

การหาปริมาณตรงงานชุดด้านโลกโนคของเหมืองเปิดแม่เมาะ
โดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน



นายประกอบ มณีเนตร

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

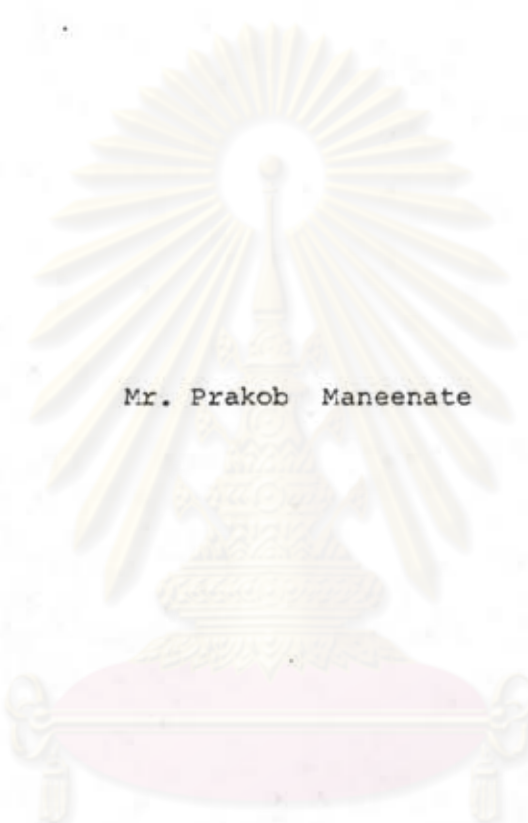
พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-763-2

008842

I 16082801

AN APPLICATION OF TERRESTRIAL PHOTOGRAMMETRY TO VOLUME DETERMINATION
OF LIGNITE EXCAVATION AT THE MAE-MOH OPEN PIT MINE



Mr. Prakob Maneenate

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Survey Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาปริมาณงานชุดถ่านลิกไนต์ของเหมืองเปิดแม่เมาะโดยการ
สำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน

โดย นายประกอบ มณีเนตร

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา จิวาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ สมหวัง คัดลักษ์ณ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

สมประสงค์ มุนนาค

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประคิษฐ์ มุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

สมศักดิ์ โสภณ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยศ ลักษณ์โกเศศ)

วิชา จิวาลัย

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา จิวาลัย)

สมหวัง คัดลักษ์ณ์

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ สมหวัง คัดลักษ์ณ์)

สุทธิพงษ์ วิทยุประคิษฐ์

..... กรรมการ
(นายสุทธิพงษ์ วิทยุประคิษฐ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหาปริมาณตรงงานชุดผ่านโลกไนต์ของเหมืองเปิดแม่เมาะ โดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน
ชื่อนิสิต	นายประกอบ มณีเนตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา จิวาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ สมหวัง คัมภักษ์
ภาควิชา	วิศวกรรมสำรวจ
ปีการศึกษา	2527

บทคัดย่อ



เหมือง เปิดผ่านโลก ไนต์ที่จังหวัดลำปางภายใต้การดำเนินงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ แห่งประเทศไทยเป็นหนึ่งในจำนวนเหมืองเปิดที่ใหญ่ที่สุดของโลก การหาปริมาณตรงงานดินปัจจุบันใช้วิธีหาจากระดับของดาวดารารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยการสำรวจรังวัดในสนามด้วยกล้องสำรวจวัดมุมและกล้องระดับ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ กำลังหาวิธีการอื่นมาแทนเพื่อให้ทำงานได้รวดเร็วขึ้น เพื่อตอบสนองการขยายขอบเขตของการเปิดพื้นที่เหมือง งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินมาประยุกต์ใช้โดยทดลองในพื้นที่เดียวกันกับการที่สำรวจรังวัดในสนามได้ดำเนินการไว้แล้วเพื่อใช้เป็นข้อมูลตรวจสอบซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 13,000 ตารางเมตร

การวิจัยกระทำโดยใช้ภาพคู่สามมิติของภาพถ่ายภาคพื้นดินถ่ายด้วยกล้องวิลด์ ที 31 มีมาตราส่วนภาพถ่ายเฉลี่ยประมาณ 1:5,000 อัตราส่วนฐานถ่ายภาพต่อความลึกของวัตถุเฉลี่ยประมาณ 1:3 การจัดรูปจำลองภูมิประเทศจากภาพคู่สามมิติดังกล่าวกระทำโดยใช้เครื่องเขียนร่างแผนที่เชิงวิเคราะห์ที่ไซส์แพลนิกอม ซี 100 แล้ววัดค่าพิกัดรูปจำลองของบริเวณพื้นที่ที่ได้มีการสำรวจรังวัดในสนามไว้ เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณตรงงานชุดต่อไป ซึ่งเป็นพื้นที่เพียงประมาณ $\frac{1}{15}$ ของบริเวณส่วนซ้อนทั้งหมดของคู่ภาพสามมิติ เท่านั้น

จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่า ในเชิงความถูกต้องของปริมาณตรงงานดินที่ได้จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายมีความแตกต่างจากปริมาณที่ได้ทำการสำรวจรังวัดในสนามเพียงร้อยละ 0.2 เท่านั้น ซึ่งดีกว่าเกณฑ์ร้อยละ 2 ที่ยอมให้ในทางปฏิบัติ เมื่อพิจารณาในประเด็นของค่าใช้จ่าย และระยะ

เวลาในการปฏิบัติงานพบว่า ในพื้นที่ที่ศึกษาริจัยผลลัพท์จะไม่แตกต่างกันนัก ทว่าหากอาศัยข้อมูล
ที่ได้จากการวิจัยค่าคคะ เนค่าใช้จ่ายหรือเวลาที่ใช้เมื่อพื้นที่มีขนาดกว้างขวางขึ้น โดยเฉพาะเมื่อ
พื้นที่เท่ากับพื้นที่ส่วนซ้อนของคู่ภาพสามมิติคือประมาณ 200,000 ตารางเมตร ผนวกกับเงื่อนไข
ที่ว่าเครื่องเขียนแผนที่ ซึ่งเป็นเครื่องมือราคาสูงมีอยู่ในหน่วยงาน เพื่อใช้กับงานแผนที่อื่น ๆ
ด้วย และคิดค่าลงทุนเป็นสัดส่วนกันแล้ว เทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายจะดีกว่าวิธีการสำรวจจริงวัด
ในสนามที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title An Application of Terrestrial Photogrammetry to
Volume Determination of Lignite Excavation at
the Mae-Moh Open Pit Mine

Name Mr. Prakob Maneenate

Thesis Advisor Associate Professor Wicha Jiwalai, Ph.D.

Thesis Co-Advisor Professor Somwang Tandalak

Department Survey Engineering

Academic Year 1984

ABSTRACT

The open-pit lignite mine in Lampang Province under the supervision of the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) is considered to be among the biggest of its kind in the World. An alternative method for the determination of earthwork volume is being sought by the Authority to replace the current rectangular grid terrain model using theodolites and levels. In this research an attempt has been made to apply a terrestrial photogrammetric technique over the same area that ground surveying was carried out which is about 13,000 m².

A stereopair of terrestrial photographs were taken by the Wild P31 camera at an average scale of 1:5,000 and average base-depth ratio of 1:3. This stereopair was reconstructed in the Zeiss Planicomp C100 analytical plotter. The model coordinates of the terrain covering an area approximately 1/15 of the overall overlap area but same area as being carried out by ground surveying technique were then digitized

and processed.

Analysis of the results revealed that in regard to the accuracy of earthwork volume, the one obtained from photogrammetric technique differs from that by ground survey technique by only 0.2% which is for better than the allowable limit of 2% being set in practice. Regarding expense and time consumption it was found that for such a small area under study there is no significant different between the two techniques. Base upon the obtained result, however, projection was made for larger area especially to 200,000 m² which is the coverage area of the stereo-pair. Upon the condition that the stereoplotter, which is the cost determination factor as it is very expensing is available in the organisation for other mapping purposes and share the investment cost proportionally then photogrammetric technique is superior to ground surveying technique currently employed.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความรู้และความกรุณาของคณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
ทุกท่านที่ได้สั่งสอน อบรม ให้ความรู้ คำแนะนำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณ
รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา จิวาลัย และ ศาสตราจารย์ สมหวัง ดัฒนลักษณ์ อาจารย์ที่
ปรึกษาทั้งสองท่านที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอขอบพระคุณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยศ ลักษณะโกเศศ และ อาจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญูประดิษฐ์ ที่กรุณาให้ข้อคิด
และข้อแนะนำต่าง ๆ ในการเขียนวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ พ.อ. หญิง จิตรา ชูจินดา พ.อ. ลัมพันธ์ กรุณนารถ พ.ท. เล็ก
จตุระสุต ที่อนุญาตและอำนวยความสะดวกให้ใช้เครื่องร่างแผนที่เชิงวิเคราะห์ ขอขอบคุณ ร.อ.
บุญเลิศ ทัศนครองสินธุ์ ร.อ. หญิง สวรรายุ สมแสง และเจ้าหน้าที่กรมแผนที่ทหารทุกท่านที่ให้
คำแนะนำการใช้เครื่องร่างแผนที่เชิงวิเคราะห์

