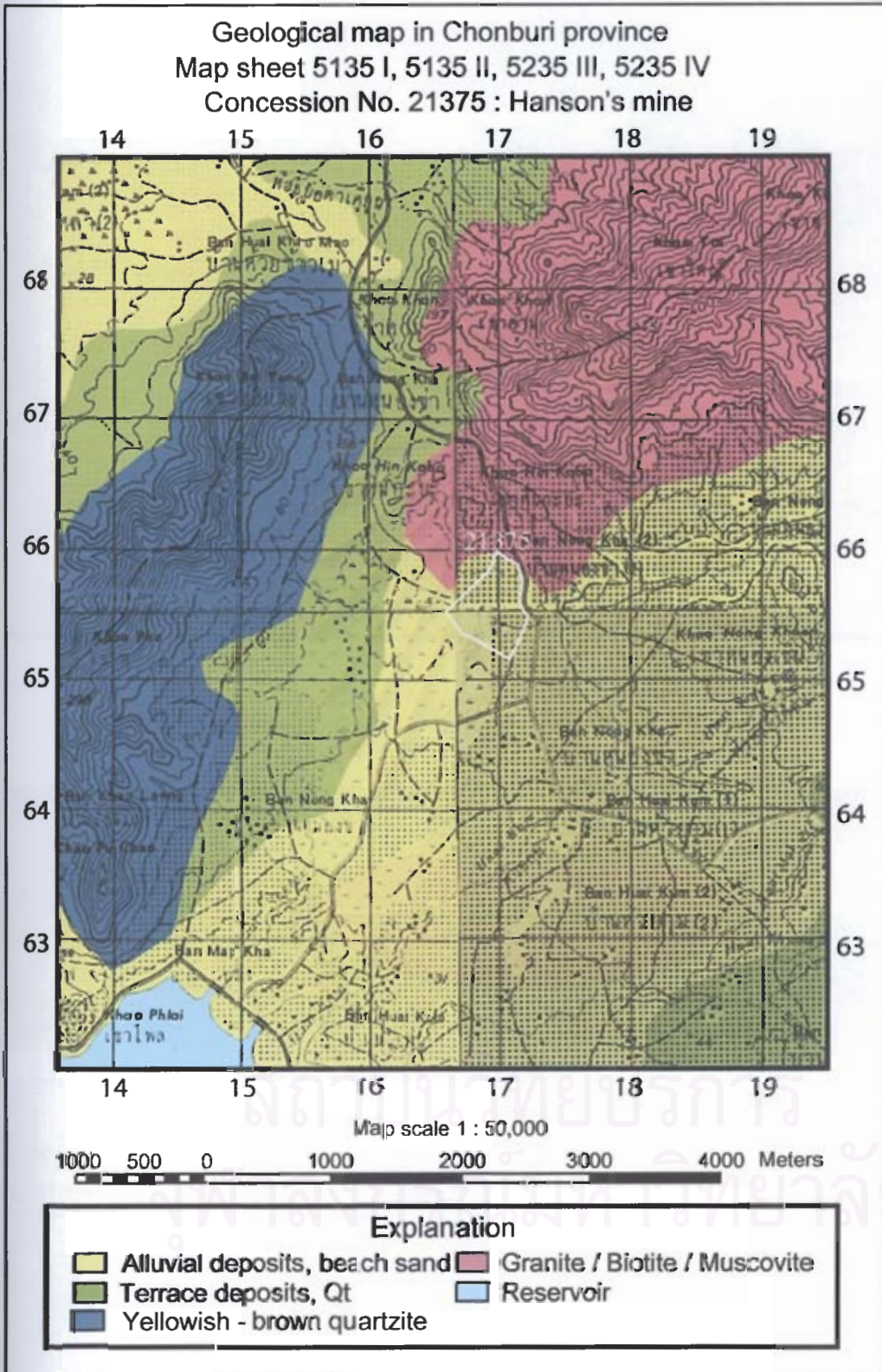
ในพื้นที่คำขอประทานบัตร ที่ 7/2540 ไม่พบทางหลวงหรือทางสาธารณะ ไม่มีลำธาร ลำห้วยหรือทางน้ำสาธารณะ อยู่ภายในพื้นที่คำขอประทานบัตร ระหว่างเขตประทานบัตรของบริษัทกับพื้นที่ด้านนอกเขต มีการเว้นระยะกันชนไว้ 50 เมตร ก่อนจะมีลำห้วยสาธารณะประโยชน์ พร้อมทั้งสร้างทำนบกั้นดินสูง 6 เมตร ปะทะด้านที่ติดทางและลำห้วย มีการปลูกต้นไม้พุ่มหนาที่โตเร็วบนไหล่และสันทำนบ การเดินทางสะดวก มีทางเข้าเหมืองหลายเส้นทาง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.44 แผนที่แสดงที่ตั้งของเหมืองแสนสัน ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย) จำกัด  
ในเขตอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.45 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการ ของบริษัท แฮนสัน  
 ผลิตแร่หินทราย (ประเทศไทย) จำกัด



รูปที่ 5.46 ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (2547) ของบริษัท แชนสัน



รูปที่ 5.47 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของบริษัท แชนสัน

## 5.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างหินโดยรอบของพื้นที่ซึ่งรวมทั้งบริเวณจังหวัดชลบุรี มีหินอัคนีมวลไพศาลหรือหินบาโซลิตแผ่กระจายโดยรอบ ครอบคลุมพื้นที่ 2,000 ตารางกิโลเมตร หินแกรนิตที่เป็นส่วนของบาโซลิตในบริเวณเขตประทานบัตรเกิดในยุคคาร์บอนิเฟอรัส ในพื้นที่ด้านทิศใต้ของพื้นที่ประทานบัตรพบหินแกรนิตโผล่ให้เห็นในระดับผิวดิน ผิวนหินมีลักษณะเป็นตะปุ่มตะป่ำ ในบางบริเวณหินแกรนิตที่มีผลึก 2 ขนาด แร่เฟลด์สปาร์ที่เป็นผลึกขนาดหยาบมีการผุพังมาก ในบางบริเวณมีหินแกรนิตถูกความดันมีการแปรสภาพทำให้เม็ดผลึกแร่ไมกาสีดําเกิดการเรียงตัวทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่โครงการ หินแกรนิตมีรอยแตกหลายแนว และพบรอยเลื่อนขนาดเล็กในบริเวณด้านตะวันออกของพื้นที่โครงการด้วย

## 5.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

การเปิดเหมืองใช้วิธีเหมืองหอบ มีการลอกเปลือกดินกับเจาะระเบิดหินแกรนิตที่มีความหนาประมาณ 5 เมตร ต่อมาใช้การเจาะระเบิดคัดหน้างานแบบชั้นบันได เป็นรูปแบบกันหอย จนถึงระดับจุดค้ำยัน ระดับความสูงของตะพัก 12-15 เมตร ใช้จำนวนชั้นตะพัก 6 ชั้น เหมืองนี้มีการผลิตเพื่อใช้หินแกรนิตในการก่อสร้าง แหล่งหินในบริเวณ อำเภอศรีราชา กับบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จัดเป็นแหล่งที่ใกล้กับแหล่งก่อสร้างที่ใช้หินประเภทนี้ ผลการทดสอบหินตัวอย่างมีค่าคุณสมบัติที่ใช้กับงานก่อสร้างได้ดี ปัจจัยหลักของการทำเหมืองขึ้นอยู่กับราคาซื้อขายหินในท้องตลาดในแต่ละช่วงของปี

## 6. เหมืองหินของบริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ จำกัด (ระยอง)

เหมืองของบริษัทอิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ จำกัด (ระยอง) มีที่ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 3 ตำบล ห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง เป็นเหมืองที่มีโครงการทำหินแกรนิตเพื่อการก่อสร้าง

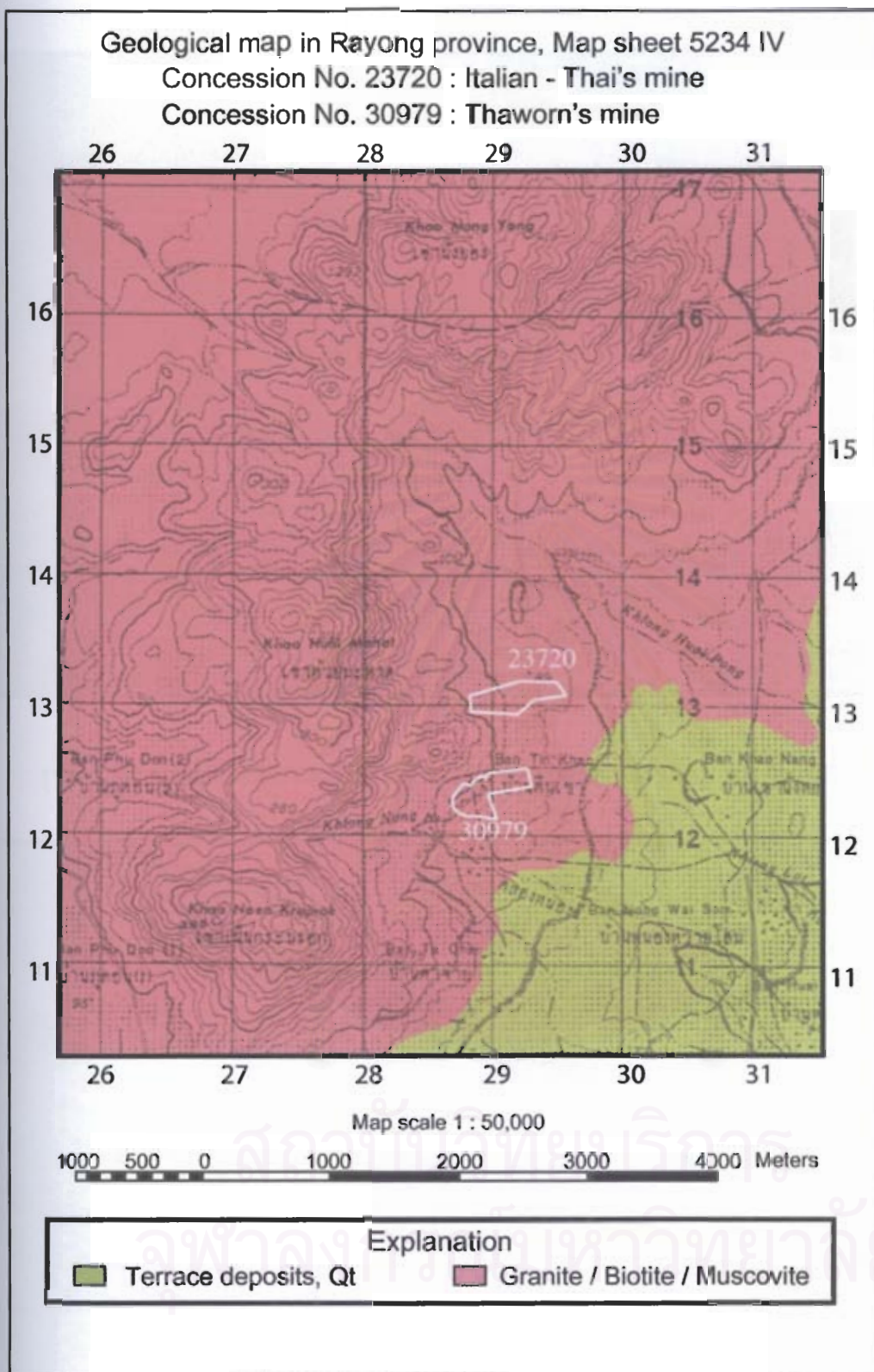
คำขอประทานบัตรของเหมืองหมายเลขที่ 25/2539 หมายเลขหลักเขต 23720 พื้นที่คำขอประทานบัตรมีเนื้อที่ 98-1-14 ไร่ ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 ระวาง 5234 IV ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1412-1414 เหนือและแนวตั้งที่ 728-730 ตะวันออก

## 6.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ ระดับ 80 - 100 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณทางทิศตะวันตกกับด้านเหนือของเหมืองติดกับภูเขาขนาดใหญ่เป็นเทือกเขา การคมนาคมสะดวกสามารถเดินทางเข้าเหมืองได้หลายเส้นทาง



รูปที่ 5.48 แผนที่แสดงที่ตั้งเมืองอิตาเลียนไทย ดีเวลลอปเม้นต์ (ระยอง) กับ  
มหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์ ในเขตตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง



รูปที่ 5.49 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่โครงการเหมืองอิตาเลียนไทย ดีเวลล็อปเมนต์ (ระยอง) หมายเลขหลัก 23720 กับเหมืองถาวรวิศวะโยธา หมายเลขหลัก 30979 ในเขตตำบลห้วยโป่ง ระยอง





รูปที่ 5.50 ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (2547) ของเหมือง อิตาเลียนไทย (ระยอง)



รูปที่ 5.51 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองบริษัทอิตาเลียนไทย (ระยอง)

## 6.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างหินโดยรอบของพื้นที่ซึ่งรวมทั้งบริเวณจังหวัดระยอง อิงตามแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 250,000 ระวังกรุงเทพมหานคร ND 47-16 กับแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 50,000 ระวังจังหวัดระยอง 5234 IV หินยุคเก่า มีทั้งหินแปรกับหินแกรนิต โดยมีตะกอนยุคควาเทอร์นารี ครอบคลุมหินแปรที่อยู่ทางด้านตะวันออกพื้นที่ที่เกิดในยุคแคมเบรียนหรือเกิดก่อนยุคนี้ เป็นเทือกเขาวางตัวแนวเหนือ-ใต้ ส่วนใหญ่เป็นหินซิสต์ หินไนส์ และหินแปรที่มีผลึกขนาดเล็กแยกประเภทได้ยาก

หินอัคนีที่พบในบริเวณพื้นที่คำขอประทานบัตรและบริเวณใกล้เคียง กำเนิดเป็นเทือกเขาวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เทือกเขาหินแกรนิตอยู่ทางด้านตะวันตกและทิศเหนือของแปลงประทานบัตร สำหรับหินแกรนิตในเขตประทานบัตร พบอยู่ในที่ราบที่มีชั้นทรายหยาบคลุมหนาประมาณ 5 เมตร ผลการเจาะสำรวจยังพบหินแกรนิตในระดับลึกถึง 60 เมตร แกรนิตในพื้นที่มีสีเทา หรือสีเทาขาว เม็ดผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ

## 6.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ประทานบัตรเป็นที่ราบ จึงต้องทำเป็นเหมืองใต้ผิวดินจากระดับ 100 เมตรลงไปสู่ระดับที่ 40 เมตร ซึ่งจะมีความสูงในแนวตั้งถึงบ่อเหมือง เท่ากับ 60 เมตร ความลาดชันของชั้นตะพักไม่เกิน 45 องศา การเปิดเหมืองทำเป็นบ่อลึกลงไป จำเป็นต้องใช้การเจาะระเบิดตัดหน้างานแบบขั้นบันไดลึกลงไปจากพื้นผิวดิน จึงมีค่าใช้จ่ายในการเปิดบ่อเหมืองสูงกว่า ยิ่งระดับหน้างานลึกลงค่าใช้จ่ายในการขนลำเลียงหินแกรนิตสด (fresh granite) กับส่วนหินผูกกับเศษดินปนหิน จะยิ่งมีค่าใช้จ่ายมากจนอาจจะไม่คุ้มทุนก่อนถึงระดับลึกจากผิวดิน 60 เมตร ถึงแม้ว่าผลการทดสอบหินแกรนิตจะมีค่าคุณสมบัติเหมาะสมที่ใช้ในงานก่อสร้างได้ การพัฒนาหน้างานเหมืองจึงขึ้นอยู่กับราคาหินในช่วงที่ทำการผลิตเป็นปัจจัยหลัก

## 7. เหมืองหินของห้างหุ้นส่วนจำกัด ถาวรวิศวะโยธา

เหมืองของห้างหุ้นส่วนจำกัด ถาวรวิศวะโยธา มีที่ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 4 ตำบล ห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง เป็นเหมืองที่มีโครงการทำหินแกรนิตเพื่อการก่อสร้าง

คำขอประทานบัตรของเหมืองหมายเลขที่ 4/2541 หมายเลขหลักเขตที่ 30979 พื้นที่คำขอประทานบัตรเนื้อที่ 104-2-50 ไร่ อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 ระวัง 5234 IV ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1412-1413 เหนือ และแนวตั้งที่ 728-730 ตะวันออก



รูปที่ 5.52 ภาพถ่ายหน้างานผลิตปัจจุบัน (2547) ของเหมืองห้ำงหินส่วนจำกัด ถาวรวิศวโยธา



รูปที่ 5.53 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานผลิตของเหมืองห้ำงหินส่วนจำกัด ถาวรวิศวโยธา

### 7.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณเป็นพื้นที่ราบเชิงเขา ระดับ 80-120 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณรอบพื้นที่เป็นเขตเกษตรกรรม มีการปลูกมันสำปะหลัง และต้นยูคาลิปตัส นอกนั้นเป็นป่าเสื่อมโทรม มีทางน้ำสาธารณประโยชน์ไหลผ่านในระยะ 50 เมตร จากแนวเขตประทานบัตรด้านทิศใต้ กับด้านทิศตะวันตกของพื้นที่

### 7.2 ธรณีวิทยาของแหล่ง

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างหินโดยรอบของพื้นที่เหมืองห้างหุ้นส่วนจำกัด ถาวรวิศวะโยธา ซึ่งรวมทั้งของบริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลล็อปเมนต์ จำกัด อิงตามแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 250,000 ราว ND 47-16 หินยุคเก่ามีทั้งหินแปรกับหินแกรนิต แผนที่ธรณีวิทยาของทั้งสองเหมือง (ถาวรวิศวะโยธา กับอิตาเลียนไทย) จึงแสดงไว้บนรูปแผนที่เดียวกัน ได้แก่ รูปที่ 5.49

### 7.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ประทานบัตรเป็นที่ราบเชิงเขา จึงต้องตัดเป็นเหมืองจากผิวดินถึงระดับลึกจากผิวดินลึกถึง 60 เมตร หรือมากกว่า ความลาดชัน ชั้นตะพัก 45-60 องศา กำหนดความกว้างของชั้นตะพักให้ได้ประมาณ 12 เมตร เพื่อให้รถบรรทุกสามารถเล่นสวนทางกันได้ การเปิดหน้างานถึงระดับบ่อเหมืองสุดท้าย คาดว่า จะใช้ระยะเวลาถึง 10 ปี การเปิดเหมืองโดยทำเป็นบ่อลึกลงไป จะมีปริมาณเศษหินกับเปลือกดินในช่วง 3-4 ปีแรก แต่เมื่อตัดหน้างานในระดับลึกเกิน 20 เมตรแล้ว จะมีปริมาณของหินที่ผลิตได้สูงขึ้น

ผลการทดสอบหินแกรนิตจะมีค่าคุณสมบัติเหมาะสมที่ใช้ในงานก่อสร้างได้ดี จุดคุ้มทุนของการพัฒนาหน้างานเหมืองจึงขึ้นอยู่กับราคาหินในแต่ละช่วงของปีที่เปิดหน้างานพัฒนา

### 5.4 แหล่งหินแกรนิตภาคอื่น

การบรรยายแหล่งหินภาคอื่นนี้ เป็นการบรรยายแหล่งหินแกรนิตรวมกันหลายบริเวณ ทั้งในส่วน of แหล่งหินแกรนิตภาคกลาง แหล่งหินแกรนิตภาคตะวันตก และแหล่งหินแกรนิตภาคใต้ สำหรับแหล่งหินในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความสำคัญในเรื่องการพัฒนานำแกรนิตมาใช้ น้อยเพราะว่าปริมาณหินสำรองหินแกรนิตมีน้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ในเขตภาคอีสาน

ลักษณะทั่วไปของแหล่งหินแกรนิตภาคกลาง ประกอบด้วยหินที่อยู่ในโซนหรือแนวหินจำนวน 2 แนว ได้แก่ แนวหินแกรนิตกลาง (central belt granite) กับแนวหินตะวันออก (eastern belt

granite) แหล่งหินแกรนิตจะอยู่ใกล้กับบริเวณเส้นแบ่งเขตแนวหิน เป็นแหล่งใหญ่ที่มีเทือกเขาผ่านทางแนวเหนือ-ใต้ จากทางด้านใต้ของจังหวัดอุทัยธานี แล้วเป็นแหล่งเล็กกระจายกระจายในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา

ส่วนแหล่งหินภาคตะวันตกจะอยู่ในแนวหินด้านตะวันตกของประเทศ มีเทือกเขาแกรนิตแนวยาวเหนือ-ใต้ ของจังหวัดกาญจนบุรี จากนั้นแนวหินต่อเนื่องมาทางภาคใต้ ถึงเขตอำเภอหัวหินกับอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แล้วยังต่อเนื่องไปยังอำเภอตะกั่วป่า จังหวัดระนอง และสิ้นสุดแนวหินภาคตะวันตกที่จังหวัดภูเก็ต แหล่งหินแกรนิตที่กำเนิดในพื้นที่ระหว่าง ด้านตะวันออกของเกาะภูเก็ต ถึงด้านตะวันตกของอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จัดเป็นแหล่งหินที่อยู่ในแนวหินกลาง

การพัฒนาเหมืองหินแกรนิตในภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคใต้ มีจุดประสงค์ของการผลิตหินเพื่อทำถนน นำหินย่อยผสมทำคอนกรีตอาคารที่อยู่อาศัย และตัดหินเป็นหินประดับ แต่ก็มีคำสั่งซื้อหินแกรนิตเพื่อไปใช้ในกิจการก่อสร้างอื่นแต่ไม่สม่ำเสมอ เช่น ใช้เป็นหินทิ้งเพื่อถมชายฝั่งที่จะพัฒนาเป็นท่าเทียบเรือ เป็นต้น

### 1. เหมืองหินของบริษัท เอกพานิชระยอง

เหมืองของบริษัท เอกพานิชระยอง มีสำนักงานเหมืองอยู่ที่ ตำบล เขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นเหมืองที่มีโครงการทำเหมืองหินแกรนิตทั้งที่เป็นหินแกรนิตเพื่อการก่อสร้างและเป็นหินประดับ เหมืองเอกพานิชระยองเป็นเหมืองที่รับช่วงต่อจากห้างหุ้นส่วนจำกัด มาร์เบิลเซ็นเตอร์ จัดเป็นเหมืองหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างที่อยู่ในเขตภาคกลาง

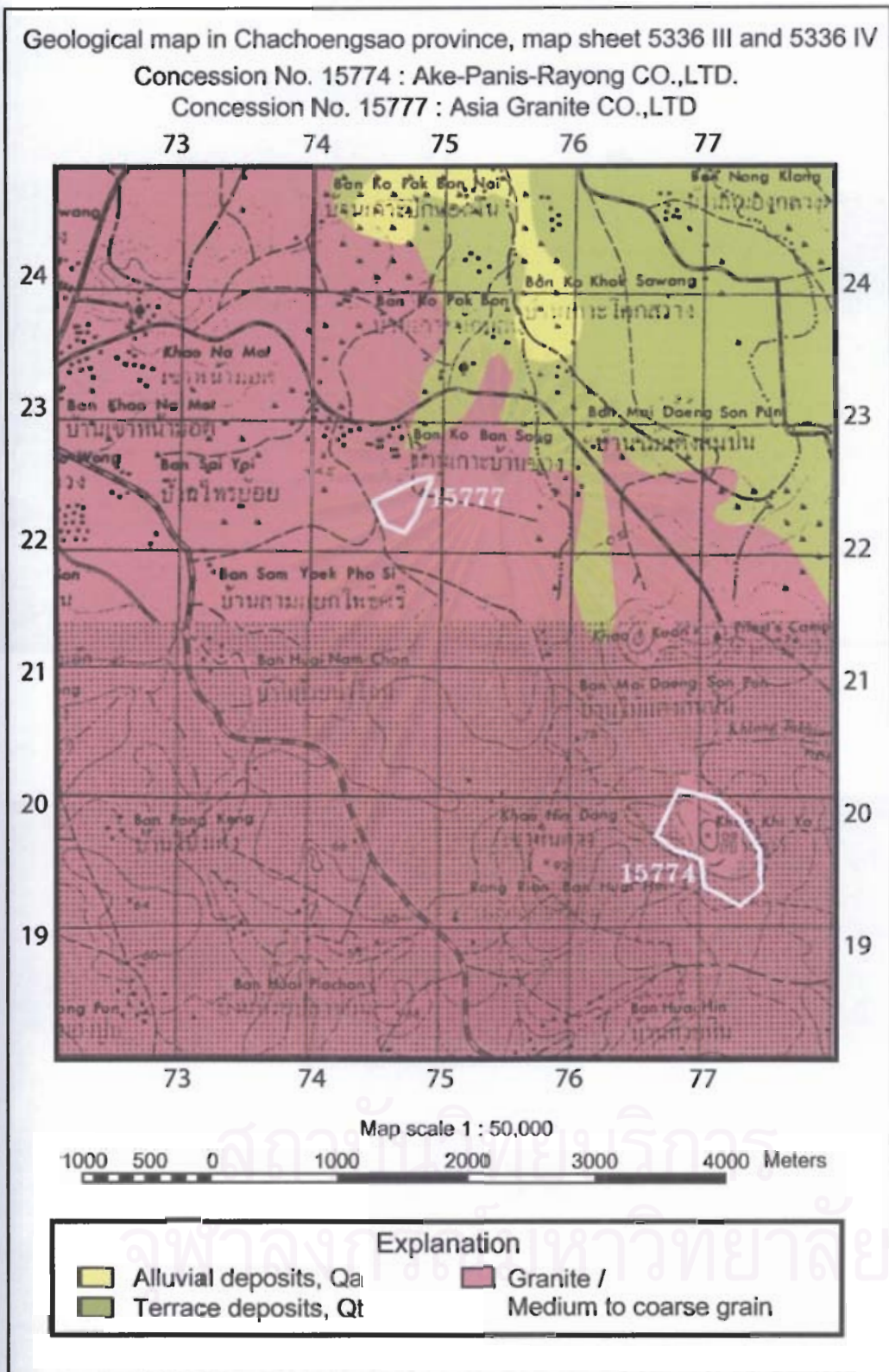
คำขอประทานบัตรของเหมืองหมายเลขที่ 15774/14787 หมายเลขหลักเขตที่ 15774 พื้นที่คำขอประทานบัตรเนื้อที่ 101-1-27 ไร่ อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 ระวัง 5336 III ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1519-1521 เหนือและแนวตั้งที่ 777-779 ตะวันออก

#### 1.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณเป็นเนินเขาเตี้ย ๆ ระดับ 80-110 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่เป็นเขตเกษตรกรรม มีการปลูก มันสำปะหลัง สับปะรด สวนมะม่วง และสวนปาล์มคาลิปัตสนอกนั้นเป็นป่าเสื่อมโทรม เพราะเป็นที่ดินปนกับทรายที่เกิดจากการผุพังของหินแกรนิต จัดเป็นดินที่ไม่เหมาะกับการปลูกพืชชนิดอื่น การคมนาคมสะดวก สามารถเข้าเหมืองได้หลายเส้นทาง



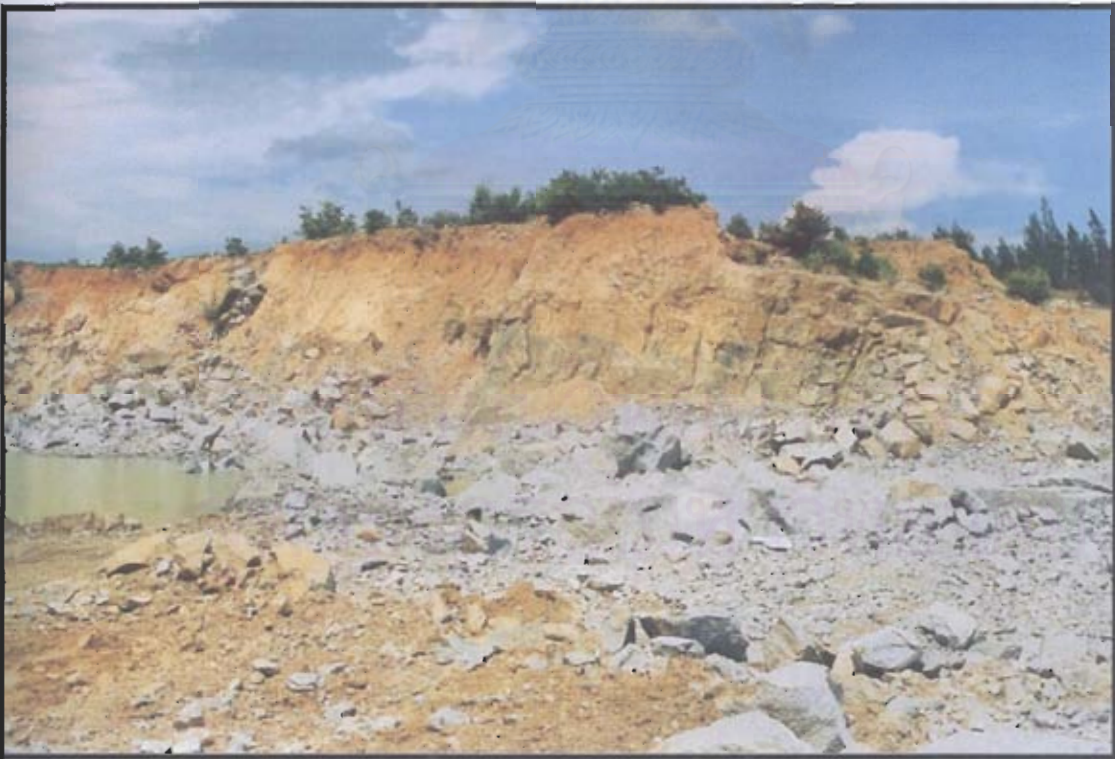
รูปที่ 5.54 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองเอกพานิชระยอง กับเหมืองเอเชียแกรนิต ในเขตตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา



รูปที่ 5.55 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองเอกพานิระของ ซึ่งใช้แผนที่  
 แผ่นเดียวกันกับเหมืองเอเซียแกรนิต



รูปที่ 5.56 ภาพถ่ายหน้างานเหมือง (ปี 2547) ของบริษัทเอกพานิธรของ



รูปที่ 5.57 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองเอกพานิธรของ



## 1.2 ธรณีวิทยาหน้าเหมือง

ธรณีวิทยาในบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา อิงตามแผนที่ธรณีวิทยาระวางกรุงเทพมหานคร (ND 47-12) มาตราส่วน 1:250,000 มีหินแกรนิตยุคใหม่ (ยุคไทรแอสซิก) ที่มีการแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างประมาณ 100 ตารางกิโลเมตร แทรกตัดหินตะกอนกลุ่มราชบุรี (ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน) เกิดร่วมกับหินแปร และมีตะกอนกรวด ทราย และศิลาแลง ที่เป็นตะกอนยุคใหม่สุด (ยุคควอเตอร์นารี) ปิดทับเนินหิน

หินแกรนิตในบริเวณเขตประตอานบัตร เป็นหิน hornblende-biotite granite มีสีเทา-เทาขาว เนื้อหินแกรนิตมีผลึกหยาบ บางที่เป็นเนื้อหินผลึก 2 ขนาด ในบางบริเวณมีหินชนิดอื่นแทรกปน เช่น หินแอนดีไซต์ ก็มีการจัดเรียงตัวของผลึกแร่ในเนื้อหินแกรนิตเนื่องจากการแปรสภาพที่ระดับต่ำ

## 1.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

การทำเหมืองหินแกรนิตของบริษัท เอกพานิชระยอง เป็นการเปิดหน้าเปลือกหินโดยใช้แรงงานคน กับใช้เครื่องจักรกลเช่น รถแทรกเตอร์ มีการนำมาใช้งานในบางครั้ง จากนั้นจึงใช้วิธีการเจาะอัดลึ้มด้วยเครื่องเจาะขนาดเล็ก (แจ๊คแฮมเมอร์) ให้ได้หินที่เป็นบล็อกขนาด 1-2 ลบ.เมตร นำไปกองที่ลานแร่ (หิน) เพื่อจะตัดเป็นแผ่นทำหินแกรนิตประดับ

ในบางบริเวณหินแกรนิตมีการจัดเรียงตัวของผลึกแร่ หรือมีแร่หรือเศษหินแปลกปลอมเข้ามาในเนื้อหิน ทำให้หินแกรนิตมีคุณภาพต่ำไม่เป็นที่ต้องการของตลาดหินประดับ จึงไม่คุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ที่จะผลิตเป็นหินประดับ ซึ่งมีประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของบล็อกที่ตัดมาทำหินประดับได้

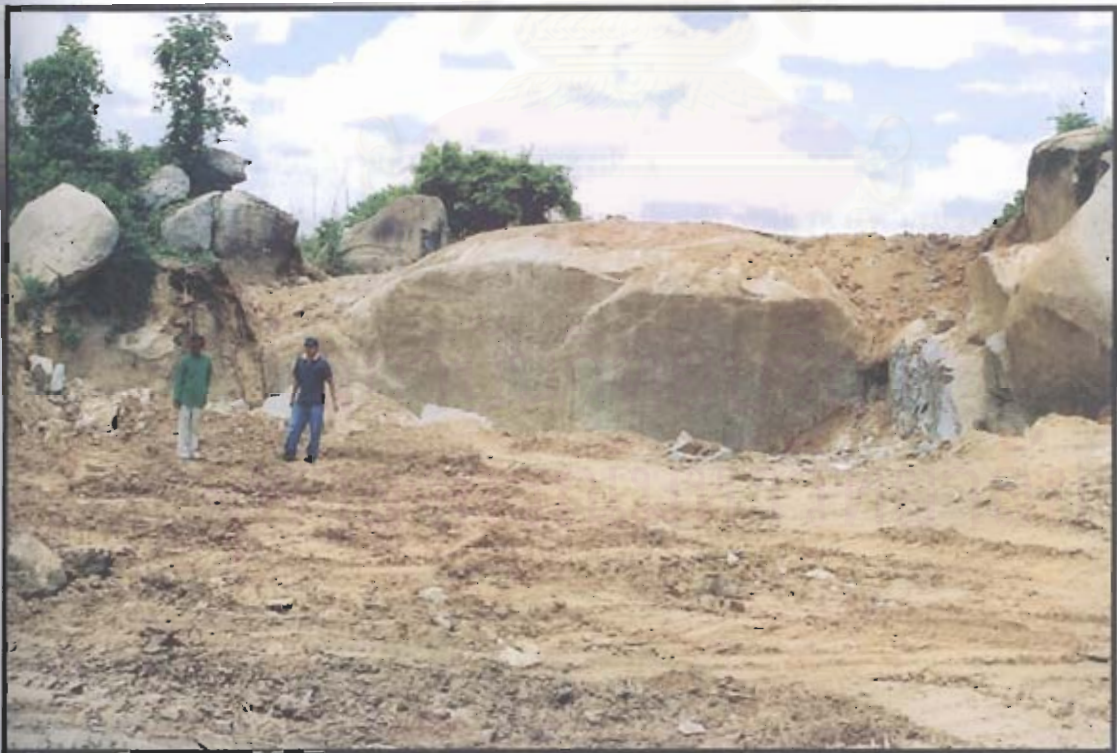
การเปิดหน้างานเหมืองแกรนิตเพื่อเจาะระเบิดนำหินมาใช้ในงานก่อสร้าง ทั้งนี้มีการสร้างโรงม่หินแกรนิตในบริเวณพื้นที่โครงการ ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนานำหินแกรนิตจากแหล่งนี้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าปัจจุบันสุทธิของเหมือง

แนวทางในการพัฒนาหน้างานจึงเป็นแบบตัดความลาดชันบันได ให้ความสูงของชั้นตะพักไม่เกิน 10 เมตรกับมีมุมความลาดชันไม่เกิน 45 องศา จุดระดับความสูงเริ่มต้นที่ระดับ 110 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จนถึงระดับบ่อเหมืองที่ความสูงประมาณ 30 เมตร ระยะเวลาของการพัฒนาหน้าเหมืองประมาณ 22 ปี ผลการทดสอบหินแกรนิตเบื้องต้น มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างทั่วไปได้ จึงมีปัจจัยหลักเรื่องราคา กับค่าใช้จ่ายตัดหน้างานบ่อเหมืองในระดับลึก

## 2. เหมืองหินของบริษัท เอเชียแกรนิต

เหมืองของบริษัท เอเชียแกรนิต มีสำนักงานเหมืองอยู่ที่ หมู่ที่ 4 ตำบล เขาหินซ้อน อำเภอ พนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นเหมืองที่ใช้ชื่อในคำขอประทานบัตรของนายธีระเดชะสนธิชัย เป็นเหมืองที่มีโครงการทำเหมืองหินแกรนิตประดับ

คำขอประทานบัตรของเหมืองหมายเลขที่ 133/2533 หมายเลขหลักเขตที่ 15777 พื้นที่คำขอประทานบัตรเนื้อที่ 51-2-86 ไร่ อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 ระวัง 5336 IV ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1522-1523 เหนือ และแนวตั้งที่ 775-776 ตะวันออก



รูปที่ 5.58 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองของบริษัทเอเชียแกรนิต (ปี 2547)



รูปที่ 5.59 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองเอเชียแกรนิต

## 2.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณเป็นที่ราบทั้งแปลง ระดับสูงประมาณ 40 - 50 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่เป็นเขตเกษตรกรรม มีการปลูกมันสำปะหลัง สับปะรด สวนมะม่วง และสวนปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้เป็นป่าเสื่อมโทรม การคมนาคมสะดวก สามารถเข้าเหมืองได้หลายเส้นทาง

## 2.2 ธรณีวิทยาหน้าเหมือง

ธรณีวิทยาของหน้าเหมืองเอเชียแกรนิต ใช้แผนที่แผ่นเดียวกันกับของเหมืองเอกพานิชระยอง ในบริเวณพื้นที่ประทานบัตร มีทั้งส่วนหินแกรนิตก้อนมนที่เป็นหินลอยขนาดใหญ่กับขนาดเล็กแผ่กระจายในพื้นที่

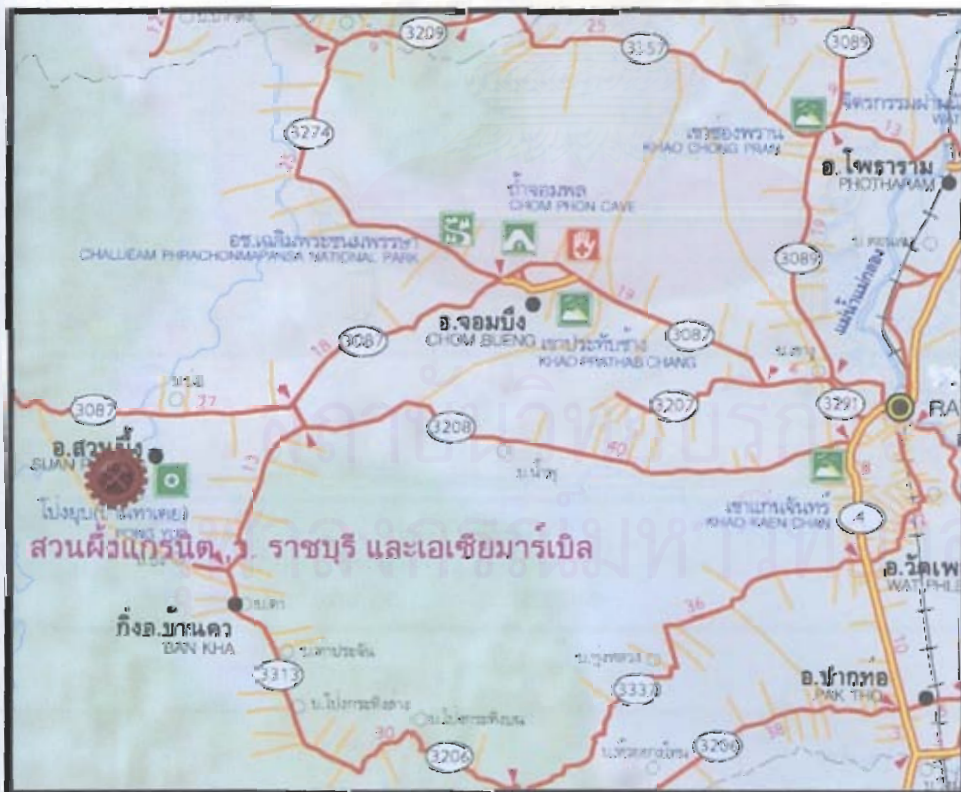
บางบริเวณคานหินแกรนิตอยู่ใต้ผิวดินระดับลึกเฉลี่ย 10 เมตร เนื้อหินแกรนิตประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดใกล้เคียงกัน เป็นผลึกขนาดเล็กจนถึงขนาดปานกลาง มีแร่ ควอร์ตซ์ แร่เฟลด์สปาร์ กับมีผลึกเล็กละเอียดของแร่ไบโอไทต์กับทัวร์มาลีนประปรายในเนื้อหิน สามารถตัดและขัดมันเป็นหินประดับได้

### 2.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

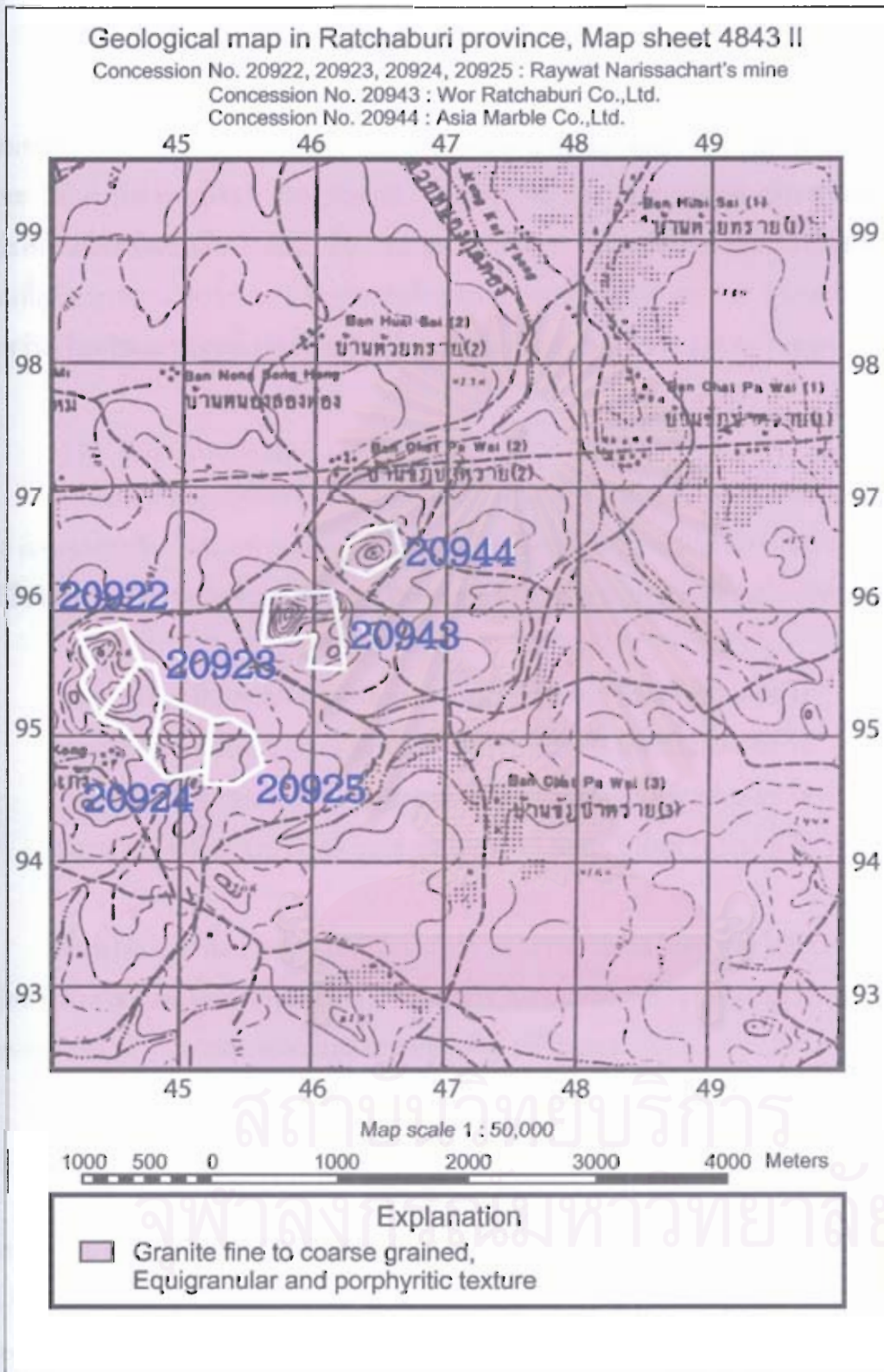
การทำเหมืองหินแกรนิตของบริษัทเอเชียแกรนิต เป็นการเปิดหน้าเปลือกดินในพื้นที่ประมาณ 35 ไร่ โดยใช้แรงงานคนกับเครื่องจักรกลช่วย จากนั้นจึงใช้วิธีการเจาะอัดลึ้มด้วยเครื่องเจาะแจ๊คแฮมเมอร์ ให้ได้หินที่เป็นบล็อกขนาด 1-2 ลบ.เมตร นำไปกองที่ลานแร่ (หิน) เพื่อจะตัดเป็นแผ่นทำหินแกรนิตประดับ ส่วนการทำเหมืองชั้นบันไดจะเป็นการเปิดหน้างานเมื่อต้องการนำหินแกรนิตในระดับลึกมาทำเป็นหินประดับ ผลการทดสอบหินแกรนิตเบื้องต้น มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป นอกจากนำมาทำเป็นหินประดับ

### 3. เหมืองหินของบริษัท สวนผึ้งแกรนิต บริษัท ว. ราชบุรี และบริษัทเอเชียมาร์เบิล

เหมืองทั้งสามเหมืองเป็นเหมืองที่มีโครงการทำเหมืองหินแกรนิตประดับ ในบริเวณภาคกลาง ทั้งสามเหมืองอยู่ในเขตตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี แต่ถึงแม้จะอยู่ในพื้นที่ตำบลท่าเคยทั้งหมด เหมืองแกรนิตทั้ง 3 บริษัทจะมีประทานบัตรกับหมายเลขต่อหลักแตกต่างกัน เนื่องจากสัมปทานของทั้ง 3 เหมืองไม่ใช่เจ้าของเดียวกัน อย่างไรก็ตามลักษณะภูมิประเทศ ธรณีวิทยา และวิธีการทำเหมืองจะคล้ายคลึงกัน



รูปที่ 5.60 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองสวนผึ้งแกรนิต เหมือง ว. ราชบุรี และเหมืองเอเชียมาร์เบิล อยู่ในเขตตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



รูปที่ 5.61 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองสวนผึ้งแกรนิต เหมือง ว. ราชบุรี และเหมืองเอเชียมาร์เบิล อยู่ในเขตตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

### 3.1 เหมืองหินบริษัทสวนผิงแกรนิต

เหมืองของบริษัท สวนผิงแกรนิต รับช่วงมาจากนายเรวัต นริชชาติ มีคำขอประทานบัตรของเหมืองหมายเลขที่ 20925/14288 ทั้งนี้รวมโครงการทำเหมืองเดียวกันกับประทานบัตรอีก 3 คำขอ ได้แก่ ประทานบัตรที่ 20923/14289, 20924/14290 และ 20925/14291 ประทานบัตรทั้งสี่แปลงมีพื้นที่ติดต่อกันเป็นผืนเดียวกัน พื้นที่ทั้งหมด 446-1-75 ไร่ จุดที่ตั้งของพื้นที่ทั้งสี่แปลงอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุดที่ L 7017 ราววง 4836 II บริเวณพิกัดอ้างอิงระหว่างเส้นกริดแนวนอนที่ 1494-1496 เหนือ และเส้นกริดแนวตั้งที่ 544-546 ตะวันออก

#### 3.1.1 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ประทานบัตรทั้งสี่แปลงนี้ เป็นเนินภูเขาระดับความสูง 180-220 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางมีที่ราบขนาดใหญ่ล้อมรอบ สภาพป่าทั่วไปเป็นป่าเสื่อมโทรม มีไม้เบญจพรรณขนาดเล็กขึ้นอยู่ แบบกระจัดกระจายทั่วไป ประทานบัตรแต่ละแปลงมีพื้นที่ ดังนี้

ประทานบัตรที่ 20922/14288 หมายเลขท่อเหล็กที่ 20922 มีพื้นที่ 111-1-99 ไร่  
 ประทานบัตรที่ 20923/14289 หมายเลขท่อเหล็กที่ 20923 มีพื้นที่ 109-0-91 ไร่  
 ประทานบัตรที่ 20924/14290 หมายเลขท่อเหล็กที่ 20924 มีพื้นที่ 121-2-95 ไร่  
 ประทานบัตรที่ 20925/14289 หมายเลขท่อเหล็กที่ 20925 มีพื้นที่ 103-3-95 ไร่

พื้นที่โครงการทั้ง 4 แปลง ไม่ทับทางหลวง ทางสาธารณประโยชน์ และไม่มีลำธาร ลำห้วยหรือทางน้ำสาธารณะไหลผ่านพื้นที่ประทานบัตรหรือในระยะ 50 เมตรจากขอบประทานบัตร การคมนาคมสะดวก ห่างจากแยกถนนหลวงสายหลักเพียง 1 กิโลเมตร

#### 3.1.2 ธรณีวิทยาหน้าเหมือง

ธรณีวิทยาของเหมืองสวนผิงแกรนิตเป็นเนินภูเขาแกรนิตสีจาง ความสูงเฉลี่ย 20 เมตร บางส่วนเป็นหินลอยตามธรรมชาติ เปลือกดินที่คลุมทับหินลอยหนาประมาณ 10 เซนติเมตร หินแกรนิตที่โผล่เป็น outcrop มีทั้งเป็นส่วนหินที่ float กับหินส่วนที่เป็นดานหินหรือ granite batholith อยู่ในยุคจูแรสซิก บริเวณผิวของหินลอยอาจพบการแตกเป็นกาบ (exfoliation) หรือมีรอยร้าวบ้าง แต่ส่วนใหญ่ผลึกแร่จับตัวแน่นเป็นเนื้อเดียวกัน เนื้อหินแกรนิตมีการกระจายแร่ประกอบหินที่เป็นแร่คอร์ด์ซ์กับแร่เฟลด์สปาร์อย่างสม่ำเสมอ แร่อื่นที่พบกระจัดกระจายทั่วเนื้อหินและทำให้มีสีส้มสวยงาม ได้แก่ แร่ฮอร์นเบลนด์ แร่ไบโอไทต์



รูปที่ 5.62 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองของบริษัทสวนผึ้งแกรนิต (ปี 2547)



รูปที่ 5.63 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองสวนผึ้งแกรนิต



### 3.1.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

การทำเหมืองหินแกรนิตระดับของบริษัททั้งสี่แปลง กำหนดระดับของขอบเขตการทำเหมืองจากระดับความสูง ตั้งแต่ 220 และ 210 เมตร จนถึงระดับ 200 และ 190 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง หินแกรนิตสามารถตัดบล็อกได้ประมาณ 25 % ของปริมาตรหินทั้งหมด และมีการสูญเสียเนื้อหินบล็อกอีกประมาณ 30 % กำหนดแล้วเหลือปริมาตรบล็อกหินสำรองในเหมืองทั้ง 4 แปลง เท่ากับ 72,000 ลูกบาศก์เมตร มีการวางแผนเพื่อผลิตหินระดับประมาณปีละ 4,800 ลูกบาศก์เมตร อายุของเหมือง ประมาณ 15 ปี

### 3.2 เหมืองหินบริษัท ว. ราชบุรีแกรนิต จำกัด

เหมืองแกรนิตระดับ ของบริษัท ว. ราชบุรีแกรนิต จำกัด คำขอประทานบัตรของเหมือง หมายเลขที่ 20943/14437 หมายเลขท่อเหล็กที่ 20943 ประทานบัตรแปลงนี้ตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 3 ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี พื้นที่ทั้งหมด 213-00-75 ไร่ จุดที่ตั้งของพื้นที่ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุดที่ L 7017 ระวัง 4836 II บริเวณพิกัดอ้างอิงระหว่างเส้นกริดแนวนอนที่ 1495-1497 เหนือ และเส้นกริดแนวตั้งที่ 545-547 ตะวันออก

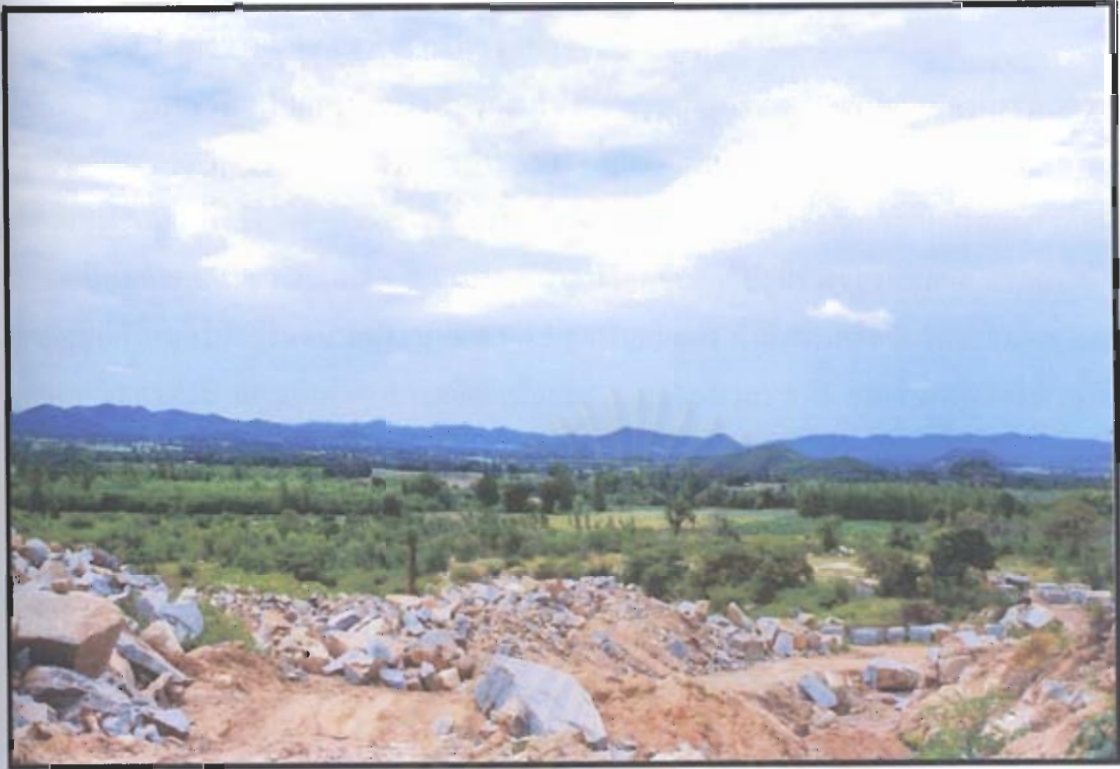
#### 3.2.1 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แปลงนี้ เป็นภูเขาเตี้ย ๆ และที่ราบไหล่เขา ที่มีระดับความสูง 180-220 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่มีที่ราบขนาดใหญ่ล้อมรอบ สภาพป่าทั่วไปเป็นป่าเสื่อมโทรม มีไม้เบญจพรรณขนาดเล็กขึ้นกระจัดกระจายทั่วไป ไม่มีไม้ยืนต้นที่มีขนาดโตวัดโดยรอบลำสูงตรงกว่า 1.30 เมตร พื้นที่โครงการไม่ทับทางหลวง ทางสาธารณประโยชน์ หรือทางน้ำสาธารณะไหลผ่านพื้นที่ การคมนาคมสะดวก ห่างจากแยกถนนหลวงสายหลักเพียง 1 กิโลเมตร

#### 3.2.2 ธรณีวิทยาหน้าเหมือง

ธรณีวิทยาหน้าเหมืองของเหมือง บริษัท ว. ราชบุรีแกรนิต คล้ายคลึงกับเหมืองบริษัทสวนผึ้งแกรนิต เป็นเนินเขาแกรนิตสีจางกับหินลอยตามธรรมชาติ ความสูงเฉลี่ย 20 เมตร ส่วนที่เป็นเปลือกดินที่คลุมทับหินลอยหนาประมาณ 10 เซนติเมตร เนื้อหินแกรนิตมีการกระจายแร่ประกอบหินของแร่คอร์ตซ์กับแร่เฟลด์สปาร์อย่างสม่ำเสมอ แร่อื่นที่พบกระจัดกระจายทั่วเนื้อหินและทำให้มีสีส้มสวยงาม ได้แก่ แร่ฮอร์นเบลนด์ แร่ไบโอไทต์





รูปที่ 5.64 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองของบริษัท ว. ราชบุรีแกรนิต (ปี 2547)



รูปที่ 5.65 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมือง ว. ราชบุรีแกรนิต

### 3.2.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

การทำเหมืองหินแกรนิตระดับของบริษัท ว. ราชบุรีแกรนิต จะเปิดเหมืองที่ระดับความสูงประมาณ 260 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เปิดดำเนินการเฉพาะตำแหน่งที่มีหินคุณภาพดีในลักษณะแบบ selective mining เมื่อใช้ระเบิดโซลิดเปลือยกินแล้วจึงเจาะระเบิดหินลอย เพื่อนำมาตัดเป็นบล็อกขนาด 1.2 x 1.2 x 2.4 เมตร ขนาดบล็อกขึ้นอยู่กับรูปร่างของหินลอย หรือถ้าไม่ได้ขนาดนี้ก็กำหนดให้อยู่ในขนาดประมาณ 3.5-4.5 ลูกบาศก์เมตร กำลังการผลิตปีแรกประมาณ 3,200 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และเพิ่มอัตราการผลิตอีกร้อยละ 7 ทุกช่วงเวลา 5 ปี คาดว่าการผลิตใช้เวลาทั้งสิ้น 25 ปี

### 3.3 เหมืองหินบริษัทเอเชียมาร์เบิล จำกัด

เหมืองหินระดับของบริษัท เอเชียมาร์เบิล จำกัด มีคำขอประทานบัตรของเหมืองหมายเลขที่ 20944/14438 หมายเลขต่อเหล็กที่ 20944 ประทานบัตรแปลงนี้ตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 5 ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี พื้นที่ทั้งหมด 68-2-58 ไร่ จุดที่ตั้งของพื้นที่ทั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุดที่ L 7017 ระวัง 4836 II บริเวณพิกัดอ้างอิงระหว่างเส้นกริดแนวนอนที่ 1496-1497 เหนือ และเส้นกริดแนวตั้งที่ 546-547 ตะวันออก

#### 3.3.1 สภาพภูมิประเทศ

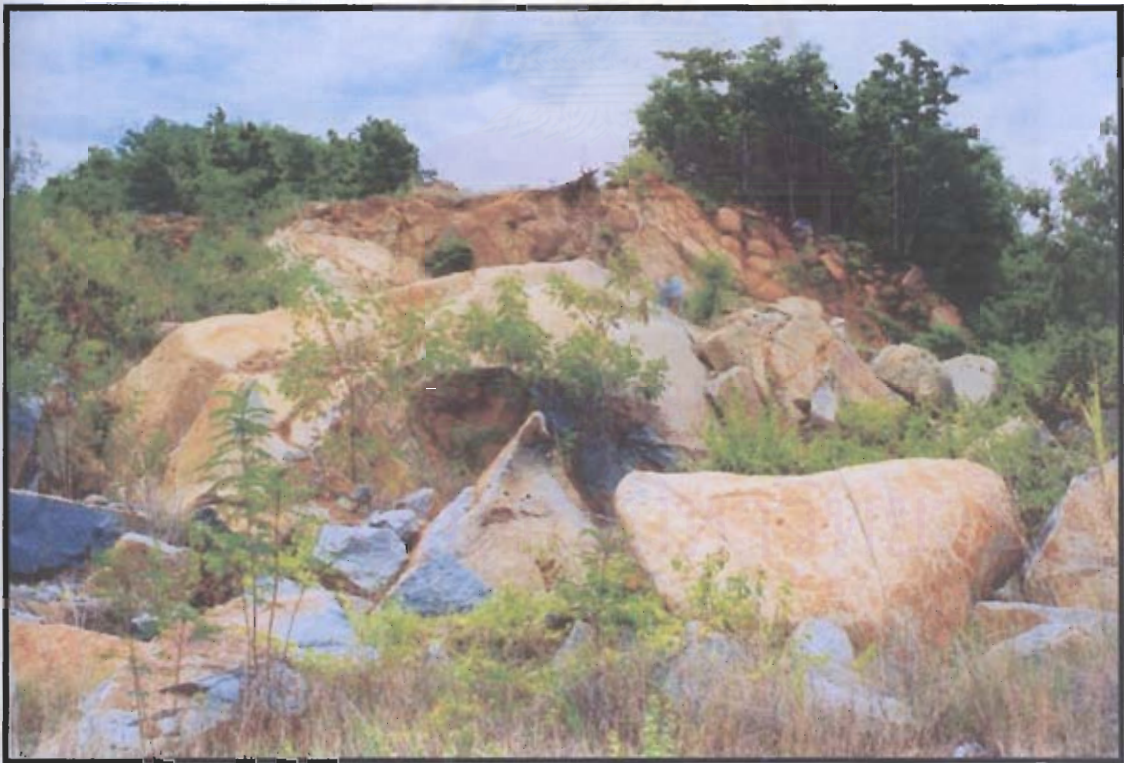
ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แปลงนี้ เป็นภูเขาเตี้ย ๆ และที่ราบไหล่เขา ที่มีค่าระดับความสูง 160-200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ทางด้านตะวันตกเป็นที่ราบล้อมรอบด้วยเนินเขาในทิศทางอื่น สภาพป่าทั่วไปเป็นป่าเสื่อมโทรม มีไม้เบญจพรรณขนาดเล็กขึ้นกระจัดกระจายทั่วไป พื้นที่โครงการไม่ทับทางหลวง ทางสาธารณประโยชน์ หรือทางน้ำไหลผ่านพื้นที่ การคมนาคมสะดวก ห่างจากแยกถนนหลวงสายหลักเพียง 1 กิโลเมตร

#### 3.2.2 ธรณีวิทยาหน้าเหมือง

ธรณีวิทยาหน้าเหมืองของเหมืองบริษัท เอเชียแกรนิต คล้ายคลึงกับเหมืองอื่นในเขตตำบลท่าเคย เป็นเนินเขาแกรนิตสีจางกับหินลอยตามธรรมชาติ ความสูงของเนินเขาประมาณ 60 เมตร ส่วนที่เป็นเปลือกดินที่คลุมทับหินลอยหนาประมาณ 10 เซนติเมตร เนื้อหินแกรนิตมีผลึกเม็ดหยาบ นอกจากหินแกรนิตจะมีสีเทา ยังมีสีน้ำตาลแดงในบางพื้นที่ การกระจายแร่ประกอบหินที่เป็นแร่คอร์ตซ์กับแร่เฟลด์สปาร์กับแร่อื่นเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เนื้อหินมีสีล้วนสวยงาม พื้นที่ที่สามารถทำเหมืองมีประมาณ 8 ไร่ ปริมาณสำรองเพื่อการทำหินระดับประมาณ 120,000 ตัน



รูปที่ 5.66 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองของบริษัทเอเชียมาร์เบิล (ปี 2547)



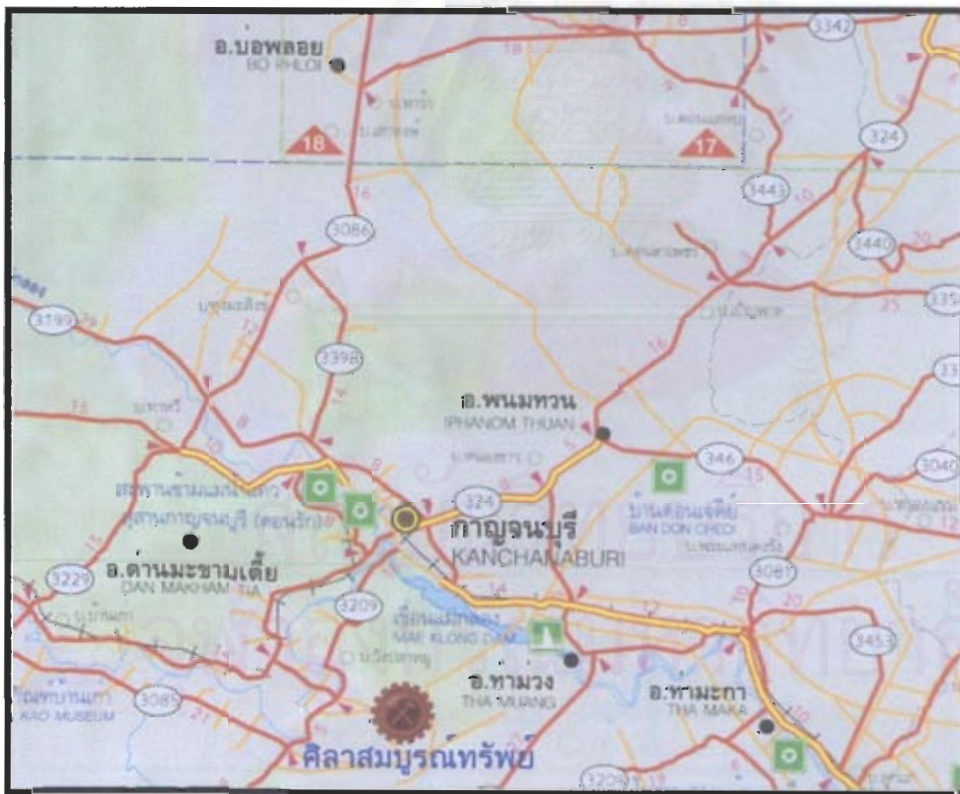
รูปที่ 5.67 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองเอเชียมาร์เบิล

### 3.3.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

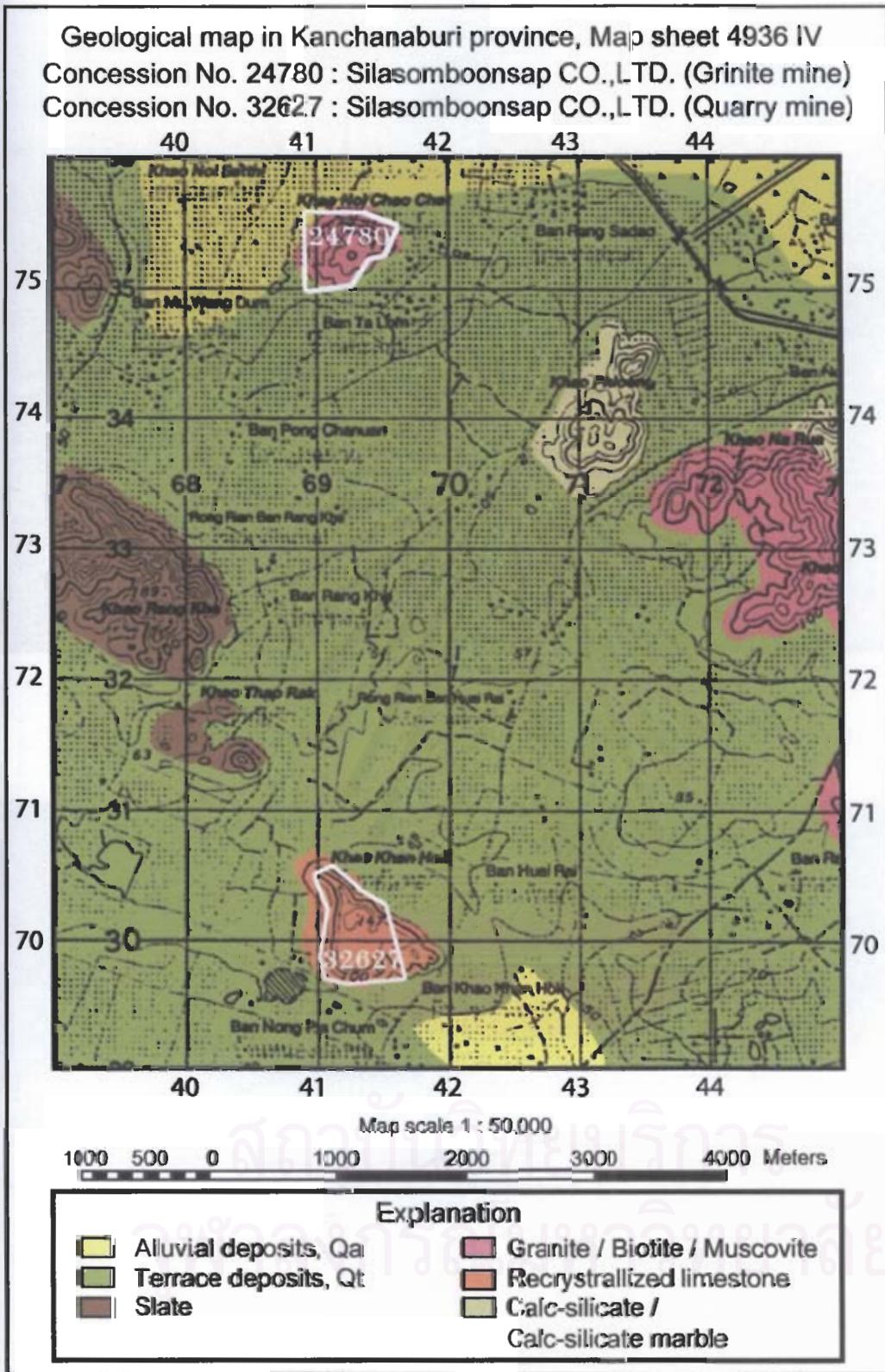
การทำเหมืองหินแกรนิตระดับของบริษัทเอเชียมาร์เบิ้ล จะเปิดเหมืองที่ระดับความสูงประมาณ 200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เปิดดำเนินการเฉพาะตำแหน่งที่มีหินคุณภาพดีในลักษณะแบบ selective mining เมื่อใช้รถแบ็คโฮขุดเปลือกดินแล้วจึงเจาะระเบิดหินลอย เพื่อนำมาตัดเป็นบล็อก กำลังการผลิตปีแรกประมาณ 1,700 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และเพิ่มอัตราการผลิตอีกร้อยละ 7 ทุกช่วงเวลา 5 ปี คาดว่าการผลิตใช้เวลาทั้งสิ้น 25 ปี

### 4. เหมืองหินแกรนิตของบริษัท ศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ จำกัด

เหมืองของบริษัท ศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ จำกัด มีสำนักงานเหมืองอยู่ที่ หมู่ที่ 4 ตำบล พังตรุ อำเภอกำแพง จังหวัด กาญจนบุรี เป็นเหมืองที่ใช้ชื่อในคำขอประทานบัตรของ นางสาว ไพลิน เชาวดี เป็นเหมืองที่มีโครงการทำเหมืองหินแกรนิตที่อยู่ในเขตภาคตะวันตก มีการผลิตหินแกรนิตระดับ และหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง



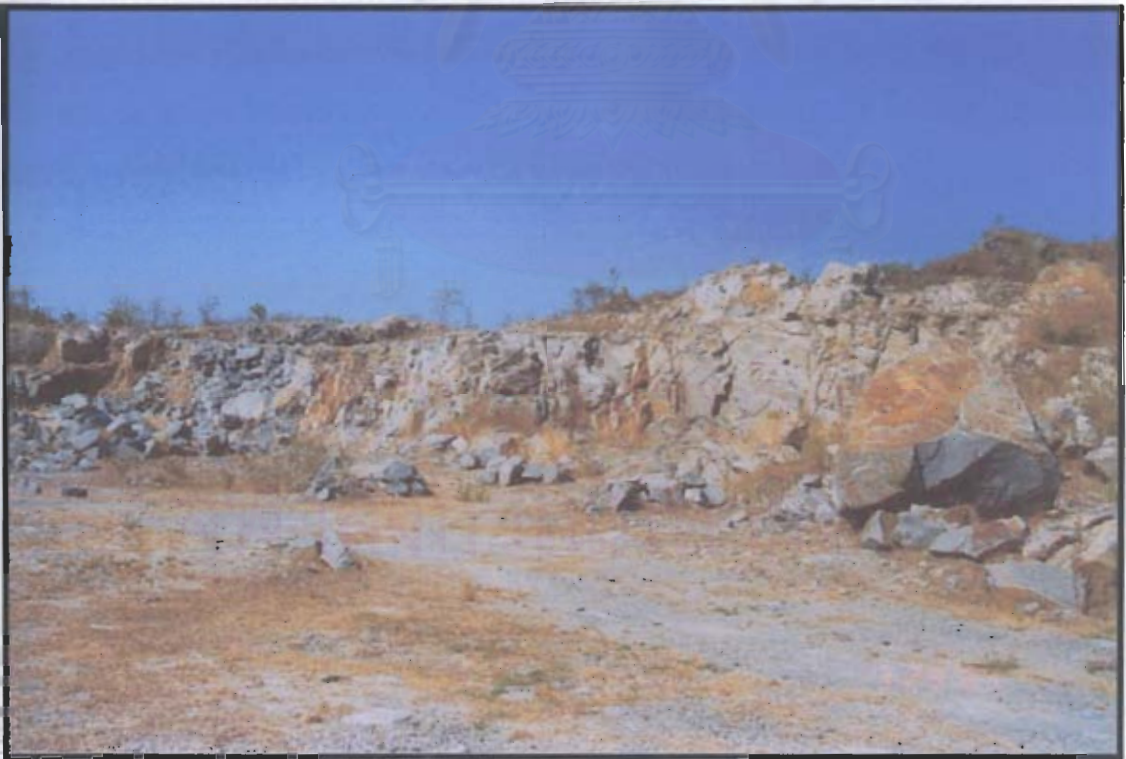
รูปที่ 5.68 แผนที่แสดงตำแหน่งของเหมืองแกรนิต บริษัทศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ จำกัด อยู่ในเขตตำบลพังตรุ อำเภอกำแพง จังหวัดกาญจนบุรี



รูปที่ 5.69 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองแกรนิต และเหมืองหินปูน บริษัทซิลาสอมบูนทรัพย์ จำกัด



รูปที่ 5.70 ภาพถ่ายหน้างานเหมืองแกรนิตของบริษัทศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ (ปี 2547)



รูปที่ 5.71 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองศิลาสมบูรณ์ทรัพย์

คำขอประทานบัตรของเหมืองหมายเลขที่ 8/2532 หมายเลขหลักเขตที่ 24780 พื้นที่คำขอ  
 ประทานบัตรเนื้อที่ 183-1-24ไร่ อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร  
 ลำดับชุด L7017 ระวัง 4679 IV ระหว่างเส้นพิกัดจากสากล แนวนอนที่ 1535-1536 เหนือ และแนว  
 ตั้งที่ 586-570 ตะวันออก

#### 4.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ในบริเวณคำขอประทานบัตร เป็นเนินเขาเตี้ย ๆ มีความสูงระดับ 40-115 เมตรจาก  
 ระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่เป็นป่าเต็งรังหรือป่าแพะ สภาพป่าโดยทั่วไปค่อนข้างเสื่อม  
 โทรม ในบริเวณเขตประทานบัตร มีทับทางหลวงหรือทางน้ำสาธารณะใด การเดินทางโดยรถยนต์  
 จากถนนทางหลวง สามารถแยกเข้าตามถนนในเส้นทางสู่เหมือง เป็นระยะทางประมาณ 15  
 กิโลเมตร

#### 4.2 ธรณีวิทยาหน้าเหมือง

ธรณีวิทยาทั่วไป เป็นส่วนของแนวหินแกรนิตตะวันตก ที่มีเทือกเขาขวางตัวในแนวยาว  
 เหนือ-ใต้ ในส่วนของพื้นที่ประทานบัตรหินแกรนิตเกิดในลักษณะเป็น boulder เป็นหินลอย จาก  
 หลุมเจาะสำรวจพบว่าเนินหินแกรนิตในระดับลึกที่เป็นหินดาน เป็นส่วนหนึ่งของดานหิน บาโซลิต  
 อยู่ในยุคจูแรสซิก หินที่ลอยกระจัดกระจาย มักพบมีการแตกเป็นแผ่นบางแบบเป็นกาบ ซึ่งเป็น  
 ลักษณะของ exfoliation แร่ประกอบหินที่พบในเนื้อหิน ได้แก่ แร่เฟลด์สปาร์ ควอร์ตซ์ ส่วนของแร่  
 ไมกา กับแร่ฮอร์นเบลนด์ มีกระจัดกระจายในเนื้อหิน ทำให้มีสีและความสวยงามทำเป็นหินประดับ

#### 4.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

การทำเหมืองหินแกรนิตของบริษัทศิลาสมบูรณ์ทรัพย์จำกัด เป็นการทำเหมืองร่วมกับ  
 แปลงสัมปทานอื่นของบริษัทที่เป็นการทำเหมืองหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง และใช้เครื่องจักร  
 กลดลับกัน ขึ้นอยู่กับคำสั่งซื้อของตลาด ดังนั้นหินแกรนิตในบริเวณประทานบัตรนี้ มีการระเบิด  
 เพื่อนำมาไม่บดย่อย (ในโรงโม่หินปูน) ให้ได้ขนาดพอเหมาะกับความต้องการของตลาดที่จะนำหิน  
 แกรนิตไปใช้ในกิจการอื่นนอกจากการทำเป็นส่วนหนึ่งของหินรองพื้นทางทำถนน ผลการทดสอบ  
 หินแกรนิตเบื้องต้น มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป นอกจากนี้ยังเหมาะสมทำ  
 เป็นหินประดับ

แนวทางในการพัฒนาหน้างานเหมืองหินแกรนิต ขั้นตอนแรก ๆ เป็นการเปิดลอกหน้าดิน  
 เพื่อนำหินก้อนลอยขนาดใหญ่ มาเจาะเป็นบล็อกเพื่อตัดเป็นแผ่นใช้เป็นหินประดับ อย่างไรก็ตาม  
 ทางเหมืองศิลาสมบูรณ์ทรัพย์ มีอุปกรณ์และเครื่องมือพร้อมที่จะทำการระเบิดเพื่อตัดความลาดหน้า

งานของเหมืองแกรนิตในลักษณะเป็น**ขั้นบันได** เพื่อนำหินก้อนมาไม่บดขยี้ให้ได้ขนาดเป็นหินที่ใช้ในงานก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายสุทธิในการ**ไม่บดขยี้**หินแกรนิตสูงกว่าการ**ไม่บดขยี้**หินปูนประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ต่อตันที่ผลิต แต่**เมื่อคำนึงถึง**บุคลากรไม่ได้ใช้งานเครื่องจักรกล **หรืออยู่ในสภาพ idle** น่าจะมีผลเสียกว่า เพราะการพัฒนางานตลอดปี ในบางครั้งจุดคุ้มทุนต่ำ **หรือทำไม่ได้ผลกำไร** แต่เมื่อคำนวณมูลค่าสุทธิโดยรวม เหมืองหินแกรนิตกับเหมืองหินปูนยังสามารถพัฒนาต่อไปได้

#### 5. เหมืองหินแกรนิตของบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด

เหมืองของบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด มีสำนักงานเหมืองอยู่ที่ **หมู่ที่ 4 ตำบล ช้างแรก อำเภอ บางสะพานน้อย จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์** คำขอประทานบัตรที่ 1/2540 หมายเลขหลักเขตเหมืองแร่ที่ 21260 เป็นเหมืองที่มีโครงการทำเหมืองหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างที่อยู่ในเขตภาคใต้



รูปที่ 5.72 แผนที่แสดงตำแหน่งเหมืองแกรนิตบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด อยู่ในตำบลช้างแรก อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์







รูปที่ 5.74 ภาพถ่ายเหมืองแกรนิต (ปี 2547) ของบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด



รูปที่ 5.75 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมืองบริษัท สหศิลาบางสะพาน (1986) จำกัด

พื้นที่คำขอประทานบัตรเนื้อที่ 46-1-84ไร่ อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 ระวัง 4831 II ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1224-1226 เหนือ และแนวตั้งที่ 537-538 ตะวันออก

### 5.1 สภาพภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่คำขอประทานบัตร 1/2540 เป็นที่ภูเขาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ “เขาแดนน้อย” ซึ่งกำหนดเป็นแหล่งหินอุตสาหกรรมของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตลอดทั้งแปลง มีความสูงระดับ 120-260 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่เป็นป่าเบญจพรรณซึ่งต้องจ่ายเงินชดเชยให้กับกรมป่าไม้ และเคยผ่านการระเบิดย่อยหินตามมาตรา 9 (ตามประมวลกฎหมายที่ดิน) มาก่อนในเนื้อที่ประมาณ 7 ไร่ สภาพพื้นที่ข้างเคียง ทางด้านทิศตะวันออกของเขตประทานบัตร เป็นที่ราบจรดที่ดินครอบครองของราษฎร ทิศใต้จรดโรงโม่หินของบริษัท และทิศอื่นที่เหลือ โดยรอบจรด “เขาแดนน้อย” การเดินทางโดยรถยนต์จากถนนทางหลวง สามารถแยกเข้าตามถนนในเส้นทางสู่เหมือง เป็นระยะทางประมาณ 3.5 กิโลเมตร

### 5.2 ธรณีวิทยาหน้าเหมือง

ธรณีวิทยาของเหมืองอิงจากแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1: 250,000 ระวังจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในบริเวณอำเภอบางสะพานและอำเภอบางสะพานน้อย มีหินหลายชนิด ในส่วนที่เป็นหินแกรนิตอยู่ในยุคครีเทเชียส มีอายุประมาณ 65-141 ล้านปี

แหล่งหินแกรนิตในบริเวณพื้นที่โครงการ เป็นหินที่มีการกำเนิดสะสมแบบปฐมภูมิ (primary deposit) ดานหินเป็นส่วนหนึ่งของ granite batholith และหินแกรนิตบางส่วนมีการผุพังสลายตัวด้วยกระบวนการทางธรณีวิทยา มีทั้ง weathering และ erosion เหลือเป็นหินลอยเป็นก้อนแบบ boulder ซึ่งมีเปลือกคินคลุมทับหินลอยที่กระจายทั่วพื้นที่คำขอประทานบัตร

### 5.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

จากลักษณะภูมิประเทศและลักษณะธรณีวิทยาของแหล่งแร่ เนื่องจากภูมิประเทศของแหล่งส่วนใหญ่เป็นภูเขา จึงมีการทำเหมืองโดยวิธีเหมืองหาบเพื่อผลิตหินแกรนิตมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เริ่มต้นใช้รถแบ็คโฮขุดลอกเปลือกคินที่มีอยู่น้อยและในขั้นตอนต่อมาเป็นการเจาะระเบิดตัดหน้างานแบบขั้นบันได เริ่มที่ระดับสูงสุด คือ 260 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางแล้วลดระดับเรื่อยจนถึงระดับที่ 165 เมตร

แหล่งหินแกรนิตของเหมืองนี้ คาดว่าสามารถทำเหมืองได้ 4.0 ล้านเมตริกตัน ถ้าใช้เครื่อง  
 โม่หินขนาดปากโม่ 40 x 30 นิ้ว จำนวน 2 ปากโม่ จะสามารถโม่หินได้ 459,000 ต่ปี เมื่อรวมกับ  
 ระยะเวลาเตรียมการอีก 1 ปี ทำให้แหล่งหินแกรนิตของเหมืองนี้มีอายุ 10 ปี

## 6. เหมืองหินแกรนิตระดับของบริษัท ลานนาติกไนต์ (ประจวบคีรีขันธ์)

เหมืองของบริษัท ลานนาติกไนต์ จำกัด (มหาชน) มีสำนักงานเหมืองอยู่ที่ หมู่ที่ 5 ตำบล  
 ห้วยทราย อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ คำขอประทานบัตรที่ 3/2538 หมายเลขหลักเขต  
 เหมืองแร่ที่ 21202 เป็นเหมืองที่มีโครงการทำเหมืองหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมหินประดับ ที่อยู่  
 ในเขตภาคใต้

ประทานบัตรแปลงนี้หมายเลข 21202/14752 เนื้อที่ของการทำเหมือง 60-3-48 ไร่ ส่วนคำ  
 ขอบอนุญาตจัดตั้งสถานที่เพื่อการเก็บขังน้ำขุ่นข้นหรือมูลดินทรายนอกเขตเหมืองแร่ มีเนื้อที่ 20-  
 3-3 ไร่ พื้นที่โครงการทั้งหมดอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร ลำดับ  
 ชุด L7017 ระวัง 4932 III ระหว่างเส้นพิกัดฉากสากล แนวนอนที่ 1295-1297 เหนือ และแนวตั้งที่  
 571-572 ตะวันออก

### 6.1 สภาพภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่คำขอประทานบัตร เป็นพื้นที่ราบเชิงเขา มีไม้ยืนต้นขนาดเล็กที่แคระแกรนขึ้น  
 กระจาย ส่วนใหญ่เป็นไม้ล้มลุก ลักษณะเป็นป่าแบบเสื่อมสภาพ พื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่ป่าสงวน  
 แห่งชาติ อยู่ในป่าลุ่มน้ำภาคใต้ชั้น 3 การเดินทางเข้าสู่พื้นที่โครงการสะดวกตามถนนเพชรเกษม  
 จากอำเภอเมืองไปประมาณ 15 กม. แล้วเลี้ยวขวาไปตามถนนลูกลาดยางของ กทข. สู่หมู่บ้านหุบผึ้ง  
 อีกประมาณ 7 กม. ถึงพื้นที่โครงการ

### 6.2 ธรณีวิทยาหน้าเหมือง

ธรณีวิทยาของเหมืองอิงจากแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1: 250,000 ระวังจังหวัดประจวบ  
 คีรีขันธ์ ในส่วนที่เป็นดานหินแกรนิตอยู่ในยุคครีเทเชียส ที่เป็นส่วนของ granite batholith ภายใน  
 เขตพื้นที่ประทานบัตรของเหมือง พบหินแกรนิตที่ผ่านกระบวนการผุพังและกัดกร่อนเหลือเป็นหิน  
 ก้อน boulder ขนาดเล็กและใหญ่วางซ้อนอยู่บนดานหินแกรนิต บริเวณเปลือกดินเป็นแกรนิตผุที่  
 ประกอบด้วยแร่เฟลด์สปาร์ปะปนอยู่กระจายทั่วพื้นที่ประทานบัตร

ลักษณะของแหล่งหินมีเนื้อหินแบบ 2 ขนาด (porphyritic texture) ประกอบด้วยผลึกแร่  
 เฟลด์สปาร์รูปเหลี่ยม มีขนาดผลึกหยาบประมาณ 1-2 ซม. สีขาว-ชมพู และผลึกขนาดเล็กของแร่

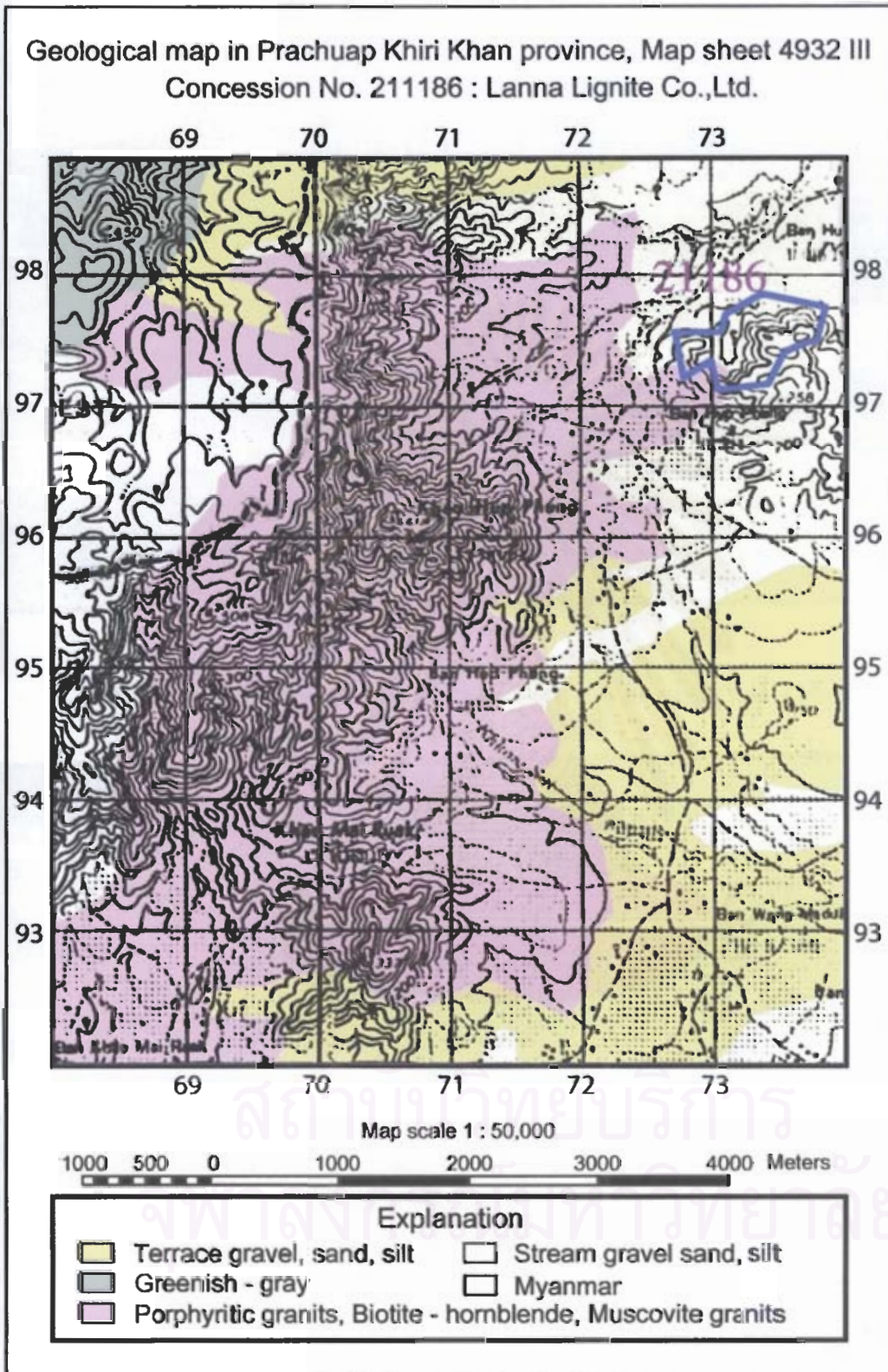
ควอร์ตซ์กับแร่ไบโอไทต์ปะปนกระจายอยู่ในเนื้อหินอย่างสม่ำเสมอ การจับตัวของผลึกประสานแน่น สามารถนำมวลหินแกรนิตมาตัดเป็นแผ่นและขัดให้เป็นเงามัน ทำเป็นหินประดับได้ กรณีของเปลือกหินที่มีหินแกรนิตผูกพบว่ามีแร่เฟลด์สปาร์เป็นชนิด K-feldspar นำไปแต่งแร่แล้วจะซื้อขายได้

### 6.3 การวางแผนผลิตหินแกรนิต

การทำเหมืองเปิดโดยวิธีเหมืองหาบ โดยผลิตหินแกรนิตจากหินลอยและหินดานเพื่อใช้ทำหินประดับ รวมทั้งมีการผลิตแร่เฟลด์สปาร์จากเปลือกหินที่เป็นแกรนิตผุ ทั้งนี้จึงต้องมีพื้นที่ทำเหมืองเปิด พื้นที่กองเศษหิน โรงแต่งแร่ ที่เก็บน้ำขุ่นข้น ลานกองแร่ และโครงสร้างที่จำเป็นอื่น การทำเหมืองเริ่มจากการตัดถนนขึ้นสู่ระดับความสูง 180 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง กำหนดความลาดชันไม่ให้เกิน 1:7 หลังจากเปิดหน้าดินแล้วนำเปลือกหินที่มีแร่เฟลด์สปาร์ปะปนอยู่นำส่งโรงแต่งแร่ ส่วนหินประดับทำการผลิตหินลอยและชั้นหินดาน ใช้การเจาะชอยแบ่งให้ได้ขนาดบล็อก 1.5 x 1.5 x 1.5 เมตร จนถึง 2.0 x 2.0 x 2.0 เมตร ก่อนนำไปตัดเป็นแผ่นและขัดแต่งหินที่มีรอยแตกร้าวไม่เหมาะสำหรับทำเป็นหินประดับจะขนไปกองเป็นเศษหิน การทำเหมืองปีแรก ผลิตบล็อกประมาณ 10,000 ลบ. เมตรต่อปี และเพิ่มปริมาณเรื่อย ๆ จนถึงปีสุดท้ายมีปริมาณ 19,000 ลบ. เมตรต่อปี อายุการทำเหมือง 25 ปี



รูปที่ 5.76 แผนที่แสดงตำแหน่งเหมืองบริษัท ลานนาลิกไนต์ จำกัด (มหาชน) อยู่ในตำบลห้วยทราย อำเภอเมือง จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์



รูปที่ 5.77 แผนที่ธรณีวิทยาของเหมืองบริษัท ลานนาลิกไนต์ จำกัด ประจวบคีรีขันธ์



รูปที่ 5.78 ภาพถ่ายเหมืองแกรนิต (ปี 2547) ของบริษัท ลานนาสิกไนต์ จำกัด



รูปที่ 5.79 ภาพถ่ายเพิ่มเติมหน้างานเหมือง บริษัท ลานนาสิกไนต์ จำกัด

## บทที่ 6

### การทดสอบหินตัวอย่างและการวิเคราะห์ผล

จุดประสงค์หลักในการศึกษาภาคสนาม เป็นการบันทึกผลข้อมูลดิบของแหล่งหินเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำหินแกรนิตมาใช้ในงานก่อสร้างถนนและอาคารแล้ว นอกจากนี้ยังมีการเก็บตัวอย่างหินเพื่อนำมาทดสอบหาคุณสมบัติกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล กับคุณสมบัติเชิงวิทยาแร่ เพื่อนำค่าที่ทดสอบมาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติอื่นของหินแกรนิต ที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารภายในประเทศและต่างประเทศ ทั้งในส่วนที่เป็นวิทยานิพนธ์กับที่เป็นบทความวิจัย หรือเป็นเอกสารกึ่งตำรา ที่มีการระบุถึงคุณสมบัติของหินแกรนิตสำหรับการใช้งานกับถนนและอาคาร รวมทั้งคุณสมบัติของหินแกรนิตที่ใช้เป็นหินประดับ กับคุณสมบัติหินแกรนิตที่สามารถใช้กับงานก่อสร้างในรูปแบบอื่น

#### 6.1 การทดสอบหาคุณสมบัติหลักสำหรับการใช้งาน

การอธิบายในหัวข้อนี้ เป็นการสรุปวิธีการทดสอบในเชิงคุณสมบัติเชิงกายภาพกับคุณสมบัติเชิงกลของหิน เพื่อหาค่าคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงานก่อสร้างที่หินแกรนิตอาจใช้เป็นหินมวลรวมในโครงสร้างถนนในส่วนของ base หรือ subbase หรืออาจใช้หินแกรนิตเป็นมวลรวมในส่วนผสมคอนกรีต วิธีการทดสอบแบ่งออกเป็น หลายประเภท ได้แก่ การทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น การทดสอบหาค่ากำลังวัสดุแบบเป็นจุด (point load) การทดสอบหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว (uniaxial compression) การทดสอบหาค่าความคงทนต่อการสึกหรอ (abrasion) การทดสอบหาค่าการกระแทก (impact) การทดสอบหาค่าการขัดมันที่ผิว (polished surface) รวมทั้งการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงกลที่สำคัญประเภทอื่น (เช่น ค่ากำลังเฉือน ค่ากำลังดึง ค่าโคฮีชัน ค่ามุมเสียดทานภายใน เป็นต้น)

ในส่วนการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงวิทยาแร่โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เช่น การตรวจหาการผูกพันของแร่ประกอบหินเนื่องจากปฏิกิริยาเคมี การตรวจหาแร่ที่ไม่มีรูปผลึกหรือเป็นแบบอสัณฐาน ตลอดจนการทดสอบหาสารกัมมันตภาพรังสีในมวลหินแกรนิตด้วยเครื่องไกเกอร์เคาน์เตอร์ จะมีการระบุผลการตรวจสอบในหัวข้อที่ 6.3 รวมทั้งมีการวิเคราะห์ผลกระทบในเชิงแร่วิทยาต่อการใช้งานก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้เป็นมวลรวมคอนกรีต



ในกรณีของการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล คณะผู้วิจัยอิงตามมาตรฐานที่ระบุไว้ใน ASTM (American society for testing materials) หรืออิงกับมาตรฐาน BS (British standards) แนวทางของวิธีการทดสอบโดยย่อเกี่ยวกับวิธีการหาค่าตัวเลขผลลัพท์คุณสมบัติของตัวอย่างหินแกรนิตดังกล่าว จะอธิบายโดยย่อในหัวข้อย่อยข้างล่าง

### 6.1.1 การหาค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น

การหาค่าหน่วยน้ำหนัก (unit weight) ปกติใช้วิธีนำบล็อกหินมาเจาะเป็น core ขนาด NX size (เส้นผ่านศูนย์กลาง 54 มม.) ที่ผ่านการตัดปลายให้เรียบ แล้วนำไปตรวจวัดหาขนาดมิติที่เป็นความยาวกับชั่งน้ำหนัก เพื่อมาคำนวณหาค่าหน่วยน้ำหนักของมวลหิน ทั้งนี้อนุโลมให้จัดเป็นเฟสปกติ (normal phase) ของตัวอย่างหินแกรนิตใน همینั้น



รูปที่ 6.1 การเจาะหินเป็นก้อนด้วย coring machine เพื่อให้ได้แท่งหินรูปทรงกระบอก

ในกรณีของการหาค่าปริมาณความชื้น (moisture content) ปกติจะใช้ตัวอย่าง 2 แบบ ทั้งที่ผ่านปากโม้เป็นก้อนหินย่อย (หินเบอร์ 1) กับหินตัวอย่างที่เจาะเป็นแท่งหินทรงกระบอก เพื่อเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้หลังจากผ่านการอบแห้งแล้ว

### 6.1.2 การหาค่ากำลังวัสดุแบบเป็นจุด

วิธีการนี้มีจุดประสงค์จะหาค่ากำลังวัสดุอัด ที่เกิดจากแรงกดอัดในแนวค้ำแกนเดียว แต่เพื่อให้สะดวกต่อการนำเครื่องมือไปใช้ในงานภาคสนาม จึงมีการออกแบบให้ใช้แรงดันจากปัมมือ ขนาดแรงอัดไม่มากนัก และหัวกดตัวอย่างหินเป็นโลหะเหล็กผสมที่ตัดให้เป็นรูปตัววี (V's shape) ดังนั้นแรงปัมที่เป็นจุดเล็ก ๆ บนตัวอย่าง ทำให้ได้แรงอัดเป็น line loading และเรียกเครื่องมือชนิดนี้ว่า point load test เครื่องมือทดสอบแบบนี้สามารถจะกดอัดโดยใช้แท่งตัวอย่างหินรูปทรงกระบอก (ดูรูปที่ 6.2) หรือเป็นก้อนหินย่อยรูปหลายเหลี่ยม



รูปที่ 6.2 การกดอัดหินแกรนิตรูปทรงกระบอก ด้วยเครื่องมือ point load test

จากการวัดค่าระยะห่างที่ปลายหัวกดรูปตัววีที่สัมผัสหินทั้งสองด้าน จะได้ระยะเป็นค่า  $D$  เมื่อใช้ปัมมือเพิ่มแรงอัดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหินมีรอยแตกร้าว จึงอ่านค่าของแรงในขณะที่ยหินแตก จะได้ค่าแรงอัดแนวค้ำเป็นค่า  $P$  ค่ารวมหาค่าดัชนีของกำลังวัสดุเป็นจุด (point load index,  $I_p$ ) และค่า  $I_p$  ที่ได้นำไปปรับเข้าหาค่ามาตรฐานสำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตัวอย่างหินทดสอบมีค่าเท่ากับ 50 มิลลิเมตร ( $I_{50}$ )

$$I_s = P / D^2 \quad (6.1)$$

$$I_{s50} = (D/50)^{0.45} \times I_s \quad (6.2)$$

ถ้าต้องการหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียวของหิน ก็สามารถใช้สูตรเชิงประสบการณ์ ดังนี้

$$\text{Approximate uniaxial compressive strength} = 24 I_{s50} \quad (6.3)$$

### 6.1.3 การหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว

การทดสอบวิธีนี้มีจุดประสงค์จะหาค่ากำลังวัสดุอัด ที่เกิดจากแรงกดอัดแนวตั้งที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดของแท่งหินทรงกระบอก เนื่องจากแรงอัดเกิดจาก plate ของเครื่องมือ ทำให้ได้แรงอัดเป็น distributed loading ต่อพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างหิน ค่าที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีนี้จึงใกล้เคียงกับธรรมชาติที่มวลหินถูกแรงอัดแบบแนวของแรงแผ่กระจายเต็มพื้นที่ มากกว่าการทดสอบโดยให้แรงกระทำเป็นในแนวเชิงเส้นตรงที่ตำแหน่งของการกดจุดเดียวเป็น line loading

ดังนั้นเมื่อเจาะหินที่เป็นก้อน หรือเรียกว่า coring แล้วจะได้แท่งหินรูปทรงกระบอกนำมาตัดด้วยใบมีด เพื่อให้หน้าหินมีพื้นผิวเรียบและตั้งฉากกับความยาวของแท่งหิน กำหนดให้ความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งทรงกระบอก มีอัตราส่วนใกล้เคียงกับ 2:1 จากนั้นจึงนำมาทดสอบโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า uniaxial compression test

เครื่องมือจะเพิ่มแรงกดอัดอย่างช้า ๆ ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหินมีรอยแตกร้าว จึงอ่านค่าของแรงในขณะที่หินแตก ได้ค่าแรงกดอัดแนวตั้งในรูปแบบ uniform distributed load ต่อพื้นที่หน้าตัด (ค่า P) จากนั้นคำนวณด้วยสมการทั่วไปในการหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียวที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัด (ค่า A) ของแท่งหินทรงกระบอก ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียวนี้ ในงานทดสอบอื่นที่คล้ายคลึงกันสำหรับหินย่อมมีชื่อเรียกว่า ค่า crushing strength

$$C_c = P / A \quad (6.4)$$

โดยที่  $C_c$  = ค่ากำลังอัดวัสดุอัดแกนเดียว

P = ค่าโหลดในแนวตั้งที่กระทำจนหินเกิดแตกหัก

A = พื้นที่หน้าตัดของแนวแรงที่กระทำ

ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียวที่ได้จากสมการข้างบน ควรมีการปรับแก้อีกครั้ง ตามข้อเสนอแนะของ U.S. bureau of mines ที่มีการวิจัยและค้นพบว่า อัตราส่วนระหว่าง ความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (ค่า  $L/D$ ) มีผลต่อค่ากำลังวัสดุที่คำนวณได้ และเนื่องจากการทดลองใช้วิธีการ coring ด้วยขนาดหัวเจาะชนิดเดียวจึงได้ค่า  $D$  คงที่ ดังนั้นจึงไม่ต้องนำเรื่องมิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแห่งหินทรงกระบอกมาเป็นประเด็นในการปรับแก้ค่า จึงเหลือเพียงสมการปรับแก้เนื่องจากการตัดแท่งตัวอย่างหินมีความยาวไม่เท่ากัน เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ โดยใช้อัตราส่วนของ  $L/D$  เท่ากับ 2:1 ที่เป็นสัดส่วนมาตรฐานในการออกแบบค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว ได้แก่

$$\text{Design uniaxial compressive strength } (C_{2:1}) = \frac{0.889C_0}{\{0.778 + 0.222(D/L)\}} \quad (6.5)$$

โดยที่  $C_{2:1}$  = กำลังอัดวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ โดยใช้  $L/D$  เท่ากับ 2.00  
 $C_0$  = กำลังอัดวัสดุอัดแกนเดียวที่ได้จากการทดสอบเบื้องต้น  
 $D$  = เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างหิน  
 $L$  = ความยาวของแท่งตัวอย่างหิน

#### 6.1.4 การหาค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร

แท่งหินบางตัวอย่างที่ทดสอบหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว จะมีการติด gauge (หรือเขียนว่า gage) เพื่อตรวจวัดค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร (deformation) โดยใช้ strain gauge (ดูรูปที่ 6.3) ขนาดความยาวของ gauge length = 5 มม. ส่วนค่าความต้านทานของเส้นลวดที่ใช้ทำ (ค่า gauge resistance) กับค่าตัวประกอบในการปรับแก้ (gauge factor) จะอิงกับที่ระบุมาจากโรงงานผลิต อุปกรณ์ประกอบอื่นเช่น กาว ก็ใช้โรงงานเดียวกับที่ผลิต gauge เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อน

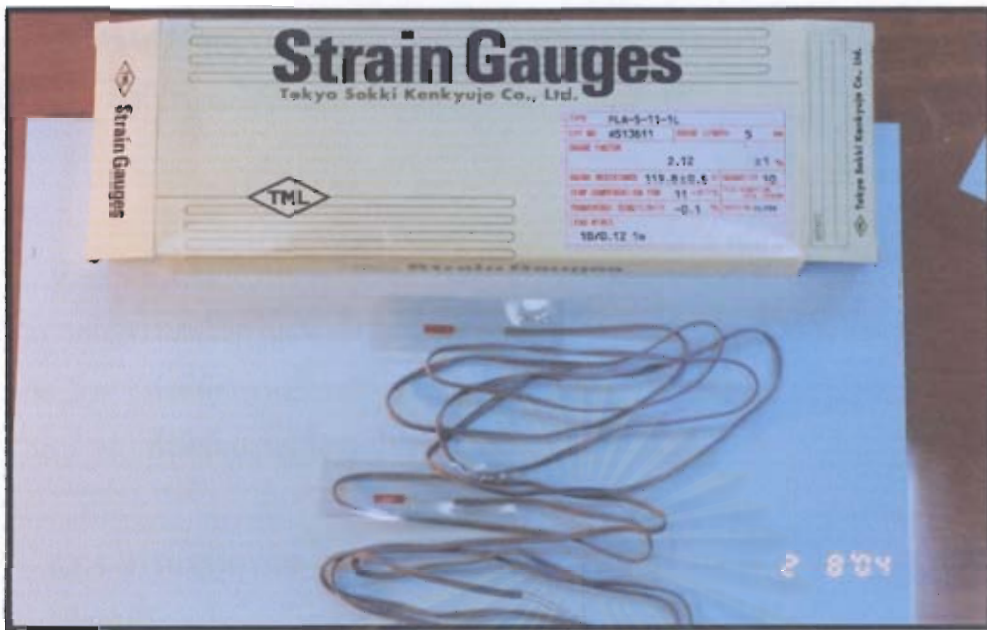
ค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตรที่วัดในแกนดิ่งมีชื่อเรียกว่า ค่า Young's modulus ดังสมการ

$$E = \Delta\sigma_v / \Delta\varepsilon_v \quad (6.6)$$

$E$  = ค่าโมดูลัสของยัง (Young) ที่ตรวจวัดในแนวตั้งของแกนแท่งตัวอย่าง ค่านี้คำนวณที่ 50 % ของ failure load มีชื่อเฉพาะว่า tangent modulus มักได้ค่าใกล้เคียงกับ average modulus แต่ถ้าค่าคำนวณที่ 0-50% เป็น secant modulus

$\Delta\sigma_v$  = ค่าพิศการเปลี่ยนแปลงของความเค้นอัดแนวตั้ง

$\Delta\varepsilon_v$  = ค่าพิศการเปลี่ยนแปลงของความเครียดในแนวตั้ง



รูปที่ 6.3 อุปกรณ์ strain gauge ที่ใช้วัดความเครียดในแท่งหินตัวอย่าง  
(ความยาวก่องที่ปิดฝา = 21 ซม.)



รูปที่ 6.4 ภาพถ่ายแท่งหินตัวอย่าง (NX size) ขณะที่ทดสอบหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว  
และการเปลี่ยนรูปและปริมาตรทั้ง Young's modulus และ Poisson's ratio

ค่าอัตราส่วนของการเปลี่ยนรูปและปริมาตรในแนวราบต่อแนวตั้ง ที่วัดจากแท่งตัวอย่าง หินมีชื่อเรียกว่า ค่า Poisson's ratio ดังสมการ

$$\nu = \Delta\varepsilon_H / \Delta\varepsilon_V \quad (6.7)$$

$\nu$  = ค่าอัตราส่วนของโพซอง (Poisson) ที่หาจากอัตราส่วนของการตรวจวัดความเครียดในแนวราบต่อความเครียดในแนวตั้งแกนของแท่งตัวอย่าง ค่านี้คำนวณที่ 50 % ของ failure load

$\Delta\varepsilon_H$  = ค่าพิสัยการเปลี่ยนแปลงของความเค้นอัดแนวราบ

$\Delta\varepsilon_V$  = ค่าพิสัยการเปลี่ยนแปลงของความเครียดในแนวตั้ง

### 6.1.5 การหาค่าความคงทนต่อการสึกหรอ

วิธีการนี้มีจุดประสงค์จะหาความคงทน ที่มวลหินย่อยในโครงสร้างของถนนถูกแรงเสียดสีจากแรงกดอัดและแรงเฉือนที่พื้นผิว ในลักษณะที่วงล้อรถยนต์ (หรือเครื่องจักรกลหนัก) บดอัดด้วยน้ำหนักรถยนต์ และวิ่งเสียดสีในลักษณะแรงเฉือนที่ผิวหินมวลรวม

คุณสมบัติความคงทนต่อการสึกหรอ มีผลต่อสภาพของถนนทางหลวงเมื่อมีการใช้งานจริง ที่อาจเกิดการแตกร้าวหรือถูกบดย่อยเป็นเม็ดเล็กจนเป็นผง อายุการใช้งานของถนน โดยรวมจะมีช่วงการใช้งานลดลง ถ้ามวลหินย่อยที่ทำเป็นพื้นทางหรือชั้นรองพื้นทางไม่สามารถแบกรับแรงกดอัดและเสียดสีดังกล่าวได้



รูปที่ 6.5 เครื่องมือทดสอบความคงทนต่อการสึกกร่อนของหินมวลรวม

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ มีชื่อเรียกว่า Los Angeles abrasion machine (ดูรูปที่ 6.6) ใช้การจำลองแบบให้หินมวลรวมถูกกระทำด้วยแรงอัดในลักษณะกระแทก กับมีแรงเสียดทานกระทำที่พื้นผิวของหินมวลรวม ทั้งนี้โดยการใส่หินมวลรวมในทอหมุน (drum) ที่มีลูกเหล็ก (steel ball) เมื่อมอเตอร์หมุนให้ทอเหวี่ยงรอบแกนอย่างช้า ๆ ลูกเหล็กจะตกกระทบกับหินตัวอย่าง และหินมวลรวมในทอหมุนก็มีการเสียดสีกับผิวของทอหมุนด้านใน หลังจากการหมุนทอรอบแกนด้วยความเร็วกับจำนวนครั้งและระยะเวลาที่กำหนดในข้อกำหนดของมาตรฐาน แล้วจึงหาค่าเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของหิน มวลรวม หรือเรียกว่าค่า aggregate abrasion value (AAV) ได้ดังสมการข้างล่าง หินที่มีค่าความ คงทนต่อการสึกหรอมากจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ต่ำ

$$\% \text{ LA abrasion} = \frac{[A - B] \times 100}{A} \quad (6.8)$$

กำหนดให้ A = น้ำหนักของหินมวลรวมครั้งแรกที่นำเข้าไปในเครื่องตามข้อกำหนด  
ส่วนน้ำหนัก B = น้ำหนักของหินมวลรวมภายหลังหมุนทอรอบแกนตามข้อกำหนด

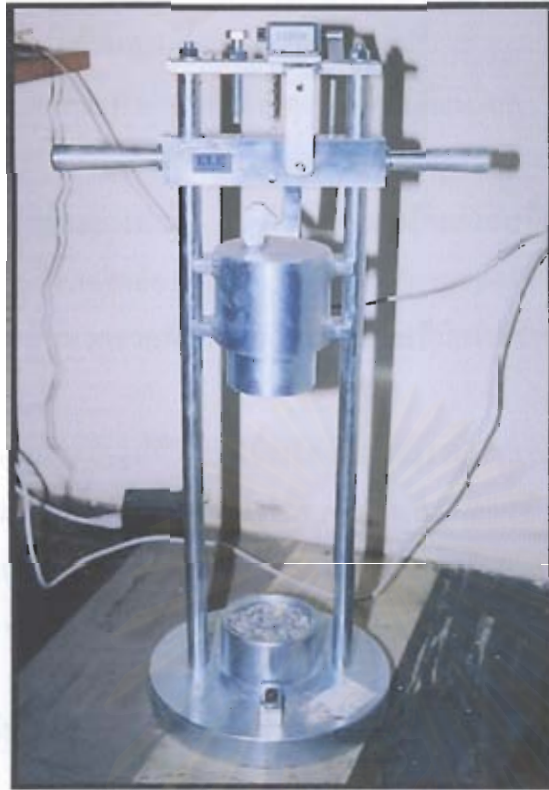
#### 6.1.6 การหาค่าความคงทนต่อการกระแทก

วิธีการนี้มีจุดประสงค์จะหาค่าความคงทน ที่มวลหินย่อยในโครงสร้างของถนนถูกแรงกระแทกในเชิงพลศาสตร์ ทั้งนี้เมื่อยานยนต์วิ่งผ่านถนน ล้อรถยนต์ที่ลอยขึ้นมีการพุ่งลงมาในลักษณะกระแทกกับพื้นถนน

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ มีชื่อเรียกว่า aggregate impact value apparatus (ดูรูปที่ 6.7) ทดสอบโดยการปล่อยน้ำหนักที่เป็นแผ่นเหล็ก กำหนดให้ระยะทางที่คงที่ หล่นมากระทบกับมวลหินรวมที่วางในภาชนะรูปทรงกระบอกแบน จากนั้นซึ่งหาค่าน้ำหนักที่สูญหายไปของมวลหินย่อย นำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของดัชนีความคงทนต่อการกระแทกในเชิงพลศาสตร์ หรือค่า aggregate impact value (AIV) ดังสมการข้างล่างนี้

$$\% \text{ Impact value index} = \frac{[F - G] \times 100}{G} \quad (6.9)$$

กำหนดให้ F = น้ำหนักของหินมวลรวมครั้งแรกก่อนการปล่อยแผ่นเหล็ก  
มากระแทก ซึ่งมีขนาด 9.5–12.5 มิลลิเมตร  
G = น้ำหนักของหินมวลรวมภายหลังเกิดการกระแทกตาม  
ระยะที่กำหนด และมีขนาด โดกว่า 2.36 มิลลิเมตร



รูปที่ 6.6 เครื่องมือ aggregate impact value apparatus  
เป็นการหาค่าความคงทนต่อการกระแทกหินมวลรวม



รูปที่ 6.7 เครื่องมือ BPT ที่ใช้ทดสอบความต้านทานต่อการเลื่อนไถลของผิวหินมวลรวม



### 6.1.7 การหาค่าความต้านทานต่อการลื่นไถล

วิธีการนี้มีจุดประสงค์จะหาค่าความต้านทานต่อการลื่นไถล ที่เรียกว่าเป็นค่า polished stone value (PSV) โดยเน้นที่พื้นผิวของหินมวลรวมในโครงสร้างของถนนถูกเสียดสีโดยล้อ และเมื่อรถมีการหยุดโดยการเบรกอย่างปกติ ผิวของหินที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างพื้นทางต้องสามารถต้านทานการลื่นไถลของล้อรถได้ดี หินที่มีค่าตัวเลขของความต้านทานต่อการลื่นไถลสูง เช่นตัวเลข 50-60 เป็นหินมวลรวมที่ต้องการใช้ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ (ดูรูปที่ 6.8) มีชื่อเรียกทั่วไปว่า British portable tester (BPT) โดยใช้หลักการที่ให้หินมวลรวมที่ถูกหล่อเป็นแผ่นผิวโค้งแบบเลนส์นูนตามข้อกำหนด จากนั้นก็ปล่อยให้เครื่องมือที่มีลักษณะเป็นแขนแกว่ง (pendulum arm) ปลายหน้าผิวหินที่โค้งนูน แล้วอ่านค่าตัวเลขของความต้านทาน (ความฝืด) ต่อการลื่นไถล (skid resistance) จากสเกลของเครื่องมือ BPT

### 6.1.8 การหาค่ากำลังวัสดุดึง

วิธีการนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาค่ากำลังวัสดุดึง (tensile) โดยการทดสอบกำลังวัสดุดึงทางอ้อม (indirect tensile test) หรือนิยมเรียกว่า Brazilian test ทั้งนี้โดยการกดอัดแท่งหินตัวอย่างในแนวระนาบผ่านจุดศูนย์กลาง (ดูรูปที่ 6.9) ดังนั้นแรงกดอัดจะมี line loading กระทำในระนาบเดียว สมการหาค่ากำลังวัสดุดึง หาค่าได้ดังนี้

$$T_o = \frac{2 F_c}{\pi D(L)} \quad (6.10)$$

กำหนดให้  $T_o$  = ค่ากำลังวัสดุดึงทางอ้อม ที่เกิดจากการกดอัดตามแนวระนาบที่ผ่านจุดศูนย์กลาง

$F_c$  = ค่าของ failure load ที่เกิดจากการกดอัดตัวอย่าง

$D$  = เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างหิน

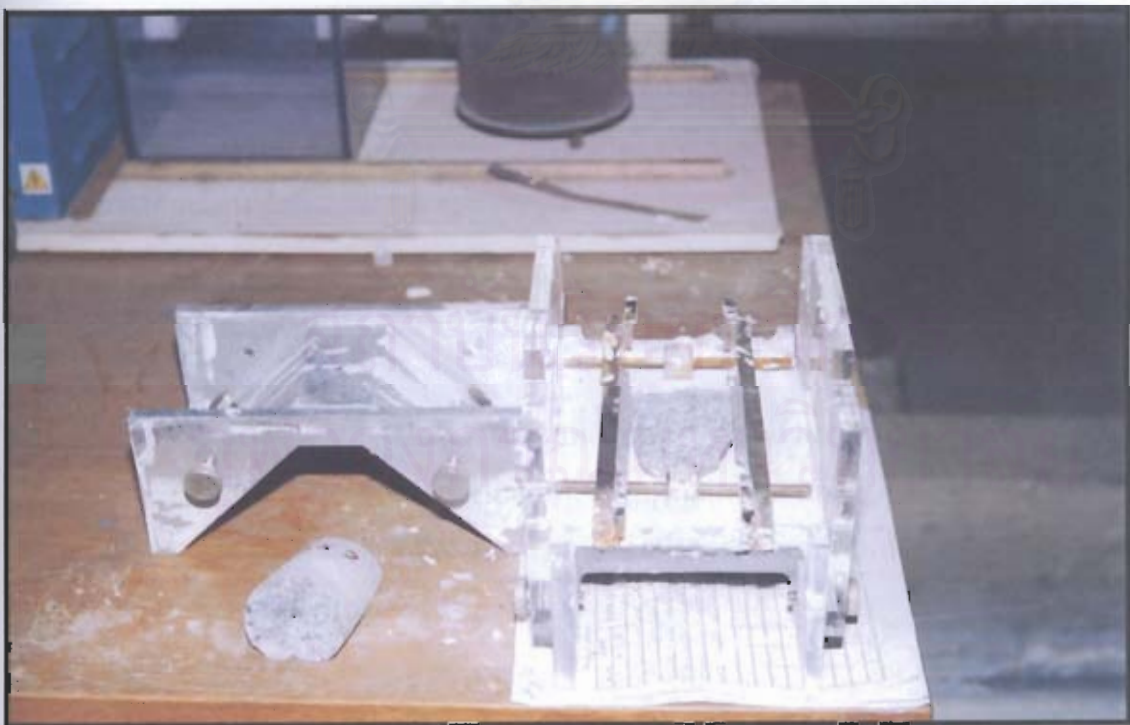
$L$  = ความยาวของแท่งตัวอย่างหิน

### 6.1.9 การหาค่ากำลังวัสดุเฉือนและค่าคุณสมบัติอื่นที่ใกล้เคียง

วิธีการนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาค่ากำลังวัสดุเฉือน (shear) กับคุณสมบัติประกอบอื่น ได้แก่ค่าโคฮีชันกับค่ามุมเสียดทานภายใน ที่คำนวณได้จากผลการทดสอบกำลังเฉือนโดยตรง (direct shear test) ทั้งนี้โดยการนำแท่งหินตัวอย่างมาหล่อด้วยปูนขาวในกรอบเหล็กของเครื่องมือ (ดูรูปที่ 6.9 และ 6.10) ทั้งไว้สัก 3-4 วันให้ปูนที่หล่อแห้งก่อนนำมาทดสอบ



รูปที่ 6.8 การทดสอบหินเพื่อหาค่ากำลังวัสดุดึงทางอ้อมด้วยวิธี Brazilian test



รูปที่ 6.9 การเตรียมแท่งตัวอย่างหินที่หล่อด้วยปูนขาว ก่อนนำมาทดสอบด้วยเครื่องมือหาค่ากำลังเฉือนโดยตรง



รูปที่ 6.10 เครื่องมือทดสอบหาค่ากำลังวัสดุเฉือน และยังใช้หาค่าคุณสมบัติอื่นที่ใกล้เคียง

วิธีการทดสอบให้ใช้โหลดกดอัดฉาก (normal load) ค่าหนึ่งสำหรับหนึ่งตัวอย่างที่ทดสอบ แล้วบีบให้เกิดแรงเฉือน (shear load) ผ่านแนวระนาบที่กำหนดบนแท่งตัวอย่าง ถ้าแท่งตัวอย่างมีการขยับในแนวเฉือนแสดงว่าเป็นแรงที่พอดีที่ทำให้เกิดการเฉือนผ่านพื้นที่หน้าตัด ดังสมการของการค่าความเค้นเฉือน ดังนี้

$$\tau = c + \sigma_N \tan \phi \quad (6.11)$$

$\tau$  = ค่ากำลังวัสดุเฉือนในแนวระนาบที่กำหนดของแท่งตัวอย่างหิน

$c$  = ค่าโคฮีชันที่เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคแร่ในมวลหิน

$\sigma_N$  = ค่าความเค้นอัดฉากที่กำหนดหน้าหน้ากระทำต่อระนาบพื้นที่แท่งตัวอย่างหิน

$\phi$  = ค่ามุมเสียดทานภายใน

เนื่องจากการทดสอบตัวอย่างหินมากกว่า 1 ครั้ง (ปกติ 4 ครั้ง) ค่าความเค้นอัดฉากก็จะมีค่าเปลี่ยนไปในการทดสอบแต่ละครั้ง ทำให้อ่านค่าแรงเฉือน (หรือความเค้นเฉือนเมื่อคำนวณแรงต่อพื้นที่) ได้ค่าแตกต่างกัน สามารถนำมาพล็อตบนกระดาษกราฟ โดยกำหนดความเค้นเฉือนเป็น

แกนค้ำ และความเค้นอัดจากเป็นแกนราบ แล้วลากเส้นตรงที่ประมาณไว้ให้ใกล้เคียงกับจุดที่พล็อต ทำให้หาค่าโคไซน์กับค่ามุมเสียดทานภายใน ที่เป็นตัวแปรที่ยังไม่ทราบค่าได้จากกราฟ ในส่วนของค่าเฉลี่ยของความเค้นเฉือนตัวอย่างห็นก็คำนวณย้อนกลับจากค่าเฉลี่ยของความเค้นอัดจาก

## 6.2 ผลลัพธ์ของค่าจากการทดสอบหินแกรนิต

ค่าที่ได้จากการทดสอบหินแกรนิต มีการระบุไว้เป็นตารางตามประเภทของการทดสอบที่อธิบายวิธีการทดสอบโดยย่อไว้ในหัวข้อ 6.1 และเพื่อให้สอดคล้องกับการนำเสนอแผนที่แหล่งหินแกรนิต (บทที่ 4) จึงแยกตารางย่อยออกเป็นค่าการทดสอบหินตัวอย่างตามสถานที่กำเนิดแหล่งหินในแต่ละภูมิภาค ได้แก่ แหล่งหินภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคกลางกับภาคอื่น ตามลำดับ

### 6.2.1 ผลลัพธ์ค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น

การหาคำนวณหาหน่วยน้ำหนักของแท่งหินตัวอย่างรูปทรงกระบอก ใช้ตัวอย่างจากหลายเหมืองกระจายไปหลายภูมิภาค ค่าผลลัพธ์ของการทดสอบตัวอย่างหินระบุไว้ในตารางที่ 6.1 ถึง 6.3 ในหน้าถัดไป

### 6.2.2 ผลลัพธ์ค่ากำลังวัสดุแบบเป็นจุด

การทดสอบเพื่อหาค่าของ point load index strength มีผลลัพธ์ของการทดสอบตัวอย่างหินหลายบริเวณแสดงไว้ในตารางที่ 6.4 ถึง 6.6 ทั้งนี้ค่าการทดสอบเป็นแต่ละภูมิภาคที่เก็บตัวอย่างหิน ได้แก่ เหมืองแกรนิตในภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคกลางกับภาคอื่น

### 6.2.3 ผลลัพธ์ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียวและค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร

การทดสอบหินแกรนิตเพื่อหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียวนั้น จำเป็นต้องใช้เวลาในการเตรียมตัวอย่างค่อนข้างมากเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ก่อนนำมาทดสอบด้วยเครื่อง uniaxial compression test ในส่วนของการตรวจวัดค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตรยังมีความยุ่งยากมากขึ้นซึ่งเริ่มตั้งแต่การจัดหาอุปกรณ์ strain gauge ที่มีขนาดเหมาะสมกับขนาดความยาวของตัวอย่างหิน ตลอดจนการติดตั้งชุดตรวจวัดค่า deformation ดังนั้นทุกครั้งที่มีการตรวจวัดการเปลี่ยนรูปและปริมาตรจึงมีการตรวจวัดความเครียด (strain) ในแนวราบกับแนวค้ำของแท่งหินตัวอย่างพร้อมกัน ตารางที่ 6.7 ถึง 6.9 เป็นตารางที่ระบุผลรวมหลายค่า ทั้งค่าความเค้นอัดแกนเดียวที่เป็น ผลมาจากโหลดน้ำหนักให้หินเกิดการแตกหัก ค่าความเค้นอัดแกนเดียวที่ใช้ในการออกแบบ ( $L/D = 2:1$ ) และบางตัวอย่างมีการตรวจวัดค่าเพิ่มเติม ทั้งที่เป็นอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของความเค้นอัดต่อ

รพค่อแนวดิ่ง (ค่า Poisson's ratio) ส่วนค่าโมดูลัสความแกร่ง (modulus of rigidity) หรือบางทีเรียกว่า โมดูลัสการเฉือน (shear modulus) ที่เป็นค่าจากอัตราส่วนของความเค้นเฉือนต่อความเครียดเฉือนในระนาบเดียวกัน คำนวณได้จากสมการข้างล่างโดยใช้การแทนค่าด้วยตัวแปรเชิงอิลาสติกที่ทราบค่าแล้ว

$$G_i = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (6.12)$$

สัญลักษณ์  $G_i$  หมายถึง modulus of rigidity หรือ shear modulus ค่า  $E$  กับ  $\nu$  เป็นค่าของ Young's modulus กับ Poisson's ratio ที่คำนวณได้จากการทดสอบ

ตารางที่ 6.1 ค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น จากการทดสอบ  
ตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคเหนือ

Province	Mine Name	Sample Label	$W_i$ (g)	$W_d$ (g)	Volume ( $m^3$ )	Unit Weight ( $kg/m^3$ )	Moisture (%)	Unit Weight <sub>avg</sub> ( $kg/m^3$ )	Moisture <sub>avg</sub> (%)
ตาก	Pipatkorn	PKT-U1	446.20	446.00	$1.54 \times 10^{-4}$	2894.54	0.04	2786.89	0.06
		PKT-U2	410.50	410.20	$1.53 \times 10^{-4}$	2679.24	0.07		
	Teprathan	TPT-U1	500.40	500.20	$1.86 \times 10^{-4}$	2684.78	0.04	2683.67	0.05
		TPT-U2	391.10	390.90	$1.46 \times 10^{-4}$	2682.56	0.05		
	Sermas	SMT4	368.80	368.40	$1.39 \times 10^{-4}$	2642.35	0.11	2640.29	0.11
		SMT5	361.80	361.40	$1.37 \times 10^{-4}$	2638.22	0.11		
	Granito	GNT1	453.10	452.90	$1.57 \times 10^{-4}$	2880.92	0.04	2881.34	0.04
		GNT2	486.00	485.80	$1.69 \times 10^{-4}$	2881.75	0.04		
	Sahaheng	SHG-M1	148.20	148.00	$5.60 \times 10^{-5}$	2645.14	0.14	2644.34	0.13
		SHG-M2	157.30	157.10	$5.94 \times 10^{-5}$	2643.53	0.13		
	Thai Engineering Granite	TGT-U1	389.80	389.30	$1.48 \times 10^{-4}$	2637.28	0.13	2638.70	0.12
		TGT-U2	368.50	368.10	$1.39 \times 10^{-4}$	2640.11	0.11		
เพชรบูรณ์	กล้วย	KUL-M1	167.50	167.30	$5.90 \times 10^{-5}$	2835.62	0.12	2834.52	0.10
		KUL-M2	230.10	229.90	$8.11 \times 10^{-5}$	2833.41	0.09		
	Siam Green	SYG-M1	185.80	185.60	$6.66 \times 10^{-5}$	2785.61	0.11	2791.16	0.11
		SYG-M2	165.10	164.90	$5.90 \times 10^{-5}$	2796.71	0.12		

ตารางที่ 6.2 ค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น จากผลการทดสอบ  
ตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคตะวันออก

Province	Mine Name	Sample Label	$W_1$ (g)	$W_2$ (g)	Volume ( $m^3$ )	Unit Weight ( $kg/m^3$ )	Moisture (%)	Unit Weight <sub>avg</sub> ( $kg/m^3$ )	Moisture <sub>avg</sub> (%)
ชลบุรี	Suwalee	SWC	275.00	273.20	$1.03 \times 10^{-4}$	2664.51	0.66	2660.32	0.44
		SWC	1178.90	1176.20	$4.43 \times 10^{-4}$	2656.12	0.23		
	Cholburi Jitprasert	CJC	1112.80	1112.00	$4.13 \times 10^{-4}$	2691.03	0.07	2693.78	0.07
		CJC	695.30	694.80	$2.58 \times 10^{-4}$	2696.53	0.07		
	ทวีทรัพย์	TSA-M1	152.20	152.00	$5.06 \times 10^{-5}$	3003.11	0.13	2991.25	0.11
		TSA-M2	209.30	209.10	$7.02 \times 10^{-5}$	2979.38	0.10		
	Italian Thai CHON	ITC-M1	123.70	123.55	$4.71 \times 10^{-5}$	2625.35	0.12	2635.02	0.11
		ITC-M2	185.30	185.10	$7.00 \times 10^{-5}$	2644.68	0.11		
	Hanson	HSR1	1060.00	1057.80	$3.98 \times 10^{-5}$	2656.18	0.21	2656.05	0.19
		HSR2	1260.50	1258.30	$4.74 \times 10^{-4}$	2655.92	0.17		
ระยอง	Thaworn	TWR	326.60	325.90	$1.22 \times 10^{-4}$	2673.04	0.21	2663.65	0.19
		TWR	824.30	823.00	$3.10 \times 10^{-4}$	2654.26	0.16		
	Italian Thai Rayong	ITR	518.40	517.70	$1.96 \times 10^{-4}$	2644.55	0.14	2649.84	0.12
		ITR	1325.60	1324.10	$4.99 \times 10^{-4}$	2655.12	0.11		

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 ค่าหน่วยน้ำหนักและความชื้น จากผลการทดสอบ  
ตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคกลางและภาคอื่น

Province	Mine Name	Sample Label	$W_1$ (g)	$W_2$ (g)	Volume ( $m^3$ )	Unit Weight ( $kg/m^3$ )	Moisture (%)	Unit Weight <sub>avg</sub> ( $kg/m^3$ )	Moisture <sub>avg</sub> (%)
กาญจนบุรี	Sila Somboon Sap	SSK-U1	407.80	407.50	$1.54 \times 10^{-4}$	2653.78	0.07	2648.77	0.08
		SSK-U2	363.10	362.80	$1.37 \times 10^{-4}$	2643.75	0.08		
ระยอง ตรา	Theera	TRP	522.00	521.65	$1.92 \times 10^{-4}$	2722.46	0.07	2728.65	0.09
		TRP	1257.50	1256.20	$4.59 \times 10^{-4}$	2734.84	0.10		
	Ake Panis	AKE1	1304.50	1301.80	$4.88 \times 10^{-4}$	2665.39	0.21	2679.17	0.20
		AKE2	591.00	589.90	$2.19 \times 10^{-4}$	2692.95	0.19		
ราชบุรี	ว. ราชบุรี	WOR-M1	136.80	136.70	$5.11 \times 10^{-5}$	2676.85	0.07	2653.22	0.10
		WOR-M2	149.10	148.90	$5.66 \times 10^{-5}$	2629.59	0.13		
	สวนผึ้ง	RAW-M1	198.80	198.70	$7.48 \times 10^{-5}$	2657.36	0.05	2670.83	0.04
		RAW-M2	142.70	142.65	$5.31 \times 10^{-5}$	2684.29	0.04		
	Asia	ASM-M1	137.50	137.45	$5.16 \times 10^{-5}$	2664.40	0.04	2673.85	0.03
		ASM-M2	167.60	167.55	$6.24 \times 10^{-5}$	2683.29	0.03		
ประจวบคีรีขันธ์	สหศิลาบางสะพาน	SSB-M1	178.50	178.30	$6.60 \times 10^{-5}$	2699.87	0.11	2687.19	0.10
		SSB-M2	159.90	159.75	$5.97 \times 10^{-5}$	2674.50	0.09		
	ลานนา	LAN-M1	97.00	96.90	$3.59 \times 10^{-5}$	2701.87	0.10	2689.95	0.10
		LAN-M2	192.90	192.70	$7.20 \times 10^{-5}$	2678.03	0.10		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.4 ค่ากำลังวัสดุอัดเป็นจุด จากผลการทดลอง  
ตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคเหนือ

Province	Mine Name	Sample	Diameter	$H_{avg}$	Load	$I_s$	$I_{s_{50}}$	$I_{s_{50(Median)}}$
		Label	(mm)	(mm)	(kN)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
ตาก	Pipatkorn	PKT1	54.50	44.67	26.2	13.13	12.48	14.97
		PkT2	54.50	44.17	25.2	12.92	12.22	
		PKT3	54.50	41.17	30.0	17.70	16.22	
		PKT4	54.50	37.67	27.1	19.10	16.82	
		PKT5	54.80	48.33	35.5	15.20	14.97	
	Tepprathan	TPT1	54.50	40.17	28.8	17.85	16.18	15.00
		TPT2	54.50	43.33	27.7	14.75	13.83	
		TPT3	54.50	47.33	29.1	12.99	12.67	
		TPT4	54.50	32.83	21.8	20.22	16.74	
	Sermas	SMT1	54.50	37.17	22.2	16.07	14.06	11.84
		SMT2	54.40	52.33	25.1	9.16	9.35	
		SMT3	54.50	48.33	22.8	9.76	9.61	
		SMT6	54.50	28.00	15.2	19.39	14.94	
	Granito	GNT4	54.50	38.50	28.0	18.89	16.79	16.79
		GNT5	54.50	42.50	28.0	15.50	14.41	
		GNT6	54.50	30.67	25.8	27.43	22.02	
	Thai Engineering Granite	TGT1	54.50	28.83	22.0	26.46	20.66	14.64
		TGT2	54.50	40.00	20.8	13.00	11.76	
		TGT3	54.50	36.00	22.0	16.98	14.64	
	Sahaheang	SHH-PL1	54.40	55.87	33.0	10.57	11.11	13.09
		SHH-PL2	53.70	49.87	35.5	14.28	14.26	
		SHH-PL3	53.60	47.53	30.0	13.28	12.98	
		SHH-PL4	53.50	45.70	28.0	13.41	12.88	
		SHH-PL5	54.50	48.17	33.4	14.40	14.16	
SHH-PL6		54.50	48.13	31.1	13.42	13.20		
เพชรบูรณ์	กัลยา	KLY-PL1	54.50	47.40	31.2	13.89	13.56	13.80
		KLY-PL2	54.80	55.53	35.0	11.35	11.90	
		KLY-PL3	54.70	54.60	41.0	13.75	14.31	
		KLY-PL4	53.70	48.80	33.8	14.19	14.04	
	Siam Green Granite	SGG-PL1	54.60	48.43	29.0	12.36	12.19	11.11
		SGG-PL2	54.50	53.93	26.0	8.94	9.25	
		SGG-PL3	54.80	51.40	29.0	10.98	11.11	
		SGG-PL4	54.60	52.60	27.5	9.94	10.17	
		SGG-PL5	54.80	47.70	27.4	12.04	11.79	



ตารางที่ 6.5 ค่ากำลังวัสดุอัดเป็นจุด จากผลการทดลอง  
ตัวอย่างหินแกรนิตในเขตภาคตะวันออกเฉียง

Province	Mine Name	Sample Label	Diameter	$H_{avg}$	Load	$I_s$	$I_{s_{50}}$	$I_{s_{50}(\text{Median})}$
			(mm)	(mm)	(kN)	(MPa)	(MPa)	
ชลบุรี	Suwalce	SWL-PL1	54.50	43.67	15.5	8.13	7.65	8.06
		SWL-PL2	54.50	58.17	16.2	4.79	5.13	
		SWL-PL3	54.50	55.33	24.8	8.10	8.48	
		SWL-PL4	54.50	48.00	31.8	13.80	13.55	
	Italian Thai	ITC-PL1	54.00	50.70	23.4	9.10	9.16	9.78
		ITC-PL2	54.60	49.63	31.5	12.79	12.74	
		ITC-PL3	54.30	52.87	22.0	7.87	8.07	
		ITC-PL4	54.40	53.10	28.5	10.11	10.39	
	Taveesap Anan	TSA-PL1	54.50	45.70	33.8	16.18	15.54	9.84
		TSA-PL2	54.40	52.63	25.0	9.02	9.24	
		TSA-PL3	54.60	53.50	29.0	10.13	10.45	
		TSA-PL4	54.60	53.67	22.2	7.71	7.96	
	Cholburi Jitpasert	CJC-PL1	54.50	48.67	32.0	13.51	13.35	11.29
		CJC-PL2	54.50	49.83	26.8	10.79	10.78	
		CJC-PL3	54.50	51.50	27.5	10.37	10.51	
		CJC-PL4	54.50	51.50	32.0	12.07	12.23	
		CJC-PL5	54.50	51.00	29.1	11.19	11.29	
	Hanson	HSN-PL1	54.50	46.00	19.2	9.07	8.74	13.37
		HSN-PL2	54.50	39.33	20.1	12.99	11.66	
		HSN-PL3	54.50	30.67	23.7	25.20	20.22	
HSN-PL4		54.50	38.17	24.8	17.02	15.08		
ระยอง	Thaworn	TWR-PL1	54.50	54.50	16.2	5.45	5.67	8.63
		TWR-PL2	54.50	51.50	22.5	8.48	8.60	
		TWR-PL3	54.70	49.00	21.0	8.75	8.67	
		TWR-PL4	54.50	51.50	26.0	9.80	9.93	
	Italian Thai	ITT-PL1	54.50	55.33	28.3	9.24	9.67	9.36
		ITT-PL2	54.60	37.17	20.0	14.48	12.67	
		ITT-PL3	54.50	43.33	18.0	9.59	8.99	
		ITT-PL4	54.50	49.83	22.5	9.06	9.05	

ตารางที่ 6.6 ค่ากำลังวัสดุอัดเป็นจุด จากผลการทดลองตัวอย่าง  
หินแกรนิตในเขตภาคกลางและภาคอื่น

Province	Mine Name	Sample Label	Diameter	H <sub>avg</sub>	Load	Is	Is <sub>50</sub>	Is <sub>50(Median)</sub>
			(mm)	(mm)	(kN)	(MPa)	(MPa)	
กาญจนบุรี	Silasomboon sap	SSK1	54.50	30.00	15.5	17.22	13.69	13.58
		SSK2	54.70	27.33	12.4	16.60	12.65	
		SSK3	54.60	37.17	23.5	17.01	14.89	
		SSK4	54.50	29.17	14.6	17.16	13.47	
ฉะเชิงเทรา	Theera	ASG-PL1	54.50	46.33	32.2	15.00	14.49	13.13
		ASG-PL2	54.50	47.53	29.2	12.92	12.63	
		ASG-PL3	54.50	47.53	31.5	13.94	13.63	
		ASG-PL4	54.50	51.73	22.5	8.41	8.54	
	Ake Panis	AKE-PL1	54.50	44.83	26.0	12.94	12.32	11.28
		AKE-PL2	54.50	42.67	28.0	15.38	14.32	
		AKE-PL3	54.50	42.17	11.0	6.19	5.73	
		AKE-PL4	54.50	46.00	22.5	10.63	10.24	
ราชบุรี	ว. ราชบุรี	WOR-PL1	54.90	43.50	3.8	2.01	1.89	9.82
		WOR-PL2	54.80	50.00	29.5	11.80	11.80	
		WOR-PL3	54.50	50.63	20.0	7.80	7.85	
		WOR-PL4	54.40	49.50	32.0	13.06	13.00	
	สวนผึ้ง	RAW-PL1	55.00	51.77	41.0	15.30	15.54	13.90
		RAW-PL2	54.40	54.50	35.0	11.78	12.25	
		RAW-PL3	54.60	52.30	42.0	15.35	15.67	
		RAW-PL4	54.50	54.43	31.0	10.46	10.87	
	Asia Marble	ASI-PL1	54.70	48.93	33.5	13.99	13.86	13.78
		ASI-PL2	54.40	52.07	36.5	13.46	13.71	
		ASI-PL3	54.20	52.43	40.0	14.55	14.86	
		ASI-PL4	54.50	54.80	39.0	12.99	13.53	
ประจวบคีรีขันธ์	สหศิลาบางสะพาน	BSP-PL1	54.60	46.90	25.5	11.59	11.26	9.32
		BSP-PL2	54.30	53.80	21.5	7.43	7.68	
		BSP-PL3	54.50	52.33	28.0	10.22	10.44	
		BSP-PL4	54.50	54.60	23.5	7.88	8.20	
	ลานนา	LNN-PL1	54.40	53.20	26.0	9.19	9.45	9.94
		LNN-PL2	54.60	55.47	22.4	7.28	7.63	
		LNN-PL3	54.50	50.63	32.0	12.48	12.55	
		LNN-PL4	54.60	53.53	29.0	10.12	10.44	

ตารางที่ 6.7 ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว และค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร  
จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคเหนือ

Province	Mine Name	Sample Label	D <sub>avg</sub> (mm)	H <sub>avg</sub> (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )	Peak Load P (kN)	Compressive Stress C <sub>o</sub> (MPa)	Design Uniaxial C <sub>2:1</sub> (MPa)	Strain		Young modulus (GPa)			Poisson Ratio	Shear Modulus G <sub>i</sub> (GPa)	
												Lat 10 <sup>-6</sup>	Long 10 <sup>-6</sup>	Tangent E <sub>t</sub>	Average E <sub>av</sub>	Secant E <sub>s</sub>			
ตาก	Granito	GNT-Uni1	54.40	96.23	0.644	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.24 × 10 <sup>-4</sup>	2880.92	297.5	128.06	126.01	-	-	-	-	-	-	-	
		GNT-Uni2	54.35	96.08	0.642	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.23 × 10 <sup>-4</sup>	2881.75	159.5	68.78	67.67	218.40	-884.00	72.73	72.73	72.73	0.25	29.16	
	Pipatkorn	PKT-UNI1	54.30	96.13	0.644	2.31 × 10 <sup>-3</sup>	2.22 × 10 <sup>-4</sup>	2894.54	333.8	144.22	141.92	390.10	-1899.5	51.95	51.95	44.71	0.21	21.55	
		PKT-UNI2	54.70	106.15	0.668	2.35 × 10 <sup>-3</sup>	2.49 × 10 <sup>-4</sup>	2679.24	154.7	65.86	65.61	-	-	-	-	-	-	-	
	Sahaheng	SHG-UNI1	54.50	106.85	0.659	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.49 × 10 <sup>-4</sup>	2645.14	176.0	75.48	75.29	-	-	-	-	-	-	-	
		SHG-UNI2	54.60	107.10	0.661	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.51 × 10 <sup>-4</sup>	2637.28	196.9	84.14	83.93	-	-	-	-	-	-	-	
		SHG-UNI3	54.60	106.50	0.658	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.49 × 10 <sup>-4</sup>	2640.11	152.9	65.34	65.13	-	-	-	-	-	-	-	
		SHG-UNI4	54.70	110.00	0.683	2.35 × 10 <sup>-3</sup>	2.58 × 10 <sup>-4</sup>	2643.53	196.3	83.57	83.63	-	-	-	-	-	-	-	
	เพชรบูรณ์	กัลยา	GLY-UNI1	54.60	103.08	0.684	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.41 × 10 <sup>-4</sup>	2835.62	137.6	58.80	58.37	120.80	-417.60	139.17	139.17	145.40	0.29	53.97
			GLY-UNI2	54.60	104.83	0.694	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.45 × 10 <sup>-4</sup>	2829.04	180.2	77.00	76.60	-	-	-	-	-	-	-
GLY-UNI3			54.50	110.80	0.732	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.58 × 10 <sup>-4</sup>	2833.41	110.8	47.52	47.62	-	-	-	-	-	-	-	
Siam Green		SYG-UNI1	54.90	107.58	0.709	2.37 × 10 <sup>-3</sup>	2.55 × 10 <sup>-4</sup>	2785.61	132.4	55.96	55.82	-	-	-	-	-	-	-	
		SYG-UNI1	54.80	113.00	0.745	2.36 × 10 <sup>-3</sup>	2.66 × 10 <sup>-4</sup>	2796.71	110.4	46.83	47.01	-	-	-	-	-	-	-	

ตารางที่ 6.8 ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว และค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร

จากผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิตในเขตภาคตะวันออก

Province	Mine Name	Sample Label	D <sub>avg</sub> (mm)	H <sub>avg</sub> (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )	Peak Load P (kN)	Compressive Stress C <sub>o</sub> (MPa)	Design Uniaxial C <sub>2:1</sub> (MPa)	Strain		Young modulus (GPa)			Poisson Ratio	Shear Modulus G <sub>i</sub> (GPa)
												Lat 10 <sup>-6</sup>	Long 10 <sup>-6</sup>	Tangent E <sub>t</sub>	Average E <sub>av</sub>	Secant E <sub>s</sub>		
ชลบุรี	Suwalee	SWL-Uni1	54.4	106.63	0.660	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.48 × 10 <sup>-4</sup>	2664.51	134	57.68	57.54	-	-	-	-	-	-	-
		SWL-Uni2	54.5	93.98	0.582	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.19 × 10 <sup>-4</sup>	2656.12	169.2	72.57	71.15	292.60	-	37.95	37.95	37.95	0.16	16.43
	Cholburi Jitpasert	CJC-Uni1	54.3	105.00	0.654	2.31 × 10 <sup>-3</sup>	2.43 × 10 <sup>-4</sup>	2691.03	130.6	56.43	56.18	-	-	-	-	-	-	-
		CJC-Uni2	54.4	104.05	0.653	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.42 × 10 <sup>-4</sup>	2696.53	125.3	53.84	53.53	-	-	-	-	-	-	-
	Hanson	HSN-Uni1	54.4	106.93	0.661	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.49 × 10 <sup>-4</sup>	2656.18	89.4	38.41	38.32	-	-	-	-	-	-	-
		HSN-Uni2	54.4	105.03	0.648	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.44 × 10 <sup>-4</sup>	2655.92	100.8	43.39	43.20	-	-	-	-	-	-	-
	Italian Thai	ITC-UNI1	54.5	106.66	0.665	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.49 × 10 <sup>-4</sup>	2673.91	146.9	63.00	62.83	-	-	-	-	-	-	-
		ITC-UNI2	54.6	108.08	0.664	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.53 × 10 <sup>-4</sup>	2625.35	135.6	57.94	57.87	-	-	-	-	-	-	-
		ITC-UNI3	54.6	104.70	0.648	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.45 × 10 <sup>-4</sup>	2644.68	200.2	85.55	85.09	-	-	-	-	-	-	-
	Taveesap Anan	TSA-UNI1	54.4	106.50	0.743	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.47 × 10 <sup>-4</sup>	3003.11	69.1	29.74	29.66	42.40	-103.90	348.19	348.19	226.54	0.41	123.64
		TSA-UNI2	54.5	112.43	0.781	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.62 × 10 <sup>-4</sup>	2979.38	87.2	37.40	37.54	-	-	-	-	-	-	-
		TSA-UNI3	54.8	110.20	0.78	2.36 × 10 <sup>-3</sup>	2.60 × 10 <sup>-4</sup>	3002.49	144.3	61.21	61.25	-	-	-	-	-	-	-
ระยอง	Thaworn	TWR-Uni1	54.3	107.00	0.662	2.31 × 10 <sup>-3</sup>	2.48 × 10 <sup>-4</sup>	2673.04	74.7	32.27	32.21	-	-	-	-	-	-	-
		TWR-Uni2	54.6	104.00	0.646	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.43 × 10 <sup>-4</sup>	2654.26	60.5	25.85	25.69	144.20	-803.50	33.09	33.09	33.40	0.18	14.03
	Italian Thai	ITD-Uni1	54.4	104.50	0.642	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.43 × 10 <sup>-4</sup>	2644.55	56.5	24.32	24.20	23.30	-324.40	72.99	72.99	75.10	0.07	34.05
		ITD-Uni2	54.5	110.33	0.683	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.57 × 10 <sup>-4</sup>	2655.12	93.3	40.01	40.07	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 6.9 ค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียวและค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร จาก  
ผลการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิต ในเขตภาคกลางและภาคอื่น

Province	Mine Name	Sample Label	D <sub>avg</sub> (mm)	H <sub>avg</sub> (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )	Peak Load P (kN)	Compressive Stress C <sub>o</sub> (MPa)	Design Uniaxial C <sub>2:1</sub> (MPa)	Strain		Young modulus (GPa)			Poisson Ratio	Shear Modulus G <sub>t</sub> (GPa)
												Lat 10 <sup>-6</sup>	Long 10 <sup>-6</sup>	Tangent E <sub>t</sub>	Average E <sub>av</sub>	Secant E <sub>s</sub>		
กาญจนบุรี	Silasom boonsap	SSK-Uni1	54.4	95.28	0.5874	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.21 × 10 <sup>-4</sup>	2653.78	186.7	80.37	78.97	-	-	-	-	-	-	-
		SSK-Uni2	54.4	94.925	0.583	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.21 × 10 <sup>-4</sup>	2643.75	233.7	100.60	98.80	426.10	-1992.80	60.61	60.61	57.69	0.21	24.97
ฉะเชิงเทรา	Theera	ASG-Uni1	54.5	101.93	0.647	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.38 × 10 <sup>-4</sup>	2722.46	131.7	56.48	56.00	-	-	-	-	-	-	-
		ASG-Uni2	54.45	101.65	0.647	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.37 × 10 <sup>-4</sup>	2734.84	140.5	60.37	59.84	-	-	-	-	-	-	-
	Ake Panis	AKE-Uni1	54.4	96.9	0.6	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.25 × 10 <sup>-4</sup>	2665.39	104.7	45.07	44.39	125.10	-534.20	94.83	94.83	137.50	0.23	38.42
		AKE-Uni2	54.5	95.875	0.602	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.24 × 10 <sup>-4</sup>	2692.95	125.6	53.87	52.96	-	-	-	-	-	-	-
ราชบุรี	ว. ราชบุรี	Wor-UNI1	54.5	109.75	0.685	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.56 × 10 <sup>-4</sup>	2676.85	151.3	64.89	64.95	118.70	-714.40	93.10	93.10	93.10	0.17	39.92
		Wor-UNI2	54.9	108.98	0.678	2.37 × 10 <sup>-3</sup>	2.58 × 10 <sup>-4</sup>	2629.59	107.8	45.56	45.52	-	-	-	-	-	-	-
	สวนผึ้ง	RAW-UNI1	54.6	110.15	0.685	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.58 × 10 <sup>-4</sup>	2657.36	97.5	41.66	41.71	-	-	-	-	-	-	-
		RAW-UNI2	54.5	106.25	0.665	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.48 × 10 <sup>-4</sup>	2684.29	61.9	26.55	26.46	-	-	-	-	-	-	-
	Asia Marble	ASM-UNI1	54.6	103.93	0.648	2.34 × 10 <sup>-3</sup>	2.43 × 10 <sup>-4</sup>	2664.40	86.2	36.83	36.60	-	-	-	-	-	-	-
		ASM-UNI2	54.5	110.93	0.694	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.59 × 10 <sup>-4</sup>	2683.29	127.1	54.51	54.63	-	-	-	-	-	-	-
ประจวบ คีรีขันธ์	สหศิลา บางสะพาน	BSP-UNI1	54.35	106.7	0.668	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.47 × 10 <sup>-4</sup>	2699.87	76.5	32.99	32.91	621.20	-1515.80	32.64	32.64	45.47	0.41	11.57
		BSP-UNI2	54.5	104.88	0.654	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.45 × 10 <sup>-4</sup>	2674.50	159	68.19	67.86	-	-	-	-	-	-	-
	ลานนา	LNN-UNI1	54.4	98.3	0.617	2.32 × 10 <sup>-3</sup>	2.28 × 10 <sup>-4</sup>	2701.87	87.2	37.54	37.04	112.40	-691.10	53.30	53.30	53.30	0.16	22.92
		LNN-UNI2	54.5	106	0.652	2.33 × 10 <sup>-3</sup>	2.47 × 10 <sup>-4</sup>	2638.03	116.5	49.96	49.79	-	-	-	-	-	-	-

#### 6.2.4 ผลลัพธ์ค่าความคงทนต่อการสึกหรอ

การทดสอบเพื่อหาค่าของ AAV มีผลลัพธ์ของการทดสอบตัวอย่างหินหลายบริเวณ ตารางที่ 6.10 ถึง 6.12 แบ่งค่าการทดสอบที่เป็นค่าความคงทนของหินแกรนิตตามแต่ละภูมิภาคที่เก็บตัวอย่างหินได้แก่ เขมืองแกรนิตในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียง และภาคกลางกับภาคอื่น

#### 6.2.5 ผลลัพธ์ค่าความคงทนต่อการกระแทก

การทดสอบเพื่อหาค่าของ AIV มีผลลัพธ์ของการทดสอบตัวอย่างหินหลายบริเวณ ตารางที่ 6.13 ถึง 6.15 ในหน้าถัดไป แบ่งค่าการทดสอบที่เป็นค่าความคงทนต่อการกระแทกของหินแกรนิตตามแต่ละภูมิภาค

#### 6.2.6 ผลลัพธ์ค่าความต้านทานต่อการเลื่อนไถล

การทดสอบเพื่อหาค่าของ PSV มีผลลัพธ์ของการทดสอบตัวอย่างหินค่อนข้างน้อย เนื่องจากใช้เครื่องมือทดสอบจากห้องปฏิบัติการนอกมหาวิทยาลัย และกระบวนการเก็บตัวอย่างใช้หินมวลรวมปริมาณค่อนข้างมาก ค่าผลลัพธ์แสดงไว้ในตารางที่ 6.16 ถึง 6.17

#### 6.2.7 ผลลัพธ์ค่าความเค้นดึง

การทดสอบค่าความเค้นดึงแบบ Brazilian test มีการแสดงค่าไว้ในตารางที่ 6.18 ถึง 6.20 แยกตามภูมิภาค ทั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์เชิงกำลังวัสดุ กับการทดลองชนิดอื่น เช่นทดสอบหาค่ากำลังวัสดุเป็นจุด หรือการทดสอบหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว

#### 6.2.8 ผลลัพธ์ค่าความเค้นเฉือนและค่าสัมประสิทธิ์อื่น

การทดสอบค่าความเค้นเฉือนโดยการใช้เครื่อง direct shear ค่ามีการแสดงค่าไว้ในตารางที่ 6.21 ถึง 6.23 แยกตามภูมิภาค ทั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์เชิงกำลังวัสดุเฉือน กับค่าผลลัพธ์เชิงกำลังวัสดุนิดอื่น และยังเป็น การหาค่าคุณสมบัติพื้นฐานของมวลหินแกรนิตแสดงที่เป็นค่าสัมประสิทธิ์เชิงกำลังวัสดุ เช่น ค่าโคฮีชันของการยึดเกาะระหว่างผลึกแร่ในเนื้อหินกับค่ามุมเสียดทานภายในของมวลหินแกรนิต

ตารางที่ 6.10 ค่า AAV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการสึกหรอ  
ของหินแกรนิตในเขตภาคเหนือ

Province	Mine Name	Samples	Grade	W <sub>i</sub> A	W <sub>100</sub>	W <sub>500</sub> B	Percent of Wear	Uniformity Factor
ตาก	Pipatkorn	PKT-La1	B	5.011	4.841	4.182	16.54	0.21
	Thai Eng. Granite	TEG-La1	A	4.993	4.833	4.119	17.50	0.18
	Granito	GNT-La1	A	5.034	4.912	4.435	11.90	0.20
	Teprathan	TPT-La1	B	5.000	4.842	4.104	17.92	0.18
	Sermas	SMT-La1	A	5.059	4.864	4.082	19.31	0.20

ตารางที่ 6.11 ค่า AAV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการสึกหรอของ  
หินแกรนิตในเขตภาคตะวันออก

Province	Mine Name	Samples	Grade	W <sub>i</sub> A	W <sub>100</sub>	W <sub>500</sub> B	Percent of Wear	Uniformity Factor	
ชลบุรี	Hanson	HSC-La1	B	5.002	4.710	3.605	27.93	0.21	
		HSC-La2	B	5.000	4.732	3.614	27.72	0.19	
		Average					27.82	0.20	
	Cholburi Jitpasert	CJC-La1	B	5.000	4.740	3.760	24.80	0.21	
		CJC-La2	B	5.000	4.740	3.780	24.40	0.21	
		Average					24.60	0.21	
	Italian-Thai Chon	ITC-LA1	B	5.001	4.815	4.049	19.04	0.20	
		ITC-LA2	B	5.003	4.808	4.002	20.01	0.19	
		Average					19.52	0.20	
	Taveesap Anan	TSV-LA1	D	5.000	4.600	3.480	30.40	0.26	
		TSV-LA2	D	5.001	4.594	3.422	31.57	0.26	
		Average					30.99	0.26	
	ระยอง	Thaworn	TWR-La1	B	4.999	4.609	3.201	35.97	0.22
			TWR-La2	B	4.998	4.610	3.210	35.77	0.22
			Average					35.87	0.22
Italian Thai		ITR-La1	B	5.000	4.667	3.362	32.76	0.20	
		ITR-La2	B	4.998	4.670	3.372	32.53	0.20	
		Average					32.65	0.20	

ตารางที่ 6.12 ค่า AAV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการสึกหรอของ  
หินแกรนิตในเขตภาคกลางและภาคอื่น

Province	Mine Name	Samples	Grade	$W_i$ A	$W_{100}$	$W_{500}$ B	Percent of Wear	Uniformity Factor
กาญจนบุรี	Sila Somboonsap	SSK-La1	A	5.043	4.868	4.178	17.15	0.20
ฉะเชิงเทรา	Ake Panis	APR-La1	B	5.004	4.749	3.761	24.84	0.21
		APR-La2	B	4.996	4.738	3.761	24.72	0.21
		Average					24.78	0.21
ประจวบ คีรีขันธ์	Saha Sila Bangsapan	SSB-LA1	B	5.007	4.713	3.579	28.52	0.21
		SSB-LA2	B	5.000	4.725	3.628	27.44	0.20
		Average					27.98	0.20

ตารางที่ 6.13 ค่า AIV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการกระแทกของ  
หินแกรนิตในเขตภาคเหนือ

Province	Mine Name	Samples	C (g)	C-D (g)	D (g)	Percent fines
ตาก	Pipatkorn	PKT-A1	677.1	57.5	619.6	8.49
		PKT-A2	693.7	52.9	640.8	7.63
		Average	685.4	55.2	630.2	8.06
	Teprathan	TPT-A1	685.9	52.9	633.0	7.71
		TPT-A2	622.7	60.8	561.9	9.76
		Average	654.3	56.9	597.5	8.74



ตารางที่ 6.14 ค่า AIV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการกระแทกของ  
หินแกรนิตในเขตภาคตะวันออก

Province	Mine Name	Samples	C (g)	C-D (g)	D (g)	Percent fines
ชลบุรี	Cholburi Jitpasert	CJC-A1	669.4	93.2	576.2	13.92
		CJC-A2	667.4	80.4	587	12.05
		Average	668.4	86.8	581.6	12.98
	Hanson	HSC-A1	649.5	100.4	549.1	15.46
		HSC-A2	672.1	103.3	568.8	15.37
		Average	660.8	101.9	559.0	15.41
	Taveesap Anan	TSA-A1	734.0	133.0	601.0	18.12
		TSA-A2	760.0	150.0	610.0	19.74
		Average	747	141.5	605.5	18.93
	Italian Thai	ITC-A1	692.0	52.0	640.0	7.51
		ITC-A2	739.0	62.0	677.0	8.39
		Average	715.5	57.0	658.5	7.95
ระยอง	Thaworn	TWR-A1	643.4	119.4	524	18.56
		TWR-A2	645.5	119.0	526.5	18.44
		Average	644.45	119.2	525.3	18.50
	Italian Thai	ITR-A1	647.5	112.8	534.7	17.42
		ITR-A2	652.4	120.6	531.8	18.49
		Average	649.95	116.7	533.3	17.95

ตารางที่ 6.15 ค่า AIV ที่เป็นค่าความคงทนต่อการกระแทกของ  
หินแกรนิตในเขตภาคกลางกับภาคอื่น

Province	Mine Name	Samples	C (g)	C-D (g)	D (g)	Percent fines
กาญจนบุรี	Silasomboonsap	SSK-A1	650.6	42.6	608.0	6.55
		SSK-A2	708.6	43.8	664.8	6.18
		Average	679.6	43.2	636.4	6.36
ฉะเชิงเทรา	Ake Panis	APR-A1	622.4	73.6	548.8	11.83
		APR-A2	631.7	59.3	572.4	9.39
		Average	627.05	66.5	560.6	10.61
ประจวบคีรีขันธ์	Saha Sila Bangsapan	SSB-A1	717	102.0	615.0	14.23
		SSB-A1	735	89.0	646.0	12.11
		Average	726	95.5	630.5	13.17

ตารางที่ 6.16 ค่า PSV ที่เป็นค่าความต้านทานต่อการเลื่อนไถล  
ของหินแกรนิตในเขตภาคเหนือ

Province	Mine Name	Samples	PSV อ่านได้					PSV (เฉลี่ย 3 ครั้ง หลัง)	PSV <sub>avg</sub>
			1	2	3	4	5		
ตาก	Pitakorn	1	51	50	50	50	50	50.00	50.33
		2	50	50	50	50	50	50.00	
		3	53	51	50	50	50	50.00	
		4	52	52	52	51	51	51.33	

ตารางที่ 6.17 ค่า PSV ที่เป็นค่าความต้านทานต่อการเลื่อนไถล  
ของหินแกรนิตในเขตภาคตะวันออก

Province	Mine Name	Samples	PSV อ่านได้					PSV (เฉลี่ย 3 ครั้งหลัง)	PSV <sub>avg</sub>
			1	2	3	4	5		
Chol Buri	Hanson	1	52	51	51	51	51	51.00	50.75
		2	52	51	51	51	51	51.00	
		3	50	50	50	50	50	50.00	
		4	51	51	51	51	51	51.00	
Chol Buri	Italian-Thai Chon Buri	1	52	52	51	51	51	51.00	50.00
		2	52	51	50	50	49	49.67	
		3	51	50	50	49	49	49.33	
		4	50	50	50	50	50	50.00	

ตารางที่ 6.18 ค่ากำลังวัสดุดึงของหินแกรนิตในเขตภาคเหนือ

Province	Mine Name	Samples	Diameter, D (mm)	$L_{avg}$ (mm)	L/D	Peak Load, $F_c$ (kN)	Tensile Stress, $T_o$ (MPa)	$T_{median}$
ตาก	Granito	GNT-B1	54.60	22.17	0.41	19.40	10.20	10.61
		GNT-B2	54.40	26.07	0.48	21.60	9.70	
		GNT-B3	54.30	26.20	0.48	24.60	11.01	
		GNT-B4	54.60	25.33	0.46	26.70	12.29	
	Pipatkorn	PKT-B1	54.60	28.27	0.52	18.30	7.55	8.07
		PKT-B2	54.30	28.33	0.52	24.10	9.97	
		PKT-B3	54.50	29.67	0.54	17.90	7.05	
		PKT-B4	54.00	27.03	0.50	18.50	8.07	
		PKT-B5	53.80	27.30	0.51	19.30	8.37	
	Sahaheng	SHG-B1	54.10	32.50	0.60	19.80	7.17	6.51
		SHG-B2	54.00	29.20	0.54	20.50	8.28	
		SHG-B3	54.50	30.63	0.56	14.80	5.64	
		SHG-B4	54.50	28.03	0.51	14.20	5.92	
		SHG-B5	54.30	26.47	0.49	16.20	7.18	
SHG-B6		54.20	28.63	0.53	14.90	6.11		
SHG-B7		54.10	26.77	0.49	14.80	6.51		
เพชรบูรณ์	กัลยา	KLY-BZ1	53.80	26.50	0.49	14.20	6.34	7.48
		KLY-BZ2	54.00	29.33	0.54	15.30	6.15	
		KLY-BZ3	54.00	26.13	0.48	18.50	8.35	
		KLY-BZ4	53.90	31.20	0.58	20.00	7.57	
		KLY-BZ5	54.00	30.03	0.56	18.80	7.38	
		KLY-BZ6	53.80	30.60	0.57	19.80	7.66	
	Siam Green	SGG-BZ1	54.20	28.87	0.53	15.80	6.43	6.76
		SGG-BZ2	54.40	28.83	0.53	17.00	6.90	
		SGG-BZ3	54.50	29.10	0.53	16.50	6.62	
		SGG-BZ4	54.30	27.20	0.50	17.60	7.59	
		SGG-BZ5	54.20	28.37	0.52	21.20	8.78	
		SGG-BZ6	54.40	29.77	0.55	14.80	5.82	

ตารางที่ 6.19 ค่ากำลังวัสดุดึงของหินแกรนิตในเขตภาคตะวันออก

Province	Mine Name	Samples	Diameter, D (mm)	$L_{avg}$ (mm)	L/D	Peak Load, $F_c$ (kN)	Tensile Stress, $T_c$ (MPa)	$T_{median}$
ชลบุรี	Suwalee	SWL-BZ1	54.40	27.17	0.50	17.70	7.62	5.78
		SWL-BZ2	54.50	29.17	0.54	11.80	4.73	
		SWL-BZ3	54.50	27.50	0.50	19.80	8.41	
		SWL-BZ4	54.60	29.07	0.53	14.90	5.98	
		SWL-BZ5	54.60	29.67	0.54	12.80	5.03	
		SWL-BZ6	54.40	27.67	0.51	13.20	5.58	
	Cholburi Jitpasert	CJC-BZ1	54.60	25.40	0.47	18.80	8.63	8.39
		CJC-BZ2	54.40	30.27	0.56	17.40	6.73	
		CJC-BZ3	54.50	27.83	0.51	20.00	8.39	
		CJC-BZ4	54.50	26.17	0.48	19.20	8.57	
		CJC-BZ5	54.40	29.67	0.55	15.80	6.23	
	Hanson	HSN-BZ1	54.50	26.67	0.49	16.20	7.10	7.10
		HSN-BZ2	54.40	28.00	0.51	11.00	4.60	
		HSN-BZ3	54.60	29.00	0.53	15.90	6.39	
		HSN-BZ4	54.50	26.17	0.48	19.10	8.53	
		HSN-BZ5	54.20	27.03	0.50	19.30	8.39	
	Italian Thai	ITC-BZ1	54.00	25.93	0.48	15.00	6.82	7.86
		ITC-BZ2	54.20	27.00	0.50	17.20	7.48	
		ITC-BZ3	54.10	26.23	0.48	18.50	8.30	
		ITC-BZ4	54.10	28.77	0.53	15.20	6.22	
		ITC-BZ5	54.20	30.70	0.57	25.00	9.56	
		ITC-BZ6	54.00	31.73	0.59	22.20	8.25	
	Taveesap	TSA-BZ1	54.30	29.53	0.54	15.00	5.95	5.95
		TSA-BZ2	54.40	25.90	0.48	13.40	6.05	
TSA-BZ3		54.30	27.07	0.50	13.20	5.72		
TSA-BZ4		54.20	28.47	0.53	11.00	4.54		
TSA-BZ5		54.20	18.40	0.34	10.00	6.38		
TSA-BZ6		54.40	25.97	0.48	13.20	5.95		
ระยอง	Thaworn	TWR-B1	54.40	28.03	0.52	4.20	1.75	5.65
		TWR-B2	53.90	32.23	0.60	15.80	5.79	
		TWR-B3	53.90	28.33	0.53	14.20	5.92	
		TWR-B4	54.00	26.90	0.50	12.80	5.61	
		TWR-B5	54.40	27.57	0.51	13.30	5.65	

ตารางที่ 6.20 ค่ากำลังวัสดุคิ่งของหินแกรนิตในเขตภาคกลางและภาคอื่น

Province	Mine Name	Samples	Diameter, D (mm)	$L_{avg}$ (mm)	L/D	Peak Load, $F_c$ (kN)	Tensile Stress, $T_c$ (MPa)	$T_{median}$
ฉะเชิงเทรา	Theera	ASG-BZ1	54.50	28.03	0.51	17.30	7.21	7.21
		ASG-BZ2	54.40	32.50	0.60	24.50	8.82	
		ASG-BZ3	54.50	30.43	0.56	14.80	5.68	
		ASG-BZ4	54.40	30.33	0.56	18.80	7.25	
		ASG-BZ5	54.60	30.77	0.56	16.20	6.14	
	Ake Panis	AKE-BZ1	54.50	30.03	0.55	12.00	4.67	6.86
		AKE-BZ2	54.50	28.07	0.51	18.00	7.49	
		AKE-BZ3	54.40	28.20	0.52	19.10	7.93	
		AKE-BZ4	54.60	28.50	0.52	17.40	7.12	
		AKE-BZ5	54.40	30.17	0.55	17.00	6.59	
		AKE-BZ6	54.50	26.73	0.49	11.20	4.89	
	ราชบุรี	ว. ราชบุรี	WOR-BZ1	54.20	31.07	0.57	13.00	4.92
WOR-BZ2			54.00	34.13	0.63	19.50	6.74	
WOR-BZ3			54.00	34.00	0.63	12.40	4.30	
WOR-BZ4			54.20	34.10	0.63	20.20	6.96	
WOR-BZ5			53.50	24.27	0.45	4.40	2.16	
WOR-BZ6			53.50	25.13	0.47	22.00	10.42	
ประจวบ คีรีขันธ์	สหศิลาบาง สะพาน	BSP-BZ1	54.40	27.90	0.51	14.90	6.25	6.29
		BSP-BZ2	54.50	28.90	0.53	16.30	6.59	
		BSP-BZ3	54.30	26.10	0.48	14.00	6.29	
		BSP-BZ4	54.00	28.60	0.53	12.50	5.15	
		BSP-BZ5	53.70	28.37	0.53	15.10	6.31	
		BSP-BZ6	54.30	26.53	0.49	9.20	4.07	
		BSP-BZ7	53.70	32.03	0.60	17.00	6.29	
	ลานนา	LNN-BZ1	54.10	24.83	0.46	19.20	9.10	5.96
		LNN-BZ2	54.40	30.23	0.56	15.50	6.00	
		LNN-BZ3	54.60	32.27	0.59	16.50	5.96	
LNN-BZ4		53.70	28.17	0.52	16.50	6.94		
LNN-BZ5		53.70	27.00	0.50	13.40	5.88		

ตารางที่ 6.21 ค่ากำลังวัสดุเฉือนและสัมประสิทธิ์อื่นของหินแกรนิตในเขตภาคเหนือ

Province	Mine Name	Diameter		Area (cm <sup>2</sup> )	Nor. Force (kN)	Nor. Stress (MPa)	Shear Force (kN)	Shear Stress (MPa)	Cohesion $c_u$ (MPa)	Friction Angle $\phi_u$ (degrees)	Average Shear Strength (MPa)
		a (cm)	b (cm)								
ตาก	พิพัฒน์กร	5.41	7.70	22.29	12	5.38	14	6.28	1.97	39.98	4.60
					10	4.49	13	5.83			
					4	1.79	9	4.04			
					2	0.90	5	2.24			
ตาก	เทพประทาน	5.38	5.90	16.98	12	7.07	18	10.60	0.28	54.73	7.36
					10	5.89	14	8.24			
					7	4.12	10	5.89			
					5	2.94	8	4.71			
เพชรบูรณ์	Kallaya	5.50	5.45	16.04	15	9.35	13.5	8.42	0.47	41.82	6.05
					12	7.48	12.5	7.79			
					8	4.99	7.8	4.86			
					5	3.12	5	3.12			
เพชรบูรณ์	Siam Green Granite	5.65	5.35	16.17	12	7.42	17	10.51	1.49	51.00	8.36
					10	6.18	15.2	9.40			
					8	4.95	12.1	7.48			
					6	3.71	9.8	6.06			

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.22 ค่ากำลังวัสดุเฉือนและสัมประสิทธิ์อื่นของหินแกรนิตในเขตภาคตะวันออก

Province	Mine Name	Diameter		Area (cm <sup>2</sup> )	Nor. Force (kN)	Nor. Stress (MPa)	Shear Force (kN)	Shear Stress (MPa)	Cohesion $c_u$ (MPa)	Friction Angle $\phi_u$ (degrees)	Average Shear Strength (MPa)
		a (cm)	b (cm)								
ชลบุรี	Hanson (Thailand)	5.50	6.15	18.10	10	5.53	12	6.63	0.32	48.55	4.08
					7	3.87	8.5	4.70			
					5	2.76	6	3.32			
					2	1.11	3	1.66			
ชลบุรี	Italian Thai Chon Buri	5.62	4.90	14.73	10	6.79	12.80	8.69	0.44	50.82	5.86
					8	5.43	10.50	7.13			
					6	4.07	8.20	5.57			
					2	1.36	3.00	2.04			
ชลบุรี	Taveesap Anan	5.55	5.36	15.92	8	5.03	8.8	5.53	0.05	47.83	4.16
					7.2	4.52	8.1	5.09			
					6	3.77	6.8	4.27			
					2.5	1.57	2.8	1.76			
ระยอง	Italian-Thai Development (Thailand)	5.40	7.85	22.68	10	4.41	12	5.29	0.16	48.75	3.31
					7	3.09	8	3.53			
					5	2.20	6	2.65			
					3	1.32	4	1.76			

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.23 ค่ากำลังวัสดุเฉือนและสัมประสิทธิ์อื่นของหินแกรนิตในเขตภาคกลางและภาคอื่น

Province	Mine Name	Diameter		Area (cm <sup>2</sup> )	Nor. Force (kN)	Nor. Stress (MPa)	Shear Force (kN)	Shear Stress (MPa)	Cohesion $c_u$ (MPa)	Friction Angle $\phi_u$ (degrees)	Average Shear Strength (MPa)
		a (cm)	b (cm)								
ประจวบ คีรีขันธ์	Saha Sila Bangsapan	5.43	5.43	15.77	12	7.61	12	7.61	1.60	37.92	5.94
					10	6.34	10	6.34			
					7.2	4.56	8.5	5.39			
					6	3.80	7	4.44			
ราชบุรี	W. Rach Buri	4.65	5.55	13.81	10	7.24	8.2	5.94	2.04	30.54	4.86
					7.8	5.65	7.8	5.65			
					5.5	3.98	6.8	4.93			
					3	2.17	4	2.90			
กาญจนบุรี	ศิลา สมบูรณ์ ทรัพย์	5.45	6.15	17.93	12	6.69	16	8.92	0.31	52.62	6.69
					10	5.58	14	7.81			
					8	4.46	11	6.13			
					5	2.79	7	3.90			
ฉะเชิงเทรา	เอกพานิชย์ ระยอง	5.40	5.40	15.60	10	6.41	14	8.97	1.24	51.16	6.41
					8	5.13	12	7.69			
					5	3.21	9	5.77			
					3	1.92	5	3.21			

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### 6.3 ผลลัพธ์ของการตรวจสอบเชิงวิทยาแร่

การตรวจสอบแร่ประกอบหินในแกรนิต มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบแร่หลักในหินโดยใช้คุณสมบัติทางแสงของแร่ และการหาปริมาณหรือค่าเปอร์เซ็นต์แร่หรือสารมลทินในหินแกรนิตที่อาจมีผลกระทบในขณะที่น่ามาใช้ในงานก่อสร้างถนนหรืองานคอนกรีต

ตัวอย่างจากภาคสนามมีการคัดเลือกเพื่อส่งไปตรวจสอบเชิงวิทยาแร่ที่ กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี เริ่มต้นการตรวจสอบด้วยเครื่อง Geiger counter เพื่อนับปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีที่อาจจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย และทำการเตรียมตัวอย่างแร่ให้เป็นแผ่นบาง (thin section) จากนั้นนำมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดโพลาไรซ์ เพื่อหาคุณสมบัติเชิงทัศนศาสตร์หรือทางแสง (optical properties) เพื่อตรวจหาแร่ที่ไม่มีรูปผลึกอยู่ในสภาพเป็นอสัณฐาน (amorphous) หรือตรวจหาแร่ผลึกเล็กละเอียดเกินไปจนอาจเป็นอันตรายในส่วนผสมได้ เมื่อนำหินแกรนิตไปบดคย่อยเป็นหินมวลรวม (aggregate) ในงานก่อสร้าง

ค่าที่ได้จากการตรวจสอบเชิงวิทยาแร่ของหินแกรนิต มีการระบุไว้เป็นตารางตามประเภทของการตรวจสอบ ผลลัพธ์การตรวจสอบแยกตารางย่อยตามแหล่งหินในแต่ละภูมิภาค ได้แก่ แหล่งหินภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคกลางกับภาคอื่น ตามลำดับ

#### 6.3.1 ผลลัพธ์ค่าปริมาณสารกัมมันตภาพรังสี

การตรวจสอบใช้วิธีนำตัวอย่างก้อนขนาด 3-5 ซม. มาตรวจวัดด้วยเครื่อง Geiger counter ซึ่งจะมีการตั้งค่า background ที่เป็นค่าตัวเลขการนับขั้นต่ำไว้ที่ค่า 50 counts/second แล้วอ่านค่าปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีโดยรวมในตัวอย่างหินแกรนิตของแต่ละเหมือง (ปกติใช้ 2 ตัวอย่างต่อเหมือง) เพื่อบันทึกลงในตาราง

ตารางที่ 6.24 เป็นตารางแร่หายาก (rare earth) และเป็นแร่ที่พบสารกัมมันตภาพรังสีบ่อย ได้แก่ แร่โมนาไซต์ (monazite) แร่โคลัมไบต์ (columbite) กับแร่ซามาร์สไกต์ (samarskite) แร่ทั้ง 3 ชนิด มีค่าปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีต่ำสุดที่ 75 counts/second และสูงสุดที่ 150 counts/second แต่ขังนับว่าไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ ส่วนผลการตรวจตัวอย่างหินแกรนิตทุกภาคในประเทศไทยเพื่อหาปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีใน ทีมงานวิจัยส่งไปตรวจสอบทั้งหมด 35 ตัวอย่าง มีปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีในหินแกรนิตต่ำสุดที่ 50 counts/second และมีค่าสูงสุดที่ 70 counts/second ค่าพิสัยของสารกัมมันตภาพรังสีส่วนใหญ่ระหว่าง 55-65 counts/second นับ

ได้ว่าต่ำกว่าปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีของแร่หายากในตารางที่ 6.24 ในการทำงานเกี่ยวกับหินแกรนิตจะไม่มีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์

ตารางที่ 6.24 ปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในแร่หายากที่ใช้เป็นแร่หลักในการอ้างอิง

แร่	Minerals	Counts/sec	ผลกระทบต่อมนุษย์
โมนาไซต์	Monazite	150	ไม่มีอันตราย
โคลัมไบต์	Columbite	75-150	ไม่มีอันตราย
ซามาร์สไกต์	Samarskite	100-125	ไม่มีอันตราย

### 6.3.2 ผลลัพธ์การตรวจสอบหินด้วยกล้องจุลทรรศน์

การตรวจสอบใช้วิธีนำหินตัวอย่างมาตัดเป็นแท่งกระบอกหรือก้อนเหลี่ยม มาตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมแบนเล็ก (slab) ขนาดประมาณ 2.5 ประมาณ 2.5 x 2.5 ซม. และความหนาประมาณ 0.5 ซม. ดังรูปที่ 6.11 ที่ใช้หินแกรนิตมาตัดให้ได้ขนาดเล็ก ก่อนนำไปตัดและฝนให้เป็นแผ่นบางจนได้ขนาด มาตรฐานคือความหนาเพียง 0.03 มม. เพื่อให้แสงสามารถผ่านขึ้นหินแผ่นบาง ก่อนที่จะติดกาวและปิดด้วยกระจกบนตัวอย่างหิน ก่อนนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดโพลาไรซ์



รูปที่ 6.11 ตัวอย่างหินแกรนิตที่ผ่านการตัดให้เป็นแผ่น slab แล้ว

การแสดงผลการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์มีการยกตัวอย่างมาทั้งหมด 6 รูป และพิมพ์บนกระดาษขนาด A3 รูปที่ 6.12-6.15 เป็นตัวอย่างการบรรยายหินแกรนิตปกติ (หมายถึงในการจำแนกด้วยกล้องจุลทรรศน์ยังเรียกเป็น granite) รูปที่ 6.12 เป็นตัวอย่างของหินเหมือนไทยวิศวกรรมแกรนิต ที่มีชื่อเฉพาะเป็น biotite granite และรูปที่ 6.13 เป็นตัวอย่างหินจังหวัดเดียวกันของเหมือนเทพประทาน ที่มีชื่อเฉพาะว่า granite ส่วนตัวอย่างหินในรูปที่ 6.14 มีโอกาสเป็นไปได้ที่จะเรียกเป็น granite (muscovite-biotite-granite) หรือเป็น gneiss (migmatitic granite) คือเหมือนชลบุรีจัดดี ประเสริฐ จังหวัดชลบุรี ส่วนรูปที่ 6.15 เป็นผลการตรวจสอบหินของเหมือนแกรนิตได้ จังหวัดตาก จังหวัดตากที่ระบุเป็นหินแกรนิต แต่เมื่อตรวจโดยกล้องจุลทรรศน์เรียกชื่อเฉพาะของหินว่า hornblende biotite granodiorite ตัวอย่างเพิ่มเติมของหินที่ถูกเรียกว่าแกรนิต แต่ผลการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ควรเรียกชื่อเป็นหินชนิดอื่นที่ไม่อยู่ในตระกูลแกรนิต เนื่องจากลักษณะเนื้อหินกับสีของหินแตกต่างจากหินแกรนิตปกติ ตัวอย่างหินที่ไม่อยู่ในตระกูลแกรนิต แสดงไว้ในรูปที่ 6.16 ของเหมือนสยามกรีนแกรนิต จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่หินมีชื่อเรียกเฉพาะว่า basaltic andesite และเหมือนอิตาเลียนไทยที่จังหวัดชลบุรี ไม่จัดอยู่ในตระกูลแกรนิต และหินมีชื่อเรียกเฉพาะเป็น biotite-granite gneiss (รูปที่ 6.17)

รูปที่ 6.12-6.17 (ใน 6 หน้าถัดไป) ภายในกรอบของแต่ละรูปมีการบรรยายลักษณะแรกกับการกำหนดชื่อเฉพาะของหิน และมีการแสดงภาพถ่ายที่เป็นผลจากตรวจสอบแร่แผ่นบาง (ขนาดความหนา 0.03 มม.) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ภาพถ่ายทางมุมล่างด้านซ้ายของแต่ละรูปเป็นการตรวจสอบแร่ปกติ ส่วนภาพถ่ายทางมุมล่างด้านขวาเป็นการ crossed polars (nicols) ทั้งนี้มีการกำหนดสัญลักษณ์หรือชื่อย่อของแร่ดังกล่าวไว้ตรงที่ปลายหัวลูกศรชี้ ตารางที่ 6.25 ระบุชื่อศัพท์แร่ที่ใช้สัญลักษณ์หรืออักษรย่อแทนในภาพถ่าย

ตารางที่ 6.25 สัญลักษณ์หรืออักษรย่อสำหรับการอธิบายชื่อแร่ในภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์

A = amphibole	B = biotite	C = chorite	I = iron oxide
KF = potash feldspar	H = hornblende	M = muscovite	P = pyroxene
PF = plagioclase feldspar	Q = quartz	SP = sphene	

ในส่วนของการประมาณแร่หลักในตัวอย่างหินของโครงการวิจัย ที่ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ มีการระบุไว้ในตารางที่ 6.26 ถึง 6.28 ค่าในตารางนอกจากแสดงปริมาณแร่หลัก ยังมี

การแสดงผลการตรวจหาแร่สัณฐานว่าปรากฏในตัวอย่างหรือไม่ ร่วมกับผลการตรวจวัดปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่นำเป็น counts/second ของทั้ง 35 ตัวอย่าง

ผลลัพธ์จากการตรวจสอบหินเพื่อหาปริมาณแร่หลัก กับลักษณะของเนื้อหินที่อาจมีการแปรเปลี่ยน (alteration) ยังไม่พบ ลักษณะหรือสิ่งที่ผิดปกติใด ๆ ที่จะสามารถระบุได้ว่า หินแกรนิตที่นำมาตรวจสอบมีผลกระทบเชิงวิทยาแร่สูง จนไม่สมควรนำไปใช้ในงานก่อสร้าง สรุปได้ว่าถ้าหากนำไปใช้แล้วจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ หรือไม่มีผลที่ทำให้โครงสร้างสิ่งก่อสร้างเกิดความเสียหายภายหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จได้



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## THIN SECTION DESCRIPTION

Specimen No : TGT.1

Locality : เหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิต ต.โป่งแดง อ.เมืองตาก จ.ตาก (แผนที่ระวาง 4843 II)

### Macroscopic Description

Color	Fresh color: pinkish gray	Weathered color :
Texture	Phaneritic, granular, composed of 60% feldspar, 30-35% quartz, 5-10% quartz	
Grain size	2.0-20.0 mm. (medium-coarse grained)	

### Microscopic Description

Mineral name	%	Average Size (mm.)	Shape, Habit, Zoning, Inclusion, Twinning, Strain Exsolution, Intergrowths, Reaction Effects, Detrital, Chemical, Authigenic, and Comments
<b>Essential Minerals</b>			
Quartz	20-25%	0.5-7.5 mm	Anhedral, clear, undulatory extinction
K-feldspar	35-40%	1.5-5.0 mm.	Subhedral, perthite, carlsbad twins, cloudy.
Plagioclase	30-35%	1.5-7.5 mm	Subhedral, albite twins.
Biotite	7-10%	0.5-2.5 mm.	Tabular with pleochroism from yellow to brown color.
<b>Accessory Minerals</b>			
Opaque mineral	1%	0.2-0.4 mm.	Anhedral, iron oxide
Sphene, Amphibole: hornblende	1-2%	0.2-0.4 mm.	Eubhedral-subhedral, high relief
<b>Alteration Minerals</b>			
Chlorite			Alteration from biotite
Sericite, kaolinite			Alteration from feldspar
File picture : 8859, 8860			

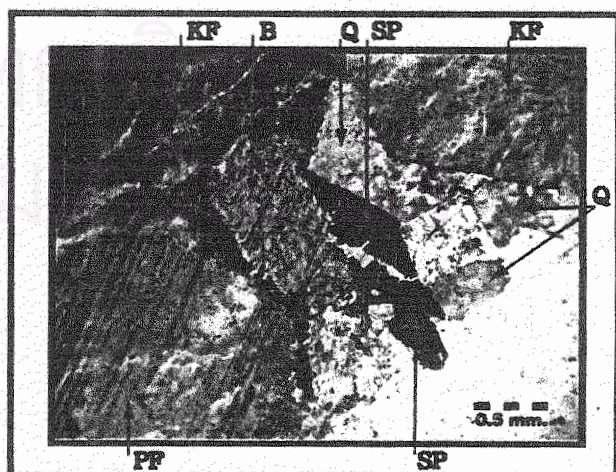
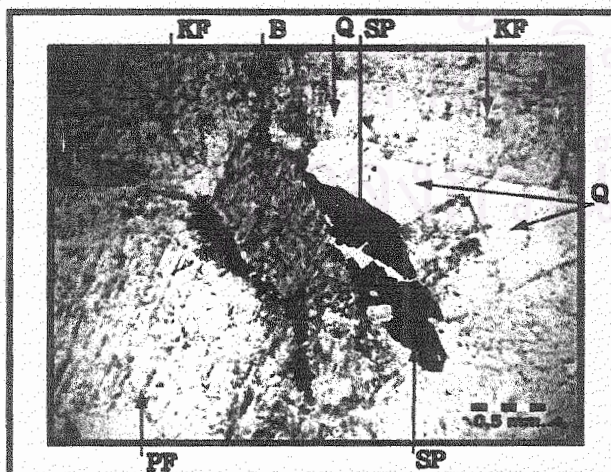
Crystallinity (phanerocrystalline, microcrystalline) : Phanerocrystalline

Average Grain Size (fine, medium, coarse) : fine-coarse grained

Granularity (porphyritic, porphyry, equigranular, inequigranular, porphyroblastic) : inequigranular

Texture : Holocrystalline hypidiomorphic granular texture

**Rock Classification: Biotite-granite**



Identified and described by Jongkonnee Khanmanee and Srisopa Maranate

รูปที่ 6.12 การบรรยายลักษณะหิน biotite granite เหมืองไทยวิศวกรรมแกรนิต จังหวัดตาก



## THIN SECTION DESCRIPTION

Specimen No : TPT.1

Locality : เขม็องเทพประทาน หมู่ที่ 6 ต.วังประจวบ อ.เมืองตาก อ.ตาก (แผนที่รหวาง 4842 I)

### Macroscopic Description

Color	Fresh color: pinkish gray	Weathered color :
Texture	Phaneritic, granular, composed of 70% feldspar, 25% quartz, 5% mafic minerals	
Grain size	2.0-8.0 mm. (medium-coarse grained)	

### Microscopic Description

Mineral name	%	Average Size (mm.)	Shape, Habit, Zoning, Inclusion, Twinning, Strain Exsolution, Intergrowths, Reaction Effects, Detrital, Chemical, Authigenic, and Comments
<b>Essential Minerals</b>			
Quartz	10-15%	0.5-3.0 mm.	Anhedral, clear, undulatory extinction
K-feldspar: orthoclase, microcline	40%	2.0-8.0 mm.	Subhedral, perthite, carlsbad and polysynthetic twins.
Plagioclase	35-40%	0.5-5.0 mm.	Subhedral, albite twins.
Biotite	5-10%	0.2-0.5 mm.	Tabular with pleochroism from yellow to brown color.
<b>Accessory Minerals</b>			
calcite			Occurred as vein.
<b>Alteration Minerals</b>			
Chlorite, iron oxide			Alteration from biotite
Sericite, kaolinite			Alteration from feldspar
Calcite veins			
File picture : 8835, 8836			

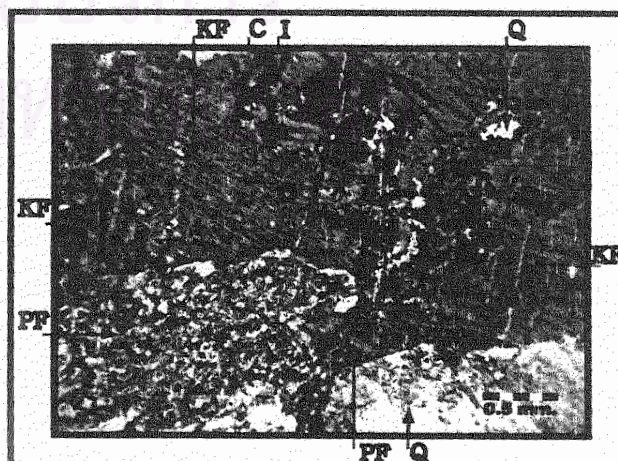
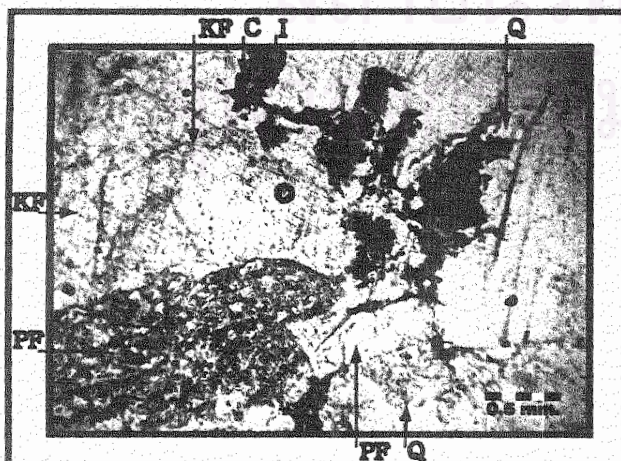
Crystallinity (phanerocrystalline, microcrystalline) : Phanerocrystalline

Average Grain Size (fine, medium, coarse) : medium-coarse grained

Granularity (porphyritic, porphyry, equigranular, inequigranular, porphyroblastic) : inequigranular

Texture : Holocrystalline hypidiomorphic granular texture, perthitic texture in K-feldspar.

**Rock Classification : Granite**



Identified and described by Jongkonnee Khanmanee and Srisopa Marinat

## THIN SECTION DESCRIPTION

**Specimen No : CJP.A**

**Locality : ขนบุรีจิตต์ประเสริฐ ต.หนองข้างคอก อ.เมือง จ.ชลบุรี**

### Macroscopic Description

Color	Fresh color : gray, white, and dark spots	Weathered color :
Texture	Phaneritic, granular-granoblastic with dark bands and veins	
Grain size	5.0-8.0 mm. (medium-coarse grained)	

### Microscopic Description

Mineral name	%	Average Size (mm.)	Shape, Habit, Zoning, Inclusion, Twinning, Strain Exsolution, Intergrowths, Reaction Effects, Detrital, Chemical, Authigenic, and Comments
<b>Essential Minerals</b>			
Quartz	25-30%	1.0-5.0 mm.	Anhedral, clear, some are strained show undulatory extinction
K-feldspar: orthoclase, microcline	25-30%	0.8-7.0 mm.	Subhedral, cloudy, perthite, partly altered to kaolinite
Plagioclase	15-20%	1.0-4.0 mm.	Subhedral, cloudy, albite twins, partly altered to sericite
Biotite	7-10%	0.1-1.0 mm.	Fibrous, oriented in direction
Muscovite	5-10%	0.1-0.5 mm.	Fibrous, oriented in direction
<b>Accessory Minerals</b>			
Opaque mineral		0.1-1.0 mm.	anhedral
<b>Alteration Minerals</b>			
Chlorite			altered from biotite
Sericite			altered from feldspar
Kaolinite			altered from feldspar
File picture : 9129, 9130			

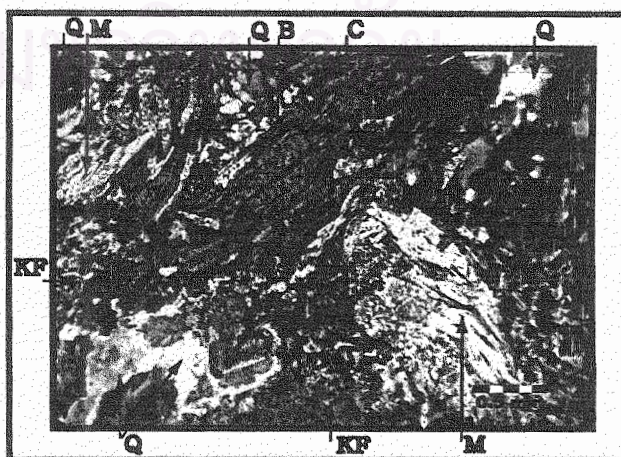
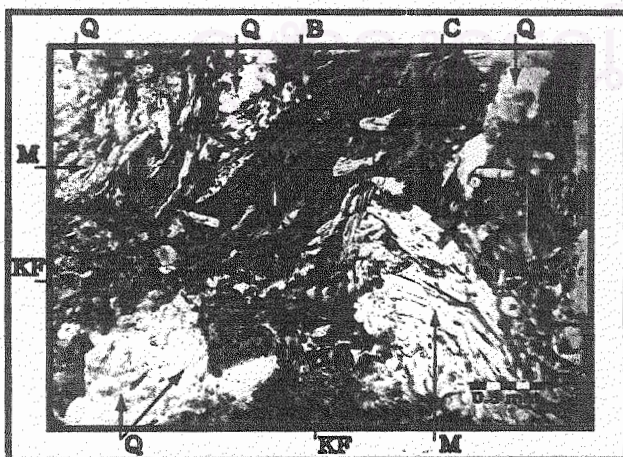
Crystallinity (phanerocrystalline, microcrystalline) : Phanerocrystalline

Average Grain Size (fine, medium, coarse) : fine-coarse grained

Granularity (porphyritic, porphyry, equigranular, inequigranular, porphyroblastic) : inequigranular

Texture : Gneissic, porphyroblastic texture, quartz and feldspar occurred as phenoblasts in groundmass of biotite, muscovite, quartz and feldspar.

**Rock Classification : Muscovite-biotite granite gneiss**



Identified and described by Jongkonnee Khanmanee and Srisopa Maranate





## THIN SECTION DESCRIPTION

Specimen No : SYG.2

Locality : บริษัท สยามกรีนแกรนิต ต.ลาดกอย อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์

### Macroscopic Description

Color	Fresh color: gray-medium purplish gray with dark lathes	Weathered color :
Texture	Phaneritic, granular ,composed of 60% feldspar, 35% mafic minerals 5-10 % quartz	
Grain size	1.0-10.0 mm. (medium-coarse grained)	

### Microscopic Description

Mineral name	%	Average Size (mm.)	Shape, Habit, Zoning, Inclusion, Twinning, Strain Exsolution, Intergrowths, Reaction Effects, Detrital, Chemical, Authigenic, and Comments
<b>Essential Minerals</b>			
Plagioclase	40	0.1-0.3	Subhedral, albite twins.lathed shaped.
K-feldspar: orthoclase	15	0.1-0.3	Subhedral, carlsbad twins, cloudy.
Pyroxene: augite	30	1.0-3.5	Subhedral, high relief, 2direction cleavage
Amphibole: actinolite-tremolite	10	0.5-2.0	Subhedral, fibrous, replaced pyroxene
Opaque mineral	5	0.2-0.5	Iron oxide
<b>Accessory Minerals</b>			
Quartz			Anhedral, clear, undulatory extinction
Biotite			Tabular with pleochroism from light brown to reddish brown .
<b>Alteration Minerals</b>			
Chlorite, serpentine			Alteration from pyroxene
Sericite, kaolinite			Alteration from feldspar
File picture : siamgreen3,4			

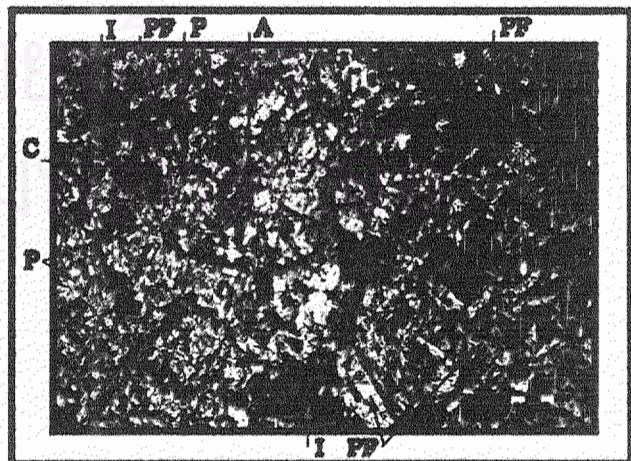
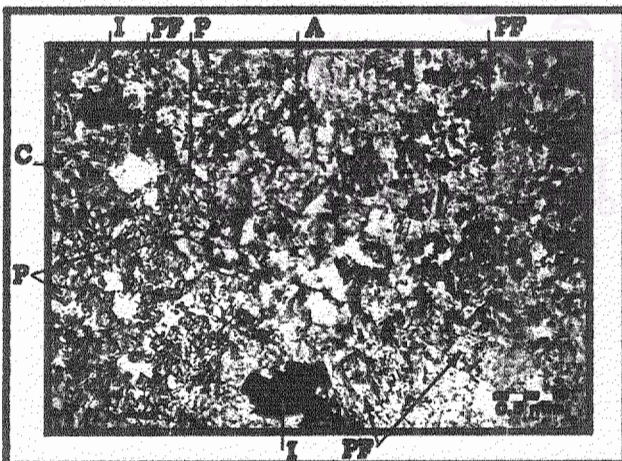
Crystallinity (phanerocrystalline, microcrystalline) : Phanerocrystalline

Average Grain Size (fine, medium, coarse) : fine- medium grained

Granularity (porphyritic, porphyry, equigranular, inequigranular, porphyroblastic) : inequigranular

Texture : Holocrystalline hypidiomorphic intergranular texture more altered than SYG.1

**Rock Classification: Basaltic andesite**



Identified and described by Jwngkoonnee Khanmanee and Srisopa Maranate

รูปที่ 6.16 การบรรยายลักษณะหิน basaltic andesite เหมือนของสยามกรีนแกรนิต จังหวัดเพชรบูรณ์

## THIN SECTION DESCRIPTION

Specimen No : ITDC.1

Locality : บริษัทอิตาเลียนไทย จำกัด ด.หนองไผ่แก้ว อ.บ้านโป่ง จ.ชลบุรี

### Macroscopic Description

Color	Fresh color: Light brownish gray	Weathered color :
Texture	Phaneritic, granular, porphyritic ,composed of 50% feldspar, 30 % quartz, 20% mafic minerals	
Grain size	1.0- 7.0 mm. (medium-very coarse grained)	

### Microscopic Description

Mineral name	%	Average Size (mm.)	Shape, Habit, Zoning, Inclusion, Twinning, Strain Exsolution, Intergrowths, Reaction Effects, Detrital, Chemical, Authigenic, and Comments
<b>Essential Minerals</b>			
Quartz	35	0.1-5.0	Anhedral,clear,wavy extinction,strained
K-feldspar: orthoclase	35	0.5-2.5	Subhedral,perthite,carlsbad twins, cloudy.
Plagioclase	15	0.5-2.0	Subhedral, albite twins,mostly altered,zoning
Biotite	10	0.5-3.5	Tabular,pleochroism from yellow to brown.
Muscovite	5	0.5-1.5	Tabular ,colorless, replaced biotite
<b>Accessory Minerals</b>			
Opaque mineral Iron oxide, apatite calcite			Occurred as vein.
<b>Alteration Minerals</b>			
Chlorite, sphene			Alteration from biotite
Sericite,kaolinite			Alteration from feldspar
<b>File picture :</b>			

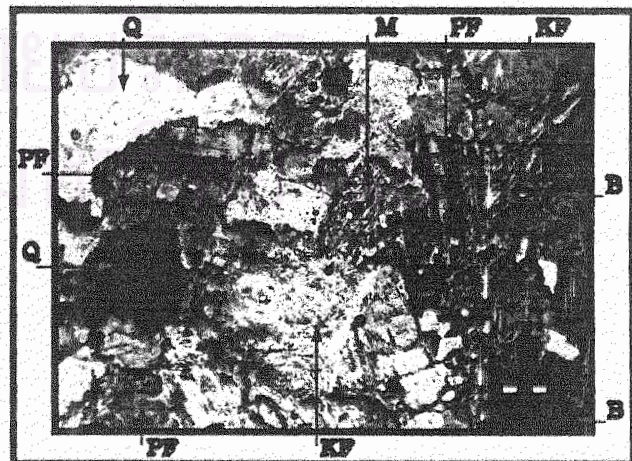
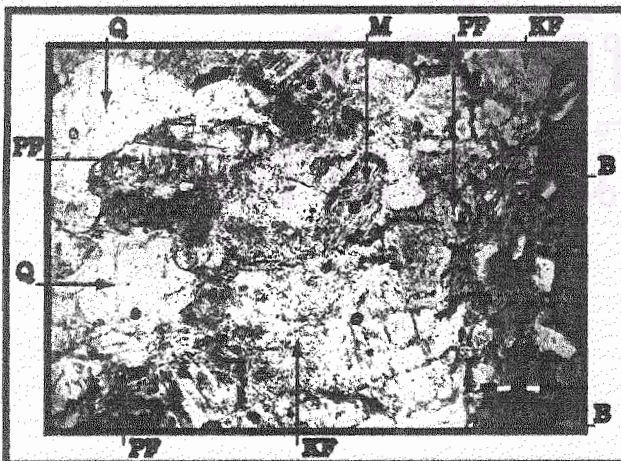
Crystallinity (phanerocrystalline, microcrystalline) : Phanerocrystalline

Average Grain Size (fine, medium, coarse) : medium-coarse grained

Granularity (porphyritic, porphyry, equigranular, inequigranular, porphyroblastic) :

Texture : Holocrystalline hypidiomorphic, gnessic texture , , orientation of biotite in thin section

### Rock Classification: Biotite-granite gneiss



Identified and described by Jongkoonee Khanmanee and Srisopa Moranate

รูปที่ 6.17 การบรรยายลักษณะหิน biotite-granite gneiss เหมือนอิตาเลียนไทย จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 6.26 ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในหินตัวอย่าง ในเขตภาคเหนือ

ตัวอย่าง	จังหวัด	เหมือง	สี	grain size mm.	qtz %	fsp %	mafic %	background 50 counts/sec.	amorphous material	หมายเหตุ
PKT.1	ตาก	พิพัฒน์กร	medium gray	2.0-8.0	35	55	10	60	none	Stress Granite or Gneiss
PKT.2	ตาก	พิพัฒน์กร	medium gray	2.0-8.0	30	60	10	60	none	Granite
PKT.A	ตาก	พิพัฒน์กร	light gray, leucocratic	2.0-8.0	40	55	5	50	none	Granite
PKT.B	ตาก	พิพัฒน์กร	light gray, leucocratic	2.0-8.0	40	55	5	50	none	Granite
TPT.1	ตาก	เทพประทาน	pinkish gray	2.0-8.0	25	70	5	45-55	none	Granite
TPT.2	ตาก	เทพประทาน	pinkish gray	2.0-8.0	20	70	10	45-55	none	Granite
TGT.1	ตาก	ไทยวิศวกรรมแกรนิต	pinkish gray	2.0-20.0	30-35	60	5-10	55-70	none	Biotite - Granite
TGT.2	ตาก	ไทยวิศวกรรมแกรนิต	pinkish gray	2.0-20.0	25	65	10	55-70	none	Biotite - Granite
SMT.1	ตาก	เชอมาส	gray-pinkish gray	2.0-8.0	30	65	5	60-70	none	Biotite - Granite
SMT.2	ตาก	เชอมาส	gray-pinkish gray	2.0-8.0	30	65	5	60-70	none	Granite
GNT.1	ตาก	แกรนิตไต้	gray with dark lathes	1.0-4.0	25	55	20	60	none	Granodiorite
GNT.2	ตาก	แกรนิตไต้	gray-medium gray	1.0-4.0	25	60	15	60	none	Granodiorite
GNT.A	ตาก	แกรนิตไต้	medium gray	1.0-5.0	20	60	25	55-65	none	Granodiorite

ตารางที่ 6.26 (ต่อ) ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์  
และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในหินตัวอย่าง ในเขตภาคเหนือ

ตัวอย่าง	จังหวัด	เหมือง	สี	grain size mm.	qtz %	fsp %	mafic %	background 50 counts/sec.	amorphous material	หมายเหตุ
GNT.B	ตาก	แกรนิตไต้	medium gray	1.0-5.0	25	60	25	55-65	none	Granodiorite
SHG.1	ตาก	สหเสงมายหนึ่ง จำกัด	light brownish gray	1.0-20.0	30	60	10	60	none	Granite
SHG.2	ตาก	สหเสงมายหนึ่ง จำกัด	light brownish gray	1.0-20.0	15	80	5	60	none	Granite
SYG.1	เพชรบูรณ์	สยามกรีนแกรนิต	medium gray with spots	1.0-10.0	trace	55	45	65	none	Basaltic Andesite
SYG.2	เพชรบูรณ์	สยามกรีนแกรนิต	medium gray with spots	1.0-10.0	trace	55	45	60	none	Basaltic Andesite
KUL.1	เพชรบูรณ์	รุ่งเรืองศิลาทิพย์	dark gray	0.1-2.0	>5	60	35	60	none	Andesite
KUL.2	เพชรบูรณ์	รุ่งเรืองศิลาทิพย์	dark gray	0.1-2.0	trace	60	40	60	none	Andesite

ตารางที่ 6.27 ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์

และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในหินตัวอย่าง ในเขตภาคตะวันออกเฉียง

ตัวย่อ	จังหวัด	เหมือง	สี	grain size mm.	qtz %	fsp %	mafic %	background 50 counts/sec.	amorphous material	หมายเหตุ
SWL.A	ชลบุรี	สุวดี	gray with some green spots	2.0-5.0	30	60	10	50-60	none	Muscovite-biotite granite
SWL.B	ชลบุรี	สุวดี	light gray with dark spot	2.0-5.0	30	50	20	50-60	none	Muscovite-biotite granite
CJP.1	ชลบุรี	ชลบุรีจืดต์ประเสริฐ	gray with dark bands	2.0-15.0	25	60	15	55-65	none	Gneiss
CJP.2	ชลบุรี	ชลบุรีจืดต์ประเสริฐ	gray with dark spot	2.0-8.0	25	60	15	55-65	none	Gneiss
CJP.A	ชลบุรี	ชลบุรีจืดต์ประเสริฐ	white and dark spot	5.0-8.0	25-30	55-60	10-15	50-60	none	Muscovite-biotite granite gneiss
CJP.B	ชลบุรี	ชลบุรีจืดต์ประเสริฐ	white and dark spot	5.0-8.0	25-30	55-60	10-15	50-60	none	Muscovite-biotite granite gneiss
ITDC.1	ชลบุรี	อิตาเลียนไทย	gray with spots	1.0-7.0	35	50	15	60	none	Gneiss
ITDC.2	ชลบุรี	อิตาเลียนไทย	gray with spots	1.0-5.0	30	60	10	60	none	Gneiss
TSA.1	ชลบุรี	บ.โรงโม่หินทวีทรัพย์	gray-medium gray	1.0-7.0	30	55	15	60	none	Gneiss
TSA.2	ชลบุรี	บ.โรงโม่หินทวีทรัพย์	gray-medium gray	1.0-5.0	30	55	15	65	none	Gneiss

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.27 (ต่อ) ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์

และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในหินตัวอย่าง ในเขตภาคตะวันออก

ตัวย่อ	จังหวัด	เหมือง	สี	grain size mm.	qtz %	fsp %	mafic %	background 50 counts/sec.	amorphous material	หมายเหตุ
HSN.1	ชลบุรี	hanson	light gray with dark spot	1.0-8.0	40	50	10	55	none	Muscovite-biotite granite
HSN.2	ชลบุรี	hanson	light gray with dark spot	1.0-8.0	40	50	10	55	none	Muscovite-biotite granite
HSN.A	ชลบุรี	hanson	light gray with dark spot	5.0 - 10.0	30	60	10-15	60-65	none	Biotite-muscovite Granite
HSN.B	ชลบุรี	hanson	light gray with dark spot	5.0 - 10.0	30	60	10	60-65	none	Biotite-muscovite Granite
HSN.C	ชลบุรี	hanson	light gray with dark spot	5.0 - 10.0	30	50	10	60-65	none	Muscovite-biotite granite
ITD.1	ระยอง	อิตาเลียนไทย	light gray with dark spot	4.0-20.0	20	70	10	60	none	Muscovite-biotite granite
ITD.2	ระยอง	อิตาเลียนไทย	light gray with dark spot	4.0-20.0	20-25	70	10-15	60	none	Muscovite-biotite granite
ITD.A	ระยอง	อิตาเลียนไทย	gray with dark and brown spot	4.0-10.0	25	60	15	50-55	none	Muscovite-biotite granite
ITD.B	ระยอง	อิตาเลียนไทย	gray with dark and brown spot	4.0-10.0	30	60	10	50-55	none	Muscovite-biotite granite
TPV.1	ระยอง	ถาวรภูริวิศวะโยธา	gray with dark spot	2.0-15.0	20	70	10	55	none	Muscovite-biotite granite
TPV.2	ระยอง	ถาวรภูริวิศวะโยธา	gray with dark spot	2.0-15.0	20	70	10	55	none	Muscovite-biotite granite

ตารางที่ 6.28 ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในหินตัวอย่าง ในเขตภาคอื่น

ตัวย่อ	จังหวัด	เหมือง	สี	grain size mm.	qtz %	fsp %	mafic %	background 50 counts/sec.	amorphous material	หมายเหตุ
APR.1	ฉะเชิงเทรา	เอกพานิชระยอง	light gray with dark spot	2.0-20.0	30	60	10	55-60	none	Biotite - Granite
APR.2	ฉะเชิงเทรา	เอกพานิชระยอง	light gray with dark spot	2.0-20.0	25	60	10-15	55-60	none	Biotite - Granite
ASG.A	ฉะเชิงเทรา	เอเซียแกรนิต	gray with dark spot	2.0-10.0	20-25	60-70	0.1	55-65	none	Hornblende-biotite Granite
ASG.B	ฉะเชิงเทรา	เอเซียแกรนิต	gray with dark spot	2.0-20.0	20-25	60-70	0.1	55-65	none	Hornblende-biotite Granite
WOR.1	ราชบุรี	ว. ราชบุรี	light brownish gray	2.0-8.0	20	65	15	60	none	Granite
WOR.1	ราชบุรี	ว. ราชบุรี	light brownish gray	2.0-8.0	25	65	15	65	none	Granite
SSK.1	กาญจนบุรี	ศิลาสมบุรณ์ทรัพย์	medium gray	1.0-3.0	30	50	20	55	none	Granite
SSK.2	กาญจนบุรี	ศิลาสมบุรณ์ทรัพย์	medium gray	1.0-3.0	30	55	20	55	none	Granite
SSK.A	กาญจนบุรี	ศิลาสมบุรณ์ทรัพย์	medium gray	1.0-3.0	35	55	10	55-65	none	Muscovite-biotite granite
SSK.B	กาญจนบุรี	ศิลาสมบุรณ์ทรัพย์	medium gray	1.0-3.0	25	60	10-15	55-65	none	Muscovite-biotite granite
SSB.1	ประจวบคีรีขันธ์	สหศิลาบางสะพาน	gray	1.0-7.0	15	65	20	65	none	Granite
SSB.2	ประจวบคีรีขันธ์	สหศิลาบางสะพาน	gray	1.0-7.0	15	65	20	65	none	Granite

ตารางที่ 6.28 (ต่อ) ผลการตรวจสอบแร่ในหินแกรนิตแหล่งต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์  
และผลการตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในหินตัวอย่าง ในเขตภาคอื่น

ตัวอย่าง	จังหวัด	เหมือง	สี	grain size mm.	qtz %	fsp %	mafic %	background 50 counts/sec.	amorphous material	หมายเหตุ
LAN.1	ประจวบคีรีขันธ์	ลานนาสิกไนต์	light brownish	1.0-20.0	30	55	15	70	none	Granite
LAN.2	ประจวบคีรีขันธ์	ลานนาสิกไนต์	gray	1.0-20.0	30	60	10	60	none	Granite

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทที่ 7

### บทสรุป หินแกรนิตสำหรับใช้ในงานถนนและอาคาร

จากการรวบรวมข้อมูลที่บ้านทักไว้ในหน่วยงานของสำนักงานส่วนกลาง ก็มีการสำรวจตรวจสอบหาข้อมูลแหล่งหินแกรนิตเพิ่มเติมในภาคสนาม โดยการนำตัวอย่างหินแกรนิตมาทดสอบหาคุณสมบัติ จนได้ข้อมูลเพียงพอที่ใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์เป็นผลสรุปไว้ใช้ในการวางแผนจัดการ เพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนานำหินแกรนิตมาใช้ในงานก่อสร้างมากขึ้น

ในส่วนของบทสรุปงานวิจัยโครงการนี้ มีการแยกแนวทางการสรุปเป็นหลายส่วน เริ่มตั้งแต่ลักษณะการแผ่กระจายของเนินเขาหินแกรนิตทั้งประเทศ กับลักษณะการกำเนิดหินแกรนิตในบริเวณประทานบัตร์เหมืองแกรนิต การประเมินศักยภาพของแหล่งหินแกรนิตมีแนวโน้มจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างให้มากขึ้นกว่าเดิม การยืนยันถึงความเหมาะสมเชิงคุณสมบัติหินแกรนิตที่อาจมาใช้เป็นหินมวลรวมในงานถนนกับใช้เป็นหินมวลรวมคอนกรีต รวมทั้งยังมีการวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการใช้หินแกรนิตเป็นหินประดับในอาคาร ก็การใช้หินแกรนิตในรูปแบบอื่น

#### 7.1 การประเมินศักยภาพของแหล่งหินแกรนิต

การวางแผนจัดการแหล่งหินที่ดี มีส่วนช่วยทำให้การประเมินศักยภาพของแหล่งหินได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง จากผลการวิเคราะห์ที่ระบุในรายงานวิจัยของคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปี 2543 ชื่อโครงการจัดทำแผนการผลิตและใช้หินอุตสาหกรรม มีผลสรุปการใช้หินในงานก่อสร้างกับปริมาณสำรองและความสามารถในการผลิตหินว่า ภายหลังจากปี พ.ศ. 2550 แหล่งหินปูนที่นิยมใช้เป็นหินมวลรวมในงานก่อสร้างทุกชนิดในบางบริเวณของประเทศมีโอกาสขาดแคลน เช่น เขตภาคเหนือตอนบน (เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน น่าน เป็นต้น) หรือในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (ขอนแก่น ชัยภูมิ) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องวางแผนในระยะยาวเพื่อหาแหล่งหินทดแทนในบริเวณดังกล่าว ในเชิงความเหมาะสมแหล่งหินที่ใช้ทดแทนควรมีกำเนิดใกล้เคียงกับแหล่งก่อสร้าง หินที่ใช้ทดแทนต้องมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานของการใช้หินอุตสาหกรรมสำหรับงานก่อสร้าง ผลสรุปจากข้อมูลภาคสนามระบุว่าในช่วงระยะเวลาปัจจุบันควรวางแผนใช้หินอุตสาหกรรมในงานก่อสร้างอย่างสมดุล จึงควรมีการนำหินประเภทอื่นมาใช้ร่วมกับหินปูน เมื่อมีงานก่อสร้างถนนทางหลวงหรืออาคารคอนกรีต

### 7.1.1 การประเมินศักยภาพทั่วไป

จากแผนที่ที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.2 บทที่ 3 แสดงการแผ่กระจายของแหล่งหินแกรนิตเป็น 3 แนวหรือโซน และการวางตัวของแนวหิน (belt) ส่วนใหญ่อยู่ในทิศเหนือ-ใต้ ส่วนข้อมูลของตำแหน่งแหล่งหินกับปริมาณสำรองมีการแสดงไว้ในแผนที่แหล่งหินแกรนิตในบทที่ 4 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาการแผ่กระจายแนวหินแกรนิตในประเทศ มีหินแกรนิตโผล่เป็นแหล่งหินหลายจังหวัดและเกือบทั่วประเทศ สิ่งที่แตกต่างกันของแหล่งหินแกรนิตในหลายบริเวณคือ ระดับชั้นของความยากง่ายในการพัฒนาแหล่งหินแกรนิตให้เป็นเหมืองเปิด ปริมาณสำรองแหล่งหินบางบริเวณมีน้อยเกินไปจนไม่สามารถพัฒนาเป็นเหมืองเปิดอย่างคุ้มทุน เนื่องจากตามธรรมชาติของเนินเขาแกรนิตมักเกิดเป็นภูเขาเตี้ย ๆ เป็นเนินหินขนาดเล็ก ปริมาณสำรองโดยเฉลี่ยไม่เกิน 10 ล้านตัน ถ้าหากมีโครงการก่อสร้างที่ต้องการใช้หินมวลรวมเป็นปริมาณมาก อาจมีปริมาณสำรองหินแกรนิตไม่เพียงพอปัญหานี้อาจแก้ได้ ถ้าหากมีแหล่งหินชนิดอื่นมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานและอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งก่อสร้าง แหล่งหินดังกล่าวสามารถนำมาบดย่อยในโรงโม่เดียวกันกับหินแกรนิต

### 7.1.2 ศักยภาพของแหล่งหินแกรนิตแต่ละภูมิภาค

ลักษณะการแผ่กระจายของแหล่งหินแกรนิต จะเป็นแหล่งหินที่มีกำเนิดทางด้านตะวันตก รูปชวาของประเทศไทย เป็นแนวยาวเหนือ-ใต้ใกล้กับเขตประเทศพม่า (เมียนมาร์) เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิด พบว่าแหล่งหินแกรนิตที่อยู่เกือบกลางประเทศมีการแผ่กระจายหนาแน่น โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดตากและใกล้เคียง แหล่งหินแกรนิตในแนวหินทางด้านตะวันตกมีปริมาณสำรองน้อยกว่า ส่วนแนวแหล่งหินแกรนิตทางด้านตะวันออกยังมีปริมาณสำรองน้อยกว่าอีก 2 แนวหิน และแหล่งหินแกรนิตทางด้านตะวันออกตามขอบแอ่งโคราชมีลักษณะการกำเนิด เป็นแหล่งหินเขาสูง โคดมากกว่าเป็นกลุ่มหนาแน่น ข้อมูลเพิ่มเติมของแหล่งหินแกรนิตในแนวตะวันออกโดยรวมคือ ไม่พบกำเนิดเป็นแหล่งใหญ่เลยตลอดทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในปัจจุบันแหล่งหินแกรนิตระดับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้หยุดทำการเป็นส่วนใหญ่

ในกรณีที่มีแกรนิตกำเนิดร่วมอยู่ในแหล่งสินแร่ ผู้ประกอบการมักทำการเปิดเป็นเหมืองแร่ (เช่น แร่เฟลด์สปาร์) ทั้งนี้สินแร่เฟลด์สปาร์มีราคาการซื้อขายต่อตันสูงกว่าหินย่อยแกรนิตประมาณ 3-4 เท่า ดังนั้นการขายหินย่อยเป็นเพียงการเสริมรายได้ของผู้ประกอบการแทนที่จะทิ้งหินแกรนิตให้เป็นกากตามลานแร่ ในอีกแนวทางหนึ่งอาจมีการวางแผนทำการเปิดเหมืองหินหลายชนิดแต่ใช้โรงโม่บดย่อยเดียวกัน เช่นการเปิดเหมืองหินปูนร่วมกับเหมืองหินแกรนิต ซึ่งการทำการผลิตร่วมกันจำเป็นต้องมีปัจจัยหลายอย่างลงตัวและเหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น บุคลากรกับเครื่องจักรกลที่ใช้ในการผลิตต้องมีความพร้อม ที่ตั้งแหล่งหินทั้ง 2 ชนิด ต้องไม่อยู่ห่างกันมากนัก และการลำเลียง

หินจากแหล่งทั้งสองไปยังโรงโม่หินไม่ควรเกิน 10 กิโลเมตร เพราะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการลำเลียงหินสูงเกินไป ประเด็นเพิ่มเติมในเรื่องการพัฒนาเหมืองแร่ที่มีหินแกรนิตคลุมทับสินแร่ ก่อนที่ชุดสินแร่จะออกมาต้องระเบิดหินแกรนิตที่คลุมทับทิ้ง ถ้าหากสามารถนำหินแกรนิตที่เป็นกากมาจัดทำเป็นประโยชน์ เช่น ทำเป็นหินประดับหรือนำไปโม่แล้วขายเป็นหินย่อยใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง จัดเป็นการเพิ่มมูลค่าปัจจุบันสุทธิของเหมืองและเป็นผลดีต่อสภาพสิ่งแวดล้อม เพราะกากหินที่นำไปทิ้งตามลานหินอาจขวางทางเดินน้ำหรือก่อให้เกิดทัศนียภาพโดยรวมไม่ดี

## 7.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติของหินแกรนิตสำหรับการใช้งาน

ความเหมาะสมในการนำหินแกรนิตมาใช้งานก่อสร้าง นอกจากเรื่องปริมาณสำรองหิน เรื่องของความคุ้มทุนในการเปิดเหมือง และตั้งโรงโม่บดย่อยให้หินมีขนาดเล็กลงเพื่อการใช้งาน ยังมีเรื่องที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม ได้แก่ การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างหินแกรนิตกับหินปูน ความน่าจะเป็น (probability) ในการนำหินแกรนิตมาใช้ทดแทนหินปูนในงานก่อสร้าง

### 7.2.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างหินแกรนิตกับหินปูน

หินปูนเป็นหินอุตสาหกรรมก่อสร้างที่ใช้มากที่สุดในประเทศไทยแต่ในบางโอกาสหินปูนถูกนำมาใช้ในสถานะที่ไม่เหมาะสม เช่น หินปูนบางแหล่งมีคุณสมบัติถึงเกณฑ์ที่เหมาะสมนำไปใช้ในกระบวนการผลิตซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในเชิงการอนุรักษ์จัดว่าเป็นการสูญเสียที่หินปูนคุณภาพดีถูกนำมาใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป หรือในบางกรณีมีแหล่งหินชนิดอื่น (หินแกรนิต) ตั้งอยู่ใกล้สถานที่ก่อสร้างมากกว่าแหล่งหินปูน เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในการขนส่งด้วยการนำหินแกรนิตมาใช้จะลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า เป็นต้น

ในรายงานฉบับนี้ ผู้วิจัยสรุปค่าคุณสมบัติของหินแกรนิตที่ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพกับคุณสมบัติเชิงกลไว้ในตารางที่ 7.1 ซึ่งรายละเอียดของการทดลองกับรายละเอียดของค่าคุณสมบัติมีการแสดงไว้แล้วในบทที่ 6 ในภาพรวมของการเปรียบเทียบเพิ่มเติมค่าคุณสมบัติหลักที่ใช้ประเมินหินสำหรับใช้ในงานก่อสร้าง มีการแสดงพิสัย (range) ของค่าผลลัพธ์จากการทดสอบไว้ในตารางที่ 7.2 ก. และ 7.2 ข. (อยู่ในหน้าเดียวกัน) ค่าพิสัยของการทดสอบคุณสมบัติหลักเหล่านี้รวบรวมมาจากเอกสารอ้างอิง ที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย การเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะแต่ละหัวข้อของคุณสมบัติหินแกรนิตกับคุณสมบัติหินปูน มีการสรุปผลไว้ในหัวข้อย่อยถัดไปนี้ โดยแยกสรุปเป็นคุณสมบัติเชิงกายภาพ คุณสมบัติเชิงเคมี และคุณสมบัติเชิงกล ตามลำดับ

ตารางที่ 7.1 ผลสรุปของการทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของหินแกรนิตที่ได้จากภาคสนาม  
ทั้งในรูปแบบเจาะเป็น Core และจากปากโม้ในรูปแบบเป็นก้อน Aggregate

Properties		Location		North		East		Central and Others		
		Tak	Phetchabun	Chon Buri	Rayong	Prachuapkhirikhan	Ratcha Buri	Kanchana Buri	Chachoengsao	
Water Content	%	0.07	0.11	0.19	0.16	0.10	0.06	0.08	0.09	
Unit weight	kN/m <sup>3</sup>	26.86	27.62	26.94	26.07	26.27	26.15	26.00	26.29	
Uniaxial compressive strength	MPa	144.22	58.80	72.57	25.85	37.54	64.89	100.60	45.07	
Tangent modulus	GPa	51.95	139.17	37.95	33.09	53.30	93.10	60.61	94.83	
Secant modulus	GPa	44.71	145.40	37.95	33.40	53.30	93.10	57.69	137.50	
Poisson's ratio	N/A	0.21	0.29	0.16	0.18	0.16	0.17	0.21	0.23	
Tensile strength	MPa	8.07	7.48	7.10	5.65	6.16	5.83	N/A	7.04	
Shear strength	MPa	5.98	7.21	4.7	3.31	5.94	4.86	6.69	6.41	
Cohesion value	MPa	1.12	0.47	0.38	0.16	1.60	2.04	0.31	1.24	
Angle of internal friction	Degrees	47.36	41.82	49.72	48.75	37.92	30.54	52.62	51.16	
Polished Stone Value	%	50.33	N/A	50.38	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Aggregate Impact Value	%	8.40	N/A	13.82	18.23	13.17	N/A	6.36	10.61	
Aggregate Abrasion Value	%	16.63	N/A	25.73	34.26	27.98	N/A	17.15	24.78	

หมายเหตุ N/A หมายถึง ไม่มีข้อมูลแสดง

ตารางที่ 7.2k ค่าพิสัยคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับหินมวลรวมของงานก่อสร้าง

ประเภทหิน	คุณสมบัติพื้นฐาน			คุณสมบัติเชิงกำลังวัสดุ				คุณสมบัติที่ใช้เป็นหินทำถนน			
	หน่วยน้ำหนัก (กิโลนิวตันต่อลบ.ม.)	มุมเสียดทาน (องศา)	ค่าโคฮีชัน (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุอัด (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุดึง (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุ เฉือน (เมกะพาสคัล)	10% เม็ด ละเอียด (เมกะพาสคัล)	ATV (%)	AAV (%)	PSV (%)	
หินอัคนี	หินแกรนิต	25-30	35-45	35-55	100-250	7-25	14-50	100-300	8-25	1-10	55-70
	หินไดโอรไรต์	25-30	35-45	35-55	100-350	15-35	25-60	100-350	8-16	3-8	60-75
	หินบะซอลต์	25-30	35-45	20-40	100-300	10-30	20-60	100-300	15-25	1-10	60-70
	หินแอนดีไซต์	25-30	30-40	20-40	90-200	7-25	12-40	100-300	10-20	5-12	60-70
หินตะกอน	หินปูน	23-28	35-45	10-30	30-250	4-25	10-50	90-150	15-25	5-20	60-65
	หินทราย	23-28	35-45	10-30	20-170	4-25	8-40	100-250	15-25	3-12	60-70
	หินดินดาน	17-23	25-35	1-20	5-100	2-10	3-30	30-70	40-50	15-30	40-50
หินแปร	หินควอร์ตไซต์	25-28	30-40	20-40	150-300	10-30	20-60	200-400	8-12	1-5	45-65

ตารางที่ 7.2ข ค่าพิสัยคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติอื่นๆ โดยเปรียบเทียบค่าพิสัยของหินในประเทศไทยกับค่าพิสัยของหินจากต่างประเทศ

ประเภทหิน	คุณสมบัติพื้นฐาน			คุณสมบัติเชิงกำลังวัสดุ				คุณสมบัติที่ใช้เป็นหินทำถนน			
	หน่วยน้ำหนัก (กิโลนิวตันต่อลบ.ม.)	มุมเสียดทาน (องศา)	ค่าโคฮีชัน (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุอัด (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุดึง (เมกะพาสคัล)	กำลังวัสดุ เฉือน (เมกะพาสคัล)	10% เม็ด ละเอียด (เมกะพาสคัล)	ATV (%)	AAV (%)	PSV (%)	
หินอัคนี	หินแกรนิต (ประเทศไทย)	25-30	30-55	0.1-23	25-181	4-13	3-10	N/A	8-22	15-44	46-56
	หินแกรนิต (ต่างประเทศ)	25-30	35-45	35-55	100-250	7-25	14-50	100-300	9-35	3-10	40-70
	หินบะซอลต์ (ประเทศไทย)	25-30	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8-14.1	12.8-21.3	47-59
	หินบะซอลต์ (ต่างประเทศ)	25-30	35-45	20-40	100-300	10-30	20-60	100-300	7-25	2-12	45-81
หินตะกอน	หินปูน (ประเทศไทย)	25-28	48-50	15-16	82-102	7-12	N/A	N/A	7-18	20.2-30	36-45
	หินปูน (ต่างประเทศ)	24-28	35-45	10-30	30-250	4-25	10-50	90-150	17-33	7-26	30-75
	หินทราย (ประเทศไทย)	20-26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15.3-41	28-80	46-77
หินแปร	หินควอร์ตไซต์ (ต่างประเทศ)	25-27	30-40	20-40	150-300	10-30	20-60	200-400	8-33	1-6	45-67

หมายเหตุ เอกสารที่ใช้ประกอบในการรวบรวมค่าคุณสมบัติ ได้แก่

- Road Research Laboratory (1959) "Road stone test data presented in tabular form"
- Road Research Laboratory (1962) "Bituminous materials in road construction"
- Sukhawan & Chaichotechuang (1976) "Polished-Stone Values of Road Surface Aggregates"
- Hoek & Bray (1981) "Rock slope engineering"
- Farmer (1983) "Engineering behaviour of rocks"
- McLean & Gribble (1985) "Geology for civil engineers"
- ชัชชัย ทิมสาร (1986) "การศึกษาคุณสมบัติของหินบางชนิดในประเทศไทย"
- Shrestha (1988) "Deformation Behaviour of Uthong Limestone"
- Sharma (1990) "Evaluation of Some Limestone Aggregates of Thailand as Road Construction Materials"
- Kyi (1991) "Engineering Properties of the Tak Granite, Northern of Thailand"
- Waltham (1994) "Foundations of Engineering Geology"
- Dhakal (1996) "Potential of Granite and Diorite as Construction Aggregates"
- Mighanatar (1997) "Mae Salit Granite : Its Properties and Potential for Aggregates"
- ไพศาล สุวรรณรักษ์ (2000) "การศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของหินแกรนิตในประเทศไทย"
- สง่า ตั้งชาวด (2005) "การวางแผนเพื่อพัฒนาใช้หินแกรนิตในงานถนนและอาคาร"

### 1. คุณสมบัติเชิงกายภาพ

หินแกรนิตมีกำเนิดโดยการตกผลึกของแร่โดยตรงจากหินหนืด (magma) จึงมีการยึดเกาะระหว่างมวลเม็ดผลึกสูงกว่าหินปูน ทำให้ได้ค่ากำลังวัสดุของหินแกรนิตสูงกว่า น้ำพิวดินหรือน้ำใต้ดินซึมผ่านได้ยาก หินแกรนิตจึงเกิดการผุพังและสึกกร่อนน้อยกว่าหินปูน กรณีแร่ประกอบหินในเนื้อหินแกรนิต ส่วนใหญ่จะมีค่าความแข็งของผลึกแร่สูงกว่าผลึกแร่ประกอบหินในหินปูน เมื่อนำหินย่อยที่เป็นแกรนิตไปใช้ในงานก่อสร้างเช่นทำถนน หินแกรนิตจึงมีความทนทานต่อการบดขีดยึดเสียดสีสูงกว่าหินย่อยที่เป็นหินปูน โดยทั่วไปหินแกรนิตมีอายุใช้งานได้ยาวนานกว่าหินที่มีความแข็งต่ำก็มีความพรุนสูงกว่า

### 2. คุณสมบัติเชิงกายภาพ

คุณสมบัติเบื้องต้นที่หินแกรนิตยินยอมให้น้ำซึมผ่านต่ำ ในขณะที่หินปูนนั้นมีแร่ประกอบหินส่วนใหญ่เป็นแร่แคลไซต์ซึ่งตัวแร่ละลายน้ำได้ ในขณะที่แร่ควอร์ตซ์ที่อยู่ในเนื้อหินแกรนิตเป็นแร่เฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาต่อสารเคมี ดังนั้นความคงทนต่อการเปียกและแห้งอยู่ตลอดเวลาที่มีการใช้งานของหินแกรนิตจะสูงกว่าหินปูน ในสภาวะสิ่งแวดล้อมที่เป็นกรดหินปูนเสื่อมสลายสูงกว่า

ผลการตรวจสอบแร่ประกอบหินในแกรนิตด้วยเครื่อง ไมโครเคาน์เตอร์ และตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบโพลาไรซ์ พบว่าในตัวอย่างหินแกรนิตทุกภาคของประเทศที่ทางโครงการวิจัยทำการตรวจสอบจำนวน 35 ตัวอย่าง ในเนื้อหินแกรนิตไม่มีแร่ในระดับปริมาณ (เปอร์เซ็นต์) ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และต่อ โครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง (ถนนหรืออาคารคอนกรีต)

### 3. คุณสมบัติเชิงกล

โครงการวิจัยนี้ ได้เน้นเรื่องการตรวจสอบหาคุณสมบัติหลักที่เป็นคุณสมบัติเชิงกลของหินแกรนิตไว้หลายประเภท เช่น คุณสมบัติเชิงกลพื้นฐาน คุณสมบัติเชิงกลของกำลังวัสดุ คุณสมบัติหลักของหินทำถนน การเปรียบเทียบคุณสมบัติย่อยดังกล่าวระหว่างหินแกรนิตกับหินปูน (หรือหินอุตสาหกรรมชนิดอื่น) ระบุไว้ในหัวข้อย่อยข้างล่าง

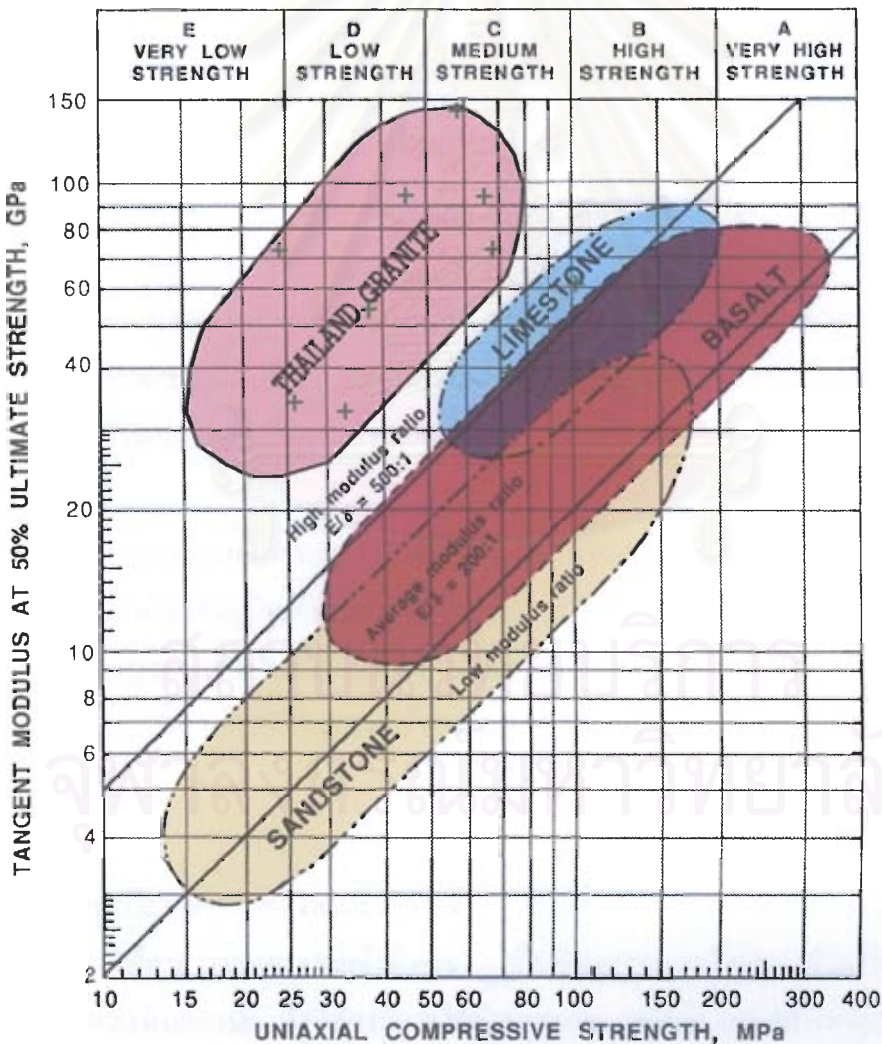
#### ก. คุณสมบัติเชิงกลพื้นฐาน

คุณสมบัติแรกที่ระบุไว้ในตารางที่ 7.2 ข. พบว่าค่าหน่วยน้ำหนักของหินแกรนิตมีพิสัยในระดับใกล้เคียงกับหินปูนและหินชนิดอื่น แต่ค่าสูงสุดของหน่วยน้ำหนักหินแกรนิตจะสูงกว่าหินชนิดอื่นเล็กน้อย คือ 30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้นในการทำเป็นหินมวลรวมในคอนกรีตแกรนิตจะมีเสถียรภาพสูง ซึ่งโครงสร้างสิ่งก่อสร้างบางชนิดจำเป็นต้องใช้หินที่มีหน่วยน้ำหนักสูง เช่น การทำอาคารสูง การทำพื้นทางของสนามบิน การนำหินไปทิ้งเป็นเขื่อนในทะเล เป็นต้น

คุณสมบัติเชิงความเสียดทานและการยึดเกาะติด (cohesion) ทั้งของหินแกรนิตกับหินแข็งทนทาน (competent rock) ชนิดอื่น จัดได้ว่าอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน แต่หินแกรนิตเป็นหินอัคนีที่ตกผลึกช้าในระดับลึกใต้พื้นผิวโลก ทำให้โครงสร้างในเนื้อหินจะมีการยึดติดระหว่างผลึกได้ดี มีความพรุนน้อยกว่า น้ำซึมผ่านได้ยากในเนื้อหินแกรนิต

#### ข. คุณสมบัติเชิงกำลังวัสดุ

คุณสมบัติเชิงกำลังวัสดุเป็นคุณสมบัติเด่นของหินอัคนีที่ค่ากำลังวัสดุโดยเฉลี่ย (กำลังวัสดุอัด กำลังวัสดุดึง และกำลังวัสดุเฉือน) มีระดับสูงกว่าหินตะกอน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังวัสดุในตารางที่ 7.2 จะพบว่าหินแกรนิตมีค่าพิสัยกำลังวัสดุทุกประเภทสูงกว่าหินปูน แกรนิตมีความเสถียรภาพและเหมาะที่จะใช้ในงานก่อสร้างที่ต้องออกแบบเพื่อรับน้ำหนักสูง



รูปที่ 7.1 การเปรียบเทียบระหว่างค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว กับค่าการเปลี่ยนรูปและปริมาตร ข้อมูลพื้นฐานเป็นของ Bieniawski (1989) กับการทดสอบหินแกรนิต โครงการวิจัยนี้

Bieniawski (1989) ได้รวบรวมค่ากำลังวัสดุของหินไว้หลายประเภท และพล็อตแสดงผลลัพธ์ไว้ใน Figure 2.3 หน้า 8 ของตำรา "Engineering Rock Mass Classification" ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงรูปภาพผลลัพธ์ดังกล่าว เพื่อให้ใช้แสดงการเปรียบเทียบกับหินแกรนิตในประเทศที่ได้ทำการทดสอบหาค่ากำลังวัสดุอัดแกนเดียว กับค่าโมดูลัสที่เป็นค่าการเปลี่ยนแปลงในแนวตั้งของแท่งตัวอย่าง (ค่า Young's modulus) รูปที่ 7.1 เป็นการแสดงผลดังกล่าว

### ค. คุณสมบัติหลักของหินในการทำถนน

คุณสมบัติหลักของหินในการทำเป็นหินมวลรวม ในส่วนประกอบโครงสร้างของถนนที่เป็น base, subbase หรือ pavement surface จำเป็นต้องมีค่าคุณสมบัติหลักที่จำเป็น 3 ค่า ได้แก่ค่า AAV, ค่า AIV และค่า PSV ค่าคุณสมบัติดังกล่าวมีส่วนที่ใช้ในงานในโครงสร้างของถนนแตกต่างกัน

ความทนทานต่อการเสียดสีหรือการคัดดู (ค่า AAV) เมื่อล้อรถยนต์วิ่งไปตามพื้นผิวถนนเป็นคุณสมบัติหลักที่จำเป็นในการใช้งาน ปรากฏว่า ค่า AAV ของหินแกรนิตนี้จะสูงกว่าหินปูนเสมอ ดังนั้นสามารถจะนำหินแกรนิตนี้ไปโรยตามรางรถไฟเพื่อใช้รับน้ำหนักหรือแรงเสียดสีได้ดี เพราะค่าพิสัย AAV นี้สูงเท่ากับหินบะซอลต์ที่ทางการรถไฟแห่งประเทศไทยใช้ในปัจจุบัน

ความทนทานต่อการกระแทก (ค่า AIV) เมื่อล้อรถยนต์วิ่งไปตามพื้นผิวถนนจะมีทั้งแรงเฉือนกับแรงกระแทกควบคู่กัน ซึ่งค่า AIV ของหินแกรนิตที่นำมาทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าหินปูนเสมอ แสดงว่าหินแกรนิตมีความทนทานต่อการใช้งานสูงกว่าหินปูน

ความทนทานต่อการเลื่อนไถล (ค่า PSV) เมื่อทำการเบรครถ ล้อรถยนต์ควรมีระยะการหยุดในช่วงสั้น หินแกรนิตโดยรวมมีระดับค่า PSV สูงกว่าค่า 50 ซึ่งเหมาะสำหรับนำไปใช้งานในส่วนที่เป็นแนวโค้งของถนนจะช่วยทำให้การขับขี่ยานยนต์มีความปลอดภัยสูงขึ้นกว่าการใช้หินปูน ที่ระดับตัวเลขค่า PSV ต่ำกว่า 50 และทำให้อายุการใช้งานของหินมวลรวมที่เป็นแกรนิตสูงกว่าหินปูน

### 7.2.2 การเปรียบเทียบแหล่งหินเชิงตัวเลข

การวิเคราะห์หาความเหมาะสมเชิงตัวเลข เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ควรนำมาใช้ในการวางแผนเพื่อพัฒนาแหล่งหินแกรนิต ทั้งนี้ต้องมีการใช้ตัวประกอบ (factor) หลายค่า รวมทั้งมีเงื่อนไขหลายระดับขึ้น ก่อนที่จะได้ผลลัพธ์เป็นตัวเลขค่าเดียว ชนิดของกลุ่มตัวประกอบที่อาจใช้เป็นกลุ่มต้นแบบได้แก่ กลุ่มทางด้านทรัพยากรของพื้นที่ กลุ่มทางด้านสภาพทั่วไปของแหล่งหินและโรงโม่หินและกลุ่มที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของพื้นที่นั้น (เช่นรูปแบบการทำเหมือง การป้องกันผลกระทบ)



ตัวเลขที่ใช้ระบุของแต่ละกลุ่มตัวประกอบ อาจเลือกใช้เพียง 3-4 หมายเลข ยกตัวอย่างเช่น หมายเลข 1 หมายถึงความเหมาะสมต่ำ หมายเลข 2 หมายถึงความเหมาะสมปานกลาง หมายเลข 3 หมายถึงความเหมาะสมสูง

เมื่อมีการสำรวจตรวจสอบแหล่งหินแกรนิต เพื่อวิเคราะห์หาความเหมาะสมโดยรวมจึงควรมีการแบ่งออกเป็นหลายกลุ่มตัวประกอบ และระบุค่าตัวเลขที่ใช้ตัดสินไว้ เมื่อรวมตัวเลขของแต่ละกลุ่มตัวประกอบ จะเป็นค่าผลลัพธ์ความเหมาะสมโดยรวมของแหล่งนั้น จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับแหล่งหินแกรนิตอื่น (หรือแหล่งหินชนิดอื่น) ในการตัดสินใจเลือกเป็นแหล่งสำรองต่อไป เมื่อได้ข้อมูลเพิ่มเติม เช่น การพยากรณ์การใช้หิน ราคาการซื้อขายหินในท้องตลาด กับข้อมูลองค์ประกอบเชิงเศรษฐศาสตร์อื่น เช่น โครงการพัฒนาชายฝั่ง โครงการสีเหลี่ยมเศรษฐกิจ



รูปที่ 7.2 ภาพตัวอย่างแหล่งหินแกรนิต ที่ควรมีการประเมินผลเชิงตัวเลข ให้ชัดเจนว่า แหล่งนี้เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นแหล่งสำรอง

### 7.3 แนวทางการพัฒนาเพื่อใช้หินแกรนิตในประเทศ

ผลของการวิเคราะห์ในเรื่องปริมาณสำรองกับสถานที่กำเนิดของแหล่งหินแกรนิต พบว่าหินแกรนิตมีการแผ่กระจายอยู่ทั่วประเทศ ดังนั้น ถ้าหากเลือกนำมาใช้เป็นหินอุตสาหกรรมก่อสร้างแทนหินปูน จะมีความเป็นไปได้สูงมากกว่าเลือกใช้หินอัคนีชนิดอื่นทดแทนหินปูนในงานก่อสร้าง เช่น หินบะซอลต์ เพราะแหล่งหินบะซอลต์มีกำเนิดมากเฉพาะในบริเวณภาคตะวันออกของประเทศ ถ้าหากเปรียบเทียบการแผ่กระจายของหินทรายที่เป็นหินตะกอน พบว่ามีกำเนิดเกือบทุกจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ปัญหาของหินทรายในประเทศ มักพบว่ามีการแตกร้าวตามแนวระนาบของชั้นหิน (bedrock) ค่อนข้างสูง ถ้าหากนำมาใช้ในงานถนนอาจก่อให้เกิดปัญหาได้เมื่อน้ำใต้ดินไหลซึมลงไปในพื้นที่ถนน

การกำเนิดของแหล่งหินแกรนิตในประเทศไทย พบว่าในหลายแหล่งหินแกรนิตปกติ มักเป็นสีเทาขาว อาจมีกำเนิดปะปนกับหินอัคนี intrusive rock ประเภทอื่น ได้แก่ หินแกรนิตไดออไรต์ (granodiorite) หินไดออไรต์ (diorite) หินดั่งกล่าวมีสีเข้ม (สีเทาดำ) และมักมีสวดลายของเนื้อหินกับสีแร่ประกอบหินสวยงาม จึงนิยมใช้ทำเป็นหินประดับเพื่อปูพื้นบ้านและอาคารแทนหินอ่อน (marble) ที่เป็นหินแปรที่มีความแข็งและมีความคงทนต่อทุกสภาวะต่ำกว่าหินแกรนิต

การพัฒนามาหินแกรนิตมาใช้ทดแทนหินปูนจึงเป็นสิ่งที่สมควรดำเนินการอย่างยิ่ง ในกรณีที่เกรงว่าค่าใช้จ่ายในการบดย่อยของหินแกรนิตสูงกว่าหินปูน อาจมีความคุ้มค่าได้ถ้าแหล่งหินแกรนิตอยู่ในบริเวณที่ใกล้สถานที่ก่อสร้างมากกว่าแหล่งหินปูน และสามารถตัดแปลงโรงโม่บดย่อยหินปูนเดิมให้ใช้โม่บดย่อยหินแกรนิตได้

เนื่องจากผลการตรวจสอบตัวอย่าง เพื่อหาคุณสมบัติที่เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการใช้งานก่อสร้างทั้งงานถนนและอาคาร คณะผู้วิจัยยังไม่พบว่ามีอุปสรรคใดๆ ที่จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างสิ่งก่อสร้างเมื่อนำหินแกรนิตมาใช้ทดแทนหินปูน อีกประการหนึ่ง ในบางเหมืองแร่มีหินแกรนิตกำเนิดร่วมกับแหล่งสินแร่ จึงสมควรนำหินแกรนิตมาใช้ แทนที่จะปล่อยให้กากตามลานแร่ นอกจากเป็นการอนุรักษ์ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าปัจจุบันสุทธิของแหล่งสินแร่นั้นให้สูงขึ้นด้วย

## บรรณานุกรม

### 1. กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม

- “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง NE47-11 จังหวัดอุตรดิตถ์ มาตรฐาน 1 : 250,000 ปี 2528”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง NE47-12 จังหวัดเลย มาตรฐาน 1 : 250,000 ปี 2527”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง NE47-15 จังหวัดพิษณุโลก มาตรฐาน 1 : 250,000 ปี 2517”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง NE47-16 จังหวัดเพชรบูรณ์ มาตรฐาน 1 : 250,000 ปี 2527”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง ND47-11 จังหวัดนครปฐม มาตรฐาน 1 : 250,000 ปี 2528”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง ND47-12 กรุงเทพมหานคร มาตรฐาน 1 : 250,000 ปี 2527”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง ND47-16 จังหวัดระยอง มาตรฐาน 1 : 250,000 ปี 2527”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง NC47-3 ประจวบคีรีขันธ์ มาตรฐาน 1 : 250,000 ปี 2527”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง 4842 I. บ้านน้ำดิบ มาตรฐาน 1 : 50,000 ปี 2536”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง 4843 III. อำเภอบ้านตาก มาตรฐาน 1 : 50,000 ปี 2533”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง 4936 IV. อำเภอท่าม่วง มาตรฐาน 1 : 50,000 ปี 2537”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง 5141 II. อำเภอชนแดน มาตรฐาน 1 : 50,000 ปี 2545”  
 “แผนที่ธรณีวิทยา ราวาง 4831 II อำเภอบางสะพาน มาตรฐาน 1 : 50,000 ปี 2536”

### 2. กรมแผนที่ทหาร กระทรวงมหาดไทย

- “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 4842 I บ้านน้ำดิบ ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 4842 VI จังหวัดตาก ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 4843 II บ้านโป่งแดง ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 4843 III อำเภอบ้านตาก ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5242 I บ้านท่าช้าง ปี 2531”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5243 II บ้านศิลา ปี 2531”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5141 II อำเภอชนแดน ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5135 I จังหวัดชลบุรี ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5135 II อำเภอศรีราชา ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5234 IV กิ่งอำเภอปลวกแดง ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5235 II อำเภอหนองใหญ่ ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5235 III บ้านจอมพล ปี 2512”  
 “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ราวาง 5235 IV อำเภอพนัสนิคม ปี 2512”

- “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ระวัง 4936 IV อำเภอท่าม่วง ปี 2536”
- “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ระวัง 5336 III บ้านชำป่างาม ปี 2525”
- “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ระวัง 5336 IV อำเภอกบินทร์บุรี ปี 2525”
- “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ระวัง 4836 II บ้านสวนผึ้ง ปี 2512”
- “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ระวัง 4932 III สถานีห้วยยาง ปี 2516”
- “แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ระวัง 4831 II อำเภอบางสะพาน ปี 2536”

### 3. กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย (2541)

“มาตรฐานงานช่าง: พิมพ์ครั้งที่ 2” กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย จำนวน 125 หน้า

### 4. ธวัชชัย พิมพ์สาร (2529)

“การศึกษากลสมบัติของหินบางชนิดในประเทศไทย” วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 253 หน้า

### 5. บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด - CPAC (2541)

“คู่มือการทดสอบ หิน ทราย และคอนกรีต” จำนวน 101 หน้า

### 6. ไพศาล สุวรรณรักษ์ (2543)

“การศึกษาคูณสมบัติด้านวิศวกรรมของหินแกรนิตในประเทศไทย” วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 329 หน้า

### 7. สง่า ตั้งชวาลและคณะ (2543)

“โครงการจัดทำแผนการจัดการผลิต และใช้หินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้าง” รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกองการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม จำนวน 223 หน้า พร้อมแผนที่แหล่งหินและโรงโม่หินในประเทศไทย

### 8. สมาคมทางหลวงแห่งประเทศไทย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม (2547)

“แผนที่ทางหลวงประเทศไทย พิมพ์เป็นแผนที่ขนาดกระดาษ B มาตรฐาน 1 : 1,000,000” สมาคมทางหลวงแห่งประเทศไทย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม จำนวน 78 หน้า

9. สำนักมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2539)

“มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) 566: มวลรวมผสมคอนกรีต” สำนักมาตรฐาน  
อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม จำนวน 34 หน้า

10. สำนักวิเคราะห์และพัฒนางานทาง กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม (2528)

“มาตรฐานงานทาง” สำนักวิเคราะห์และพัฒนางานทาง กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม  
จำนวน 420 หน้า

11. Bangkok Post, The Post Publishing Plc. (2004-2005)

“Bangkok Post Newspaper, March 9, 2004”.

“Bangkok Post-Economic Review, 2003 Year-End Edition” Distributed in January 2004,  
68 pages.

“Bangkok Post-Economic Review, 2004 Mid-Year Edition” Distributed in July 2004, 65  
pages.

“Bangkok Post-Economic Review, 2004 Year-End Edition” Distributed in January  
2005, 70 pages.

“Bangkok Post Newspaper, March 1, 2005”.

12. Bieniawski, Z.T. (1989)

“Engineering Rock Mass Classifications” John-Wiley & Sons, Inc., New York, 251  
pages.

13. Derucher, K.N. and G.P. Korfiatis (1988)

“Materials for Civil and Highway Engineers: Second Edition” Prentice Hall, New Jersey,  
514 pages.

14. Dhakal, G. P. (1996)

“Potential of Granite and Diorite as Construction Aggregates” Master of Engineering  
Thesis, Asian Institute of Technology, Thailand, 123 pages.

15. Farmer, I.W. (1983)

“Engineering Behaviour of Rocks: Second Edition” Chapman and Hall, Ltd., London,  
208 pages.

16. Hadley, D.W. (1964)

“Alkali Reactivity of Dolomitic Carbonate Rocks” in Symposium on Alkali-Carbonate Reactions, Highway Research Board Number 45, U.S. Highway Research Board, National Research Council, Washington D.C., pp. 1-20.

17. Harrison, D.J. (1993)

“Industrial Minerals Laboratory Manual: Limestone” Technical Report WG/92/29: Mineralogy and Petrology Series, British Geological Survey, Natural Environment Research Council, 45 pages.

18. Harrison, D.J. and A.J. Bloodworth (1994)

“Industrial Minerals Laboratory Manual: Construction Materials” Technical Report WG/94/12: Mineralogy and Petrology Series, British Geological Survey, Natural Environment Research Council, 100 pages.

19. Harrison, D.J., S.D.J. Inglethorpe, C.J. Mitchell, S.J. Kemp, P. Chaodumrong and M. Charusribandhu (1998)

“Procedures for the Rapid Assessment of Limestone Resources” Technical Report WC/98/1: Overseas Geology Series, by BGS Mineralogy and Petrology Group and Department of Mineral Resources (Thailand), British Geological Survey, Natural Environment Research Council, 120 pages.

20. Herubin, C.A. and T.W. Marotta (1981)

“Basic Construction Materials: Second Edition” Reston Publishing Company, Inc., Virginia, 563 pages.

21. Hoek, E. and J.W. Bray (1981)

“Rock Slope Engineering: Third Edition” The Institution of Mining and Metallurgy, London, 358 pages.

22. Jackson, N., Editor. (1976)

“Civil Engineering Materials” Macmillan Press Ltd., London, 338 pages.

23. Kyi, A. (1991)

“Engineering Properties of the Tak Granite, Northern Thailand” Master of Science Thesis, Asian Institute of Technology, Thailand, 118 pages.

24. Marek, C.N. (1996)

“Basic Properties of Aggregate” Chapter 3 in The Aggregate Handbook: Third Printing, R.D. Barksdale-Editor, National Stone Association, Washington, D.C., pp. 3-1 to 3-81.

25. Mclean, A.C. and C.D. Gribble (1985)

“Geology for Civil Engineers : Second Edition (revised by C.D. Gribble)” George Allen & Unwin, London, 314 pages.

26. Mighanatara, K. (1997)

“Mae Salit Granite: Its Properties and Potential for Aggregates” Master of Science Thesis, Asian Institute of Technology, Thailand, 78 pages.

27. Nakapadungrat, S. and P. Putthapiban (1992)

“Granites and Associated Mineralization in Thailand” Proceedings of a National Conference on “Geologic Resources of Thailand: Potential for Future development, Department of Mineral Resources, Supplementary Volume, Editor-in-chief: C. Piancharoen, pp. 153-171.

28. Neville, A.M. (1997)

“Properties of Concrete: Fourth Edition” John Wiley & Sons Inc., New York, 844 pages.

29. Road Research Laboratory, U.K. (1959)

“Road Stone Test Data presented in Tabular Form” Road Research: Road Note No. 24, Road Research Laboratory, Her Majesty’s Stationery Office, London, 8 pages.

30. Road Research Laboratory, U.K. (1962)

“Bituminous Materials in Road Construction ” Road Research Laboratory, Her Majesty’s Stationery Office, London, 611 pages.

31. Rollings, M.P. and R.S. Rollings, Jr. (1996)

“Geotechnical Materials in Construction” McGraw-Hill, New York, 525 pages.

32. Sharma, Y. P. (1990)

“Evaluation of Some Limestone Aggregates of Thailand as Road Construction Materials”  
Master of Engineering Thesis, Asian Institute of Technology, Thailand, 135 pages.

33. Shrestha, O. M. (1988)

“Deformational Behaviour of Uthong Limestone” Master of Science Thesis, Asian  
Institute of Technology, Thailand, 94 pages.

34. Smith, M.R. and L. Collis, Editors (1993)

“Aggregates: Sand, Gravel and Crushed Rock Aggregates for Construction Purposes  
(2<sup>nd</sup> Edition)” Geological Society Engineering Geology Special Publication No. 9, The  
Geological Society, London, 339 pages.

35. Sukhawan, C. and S. Chaichotechuang (1976)

“Polished-Stone Values of Road Surface Aggregates in Thailand” Report No. MR 25,  
Materials & Research Division, Department of Highways, Thailand, 40 pages.

36. Skinner, B.J. and S.C. Porter (1987)

“Physical Geology” John Wiley & Sons Inc., New York, 750 pages.

37. Stark, D. (1970)

“Field and Laboratory Studies of the Effects of the Subbase Type on the Development  
of D-Cracking” Highway Research Record No. 342, U.S. Highway Research Board, National  
Research Council, Washington D.C., pp. 27-38.

38. Stark, D. (1991)

“The Moisture Condition of Field Concrete Exhibiting Alkali-Silica Reactivity” in the  
Second International Conference in Durability of Concrete, V.M. Malhotra, Editor, SP-126,  
Vol. II, American Concrete Institute, pp. 973-985.



39. Swamy, R.N., Editor (1992)

“The Alkali-Silica Reaction in Concrete” Blackie and Son Ltd, Glasgow, 336 pages.

40. Waltham, A.C. (1994)

“Foundations of Engineering Geology” Blackie Academic & Professional, London, 88 pages.

41. Zarif, I.H. and A. Tugrul (2003)

“Aggregate Properties of Devonian Limestones for Use in Concrete in Istanbul, Turkey”  
Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Springer-Verlag, Volume 62, No. 4,  
pp. 379-388.

#### WEB SITE

<http://www.ckplc.com>

<http://www.dpim.go.th>

<http://www01.imd.ch/wcy/ranking/>

<http://www.suvarnabhumiairport.com/>

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย