

ศิลปวรรณนาหีนอัคนี บริเวณพื้นที่ด้านทิศตะวันออกของ อำเภอไพศาลี  
จังหวัดนครสวรรค์

นายเจตนา สารทอสี

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี  
สาขาวิชาธรณีวิทยา ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2552

Petrography of Igneous rocks at eastern part of amphoe Phai Sali ,  
Changwat Nakhon Sawan

Mr.Jettana Sarnthorsi

A Senior Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Bachelor of Science  
Department of Geology, Faculty of Science  
Chulalongkorn University  
Academic Year 2009

ศิวาวรรณนาหินอัคนี บริเวณด้านทิศตะวันออกของอำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์

เจตนา สารทอสี่

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทร : 085-073-3347 , e-mail : [s\\_jettana@hotmail.com](mailto:s_jettana@hotmail.com)

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานหินอัคนี บริเวณด้านทิศตะวันออกของอำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์ เนื่องจากเป็นพื้นที่ออกภาคสนามเพื่อทำแผนที่ธรณีวิทยา ในรายวิชาธรณีสนาม 2 ภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา 2551 และพื้นที่ดังกล่าวมีหินอัคนีหลากหลายชนิด ทั้งหินอัคนีบาดาล หินตะกอนภูเขาไฟ และหินอัคนีภูเขาไฟ

ผลจากการศึกษาธรณีวิทยาภาคสนาม สามารถสรุปได้ว่าหินที่พบในพื้นที่ประกอบด้วย หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินแอนดีไซต์ หินไรโอไรท์ หินแอนดซิติกทัฟฟ์ หินไรโอริติกทัฟฟ์ หินไดโอไรท์ หินสการ์น และหินมาร์เบิล ในด้านความสัมพันธ์ของหินในพื้นที่ ในเบื้องต้นสามารถลำดับอายุจากเก่าไปอ่อนได้โดย หินอ่อนและหินสการ์น หินตะกอนภูเขาไฟ หินอัคนีบาดาล และหินภูเขาไฟ ตามลำดับ จากการศึกษาจากแผ่นหินบาง และการหาปริมาณแร่จากแผ่นหินขัดเรียบ และนำไปพลอตใน Q-A-P DIAGRAM of Plutonic Rocks ของ Steckeis (1976) ได้ชื่อหินได้แก่ หินอัลคาไลน์-เฟลสปาร์ ซายีไนท์, หินซายีไนท์, หินมอนโซไนท์, หินควอตซ์มอนโซไนท์, หินควอตซ์ไดออไรท์ และ หินไดออไรท์

และเมื่อทำการศึกษาด้วยกล้องโพลาไรซิง ไมโครสโคปพบว่ามีลักษณะ texture ปรากฏ อาทิ Micrographic texture , Granophyric texture , Spherulitic texture , Graphic texture , Intrafasiculate texture , trachytic texture และ Plagioclase spherulite

หินอัคนีบริเวณนี้จัดเป็น I-type granite ( Chapple and White, 1974) โดยพบหินหลากหลายชนิด แต่คาดว่าจะมาจากกระเปาะแม็กมาเดียวกัน

# Petrography of Igneous rocks at eastern part of amphoe Phai Sali , Changwat

## Nakhon Sawan

Jettana Sarntorsi

Department of Geology , Faculty of Science , Chulalongkorn University

Tel : 085-073-3347 , e-mail : [s\\_jettana@hotmail.com](mailto:s_jettana@hotmail.com)

**Abstract** : Igneous rocks around eastern part of amphoe Phai Sali area , Changwat Nakhon Sawan was studied this is due the fact that it was a field 2009 . In addition , there are many varieties of igneous rocks i.e. plutonic , volcanic and pyroclastic rocks

According to field geology , petrography and modal analysis , igneous rocks in the study area consist of basalt , rhyolite , andesite, rhyolitic tuff, andesitic tuff , diorite , Alkaline-feldspar syenite , Syenite , Quartz monzonite , monzonite , marble and skarn rock. Relative age of the rocks from oldest to the youngest are the follow : marble and skarn rock , pyroclastic rocks , plutonic rocks , basalt. Distinguished igneous texture are trachytic , graphic, micrographic and granophyric.

This may indicate that pyroclastic , volcanic and plutonic came from the same magma chamber. They should be classified igneous rocks in this area as I-type granites as suggested by Chapple and White (1974) and Pitcher (1983)

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย นาคะมดุงรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา  
โครงการที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีมาโดยตลอด ขอขอบคุณประจักษ์ ทองประชุม  
สำหรับคำแนะนำในการจัดทำ thin section และ rock slab ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.  
อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่อนุเคราะห์โปรแกรม Image Pro Plus  
3.0 สำหรับการทำให้ modal analysis

ขอขอบคุณ คุณอลงกต ฝั้นกา สำหรับคำแนะนำในการวิจัยต่างๆมากมาย ขอขอบคุณ คุณ  
ดาวรินทร์ ศรีจันทร์ ที่ได้ไปออกภาคสนามด้วยกันและให้ความช่วยเหลือในอีกหลายๆอย่าง  
ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรภาควิชาธรณีวิทยาทุกท่าน สำหรับความรู้ที่ได้ประสิทธิประสาท  
และความช่วยเหลือในทุกๆด้าน ขอขอบคุณเพื่อนๆ Geo'50 ทุกคน สำหรับกำลังใจที่มีให้ตลอดมา  
และสุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นทั้งกำลังใจ แรงกระตุ้น และหลักยึด จนข้าพเจ้า  
ทำงานได้สำเร็จลุล่วง

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
กิตติกรรมประกาศ	
บทที่ 1 : บทนำ	1-6
ที่มาและปัญหา	1
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2 : วิธีดำเนินงานวิจัย และการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ตัวอย่าง	7-23
วิธีดำเนินงานวิจัย	7
การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ตัวอย่าง	
- การสำรวจกรณีศึกษา และเก็บหินตัวอย่างในภาคสนาม	9
- ศิลาวรรณนา	16
- Modal Analysis	19
บทที่ 3 : ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล	24-38
แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่	24
Modal Analysis	26
ศิลปาวรรณนา	30
บทที่ 4 : อภิปรายและสรุปผล	39
รายการอ้างอิง	40
ภาคผนวก	41-43

## บทที่ 1 : บทนำ

### ที่มาและปัญหา

จากการออกภาคสนามในวิชาธรณีสนาม 2 ในช่วงเดือน มีนาคม ถึง เมษายน พ.ศ.2552 ได้ทำการศึกษาและทำแผนที่ธรณีวิทยาหินอัคนีในพื้นที่ทางด้านตะวันออกของอำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์ พบว่ามีหินอัคนีหลายชนิดทั้งในกลุ่มของ หินอัคนีบาดาล, หินอัคนีภูเขาไฟ, หินตะกอนภูเขาไฟ และหินแปร เกิดร่วมกัน ซึ่งมีความน่าสนใจ เหมาะที่จะใช้เป็นพื้นที่ศึกษาวิจัยทางด้านศิลปวรรณนาหินอัคนี

แต่เนื่องด้วยการศึกษาในวิชาธรณีสนาม 2 ยังเป็นการศึกษาเบื้องต้น รวมถึงมีระยะเวลาที่จำกัด ทำให้ข้อมูลที่ได้ยังคงคล่องแคล่วอยู่ โดยเฉพาะการระบุชื่อหินก็เป็นการระบุชื่ออย่างง่ายซึ่งอาจไม่ถูกต้อง งานวิจัยนี้จึงเป็นการต่อยอดจากการศึกษาวิชาธรณีสนาม 2 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความชัดเจนและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ในบริเวณพื้นที่ศึกษา พบว่าในบางบริเวณเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งแร่เหล็ก หลายพื้นที่ที่มีการขุดสัมปทานไปบ้างแล้ว ประกอบกับ พื้นที่ทางด้านทิศตะวันออกของอำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์ นี้ อยู่ในแนวหินแกรนิตแนวตะวันออก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับแหล่งแร่สำคัญๆ ของประเทศ ทำให้พื้นที่บริเวณนี้มีความน่าสนใจเหมาะที่จะใช้เป็นพื้นที่ศึกษา

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หินอัคนี (Igneous rocks) คือหินที่เกิดจากการเย็นตัวของหินหลอมเหลว สามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีการเย็นตัวได้ผิวโลกอย่างช้าๆ เรียกว่า หินอัคนีบาดาล (Intrusive Rocks หรือ Plutonic Rocks) อีกกลุ่มคือกลุ่มที่เย็นตัวบนผิวโลกหรือใกล้ผิวโลก เรียกว่า หินอัคนีพุ หรือหินภูเขาไฟ (Extrusive Rocks หรือ Volcanic Rocks) นอกจากนี้ยังมีกลุ่ม หินตะกอนภูเขาไฟ (Pyroclastic Rocks) ที่เกิดจากการทับถมของเศษเถ้าที่ได้จากการระเบิดของภูเขาไฟ

จากข้อมูลเบื้องต้นทราบว่าหินอัคนีในบริเวณด้านตะวันออกของอำเภอไพศาลีซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษามีหินอัคนีหลายชนิด ประกอบด้วย หินอัคนีบาดาล หินอัคนีภูเขาไฟ หินตะกอนภูเขาไฟ อาทิ หินแกรนิตสีเทา หินแกรนิตสีแดง หินไดออไรต์ หินแอนดีไซต์ หินแอนดีไซต์ดึกท๊าฟฟ์ และหินไรโอลิตดึกท๊าฟฟ์ (Teawpanich et al.,2009) , (Sritongdee et al.,2009)

Nantasin (2004) รายงานว่า พื้นที่บริเวณ บ้านโพธิ์สวรรค์ อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา พบหินอัคนีกระจายตัวหลายชนิด อาทิ

หินแกบโบร หินไดโอไรต์ หินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์ หินแกรโนไดโอไรต์ และ หินควอร์ซไดโอไรต์ เป็นต้น ซึ่งเป็นลักษณะเด่นชัดของหินแกรนิตชนิด I-type

Fanka (2009) รายงานว่า พื้นที่เขาพระ-เขาสูง อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งอยู่ทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา พบหิน หินแอนดีไซต์คัทพ์ หินไรโอลิตคัทพ์ หินบะซอลต์ หินบะซอลติกโดค် หินมอนโซไดโอไรต์ และ หินอัลคาไลน์แกรนิต ทั้งนี้ Fanka (2009) ได้แสดงรายละเอียด ด้าน Modal analysis และ ธรณีเคมี

หินอัคนีที่กล่าวมาข้างต้นน่าจะรวมอยู่ในกลุ่มหินแกรนิตแนวตะวันออก(Eastern granite belt) ของประเทศไทย(Nakapadungrat & Putthapiban ,1992) ซึ่งเป็นหินอัคนีที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับแหล่งแร่ทองคำ ทองแดง และเหล็ก เช่น แหล่งทองคำบริเวณเหมืองแร่ชาติ อำเภอบัคล้อ จังหวัดพิจิตร แหล่งแร่ทองคำบริเวณเหมืองผาคำ และทุ่งคำ จังหวัดเลย

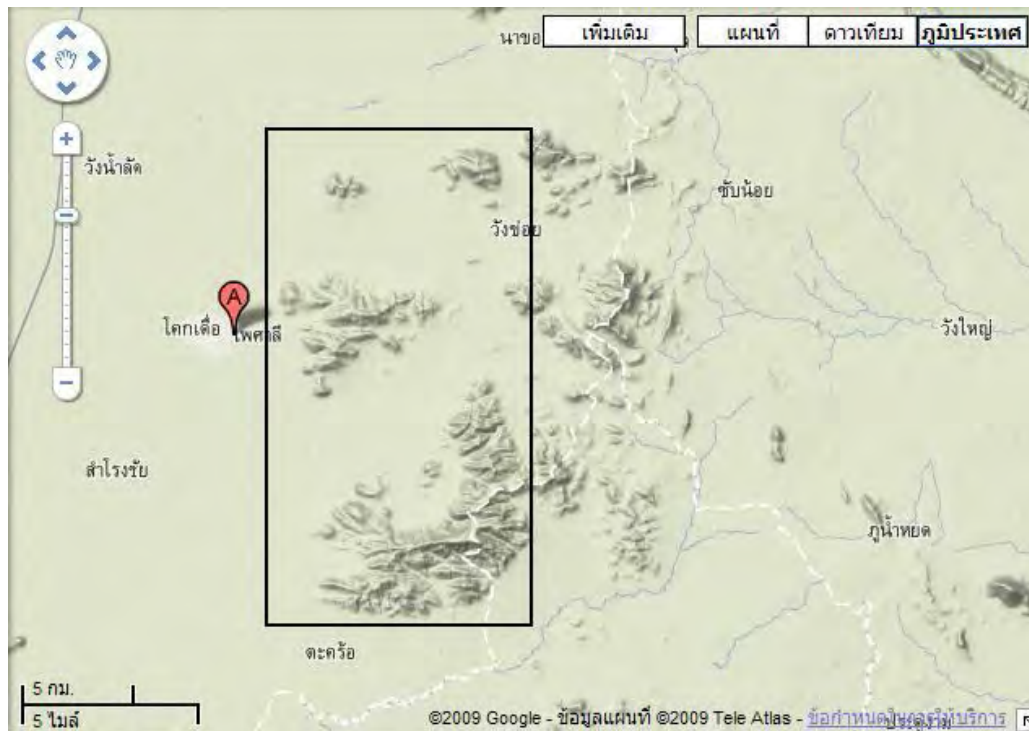
### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาธรณีวิทยาและซิลิวรอนาของหินอัคนี บริเวณพื้นที่ทางด้านตะวันออกของอำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์

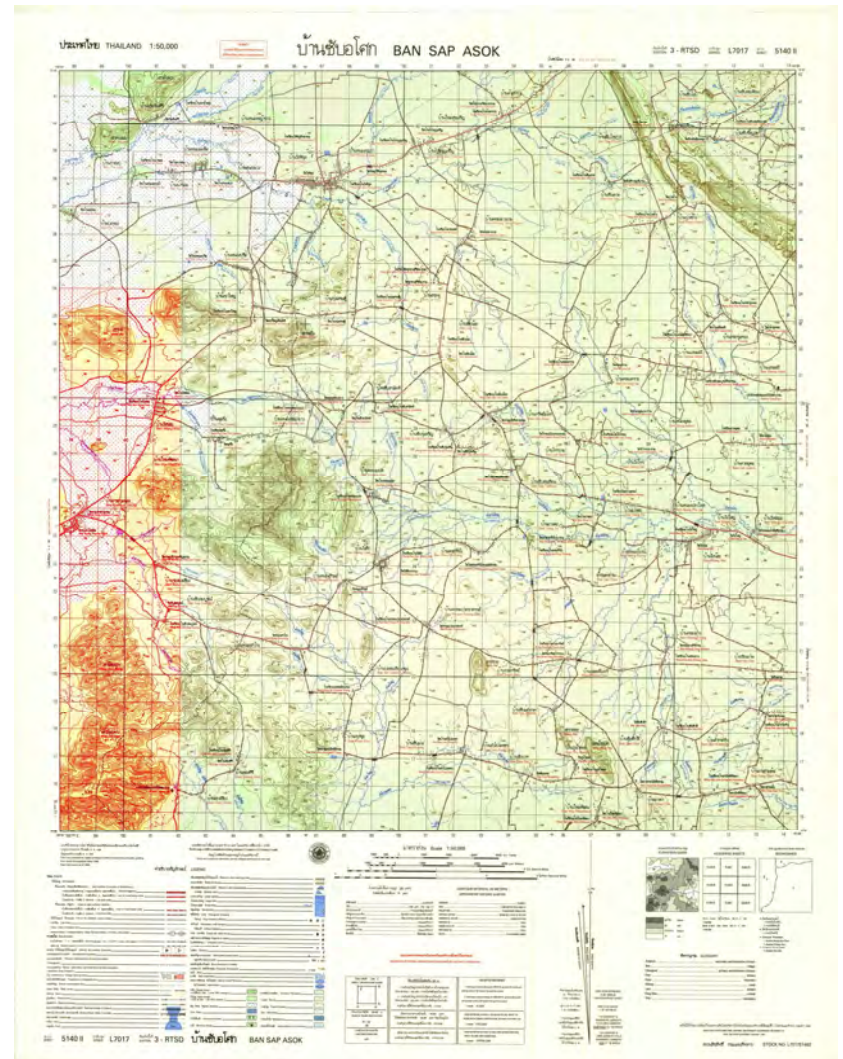
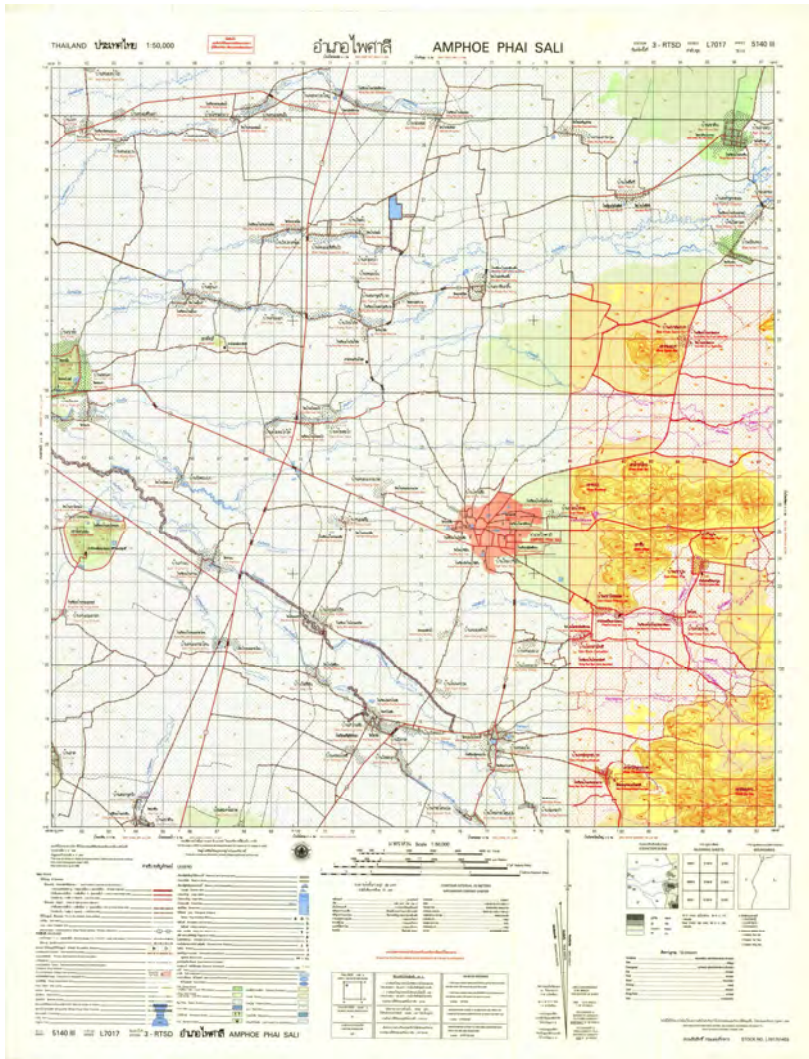
### ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยเน้นศึกษาซิลิวรอนา และธรณีวิทยาของหินอัคนี ในบริเวณพื้นที่ทางด้านทิศตะวันออกของ อำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 55 ตารางกิโลเมตร ระหว่างพิกัดแนวตั้งที่ 1715000 ถึง 1734000 และระหว่างพิกัดแนวราบที่ 680000 ถึง 681000 อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7017 ระวัง อ.ไพศาลี (5140 II) และระวัง บ้านซบอโคก (5140 III) ดังแสดงในรูปที่ 1.2-1.3 และลักษณะภูมิประเทศของหินแกรนิตแสดงให้เห็นในรูปที่ 1.4-1.5





รูปที่ 1.1 แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา บริเวณด้านทิศตะวันออก ของอำเภอพุศาลี จังหวัดนครสวรรค์ (ภาพจาก google maps)



รูปที่ 1.2 แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 แสดงพื้นที่ศึกษาโดยพิจารณาส่วนที่แรเงา



รูปที่ 1.3 แผนที่ภูมิประเทศพื้นที่ศึกษา มาตราส่วน 1:50000



รูปที่ 1.4 ภาพแสดงลักษณะภูเขาหินแกรนิตบริเวณเขาพระพุทธรบาท ทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา



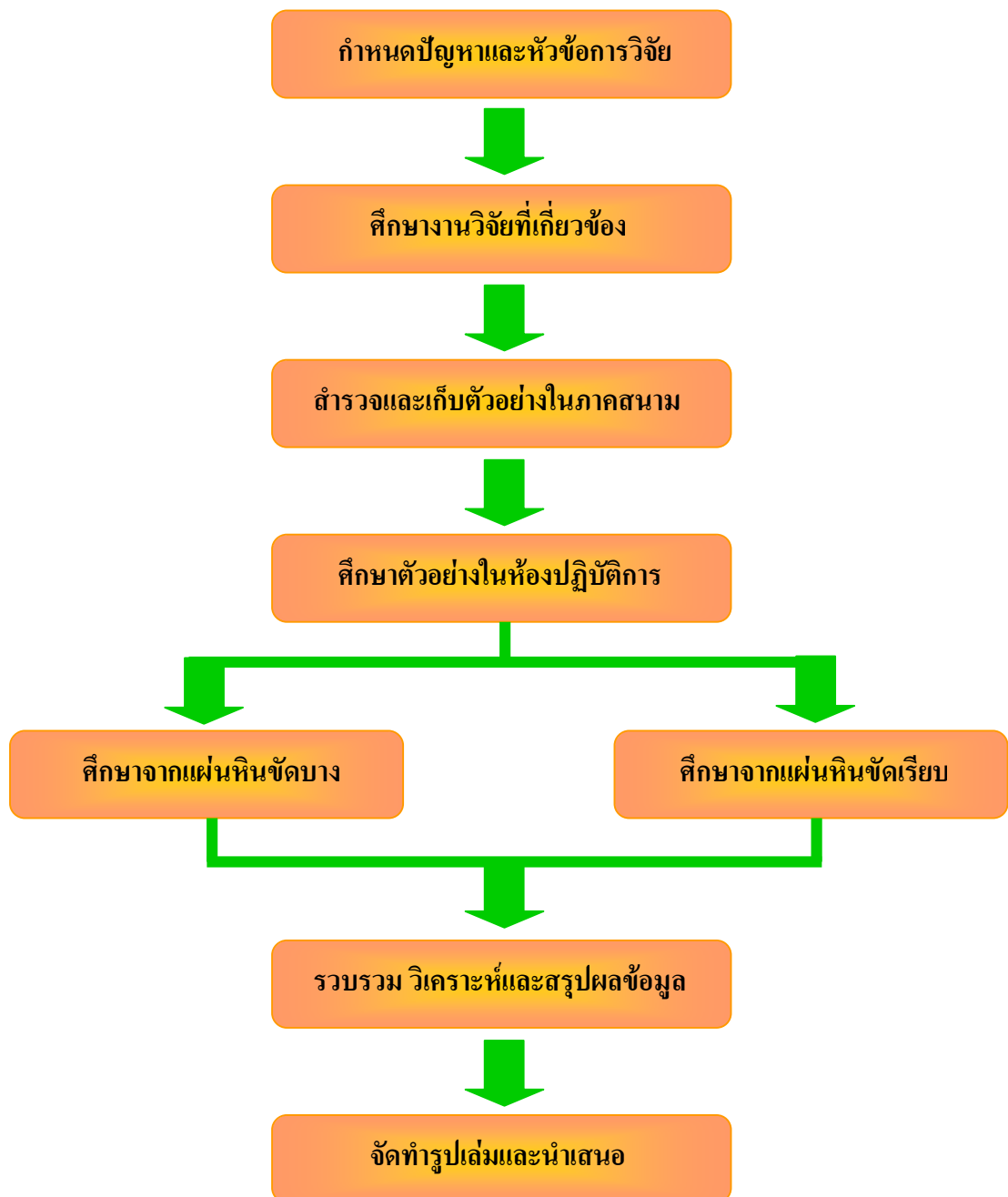
รูปที่ 1.5 ภาพแสดงลักษณะภูเขาหินแกรนิตบริเวณเขาปอ ทางด้านเหนือของพื้นที่ศึกษา

## บทที่ 2 : วิธีการดำเนินงานวิจัย และการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ตัวอย่าง

### 2.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย สามารถแสดงได้ดังแผนภาพ (รูปที่ 2.1) โดยมีขั้นตอนคือ

1. กำหนดปัญหาและหัวข้อวิจัย : ในขั้นตอนนี้คือ ขั้นตอนกำหนดปัญหา ซึ่งได้จากการที่ได้ศึกษาในวิชาธรณีสนาม 2 ในช่วงเดือน มีนาคม-เมษายน พ.ศ.2552 พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีในส่วนใหญ่แล้ว แล้วจึงนำปัญหาที่พบนั้นมาเป็นหัวข้อในการวิจัยครั้งนี้
2. การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง : ในขั้นตอนนี้จะศึกษางานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะศึกษา โดยอาจสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ที่ใกล้เคียงกัน หรือเกี่ยวข้องในเชิงที่ใช้เทคนิคในการวิเคราะห์เดียวกัน
3. การสำรวจและเก็บตัวอย่างในภาคสนาม : ในขั้นตอนนี้คือการออกภาคสนามเพื่อการสำรวจธรณีวิทยาและการเก็บตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยได้ออกภาคสนามครั้งแรกในช่วงวันที่ 25-28 พฤษภาคม พ.ศ.2552 และออกภาคสนามครั้งที่สอง ในวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ.2552
4. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ : ในขั้นตอนนี้คือการนำตัวอย่างที่ทำการเก็บจากภาคสนามนำมาวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาสิลาวรรณจากแผ่นหินบาง และ การศึกษา Modal Analysis จากแผ่นหินขัดเรียบ
5. รวบรวมวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล : ในขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลในส่วนของภาคสนามที่ได้จากการสำรวจธรณีวิทยา และ ข้อมูลในส่วนของห้องปฏิบัติการที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง มารวบรวมวิเคราะห์และสรุปผลออกมา
6. จัดทำรูปเล่มและนำเสนอ : ขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากทั้งภาคสนาม และจากห้องปฏิบัติการ รวมทั้งผลวิเคราะห์ และผลสรุปที่ได้ จัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน และจัดทำสื่อเพื่อการนำเสนอผลงาน



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย

## 2.2 การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ตัวอย่าง

### 2.2.1 การสำรวจธรณีวิทยา และเก็บตัวอย่างหินในภาคสนาม

จากการสำรวจธรณีวิทยาในภาคสนามได้สำรวจพื้นที่บริเวณด้านทิศตะวันออกของอำเภอไพศาลี พบว่ามี หินแกรนิตสีแดงอมสีชมพู กระจายตัวเป็นบริเวณกว้างครอบคลุมเกือบทั้งพื้นที่ โดยที่ในแต่ละบริเวณมีขนาดผลึกของหินที่แตกต่างกันบ้าง บางบริเวณมีปริมาณ mafic minerals สูงกว่าบริเวณอื่น เช่นบริเวณวัดสุวรรณคีรี บางบริเวณมีผลึก Quartz ใหญ่กว่าบริเวณอื่นอย่างเห็นได้เช่น เช่นบริเวณเขาปอ และ เนินใกล้เขาปอ นอกจากนี้ยังพบหินแกรนิตบริเวณเขาพระพุทธรบาท ที่มีลักษณะของหินอัคนีชนิดเบส (basic dyke) แทรกดันเข้ามาหลายบริเวณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหน้าเหมือง ดังแสดงใน รูปที่ 2.1-2.2



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะ basaltic dyke ที่แทรกดันเข้ามาในหิน granite



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะ basaltic dyke ที่แทรกตัดเข้ามาในหิน granite บริเวณหน้าเหมือง



นอกจากบริเวณที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่น่าสนใจคือบริเวณเขาหัวป้อนและเนินใกล้กับเขาหัวป้อน ซึ่งมีลักษณะของหินที่แตกต่างจากหินบริเวณใกล้เคียง โดยหินบริเวณใกล้เคียงที่พบมีลักษณะเป็นหินแกรนิตสีชมพูอมแดง ผลึกค่อนข้างใหญ่ แต่หินที่พบบริเวณเนินใกล้เขาหัวป้อน พบลักษณะเป็นหินสีเขียวเข้ม เนื้อละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะ outcrop หิน diorite บริเวณเนินใกล้เขาหัวป้อน

นอกจากนี้ยังพบหลักฐานที่เป็น sharp contact ของ Granite สีชมพู กับ หินสีเขียวเข้ม ที่คาดว่าเป็น Basaltic dyke โดยจากหลักฐานนี้สามารถยืนยันได้ว่า Granite สีชมพู เกิดขึ้นก่อนมีอายุแก่กว่า และมี Basaltic dyke ที่อายุน้อยกว่าแทรกดันมาภายหลัง ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะ sharp contact ระหว่างหินแกรนิตและหิน basaltic dyke

Outcrop หินแกรนิตที่พบ มักแสดงลักษณะ exfoliation หรือ การแตกแบบเปลือกหอย (รูปที่ 2.5) ซึ่งเกิดจากการ unloading หรืออีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากการที่แร่ K-feldspar ในหินเกิดการผุกลายเป็นแร่พวก clay minerals ซึ่งทำให้ปริมาตรมากขึ้น เกิดการดันและแตกในลักษณะดังกล่าวได้เช่นกัน



รูปที่ 2.5 แสดง outcrop หินแกรนิตสีชมพู ที่มีลักษณะการแตกแบบเปลือกหอย

### การเก็บตัวอย่างหินจากพื้นที่ศึกษา

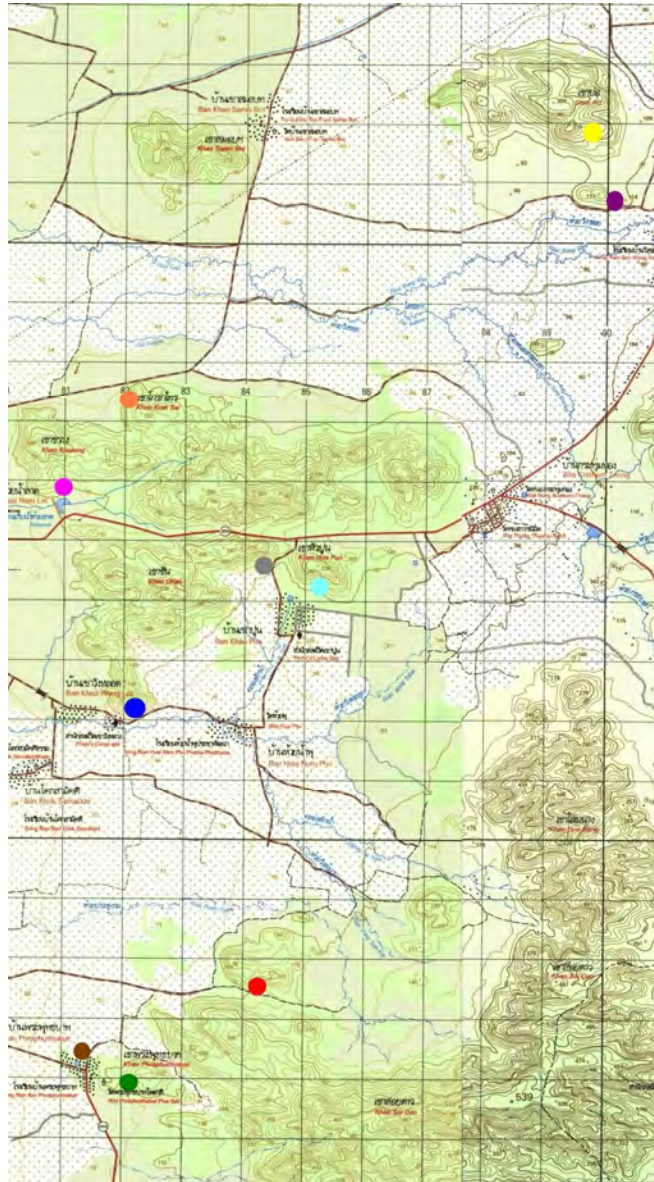
หินตัวอย่างที่เก็บในพื้นที่ ในชั้นนี้เราสามารถจำแนกเบื้องต้นได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. Granite      2. Basaltic Dyke      3. Diorite      4. Skarn

หินตัวอย่างทั้งสิ้น 20 ตัวอย่าง จำแนกตามชนิดของหินได้ดังนี้

PS01 : บริเวณข้างทาง	:	granite
PS02 : บริเวณอ่างเก็บน้ำห้วยลาด	:	granite
PS03 : บริเวณวัดสุวรรณคีรี	:	granite
PS04 : บริเวณเนินใกล้เขาปอ	:	granite
PS05 : บริเวณเขาปอ	:	granite
PS06 : บริเวณเหมือง-กองหิน-Fresh	:	granite
PS07 : บริเวณเหมือง-Central Dyke	:	basaltic dyke
PS08 : บริเวณสำนักสงฆ์เขาวังตลอด	:	granite
PS09 : บริเวณบ่อน้ำทางเข้าเหมือง	:	granite
PS10 : บริเวณเหมือง-กองหิน-Weathered	:	granite
PS11 : บริเวณเหมือง-Dyke I	:	basaltic dyke
PS12 : บริเวณเหมือง-Dyke II	:	basaltic dyke
PS13 : บริเวณเหมือง-หน้าผาฝั่ง W	:	granite
PS14 : บริเวณหน้าวัดพระพุทธรบาท	:	granite
PS15 : บริเวณเขาหัวป้อน	:	skarn rock
PS16 : บริเวณเขาหัวป้อน	:	diorite
PS17 : บริเวณริมถนนด้านข้างเขาหัวป้อน	:	granite
PS18 : บริเวณริมถนนด้านข้างเขาหัวป้อน	:	granite
PS19 : บริเวณริมถนนด้านข้างเขาหัวป้อน	:	diorite
PS20 : บริเวณริมถนนด้านข้างเขาหัวป้อน	:	diorite

โดยหินตัวอย่าง PS01 - PS20 สามารถแสดงจุดที่เก็บตัวอย่างบนแผนที่ได้ดังนี้



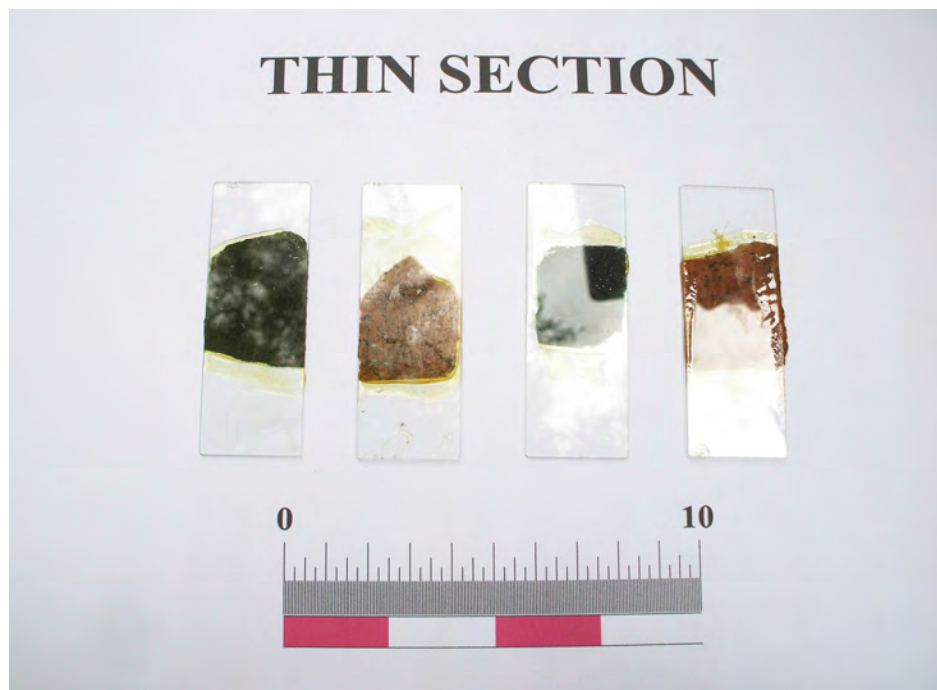
- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS04 , PS05                             |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS03                                    |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS01                                    |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS02                                    |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS08                                    |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS09                                    |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS06 , PS07 , PS10 , PS11 , PS12 , PS13 |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS14                                    |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS15 , PS16                             |
| ● แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง | PS17 , PS18 , PS19 , PS20               |



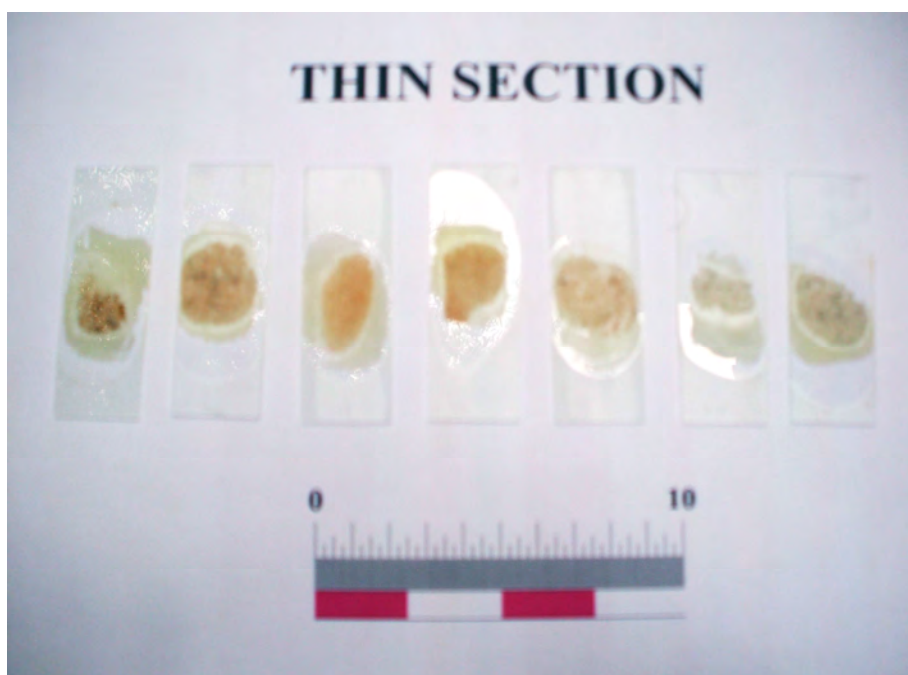
รูปที่ 2.6 แสดงหินตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษา โดยทำการตัดเพื่อเตรียมทำ thin section

## 2.2.2 ศิลาวรรณนา

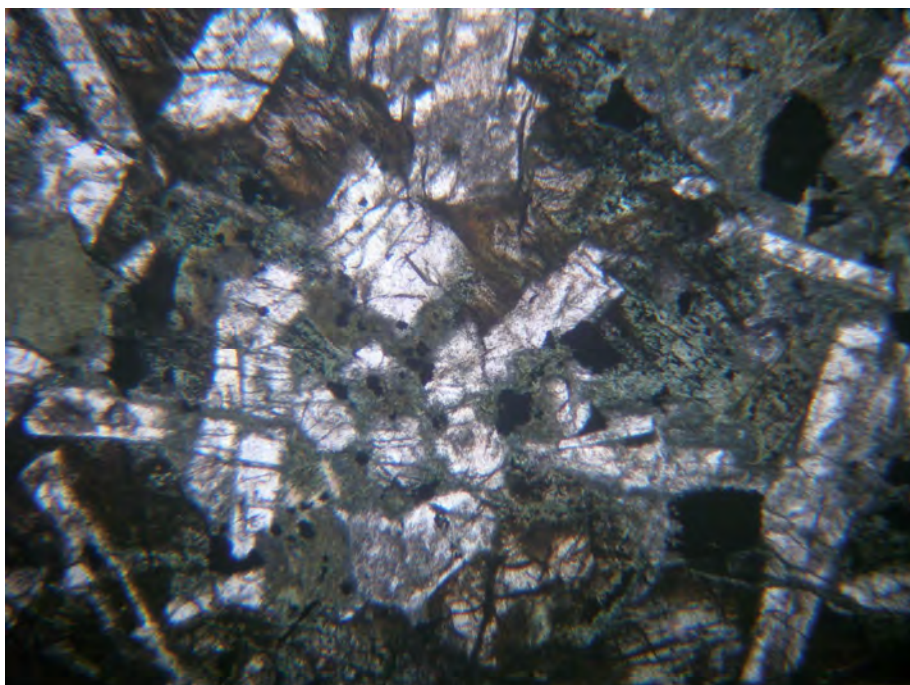
การเตรียมแผ่นหินบาง(thin section) (รูปที่ 2.7 – 2.8) เพื่อศึกษาซิลาวรรณนาภายใต้กล้อง Polarizing Microscope โดยจะศึกษาในส่วนของ mineralogy และ petrography (รูปที่ 2.9 - 2.10) ขั้นตอนการทำแผ่นหินบาง (Thin Section) แสดงในภาคผนวก



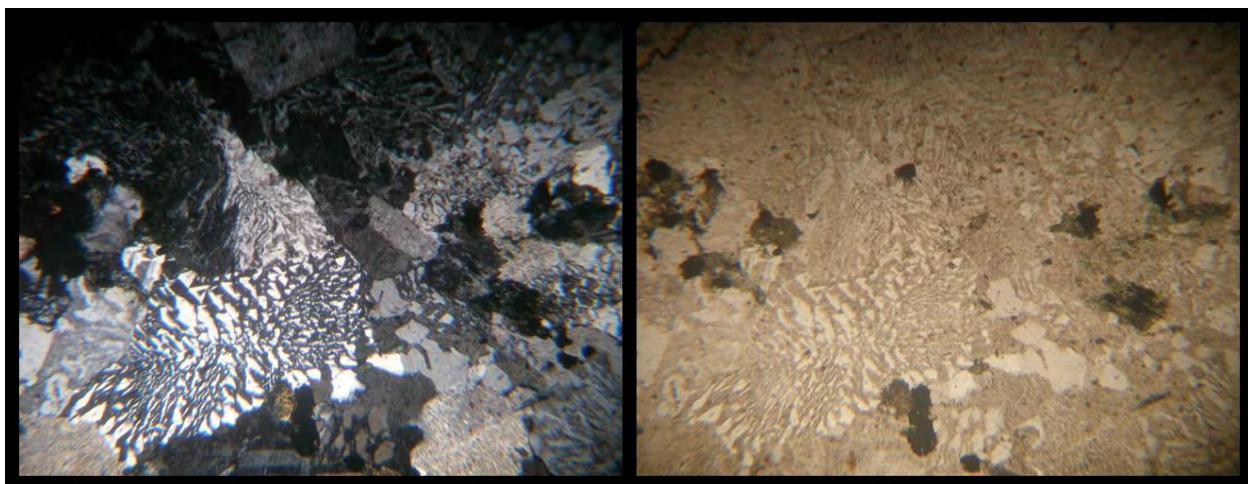
รูปที่ 2.7 แสดง Thin Section ที่อยู่ระหว่างขั้นตอนการขัด



รูปที่ 2.8 แสดง Thin Section ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว



รูปที่ 2.9 แสดงภาพ Thin Section ภายใต้กล้อง polarizing microscope

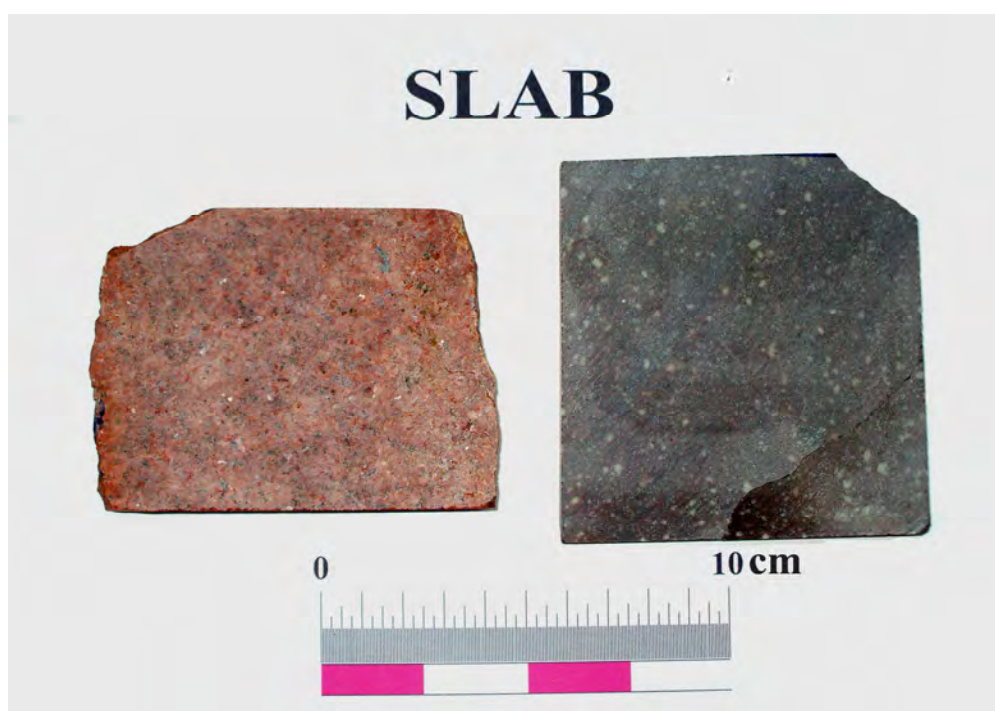


รูปที่ 2.10 แสดงภาพ Thin Section ภายใต้กล้อง polarizing microscope แบบ crossed nicols (ด้านซ้าย) และ uncrossed nicols (ด้านขวา)