ขอขอบพระคุณ คุณชัชวาลย์ หรินาอศิษย์ และเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ ทุกท่าน
ที่กรุณาอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการปฏิบัติงานสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน และให้
ข้อมูลเกี่ยวกับการหาปริมาณตรงงานของเหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ขอขอบคุณ คุณอรดี กาญจนภี ที่สละเวลาพิมพ์วิทยานิพนธ์ให้โดยไม่รู้จัก เหน็ดเหนื่อย
และขอขอบคุณทุก ๆ ท่าน ที่ช่วยสนับสนุนให้กำลังใจและช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประกอบ มณีเนตร



สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
รายการตารางประกอบ	ฉ
รายการรูปประกอบ	ท
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 หลักการและวิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้	3
2 การหาปริมาณงานชุดถ่านลิถิอัมโดยการใช้ไฟฟ้าผลิตแห่งประเทศไทย ..	4
2.1 คำนำ	4
2.2 การสร้างข่ายจุดควบคุมทางราบ	4
2.3 กำหนดจุดควบคุมทางตั้ง	4
2.4 การสำรวจหาปริมาณ	4
2.4.1 ระบบเส้นกริดเหมือนแม่เมาะ	4
2.4.2 การหาตำแหน่งทางราบ	5
2.4.3 การหาค่าระดับ	6
2.5 การคำนวณหาปริมาณ	8
2.6 การจ่ายเงินค่าจ้างงานชุด	8

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
๖	
การสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน	9
3.1 คำนำ	9
3.2 ทฤษฎีของการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน	9
3.2.1 การบันทึกข้อมูล	10
3.2.1.1 การสำรวจสังเขป	11
3.2.1.2 การกำหนดและหาพิกัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน	11
3.2.1.3 ความถูกต้องของจุดบ่งชี้ภาพถ่ายที่ต้องการ	11
3.2.1.4 ความถูกต้องของค่ารังวัดจุดควบคุมทางราบและทางตั้ง	14
3.2.1.5 ความถูกต้องของงานที่ได้ฉากเครื่องร่างแผนที่	18
3.2.1.6 การกำหนดจุดตั้งกล้องและการถ่ายภาพคู่สามมิติ ...	18
3.2.2 การทอนข้อมูล	22
3.2.2.1 การสร้างทรวงทรงจำลองในเครื่องร่างสามมิติและการ วัดพิกัดของจุดต่าง ๆ ในเครื่องร่างสามมิติ	22
3.2.2.2 การแปลงค่าพิกัดในรูปจำลองสามมิติไปเป็นค่าพิกัดของ ภูมิประเทศโดยวิธีเชิงวิเคราะห์	22
3.2.2.3 การคำนวณปริมาตรงานขุดโดยเทคนิคของรูปจำลอง ภูมิประเทศเชิงเลข	22
3.2.2.4 การวิเคราะห์หิมลและตรวจล้อบ	34
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ	34
3.3.1 กล้องถ่ายภาพภาคพื้นดิน	34
3.3.2 เครื่องเขียนร่างแผนที่จากภาพคู่สามมิติ	40
3.3.3 อุปกรณ์และเครื่องมืออื่น ๆ	46
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	46
14	
วิธีดำเนินงานวิจัย	50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4.1	การเลือกถิ่นที่งานวิจัย	50
4.2	การวางแผนงาน	50
4.2.1	การสำรวจคลังเยป	50
4.2.2	เครื่องมือที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน	50
4.2.3	เกณฑ์ความถูกต้องของงาน	52
4.2.4	ตำแหน่งและลักษณะจุดควบคุมภาคพื้นดิน	55
4.2.5	การกำหนดจุดตั้ง กล้องถ่ายภาพและจุดควบคุมภาคพื้นดิน	56
4.2.6	มาตราส่วนภาพถ่าย	57
4.2.7	การเลือกใช้ฟิล์มถ่ายภาพ	60
4.3	การบันทึกข้อมูล	60
4.3.1	การสำรวจสร้างวัดจุดตั้ง กล้องถ่ายภาพและเส้นฐาน	60
4.3.2	การสำรวจสร้างวัดจุดควบคุมภาพถ่ายภาคพื้นดิน	60
4.3.3	ความถูกต้องของจุดควบคุมภาคพื้นดิน	61
4.3.4	การถ่ายภาพ	64
4.4	การทอนข้อมูล	64
4.4.1	การวัดค่ารังสีในเครื่องเขียนร่างแผนที่สามมิติ	65
4.4.1.1	การตัดภาพภายใน	65
4.4.1.2	การตัดภาพสัมผัส	65
4.4.2	การแปลงค่าพิกัดของรูปจำลองสามมิติไปเป็นค่าพิกัดภูมิประเทศ	66
4.4.3	การคำนวณหาปริมาตรงานชุด	66
5	การวิเคราะห์ผลและปัญหา	71
5.1	ความถูกต้อง	71
5.1.1	ความถูกต้องของจุดควบคุมภาคพื้นดิน	71
5.1.2	ความถูกต้องของงานที่ได้จากเครื่องเขียนร่างแผนที่	71

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.1.3 ความถูกต้องของงานสำรวจด้วยภาพถ่าย	71
5.2 การเปรียบเทียบปริมาตรการขุด	72
5.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและองค์ประกอบอื่น ๆ ระหว่างการสำรวจรังวัด ในสนาม และการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน	72
5.3.1 ประเภท สำนวน และราคาของเครื่องมือ	73
5.3.2 อัตราค่าเครื่องมือ ระยะเวลาการใช้งานและค่าเครื่องมือต่องาน	73
5.3.3 อัตราค่าจ้างแรงงานเวลาการปฏิบัติงาน	79
5.3.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบ	79
5.3.4.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย	86
5.3.4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบเวลา	87
5.3.4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบขององค์ประกอบอื่น ๆ	88
5.4 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ	89
6 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	91
6.1 ข้อสรุป	91
6.2 ข้อเสนอแนะ	93
เอกสารอ้างอิง	95
ภาคผนวก	97
ก. โปรแกรมการแปลงค่าพิกัดของรูปจำลองสามมิติไปเป็นพิกัดของภูมิประเทศ (การตัดภาพสัมบูรณ์โดยวิธีเชิงวิเคราะห์)	98
ข. ขั้นตอนในการคำนวณหาปริมาตรดิน	111
ค. การตัดภาพสัมพัทธ์ในงานสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน โดย J.F. Montereo	136
ง. ข้อมูลรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน	139
ประวัติ	153

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
4.1	ความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะพิสัยและปริมาตร ...	54
4.2	แสดงค่าพิสัยของจุดตั้งกล้องถ่ายภาพ	60
4.3	แสดงค่าพิสัยของจุดควบคุมภาคพื้นดิน	61
4.4	แสดงค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของตำแหน่งทางราบของจุดควบคุมต่าง ๆ โดยมีค่า =5 พิลิปดา	62
4.5	แสดงค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดควบคุมทางตั้ง	63
4.6	ข้อมูลการถ่ายภาพ	64
5.1	แสดงประเภท จำนวน และราคาของเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจรังวัด ในสนาม	74
5.2	แสดงประเภท จำนวน และราคาของเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจด้วยภาพ ถ่ายภาพภาคพื้นดิน	74
5.3	แสดงอัตราค่า เครื่องมือและระยะเวลาการใช้งานโดยการสำรวจรังวัดใน สนาม	75
5.4	แสดงอัตราค่า เครื่องมือและระยะเวลาการใช้งานโดยการสำรวจด้วยภาพ ถ่ายภาพภาคพื้นดิน	76
5.5	แสดงค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานแบบ ก และ ข สำหรับขนาดพื้นที่ ประเภท 1 และ 2 โดยการสำรวจรังวัดในสนาม	77
5.6	แสดงค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานแบบ ก และ ข สำหรับขนาดพื้นที่ ประเภท 1 และ 2 โดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาพภาคพื้นดิน	78
5.7	แสดงอัตราค่าจ้างเจ้าหน้าที่ต่าง ๆ	79
5.8	แสดงชั่วโมงการปฏิบัติงานและค่าจ้างแรงงานสำหรับขนาดพื้นที่ประเภท 1 และประเภท 2 โดยการสำรวจในสนาม	80
5.9	แสดงชั่วโมงการปฏิบัติงานและค่าจ้างแรงงานสำหรับขนาดพื้นที่ประเภท 1 และประเภท 2 โดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาพภาคพื้นดิน	81

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.10	แสดง เวลาการปฏิบัติงาน เป็นชั่วโมง ในการปฏิบัติงาน ในสนามและสำนักงาน	82
5.11	แสดง เปรียบเทียบ เวลาการปฏิบัติงาน ค่าเครื่องมือต่องาน และค่าแรงงาน	83
5.12	แสดง การ เปรียบเทียบ จำนวนเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานตามตำแหน่งงาน โดยการสำรวจทั้งสองวิธี	84
5.13	สรุปการ เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย เวลา และจำนวนเจ้าหน้าที่	85



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบ เส้นกริดของเหมืองแม่เมาะ	5
2.2 แสดงการหาตำแหน่งทางราบและหาค่าพิกัดของตารางกริด	7
3.1 แสดงค่าพิกัดตำแหน่งรูปสามเหลี่ยม	12
3.2 แสดงการรังวัดหาค่าพิกัดจุดควบคุมโดยวิธี เล็งสกัด	15
3.3 การรังวัดระดับโดยวิธีการรังวัดมุมตั้ง	17
3.4 แสดงให้เห็นถึงแผ่นใสซึ่ง เขียนมุมทัศนียภาพของกล้อง 2 แผ่น	19
3.5 แสดงวางแผ่นใสซ้อนกัน เพื่อให้เกิดภาพสามมิติที่จะครอบคลุมวัตถุที่ศึกษา	20
3.6 แสดงส่วนซ้อนสามมิติที่ครอบคลุมโดยภาพถ่ายภาคพื้นดินที่ถ่ายตั้งฉากออกจากจุด ปลายของเส้นฐาน	21
3.7 แสดงภาพคู่ซ้อนของภาพถ่ายภาคพื้นดิน ถ่ายในแนวราบ โดยแกนกล้องขนานกัน แต่ตำแหน่งถ่ายภาพจะมีระดับต่างกัน	22
3.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดของรูปจำลองสามมิติ และระบบพิกัดภูมิ- ประเทศ	26
3.9 แสดงการโยงรูปสามเหลี่ยมภายในขอบเขตที่กำหนด	32
3.10 แสดงพิกัดรูปสามเหลี่ยม	33
3.11 แสดงพิกัดรูปสี่เหลี่ยม	34
3.12 แสดงส่วนประกอบทางฐานกล้องถ่ายภาพภาคพื้นดินแบบ Wild P31	36
3.13 แสดงส่วนประกอบของกล้องถ่ายภาพภาคพื้นดินแบบ Wild P31	37
3.14 แสดงส่วนประกอบของกล้องถ่ายภาพภาคพื้นดินแบบ Wild P31	38
3.15 แสดงการเลื่อนจุดมุขยสำคัญออกไปจากกึ่งกลางภาพของกล้อง Wild P31	39
3.16 แสดงระบบ เครื่องร่างแผนที่จากคู่ภาพสามมิติ	43
3.17 ระบบ เครื่องร่างแผนที่เชิงวิเคราะห์โดยสังเขป	43

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.18 แสดงรูปลักษณะและส่วนประกอบโดยทั่วไปของ เครื่องเขียนร่างแผนที่ เชิงวิเคราะห์ C-100 PLANICOMP	45
3.19 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการหาปริมาณตรงานชุดโดยวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน	47
4.1 แผนผังบริเวณถ่ายภาพหาปริมาณตรงานชุด	51
4.2 แสดงตำแหน่งจุดควบคุมในพื้นที่ส่วนซ้อนสามมิติ	55
4.3 แสดงรูป เบ้า	56
4.4 แสดงมุมมองทัศนียภาพของกล้อง Wild P31	58
4.5 (ก) แสดงมุมมองทัศนียภาพในทางราบของกล้อง Wild P31	59
(ข) แสดงมุมมองทัศนียภาพในทางตั้งของกล้อง Wild P31	59
4.6 แสดงการนำค่าพิกัดทางราบที่รังวัดได้จากเครื่องร่าง 3 มิติ	
มาลงในกระดาษกราฟ	68
4.7 แสดงข้อมูลในพื้นที่การวิจัย เมื่อจัด เป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วจากงานในภูมิประเทศ	69
4.8 แสดงรูปสามเหลี่ยมย่อยที่ประกอบกัน เป็นพื้นที่ทางบริเวณงานจุด โดยใช้พิกัดจากภาพ เพื่อคำนวณงานชุดด้วยวิธีรูปจำลองภูมิประเทศเชิงเลข	70
5.1 แสดงรูปจำลองสามมิติในงานวิจัย	90
ค.1 รูปจำลองสามมิติของภูมิประเทศ	137
ง.1 แผนผังงานรังวัด เพื่อหาพิกัดจุดควบคุมทางราบและทางตั้ง	140

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย