การตรวจสอบโครงข่ายสามเหลี่ยมด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย

ร้อยเอก ชวัชชัย กฤษณ์เพ็ชร์

007233

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

ISBN 974-560-835-1

I 15825150

AN INVESTIGATION ON TRIANGULATION NETWORK OF WESTERN PART OF THAILAND

Captain Thawatchai Kritpet

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Master of Engineer

Department of Survey Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตรวจสอบโครงข่ายสามเหลี่ยมด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย
โดย	ร้อยเอก ชวัชชัย กฤษณ์เพ็ชร์
ภาควิชา	วิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญูประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา จิวาลัย)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ สมหวัง ทัณฑลักษณ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญูประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

ลิขสิทธิของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตรวจสอบโครงข่ายสามเหลี่ยมด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย
ชื่อนิสิต	ร้อยเอก ชวัชชัย กฤษณ์เพ็ชร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร
ภาควิชา	วิศวกรรมสำรวจ
ปีการศึกษา	2524

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ค่าพิกัดทางราบของประเทศไทยในปัจจุบัน ได้จากการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมเมื่อปี พ.ศ. 2497 ซึ่งมีสมมุติฐานบางอย่างไม่เหมาะสม ปัจจุบันนี้วิธีการปรับแก้และวิธีการคำนวณเจริญก้าวหน้าไปมาก สมควรที่จะตรวจสอบค่าพิกัดทางราบของประเทศไทยด้วยการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมเสียใหม่ แล้วจึงนำผลลัพธ์ที่ได้ใหม่นี้มาวิเคราะห์ดูความคลาดเคลื่อนของการวัดและหาหนทางปฏิบัติที่ดีในการปรับปรุงค่าพิกัดทางราบให้ถูกต้องน่าเชื่อยิ่งขึ้น

โครงข่ายสามเหลี่ยมที่จะนำมาตรวจสอบคือ โครงข่ายสามเหลี่ยมด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย บริเวณจังหวัดราชบุรี จนจรดเขตแดนทางภาคเหนือ ความกว้างของโครงข่ายประมาณ 50 ก.ม. ยาว 1,000 ก.ม. จำนวนสถานีสามเหลี่ยม 53 สถานี การปรับแก้ใช้ทฤษฎีของลีสท์สแควร์ วิธีสมการการวัด จำนวนสมการมุม 221 สมการ สมการแอซิมัธลาปลาส 5 สมการ และสมการระยะ 2 สมการ จุดแรกออกคือจุดปลายเส้นฐานใต้ราชบุรี ข้อมูลการวัดเป็นข้อมูลจริงจากกรมแผนที่ทหาร

จากการวิเคราะห์ผลการปรับแก้พบว่า ในข้อมูลทั้งหมดที่นำมาใช้นั้น ค่าการวัดบางค่าอาจจะเป็นค่าที่ผิดพลาด (blunder) และจากการเปรียบเทียบระหว่างผลการปรับแก้ปี 2523 (ผลการคำนวณในงานวิจัยนี้) กับผลการปรับแก้ปี 2497 พบว่า ผลการปรับแก้ของปี 2523 มีคุณสมบัติหลายประการดีกว่าปี 2497

Thesis Title	An Investigation on Triangulation Network of Western Part of Thailand
Name	Captain Thawatchai Kritpet
Thesis Advisor	Assistant Professor Soottipong Winyoopradist
Thesis Co-advisor	Swatchai Kriengkraipet
Department	Surveying Engineering
Academic Year	1981

ABSTRACT

The current coordinates of the horizontal controls of Thailand are the results of triangulation adjustment in 1954 which has some inappropriate assumptions. At present time, the adjustment and computation techniques are more efficient, therefore, recomputation of the horizontal coordinates is feasible. The results of the adjustment should be analysed for the detection of blunders in the observations and the method for obtaining more reliable coordinates should be developed.

The triangulation network for this investigation is the western network of Thailand, from Rajburi province to the northern border. The network is approximately 50 k.m. wide and 1,000 k.m. long. There are 53 stations. The method of adjustment is Least Squares by Observation Equations. There are 221 angle equations, 5 Laplace azimuth equations and 2 side equations. The station at the end of

the south Rajburi base line is chosen as a fixed point for the adjustment computation. The observational data are obtained from the Royal Thai Survey Department.

The results of the investigation show that some observations are suspected to be blunders, more investigation on these observations to pinpoint the blunders is required. The comparison between the 1980 - adjustment results and those of 1954 - adjustment shows that the results of 1980 - adjustment are more reliable.

กิตติกรรมประกาศ

ในการเขียนวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญประดิษฐ์ อาจารย์สวัสดิ์ชัย โกรียงไกรเพชร ศาสตราจารย์สมหวัง ทัณฑลักษณ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. วิชา จิวาลัย ซึ่งเป็นผู้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำความรู้ กับได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนจบ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนวิจัย ขอขอบพระคุณกรมแผนที่ทหาร กรมการศึกษาวิจัย ที่กรุณาสนับสนุน และให้ทุนการศึกษา ขอขอบพระคุณกองยีออเคซี่และยีออฟิสิคส์ กรมแผนที่ทหาร ที่ได้กรุณาเรื่องข้อมูลงานสนาม ขอขอบพระคุณศูนย์กรรมวิธีข้อมูล สำนักปลัดบัญชีทหาร ที่ให้การสนับสนุนการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

สุดท้าย ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณคณาจารย์โรงเรียนแผนที่และข้าราชการกรมแผนที่ทหาร ที่ให้คำแนะนำเรื่องข้อมูลและวิธีการวัดอย่างดียิ่ง

ร.อ. ชวัชชัย กฤษณ์เพ็ชร์

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย . . . . . ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ . . . . . จ

กิตติกรรมประกาศ . . . . . ช

รายการตารางประกอบ . . . . . ฌ

รายการรูปประกอบ . . . . . ฌ

รายการสัญญลักษณ์ประกอบ . . . . . ฐ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์ 2

1.3 ขอบเขตการวิเคราะห์ 2

1.4 สรุปรายงานการทำวิทยานิพนธ์ 3

2. ประวัติโครงข่ายสามเหลี่ยมของประเทศไทย 4

2.1 ประวัติการวัดโครงข่ายสามเหลี่ยม 4

2.2 ประวัติการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยม 8

3. ลักษณะของข้อมูล 13

3.1 ง่ามมุมราบ 13

3.2 แอซิมัธลาปลาส 23

3.3 ระยะเส้นฐาน 24

สารบาญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4.	หฤษฎีการคำนวณปรับแก้	26
	4.1 การคำนวณปรับแก้โดยวิธีสมการการวัด	27
	4.1.1 การจัดสมการมุม	28
	4.1.2 การจัดสมการระยะ	29
	4.1.3 การจัดสมการแอซิมัธลาปลาส	30
	4.2 แมทริกซ์น้ำหนัก	30
	4.3 การทดสอบทางสถิติ	32
	4.3.1 การทดสอบค่าแปรปรวน	32
	4.3.2 การทดสอบเพื่อหา blunder	33
	4.4 วงรีความคลาดเคลื่อน	34
	4.5 การหยุด iteration	35
5.	การคำนวณและการปรับแก้	37
	5.1 การคำนวณค่าประมาณของพารามิเตอร์	37
	5.2 การหาค่าการวัด	38
	5.3 การจัดแมทริกซ์	40
	5.3.1 การจัดแมทริกซ์ L	40
	5.3.2 การจัดแมทริกซ์ A	41
	5.3.3 การจัดแมทริกซ์น้ำหนักของการวัด (P) . . .	43
	5.4 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม	45
6.	การวิเคราะห์ผลการปรับแก้	47
	6.1 การทดสอบ $\hat{\sigma}_o^2$	47
	6.2 การทดสอบและการตรวจหา Blunder ของข้อมูลการวัด	48

สารบาญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	6.3 การวิเคราะห์โครงข่ายสามเหลี่ยมด้วยวงรีความคลาดเคลื่อน	55
	6.4 การเปรียบเทียบผลการปรับแก้ค่าพิกัด	56
7.	ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	67
	7.1 ข้อสรุปผลการตรวจสอบโครงข่ายสามเหลี่ยม	67
	7.2 ข้อเสนอแนะ	68
	7.3 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย	69
เอกสารอ้างอิง	. . . . .	70
ภาคผนวก	ก. ค่าการวัดมุมราบ	72
	ข. ผลการทดสอบ V	82
	ค. ค่าพิกัดจากการปรับแก้ในปีต่าง ๆ	93
	ง. ผลต่างของค่าพิกัด	97
	จ. โนโมแกรมสำหรับการตรวจสอบ blunder	100
	ฉ. เส้นชั้นความสูงของพื้นยีออยด์	101
ประวัติผู้เขียน	. . . . .	102

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	ความแตกต่างค่าพิกัดของการปรับแก้ในแต่ละปี	11
3.1	การจดมุมราบวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกัน	19
3.2	การจดมุมราบแยกวัดเป็นคู่ ๆ	20
3.3	การเฉลี่ยมุมราบ	21
3.4	ทิศทางการวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกัน	22
6.1	ข้อมูลสำหรับมุมที่ค่าการวัดไม่ดี	51
6.2	Elements of Error Ellipse	57
6.3	การเปรียบเทียบค่าพิกัดโดยสรุป	62

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	ตำแหน่งจุดศูนย์กำเนิด	12
3.1	โครงข่ายสามเหลี่ยมของประเทศไทย	14
3.2	การวัดมุมราบ	17
3.3	ง่ามมุมราบของสถานีที่ 36	18
4.1	รูปแบบทั่วไปของการจัดสมการการวัด	31
5.1	โครงสร้างของแมทริกซ์ A	42
5.2	โครงสร้างของแมทริกซ์ N	46
6.1	กราฟการทดสอบ w_i	54
6.2	Error Ellipse ประกอบโครงข่าย	63
6.3	ผลการเปรียบเทียบค่าพิกัดประกอบโครงข่าย	64
6.4	กราฟเปรียบเทียบความต่างละติจูด	65
6.5	กราฟเปรียบเทียบความต่างลองจิจูด	66

รายการสัญญลักษณ์ประกอบ

สัญญลักษณ์ประกอบต่อไปนี้ใช้ตาม Kriengkraipet (1979)

A = แมทริกซ์สัมประสิทธิ์ของสมการการวัด, แอซิมัธยีออเดติก

A' = แอซิมัธดาราศาสตร์

A_I = แอซิมัธยีออเดติกของทิศทางแรกออก

A_{I_0} = ค่าประมาณของ A_I

A_i = แอซิมัธของทิศทางใด ๆ

A_{i_0} = ค่าประมาณของ A_i

A_L = แอซิมัธลาปลาส

a = กึ่งแกนยาวของวงรี

b = กึ่งแกนสั้นของวงรี

c = ค่าคงที่ตามทฤษฎีวงรีความคลาดเคลื่อน

D = ค่าการวัดทิศทาง

D_c = ค่าการวัดทิศทางที่ทอนแล้ว

D_I = ทิศทางแรกออก

D_i = ทิศทางที่วัดได้

dA_{12t} = ค่าแอซิมัธตามสูตรอนุพันธ์จากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2

dS_t = ค่าระยะตามสูตรอนุพันธ์

$E(L_b)$ = เวคเตอร์ค่าที่กาดของการวัด

H_0 = Null hypothesis

H_1 = Alternative hypothesis

h = ความสูงของที่หมายเล็งจากพื้นหลักฐาน

L = เวคเตอร์ของสมการการวัด

L_0 = L ที่คำนวณจาก X_0

L_a = L ที่ทำการปรับแก้แล้ว

L_b = ค่าการวัด

$L = L_0 - L_b$

$L_a = L_b + V$

M = รัศมีความโค้งของพื้นหลักฐานในแนวเมอรีเดียน

m = ค่าที่ต้องหอนลงของระยะยีออเดติก

N = รัศมีความโค้งของพื้นหลักฐานในแนวตั้งฉากกับเมอรีเดียน, แมทริกซ์สัมประสิทธิ์ของสมการนอร์มัล $N = A^PA$

n = จำนวนสมการในวิธีสมการการวัด

P = แมทริกซ์น้ำหนักของการวัด

Q = แมทริกซ์สัมประสิทธิ์ของน้ำหนัก, $Q = P^{-1}$

R = รัศมีปานกลางของพื้นหลักฐาน, $R = \sqrt{MN}$

r = degree of freedom of the adjustment, $r = n - u$

S = ระยะยีออเดติก

u = จำนวนของพารามีเตอร์

V = เวคเตอร์ของค่าที่เหลือ

x = ตัวแก้สำหรับค่าประมาณของพารามิเตอร์

x_0 = ค่าประมาณของพารามิเตอร์

x_a = ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับแก้แล้ว, $x_a = x_0 + x$

z = ตัวแก้สำหรับสถานีที่วัดค่า

z = ระยะเซนิท

α = ระดับความมีนัยสำคัญ

α_0 = ระดับความเชื่อมั่นในการทดสอบครั้งที่ II

β = กำลังในการทดสอบ

β_0 = กำลังในการทดสอบที่เท่ากันระหว่างการทดสอบครั้งที่ I และ II

Δ_{L_b} = เวคเตอร์ของความผิดในการวัด

δ_1 = จำนวนแก้เพื่อทำรอยศัตนอร์มัลให้เป็นเส้นยีออเดสิก

δ_2 = จำนวนแก้เนื่องจากความสูงของที่หมายเล็ง

δ_3 = จำนวนแก้เนื่องจากการเบี่ยงเบนของเส้นดิ่ง

η = การเบี่ยงเบนของเส้นดิ่งในแนวตั้งฉากกับเมอรีเดียน

θ = ค่ามุมที่เปลี่ยนไปจากแนวแกนเดิม

λ = ลองจิจูดยีออเดสิก, พารามิเตอร์ชนิด noncentral

λ' = ลองจิจูดดาราศาสตร์

λ_0 = พารามิเตอร์ชนิด noncentral ในการทดสอบครั้งที่ II

ξ = การเบี่ยงเบนของเส้นดิ่งในแนวเมอรีเดียน

ρ = สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่าง σ_x และ σ_y

Σ = แมทริกซ์ของค่าแปรปรวนและค่าแปรปรวนร่วม, $\Sigma = \hat{\sigma}_0^2 Q$ หรือ $= \sigma_0^2 Q$

$\Sigma_x = \Sigma$ ของพารามีเตอร์

$\Sigma_{L_a} = \Sigma$ ของค่าการวัดที่ปรับแก้แล้ว

$\Sigma_{L_b} = \Sigma$ ของค่าที่วัด

$\Sigma_V = \Sigma$ ของค่าที่เหลือ

σ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

σ_0^2 = a priori variance of unit weight

$\hat{\sigma}_0^2$ = a posteriori variance of unit weight

ϕ = ละติจูดยีออเดติก

χ^2 = การแจกแจงไคสแควร์ (Chi - square)