### 2.2.3 Modal Analysis

การศึกษา Modal Analysis ศึกษาจากแผ่นหินขัดเรียบ หรือ rock slab (2.11 – 2.14) ของหินตัวอย่างจากในพื้นที่ โดยจัดทำ Rock Slab ขึ้นมา (ขั้นตอนการทำแผ่นหินขัดเรียบแสดงในภาคผนวก) จากนั้นนำ Rock Slab นั้นไปทำการย้อมสีเพื่อให้แร่เกิดการติดสี (ขั้นตอนการย้อมสีแสดงในภาคผนวก) แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Modal Analysis ต่อไป



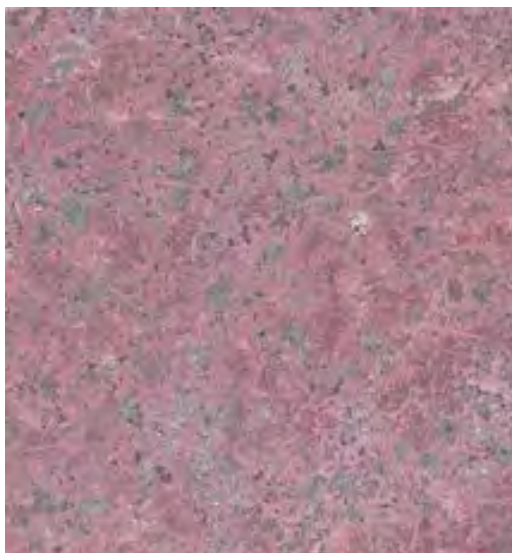
รูปที่ 2.11 แสดงแผ่นหินขัดเรียบ (slab) ที่ตัดเสร็จแล้ว เพื่อที่จะนำไปย้อมสีต่อไป



รูปที่ 2.12 แสดงแผ่นหินขัดเรียบที่ผ่านการย้อมสีเรียบร้อยแล้ว



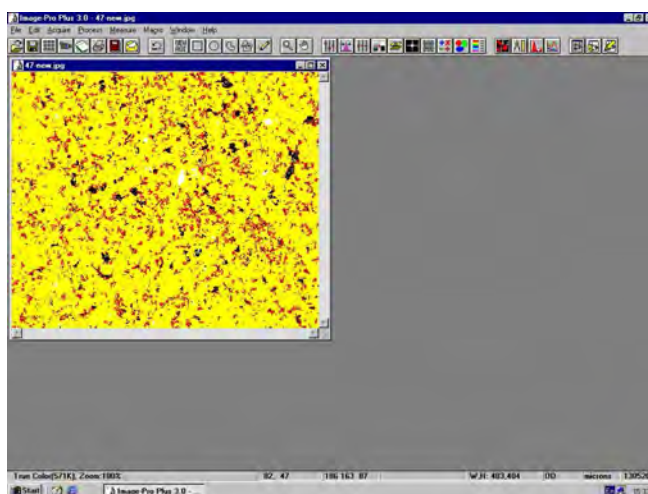
รูปที่ 2.13 แสดงภาพสแกนแผ่นหินที่ทำการย้อมสี เพื่อนำไปศึกษา modal analysis



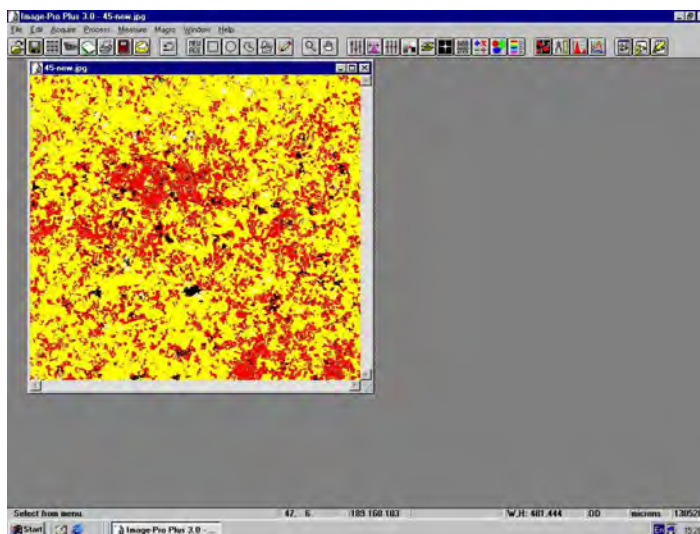
รูปที่ 2.14 แสดงภาพสแกนแผ่นหินที่ทำการย้อมสี เพื่อจะนำไปศึกษา modal analysis

โปรแกรม Image Pro Plus เป็นโปรแกรมที่เลือกใช้ในการศึกษา Modal Analysis โดยโปรแกรมมีความสามารถในการจำแนก , นับ และวัดขนาด ซึ่งในการศึกษา Modal analysis ของเรา จะใช้การนับพื้นที่โดยอาศัยความแตกต่างของสีบนแผ่น slab สีที่แตกต่างการของแร่ Plagioclase Feldspar , Alkali Feldspar , Quartz

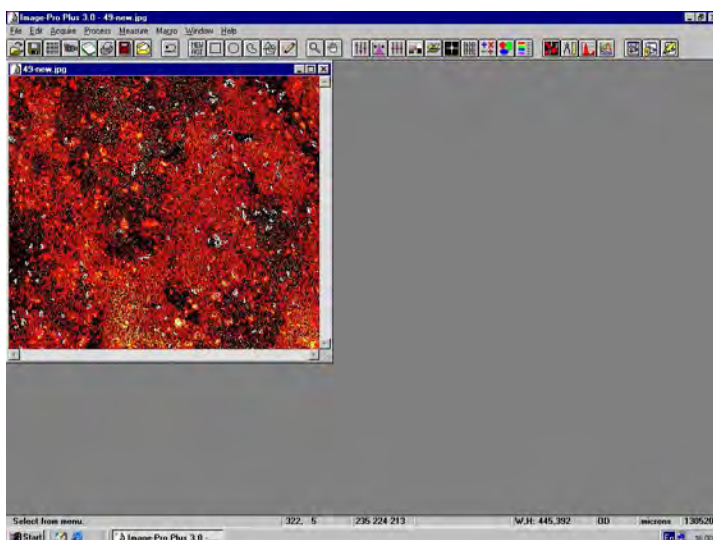
ทั้งแร่ Plagioclase Feldspar , Alkali Feldspar , Quartz จะถูกวัดและคำนวณโดยโปรแกรม Image Pro Plus โดยใช้ความแตกต่างกันของสีเป็นตัวจำแนกโดยแร่ Plagioclase Feldspar จะถูกย้อมติดสีแดง แร่ Alkali Feldspar จะถูกย้อมติดสีเหลือง ส่วนแร่ Quartz จะไม่ติดสี (รูปที่ 2.15 – 2.17)



รูปที่ 2.15 แสดงการศึกษา modal analysis โดยโปรแกรม image pro plus

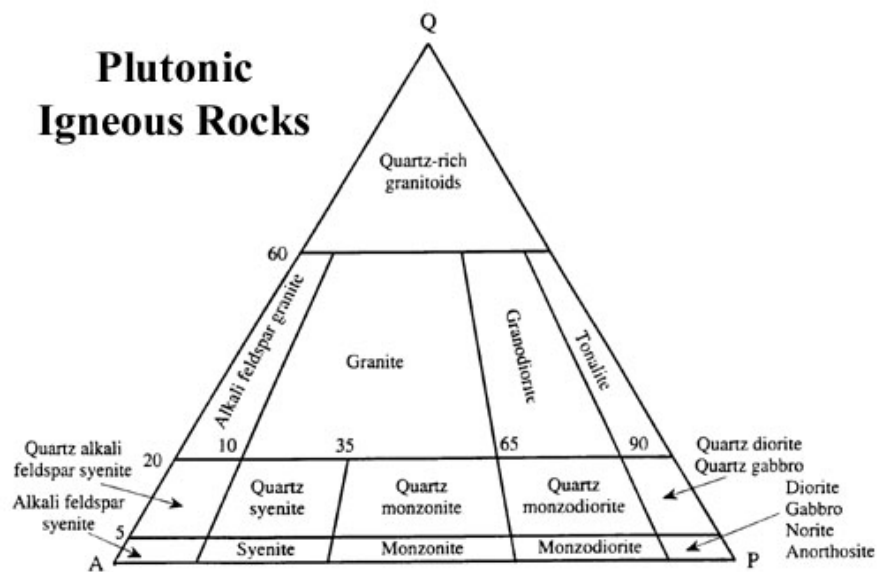


รูปที่ 2.16 แสดงการศึกษา modal analysis โดยโปรแกรม image pro plus



รูปที่ 2.17 แสดงการศึกษา modal analysis โดยโปรแกรม image pro plus

โปรแกรม Image Pro Plus จะคำนวณปริมาณแร่แต่ละตัวออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อได้เปอร์เซ็นต์ของแร่ Plagioclase Feldspar , Alkali Feldspar c]t Quartz จาก Image Pro Plus แล้ว จะนำข้อมูลนั้นไป Plot ลงใน QAP Diagram ของ Streckeisen (1976) (รูปที่ 2.18) ซึ่งจะได้ชื่อ (Nomenclature) ของหินแต่ละตัวอย่าง

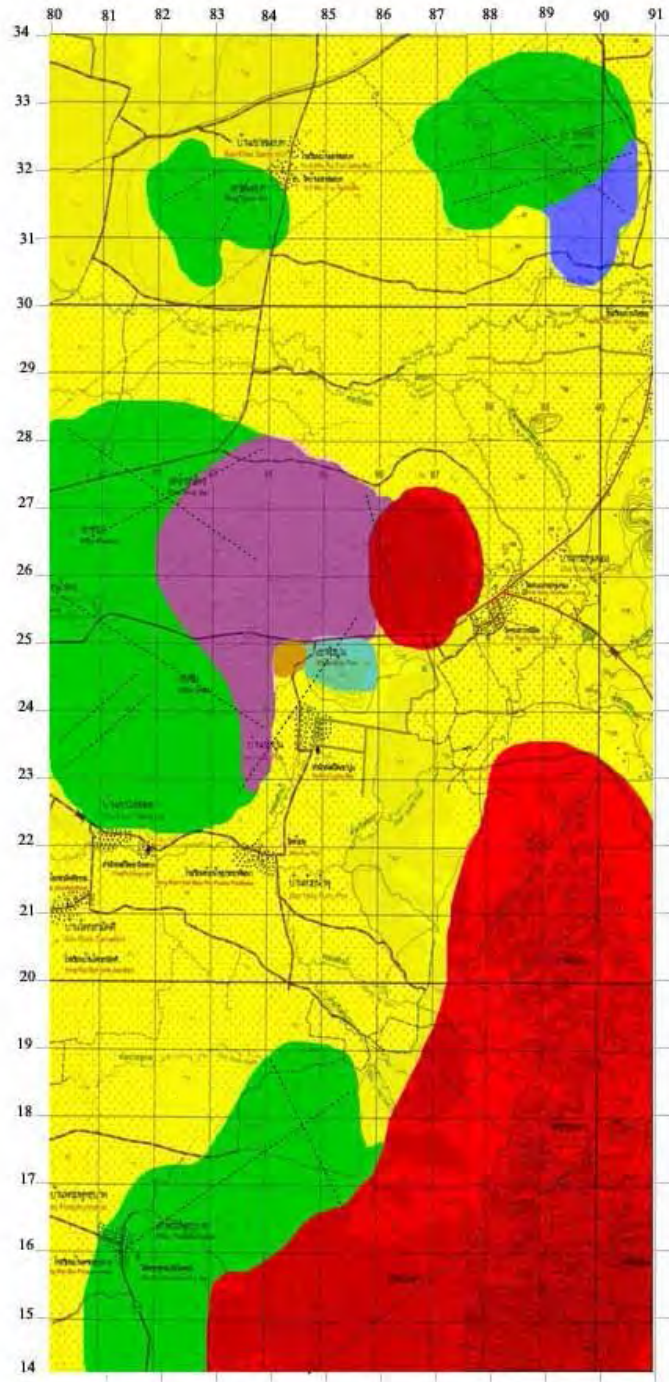


รูปที่ 2.18 แสดงQAP Diagram ของ Streckeisen (1976)

### บทที่ 3 : ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่

หลังจากที่ได้ออกภาคสนามครั้งที่ 2 แล้ว ได้ทำการรวบรวมข้อมูลธรณีวิทยาพื้นที่จากข้อมูลเดิม ผสมกับข้อมูลธรณีวิทยาที่ได้จากการศึกษาวิชาธรณีสนาม 2 และข้อมูลที่ได้จากการทำ modal analysis ได้จัดทำแผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ศึกษา ดังแสดง

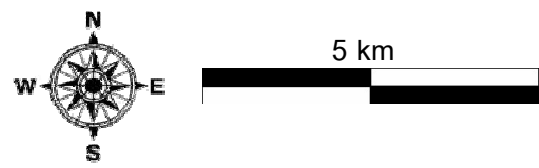


**Legend**

- Quaternary
- Quartz monzonite, monzonite
- Syenite
- Alkaline-feldspar syenite
- Diorite
- Rhyolite, Andesite, Rhyolitic tuff, Andesitic tuff
- Skarn, Calc-silicate, Marble

**Symbols**

- Fracture
- Contour Line in meters
- Boundary
- X Spot elevation Meters

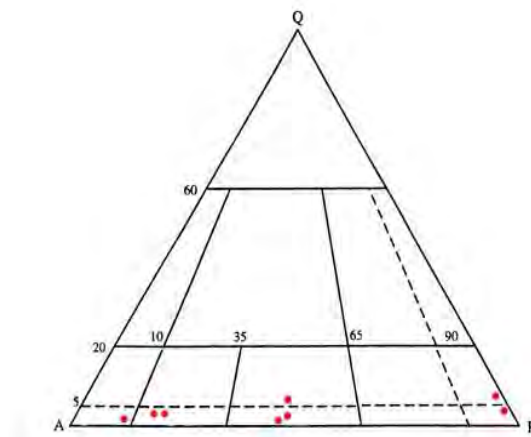


### 3.2 Modal Analysis

จากการศึกษาโดยวิธี modal analysis ของหินจำนวน 8 ตัวอย่าง สามารถสรุปปริมาณเปอร์เซ็นต์ของแร่ที่โปรแกรมคำนวณได้ ตามตารางดังนี้

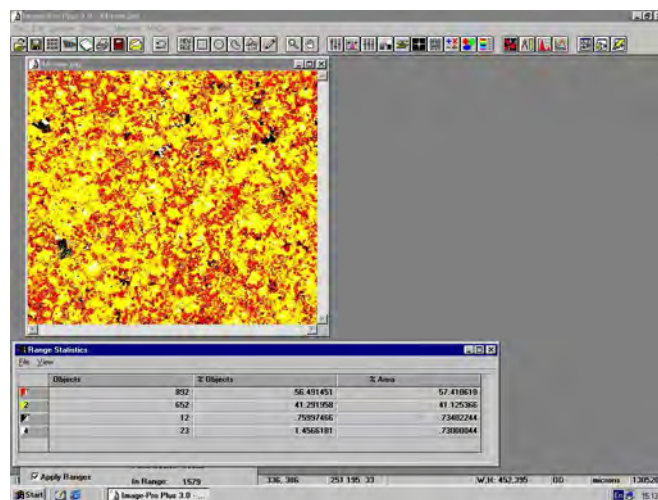
Sample	Plagioclase (%)	Alkaline Feldspar (%)	Quartz (%)
No. 4	18.69	78.17	3.14
No. 5	43.42	50.03	6.55
No. 8	46.21	52.34	1.45
No. 10	15.30	82.07	2.63
No. 12	97.45	0.21	2.34
No. 16	91.84	0.94	7.22
No. 2	57.83	41.43	0.74
No. 17	7.29	92.65	0.06

จากข้อมูลเปอร์เซ็นต์แร่ในตาราง สามารถนำมา plot ลงใน QAP Diagram ได้ชื่อหินดังนี้

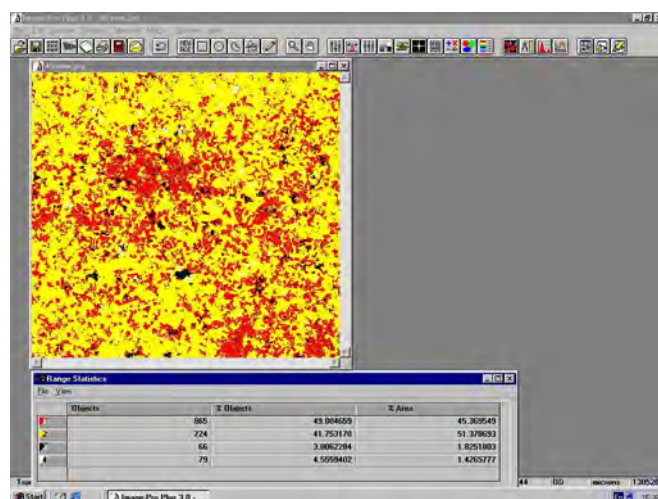


- Alkaline-feldspar Syenite
- Syenite
- Quartz Monzonite
- Monzonite
- Quartz Diorite
- Diorite

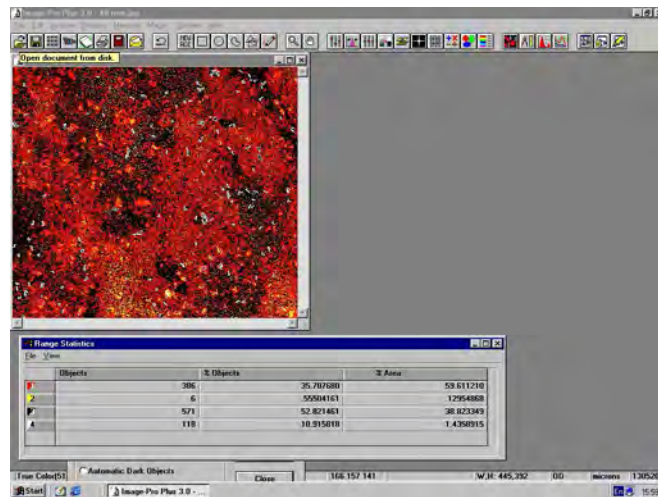




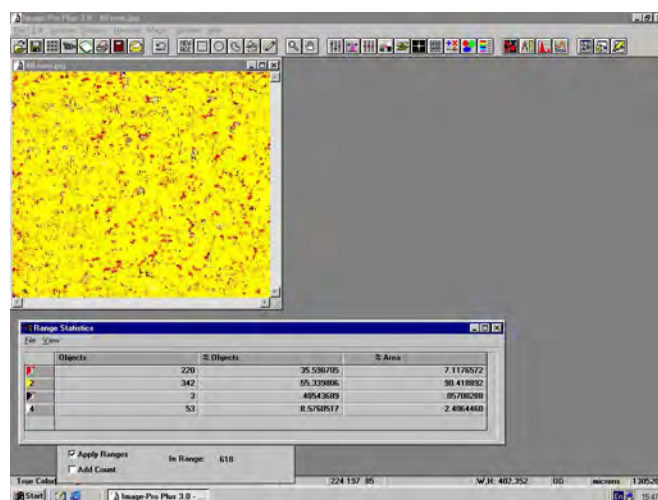
รูปที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์ modal analysis ด้วยโปรแกรม image pro plus



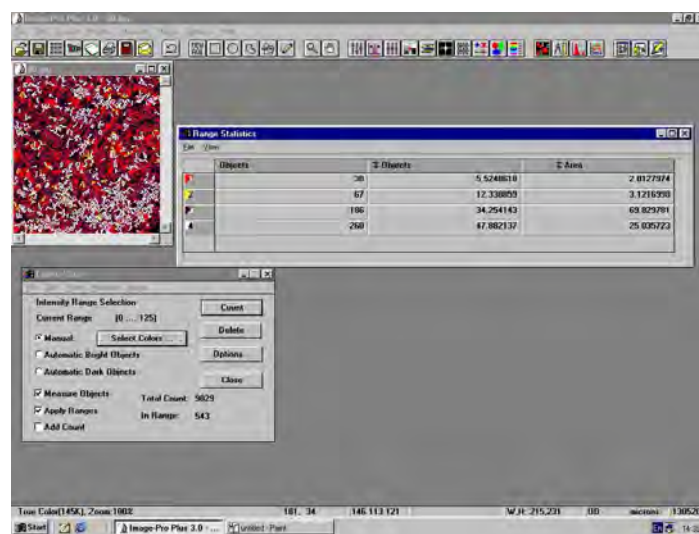
รูปที่ 3.2 แสดงการวิเคราะห์ modal analysis ด้วยโปรแกรม image pro plus



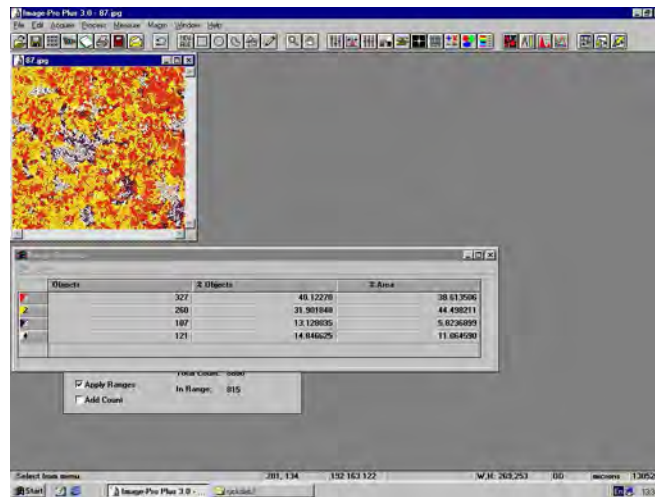
รูปที่ 3.3 แสดงการวิเคราะห์ modal analysis ด้วยโปรแกรม image pro plus



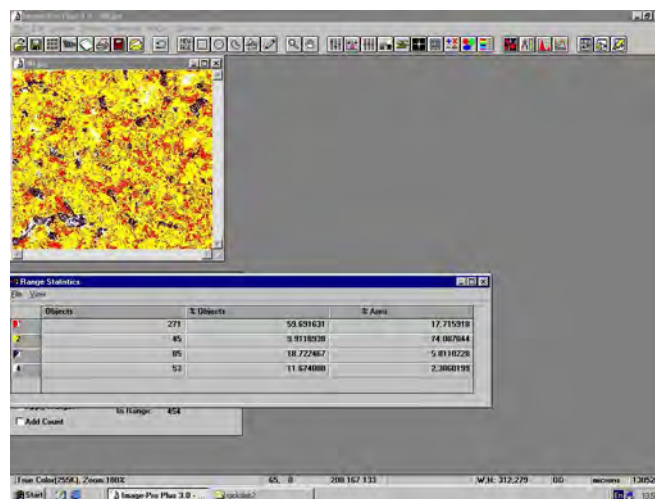
รูปที่ 3.4 แสดงการวิเคราะห์ modal analysis ด้วยโปรแกรม image pro plus



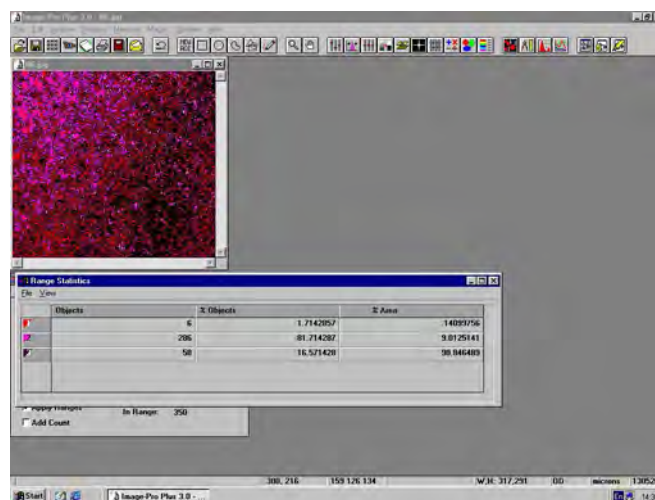
รูปที่ 3.5 แสดงการวิเคราะห์ modal analysis ด้วยโปรแกรม image pro plus



รูปที่ 3.6 แสดงการวิเคราะห์ modal analysis ด้วยโปรแกรม image pro plus



รูปที่ 3.7 แสดงการวิเคราะห์ modal analysis ด้วยโปรแกรม image pro plus



รูปที่ 3.8 แสดงการวิเคราะห์ modal analysis ด้วยโปรแกรม image pro plus

### 3.3 ศิลาวรรณา

การศึกษาทางด้านศิลาวรรณา ผู้ศึกษาได้จำแนกหินเป็นกลุ่มต่างๆโดยยึดตามข้อมูลจากการทำ modal analysis ได้ชื่อหินคือ หินอัลคาไลน์ เฟลสปาร์ ซายีไนต์ หินซายีไนต์ หินมอนโซไนต์ หินควอตซ์มอนโซไนต์ หินไดออไรต์ และ หินควอตซ์ไดออไรต์ แต่เนื่องจากหินบางตัวอย่างได้เก็บเฉพาะในส่วนเพื่อทำการศึกษาศิลาวรรณาเท่านั้น ไม่มีข้อมูลชื่อหินที่ได้จากการทำ modal analysis ผู้ศึกษาจึงกำหนดหินส่วนนี้เป็นอีกส่วนหนึ่งต่างหาก คือจัดอยู่ในกลุ่ม หินแกรนิตสีชมพู ตามลักษณะกายภาพเบื้องต้น นอกจากนี้ก็จะมีหินในกลุ่ม basalt-basaltic dyke อีกกลุ่มหนึ่ง ในการศึกษาศิลาวรรณาจึงแบ่งออกเป็นกลุ่มๆได้ดังนี้

1. กลุ่มหินแกรนิตสีชมพู
2. หินไดออไรต์-ควอตซ์ไดออไรต์
3. หินบะซอลต์-บะซอลติกไดค์
4. หินอัลคาไลน์ เฟลสปาร์ ซายีไนต์
5. หินซายีไนต์
6. หินมอนโซไนต์-ควอตซ์มอนโซไนต์

โดยเราได้นำหินตัวอย่างเหล่านี้มาจัดทำเป็น thin section และศึกษาภายใต้กล้อง polarizing microscope พบว่าแต่ละกลุ่มมีลักษณะดังนี้

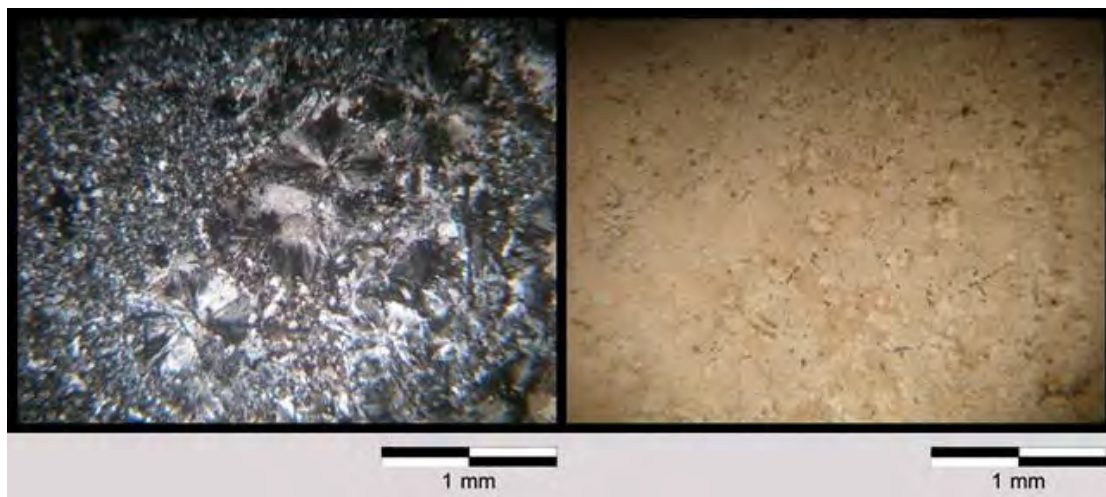
#### 3.1 หินแกรนิตสีชมพู

หินอัลคาไลน์แกรนิตที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษามีลักษณะเบื้องต้นใกล้เคียงกัน โดยสีสดมีสีชมพู-แดง สีฝุ่นสีเทาขาว-น้ำตาล จากการสังเกตพบว่าบริเวณตอนบนของพื้นที่ศึกษาเนื้อหินค่อนข้างจะมีเม็ดผลึกที่หยาบกว่าบริเวณตอนล่าง และจากการดูด้วยแฮนด์เลนส์พบว่าแร่ส่วนใหญ่ของหินกลุ่มนี้คือ แร่ plagioclase และ แร่ alkaline feldspar พบแร่ quartz และ กลุ่มแร่สีเข้มบ้าง แต่ไม่มากนัก

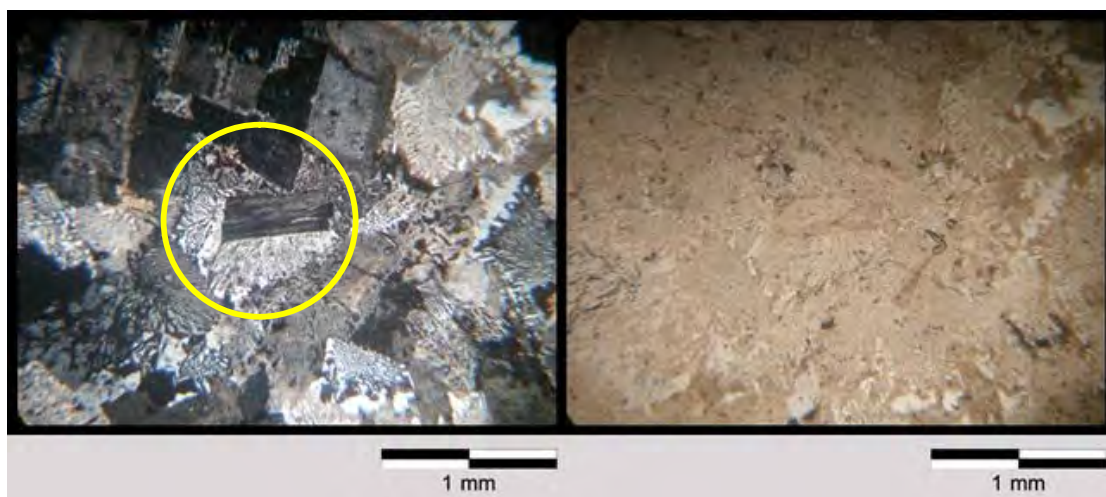
เมื่อนำมาศึกษาภายใต้ thin section ยังคงพบว่าแร่ plagioclase และ alkaline feldspar ยังคงเป็นแร่หลักอยู่ แร่อื่นๆที่พบเช่นแร่ quartz , pyroxene , muscovite , biotite , amphibole และแร่สีเข้มอื่นๆ พบแต่พบได้ในปริมาณไม่มากนัก มีเพียงตัวอย่างจากบางบริเวณที่พบว่ามีแร่ quartz ที่มีปริมาณมากกว่าบริเวณอื่นๆ แต่ก็ไม่ได้มากหรือโดดเด่นไปกว่าแร่หลักอย่าง plagioclase และ alkaline feldspar

แร่ plagioclase และ alkaline feldspar ที่พบมีรูปร่างผลึกทั้งที่เป็น euhedral , subhedral และ anhedral แต่ที่พบมากที่สุด เป็นลักษณะผลึกแบบ subhedral ส่วนแร่รองๆ อย่าง quartz , pyroxene , muscovite , biotite , และแร่สีเข้มอื่นๆ พบส่วนมากในลักษณะผลึกแบบ subhedral และ anhedral

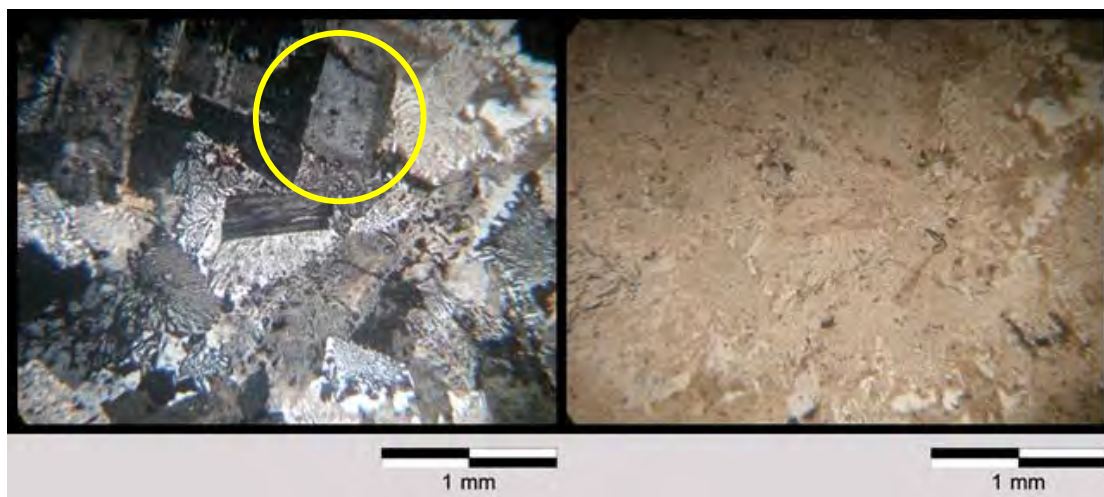
ลักษณะ texture ที่พบในหินกลุ่ม alkaline granite ได้แก่ ลักษณะ Spherulitic texture , Graphic texture , Intrafasciculate texture และ zoned plagioclase



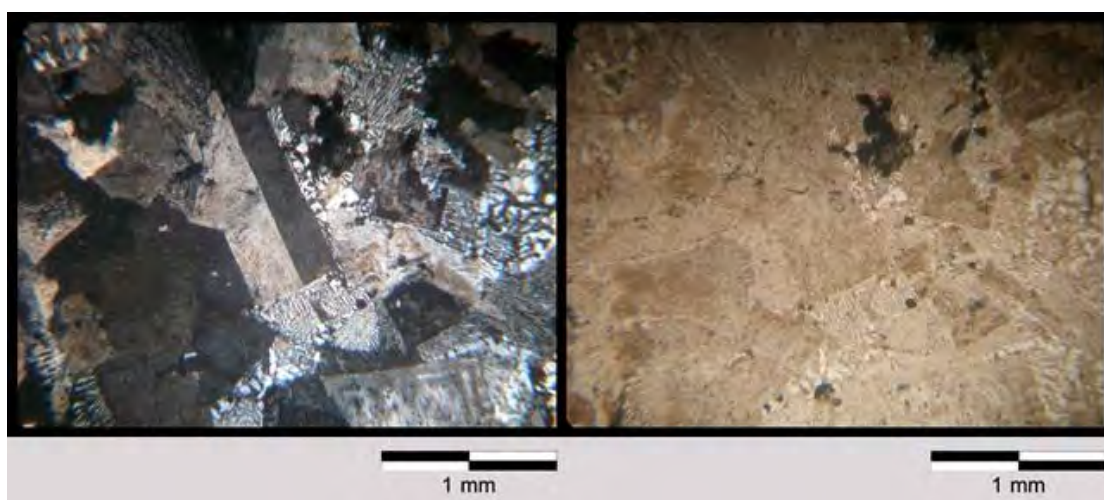
รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะ Spherulitic texture ของหินตัวอย่าง PS09 บริเวณบ่อน้ำทางเข้าเหมือง



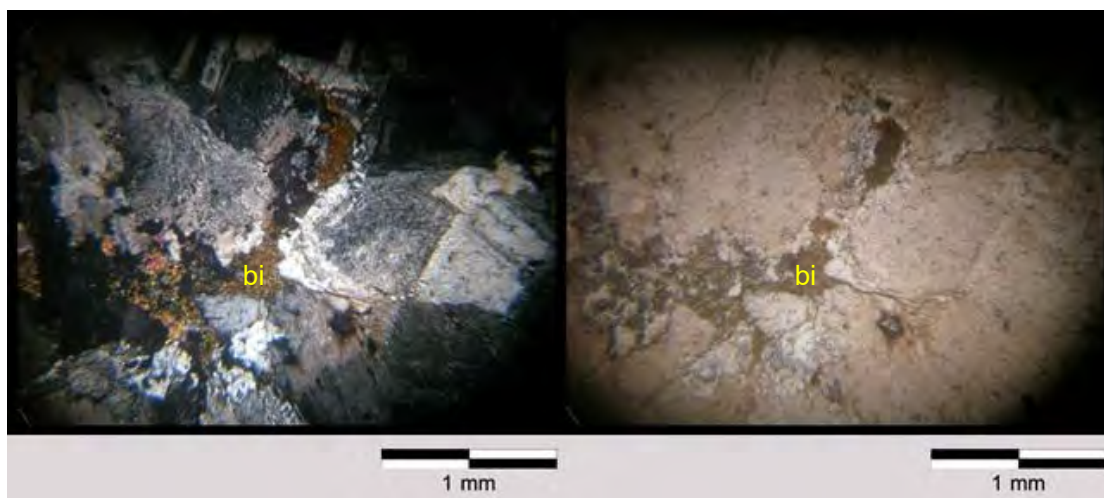
รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะ Intrafasciculate texture ของหินตัวอย่าง PS01 บริเวณข้างทาง



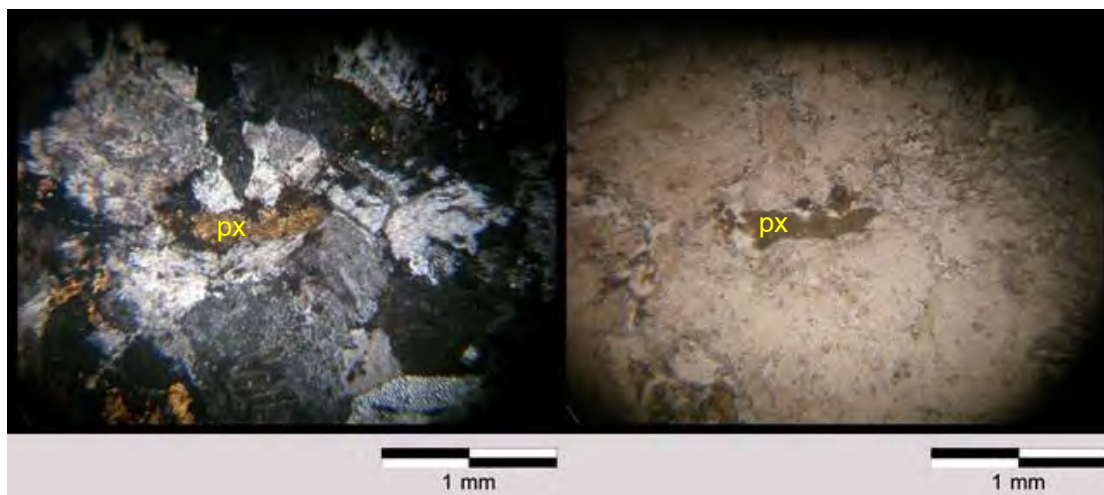
รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะ zoned plagioclase ของหินตัวอย่าง PS01 บริเวณข้างทาง



รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะ Karlsbad twin ของแร่ plagioclase ของหินตัวอย่าง PS01 บริเวณข้างทาง



รูป 3.12 แสดงลักษณะ แร่ biotite ภายใได้ thin section ของหินตัวอย่าง PS14 บริเวณหน้าวัดพระพุทธรบาท

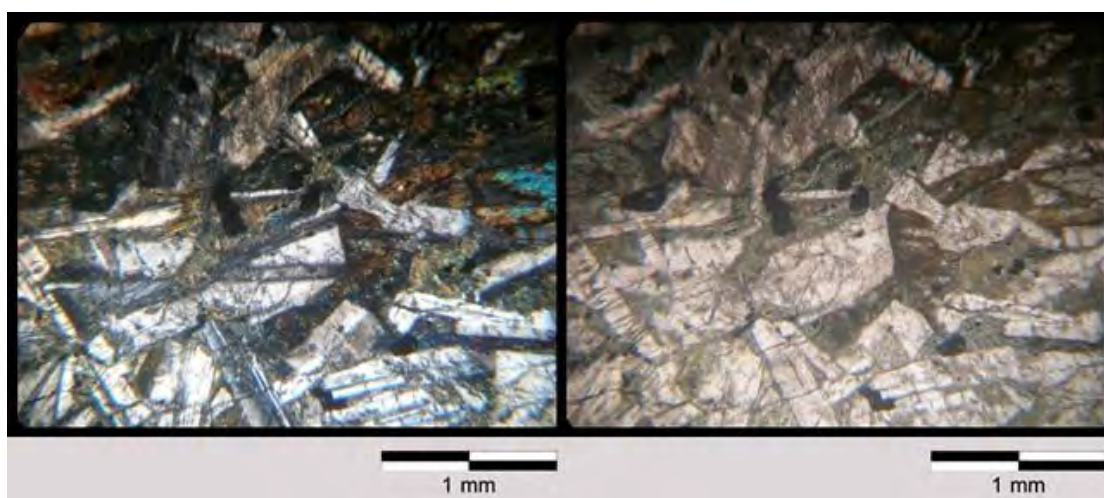


รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะ แร่ pyroxene ภายใต้ thin section ของตัวอย่าง PS14 บริเวณหน้าวัดพระพุทธรบาท

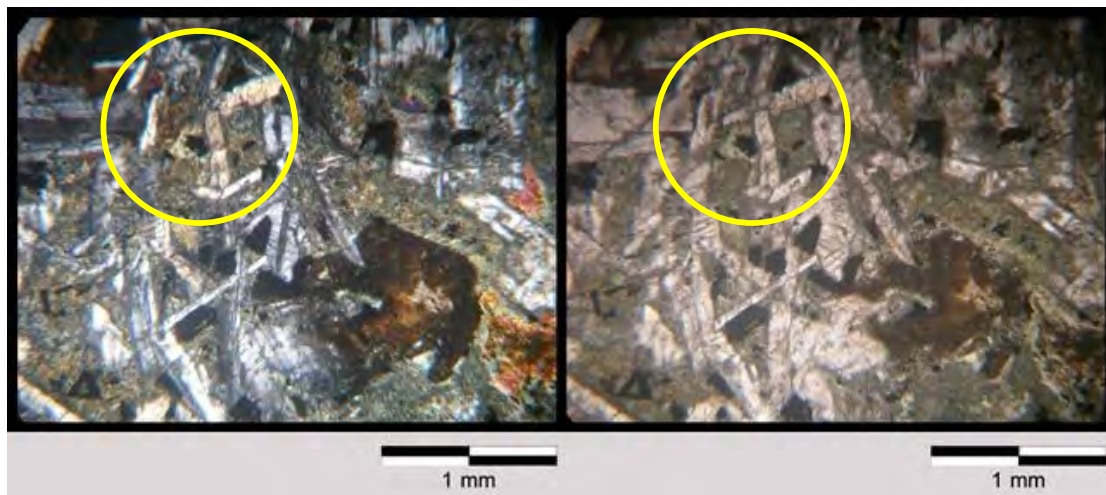
### 3.2 หินไดโอไรท์

หินไดโอไรท์ที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษาพบอยู่เพียงบริเวณเดียวเท่านั้น โดยสีสดมีสีเขียวเข้ม สีฝุ่นสีเขียวปนเทา จากการสังเกตพบว่าเนื้อหินค่อนข้างจะมีเม็ดผลึกที่ละเอียด และจากการดูด้วยแฮนด์เลนส์ไม่สามารถแยกแยะแร่ได้มากนัก เนื่องจากผลึกค่อนข้างละเอียดมาก

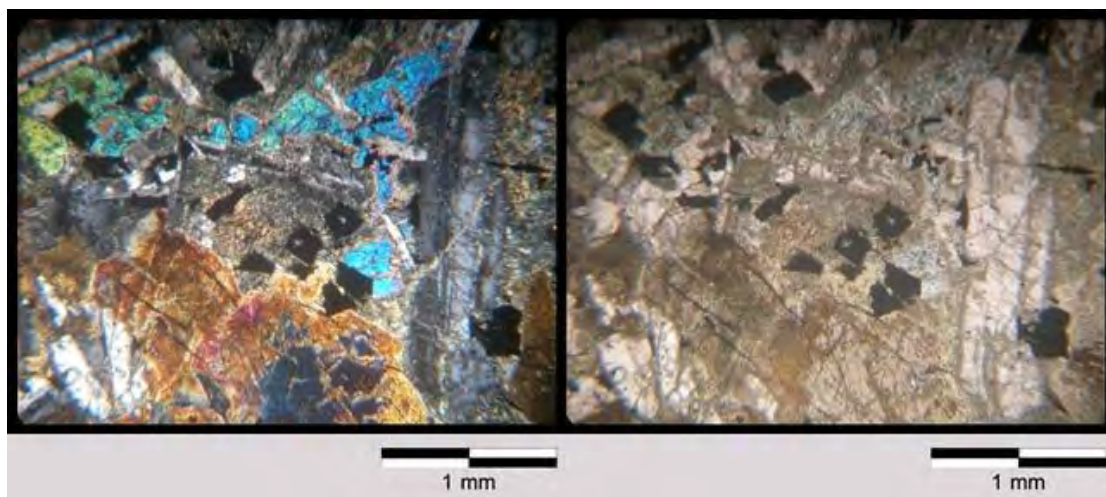
เมื่อนำมาศึกษาภายใต้ thin section พบว่ามีปริมาณแร่ plagioclase มากที่สุด แร่ที่มีปริมาณรองลงมาคือ biotite , muscovite และ pyroxene นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณของแร่มีตอยู่ค่อนข้างสูงลักษณะ texture ที่พบในหินกลุ่มdiorite เป็นลักษณะ trachytic texture (รูปที่ 3.14 - 3.18)



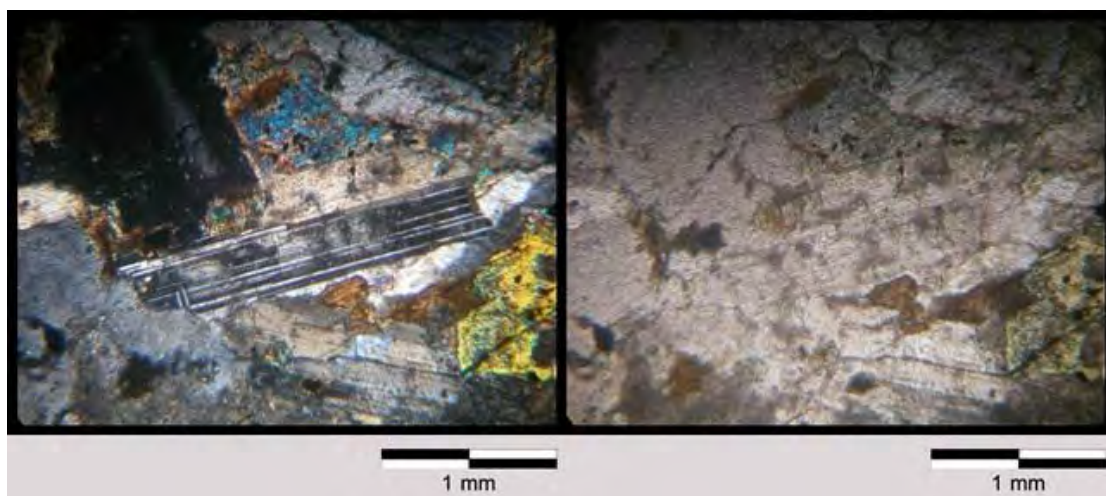
รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะ Trachytic texture ของหินตัวอย่าง PS18 บริเวณใกล้เขาหัวปูน



รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะ Plagioclase spherulite ภายใต้ thin section ของหินตัวอย่าง PS17 บริเวณใกล้เขาหัวป้อน

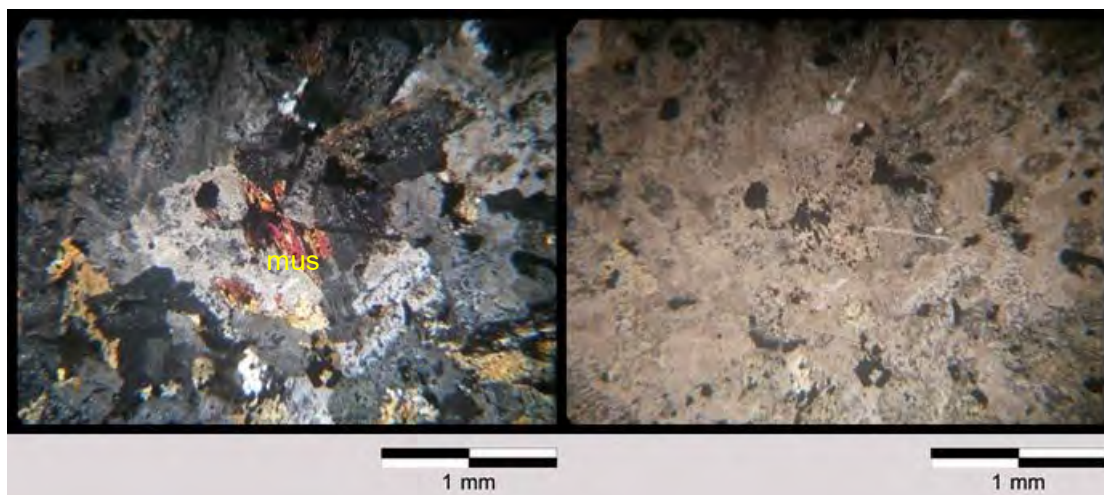


รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะ แร่ opaque ภายใต้ thin section ของหินตัวอย่าง PS18 บริเวณใกล้เขาหัวป้อน



รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะ Albite twin ของ แร่ pyroxene ภายใต้ thin section ของหินตัวอย่าง PS16 บริเวณเขาหัวป้อน



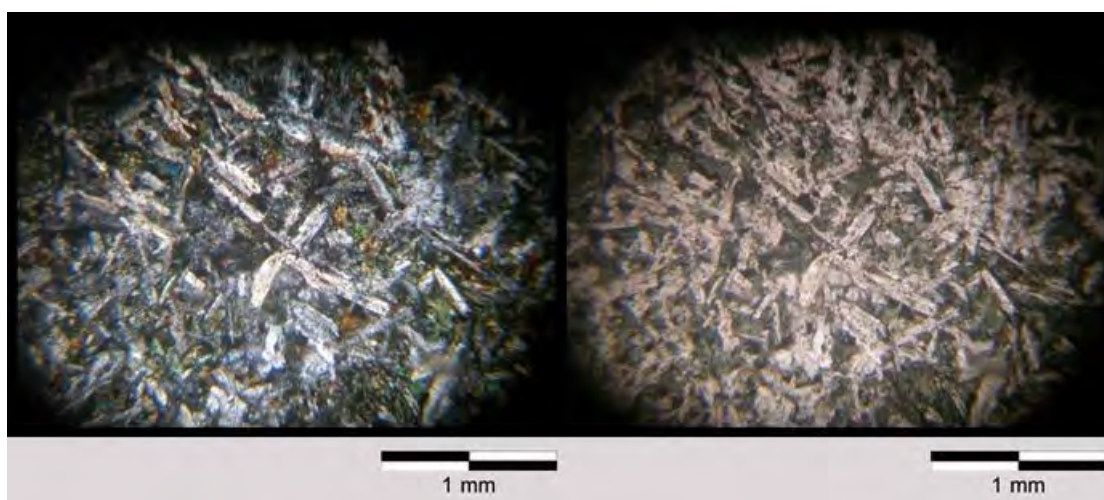


รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะ แร่ muscovite ภายใต้วัด thin section ของหินตัวอย่าง PS19 บริเวณใกล้เขาหัวปูลู

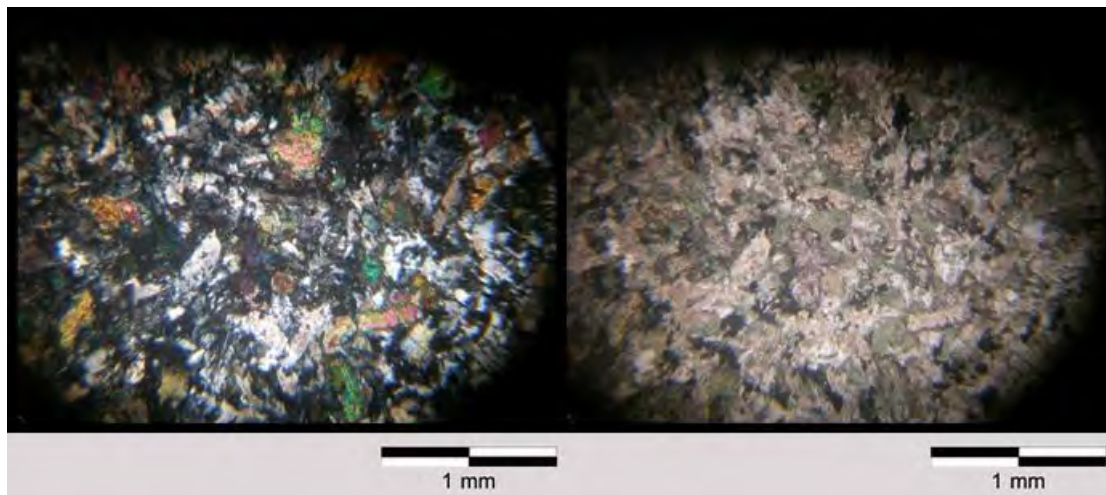
### 3.3 หินบะซอลต์-บะซอลติกไดค์

หินไดโอไรท์ที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษาพบอยู่เพียงบริเวณเดียวเท่านั้น โดยสีสดมีสีดำ สีขมูมีสีดำปนเทา จากการสังเกตพบว่าเนื้อหินมีเม็ดผลึกที่ละเอียด และจากการดูด้วยแฮนด์เลนส์ไม่สามารถแยกแยะแร่ได้มากนัก เนื่องจากผลึกค่อนข้างละเอียดมาก

เมื่อนำมาศึกษาภายใต้กล้อง polarizing microscope พบว่าองค์ประกอบแร่ใกล้เคียงกับหินไดโอไรท์ แต่มีปริมาณของ pyroxene สูงมากกว่า และไม่มีย้อมเม็ด โดยพบว่าแร่ที่มีปริมาณมากที่สุดคือ แร่ plagioclase แร่ที่มีปริมาณรองลงมาคือ pyroxene ขนาดของผลึกแร่โดยเฉลี่ยมีขนาดเล็กกว่า 0.5 mm ลักษณะ texture ที่พบในหินกลุ่ม หินบะซอลต์-บะซอลติกไดค์ นี้คือ ลักษณะ trachytic texture และ Plagioclase spherulite (รูปที่ 3.19 – 3.20)



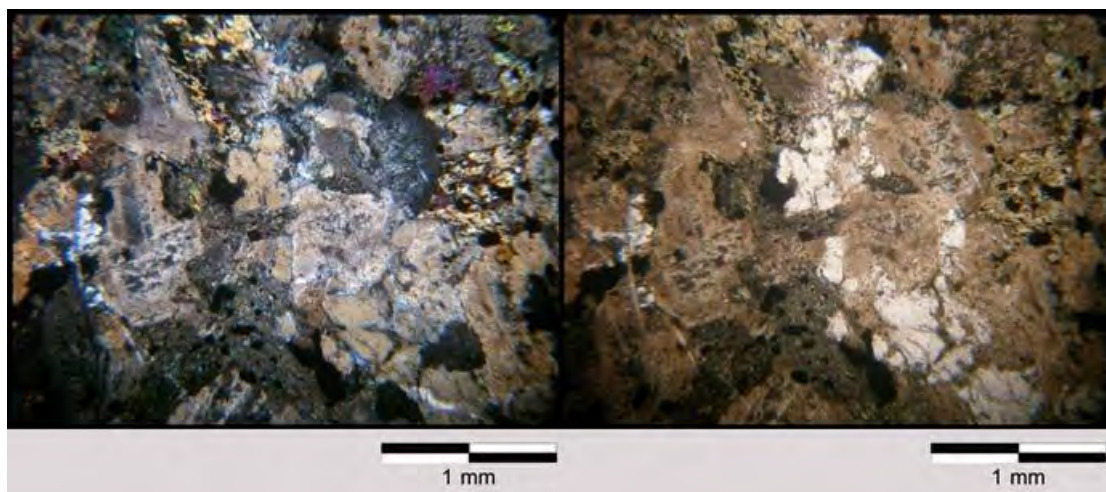
รูปที่ 3.19 แสดงลักษณะ Trachytic texture และ Plagioclase spherulite ของหินตัวอย่าง PS07 บริเวณเหมือง-Central Dyke



รูปที่ 3.20 แสดงลักษณะ แร่ pyroxene ภายใต้ว thin section ของหินตัวอย่าง PS11 บริเวณเหมือง-Dyke I

### 3.4 หินอัลคาไลน์ เฟลสปาร์ ซายีนต์

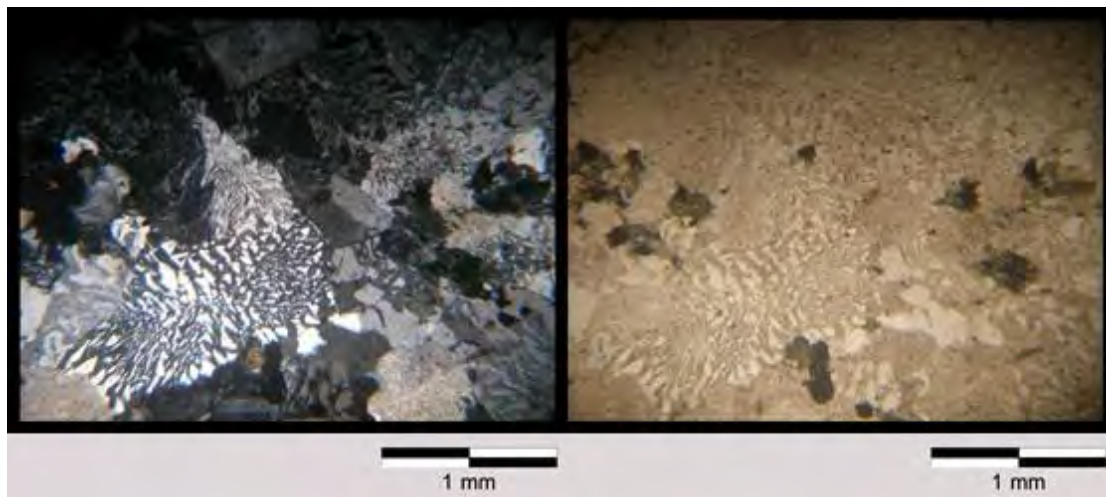
หินอัลคาไลน์ เฟลสปาร์ ซายีนต์ มีสีชมพูถึงแดง มีปริมาณแร่ K-feldspar สูงมาก มีแร่ Plagioclase เป็นแฉ่อง (รูปที่ 3.21)



รูปที่ 3.21 แสดงภาพภายใต้กล้อง polarizing microscope ของหิน หินอัลคาไลน์ เฟลสปาร์ ซายีนต์

### 3.5 หินซาอีไนต์

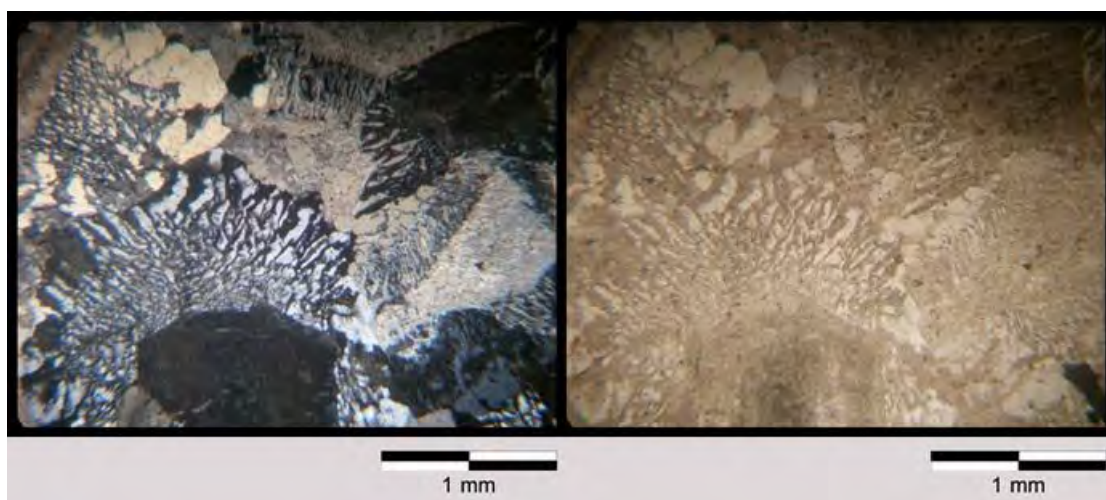
หินซาอีไนต์ โดยทั่วไปมีสีชมพูแดง เนื้อค่อนข้างหยาบ แร่ส่วนใหญ่เป็น Plagioclase และ K-feldspar ลักษณะ texture ที่โดดเด่นคือลักษณะ Micrographic texture (รูปที่ 3.22)



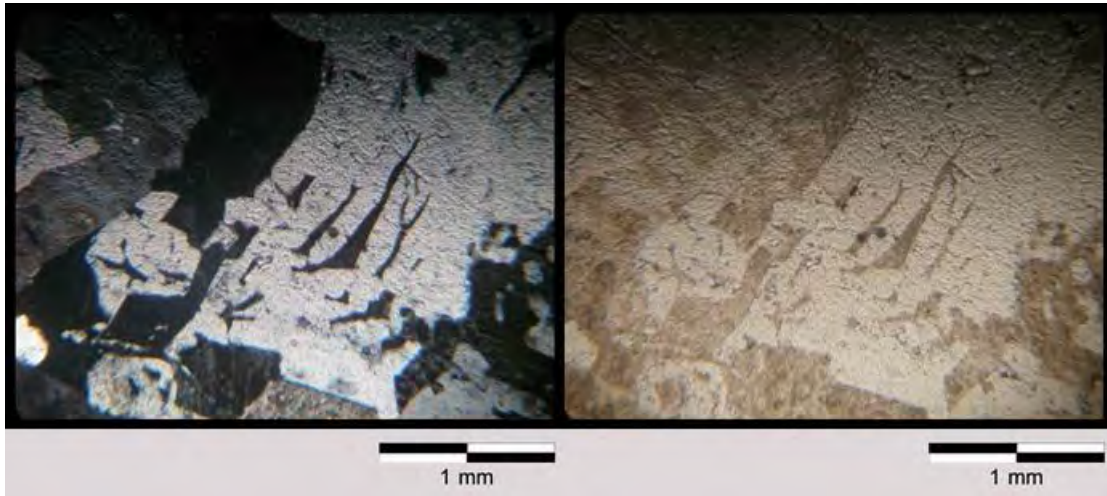
รูปที่ 3.22 แสดงลักษณะ Micrographic texture ของหินตัวอย่าง PS10 บริเวณเหมือง-กองหิน

### 3.6 หินมอนโซไนต์-ควอตซ์มอนโซไนต์

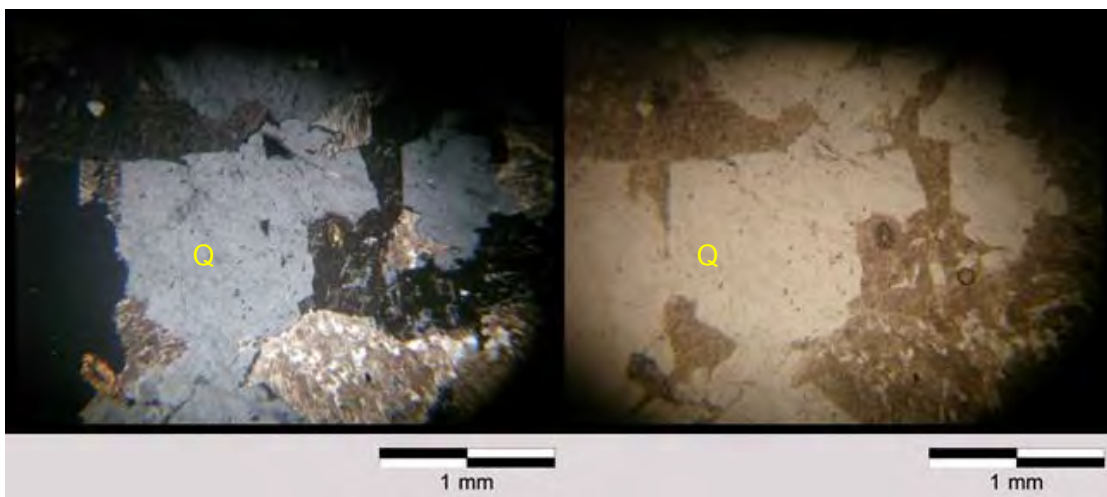
หินมอนโซไนต์-ควอตซ์มอนโซไนต์ ลักษณะโดยทั่วไปมีสีชมพูแดง เนื้อค่อนข้างหยาบ แร่หลักที่พบมากคือ Plagioclase และ K-feldspar ลักษณะ texture ที่โดดเด่นคือลักษณะ Granophyric texture นอกจากนี้ยังพบลักษณะ Graphic texture แต่ไม่เด่นชัดนัก (รูปที่ 3.23 – 3.25)



รูปที่ 3.23 แสดงลักษณะ Granophyric texture ของหินตัวอย่าง PS08 บริเวณสำนักสงฆ์เขาวังหลอด



รูปที่ 3.24 แสดงลักษณะ Graphic texture ของหินตัวอย่าง PS08 บริเวณลำน้ำสงฆ์เขาวังหลอด



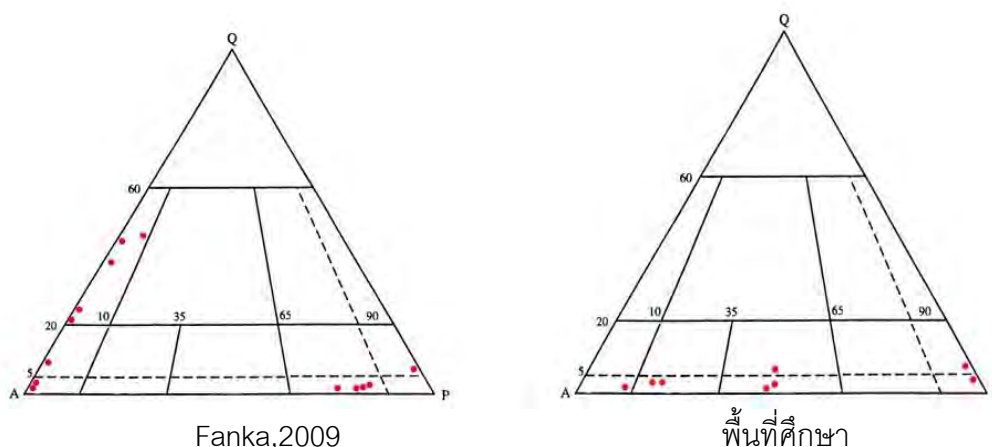
รูปที่ 3.25 แสดงลักษณะ แร่ quartz ภายใต thin section ของหินตัวอย่าง PS08 บริเวณลำน้ำสงฆ์เขาวังหลอดภาพ

## บทที่ 4 : อภิปรายและสรุปผล

หินอัคนีที่พบในบริเวณพื้นที่ทางด้านทิศตะวันออกของ อ.ไพศาลี จ.นครสวรรค์ประกอบไปด้วย หินบะซอลต์-บะซอลติกไดค์ กลุ่มหินตะกอนภูเขาไฟ หินอัลคาไลน์-เฟลสปาร์ ซายีไนท์ หินมอนโซไนท์ หินควอตซ์มอนโซไนท์ หินควอตซ์ไดออไรท์ และ หินไดออไรท์

โดยข้อสังเกตที่ได้จากการทำ modal analysis ผู้ศึกษาพบว่าปริมาณของแร่ plagioclase และ alkaline feldspar ซึ่งเป็นแร่หลักของหินอัคนีในพื้นที่ มีความสัมพันธ์กับเชิงพื้นที่กับพื้นที่ศึกษา โดยพบว่าทางตอนบน(ทิศเหนือ)ของพื้นที่จะพบหินที่มีปริมาณแร่ plagioclase feldspar สูง ขณะที่ตอนล่าง(ทิศใต้)ของพื้นที่จะพบหินที่มีปริมาณแร่ alkaline feldspar สูง โดยหินอัคนีตลอดทั้งพื้นที่พบว่าปริมาณแร่ quartz ไม่สูง คือไม่เกิน 10% ขณะที่ปริมาณ แร่ plagioclase feldspar และ alkaline feldspar รวมกันแล้ว มากกว่า 50% ของแร่ทั้งหมด และในบางบริเวณสูงเกิน 90% ของแร่ทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ Fanka,2009 พบว่าหินในพื้นที่ศึกษาบริเวณเขาพระ-เขาสูง ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษานี้ มีลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกัน แต่ค่อนข้างจะมีปริมาณแร่ Quartz และ K-Feldspar ที่สูงกว่า นอกจากนี้ยังพบว่ามีรายงานของหินกลุ่มตะกอนภูเขาไฟ และ หินบะซอลต์แทรกดันเข้ามาเหมือนกันอีกด้วย โดยเปรียบเทียบข้อมูลการทำ modal analysis ของหินทั้ง 2 บริเวณได้ดังนี้



จากการพบหินอัคนีที่หลากหลาย ประกอบกับพื้นที่อยู่ในแนวเดียวกับหินแกรนิตแนวตะวันออก หินอัคนีบริเวณนี้จึงน่าจะจัดอยู่ในกลุ่ม I-type granite ตาม (Chapel&White,1974) และ (Pitcher,1983)

## REFERENCE

- Fanka, A. 2009. Petrography and geochemistry of igneous rocks at Khao Phra – Khao Sung area, Amphoe Nong Bua, Changwat Nakhonsawan. Senior Project, Department of Geology, Faculty of sciences, Chulalongkorn University, 52p.
- Jungyusuk, N. and Kositanont, S. (1992). "Volcanic rocks and associated mineralization in Thailand." Proceedings of the Natural Conference of Geologic Resources of Thailand : Potential for Future Development, Bangkok, Thailand, pp. 522-538.
- Nakapadungrat, S., and Putthapiban, P. (1992). "Granites and associated mineralization in Thailand." Proceedings of the Conference of Geologic Resources of Thailand : Potential for Future Development, (Supplementary Volume) Bangkok, Thailand, pp. 153-171.
- Nantasini, P. 2004. Petrography and geochemistry of intrusive rocks at ban phosawan area, Amphoe Bung Sampan, Changwat Phetchabun. Master Degree Thesis, Department of Geology, Faculty of sciences, Chulalongkorn University, 108p.
- Sritongdee, T., Surichaipanich, P., Numpratchayakul, P., Kaenchan, S., Kitpanich, H., Samthorsi, J., 2009, Geology of Igneous rocks Area II, Field Work II, Department of Geology, Faculty of Sciences, Chulalongkorn University.
- Teawpanich, P., Loknimitr, V., Wangsaksri, K., Anupongpaibul, N., Limpakarnvech, C., Kobkaew, S., 2009, Geology of Igneous rocks Area I, Field Work II, Department of Geology, Faculty of Sciences, Chulalongkorn University.

## ภาคผนวก 1

## ขั้นตอนการทำแผ่นหินบาง (Thin Section)

1. นำหินตัวอย่างมาทำความสะอาด
2. วางหินตัวอย่างในเครื่องตัดหินจากนั้นยึดให้แน่นด้วยสกรู
3. กำหนดระยะเพื่อตัดหินให้ได้หน้าเรียบ 1 หน้า จากนั้นปิดฝาเครื่องและกดปุ่มให้เครื่องทำงาน จะได้หินตัวอย่างที่ถูกตัดหน้าเรียบ 1 หน้า
4. ปลอ่ยให้หินยึดไว้อย่างเดิม แต่เลื่อนระยะของหินเข้าไปประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นปิดฝาเครื่องและกดปุ่มให้เครื่องทำงาน จะได้แผ่นหินหน้าเรียบ 2 หน้า
5. นำแผ่นหินไปตัดด้วยเครื่องตัดหินให้ได้ขนาดประมาณ 2 คูณ 2 เซนติเมตร
6. นำแผ่นหินที่ตัดได้ขนาดแล้วไปขัดหยาบ โดยจะขัดให้เรียบเพียง 1 ด้าน เพื่อที่จะนำด้านที่เรียบมาติดบนกระจกสไลด์
7. นำแผ่นหินติดบนกระจกสไลด์ด้วย balsam
8. นำแผ่นหินที่ติดบนสไลด์ไปขัดละเอียดด้วยเครื่องขัดให้ได้ความบางประมาณ 1 มิลลิเมตร
9. นำหินบางไปขัดต่อด้วยผงขัดเบอร์ 600 และ 1000 ตามลำดับ จนได้ความหนาประมาณ 0.03 มิลลิเมตร ใช้จากการมองด้วยกล้อง Polarizing Microscope ดูสี Interference color ของแร่ quartz ให้มีสีเทา
10. ทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง และเก็บโดยระมัดระวังอย่าให้แตก

## ภาคผนวก 2

## ขั้นตอนการทำแผ่นหินขัดเรียบ (Rock Slab) มีดังนี้

1. นำหินตัวอย่างมาทำความสะอาด
2. วางหินตัวอย่างในเครื่องตัดหินแบบใช้น้ำมัน จากนั้นยึดให้แน่นด้วยสกรูให้แน่น
3. กำหนดระยะเพื่อตัดหินให้ได้หน้าเรียบ 1 หน้า จากนั้นปิดฝาเครื่องและกดปุ่มให้เครื่องทำงาน โดยเครื่องจะเดินไป และเมื่อฟังเสียงว่าเครื่องตัดหินเสร็จแล้วให้ปิดเครื่อง จะได้หินตัวอย่างที่ถูกตัดหน้าเรียบ 1 หน้า
4. ปลดยึดให้หินยึดไว้อย่างเดิม แต่เลื่อนระยะของหินเข้าไปประมาณ 2-3 เซนติเมตร จากนั้นปิดฝาเครื่องและกดปุ่มให้เครื่องทำงาน จะได้แผ่นหินหน้าเรียบ 2 หน้า
5. ตัดแผ่นหินที่ตัดออกมาแล้วให้ได้รูป 4 เหลี่ยม ขนาดประมาณ 10 คูณ 10 เซนติเมตร
6. ทำความสะอาดหินและเป่าให้แห้ง



## ภาคผนวก 3

## ขั้นตอนการย้อมสีแผ่นหินขัดเรียบ (Rock Stain) มีดังนี้

1. จุ่มผิวหน้า Rock Slab ลงในสารละลายไฮโดรฟลูออริก (HF) ประมาณ 1 นาที จึงเอาออก
2. ล้างผิวหน้า Rock Slab ด้วยน้ำกลั่น โดยค่อยๆจุ่มลงไปใต้น้ำกลั่น ประมาณ 5-10 วินาที ทำหลายๆครั้ง
3. จุ่มผิวหน้า Rock Slab ลงในสารละลาย Amaranth ( $C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$ ) ประมาณ 10 วินาทีจึงเอาออก
4. ล้างผิวหน้า Rock Slab ตามขั้นตอนที่ 2
5. เป่าผิวหน้า Rock Slab ให้แห้งอย่างระมัดระวัง โดยจะมีสีแดงปรากฏขึ้น จากการย้อมติดสีของ Plagioclase Feldspar
6. จุ่มผิวหน้า Rock Slab ลงใน สารละลายโซเดียมโคบอลต์ไนไตรท์( $Na_3CO(NO_2)_6$ ) ประมาณ 5 นาที
7. ล้างผิวหน้า Rock Slab ตามขั้นตอนที่ 2 โดยจะมีสีเหลืองปรากฏขึ้น จากการย้อมติดสีของ K-Feldspar
8. เป่าผิวหน้า Rock Slab ให้แห้งอย่างระมัดระวัง
9. วางโดยให้ผิวหน้าที่ย้อมติดสีหงายขึ้น ทำให้แห้งด้วยความร้อนจากหลอดไฟประมาณ 1 คืน สีก็จะติดอย่างสมบูรณ์ โดย Plagioclase Feldspar ย้อมติดสีแดง K-Feldspar ย้อมติดสีเหลือง ส่วน Quartz และแร่ในกลุ่ม Ferromagnesium ยังคงเป็นสีดั้งเดิม