การประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนามบนอินเตอร์เน็ต

นายชาญวุฒิ อออุดมยุทธ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยา
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-1853-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOPOGRAPHIC FIELD DATA PROCESSING ON INTERNET

Mr. Chanwut Auudomyuth

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Survey Engineering
Department of Survey Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2005
ISBN 974–53-1853-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนามบนอินเตอร์เน็ต
โดย	นายชาญวุฒิ อออุดมยุทธ
สาขาวิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมชนม์ สถิระพจน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชาญวุฒิ อออุดมยุทธ : การประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนามบนอินเตอร์เน็ต. (TOPOGRAPHIC FIELD DATA PROCESSING ON INTERNET)
อ. ที่ปรึกษา : ผศ. วิชัย เยี่ยงวีรชน , 112 หน้า. ISBN 974 -53-1853-1

ระบบการสำรวจรังวัดแผนที่ภูมิประเทศด้วยกล้องโททอลสเตชัน ที่เรียกว่าระบบการสำรวจรังวัดอัตโนมัติ (Survey Automation System) หรือจากสนามสู่ผลลัพธ์ (From Field to Finished) ปัจจุบันยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้งานหลายด้าน ได้แก่ ความหลากหลายของรูปแบบการบันทึกข้อมูลและกรรมวิธีการทำงานในสนามของกล้องโททอลสเตชันแต่ละยี่ห้อ รวมไปถึงค่าใช้จ่ายซอฟต์แวร์ประมวลผลที่มีราคาค่อนข้างสูง ในขณะที่อินเตอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทในการให้บริการการประมวลผลได้อย่างสะดวกทุกที่ทุกเวลาได้โดยง่าย ดังนั้นการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนามบนอินเตอร์เน็ตของกล้องโททอลสเตชันจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างดียิ่ง

การพัฒนาระบบประมวลผลในการวิจัยนี้ ประกอบด้วยระบบงาน 5 ระบบ คือ ระบบงานสนาม ระบบตรวจสอบข้อมูลสนาม ระบบการจัดการข้อมูล ระบบประมวลผลและระบบการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ จากการทดสอบการใช้งานโดยผู้ไม่เคยใช้งานมาก่อน พบว่าสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ภายใน 1-2 วัน โดยผลลัพธ์ที่ได้เป็นแผนที่ภูมิประเทศที่สามารถแสดงผลได้ทันทีบนอินเตอร์เน็ต และสามารถนำไปใช้งานต่อเนื่องบนโปรแกรมออกแบบของ Autodesk ได้ จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Land Development เพื่อตรวจสอบการประมวลผลของระบบงาน พบว่าให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2548

4570287921 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEY WORD : TOPOGRAPHIC MAP/ SURVEY AUTOMATION

CHANWUT AUUDOMYUTH : TOPOGRAPHIC FIELD DATA PROCESSING ON INTERNET. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. VICHAI YIENGVEERACHON, 112 pp. ISBN 974–53-1853-1

Topographic surveying with total station is generally called " Survey Automation System " or " From Field to Finish". It has a limitation in terms of pattern variation, data recording and methods used in the fields which varies from one manufacturer to another including the high cost for data processing software. At present, the internet plays a major role in providing real time processing and can be accessed from anywhere and anytime. Therefore, the study of the development of topographic field data processing on internet could be a solution.

The development of data processing system composes of 5 subsystems, Namely, Field Survey, Field Data Check, Data Manager, Data Processing and Topographic Map Presentation System. The result of the system implementation by new users showed that they can handle it after 1-2 days learning period. The final product is topographic map which can be displayed on the internet in real time. It can be used in Autodesk Map for subsequent processing. The result of using described data processing is comparable to these from using Autodesk Land Development.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department ... Survey Engineering... Student's signature .....

Field of study ... Survey Engineering... Advisor's signature .....

Academic year ...2005...

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ. วิชัย เยี่ยงวีรชน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้กับข้าพเจ้า และข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณาอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และข้อแนะนำต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้า ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ คุณสุภชา ศิริวงษ์ยิ่งเจริญ คุณสมเกียรติ อนงค์เลขา คุณสุทธิพล เอี่ยมประเสริฐกุล คุณสำเนียง สุตระ และคุณเบญจพร สอนคง ที่ได้ให้การสนับสนุนและให้ความเอื้อเฟื้อข้อมูลการปฏิบัติงานภาคสนาม จนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณตติยะ ชื่นตระกูลและคุณมรกต แก้วมณี ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องการใช้ภาษาอังกฤษในวิทยานิพนธ์นี้

ท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา – มารดาของข้าพเจ้า ตลอดจน คุณชาญชัย ออ อุดมยุทธ พี่ชายของข้าพเจ้าที่ให้คำปรึกษาด้านการเขียนโปรแกรมแก่ข้าพเจ้าจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญรูป.....ญ
บทที่
1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....1
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....2
1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย.....3
2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของการผลิตแผนที่ภูมิประเทศ.....6
2.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา.....8
2.3 แนวคิดของการวิจัย.....13
3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ.....28
3.1 ระบบงานสนาม.....28
3.2 การออกแบบระบบรหัสสนามและรหัสบอกคุณลักษณะ.....34
3.3 การออกแบบระบบประมวลผล.....42
3.4 ระบบฐานข้อมูล.....43
3.5 ไดอะแกรมการเชื่อมโยงฐานข้อมูล.....46
3.6 การพัฒนาโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล.....48
3.7 การพัฒนาโปรแกรมการจัดการข้อมูล.....52
3.8 การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผล.....52
3.9 การพัฒนาโปรแกรมการประมวลผลข้อมูลสำรวจ.....52

บทที่ หน้า

3.10 การพัฒนาโปรแกรมการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ.....53

4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม.....54

4.1 ผังงานของโปรแกรม.....54

4.2 ภาพรวมของโปรแกรม.....59

4.3 ระบบโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล.....61

4.4 การพัฒนาโปรแกรมการจัดการข้อมูล.....62

4.5 การพัฒนาโปรแกรมการตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผล.....65

4.6 การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณปรับแก้.....66

4.7 การพัฒนาโปรแกรมการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ.....70

5 การทดสอบโปรแกรมเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต.....77

5.1 รายละเอียดของการรังวัดภาคสนาม.....77

5.2 ทีมงานทดสอบ.....79

5.3 ผลลัพธ์การใช้งานโปรแกรม.....79

5.4 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็ปบราวเซอร์โดยตรง.....85

5.5 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม AutoCad Land Development.....85

5.6 ผลการทดสอบการใช้งานระบบ.....86

5.7 การวิเคราะห์ผล.....88

6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....90

6.1 ผลการวิจัย.....90

6.2 ข้อเสนอแนะ.....92

รายการอ้างอิง.....94

ภาคผนวก.....96

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างข้อมูล SDR และตัวอย่างข้อมูล DAT.....97

ภาคผนวก ข. การรหัสบอกคุณลักษณะบริเวณพื้นที่วัดกาญจนบุรีเก่า.....98

ภาคผนวก ค. ขั้นตอนการแสดงผลด้วยชุดคำสั่งโปรแกรม AutoCad Land Development.....99

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....112

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงชุดข้อมูลรังวัดในแต่ละชั้นงานของงานวงรอบตามมาตรฐาน FGCC	11
2-2	แสดงข้อกำหนดความคลาดเคลื่อนบรรจบที่ยอมให้ของงานวงรอบปิด	21
2-3	แสดงข้อกำหนดความคลาดเคลื่อนบรรจบที่ยอมให้ของงานวงรอบเปิด	21
2-4	แสดงข้อกำหนดความคลาดเคลื่อนบรรจบที่ยอมให้ของงานระดับ	22
3-1	แสดงรหัสสนามในงานวงรอบ	36
3-2	แสดงรหัสสนามในงานเก็บรายละเอียด	39
3-3	แสดงรหัสบอกคุณลักษณะในงานเก็บรายละเอียด	40
3-4	แสดงรูปแบบของข้อมูลรังวัดจากกล้องโททอลสเตชันแต่ละรุ่น	48

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	แผนผังแสดงภาพรวมระบบการประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต	13
2-2	แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	17
2-3	แสดงระบบงานของ Data Manager	19
3-1	แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลสนาม	28
3-2	แสดงวงรอบปิด โดยจุดควบคุมอยู่นอกสถานีวงรอบ	37
3-3	แสดงวงรอบปิด โดยจุดควบคุมอยู่ในสถานีวงรอบ	38
3-4	แสดงวงรอบเปิด	38
3-5	แสดงกรณีค่า GD = 1	41
3-6	แสดงกรณีค่า GD = 3	42
3-7	แสดงกรณีค่า GD = 2	42
3-8	แสดงขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลสำรวจเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศ	42
3-9	แผนผังแสดงระบบฐานข้อมูล	47
3-10	แสดงรูปแบบข้อมูล GSI ซึ่งมีลักษณะ ASCII file	49
3-11	แสดงรูปแบบข้อมูลงานระดับด้วยกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์	50
3-12	แสดงรูปแบบข้อมูลของงานระดับซึ่งนำเข้าข้อมูลด้วยมือ	51
3-12	แสดงระบบการทำงานของการประมวลผลและแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ	51
4-1	แสดงผังงานของโปรแกรม	54
4-2	แสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนของงานวงรอบ	60
4-3	แสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนของงานระดับ	60
4-4	แสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนของงานเก็บรายละเอียด	61
4-5	แสดงหน้าจอของโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล	61
4-6	แสดงข้อมูลหลังจากการอัปโหลดข้อมูลงานวงรอบ	62
4-7	แสดงการเลือกรูปแบบของข้อมูลงานวงรอบ	63
4-8	แสดงการเลือกรูปแบบของข้อมูลงานระดับ	64
4-9	แสดงการเลือกรูปแบบของข้อมูลงานเก็บรายละเอียด	64
4-10	แสดงข้อมูลของงานวงรอบในส่วนที่เป็น Setup Data	65
4-11	แสดงข้อมูลของวงรอบในส่วนที่เป็น Measurement Data	65

รูปที่		หน้า
4-12	แสดงการเลือกชั้นงานก่อนการตรวจสอบข้อมูล	66
4-13	แสดงผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลงานวงรอบ	66
4-14	แสดงหน้าจอโปรแกรมการคำนวณปรับแก้	67
4-15	แสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณปรับแก้ของงานวงรอบ	68
4-16	แสดงตารางการคำนวณหลังการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ	68
4-17	แสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณปรับแก้ของงานระดับ	69
4-18	แสดงตารางการคำนวณหลังการปรับแก้ในงานระดับ	69
4-19	แสดงตารางการคำนวณหลังการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด	70
4-20	แสดงหน้าจอโปรแกรมแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์	71
4-21	แสดงการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วย SVG Viewer	72
4-22	แสดงตัวอย่างการแสดงผล TIN ด้วย SVG Viewer	72
4-23	แสดงตัวอย่างการแสดงผลเส้นชั้นความสูงด้วย SVG Viewer	73
4-24	แสดงหน้าจอของโปรแกรม Export Text File สำหรับการแสดงผลแบบ Stand Alone	74
4-25	แสดงข้อมูลงานเก็บรายละเอียดในส่วน Point Symbols	75
4-26	แสดงข้อมูลงานเก็บรายละเอียดในส่วน Line Symbols	75
4-27	แสดงข้อมูลลำดับที่ของจุดแต่ละ Line Symbols	76
5-1	แสดงข้อมูลภาคสนามในงานวงรอบ	77
5-2	แสดงข้อมูลภาคสนามในงานระดับ	78
5-3	แสดงข้อมูลภาคสนามในงานเก็บรายละเอียด	78
5-4	แสดงตัวอย่างผลลัพธ์การอัปโหลดข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์	79
5-5	แสดงข้อมูลในส่วน Setup Data ในงานวงรอบ	79
5-6	แสดงข้อมูลในส่วน Measurement Data ในงานวงรอบ	80
5-7	แสดงข้อมูลก่อนการปรับแก้ในงานระดับ	80
5-8	แสดงข้อมูลในส่วน Setup Data ในงานเก็บรายละเอียด	81
5-9	แสดงข้อมูลในส่วน Measurement Data ในงานเก็บรายละเอียด	81
5-10	แสดงผลการตรวจสอบข้อมูลงานวงรอบ	82
5-11	แสดงผลการตรวจสอบข้อมูลงานระดับ	82

รูปที่ หน้า

5-12 แสดงผลการตรวจสอบข้อมูลงานเก็บรายละเอียด....82
5-13 แสดงผลการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ....83
5-14 แสดงตารางผลการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ....83
5-15 แสดงผลการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ....83
5-16 แสดงตารางผลการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ....84
5-17 แสดงผลการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด....84
5-18 แสดงตารางผลการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด....84
5-19 แสดงแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์โดยตรง....85
5-20 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศทั้ง 2 วิธี....86
5-21 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงผลเส้น TIN ทั้ง 2 วิธี....86
5-22 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงผลเส้นชั้นความสูงทั้ง 2 วิธี....87

ภาคผนวก

ค-1 แสดงการสร้าง Set Description Key....99
ค-2 แสดงการ Load Description Key....99
ค-3 แสดงการ Edit Label....100
ค-4 แสดงการ Set Point Label สำหรับการแสดงผล.... 100
ค-5 แสดงการ Import Point Data....101
ค-6 แสดงการ Set Format Manager ของข้อมูลประเภท Point....101
ค-7 แสดงข้อมูลประเภท Point Symbols หลังจากนำเข้า....102
ค-8 แสดงการ Set Format Manager ของข้อมูลประเภท Line....102
ค-9 แสดงการเตรียมข้อมูลก่อนการลากเส้น Line Symbols....103
ค-10 แสดงคำสั่งในการลาก Line Symbols....103
ค-11 แสดงคำสั่งในการลากเส้นด้วย Symbols....104
ค-12 แสดงการเลือก Block Symbols เพื่อใช้ในการลากเส้น....104
ค-13 แสดงการ Copy ลำดับที่ของจุดสำหรับการลากเส้น....105
ค-14 แสดงคำสั่งในการลากเส้นด้วย Symbols....105
ค-15 แสดงคำสั่งในการเริ่มสร้าง TIN....106

รูปที่ หน้า

ค-16 แสดงคำสั่งในการสร้าง Surface.....106
ค-17 แสดงการ Add Point Group Data.....106
ค-18 แสดงสภาวะการ Add Point Group Data ที่สมบูรณ์.....107
ค-19 แสดงการ Build Surface.....107
ค-20 แสดงการ Set Data ในการ Build Surface.....107
ค-21 แสดงสภาวะหลังจากการ Build Surface.....108
ค-22 แสดงคำสั่งในการสร้างเส้น TIN.....108
ค-23 แสดงข้อมูล TIN.....108
ค-24 แสดงคำสั่งในการสร้างเส้นชั้นความสูง.....109
ค-25 แสดงการ Set ข้อมูลในการสร้างเส้นชั้นความสูง.....109
ค-26 แสดงข้อมูลเส้นชั้นความสูง.....110
ค-27 แสดงการ Label เส้นชั้นความสูง.....110
ค-28 แสดงการกำหนดตำแหน่ง Label เส้นชั้นความสูง.....111

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ระบบการสำรวจรังวัดเพื่อทำแผนที่ ด้วยกล้องโททอลสเตชัน (Total Station) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลลงหน่วยความจำ โดยที่การบันทึกข้อมูลจากการรังวัดจะมีการใช้รหัสต่างๆ ตามที่โปรแกรมประมวลผลกำหนดไว้ช่วยให้การทำงานสนามรวดเร็วขึ้น และที่สำคัญช่วยลดความผิดพลาด ความเหนื่อยล้าของมนุษย์ในการทำงานได้ ประกอบกับการใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมประมวลผลแผนที่ ทำให้ได้ผลลัพธ์แผนที่ภูมิประเทศในเวลาอันสั้น กล่าวได้ว่าเป็นระบบการทำงานและผลิตแผนที่แบบอัตโนมัติ (Automated Survey) หรือ เป็นการทำงานแบบ Field to Finish (วิชัย เยี่ยงวีรชน,2543:1-6)

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน คือ ยังไม่มีการกำหนดระบบงานสนามที่เป็นไปได้ในทิศทางเดียวกัน จากความหลากหลายของกล้องโททอลสเตชัน วิธีการใช้งาน และรูปแบบการบันทึกข้อทำให้ข้อมูลที่รังวัดมายังไม่สามารถนำไปทำการประมวลผลได้ทันที ต้องใช้เวลาในการปรับข้อมูลค่อนข้างมาก และความยากต่อการจัดรูปแบบแต่งวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับซอฟต์แวร์ รวมถึงราคาของซอฟต์แวร์ยังมีราคาค่อนข้างสูง เป็นผลให้ต้นทุนในการผลิตแผนที่ภูมิประเทศมีราคาสูงไปด้วย (Software Center Wholesale Price, 2003)

ปัจจุบันการให้บริการผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเริ่มมีบทบาทมากขึ้นรวมกับปัญหาที่กล่าวในเบื้องต้น จึงทำให้การวิจัยในหัวข้อเรื่อง การประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนามบนอินเตอร์เน็ต นี้จะมีประโยชน์อย่างมากในการนำไปใช้งาน โดยการวิจัยนี้จะดำเนินการออกแบบระบบงานภาคสนามและในสำนักงานให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน สามารถประมวลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ด้วยการทำงานผ่านเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) ไปยังเครื่องแม่ข่ายให้บริการในลักษณะเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์และเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาระบบงานสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศต่อไปในอนาคตได้เป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) ศึกษาและวิเคราะห์ระบบการรังวัดแผนที่ภูมิประเทศด้วยกล้องโททอลสเตชัน (Total Station)

2) วิเคราะห์และออกแบบระบบงานสนาม และระบบการประมวลผลข้อมูลบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

3) พัฒนาระบบการประมวลผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1) ในการนำเข้าข้อมูลจากกล้องโททอลสเตชัน และกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์จะใช้วิธีการนำเข้าข้อมูลจากกล้องเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง ส่วนข้อมูลจากกล้องระดับอัตโนมัติจะใช้วิธีการนำเข้าผ่านทางหน้าจอด้วยวิธีนำเข้าด้วยมือ

2) โปรแกรมที่พัฒนานี้จะรองรับรูปแบบข้อมูลจากกล้องโททอลสเตชันที่นำมาใช้จำนวน 3 รูปแบบ คือรูปแบบ GSI ของ Leica, รูปแบบ SDR ของ Sokkia และรูปแบบ DAT ของ Topcon

3) โปรแกรมการประมวลผลข้อมูลงานสำรวจเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศนี้จะนำไปทดสอบการใช้งานจริงเพื่อประกอบการเรียนในรายวิชา 2108302 Field Practice ที่ค่ายฝึกสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อ.ท่าเสา จ.กาญจนบุรี

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

เซิร์ฟเวอร์ (Server) หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เช่น โปรแกรม Internet Information Server (IIS), Personal Web Server (PWS) ไว้

บราวเซอร์ (Client)หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งโปรแกรมบราวเซอร์ เช่น Internet Explorer, Netscape ฯลฯ ไว้

คอมโพเนนต์ (Component) คือ ไฟล์ชนิดหนึ่งซึ่งเขียนขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มความสามารถพิเศษให้แก่เว็บเพจ เช่น สำหรับติดต่อกับฐานข้อมูล, ส่งเมล์, อัปโหลดไฟล์ คอมโพเนนต์นั้นสามารถจะเขียนด้วยภาษาใดก็ได้ เช่น Visual Basic, C++, Java ซึ่ง Source Code ที่เขียนด้วยภาษาต่างๆ กันก็จะถูก Compile เป็นลักษณะของข้อมูล Binary ที่เหมือนกัน และใช้งานได้แบบเดียวกัน ในเว็บเพจ ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ โดยไม่จำเป็นที่จะต้องทราบว่าภายในคอมโพเนนต์นั้น ประกอบด้วยโปรแกรมอะไรบ้าง เพียงแต่จะต้องทราบหน้าที่ของคอมโพเนนต์ว่าใช้ทำอะไร และเวลานำไปใช้งานใช้อย่างไรเท่านั้น (สุรัตน์ บัณฑิตลักษณะ, 2544: 363)

อัปโหลดไฟล์ (Upload File) คือ การส่งไฟล์จากเครื่องไคลแอนท์นำไปจัดเก็บในเครื่อง Server ไม่ว่าจะด้วยการส่งไฟล์โดยใช้โปรแกรม FTP หรือส่งไฟล์ผ่านโปรแกรมเว็บบราวเซอร์

ฐานข้อมูล (Database) คือ เอกสารที่เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ไว้ในลักษณะที่เป็นตาราง โดยข้อมูลถูกจัดเก็บเป็นแบบแถว (row) และ สดมภ์(column)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถทำงานประมวลผลข้อมูลรังวัดเพื่อผลิตแผนที่ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2) สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน โดยไม่มีค่าใช้จ่ายด้านซอฟต์แวร์

3) ระบบการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone จะมีข้อดีในแง่การนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป เนื่องจากเป็นไฟล์ประเภท Cad File สามารถนำไปแปลงเป็นไฟล์ประเภท Shape File

4) ระบบการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นข้อมูลที่ตนเองทำการรังวัดมาอย่างรวดเร็วทุกที่ ทุกเวลา เมื่อมีความผิดพลาดก็สามารถไปแก้ไขได้ทันที

5) ลักษณะของโปรแกรมการประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ตมีลักษณะเปิดกว้างผู้ใช้งานสามารถนำไปพัฒนาต่อได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบระบบฐานข้อมูลรองรับในการพัฒนาต่อไปได้เป็นอย่างดี

6) การนำโปรแกรมการประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศมาใช้ประกอบในการผลิตแผนที่ภูมิประเทศทำให้การประมวลผลและแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศมีความสะดวก รวดเร็วขึ้นมาก

7) ระบบการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยรหัสสนาม หากมีความเข้าใจในระบบการทำงานดีแล้ว จะทำให้ประหยัดเวลาในการเก็บข้อมูลมากกว่าการจดข้อมูลลงในสมุดสนาม

8) ผลการศึกษาในเรื่องระบบงานภาคสนามและการพัฒนาโปรแกรมการผลิตแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ตนี้ จะเป็นข้อมูลในเบื้องต้นเพื่อนำไปพัฒนาต่อไปในงานด้านการผลิตแผนที่ภูมิประเทศในอนาคตต่อไปได้เป็นอย่างดี

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยพัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนามบนอินเตอร์เน็ตนั้น มีขั้นตอนการทำวิจัย 6 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนจะประกอบไปด้วยแนวคิดและกรรมวิธีการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.6.1 ศึกษาทฤษฎีและผลงานที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาทฤษฎีรวมถึงขั้นตอนการทำงานภาคสนาม ลักษณะของข้อมูลภาคสนามจากกล้องโททอลสเตชันจำนวน 3 รุ่นและลักษณะข้อมูลภาคสนามจากกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ ระบบรหัสในการทำงานภาคสนาม การประมวลผลข้อมูล และการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศของ

หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่ทำงานทางด้านการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ เพื่อเป็นแนวทางประกอบในการวิเคราะห์และออกแบบระบบการทำงาน

ทำการศึกษาทฤษฎีและวิธีการในการประมวลผลข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต รวมถึงศึกษาโปรแกรมประมวลข้อมูลข้อมูลงานสำรวจบนอินเตอร์เน็ตที่มีการใช้งานจริงอยู่ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบการประมวลผลข้อมูล และพัฒนาโปรแกรม

1.6.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบงานภาคสนาม

ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลภาคสนามและออกแบบระบบงานภาคสนาม รวมถึงระบบรหัสสนามให้ผู้ทำงานสามารถปฏิบัติงานได้ง่ายที่สุด มีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้งาน และสอดคล้องกับโปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้น

1.6.3 วิเคราะห์และออกแบบระบบประมวลผลข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ระบบการประมวลผลข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต วิเคราะห์ขั้นตอนที่มีความจำเป็นในการประมวลผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ และทำการออกแบบโปรแกรมที่จะทำการพัฒนาขึ้นให้ครอบคลุมขั้นตอนในการปฏิบัติงานภาคสนาม มีความง่ายในการทำความเข้าใจและง่ายต่อการใช้งาน

1.6.4 พัฒนาโปรแกรม

ทำการพัฒนาโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้ โดยจะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การอัปโหลดข้อมูลจากเครื่องผู้ใช้ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ การแก้ไขข้อมูลก่อนการประมวลผล การตรวจสอบข้อมูลรังวัดก่อนการประมวลผล (Data Checking) การประมวลผลข้อมูลรังวัด และการขึ้นรูปแผนที่ภูมิประเทศพร้อมแสดงเส้นชั้นความสูงและ TIN

1.6.5 ทดสอบการใช้งานโปรแกรม

ในงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบการใช้งานการทำแผนที่ภูมิประเทศของโปรแกรมที่ทำพัฒนาขึ้น โดยจะทำการเก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่บริเวณค่ายฝึกสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งจะประกอบไปด้วยงานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียดด้วยระบบรหัสตามที่ออกแบบไว้ทั้งหมด จากนั้นจะนำข้อมูลภาคสนามที่ได้ไปทำการทดสอบประมวลผลด้วยโปรแกรมที่พัฒนาไว้

1.6.6 วิเคราะห์และสรุปผล

ทำการศึกษาและวิเคราะห์ระบบการทำงานภาคสนามและระบบการประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต ศึกษาข้อดี ข้อเสีย ของระบบการทำงานและการประมวลผลข้อมูลรังวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แผนที่ภูมิประเทศ คือ การแสดงภาพสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวของโลกลงบนระนาบสองมิติ ด้วยขนาดย่อส่วนหรือมาตราส่วน (Scale) ที่เหมาะสม โดยแทนที่สิ่งต่างๆ ด้วยสัญลักษณ์ทั้งชนิดเส้น (Linetypes) และเครื่องหมาย (Symbols) ต่างๆ โดยอ้างอิงกับระบบพิกัดที่ใช้ในการรังวัด แผนที่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับงานโครงการทางสถาปัตยกรรมที่ใช้ในการออกแบบภูมิทัศน์ และโครงการทางวิศวกรรมเพื่อใช้ในการออกแบบก่อสร้างทางด้านสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น ออกแบบทางคลองชลประทาน การบริหารจัดการทางด้านทรัพยากรน้ำ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นระบบการผลิตแผนที่ภูมิประเทศจึงควรมีความถูกต้องที่เหมาะสม และมีค่าใช้จ่ายไม่สูงเกินไป (วิชัย เยี่ยงวีรชน, 2547: 283)

บทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตแผนที่ภูมิประเทศ รวมถึงผลการศึกษาและแนวคิดในการพัฒนาเบื้องต้น ซึ่งระบบการผลิตแผนที่ภูมิประเทศจะประกอบด้วยระบบงานหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนของระบบงานภาคสนาม ได้แก่ วิธีการทำงานภาคสนาม การใช้งานระบบรหัส เป็นต้น และส่วนของระบบประมวลผล ได้แก่ การนำเข้าข้อมูล การประมวลผลข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของการผลิตแผนที่ภูมิประเทศ

การผลิตแผนที่ภูมิประเทศพื้นที่หนึ่งนั้น สิ่งที่ต้องพิจารณา คือ ความต้องการในการใช้งาน เช่น มาตราส่วน ประเภทของรายละเอียดที่ต้องการจัดเก็บ และแสดงผลในแผนที่ จากข้อมูลเหล่านี้จึงนำมาพิจารณาถึงขั้นตอนกรรมวิธีการทำงาน มาตรฐานการดำเนินงานรังวัดแต่ละขั้นตอน รวมถึงการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ด้วย ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานรังวัดแผนที่ภูมิประเทศประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ส่วน (วิชัย เยี่ยงวีรชน, 2547:287-297) ดังนี้

2.1.1 การสำรวจสังเขป (Reconnaissance)

การสำรวจสังเขป คือ การเดินสำรวจดูสภาพพื้นที่โดยรวม พร้อมทั้งร่างแผนผังรวม บันทึกภาพ และจัดบันทึกข้อสังเกตต่างๆ ที่อาจเป็นอุปสรรคต่อการทำงานในพื้นที่ เพื่อใช้ในการวางแผนงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้สามารถทำให้ทราบสิ่งต่อไปนี้

1. การวัดระยะทางโดยประมาณด้วยการเดินนับก้าว
2. การเลือกตำแหน่งหมุดสถานีวงรอบเพื่อใช้ในการจัดเก็บรายละเอียด

3. การกำหนดมาตรฐานการดำเนินงานรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ โดยยึดจากข้อกำหนดมาตรฐานงานรังวัดของ Federal Geodetic Control Committee (FGCC) ปี 1984

4. การวิเคราะห์ความถูกต้องเชิงตำแหน่งที่ต้องการตามขนาดมาตราส่วนแผนที่เพื่อเลือกใช้เครื่องมือสำรวจได้อย่างเหมาะสม

5. การจัดหาหมุดหลักฐานที่ใช้ในการโยงยึดทั้งทางราบ และทางดิ่งในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่ทำงานมากที่สุด เพื่ออ้างอิงเข้าระบบพิกัดของประเทศ

2.1.2 การสำรวจรังวัดหมุดควบคุม (Control Surveys)

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างหมุดหลักฐานที่ต้องการทราบค่าพิกัดทางราบ และทางดิ่ง ให้ครอบคลุมพื้นที่โครงการอย่างเพียงพอ ด้วยการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม และจัดสร้างให้มั่นคงปลอดภัยใช้งานได้ตลอดระยะเวลาโครงการ ซึ่งต้องมีการจัดทำบัญชีสเกตตำแหน่งหมุด และวัดระยะโยงยึดกับตำแหน่งที่มั่นคงชัดเจนอย่างน้อย 3 จุด

การรังวัดหมุดหมุดหลักฐานแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การรังวัดหมุดหลักฐานทางราบ (Horizontal Control Surveys) ซึ่งวิธีการรังวัดพื้นฐานที่ใช้กัน คือ งานรังวัดวงรอบ (Traversing) รวมไปถึงการรังวัดถ่ายค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานที่ทราบค่าพิกัดจากนอกโครงการมายังหมุดสถานีวงรอบภายในโครงการ

2. การรังวัดหมุดหลักฐานทางดิ่ง (Vertical Control Surveys) ซึ่งกรรมวิธีที่ใช้คือ งานระดับชนิดรังวัดค่าต่างระดับ (Differential Leveling) ด้วยการถ่ายค่าระดับจากหมุดระดับภายนอกโครงการมายังหมุดสถานีวงรอบภายในโครงการ ด้วยวิธีการรังวัดแบบอ่านค่าไม้ระดับกลาง (Intermediate Fore Sight, IFS)

2.1.3 การสำรวจรังวัดเก็บรายละเอียด (Details Surveys)

งานสำรวจรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ เมื่อทำการรังวัดวงรอบและถ่ายระดับสู่สถานีวงรอบแล้ว สถานีวงรอบจะเป็นหมุดที่ทราบทั้งค่าพิกัดทั้งทางราบและทางดิ่ง (Full Control Point) ซึ่งใช้สำหรับการรังวัดเก็บรายละเอียดต่างๆ ในพื้นที่ โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีการรังวัดแบบ Electronic Tacheometry เนื่องจากกล้องโททอลสเตชันได้อำนวยความสะดวกในการใช้งานด้วยการมีฟังก์ชันสนับสนุนการทำงานในสนามมากมาย

2.1.4 การเขียนแผนที่ภูมิประเทศ

การเขียนรายละเอียดของสิ่งต่างๆ เป็นแผนที่นั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การออกแบบสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงรายละเอียด ซึ่งรายละเอียดแผนที่สามารถแบ่งได้ 4 ประเภท คือ

1. รายละเอียดประเภทจุด (Point Features) หมายถึงรายละเอียดที่มีขนาดที่ไม่สามารถแสดงเป็นรูปร่างที่แท้จริงด้วยมาตราส่วนแผนที่นั้นๆ เช่น หมุดหลักฐานต่างๆ เสาไฟฟ้า ต้นไม้ ตู้โทรศัพท์ ตู้ไปรษณีย์ เป็นต้น

2. รายละเอียดประเภทเส้น (Line Features) เช่น แนวกึ่งกลางถนน ขอบถนน ขอบทางเท้า ทางน้ำต่างๆ เป็นต้น

3. รายละเอียดประเภทรูปปิด (Polygon Features) เช่น อาคาร สระน้ำ บ่อน้ำ แปลงที่ดิน เป็นต้น

4. รายละเอียดประเภทตัวอักษร (Annotation Features) ได้แก่ ข้อความ และตัวเลข

2.1.5 การตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ

เมื่อทำการเขียนแผนที่เสร็จแล้ว ขั้นตอนสำคัญ คือ การตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ ซึ่งต้องตรวจสอบทั้งด้านความครบถ้วนของรายละเอียดและความถูกต้องทางตำแหน่ง การตรวจสอบความครบถ้วนทำได้ด้วยการนำแผนที่ออกตรวจภาคสนามในพื้นที่ โดยการสุ่มตรวจบริเวณที่สำคัญในการใช้งาน สำหรับการตรวจความถูกต้องทางตำแหน่งนั้น กระทำเช่นเดียวกัน คือ การออกวัดปริมาณในพื้นที่โดยการสุ่มวัดทั้ง ขนาด ทิศทาง ค่าระดับจุดความสูง

2.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

ในเรื่องระบบรหัสที่ใช้ร่วมกับกล้องโททอลสเตชันนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบการบันทึกข้อมูลของกล้องโททอลสเตชันรุ่นต่างๆ จากบริษัทผู้ผลิตหลายราย เช่น กล้องโททอลสเตชันของ Wild Sokkia Topcon เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในประกอบการกำหนดระบบรหัสให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการวิจัยในครั้งนี้

ระบบรหัสที่จะกล่าวถึงนี้ หมายถึง ระบบรหัสตัวเลขหรือตัวอักษรที่สามารถสื่อความหมายระหว่างผู้ปฏิบัติงานในสนามและผู้ปฏิบัติงานในสำนักงานให้เกิดความเข้าใจตรงกันในรายละเอียดของข้อมูล และขั้นตอนการทำงานต่างๆ ที่ใช้ในระหว่างการปฏิบัติงานภาคสนาม ดังนั้น ระบบรหัสที่ดี ควรจะมีความหลากหลายและสามารถครอบคลุมถึงรายละเอียดของข้อมูลและขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ทั้งหมดที่มีความจำเป็นในระหว่างการปฏิบัติงานสำรวจภาคสนามได้อย่างครบถ้วน (วิชัย อาชวรังสรรค์, 2538: 49)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบข้อมูลมาตรฐานและระบบรหัสที่ใช้งานในโปรแกรมด้านงานสำรวจและวิศวกรรมต่างๆ ซึ่งมีผู้นำมาใช้งานในงานด้านการผลิตแผนที่ภูมิประเทศอาทิ เช่น Geocomp Software ผลิตภัณฑ์ของ Survey Computing Consultants

(Development) Pty Ltd. ประเทศออสเตรเลีย Autodesk Field Survey Software ผลิตภัณฑ์ของ Autodesk Inc.ประเทศออสเตรเลีย เป็นต้น

2.2.1 ผลการศึกษาเกี่ยวกับการบันทึกข้อมูลรังวัด

จากการศึกษาหาข้อมูลดังกล่าว ได้ข้อสรุปที่น่าสนใจเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางประกอบการวิจัยในหัวข้อเรื่อง การประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนามบนอินเตอร์เน็ต ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 รูปแบบการบันทึกข้อมูล

รูปแบบการบันทึกข้อมูลที่ใช้ในกล้องโททอลสเตชันแต่ละรุ่น จะมีความหลากหลายมาก โดยจะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ตามสถานที่ผลิตเครื่องมือนั้นๆ กล่าวคือเครื่องมือสำรวจที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตเดียวกันจะมีโครงสร้างข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างจากกล้องโททอลสเตชันที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตรายอื่น ทั้งนี้เนื่องจากยังไม่มีการกำหนดรูปแบบข้อมูลที่ใช้ในกล้องโททอลสเตชันขึ้นเป็นมาตรฐาน จึงอาจเกิดความยุ่งยากต่อผู้ใช้งานที่จำเป็นต้องใช้กล้องโททอลสเตชันหลายๆ รุ่นจากบริษัทผู้ผลิตหลายราย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมการจัดการข้อมูลเพื่อแปลงข้อมูลรังวัดจากกล้องโททอลสเตชันหลายๆ รุ่นให้เป็นรูปแบบ ซึ่งสามารถนำไปประมวลผลได้ง่าย

2.2.1.2 ระบบรหัส

รูปแบบระบบรหัส ที่ใช้ในโปรแกรมด้านงานสำรวจและวิศวกรรมที่ทำการศึกษาในเบื้องต้น ดังกล่าวถึงข้างต้น มีความแตกต่างด้านรายละเอียดตลอดจนจุดเด่นในการนำมาประยุกต์ใช้งานที่ไม่เหมือนกัน สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) Autodesk Field Survey Software ส่วนของระบบรหัสของโปรแกรมนี้จะเป็นระบบตัวอักษรผสมกับตัวเลข ดังนี้

- Regular Code System จะใช้ตัวอักษร 2-3 หลักกับตัวเลขอีก 2 หลักในการอธิบายประเภทของ Feature ต่างๆ เช่น EP1 หมายถึง ขอบทางเดินที่ 1 เป็นต้น

- Special Code System จะใช้ตัวอักษร 3 หลักในการอธิบายข้อมูลเพิ่มเติมและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรังวัดแต่ละข้อมูล เช่น การระบุขนาดของต้นไม้ กำหนดลักษณะของโค้งวงกลมผ่าน 3 จุด เป็นต้น (Autodesk Field Survey, 1991)

2) Geocomp Software มีส่วนของระบบรหัสเป็นแบบตัวเลขสามารถแบ่งได้ ดังนี้

- Feature Code System จะใช้เป็นตัวเลขจำนวน 8 หลัก เพื่อบรรจุข้อมูลแสดงคุณลักษณะ 3 ประเภท ดังนี้

- Entity Number จำนวน 3 หลัก เพื่อแสดงหมวดหมู่ของวัตถุหรือสิ่งของต่างๆ
- String Number จำนวน 2 หลัก เพื่อแสดงหมายเลขเส้นหรือจุดต่างๆ
- Point Descriptor จำนวน 3 หลัก เพื่อแสดงการอธิบายข้อมูลเพิ่มเติมในวัตถุ
- Field Code System จะใช้ตัวเลขจำนวน 2 หลัก เพื่อแทนคำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงานในสนาม เช่น รหัสตัวเลข 5 หมายถึง แสดงข้อมูลสถานีตั้งกล้อง ต้องบันทึกข้อมูลรหัสบอกคุณลักษณะของสถานีรังวัด ความสูงกล้อง ความสูงเป้า เป็นต้น (Geocomp, 1993)

สรุปได้ว่ารูปแบบของระบบรหัสข้อมูลในสนาม (Coding System) ที่ใช้ในโปรแกรมด้านงานสำรวจและวิศวกรรมที่ทำการศึกษาในเบื้องต้นดังกล่าวถึงข้างต้น จะมีความแตกต่างด้านรายละเอียดตลอดจุดเด่นในการนำมาประยุกต์ใช้ที่ไม่เหมือนกัน โดยระบบของรหัสในสนามจะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ แบบตัวเลข แบบตัวอักษร และแบบตัวเลขผสมตัวอักษร ซึ่งในการเลือกใช้รูปแบบข้อมูลมาตรฐานและระบบรหัสข้อมูลในสนามจะมีการศึกษาและวิเคราะห์ระบบซึ่งสามารถรองรับการทำงานทั้งในสนามและสำนักงาน ตลอดจนสามารถปรับเปลี่ยนนำไปใช้ในระบบสารสนเทศสำหรับงานบริหารได้ (Autodesk field survey, 1991; Geocom, 1993)

ในส่วนของระบบการให้บริการทางด้านงานสำรวจบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ศึกษาโปรแกรมที่ให้บริการทางด้านงานสำรวจบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น AUSPOS Software ผลิตภัณฑ์ของ Space Geodesy Analysis Centre ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ให้บริการทางด้าน GPS บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ สามารถทำงานได้ตลอดเวลา และทุกสถานที่ โดยลักษณะการทำงานจะต้องมีการแปลงข้อมูลรังวัดที่ทำการรังวัดมาก่อนจะส่งไปประมวลผลบนเซิร์ฟเวอร์ให้มีรูปแบบมาตรฐานซึ่งเรียกว่า RINEX จากนั้นจึงทำการส่งข้อมูลการรังวัดโดยวิธีแบบ FTP หรือส่งผ่านเว็บบราวเซอร์ เพื่อไปประมวลผลบนเซิร์ฟเวอร์แล้วจึงส่งผลลัพธ์ที่คำนวณได้มายังผู้ใช้ผ่านทางอีเมล์ การทำงานของ Software นี้เป็นการทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server Side) ดังนั้นคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้งานจึงไม่จำเป็นต้องมีประสิทธิภาพมากก็สามารถทำงานได้ (Auspos, 2003)

2.2.2 ผลการศึกษาเกี่ยวกับระบบการรังวัดแผนที่ภูมิประเทศในประเทศไทย

ในการวิจัยหัวข้อขั้นตอนการเก็บข้อมูลในสนามนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบการทำงานภาคสนามเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศจากหน่วยงานเอกชน คือ บริษัท ยูนิค เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์คอนสตรัคชั่น บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลล็อปเมนต์ จำกัด มหาชน และบริษัท ซีวิว มาสเตอร์ อินเตอร์เทค ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำงานทางด้านงานสำรวจและงานก่อสร้างต่างๆ เพื่อเป็นแนว

ทางประกอบการออกแบบขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยในครั้งนี้

จากการศึกษาหาข้อมูลดังกล่าว ได้ข้อสรุปที่น่าสนใจในเรื่องรูปแบบการทำงานสนามเพื่อนำมาใช้เป็นแนวคิดประกอบการวิจัยในหัวข้อเรื่อง การประมวลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนามบนอินเตอร์เน็ต ดังต่อไปนี้

1) การเก็บข้อมูลภาคสนามในส่วนของงานวงรอบและงานเก็บรายละเอียดจะบันทึกในหน่วยความจำภายในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายในกล้องโททอลสเตชันโดยตรง โดยจะใช้เรื่องของระบบรหัส (Coding System) มาช่วยในการกำหนดขั้นตอนและวิธีการในการทำงานซึ่งมีข้อดี คือ สามารถลดความผิดพลาดของคน ประหยัดเวลาและลดการใช้กระดาษในการทำงาน

2) การปฏิบัติงานรังวัดวงรอบ จะประกอบไปด้วย

- การปฏิบัติงานภาคสนาม จะแยกขั้นตอนการรังวัดวงรอบออกจากการรังวัดเก็บรายละเอียด โดยจะทำการรังวัดวงรอบให้แล้วเสร็จก่อนทำการรังวัดเก็บรายละเอียดทุกครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการฝึกฝนและป้องกันความสับสนอันอาจจะเกิดขึ้นได้ในระหว่างปฏิบัติงานภาคสนาม นอกจากนี้การนำข้อมูลไปทำการประมวลผลจะทำได้ง่าย เนื่องจากการประมวลผลงานวงรอบกับงานเก็บรายละเอียดจะแตกต่างกันออกไป

- การรังวัดจะวัดด้วยกล้องทั้งสองหน้า เพื่อขจัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบเป็นระบบต่างๆ ที่ปรากฏภายในตัวกล้องให้หมดไปหรือเหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ และควรรังวัดข้อมูลหลาย ชุดในแต่ละจุดที่ทำการรังวัด เพื่อจะสามารถลดความผิดพลาดในการรังวัดข้อมูลลงได้ตามมาตรฐาน FGCC ดังสรุปในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงจำนวนชุดข้อมูลรังวัดในแต่ละชั้นงานของงานวงรอบตามมาตราฐาน FGCC

Order of Job	Number of Observation
First-Order	16
Second-Order Class 1	8 or 12
Second-Order Class 2	6 or 8
Third-Order Class 1	4
Third-Order Class 2	2

- การกำหนดขั้นตอนการทำงานภาคสนาม จะเป็นรูปแบบที่ตายตัว เป็นมาตรฐานของหน่วยงาน เช่น จะเริ่มต้นรังวัดข้อมูลหมุดวงรอบทุกครั้งโดยใช้กล้องหน้าซ้ายเสมอ การ

กำหนดค่ามุมเริ่มต้นของจานองศาราบที่ใช้เป็นมุมอ้างอิงในการรังวัดไปยังเป้าหลังสำหรับการรังวัดค่ามุมแต่ละชุด

- การรังวัดข้อมูลวงรอบภาคสนาม จะทำการรังวัดโดยวิธีการรังวัดแบบ EDM Tacheometry และบันทึกข้อมูลรังวัดเป็นข้อมูลลำดับจุด มุม ระยะทาง เป็นต้น

- ก่อนเริ่มทำการรังวัด จะต้องใส่ข้อมูลของจุดตั้งกล้อง จุดสถานีเป้าหลัง (Back Sight) และจุดสถานีเป้าหน้า (Fore Sight) ตามลำดับก่อนการรังวัด

3) การปฏิบัติงานรังวัดเก็บรายละเอียด จะประกอบไปด้วย

- การปฏิบัติงานภาคสนาม จะแยกขั้นตอนการรังวัดเก็บรายละเอียดออกจากการรังวัดวงรอบ โดยจะทำการรังวัดเก็บรายละเอียด ภายหลังทำการรังวัดข้อมูลวงรอบทุกครั้ง และแยกข้อมูลการรังวัดเก็บรายละเอียดออกจากข้อมูลรังวัดวงรอบ เพื่อให้ง่ายต่อการฝึกฝนและป้องกันความสับสนอันจะเกิดขึ้นได้ในระหว่างการปฏิบัติงานภาคสนามและการประมวลผลในสำนักงาน

- ในขั้นตอนเริ่มต้นรังวัดเก็บรายละเอียดนั้น รูปแบบการทำงานของบริษัท ซีวิว มาสเตอร์ อินเตอร์เทค จะกำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม ไปทำการสเก็ตช์รูปในพื้นที่ที่จะทำแผนที่ภูมิประเทศก่อนทำการเก็บรายละเอียด เพื่อทำการกำหนดหมายเลขจุด (Point Number) และรหัสบอกคุณลักษณะ (Feature Code) ในรูปที่ทำการสเก็ตช์ ซึ่งจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ง่ายในขั้นตอนการทำงานภาคสนาม คือ ผู้ปฏิบัติงานภาคสนามสามารถเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงลำดับในการเก็บ แต่จะทำให้เกิดความยุ่งยากในขั้นตอนการประมวลผลในสำนักงาน เนื่องจากต้องมีการพิจารณารูปที่สเก็ตช์จากสนามประกอบด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ ก่อนเริ่มทำการเก็บรายละเอียด จะกำหนดให้ทำการสเก็ตช์รูปพื้นที่ที่จะทำการเก็บละเอียดให้เรียบร้อยเสียก่อน จากนั้นจึงกำหนดรหัสบอกคุณลักษณะให้กับวัตถุต่างๆที่ทำการเก็บ โดยเฉพาะวัตถุที่มีลักษณะเป็นเส้น (Line) หรือรูปปิด (Polygon) จะต้องคำนึงถึงลำดับในการเก็บข้อมูลด้วย กล่าวคือจุดใดๆ ในวัตถุที่มีรหัสเดียวกัน เมื่อทำการเก็บข้อมูลก่อนเวลานำไปแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศก็จะถูกลากเส้นก่อนตามลำดับการเก็บข้อมูลในสนาม

- การรังวัดข้อมูลเก็บรายละเอียดจะมีรูปแบบที่ตายตัว ซึ่งถือเป็นมาตรฐานของหน่วยงาน เช่น การกำหนดมุมเริ่มต้นของจานองศาราบที่ใช้เป็นมุมอ้างอิงสำหรับการรังวัดไปยังเป้าหลัง โดยทั่วไปนิยมกำหนดค่าเป็นศูนย์ ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกในการตรวจแก้และแปลความหมายของข้อมูลภายหลัง

- การรังวัดข้อมูลเก็บรายละเอียดภาคสนาม จะทำการรังวัดโดยวิธีการ EDM Tacheometry กล่าวคือจะทำการรังวัดค่าระยะทางไปพร้อมกับค่ามุม ซึ่งข้อมูลในบล็อกการรังวัดสำหรับงานรังวัดเก็บรายละเอียด จะประกอบไปด้วย ข้อมูลลำดับจุด มุม ระยะทาง เป็นต้น

4) การปฏิบัติงานระดับ จะประกอบไปด้วย

- ในการทำงานเดินระดับ (Differential Leveling) เมื่อมีการถ่ายค่าระดับออกจากหมุด BM ใดจะต้องทำการถ่ายค่าระดับกลับมายังหมุดนั้น เพื่อที่จะสามารถคำนวณค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ (Closure) และความถูกต้อง (Accuracy) ของงานเดินระดับที่ทำได้

- การทำงานระดับจะทำการถ่ายค่าระดับจากหมุด Bench Mark (BM) ที่ห่างจากพื้นที่ที่จะทำแผนที่ภูมิประเทศมาลงยังหัวหมุดสถานีวงรอบ จะใช้วิธี Intermediate Fore Sight (IFS) ในการถ่ายค่าระดับลงหัวหมุด

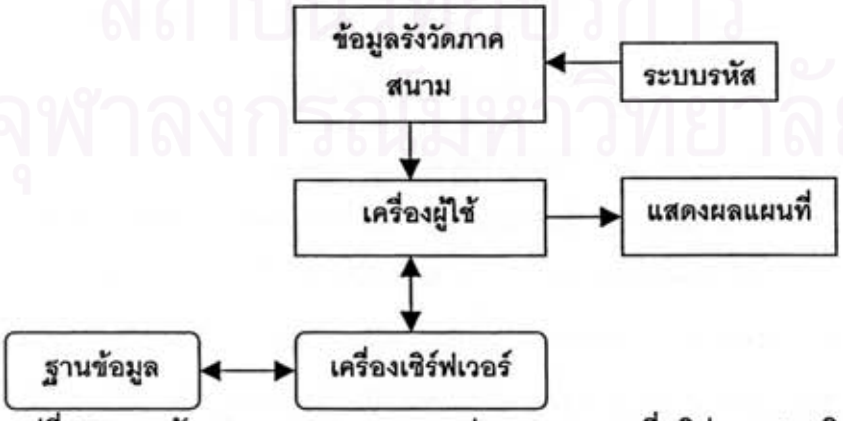
- ส่วนของงานระดับในงานผลิตแผนที่ภูมิประเทศทั่วไป จะนิยมใช้กล้องระดับอัตโนมัติในการทำงานและบันทึกข้อมูลในสมุดสนาม (Field Book) เนื่องจากกล้องระดับประเภทนี้มีลักษณะการใช้งานที่ง่าย และราคาไม่สูง หากเปรียบเทียบราคากับกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์

2.3 แนวคิดของการวิจัย

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมา และระบบการรังวัดแผนที่ภูมิประเทศดังกล่าวข้างต้น จะได้ข้อมูลซึ่งนำไปสู่แนวคิดในการวิจัย 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

2.3.1 แนวคิดการออกแบบระบบงาน (Conceptual Design)

ระบบงานโดยรวมจะเป็นการเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนงานภาคสนามมายังสำนักงานจนได้ผลลัพธ์สุดท้าย คือ แผนที่ภูมิประเทศ จากรูปที่ 2-1 จะแสดงภาพรวมแนวคิดของระบบการรังวัดเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ตในงานวิจัยนี้



รูปที่ 2-1 แผนผังแสดงภาพรวมระบบการประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต

จากแผนภูมิที่ 2-1 ในขั้นการรังวัดภาคสนามจะนำเรื่องของระบบรหัสมาช่วยในการเก็บข้อมูลภาคสนาม จากนั้นข้อมูลภาคสนามจากเครื่องผู้ใช้จะส่งไปทำการตรวจสอบ ประมวลผล บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยในกระบวนการเหล่านี้ เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะทำการจัดเก็บ แก้ไข ดึงข้อมูลกับฐานข้อมูลบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ หลังจากการประมวลผลข้อมูลรังวัดเสร็จ ผู้ใช้งานจึงทำการเรียกข้อมูลผลลัพธ์จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อไปแสดงผลบนเครื่องผู้ใช้

2.3.2) **แนวคิดการออกแบบระบบงานภาคสนาม** (Field System Conceptual Design)

การผลิตแผนที่ภูมิประเทศขั้นตอนแรก คือ การเก็บข้อมูลภาคสนามได้ครบถ้วนเพียงพอกับความต้องการ รูปแบบของการเก็บข้อมูลในสนามจึงต้องมีการออกแบบระบบงานสนามให้เก็บข้อมูลมาอย่างเพียงพอ มีขั้นตอนการทำงานที่เหมาะสมและมีรูปแบบที่ชัดเจน ระบบงานสนามที่ดีต้องสามารถทำให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างระบบการทำงานในสนามกับระบบการทำงานในสำนักงาน เพื่อทำให้การนำข้อมูลงานสนามไปทำการขึ้นรูปแผนที่ภูมิประเทศในสำนักงานได้ง่ายและมีความถูกต้อง

การเก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายในกล้องที่ทำการรังวัดนับว่ามีความสำคัญและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการนำข้อมูลรังวัดมาทำการประมวลผลได้เป็นอย่างดี ช่วยให้การส่งข้อมูลเข้ามาประมวลผลในสำนักงานได้อย่างสมบูรณ์และรวดเร็ว กล่าวคือ อุปกรณ์บันทึกข้อมูลจะทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลจากการรังวัดทุกๆ ขั้นตอน ลงในหน่วยความจำภายในอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Recording Device) และสามารถส่งต่อข้อมูลดังกล่าวเพื่อนำมาทำการประมวลผลในสำนักงานได้อย่างครบถ้วนและรวดเร็ว โดยที่ข้อมูลซึ่งถูกบันทึกจะนำมาจัดเก็บในรูปแบบของรหัสต่างๆ ที่กำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับรูปแบบจัดเก็บของกล้องโททอลสเตชันแต่ละชนิด ซึ่งเรื่องของระบบรหัสนี้จะกล่าวถึงในส่วนถัดไป
ระบบงานสนามในงานวิจัยนี้ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.3.2.1 **งานรังวัดควบคุม** (Control Survey)

เป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดในขั้นตอนการรังวัดภาคสนาม เพราะจะเป็นตัวควบคุมคุณภาพของงานที่ทำ หากทำการรังวัดข้อมูลในส่วนนี้มาไม่ดีผลลัพธ์ที่ได้จากการรังวัดทั้งหมดก็จะแย่ทั้งหมดไปด้วย ในงานวิจัยนี้งานควบคุมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- งานรังวัดควบคุมทางราบ (Horizontal Control Survey) คือ ส่วนของงานวงรอบ ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบให้รองรับทั้งวงรอบ 2 มิติ วงรอบ 3 มิติ รวมถึงวงรอบปิดและวงรอบเปิด ข้อมูลที่จำเป็นในงานวงรอบจะประกอบไปด้วย มุมระหว่างหมุดในวงรอบแต่ละ

หมุดระยะทางระหว่างหมุดวงรอบ และค่าพิกัดทางราบของหมุดควบคุมที่ใช้สำหรับหาค่าอะซิมุท (Azimuth) เพื่อถ่ายมายังเส้นในวงรอบ ในกรณีที่เป็นวงรอบเปิด จะต้องมีค่าพิกัดทางราบของหมุดที่ทำการรังวัดมาเพื่อปิดเส้นวงรอบประกอบด้วย

- งานควบคุมทางดิ่ง (Vertical Control) คือ ส่วนของงานระดับ รวมถึงการถ่ายค่าระดับลงบนหัวหมุดสถานีวงรอบ ในงานวิจัยนี้ส่วนของงานระดับได้พัฒนาระบบให้รองรับข้อมูลจากทั้ง 2 รูปแบบ คือ ทั้งกล้องระดับอัตโนมัติและกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นการเปิดกว้างและเพิ่มความยืดหยุ่นในการทำงานภาคสนาม ข้อมูลที่จำเป็นในงานระดับ ประกอบไปด้วย ค่า Back Sight และ Fore Sight ระหว่างจุด Turning Point (TP) หรือจุด Beach Mark (BM) กับจุดตั้งกล้อง ค่าระดับของหมุด BM ที่ทำการถ่ายเข้าหมุดในวงรอบ

2.3.2.2 **งานเก็บรายละเอียด** (Detail Survey)

งานในส่วนนี้จะมีผลกับความละเอียดและครบถ้วนของแผนที่ภูมิประเทศที่แสดงผล ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน ในงานวิจัยออกแบบให้ทำการจัดเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยวิธี Electronic Tacheometry ข้อมูลที่จำเป็นในงานเก็บรายละเอียด ประกอบไปด้วย ค่าจานองศาราบและค่าจานองศาดิ่งที่วัดไปยังหมุด Back Sight ระยะทางจากจุดตั้งกล้องไปยังหมุด Back Sight ค่าจานองศาราบและค่าจานองศาดิ่งที่วัดไปยังวัตถุที่ทำการเก็บรายละเอียด ระยะทางจากจุดตั้งกล้องไปยังวัตถุที่ทำการเก็บรายละเอียด และข้อมูลแสดงลักษณะของวัตถุที่ทำการเก็บรายละเอียด เช่น กรณีที่ทำการเก็บรายละเอียดของอาคารโดยการเก็บข้อมูลของมุมอาคาร 2 จุด จะต้องมีค่าความกว้างของตัวอาคารประกอบด้วย

2.3.2.3 **ระบบรหัส** (Coding System)

การนำระบบรหัสมาใช้ร่วมกับกล้องโททอลสเตชัน เพื่อให้สามารถส่งต่อข้อมูลจากการรังวัดภาคสนามมาทำการประมวลผลในสำนักงานเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศ โดยที่การนำระบบรหัสสนามที่มีประสิทธิภาพมาใช้งาน จะสามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานสนามลงได้บางส่วน ทำให้สามารถทำงานได้สะดวก รวดเร็วขึ้น และสามารถช่วยลดความผิดพลาดในการจดบันทึกข้อมูลจากการทำงานได้ ดังนั้นการจะนำระบบรหัสมาใช้ปฏิบัติงานนั้น จำเป็นต้องศึกษาถึงวิธีการใช้งานตลอดจนเทคนิคต่างๆ ในการนำมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้สามารถนำมาใช้ปฏิบัติงานภาคสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป

การกำหนดรหัสสนามในงานวิจัยนี้กำหนดให้มีรูปแบบที่สอดคล้องกับรูปแบบของการบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ตลอดจนมีรูปแบบที่การใช้งานที่สอดคล้องกับรูปแบบซึ่งใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านงานสำรวจและออกแบบ เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้งาน

ร่วมกับกล้องโททอลสเตชัน โดยมีการดัดแปลงหรือกำหนดรหัสเพิ่มเติมน้อยที่สุด สามารถนำไปใช้งานได้ง่ายและสะดวกที่สุด การนำระบบรหัสสำหรับใช้งานกับกล้องโททอลสเตชันนั้น จะอาศัยหลักการในการเลียนแบบขั้นตอนในการปฏิบัติงานในสนามเป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจและลำดับเหตุการณ์ขั้นตอนต่างๆ ระหว่างปฏิบัติงานได้ง่าย ซึ่งการนำระบบรหัสมาใช้งานนั้น สามารถช่วยให้การทำงานรังวัดภาคสนามเป็นไปอย่างมีระบบและเป็นขั้นตอน ข้อมูลในการรังวัดจะมีความง่ายในการตรวจสอบหาความผิดพลาด

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านเรื่องระบบรหัส พบว่าระบบรหัสแบบตัวเลขผสมตัวอักษรนี้ทำให้เกิดความลำบากในการทำงานสนามและในการประมวลผลในสำนักงาน เนื่องจากโดยทั่วไปการนำเข้าข้อมูลรหัส ในขณะทำงานสนามนั้น การใช้รหัสเป็นตัวเลขจะง่ายกว่าในการทำงาน เพราะเครื่องมือสำรวจสถานีรวมส่วนมากจะถูกออกแบบให้มีปุ่มข้อมูลตัวเลขเป็นมาตราฐาน ถึงแม้จะสามารถป้อนตัวอักษรได้ก็ยุ่งยากในการเรียกใช้ เนื่องจากปุ่มบนหน้าปัดมีไม่เพียงพอ จึงทำให้การตัวอักษรทำได้ช้า อย่างไรก็ตามรูปแบบของรหัสแบบตัวอักษรจะสื่อความหมายกับผู้ใช้งานมากกว่าแบบอื่น

สรุปข้อดีของใช้ระบบรหัสแบบตัวเลข มีดังต่อไปนี้

1) ในการทำงานภาคสนาม การใช้รหัสแบบตัวเลขจะสะดวกและรวดเร็วกว่าในการทำงาน เพราะกล้องโททอลสเตชัน ส่วนมากจะถูกออกแบบให้มีปุ่มข้อมูลตัวเลขเป็นมาตรฐาน

2) การใช้รหัสแบบตัวเลข จะทำให้สามารถรองรับรูปแบบระบบรหัสของกล้องโททอลสเตชันหลายรุ่นมากกว่าระบบรหัสประเภทอื่นๆ

3) การเก็บข้อมูลด้วยระบบรหัสสนาม (Field Code) ประเภทนี้ สามารถทำความเข้าใจและลำดับเหตุการณ์ต่างๆ ในระหว่างปฏิบัติงานได้ง่าย ทำให้การปฏิบัติงานสำรวจภาคสนามเป็นอย่างมีระบบและขั้นตอนง่ายในการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล

ส่วนข้อดีของใช้ระบบรหัสแบบตัวอักษรผสมตัวเลข คือ สื่อความหมายกับผู้ทำงานมากกว่าแบบอื่น

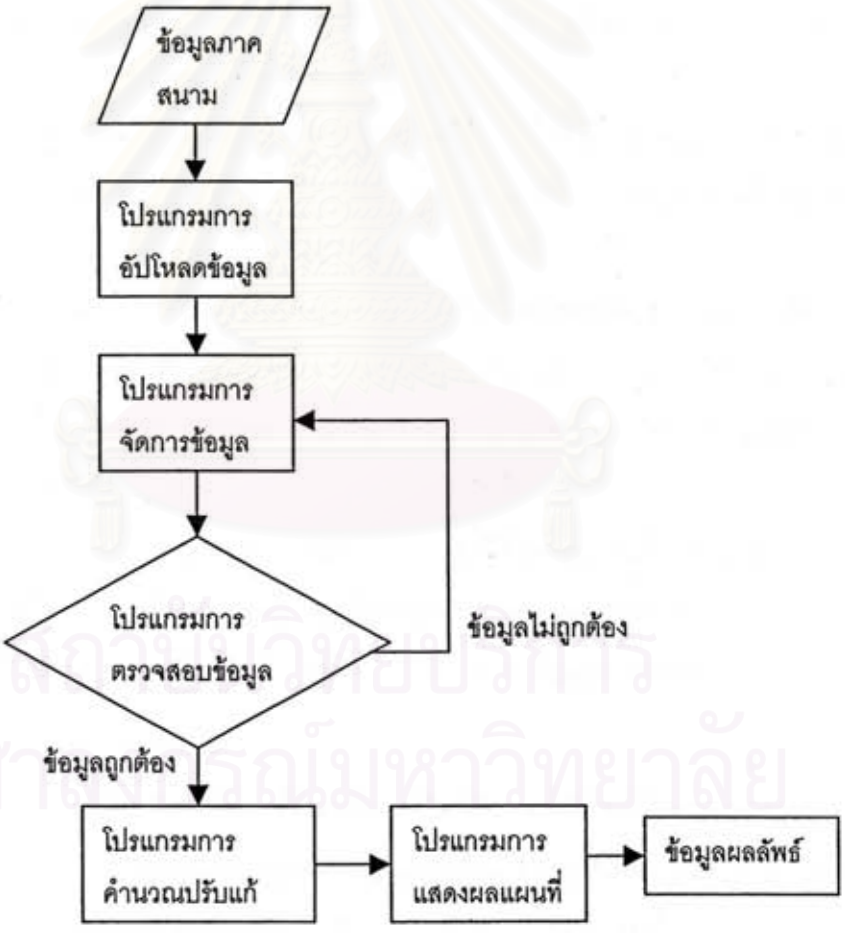
ดังนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดจะเลือกใช้ระบบรหัสแบบตัวเลขและระบบรหัสแบบตัวอักษรผสมตัวเลขมาใช้ในการทำการวิจัยในครั้งนี้ โดยจะเพิ่มเติมในส่วนของรหัสบอกคุณลักษณะ (Feature Code) โดยจัดทำตารางเทียบรหัส (Look Up Table) เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องการไม่สื่อความหมายกับผู้ใช้งาน ทำให้ง่ายและสื่อความหมายกับผู้ใช้ทั้งในการทำงานสนามและในสำนักงาน

2.3.3 **แนวคิดการออกแบบระบบประมวลผลข้อมูล** (Data Processing System Conceptual Design)

ข้อมูลที่ทำการรังวัดภาคสนามมานั้นจะต้องนำมาทำการประมวลผลเพื่อแสดงผลเป็นแผนที่ภูมิประเทศ ระบบการประมวลผลจะประกอบไปด้วยระบบงาน 5 ส่วน คือ โปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล โปรแกรมการจัดการข้อมูล โปรแกรมการตรวจสอบข้อมูล โปรแกรมการคำนวณปรับแก้ และโปรแกรมการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ

2.3.3.1 **ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม**

แนวคิดระบบงาน (Work Flow) ของการประมวลผล ดังแสดงแผนภูมิที่ 2-2



รูปที่ 2-2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

2.3.3.2 **การออกแบบฐานข้อมูล**

การออกแบบฐานข้อมูลของระบบต้องสามารถรองรับข้อมูลภาคสนามจากงานทั้ง 3 ส่วน คือ งานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียด สามารถนำเข้า แก้ไข และแสดงผลได้สะดวก รวมถึงรองรับข้อมูลผู้ใช้งาน เพื่อป้องกันความสับสน และความปลอดภัยของระบบ

2.3.3.3 **การพัฒนาโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล** (Upload)

ข้อมูลรังวัดจากการรังวัดภาคสนามซึ่งอยู่ภายในกล้องโททอลสเตชันจะต้องถูกส่งถ่ายข้อมูลจากภายในกล้องมาทำการประมวลผลในคอมพิวเตอร์เพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศ โดยทั่วไปนั้นระบบการนำเข้าข้อมูลการรังวัดจากภายในกล้องโททอลสเตชันเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลจะทำการส่งถ่ายข้อมูลโดยผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial Port) หรือพอร์ตยู เอส บี (USB port) แล้วจึงทำการอัปโหลดข้อมูลรังวัดจากเครื่องคอมพิวเตอร์ฝั่งผู้ใช้งาน หรือ ไคลแอนท์ ผ่านระบบเครือข่ายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เรียกว่าเซิร์ฟเวอร์ (Server) เพื่อทำการประมวลผลให้ได้ผลลัพธ์ของข้อมูลตามที่ต้องการ โดยโปรแกรมการอัปโหลด (Upload) ข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ สามารถทำการส่งข้อมูลผ่านบนเว็บบราวเซอร์

ระบบงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตของงานวิจัยนี้ จะออกแบบให้การประมวลผลข้อมูลทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และจะนำผลลัพธ์ของการประมวลผลไปแสดงผลที่ฝั่งไคลแอนท์ โดยใช้แนวคิดดังนี้

1) ข้อมูลงานสำรวจที่จะนำมาทำการประมวลผลจะเป็นไฟล์ ค่ามุม ระยะทางระบบรหัสต่างๆ ที่เป็น ASCII File ซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่มาก การประมวลผลบนเซิร์ฟเวอร์จะไม่เกิดปัญหาเรื่องภาวะการทำงานหนักเกินไป (Overload) บนเซิร์ฟเวอร์ ขณะทำการส่งข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับไคลแอนท์

2) การแสดงผลที่ฝั่งไคลแอนท์ ซึ่งข้อมูลจะเป็นรูปแบบรูปภาพ (Graphic File) เช่น การขึ้นรูปแผนที่ภูมิประเทศ การขึ้นรูปเส้นชั้นความสูง (Contour) จึงเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาเรื่องภาวะการทำงานหนักเกินไปบนเซิร์ฟเวอร์ของข้อมูลเนื่องจากไฟล์ประเภทนี้มีขนาดใหญ่

2.3.3.4 **การพัฒนาโปรแกรมการจัดการข้อมูล** (Data Manager)

ตามที่กล่าวถึงในเรื่องการพัฒนาโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูลจากกล้องโททอลสเตชันเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ว่ารูปแบบของข้อมูลที่ได้จากการรังวัดภาคสนามนั้น ไม่ว่าจะเป็นงานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียด จะมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องมือสำรวจ ทำให้เมื่อนำข้อมูลไปทำการประมวลผลในสำนักงาน ผู้ปฏิบัติงานในสำนักงานต้องเสียเวลาในการปรับแต่ง ยากต่อการทำความเข้าใจกับรูปแบบของข้อมูลเหล่านี้ และสามารถเกิดความผิดพลาดขึ้นได้

ผนวกกับปัญหาที่พบอีกประการหนึ่ง คือ เมื่อมีระบบงานหรือเครื่องมือใหม่ๆ เกิดขึ้นก็จะต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบการประมวลผลขึ้นใหม่ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ทำการรังวัดมา ซึ่งจะก่อให้เกิดความยุ่งยากกับระบบการทำงานมาก จึงจำเป็นต้องมีจัดสร้างโปรแกรมการจัดการข้อมูล (Data Manager) สำหรับใช้ปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ทำการรังวัดภาคสนามให้เป็นรูปแบบที่จะสามารถใช้ระบบการประมวลข้อมูลซึ่งเป็นระบบเดียวกันทั้งหมด ดังในรูปที่ 2-3

รูปที่ 2-3 แสดงระบบงานของ Data Manager (วิชัย เยี่ยงวีรชน, 2543: 4)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะมีการสร้างระบบโปรแกรมการจัดข้อมูล (Data Manager) เพื่อแปลงข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือหลากหลายชนิดให้เป็นรูปแบบเดียวกัน ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงงานสนามและงานสำนักงาน และเป็นการลดขั้นตอนการดำเนินงาน เมื่อมีระบบงานหรือเครื่องมือใหม่เกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งลักษณะของข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลรูปแบบใกล้เคียงกับการบันทึกในสมุดสนาม (Field Book) ซึ่งการเก็บข้อมูลในลักษณะนี้ ผู้ทำงานสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ทั้งยังสื่อความหมายระหว่างผู้ทำงานในสนามและสำนักงานได้ดี

2.3.3.5 การพัฒนาโปรแกรมการตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผล (Data Checking)

โปรแกรมการตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผลซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนี้ หมายถึงโปรแกรมสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลรังวัดจากการรังวัดภาคสนามก่อนจะนำไปทำการประมวลผล ซึ่งข้อมูลรังวัดต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลทางด้านมุม ข้อมูลทางด้านระยะทาง ข้อมูลทางด้านความสูง ตลอดจนข้อมูลรหัสต่างๆ ทั้งรหัสบอกคุณลักษณะ (Feature Code) และรหัสสนาม (Field Code) (วิชัย อาชวรังสรรค์, 2538: 66)

วัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาโปรแกรมการตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผลนี้ เพื่อนำมาใช้สำหรับตรวจสอบข้อมูล 2 ประเภท คือ

1) ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการในการปฏิบัติงานภาคสนาม เช่น หากพบว่าข้อมูลการป้อนรหัสผิดพลาด โปรแกรมจะทำการแจ้งเพื่อให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขได้บนหน้าจอ แต่หากเป็นการผิดพลาดจากขั้นตอนการทำงานโปรแกรมจะแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบ และทำการแก้ไขโดยทำการเก็บข้อมูลสนามใหม่

2) ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่ได้จากการรังวัดให้สอดคล้องกับลักษณะของงานและหลักเกณฑ์ข้อกำหนดที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ซึ่งข้อมูลงานรังวัดที่ทำการจัดเก็บภาคสนาม อาจจะมีความผิดพลาด (Mistake) จากการทำงานซึ่งเกิดจากความประมาทเลินเล่อ ไม่รู้จริง ของผู้ทำงาน เมื่อพบว่าข้อมูลมีความผิดพลาดโปรแกรมจะแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบ หากผู้ใช้งานไม่สามารถแก้ไขบนหน้าจอได้อาจจะต้องแก้ไขโดยการเก็บข้อมูลงานสนามใหม่ เช่น ข้อมูลมุม ระยะทาง เป็นต้น ที่จำเป็นต้องทำการเก็บจากสนามเท่านั้น ก่อนที่โปรแกรมจะนำข้อมูลรังวัดที่ทำการรังวัดไปทำการจัดเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลเพื่อการผลิตแผนที่ภูมิประเทศต่อไป

นอกจากนั้นโปรแกรมการตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผลนี้ ยังช่วยประหยัดเวลาในการตรวจสอบข้อมูลภาคสนาม โดยสามารถตรวจสอบข้อมูลภาคสนามได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วอีกด้วย เช่น ในงานเก็บรายละเอียดหากผู้ใช้งานลืมใส่ค่าความสูงกล้องก่อนทำการเก็บรายละเอียด โปรแกรมตรวจสอบข้อมูลสามารถแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบได้ทันที เป็นต้น

การตรวจสอบข้อมูลรังวัดของงานรังวัดจะยึดตามข้อกำหนดมาตรฐานในงานรังวัด FGCC ปี 1984 นั้นจะแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ งานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียด ซึ่งในงานแต่ละส่วนจะมีการกำหนดขั้นตอนในการทำงานที่แน่นอน ดังต่อไปนี้

1) งานวงรอบ (Horizontal Control) จะมีตรวจสอบข้อมูลดังนี้

- ตรวจสอบค่ามุมที่อ่านได้ของแต่ละชุดข้อมูลไม่เกิน 10 พิลิปดา โดยจะนำค่ามุมหลังจากเฉลี่ยหน้าซ้ายและหน้าขวาของข้อมูลแต่ละชุดมาทำการเปรียบเทียบกัน

- ในกรณีวงรอบปิด จะตรวจสอบค่าผลรวมของมุมภายในของวงรอบปิดกับข้อกำหนดดังในตารางที่ 2-1 ซึ่งผลรวมของมุมภายในสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ผลรวมมุมภายใน} = (N-2)\times 180 \quad ,N = \text{จำนวนด้านหรือมุม} \tag{2.1}$$

- ตรวจสอบค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของงานวงรอบกับข้อกำหนดดังในตารางที่ 2-2 และตารางที่ 2-3 ในกระบวนการนี้จะทำการตรวจสอบหลังจากที่ได้ทำการคำนวณปรับแก้ไปแล้ว ซึ่งค่าความถูกต้อง ของงานวงรอบสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{Accuracy} = \text{Linear Misclosure} / \text{ผลรวมของระยะทางของวงรอบทั้งหมด} \tag{2.2}$$

$$\text{Linear Misclosure} = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta D^2} \tag{2.3}$$

โดยที่ ΔL = ผลรวมทั้งหมดของค่า Latitude ที่คำนวณได้

ΔD = ผลรวมทั้งหมดของค่า Departure ที่คำนวณได้

ตารางที่ 2-2 แสดงข้อกำหนดความคลาดเคลื่อนบรรจบที่ยอมให้ของงานวงรอบปิด ตามมาตราฐาน FGCC (เมื่อ N=จำนวนด้านหรือจำนวนมุม)

Order of Job	Σ(Internal Angels)	Accuracy
First-Order	$2''\times\sqrt{N}$	1/100,000
Second-Order Class 1	$3''\times\sqrt{N}$	1/50,000
Second-Order Class 2	$8''\times\sqrt{N}$	1/20,000
Third-Order Class 1	$15''\times\sqrt{N}$	1/10,000
Third-Order Class 2	$30''\times\sqrt{N}$	1/5,000

- ในกรณีวงรอบเปิด จะตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ (Closure) ของค่าอะซิมุท (Azimuth) ที่ทำการถ่ายออกจากหมุดควบคุมคู่ออกมาเทียบกับค่าอะซิมุทของหมุดควบคุมคู่อีกคู่ เปรียบเทียบกับข้อกำหนดดังในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 แสดงข้อกำหนดความคลาดเคลื่อนบรรจบที่ยอมให้ของงานวงรอบเปิด ตามมาตราฐาน FGCC

Order of Job	Azimuth Closure	Accuracy
First-Order	1"	1/100,000
Second-Order Class 1	1.5"	1/50,000
Second-Order Class 2	2"	1/20,000
Third-Order Class 1	3"	1/10,000
Third-Order Class 2	8"	1/5,000

2) งานระดับ (Vertical Control) จะมีตรวจสอบข้อมูลดังนี้

- ตรวจสอบการอ่านค่าเริ่มต้นต้องมีการอ่านค่า Back Sight (BS) ก่อนทุกครั้งที่เริ่มทำการรังวัด

- ตรวจสอบขั้นตอนก่อนทำการรังวัดแบบ Intermediate Fore Sight (IFS) ต้องมีการอ่านค่า Back Sight ก่อน

- ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนบรรจบของชั้นงานเปรียบเทียบกับข้อกำหนดในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 แสดงข้อกำหนดของค่าคลาดเคลื่อนบรรจบที่ยอมให้ของงานระดับ ตามมาตรฐาน FGCC (โดยที่ K=ระยะทางเฉลี่ยไปกลับหน่วยกิโลเมตร)

Order of Job	Closure
First-Order Class 1	$4mm \times \sqrt{K}$
First-Order Class 2	$5mm \times \sqrt{K}$
Second-Order Class 1	$6mm \times \sqrt{K}$
Second-Order Class 2	$8mm \times \sqrt{K}$
Third-Order	$12mm \times \sqrt{K}$

3) งานเก็บรายละเอียด (Detailing) จะมีตรวจสอบข้อมูลดังนี้

- ตรวจสอบการอ่านค่าเริ่มต้นก่อนการรังวัดเก็บรายละเอียดต้องมีการอ่านค่า Back Sight (BS) ทุกครั้ง
- ในการรังวัดเพื่อเก็บข้อรายละเอียดต้องใช้กล้องหน้าซ้ายเท่านั้น
- กำหนดให้ Set ค่า Back Sight ก่อนทำการรังวัดให้ใช้ค่าจานองศาราบเท่ากับศูนย์
- ตรวจสอบการใส่ค่าความสูงของกล้องก่อนทำการรังวัด

2.3.3.6 การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณปรับแก้ (Adjustment Computation)

หลังจากที่ทำการตรวจสอบข้อมูลรังวัดที่ทำการอัปโหลดจากกล้องโททอลสเตชันมายังเครื่องฝั่งเซิร์ฟเวอร์แล้ว ข้อมูลจะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลรังวัด ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงการนำข้อมูลรังวัดเหล่านี้ไปทำการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ ซึ่งข้อมูลที่ต้องการหลังจากการคำนวณปรับแก้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) **การคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ** เพื่อต้องการค่าพิกัดตะวันออก (Easting) และค่าพิกัดเหนือ (Northing) ของหมุดในสถานีวงรอบ เพื่อใช้เป็นค่าควบคุมทางราบ (Horizontal Control) รวมถึงค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ (Linear Misclosure) และความถูกต้อง (Accuracy) และพื้นที่ของวงรอบ โดยประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อยๆ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.1) **การคำนวณค่าอะซิมุท** (Azimuth) แบ่งเป็น 2 กรณีดังนี้

- ในกรณีที่สถานีตั้งกล้องอยู่ที่หมุดควบคุมและสถานีเป้าหลังเป็นหมุดควบคุม การคำนวณค่าอะซิมุท สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\theta = \arctan(\Delta E/\Delta N) \quad (2.4)$$

โดยที่ θ = ค่า Azimuth ระหว่างหมุดควบคุม

ΔE = ผลต่างของค่า Easting ของหมุดควบคุม

ΔN = ผลต่างของค่า Northing ของหมุดควบคุม

- ในกรณีที่สถานีตั้งกล้องไม่อยู่บนหมุดควบคุม การคำนวณค่าอะซิมุท สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{Fw Azimuth} = (\text{Bw Azimuth} + \theta) \pm 180 \quad (2.5)$$

Fw Azimuth = Azimuth จากสถานีตั้งกล้องไปยังหมุดถัดไป (2.6)

Bw Azimuth = Azimuth จากหมุดก่อนหน้านี้ส่องมายังสถานีตั้งกล้อง (2.7)

θ = มุมระหว่าง Azimuth ทั้งสอง

เครื่องหมาย $\pm$ จะใช้ + เมื่อผลรวมน้อยกว่า 180

เครื่องหมาย $\pm$ จะใช้ - เมื่อผลรวมมากกว่า 180°

1.2) **การคำนวณค่า** Latitude **และ** Departure สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{Latitude} = HD \times \cos AZ \quad (2.8)$$

$$\text{Departure} = HD \times \sin AZ \quad (2.9)$$

โดยที่ HD = ระยะทางราบของด้านใดๆ

AZ = ค่า AZ ของด้านใดๆ

1.3) **การคำนวณค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ** (Linear Misclosure) **และค่าความถูกต้อง** (Accuracy) สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Accuracy = Linear Misclosure / ผลรวมของระยะทางของวงรอบทั้งหมด (2.10)

$$\text{Linear Misclosure} = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta D^2} \quad (2.11)$$

โดยที่ ΔL = ผลรวมทั้งหมดของค่า Latitude ที่คำนวณได้

ΔD = ผลรวมทั้งหมดของค่า Departure ที่คำนวณได้

1.4) **การคำนวณค่าแก้ Latitude และ Departure** จะแบ่งวิธีการคำนวณออกเป็น 2 วิธีการ ดังต่อไปนี้

- **วิธี Compass Rule (หรือ Bowditch Rule)** วิธีนี้จะเหมาะกับงานที่การวัดมุมและวัดระยะทางมีความละเอียดเท่ากัน เป็นวิธีที่นิยมใช้มากในงานสำรวจทั่วไป สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

ค่าแก้ Latitude = - ΔLat × (ความยาวของเส้นวงรอบ) / ผลรวมความยาวของเส้นวงรอบ (2.12)

ค่าแก้ Departure = - ΔDep × (ความยาวของเส้นวงรอบ) / ผลรวมความยาวของเส้นวงรอบ (2.13)

โดยที่ ΔLat = ผลรวมของค่า Latitude ทั้งหมด

ΔDep = ผลรวมของค่า Departure ทั้งหมด

-**วิธี Transit Rule** วิธีนี้จะใช้เมื่อการวัดมุมมีความละเอียดมากกว่าการวัดระยะทาง สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

ค่าแก้ Latitude = - ΔLat × (ค่า Latitude ของด้าน) / ผลรวมของ Latitude ทั้งหมด (2.14)

ค่าแก้ Departure = - ΔDep × (ค่า Departure ของด้าน) / ผลรวมของ Departure ทั้งหมด (2.15)

โดยที่ ΔLat = ผลรวมของค่า Latitude ทั้งหมด

ΔDep = ผลรวมของค่า Departure ทั้งหมด

1.5) **การคำนวณค่าพิกัดตะวันออก และพิกัดเหนือของสถานีวงรอบ** คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\text{FwEasting} = \text{Depature}\text{หลังการปรับแก้} + \text{BwEasting} \quad (2.16)$$

$$\text{FwNorting} = \text{Latitude}\text{หลังการปรับแก้} + \text{BwNorthing} \quad (2.17)$$

โดยที่FwEasting = ค่าพิกัดตะวันออกที่ต้องการทราบค่า

FwNorthing = ค่าพิกัดเหนือที่ต้องการทราบค่า

BwEasting = ค่าพิกัดตะวันออกของหมุดก่อนหน้านี้

BwNorthing = ค่าพิกัดเหนือของหมุดก่อนหน้านี้

1.6) **การคำนวณพื้นที่ของวงรอบ** จะคำนวณด้วยวิธี Double Area โดยสามารถนำค่าพิกัดฉากของสถานีวงรอบที่คำนวณได้มาทำการคำนวณวนซ้าย หรือขวาก็ได้ ขั้นตอนคือนำค่าพิกัดทั้งตะวันออก และพิกัดเหนือมาเรียงจากบนลงล่างเป็นคู่ๆ และปิดท้ายด้วยพิกัดตะวันออก และพิกัดเหนือของสถานีแรกอีกครั้ง จากนั้นทำการคูณไขว้ในทิศทางลงโดยนำค่าตะวันออก ไปคูณกับพิกัดเหนือของหมุดถัดไป และนำค่าพิกัดเหนือไปคูณกับพิกัดตะวันออกของหมุดถัดไป โดยใช้เครื่องหมายต่างกัน จากนั้นนำผลลัพธ์มารวมกันจะได้เป็นพื้นที่ของสถานีวงรอบทั้งหมด

2) **การคำนวณปรับแก้ในงานระดับ** เพื่อหาค่าระดับ (Elevation) ของหมุดในสถานีวงรอบ เพื่อใช้เป็นค่าควบคุมทางดิ่ง (Vertical Control) โดยการคำนวณปรับแก้จะใช้ค่าคลาดเคลื่อนบรรจบเทียบกับระยะทางที่ถ่ายระดับไป ซึ่งระยะทางจะได้จากการอ่านค่าระดับ 3 สายใย ทั้งไปและกลับระยะทางที่ได้จะเป็นระยะทางเฉลี่ย โดยค่าปรับแก้ค่าระดับ สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ค่าแก้ระดับ} = \frac{\text{Error}}{\text{ระยะทางทั้งหมด}} \times \text{ระยะทางจาก}\text{BM}\text{แรกออก} \quad (2.18)$$

โดยที่Error = ค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ

3) **การคำนวณปรับแก้ในงานเก็บรายละเอียด** เพื่อต้องการค่าพิกัดตะวันออก พิกัดเหนือ ค่าระดับของวัตถุต่างๆ ที่ทำการเก็บรายละเอียด เพื่อใช้สำหรับการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ

3.1) **การคำนวณค่าพิกัดตะวันออก และพิกัดเหนือของวัตถุที่ทำการรังวัด** สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$AZ\ \text{ที่ต้องการ} = AZ\ \text{สถานีหลัง} + \theta \quad (2.19)$$

$$\Delta E = HD \times \sin(AZ\ \text{ที่ต้องการ}) \quad (2.20)$$

$$\Delta N = HD \times \cos(AZ\ \text{ที่ต้องการ}) \quad (2.21)$$

$$\text{ค่า Easting} = \text{ค่า Easting จุดตั้งกล้อง} + \Delta E \quad (2.22)$$

$$\text{ค่า Northing} = \text{ค่า Northing จุดตั้งกล้อง} + \Delta N \quad (2.23)$$

โดยที่ HD = ระยะทางราบจากสถานีตั้งกล้องไปยังจุดที่ต้องการ

θ = มุมระหว่างเส้นจากสถานีตั้งกล้องไปยังสถานีเป้าหลัง กับเส้นจากสถานีตั้งกล้องไปยังจุดที่ต้องการ

3.2) การคำนวณค่าระดับของวัตถุที่ทำการรังวัด

สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$HD = SD\sin(Z) \quad (2.24)$$

$$VD = SD\cos(Z) \quad (2.25)$$

$$\text{ความสูงของจุดที่ต้องการ} = \text{ความสูงของสถานีตั้งกล้อง} + HI + VD - TH \quad (2.26)$$

โดยที่ HD = ระยะทางราบจากสถานีตั้งกล้องไปยังจุดที่ต้องการ

VD = ระยะดิ่งระหว่างกล้องกับเป้า

Z = ค่า Zenith Angle จากสถานีตั้งกล้องวัดไปยังจุดที่ต้องการ

HI = ความสูงกล้อง

TH = ความสูงเป้า

2.3.3.7 การพัฒนาโปรแกรมการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Mapping)

ส่วนของการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์ได้ทันทีโดยตรง และการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone โดยทำการส่งไฟล์ประเภท ASCII File ไปแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone โดยอาศัยชุดคำสั่งสำหรับโปรแกรม Autocad Land Development โดยจะอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนแสดงผลทั้ง 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) การแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ ผู้วิจัยจะทำการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการแสดงผล ให้ทำการ Export ข้อมูลในรูปแบบของไฟล์ SVG เพื่อนำไป

แสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ซึ่งไฟล์รูปแบบนี้สามารถนำไปแสดงผลข้อมูลทางด้านกราฟิกบนอินเตอร์เน็ตได้เป็นอย่างดี เนื่องจากภาษา SVG เป็นภาษาที่ทำความเข้าใจได้ง่าย สามารถใช้โปรแกรมในการพัฒนาได้มากมาย และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย

2) การแสดงผลแบบ Stand Alone ด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม Autocad Land Development เหตุผลที่เลือกใช้โปรแกรมนี้ เนื่องจากโปรแกรมนี้มีฟังก์ชันที่ใช้งานได้ง่าย มีฟังก์ชันในการทำงานที่ครอบคลุมในด้านการผลิตแผนที่ภูมิประเทศ สร้างเส้น TIN สร้างเส้นชั้นความสูงอย่างครบถ้วน และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

แผนที่ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม จะมีคุณภาพดีหรือไม่ เบื้องต้นนั้นขึ้นอยู่กับการเก็บข้อมูลในสนามนั้นได้ครบถ้วนเพียงพอกับความต้องการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รูปแบบของการเก็บข้อมูลในสนามจึงต้องมีการออกแบบระบบงานสนามให้เก็บข้อมูลมาอย่างเพียงพอ มีขั้นตอนการทำงานที่เหมาะสมและมีรูปแบบที่ชัดเจน ระบบงานสนามต้องสามารถทำให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างระบบการทำงานในสนามกับระบบการทำงานในสำนักงาน เพื่อทำให้การนำข้อมูลงานสนามไปทำการขึ้นรูปแผนที่ภูมิประเทศในสำนักงานได้ง่ายและมีความถูกต้อง ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ขั้นตอนการทำงานสนามที่ปฏิบัติกันทั่วไป ดังในรูปที่ 3-1

รูปที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลสนาม

รวมถึงในกระบวนการประมวลผลเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศจะต้องมีการออกแบบให้รองรับขั้นตอนการปฏิบัติงานภาคสนามอย่างครบถ้วน สามารถทำความเข้าใจและใช้งานได้ง่าย ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบระบบการทำงาน ซึ่งจะประกอบไปด้วยระบบงานสนาม ระบบรหัส และระบบประมวลผล ดังจะกล่าวดังต่อไปนี้

3.1 ระบบงานสนาม

ระบบงานสนามเป็นขั้นตอนแรกในการรังวัดเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการและขั้นตอนในการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อนำมาผลิตแผนที่ภูมิประเทศ มีลำดับการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1.1 การรังวัดควบคุมทางราบโดยวิธีการวงรอบ (Traverse) เป็นวิธีการกำหนดหมุดควบคุมทางราบ (Horizontal Control) ที่สะดวกที่สุด และจะสามารถทำได้ง่ายในพื้นที่ที่มีอุปสรรคน้อย

ขั้นตอนในการทำงานวงรอบจะประกอบไปด้วยงานดังนี้

1) ขั้นตอนการเตรียมการ จะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

- ทำการสำรวจพื้นที่ทำงานในเบื้องต้นเพื่อกำหนดหมุดวงรอบ
- การทำหมุดอ้างอิง (Reference Point) จะใช้ระยะในการโยงยึดกับวัตถุที่สังเกตได้ง่าย เช่น เสาไฟฟ้า ต้นไม้ใหญ่ เป็นต้น จำนวนไม่น้อยกว่า 3 หมุด

2) การวัดระยะทางระหว่างหมุดในวงรอบ

3) ก่อนเริ่มทำการรังวัดในทุกสถานีวงรอบ จะต้องใส่ค่ารหัสสนาม (Field Code) ของจุดตั้งกล้องกับข้อมูลประกอบอื่นๆ เช่น ชื่อสถานี ความสูงกล้อง รวมทั้งของจุดสถานีเป้าหลังและจุดสถานีเป้าหน้า ตามลำดับก่อนการรังวัด ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้เรียกว่า Setup Data เพื่อใช้ประกอบในการนำไปประมวลผล

4) การจดบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ในสมุดสนาม รวมทั้งการเขียนร่างรายละเอียดเพื่อตรวจสอบกับแผนที่ที่ได้จากข้อมูลรังวัด ซึ่งไม่สามารถบันทึกในระบบบันทึกข้อมูลภายในตัวกล้องได้ยังคงมีความจำเป็นอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจดข้อความหมายเหตุต่างๆ ของข้อมูลเมื่อมีการรังวัดผิดพลาดขึ้น ซึ่งปกติแล้วไม่ควรจะทำการลบข้อมูลนั้นออกจากระบบบันทึกข้อมูลทันที เนื่องจากข้อมูลนั้นอาจจะใช้ประโยชน์ในภายหลังได้ และที่สำคัญเป็นการป้องกันการใช้คำสั่งผิดโดยสั่งลบข้อมูลทั้งหมด แทนที่จะลบเฉพาะข้อมูลบางข้อมูลเท่านั้น ดังนั้น เมื่อมีความผิดพลาดในการรังวัด ควรจะบันทึกลงในสมุดสนามก่อน แล้วมาทำการแก้ไขภายหลังในเครื่องคอมพิวเตอร์ (วิชัย เยี่ยงวีรชน, 2533)

5) การรังวัดมุมระหว่างระยะที่มาเชื่อมกัน ซึ่งมุมที่ทำการวัดจะเป็นมุมตามเข็มนาฬิกา โดยจะเริ่มทำการวัดมุมด้วยกล้องหน้าซ้ายก่อนทุกครั้ง และต้องอ่านค่าด้วยกล้องทั้งสองหน้าทุกมุม เพื่อปรับแก้ค่าความผิดแบบมีระบบ (Systematic Error) ของตัวกล้องเอง

6) ลำดับในการตั้งกล้องเพื่อทำงานวงรอบ จะกำหนดให้ตั้งกล้องเรียงลำดับทวนเข็มนาฬิกา เพื่อให้เกิดความง่ายในการทำงานสนามและประมวลผล รวมถึงเกิดความเข้าใจที่ตรงกันในการเก็บข้อมูลสนามกับการประมวลผลด้วยโปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้น

7) การรังวัดอะซิมุทของหมุดควบคุมที่รู้ค่าพิกัด โดยในขั้นตอนเริ่มต้นจะกำหนดให้ตั้งกล้องบนหมุดควบคุมที่รู้ค่าพิกัด และทำการวัดไปยังหมุดควบคุมที่รู้ค่าพิกัดอีกหมุดหนึ่ง ซึ่งถ้ารู้ค่าพิกัดของหมุดทั้ง 2 หมุดนี้ก็จะสามารถคำนวณค่าอะซิมุทของเส้นออกนี้ได้ จากนั้นจึงทำการรังวัดไปยังหมุดอื่นๆ ต่อไป เพื่อถ่ายค่าอะซิมุทไปยังเส้นภายในวงรอบ ในงานวิจัยนี้การถ่ายค่าอะซิมุทถือว่าเป็นขั้นตอนแรกในการเริ่มทำงานรังวัดวงรอบ โดยจะต้องทำการตั้งกล้องบนหมุดควบคุมและทำการวัดไปยังหมุดควบคุมอีกหมุดหนึ่งเป็นขั้นตอนแรก เพื่อถ่ายอะซิมุทไปยังสถานีต่อไป

ประโยชน์ของการทำงานระบบนี้ คือ การทำงานจะมีระบบ หลังจากทำการรังวัดข้อมูลวงรอบภาคสนามเสร็จ เมื่อนำข้อมูลภาคสนามมาทำการประมวลผลก็จะสามารถได้ค่าพิกัด

ตะวันออกและพิกัดตะวันตกของสถานีวงรอบได้ทันที รวมถึงค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของงานอีกด้วย

ในกรณีที่วงรอบที่ทำการรังวัดเป็นวงรอบเปิด การถ่ายค่าอะซิมุทจะต้องทำการถ่ายมาปิดยังหมุดควบคุมที่รู้ค่าอีก 2 หมุด เพื่อให้สามารถตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ (Closure) และความถูกต้อง (Accuracy) ของงานได้

8) การกำหนดขั้นตอนการใช้รหัสสนาม ในกรณีที่เป็นการทำวงรอบแบบ 2 มิติ (2D) แต่ละสถานีรังวัดจะมีการออกแบบให้มีการใส่ค่ารหัสสนามของสถานีตั้งกล้อง สถานีเป้าหลัง และสถานีเป้าหน้า ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลชื่อสถานี และค่าพิกัดของสถานี ในกรณีที่สถานีตั้งกล้องหรือสถานีเป้าหลังอยู่บนหมุดควบคุม เป็นต้น โดยข้อมูลเหล่านี้ต้องทำการกำหนดก่อนทำการรังวัดเสมอ ส่วนกรณีการทำวงรอบแบบ 3 มิติ (3D) ก็จะเหมือนกับการทำวงรอบ 2 มิติแต่ต้องวัดความสูงกล้องของสถานีตั้งกล้อง สถานีเป้าหลัง และสถานีเป้าหน้าและกำหนดเพิ่มลงไปในกล้องก่อนทำการรังวัดทุกสถานีการรังวัด รายละเอียดในเรื่องรหัสสนามสามารถศึกษาได้ถัดไปเรื่องระบบรหัส

ประโยชน์ของข้อมูลรหัสสนามนี้ จะเป็นส่วนบ่งบอกให้โปรแกรมประมวลผลรับรู้ถึงขั้นตอน และวิธีในการทำงานในสนาม เพื่อที่โปรแกรมจะสามารถทำการประมวลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้อง

3.1.2 **การรังวัดควบคุมทางดิ่งโดยงานระดับ** (Leveling) จะใช้การถ่ายค่าระดับแบบ Differential Leveling โดยจะทำการถ่ายค่าระดับจากจุด BM ที่ทราบค่ามายังหมุดภายในวงรอบเพื่อนำมาใช้เป็นหมุดควบคุมทางดิ่ง (Vertical Control) ซึ่งขั้นตอนในการทำงานระดับจะประกอบขั้นตอนนี้

1) ในขั้นตอนเริ่มต้นต้องทราบค่าระดับของหมุด BM ที่จะทำการถ่ายค่าระดับมายังหมุดในวงรอบ ซึ่งมีความจำเป็นมากในกรณีที่ใช้กล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์จะต้องใส่ค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่ง (BM) ลงในโปรแกรมของกล้องก่อนที่จะเริ่มทำการถ่ายค่าระดับจากหมุดควบคุมทางดิ่งมายังสถานีวงรอบ

2) ในกรณีที่เป็นกล้องระดับอัตโนมัติจะใช้การถ่ายระดับด้วยวิธีอ่านค่า 3 สายใย เพื่อเป็นการตรวจสอบค่าที่อ่านและทราบค่าระยะทางสถานีหลัง (Back Sight) กับระยะทางสถานีหน้า (Fore Sight) ส่วนกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ทำการอ่านจากกล้องเพียงค่าเดียว เนื่องจากกล้องประเภทนี้จะทำอ่านค่าหลายค่าแล้วนำมาเฉลี่ยกันเองภายในตัวกล้องแล้ว

3) การถ่ายค่าระดับลงบนหัวหมุดสถานีวงรอบ จะใช้วิธี Intermediate Fore Sight ในการทำงาน คือ อ่านค่าระดับสายใยกลางเพียงสายใยเดียว

4) ในการถ่ายค่าระดับจากหมุดควบคุมทางดิ่งมายังสถานีวงรอบ ลักษณะการทำงานจะต้องถ่ายระดับกลับมาปิดที่หมุดควบคุมทางดิ่งที่ถ่ายออกทุกครั้ง เพื่อให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของงานระดับ (Closure) ได้

5) การถ่ายค่าระดับขณะทำการเดินระดับลงยังหมุดสถานีวงรอบ ลำดับในการถ่ายค่าระดับจะต้องเรียงตามลำดับหมุดของสถานีวงรอบ เพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

3.1.3 **การรังวัดเก็บรายละเอียด** (Detail) จะทำโดยวิธีการ EDM Tacheometry คือ ทำการวัดค่ามุมไปพร้อมกับวัดระยะทาง มีขั้นตอนในการทำงานดังนี้

1) ในงานวิจัยนี้ก่อนเริ่มทำการเก็บรายละเอียด จะกำหนดให้ทำการสเก็ตช์รูปพื้นที่ที่จะทำการเก็บละเอียดให้เรียบร้อยเสียก่อน จากนั้นจึงกำหนดรหัสบอกคุณลักษณะให้กับวัตถุต่างๆที่ทำการเก็บ โดยเฉพาะวัตถุที่มีลักษณะเป็นเส้น (Line) หรือรูปปิด (Polygon) จะต้องคำนึงถึงลำดับในการเก็บข้อมูลด้วย กล่าวคือจุดใดๆ ในวัตถุที่มีรหัสเดียวกัน เมื่อทำการเก็บข้อมูลก่อนเวลานำไปแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศก็จะถูกลากเส้นก่อนตามลำดับการเก็บข้อมูลในสนาม

2) ในการเริ่มต้นเก็บรายละเอียดในแต่ละหมุดสถานีวงรอบ ต้องทำการ Back Sight กล้องไปยังหมุดสถานีวงรอบข้างเคียง และกำหนดค่าจานองศาราบให้มีค่าเป็นศูนย์ เพื่อความง่ายในการประมวลผลข้อมูล ป้องกันการหลงลืม และเป็นระบบในการทำงาน ทั้งนี้เมื่อลืมบันทึกลงในกล้องขณะทำการรังวัด ก็ยังสามารถที่เพิ่มเติมข้อมูลส่วนนี้ในภายหลังได้ ถ้าใช้ค่าไม่แน่นอนแล้ว ในกรณีที่ลืมจะทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลรังวัดของสถานีนั้นมาใช้งานได้ ต้องออกไปรังวัดใหม่ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย (วิชัย เยี่ยงวีรชน, 2533)

ในขั้นตอนนี้หากผู้ใช้งานลืมขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งดังกล่าวในข้างต้น โปรแกรมตรวจสอบข้อมูล (Process Checking) จะทำการแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบ เพื่อทำการแก้ไขต่อไปได้

3) ก่อนเริ่มทำการรังวัดทุกสถานี จะต้องใส่ค่ารหัสสนาม (Field Code) ของจุดตั้งกล้องกับข้อมูลประกอบอื่นๆ เช่น ชื่อสถานี ความสูงกล้อง รวมทั้งของจุดสถานีเป้าหลัง และข้อมูลความสูงของเป้าตามลำดับทุกครั้งจากนั้นจึงใส่ค่ารหัสบอกคุณลักษณะของวัตถุที่จะทำการเก็บรายละเอียดก่อนเริ่มทำการรังวัด

4) ลำดับในการตั้งกล้องเพื่อเก็บรายละเอียด จะกำหนดให้ตั้งกล้องเรียงลำดับทวนเข็มนาฬิกา หรือตามลำดับของการทำงานในขั้นตอนงานวงรอบ และเพื่อให้ข้อมูลงานสนามมีความสอดคล้องกับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

5) กรณีที่หมุดในสถานีวงรอบทำการเก็บรายละเอียดได้ไม่ครบถ้วนในบริเวณที่ทำการเก็บรายละเอียด ผู้รังวัดสามารถทำวงรอบสถานีรอง (Secondary Traverse) หรือที่เรียกว่า สถานีกิ่ง แทรกเข้าไประหว่างที่ทำการรังวัดเก็บรายละเอียด โดยไม่จำกัดจำนวนกิ่งต่อหนึ่งสถานี แต่จะสามารถแตกกิ่งเข้าไปได้เพียงชั้นเดียวด้วยเหตุผลของความถูกต้องของงาน ซึ่งหลังจากทำการวัดค่ามุมกับระยะทางไปยังสถานีกิ่งแล้ว ลำดับในการตั้งกล้องเพื่อเก็บรายละเอียดจุดต่อไปจะต้องตั้งบนหมุดสถานีกิ่งเพื่อเก็บรายละเอียดให้เรียบร้อยเสียก่อน จึงเริ่มทำงานบนหมุดสถานีวงรอบต่อไป ซึ่งขั้นตอนในการทำงานที่กำหนดขึ้นนี้ ยึดความสอดคล้องตามลำดับขั้นตอนในการเก็บรายละเอียดตามปกติ

6) ในการเก็บรายละเอียดเมื่อรังวัดไปยังวัตถุที่จะทำการเก็บรายละเอียด ข้อมูลค่ามุมกับระยะทางจากจุดตั้งกล้องไปยังวัตถุนั้นๆ จะถูกบันทึกลงไปในส่วนข้อมูลรังวัด (Measurement Code)

7) การเก็บรายละเอียดจะใช้กล้องเพียงหน้าเดียว เพื่อความง่าย และรวดเร็วในการทำงานซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ใช้กล้องหน้าซ้ายในการทำงาน

8) การเก็บข้อมูลจุดระดับ (Spot Height) จะนิยมใช้เก็บข้อมูลบริเวณพื้นที่ที่เป็นพื้นที่เปิดเพื่อดูลักษณะของพื้นที่ เช่น สนามฟุตบอล เป็นต้น เพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรมที่ทำการพัฒนาในงานวิจัยนี้ จะกำหนดให้ทำการเก็บข้อมูลเป็นแบบตารางกริด (Grid) โดยลำดับในการเก็บข้อมูลกำหนดให้เก็บเรียงลำดับเป็นเส้นตรงจนหมดแถว เมื่อขึ้นแถวใหม่ให้เก็บเป็นเส้นตรงเช่นกันแต่เก็บในทิศทางสวนทางกับครั้งแรกทำเช่นนี้ไปจนหมดพื้นที่ และจำนวนจุดระดับในแต่ละแถวที่ทำการเก็บข้อมูลจะต้องมีจำนวนเท่ากันทุกแถว หรือที่เรียกว่า Rectangular Grid

9) การกำหนดขั้นตอนการใช้รหัสสนามในงานวิจัยนี้ ในกรณีที่ข้อมูลเป็นประเภทจุด (Point) ที่เป็นประเภทเดียวกัน ก่อนการรังวัดสามารถใส่ค่ารหัสบอกคุณลักษณะเพียงครั้งเดียว จากนั้นก็สามารถรังวัดไปจนกระทั่งเปลี่ยนชนิดของวัตถุอีกครั้ง จึงจะทำการใส่รหัสบอกคุณลักษณะอีกครั้ง

ซึ่งในส่วนของข้อมูลประเภทจุดนี้ ระบบการรังวัดด้วยระบบรหัสจะสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานสนามได้มาก เนื่องจากหลังจากใส่ค่ารหัสบอกคุณลักษณะ (Feature Code) ก่อนทำการรังวัดแล้ว ก็สามารถทำการเก็บรายละเอียดได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งหากการเก็บราย

ละเอียดในส่วนนี้ใช้เป้าปริซึม (Prism) จำนวนมากกว่า 1 ตัวจะสามารถทำให้การเก็บข้อมูลทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้นอีก เนื่องจากผู้ส่องจะไม่ต้องเสียเวลารอผู้ถือเป้าปริซึมคนเดียวเดินเปลี่ยนจุดที่เก็บรายละเอียด แต่สามารถทำการรังวัดต่อไปได้ทันทีระหว่างที่ผู้ถือเป้าคนแรกเดินเปลี่ยนจุด

10) กรณีที่มีการเปลี่ยนความสูงของเป้าปริซึมขณะทำการเก็บรายละเอียด จะกำหนดให้ใส่ค่ารหัสสนาม และความสูงใหม่ของเป้าปริซึมก่อนใส่ค่ารหัสบอกคุณลักษณะของวัตถุที่ทำการวัดทุกครั้ง แล้วจึงทำการรังวัดต่อไป การพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับการทำงานในพื้นที่ที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนความสูงของเป้าปริซึมอยู่บ่อยครั้งตามภูมิประเทศ

11) การเก็บข้อมูลวัตถุที่มีรูปร่างไม่แน่นอน โดยเฉพาะรูปร่างเป็นเส้นโค้ง เช่น โค้งของถนน เป็นต้น การเก็บรายละเอียดในส่วนนี้ ผู้รังวัดต้องพยายามเก็บให้มากจุด เพื่อให้ได้รูปร่างที่ใกล้เคียง มิฉะนั้นแล้ว เมื่อทำการเขียนแผนที่ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะได้รูปร่างที่ไม่เหมือนจริง ต้องมาทำการตรวจสอบแก้ไขด้วยมืออีกครั้ง

ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลสนามแต่ละส่วนจะต้องมีการออกแบบการใช้ระบบรหัสมาเพื่อใช้ในการบันทึกขั้นตอนในการทำงานและเก็บข้อมูลคุณลักษณะของสิ่งของที่นำมาขึ้นรูปแผนที่ ซึ่งคุณสมบัติของระบบรหัสในงานสนามของงานแต่ละส่วนของงานวิจัยนี้ มีดังต่อไปนี้

- งานวงรอบ (Traversing) จะกำหนดระบบรหัสเพื่อใช้ในการกำหนดขั้นตอนการทำงาน จุดปิดของวงรอบ ประเภทของหมุด และมีการกำหนดรูปแบบในการปฏิบัติงานสำรวจรังวัด เช่น มุมที่ทำการวัดของงานวงรอบต้องวัดมุมภายใน

- งานระดับ (Leveling) จะกำหนดระบบรหัสเพื่อใช้ในการกำหนดขั้นตอนการทำงาน ประเภทของหมุด โดยระบบรหัสของการทำงานส่วนนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ กล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์จะใช้วิธีการบันทึกรหัสภายในกล้องโดยตรงและกล้องระดับอัตโนมัติ จะใช้วิธีการบันทึกรหัสในสมุดสนาม (Field Book) เพื่อนำเข้าข้อมูลใส่ในโปรแกรม Note Pad ในรูปแบบที่ออกแบบที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีนำเข้าด้วยมือ และมีการกำหนดรูปแบบในการปฏิบัติงานสำรวจรังวัด เช่น ในการถ่ายค่าระดับจากหมุดควบคุมมายังหมุดวงรอบ ต้องทำการถ่ายกลับทุกครั้ง

- งานเก็บรายละเอียด (Detailing) จะกำหนดระบบรหัสเพื่อใช้ในการเก็บรายละเอียดของจุด ใช้กำหนดสัญลักษณ์ ใช้อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม รูปปิดต่างๆ และมีการกำหนดรูปแบบในการปฏิบัติงานสำรวจ เช่น การทำการวัดเก็บรายละเอียดให้ส่องด้วยกล้องหน้าเดียวเท่านั้น

3.2 การออกแบบระบบรหัสสนามและรหัสบอกคุณลักษณะ

จากรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.1 จะเห็นว่าการใช้ระบบรหัสที่มีความเหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติจะสามารถช่วยให้การปฏิบัติงานภาคสนามและการประมวลผลในสำนักงานสามารถทำได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น

รหัสสนามที่กำหนดขึ้นนี้ต้องสามารถสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ระหว่างผู้ปฏิบัติงานในสนามและผู้ทำการประมวลผลในสำนักงาน ในรหัสสนามนี้จะอาศัยหลักการในการเรียงลำดับวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นขั้นตอนตามลำดับก่อนหลัง และยังสามารถจัดแบ่งข้อมูลรังวัดให้เป็นหมวดหมู่ทำให้สามารถตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายขึ้น

คุณสมบัติที่สำคัญของระบบรหัสสนามที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้งานนั้น ต้องสามารถบ่งบอกให้ทราบถึงข้อมูลหลัก 2 ประเภท ดังนี้

- ข้อมูลเกี่ยวกับจุดที่ทำการรังวัด เช่น ชื่อสถานีตั้งกล้อง ชื่อสถานีเป้าหลัง ความสูงของกล้อง ความสูงของเป้า หรือการเปลี่ยนความสูงของเป้า เป็นต้น

- ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรังวัดแต่ละชุด รวมถึงข้อมูลเพิ่มเติม เช่น การกำหนดการเชื่อมต่อของจุดตั้งต้นและจุดสุดท้ายของรูปปิดต่างๆ โดยไม่ต้องกลับมารังวัดจุดเริ่มต้นซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

ระบบรหัสสนามในงานวิจัยนี้จะกำหนดเป็นระบบรหัสแบบตัวเลขเท่า สามารถแบ่งออกเป็น 2 หมวดหมู่ คือ ระบบรหัสสนามในขั้นตอนงานวงรอบ (Traverse) และระบบรหัสสนามในขั้นตอนงานเก็บรายละเอียด (Detail) ทั้งนี้เนื่องจากงานรังวัดทั้งสองวิธีดังกล่าวจะมีความแตกต่างทั้งในด้านวิธีการในภาคสนามและการนำข้อมูลไปทำการประมวลผล โดยในการจัดหมวดหมู่ของระบบรหัสสนามจะแยกระบบรหัสสนามในขั้นตอนงานวงรอบออกจากรหัสสนามในขั้นตอนงานเก็บรายละเอียด เพื่อให้เกิดความสะดวก ไม่สับสนกับผู้ปฏิบัติงานภาคสนามและในสำนักงาน ส่วนระบบรหัสสนามในขั้นตอนงานระดับนั้นจะไม่ทำการกำหนดขึ้นแต่จะใช้ระบบรหัสสนามตามรูปแบบมาตรฐานภายในตัวกล้อง เนื่องจากระบบรหัสสนามในขั้นตอนงานระดับนั้นจะถูกกำหนดขึ้นด้วยรูปแบบมาตรฐานในการบันทึกข้อมูลภายในหน่วยความจำในกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์

ดังนั้นระบบรหัสสนามที่ในการวิจัยนี้ จะกำหนดขึ้นจากรหัสสนามที่มีการใช้งานเป็นประจำ และมีขั้นตอนการปฏิบัติงานเป็นรูปแบบที่คล้ายคลึงกับขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยวิธีจดในสมุดสนาม (Field Book) ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถศึกษาและทำความเข้าใจในขั้นตอนต่างๆ ได้ง่ายยิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงในสนามโดยไม่เสียเวลาในการฝึกฝนและอบรมมากจนเกินไป ซึ่งระบบรหัสสนามที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

ส่วนของระบบรหัสบอกคุณลักษณะนี้จะใช้สำหรับอธิบายถึงประเภท ชนิด และลักษณะของวัตถุต่างๆ ที่ปรากฏในพื้นที่ที่ทำการสำรวจ โดยที่รหัสบอกคุณลักษณะที่กำหนดนี้ต้องสื่อความหมายที่สามารถเข้าใจได้ตรงกันระหว่างผู้ปฏิบัติงานในสนามและผู้ทำการประมวลผลในสำนักงาน เพื่อให้ข้อมูลที่นำมาทำการประมวลผลนั้นสามารถนำไปผลิตแผนที่ภูมิประเทศที่มีรายละเอียดข้อมูลครบถ้วน ถูกต้อง และแสดงรายละเอียดของพื้นที่ที่ทำการรังวัดได้ใกล้เคียงสภาพภูมิประเทศจริงมากที่สุด

โดยปกตินั้นรายละเอียดที่ปรากฏในพื้นที่ที่ทำการรังวัดนั้นจะมีจำนวนข้อมูลปริมาณมาก ดังนั้นในการกำหนดรหัสบอกคุณลักษณะก็จะมีปริมาณมากตามไปด้วย เพื่อที่จะสามารถแสดงรายละเอียดต่างๆ ให้ครอบคลุมมากที่สุด และการกำหนดรหัสบอกคุณลักษณะนั้นสามารถกำหนดได้ 3 แบบ คือ แบบรหัสชนิดตัวเลข (Numeric Code) แบบรหัสชนิดตัวอักษร (Alphabetic Code) และแบบรหัสชนิดตัวเลขผสมตัวอักษร (Alphanumeric code) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงขีดความสามารถของการป้อนค่ารหัสบนหน้าจอของกล้องโททอลสเตชันแต่ละรุ่นประกอบด้วย เนื่องจากกล้องโททอลสเตชัน บางรุ่นสามารถป้อนค่ารหัสได้เฉพาะแบบชนิดตัวเลขหรือแบบชนิดตัวอักษรอย่างเดียวเท่านั้น นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาในเรื่องขีดจำกัดในเรื่องจำนวนหลักของตัวเลขหรือตัวอักษรที่แสดงบนหน้าจอของกล้องโททอลสเตชันแต่ละรุ่นด้วย

ในอดีตนั้นกล้องโททอลสเตชันในยุคแรก จะออกแบบให้สามารถป้อนค่ารหัสบนหน้าจอได้เฉพาะแบบชนิดตัวเลข แต่ในปัจจุบันกล้องโททอลสเตชันรุ่นใหม่ๆ มักจะออกแบบให้สามารถป้อนได้ทั้งชนิดตัวเลขและชนิดตัวอักษร ปัญหาในเรื่องเหล่านี้จึงลดลงไปมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.1 ระบบรหัสในงานวงรอบ

ระบบรหัสสนามในขั้นตอนงานวงรอบ (Traverse) จะแบ่งรหัสในการทำงานสนาม ดังตารางที่ 3-1

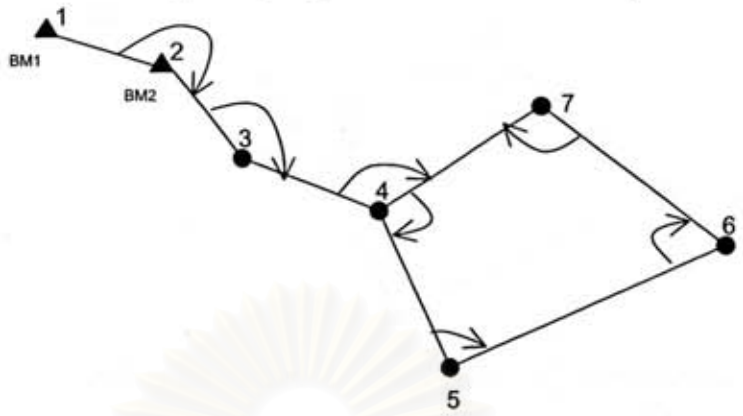
ตารางที่ 3-1 แสดงรหัสสนามในงานวงรอบ

รหัสสนาม	รายละเอียด	ข้อมูลที่ต้องบันทึก (ความสูงกล้องและเป้าจะวัดกรณีวงรอบ 3D)
5	แสดงข้อมูลสถานีตั้งกล้องในสถานีวงรอบ โดยรังวัดไปยังสถานีหลังภายในวงรอบ	ชื่อหมุด, ความสูงกล้อง(มม.)
6	แสดงข้อมูลสถานีตั้งกล้องในและนอกสถานีวงรอบ โดยรังวัดไปยังสถานีหลังภายนอกวงรอบ	ชื่อหมุด, ความสูงกล้อง(มม.)
10	แสดงข้อมูลรังวัดไปยังสถานีหลังซึ่งเป็นหมุดควบคุม	ชื่อหมุด, พิกัด Easting, พิกัด Northing ของหมุดควบคุม ,ค่าความสูงของหมุดควบคุม, ความสูงกล้อง(มม.)
11	แสดงข้อมูลรังวัดไปยังสถานีหลังซึ่งไม่ใช่หมุดควบคุม	ชื่อหมุด, ความสูงเป้า(มม.)
12	แสดงข้อมูลรังวัดไปยังสถานีใหม่	ชื่อหมุด, ความสูงเป้า(มม.)
13	แสดงข้อมูลสถานีตั้งกล้องบนหมุดควบคุม	ชื่อหมุด,พิกัด Easting, พิกัด Northing ของหมุดควบคุม ,ค่าความสูงของหมุดควบคุม, ความสูงกล้อง(มม.)
14	แสดงข้อมูลสถานีตั้งกล้องบนหมุดควบคุม	ชื่อหมุด, ค่า Azimuthที่วัดไปยังหมุดควบคุม, ความสูงเป้า(มม.)
17	แสดงข้อมูลสถานีตั้งกล้องบนหมุดควบคุม โดยรังวัดไปยังสถานีหน้าซึ่งเป็นหมุดควบคุม	ชื่อหมุด, พิกัด Easting, พิกัด Northing ของหมุดควบคุม ,ค่าความสูงของหมุดควบคุม, ความสูงกล้อง(มม.)
18	แสดงข้อมูลรังวัดไปยังสถานีหน้าซึ่งเป็นหมุดควบคุม	ชื่อหมุด, พิกัด Easting, พิกัด Northing ของหมุดควบคุม ,ค่าความสูงของหมุดควบคุม, ความสูงกล้อง(มม.)

ในการใช้งานรหัสสนามในงานวงรอบ จะแบ่งกรณีในการทำงานวงรอบทั้งหมดออกเป็น 3 กรณี คือ วงรอบปิดจุดควบคุมอยู่ภายนอกสถานีวงรอบ วงรอบปิดจุดควบคุมอยู่ภายในวงรอบ วงรอบเปิด ซึ่งในแต่ละกรณีจะตัวอย่างการกำหนดค่ารหัสสนามในแต่ละสถานีวงรอบดังต่อไปนี้

<u>ตัวอย่าง</u> การกำหนดค่ารหัสสนามของจุดตั้งกล้อง รวมทั้งของจุดสถานีเป้าหลัง และจุดสถานีเป้าหน้าของงานวงรอบ โดยอ้างอิงจากค่ารหัสสนามในตารางที่ 3-1

<u>กรณีที่ 1</u> วงรอบปิด โดยจุดควบคุมอยู่นอกสถานีวงรอบ แสดงดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 แสดงวงรอบปิด โดยจุดควบคุมอยู่นอกสถานีวงรอบ

จุดที่ 2 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 13
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 10 เมื่อใส่ด้วยค่าพิกัด
หรือ ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 14 เมื่อใส่ด้วยค่าอะซิมุท
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

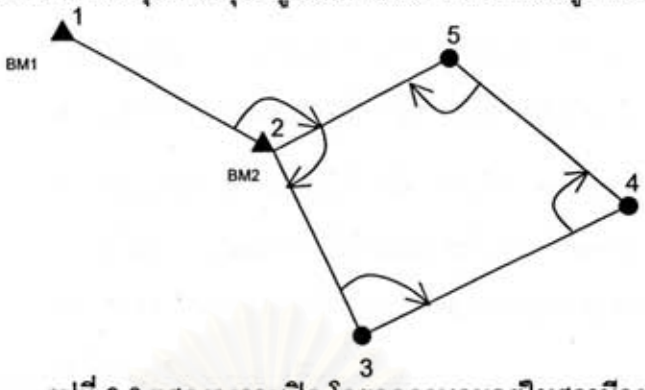
จุดที่ 3 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 6
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 11
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

จุดที่ 4 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 6
(ครั้งที่ 1) ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 11
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

จุดที่ 4 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 5
(ครั้งที่ 2) ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 11
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

จุดที่ 5-7 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 5
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 11
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

<u>กรณีที่ 2</u> วงรอบปิด โดยจุดควบคุมอยู่ในสถานีวงรอบ แสดงดังรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3 แสดงวงรอบปิด โดยจุดควบคุมอยู่ในสถานีวงรอบ

จุดที่ 2 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 13

(ครั้งที่ 1) ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 10 เมื่อใส่ค่าพิกัด

หรือ ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 14 เมื่อใส่ค่าอะซิมุท

ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

จุดที่ 2 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 5

(ครั้งที่ 2) ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 11

ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

จุดที่ 3-5 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 5

ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 11

ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

<u>กรณีที่ 3</u> วงรอบเปิด แสดงดังรูปที่ 3-4

รูปที่ 3-4 แสดงวงรอบเปิด

จุดที่ 2 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 13

ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 10 เมื่อใส่ค่าพิกัด

หรือ ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 14 เมื่อใส่ค่าอะซิมุท

ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดที่ 3-4 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 6
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 11
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 12

จุดที่ 5 ค่า รหัสสนาม ของสถานีตั้งกล้อง จะมีค่าเท่ากับ 5
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหลัง จะมีค่าเท่ากับ 17
ค่า รหัสสนาม ของสถานีเป้าหน้า จะมีค่าเท่ากับ 18

3.2.2 ระบบรหัสในงานเก็บรายละเอียด

ในขั้นตอนการเก็บรายละเอียด ในส่วนของระบบรหัสในงานเก็บรายละเอียดจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของระบบรหัสสนาม และส่วนของระบบรหัสบอกคุณลักษณะ

1) ระบบรหัสสนามในขั้นตอนงานเก็บรายละเอียด (Detailing) จะแบ่งรหัสในการทำงานสนามดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 แสดงรหัสสนามในงานเก็บรายละเอียด

รหัสสนาม	รายละเอียด	ข้อมูลที่ต้องบันทึก
5	แสดงข้อมูลสถานีตั้งกล้องในสถานีวงรอบและจังวัดไปยังสถานีหลังภายในวงรอบ	ชื่อหมุด, ความสูงกล้อง(มม.)
11	แสดงข้อมูลจังวัดไปยังสถานีหลังซึ่งอยู่ในสถานีวงรอบและสถานีตั้งกล้องอยู่ภายในสถานีวงรอบ	ชื่อหมุด, ความสูงเป้า(มม.)
15	แสดงข้อมูลรหัสบอกคุณลักษณะของจุดที่ทำการจังวัด	รหัสบอกคุณลักษณะของสถานีจังวัด (ข้อมูล Feature Code) ,ระยะความยาวของราดาร (มม.) (ถ้ามี)
16	แสดงความสูงของเป้าเล็ง	ความสูงของเป้าเล็ง (มม.)

2) ระบบรหัสบอกคุณลักษณะในขั้นตอนงานเก็บรายละเอียด

ในส่วนของระบบรหัสบอกคุณลักษณะในงานวิจัยนี้การกำหนดรหัสบอกคุณลักษณะจะกำหนดโดยใช้ตัวเลขหรือตัวอักษรจำนวน 7 หลักดังนี้ เพื่อที่จะบรรจุข้อมูลแสดงคุณลักษณะ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1) Object ID คือ ตัวเลขในการแสดงหมวดหมู่ของวัตถุหรือสิ่งของต่างๆ ที่ทำการเก็บรายละเอียด จะแสดงโดยตัวเลขหรือตัวอักษรจำนวน 3 หลักตั้งแต่หลักที่ 1 ถึงหลักที่ 3 โดยที่สามารถแบ่งหมวดหมู่หลักๆ ได้ 10 หมวดหมู่ ซึ่งแต่ละหมวดหมู่จะสามารถแบ่งออกเป็นชั้นงาน (Layer) ดังในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แสดงรหัสบอกคุณลักษณะในงานเก็บรายละเอียด

Code		Description	Type	Layer	Code		Description	Type	Layer
001	PBM	หมุดสำรวจแบบถาวร	Point	Survey	504	PBX	ตู้ไปรษณีย์	Point	Road
002	BMV	หมุดหลักฐานทางดิ่ง	Point	Survey	505	SGS	ป้ายบอกชื่อถนน	Point	Road
003	BMH	หมุดหลักฐานทางราบ	Point	Survey	601	BAN	บ้าน	Polygon	Construtution
004	STA	สถานีตั้งกล้อง	Point	Survey	711	EPL	เสาโคมไฟ	Point	Electric
005	SPH	จุดระดับ (Spot Height)	Point	Survey	712	EPT	เสาไฟฟ้าภูมิภาค	Point	Electric
006	TRA	วงรอบรอง(กิ่ง)	Point	Survey	714	EPP	เสาสายส่งไฟฟ้าแรงสูง	Point	Electric
201	TRE	ต้นไม้เดี่ยว	Point	Tree	724	TEP	เสาโทรเลข,โทรศัพท์	Point	Telephone
202	TCE	กระถางต้นไม้	Point	Tree	725	TET	ตู้ชุมสายโทรศัพท์	Point	Telephone
203	BSH	กลุ่มต้นไม้	Point	Tree	726	TEB	ตู้โทรศัพท์	Point	Telephone
301	DIT	ทางระบายน้ำทั่วไป	Line	Drainage	761	OCW	วาล์วปิด/เปิดประปา	Point	Water
302	TOK	แม่น้ำ,ลูกคลอง	Line	Drainage	762	FHT	หัวฉีดน้ำดับเพลิง	Point	Water
303	POD	บ่อน้ำ,สระน้ำ,ทะเลสาบ	Line	Drainage	801	RAL	ทางรถไฟ	Line	Rail
304	MHG	บ่อพักทั่วไป	Point	Drainage	803	TFP	เสาสัญญาณจราจร	Point	Rail
305	MHE	บ่อพักของไฟฟ้า	Point	Drainage	901	ROW	เส้นแสดงขอบเขตที่ดิน	Line	Land
306	MHT	บ่อพักของโทรศัพท์	Point	Drainage	902	FBO	แนวเขตรั้ว	Line	Land
307	MHW	บ่อพักของประปา	Point	Drainage	903	FCC	รั้วคอนกรีต	Line	Land
401	CTL	ศูนย์กลางถนน	Line	Road	904	FWW	รั้วไม้	Line	Land
402	RAD	ขอบถนน	Line	Road	905	FSS	รั้วเหล็ก	Line	Land
410	FOP	ทางเดินเท้า	Line	Road	906	FXX	รั้วตาข่าย	Line	Land
501	COP	เหล็กกั้นขอบทาง	Point	Road	907	FZZ	รั้วลักษณะอื่น	Line	Land
502	KMK	หลักกิโลเมตร	Point	Road	908	LBY	หลักเขตที่ดิน	Point	Land
503	TFS	ป้ายบอกสัญญาณจราจร	Point	Road					

รหัสในส่วนที่เป็นตัวเลขสามารถบ่งบอกถึงหมวดหมู่ของวัตถุด้วยตัวเลขหลักแรกของรหัส ซึ่งผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อแบ่งแยกข้อมูลออกเป็น 10 ชั้นข้อมูล (Layer) ตามหมวดหมู่ และทำให้ง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) อีกด้วย ส่วนรหัสที่เป็นตัวอักษร ผู้วิจัยจะกำหนดขึ้นเป็นตัวอักษรย่อซึ่งสอดคล้องกับชื่อเต็มของวัตถุนั้นๆ ในภาษาอังกฤษ เช่น ต้นไม้เดี่ยวจะใช้รหัส TRE ซึ่งมาจากคำว่า TREE เป็นต้น ดังนั้นรหัสแบบตัวอักษรนี้จึงไม่สามารถบ่งบอกหมวดหมู่ของวัตถุที่ทำการเก็บรายละเอียดได้ แต่คำนึงถึงประโยชน์ในแง่ความสอดคล้องและความง่ายในการจดจำในการนำไปใช้งานภาคสนามมากกว่า

2.2) Object Type คือ ตัวเลขในการแสดงหมายเลขเส้นหรือแสดงจุดต่างๆ จะแสดงโดยตัวเลขจำนวนเต็ม 2 หลักตั้งแต่หลักที่ 4 ถึงหลักที่ 5 เหตุผลที่จำเป็นต้องมี Object Type เนื่องจากการเก็บข้อมูลในสนามในทางปฏิบัติไม่สามารถเก็บข้อมูลบางประเภทในคราวเดียวกันได้ เช่น การเก็บรายละเอียดของถนน อาจไม่สามารถที่จะเก็บรายละเอียดได้จากสถานีตั้งกล้องเพียงจุดเดียวต้องอาศัยการเก็บรายละเอียดจากสถานีตั้งกล้องจุดอื่นประกอบด้วย จึงต้องมี Object Type เพื่อให้ทราบว่า ข้อมูลที่เก็บรายละเอียดมาเป็นข้อมูลรังวัดของ Object ใด และเชื่อมต่อกันหรือไม่กับข้อมูลรังวัดใด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นจุด (Point Type) ได้แก่ เสาไฟฟ้า ต้นไม้ หมุดควบคุม เป็นต้น จะแสดงโดยการกำหนดค่า Object Type เป็น 0 เสมอ

- ข้อมูลที่มีลักษณะต่อเนื่องเป็นเส้น (String Type) ได้แก่ แนวถนน แนวรั้ว แนวร่องน้ำ อาคารต่างๆ เป็นต้น จะแสดงโดยการกำหนดค่า Object Type มีค่าตั้งแต่ 01 ถึง 99 โดยแต่ละ Object ID จะสามารถกำหนดค่า Object Type ได้หลายค่า แต่ในกรณีที่วัตถุที่ทำการรังวัดเป็นวัตถุชนิดเดียวกันควรจะกำหนดให้มี Object ID และ Object Type เดียวกัน ลักษณะการกำหนด Object Type ในกรณีที่วัตถุที่รังวัดมีลักษณะต่อเนื่องเป็นเส้น จะกำหนดหมายเลขตามลำดับเส้นที่ทำการรังวัด และในแต่ละเส้นที่ทำการรังวัดควรจะมีลักษณะต่อเนื่องกัน และมีระยะห่างของจุดที่รังวัดพอสมควรตามลักษณะของพื้นที่ที่ทำการรังวัด ซึ่งลักษณะของโปรแกรมการขึ้นรูปจะทำการลากเส้นเชื่อมยังจุดที่ค่า Object ID และ Object Type เดียวกันตามลำดับของข้อมูลที่ทำการรังวัดมา หากลำดับเส้นที่กำหนดนั้น มีลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง หรือไม่ถูกต้อง จะมีผลให้การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศมีความผิดพลาดได้

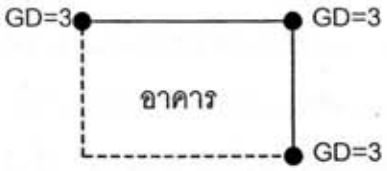
2.3) Geometry Descriptor (GD) คือ ตัวเลขในการแสดงวิธีการเก็บข้อมูลของวัตถุนั้นๆ จะแสดงโดยตัวเลขจำนวนเต็ม 2 หลักตั้งแต่หลักที่ 6 ถึงหลักที่ 7 โดยปกติจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0

ยกเว้นในกรณีดังต่อไปนี้ ค่า Geometry Descriptor จะมีค่าไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากวิธีการเก็บข้อมูลที่ต่างออกไป

- ตำแหน่งที่เป็นจุดปิดของรูปปิด (Polygon) จะกำหนดค่า Geometry Descriptor เท่ากับ 1 เพื่อให้โปรแกรมทราบว่าจุดดังกล่าวเป็นจุดปิดของรูปปิด และทำการลากเส้นเชื่อมจากจุดปิดไปยังจุดเริ่มต้นของรูปปิด กรณีนี้จะใช้มากในการรังวัดหาขอบเขตของพื้นที่ที่สามารถมองเห็นวัตถุได้ง่าย หรือเป็นพื้นที่เปิด เช่น สนามฟุตบอล บ่อน้ำ เป็นต้น ดังในรูปที่ 3-5

รูปที่ 3-5 แสดงกรณีค่า GD = 1

- ตำแหน่งที่เป็นการเก็บขอบอาคารทั้ง 3 จุด จะมีค่า Geometry Descriptor เท่ากับ 3 เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าตำแหน่งของจุดที่เหลืออีกหนึ่งจุด ดังในรูปที่ 3-6



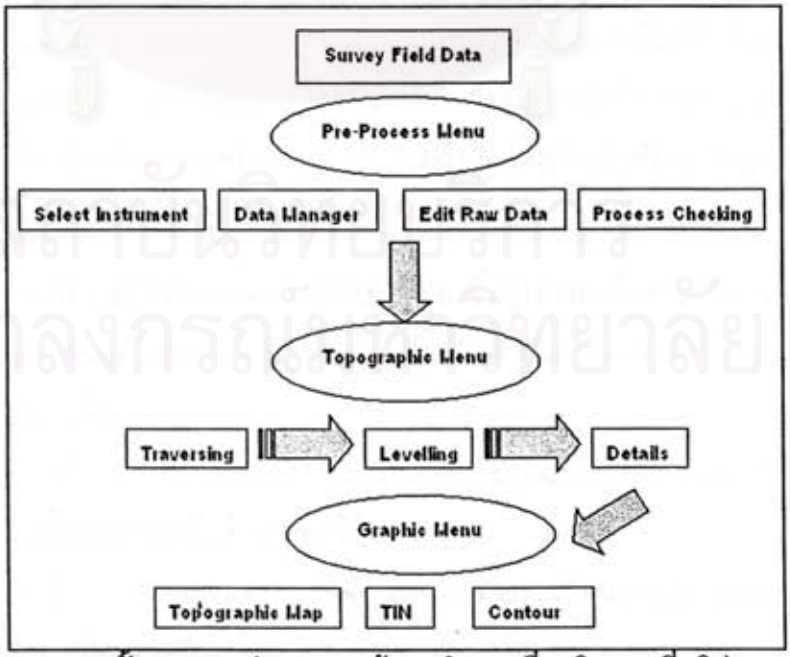
รูปที่ 3-6 แสดงกรณีค่า GD = 3

- ตำแหน่งที่เป็นการเก็บขอบอาคาร 2 จุด เนื่องจากในขณะทำการเก็บรายละเอียดไม่สามารถมองเห็นมุมของอาคารได้ทั้ง 3 มุม จะมีค่า Geometry Descriptor เท่ากับ 2 ซึ่งเมื่อรวมกับความกว้างของตัวอาคาร หรือค่าระยะ Offset จะทำให้โปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าตำแหน่งของจุดที่เหลืออีกสองจุดได้ ดังในรูปที่ 3-7

รูปที่ 3-7 แสดงกรณีค่า GD = 2

3.3 การออกแบบระบบประมวลผล

ข้อมูลงานสนามที่ทำการจัดเก็บลงฐานข้อมูลแล้ว ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่ามุม ระยะทาง ค่าอ่านไม้สต๊าฟ และรหัสสนามต่างๆ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกดึงจากฐานข้อมูลมาทำการประมวลผลและแสดงผลจนได้แผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลที่จำเป็นตามขั้นตอนในรูปที่ 3-8



รูปที่ 3-8 แสดงขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลสำรวจเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศ

ในการออกแบบเมนู ได้จัดกลุ่มเมนู 3 ส่วน คือ

1) Pre-Process Menu คือ ส่วนของโปรแกรมเชื่อมโยงงานสนามกับงานสำนักงาน โดยจะกำหนดให้มีการเลือกชนิดของกล้อง ก่อนทำการอัปโหลดข้อมูลเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ซึ่งจากการเลือกชนิดของกล้องจะทำให้โปรแกรมรับรู้รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลภายในกล้อง เพื่อสามารถทำการตรวจสอบข้อมูลงานรังวัดและสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลรังวัดภาคสนามให้เป็นข้อมูลรูปแบบเดียวกัน แล้วทำการจัดเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลภาคสนามก่อนนำไปทำการประมวลผลต่อไป

2) Topographic Menu คือ ส่วนของการประมวลผลข้อมูลสำรวจเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศมี 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- งานวงรอบ (Traversing)
- งานระดับ (Leveling)
- งานเก็บรายละเอียด (Details)

3) Graphic Menu เพื่อทำการแสดงผลข้อมูลสำรวจดังต่อไปนี้

- แสดงแผนที่ภูมิประเทศ
- แสดงเส้น TIN
- แสดงเส้นชั้นความสูง (Contour)

3.4 ระบบฐานข้อมูล

ในการพัฒนาโปรแกรมการประมวลผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ สิ่งที่สำคัญส่วนหนึ่งที่ขาดไม่ได้ คือ การออกแบบระบบฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการผู้ใช้งานระบบ ข้อมูลรังวัดภาคสนาม และข้อมูลรังวัดหลังจากการประมวลแล้ว รวมถึงข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ ลักษณะของฐานข้อมูลในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.4.1 **ฐานข้อมูลผู้ใช้งาน** จะประกอบไปด้วย ชื่อผู้ใช้งาน ชื่องานที่ทำ และรหัสในการเข้าใช้งาน ซึ่งคือฐานข้อมูลชื่อ Login จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Password, Job โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ

1) สร้างความปลอดภัยให้กับระบบโดยระบบจะทำการตรวจสอบสิทธิ์ด้วยการให้ล็อกอินชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนจึงเข้าสู่ระบบได้

2) ทำการตรวจสอบความซ้ำซ้อนของการลงทะเบียนใช้งาน โปรแกรมจะปฏิเสธการลงทะเบียนนั้นหากมีการซ้ำซ้อน

3) ป้องกันการสับสนของการเพิ่ม, แก้ไข, ลบ หรือปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลของโปรแกรมเมื่อทำการประมวลผลข้อมูล

3.4.2 **ฐานข้อมูลรังวัด** ใช้สำหรับเก็บข้อมูลรังวัดที่ได้จากการรังวัดภาคสนามทั้ง 3 งาน ซึ่งประกอบไปด้วยงานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียด เพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบก่อนการประมวลผล (Data Checking) การแก้ไขข้อมูล (Edit Data) การประมวลผลข้อมูล (Process Data) และส่งออกข้อมูล (Export Data) โดยจะแบ่งการจัดเก็บข้อมูลรังวัดออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) **ส่วนที่เป็นข้อมูลกล้อง** (Setup Data) คือ ข้อมูลจุดตั้งกล้อง ข้อมูลรหัสสนาม (Field Code) ค่าอะซิมุท (Azimuth) เป็นต้น จะจัดเก็บในฐานข้อมูลดังต่อไปนี้

ฐานข้อมูลชื่อ Code_Traverse ใช้สำหรับเก็บข้อมูลในส่วนระบบรหัสในงานวงรอบ จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Station, Code1, Ocp, Och, EastOcp, NorthOcp, Code2, Bsp, Bsh, EastBsp, NorthBsp, Code3, Fsp, Fsh, EastFsp, NorthFsp, AZ

ฐานข้อมูลชื่อ Code _Detail ใช้สำหรับเก็บข้อมูลในส่วนระบบรหัสในงานเก็บรายละเอียด จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Point, Station, Code1,Ocp, Och, Code2, Bsp, Bsh

2) **ส่วนที่เป็นข้อมูลรังวัด** (Measurement Data) คือ ข้อมูลในการรังวัดมุมและระยะทาง จะจัดเก็บในฐานข้อมูลดังต่อไปนี้ จะแบ่งออกเป็น 3 งาน คืองานวงรอบและงานเก็บรายละเอียด ส่วนของงานระดับนั้นจะทำการจัดเก็บข้อมูลทั้งส่วนที่เป็นข้อมูลรหัสสนาม และข้อมูลรังวัดในฐานข้อมูลเดียวกัน

ฐานข้อมูลชื่อ Raw_Traverse สำหรับใช้เก็บข้อมูลภาคสนามในงานวงรอบ จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Ocp, Bsp, Point, HorRd, VerRd, SlopeDist, HorDist

ฐานข้อมูลชื่อ Raw_Level ใช้สำหรับเก็บข้อมูลภาคสนามในงานระดับ ซึ่งใช้กล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Num, Point, Bs, Bs_Dist, Fs, Fs_Dist, PointIFS, IFS, ElevBM

ฐานข้อมูลชื่อ Raw_LevelM ใช้สำหรับเก็บข้อมูลภาคสนามในงานระดับ ซึ่งใช้กล้องระดับอัตโนมัติ จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Num, Bs_Point, BsU_Rd, BsM_Rd, BsL_Rd, Bs_Int1, Bs_Int2, Bs_Dist, Fs_Point, FsU_Rd, FsM_Rd, FsL_Rd, Fs_Int1, Fs_Int2, Fs_Dist, IFs_Point, IFs_Rd, ElevBM

ฐานข้อมูลชื่อ Raw_Detail ใช้สำหรับเก็บข้อมูลภาคสนามงานเก็บรายละเอียด จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Ocp, Bsp, Point, TH, HorRd, VerRd, SlopeDist, HorDist, En_Code, St_Code, Des_Code, Offset

3.4.3 **ฐานข้อมูลผลลัพธ์** ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลหลังจากที่ได้ทำการตรวจสอบ แก้ไข และประมวลผลแล้วเพื่อนำไปทำการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลที่จำเป็น โดยจะแบ่งการจัดเก็บออกเป็น 3 งาน คือ

3.4.3.1 งานวงรอบ

ฐานข้อมูลชื่อ ControlPoint ใช้สำหรับเก็บข้อมูลค่าพิกัดของสถานีรังวัดทั้งหมด จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Type, Point, Station, Ocp, Azadj, Easting, Northing, Elev

ฐานข้อมูลชื่อ Traverse ใช้สำหรับเก็บข้อมูลผลลัพธ์ในงานวงรอบ ในส่วนของหมุดที่อยู่ในวงรอบ จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Point, Ocp, Och, Horang, Verang, Bsdist, Fsdist, Horadj, Azadj, Dep, Lat, Depadp, Latadp, Depadj, Latadj, Easting, Northing, Elev

3.4.3.2 งานระดับ

ฐานข้อมูลชื่อ Level ใช้สำหรับเก็บข้อมูลผลลัพธ์ในงานระดับ จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Bs, Fs, PointIFS, IFS, HI, Elev, Dist, COR, AdjElev

3.4.3.3 งานเก็บรายละเอียด

ฐานข้อมูลชื่อ Detail ใช้สำหรับเก็บข้อมูลผลลัพธ์ในงานเก็บรายละเอียด จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Ocp, HI, Obj, Hor, Ver, Dist, Az, Easting, Northing, Elev

ฐานข้อมูลชื่อ ComputeDetail ใช้สำหรับเก็บข้อมูลลำดับในการแสดงผลของจุดในข้อมูลประเภทเส้น (Line) หรือรูปปิด (Polygon) เพื่อใช้ในการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ จะประกอบไปด้วยฟิลด์ Username, Job, Obj, St_Code

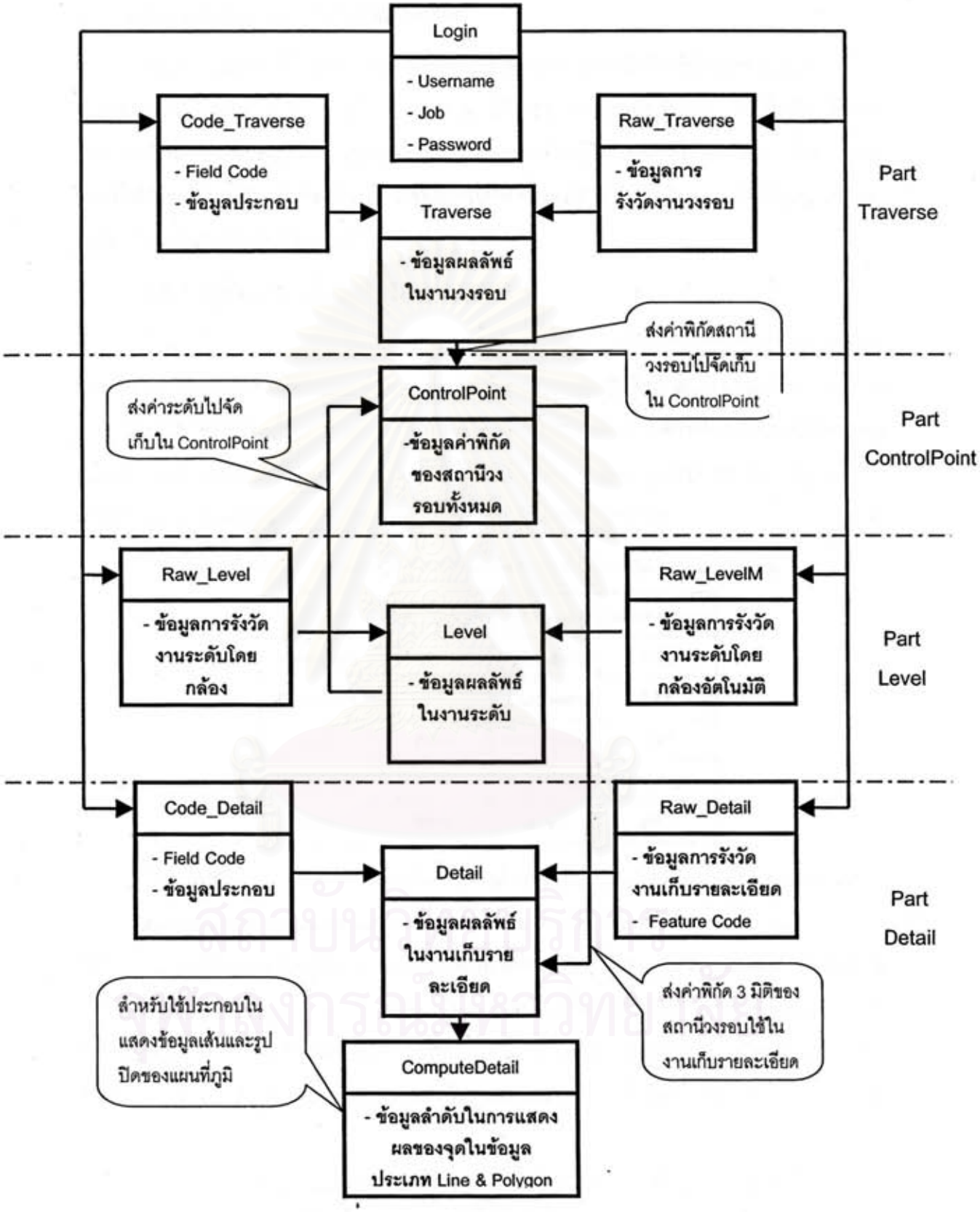
3.5 ไดอะแกรมการเชื่อมโยงฐานข้อมูล

จากรูปที่ 3-9 จะแสดงแผนผังลักษณะความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (Relational Database) ในโปรแกรมการประมวลผลเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะแบ่งฐานข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน คือส่วนของวงรอบ ส่วนของงานระดับ ส่วนของงานเก็บรายละเอียด ส่วนของงานควบคุม ซึ่ง 3 ส่วนแรกนี้จะเป็นส่วนที่เก็บข้อมูลรังวัดภาคสนาม ข้อมูลหลังการประมวลรวมถึงข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ เช่น ข้อมูลลำดับในการแสดงผลจุดและเส้นในขั้นตอนการเก็บรายละเอียด และส่วนสุดท้ายคือ ส่วนของงานควบคุม จะเป็นส่วนที่เก็บค่าพิกัดทั้ง 3 แกนของสถานีวงรอบ ถือว่าเป็นส่วนที่เก็บค่าส่วนควบคุมทั้งหมดของระบบงาน

ในงานวิจัยนี้เมื่อผู้ใช้งานทำการลงทะเบียนเข้ามาใช้งานในระบบแล้ว ข้อมูลของผู้ใช้งานซึ่งประกอบไปด้วยชื่อผู้ใช้ ชื่องาน รหัสเข้าใช้งาน จะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้งานทำการเข้าสู่ระบบโปรแกรมจะทำการตรวจสอบชื่อผู้ใช้ ชื่องาน และรหัสเข้าใช้งานว่าตรงกับในฐานข้อมูลจึงเข้าใช้งานในระบบประมวลผลได้ ซึ่งทั้ง 3 ฟิลด์นี้ถือว่ามีความสำคัญที่สุด เพราะจะเป็นตัวเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลอื่นๆ ทั้งหมด เป็นการบ่งบอกให้ทราบว่าข้อมูล Record ใด เป็นของผู้ใช้คนใด

ความสัมพันธ์ของแต่ละโปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้นกับฐานข้อมูลในงานวิจัยนี้ เป็นดังนี้ คือ หลังการอัปโหลดข้อมูลงานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียดมาจัดเก็บยังเซิร์ฟเวอร์แล้ว เมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้งานในส่วนของโปรแกรมการจัดการข้อมูล (Data Manager) เพื่อตรวจสอบหรือแก้ไขข้อมูลรังวัด โปรแกรมจะทำการจัดเก็บข้อมูลรังวัดทั้งในส่วนของข้อมูลกล้องและข้อมูลรังวัดลงในส่วนของฐานข้อมูลรังวัด เมื่อผู้ใช้งานใช้โปรแกรมตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผล (Data Checking) โปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลในฐานข้อมูลรังวัดไปทำการตรวจสอบ

จากนั้นเมื่อผู้ใช้งานทำการประมวลผลข้อมูลรังวัดด้วยโปรแกรมประมวลผล โปรแกรมจะทำการจัดเก็บข้อมูลผลลัพธ์ที่ทำการประมวลผลลงในส่วนของฐานข้อมูลผลลัพธ์ ในการแสดงผลด้วยแผนที่ภูมิประเทศด้วยโปรแกรมแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ โปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลที่จำเป็นในการแสดงผลจากฐานข้อมูลผลลัพธ์ไปแสดงผล



รูปที่ 3-9 แผนผังแสดงระบบฐานข้อมูล

3.6 การพัฒนาโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล

ข้อมูลงานสนามที่นำเข้าจากกล้องโททอลสเตชันทุกรุ่นจะเป็นไฟล์ประเภท ASCII File ซึ่งจะสามารถเปิดได้ด้วยโปรแกรมที่เปิด Text File ได้ เช่น Notepad, Editplus เป็นต้น ซึ่งการประมวลข้อมูลเริ่มต้นด้วยการส่งข้อมูลงานสนามจากเครื่องผู้ใช้ไปยังเครื่องแม่ข่าย โดยการอัปโหลดไฟล์ข้อมูลงานสนามผ่านเว็บบราวเซอร์มาไว้ที่เครื่องแม่ข่าย โดยโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูลมีคุณลักษณะการใช้งานดังต่อไปนี้

3.6.1 ลักษณะของข้อมูลรังวัดภาคสนาม

ข้อมูลรังวัดจากการรังวัดภาคสนามของกล้องโททอลสเตชันทุกรุ่นที่ทำการส่งถ่ายมายังคอมพิวเตอร์นั้น จะเป็นไฟล์ประเภท ASCII File ซึ่งจะสามารถเปิดได้ด้วยโปรแกรมที่สามารถเปิด Text File ได้ เช่น โปรแกรม Notepad เป็นต้น แต่จะมีความแตกต่างของรูปแบบการจัดเรียงของข้อมูลการรังวัดตามรุ่นของโททอลสเตชัน ซึ่งในตารางที่ 3-4 จะแสดงรูปแบบของข้อมูลรังวัดซึ่งมาจากกล้องโททอลสเตชันแต่ละรุ่นซึ่งผลิตมาจากบริษัทผู้ผลิตคนละบริษัท

ตารางที่ 3-4 แสดงรูปแบบของข้อมูลรังวัดจากกล้องโททอลสเตชันแต่ละรุ่น

ชนิดกล้อง	รูปแบบข้อมูล	ชนิดกล้อง	รูปแบบข้อมูล
Sokkia/Leitz	SDR	MDL Laser	CDS
Wild/Leica	GSI	Fieldbook	FBK
SMI	RAW	SurvCOGO	TXT
Geodimeter	OBS	PC Cogo	BAT
Nikon	TRN	Survis	RAW

การเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Field Book) ในงานวิจัยนี้ ส่วนของงานวงรอบและงานเก็บรายละเอียดนั้น จะเลือกใช้กล้องโททอลสเตชัน Leica รุ่น TC 307 และส่วนของงานระดับจะใช้กล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ Wild รุ่น NA3003 ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อประกอบการวิจัยหลัก เนื่องจากเครื่องมือดังกล่าวมีรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและมีการใช้งานแพร่หลาย ซึ่งรูปแบบของข้อมูลรังวัดภาคสนามที่ทำการรังวัดจะมีรูปแบบ GSI โดยสามารถแบ่งข้อมูลรังวัดจากกล้องโททอลสเตชัน ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ข้อมูลรังวัดของงานวงรอบ ซึ่งเมื่อทำการส่งถ่ายข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์แล้วจากนั้นให้ Save ไฟล์ของข้อมูลงานวงรอบแล้วตั้งชื่อดังนี้ Username_Job_traverse.txt เช่น ค่า Username = tester ค่า Job = test จะตั้งชื่อไฟล์ดังนี้ tester_test_traverse.gsi เป็นต้น

2) ข้อมูลรังวัดของงานเก็บรายละเอียด ซึ่งเมื่อทำการส่งถ่ายข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์แล้ว จากนั้นให้ Save ไฟล์ของข้อมูลงานเก็บรายละเอียดแล้วตั้งชื่อดังนี้ Username_Job_detail.txt เช่น Username ใช้ tester, Job = test จะตั้งชื่อไฟล์ดังนี้ tester_test_detail.gsi เป็นต้น

```
I10001+00000002 42....+00010900 43....+00000000 44....+00000000 45....+0000
I10002+00000005 42....+00403607 43....+00001460 44....+00000000 45....+0000
I10003+00000011 42....+00402607 43....+00001498 44....+00000000 45....+0000
I10004+00000012 42....+00404607 43....+00001478 44....+00000000 45....+0000
L10005+00000000 21.124+00000000 22.104+09006090 31...0+00245470 51..0.+0020
L10006+00000001 21.124+18016100 22.104+09010210 31...0+00254862 51..0.+0020
L10007+00000002 21.124+00016170 22.104+26949380 31...0+00254862 51..0.+0020
L10008+00000003 21.124+18000180 22.104+26953450 31...0+00245470 51..0.+0020
L10009+00000004 21.124+00000000 22.104+09006120 31...0+00245470 51..0.+0020
L10010+00000005 21.124+18016160 22.104+09010190 31...0+00254862 51..0.+0020
L10011+00000006 21.124+00016090 22.104+26949360 31...0+00254862 51..0.+0020
L10012+00000007 21.124+18000100 22.104+26953420 31...0+00245470 51..0.+0020
L10013+00000008 21.124+00000000 22.104+09006110 31...0+00245470 51..0.+0020
L10014+00000009 21.124+18016030 22.104+09010150 31...0+00254862 51..0.+0020
L10015+00000010 21.124+00016030 22.104+26949400 31...0+00254861 51..0.+0020
L10016+00000011 21.124+18000000 22.104+26953390 31...0+00245470 51..0.+0020
I10017+00000005 42....+00403607 43....+00001460 44....+00000000 45....+0000
I10018+00000011 42....+00402607 43....+00001498 44....+00000000 45....+0000
I10019+00000012 42....+00201607 43....+00001338 44....+00000000 45....+0000
L10020+00000012 21.124+35959590 22.104+09006110 31...0+00245470 51..0.+0020
```

รูปที่ 3-10 แสดงรูปแบบข้อมูล GSI ซึ่งเป็นลักษณะ ASCII file

ลักษณะของข้อมูลรังวัดในงานวงรอบภายในกล้องโททอลสเตชัน ประกอบไปด้วย

1) ระยะเอียง (Slope Distance) ระหว่างหมุดใกล้กัน

2) มุมราบภายใน (Horizontal Angle) ระหว่างด้านที่มาเชื่อมกัน

3) มุมดิ่งภายใน (Vertical Angle) ระหว่างด้านที่มาเชื่อมกัน

4) ความสูงของกล้อง และเป้า

5) ค่า Description ของจุดตั้งกล้อง จุด Back Sight จุด Fore Sight

ลักษณะของข้อมูลรังวัดของงานเก็บรายละเอียดภายในกล้องโททอลสเตชัน ประกอบไปด้วย

1) ระยะเอียง (Slope Distance) ระยะเอียงจากสถานีตั้งกล้องไปยังจุดที่ทำการเก็บรายละเอียด

2) มุมราบภายใน (Horizontal Angle) มุมราบจากด้านที่ Back Sight นั้นไปยังจุดที่ทำการเก็บรายละเอียด

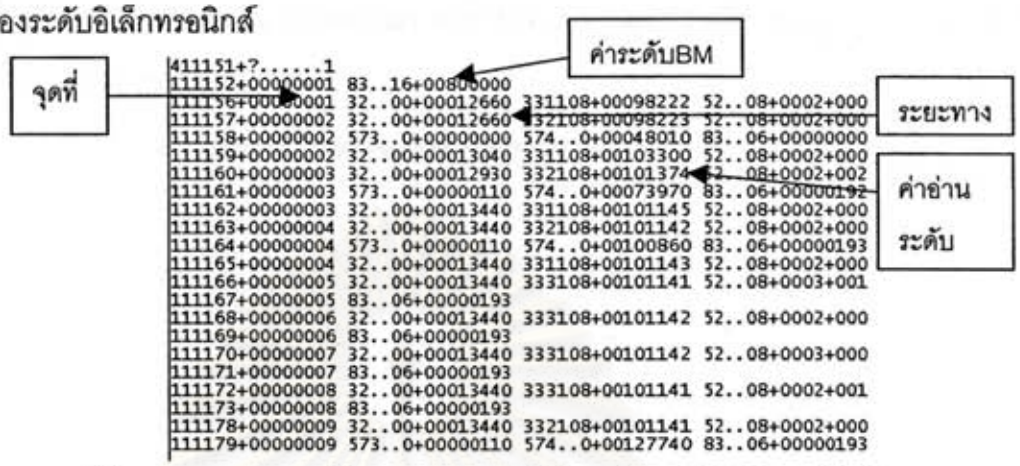
3) มุมดิ่งภายใน (Vertical Angle) มุมดิ่งจากด้านที่ Back Sight นั้นไปยังจุดที่ทำการเก็บรายละเอียด

4) ความสูงของกล้อง และเป้า

5) ค่า Description ของจุดตั้งกล้อง จุดที่เก็บรายละเอียด

ข้อมูลรังวัดภาคสนามของงานระดับเพื่อหาค่าระดับของสถานีวงรอบจากกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อทำการส่งถ่ายข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์แล้วจากนั้นให้ Save ไฟล์ของข้อ

มูลงานระดับแล้วตั้งชื่อดังนี้ Username_Job_level.txt เช่น ค่า Username = tester ค่า Job = test จะตั้งชื่อไฟล์ดังนี้ tester_test_level.txt เป็นต้น ดังในรูปที่ 3-11 จะแสดงรูปแบบของข้อมูลจากกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 3-11 แสดงรูปแบบข้อมูลของงานระดับด้วยกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์

ลักษณะของข้อมูลรังวัดของงานระดับจะประกอบไปด้วย

1) ค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่ง (Elevation of BM) เพื่อใช้ในการถ่ายค่าระดับออกเข้าสู่สถานีวงรอบและถ่ายกลับเพื่อปิด Loop

2) ค่าอ่าน Back Sight (BS) คือ ค่าอ่านไม้ระดับ Back Sight

3) ค่าอ่าน Fore Sight (FS) คือ ค่าอ่านไม้ระดับ Fore Sight

4) ค่าอ่าน Intermediate Fore Sight (IFS) คือ ค่าอ่านไม้ระดับเมื่อทำการถ่ายค่าระดับลงยังสถานีวงรอบ

5) ระยะทางราบไปยังไม้ระดับ

6) ค่า Description ของจุดตั้งกล้อง จุด Back Sight จุด Fore Sight

ส่วนของการทำงานระดับที่ทำการเก็บข้อมูลโดยการจดข้อมูลดิบลงในสมุดสนาม (Field Book) ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้กล้องระดับอัตโนมัติ Wild รุ่น NA20 ในการทำงาน ข้อมูลที่ทำการรังวัดมานั้นจะนำมานำเข้าข้อมูลในโปรแกรมที่สามารถเปิดไฟล์ประเภท ASCII File ได้ เช่น Notepad เป็นต้น ในรูปแบบที่กำหนดให้ดังนี้

รูปแบบที่ 1 BM, ค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งที่ทำการถ่ายออก

รูปแบบที่ 2 BS, ค่าอ่านสายใยบน ค่าอ่านสายใยกลาง ค่าอ่านสายใยล่าง

(ถ้ามี) รูปแบบที่ 3 IS, ค่าอ่านสายใยกลาง (เมื่อทำการวัดแบบ Intermediate Fore Sight)

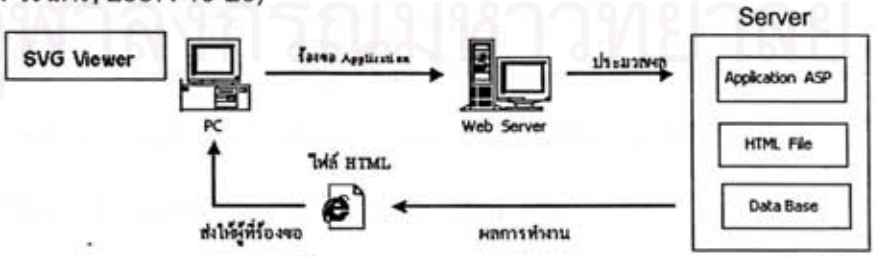
รูปแบบที่ 4 FS, ค่าอ่านสายใยบน ค่าอ่านสายใยกลาง ค่าอ่านสายใยล่าง

เมื่อทำการนำเข้าข้อมูลที่ทำการรังวัดมาจนเสร็จ จากนั้นจึงทำการจัดเก็บข้อมูล (Save) แล้วตั้งชื่อด้วยรูปแบบ Username_Job_Level.txt ดังในรูปที่ 3-12 จะแสดงตัวอย่างของไฟล์ที่นำข้อมูลจากสมุดสนามในสนามมาทำการนำเข้าข้อมูลด้วยมือ ตามรูปแบบที่กล่าวถึงข้างต้นในโปรแกรม Notepad

รูปที่ 3-12 แสดงรูปแบบข้อมูลของงานระดับซึ่งนำเข้าข้อมูลด้วยมือ

3.6.2 ลักษณะการทำงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ในงานวิจัยนี้ลักษณะการติดต่อระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) และเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) จะเริ่มจากเว็บบราวเซอร์ส่งการเชื่อมต่อ และร้องขอข้อมูลไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ หากข้อมูลที่ร้องขอเป็น Text หรือ รูปภาพ เว็บเซิร์ฟเวอร์ก็จะส่งข้อมูลที่เว็บบราวเซอร์เรียกร้องไปโดยตรง เมื่อส่งข้อมูลไปให้เรียบร้อยแล้วก็จะตัดขาดการติดต่อจากกัน แต่กรณีที่การเรียกร้องขอเป็นเอกสาร ASP ซึ่งย่อมาจาก Active Server Pages เช่น โปรแกรมประมวลข้อมูลงานสำรวจ โปรแกรมอัปโหลดข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ และโปรแกรมจัดการข้อมูลจากกล้อง (Data Manager) นั้น เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการแปลคำสั่งในเอกสาร ASP และทำการประมวลผลก่อน จากนั้นจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปให้เว็บบราวเซอร์แปลผลเป็นเว็บเพจให้ผู้ใช้ในรูปแบบ HTML จากนั้นก็จะตัดขาดการติดต่อการทำงาน ซึ่งเป็นรูปแบบการทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server Side) ดังรูปที่ 3-13 (กิตติภูมิ วรฉัตร, 2537: 19-20)



รูปที่ 3-13 แสดงระบบการทำงานของการประมวลผลและแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ

จากรูปที่ 3-13 ในการทำงานในส่วนของการแสดงผลจะทำที่เว็บบราวเซอร์ หรือ เป็นการทำงานบนฝั่งไคลแอนท์ (Client Side) โดยอาศัยโปรแกรม SVG Viewer ซึ่งเป็นเทคโนโลยีด้าน

โปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงผลข้อมูลทางด้านกราฟิก แบบ 2 มิติบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยในการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศนั้น จะทำการส่งข้อมูลที่จำเป็นในรูปแบบ SVG จากฐานข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์ไปแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศที่เว็บบราวเซอร์

3.7 การพัฒนาโปรแกรมการจัดการข้อมูล (Data Manager)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะจัดสร้างโปรแกรมการจัดการข้อมูล (Data Manager) เพื่อแปลงข้อมูลจากกล้องจำนวน 3 รูปแบบหลักๆ ที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย คือ รูปแบบ GSI ของยี่ห้อ Leica รูปแบบ SDR ของยี่ห้อ Sokkia รูปแบบ DAT ของยี่ห้อ Topcon มาเป็นรูปแบบเดียวกันก่อนนำไปประมวลผลต่อไป การพัฒนาโปรแกรมการจัดการข้อมูลนี้ จะทำการแปลงข้อมูลภาคสนามทั้งในส่วนของงานวงรอบ และงานเก็บรายละเอียดให้มาเป็นรูปแบบเดียวกัน เพื่อที่จะสามารถนำไปทำการประมวลผลต่อไปได้ ส่วนกล้องโททอลสเตชันรุ่นอื่นๆ ผู้วิจัยจะไม่กล่าวถึง เนื่องจากกล้องรุ่นอื่นก็สามารถแปลงข้อมูลของกล้องให้มาเป็นรูปแบบเดียวกันได้ โดยการเขียนฟังก์ชัน (Function) แทรกไปในโปรแกรมการจัดการข้อมูลที่จัดสร้างขึ้นนี้

ข้อดีการพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ คือ โปรแกรมที่พัฒนาสามารถรองรับกล้องได้หลายรุ่นหลายผู้ผลิต มีความยืดหยุ่นในการทำงาน สามารถรองรับเครื่องมือที่จะเกิดใหม่ในอนาคตได้ เพราะรูปแบบของระบบงานจะมีลักษณะเดียวกัน

3.8 การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผล (Data Checking)

การตรวจสอบข้อมูลงานรังวัดนั้นจะแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ งานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียด ซึ่งในงานแต่ละส่วนจะมีการกำหนดขั้นตอนในการทำงานที่แน่นอน เช่น งานเก็บรายละเอียด จะกำหนดให้ต้องมีการส่อง Back Sight ก่อนทำการวัดเก็บรายละเอียด เป็นต้น รวมทั้งโปรแกรมจะทำการตรวจสอบข้อมูลรังวัดกับข้อกำหนดในแต่ละชั้นงานตามมาตรฐานการรังวัดของ Federal Geodetic Control Committee (FGCC) ปี 1984 ที่ผู้ใช้เลือก

ประโยชน์ของการพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ คือ เป็นการตรวจสอบข้อมูลในขั้นต้นเพื่อให้ข้อมูลก่อนการประมวลผลมีความถูกต้อง เป็นการป้องกันการผิดพลาดในการประมวลผลบนระบบ และสร้างความเสียหายให้กับระบบประมวลผลบนอินเตอร์เน็ต

3.9 การพัฒนาโปรแกรมการประมวลผลข้อมูลสำรวจ

การพัฒนาโปรแกรมในกรประมวลผลข้อมูลในงานวิจัยนี้ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

3.8.1 การประมวลผลในงานวงรอบ เพื่อให้ค่าพิกัด 2 มิติ หรือ 3 มิติของสถานีวงรอบ สำหรับเป็นหมุดควบคุมในงานเก็บรายละเอียด รวมถึงค่าความถูกต้องของวงรอบ

3.8.2 การประมวลผลในงานระดับ เพื่อให้ได้ค่าระดับของหมุดสถานีวงรอบ รวมถึงค่าความถูกต้องของงานเดินระดับ

3.8.3 การประมวลผลในงานเก็บละเอียด เพื่อให้ค่าพิกัดของวัตถุต่างๆ รวมถึงข้อมูลอรรถาธิบายของวัตถุ เพื่อนำไปแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศต่อไป

3.10 การพัฒนาโปรแกรมการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ

ส่วนของการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศในงานวิจัยนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.9.1 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone โดยจะทำการส่งไฟล์ประเภท ASCII File ไปแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลที่จำเป็นแบบ Stand Alone โดยอาศัยชุดคำสั่งสำหรับโปรแกรม Autocad Land Development

3.9.2 การแสดงผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์ โดยตรง ผู้ใช้งานสามารถ Export ข้อมูลงานเก็บรายละเอียดในรูปแบบ SVG File เพื่อนำไปแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์ได้ทันทีโดยตรง ผู้ใช้งานสามารถนำไฟล์นี้ไปทำการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์ได้โดยตรง แต่มีเงื่อนไขว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะแสดงผลไฟล์ประเภท SVG จะต้องมีการติดตั้งโปรแกรม SVG Viewer เสียก่อน โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าไป Download โปรแกรมได้ที่เว็บไซต์ www.adobe.com/svg/viewer/install/main.html

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

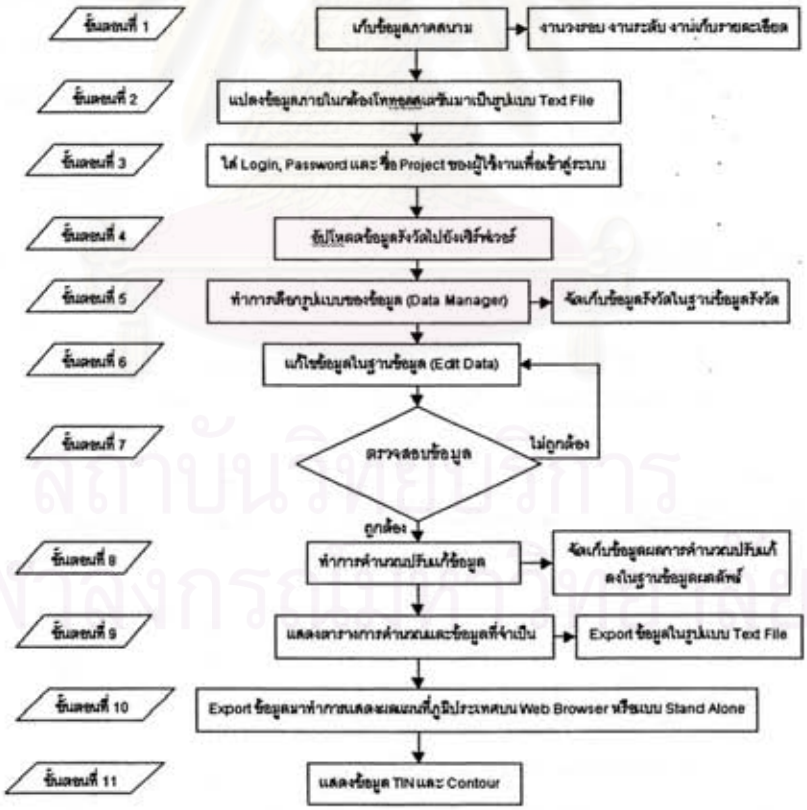
บทที่ 4

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนของการพัฒนาโปรแกรมการประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศในงานวิจัยนี้ รูปแบบการทำงานของโปรแกรมจะเป็นระบบแบบไคลแอนท์-เซิร์ฟเวอร์ การตรวจสอบข้อมูลประมวลผลข้อมูลจะกระทำบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประมวลผล คือ ภาษา ASP ซึ่งเป็นภาษาที่มีระบบการประมวลผลบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ส่วนของการแสดงผลจะกระทำบนฝั่งไคลแอนท์ เพื่อเป็นการลดภาระการแสดงผลบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งภาษา SVG ซึ่งเป็นภาษาสำหรับการแสดงผลข้อมูลกราฟิกประเภท 2 มิติบนเว็บบราวเซอร์ได้เป็นอย่างดี ระบบปฏิบัติการฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะใช้ Microsoft Windows 2000 Server โปรแกรมระบบฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์จะใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2000

4.1 ผังงานของโปรแกรม

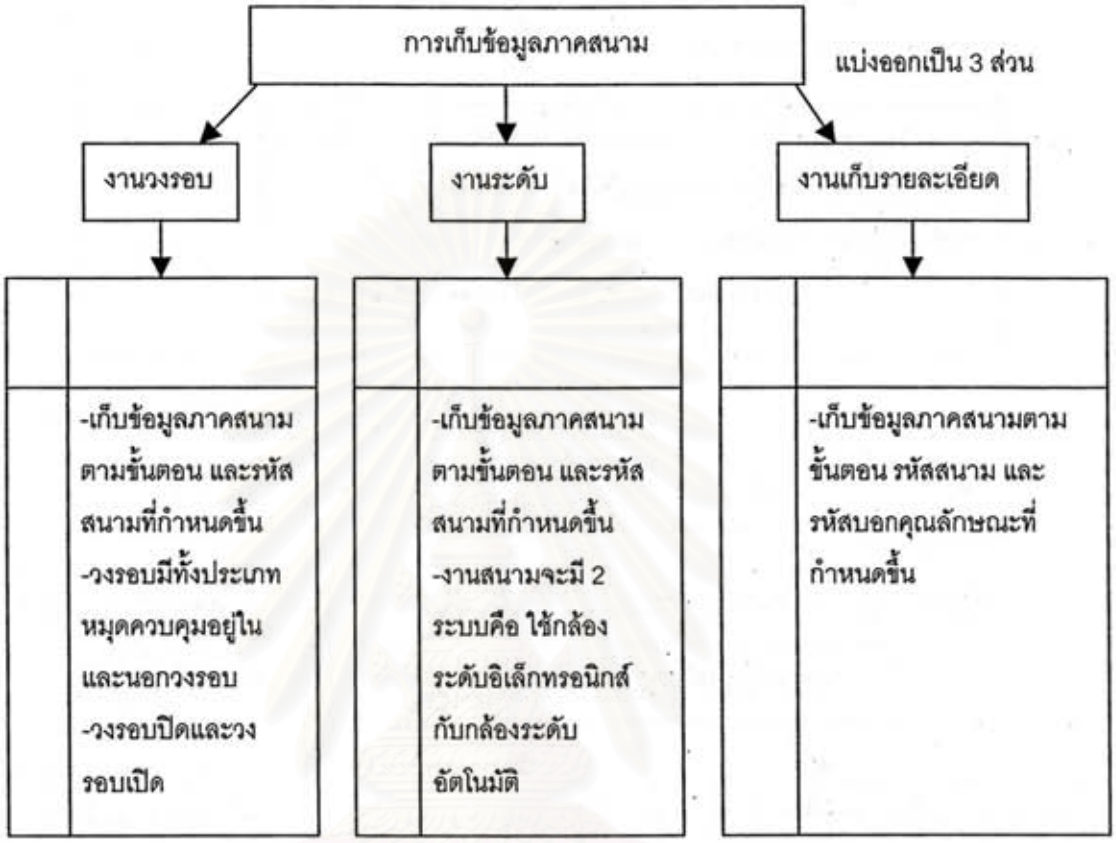
จากรูปที่ 4-1 จะแสดงผังงานของโปรแกรมในงานวิจัยนี้



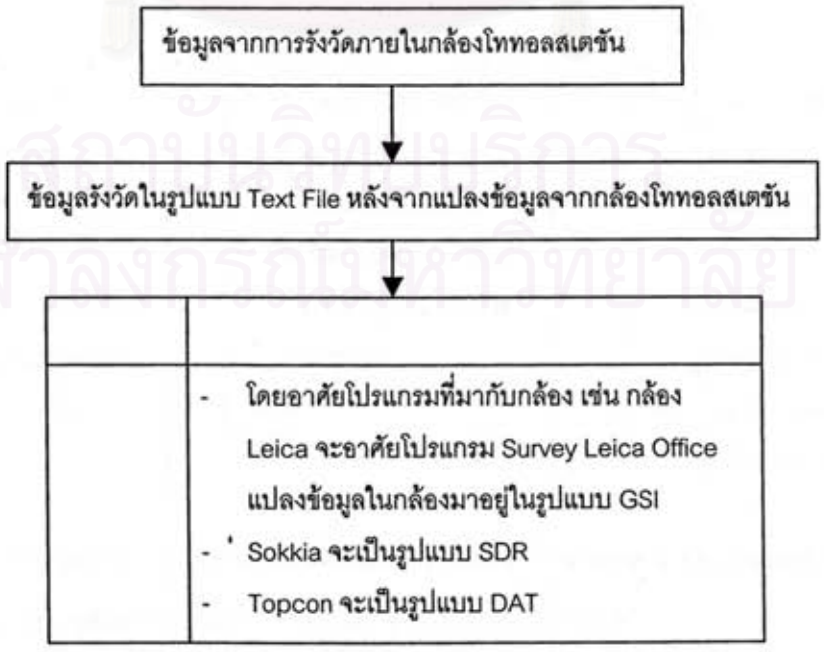
รูปที่ 4-1 แสดงผังงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 4-1 ประกอบไปด้วยขั้นตอน 11 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

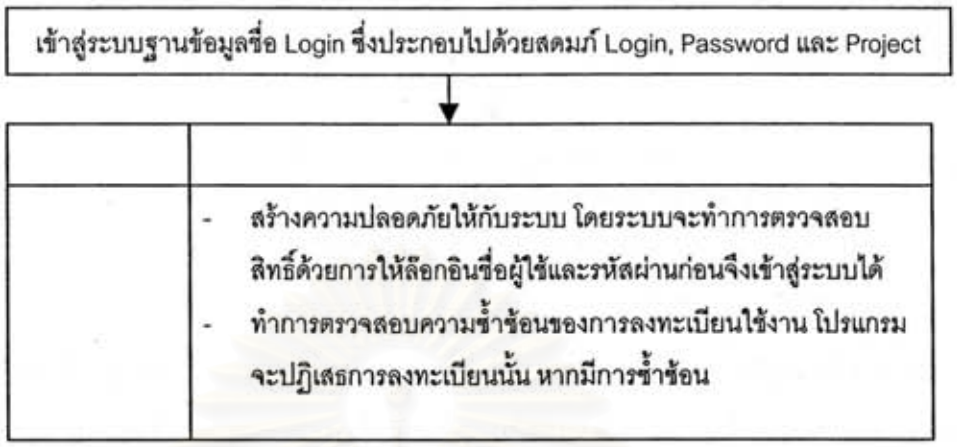
ขั้นตอนที่ 1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม



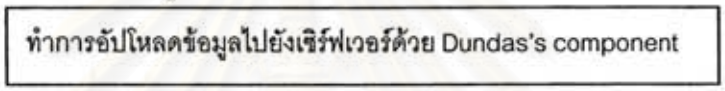
ขั้นตอนที่ 2 การแปลงข้อมูลภายในกล้องโททอลสเตชันมาเป็นรูปแบบ Text File



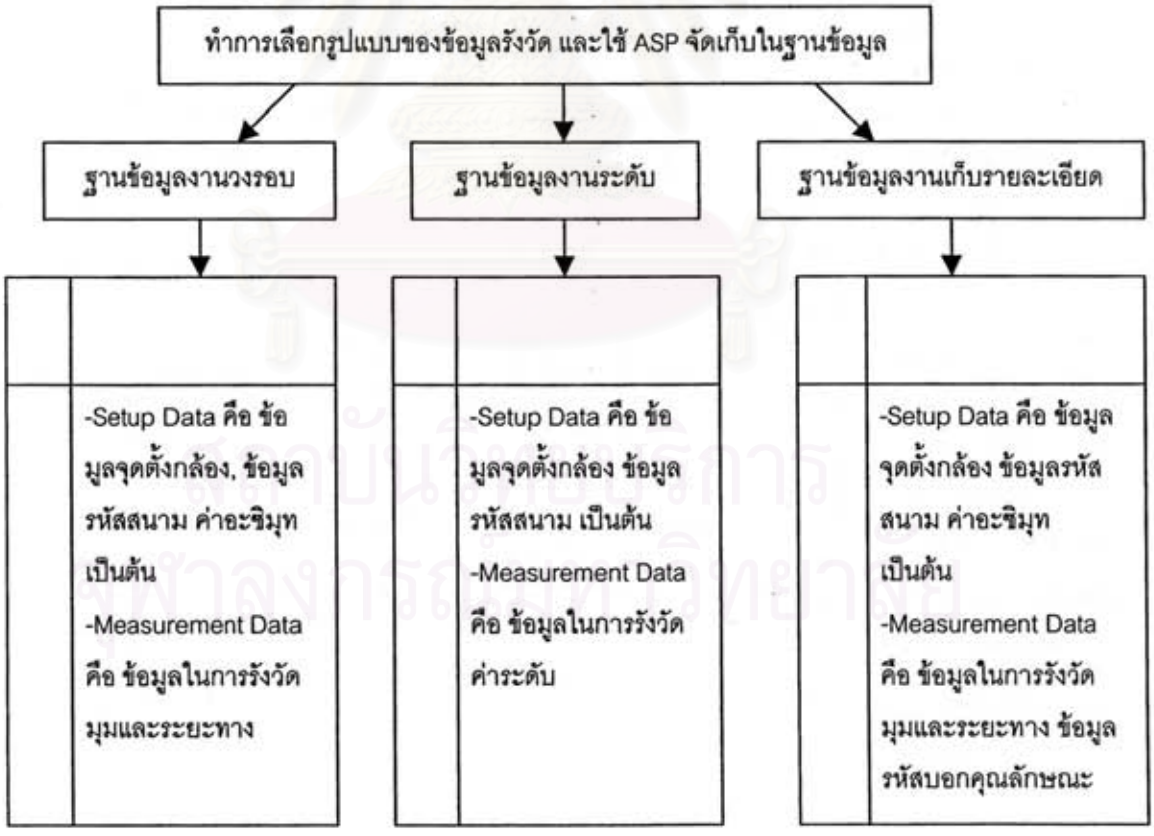
ขั้นตอนที่ 3 การใส่ Login , Password และ ชื่อ Project ของผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ระบบ



ขั้นตอนที่ 4 การอัปโหลดข้อมูลรังวัดไปยังเซิร์ฟเวอร์

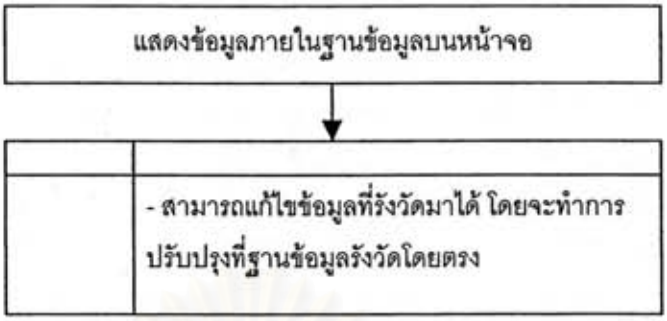


ขั้นตอนที่ 5 การเลือกรูปแบบของข้อมูล (Data Manager) และจัดเก็บในฐานข้อมูล



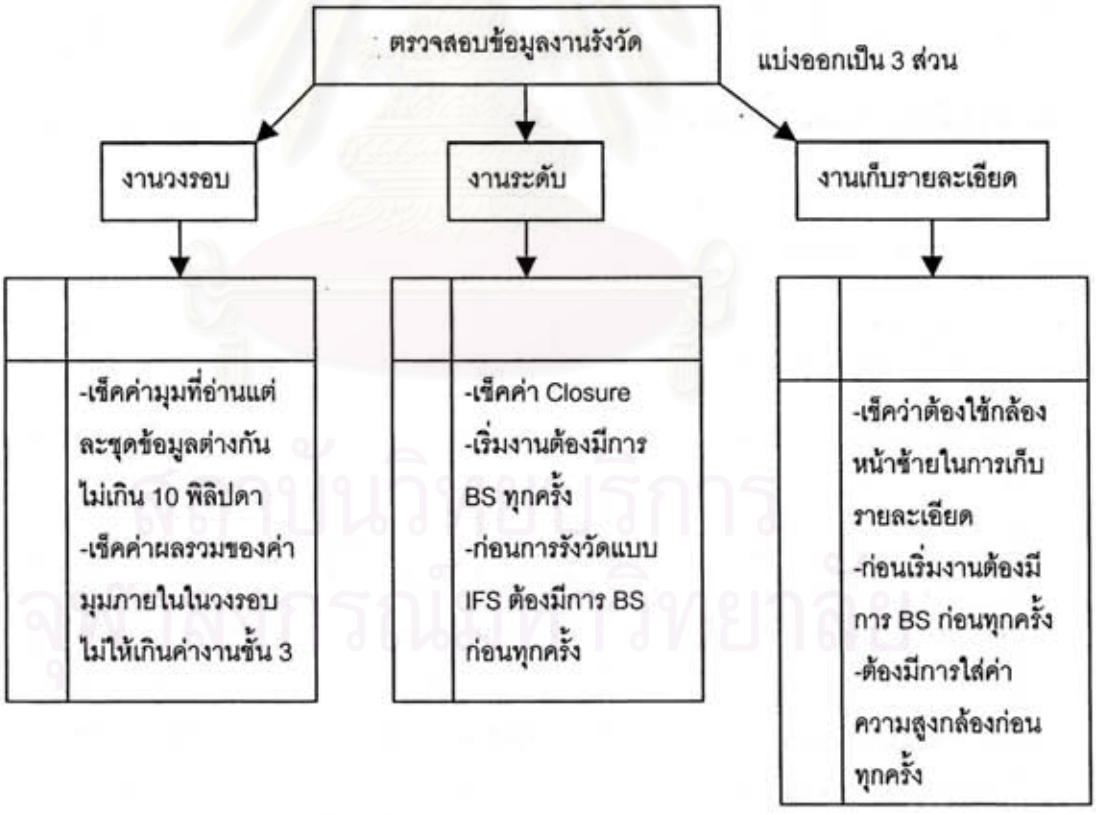
โดยที่ข้อมูลภายในฐานข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์ (Relational Database) ด้วยคอลัมภ์จุดตั้งกล้อง (Ocp) จุดสถานีเป้าหลัง (BS) และจุดสถานีเป้าหน้า (FS)

ขั้นตอนที่ 6 การแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล (Edit Data)

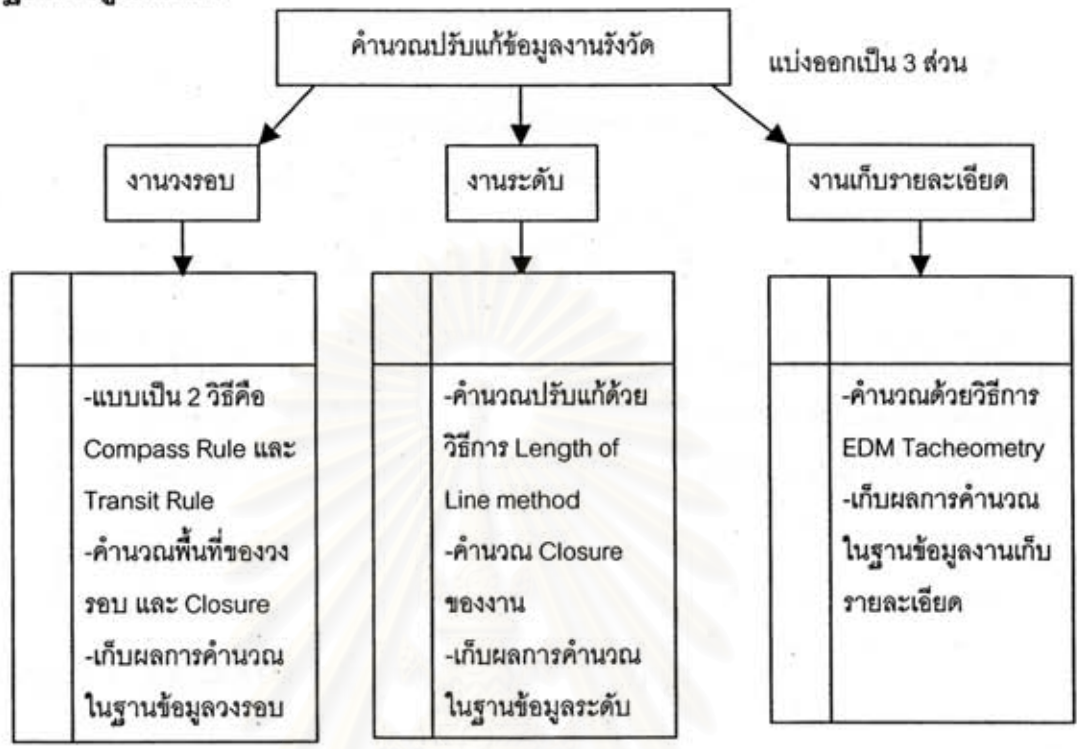


โดยที่การแก้ไขข้อมูลในคอลัมภ์ที่ฐานข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์ (Relational Database) กันจะทำการปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสองส่วน คือ ทั้งในส่วน Setup Data และ Measurement Data

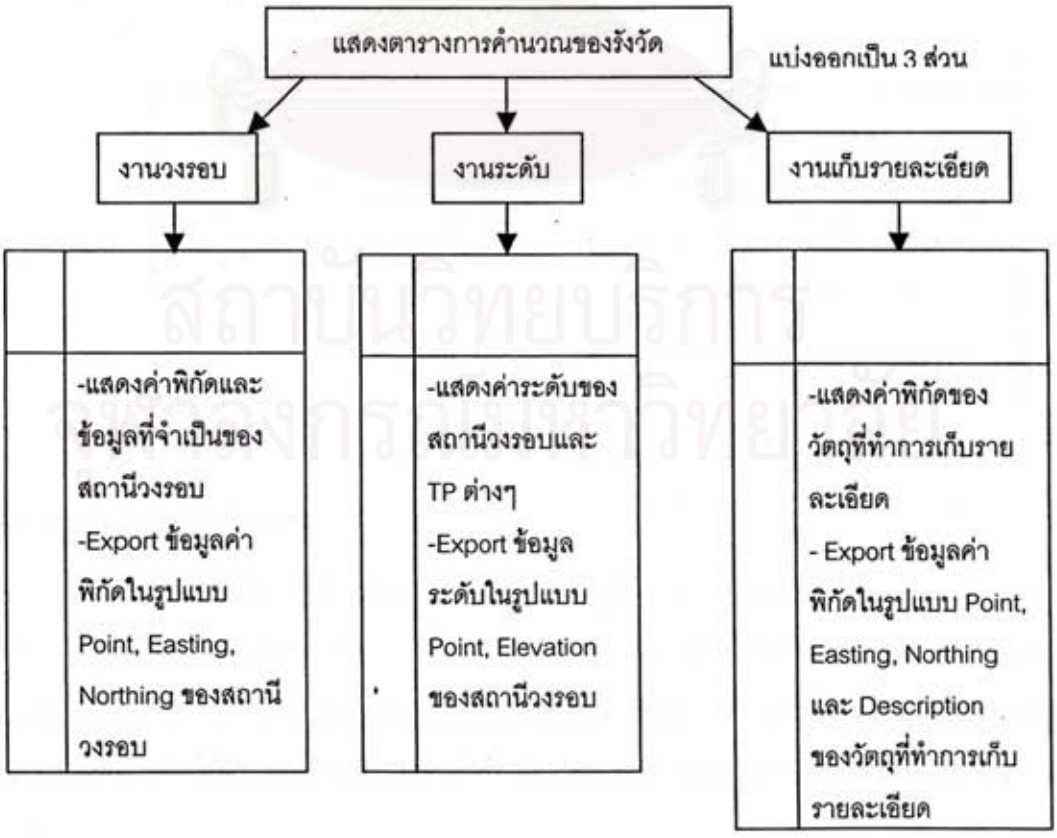
ขั้นตอนที่ 7 การตรวจสอบความขั้นตอนการทำงานและความถูกต้องของข้อมูล (Data Checking)



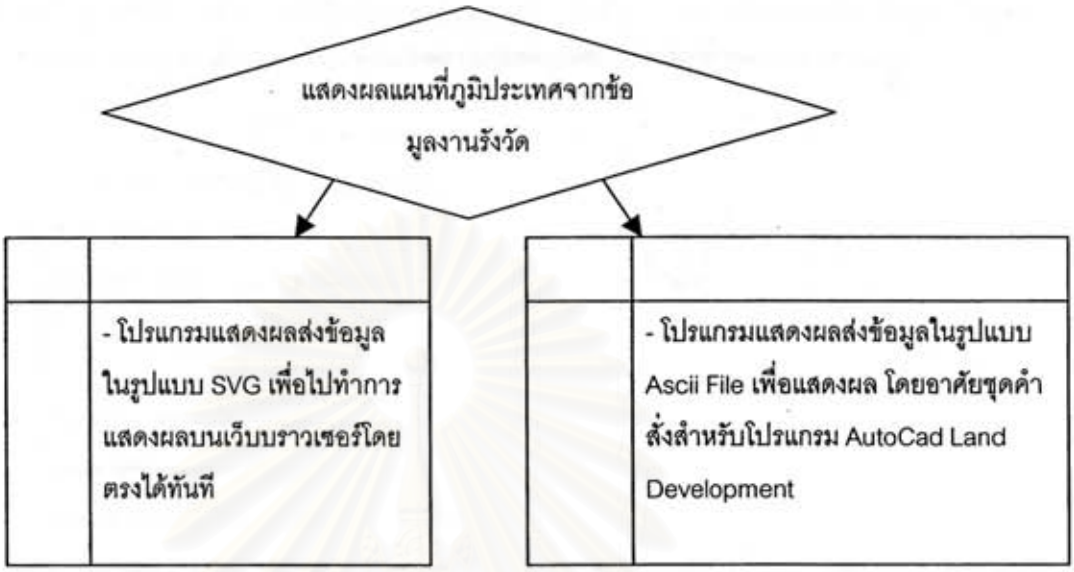
ขั้นตอนที่ 8 การคำนวณปรับแก้ข้อมูลรังวัด และจัดเก็บข้อมูลผลการคำนวณปรับแก้ลงในฐานข้อมูลผลลัพธ์



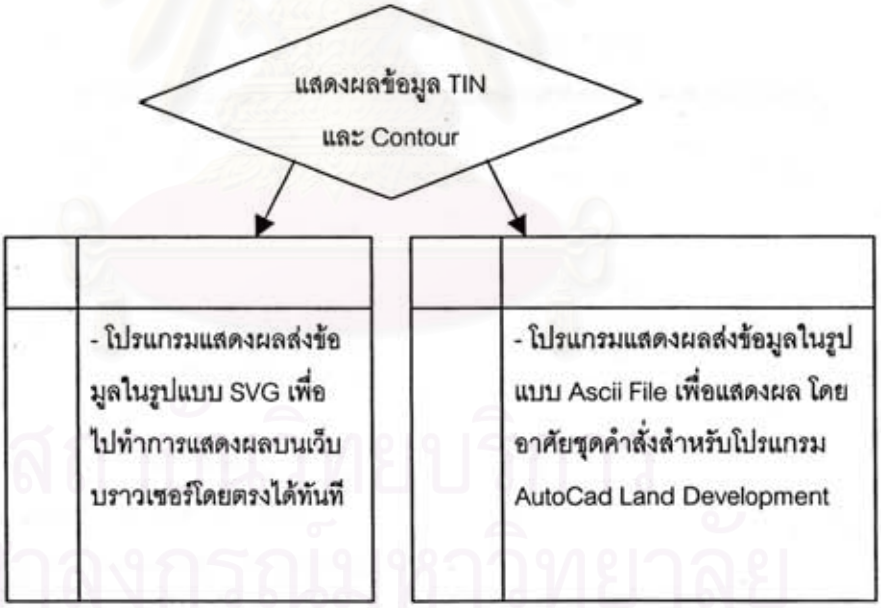
ขั้นตอนที่ 9 การแสดงตารางการคำนวณและข้อมูลที่จำเป็น และ Export ข้อมูลในรูปแบบ Text File



ขั้นตอนที่ 10 การนำข้อมูลที่ Export มาทำการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์ หรือแบบ Stand Alone



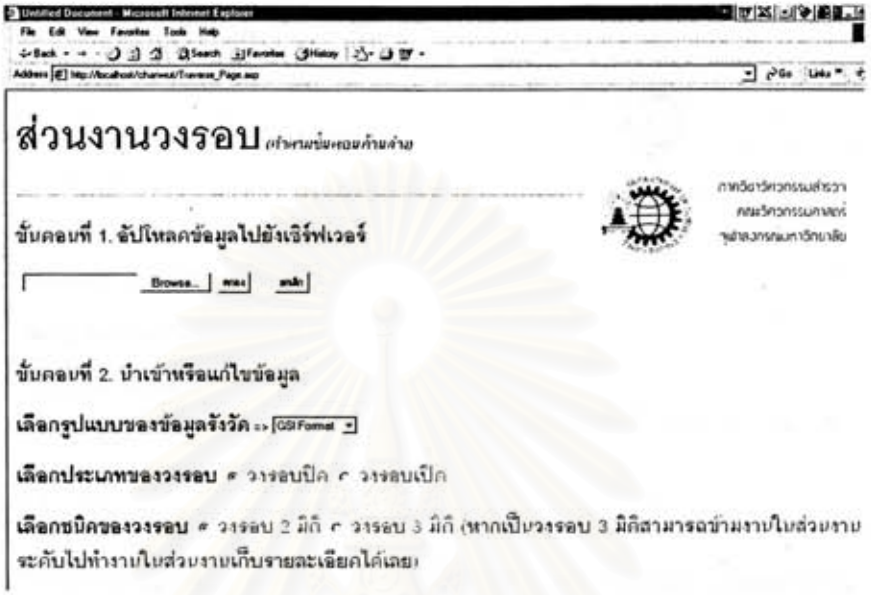
ขั้นตอนที่ 11 การแสดงผลข้อมูล TIN และเส้นชั้นความสูง



4.2 ภาพรวมของโปรแกรม

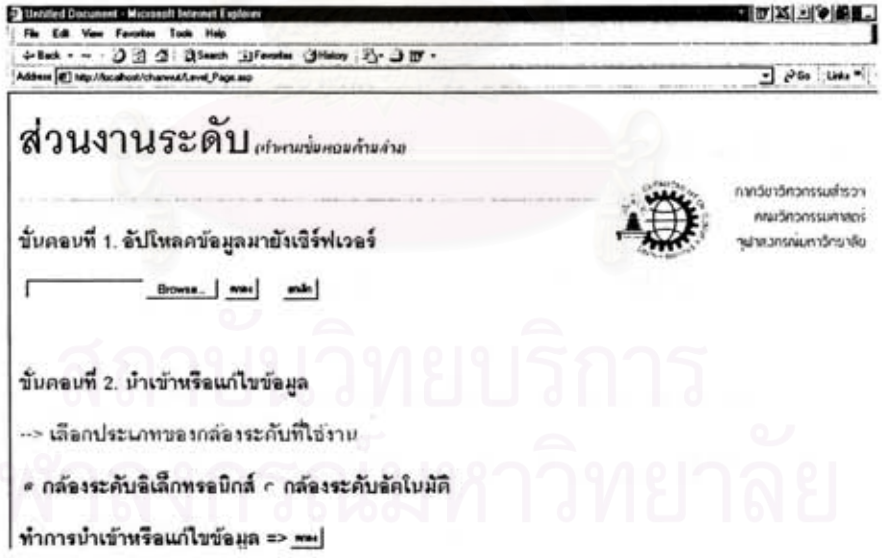
การทำงานของโปรแกรมประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศ จะแบ่งลักษณะการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ งานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียด โดยในแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยโปรแกรมย่อยๆ คือ โปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล โปรแกรมการจัดการข้อมูล โปรแกรมการตรวจสอบข้อมูล โปรแกรมคำนวณปรับแก้ และโปรแกรมการแสดงผล โดยลำดับในการใช้งานแต่

ละโปรแกรมจะทำงานเรียงตามลำดับดังกล่าวข้างต้น จากรูปที่ 4-2 จะแสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนของงานวงรอบ การทำงานในขั้นตอนแรกจะทำตามขั้นตอนที่ 1 ก่อน คือการอัปโหลดข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นจึงทำตามขั้นตอนที่ 2 ซึ่งคือ การนำเข้าและแก้ไขข้อมูล เป็นต้น



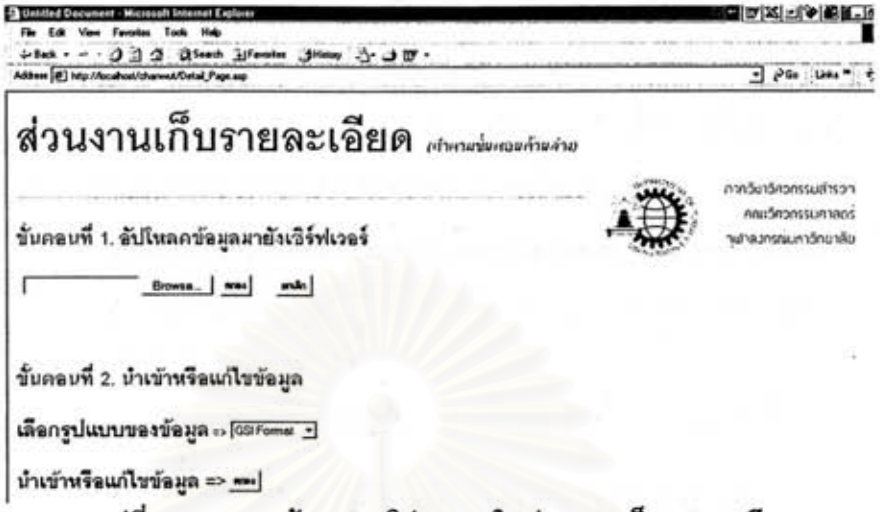
รูปที่ 4-2 แสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนงานวงรอบ

จากรูปที่ 4-3 จะแสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนของงานระดับ



รูปที่ 4-3 แสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนงานระดับ

จากรูปที่ 4-4 จะแสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนของงานเก็บรายละเอียด



รูปที่ 4-4 แสดงหน้าจอของโปรแกรมในส่วนงานเก็บรายละเอียด

4.3 ระบบโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล (Upload)

ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูลจากฝั่งไคลแอนท์มายังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการอัปโหลดไฟล์ข้อมูลงานสนามจากเว็บบราวเซอร์มาเก็บที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ โดยอาศัยคอมโพเนนต์ที่ชื่อว่าดัลดาส (Dundas's Component) ซึ่งเป็น Free Component เขียนด้วยภาษา ASP สามารถดาวน์โหลดได้จากอินเตอร์เน็ตมาช่วยในส่วนนี้ ซึ่งระบบการทำงานจะเป็นการส่งถ่ายข้อมูลผ่านทางเว็บบราวเซอร์โดยตรง เนื่องจากในปัจจุบันการส่งข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับไคลแอนท์โดยผ่านทางเว็บบราวเซอร์โดยตรง ดังในรูปที่ 4-5 จะแสดงหน้าจอของโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูลรังวัดภาคสนาม

ขั้นตอนที่ 1. อัปโหลดข้อมูลมายังเซิร์ฟเวอร์

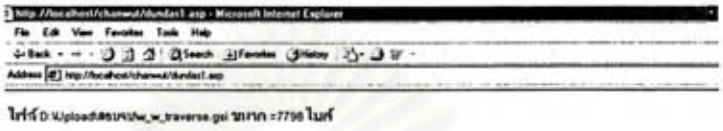
รูปที่ 4-5 แสดงหน้าจอของโปรแกรมการอัปโหลดข้อมูล

วัตถุประสงค์ คือ ทำการนำเข้าข้อมูลรังวัดจากฝั่งไคลแอนท์ไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลต่อไป

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ ข้อมูลรังวัดภาคสนามของงานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียด

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลงานภาคสนามจากฝั่งไคลแอนท์จะถูกนำมาจัดเก็บที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์

ขั้นตอนการอัปโหลดถือเป็นขั้นตอนแรกในการประมวลผลข้อมูลงานรังวัด ซึ่งในการอัปโหลดข้อมูลงานรังวัดจะแบ่งออกเป็น 3 งาน คือ งานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียด ซึ่งหลังจากการทำการอัปโหลด โปรแกรมจะแสดงตำแหน่งที่มาของไฟล์ที่ทำการอัปโหลดมารวมถึงขนาดของไฟล์ที่ทำการอัปโหลดให้ผู้ใช้งาน ดังในรูปที่ 4-6 ในขั้นตอนนี้แสดงว่าข้อมูลงานรังวัดภาคสนามได้ถูกอัปโหลดไปจัดเก็บยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4-6 แสดงข้อมูลหลังจากการอัปโหลดข้อมูลงานวงรอบ

4.4 การพัฒนาโปรแกรมการจัดการข้อมูล (Data Manager)

การพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ จะออกแบบให้โปรแกรมทำการปรับแต่งข้อมูลรังวัดภาคสนามที่อัปโหลดมายังเซิร์ฟเวอร์ให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน จากนั้นจึงจัดเก็บข้อมูลรังวัดลงยังฐานข้อมูลรังวัดและแสดงผลให้ผู้ใช้งานเห็นข้อมูลที่ทำการรังวัดมา ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข้อมูลงานรังวัดได้

วัตถุประสงค์ คือ เป็นการปรับแต่งข้อมูลรังวัดภาคสนามที่นำเข้ามายังเซิร์ฟเวอร์ให้มีมาตรฐานเดียวกันหมด ไม่ว่าจะใช้กล้องยี่ห้อใด รุ่นใด ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข้อมูลรังวัดด้วยตนเองได้ และง่ายในการนำข้อมูลนี้ไปทำการประมวลผลต่อไป

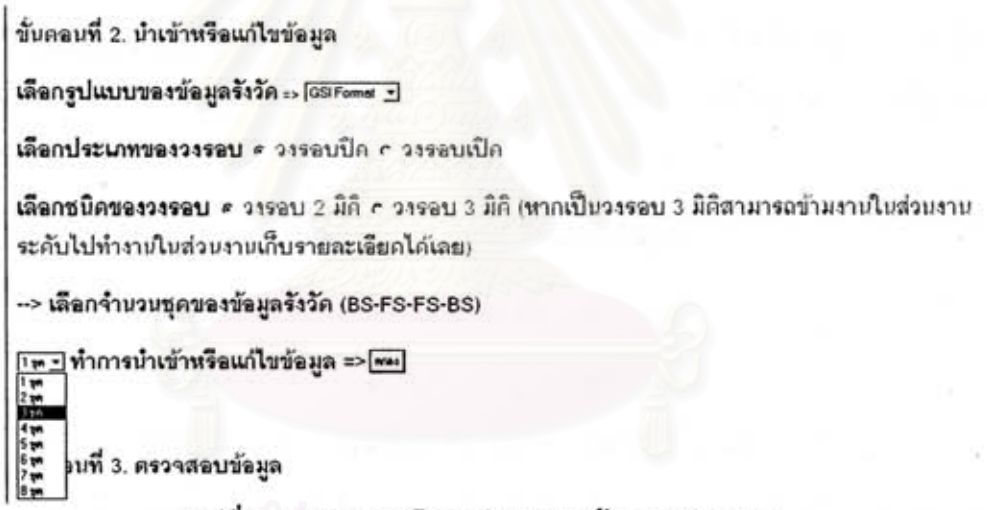
หลังจากอัปโหลดข้อมูลการรังวัดภาคสนามจากฝั่งไคลแอนท์ไปจัดเก็บยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลรังวัดภาคสนามเหล่านี้จัดเก็บลงในฐานข้อมูลฝั่งเซิร์ฟเวอร์เพื่อนำไปใช้ในการประมวลผลต่อไป ซึ่งในขั้นตอนการทำการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวลงในฐานข้อมูล ผู้ใช้จำเป็นที่จะต้องใส่ลักษณะและประเภทของข้อมูลประกอบในแต่ละงาน เพื่อให้โปรแกรมสามารถจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยจะแสดงแบ่งออกตามงาน ดังต่อไปนี้

4.4.1 งานวงรอบ

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ รูปแบบของข้อมูลรังวัด ประเภทของวงรอบ ชนิดของวงรอบ จำนวนชุดข้อมูลที่ทำการรังวัด

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลรังวัดของงานวงรอบจะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลชื่อ Raw_Traverse และข้อมูลกล้องจะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลชื่อ Code_Traverse

จากรูปที่ 4-7 จะแสดงการเลือกรูปแบบของข้อมูลรังวัดของงานวงรอบ ซึ่งจะประกอบไปด้วยการเลือกรูปแบบของข้อมูลจากกล้อง 3 รูปแบบ คือ GSI SDR และ DAT เลือกประเภทของวงรอบว่าเป็นวงรอบปิดหรือวงรอบเปิด เลือกชนิดของวงรอบว่าเป็นวงรอบ 2 มิติหรือวงรอบ 3 มิติ และเลือกจำนวนชุดข้อมูลที่ทำการรังวัดมา เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลรังวัดลงฐานข้อมูลรังวัด และตรวจสอบแก้ไขข้อมูลรังวัดของงานวงรอบที่ฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ (หากเป็นวงรอบ 3 มิติ สามารถข้ามในส่วนของงานระดับไปทำงานเก็บรายละเอียดได้)



รูปที่ 4-7 แสดงการเลือกรูปแบบของข้อมูลงานวงรอบ

4.4.2 งานระดับ

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ ชนิดของเครื่องมือ

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ หากเป็นกล้องระดับอัตโนมัติข้อมูลงานระดับจะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลชื่อ Raw_LevelM และหากเป็นกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ข้อมูลงานระดับจะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลชื่อ Raw_Level

จากรูปที่ 4-8 จะแสดงการเลือกชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานรังวัดในงานระดับ เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลรังวัดลงในฐานข้อมูลรังวัด และตรวจสอบแก้ไขความถูกต้องของข้อมูลรังวัดของงานระดับที่ฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์

ขั้นตอนที่ 2. นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล

--> เลือกประเภทของกล้องระดับที่ใช้งาน

๏ กล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ ๐ กล้องระดับอัตโนมัติ

ทำการนำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล => [ตกลง]

รูปที่ 4-8 แสดงการเลือกรูปแบบของข้อมูลงานระดับ

4.4.3 งานเก็บรายละเอียด

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ รูปแบบของข้อมูลรังวัด

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลรังวัดของงานเก็บรายละเอียดจะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลชื่อ Raw_Detail และข้อมูลกล้องจะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลชื่อ Code_Detail

จากรูปที่ 4-9 จะแสดงการเลือกรูปแบบของข้อมูลรังวัดในงานเก็บรายละเอียด ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูล 3 รูปแบบ คือ GSI SDR และ DAT เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลรังวัดลงในฐานข้อมูลรังวัด และตรวจสอบแก้ไขความถูกต้องของข้อมูลรังวัดของงานเก็บรายละเอียดที่ฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์

ขั้นตอนที่ 2. นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล

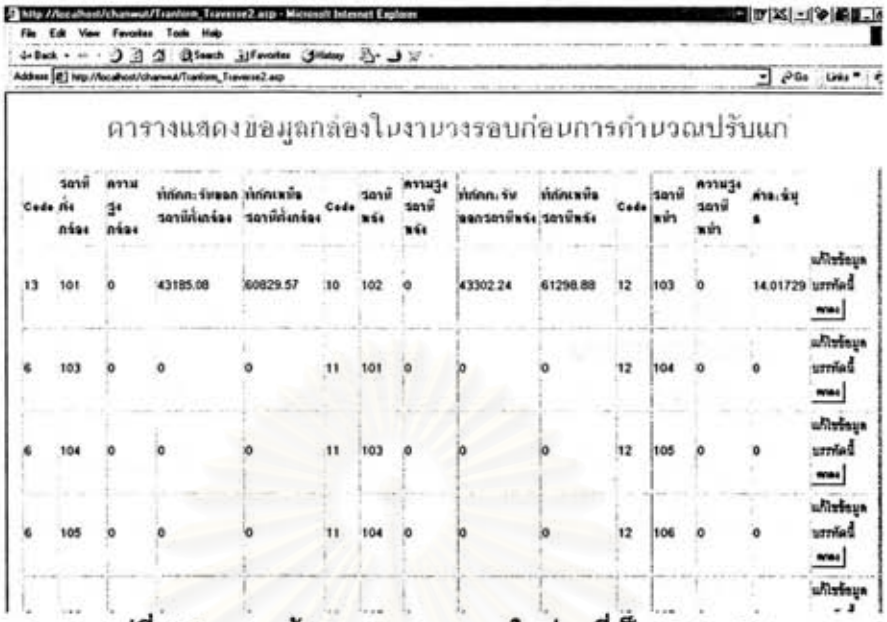
เลือกรูปแบบของข้อมูล => [GSI Format]

นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล => [ตกลง]

รูปที่ 4-9 แสดงการเลือกรูปแบบของข้อมูลงานเก็บรายละเอียด

ในโปรแกรมของงานวิจัยนี้หลังจากจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลรังวัดบนเซิร์ฟเวอร์แล้ว โปรแกรมจะแสดงตารางข้อมูลรังวัดที่ทำการรังวัดภาคสนามให้ผู้ใช้ได้ตรวจสอบและแก้ไขได้โดยตรง หรือที่เรียกว่ามี Interactive กับผู้ใช้โดยตรง ตารางของข้อมูลรังวัดที่แสดงจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังกล่าวข้างต้น คือ Setup Data และ Measurement Data ซึ่งผู้ใช้งานสามารถแก้ไขได้ตรงบนหน้าจอ ลักษณะของตารางที่แสดงผลจะมีลักษณะคล้ายกับการจดในสมุดสนาม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถอ่าน และทำความเข้าใจได้ง่าย

จากรูปที่ 4-10 จะแสดงข้อมูลรังวัดของงานวงรอบในส่วนที่เป็น Setup Data ซึ่งข้อมูลส่วนนี้ผู้ทำงานจะเป็นผู้นำเข้าข้อมูลเองโดยการคีย์ผ่านกล้องโททอลสเตชันภายในสนามขณะเก็บข้อมูล จะประกอบไปด้วยข้อมูลรหัสสนาม ชื่อสถานีวงรอบ ชื่อสถานีหลัง ชื่อสถานีหน้า ค่าอะซิมุทของจุดออกของวงรอบ เป็นต้น



ตารางแสดงข้อมูลกล่องในงานวงรอบก่อนการคำนวณปรับแก้

Code	รถที่กึ่งกล่อง	ความรู้กล่อง	ที่ตัดกะรัดออกรถที่กึ่งกล่อง	ที่ตัดเหยียบรถที่กึ่งกล่อง	Code	รถที่พร้อม	ความรู้รถที่พร้อม	ที่ตัดกะรัดออกรถที่พร้อม	ที่ตัดเหยียบรถที่พร้อม	Code	รถที่หน้า	ความรู้รถที่หน้า	ค่าเฉลี่ย	
13	101	0	43185.08	60829.57	10	102	0	43302.24	61298.88	12	103	0	14.01729	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
6	103	0	0	0	11	101	0	0	0	12	104	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
6	104	0	0	0	11	103	0	0	0	12	105	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
6	105	0	0	0	11	104	0	0	0	12	106	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	แก้ไขข้อมูล ...

รูปที่ 4-10 แสดงข้อมูลของงานวงรอบในส่วนที่เป็น Setup Data

จากรูปที่ 4-11 จะแสดงข้อมูลรังวัดของงานวงรอบในส่วนที่เป็น Measurement Data ซึ่งข้อมูลส่วนนี้ผู้ทำงานไม่สามารถนำเข้าโดยการคีย์ได้ โปรแกรมของตัวกล้องจะเป็นตัวบันทึกเอง จะประกอบไปด้วยข้อมูล ชื่อจุด ค่ามุมราบ ค่ามุมดิ่ง ระยะทางราบ ระยะทางเอียง เป็นต้น

ตารางแสดงข้อมูลรังวัดในงานวงรอบก่อนการคำนวณปรับแก้

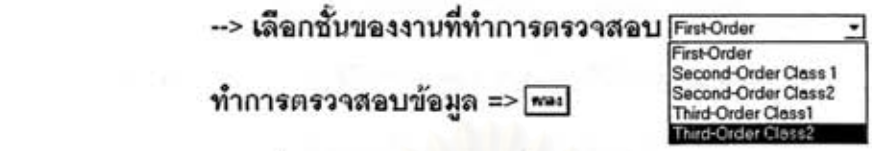
สถานีตั้งกล่อง	จุดที่	ค่าราบของค่าราบ	ค่าราบของค่าดิ่ง	ระยะทางเอียง	ระยะทางราบ	
101	0	1.944444E-03	90	483.888	483.888	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
101	1	119.4	90	156.447	156.447	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
101	2	299.38	270	156.447	156.447	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
101	3	180.0194	270	483.888	483.888	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
103	4	1.666667E-03	90	156.449	156.449	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
103	5	219.1258	90	147.074	147.074	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
103	6	39.12305	270	147.073	147.073	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
103	7	179.9997	270	156.449	156.449	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
104	8	5.555556E-04	90	147.072	147.072	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง
104	9	126.4136	90	71.583	71.583	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ลบทิ้ง

รูปที่ 4-11 แสดงข้อมูลของงานวงรอบในส่วนที่เป็น Measurement Data

4.5 การพัฒนาโปรแกรมการตรวจสอบข้อมูลก่อนการประมวลผล (Data Checking)

ลักษณะการทำงานของโปรแกรมจะแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 5 ขั้นงานตามข้อกำหนดมาตรฐานงานรังวัด FGCC ดังในรูปที่ 4-12 จะแสดงการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลรังวัด

ก่อนทำการประมวลผล โดยผู้ใช้งานสามารถทำการเลือกชั้นของงานตามประเภทของข้อมูลภาคสนามที่รังวัดมา



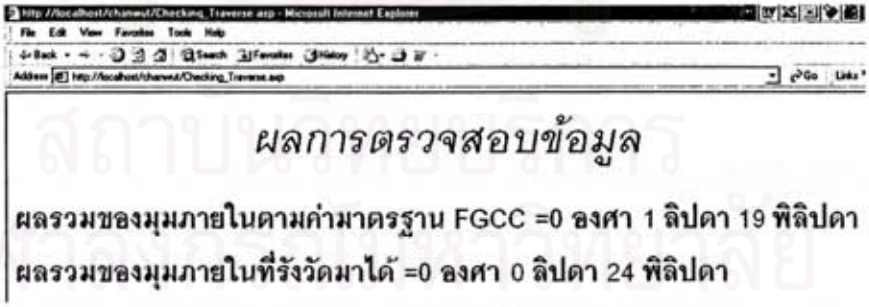
รูปที่ 4-12 แสดงการเลือกชั้นงานก่อนการตรวจสอบข้อมูล

วัตถุประสงค์ คือ ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการในการปฏิบัติงานภาคสนามและตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่ได้จากการรังวัดให้สอดคล้องกับลักษณะของงานและหลักเกณฑ์ข้อกำหนดที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของแต่ละหน่วยงาน

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ ชั้นของงานที่ต้องการทำการตรวจสอบ

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ จะทราบว่าข้อมูลรังวัดภาคสนามมีขั้นตอนการทำงานถูกต้องหรือไม่ หรือเข้าเกณฑ์มาตรฐานตามชั้นงานที่ทำการเลือกหรือไม่ เพื่อทำการแก้ไขต่อไป

เมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลตามชั้นงานที่กำหนดแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลการตรวจสอบข้อมูลรังวัดรวมถึงแสดงค่าความผิดพลาดของข้อมูลรังวัด ดังในรูปที่ 4-13 จะแสดงผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลงานวงรอบปิดก่อนทำการประมวลผล ในขั้นตอนนี้โปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลรังวัดมาทำการตรวจสอบ และแสดงผลให้ผู้ใช้งานเห็นเท่านั้น แต่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล

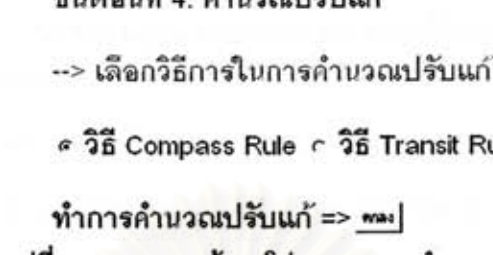


รูปที่ 4-13 แสดงผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลงานวงรอบ

4.6 การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณปรับแก้ (Adjustment Computation)

หลังจากที่ทำการตรวจสอบข้อมูลรังวัดที่ทำการอัปโหลดจากกล้องโททอลสเตชันมายังเครื่องฝั่งเซิร์ฟเวอร์แล้ว ข้อมูลรังวัดเหล่านี้ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลค่ามุม ระยะทาง และข้อมูลอรรถาธิบายต่างๆ จะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลรังวัด ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการนำข้อมูลรังวัดเหล่า

นี้ไปทำการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ จากรูปที่ 4-14 จะแสดงหน้าจอโปรแกรมการคำนวณปรับแก้



รูปที่ 4-14 แสดงหน้าจอโปรแกรมการคำนวณปรับแก้

4.6.1 การคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ

วัตถุประสงค์ เพื่อต้องการค่าพิกัดตะวันออก (Easting) และค่าพิกัดเหนือ (Northing) ของหมุดในสถานีวงรอบ เพื่อใช้เป็นค่าควบคุมทางราบ (Horizontal Control) รวมถึงค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ (Linear Misclosure) ค่าความถูกต้อง (Accuracy) และพื้นที่ของวงรอบ

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ วิธีในการคำนวณงานวงรอบ

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลผลลัพธ์ของการคำนวณในงานวงรอบจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลชื่อ Traverse และเฉพาะค่าพิกัดของสถานีวงรอบจะถูกจัดเก็บจัดเก็บที่ฐานข้อมูลชื่อ ControlPoint

ขั้นตอนในการคำนวณงานวงรอบจะประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อยๆ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.5.1.1 การคำนวณค่า Azimuth

4.5.1.2 การคำนวณค่า Latitude และ Departure

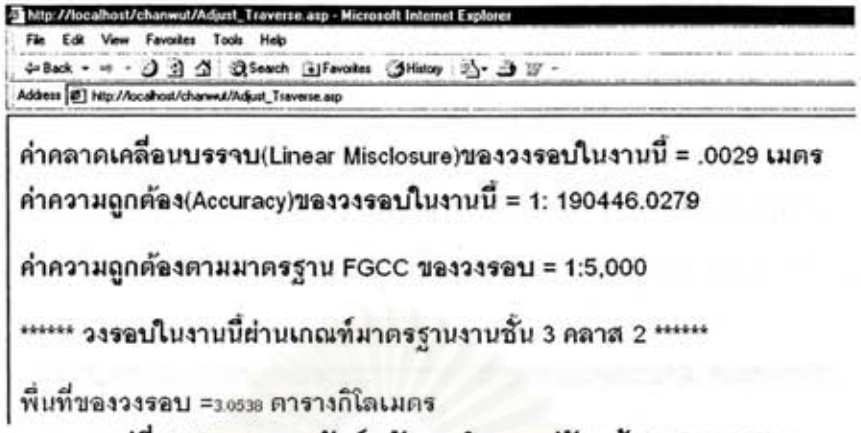
4.5.1.3 การคำนวณค่า Linear Misclosure และ Accuracy

4.5.1.4 การคำนวณค่าแก้ Latitude และ Departure

4.5.1.5 การคำนวณค่าพิกัดตะวันออก และพิกัดเหนือของสถานีวงรอบ

4.5.1.6 การคำนวณพื้นที่ของวงรอบ

หลังการคำนวณปรับแก้ข้อมูลวงรอบ โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ ซึ่งประกอบไปด้วยค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ (Linear Misclosure) ของงานวงรอบ ค่าความถูกต้องของงานวงรอบ ข้อกำหนด (Specification) ของชั้นงานที่ทำ รวมถึงพื้นที่ของวงรอบ ดังในรูปที่ 4-15



รูปที่ 4-15 แสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณปรับแก้ของงานวงรอบ

หลังการปรับแก้วงรอบเมื่อกดปุ่มแสดงตารางการคำนวณวงรอบ จากในรูปที่ 4-16 โปรแกรมจะแสดงตารางการคำนวณหลังการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ จะประกอบไปด้วยข้อมูลค่าพิกัดของสถานีวงรอบ รวมถึงข้อมูลประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นในการคำนวณ

ตารางแสดงข้อมูลงานวงรอบหลังการคำนวณปรับแก้(หมุดในวงรอบ)

Username คือ = W , Job คือ = W

จุดที่	สถานีตั้งกล้อง	สถานีหลัง	สถานีหน้า	ค่าจากองศาราบ	ค่าจากองศาตั้ง	ระยะทางสถานีหลัง	ระยะทางสถานีหน้า	ค่าระยะเฉลี่ยหลังปรับแก้	ค่า Departure	ค่า Latitude	ค่าDepCor	ค่าLatCor	ค่าDep หลังปรับแก้	ค่าLat หลังปรับแก้	ค่าพิกัดตะวันออก	ค่าพิกัดเหนือ
1	1	7	2	66.74445	0	82.399	64.775	195.1556	-16.93472	-62.52213	4.40987E-04	-2.907836E-03	-16.93477	-62.52179	43456.03	60497.54
2	2	1	3	278.7399	0	64.7715	84.073	293.8955	-76.86689	34.05511	4.40987E-04	-2.907836E-03	-76.86696	34.05554	43439.09	60435.02
3	3	2	4	82.50139	0	84.0675	64.404	196.3969	-18.18039	-61.78469	4.40987E-04	-2.907836E-03	-18.18044	-61.78436	43362.23	60469.07

รูปที่ 4-16 แสดงตารางการคำนวณหลังการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ

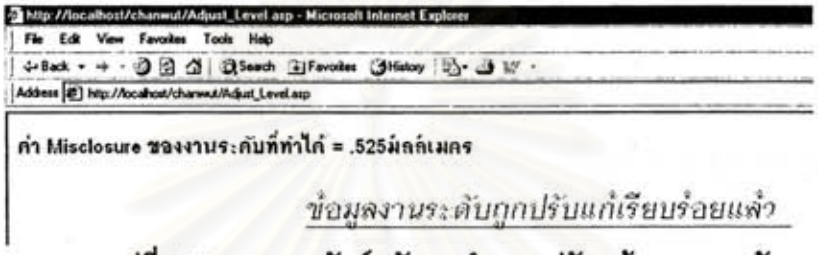
4.6.2 การคำนวณปรับแก้ในงานระดับ

วัตถุประสงค์ เพื่อหาค่าระดับ (Elevation) ของหมุดในสถานีวงรอบ เพื่อใช้เป็นค่าควบคุมทางดิ่ง (Vertical Control) โดยการคำนวณปรับแก้จะใช้ Error เทียบกับระยะทางที่ถ่ายระดับไป ซึ่งระยะทางจะได้จากการอ่านค่าระดับ 3 สายใย ทั้งไปและกลับระยะทางที่ได้จะเป็นระยะทางเฉลี่ย โดยค่าปรับแก้ค่าระดับ

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ ไม่กำหนด

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลผลลัพธ์ของการคำนวณในงานระดับจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลชื่อ Level

หลังการคำนวณปรับแก้ในงานระดับแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ ซึ่งประกอบไปด้วยค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ (Linear Misclosure) ของงานระดับ ดังในรูปที่ 4-17



รูปที่ 4-17 แสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณปรับแก้ของงานระดับ

หลังการปรับแก้ระดับเมื่อกดปุ่มแสดงตารางการคำนวณ จากในรูปที่ 4-18 โปรแกรมจะแสดงตารางการคำนวณหลังการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ จะประกอบไปด้วยข้อมูลค่าระดับของสถานีวงรอบ รวมถึงข้อมูลประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นในการคำนวณ

ตารางแสดงข้อมูลงานระดับหลังการคำนวณปรับแก้

Username คือ = W , Job คือ = W

จุดที่	ค่าฉากที่หลัง	ค่าฉากที่หน้า	จุดIFS	ค่าIFS	ความสูงกล้อง	ค่าระดับ	ระยะทาง	ค่าCOR	ค่าระดับหลังการปรับแก้
1	.67	0	0	0	41.0271	40.3571	0	0	40.3571
2	1.281333	1.323	0	0	40.98544	39.7041	67.6	7.350068E-03	39.69675
3	1.628667	1.284667	0	0	41.32943	39.70077	185.6	2.018007E-02	39.68059
4	1.082	1.086667	0	0	41.32477	40.24277	287.8	3.129215E-02	40.21148
5	.8883333	1.925333	0	0	40.28777	39.39943	427.7	4.650331E-02	39.35293
6	1.186	1.647334	0	0	39.82643	38.64043	568.5	6.181233E-02	38.57862
7	1.317333	1.761333	0	0	39.38243	38.0651	677.9	7.370727E-02	37.99139

รูปที่ 4-18 แสดงตารางการคำนวณหลังการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ

4.6.3 การคำนวณปรับแก้ในงานเก็บรายละเอียด

วัตถุประสงค์ เพื่อต้องการค่าพิกัดตะวันออก พิกัดเหนือ ค่าระดับของวัตถุต่างๆ ที่ทำการเก็บรายละเอียด เพื่อนำไปประกอบกับข้อมูลอรรถาธิบายสำหรับการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ โดยขั้นตอนในการคำนวณจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.5.3.1 การคำนวณค่าพิกัดตะวันออก และพิกัดเหนือของวัตถุที่ทำการรังวัด

4.5.3.2 การคำนวณค่าระดับของวัตถุที่ทำการรังวัด

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ ไม่กำหนด

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลผลลัพธ์ของการคำนวณในงานเก็บรายละเอียดจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลชื่อ Detail และข้อมูลลำดับที่ของจุดในการแสดงผลจะเก็บในฐานข้อมูลชื่อ Compute Detail

หลังการคำนวณปรับแก้ในงานเก็บรายละเอียด จากรูปที่ 4-19 โปรแกรมจะแสดงตารางการคำนวณหลังการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด โดยประกอบไปด้วยข้อมูลค่าพิกัดทั้ง 3 มิติ และค่ารหัสบอกคุณลักษณะของวัตถุที่ทำการเก็บรายละเอียด รวมถึงข้อมูลประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นในการคำนวณ

ตารางแสดงข้อมูลงานเก็บรายละเอียดหลังการคำนวณ

Username คือ ' ' , Job คือ ' '

จุดที่	สถานีกล้องกล้อง	ความสูงกล้อง	ความสูงเป้า	ค่า ObjectID	ค่า ObjectType	ค่า GeometryDescriptor	ค่าราบหลังการ	ค่าราบหลังกล้อง	ระยะทางราบ	ค่าระดับสูง	ค่าใส่ลัดระดับจาก	ค่าใส่ลัดระหว่าง	ค่าระดับ
0	1	1.5	1.5	201	0	0	40.41945	89.47639	16.791	168.8306	43459.28	60481.07	39.26121
1	1	1.5	1.5	201	0	0	48.63472	89.2375	22.726	177.0459	43457.2	60474.84	39.41022
2	1	1.5	1.5	201	0	0	8.420834	89.79861	27.472	136.832	43474.82	60477.5	39.20433
3	1	1.5	1.5	201	0	0	3.943056	89.89306	39.638	132.3542	43485.32	60470.84	39.18177
4	1	1.5	1.5	201	0	0	2.029167	90.04444	44.613	130.4404	43489.98	60468.6	39.07318
5	1	1.5	1.5	201	0	0	356.6583	90.09056	57.828	125.0695	43503.36	60464.31	39.0265

รูปที่ 4-19 แสดงตารางการคำนวณหลังการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด

4.7 การพัฒนาโปรแกรมการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Mapping)

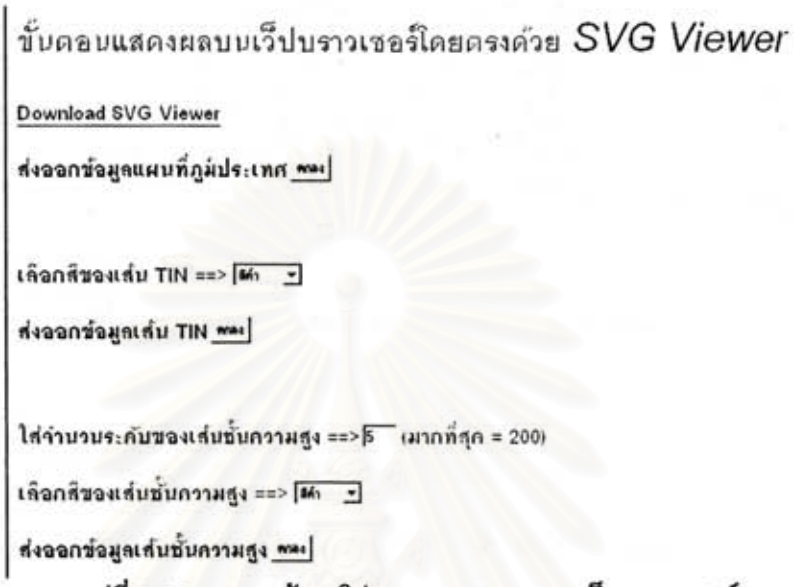
ส่วนของการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์ได้ทันทีโดยตรง โดยอาศัยโปรแกรม SVG Viewer ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากอินเตอร์เน็ต และการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone โดยทำการส่งไฟล์ประเภท ASCII File ไปแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone โดยอาศัยชุดคำสั่งสำหรับโปรแกรม Autocad Land Development

4.7.1 การแสดงผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์โดยตรง

วัตถุประสงค์ คือ ผู้ใช้สามารถดูการแสดงผลแผนที่บนเว็บบราวเซอร์ได้ทันที ทุกสถานี เพื่อสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเบื้องต้น

โปรแกรมในส่วนของการแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์นี้ เมื่อทำการสั่งให้โปรแกรม Export ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูล TIN หรือ ข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour) ผู้ใช้งานสามารถตั้งชื่อและกำหนดตำแหน่งที่ทำการจัดเก็บไฟล์ดังกล่าว โดยจะต้องกำหนดให้นามสกุลของไฟล์ที่ทำการ

Export เป็น .SVG จึงจะสามารถนำไปแสดงผลด้วยโปรแกรม SVG Viewer ได้ จากในรูปที่ 4-20 แสดงหน้าจอของโปรแกรมเพื่อ Export SVG File เพื่อแสดงแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ตโดยตรงด้วยโปรแกรม SVG Viewer



รูปที่ 4-20 แสดงหน้าจอโปรแกรมแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์

การแสดงผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์จะแบ่งการแสดงผลออกเป็น 3 ประเภทซึ่ง ประกอบไปด้วย

1) การ Export ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศเป็น File SVG

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ ไม่กำหนด

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศการแสดงผลบนเว็บโดยตรง จะใช้ฟังก์ชันExport Topographic Data to SVG ดังในรูปที่ 4-21 ซึ่งการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงนี้ สัญลักษณ์ที่นำมาใช้งานจะมีลักษณะตายตัวตามที่ผู้วิจัยกำหนดไม่สามารถเปลี่ยนแปลง โดยในการออกแบบสัญลักษณ์นั้นผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบสัญลักษณ์มาตรฐานตามกรมโยธาธิการ ทั้งสัญลักษณ์แบบจุด (Point Symbol) และสัญลักษณ์แบบเส้น (Line Symbol)

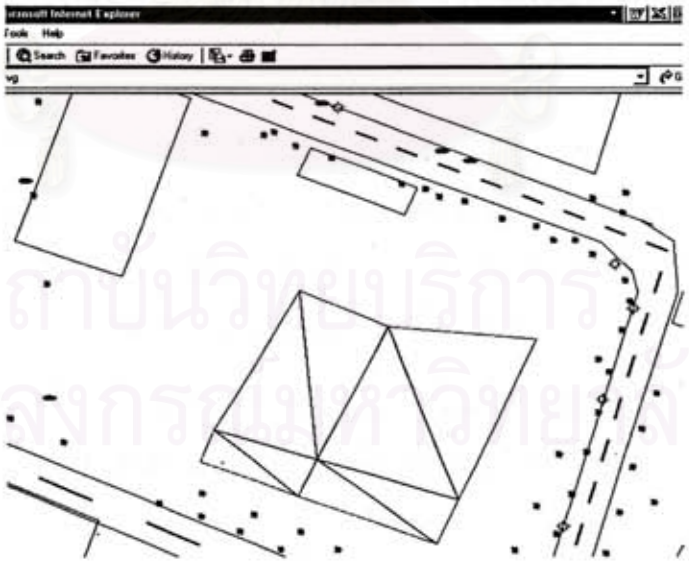
รูปที่ 4-21 แสดงการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วย SVG Viewer

2) การ Export ข้อมูล TIN เป็น File SVG

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ สีของเส้น TIN

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศพร้อมกับเส้น TIN

การแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ จะใช้ฟังก์ชัน Export for Create TIN with SVG ดังในรูปที่ 4-22 ซึ่งในฟังก์ชันนี้การสร้างเส้น TIN สามารถกำหนดสีที่ทำการสร้างได้จำนวน 5 สี คือ สีดำ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีเหลือง



รูปที่ 4-22 แสดงตัวอย่างการแสดงผล TIN ด้วย SVG Viewer

3) การ Export ข้อมูลเส้นชั้นความสูงเป็น File SVG

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ สี และจำนวนของเส้นชั้นความสูง

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลแผนที่ภูมิประเภท และเส้นชั้นความสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เพื่อไปแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ จะอาศัยฟังก์ชัน Export for Create Contour with SVG ดังในรูปที่ 4-23 ซึ่งฟังก์ชันของโปรแกรมส่วนนี้สามารถกำหนดสีได้จำนวน 5 สี คือ สีดำ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีเหลือง และสามารถกำหนดจำนวนระดับของเส้นชั้นความสูงที่ทำการสร้างได้

รูปที่ 4-23 แสดงตัวอย่างการแสดงผลเส้นชั้นความสูงด้วย SVG Viewer

4.7.2 การแสดงผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone ด้วยชุดคำสั่งสำหรับโปรแกรม Autocad Land Development

ในส่วนต่อไปนี้จะกล่าวถึงกระบวนการ และขั้นตอนในการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone ซึ่งลักษณะของแผนที่ภูมิประเทศที่แสดงผลด้วยวิธีนี้จะมีลักษณะเป็น Cad File ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากในการนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านวิศวกรรม

วัตถุประสงค์ คือ เพื่อแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศในลักษณะเป็น Cad File เนื่องจากไฟล์ลักษณะนี้มีความแพร่หลาย สามารถนำไปประยุกต์ทางด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หรือ GIS ได้เป็นอย่างดี

ข้อมูลที่จำเป็นในนำเข้า คือ ไม่มี

ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลจุด เส้น และลำดับที่ของจุด สำหรับนำไปแสดงผลแผนที่

การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วยชุดคำสั่งสำหรับโปรแกรม Autocad Land Development จะประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.7.2.1 ขั้นตอนการเตรียมสภาวะของเครื่องผู้ใช้งาน

ผู้ใช้งานสามารถ Export ข้อมูลงานเก็บรายละเอียดในรูปแบบ Text File เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วยชุดคำสั่งสำหรับโปรแกรม AutoCad Land Development จากรูปที่ 4-24 จะแสดงหน้าจอสำหรับ Export ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ และให้ดาว์นโหลดไฟล์ Block Symbols และ Description Key

ขั้นตอนแสดงผลด้วยชุดคำสั่งโปรแกรม *Autocad Land Development*

Download File=> <Block Symbols> <Description Key>

ส่งออกข้อมูลจุด => **รูปแบบข้อมูล:**Point,Easting,Northing,Description

ส่งออกข้อมูลเส้น => **รูปแบบข้อมูล:**Point,Easting,Northing

ส่งออกข้อมูลลำดับที่ของจุดแต่ละเส้น => **รูปแบบข้อมูล:**Point each Line Symbols

รูปที่ 4-24 แสดงหน้าจอของโปรแกรม Export Text File สำหรับแสดงผลแบบ Stand Alone

ในขั้นตอนเริ่มต้นของการใช้งานครั้งแรกจะต้องทำการ Download 2 ชนิดนี้ไปจัดเก็บยังโปรแกรม Autocad Land Development ของผู้ใช้งานก่อน จากรูปที่ 4-21 สามารถดาว์นโหลดไฟล์ โดยคลิกที่ Block Symbols และ Description Key ซึ่งข้อมูลจะประกอบไปด้วย

1) ข้อมูล Block Symbols ซึ่งเป็นลักษณะ Cad File แล้วทำการ Copy ไปจัดเก็บที่ Folder ProgramFile->Land Desktop R2->Data->Symbol Manger->Cogo เพื่อให้ในโปรแกรม Autocad Land Development ในเครื่องของผู้ใช้มี Block File เหล่านี้ ก่อนนำไปแสดงผลแผนที่

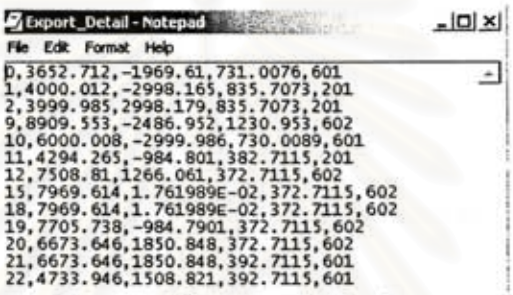
2) ข้อมูล Description Key ซึ่งเป็นไฟล์ฐานข้อมูลของ Symbols ต่างๆ ไปจัดเก็บที่ Folder ProgramFile->Land Desktop R2->Data->Prototypes->Default (Meters) เพื่อให้โปรแกรม Autocad Land Development ของผู้ใช้มี Library ของ Block Symbols ตามที่กำหนด

4.7.2.2 ขั้นตอนการ Export ข้อมูลที่จำเป็นในการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ

การ Export ข้อมูลสำหรับขึ้นรูปแผนที่ภูมิประเทศแบบ Stand Alone จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) คำสั่ง Export Point Data to Text File จากรูปที่ 4-21 โปรแกรมจะให้ทำการ Save เฉพาะไฟล์ข้อมูลรายละเอียดประเภทจุดมาจัดเก็บยังเครื่องไคลแอนท์ไฟล์ที่ทำการ Save นี้โปรแกรมจะกำหนด Default ให้ชื่อว่า Export_Detail.txt ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนชื่อและเลือกตำแหน่งที่จะจัดเก็บข้อมูลได้

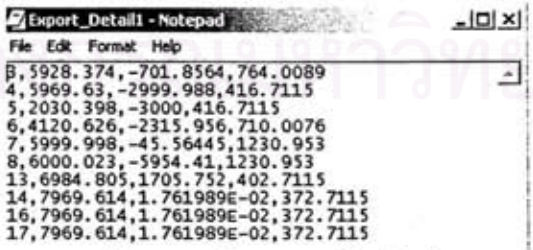
จากรูปที่ 4-25 จะเป็นตัวอย่างของไฟล์ Export_Detail.txt ที่ทำการ Export มาจัดเก็บที่เครื่องไคลแอนท์เพื่อเตรียมสำหรับแสดงผล โดยเปิดด้วยโปรแกรม NotePad จะประกอบไปด้วยลำดับของหมุด พิกัดตะวันออก พิกัดเหนือ ค่าระดับ และค่า Object ID ของวัตถุต่างๆที่ทำการรังวัดเก็บรายละเอียด



รูปที่ 4-25 แสดงข้อมูลงานเก็บรายละเอียดในส่วน Point Symbols

2) คำสั่ง Export Line Data to Text File จากรูปที่ 4-18 โปรแกรมจะให้ทำการจัดเก็บเฉพาะไฟล์ข้อมูล Node ของข้อมูลประเภทเส้นมาจัดเก็บยังเครื่องไคลแอนท์ไฟล์ที่ทำการจัดเก็บนี้โปรแกรมจะกำหนด Default ให้ชื่อว่า Export_Detail1.txt ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนชื่อ และเลือกตำแหน่งที่จะจัดเก็บข้อมูลได้

จากรูปที่ 4-26 จะเป็นตัวอย่างของไฟล์ Export_Detail1.txt txt ที่ทำการ Export มาจัดเก็บที่เครื่องไคลแอนท์เพื่อเตรียมสำหรับแสดงผล โดยเปิดด้วยโปรแกรม NotePad จะประกอบไปด้วยลำดับของหมุด พิกัดตะวันออก พิกัดเหนือและค่าระดับของวัตถุต่างๆที่ทำการเก็บรายละเอียด



รูปที่ 4-26 แสดงข้อมูลงานเก็บรายละเอียดในส่วน Line Symbols

3) คำสั่ง Export List Line Data to Text File จากรูปที่ 4-21 โปรแกรมจะให้ทำการจัดเก็บลำดับที่ของจุดของแต่ละ Line Symbols มาจัดเก็บยังเครื่องไคลแอนท์ไฟล์ที่

ทำการ Save นี้โปรแกรมจะกำหนด Default ให้ชื่อว่าExport_Detail2.txt ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนชื่อ และเลือกตำแหน่งที่จะจัดเก็บข้อมูลได้ โดยจากรูปที่ 4-27 จะเป็นตัวอย่างของไฟล์ Export_Detail2.txt ที่เปิดด้วยโปรแกรม NotePad จะประกอบไปด้วยลำดับของหมุดของแต่ละ Line Symbols

รูปที่ 4-27 แสดงข้อมูลลำดับที่ของจุดแต่ละ Line Symbols

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การทดสอบโปรแกรมเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต

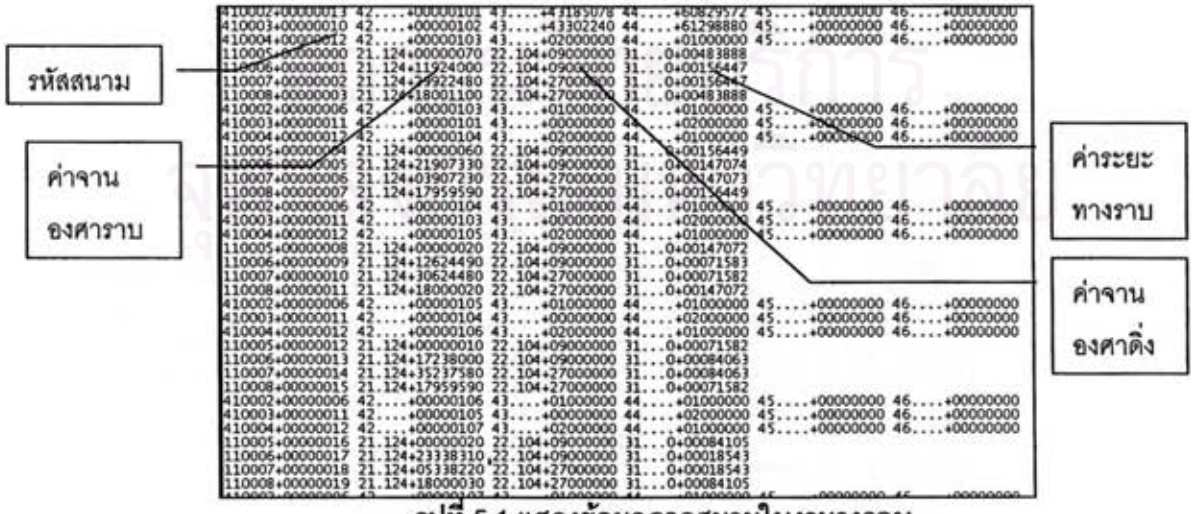
ในงานวิจัยนี้ได้มีการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรมการผลิตแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต วัตถุประสงค์เพื่อทำการตรวจสอบระบบการทำงานภาคสนามและระบบการประมวลผลบนอินเตอร์ รวมถึงศึกษาข้อดี ข้อเสีย ของระบบการทำงาน โดยพื้นที่ตัวอย่าง คือ บริเวณวัดกาญจนบุรีเก่า (วัดนางพิม) อ.ลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ 2547 โดยในขั้นตอนการเก็บข้อมูลและประมวลผลจะประกอบไปด้วยการเก็บข้อมูล 3 ส่วน คือ งานวงรอบ งานระดับ และงานเก็บรายละเอียดตามลำดับ

5.1 รายละเอียดของการรังวัดภาคสนาม

ข้อมูลภาคสนามที่ทำการเก็บจะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

5.1.1 การรังวัดวงรอบ

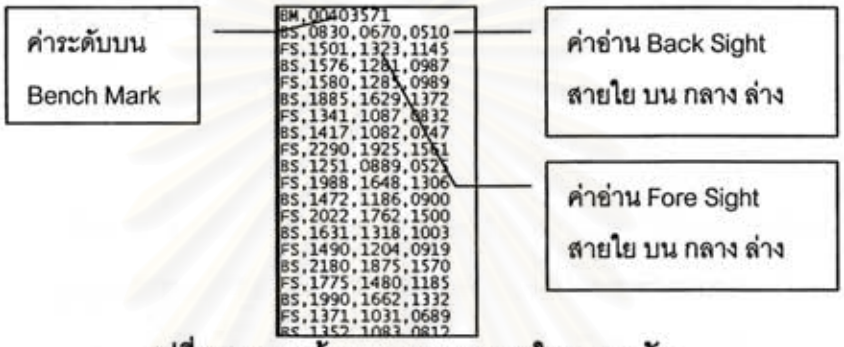
- ใช้เครื่องมือกล้อง Total Station Leica รุ่น TC307
- วงรอบเป็นวงรอบปิด 2 มิติ มีจำนวน 7 หมุดอยู่ภายในบริเวณวัดกาญจนบุรีเก่า
- หมุดควบคุมจะอยู่นอกสถานีวงรอบ เป็นหมุดคู่ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งรู้ค่าพิกัดตะวันออก และพิกัดตะวันตก อยู่ห่างจากสถานีวงรอบประมาณ 50 เมตร
- การเก็บข้อมูลจะทำการวัดข้อมูลจำนวน 2 ชุด (วัดหน้าซ้าย-หน้าขวา-หน้าขวา-หน้าซ้าย ถือเป็นการวัดหนึ่งชุด) ตามข้อมาตรฐานข้อกำหนดของงานชั้น 3 ของ FGCC ปี 1984
- จากรูปที่ 5-1 จะแสดงข้อมูลภาคสนามในงานวงรอบ



รูปที่ 5-1 แสดงข้อมูลภาคสนามในงานวงรอบ

5.1.2 การรังวัดระดับ

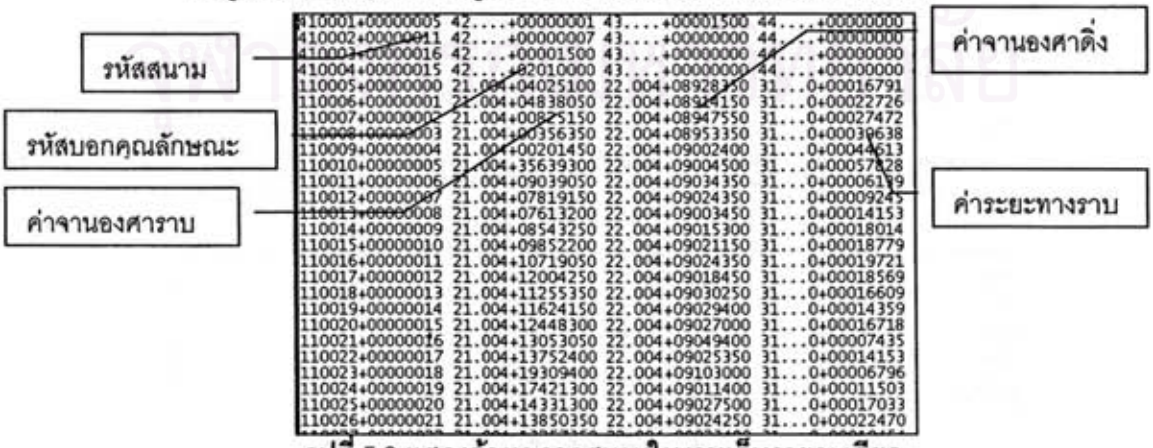
- ใช้เครื่องมือกล้องระดับอัตโนมัติ Leica รุ่น NA20 ซึ่งเป็นกล้องระดับธรรมดา
- หมุดควบคุมทางดิ่งจะอยู่ในบริเวณวัดลาดหญ้า อ.ลาดหญ้า จ.กาญจนบุรี ระยะทางห่างจากสถานีวงรอบประมาณ 3 กิโลเมตร
- วิธีการรังวัดใช้ระบบการอ่านค่า 3 สายใย ไปกลับใช้เวลาในการทำงานหนึ่งวัน
- จากรูปที่ 5-2 จะแสดงข้อมูลภาคสนามในงานระดับ ซึ่งนำเข้าด้วยมือบนโปรแกรม Text Editor



รูปที่ 5-2 แสดงข้อมูลงานภาคสนามในงานระดับ

5.1.3 การรังวัดรายละเอียดแผนที่

- ใช้เครื่องมือกล้อง Total Station Leica รุ่น TC307 และปริซึมจำนวน 2 อันในการเก็บรายละเอียด
- การรังวัดใช้กล้องหน้าซ้ายหน้าเดียว
- ข้อมูลที่ทำการเก็บรายละเอียดมีจำนวนประมาณ 700 จุด ข้อมูลประเภทจุดโดยมากจะเป็นต้นไม้ ส่วนข้อมูลประเภทเส้นและรูปปิดจะเป็นอาคาร ถนน และแนวรั้ว ดังแสดงในภาพในภาคผนวก ข จะแสดงการให้รหัสบอกคุณลักษณะของข้อมูลประเภทเส้น และรูปปิด
- จากรูปที่ 5–3 จะแสดงข้อมูลงานภาคสนามในงานเก็บรายละเอียด



รูปที่ 5-3 แสดงข้อมูลภาคสนามในงานเก็บรายละเอียด

5.2 ทีมงานทดสอบ

- ได้มีการทดสอบการทำงานต่างๆ ภาคสนาม โดยใช้นิสิตชั้นปีที่ 3 จำนวน 4 คน ซึ่งไม่เคยใช้ระบบนี้มาก่อน ในพื้นที่บริเวณในวัดกาญจนบุรีเก่า (วัดนางพิม) อ.ลาดหญ้า จ.กาญจนบุรี
- ขนาดพื้นที่ทำงานขนาด 21 ไร่ 2 งาน 25 ตารางวา
- ใช้ระยะเวลาในการทำงานทั้งหมด 3 วัน แบ่งเป็นงานวงรอบหนึ่งวัน งานเดินระดับหนึ่งวัน และงานเก็บรายละเอียดหนึ่งวัน
- การทำงานควบคุมทำตามข้อกำหนดมาตรฐานงานชั้น 3 ของ FGCC ปี 1984

5.3 ผลลัพธ์การใช้งานโปรแกรม

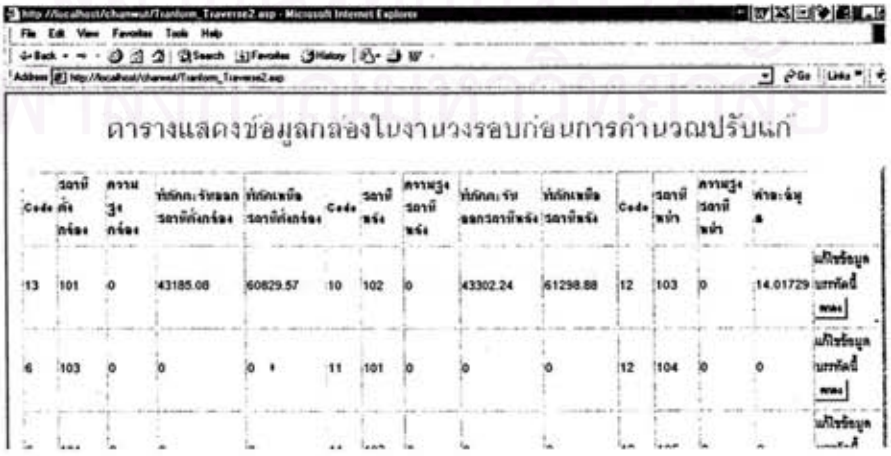
5.3.1 การอัปโหลดข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์

จากรูปที่ 5-4 แสดงให้เห็นตัวอย่างผลลัพธ์การอัปโหลดข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ โดยขนาดของไฟล์วงรอบจะมีขนาด 7798 ไบต์ และแสดงตำแหน่งที่จัดเก็บไฟล์ที่ทำการอัปโหลด

รูปที่ 5-4 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์การอัปโหลดข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์

5.3.2 การจัดการข้อมูล

จากรูปที่ 5-5 จะแสดงข้อมูลในส่วน Setup Data ของงานวงรอบ ข้อมูลจะประกอบไปด้วยค่ารหัสสนาม ชื่อและความสูงของสถานีตั้งกล้อง สถานีหลัง สถานีหน้า และค่าอะซิมุท



รูปที่ 5-5 แสดงข้อมูลในส่วน Setup Data ของงานวงรอบ

จากรูปที่ 5-6 จะแสดงข้อมูลในส่วน Measurement Data ในงานวงรอบ ข้อมูลจะประกอบไปด้วยชื่อสถานีตั้งกล้อง ค่าอ่านจานองศาราบ ค่าอ่านจานองศาดิ่ง ระยะทางราบ และระยะทางเอียง

ตารางแสดงข้อมูลรังวัดในงานวงรอบก่อนการคำนวณปรับแก้

สถานีตั้งกล้อง	จุดที่	ค่าจานองศาราบ	ค่าจานองศาดิ่ง	ระยะทางเอียง	ระยะทางราบ	
101	0	1.944444E-03	90	483.888	483.888	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
101	1	119.4	90	156.447	156.447	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
101	2	299.38	270	156.447	156.447	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
101	3	180.0194	270	483.888	483.888	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
103	4	1.666667E-03	90	156.449	156.449	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
103	5	219.1258	90	147.074	147.074	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
103	6	39.12305	270	147.073	147.073	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
103	7	179.9997	270	156.449	156.449	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
104	8	5.555556E-04	90	147.072	147.072	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
104	9	126.4136	90	71.583	71.583	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง

รูปที่ 5-6 แสดงข้อมูลในส่วน Measurement Data ในงานวงรอบ

จากรูปที่ 5-7 จะแสดงข้อมูลของงานระดับ ข้อมูลจะประกอบไปด้วยค่าอ่านสามสายใยของจุด Back Sight และของจุด Fore Sight ค่าอ่าน IFS และค่าระดับของจุด Bench Mark (BM)

ตารางแสดงข้อมูลรังวัดในงานระดับก่อนการปรับแก้

จุดที่	สถานีหลัง	ค่าอ่านสายใยบน	ค่าอ่านสายใยกลาง	ค่าอ่านสายใยล่าง	ค่า Int1	ค่า Int2	ระยะทางสถานีหลัง	สถานีหน้า	ค่าอ่านสายใยบน	ค่าอ่านสายใยกลาง	ค่าอ่านสายใยล่าง	ค่า Int1	ค่า Int2	ระยะทางสถานีหน้า	จุด IFs	ค่าIFs	ค่าระดับ B.M	
1	1	.83	.67	.51	.16	.16	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40.3571	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
2	2	1.576	1.281	.987	.295	.294	58.9	2	1.501	1.323	1.145	.178	.178	35.6	0	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
3	3	1.885	1.629	1.372	.256	.257	51.3	3	1.58	1.285	.989	.295	.296	59.1	0	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง

รูปที่ 5-7 แสดงข้อมูลก่อนการปรับแก้ในงานระดับ

จากรูปที่ 5-8 จะแสดงข้อมูลในส่วน Setup Data ของงานเก็บรายละเอียด ข้อมูลจะประกอบไปด้วยค่ารหัสสนาม ชื่อและความสูงของสถานีตั้งกล้อง สถานีหลัง ค่าพิกัดตะวันออก ค่าพิกัดเหนือ ค่าระดับ และค่าอะซิมุท

ตารางแสดงข้อมูลกล้องในงานเก็บรายละเอียดก่อนการปรับแก้

สถานี	Code1	สถานีตั้งกล้อง	ความสูงกล้อง	Code2	สถานีหลัง	ความสูงสถานีหลัง	ค่าอะซิมุธ	ที่กัดตะวันออก	ที่กัดเหนือ	ค่าระดับ	
1	5	1	1.5	11	7	0	195.1556	43456.03	60497.54	39.10773	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
2	5	2	1.44	11	1	0	293.8955	43439.09	60435.02	38.59683	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
3	5	3	1.56	11	2	0	196.3969	43362.23	60469.07	39.04383	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
4	5	4	1.49	11	3	0	96.76982	43344.05	60407.29	39.40483	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
5	5	5	1.49	11	4	0	108.8032	43429.58	60397.13	38.73987	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
6	5	6	1.48	11	5	0	358.9784	43522.03	60365.66	39.68283	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง

รูปที่ 5-8 แสดงข้อมูลในส่วน Setup Data ของงานเก็บรายละเอียด

จากรูปที่ 5-9 จะแสดงข้อมูลในส่วน Measurement Data ในงานเก็บรายละเอียด ข้อมูลจะประกอบไปด้วยชื่อสถานีตั้งกล้อง ค่าความสูงเป้า ค่าอ่านจานองศาราบ ค่าอ่านจานองศาดิ่ง ระยะทางราบ และค่ารหัสบอกคุณลักษณะ

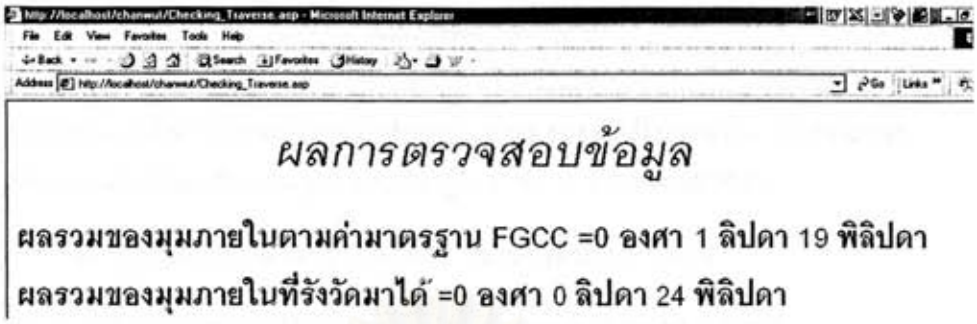
ตารางแสดงข้อมูลรังวัดในงานเก็บรายละเอียดก่อนการปรับแก้

สถานีตั้งกล้อง	จุดที่	ความสูงเป้า	ค่าจานองศาราบ	ค่าจานองศาดิ่ง	ระยะทางเฉียง	ระยะทางราบ	ค่า ObjectId	ค่า ObjectType	ค่า GeometryDescriptor	ค่า Offset	
1	0	1.5	40.41945	89.47639	16.7917	16.791	201	0	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
1	1	1.5	48.63472	89.2375	22.72801	22.726	201	0	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
1	2	1.5	8.420834	89.79861	27.47217	27.472	201	0	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง
1	3	1.5	3.943056	89.89306	39.63807	39.638	201	0	0	0	แก้ไขข้อมูลบรรทัดนี้ ตกลง

รูปที่ 5-9 แสดงข้อมูลในส่วน Measurement ของงานเก็บรายละเอียด

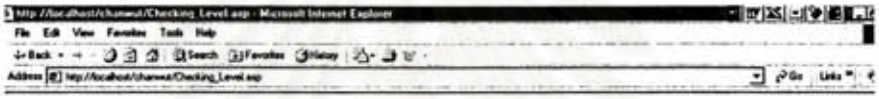
5.3.3 การตรวจสอบข้อมูลตามเกณฑ์กำหนด

จากรูปที่ 5-10 จะแสดงผลการตรวจสอบข้อมูลในงานวงรอบ โดยค่ามุมภายในตามเกณฑ์งานชั้น 3 จะมีค่าเท่ากับ 1 ลิปดา 19 พิลิปดา ค่ามุมภายในที่สามารถปฏิบัติได้จริงมีค่าเท่ากับ 24 พิลิปดา ถือว่าผ่านเกณฑ์งานชั้น 3



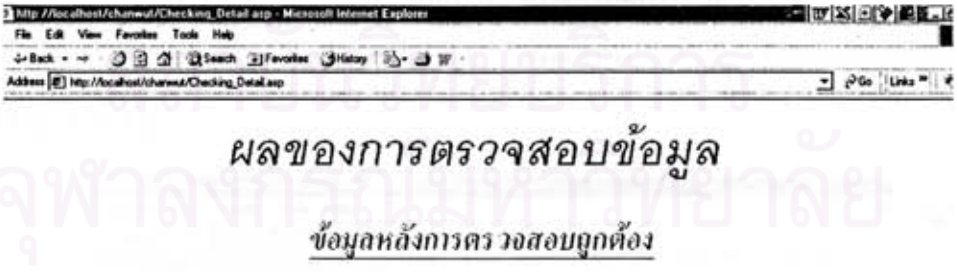
รูปที่ 5-10 แสดงผลการตรวจสอบข้อมูลงานวงรอบ

จากรูปที่ 5-11 จะแสดงผลลัพธ์ของการตรวจสอบข้อมูลในงานระดับ โดยค่ามาตรฐานของงานวงรอบชั้น 3 ในงานนี้คือ 18.645 มิลลิเมตร ส่วนที่ปฏิบัติจริงทำได้ 0.525 มิลลิเมตร ถือว่าผ่านเกณฑ์ค่ามาตราฐาน



รูปที่ 5-11 แสดงผลการตรวจสอบข้อมูลงานระดับ

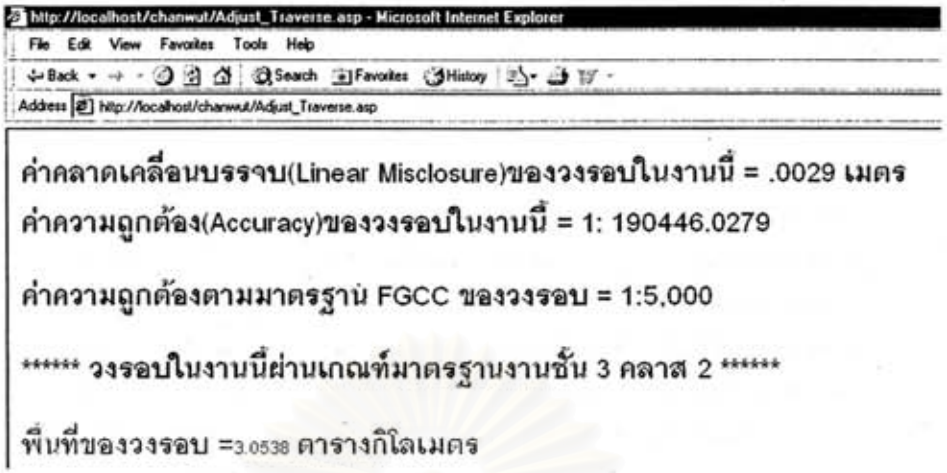
จากรูปที่ 5-12 จะแสดงผลการตรวจสอบข้อมูลในงานเก็บรายละเอียด โดยในงานนี้มีการปฏิบัติงานในขั้นตอนนี้ได้ถูกต้อง



รูปที่ 5-12 แสดงผลการตรวจสอบข้อมูลงานเก็บรายละเอียด

5.3.4 การคำนวณปรับแก้ข้อมูล

จากรูปที่ 5-13 จะแสดงผลการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ โปรแกรมจะแสดงข้อมูล Misclosure ค่าความถูกต้องของงาน และขนาดพื้นที่ของวงรอบ



รูปที่ 5-13 แสดงผลการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ

จากรูปที่ 5-14 จะแสดงตารางผลการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ ประกอบไปด้วยข้อมูลค่าพิกัดสถานีวงรอบ ค่าระยะตะวันออก ค่าระยะเหนือ และระยะทางในเส้นวงรอบ

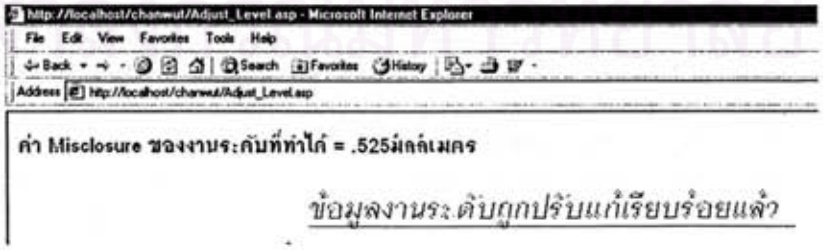
ตารางแสดงข้อมูลงานวงรอบหลังการคำนวณปรับแก้(หมุดในวงรอบ)

Username คือ = W , Job คือ = W

จุดที่	ระยะทิศ ตะวันออก	ระยะทิศ เหนือ	ค่าจาก องศาราบ	ค่า จาก องศา ทิศ	ค่าระยะทาง ระยะทิศ หลัง	ค่าระยะทาง ระยะทิศ หน้า	ค่าระยะทิศ หลังปรับแก้	ค่า Departure	ค่า Latitude	ค่าDepCor	ค่าLatCor	ค่าDep หลังปรับแก้	ค่าLat หลังปรับแก้	ค่าพิกัด ตะวันออก	ค่าพิกัด เหนือ
1	1	7	2	66.74445	0	82.399	64.775	195.1556	-16.93472	-62.52213	4.40987E-04	-2.907836E-03	-16.93477	-62.52179	43456.03	60497.54
2	2	1	3	278.7399	0	64.7715	84.073	293.8955	-76.86689	34.05511	4.40987E-04	-2.907836E-03	-76.86696	34.05554	43439.09	60435.02
3	3	2	4	82.50139	0	84.0675	64.404	196.3969	-18.18039	-61.78469	4.40987E-04	-2.907836E-03	-18.18044	-61.78436	43362.23	60469.07

รูปที่ 5-14 แสดงตารางผลการคำนวณปรับแก้ในงานวงรอบ

จากรูปที่ 5-15 จะแสดงผลการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ โปรแกรมจะแสดงข้อมูล Misclosure ของงาน



รูปที่ 5-15, แสดงผลการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ

จากรูปที่ 5-16 จะแสดงตารางผลการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ ประกอบไปด้วยข้อมูลค่าระยะ Back Sight ระยะ Fore Sight ค่าระดับก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้

ตารางแสดงข้อมูลงานระดับหลังการคำนวณปรับแก้

Username คือ = W , Job คือ = W

จุดที่	ค่าวิถีหลัง	ค่าวิถีหน้า	จุดIFS	ค่าIFS	ความสูงกล้อง	ค่าระดับ	ระยะทาง	ค่าCOR	ค่าระดับหลังการปรับแก้
1	.67	0	0	0	41.0271	40.3571	0	0	40.3571
2	1.281333	1.323	0	0	40.98544	39.7041	67.6	7.350068E-03	39.69675
3	1.628667	1.284667	0	0	41.32943	39.70077	185.6	2.018007E-02	39.68059
4	1.082	1.086667	0	0	41.32477	40.24277	287.8	3.129215E-02	40.21148
5	.8883333	1.925333	0	0	40.28777	39.39943	427.7	4.650331E-02	39.35293
6	1.186	1.647334	0	0	39.82643	38.64043	568.5	6.181233E-02	38.57862
7	1.317333	1.761333	0	0	39.38243	38.0651	677.9	7.370727E-02	37.99139
8	1.875	1.204333	0	0	40.0531	38.1781	797.8	8.674386E-02	38.09135

รูปที่ 5-16 แสดงตารางผลการคำนวณปรับแก้ในงานระดับ

จากรูปที่ 5-17 จะแสดงผลการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด ซึ่งผลการคำนวณปรับแก้สมบูรณ์

รูปที่ 5-17 แสดงผลการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด

จากรูปที่ 5-18 จะแสดงตารางผลการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด ประกอบไปด้วยข้อมูลชื่อสถานีตั้งกล้อง ความสูงกล้อง ความสูงเป้า ค่ารหัสบอกคุณลักษณะ ค่าจานองศาราบ ค่าจานองศาดิ่ง ค่าระยะทางราบ ค่าอะซิมุท ค่าพิกัดตะวันออก ค่าพิกัดเหนือ และค่าระดับ

ตารางแสดงข้อมูลงานเก็บรายละเอียดหลังการคำนวณ

Username คือ = I , Job คือ = I

จุดที่	สถานีตั้งกล้อง	ความสูงกล้อง	ความสูงเป้า	ค่า ObjectID	ค่า ObjectType	ค่า GeometryDescriptor	ค่าจานองศาราบ	ค่าจานองศาดิ่ง	ระยะทางราบ	ค่าอะซิมุธ	ค่าพิกัดตะวันออก	ค่าพิกัดเหนือ	ค่าระดับ
0	1	1.5	1.5	201	0	0	40.41945	89.47639	16.791	168.8306	43459.28	60481.07	39.26121
1	1	1.5	1.5	201	0	0	48.63472	89.2375	22.726	177.0459	43457.2	60474.84	39.41022
2	1	1.5	1.5	201	0	0	8.420834	89.79861	27.472	136.832	43474.82	60477.5	39.20433
3	1	1.5	1.5	201	0	0	3.943056	89.89306	39.638	132.3542	43485.32	60470.84	39.18177
4	1	1.5	1.5	201	0	0	2.029167	90.04444	44.613	130.4404	43489.99	60468.6	39.07318
5	1	1.5	1.5	201	0	0	356.6583	90.08056	57.828	125.0695	43503.36	60464.31	39.0265

รูปที่ 5-18 แสดงตารางผลการคำนวณในงานเก็บรายละเอียด

5.4 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์โดยตรง

ข้อมูลรังวัดหลังจากทำการประมวลผลเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมการแสดงผลสามารถ Export ไฟล์แผนที่ภูมิประเทศเพื่อนำไปแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงได้ โดยไฟล์ดังกล่าวจะเป็นไฟล์ SVG ซึ่งสามารถแสดงผลให้ผู้ใช้งานเห็นลักษณะของพื้นที่ที่ทำการเก็บข้อมูล รวมถึงความถูกต้องของพื้นที่ที่ทำการเก็บข้อมูลมาได้ในทันที เพื่อใช้ในการวางแผน และออกแบบในเบื้องต้น ดังในรูปที่ 5-19

รูปที่ 5-19 แสดงแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์โดยตรง

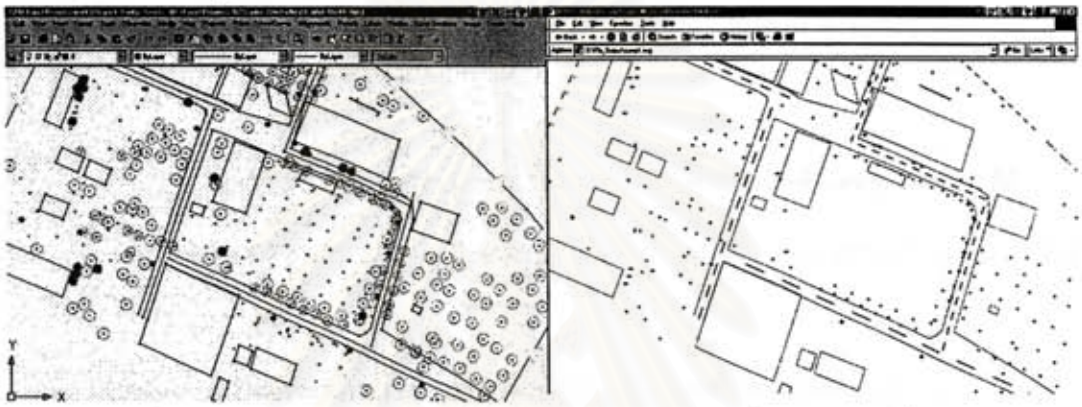
5.5 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม AutoCad Land Development

การแสดงผลด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม AutoCad Land Development ในงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมการประมวลผล และโปรแกรมการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศที่ทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งข้อมูลแผนที่ที่ได้จากการแสดงผลประเภทนี้ สามารถนำไปใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งขั้นตอนและวิธีการในการนำเข้าข้อมูล การแสดงผลสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ค

5.6 ผลการทดสอบการใช้งานระบบ

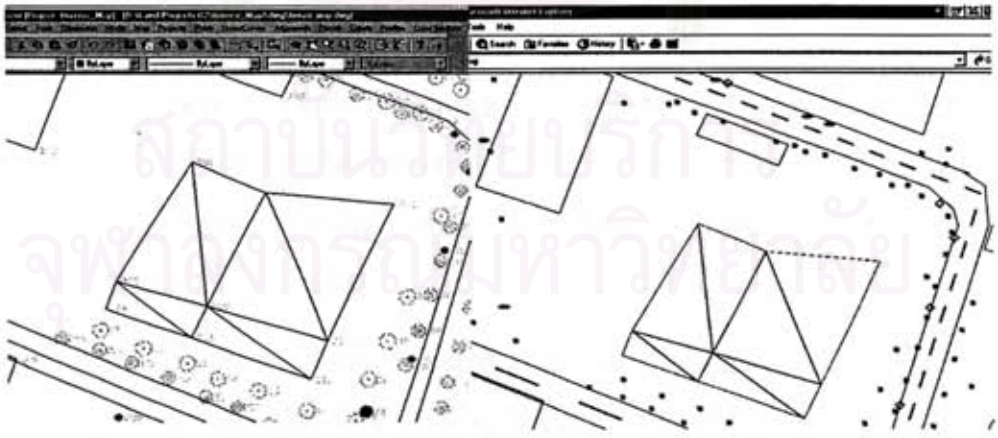
5.6.1 ผลปรากฏว่านิสิตสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ภายในระยะเวลา 1-2 วัน และปฏิบัติงานภาคสนาม รวมถึงประมวลผลแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศได้แล้วเสร็จภายใน 3 วั

5.6.2 จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ในการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วยวิธีแสดงผลด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม AutoCad Land Development และแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงด้วยโปรแกรม SVG Viewer ดังรูปที่ 5-20 พบว่าทั้งสองวิธีให้ผลลัพธ์เป็นแผนที่ภูมิประเทศที่มีลักษณะที่ตรงกัน และแผนที่ภูมิประเทศที่แสดงผลสามารถนำไปใช้งานได้จริง



รูปที่ 5-20 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศทั้ง 2 วิธี

5.6.3 จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ในการแสดงผลเส้น TIN ด้วยวิธีแสดงผลด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม AutoCad Land Development และแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงด้วยโปรแกรม SVG Viewer ดังรูปที่ 5-21 พบว่าทั้งสองวิธีให้ผลลัพธ์เป็นเส้น TIN ที่มีลักษณะตรงกันเช่นกัน



รูปที่ 5-21 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงผลเส้น TIN ทั้ง 2 วิธี

5.6.4 จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ในการแสดงผลเส้นชั้นความสูง ด้วยวิธีแสดงผลด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม AutoCad Land Development และแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงด้วย

โปรแกรม SVG Viewer ดังรูปที่ 5-22 พบว่าทั้งสองวิธีให้ผลลัพธ์เป็นเส้นชั้นความสูงที่มีลักษณะตรงกันเช่นกัน

รูปที่ 5-22 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงผลเส้นชั้นความสูง ทั้ง 2 วิธี

5.6.5 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วยโปรแกรม AutoCad Land Development มีข้อดีและข้อเสีย ดังต่อไปนี้

ข้อดีของการแสดงผลด้วยโปรแกรม AutoCad Land Development **คือ**

1) ผู้ใช้งานจะได้ไฟล์ข้อมูลประเภท Cad File ซึ่งข้อมูลกราฟิกประเภทนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้อย่างแพร่หลาย เช่น การวางแผนการก่อสร้าง วางแนวถนน เป็นต้น

2) ไฟล์ประเภท Cad File สามารถแปลงข้อมูลไปเป็น Shape File (shp) เพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้อีกด้วย เช่น ในโปรแกรม Arc View จะใช้ Extension ชื่อ Cad Reader ในการแปลงข้อมูล

3) ในส่วนของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผล การแสดงผลประเภทนี้จะยืดหยุ่นมาก คือ ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงเองได้ โดยเข้าไปแก้ไขที่ Block File ที่ติดตั้งอยู่ในโปรแกรม

4) การแสดงผลประเภทนี้จะได้ไฟล์กราฟิกที่มีชั้นข้อมูล (Layer) ด้วย เช่น ชั้นข้อมูลถนน ระบบไฟฟ้า ระบบระบายน้ำ เป็นต้น

ข้อเสียของการแสดงผลด้วยโปรแกรม AutoCad Land Development **คือ**

1) ผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในการใช้งานโปรแกรม AutoCad Land Development

2) การแสดงผลจะต้องมีการ Download ข้อมูล Block File และ Description Key ไปติดตั้ง หากไม่มีไฟล์ดังกล่าวก็ไม่สามารถแสดงผลได้

3) การแสดงผลประเภทนี้จะต้องมีติดตั้งโปรแกรม AutoCad Land Development ซึ่งมีต้นทุนเรื่องของราคา

5.6.6 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงมีข้อดี และข้อเสียดังต่อไปนี้

ข้อดีของการแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์โดยตรง คือ

1) ผู้ใช้งานสามารถเห็นแผนที่ภูมิประเทศที่ทำการสร้างจากข้อมูลภาคสนามได้ทันที ทุกสถานี โดยไม่ต้องใช้โปรแกรมในการสร้างแผนที่อื่นประกอบอีก

2) สามารถแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศได้ทันที ไม่ต้องผ่านกระบวนการใดๆ อีก ทำให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ทำการรังวัดได้ทันที

ข้อเสียของการแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์โดยตรง คือ

1) แผนที่ที่ได้ไม่สามารถไปใช้งานได้ ใช้เพียงสำหรับเพื่อดูพิจารณาลักษณะของแผนที่เท่านั้น

2) เรื่องของสัญลักษณ์ที่แสดงผล หากผู้ใช้งานจะทำการแก้ไขต้องไปทำการแก้ไขที่ SVG หลังจากโปรแกรม Export ข้อมูลแล้ว โดยผู้ใช้งานต้องมีความรู้ภาษา SVG หรือสามารถเขียนให้เป็น SVG ที่มี User Interface ให้ผู้ใช้เลือกสัญลักษณ์เอง

การแสดงผลข้อมูลเส้น TIN และเส้นชั้นความสูง จะมีข้อจำกัดคือ การแสดงเส้น TIN หากข้อมูลมีปริมาณมากเกินไปจะไม่สามารถแสดงผลได้ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องการทำงานบนเซิร์ฟเวอร์ ส่วนการแสดงผลเส้นชั้นความสูง จะแสดงผลได้เฉพาะบริเวณที่มีข้อมูลค่าจุดระดับเป็นแบบ Grid เท่านั้น และต้องมีจำนวนแถวที่เท่ากันด้วย ส่วนการแสดงผลแบบ Stand Alone ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องนี้

5.7 การวิเคราะห์ผล

5.7.1 ในการทดสอบระบบการปฏิบัติงานภาคสนามด้วยระบบรหัสสนามที่จัดทำขึ้นนี้เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยการจดในสมุดสนาม พบว่าจะประหยัดเวลาในขั้นตอนการเก็บรายละเอียดไปได้มาก โดยเฉพาะข้อมูลประเภทจุด (Point) จะลดเวลาการในการจดข้อมูลได้มาก เช่น ในการเก็บข้อมูลต้นไม้ เมื่อทำการกำหนดค่ารหัสบอกคุณลักษณะ (Feature Code) แล้วก็สามารถทำการเก็บข้อมูลประเภทนี้ในบริเวณหมุดที่ทำการเก็บจนหมดโดยไม่ต้องกำหนดใหม่ เมื่อเก็บจนครบแล้วจึงทำการกำหนดรหัสบอกคุณลักษณะใหม่ ซึ่งถ้าเป็นการจดบนสมุดสนามจะต้องทำการจดข้อมูลทุกครั้งที่ทำการวัด เป็นต้น

5.7.2 ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมการประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ตในงานวิจัยนี้ ทำโดยนำแผนที่ภูมิประเทศที่แสดงผลทั้งในแบบบนเว็บบราวเซอร์โดยตรง และแบบ Stand Alone บนโปรแกรม AutoCad Land Development ทำการตรวจสอบกับภูมิประเทศจริงในสนาม พบว่าตำแหน่งของวัตถุ และรูปร่างของวัตถุต่างๆ ในแผนที่ที่แสดงผลมีลักษณะตรงกับพื้นที่จริง แสดงถึงคุณภาพของการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศเป็นที่พึงพอใจ

5.7.3 การแสดงผลเส้น TIN และเส้นชั้นความสูง ในส่วนของการแสดงผลด้วยโปรแกรม AutoCad Land Development สามารถแสดงได้ดี แต่ในการแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงนั้นมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนจุดระดับ และลักษณะการเก็บข้อมูล

5.7.4 การบันทึกข้อมูลด้วยระบบรหัสสนาม จะป้องกันความผิดพลาดในเรื่องการอ่านการจดข้อมูลในสนาม และมีความรวดเร็วกว่าระบบการจดบนสมุดสนาม

ข้อเสีย คือ หากผู้ทำงานยังไม่คุ้นเคยกับระบบ ในระยะแรกอาจจะเสียเวลาในการทำงานมากกว่าการจดในสมุดสนาม

5.7.5 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมการประมวลเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศจะมีขั้นตอนการทำงานเป็นลำดับง่ายกับการเข้าใจ และใช้งานของผู้ใช้งาน

5.7.6 ในขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมประมวลผล บางขั้นตอนยังมีลักษณะที่ยังไม่อัตโนมัติเท่าที่ควรยังต้องใช้การตัดสินใจของผู้ใช้งานเข้าช่วยในการทำงาน เช่น ในขั้นการนำเข้าข้อมูลงานวงรอบ ผู้ใช้งานยังต้องทำการนำเข้าจำนวนชุดของข้อมูลรังวัด โปรแกรมยังไม่สามารถรับรู้ได้เองว่าข้อมูลมีจำนวนชุดรังวัดต่อสถานีกี่ชุด และในขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูล โปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้นยังไม่มีขีดความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลรังวัดที่มีการวัดผิดเป้าได้ ยังจำเป็นต้องใช้สายตาของผู้ใช้งานในการตรวจสอบข้อมูล เป็นต้น

5.7.7 ขั้นตอนการแสดงผลข้อมูลบนเว็บบราวเซอร์โดยตรงด้วย SVG นั้น ยังสามารถพัฒนาให้หน้าจอมีการตอบโต้กับผู้ใช้งานได้อีกมาก เช่น สามารถเลือกไปยังวัตถุบนแผนที่แล้วโปรแกรมก็สามารถแสดงค่าพิกัด และข้อมูลอรรถาธิบายของวัตถุได้ เป็นต้น

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากที่ได้กล่าวถึงหลักการ ทฤษฎีและข้อพิจารณาอื่นซึ่งใช้ประกอบการวิจัย ตามเนื้อหาที่ได้กล่าวถึงในบทต่างๆ ก่อนหน้านี้ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงระบบการทำงานภาคสนาม และเข้าใจถึงระบบการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต พร้อมกันนี้ได้ทดลองนำระบบการทำงานภาคสนามที่จัดสร้างขึ้นนี้ออกใช้ปฏิบัติงานจริงในสนาม รวมถึงประมวลผลและแสดงผลด้วยโปรแกรมการประมวลผลข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้นจนเป็นผลสำเร็จ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปที่ได้จากการวิจัย การวิเคราะห์ผล ข้อเสนอแนะ ตลอดจนประโยชน์ที่ได้รับ โดยยึดแนวสมมุติฐานและทฤษฎีต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วในบทต่างๆ ก่อนหน้านี้

6.1 ผลการวิจัย

จากการวิจัยตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้ สามารถจัดสร้างระบบการรังวัดแผนที่ภูมิประเทศภาคสนาม และพัฒนาโปรแกรมการประมวลแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ตได้จนแล้วเสร็จ และผลจากการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ทั้งนี้จากการทดลองนำระบบการทำงานภาคสนาม และโปรแกรมการประมวลแผนที่ภูมิประเทศที่พัฒนาขึ้นออกใช้ปฏิบัติงานในพื้นที่ตัวอย่างสามารถสรุปผลการวิจัยที่ได้ดังต่อไปนี้

6.1.1 สามารถจัดสร้างระบบงานสนามสำหรับใช้งานร่วมกับกล้องโททอลสเตชัน 3 ยี่ห้อ คือ ยี่ห้อ Leica ซึ่งข้อมูลมีรูปแบบ GSI ยี่ห้อ Topcon ซึ่งข้อมูลมีรูปแบบ DAT และยี่ห้อ Sokkia ซึ่งข้อมูลมีรูปแบบ SDR

ในส่วนของรายละเอียดของรหัสสนามที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แสดงในตารางที่ 2-3 รวมถึงการระบุลักษณะของข้อมูลรายละเอียดต่างๆ จะใช้รหัสบอกคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 2-4 ซึ่งจะมีทั้งระบบที่เป็นตัวเลข และแบบเป็นตัวอักษรให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

ข้อเสียของระบบรหัสสนามและรหัสบอกคุณลักษณะ คือ ข้อมูลรหัสมีปริมาณมากขณะใช้งานต้องมีการดูรหัสประกอบไปด้วย

6.1.2 สามารถกำหนดรูปแบบและขั้นตอนวิธีการในการปฏิบัติงานภาคสนาม ทั้งนี้เนื่องจากในการปฏิบัติงานภาคสนามจำเป็นต้องมีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน เพื่อให้ข้อมูลงานรังวัดภาคสนามมีความสอดคล้องกับโปรแกรมการประมวลแผนที่ภูมิประเทศที่พัฒนาขึ้น ง่ายต่อการตรวจสอบและประมวลผลในภาคหลัง ดังนั้นในการวิจัยนี้ได้กำหนด

ต้นฉบับไม่มีหน้านี้

NO THIS PAGE IN ORIGINAL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.4 ผลจากการนำระบบไปใช้งานจริงได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่ภูมิประเทศ รวมถึงข้อมูล TIN เส้นชั้นความสูง ทั้งแบบแสดงผลบนอินเตอร์เน็ตและแสดงผลด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม AutoCad Land Development ให้ผลลัพธ์ที่มีลักษณะตรงกัน

6.1.5 ระบบการทำงานของโปรแกรมย่อยที่ทำการพัฒนาขึ้นนี้ สามารถทำงานร่วมกันได้จริง หากปฏิบัติตามวิธีการอย่างถูกต้อง

6.1.6 สมรรถนะของโปรแกรมการประมวลผลแผนที่ที่พัฒนาขึ้นนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งเป้าหมายไว้

6.1.7 ปัญหาและความยุ่งยากในการทำงานภาคสนามและงานสำนักงาน อาจจะมีบางส่วน แต่ไม่ใช่ส่วนที่สำคัญในการทำงาน

6.2 ข้อเสนอแนะ

การรังวัดเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศด้วยการใช้ระบบรหัสสนาม ประกอบกับการใช้โปรแกรมการประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต จะมีข้อดีและข้อเสียดังจะสรุปได้ดังต่อไปนี้

6.2.1 ส่วนของรหัสสนามในงานวิจัยนี้จะมีการกำหนดให้มีลักษณะตายตัวเพื่อให้โปรแกรมสามารถรับรู้วิธีการ และขั้นตอนในการทำงาน ผู้ใช้งานควรมีการพัฒนาให้มีความยืดหยุ่นกว่านี้ เพื่อหลีกเลี่ยงขีดจำกัดที่ผู้ใช้งานไม่สามารถทำการกำหนดรหัสสนามนี้ขึ้นเองได้

6.2.2 ในงานวิจัยจะเน้นในส่วนของการผลิตแผนที่ภูมิประเทศ ดังนั้นในส่วนของการแสดงผลบนอินเตอร์เน็ตในการสร้าง TIN และเส้นชั้นความสูงจะมีข้อจำกัดดังนี้ การสร้าง TIN จะมีการกำหนดจำนวนจุดค่าระดับไม่ให้มากเกินไป และการสร้างเส้นชั้นความสูงจะแสดงผลเฉพาะค่าระดับที่มีการวางตัวเป็นลักษณะตาราง หรือ Grid เท่านั้น

6.2.3 ในการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศทั้งแบบ Stand Alone และบนเว็บบราวเซอร์โดยตรง การเลือกใช้งานในการแสดงผลควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการใช้งานเป็นหลัก

6.2.4 ระบบที่พัฒนาขึ้นยังมีขีดจำกัดอยู่ ควรต้องพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถด้านต่างๆ อีก เช่น ระบบการตรวจสอบข้อมูลก่อนนำเข้าข้อมูล เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้รับกับปัญหาเหล่านี้ได้ การทำงานด้วยระบบรหัสสนามและประมวลผลด้วยโปรแกรมการผลิตแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ตนี้ ควรมีการอบรมบุคลากรที่ทำงานให้มีเข้าใจที่ถูกต้องในการทำงาน จึงจะได้ระบบที่เหมาะใช้งานจริง

6.2.5 ระบบการตรวจสอบข้อมูล (Data Checking) ยังมีปัญหาอยู่หลายจุดที่ต้องการการปรับปรุง เช่น หากข้อมูลที่นำเข้ามีลักษณะที่ไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะไม่สามารถตรวจสอบได้ เป็นต้น

6.2.6 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศบนเว็บบราวเซอร์สามารถพัฒนาให้มีการแสดงผลที่มีประสิทธิภาพกว่านี้ได้อีกมาก เช่น สามารถแสดงค่าพิกัดบนหน้าจอ สามารถใส่ค่าข้อมูลอรรถาธิบายลงไปในวัตถุและแสดงผลข้อมูลขณะทำการเลือกวัตถุ เป็นต้น

6.2.7 การแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วยชุดคำสั่งของโปรแกรม Autocad Land Development สามารถทำการพัฒนาปรับปรุงให้แสดงผลประเภทเส้นแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีความสะดวกกว่า

6.2.8 ระบบการประมวลผลแผนที่ภูมิประเทศสามารถพัฒนาให้เป็นการส่งข้อมูลรังวัดกับอีเมล์ของผู้ใช้งานมาประมวลผลบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องทำการประมวลผลเอง จากนั้นหลังจากประมวลผลเสร็จโปรแกรมจึงส่งข้อมูลผลลัพธ์กลับมายังเครื่องไคลแอนท์ได้ ตามอีเมล์ที่ผู้ใช้งานส่งมากลับข้อมูลรังวัด

6.2.9 ในส่วนของระบบการจัดเก็บข้อมูลผู้ที่จะทำการพัฒนาควรพิจารณานำเอาเทคโนโลยี วิธีการมาตรฐานที่เกิดขึ้นใหม่ๆ มาใช้ เช่น การจัดเก็บข้อมูลเป็นรูปแบบ XML ซึ่งเป็นรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน และกล้องโททอลสเตชันรุ่นใหม่ๆ ก็มีการพัฒนาให้มีการส่งข้อมูลรังวัดออกมาเป็นไฟล์ประเภทนี้เช่นกัน ที่เรียกว่า LandXML ลักษณะในการจัดเก็บข้อมูลประเภทนี้จะมีลักษณะเป็น Tag Script ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลประเภทนี้มีข้อดี คือ มีลักษณะที่เป็นมาตรฐาน สามารถแปลงมาเป็นรูปแบบ SVG ซึ่งเป็นไฟล์ XML ประเภทหนึ่งเช่นกันเพื่อใช้สำหรับแสดงผลได้ง่าย สามารถแปลงกลับไปกลับมากันได้ และข้อมูลรูปแบบ XML นี้จะมีความยืดหยุ่นสามารถทำงานได้ในทุก Plat Form รองรับการพัฒนาทางด้านการจัดเก็บข้อมูลในอนาคตได้ดี

6.2.10 ระบบการจัดเก็บข้อมูลสามารถพัฒนาให้จัดเก็บในรูป GML ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถจัดเก็บข้อมูลอรรถาธิบายกับข้อมูลกราฟิกลงไปในไฟล์ประเภทนี้ สามารถนำไปใช้งานทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติภูมิ วรฉัตร. เพิ่มพลังอินเทอร์แอคทีฟให้เว็บเพจ ด้วย ASP. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:วิตตี้ กรุ๊ป, 2542.

ยืน ภู่วรวรรณ. พจนานุกรมคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2542.

วิชัย เยี่ยงวีรชน. การพัฒนาระบบงานสำรวจอัตโนมัติ. เอกสารการประชุมวิชาการสารสนเทศแห่งชาติครั้งที่ 1. หน้า 1-6. 27-28 มิถุนายน 2543 จังหวัดกรุงเทพมหานคร.

วิชัย เยี่ยงวีรชน. เอกสารประกอบการสอนวิชาการรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ การสำรวจรังวัด ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

วิชัย เยี่ยงวีรชน. เอกสารประกอบการสอนวิชาการสำรวจรังวัด เทคนิคการรังวัดในสนาม. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

วิชัย เยี่ยงวีรชน. เอกสารประกอบการสอนวิชาการสำรวจรังวัดอิเล็กทรอนิกส์ ระบบการใช้รหัส (Coding System). กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

วิชัย อาชวรังสรรค์. ระบบตรวจสอบข้อมูลสนามสำหรับเครื่องมือสำรวจสถานีรวม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Auspos [Computer software]. Australia: Space Geodesy Analysis Centre., 2003.

Autodesk field survey [Computer software]. United State: Autodesk., 1991.

Geocomp [Computer software]. Australian: Survey Computing Consultants (Development) Pty., 1993.

Griner, F. 1989. Efficient triangulation algorithm suitable for terrain modelling [Computer program]. Available from http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/terrain/triangulate/VB_Delaunary.zip[2003,December 26]

Software center wholesale price [Online]. Thailand. Available from http://software.co.th/search.asp [2003,December 26]

Wolf, P.R., Elementary surveying, 9th ed.(n.p.), 1993.

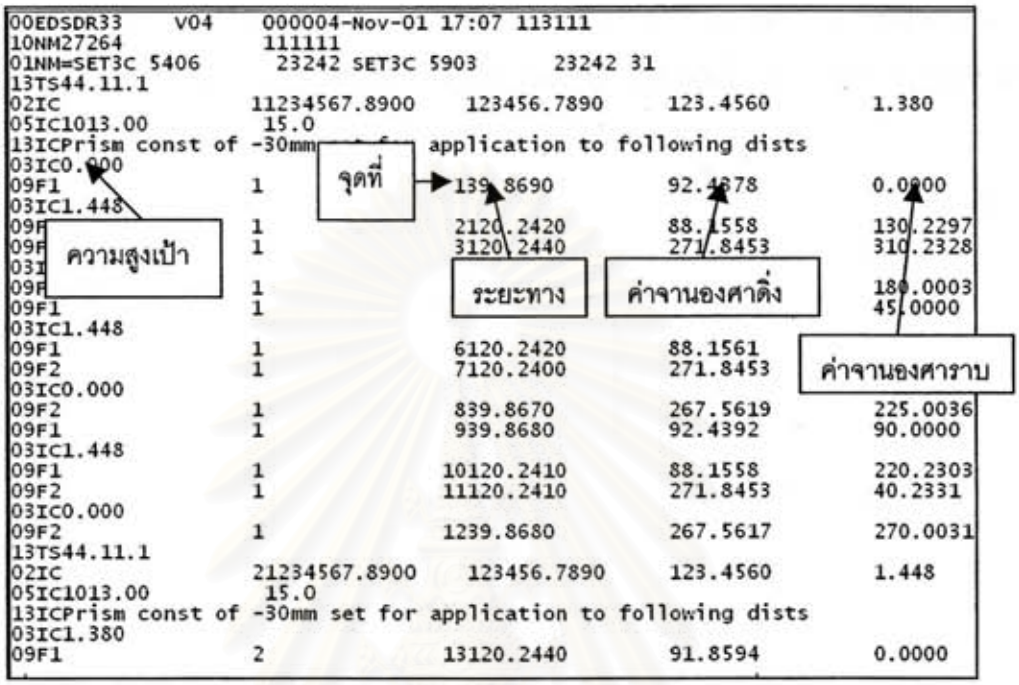
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

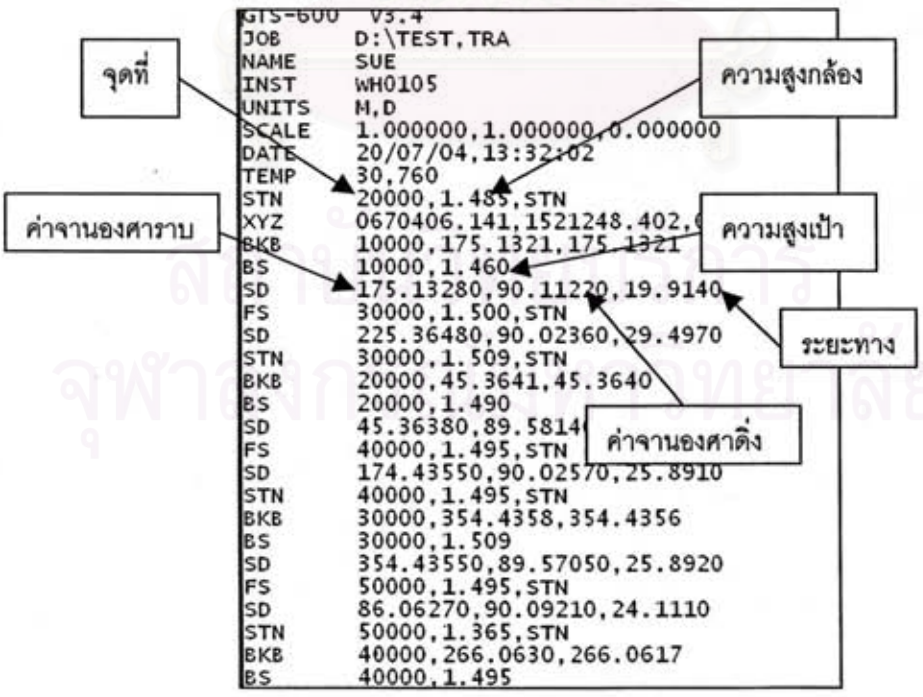
ภาคผนวก ก

ตัวอย่างข้อมูล SDR ของกล้องโททอลสเตชันยี่ห้อ Sokkia




```
00EDSDR33     V04    000004-Nov-01 17:07 113111
10NM27264            111111
01NM=SET3C 5406       23242 SET3C 5903       23242 31
13TS44.11.1
02IC                11234567.8900     123456.7890      123.4560          1.380
05IC1013.00          15.0
13ICPrism const of -30mm set for application to following dists
03IC0.000
09F1                1                 139.8690         92.4878           0.0000
03IC1.448
09F1                1                 2120.2420        88.1558           130.2297
09F2                1                 3120.2440        271.8453          310.2328
03IC0.000
09F2                1                 239.8680         267.5617          180.0003
09F1                1                 939.8680         92.4392           45.0000
03IC1.448
09F1                1                 6120.2420        88.1561
09F2                1                 7120.2400        271.8453
03IC0.000
09F2                1                 839.8670         267.5619          225.0036
09F1                1                 939.8680         92.4392           90.0000
03IC1.448
09F1                1                 10120.2410       88.1558           220.2303
09F2                1                 11120.2410       271.8453          40.2331
03IC0.000
09F2                1                 1239.8680        267.5617          270.0031
13TS44.11.1
02IC                21234567.8900     123456.7890      123.4560          1.448
05IC1013.00          15.0
13ICPrism const of -30mm set for application to following dists
03IC1.380
09F1                2                 13120.2440       91.8594           0.0000
```

ตัวอย่างข้อมูล DAT ของกล้องโททอลสเตชันยี่ห้อ Topcon

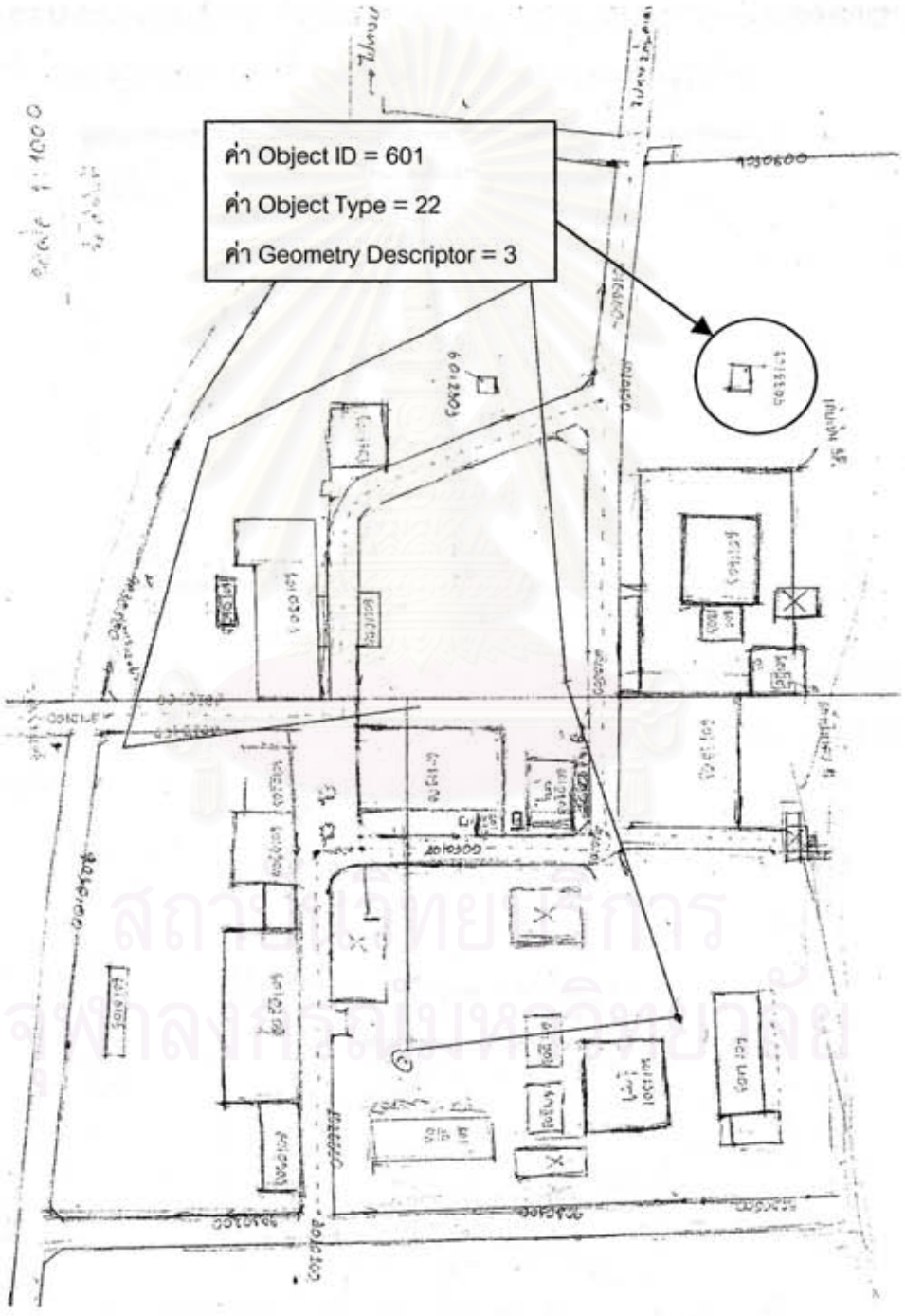



```
GTS-600  V3.4
JOB     D:\TEST,TRA
NAME    SUE
INST    WH0105
UNITS   M,D
SCALE   1.000000,1.000000,0.000000
DATE    20/07/04,13:32:02
TEMP    30,760
STN     20000,1.485,STN
XYZ     0670406.141,1521248.402,
BKB     10000,175.1321,175.1321
BS      10000,1.460
SD      175.13280,90.11220,19.9140
FS      30000,1.500,STN
SD      225.36480,90.02360,29.4970
STN     30000,1.509,STN
BKB     20000,45.3641,45.3640
BS      20000,1.490
SD      45.36380,89.5814
FS      40000,1.495,STN
SD      174.43550,90.02570,25.8910
STN     40000,1.495,STN
BKB     30000,354.4358,354.4356
BS      30000,1.509
SD      354.43550,89.57050,25.8920
FS      50000,1.495,STN
SD      86.06270,90.09210,24.1110
STN     50000,1.365,STN
BKB     40000,266.0630,266.0617
BS      40000,1.495
```

ภาคผนวก ข

การให้รหัสบอกคุณลักษณะบริเวณพื้นที่วัดกาญจนบุรีเก่า

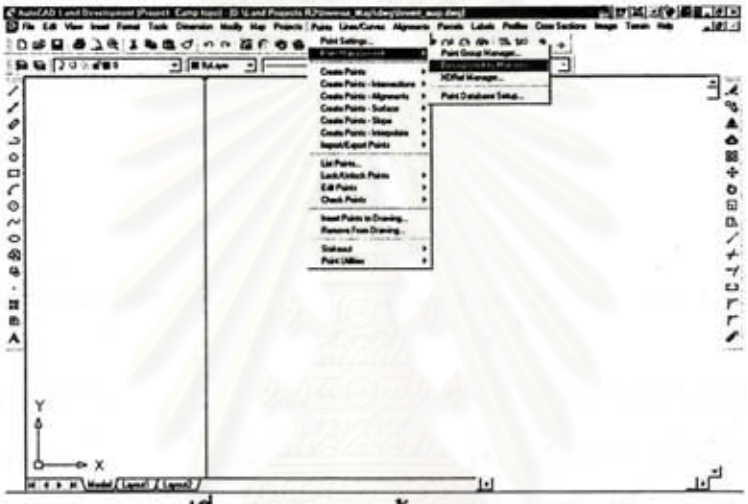
จากรูปด้านล่างจะแสดงตัวอย่างการเก็บวัตถุที่เป็นอาคาร (Object ID = 601) เป็นอาคารหลังที่ 22 (Object Type = 22) และเก็บข้อมูลด้วยวิธีเก็บจากค่ามุมทั้ง 3 (Geometry Descriptor)



ภาคผนวก ค

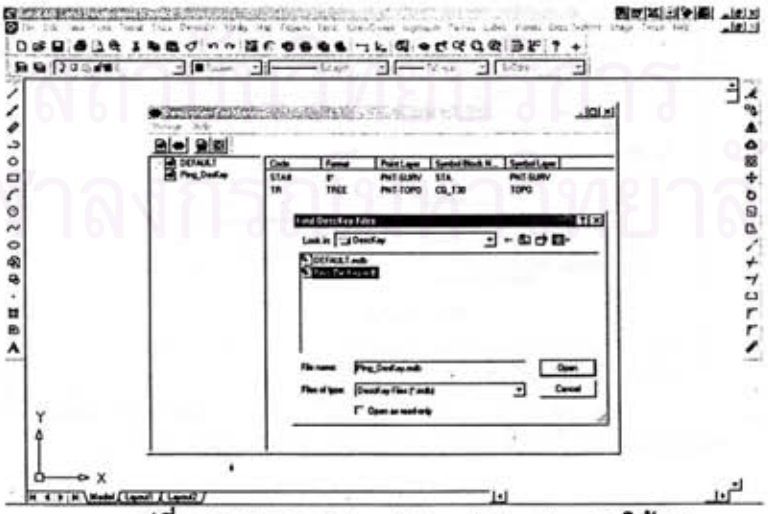
ขั้นตอนการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศด้วยชุดคำสั่งโปรแกรม AutoCad Land Development

ขั้นตอนที่ 1 ทำการ Set Description Key เพื่อใช้ในการจัดเก็บ Symbol ต่างๆไว้ใช้สำหรับการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ ทั้งที่เป็น Point Symbol และ Line Symbol โดยจากเมนู เลือก Point→ Point Management→ Description Key Manager ดังในรูปที่ ค-1



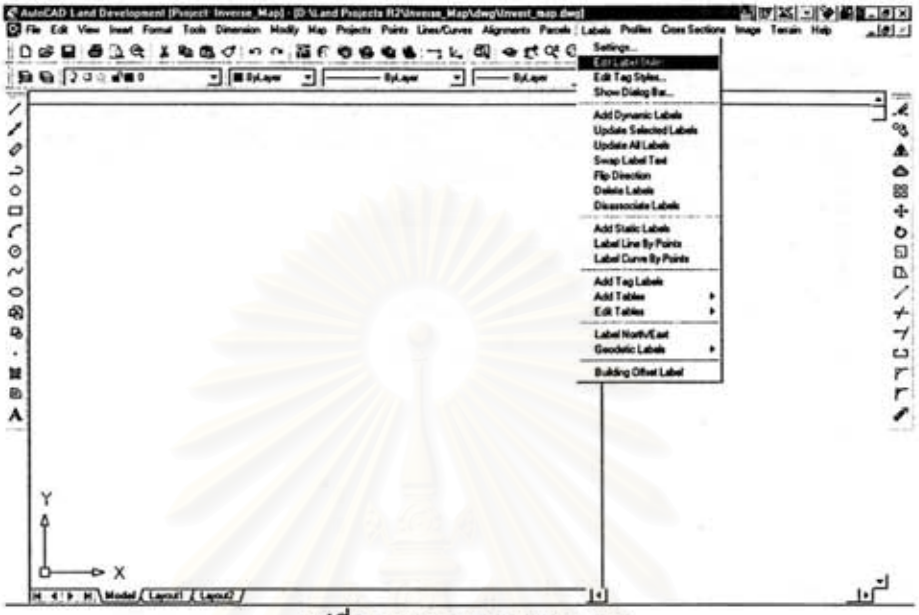
รูปที่ ค-1 แสดงการสร้าง Set Description Key

จากนั้นจะมีเมนู Description Key Manager ขึ้นมา ให้ทำการ Load ไฟล์เพื่อทำการจัดไฟล์ประเภท Description Key โดยเลือก Manager → Load DescKey File from Prototype... จากนั้นทำการ Load ไฟล์ Ping_Desdey.mdb ดังในรูปที่ ค-2



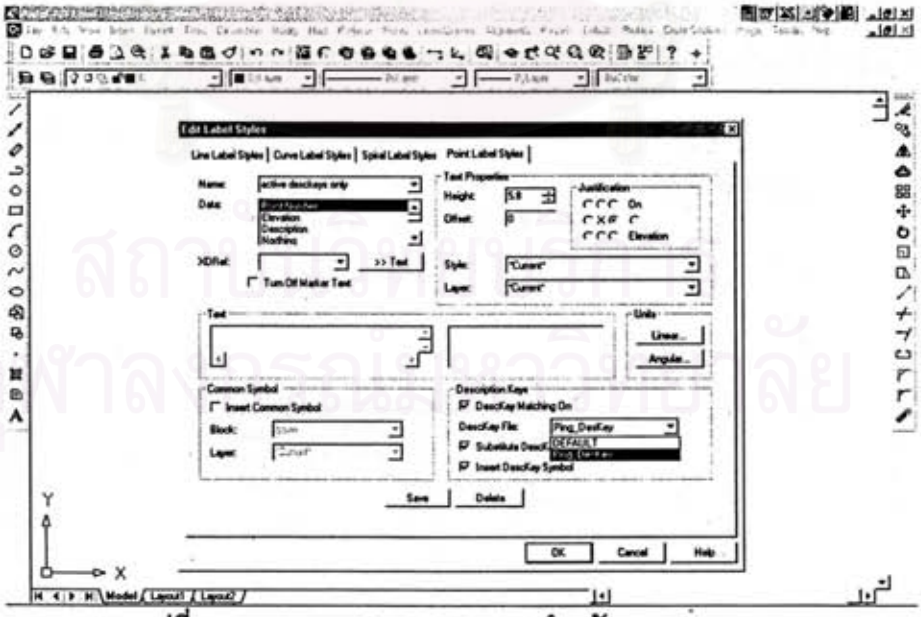
รูปที่ ค-2 แสดงการ Load Description Key มาใช้งาน

ทำการ Set ให้โปรแกรมนำข้อมูลจาก Description Key มาใช้งานเมื่อทำการแสดงผลแผนที่ภูมิประเทศ โดยจากเมนูเลือก Label → Edit Label Styles... ดังในรูปที่ ค-3



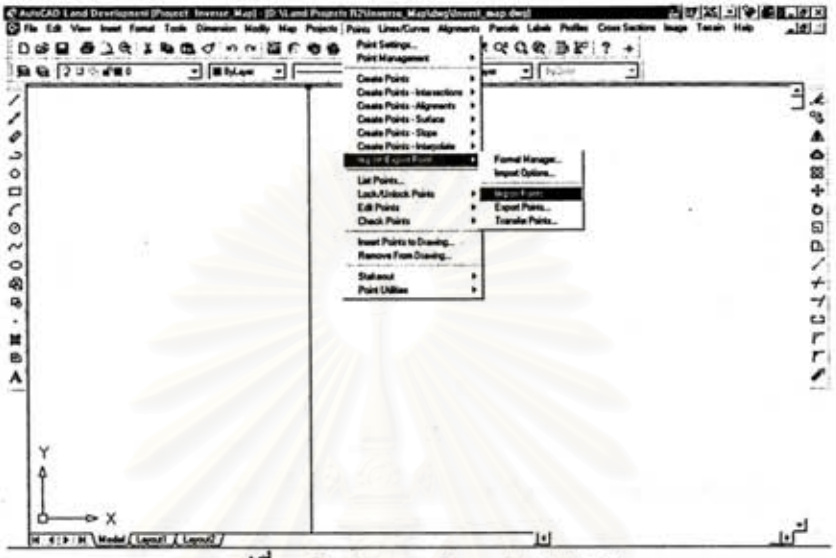
รูปที่ ค-3 แสดงการ Edit Label

หลังจากนั้นจะมีเมนู Edit Label Styles เกิดขึ้นให้เลือก Point Label Styles แล้วทำการ Set ที่ DescKey File: ให้เป็นชื่อ DescKey ที่เราต้องการจากในตัวอย่างจะ Set เป็น Ping_DescKey จากนั้นทำการ Save ค่า ดังในรูปที่ ค-4



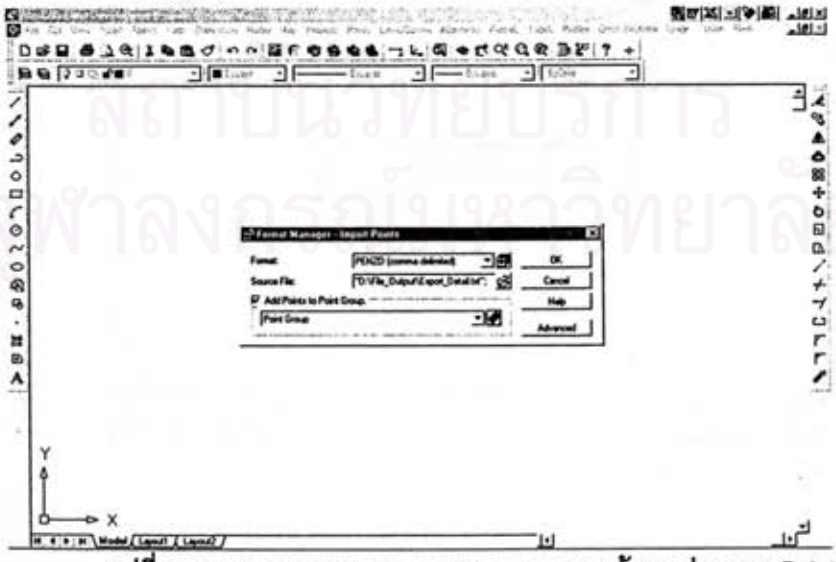
รูปที่ ค-4 แสดงการ Set Point Label สำหรับการแสดงผล

ขั้นตอนที่ 2 การ Import ข้อมูล Point มาจัดเก็บที่โปรแกรม Autocad Land Development โดยจากเมนูเลือก Points→ Import/Export Points→ Import Points... ดังในรูปที่ ค-5



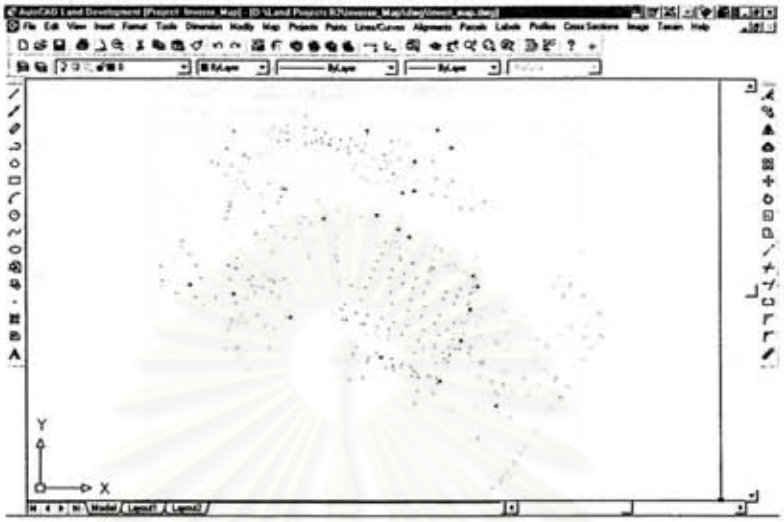
รูปที่ ค-5 แสดงการ Import Point Data

การนำเข้าข้อมูลจะนำเข้าข้อมูลประเภท Point Symbol ก่อน ดังนั้นในรูปที่ ค-6 เมนู Format Manager-Import Points ให้ทำการ Set Format: เป็น PENZD(comma delimited) ซึ่งมาจาก Point Easting Northing Elevation Description (ค่านี้จะถูกนำไปเทียบกับ Description Key) เลือก Source File: ชื่อ Export_Detail.txt ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูล Point ที่ Export ออกมาในรูปแบบ Text File ก่อนหน้านี้ จากนั้นให้ตั้งชื่อ Point Group เพื่อเป็นการแบ่งประเภทของข้อมูล ในที่นี้กำหนดให้ชื่อ Point Group จากนั้น Click OK



รูปที่ ค-6 แสดงการ Set Format Manager ของข้อมูลประเภท Point

จากนั้นข้อมูล Point จะถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูล Point Group ในโปรแกรม และโปรแกรมจะแสดงผล Point Symbol ตามรหัสที่ผู้ใช้กำหนดภายใน Description Key ดังรูปที่ ค-7

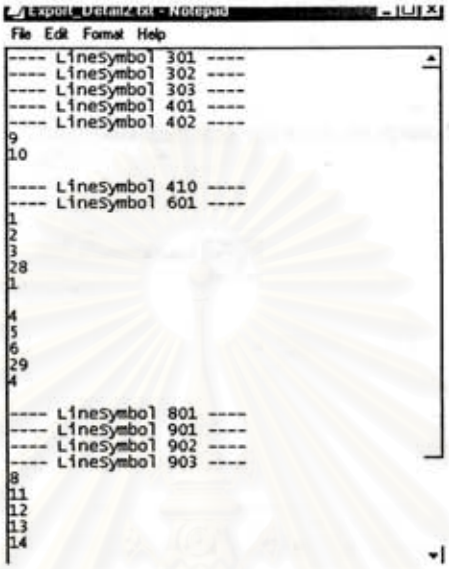


รูปที่ ค-7 แสดงข้อมูลประเภท Point Symbols หลังจากนำเข้า

จากนั้นทำการนำเข้าข้อมูลประเภท Line Symbol ดังนั้นที่เมนู Format Manager-Import Points ดังในรูปที่ ค-8 ให้ทำการ Set Format: เป็น PENZ(comma delimited) ซึ่งมาจาก Point Easting Northing Elevation เลือก Source File: ชื่อ Export_Detail1.txt ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูล Point ที่ Export ออกมาในรูปแบบ Text File ก่อนหน้านี้ จากนั้นให้ตั้งชื่อ Point Group เพื่อเป็นการแบ่งประเภทของข้อมูล ในที่นี้กำหนดให้ชื่อ Line Group จากนั้น Click OK ข้อมูลประเภทนี้จะแสดงผลเป็นจุดบนหน้าต่างเท่านั้น

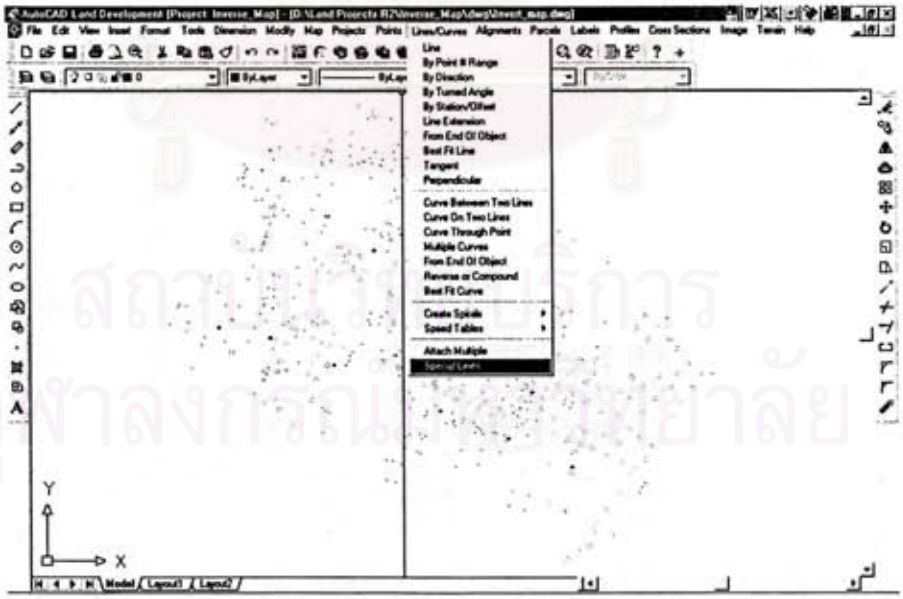
รูปที่ ค-8 แสดงการ Set Format Manager ของข้อมูลประเภท Line

ขั้นตอนต่อไปทำการลากเส้นตาม Line Symbol ที่ทำการเก็บข้อมูลมา โดยการเปิดไฟล์ Export_Detail2.txt ซึ่งทำการจัดเก็บลำดับของจุดแต่ละ Line Symbol ขึ้นมา ในตัวอย่างในรูปที่ ค-9 จะทำการเปิดด้วยโปรแกรม Note Pad เพื่อนำมาเตรียมใช้ประกอบในการลากเส้น



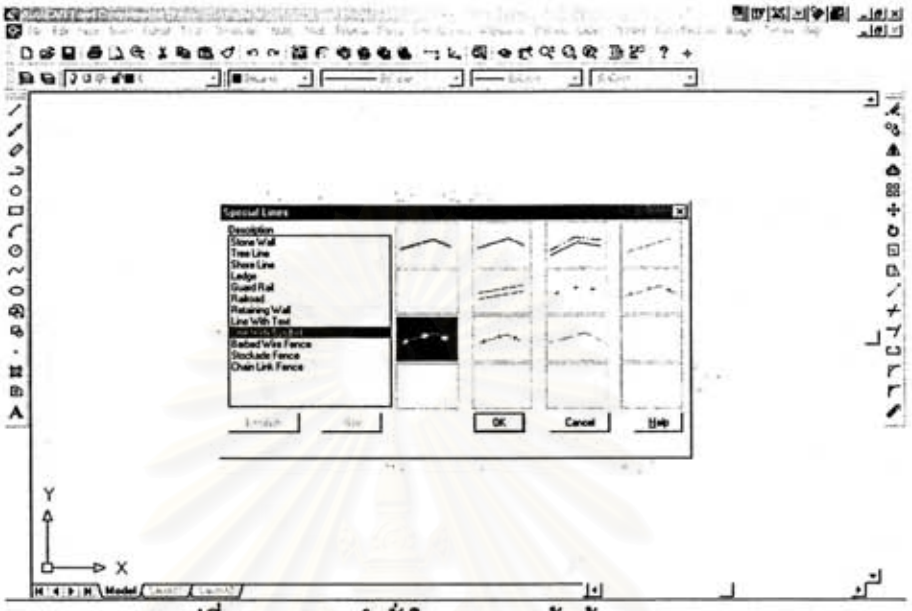
รูปที่ ค-9 แสดงการเตรียมข้อมูลก่อนการลากเส้น Line Symbols

ขั้นตอนต่อไปทำการลากเส้นตาม Line Symbol ที่ทำการเก็บข้อมูลมา จากเมนูเลือก Lines/Curves → Special Lines... ดังในรูปที่ ค-10



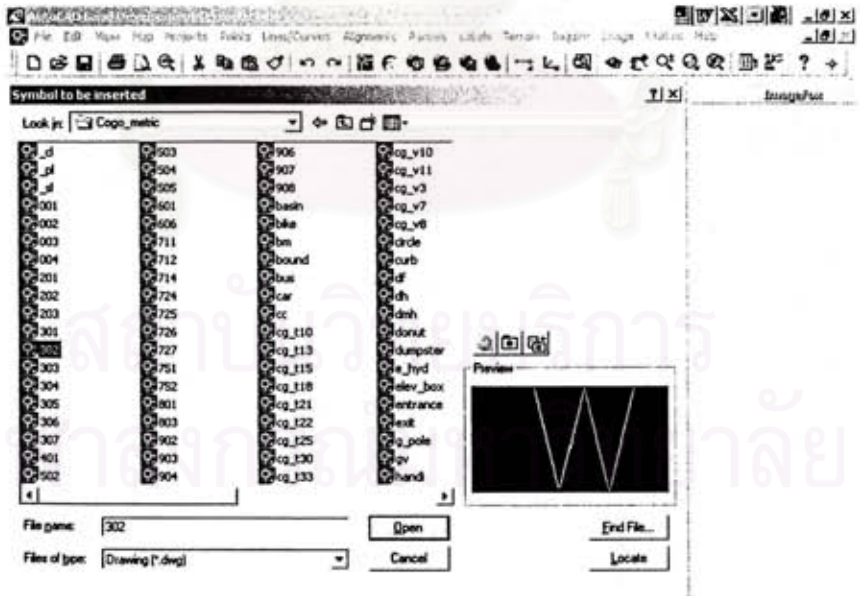
รูปที่ ค-10 แสดงคำสั่งในการลาก Line Symbols

ที่หน้าต่าง Special Lines เลือก Line With Symbol จากนั้น Click OK เพื่อทำการลากเส้นโดยใช้ Symbol ที่ผู้ใช้งานจัดเก็บในรูปแบบ Block ไว้แล้ว ดังในรูปที่ ค-11



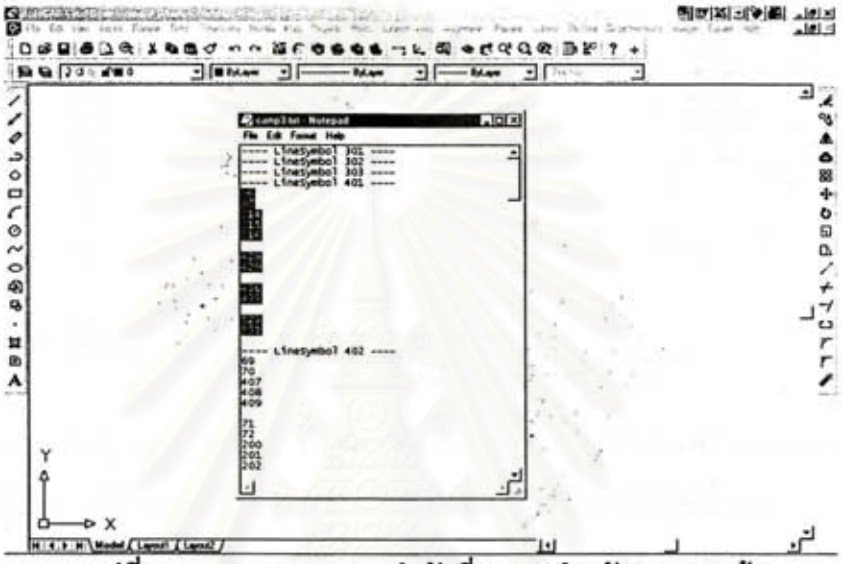
รูปที่ ค-11 แสดงคำสั่งในการลากเส้นด้วย Symbols

จากนั้นทำการลากเส้นทีละ Line Symbol ไปจนครบทุก Line Symbol ที่ข้อมูลภาคสนามที่ผู้ใช้งานมีอยู่ จากตัวอย่างในรูปที่ ค-12 ทำการลากเส้น Line ที่ 302 ก่อน จากนั้น Click ที่ Open



รูปที่ ค-12 แสดงการเลือก Block Symbols เพื่อใช้ในการลากเส้น

จากนั้นทำการ Copy ลำดับที่ของจุดเฉพาะส่วนที่เป็น Line Symbol 401 ดังรูปด้านล่างจะแสดงเป็นแถบสีน้ำเงิน เพื่อนำตัวเลขดังกล่าวไปทำการ Paste ยัง Command ของโปรแกรมดังในภาพด้านล่างจะนำไป Paste ที่หลังข้อความ Point Number: (ซึ่งถ้าข้อความดังกล่าวแสดงว่า Starting Point: ให้ทำการ Key คำว่า .P จะทำให้เป็นการนำเข้าข้อมูลด้วย Point Number แทนการนำเข้าด้วยค่าพิกัด) ดังในรูปที่ ค-13

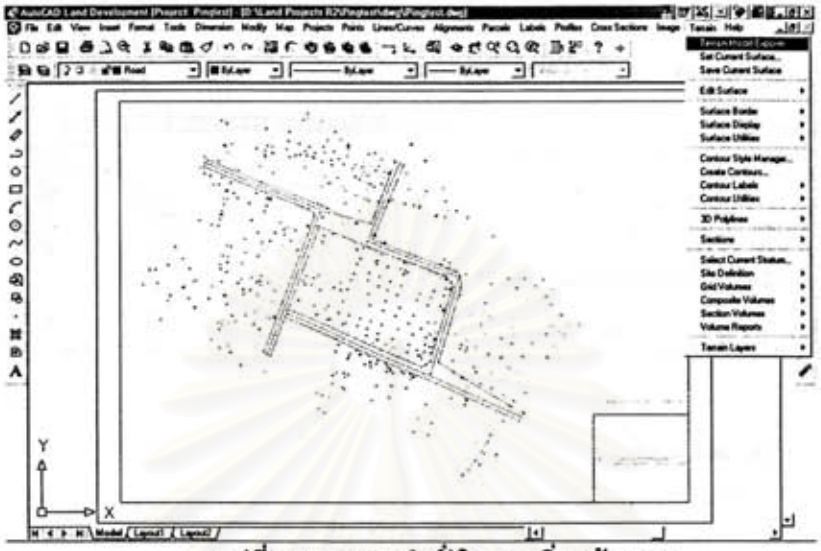


รูปที่ ค-13 แสดงการ Copy ลำดับที่ของจุดสำหรับการลากเส้น

จากรูปที่ ค-14 จะเป็นตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลหลังจากการลากเส้นข้อมูล Line Symbol ด้วย Block ที่ทำการจัดเก็บไว้ และ Insert Block ของ Legend North Arrow และ Scale

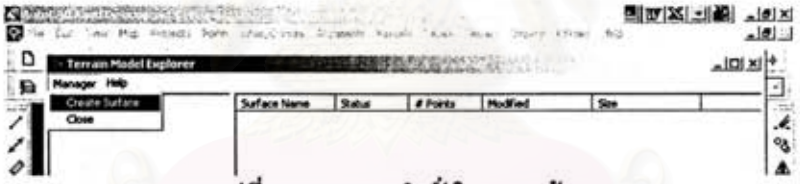
รูปที่ ค-14 แสดงคำสั่งในการลากเส้นด้วย Symbols

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงผล TIN จะเริ่มต้นที่เมนูทำการเลือก Terrain→ Terrain Model Explorer... ดังในรูปที่ ค-15



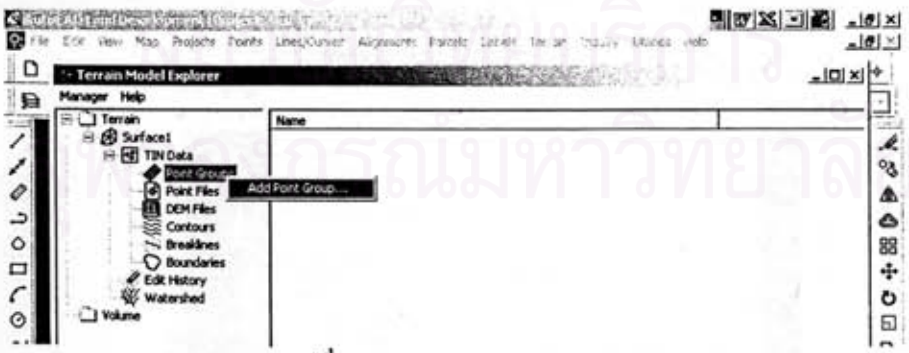
รูปที่ ค-15 แสดงคำสั่งในการเริ่มสร้าง TIN

จากนั้นมีหน้าต่าง Terrain Model Explorer ขึ้นมา ให้เลือกที่ Manager→ Create Surface เพื่อทำการสร้าง Surface สำหรับนำเข้าข้อมูลค่าระดับ ดังในรูปที่ ค-34



รูปที่ ค-34 แสดงคำสั่งในการสร้าง Surface

จากนั้นเลือก Surface1→ TIN Data→ Point Group→ Add Point Group เพื่อทำการนำเข้าข้อมูล Point ดังในรูปที่ ค-16



รูปที่ ค-16 แสดงการ Add Point Group Data

จากนั้นที่หน้าต่าง Add Point Group ทำการเพิ่มข้อมูลทั้ง Point Group และ Line Group ทีละกลุ่มโดยการ Click ที่ OK เมื่อทำการ Add ข้อมูลเรียบร้อยจะมีรายชื่อ คือ Point Group และ Line Group ปรากฏดังภาพด้านล่าง ดังในรูปที่ ค-17

รูปที่ ค-17 แสดงสภาวะการ Add Point Group Data ที่สมบูรณ์

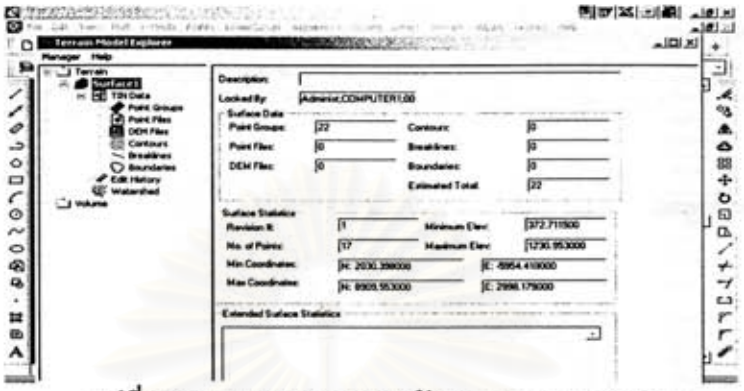
จากนั้นมาที่ Surface1 กด Mouse ขวา เลือก Build เพื่อทำการคำนวณสร้าง Surface ดังในรูปที่ ค-18

รูปที่ ค-18 แสดงการ Build Surface

ที่หน้าต่าง Build Surface1 ที่ Surface data options ทำการเลือกเฉพาะ Use point group data เพื่อทำการสร้าง Surface เฉพาะข้อมูลจาก point group เท่านั้น ดังในรูปที่ ค-19

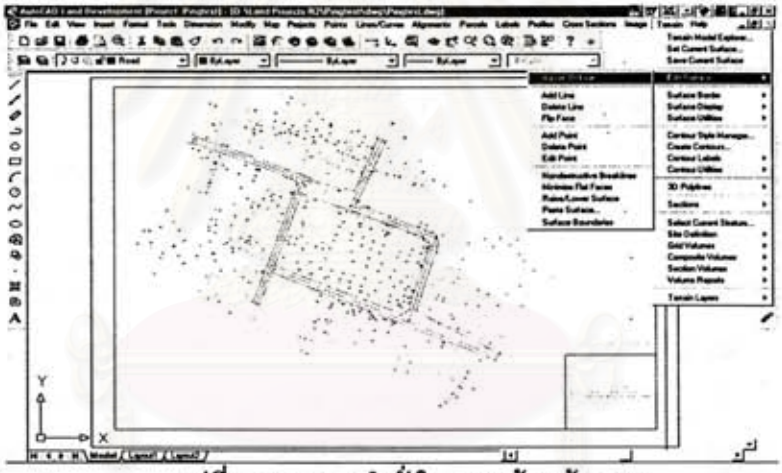
รูปที่ ค-19 แสดงการ Set Data ในการ Build Surface

เมื่อทำการสร้าง Surface เรียบร้อยจะมีข้อมูลที่หน้าต่าง Terrain Model Explorer ดังรูปในรูปที่ ค-20 ซึ่งประกอบไปด้วย จำนวนจุดทั้งหมด ค่า Min, Max ของค่าระดับ และ ค่า Min, Max ของค่า Coordinate จากนั้นทำการปิดหน้าต่างนี้



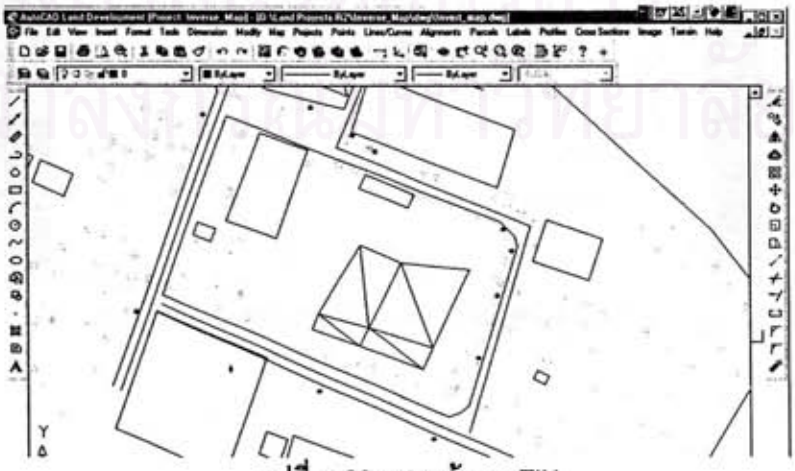
รูปที่ ค-20 แสดงการสภาวะหลังจากการ Build Surface

ทำการสร้างเส้น TIN โดยจากเมนูเลือก Edit Surface→ Import 3D Lines ดังรูปที่ ค-21



รูปที่ ค-21 แสดงคำสั่งในการสร้างเส้น TIN

จากรูปที่ ค-22 เป็นตัวอย่างเมื่อทำการสร้าง TIN เรียบร้อยแล้ว

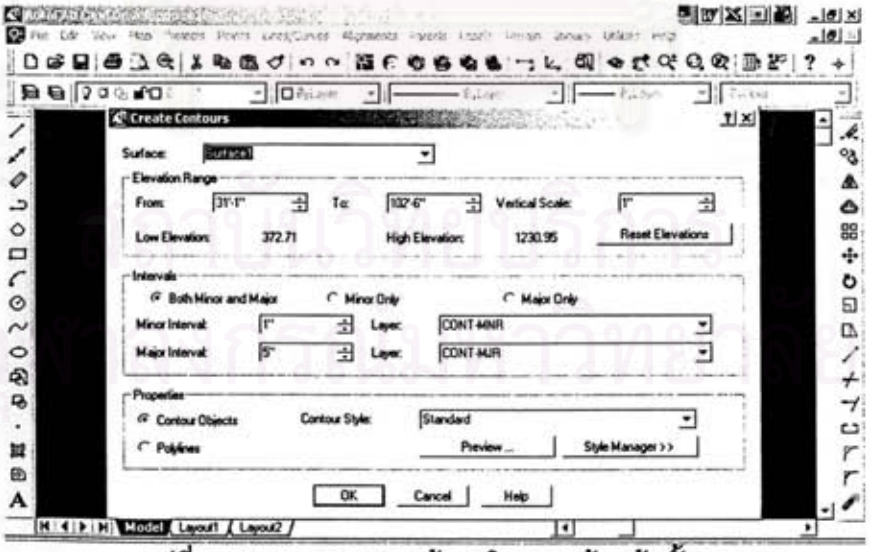


รูปที่ ค-22 แสดงข้อมูล TIN

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างเส้นชั้นความสูง (Contour) จะเป็นขั้นตอนหลังจากที่ผู้ใช้งานทำการสร้าง Surface เสียก่อน จึงจะสามารถทำการสร้างเส้นชั้นความสูงได้ โดยเริ่มต้นที่เมนูเลือก Terrain→ Create Contours... ดังในรูปที่ ค-23

รูปที่ ค-23 แสดงคำสั่งในการสร้างเส้นชั้นความสูง

จะมีหน้าต่าง Create Contours ขึ้นมาผู้ใช้สามารถทำการ Set ค่า Minor Interval, Major Interval กำหนดช่วงของค่าระดับที่จะทำการสร้าง กำหนดค่า Vertical Scale เป็นต้น จากนั้น Click OK ดังในรูปที่ ค-24

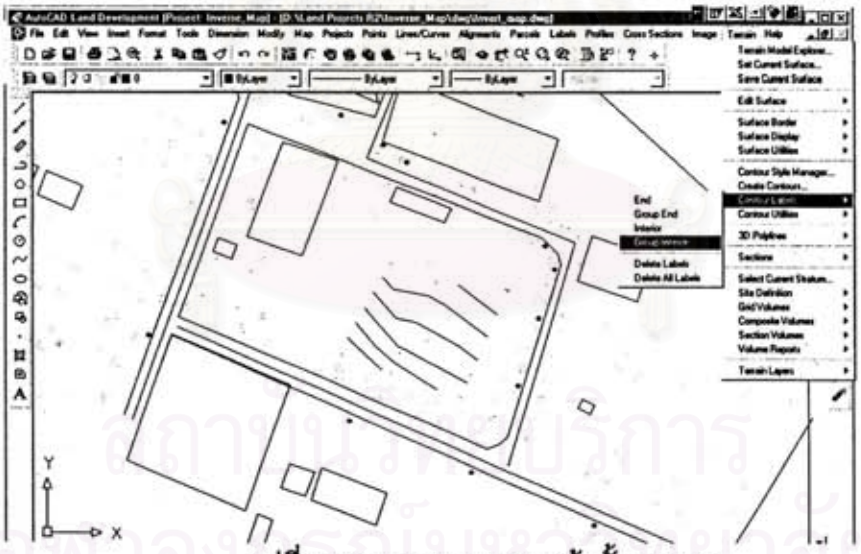


รูปที่ ค-24 แสดงการ Set ข้อมูลในการสร้างเส้นชั้นความสูง

จากรูปที่ ค-25 เป็นตัวอย่างของเส้นชั้นความสูงที่โปรแกรมทำการสร้าง

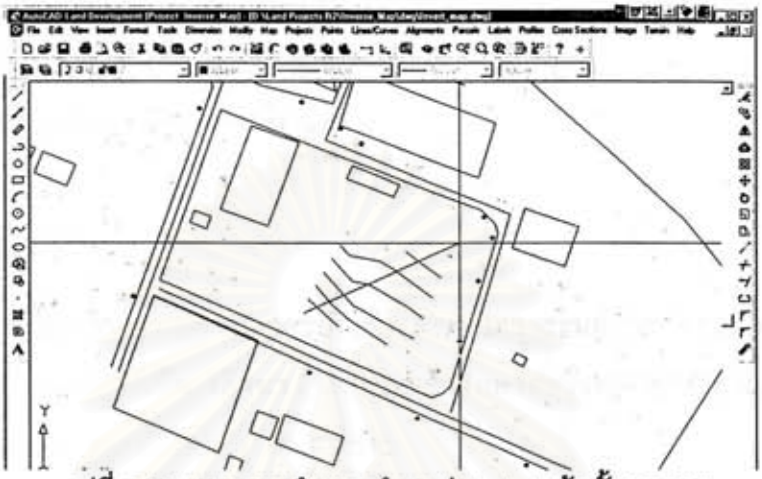
รูปที่ ค-25 แสดงข้อมูลเส้นชั้นความสูง

ทำการ Label ค่าให้กับเส้นชั้นความสูงที่สร้างขึ้นมา โดยทำการเลือก Terrain→ Contour Labels→ Group Interior ดังในรูปที่ ค-26



รูปที่ ค-26 แสดงการ Label เส้นชั้นความสูง

จากนั้นทำการเลือกจุดต้นและจุดปลายของเส้นที่ลากผ่านเส้นชั้นความสูง โดยจุดที่เส้นตรงลากผ่านตัดกับเส้นชั้นความสูงนั้นจะมีค่าระดับของพื้นที่กำกับอยู่บนเส้นชั้นความสูง ดังในรูปที่ ค-27



รูปที่ ค-27 แสดงการกำหนดตำแหน่ง Label เส้นชั้นความสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นาย ชาญวุฒิ อออุดมยุทธ

ประวัติส่วนตัว

เกิดวันที่ 23 กันยายน 2521 ที่กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2545

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2542 ตำแหน่ง วิศวกรสำรวจ บริษัท เอสคิวอาร์คีเต็ค แอนด์แปลนเนอร์ จำกัด

พ.ศ. 2542 – 2544 ตำแหน่ง วิศวกรสำรวจ บริษัทอิตาเลียนไทยดีเวล็อปเมนต์ จำกัด มหาชน

พ.ศ. 2546 – 2547 ตำแหน่ง ผู้ช่วยสอนวิชาการรังวัดบนพื้นระนาบ และวิชาการรังวัดเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2547 - 2548 ตำแหน่งวิศวกรรังวัด สำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน

พ.ศ. 2548 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง Application Support บริษัท จีไอเอส ดาต้า จำกัด

ผลงานทางวิชาการ

พ.ศ. 2548 บทความเรื่องระบบประมวลผลข้อมูลรังวัดแผนที่ภูมิประเทศบนอินเตอร์เน็ต ในงานประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย