กรณีศึกษาผลกระทบจากการการระเบิดแร่หินปูน บริเวณเขายอดเอียง, ตำบลหน้าพระลาน, จังหวัดสระบุรี

กานต์ เอื้องกิตติกุล

บทคัดย่อ

กรณีศึกษาผลกระทบต่อการระเบิดแร่หินปูนนี้ เป็นการศึกษาในพื้นที่เขายอดเอียง ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการระเบิดแร่หิน, การสั่นสะเทือน และคลื่นความถี่จากการระเบิด เป็นสาระสำคัญ โดยอ้างอิงกับข้อมูลจากการร่วมปฏิบัติการ และข้อมูลจากผู้บริหารและผู้ปฏิบัติการด้วย รวมทั้งข้อมูลอ้างอิงจากเอกสารต่างๆ ซึ่งผลจากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการระเบิดแร่หินปูน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน, เพิ่มผลผลิต และ อำนวยความสะดวกในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิต และ ทรัพย์สิน ของชุมชนด้วย

Case Study of the Impacts from Mine Blasting at Khoa Yod-Eieng, Tumbon Napralan, Saraburi

Abstract

This paper shows the results of case study in the area of Khoa Yod-Eieng, Tumbon Napralan, Saraburi. The study is interested in the impacts from mine blasting, using the fundamental theorem of mine blasting, vibration, noise and air blast. The paper uses informations from field study, management and workers, together with other references. The study can be applied and used in the operations of mine blasting to yield the efficiency, increase productivity and pleasant working environment, and especially more safety in life and property of the community.

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

กรณีศึกษาผลกระทบต่อการระเบิดแร่หินปูนบริเวณเขายอดเอียง ต.หน้าพระลาน จ.สระบุรี

บทนำ

ในปัจจุบันการระเบิดแร่หินปูนโดยทั่วไป ผู้ประกอบการขนาดกลางถึงขนาดเล็กจะอาศัยผู้ปฏิบัติการในการระเบิดแร่หินปูน ซึ่งผู้ปฏิบัติการส่วนใหญ่อาศัยพื้นฐานการเรียนรู้ด้วยการลองผิดลองถูก (Trial and errors) ที่สร้างประสบการณ์มาเป็นแนวปฏิบัติ ซึ่งไม่สามารถประเมินหรือควบคุมผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการระเบิดแร่หินปูนได้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติการแต่ละคน และถ้าไม่สามารถประเมินหรือควบคุมผลกระทบดังกล่าวได้ อาจก่อให้เกิดผลเสียหายมากมายตามมาดังในปัจจุบันนี้ หรือแม้แต่เหตุการณ์ในอดีตที่ ตำบลหน้าพระลาน ในกรณีผาหินถล่มซึ่งก็เกิดจากผู้ปฏิบัติการไม่สามารถประเมินผลกระทบต่อการระเบิดแร่หินปูนตามหลักการทางวิศวกรรม บทความนี้นำเสนอแนวทางการประเมินผลกระทบต่อการระเบิดแร่หินปูน และแนวทางป้องกันควบคุม โดยอาศัยเทคโนโลยีการประเมินตามหลักทางวิศวกรรม ซึ่งสามารถทำให้ทราบระดับความรุนแรงของผลกระทบว่าจะต้องลดปริมาณความรุนแรงอย่างไร จะต้องมีมาตรการควบคุม ป้องกัน หรือแก้ไขอย่างไร โดยเกิดประสิทธิภาพต่อการทำงานอย่างสูงสุด สำหรับบทความนี้จะไม่กล่าวถึงผลกระทบในด้านอื่นเช่น ด้านทัศนคติของประชาชน ด้านทัศนียภาพเป็นต้น

ผลกระทบต่อการใช้วัตถุระเบิด

ในการทำเหมืองแร่หินปูน มีความจำเป็นอย่างมากในการที่ต้องใช้วัตถุระเบิดในการผลิตวัตถุดิบ เพื่อนำมาแปรรูปผลกระทบอันเนื่องมาจากการระเบิดแร่หินปูนอาจกล่าวได้ดังนี้

1. ความเสียหายจากการสั่นสะเทือนของพื้นดิน (Ground Vibration) แรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิด จะก่อให้เกิดความเครียด (Stress) ขึ้นกับมวลหินทำให้หินแตกย่อยออกจากกันได้ แรงสั่นสะเทือนนี้จะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง เช่น ชั้นหิน ชั้นดิน ไปยัง อาคาร ที่พักอาศัย ที่อยู่ใกล้เคียงได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างดังกล่าว

2. ความเสียหายจากการปลิวกระเด็นของหิน (Fly rock) แรงระเบิดจะทำให้หินขนาดเล็กแตกละเอียดออกและกระเด็นไปทำความเสียหายต่ออาคาร สิ่งปลูกสร้าง

หรือเป็นอันตรายต่อประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงได้

3. ความเสียหายจากคลื่นอากาศ (Ari blast) และเสียงรบกวน (Noise) เมื่อทำการระเบิด คลื่นความถี่ต่ำจะเคลื่อนที่ไปกับอากาศ บางกรณีในสภาวะอากาศที่เหมาะสมอาจเกิดการสะท้อนกลับของคลื่น ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนขึ้นกับอาคาร สิ่งปลูกสร้าง คลื่นอากาศอาจเหนี่ยวนำทำให้เกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงได้

1. การสั่นสะเทือนของพื้นดิน

ลักษณะการสั่นสะเทือนจากการระเบิดหินปูน จะมีลักษณะที่เริ่มต้นรุนแรงและเบาลงอย่างรวดเร็ว อาจไม่รู้สึกได้ในระยะเวลาสั้น ๆ (Transient vibration)ซึ่งส่วนที่เหลือจากการทำลายหินปูน แล้วถ่ายผ่านลงใต้ชั้นหิน ชั้นดิน ในทุกทิศทาง ความสั่นสะเทือนนี้จะเกิดขึ้นก่อนเสียงระเบิดจะดังขึ้น อันเนื่องจากคลื่นจะเคลื่อนผ่านของแข็งได้เร็วกว่าอากาศ กรณีที่มีความรุนแรงมากอาจทำให้อาคาร สิ่งปลูกสร้างแตกร้าวหรือพังทลายได้

ในการระเบิดจะก่อให้เกิดคลื่นสั่นสะเทือน ในขนาดที่แตกต่างกัน โดยความสูงของคลื่นจะมีค่าแปรผันกับปริมาณวัตถุระเบิดที่ใช้ ระยะทางจากตำแหน่งที่ระเบิด และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ระเบิด

ขนาดคลื่น (นิ้ว)	ผลกระทบ
0.060	อาคาร ถูกทำลาย เสียหาย
0.040	บ้านพักอาศัย (คอนกรีต) พังทลาย
0.016	บ้านพักอาศัย ในเหมืองเสียหายเล็กน้อย
0.008	คลื่นสูงสุดที่ยอมรับได้

ตารางที่ 1 ขนาดคลื่นที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งปลูกสร้าง

ในกรณีศึกษานี้จะกำหนดจุดวัดคลื่น โดยอยู่ห่างจากตำแหน่งระเบิดเป็นระยะทาง 100, 200 และ 300 เมตร ตามลำดับ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\frac{A = Kv\, E^{1/2}}{d}$$

จากสมการดังกล่าว เมื่อแปลงหน่วยของแอมพลิจูดของคลื่นที่เกิดโดยรอบ ของจุดที่ทำการระเบิดจากหน่วยหนึ่งพันนิ้วของ maximum amplitude ให้เป็นนิ้วจะได้สมการใหม่คือ $A = 0.001 \quad Kv(E^{1/2} / d)$

A = ขนาดแอมพลิจูดของคลื่นความสั่นสะเทือนสูงสุด(maximum amplitude),(นิ้ว)

E = ปริมาณวัตถุระเบิดสูงสุดทั้งหมดที่ใช้ต่อจังหวะถ่วง (ปอนด์)

กำหนดใช้ที่ 130 กิโลกรัม หรือ 286.65 ปอนด์ต่อจังหวะถ่วง

d = ระยะจากตำแหน่งระเบิดถึงจุดที่วัดขนาดคลื่น (ฟุต)

Kv=ค่าคงที่บริเวณที่ทำการระเบิดที่คลื่นส่งผ่าน มีค่าดังนี้

Kv = 100 เป็นการระเบิดหินแข็งและจุดวัดขนาดคลื่นอยู่บนหินแข็ง

Kv = 200 เป็นการระเบิดหินแข็งและจุดวัดคลื่นอยู่บนพื้นดิน

Kv = 300 เป็นการระเบิดหินแข็งปานกลางและจุดวัดคลื่นอยู่บนพื้นดิน

ในกรณีศึกษากำหนดใช้ Kv = 200 โดยกำหนดเอาบ้านเรือนของประชาชนที่อาศัยบริเวณใกล้เคียงรัศมีเขาด้านล่างซึ่งเป็นพื้นดิน

จากสมการข้างต้น สามารถคำนวณหาขนาดคลื่นสั่นสะเทือนที่ระยะต่าง ๆ ได้ดังนี้

- ขนาดคลื่นที่ระยะทาง 100 เมตร (328.1 ฟุต)

$A = 0.001\ (200)\{(286.65)^{1/2} / 328.1\} = 0.0103$ นิ้ว

- ขนาดคลื่นที่ระยะทาง 200 เมตร (656.2 ฟุต)

$A = 0.001\ (200)\{(286.65)^{1/2} / 656.2\} = 0.0052$ นิ้ว

- ขนาดคลื่นที่ระยะทาง 300 เมตร (984.3 ฟุต)

$A = 0.001\ (200)\{(286.65)^{1/2} / 984.3\} = 0.0034$ นิ้ว

จากการประเมินค่าขนาดคลื่นสั่นสะเทือนจากการระเบิด พบว่าที่ระยะทางที่มีผลกระทบจากแรงสั่นสะเทือนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ ระยะทางที่มากกว่า 200 เมตรขึ้นไป ส่วนระยะทาง 100 เมตร มีค่าขนาดคลื่นสูงกว่าขนาดคลื่นสูงสุดที่ยอมรับได้ (0.008 นิ้ว)

2. คลื่นอากาศและเสียงรบกวน

จากการระเบิดแร่หินปูนที่มีความเร็วสั่นสะเทือนต่ำกว่า 70 มิลลิเมตร/วินาที คลื่นความถี่ต่ำที่เคลื่อนที่ไปในอากาศ จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อ อาคาร

สิ่งปลูกสร้างได้แต่จะมีผลกระทบต่อผนังกระจกของอาคารบ้าง ส่วนคลื่นอากาศที่เกิดขึ้นโดยมีความถี่สูงกว่า 20 Hz ซึ่งเป็นระดับที่คนจะได้ยินได้ และก่อให้เกิดเสียงดังรบกวน ในทางกลับกัน อาจเกิดการเหนียวนำให้เกิดการสั่นสะเทือนขึ้นกับกระจกหน้าต่าง สิ่งปลูกสร้างอื่นได้ ซึ่งจาก สเกลจากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า ช่วงของคลื่นอากาศที่เกิดจากการระเบิดต่ำกว่า 80 - 180 dB และระดับคลื่นเสียงที่บุคคลทั่วไปอาจเกิดความรู้สึกรำคาญได้ จะอยู่ในระดับประมาณ 120 dB สำหรับการระเบิดแร่หินปูนอาจก่อให้เกิดเสียงรบกวนต่อประชาชนที่พักอาศัยในบริเวณใกล้เคียงได้

ในการประเมินผลกระทบจากคลื่นอากาศ และเสียงรบกวนจากการระเบิดแร่หินปูน สามารถประเมินจากสมการ Eriksson,1987 ได้ดังนี้

$$P = 700\, Q^{1/3} / R$$

โดยที่ P = แรงดันที่เกิดขึ้น (มิลลิบาร์, m.bar)

Po= แรงดันมาตรฐาน ที่ 0.0002 m.bar

Q = น้ำหนักวัตถุระเบิด (กิโลกรัม, kg)

R = ระยะทาง (เมตร, m)

กรณีประเมินค่าระดับความดังของเสียง (dBA) สามารถคำนวณได้ตามสมการดังนี้

$$dBA = 20 \log (P/Po)$$

- ระยะทางจากจุดระเบิด 100 เมตร

$$P = 700\, Q^{1/3}/R$$

$$= 700\, (130)^{1/3}/100 = 35.46 \text{ m.bar}$$

$$dBA = 20 \log (P/Po)$$

$$= 20 \log (35.46/0.0002) = 104.97 \text{ เดซิเบลเอ}$$

- ระยะทางจากจุดระเบิด 200 เมตร

$$P = 700\, Q^{1/3}/R$$

$$= 700\, (130)^{1/3}/200 = 17.73 \text{ m.bar}$$

$$dBA = 20 \log (P/Po)$$

$$= 20 \log (17.73/0.0002) = 98.95 \text{ เดซิเบลเอ}$$

- ระยะทางจากจุดระเบิด 300 เมตร

$$P = 700\, Q^{1/3}/R$$

$$= 700\ (130)^{1/3}/300 \quad = \quad 11.82 \quad \text{m.bar}$$

$$dBA = 20 \log (P/Po)$$

$$= 20 \log (11.82/0.0002) = 95.42 \text{ เดซิเบลเอ}$$

เมื่อประเมินผลจากการคำนวณที่แสดงมานี้กับความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดังของเสียงกับระดับผลกระทบ จากตารางที่ 2 และ 3 จะเห็นว่า ค่าความดังของเสียงจากการใช้วัตถุระเบิด ทำการระเบิดแร่หินปูนในกรณีนี้จะไม่ส่งผลกระทบในระยะทางต่าง ๆ โดยนัยสำคัญ (การระเบิดกำหนดการระเบิดวันละ 1 ครั้ง สำหรับการระเบิดสินแร่)

3. ผลกระทบจากการปลิวกระเด็นของเศษแร่หิน

การใช้วัตถุระเบิดมาทำการระเบิดแร่หิน อาจก่อให้เกิดการปลิวกระเด็นของเศษหิน ระยะของการกระเด็นของเศษหินอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ เช่น ปริมาณการใช้วัตถุระเบิด การบรรจุวัตถุระเบิด ลักษณะหน้าเหมือง วิธีการจุดระเบิด เป็นต้น ซึ่งการกระเด็นนี้สามารถหาได้ดังนี้

$$T = 143.3\ E - 28.7$$

โดย T = ระยะทางการกระเด็นสูงสุด (Maximum Thorw),เมตร (m)

E = ดัชนีการใช้วัตถุระเบิด (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร),(kg/m^3)

$T = 143.3\ E - 28.7$ เมื่อ $T>O$ m, $E = 0.2\ kg/m^3$

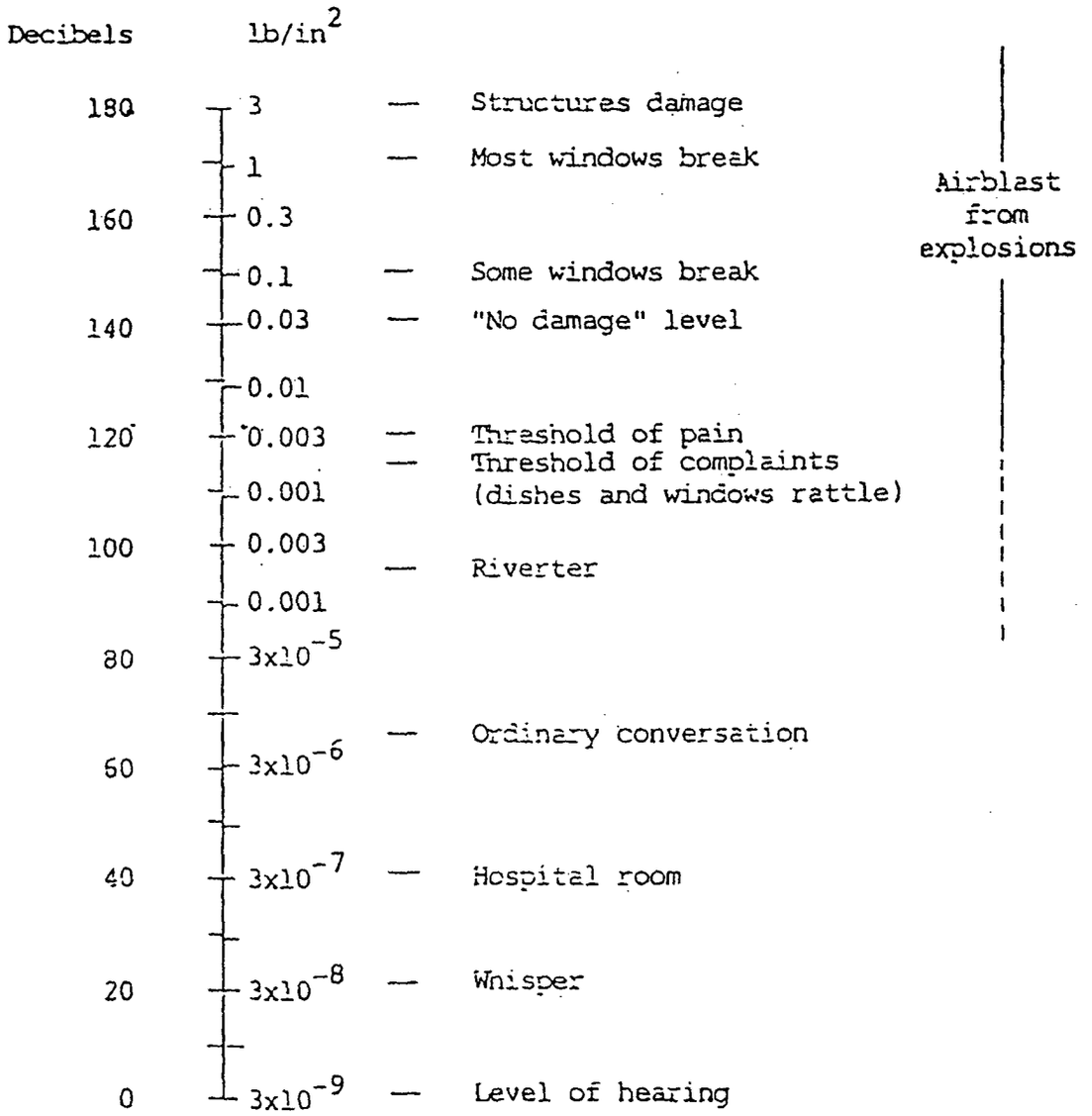
สำหรับการเลือกใช้ดรรชนีการใช้วัตถุระเบิด (E) ในกรณีหินแตกหักง่ายแข็งน้อยเปราะถึงเปราะมาก หรือ เหนียวมาก จะใช้ค่าประมาณ 0.24 - 0.44 kg/m^3 ส่วนหินที่แตกหักยากแข็งมาก แข็งเหนียวหรือเหนียวมาก จะใช้ค่าประมาณ 0.44 - 0.74 kg/m^3)

กรณีศึกษาแร่หินปูนบริเวณพื้นที่เขายอดเอียง จะมีสภาพหินที่มีความแข็งน้อยแตกหักง่าย จากการทดสอบเปรียบเทียบความแข็งแรงคงทนของหินปูน ตามมาตรฐาน ASTM C33 ค่าดรรชนีการใช้วัตถุระเบิด (E) จะใช้ค่าที่ 0.51 kg/m^3 ซึ่งเป็นค่าโดยเฉลี่ย ดังนั้น

$$T = (143.3)(0.51) - 28.7 \quad = \quad 44.38 \quad \text{m.}$$

หรือ $T = 45$ m.

ซึ่งค่า T จึงเป็นการกระเด็นสูงสุดของเศษหินที่ได้จากการประเมินเป็นระยะทางประมาณ 45 m. จากหน้าเหมือง



รูปที่ 1 ระดับความดังเสียงที่มีผลกระทบต่อบุคคลและอาคาร

ตารางที่ 2 ประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อมเรื่องเสียง (ฉบับ พ.ศ.2519)

ระดับความดังของเสียงที่น้อยกว่า (dBA)	ระยะเวลาที่ยอมให้สัมผัส
91	ไม่เกิน 7 ชั่วโมง
90	มากกว่า 7 ชั่วโมง และไม่เกิน 8 ชั่วโมง
80	มากกว่า 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 3 ระดับเสียงดังจากการทำงานของเครื่องจักรเครื่องมือในเหมืองหินทั่วไป

เครื่องจักร/การทำงาน	ระดับเสียง (dBA)
การเจาะรูระเบิด	109-113
การทำงานของเครื่องอัดลม	106
การย่อย และบดแร่	93-104
รถแทรกเตอร์ (Caterpillar)	108
การระเบิด	ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ, วิธีการระเบิด, ระยะทาง ฯลฯ

ที่มา : สุคนธ์, 2534
Gibbs, 1978
กองอาชีวอนามัย, 2523

ผลกระทบจากการระเบิดแร่หินปูนดังกล่าวนี้มีโอกาสความเป็นไปได้ทั้งสิ้น การดำเนินการจึงต้องดำเนินการพร้อมกับการป้องกัน - แก้ไขอย่างรัดกุม

ข้อเสนอแนวทางป้องกัน - แก้ไข

1. วิศวกรควบคุมเหมือง จะต้องคอยควบคุมการทำเหมืองอยู่เป็นประจำ ต้องรับผิดชอบต่อการวางแผนการเจาะระเบิด การบรรจุระเบิด จนถึงการระเบิด อย่างถูกต้อง

2. ใช้แก๊ปไฟฟ้าจังหวะถ่วงแบบมิลลิวินาที ให้มีปริมาณวัตถุระเบิดไม่เกิน 130 กิโลกรัมต่อจังหวะถ่วง การระเบิดต้องระเบิดรูที่อยู่ด้านข้างหรือด้านหลังเสมอ และแนวเจาะรูระเบิดไม่ควรเอียงชันเกินกว่า 10 องศาจากแนวดิ่งเพื่อควบคุมการกระเด็นของหิน

3. ใช้ดรรชนีวัดปิดรูระเบิด ซึ่งเป็นอัตราส่วนระยะอัดปิดรู ต่อความหนาหน้าระเบิดค่าควรอยู่ในช่วง 0.67 - 2.0 ถ้าน้อยกว่านี้หินจะมีระยะกระเด็นไกล แต่ถ้ามากเกินไปหินจะแตกละเอียดมากเกินไป

4. การขนวัตถุดิบ ควรเก็บให้หมด ไม่ควรเหลือเศษหินขนาด 4-12 นิ้ว ไว้บนหน้างานก่อนการระเบิดครั้งต่อไป

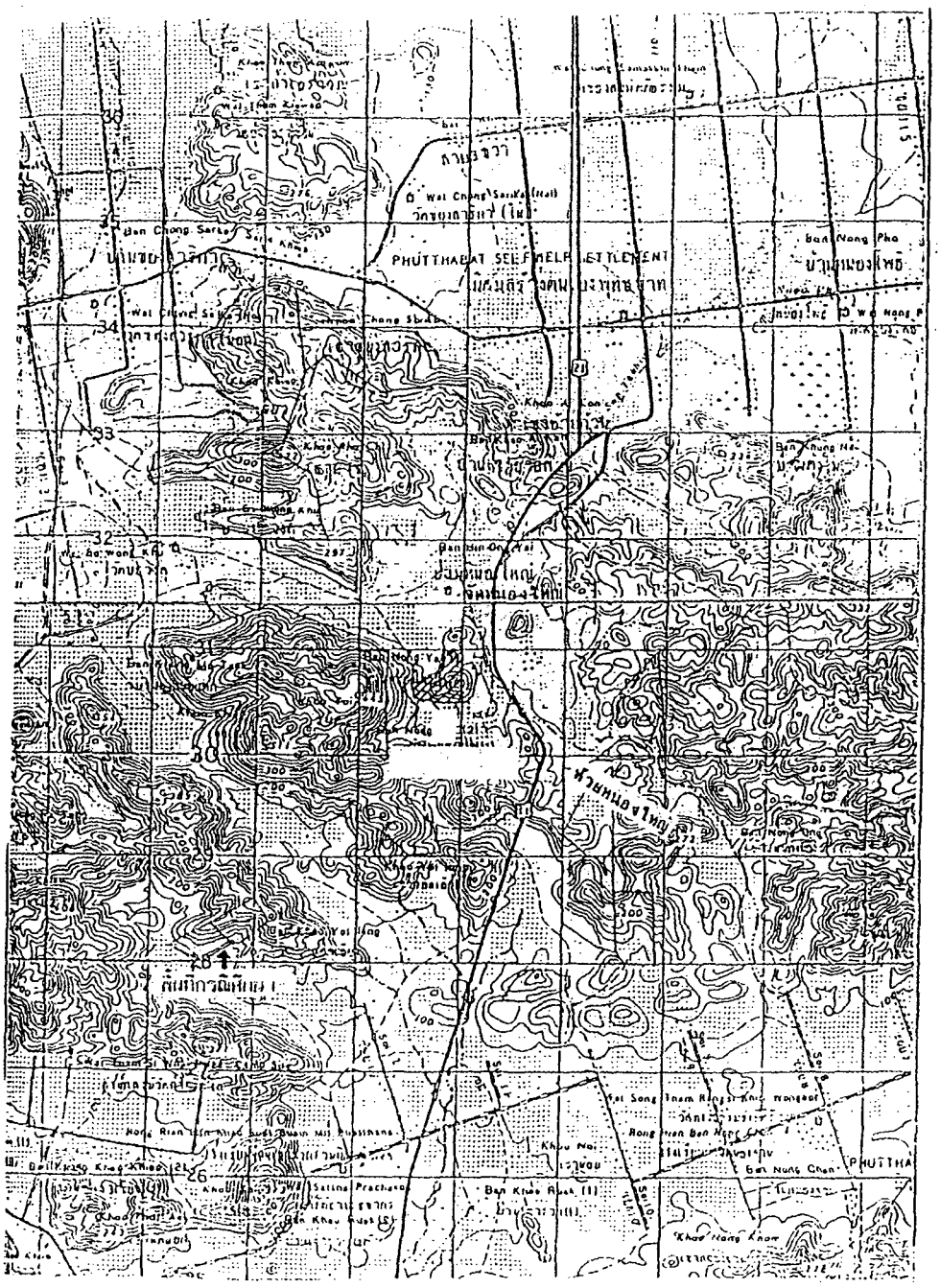
5. ใช้ดรรชนีแนวราบของการระเบิด ซึ่งเป็นอัตราส่วนระยะห่างรูเจาะกับความหนาหน้าระเบิดหรือระยะหน้าอิสระ ให้อยู่ในช่วง 0.8 - 1.5 ไม่ควรน้อยกว่านี้ เพราะหินจะมีขนาดก้อนโต การขุยของวัตถุดิบต้องใช้กำลังของเครื่องจักรกลหนักสูง แต่ถ้ามากกว่านี้หินจะมีขนาดเล็ก ละเอียด กระเด็นไกล

6. กำหนดระยะเวลาที่ทำการจุดระเบิดให้แน่นอน จัดให้มีสัญญาณแจ้งเตือนให้ได้ยินโดยทั่วกัน ในรัศมีไม่น้อยกว่า 600 เมตร

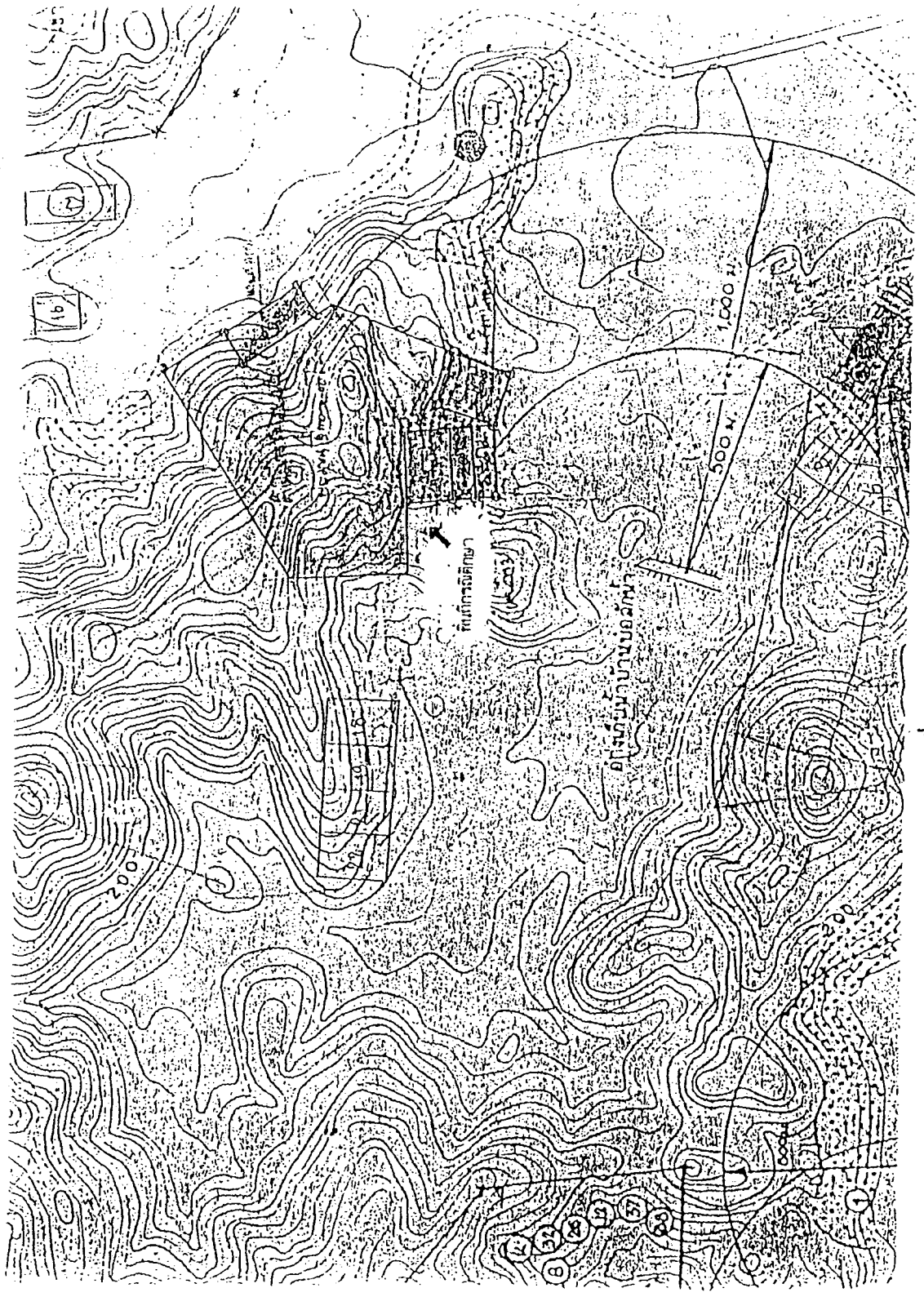
7. จัดทำป้ายเขตการใช้วัตถุระเบิด แสดงเวลาในการจุดระเบิด ติดตั้งไว้ตามเส้นทางการจราจรในบริเวณใกล้เคียง

8. เมื่อถึงเวลาการจุดระเบิด ต้องมีเจ้าหน้าที่ของเหมือง ปิดเส้นทางบริเวณใกล้เคียงในส่วนที่คาดว่าอยู่ ในรัศมีการปลิวกระเด็นของเศษหิน

9. กำหนดของเขตพื้นที่เปิดหน้าเหมืองหรือหน้างานระเบิดให้อยู่ห่างจากบ้านเรือนของประชาชน ในระยะทางไม่ต่ำกว่า 400 เมตร เพื่อลดปัญหาด้านแรงสั่นสะเทือน เสียงรบกวนและการปลิวกระเด็นของเศษหิน


PHUTTHABAT SELF-HELP SETTLEMENT
Ban Nong Pho
Khao Khang Khom

รูปที่ 2



รูปที่ 3

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงของบริษัท ศิลาเลิศจิต จำกัด ในด้านการทดสอบ สนับสนุนข้อมูล และอนุมัติข้อมูลบางส่วนเพื่อประโยชน์ต่อส่วนรวม และยังได้รับการสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ผู้เขียนขอขอบคุณผู้ร่วมศึกษาทั้งที่เป็น ผู้บริหาร พนักงานปฏิบัติการของบริษัท ศิลาเลิศจิต จำกัด และนักศึกษาฝึกงาน ที่ร่วมเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

บรรณานุกรม

1. สง่า ตั้งชวาล และฉลับ ปัทมสูตร (2538)

"ผลกระทบเนื่องจากความไม่ต่อเนื่องในหิน ที่มีต่อการระเบิดและสั่นสะเทือน"

รายงานความก้าวหน้า ฉบับที่ 1 โครงการวิจัยเงินทันงบประมาณแผ่นดิน 2538

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สิงหาคม 2538 จำนวน 161 หน้า

2. กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

"แนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเหมืองแร่"

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2535

3. ICI "Blasting Pratice" , 270 Pages.

4. Olson,J.J. and Others (1971)

"Mine Roof Vibration from Underground Blasts"

U.S. Bureau of Mines:Report of Investigations, No 7330.