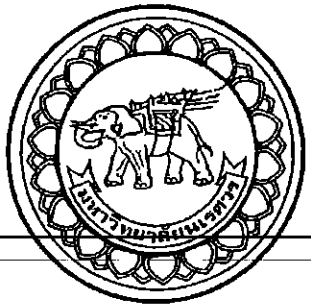
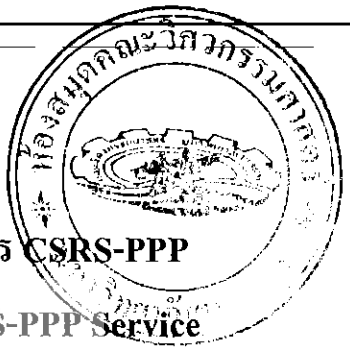




ความถูกต้องของการประมวลผลจุดเดี่ยวจากบริการ CSRS-PPP

Accuracy of Single Point Positioning from CSRS-PPP Service

นายฉัตรชัย	จันพินิช	รหัสนิสิต	49360310
นายปฐมพร	พลอยไป	รหัสนิสิต	49361034
นายพงษ์พิพัฒน์	ม่วงแก้ว	รหัสนิสิต	49361201
นายพัฒนา	ธิน้อยวงค์	รหัสนิสิต	49361294
นายวิศิษฏ์	ไข่แก้ว	รหัสนิสิต	49361904

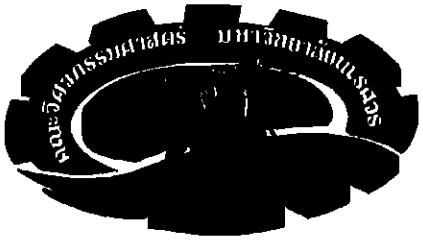
- 7 ส.ค. 2556
เลขทะเบียน 16337338

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน ความถูกต้องของการประมวลผลจุดเดี่ยวจากบริการ CSRS-PPP

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายฉัตรชัย	จันพินิช	รหัส	49360310
นายปฐมพร	พลอยไป	รหัส	49361034
นายพงษ์พิพัฒน์	ม่วงแก้ว	รหัส	49361201
นายพัฒนา	ธิน้อยวงค์	รหัส	49361294
นายวิศิษฏ์	ไข่แก้ว	รหัส	49361904

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมโยธา

(ลงนาม).....ประธานกรรมการ

(อ.ภัคพงศ์ หอมเนียม)

(ลงนาม).....กรรมการ

(อ.บุญพล มีไชโย)

(ลงนาม).....กรรมการ

(ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ความถูกต้องของการประมวลผลจุดเดี่ยวจากบริการ CSRS-PPP			
ผู้ดำเนินโครงงาน	นาย ฉัตรชัย	จันพินิช	รหัสนิสิต	49360310
	นาย ปฐมพร	พลอยไป	รหัสนิสิต	49361034
	นาย พงษ์พิพัฒน์	ม่วงแก้ว	รหัสนิสิต	49361201
	นาย พัฒนา	ธิน้อยวงศ์	รหัสนิสิต	49361294
	นาย วิศิษฎ์	ไข่แก้ว	รหัสนิสิต	49361904
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ ภัคพงศ์ หอมเนียม			
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา			
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร			
ปีการศึกษา	2552			

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความถูกต้องของการประมวลผลแบบจุดเดี่ยวโดยใช้บริการ Canadian Spatial Reference Precise Point Positioning (PPP) Service (CSRS-PPP) และเปรียบเทียบกับค่าที่ได้กับการรังวัดแบบสถิต (static) โดยมีการกำหนดตำแหน่ง ทั้งหมด 9 จุด กระจายทั่วทั้งมหาวิทยาลัยนเรศวรโดยเลือกพื้นที่ ที่เป็นที่โล่ง ไม่มีอะไรมาบดบัง สามารถรับสัญญาณได้ชัดเจนและหาหมุดได้ง่าย มีการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS รุ่น Trimble R3 ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลจุดละ 2 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลไปประมวลผลแบบออนไลน์ (CSRS-PPP) โดยได้ค่าคลาดเคลื่อนทางราบเท่ากับ 0.6596 เมตร,1.3785เมตร, 1.6333เมตร, 0.5815 เมตร, 0.6364เมตร, 1.7151เมตร, 1.7756เมตร, 2.2541เมตร, 2.3811เมตร, 0.6704เมตร, 0.7504เมตร และค่าค่าคลาดเคลื่อนทางดิ่ง 0.164เมตร, 0.150เมตร, 0.166เมตร, 0.166เมตร, 0.164เมตร, 1.402 เมตร, 1.387เมตร, 1.402เมตร, 1.380เมตร, 0.164เมตร, 0.164เมตรตามลำดับ

Project Title	Accuracy of single Point Positioning from CSRS-PPP Service
Name	Mr. Chatchai Janpinit ID. 49360310
	Mr. Pathompon Ploypai ID. 49361034
	Mr. Phongphiphat Maungkaew ID. 49361201
	Mr. Phattana Tinoywong ID. 49361294
	Mr. Wisit Kaikaew ID. 49361904
Project Advisor	Mr. Phakphong Homniam
Major	Civil Engineering
Department	Civil Engineering
Academic Year	2009

Abstract

The purpose of this research is to receive validity of single frequency. By Canadian Spatial Reference Precise Point Positioning (PPP) Service (CSRS-PPP) and compare information with static survey. The location is fixed into a position that dispersed in Naresuan University. Every location is open, on anything destruct, received certain signal and easy to find tack. For each locates, we spend time 2 hr to collect data by Global positioning system (Trimble R3). After information is obtained, it is codified by online system (CSRS-PPP) horizontal error is 0.6596 m,1.3785 m, 1.6333m, 0.5815m, 0.6364m, 1.7151m, 1.7756m, 2.2541m, 2.3811m, 0.6704m, 0.7504m, and vertical error is 0.164m, 0.150m, 0.166m, 0.166m, 0.164m, 1.402m, 1.387m, 1.402m, 1.380m, 0.164m, 0.164m,

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณอาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานนี้ที่ให้คำปรึกษา แนะนำและข้อคิดเห็นตลอดจนคำอธิบายการหาพิกัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 และเอกสารอ้างอิงที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินโครงงาน รวมถึงการเขียนรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณท่านคณะกรรมการการสอบโครงงานทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ช่วยพิจารณาให้คำแนะนำการตรวจทานแก้ไข และอนุมัติให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณครูช่างของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการดำเนินโครงงานงาน

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอขอบคุณบิดา มารดา ที่ให้กำเนิดและอุปการคุณเลี้ยงดู อบรมสั่งสอนในทุกๆด้านรวมถึงเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจตลอดมาจนโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม

นายฉัตรชัย จันพินิช

นายปฐมพร พลอยไป

นายพงษ์พิพัฒน์ ม่วงแก้ว

นายพัฒนา ธิน้อยวงค์

นายวิศิษฏ์ ไข่แก้ว

มีนาคม 2552

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.6 แผนการดำเนินงาน	4
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น	5
2.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS	5
2.2 การทำงานของ GPS	5
2.3 หลักการของ GPS	7
2.4 ระบบพิกัดฉาก (Coordinate System)	9
2.5 การรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS	13
2.6 เครื่องมือรับสัญญาณ GPS Trimble R3 L1 GPS	14
2.7 การประมวลผลออนไลน์	15
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	18
3.1 วางแผนการดำเนินงาน	18
3.2 การเก็บข้อมูล	19

3.3 ขั้นตอนการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	30
3.4 ขั้นตอนการแปลงข้อมูลดิบ (*.dat) ให้อยู่ในรูป RINEX	34
3.5 ขั้นตอนการประมวลผลแบบออนไลน์	37
3.6 การเปรียบเทียบข้อมูล	44
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน	45
4.1 การเก็บข้อมูล	45
4.2 เปรียบเทียบข้อมูลที่ประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP แบบสถิต (Static) กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	52
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	58
5.1 สรุปผลการศึกษา	58
5.2 ข้อดีข้อเสียของโครงงาน	58
5.3 ปัญหาของโครงการ	59
5.4 การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการ	59
5.5 ข้อเสนอแนะ	59
ภาคผนวก	60
บรรณานุกรม	72
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน	73

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
บทที่ 1	
ตารางที่ 1.6 แผนการดำเนินงาน	4
บทที่ 4	
ตารางที่ 4.1 เวลาจริงในการลงเก็บข้อมูล	45
ตารางที่ 4.2 เวลาที่เกิดจากการประมวลผลแบบออนไลน์	46
ตารางที่ 4. 3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลผ่านบริการของ CSRS-PPP ค่า Coordinate differences ITRF (IGS05) Latitude (+n) (dms), Longitude (+e) (dms) , Ell. Height (m.)	47
ตารางที่ 4.4 การแปลงค่า จากตาราง 4.3 Latitude (+n) (dms), Longitude (+e) (dms) , Ell. Height (m.)ในระบบ Coordinate differences ITRF (IGS05) ให้อยู่ในระบบ UTM x, y ,z	48
ตารางที่ 4. 5 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลผ่านบริการของ CSRS-PPP โดยได้ค่า Northing , Easting , Elevation	49
ตารางที่ 4.6 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดจากระบบพิกัดฉากยึดติดโลก เป็นระบบพิกัดแผนที่ UTM ด้วยซอฟต์แวร์ Trimble Geomatics Office (TGO)	51
ตารางที่ 4.7 ตารางเปรียบเทียบค่า Northing ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	52
ตารางที่ 4.8 ตารางเปรียบเทียบค่า Easting ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	53
ตารางที่ 4.9 ตารางเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Northing , Easting ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผล ด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	54
ตารางที่ 4.10 ตารางเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Northing , Easting และค่า Horizontal Error ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการ ประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 4.11 ตารางเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Northing , Easting , ค่า Elevation และค่า Horizontal Error ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO) 56

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของผลต่าง Elevation ของออนไลน์กับ TGO 57

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 1 ส่วนต่างๆ ของระบบการหาพิกัดด้วยดาวเทียม GPS	6
รูปที่ 2 สถานีควบคุมดาวเทียม	7
รูปที่ 3 หลักการทำงานของ GPS	8
รูปที่ 4 ระบบพิกัดฉากยึดติดโลก	10
รูปที่ 5 ระบบพิกัดทางยีออเดซี	10
รูปที่ 6 การฉายแผนที่ชนิดทรงกระบอกวางแนวนอน และตัดกับผิวโลก (Secant) ที่ระยะห่างจากแนวเมริเดียนกลาง (Central Meridian) ประมาณ 166.7 กิโลเมตร	12
รูปที่ 7 ลักษณะของโซน UTM	12
รูปที่ 8 การแบ่งโซน UTM	12
รูปที่ 9 ประมาณการช่วงเวลาการรับสัญญาณแบบ Static	13
รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าความถูกต้องของการประมวลผลแบบสถิต (Static) ระหว่าง Latitude, Longitude, Height เทียบกับเวลา (มีหน่วยเป็นเมตร)	17
รูปที่ 11 แผนผังบริเวณที่ตั้ง	20
รูปที่ 12 เครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble	21
รูปที่ 13 จานรับสัญญาณ GPS (Antenna)	21
รูปที่ 14 ตัวยึดจานรับสัญญาณกับขาตั้งกล้อง	21
รูปที่ 15 ตัวยึดเครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble R3	21
รูปที่ 16 สายถ่ายโอนข้อ	22
รูปที่ 17 สาย Data Link	22
รูปที่ 18 ตลับเมตร	22
รูปที่ 19 ขาตั้งกล้องอะลูมิเนียม (Aluminum Tripod)	22
รูปที่ 20 ขาทราย	22
รูปที่ 21 ลักษณะการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมGPS Trimble R3	23
รูปที่ 21-22 บริเวณที่ตั้ง คือ หอพระเทพรัตน์ ตั้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง	24
รูปที่ 23-24 จุดที่ 1 บริเวณประตูหนึ่งหน้ามหาวิทยาลัยนเรศวร	25
รูปที่ 25-26 จุดที่ 2 บริเวณกลางลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 27-28 จุดที่ 3 บริเวณสามแยกหน้าทางเข้าพิพิธภัณฑ์ผ้า	26
รูปที่ 29-30 จุดที่ 4 บริเวณสามแยกบริเวณตรงข้ามศูนย์อาหารไพลิน ข้างตึกวิศวกรรมศาสตร์	26
รูปที่ 31-32 จุดที่5 บริเวณหน้าหอพักนิสิตหญิงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	27
รูปที่ 33-34 จุดที่ 6 บริเวณหน้าแปลงสาธิตของคณะเกษตรศาสตร์	27
รูปที่ 35-36 จุดที่ 7 บริเวณหน้าทางเข้าศูนย์พลังงานทดแทน	28
รูปที่ 37-38 จุดที่ 8 บริเวณลานหน้าป้ายภาควิชาคณิตศาสตร์	28
รูปที่ 39-40 จุดที่ 9 หน้าตึกอาคารเรียนรวม QS	29
รูปที่ 41-42 จุดที่ 10 บริเวณตรงข้ามป้ายธนาคารกรุงศรีฯ หน้าตึกเภสัชศาสตร์	29
รูปที่ 43 ตัวอย่างขั้นตอนการนำข้อมูลเข้า	30
รูปที่ 44 ตัวอย่างเมื่อข้อมูลถูกนำเข้าจะแสดงผล	30
รูปที่ 45 ตัวอย่างเมื่อข้อมูลถูกนำเข้าจนครบเรียบร้อยแล้ว	31
รูปที่ 46 ตัวอย่างขั้นตอนการประมวลผลเส้นฐาน	31
รูปที่ 47 ตัวอย่างการแสดงผลรายงานการประมวลผลเส้นฐาน	32
รูปที่ 48 ตัวอย่างแสดงผลข้อมูลไม่ว่าจะเป็นค่าพิกัดของจุดที่ทำการรังวัด	32
รูปที่ 49 ตัวอย่างแสดงผลข้อมูลไม่ว่าจะเป็นค่าพิกัดของจุดที่ทำการรังวัด	33
รูปที่ 50 ตัวอย่างการตรวจสอบรูปปิดของโครงข่าย	33
รูปที่ 51 ตัวอย่างการปรับแก้โครงข่าย	34
รูปที่ 52 ตัวอย่างขั้นตอนการแปลงข้อมูลดิบ (*.dat) ให้อยู่ในรูป RINEX	34
รูปที่ 53 ตัวอย่างการใส่ชื่อนำไฟล์ที่ต้องการแปลง	35
รูปที่ 54 ตัวอย่างการเลือกเวอร์ชั่นการแปลง RINEX	36
รูปที่ 55 ตัวอย่างการเลือกชนิดของจานดาวเทียม	36
รูปที่ 56 ตัวอย่างหน้าแรกของการเข้าสู่เว็บไซต์	37
รูปที่ 57 ตัวอย่างการเข้าใช้งานในเว็บไซต์โดยการ Login หรือ Apply	37
รูปที่ 58 ตัวอย่างการเข้าใช้งานในเว็บไซต์ ต้องทำการ ใส่ User id และ Password	38
รูปที่ 59 ตัวอย่างการใส่ User id และ Password	38
รูปที่ 60 ตัวอย่างการเลือกรูปแบบการประมวลผล โดยในที่นี้เราเลือก CSRS-PPP	39
รูปที่ 61 ตัวอย่างขั้นตอนการเลือกไฟล์ที่ต้องการแปลงและการใส่ E - mail ที่ต้องการไฟล์ ที่ประมวลผลกลับมา	39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 62 ตัวอย่างการเลือกไฟล์ที่เราต้องการประมวลผลในคอมพิวเตอร์ของเรา โดยเลือก OBS File	40
รูปที่ 63 ตัวอย่างการเลือกวิธีประมวลผลแบบ Static	40
รูปที่ 64 ตัวอย่างการอ้างอิงเพื่อแสดงผลตำแหน่งของข้อมูล	41
รูปที่ 65 ตัวอย่างหน้าตาของเว็บไซต์เมื่อเราส่งไฟล์เรียบร้อยแล้ว	41
รูปที่ 66ตัวอย่างการเปิดไฟล์ที่ประมวลผลเรียบร้อยแล้วใน E – mail	42
รูปที่ 67ตัวอย่างการ Download file ที่ประมวลผลเรียบร้อยแล้ว	42
รูปที่ 68 ตัวอย่างไฟล์ที่ได้ Download เรียบร้อยแล้ว	43
รูปที่ 69 ตัวอย่างไฟล์ที่ทำการประมวลเรียบร้อยแล้วในการรังวัดแบบ Static	43
รูปที่ 70 ตัวอย่างไฟล์ที่ทำการประมวลผลเรียบร้อยแล้วในการรังวัดแบบสถิต (Static)	44
รูปที่ 71 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Northingประมวลผลออนไลน์ กับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	52
รูปที่ 72 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Eastingประมวลผลออนไลน์ กับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	53
รูปที่ 73 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Northing , Easting ประมวลผลออนไลน์ กับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)	54
รูปที่ 74 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Northing, Easting และค่า Horizontal Error ค่าคาดเคลื่อนประมวลผลออนไลน์	55
รูปที่ 75 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Height การประมวลผลออนไลน์	56
รูปที่ 76 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Elevation การประมวลผลออนไลน์ กับการประมวลผลเชิงพาณิชย์ (TGO)	57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันนี้มีวิธีในการหาค่า พิกัด และตำแหน่งในการทำงานรังวัดเพื่องานก่อสร้างหรือประโยชน์ในการทำงานอื่นๆ มากมายโดยปัจจุบันนี้มีเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการทำงานและยังมีค่าที่แม่นยำในการทำงานโดยปัจจุบันมีเครื่องมือGPS เป็นเครื่องมือที่รับสัญญาณจากดาวเทียมแล้วเก็บข้อมูลมาไว้ที่เครื่องรับสัญญาณและนำไปประมวลผลโดยค่าที่ได้มาใช้ทำหมุดควบคุมอ้างอิงในที่นี้เราทำเพื่อใช้ในการทำหมุดอ้างอิงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรและสามารถใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เพื่อการหาพิกัดตำแหน่งในงานรังวัด โดยใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble R3 เพื่อจัดเก็บข้อมูลแบบฐานซึ่งมีวิธีในการหาค่าและรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS โดยมีวิธีดังนี้ ได้แก่

1. การรังวัดแบบสถิต (Static Survey)
2. การรังวัดแบบจลน์ (Kinematic Survey)
3. การรังวัดแบบกึ่งสถิต (Pseudostatic Survey)
4. การรังวัดแบบสถิตอย่างเร็ว (Rapid Static Survey)
5. การรังวัดแบบจลน์ในทันที (Real Time Kinematic Survey)

ในที่นี้เลือกใช้วิธี

การทำรังวัดแบบสถิต (static) การรังวัดแบบสถิต เป็นวิธีพื้นฐานของการวัดระยะโดยใช้คลื่นส่งเป็นการทำงานโดยใช้เครื่องรับตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป โดยมีเครื่องรับหนึ่งเครื่องไปวางอยู่ที่จุดรู้ตำแหน่งแล้ว ส่วนเครื่องที่เหลือวางไว้ที่จุดที่ต้องการหาตำแหน่งเพิ่มเติม โดยปกติเครื่องรับสัญญาณจะต้องวางไว้ไม่น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมง เพื่อให้มีข้อมูลของการวัดระยะที่เพียงพอเพื่อที่จะประมวลผลหาจำนวนคลื่นเต็มรอบที่ไม่สามารถวัดได้โดยเครื่องรับสัญญาณประเภท ความถี่เดียว (Single Frequency) ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ความถี่เดียว คือ L1 ค่าพิกัดในแบบจุด เครื่องที่ใช้ในงานการทำแผนที่ (Mapping & GIS) ได้แก่เครื่องที่ใช้ในการรับ

สัญญาณแบบ L1 ที่สามารถนำไปปรับแก้ค่าเพื่อให้ได้ความถูกต้องของค่าพิกัดในระดับต่ำกว่า 5 เมตร, ต่ำกว่า 1 เมตร หรือในระดับเซนติเมตรได้ ดาวเทียม GPS นี้ จะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุความถี่ต่ำในรูปของสัญญาณนาฬิกาที่ความถี่ 0.000000003 ต่อวินาทีลงมายังเครื่องรับสัญญาณ GPS ที่พื้นโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการและวิธีการใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3

1.2.2 เพื่อให้ได้หมุดควบคุมอ้างอิงเพื่อใช้ประกอบในการเรียนของวิชา Survey ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการประมวลผลจุดเดี่ยวกับการประมวลผลออนไลน์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เข้าใจถึงหลักการทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3

1.3.2 สามารถนำหมุดควบคุมอ้างอิงที่ได้จากการรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 เพื่อนำหมุดควบคุมอ้างอิงของตำแหน่งต่างๆที่ต้องการทราบไปใช้ในการเรียนการสอนของวิชา Survey ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3.3 ทราบถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลจุดเดี่ยวกับการประมวลผลออนไลน์

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.4.1 เลือกตำแหน่งเพื่อตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 ได้แก่

1.4.1.1 บริเวณที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง (โล่งแจ้ง) บริเวณที่เลือกคือ บริเวณลานสมเด็จพระนเรศวรและบริเวณกลางสะพานหอพระเทพรัตน์ เป็นต้น

1.4.1.2 บริเวณที่มีต้นไม้หนาทึบแต่สามารถรับสัญญาณ GPS ได้บริเวณที่เลือกคือ บริเวณกลางประตูทางเข้าที่1หน้าโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นต้น

1.4.1.3 บริเวณที่จุดสองจุดสามารถใช้กล้องระดับส่องถึงกันได้ ได้บริเวณที่เลือกคือ บริเวณลานสมเด็จพระนเรศวรและบริเวณกลางสะพานหอพระเทพรัตน์

1.4.2 ทำการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble R3

1.4.3 ประมวลผล

1.4.3.1 นำไปประมวลผลผ่านโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO) จะได้ไฟล์ RINEX

1.4.3.2 นำไปประมวลผลผ่านเว็บไซด์จะได้ค่าพิกัด X, Y, Z และนำค่าที่ได้มาแปลงเป็นค่าพิกัด N, E, H

1.4.3.3 เปรียบเทียบข้อมูลที่ประมวลผลผ่านบริการของ CSRS – PPP แบบสถิต (Static) กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 และโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

1.5.2 หาพื้นที่เพื่อตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 ตำแหน่งที่ใช้ตั้งคือ

Base ตั้งบริเวณกลางสะพานหอพระเทพรัตน์

จุดที่ 1 บริเวณประตูหนึ่งหน้ามหาวิทยาลัยนเรศวร

จุดที่ 2 บริเวณกลางลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช

จุดที่ 3 บริเวณสามแยกหน้าทางเข้า พิพิธภัณฑ์ผ้า

จุดที่ 4 บริเวณสามแยกบริเวณตรงข้ามศูนย์อาหารไพลิน ข้างตึกวิศวกรรมศาสตร์

จุดที่ 5 บริเวณหน้าหอพักนิสิตหญิงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

จุดที่ 6 บริเวณหน้าแปลงสาธิตของคณะเกษตรศาสตร์

จุดที่ 7 บริเวณหน้าทางเข้าศูนย์พลังงานทดแทน

จุดที่ 8 บริเวณหน้าป้ายภาควิชาคณิตศาสตร์

จุดที่ 9 บริเวณตึกอาคารเรียนรวม QS

จุดที่ 10 บริเวณทางแยกตรงข้ามป้ายธนาคารกรุงศรีฯข้างคณะเภสัชศาสตร์

1.5.3 ทำการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble R3 วิธีการคือ ใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble R3 รับสัญญาณบริเวณตำแหน่งที่ได้ทำการเลือกไว้แบบสถิต (Static) โดยตั้งเครื่องเป็น Base 1 เครื่องแล้วตั้งเครื่องเป็นแบบ Rover จำนวน 10 จุด โดยตั้งจุดละ 2 ชั่วโมง

1.5.5 ประมวลผล

1.5.3.1 ประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

1.5.3.2 ประมวลผลด้วยการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP

1.5.6 เปรียบเทียบข้อมูลที่ประมวลผลผ่านบริการของ CSRS – PPP แบบสถิต (Static) กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.6 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์
1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เขียนเค้าโครงร่างการทำงาน	———			
2. เก็บรวบรวมข้อมูล	———	———		
3. การประมวลผลผ่านเว็บไซต์		———	———	
4. ทำรายงานฉบับสมบูรณ์			———	———

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1.7.1 ค่าเอกสารประกอบการทำโครงงาน	1,300	บาท
1.7.2 ค่าปริ้นท์และค่าถ่ายเอกสาร	1,100	บาท
1.7.3 ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	700	บาท
1.7.4 ค่าวัสดุสำนักงาน	700	บาท
1.7.5 อื่น ๆ	1,200	บาท
รวมค่าใช้จ่าย 5,000 บาท	(ห้าพันบาทถ้วน)	

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

ปัจจุบันการหาค่าพิกัด ตำแหน่ง โดยใช้ระบบการนำร่องดาวเทียมซึ่งได้มีบทบาทอย่างยิ่งในการสำรวจรังวัดที่รวดเร็วซึ่งเป็นระบบที่ประกอบด้วยเครือข่ายของดาวเทียมที่โคจรรอบโลกและส่งสัญญาณรหัสข้อมูลอย่างต่อเนื่องทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งบนผิวโลกได้ด้วยการวัดระยะจากจุดนั้นไปยังดาวเทียม GPS เป็นระบบเครือข่ายดาวเทียมนำร่องระบบหนึ่งของหน่วยงานป้องกันประเทศของสหรัฐอเมริกาเดิมใช้ในราชการทหารเท่านั้น ต่อมารัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้เปิดให้ภาคพลเรือนได้ใช้งานเช่นกันโดยไม่มีการคิดมูลค่าการใช้งาน เพียงแต่ผู้ใช้ต้องมีเครื่องรับสัญญาณ

2.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

(อ้างอิงจาก วีกิพีเดีย สารานุกรมเสรี , http://www.gpsdeedee.com)

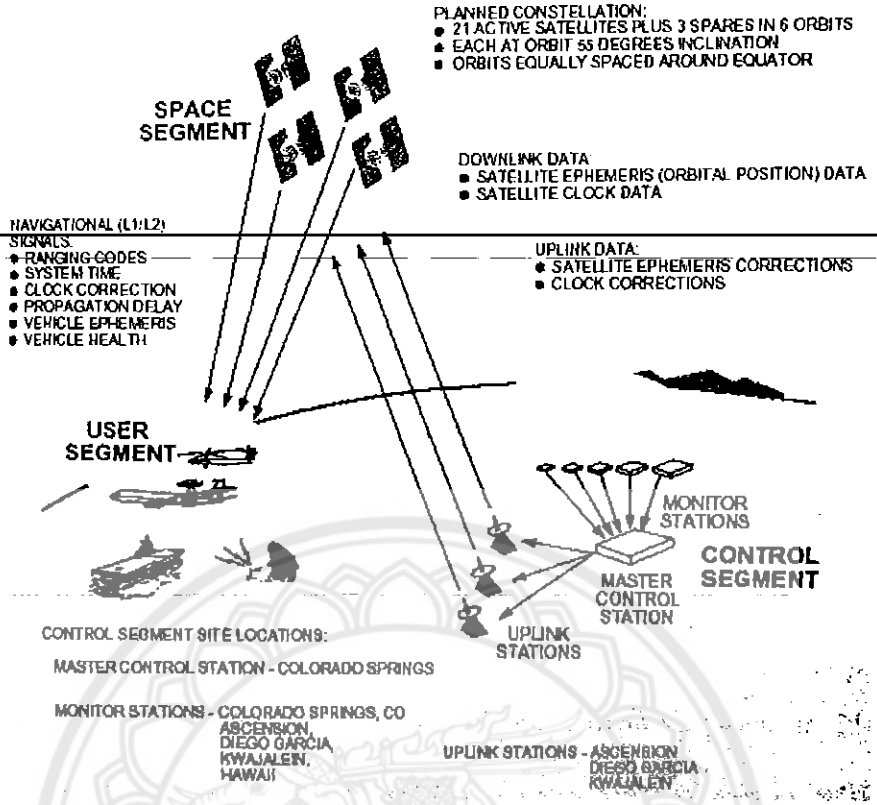
จีพีเอส (GPS) ย่อมาจาก Global Positioning System หมายถึง ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก โดยอาศัยการคำนวณพิกัด ยูทีเอ็ม (UTM) จากสัญญาณนาฬิกาที่ส่งมาจากดาวเทียมที่โคจรอยู่รอบโลก ซึ่งมีตำแหน่งที่แน่นอน ระบบนี้สามารถบอกตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลก โดยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส รุ่นใหม่ๆ จะสามารถคำนวณความเร็วและทิศทางนำมาใช้ร่วมกับโปรแกรมแผนที่ เพื่อใช้ในการนำทางได้

ดาวเทียมจีพีเอส เป็นดาวเทียมที่มีวงโคจรต่ำ ที่ระดับความสูง 11,000 ไมล์จากพื้นโลก ใช้การยืนยันตำแหน่งโดยอาศัยพิกัดจากดาวเทียม 3 หรือ 4 ดวง ดาวเทียมจะโคจรรอบโลกเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อหนึ่งรอบ ที่ความเร็ว 4 กิโลเมตร/วินาที การโคจรแต่ละรอบนั้นสามารถได้เป็น 6 ระนาบๆ ละ 4 ดวง ทำมุม 55 องศา โดยทั้งระบบจะต้องมีดาวเทียม 24 ดวง หรือมากกว่า เพื่อให้สามารถยืนยันตำแหน่งได้ครอบคลุมทุกจุดบนผิวโลก

2.2 การทำงานของGPS

(อ้างอิงจาก http://www2.cs.science.cmu.ac.th/seminar/2547/GPS/index2.htm)

ระบบการทำงานของ GPS ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนอวกาศ หมายถึง กลุ่มดาวเทียม , ส่วนควบคุม หมายถึง สถานีควบคุมภาคพื้นดิน และส่วนผู้ใช้งาน หมายถึง ผู้ใช้และเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ดังนี้



รูปที่ 1 ส่วนต่างๆ ของระบบการหาพิกัดด้วยดาวเทียม GPS

(อ้างอิงจาก http://www2.cs.science.cmu.ac.th/seminar/2547/GPS/index4.htm)

2.2.1 ส่วนอวกาศ (Space Segment) จะประกอบไปด้วยดาวเทียมจำนวน 24 ดวง โดยมี 21 ดวงทำงานตลอดเวลาและสำรอง 3 ดวงซึ่งบินโคจรรอบโลก เป็นดาวเทียมดาวเทียมที่ระดับวงโคจรสูงประมาณ 20,200 กิโลเมตรเหนือผิวโลก โคจรด้วยเวลา (11 ชั่วโมง 58 นาที/รอบ) และให้เครื่องรับสัญญาณบนผิวโลกสามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้พร้อมกันอย่างน้อย 4 ดวง โดยดาวเทียมอยู่เหนือขอบฟ้าไม่น้อยกว่า 15 องศา ตลอด 24 ชั่วโมง ดาวเทียมแต่ละดวงขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยวงโคจรดาวเทียม 6 ระนาบๆ ละ 4 ดวง ระนาบศูนย์สูตรทำมุม 55 องศา และทำมุมระหว่างกัน 60 องศา

2.2.2 ส่วนควบคุม (Control Segment) จะประกอบไปด้วยสถานีซึ่งคอยตรวจสอบดูแลการทำงานของดาวเทียม โดยใช้เรดาร์ส่งสัญญาณไปยังดาวเทียม เพื่อให้ดาวเทียมอยู่ในวงโคจร ในความสูง ความเร็ว และตำแหน่งที่ถูกต้องและในทางกลับกันสถานีเหล่านี้ยังทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียม และส่งข้อมูลไปยังเครื่องลูกข่าย GPS เพื่อบอกตำแหน่งและข้อมูลของเครื่องลูกข่ายนั้นๆ อย่างถูกต้องด้วย

สถานีที่ทำการควบคุมดาวเทียมจะมีอยู่ 5 แห่ง คือ สถานีหลักที่ Colorado สถานีบนเกาะ Ascension, สถานี Diego Garcia (มหาสมุทรอินเดีย) , Kwajalein และ Hawaii

รูปที่ 2 สถานีควบคุมดาวเทียม

(อ้างอิงจาก http://www2.cs.science.cmu.ac.th/seminar/2547/GPS/index4.htm)

2.2.3 ส่วนผู้ใช้งาน (User Segment) ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่ใช้งานด้านพลเรือน(Civilian) และส่วนที่ใช้งาน ทางการทหาร (Military) ส่วนผู้ใช้งานประกอบด้วยเครื่องรับสัญญาณ หรือเครื่อง GPS แบบมือถือที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปนั่นเองโดยในเครื่อง GPS นั้นจะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์อยู่ในตัว เครื่องเพื่อให้เครื่องทราบว่าดาวเทียมอยู่ในตำแหน่งใด ในเวลานั้น ๆ โดยเครื่อง GPS จะทำการคำนวณ ตรวจสอบ และถอดรหัสสัญญาณที่ได้จากดาวเทียม เพื่อให้ได้ข้อมูลมา ซึ่งข้อมูลที่ได้โดยปรกติก็มักจะถูกประมวลผลโดยโปรแกรมและส่งข้อมูลออกมาทางหน้าจอของเครื่องGPS นั้นๆ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบข้อมูลโดยการแสดงผลก็จะต่างกันขึ้นกับโปรแกรม ในเครื่อง GPS แต่ละรุ่นและแต่ละยี่ห้อ

2.3 หลักการของ GPS

(อ้างอิงจาก http://www2.cs.science.cmu.ac.th/seminar/2547/GPS/index4.htm)

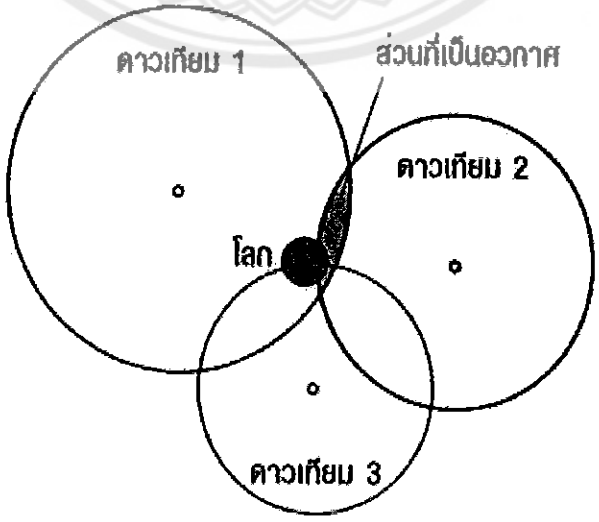
หลักการของ GPS คือการคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่อง GPS โดยจะต้องทราบตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงอย่างต่ำ 3 ดวงขึ้นไป เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอน ซึ่งเมื่อ

เครื่อง GPS สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 3 ดวงขึ้นไปแล้ว จะมีคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงเครื่อง GPS โดยจากสูตรคำนวณทางฟิสิกส์คือ " ความเร็ว X เวลา = ระยะทาง " โดยดาวเทียมทั้ง 3 ดวงจะส่งสัญญาณที่เหมือนกันมายังเครื่อง GPS โดยความเร็วแสง (186,000ไมล์ต่อวินาที)แต่ระยะเวลาในการรับสัญญาณได้จากดาวเทียมแต่ละ ดวงนั้นจะไม่เท่ากัน เนื่องจากระยะทางไม่เท่ากัน เช่น

ดาวเทียม 1 : ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.10 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 18,600 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที X 0.10 วินาที = 18,600 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในวงกลมที่มีรัศมี 18,600 ไมล์ ซึ่งจะเห็นว่าดาวเทียมเพียงดวงเดียวยังไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้

ดาวเทียม 2 : ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.08 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 13,200 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที X 0.08 วินาที = 13,200 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุด Intersect ระหว่างวงกลมจากดาวเทียมดวงแรกกับดาวเทียมดวงที่ 2

ดาวเทียม 3 : ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.06 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 11,160 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที X 0.06 วินาที = 11,160 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุด Intersect ระหว่างวงกลมจากดาวเทียมทั้ง 3 ดวง



รูปที่ 3 หลักการทำงานของ GPS

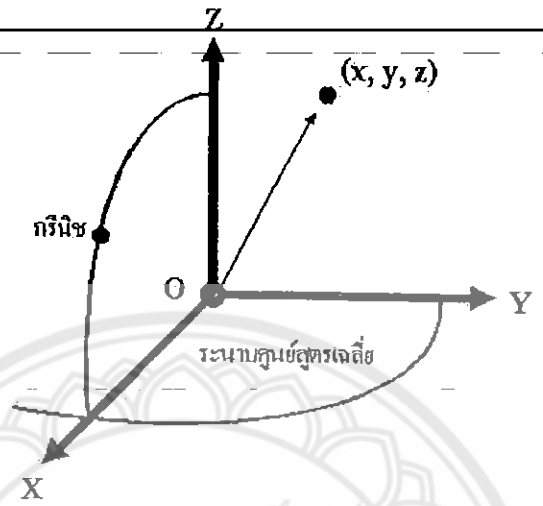
จะเห็นได้ว่าจะเหลือตำแหน่งอยู่ 2 จุดที่บริเวณวงกลมทั้ง 3 ตัดกันคือตำแหน่งที่อยู่ในอวกาศซึ่งแน่นอนว่าเราไม่สามารถไปอยู่ในอวกาศได้ตำแหน่งนี้จะถูกตัดทิ้งอัตโนมัติ โดยเครื่อง GPS อีกตำแหน่งคือตำแหน่งบนพื้นโลกซึ่งเป็นตำแหน่งที่เรายืนถือเครื่อง GPS อยู่นั้นเองซึ่งความถูกต้องแม่นยำของตำแหน่งก็ขึ้นกับจำนวนดาวเทียมที่สามารถรับ สัญญาณ ได้ในขณะนั้นหากมีมากกว่า 3 ดวงก็จะละเอียดมากขึ้น และก็ขึ้นกับเครื่อง GPS ด้วย หากเป็นเครื่องที่มีราคาแพง (ซึ่งมักใช้เฉพาะงาน) ก็จะมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ข้อมูลตำแหน่งที่ได้มานั้นยังสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมในเครื่องGPSเพื่อบอก จุดบนแผนที่และแสดงตำแหน่งของเราว่าอยู่จุดใดของแผนที่ได้อีกด้วยทั้งนี้ก็ขึ้นกับข้อมูล แผนที่ที่ติดมากับเครื่องด้วยว่ามีความแม่นยำเพียงใดโดยแผนที่พื้นฐานจะไม่ได้ติดตั้งมา กับเครื่อง GPS ทุกรุ่น ซึ่งอาจจะต้องซื้อแยกจากตัวเครื่อง

2.4 ระบบพิกัดฉาก (Coordinate System)

เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง หรือบอกตำแหน่งพื้นโลกจากแผนที่มีลักษณะเป็นตารางโครงข่ายที่เกิดจากตัดกันของเส้น ตรงสองชุดที่ถูกกำหนดให้วางตัวในแนวเหนือ-ใต้และแนวตะวันออก- ตะวันตก ตามแนวของจุดศูนย์กำเนิด (Origin) ที่กำหนดขึ้น ค่าพิกัดที่ใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งต่างๆ จะใช้ค่าของหน่วยที่นับออกจากจุดศูนย์กำเนิดเป็นระยะเชิงมุม (Degree) หรือเป็นระยะทาง (Distance) ไปทางเหนือหรือใต้และตะวันออกหรือตะวันตก ตามตำแหน่งของพื้นที่ที่ต้องการหาค่าพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ จะถูกเรียกอ้างอิงเป็นตัวเลขในแนวตั้งและแนวนอนตามหน่วยวัดระยะใช้วัดสำหรับระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ระบบพิกัดที่เกี่ยวข้องกับงานรังวัดดาวเทียมจีพีเอส โดยทั่วไปค่าพิกัดที่ได้จากงานรังวัดดาวเทียมจีพีเอสจะแสดงอยู่ในระบบพิกัดฉากยึดติดโลก (Earth Centered Earth Fixed Coordinate System, ECEF) ระบบพิกัดทางยีออเดซี (Geodetic Coordinate System) และระบบพิกัดแผนที่ UTM (Universal Transverse Mercator) โดยมีรายละเอียดของระบบพิกัดแต่ละชนิดดังนี้

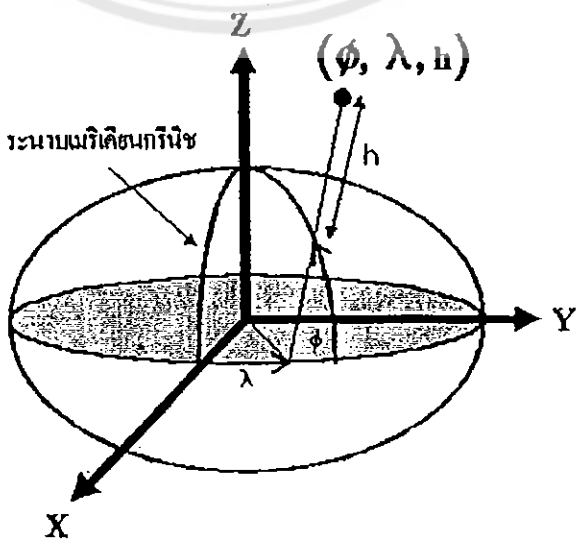
2.4.1 ระบบพิกัดฉากยึดติดโลก เป็นระบบพิกัดที่แกนพิกัดจะหมุนไปพร้อมๆกับการหมุนของโลก จากรูปที่ 1 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับระบบพิกัดดังนี้ จุด O คือ จุดกำเนิดของระบบพิกัดอยู่ที่จุดศูนย์มวลสาร หรือ จุดศูนย์กลางโลก (geocenter) โดยมีแกน Z ทับกับแกนหมุนเฉลี่ยของโลก

ระนาบที่ตั้งฉากกับแกน Z หรือระนาบ XY เป็นระนาบศูนย์สูตรเฉลี่ย ระนาบ XZ คือระนาบเมริเดียนกรีนิชเฉลี่ยเป็นระนาบที่ประกอบด้วยแกนหมุนเฉลี่ย และจุดที่หอดูดาวเมืองกรีนิช ส่วนแกน Y มีทิศตั้งฉากกับแกน X และ Z โดยประกอบกันเป็นระบบมือขวา (ชูเกียรติ วิเชียรติเจริญ, 2537)



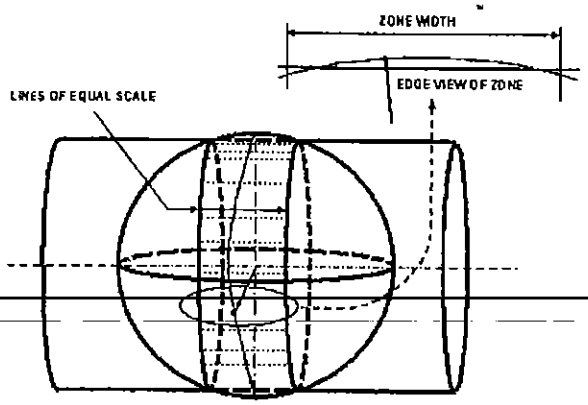
รูปที่ 4 ระบบพิกัดฉากยึดติดโลก (ภัคพงศ์ หอมเนียม, 2547)

2.4.2 ระบบพิกัดทางยีออเดซี ใช้ในการบอกตำแหน่งด้วยค่าละติจูด (ϕ) ลองจิจูด (λ) และความสูงเหนือรูปทรงรี (h) ดังแสดงรูปที่ 2 โดยละติจูด (ϕ) คือมุมระหว่างเส้นตั้งฉากพื้นผิวรูปทรงรีที่จุดนั้นกับระนาบศูนย์สูตร และลองจิจูด (λ) คือมุมระหว่างระนาบเมริเดียนที่ผ่านจุดนั้นกับระนาบเมริเดียนที่ผ่านกรีนิช ความสูงเหนือรูปทรงรี (h) คือระยะตามแนวเส้นตั้งฉากจุดนั้นจนถึงพื้นผิวรูปทรงรี ดังนั้นค่าพิกัดที่ได้จากระนาบพิกัดนี้จะขึ้นอยู่กับว่าเราใช้รูปทรงรีใดเป็นรูปทรงรีอ้างอิง

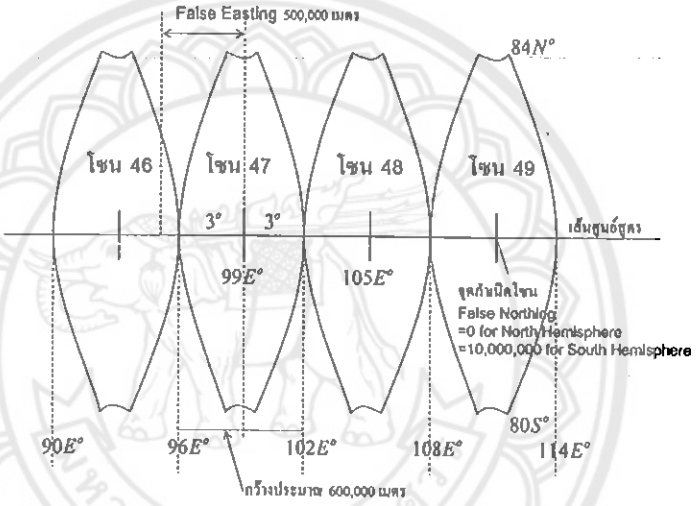


รูปที่ 5 ระบบพิกัดทางยีออเดซี (ภัคพงศ์ หอมเนียม, 2547)

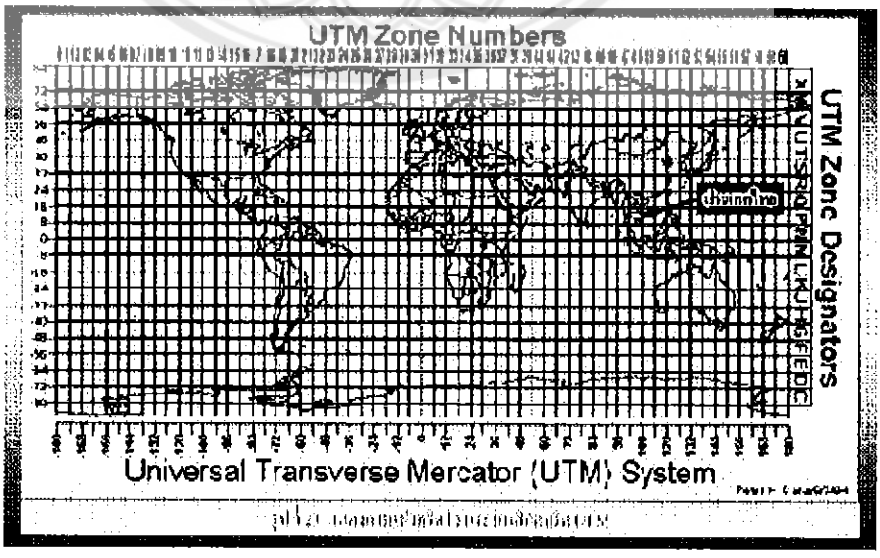
2.4.3 ระบบพิกัดแผนที่ UTM เป็นการฉายแผนที่แบบหนึ่ง ซึ่งค่าพิกัดที่ได้จะเป็นค่าพิกัดฉากโดยแผนที่ภูมิประเทศของประเทศไทยจะอ้างอิงอยู่ในระบบพิกัดแผนที่ UTM มีหน่วยระยะทางเป็นเมตร โดยมีรายละเอียดของระบบ คือ เป็นการฉายที่มีคุณสมบัติคงรูป (Conformal Projection) ใช้ทรงรีอ้างอิงที่เหมาะสมแทนพื้นพิภพ เช่น แผนที่ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหารใช้ทรงรีอ้างอิง WGS84 ใช้การฉายแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ขวาง (Transverse Mercator) ซึ่งมีการประจวบ (Coincidence) เป็นแบบตัดกัน ในการประจวบตัดกัน กำหนดให้สเกลแฟกเตอร์ที่แนวเมริเดียนกลางมีค่า 0.9996 ในแต่ละแถบใช้แนวเมริเดียนกลางและแนวศูนย์สูตรเป็นแนวพิกัดฉาก จุดตัดระหว่างเส้นทั้งสองเรียกว่า จุดกำเนิดจริงของระบบพิกัด มีทิศทางที่ขนานกับแนวเมริเดียนกลางและชี้ไปทางทิศเหนือเรียกว่า ทิศเหนือกริด เพื่อให้ค่าในระบบพิกัดฉากเป็นบวกเสมอ จึงกำหนดให้ค่าพิกัดตะวันออกให้เส้นเมริเดียนกลางเป็น 500,000 เมตร และกำหนดพิกัดเหนือสำหรับเส้นศูนย์สูตรไว้สองกรณีคือสำหรับซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ให้มีค่าเป็น 0 เมตร และ 10,000,000 เมตร ตามลำดับ ดังนั้นจุดกำเนิดจริงของระบบพิกัดฉากจึงมีค่าพิกัดแบ่งเป็น 2 กรณีคือ สำหรับการใช้งานในซีกโลกเหนือค่าพิกัดของจุดกำเนิดจริงจะเป็น E = 500,000 เมตร และ N = 0 เมตร และสำหรับการใช้งานในซีกโลกใต้ค่าพิกัดของจุดกำเนิดจริงจะเป็น E = 500,000 เมตร และ N = 10,000,000 เมตร การกำหนดเลขหมายประจำแถบ เริ่มด้วยเลข 1 สำหรับแถบซึ่งอยู่ระหว่างลองจิจูด 180 องศาตะวันตกถึง 174 องศาตะวันตก โดยที่แต่ละแถบมีความกว้างเท่ากับ 6 องศา ให้แถบถัดไปทางตะวันออกมีเลขหมายเพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึงเลข 60 ในแถบสุดท้ายซึ่งอยู่ระหว่างลองจิจูด 174 องศาตะวันออกและ 180 องศาตะวันออก สำหรับประเทศไทยอยู่ในแถบที่ 47 และ 48 มีขอบเขตทางเหนือและใต้อยู่ระหว่างละติจูด 80 องศาใต้ถึง 84 องศาเหนือ (สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร, 2533)



รูปที่ 6 การฉายแผนที่ชนิดทรงกระบอกวางแนวนอน และตัดกับผิวโลก (Secant) ที่ระยะห่างจากแนวเมริเดียนกลาง (Central Meridian) ประมาณ 166.7 กิโลเมตร (วิชัย เยี่ยงวีรชน, 2547)



รูปที่ 7 ลักษณะของโซน UTM (วิชัย เยี่ยงวีรชน, 2547)

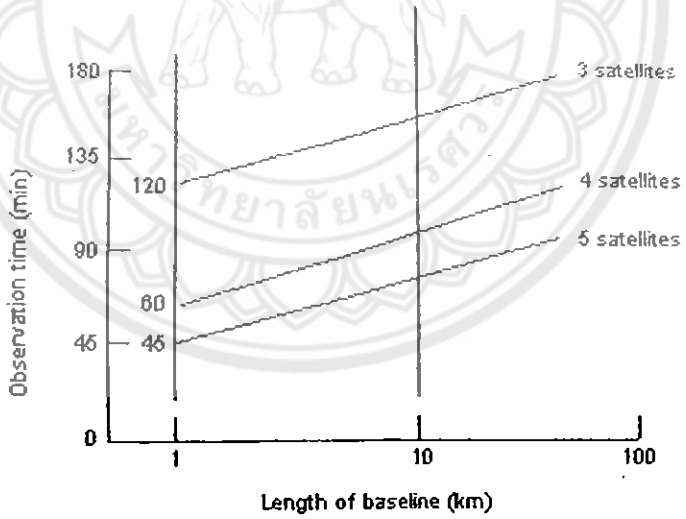


รูปที่ 8 การแบ่งโซน UTM

2.5 การรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS

การรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบรังวัดซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภทคือเครื่องรับสัญญาณความถี่เดี่ยว(L1) และชนิดสองความถี่ (L1/L2) ปกติแล้วการทำงานต้องใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย2 เครื่อง โดยที่เครื่องหนึ่งติดตั้งที่ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดเป็นเครื่องสถานีฐาน (base receiver station) และเครื่องที่เหลือจะนำไปรังวัดที่ตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าพิกัดเป็นเครื่องโรเวอร์ (rover station) ด้วยวิธีการรังวัดเส้นฐาน ตำแหน่งที่อ้างอิงของเครื่องรับสัญญาณคือตำแหน่งของเสาอากาศ (antenna) ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงตำแหน่งรับสัญญาณจึงหมายถึงตำแหน่งของเสาอากาศ ซึ่งเทคนิคที่เราใช้ในการวัดคือ

- การรังวัดแบบสถิติ (Static) เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง และใช้เทคนิคการรังวัดเส้นฐานแบบ DGPS ในงานรังวัดเพื่อสร้างหมุดหลักฐานสำหรับงานสำรวจชั้นสูง ต้องใช้เวลาในการรับและบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียมประมาณ 1- 2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความยาวเส้นฐานและจำนวนดาวเทียมที่ปรากฏบนท้องฟ้า (ดังรูป) เพื่อนำมาประมวลผลหาค่าเลขปริศนาและเส้นฐานได้ โดยให้ค่าความถูกต้องในระดับน้อยกว่าเซนติเมตรด้วยเครื่องรับสัญญาณชนิดความถี่เดียว (L1) หรือสองความถี่ (L1,L2)



รูปที่ 9 ประมาณการช่วงเวลาการรับสัญญาณแบบ Static

หากเส้นฐานมีความยาวมากกว่า 20 กิโลเมตร จะมีผลกระทบจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ชัดเจนยิ่งขึ้น การใช้เครื่องรับสัญญาณชนิดสองความถี่ (L1,L2) จะช่วยขจัดความคลาดเคลื่อนจากการหักเหคลื่นในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ได้

2.6 เครื่องมือรับสัญญาณ GPS Trimble R3 L1 GPS

(อ้างอิงจาก Hollywood,)

2.6.1 คุณสมบัติทั่วไปของ Trimble เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจโดยเป็นเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมGPS โดย Trimble สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องGPS เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องมือสำรวจอื่นๆโดยไม่ต้องแปลงหรือซ้อนทับข้อมูล และสามารถเก็บข้อมูลในรูปแบบที่ง่ายต่อการนำไปใช้งานต่อ

Trimble R3 L1 GPS (เครื่องหาพิกัดจากสัญญาณดาวเทียม) ชนิดความถี่เดียว ขนาดกะทัดรัด ความละเอียดถูกต้องสูงเหมาะสำหรับงานก่อสร้าง ทำหมุด ควบคุม สามารถทำงานได้ทั้งแบบ Kinematic และ Static เครื่องควบคุมการรับสัญญาณดาวเทียมทำงานบนระบบปฏิบัติการ MS Window Mobile หน้าจอสีระบบ touch screen ให้ค่าความถูกต้องทางราบ 5 mm. ± 0.5 ppm(Static mode) 10 mm. ± 1 ppm(Kinematic mode)

Trimble GPS รุ่น R3 สามารถทำงานที่ความถี่เดียว L1 โดยวิธี post processed ซึ่งเป็นเทคโนโลยี GPS ระดับสูงด้วยเครื่องรับสัญญาณความถี่เดียว L1 และเสาอากาศคอนโทรลเลอร์แบบมือถือที่ทนทาน และซอร์ฟแวร์ประมวลผลที่มีประสิทธิภาพใช้งานง่ายทั้งหมดนี้รวมเรียกว่าเป็นระบบ Trimble ซึ่งทำให้งานสำรวจมีความละเอียดถูกต้องถึงระดับต่ำกว่าเซนติเมตร รวมถึงงานทำหมุดควบคุม ทำหมุด Local ที่หน้างานและงานเก็บรายละเอียดทำแผนที่ภูมิศาสตร์ โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงสิ่งที่อาจจะกีดขวางแนวเล็ง เหมือนการทำงานตามวิธีดั้งเดิม อีกทั้งยังสามารถทำงานได้ทั้งกลางวันกลางคืนและในทุกสภาพอากาศเป็นครั้งแรกที่มีการนำเทคโนโลยี GPS ของ Trimble R3 Integrated system มาประกอบและใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์มือถืออย่างมีประสิทธิภาพเป็นที่นิยมใช้งานแพร่หลาย

R3 ทำงานในลักษณะเดียวกับ GPS ระดับสูง อื่นๆของ Trimble โดยอาศัยซอร์ฟแวร์ Trimble Survey คอนโทรลเลอร์ ยิ่งกว่านั้น ส่วนประกอบต่างๆของ R3 ยังถูกออกแบบ และพัฒนาให้ใช้งานได้ร่วมกับเครื่องมือสำรวจอื่นๆR3 จึงเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ และเชื่อถือได้ ด้วยราคาที่สมเหตุสมผล

ระบบของ Trimble R3 ปฏิบัติการบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Mobile สำหรับ Pocket PC ซึ่งเป็นระบบที่ใช้งานแพร่ทั่วโลกสำหรับเครื่อง Pocket PC นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานTrimble RECON เป็นเครื่อง Pocket PC ปกติ และใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ เช่น Pocket Word หรือ Excel อื่นๆ เพื่อการใช้งานที่หลากหลาย

Microsoft Windows Mobile ยังทำให้การใช้งาน R3 ง่ายดายยิ่งขึ้น แม้แต่ผู้ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อนก็สามารถที่จะใช้งานโดยใช้เวลาเรียนรู้เพียงเล็กน้อยด้วย ซอร์ฟแวร์ Trimble ดิจิตอล ฟิลด์บุ๊ค

2.6.2 คุณสมบัติเฉพาะ

2.6.2.1 งานสำรวจแบบระบบเดียวบนเครื่อง Pocket PC ที่มีความทนทานพร้อมด้วยสัญญาณ GPS แบบความถี่เดียว L1

2.6.2.2 ได้ผ่านการทดสอบการทำงานในสนามจริงแล้วว่ามีความทนทานต่อการทุกสภาพการใช้งาน

2.6.2.3 เทคโนโลยี GPS ของ Trimble เทคโนโลยีเพื่อประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือ

2.6.2.4 ทำงานระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Mobile สำหรับ Pocket PC

2.7 การประมวลผลออนไลน์

CSRS - PPP เป็นการให้บริการประมาณค่าการหาพิกัดตำแหน่งผ่านระบบอินเตอร์เน็ต จากระบบการหาพิกัดบนพื้นโลกโดยอาศัยค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส เรียกการให้บริการนี้ว่า Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning (PPP) service (CSRS – PPP) โดยการประมาณค่าสถานีหรือตำแหน่งเดี่ยวเป็นการคำนวณสำหรับผู้ใช้ในรูปแบบของ Static หรือ Kinematic โดยใช้ความแม่นยำของการโคจรของดาวเทียมและการจับเวลา และการให้บริการออนไลน์ของตำแหน่ง PPP คือ การออกแบบเพื่อให้ลดการทำงานของผู้ใช้ให้น้อยลง ในทางตรงกันข้ามภายใต้เงื่อนไขของการได้คำตอบที่ถูกต้องที่สุดก็ขึ้นอยู่กับข้อมูลการหาค่าพิกัดบนพื้นโลกโดยอาอาศัยค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส ที่หามาได้ โดยการดำเนินการประมวลผล ต้องทำการยื่นหรือเสนอข้อมูลที่หาได้จากระบบการหาพิกัดบนพื้นโลกโดยอาศัยค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส เป็นในรูปแบบของ RINEX file

2.7.1 รูปแบบของข้อมูล

2.7.1.2 Data Format ไฟล์ที่ใช้ในการประมวลผลมีสองรูปแบบคือ RINEX และ Compact RINEX.

2.7.1.3 RINEX (Receiver Independent Exchange Format) ถูกออกแบบมาเพื่อ อำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนจีพีเอสที่ผลิตโดยรับข้อมูลที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่ผู้ผลิตจีพีเอสจะนำเสนอซอฟต์แวร์เพื่อแปลงไฟล์พื้นฐานให้เป็นไฟล์ RINEX มาตรฐาน

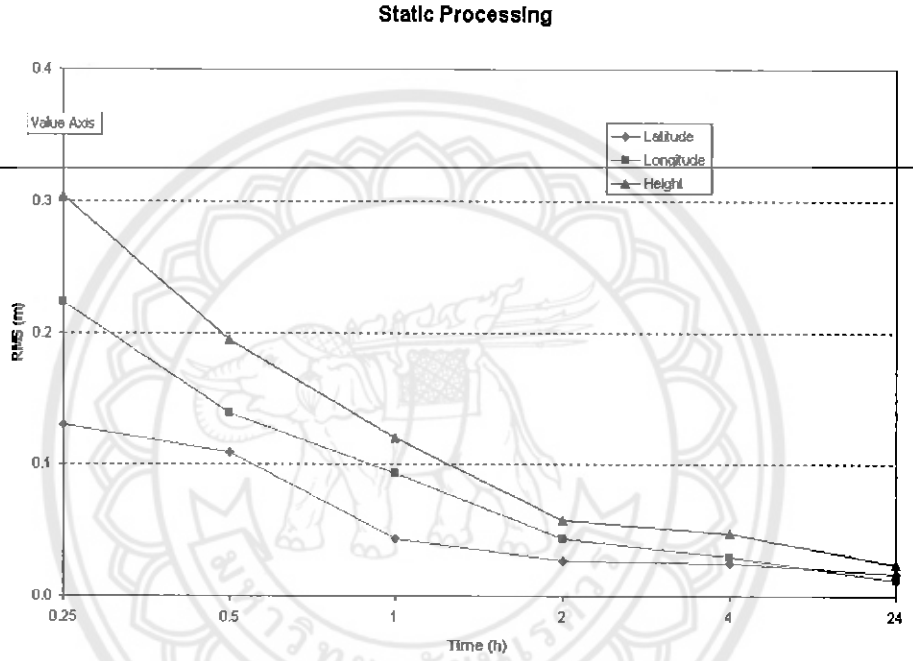
2.7.1.4 Compact RINEX ถูกพัฒนาโดย Y. Hatanaka สถาบันสำรวจทางภูมิศาสตร์ โดยได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบของไฟล์ RINEX Observations ตัวต้นฉบับให้เล็กลงอยู่ในรูป ASCII file

2.7.2 รูปแบบการประมวลผล

International Terrestrial Reference Frame (ITRF) ในการกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกให้มีความถูกต้องนั้นนอกจากวิธีที่ใช้ในการรังวัดจะต้องมีความถูกต้องสูงแล้ว สิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน คือพื้นหลักฐานอ้างอิง (reference datum) ซึ่งใช้เป็นระบบอ้างอิงในการหาตำแหน่ง (reference system) และโครงข่ายทางยีออเดซี (geodetic network) ซึ่งประกอบด้วยหมุดหลักฐานที่รังวัดเชื่อมโยงกันเป็นโครงข่ายและมีค่าพิกัดบนระบบอ้างอิง โดยเสมือนว่าค่าพิกัดของหมุดหลักฐานในโครงข่ายมีความถูกต้องทางตำแหน่งบนพื้นโลก หากระบบอ้างอิงหรือโครงข่ายมีความคลาดเคลื่อน (error) ย่อมส่งผลให้การหาตำแหน่งพิกัดมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นประเทศต่างๆในโลก จึงพยายามเลือกระบบอ้างอิงที่มีความถูกต้องสูง และใช้เทคนิควิธีการรังวัดที่ให้ความถูกต้องสูงในการสร้างโครงข่ายให้ครอบคลุมประเทศ หากจะกล่าวถึงวิธีในการรังวัดหาตำแหน่งที่มีความถูกต้องสูง ในปัจจุบันเทคนิคการรังวัดด้วยดาวเทียม GPS (Global Positioning System) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถให้ความถูกต้องสูงถึง 1:1,000,000 และค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัด อ้างอิงบนพื้นหลักฐาน WGS84 (World Geodetic System 1984) ซึ่งเป็นระบบอ้างอิงที่ได้รับการยอมรับจากนานาประเทศว่ามีความถูกต้องและมีความเป็นสากล แต่เนื่องจากแผ่นเปลือกโลกได้รับอิทธิพลจากแรงเคลื่อนไหวของธรณีแปรสัณฐาน(tectonic activity) ทำให้ตำแหน่งต่างๆบนผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลง จึงมีนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งได้สร้างและกำหนดระบบอ้างอิงใหม่ ซึ่งมีคุณลักษณะทางกายภาพเช่นเดียวกับพื้นหลักฐาน WGS84 ระบบอ้างอิงดังกล่าวคือ ITRF (International Terrestrial Reference Frame) ปัจจุบันหลายๆประเทศทั่วโลกได้เปลี่ยนมาใช้ระบบพิกัดอ้างอิง ITRF และขยายโครงข่ายให้ครอบคลุมประเทศด้วยเทคนิคการรังวัด GPS ดังเช่น ประเทศญี่ปุ่น จีน ออสเตรเลีย และประเทศในแถบภาคพื้นทวีปยุโรป เป็นต้น

2.7.3 ผลการยืนยันและการคาดคะเนที่ถูกต้องแม่นยำ

วิธีการยืนยันข้อพิสูจน์อย่างหนึ่งนั่นก็คือการใช้เครื่องมือดำเนินงานอย่างมีขอบเขตและการประมวลการดำเนินการซึ่งได้รับมาจากซอฟแวร์ของจุดที่รู้พิกัด เช่น การเทียบมาตรฐานของ Baselines และมาตรฐานBasenets จะต้องระมัดระวังในการวัดหาค่าให้ได้ระดับและระยะที่ได้มาตรฐานซึ่งจะต้องอาศัยความแม่นยำและความถูกต้อง เพราะเป้าหมายคือการคาดคะเนตำแหน่งพิกัด



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าความถูกต้องของการประมวลผลแบบสถิต (Static) ระหว่าง Latitude, Longitude, Height เทียบกับเวลา (มีหน่วยเป็นเมตร)

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS แม้จะเป็นวิธีที่ทันสมัยและสะดวก แต่ในบางสถานที่ก็ไม่สามารถใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPSได้ดังนั้นการที่จะทำงานด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS จำเป็นต้องมีการวางแผนตรวจสอบพื้นที่ให้ดีก่อนการลงมือทำงานในสนามจริง

3.1 วางแผนการดำเนินงาน

โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 เลือกตำแหน่งเพื่อตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 ได้แก่

3.1.1.1 บริเวณที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง (โล่งแจ้ง) บริเวณที่เลือกคือ บริเวณลานสมเด็จพระนเรศวรและบริเวณกลางสะพานหอพระเทพรัตน์ เป็นต้น

3.1.1.2 บริเวณที่มีต้นไม้หนาทึบแต่สามารถรับสัญญาณ GPS ได้บริเวณที่เลือกคือ บริเวณกลางประตูทางเข้าที่1หน้าโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นต้น

3.1.1.3 บริเวณที่จุดสองจุดสามารถใช้กล้องระดับส่องถึงกันได้ ได้บริเวณที่เลือกคือ บริเวณลานสมเด็จพระนเรศวรและบริเวณกลางสะพานหอพระเทพรัตน์

3.1.2 กำหนดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลภาคสนาม จะเก็บข้อมูลประมาณ 2 วัน โดยจะมีการเก็บข้อมูลการรังวัดแบบตั้งเครื่อง GPS Trimble R3 ที่สถานีฐาน 1 เครื่องเป็นเวลา24ชั่วโมงและตั้งเครื่อง GPS Trimble R3 เป็น โรเวอร์ จำนวน 10 จุด เป็นเวลาจุดละ 2 ชั่วโมงโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร

3.1.3 แบ่งหน้าที่และกำหนดเวลาในการเก็บข้อมูลภาคสนามของแต่ละจุด

3.2 การเก็บข้อมูล

ในที่นี้จะกล่าวถึงการเก็บข้อมูลจากระบบการหาพิกัดบนพื้นโลกโดยอาศัยค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส โดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส Trimble R3

3.2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 เพื่อนำข้อมูลมาประมวลผลผ่านโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO) และนำไปเปรียบเทียบกับการประมวลผลแบบออนไลน์

3.2.2 หาพื้นที่เพื่อตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 ตำแหน่งที่ใช้ตั้งคือ

Base ตั้งบริเวณกลางสะพานหอพระเทพรัตน์

จุดที่ 1 บริเวณประตูหนึ่งหน้ามหาวิทยาลัยนเรศวร

จุดที่ 2 บริเวณกลางลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช

จุดที่ 3 บริเวณสามแยกหน้าทางเข้า พิพิธภัณฑ์ผ้า

จุดที่ 4 บริเวณสามแยกบริเวณตรงข้ามศูนย์อาหารไพลิน ข้างตึกวิศวกรรมศาสตร์

จุดที่ 5 บริเวณหน้าหอพักนิสิตหญิงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

จุดที่ 6 บริเวณหน้าแปลงสาธิตของคณะเกษตรศาสตร์

จุดที่ 7 บริเวณหน้าทางเข้าศูนย์พลังงานทดแทน

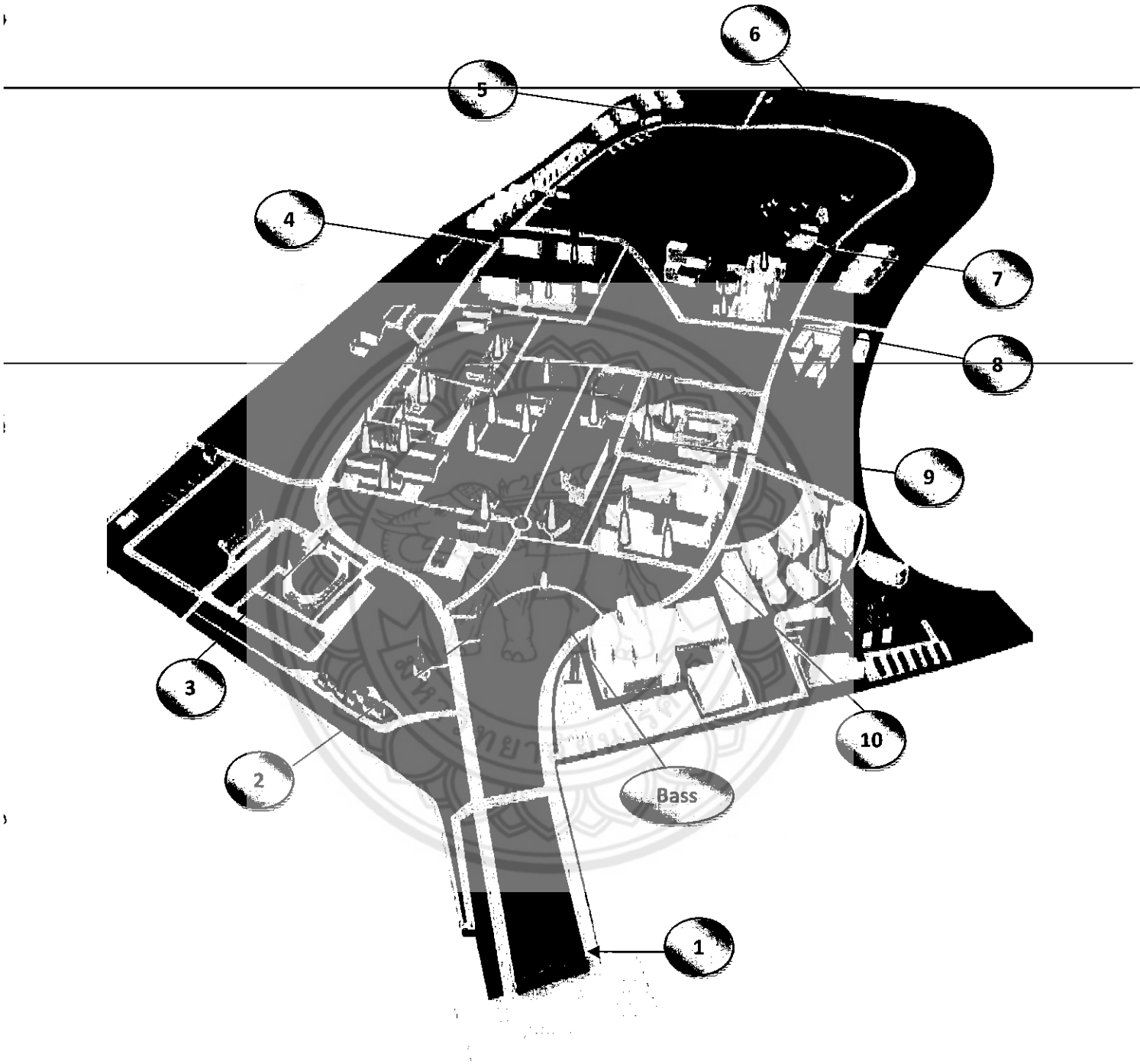
จุดที่ 8 บริเวณลานหน้าป้ายคณะวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์

จุดที่ 9 บริเวณตึกอาคารเรียนรวม QS

จุดที่ 10 บริเวณทางแยกตรงข้ามป้ายธนาคารกรุงศรีฯข้างคณะเภสัชศาสตร์

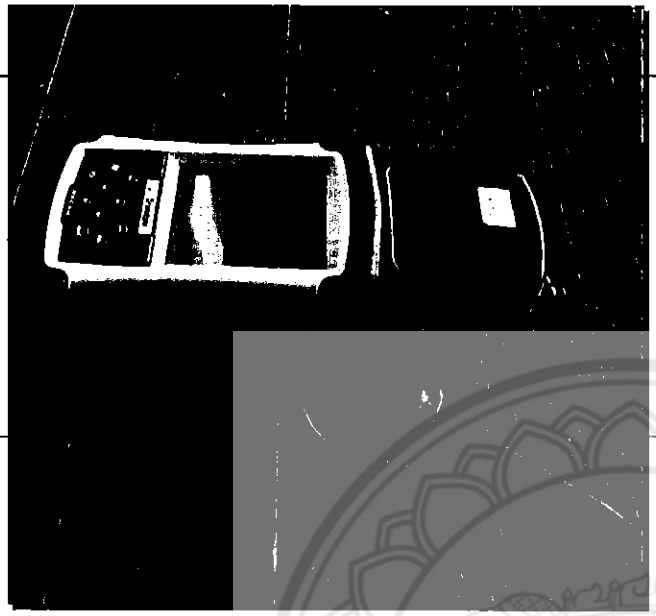
3.2.3 ทำการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble R3 วิธีการคือ ใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble R3 รับสัญญาณบริเวณตำแหน่งที่ได้ทำการเลือกไว้แบบสถิต (Static) โดยตั้งเครื่องเป็นสถานีฐาน (base receiver station) 1 เครื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตั้งเครื่องเป็นแบบโรเวอร์ (rover receiver) จำนวน 10 จุด โดยตั้งจุดละ 2 ชั่วโมง

แผนผังบริเวณที่ตั้งสถานีฐาน (base receiver station) และโรเวอร์(rover receiver)

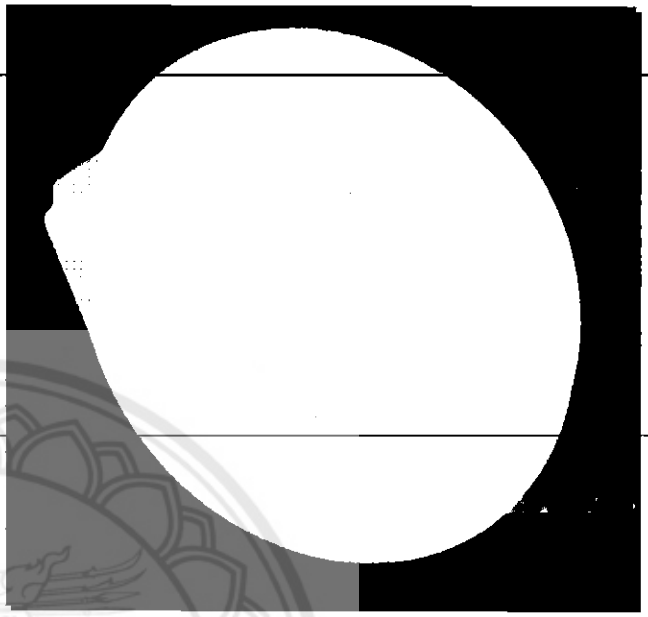


รูปที่ 11 แผนผังบริเวณที่ตั้ง

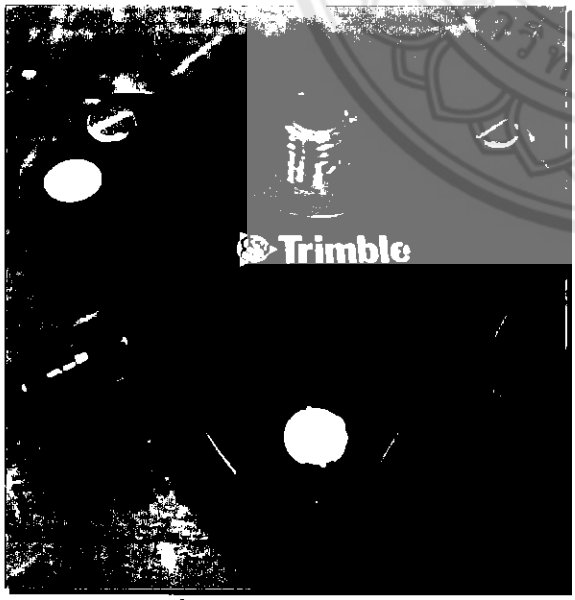
อุปกรณ์การรังวัดด้วย Trimble R3 มีดังนี้



รูปที่ 12 เครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble



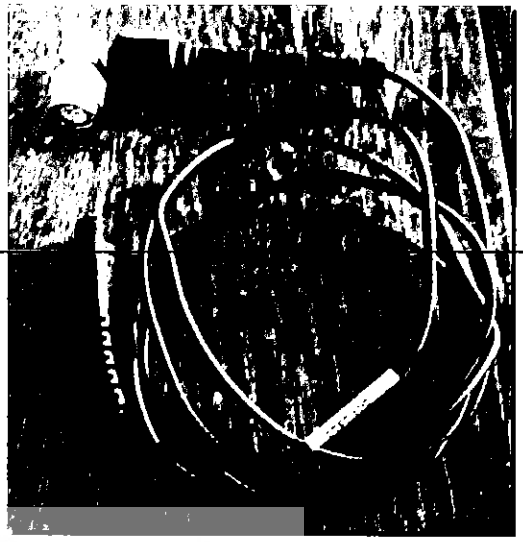
รูปที่ 13 จานรับสัญญาณ GPS (Antenna)



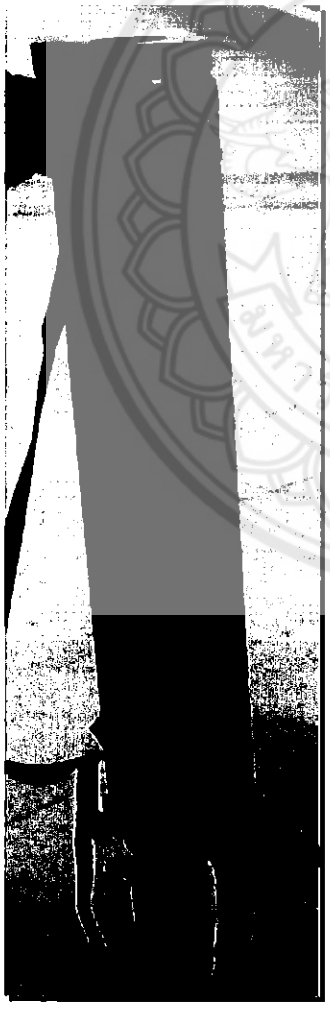
รูปที่ 14 ตัวยึดจานรับสัญญาณ
กับขาตั้งกล้อง

รูปที่ 15 ตัวยึดเครื่องรับสัญญาณ GPS Trimble R3

รูปที่ 16 สายถ่ายโอนข้อ

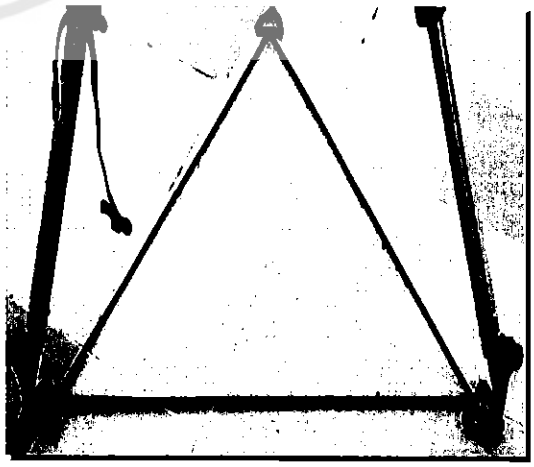


รูปที่ 17 สาย Data Link

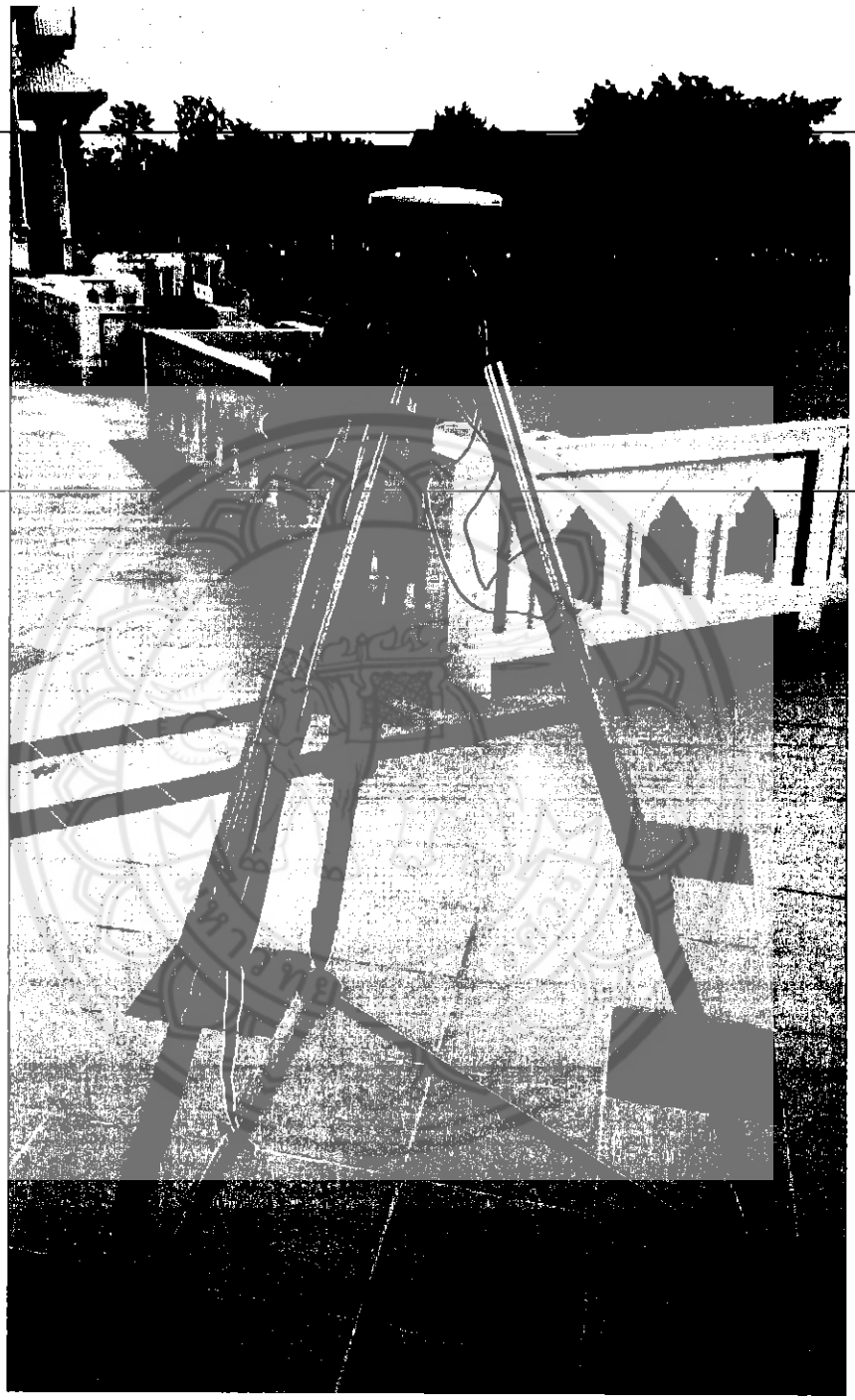


รูปที่ 19 ขาตั้งกล้องอะลูมิเนียม (Aluminum Tripod)

รูปที่ 18 ตลับเมตร

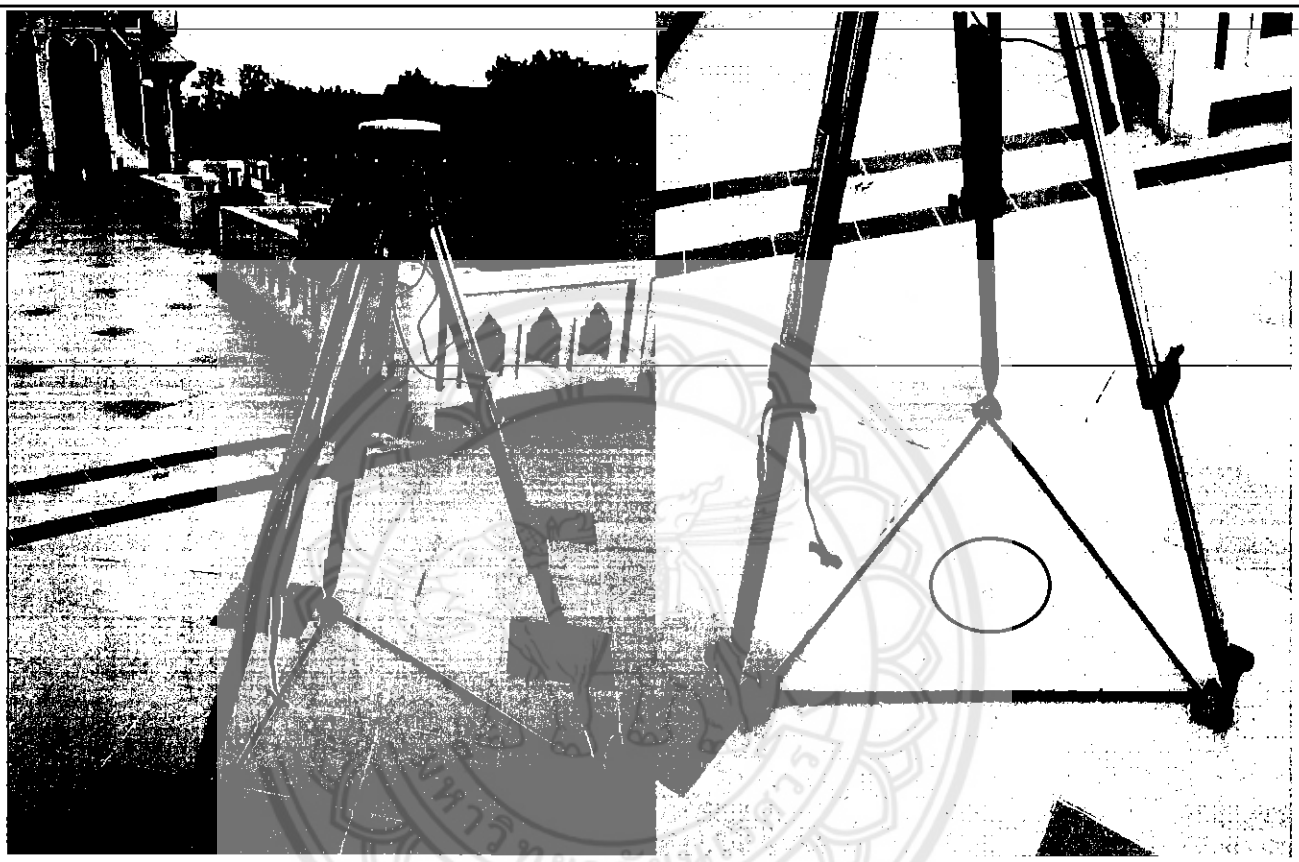


รูปที่ 20 ขาทราย



รูปที่ 21 ลักษณะการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมGPS Trimble R3

<u>บริเวณที่ตั้งสถานีฐาน (Base receiver station)</u>



รูปที่ 21-22 บริเวณที่ตั้ง คือ หอพระเทพรัตน์ ตั้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

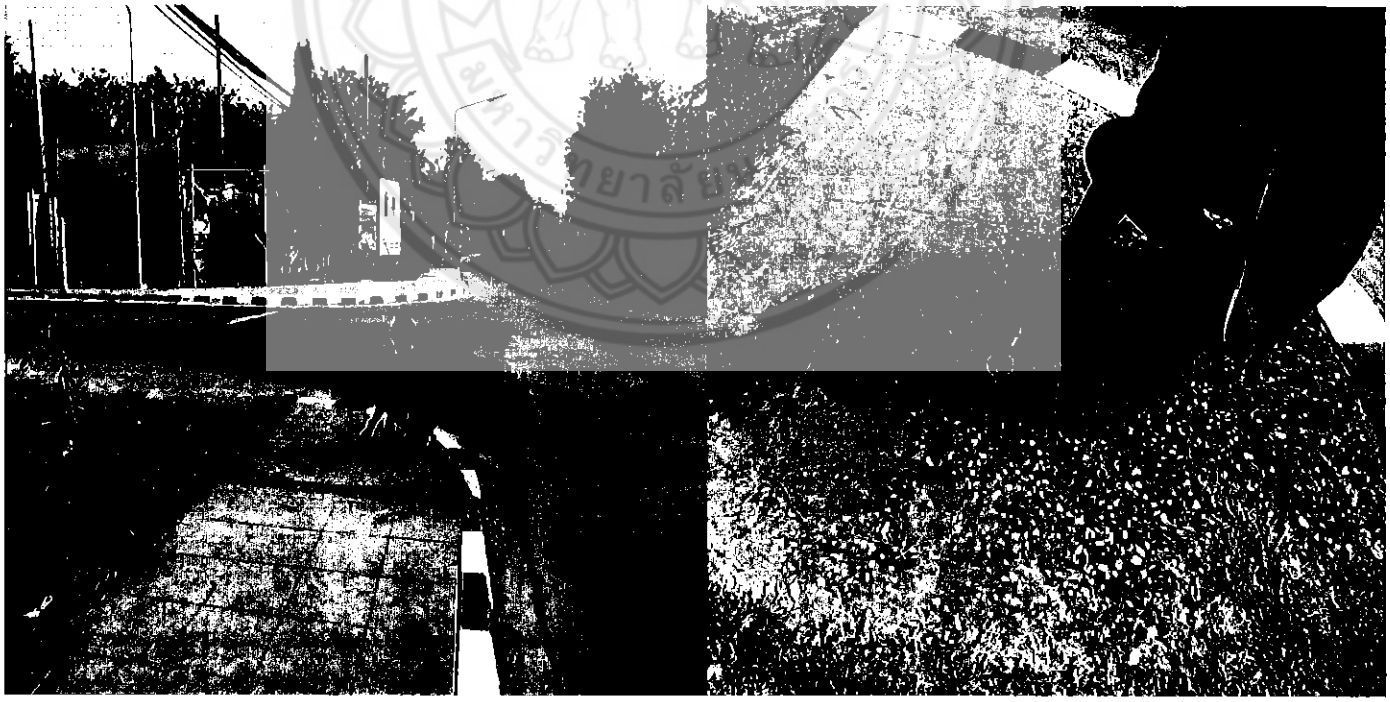
<u>บริเวณที่ตั้ง Rover</u>

มีจำนวน 10 จุด แต่ละจุดใช้เวลาตั้งจุดละ 2 ชั่วโมง

รูปที่ 23-24 จุดที่ 1 บริเวณประตูหนึ่งหน้ามหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 25-26 จุดที่ 2 บริเวณกลางลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช

รูปที่ 27-28 จุดที่ 3 บริเวณสามแยกหน้าทางเข้าพิพิธภัณฑ์ผ้า

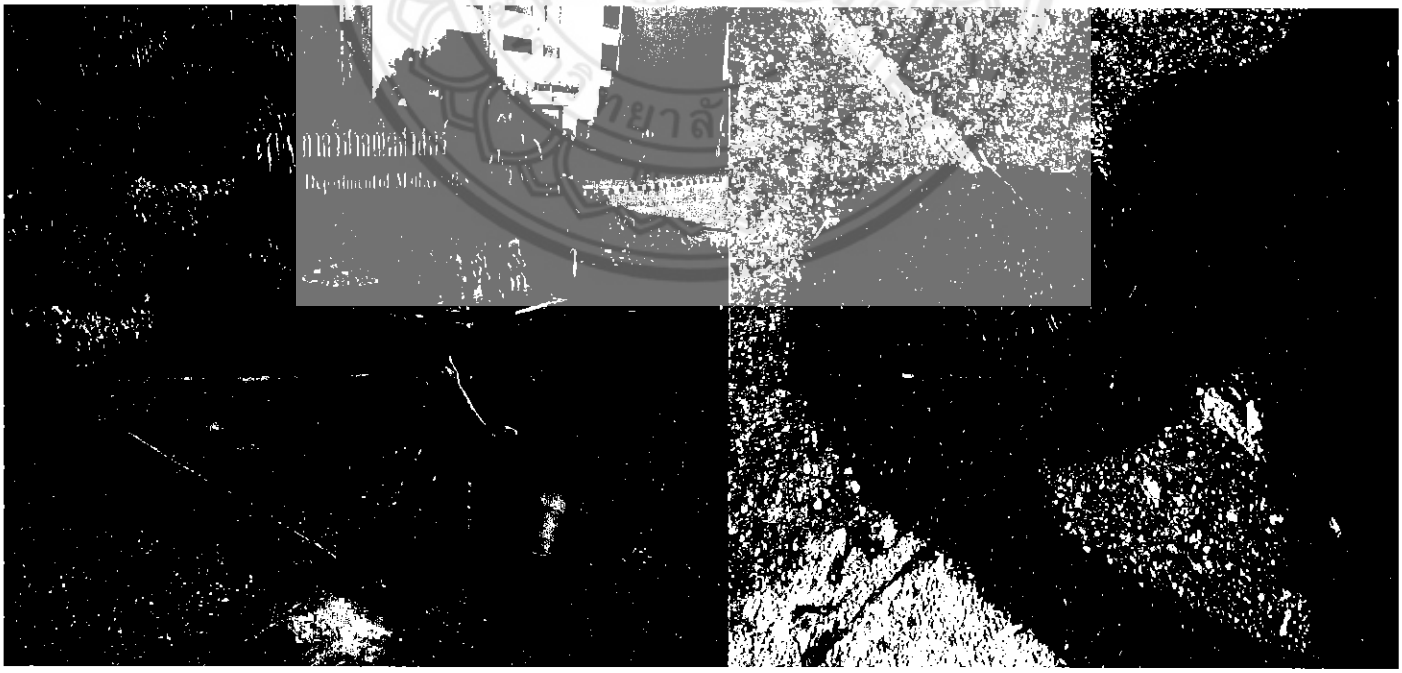


รูปที่ 29-30 จุดที่ 4 บริเวณสามแยกบริเวณตรงข้ามศูนย์อาหารไพลิน ข้างตึกวิศวกรรมศาสตร์

รูปที่ 31-32 จุดที่5 บริเวณหน้าหอพักนิสิตหญิงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 33-34 จุดที่ 6 บริเวณหน้าแปลงสาธิตของคณะเกษตรศาสตร์

รูปที่ 35-36 จุดที่ 7 บริเวณหน้าทางเข้าศูนย์พลังงานทดแทน



รูปที่ 37-38 จุดที่ 8 บริเวณลานหน้าป้ายภาควิชาคณิตศาสตร์

รูปที่ 39-40 จุดที่ 9 หน้าตึกอาคารเรียนรวม QS

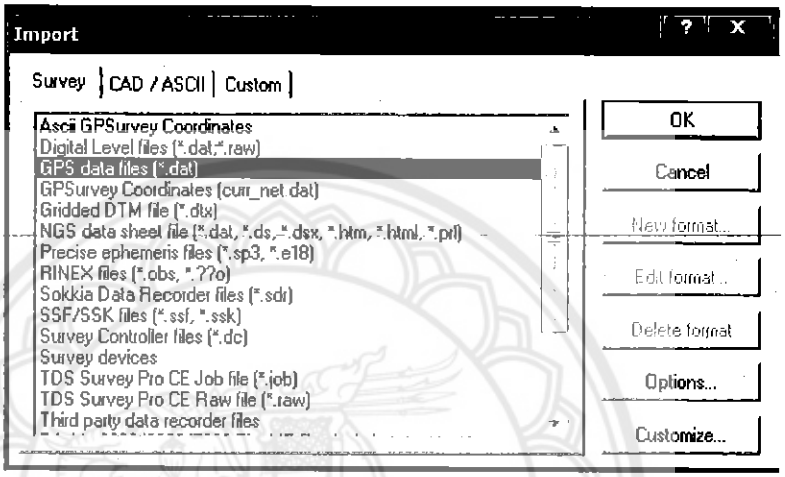
รูปที่ 41-42 จุดที่ 10 บริเวณตรงข้ามป้ายธนาคารกรุงศรีฯ หน้าตึกเภสัชศาสตร์

3.3 ขั้นตอนการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

3.3.1 สร้าง Project เพื่อใช้ในการประมวลผล

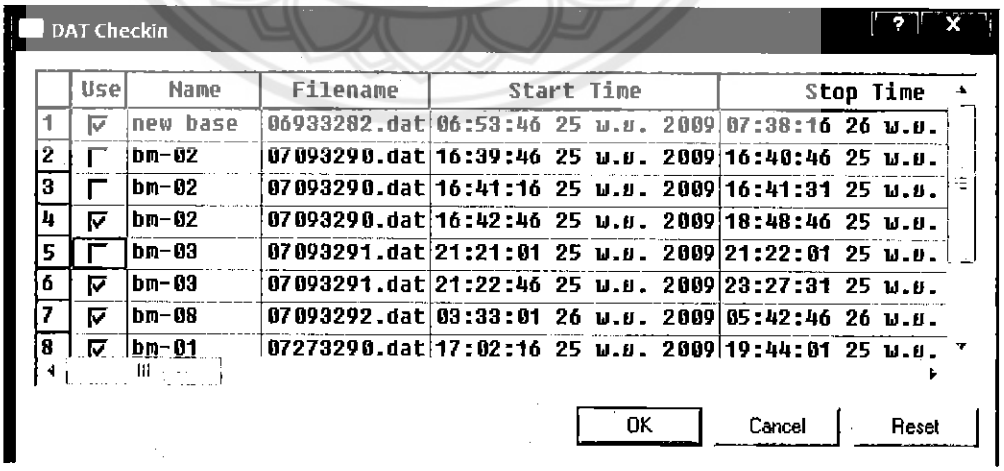
3.3.2 ขั้นตอนการนำข้อมูลเข้า

3.3.2.1 ให้ทำการเลือก File ⟶ import แล้วเลือกข้อมูลที่นำเข้า จะปรากฏหน้าจอดังนี้



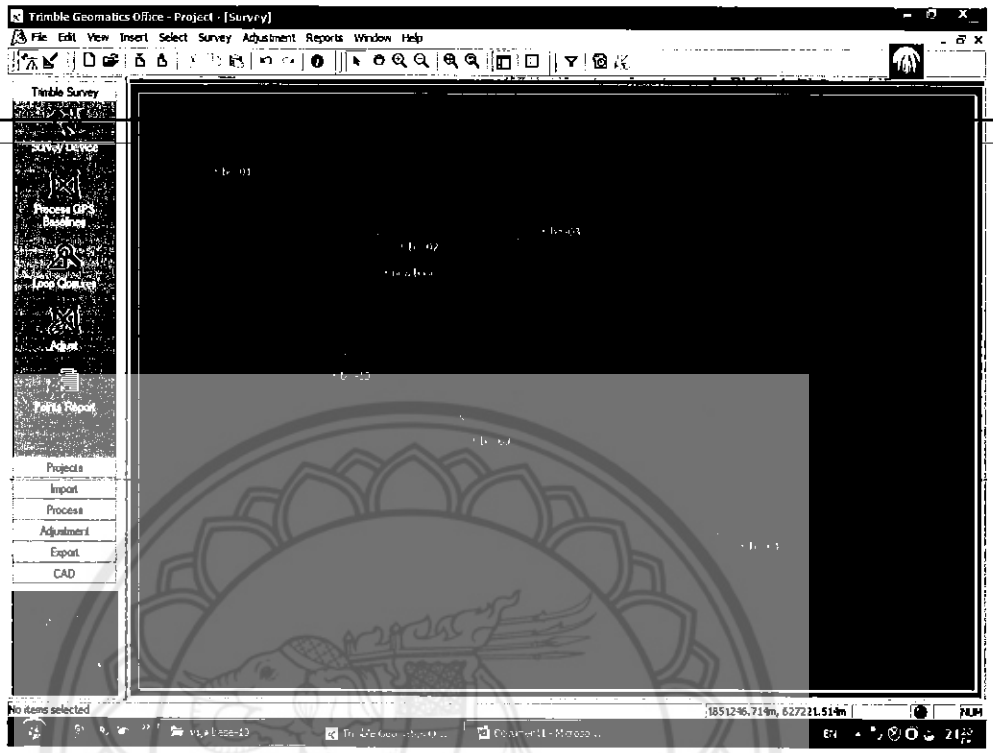
รูปที่ 43 ตัวอย่างขั้นตอนการนำข้อมูลเข้า

3.3.2.2 เมื่อข้อมูลถูกนำเข้าจะแสดงผลให้ผู้ใช้งานทราบดังนี้



รูปที่ 44 ตัวอย่างเมื่อข้อมูลถูกนำเข้าจะแสดงผล

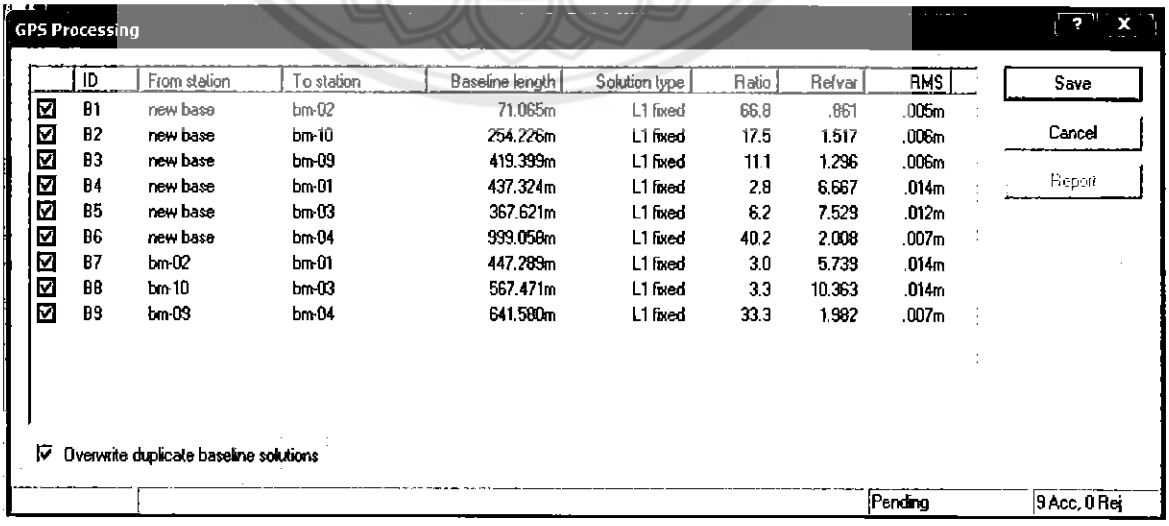
3.3.2.3 เมื่อข้อมูลต่างๆ ถูกนำเข้าจนครบเรียบร้อยแล้ว และทำการแสดงชื่อจุดบนหน้าจอ จะแสดงผลดังนี้



รูปที่ 45 ตัวอย่างเมื่อข้อมูลถูกนำเข้าจนครบเรียบร้อยแล้ว

3.3.3 ขั้นตอนการประมวลผลเส้นฐาน

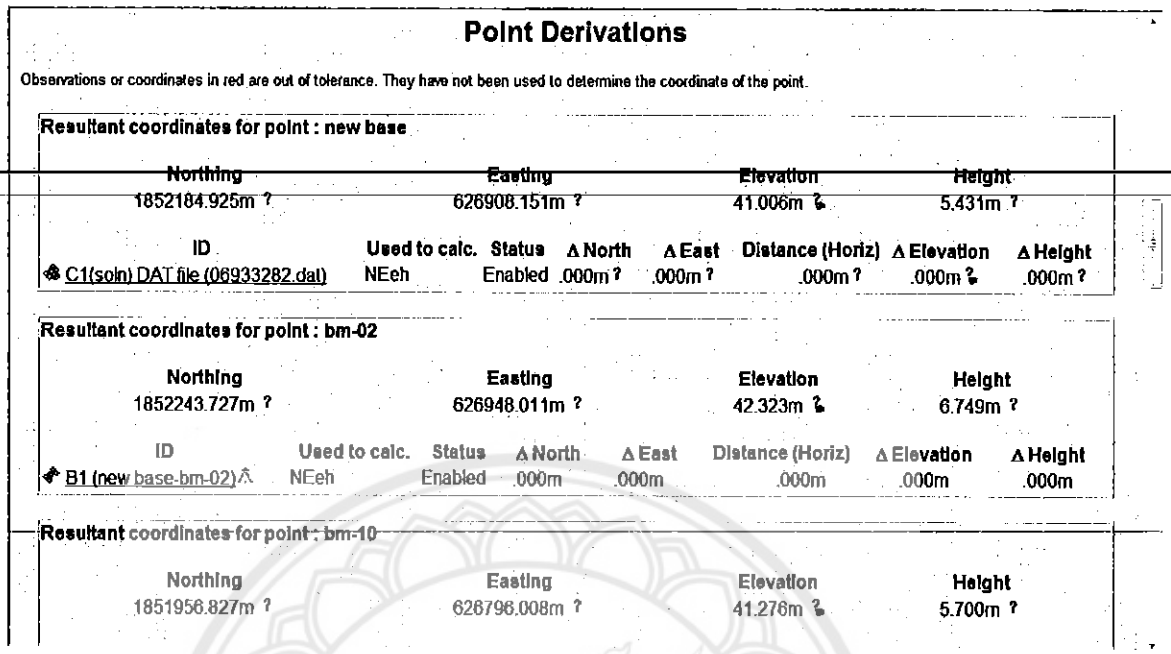
3.3.3.1 ทำการประมวลผลเส้นฐาน โดยเลือก Survey ⟶Process GPS Baseline จะได้ดังนี้



	ID	From station	To station	Baseline length	Solution type	Ratio	Refvar	RMS
☑	B1	new base	bm-02	71.065m	L1 fixed	66.8	.861	.005m
☑	B2	new base	bm-10	254.226m	L1 fixed	17.5	1.517	.006m
☑	B3	new base	bm-09	419.399m	L1 fixed	11.1	1.296	.006m
☑	B4	new base	bm-01	437.324m	L1 fixed	2.8	6.667	.014m
☑	B5	new base	bm-03	367.621m	L1 fixed	6.2	7.529	.012m
☑	B6	new base	bm-04	999.058m	L1 fixed	40.2	2.008	.007m
☑	B7	bm-02	bm-01	447.289m	L1 fixed	3.0	5.739	.014m
☑	B8	bm-10	bm-03	567.471m	L1 fixed	3.3	10.363	.014m
☑	B9	bm-09	bm-04	641.580m	L1 fixed	33.3	1.982	.007m

รูปที่ 46 ตัวอย่างขั้นตอนการประมวลผลเส้นฐาน

3.3.3.2 แล้วจะได้การแสดงผลรายงานการประมวลผลเส้นฐาน ดังนี้



Point Derivations

Observations or coordinates in red are out of tolerance. They have not been used to determine the coordinate of the point.

Resultant coordinates for point : new base

Northing	Easting	Elevation	Height
1852184.925m ?	626908.151m ?	41.006m	5.431m ?

ID	Used to calc.	Status	Δ North	Δ East	Distance (Horiz)	Δ Elevation	Δ Height
C1(soln) DAT file (06933282.dat)	NEeh	Enabled	.000m ?	.000m ?	.000m ?	.000m	.000m ?

Resultant coordinates for point : bm-02

Northing	Easting	Elevation	Height
1852243.727m ?	626948.011m ?	42.323m	6.749m ?

ID	Used to calc.	Status	Δ North	Δ East	Distance (Horiz)	Δ Elevation	Δ Height
B1 (new base-bm-02)	NEeh	Enabled	.000m	.000m	.000m	.000m	.000m

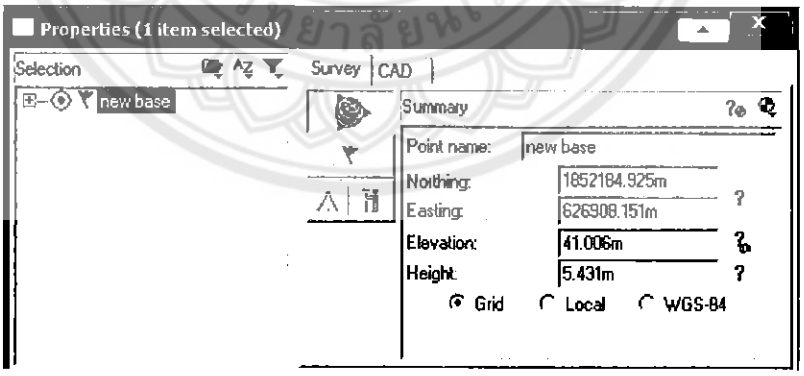
Resultant coordinates for point : bm-10

Northing	Easting	Elevation	Height
1851956.827m ?	626796.008m ?	41.276m	5.700m ?

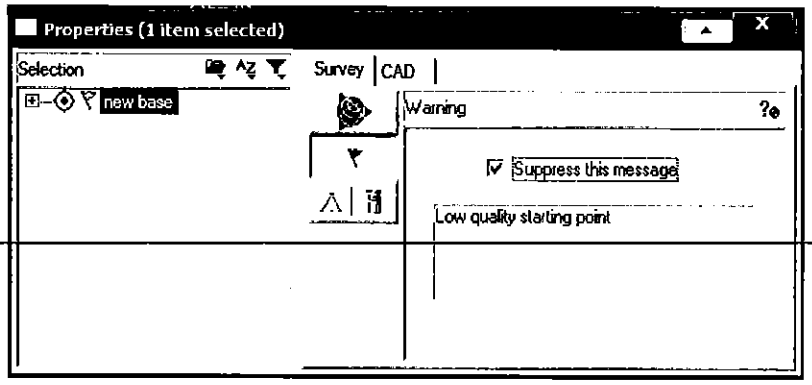
รูปที่ 47 ตัวอย่างการแสดงผลรายงานการประมวลผลเส้นฐาน

3.3.4 Evaluate Result

แสดงผลข้อมูลไม่ว่าจะเป็นค่าพิกัดของจุดที่ทำการรังวัดหรือค่าข้อมูลของเส้นฐาน ให้ทำการเลือกข้อมูลโดยการกด Double click ที่จุดนั้น



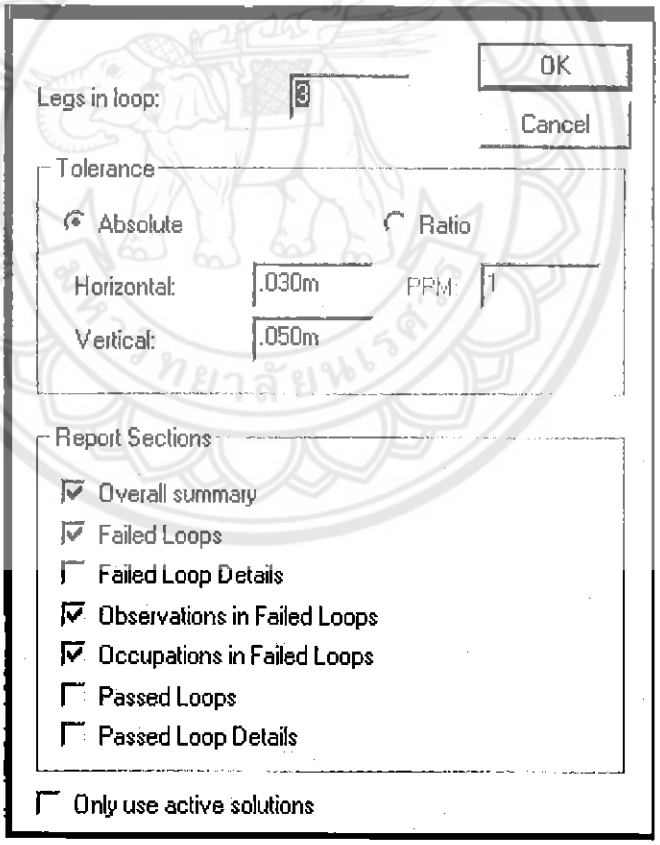
รูปที่ 48 ตัวอย่างแสดงผลข้อมูลไม่ว่าจะเป็นค่าพิกัดของจุดที่ทำการรังวัด



รูปที่ 49 ตัวอย่างแสดงผลข้อมูลไม่ว่าจะเป็นค่าพิกัดของจุดที่ทำการรังวัด

3.3.5 การตรวจสอบรูปปิดของโครงข่าย

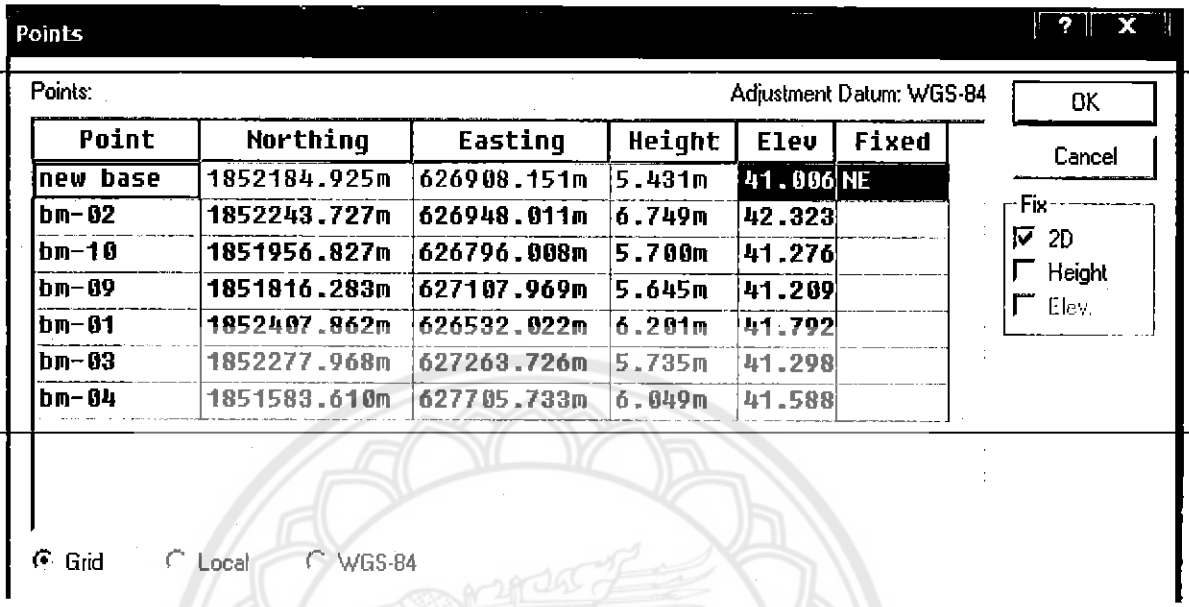
3.3.5.1 ทำการตั้งค่าในการตรวจสอบ GPS Loop Closure ได้โดยเลือก Report ⟶ Set up ⟶ GPS Loop Closure Report จะปรากฏดังรูป



รูปที่ 50 ตัวอย่างการตรวจสอบรูปปิดของโครงข่าย

3.3.6 Fixing the Points in the network adjustment

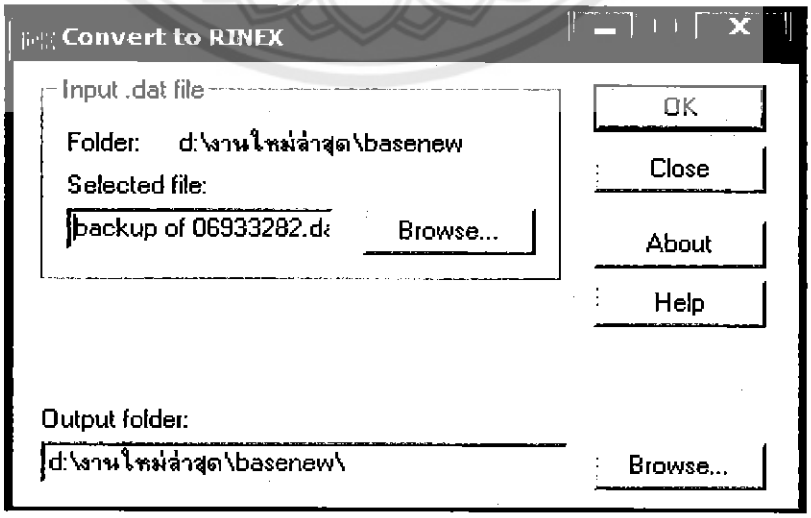
ในการปรับแก้โครงข่าย โดยทำการเลือกดังขั้นตอน Adjustment ⟶ Points จะปรากฏหน้าจอดังรูป



รูปที่ 51 ตัวอย่างการปรับแก้โครงข่าย

3.4 ขั้นตอนการแปลงข้อมูลดิบ (*.dat) ให้อยู่ในรูป RINEX

ใช้โปรแกรมที่ Start ⟶ Program ⟶ Trimble Office ⟶ Utilities ⟶ Convert to RINEX

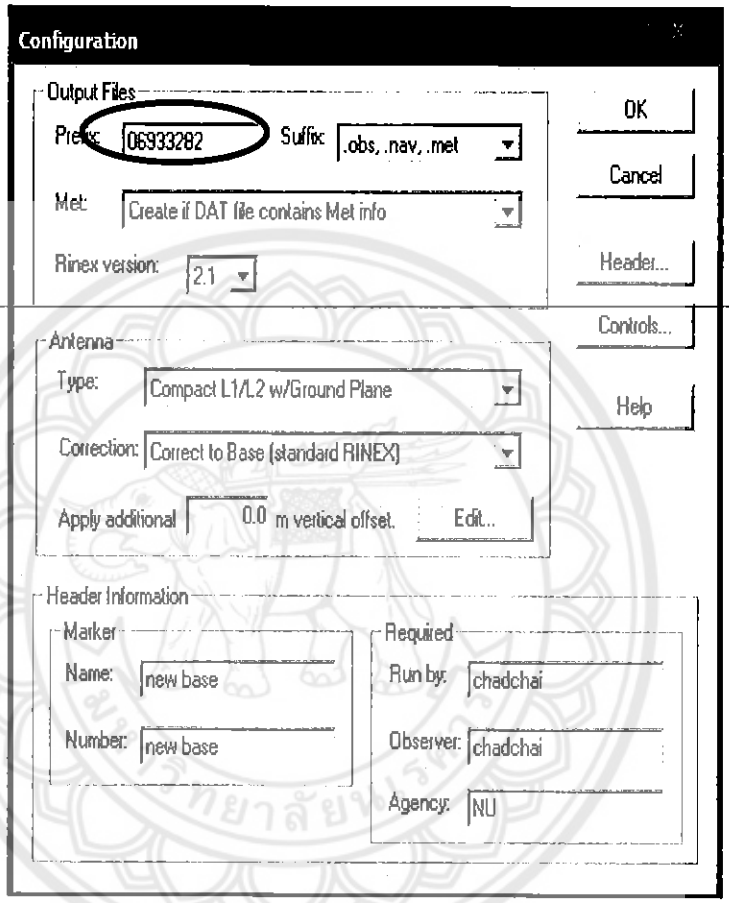


รูปที่ 52 ตัวอย่างขั้นตอนการแปลงข้อมูลดิบ (*.dat) ให้อยู่ในรูป RINEX

3.4.1 ให้เลือกชื่อ File ข้อมูลดิบที่ต้องการแปลงที่ Select File: แล้วกดปุ่ม Browse

3.4.2 ให้เลือกชื่อ Folder ที่จะทำการจัดเก็บข้อมูลที่ได้หลังจากการแปลงเป็น RINEX แล้วที่ Output folder. แล้วกดปุ่ม Browse เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม OK

จะปรากฏหน้าจอ Configuration ดังรูป

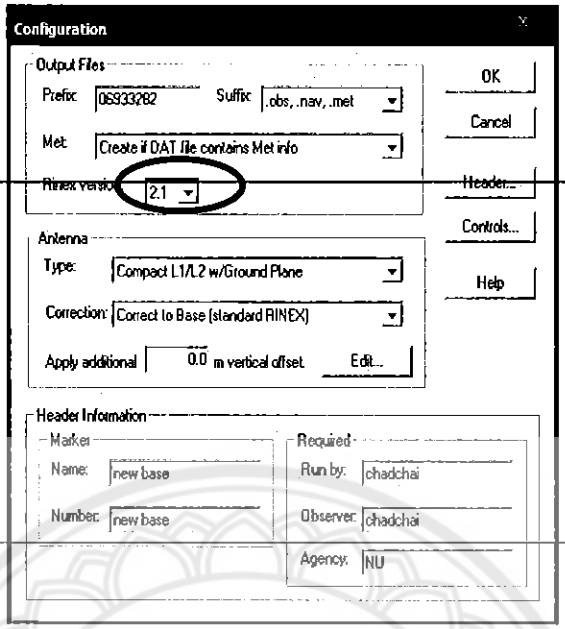


รูปที่ 53 ตัวอย่างการใส่ชื่อนำไฟล์ที่ต้องการแปลง

3.4.3 Prefix: เป็นชื่อนำไฟล์ที่ต้องการแปลง

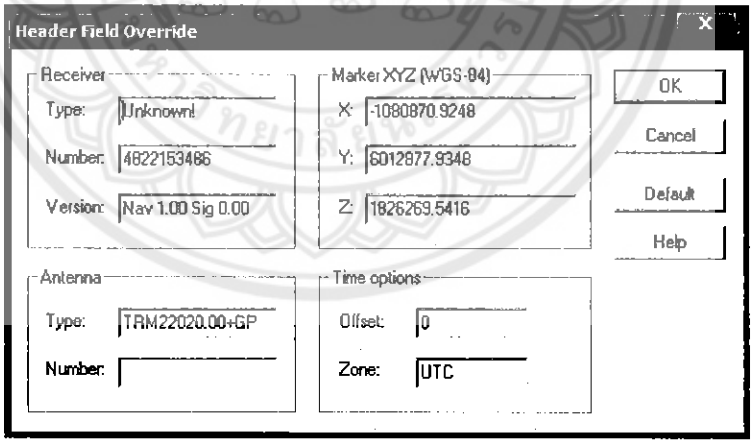
3.4.4 Suffix: เป็นนามสกุลของ RINEX ที่ต้องการแปลง ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบคือ (*.obs, *.nav, .met) หรือ (*.yyo, *.yym, *.yyn)

3.4.5 RINEX Version: เลือกเวอร์ชั่นตามต้องการซึ่งมีเวอร์ชั่น 2.1



รูปที่ 54 ตัวอย่างการเลือกเวอร์ชั่นการแปลง RINEX

3.4.6 เลือกชนิดของจานรับสัญญาณดาวเทียม ถ้าต้องการดูค่าพิกัดหรือรายละเอียดต่างๆ ของจุดให้กดเลือกที่ Header จะปรากฏดังนี้

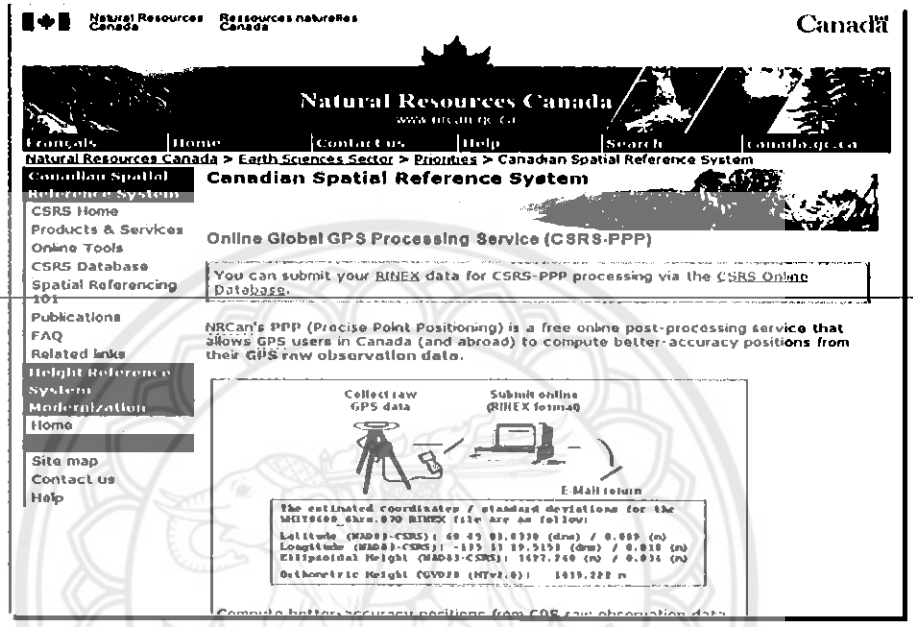


รูปที่ 55 ตัวอย่างการเลือกชนิดของจานดาวเทียม

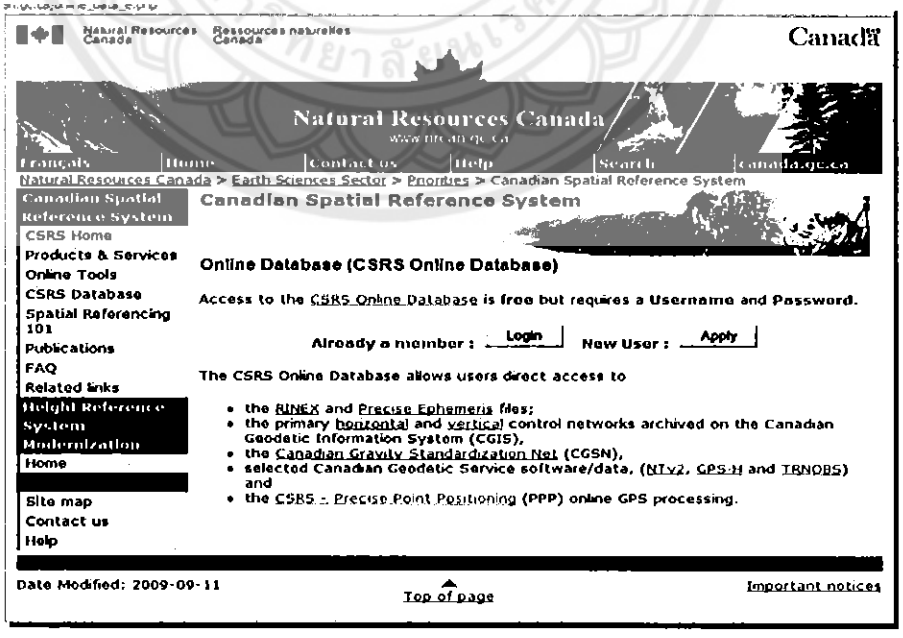
3.4.7 เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนต่างๆแล้วทำการคลิก OK ที่หน้าจอ Configuration ก็จะสามารถแปลงไฟล์ข้อมูลดิบให้อยู่ในรูปแบบ RINEX ได้

3.5 ขั้นตอนการประมวลผลแบบออนไลน์

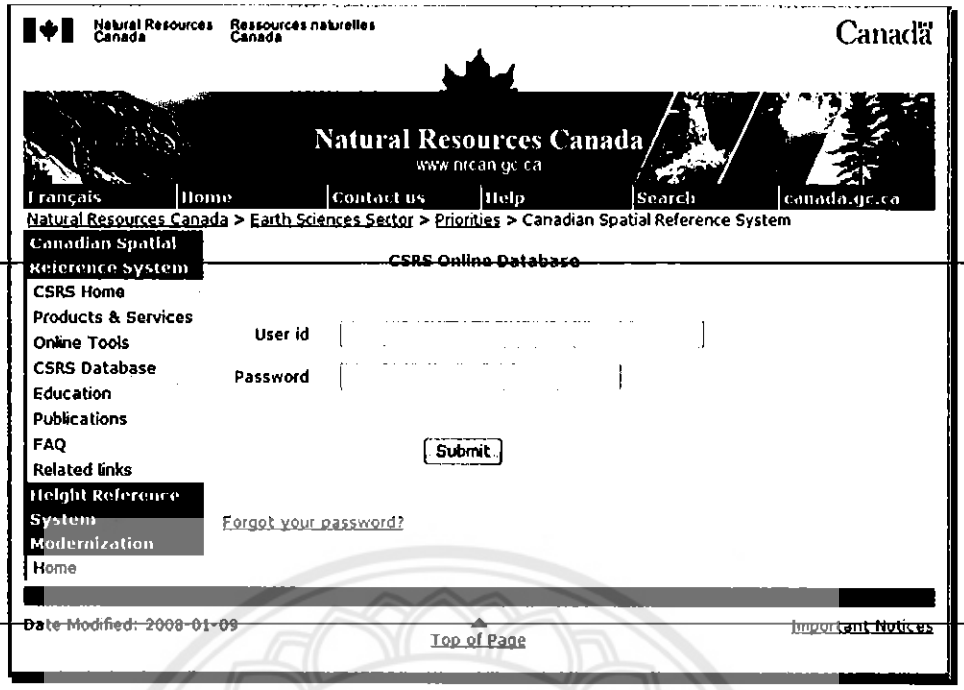
ขั้นตอนการนำข้อมูลที่ได้ทำการแปลงเป็น RINEX เรียบร้อยแล้วไปทำการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS–PPPเว็บไซต์ http://www.geod.nrcan.gc.ca/products-produits/ppp_e.php โดยมีขั้นตอนดังนี้



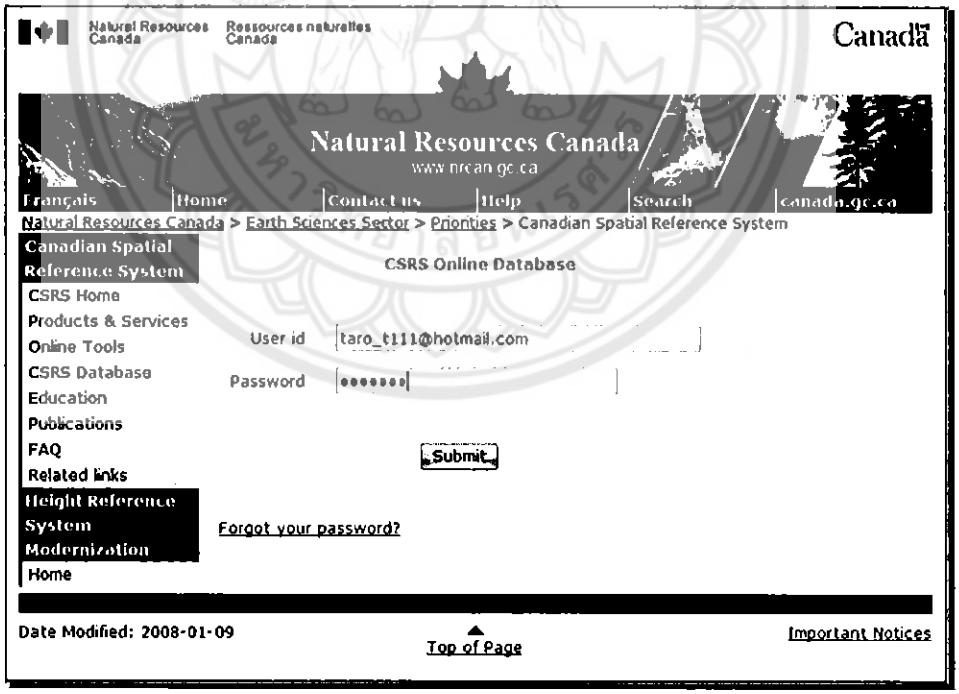
รูปที่ 56 ตัวอย่างหน้าแรกของการเข้าสู่เว็บไซต์



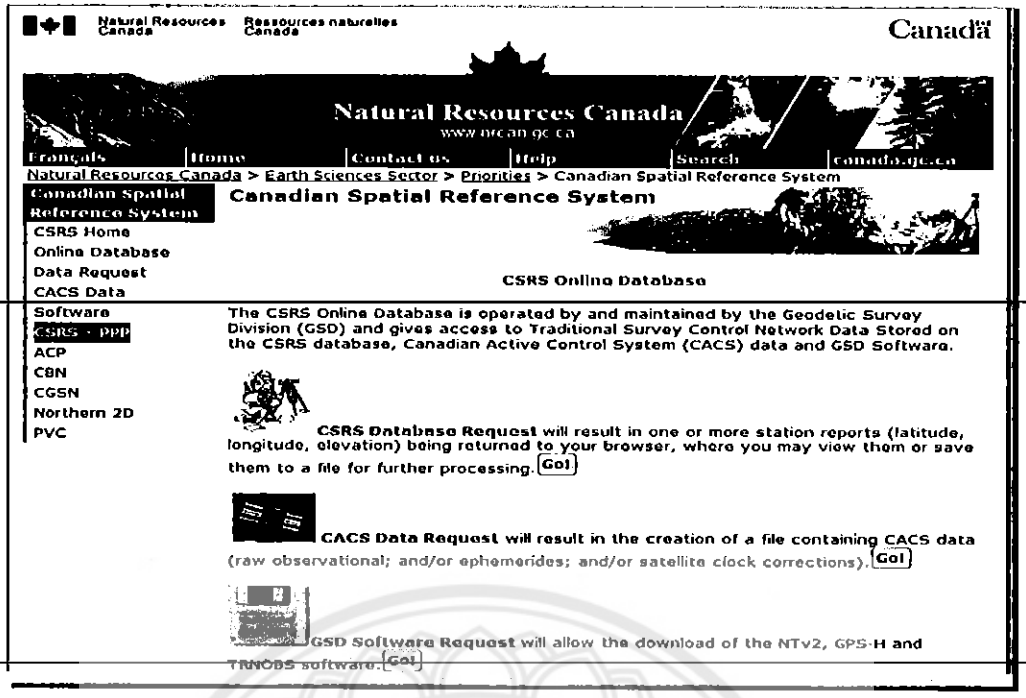
รูปที่ 57 ตัวอย่างการเข้าใช้งานในเว็บไซต์โดยการ Login หรือ Apply



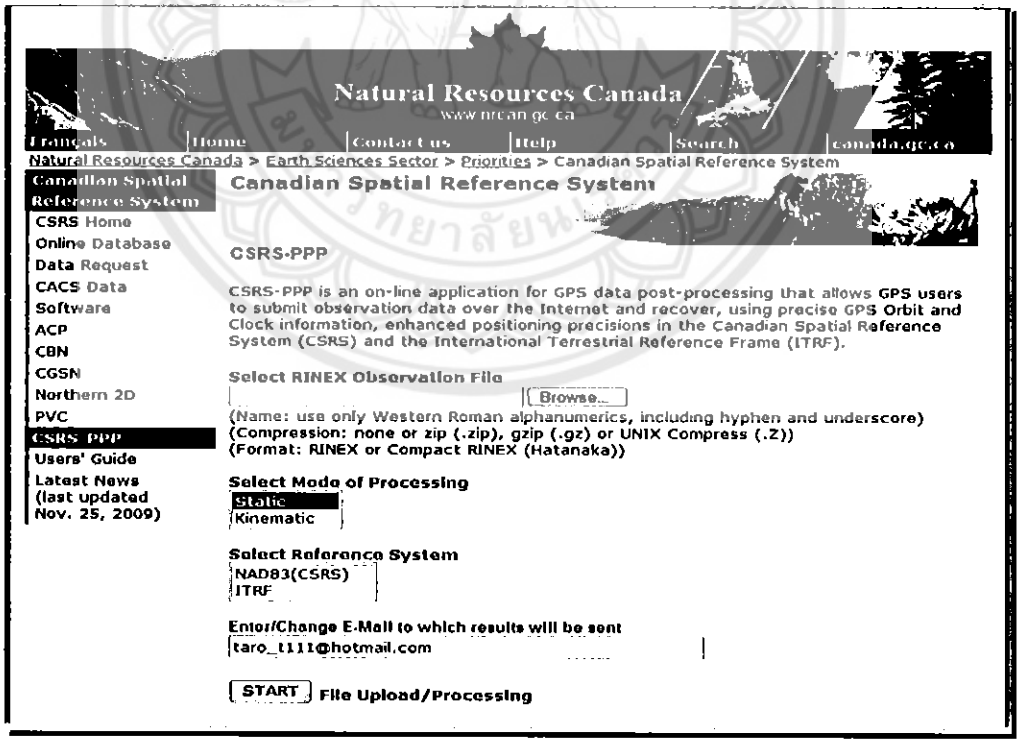
รูปที่ 58 ตัวอย่างการเข้าใช้งานในเว็บไซต์ ต้องทำการ ใส่ User id และ Password



รูปที่ 59 ตัวอย่างการใส่ User id และ Password

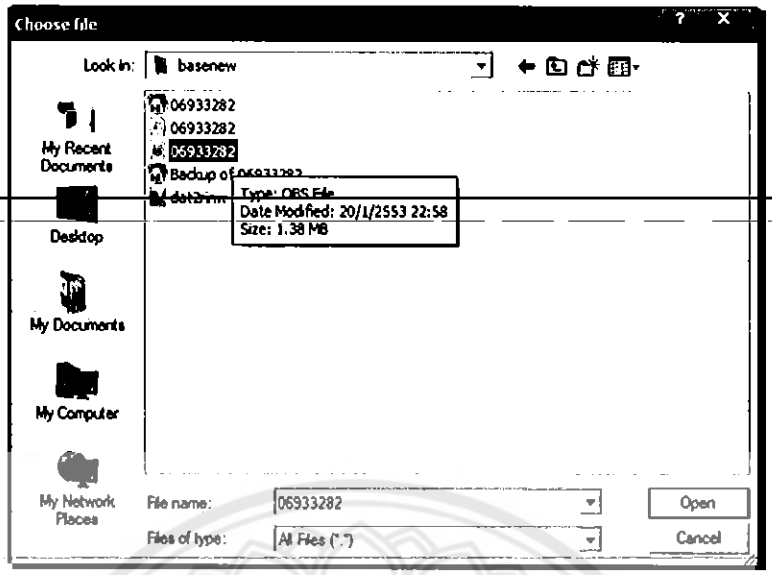


รูปที่ 60 ตัวอย่างการเลือกรูปแบบการประมวลผล โดยในที่นี้เราเลือก CSRS-PPP



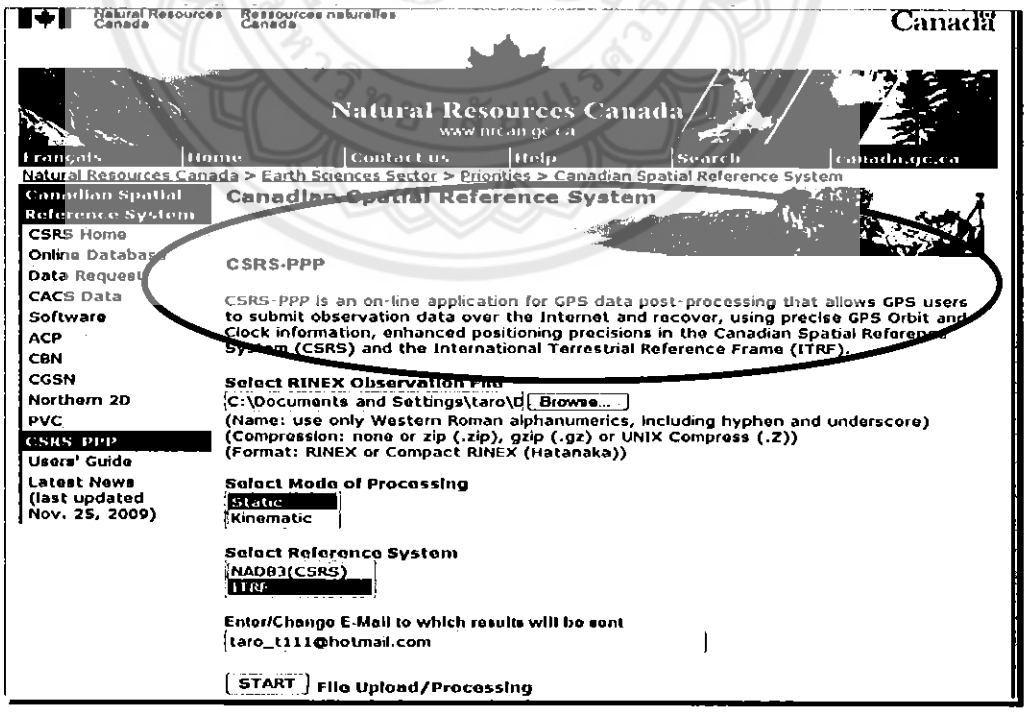
รูปที่ 61 ตัวอย่างขั้นตอนการเลือกไฟล์ที่ต้องการแปลงและการใส่ E - mail ที่ต้องการไฟล์ ที่ประมวลผลกลับมา

3.5.1 จากหน้าเว็บไซต์เลือก browse เพื่อเลือก RINEX observation file ที่ต้องการจะประมวลผล



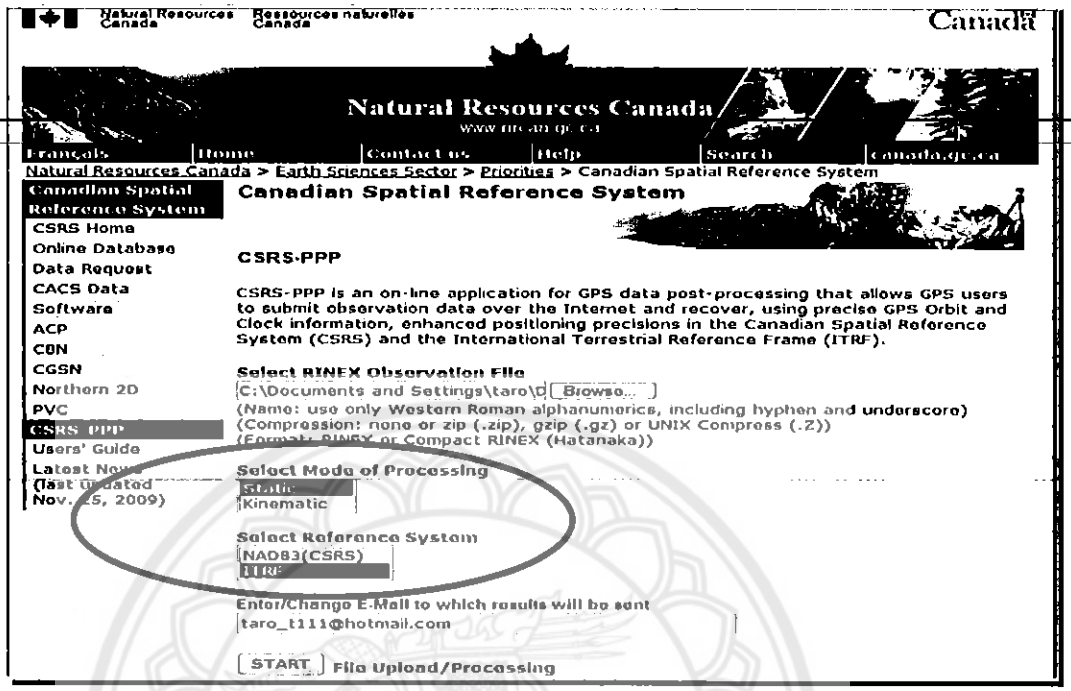
รูปที่ 62 ตัวอย่างการเลือกไฟล์ที่เราต้องการประมวลผลในคอมพิวเตอร์ของเราโดยเลือก OBS File

3.5.2 เลือกวิธีการประมวลผลแบบ static for a "fixed" GPS receiver คงที่ในการประมวลผลแบบเก็บข้อมูล 24 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง



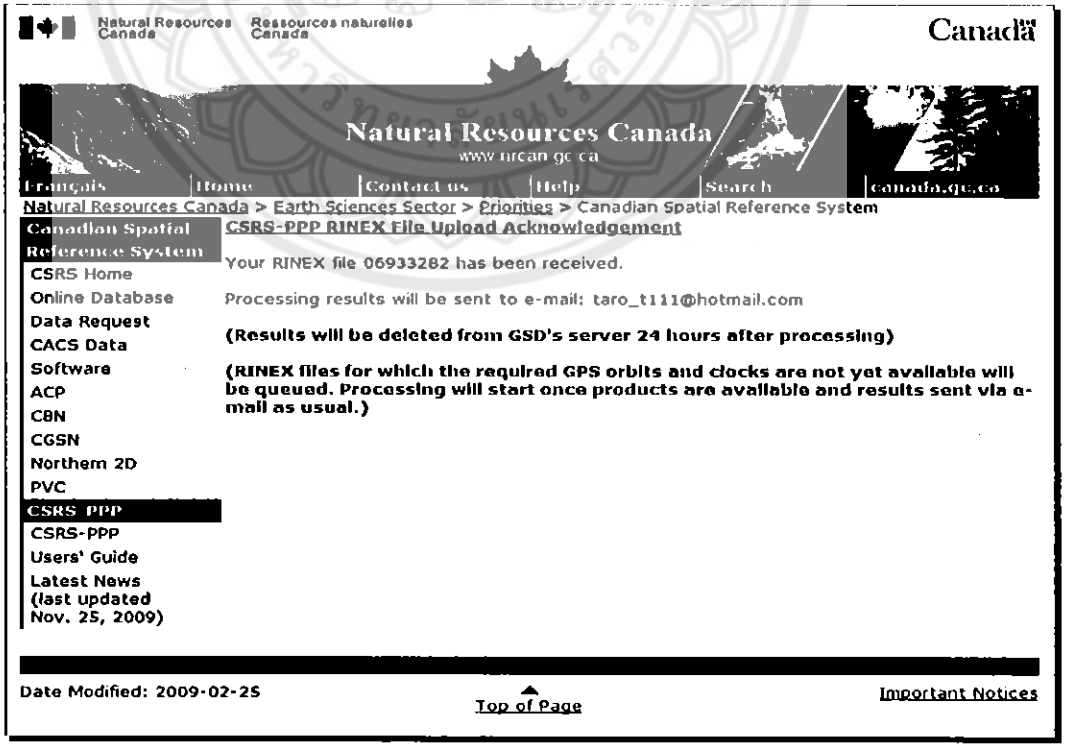
รูปที่ 63 ตัวอย่างการเลือกวิธีประมวลผลแบบ Static

3.5.3 เลือกการอ้างอิงการวางแผนเพื่อแสดงผลตำแหน่งของข้อมูลระหว่าง **NAD83 (CSRS)** หรือ **ITRF** ในที่นี้เลือกใช้ **ITRF**



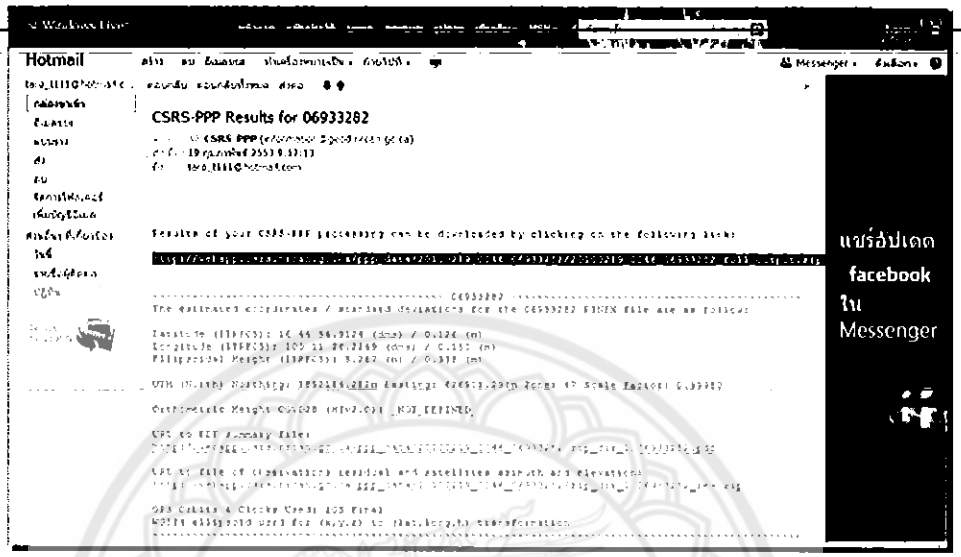
รูปที่ 64 ตัวอย่างการอ้างอิงเพื่อแสดงผลตำแหน่งของข้อมูล

3.5.4 กดปุ่ม start เพื่อส่งไฟล์ที่เราได้เลือกไว้เข้าสู่ระบบประมวลผล

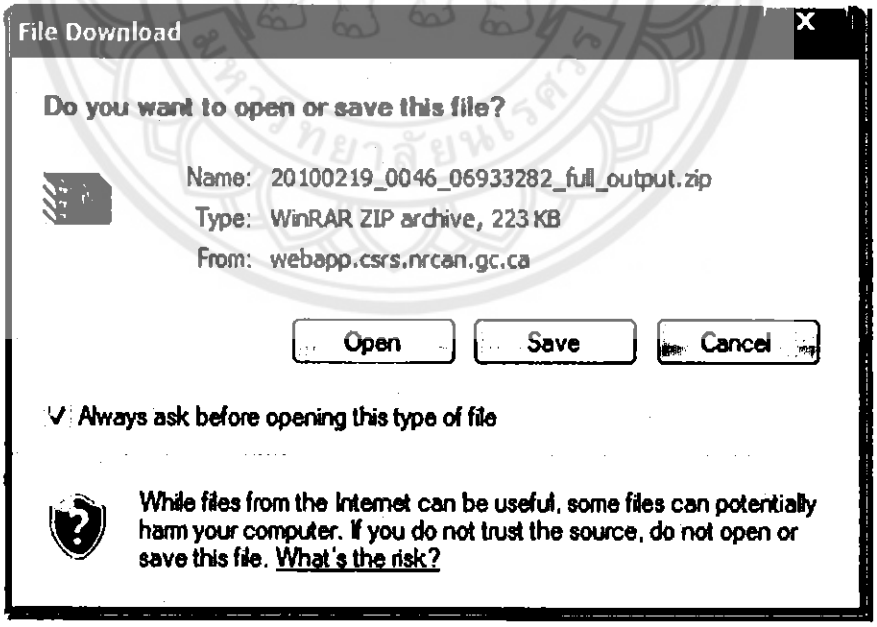


รูปที่ 65 ตัวอย่างหน้าตาของเว็บไซต์เมื่อเราส่งไฟล์เรียบร้อยแล้ว

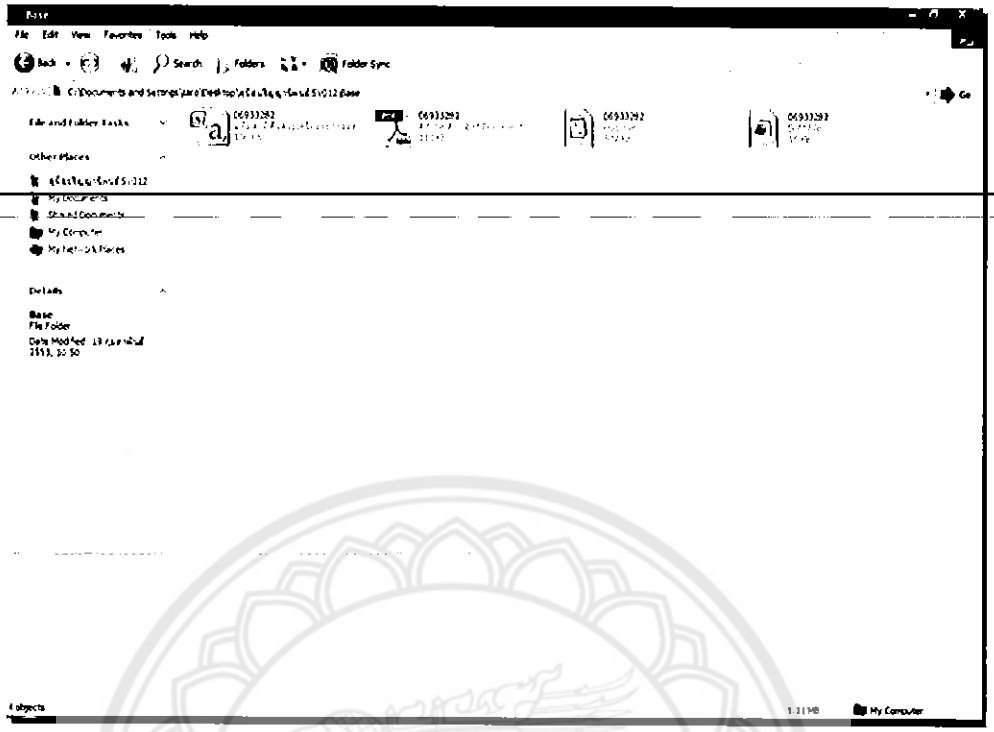
3.5.5 หลังจากที่ทำการ upload file เรียบร้อยแล้ว ก็กลับไปเปิดที่เมล์ ที่ใช้ส่งข้อมูลก็จะได้การประมวลผลออกมา



รูปที่ 66ตัวอย่างการเปิดไฟล์ที่ประมวลผลเรียบร้อยแล้วใน E - mail



รูปที่ 67ตัวอย่างการ Download file ที่ประมวลผลเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 68 ตัวอย่างไฟล์ที่ได้ Download เรียบร้อยแล้ว

3.3 Coordinate estimates (Epoch: 2009)

CARTESIAN		NAD83(CSRS)	ITRF (IGS05)	Sigma(m)	NAD-ITR(m)
X	(m)	-1080869.4735	-1080870.7988	0.1591	1.3253
Y	(m)	6012874.8012	6012876.4201	0.3209	-1.6190
Z	(m)	1826267.0959	1826268.4144	0.1565	-1.3185
ELLIPSOIDAL					
Latitude	(dms)	16 44 56.8885	16 44 56.9124	0.1257	-0.7358
Longitude	(dms)	100 11 26.1905	100 11 26.2249	0.1499	-1.0180
Elevation	(m)	3.1368	5.2671	0.3384	-2.1303
		NORTHING(m)	EASTING(m)	ZONE	SCALE
UTM	(North)	1852184.282	626908.298	47	0.99980

Orthometric Height CGVD28 (HTv2.0) _NOT_DEFINED_

3.4 Coordinate differences ITRF (IGS05)

CARTESIAN		ESTIMATED	A-PRIORI	Delta(m)	RMS(m)
X	(m)	-1080870.7988	-1080870.9248	0.1260	0.1008
Y	(m)	6012876.4201	6012877.9348	-1.5147	1.5137
Z	(m)	1826268.4144	1826269.5416	-1.1272	1.1187
ELLIPSOIDAL					
Latitude	(dms)	16 44 56.9124	16 44 56.9333	-0.6433	0.6578
Longitude	(dms)	100 11 26.2249	100 11 26.2200	0.1439	0.2639
Elevation	(m)	5.2671	7.0408	-1.7737	1.7466

รูปที่ 69 ตัวอย่างไฟล์ที่ทำการประมวลเรียบร้อยแล้วในการรังวัดแบบ Static

CSRS-PPP

(Processing Software Version: 1.04 1087)

Processing Summary for 06933282.obs

Data Start		Data End
2009-11-24 23:54:00.00		2009-11-26 00:38:30.00
	Apri / Aposteriori Code Std	
	2.0m / 0.544m	
Observations	**Frequency**	**Mode**
Code	L1	Static
Elevation Cut-Off	**Rejected Epochs**	**Estimation Step**
10.000 degrees	0.00 %	Same as Input RINEX File
Antenna Model	**APC to ARP**	**ARP to Marker**
	Ant. not in PPP (0 m)	1.605 m

(APC = antenna phase center; ARP = antenna reference point)

Estimated Position for 06933282.obs

	Latitude (+n) (dms)	Longitude (+e) (dms)	Ell. Height (m)
ITRF05 (2009)	16 44 56.9124	100 11 26.2249	5.267
Sigmas	0.126 m	0.150 m	0.338 m
Apriori	16 44 56.933	100 11 26.220	7.041
Estimated - Apriori	-0.643 m	0.144 m	-1.774 m
Orthometric Height CGVD28 (HTv2.0)	_NOT_DEFINED_	click here for model and accuracy	

(Coordinates from RINEX file used as apriori position)

รูปที่ 70 ตัวอย่างไฟล์ที่ทำการประมวลผลเรียบร้อยแล้วในการรังวัดแบบสถิต (Static)

3.6 การเปรียบเทียบข้อมูล

นำค่าที่ได้จากการประมวลผลผ่านบริการของ CSRS – PPP แบบสถิต (Static) กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO) มาเปรียบเทียบข้อมูลกัน

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงาน

สำหรับเนื้อหาในบทนี้จะเกี่ยวข้องกับการนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบโดยใช้การเปรียบเทียบจากการประมวลผลเชิงพาณิชย์กับการประมวลผลแบบออนไลน์เพื่อเปรียบว่าค่าที่จากการประมวลผลทั้งสองแบบมีค่าความคลาดเคลื่อนแตกต่างกันมากน้อยอย่างไรและนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบและประเมินค่าความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละช่วงเวลาการรับสัญญาณดาวเทียม โดยรายละเอียดต่างๆมีดังนี้

4.1 การเก็บข้อมูล

นำค่าพิกัด ณ ตำแหน่งตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมนำมาประมวลผลด้วยเว็บไซต์ http://www.geod.nrcan.gc.ca/products-produits/ppp_e.php ซึ่งเป็นข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิต (Static) ค่าพิกัดที่ได้อยู่ในระบบพิกัดฉากยึดติดโลกบนพื้นหลักฐาน ITRF มีหน่วยเป็นเมตร และนำค่าที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมมาประมวลผลผ่านโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตารางที่ 4.1 เวลาจริงในการลงเก็บข้อมูล

ตำแหน่ง	วันที่	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	เวลาเริ่ม-หยุด	บริเวณที่ตั้ง
Base	25/11/2552	24	06.54 - 07.38 น.	หอพระเทพรัตน์
1	25/11/2552	2	17.02 - 19.44 น.	ประตูหนึ่งหน้ามหาวิทยาลัยนเรศวร
2	25/11/2552	2	16.40 - 18.48 น.	กลางลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช
3	25/11/2552	2	21.21 - 23.27 น.	สามแยกหน้าทางเข้า พิพิธภัณฑ์ผ้า
4	26/11/2552	2	03.39 - 05.39 น.	สามแยกบริเวณตรงข้ามศูนย์อาหาร ไพลิน ข้างตึกวิศวกรรมศาสตร์
5	16/2/2553	2	15.42 - 17.43 น.	หน้าหอพักนิสิตหญิงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร
6	16/2/2553	2	15.56 - 18.56 น.	หน้าแปลงสาธิตของคณะเกษตรศาสตร์
7	16/2/2553	2	13.28 - 15.28 น.	หน้าทางเข้าศูนย์พลังงานทดแทน
8	16/2/2553	2	13.23 - 15.24 น.	บริเวณหน้าป้ายภาควิชาคณิตศาสตร์
9	26/11/2552	2	03.33 - 05.42 น.	ตึกอาคารเรียนรวม QS
10	25/11/2552	2	20.05 - 22.09 น.	ทางแยกตรงข้ามป้ายธนาคารกรุงศรีฯข้างคณะเภสัชศาสตร์

ตารางที่ 4.2 เวลาที่เกิดจากการประมวลผลแบบออนไลน์

ตำแหน่ง	วันที่	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	เวลาเริ่ม-หยุด	บริเวณที่ตั้ง
Base	24/11/2552	24	23.54 - 00.38 น.	หอพระเทพรัตน์
1	25/11/2552	2	10.02 - 12.44 น.	ประตูหนึ่งหน้ามหาวิทยาลัยนเรศวร
2	25/11/2552	2	09.40 - 11.48 น.	กลางลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช
3	26/11/2552	2	14.21 - 16.27 น.	สามแยกหน้าทางเข้า พิพิธภัณฑ์ผ้า
4	26/11/2552	2	20.39 - 22.39 น.	สามแยกบริเวณตรงข้ามศูนย์อาหาร ไพลิน ข้างตึกวิศวกรรมศาสตร์
5	16/2/2553	2	08.42 - 10.43 น.	หน้าหอพักนิสิตหญิงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร
6	16/2/2553	2	08.56 - 10.56 น.	หน้าแปลงสาธิตของคณะเกษตรศาสตร์
7	16/2/2553	2	06.28 - 08.28 น.	หน้าทางเข้าศูนย์พลังงานทดแทน
8	16/2/2553	2	06.23 - 08.24 น.	บริเวณหน้าป้ายภาควิชาคณิตศาสตร์
9	26/11/2552	2	20.33 - 22.42 น.	ตึกอาคารเรียนรวม QS
10	26/11/2552	2	13.05 - 15.09 น.	ทางแยกตรงข้ามป้ายธนาคารกรุงศรีฯข้างคณะเภสัชศาสตร์

4.1.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP แบบสถิต (Static)

ค่าพิกัด ณ ตำแหน่งเครื่องรับสัญญาณได้จากการส่งข้อมูลไปประมวลผลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตจากบริการของทางเว็บไซต์ http://www.geod.nrcan.gc.ca/products-produits/ppp_e.php เป็นค่าความถูกต้องที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียมโดยเป็นการตั้งสถานีฐานเป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1 จุด และการตั้งโรเวอร์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 10 จุด

ตารางที่ 4. 3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลผ่านบริการของ CSRS-PPP ค่า Coordinate differences ITRF (IGS05) Latitude (+n) (dms), Longitude (+e) (dms) , Ell. Height (m.)

ตำแหน่ง	เวลา (ช.ม.) hours.	ค่าพิกัด ณ ตำแหน่งตั้งเครื่องรับสัญญาณในระบบ พิกัดฉากยึดติดโลกของCoordinate differences ITRF (IGS05)		
		Latitude (+n) (dms)	Longitude (+e) (dms)	Ell. Height (m.)
Base	24	16 44 56.9124	100 11 26.2249	5.2671
1	2	16 45 04.2177	100 11 13.5482	5.7917
2	2	16 44 58.7884	100 11 27.5604	6.2982
3	2	16 44 59.8739	100 11 38.2542	5.503
4	2	16 44 37.1925	100 11 53.0338	6.239
5	2	16 44 11.2246	100 11 55.2233	8.2127
6	2	16 44 07.5562	100 11 45.2640	7.8647
7	2	16 44 13.2695	100 11 38.9235	7.4376
8	2	16 44 31.8571	100 11 33.6572	7.7272
9	2	16 44 44.8804	100 11 32.8836	6.5976
10	2	16 44 49.5070	100 11 22.3939	6.7908

ตารางที่ 4.4 การแปลงค่า จากตาราง 4.3 Latitude (+n) (dms), Longitude (+e) (dms), Ell. Height (m.)ในระบบ Coordinate differences ITRF (IGS05) ให้อยู่ในระบบ UTM x, y ,z

ตำแหน่ง	เวลา (ช.ม.)	ค่าพิกัด ณ ตำแหน่งตั้งเครื่องรับสัญญาณในระบบพิกัดฉากยึดติดโลก		
		X (m.)	Y (m.)	Z (m.)
Base	24	-1080870.7988	6012876.4201	1826268.4144
1	2	-1080489.8990	6012879.6305	1826483.6084
2	2	-1080906.9653	6012854.0358	1826323.9350
3	2	-1080770.7648	6012961.2817	1826050.4925
4	2	-1081683.3922	6012908.7105	1825688.2014
5	2	-1081788.2664	6013125.3814	1824924.3278
6	2	-1081503.6152	6013209.2409	1824816.2326
7	2	-1081309.7489	6013192.3028	1824984.3012
8	2	-1081127.1466	6013058.2040	1825531.5671
9	2	-1081083.9941	6012947.6759	1825914.6143
10	2	-1081217.0818	6012788.9871	1826356.0315

ตารางที่ 4. 5 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลผ่านบริการของ CSRS-PPP โดยได้ค่า Northing, Easting, Elevation

	เวลา	ค่าพิกัด ณ ตำแหน่งตั้งเครื่องรับสัญญาณในระบบพิกัดแผนที่ UTM		
ตำแหน่ง	(ช.ม.)	Northing (m.)	Easting (m.)	Elevation (m)
Base	24	1852184.282	626908.298	41.006
1	2	1852406.558	626531.575	41.792
2	2	1852242.176	626947.499	42.323
3	2	1851956.006	626796.216	41.298
4	2	1851582.979	627705.816	41.588
5	2	1850785.272	627775.463	43.352
6	2	1850670.752	627481.206	43.212
7	2	1850845.217	627292.384	43.057
8	2	1851415.552	627133.002	43.219
9	2	1851815.672	627107.693	41.209
10	2	1852277.437	627263.963	41.276

4.1.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลผ่านโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นค่าตำแหน่งในระบบพิกัดฉากยึดติดโลก จะนำมาแปลงเป็นค่าระบบพิกัดแผนที่ UTM ด้วยซอฟต์แวร์ Trimble Geomatics Office (TGO) และนำผลลัพธ์ที่ได้มาลบค่าพิกัดของเครื่องรับสัญญาณที่ทราบค่าเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ได้ โดยแสดงค่าคลาดเคลื่อนที่ได้ในทางราบ (Horizontal Error) และทางด้านความสูงเหนือรูปทรงรีหรือเรียกว่า ค่าคลาดเคลื่อนทางดิ่ง (Vertical Error) แทนด้วย dH และ dV ตามลำดับ มีหน่วยเป็นเมตร โดยค่าคลาดเคลื่อนทางราบสามารถหาค่าได้ดังนี้

$$dH=\sqrt{dE^2 + dN^2}) \quad \text{โดยที่}$$

dE คือ ค่าคลาดเคลื่อนทางตะวันออก (เมตร)

dN คือ คาคลาดเคลื่อนทางเหนือ (เมตร)

ค่าทางสถิติของค่าคลาดเคลื่อนทางราบและทางดิ่งในแต่ละช่วงข้อมูลการรับสัญญาณแสดงในรูปตารางและรูปกราฟโดยใช้อักษรย่อมีความหมายดังนี้

Max(+/-) คือ ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดของทุกชุดข้อมูลในแต่ละบริเวณ (เมตร)

Min คือ ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนต่ำสุดของทุกชุดข้อมูลในแต่ละบริเวณ (เมตร)

Mean คือ ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนของทุกชุดข้อมูลในแต่ละบริเวณ (เมตร)

ตารางที่ 4.6 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดจากระบบพิกัดฉากยึดติดโลก เป็น ระบบพิกัดแผนที่ UTM ด้วยซอฟต์แวร์ Trimble Geomatics Office (TGO)

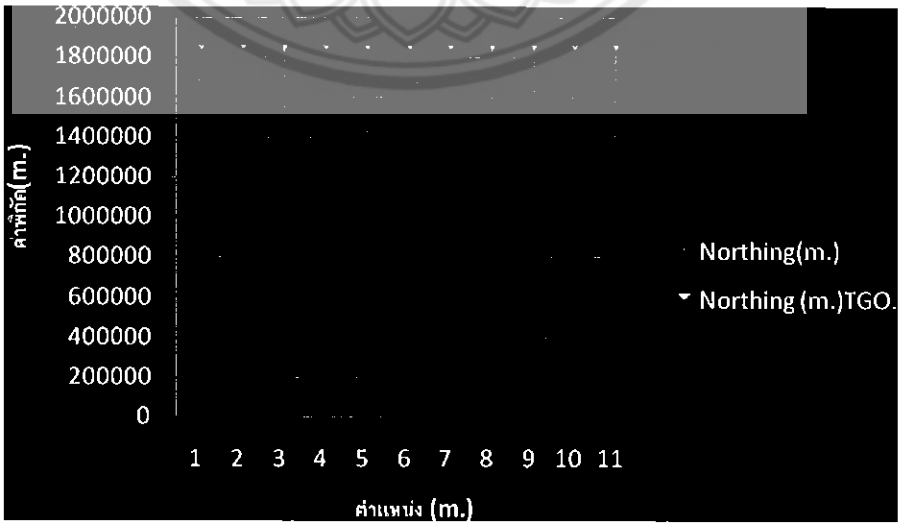
ตำแหน่ง	เวลา (hr.)	Northing (m.)	Easting (m.)	Height (m.)	Elevation (m.)
Base	24	1852184.28	626908.298	5.267	40.842
1	2	1852407.22	626532.17	6.051	41.642
2	2	1852243.08	626948.158	6.583	42.157
3	2	1852277.33	627263.873	5.569	41.132
4	2	1851582.97	627705.88	5.884	41.424
5	2	1850785.52	627775.944	6.422	41.95
6	2	1850671.02	627481.601	6.288	41.825
7	2	1850845.75	627292.34	6.109	41.655
8	2	1851416.17	627132.87	6.281	41.839
9	2	1851815.64	627108.116	5.481	41.045
10	2	1851956.18	626796.155	5.536	41.112

4.2 เปรียบเทียบข้อมูลที่ประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP แบบสถิต (Static) กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตารางที่ 4.7 ตารางเปรียบเทียบค่า Northing ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตำแหน่ง	Northing (m.) ออนไลน์	Northing (m.) TGO	ค่าความแตกต่าง ออนไลน์-TGO.
Base	1852184.282	1852184.282	0
1	1852406.558	1852407.22	0.662
2	1852242.176	1852243.084	0.908
3	1852277.437	1852277.325	0.112
4	1851582.979	1851582.966	0.013
5	1850785.272	1850785.52	0.248
6	1850670.752	1850671.016	0.264
7	1850845.217	1850845.748	0.531
8	1851415.552	1851416.174	0.622
9	1851815.672	1851815.639	0.033
10	1851956.006	1851956.184	0.178

(Max = 0.908 , Min = 0 , ค่าเฉลี่ย = 0.324636)

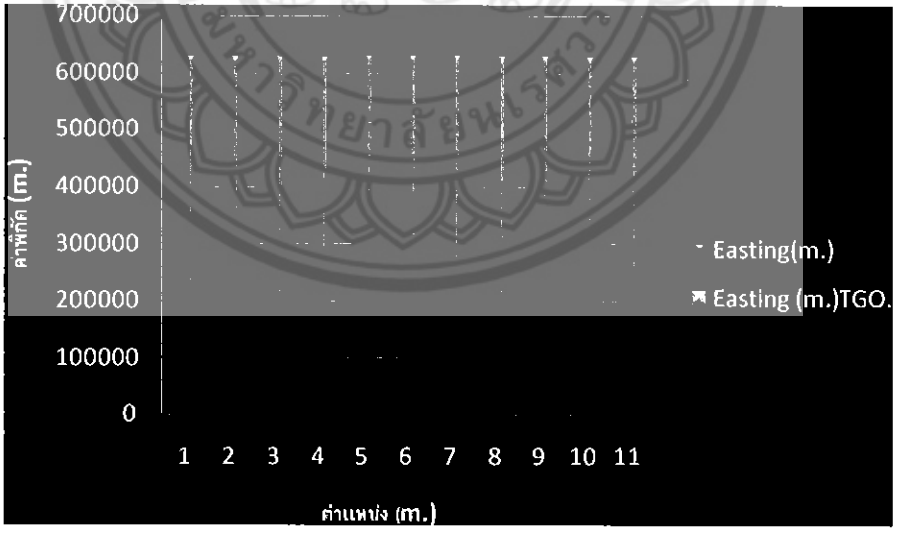


รูปที่ 71 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Northingประมวลผลออนไลน์กับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตารางที่ 4.8 ตารางเปรียบเทียบค่า Easting ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตำแหน่ง	Easting (m.)	Easting (m.)	ค่าความแตกต่าง
	ออนไลน์	TGO	ออนไลน์-TGO.
Base	626908.298	626908.298	0
1	626531.575	626532.17	0.595
2	626947.499	626948.158	0.659
3	627263.963	627263.873	0.09
4	627705.816	627705.88	0.064
5	627775.463	627775.944	0.481
6	627481.206	627481.601	0.295
7	627292.384	627292.34	0.044
8	627133.002	627132.87	0.132
9	627107.693	627108.116	0.423
10	626796.216	626796.155	0.061

(Max = 0.659 , Min= 0 , ค่าเฉลี่ย = 0.2676364)



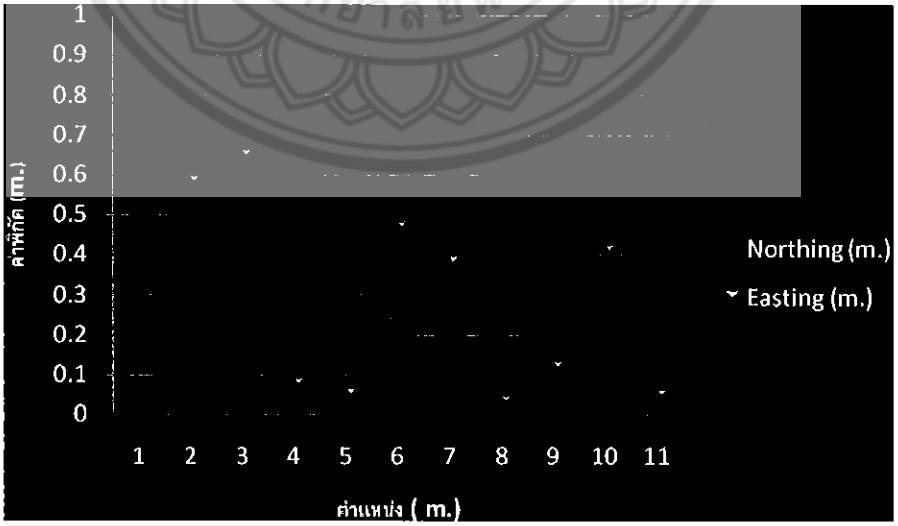
รูปที่ 72 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Eastingประมวลผลออนไลน์กับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตารางที่ 4.9 ตารางเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Northing , Easting ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตำแหน่ง	Northing (m.)	Easting (m.)
Base	0	0
1	0.662	0.595
2	0.908	0.659
3	0.112	0.09
4	0.013	0.064
5	0.248	0.481
6	0.264	0.395
7	0.531	0.044
8	0.622	0.132
9	0.033	0.423
10	0.178	0.061

ค่าของ Northing (Max = 0.908 , Min = 0 , ค่าเฉลี่ย = 0.324636)

ค่าของ Easting (Max = 0.659 , Min = 0 , ค่าเฉลี่ย = 0.2676364)

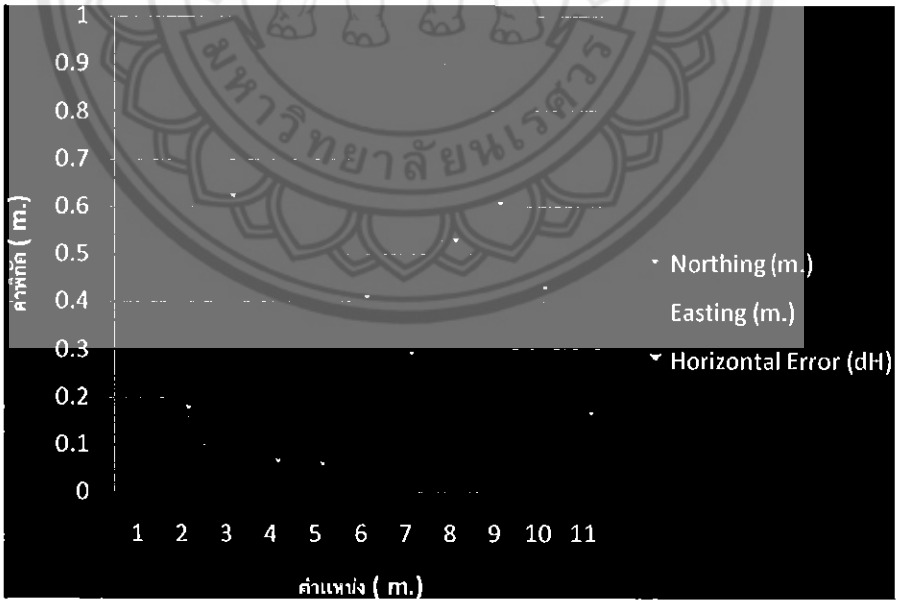


รูปที่ 73 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Northing , Easting ประมวลผลออนไลน์กับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตารางที่ 4.10 ตารางเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Northing, Easting และค่า Horizontal Error ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

ตำแหน่ง	Northing (m.)	Easting (m.)	Horizontal Error (dH)
Base	0	0	0
1	0.622	0.595	0.1813
2	0.908	0.659	0.6246
3	0.112	0.09	0.0667
4	0.013	0.064	0.0627
5	0.248	0.481	0.4121
6	0.264	0.395	0.2938
7	0.531	0.044	0.5292
8	0.622	0.132	0.6078
9	0.033	0.423	0.4307
10	0.178	0.061	0.1672

ค่าของ **Horizontal Error** (Max = 0.6246 , Min= 0 , ค่าเฉลี่ย = 0.306918182)

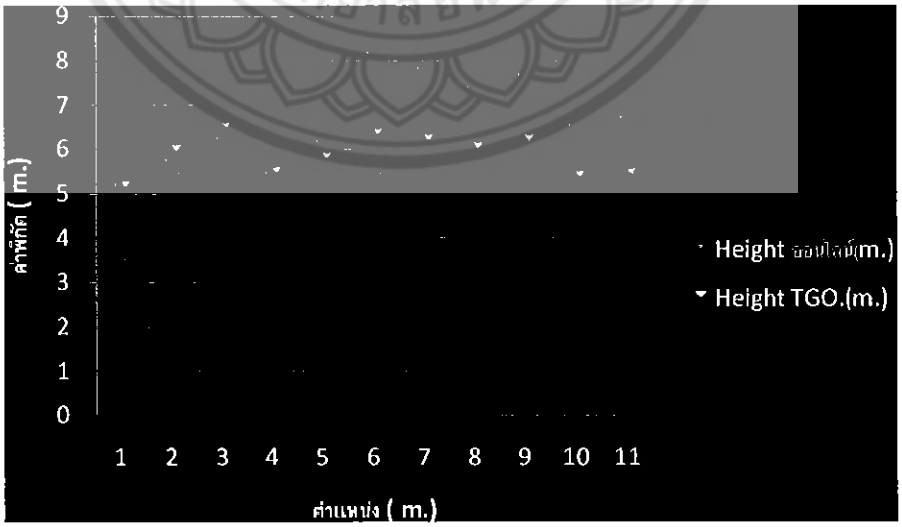


รูปที่ 74 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Northing , Easting และค่า Horizontal Errorค่าคาดเคลื่อนประมวลผลออนไลน์

ตารางที่ 4.11 ตารางเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Northing , Easting ,ค่า Elevation และค่า Horizontal Error ของการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP กับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO)

การเปรียบเทียบค่าHeight (ออนไลน์)กับHeight (โปรแกรมTGO)			
ตำแหน่ง	Height ออนไลน์(m.)	Height TGO.(m.)	ผลต่าง(error)
Base	5.2671	5.267	0.0001
1	5.7917	6.051	0.2593
2	6.2982	6.583	0.2848
3	5.503	5.569	0.066
4	6.239	5.884	0.355
5	8.2127	6.422	1.7907
6	7.8647	6.288	1.5767
7	7.4376	6.109	1.3286
8	7.7272	6.281	1.4462
9	6.5976	5.481	1.1166
10	6.7908	5.536	1.2548

ค่าผลต่าง Height ระหว่างออนไลน์กับโปรมแกรม TGO. (Max = 1.7907 , Min = 0.0001 , ค่าเฉลี่ย = 0.861709091)



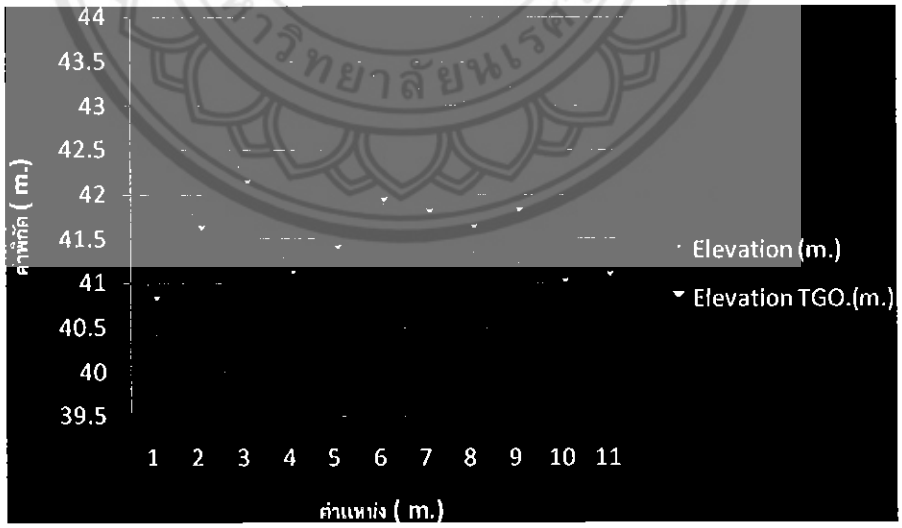
รูปที่ 75 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Height การประมวลผลออนไลน์

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของผลต่าง Elevation ของออนไลน์กับ TGO.

การเปรียบเทียบค่าElevation (ออนไลน์)กับElevation (โปรแกรมTGO)			
ตำแหน่ง	Elevation (m.)	Elevation TGO. (m.)	ผลต่าง (error)
Base	41.006	40.842	0.164
1	41.792	41.642	0.15
2	42.323	42.157	0.166
3	41.298	41.132	0.166
4	41.588	41.424	0.164
5	43.352	41.95	1.402
6	43.212	41.825	1.387
7	43.057	41.655	1.402
8	43.219	41.839	1.38
9	41.209	41.045	0.164
10	41.276	41.112	0.164

ค่าผลต่าง **Elevation** ระหว่างออนไลน์กับโปรแกรม เชิงพาณิชย์ TGO.

(Max = 1.7907 , Min = 0.0001 , ค่าเฉลี่ย = 0.861709091)



รูปที่ 76 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของ Elevation การประมวลผลออนไลน์ กับการประมวลผลเชิงพาณิชย์ (TGO)

(**หมายเหตุ** หมายเลข 1 หมายถึง ตำแหน่ง Base และหมายเลข 2-11 หมายถึงตำแหน่ง 1-10)

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการทำหมุดควบคุมอ้างอิงด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS Trimble R3 นำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP โดยเปรียบเทียบจากการประมวลผลโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (TGO) โดยค่าที่ได้มีค่าความคาดเคลื่อนมีความใกล้เคียงกันในระดับเซนติเมตร ดังนั้นเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงานควรเลือกใช้การประมวลผลออนไลน์

5.2 ข้อดีข้อเสียของโครงงาน

5.2.1 ข้อดีของโครงงาน

5.2.1.1 มีความสะดวกรวดเร็วประมวลผลการรังวัดได้โดยการประมวลผลออนไลน์ผ่านบริการของ CSRS – PPP

5.2.1.2 สามารถรู้ค่าพิกัดแต่ละพื้นที่ในมหาวิทยาลัยนเรศวร และสะดวกกับการมาใช้งานในการสำรวจได้

5.2.1.3 สามารถหาค่าของการรังวัดจากบริเวณโล่งแจ้ง และบริเวณที่มีสิ่งบดบังสัญญาณ

5.2.2 ข้อเสียของโครงงาน

5.2.2.1 คลาดเคลื่อนโครงงานขึ้นอยู่กับการตั้งGPS และระยะเวลาในการตั้ง สภาพอากาศอาจทำให้มีค่าคลาดเคลื่อนได้

5.2.2.2 การประมวลผลทางโปรแกรมต้องใช้เวลานานในการประมวลผลต้องพิจารณาแต่ละค่าในการเก็บข้อมูลไม่สะดวกรวดเร็ว

5.3 ปัญหาของโครงการ

5.3.1 สภาพภูมิอากาศกระแสลมอาจทำความเสียหายแก่ข้อมูลรังวัด โดยทำให้ขาตั้งกล้องเคลื่อนที่ทำให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนได้

5.3.2 พื้นที่บริเวณภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรบางจุดที่ทาการตั้งหมุดไม่สามารถตอกหมุดได้

5.4 การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการ

ควรตรวจสอบดูเกี่ยวกับสภาพอากาศทางอุตุนิยมวิทยาในเขตพื้นที่และควรมีการวางแผนล่วงหน้าที่จะติดต่อเจ้าหน้าที่ก่อนมีการตั้ง GPS ในการติดต่อเรื่องการใช้ไฟควรมีการติดต่อกันหลาย ๆ ฝ่ายในการประสานงานเรื่องการใช้ไฟในการชาร์ตแบตเตอรี่ GPS เพราะต้องตั้งจุด Base ต้องชาร์ตทิ้งไว้ตลอดเวลา

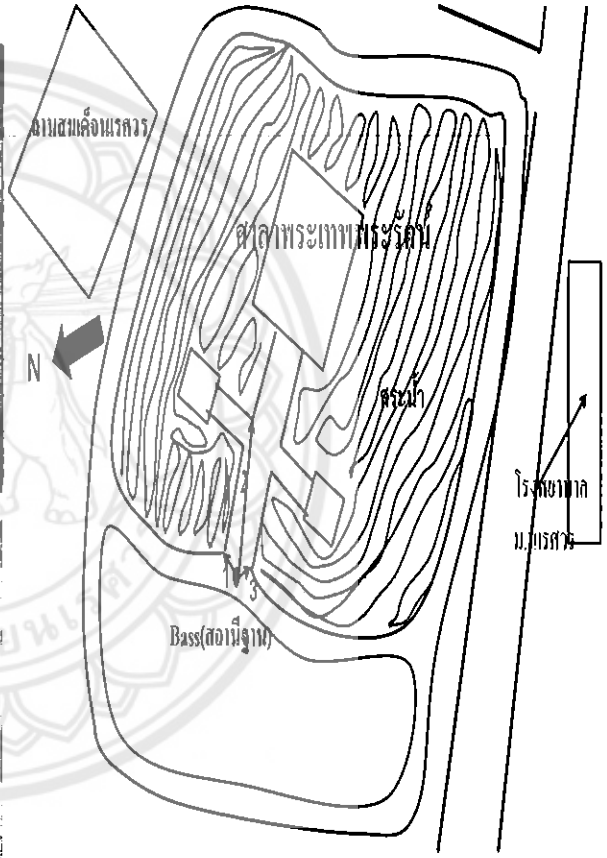
5.5 ข้อเสนอแนะ

ในการประมวลผลออนไลน์ ควรทำควบคู่ไปกับการประมวลผลเชิงพาณิชย์เพื่อให้ค่าความคาดเคลื่อนน้อยลง

ภาคผนวก

หมายเลขหมุด Base

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์	
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84	พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84
E = 626,908.298 ม. โซน 47	E = 626908.298 ม. โซน 47
N = 1,852,184.282 ม.	N = 1852184.282 ม.
h = 41.006 ม.	h = 40.842 ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =	ม.



หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	90 ° /	2.25 ม.
2.)	หมายเลข 2	130 ° /	12.20 ม.
3.)	หมายเลข 3	160 ° /	2.28 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

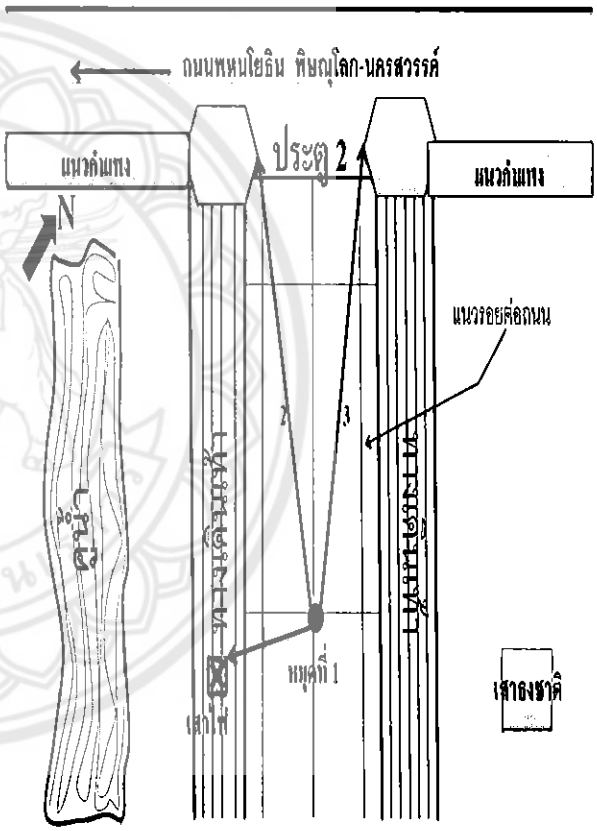
ทางไปหมุด หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบเสาเป็นระยะทาง 2.25 เมตร

หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบเสาด้านใน เป็นระยะทาง 12.20 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบเสาฝั่งซ้ายเป็นระยะทาง 2.28 เมตร

หมายเลขหมุด 1

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์					
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS)			พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO)		
สเฟียรอยด์ WGS 84			สเฟียรอยด์ WGS 84		
E =	626,531.575	ม. โซน 47	E =	626532.17	ม. โซน 47
N =	1,852,406.558	ม.	N =	1852407.22	ม.
h =	41.792	ม.	h =	41.642	ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =					ม.



หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	160 ° /	7.42 ม.
2.)	หมายเลข 2	262 ° /	14.05 ม.
3.)	หมายเลข 3	302 ° /	13.85 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

ทางไปหมุด

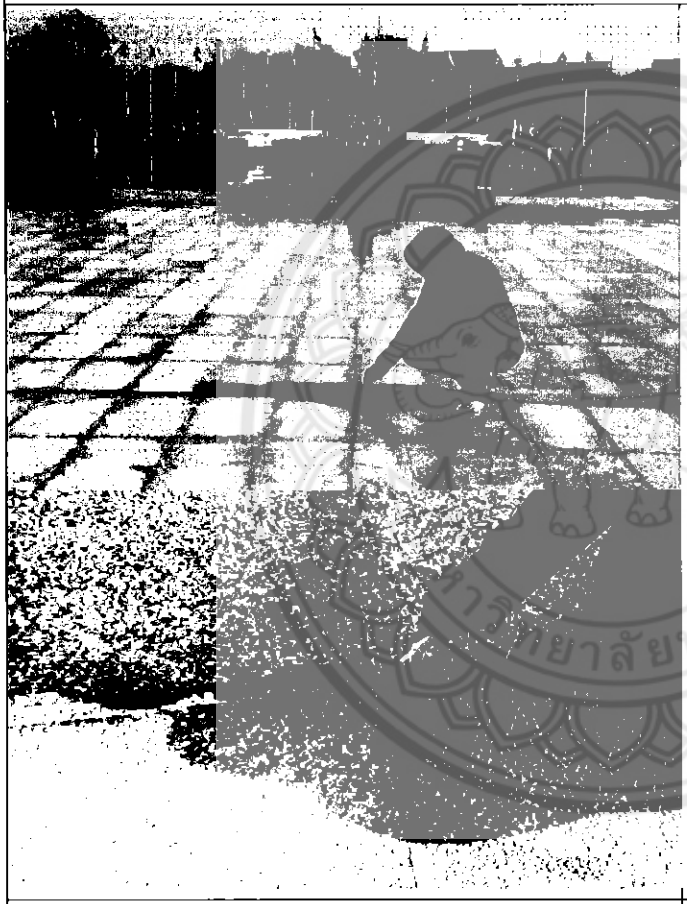
หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 7.42 เมตร

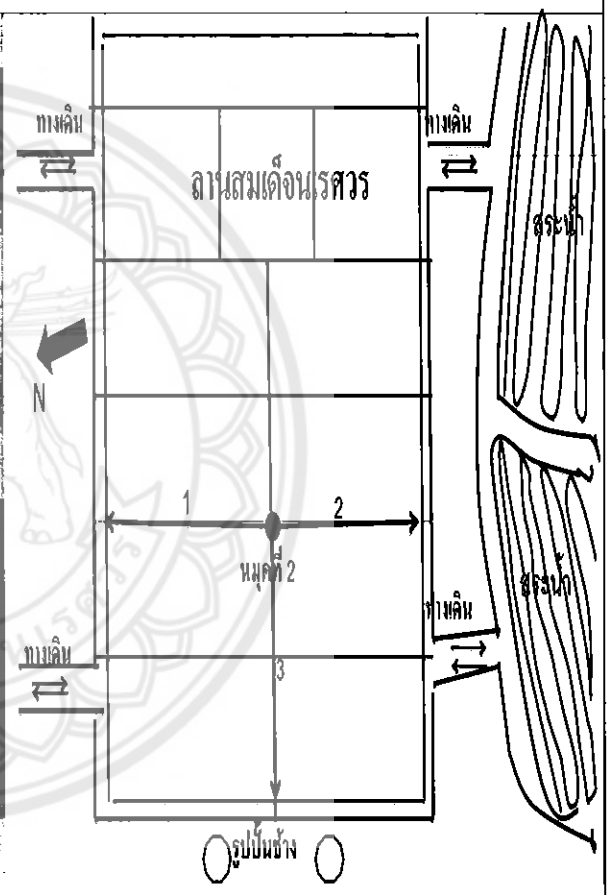
หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบกำแพงด้านในฝั่งซ้ายเป็นระยะทาง 14.05 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบกำแพงด้านในฝั่งขวาเป็นระยะทาง 13.85 เมตร

หมายเลขหมุด 2

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์					
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84			พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84		
E =	626,947.499	ม. โซน 47	E =	626948.158	ม. โซน 47
N =	1,852,242.176	ม.	N =	1852243.084	ม.
h =	42.323	ม.	h =	42.157	ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =					ม.





หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	29 ° /	11.94 ม.
2.)	หมายเลข 2	298 ° /	11.56 ม.
3.)	หมายเลข 3	231 ° /	24.18 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

ทางไปหมุด หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบการเบื้องด้านในเป็นระยะทาง 11.94 เมตร

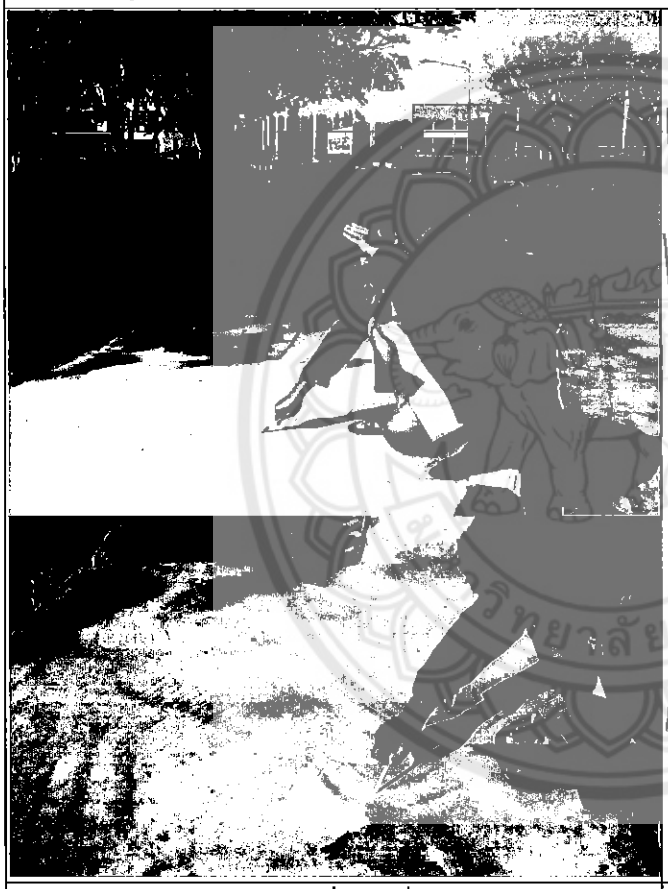
หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบการเบื้องด้านใน เป็นระยะทาง 11.56 เมตร

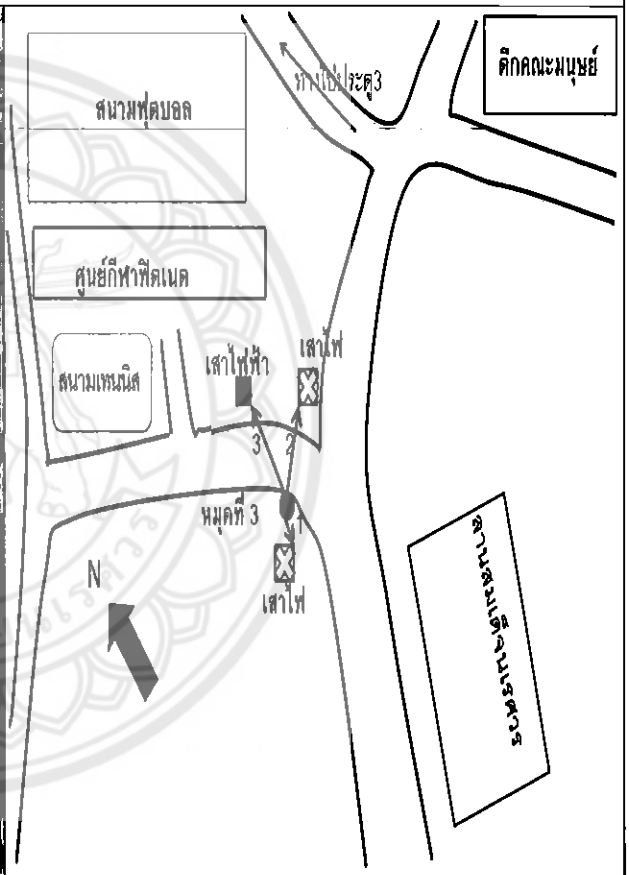
หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบการเบื้องด้านในใกล้ๆกับรูปปั้นช้างเป็นระยะทาง 24.18 เมตร

หมายเลขหมุด 3

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์	
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84	พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84
E = 626,796.216 ม. โซน 47	E = 627263.873 ม. โซน 47
N = 1,851,956.006 ม.	N = 1852277.325 ม.
h = 41.298 ม.	h = 41.132 ม.

ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H = ม.





หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	262 ° /	3.10 ม.
2.)	หมายเลข 2	105 ° /	13.65 ม.
3.)	หมายเลข 3	30 ° /	17.65 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

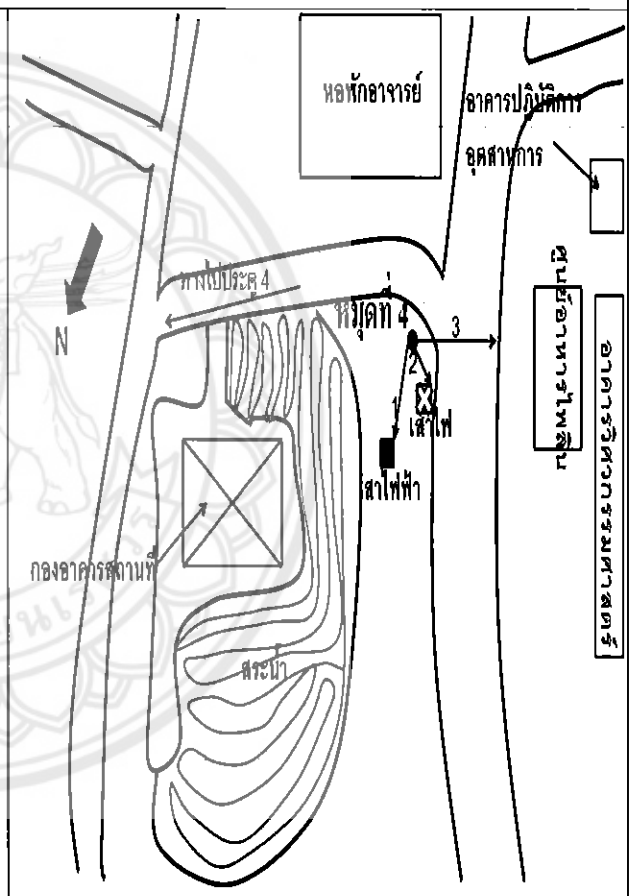
ทางไปหมุด หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 3.10 เมตร

หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 13.65 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงเสาไฟฟ้าเป็นระยะทาง 17.65 เมตร

หมายเลขหมุด 4

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์					
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS)			พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO)		
สเฟียรอยด์ WGS 84			สเฟียรอยด์ WGS 84		
E =	627,705.816	ม. โซน 47	E =	627705.88	ม. โซน 47
N =	1,851,582.979	ม.	N =	1851582.966	ม.
h =	41.588	ม.	h =	41.424	ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =					ม.



หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	340 ° /	11.40 ม.
2.)	หมายเลข 2	320 ° /	6.60 ม.
3.)	หมายเลข 3	240 ° /	12.10 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

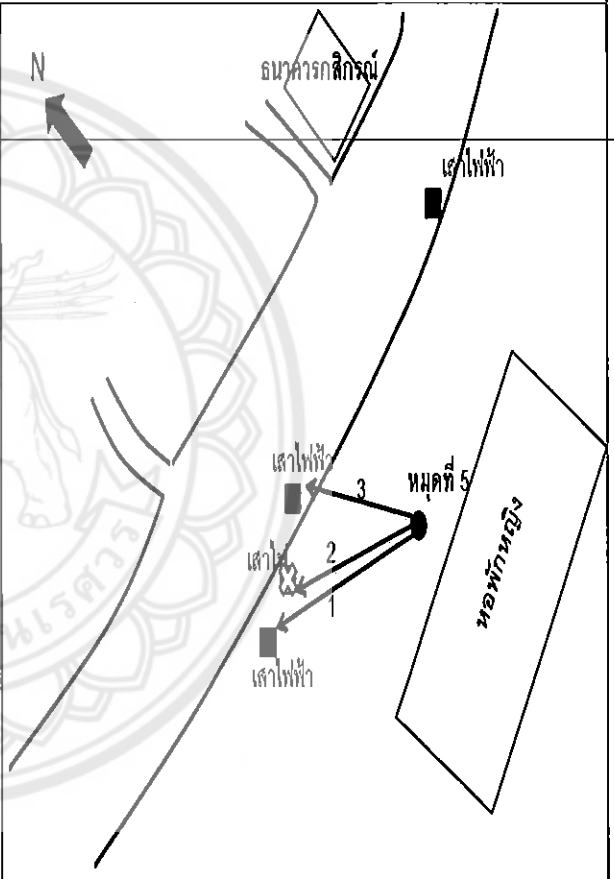
<u>ทางไปหมุด</u> หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงเสาไฟฟ้าเป็นระยะทาง 11.40 เมตร

หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 6.60 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฟุตบาตเป็นระยะทาง 12.10 เมตร

หมายเลขหมุด 5

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์					
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84				พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84			
E =	627,775.463	ม. โซน	47	E =	627775.944	ม. โซน	47
N =	1,850,785.272	ม.		N =	1850785.52	ม.	
h =	43.352	ม.		h =	41.950	ม.	
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =						ม.	



หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท		ระยะทาง	
1.)	หมายเลข 1	300	° /	7.70	ม.
2.)	หมายเลข 2	310	° /	9.20	ม.
3.)	หมายเลข 3	330	° /	9.30	ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

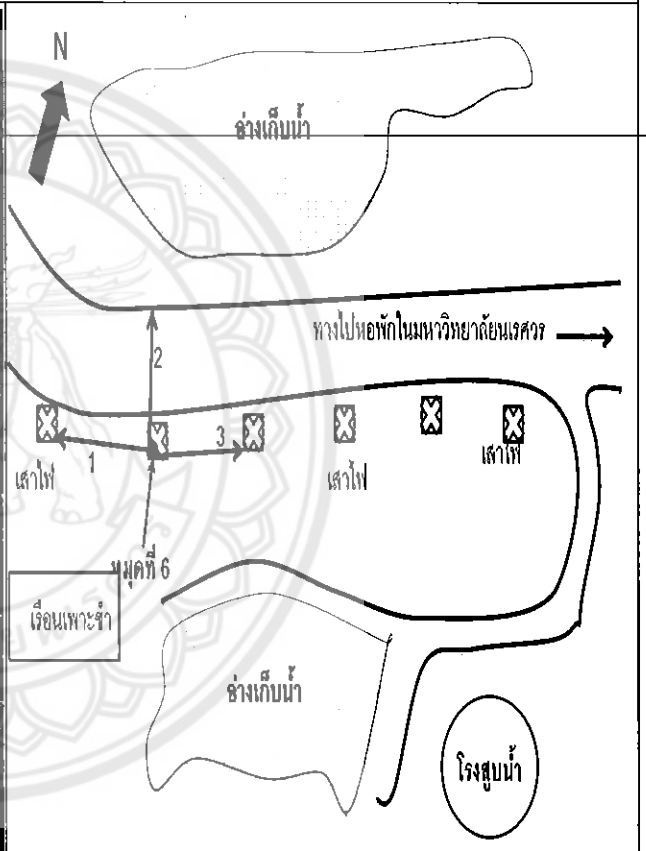
<u>ทางไปหมุด</u> หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงเสาไฟฟ้าเป็นระยะทาง 7.70 เมตร

หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบเสาไฟด้านนอกเป็นระยะทาง 9.20 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงเสาไฟฟ้าเป็นระยะทาง 9.30 เมตร

หมายเลขหมุด 6

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์					
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84			พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84		
E =	627,481.206	ม. โซน 47	E =	627481.601	ม. โซน 47
N =	1,850,670.752	ม.	N =	1850671.016	ม.
h =	43.212	ม.	h =	41.825	ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =					



หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	265 ° /	38.90 ม.
2.)	หมายเลข 2	342 ° /	11.40 ม.
3.)	หมายเลข 3	110 ° /	41.70 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

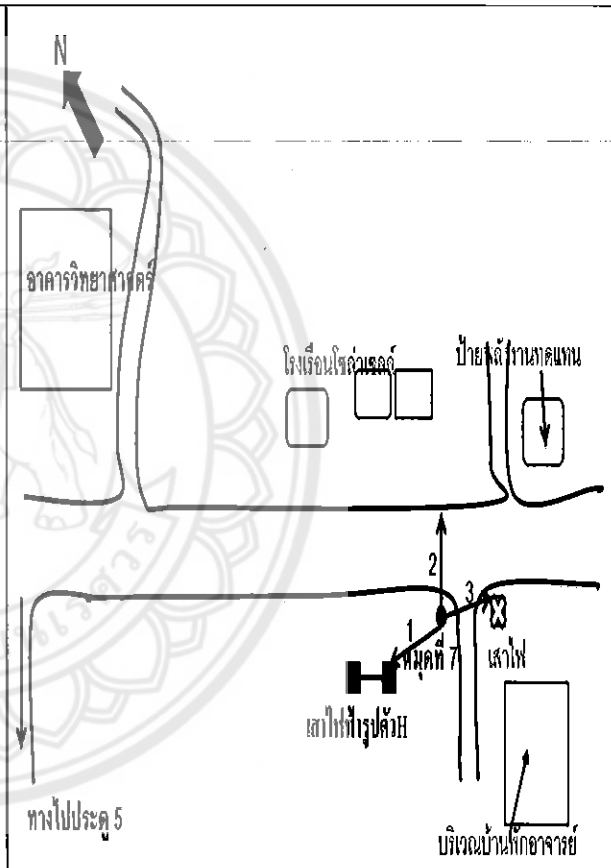
<u>ทางไปหมุด</u> หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 38.90 เมตร

หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฟุตบาตเป็นระยะทาง 11.40 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 41.70 เมตร

หมายเลขหมุด 7

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์	
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84	พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84
E = 627,292.384 ม. โซน 47	E = 627292.34 ม. โซน 47
N = 1,850,845.217 ม.	N = 1850845.748 ม.
h = 43.057 ม.	h = 41.655 ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =	



หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	303 ° /	5.65 ม.
2.)	หมายเลข 2	67 ° /	11.18 ม.
3.)	หมายเลข 3	185 ° /	10.60 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

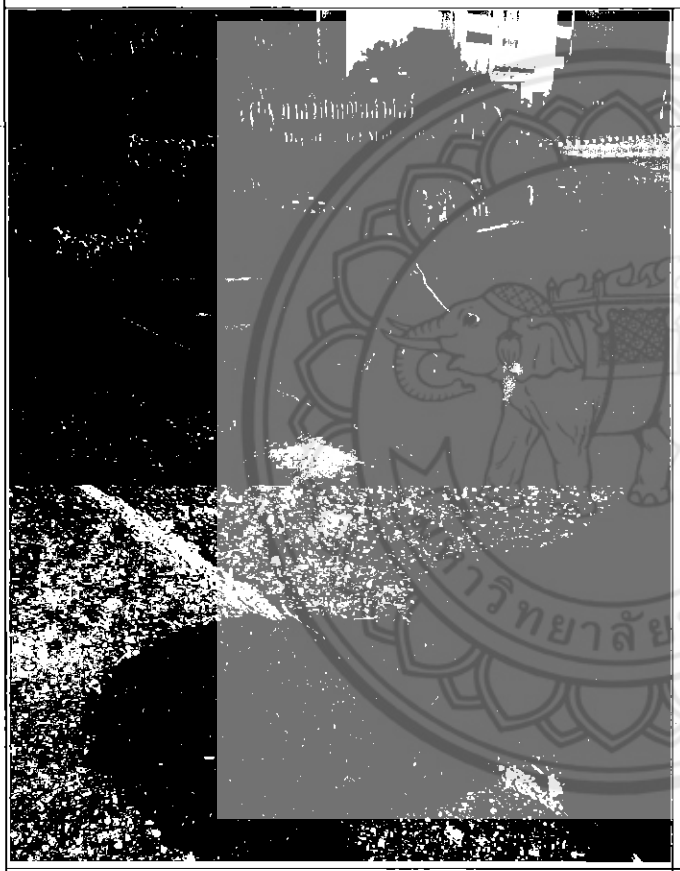
ทางไปหมุด หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงเสาไฟฟ้าเป็นระยะทาง 5.65 เมตร

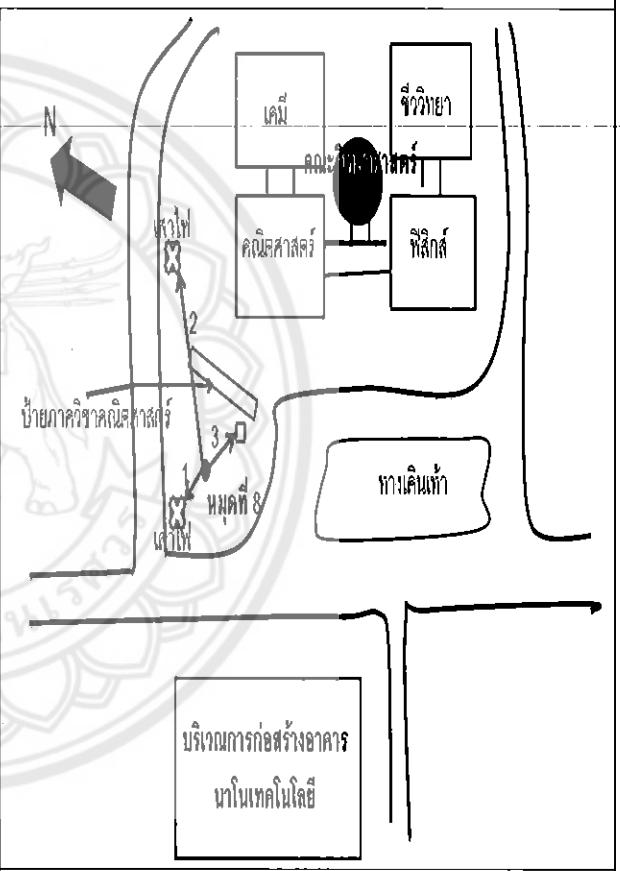
หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฟุตบาตเป็นระยะทาง 11.18 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 10.60 เมตร

หมายเลขหมุด 8

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์	
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84	พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84
E = 627,133.002 ม. โซน 47	E = 627132.87 ม. โซน 47
N = 1,851,415.552 ม.	N = 1851416.174 ม.
h = 43.219 ม.	h = 41.839 ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =	ม.





หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	320 ° /	3.68 ม.
2.)	หมายเลข 2	45 ° /	20.35 ม.
3.)	หมายเลข 3	145 ° /	7.10 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

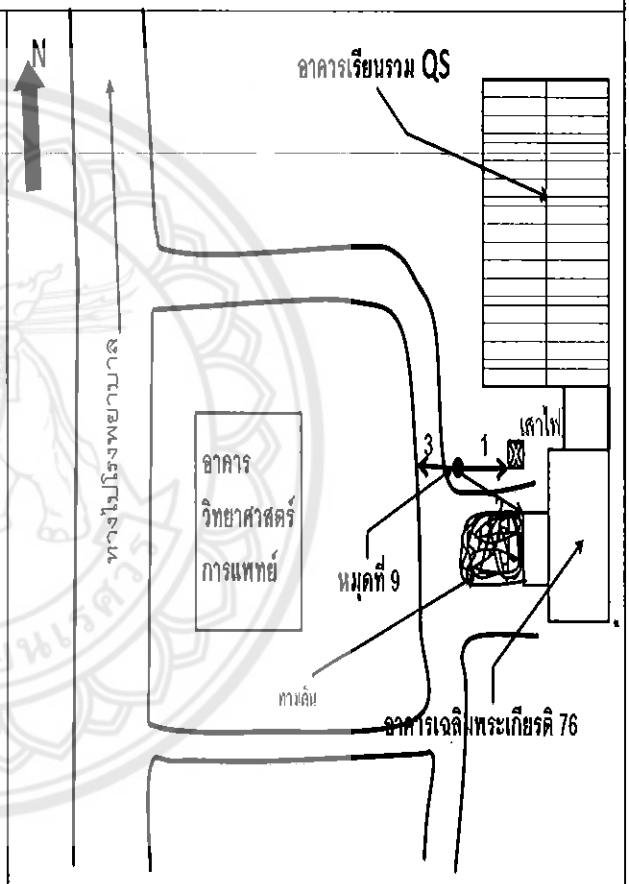
ทางไปหมุด หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบเสาไฟด้านนอกเป็นระยะทาง 3.68 เมตร

หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบเสาไฟด้านนอกเป็นระยะทาง 20.35 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบเสาหลักเป็นระยะทาง 7.10 เมตร

หมายเลขหมุด 9

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์	
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84	พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84
E = 627,107.693 ม. โซน 47	E = 627108.116 ม. โซน 47
N = 1,851,815.672 ม.	N = 1851815.639 ม.
h = 41.209 ม.	h = 41.045 ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =	



หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	111 ° /	8.70 ม.
2.)	หมายเลข 2	141 ° /	20.60 ม.
3.)	หมายเลข 3	267 ° /	17.30 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

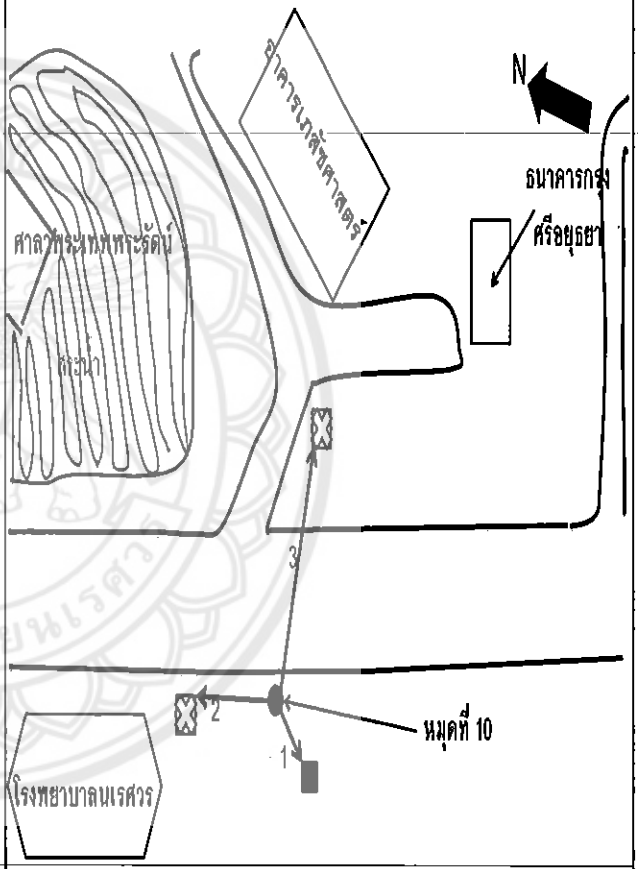
ทางไปหมุด หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 8.70 เมตร

หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงเสาเป็นระยะทาง 20.60 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฟุตบาตเป็นระยะทาง 17.30 เมตร

หมายเลขหมุด 10

ระบบยูนิเวอร์แซล ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์	
พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (CSRS) สเฟียรอยด์ WGS 84	พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 84 (TGO) สเฟียรอยด์ WGS 84
E = 627,263.963 ม. โซน 47	E = 626796.155 ม. โซน 47
N = 1,852,277.437 ม.	N = 1851956.184 ม.
h = 41.276 ม.	h = 41.112 ม.
ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H =	



หมุดหลักฐานแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้

หมายเลขหมุด #		
ค่าอะซิมุท	ระยะราบ	ค่าต่างความสูง
°	ม.	ม.

	ที่หมายอ้างอิง	อะซิมุท	ระยะทาง
1.)	หมายเลข 1	217 ° /	5.40 ม.
2.)	หมายเลข 2	351 ° /	8.40 ม.
3.)	หมายเลข 3	89 ° /	18.55 ม.

คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน (Description)

<u>ทางไปหมุด</u> หมายเลข 1 จากจุดเริ่มต้นจนถึงเสาไฟฟ้าเป็นระยะทาง 5.40 เมตร

หมายเลข 2 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 8.40 เมตร

หมายเลข 3 จากจุดเริ่มต้นจนถึงขอบฐานด้านนอกของเสาไฟเป็นระยะทาง 18.55 เมตร

บรรณานุกรม

เฉลิมชนม์ สถิรระพจน์. การสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอเบื้องต้น . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ. ยียอเดซี. พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร. เส้นโครงแผนที่. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533

ภัคพงศ์ หอมเนียม. การพัฒนาซอร์ฟแวร์สำหรับหาตำแหน่งจุดเดี่ยวที่ให้ความละเอียดสูงโดยใช้ข้อมูลเฟสของคลื่นส่ง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิศวกรรมสำรวจ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

วีกิพีเดีย สารานุกรมเสรี , http://www.gpsdeedee.com

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ผู้จัดทำโครงงาน นายฉัตรชัย จันพินิช

วัน/เดือน/ปี เกิด 30 กันยายน 2530

ที่อยู่ปัจจุบัน 66 ม.8 ต. นาบัว อ. นครไทย จ. พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2548 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนาบัววิทยา

พ.ศ.2552 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

E- mail: zinzumzuncivil@hotmail.com

ผู้จัดทำโครงงาน นายพงษ์พิพัฒน์ ม่วงแก้ว

วัน/เดือน/ปี เกิด 25 มีนาคม 2531

ที่อยู่ปัจจุบัน 97 หมู่ 9 ต.แก่งโสภา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2548 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

พ.ศ.2552 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

E- mail: taro_t111@hotmail.com

ผู้จัดทำโครงงาน นายปฐมพร พลอยไป

วัน/เดือน/ปี เกิด 11 กันยายน 2529

ที่อยู่ปัจจุบัน 2 หมู่ 3 ต.โนนเหล็ก อ.เมือง จ.อุทัยธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2548 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุทัยวิทยาคม

พ.ศ.2552 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

E- mail: owner_p@hotmail.com

ผู้จัดทำโครงงาน นายพัฒนา ธิน้อยวงค์
วัน/เดือน/ปี เกิด 25 ธันวาคม 2530
ที่อยู่ปัจจุบัน 36/4 หมู่ 10 ต.ท่าหมื่นราม อ.วังทอง จ.พิษณุโลก
ประวัติการศึกษา
พ.ศ.2548 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาจากโรงเรียนวังทอง พิทยาคม
พ.ศ.2552 ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 (วิศวกรรมโยธา)
จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก
E- mail: zin_zum_zun @hotmail.com

ผู้จัดทำโครงงาน นายวิศิษฎ์ ไข่แก้ว
วัน/เดือน/ปี เกิด 27 สิงหาคม 2530
ที่อยู่ปัจจุบัน 13 หมู่ 12 ต.ห้วยข้าวก่ำ อ.จุน จ.พะเยา
ประวัติการศึกษา
พ.ศ.2548 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจุนวิทยาคม
พ.ศ.2552 ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 (วิศวกรรมโยธา)
จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก
E- mail: visitkanan_civil @hotmail.com