# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงาน

## 3.1) งานสำรวจภาคสนาม

งานสนาม ประกอบด้วยงานสำรวจโดยสังเขป (Reconnaissance) งานรังวัดด้วยดาวเทียมระบบ GPS งานรังวัดควบคุมทางราบและทางดิ่ง รวมถึงงานรังวัดเพื่อเก็บรายละเอียด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 3.1.1) งานสำรวจโดยสังเขป

วัตถุประสงค์เพื่อเดินสำรวจภูมิประเทศจริงโดยรอบบริเวณที่จะทำแผนที่ การค้นหาหมุดหลักฐานแผนที่ของประเทศ และการกำหนดตำแหน่งของหมุดหลักฐานทางราบและทางดิ่ง

ในการเลือกตำแหน่งเพื่อสร้างหมุดควบคุม ให้คำนึงถึงความปลอดภัยของหมุด จะต้องอยู่ในบริเวณที่จะไม่ถูกทำลายได้ง่าย สามารถมองเห็นหมุดอื่นได้ง่าย โดยไม่ต้องตัดต้นไม้หรือกิ่งไม้มาก ระยะของเส้นวงรอบระหว่างหมุดทั้งสองประมาณ ๑๐๐–๓๐๐ เมตร การวัดระยะทางระหว่างหมุดสามารถวัดได้โดยง่าย และหากจะใช้เป็นหมุดเก็บรายละเอียดด้วย ก็ให้สามารถทำได้โดยสะดวก

ในบริเวณพื้นที่ที่ไม่สามารถเก็บรายละเอียดจากหมุดของเส้นวงรอบใหญ่ได้ ให้ทำเส้นวงรอบย่อยเข้าไป หลักการเลือกตำแหน่งของหมุดใช้หลักการเดียวกับการเลือกตำแหน่งหมุดของวงรอบใหญ่ แต่ในการรังวัดของงานวงรอบย่อย ต้องออกจากหมุดของงานวงรอบใหญ่ และจบที่หมุดของงานวงรอบใหญ่เช่นกัน ระยะทางของด้านของเส้นวงรอบย่อย ควรประมาณ ๑๐๐–๑๕๐ เมตร

ตำแหน่งของหมุดหลักฐาน ควรหมายลงไว้ในแผนผังให้ครบทุกหมุด เพื่อความสะดวกในการวางแผนการทำงานต่อไป

นอกจากนี้จำเป็นที่จะต้องจัดทำแผนภาพแสดงตำแหน่งหมุดหลักฐาน และคำอธิบายประกอบในการเข้าสู่หมุดทุกหมุด รวมทั้งหมุดหมายพยานหรือหมุดอ้างอิง (Reference point) โดยปกติจะใช้ระยะในการโยงยึด ไม่น้อยกว่า ๓ จุดต่อหมุดหลักฐานหนึ่งหมุด

### 3.1.2) การสร้างหมุด

จากการสำรวจเบื้องต้นในพื้นที่ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เลือกสร้างหมุดไปตามแนวของถนน เพราะสามารถทำได้ง่ายและครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการสำรวจได้ทั้งหมด โดยแนวของถนนส่วนหนึ่งนั้นตัดกลางพื้นที่ที่ต้องการสำรวจทำให้สามารถใช้เก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งปลูก

สร้างและขอมูลของเส้นชั้นความสูงบริเวณใจกลางของพื้นที่ที่สำรวจได้ และแนวของถนนอีกส่วนอยู่บริเวณริมของพื้นที่ที่สำรวจจึงทำให้การเก็บข้อมูลนั้นกระจายครอบคลุมพื้นที่พอดี

ในการสร้างหมุด เลือกใช้หมุดสองชนิด คือ หมุดไม้ และ หมุดบนคอนกรีต ซึ่งวิธีสร้างมีดังต่อไปนี้

ก) หมุดไม้ : ใช้ไม้มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตัดส่วนหัวให้เรียบและใช้ตะปูขนาด 1 ½″ ตอกลงไปตรงกลางเพื่อเป็นสัญญาลักษณ์ของหัวหมุด และปลายอีกด้านหนึ่งของหมุดทำให้มีลักษณะแหลม แล้วตอกลงไปตรงจุดที่เลือกไว้ หมุดชนิดนี้ใช้ตอกบนพื้นที่เป็นดิน (หมุดแบบนี้เป็นหมุดแบบชั่วคราว)

ข) หมุดบนคอนกรีต : เริ่มจากเลือกจุดที่จะทำหมุด แล้วใช้สิ่วตอกลงตรงพื้นคอนกรีตนั้นให้เป็นหลุม นำเศษคอนกรีตขึ้นมาแล้วพรมน้ำลงในหลุมเล็กน้อย ใช้คอนกรีตที่ผสมใหม่ปะลงไปในหลุม จากนั้นใช้น็อตที่ทำสัญญาลักษณ์ กากบาทไว้บนหัวกดลงไปในคอนกรีตที่ใช้ปะหลุมและปาดให้หัวน็อตเรียบเท่ากับผิวคอนกรีตเดิม (การสร้างหมุดแบบนี้เป็นการสร้างหมุดแบบถาวร)

การเลือกจุดที่สร้างหมุดต้องคำนึงถึงทิศทางการมองเห็น กล่าวคือ ต้องสร้างให้เห็นหมุดก่อนหน้าและ หมุดที่อยู่ข้างหลังนั้นเอง (มองเห็นทั้ง BS และ FS)

### 3.1.3) งานรังวัดด้วยดาวเทียมระบบ GPS

ในการดำเนินงานรังวัดเพื่อถ่ายค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานแผนที่ของประเทศเข้าสู่พื้นที่โครงการ ได้ใช้วิธีการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบ GPS โดยใช้วิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที (Real-time kinematic surveying or RTK) ซึ่งเป็นวิธีการทำงานรังวัดดาวเทียมที่ให้ค่าตำแหน่งสัมพัทธ์ได้ในขณะรังวัด โดยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม จำนวนอย่างน้อย ๒ เครื่อง เครื่องหนึ่งจะตั้งอยู่ ณ หมุดหลักฐานซึ่งทราบค่าพิกัดหรือสถานีฐาน (Base station) ใช้เป็นเครื่องประมวลผลข้อมูลค่าพิกัดและจำนวนค่าแก้ความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้จากสัญญาณดาวเทียม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าพิกัดของหมุดหลักฐานที่เครื่องรับสัญญาณตั้งอยู่ จำนวนค่าแก้ความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้นี้ จะส่งผ่านเครื่องส่งสัญญาณไปยังสถานีเคลื่อนที่ (Rover station) ซึ่งรับสัญญาณดาวเทียมในชุดเดียวกัน เพื่อการกำหนดตำแหน่ง ณ จุดใดๆ

### 3.1.3.1) เครื่องมือที่ใช้ในการรังวัด

ก) ชุดเครื่องมือ ณ สถานีฐาน

ประกอบด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบสองความถี่ (Dual frequency) ซึ่งมีสมรรถนะในการให้ความถูกต้องด้วยวิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที ในเกณฑ์ดังนี้ คือ ทางราบ 1 เซนติเมตร + (2 ppm x ความยาวเส้นฐาน) และทางดิ่ง 2 เซนติเมตร + (2 ppm x ความยาวเส้นฐาน) นอกจากนี้ยังมีวิทยุส่งสัญญาณค่าแก้ (Radio modem) ประกอบกับเสาวิทยุ (Radio antenna) รวมถึงอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ Tripod, Tribrach พร้อม Adaptor, HI measuring rod, สายเคเบิล, แบตเตอรี และเครื่องบันทึกข้อมูล

ข) ชุดเครื่องมือ ณ สถานีเคลื่อนที่

ประกอบด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบสองความถี่ (Dual frequency) ซึ่งมีสมรรถนะในการให้ความถูกต้องในเกณฑ์เดียวกับเครื่องรับสัญญาณ ณ สถานีฐาน นอกจากนี้ยังมีวิทยุรับสัญญาณค่าแก้ ประกอบกับเสาวิทยุ รวมถึงอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ Rangepole สายเคเบิล แบตเตอรี และเครื่องบันทึกข้อมูล

### 3.1.3.2) ขั้นตอนการทำงาน GPS

ก) เลือกหมุดหลักฐานในโครงการ เพื่อใช้เป็นสถานีฐาน ทั้งนี้ได้เลือกใช้หมุดหลักฐานแผนที่ของกรมการผังเมือง

ข) ติดตั้งชุดเครื่องมือ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เหนือหมุดหลักฐานซึ่งใช้เป็นสถานีฐาน

ค) ติดตั้งชุดเครื่องมือ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ของสถานีเคลื่อนที่ และทำการรังวัดเพื่อหาค่าพิกัดของหมุดหลักฐานในโครงการ

ง) เมื่อเสร็จสิ้นการรังวัด ทำการถ่ายโอนข้อมูลจากเครื่องบันทึกข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อการแสดงผลต่อไป

### 3.1.3.3) การประมวลผล

ด้วยการรังวัดแบบจลน์ในทันที จะทำการประมวลผลข้อมูลค่าพิกัดให้แล้วเสร็จในขณะทำงานในสนาม ดังนั้นผลลัพธ์ค่าพิกัดของหมุดหลักฐานด้วยดาวเทียมระบบ GPS จำนวนทั้งสิ้น 4 หมุด แสดงได้ดังตาราง

| หมุดหลักฐาน | ค่าทางเหนือ (ม.) | ค่าทางตะวันออก (ม.) |
|---|---|---|
| GPS01 | 1864723.599 | 633072.728 |
| GPS02 | 1864675.768 | 633003.198 |
| GPS03 | 1862575.226 | 635177.373 |
| GPS04 | 1862253.971 | 635195.078 |

ตารางที่ 2 แสดงค่าพิกัดหมุด GPS

### 3.1.4) งานรังวัดควบคุมทางราบ

วิธีในการรังวัดควบคุมทางราบ จะใช้วิธีการทำวงรอบ (Traversing) ซึ่งประกอบด้วยการวัดมุมและการวัดระยะ โดยกำหนดเกณฑ์ของงานดังนี้

ก) ความคลาดเคลื่อนทางมุมของเส้นวงรอบ ต้องไม่เกิน ๓๐″$\sqrt{N}$ (เมื่อ N คือจำนวนมุม)

ข) ความคลาดเคลื่อนทางระยะบรรจบ หลังจากปรับแก้ Azimuth แล้วจะต้องไม่เกิน ๑:๕,๐๐๐

ค) การวัดระยะแบบไป-กลับต้องต่างกันไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

#### 3.1.4.1) เครื่องมือที่ใช้ในการรังวัด

ก) กล้อง TC 500

ข) เป้าเล็ง(Reflector)

ค) สมุดสนาม , ปากกา หรือ ดินสอ

ง) ขาตั้งกล้อง

#### 3.1.4.2) ขั้นตอนการรังวัด

จะยกตัวอย่างเพียงหนึ่งเส้นเท่านั้นคือ GPS 02 - GPS 04

ก) ตั้งกล้องที่หมุด GPS 02ให้ตรงหัวหมุดเซตกล้องให้ได้ระดับ

ข) ตั้ง Reflector ที่หมุด GPS 01และ หมุด NU 01ให้ตรงหัวหมุดแล้วเซตระดับ

ค) ส่องกล้องไปยัง Reflector ที่หมุด GPS 01 แล้วเซตค่ากล้องให้เป็นศูนย์

ง) เปิดมุมวนขวาเพื่อส่องไปที่ Reflector ของหมุด NU 01

จ) อ่านค่าที่ได้และจดบันทึกค่ามุมในแนวราบและค่าระยะทางในแนวราบ

ฉ) จากนั้นกระดกหน้ากล้องกลับทำซ้ำข้อ ก) – จ) จะได้ค่ามุมของกล้องอีกหน้าหนึ่ง

ช) ค่าที่ได้จากการรังวัดจากหน้ากล้องทั้งสองครั้งมีค่าเท่ากันหรือต่างกันไม่เกิน 5 ฟิลิปดา ถ้าต่างกันเกิน 5 ฟิลิปดา ต้องทำการรังวัดใหม่ (ขันตอนนี้เป็นการเช็คค่าความคลาดเคลื่อนในสนามอย่างคร่าว ๆ)

ซ) ทำการรังวัดตามข้อ ก) – ช) ไปเรื่อย ๆ จนถึงหมุด GPS 04

ฌ) นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่า Azimuth

### 3.1.5) งานรังวัดควบคุมทางดิ่ง

วิธีในการรังวัดควบคุมทางดิ่ง จะใช้วิธีการทำระดับแบบ Differential levelling โดยการอ่านสามสายใย (Three wire levelling) ซึ่งสามารถขจัดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากความโค้งของโลก การหักเหของแสง และความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากสายใยกล้องเอียง เนื่องจากสามารถทราบระยะทางของ BS และ FS จาก Stadia และสามารถทำให้เท่ากันได้ ในขณะที่อ่านค่า Staff จากสายใยทั้งสามนั้น จะต้องให้ได้ระดับเสมอ ผลต่างของ Upper intercept (สายใยบน – สายใยกลาง) และ Lower intercept (สายใยกลาง – สายใยล่าง) จะต้องต่างกันไม่เกิน ๒ มิลลิเมตร ข้อกำหนดของงานรังวัดควบคุมทางดิ่ง มีดังนี้

ก) การทำระดับ Differential levelling แบบสามสายใย โดยวิธี Double instrument

ข) ระยะจากกล้องไปยัง Staff ไม่เกิน ๘๐ เมตร

ค) ความแตกต่างของ BS และ FS ในการตั้งกล้องแต่ละครั้ง ไม่เกิน ๑๐ เมตร และในแต่ละคอนการระดับ ไม่เกิน ๑๐ เมตร

ง) ความคลาดเคลื่อนของตอนการระดับและสายการระดับไม่เกิน ๑๒$\sqrt{K}$ มม.

## 3.2) งานสำนักงาน

งานสำนักงาน คือ งานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณปรับแก้ข้อมูลที่รังวัดได้จากสนามให้เป็นค่าที่ถูกต้องตามเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ เรขาคณิต พีชคณิต และสถิติ แล้วแต่กรณี รวมทั้งการปรับแก้มุม ระยะทาง ค่าระดับ และการเขียนแผนที่ต้นร่าง ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะของงานได้ดังนี้

### 3.2.1) งานคำนวณวงรอบ

**การคำนวณวงรอบแบบวงรอบเปิด จำเป็นต้องทราบค่าพิกัดและมุมภาคของทิศของหมุดหลักฐานคู่แรกออกและเข้าบรรจบสำหรับวงรอบเปิด มีลำดับขั้นการคำนวณดังนี้**

ก) การตรวจสอบมุม โดยความผิดทางมุม ต้องไม่เกิน ๓๐"$\sqrt{N}$

ข) การปรับแก้ค่ามุมรังวัด

ค) การคำนวณมุมภาคของทิศ

ง) การคำนวณค่า Latitude และ Departure

ใช้สูตร Lat. = l cos Az

Dep. = l sin Az

จ) การคำนวณค่า Error

Linear Closing Error (Ec) = $\sqrt{(\sum \text{Lat.})^2 + (\sum \text{Dep.})^2}$

ฉ) การคำนวณความละเอียดในการรังวัด (Accuracy)

Accuracy = Ec / $\sum$l ซึ่งต้องไม่เกิน ๑:๕,๐๐๐

ช) การคำนวณค่าแก้ Latitude และ Departure

ในการแก้จะต้องให้ Latitude และ Departure มีค่าเท่ากับ ๐ ดังวิธี Compass rule ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้มากในงานสำรวจทั่วไป เหมาะสำหรับงานสำรวจที่การวัดมุมและระยะใช้ความละเอียดเท่ากัน

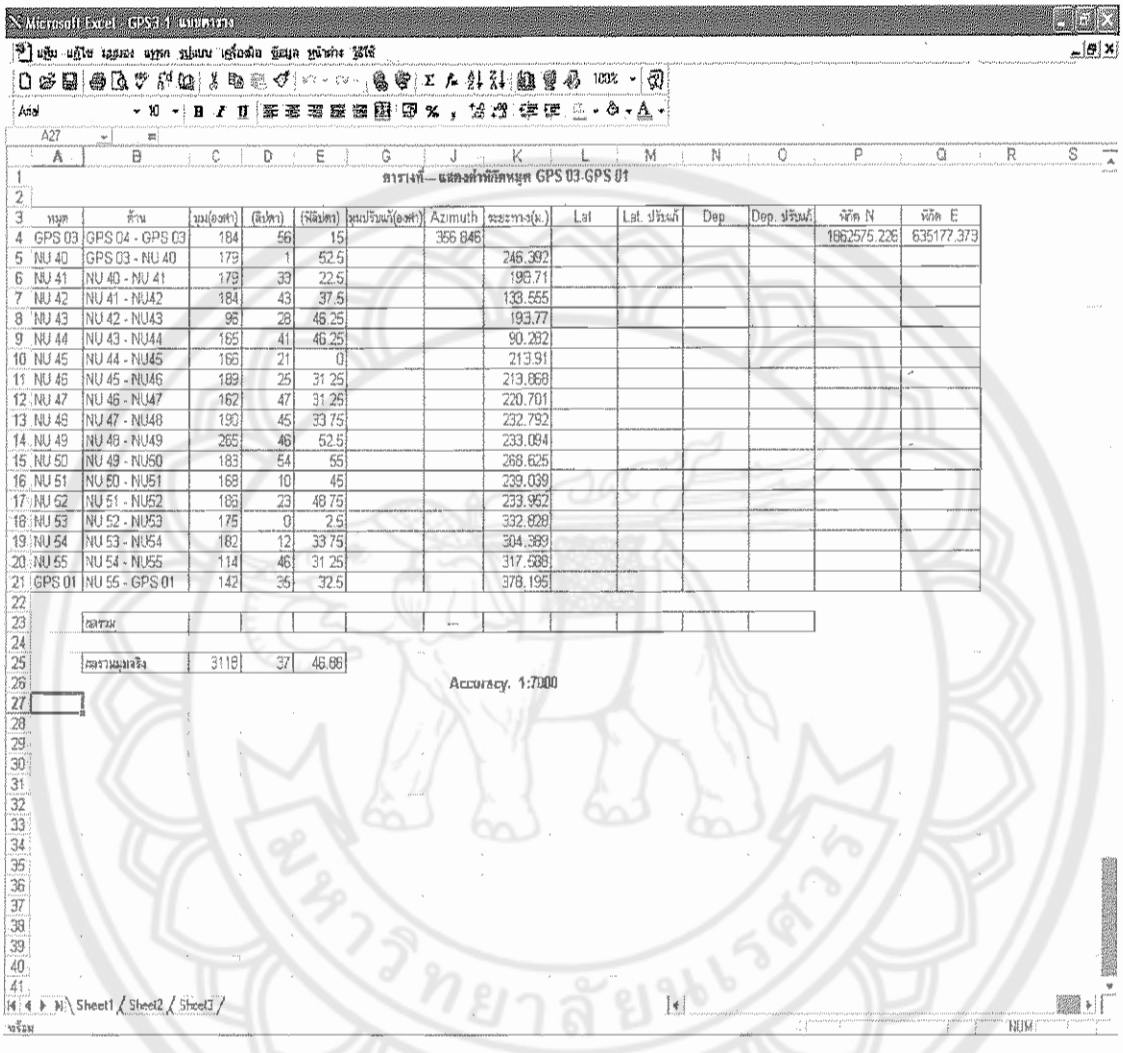
Correction Lat. = ($\sum$Lat.)(l) / $\sum$l

Correction Dep. = ($\sum$Dep.)(l) / $\sum$l

ในการนำไปแก้ จะต้องเปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงกันข้าม

ซ) การคำนวณค่าพิกัดฉาก

### 3.2.1.1 ) การคำนวณค่าพิกัดของหมุดวงรอบ (โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel)



ตารางที่ – แสดงค่าพิกัดหมุด GPS 03-GPS 01

| หมุด | ด้าน | มุม(องศา) | (ลิปดา) | (ฟิลิปดา) | มุมปรับแก้(องศา) | Azimuth | ระยะทาง(ม.) | Lat | Lat. ปรับแก้ | Dep | Dep. ปรับแก้ | พิกัด N | พิกัด E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GPS 03 | GPS 04 - GPS 03 | 184 | 56 | 15 | | 356 846 | | | | | | 1962575.226 | 635177.373 |
| NU 40 | GPS 03 - NU 40 | 179 | 1 | 52.5 | | | 246.392 | | | | | | |
| NU 41 | NU 40 - NU 41 | 179 | 33 | 22.5 | | | 193.71 | | | | | | |
| NU 42 | NU 41 - NU42 | 184 | 43 | 37.5 | | | 133.555 | | | | | | |
| NU 43 | NU 42 - NU43 | 96 | 28 | 46.25 | | | 193.77 | | | | | | |
| NU 44 | NU 43 - NU44 | 165 | 41 | 46.25 | | | 90.282 | | | | | | |
| NU 45 | NU 44 - NU45 | 166 | 21 | 0 | | | 213.91 | | | | | | |
| NU 46 | NU 45 - NU46 | 189 | 25 | 31.25 | | | 213.868 | | | | | | |
| NU 47 | NU 46 - NU47 | 162 | 47 | 31.25 | | | 220.701 | | | | | | |
| NU 48 | NU 47 - NU48 | 190 | 45 | 33.75 | | | 232.792 | | | | | | |
| NU 49 | NU 48 - NU49 | 265 | 46 | 52.5 | | | 233.094 | | | | | | |
| NU 50 | NU 49 - NU50 | 183 | 54 | 55 | | | 268.625 | | | | | | |
| NU 51 | NU 50 - NU51 | 168 | 10 | 45 | | | 239.039 | | | | | | |
| NU 52 | NU 51 - NU52 | 186 | 23 | 48.75 | | | 233.952 | | | | | | |
| NU 53 | NU 52 - NU53 | 175 | 0 | 2.5 | | | 332.828 | | | | | | |
| NU 54 | NU 53 - NU54 | 182 | 12 | 33.75 | | | 304.389 | | | | | | |
| NU 55 | NU 54 - NU55 | 114 | 46 | 31.25 | | | 317.588 | | | | | | |
| GPS 01 | NU 55 - GPS 01 | 142 | 35 | 32.5 | | | 378.195 | | | | | | |
| | ผลรวม | | | | | --- | | | | | | | |
| | ผลรวมมุมจริง | 3118 | 37 | 46.88 | | | | | | | | | |

Accuracy. 1:7000

ภาพที่ 12 แสดงการหาพิกัดหมุดวงรอบด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

ว ๗๑
๖๓๕
ต.๓๖๒
๒๕๔๖



สำนักหอสมุด
30 มิ.ย. 2547
4740324

**ขั้นตอนการคำนวณค่าของพิกัดหมุดวงรอบ**

ก) สร้างรูปแบบตารางในโปรแกรม Microsoft Excel

ข) ใส่ค่าพิกัดของหมุด GPS 03 และค่า Azimuth ของด้าน GPS 04-GPS03 (ได้มาจากการใช้ GPS ในการหาค่าพิกัด)

ค) ใส่ค่ามุมและระยะทางที่ได้จากการรังวัด

ง) รวมค่ามุมรังวัดเพื่อหาค่าผลต่างระหว่างผลรวมมุมจริงกับผลรวมมุมรังวัดจะต้องไม่เกิน 75"√N (ผลรวมมุมจริง=Az.บรรจบ-Az.แรกออก+(N*180))

จ) หาค่าปรับแก้มุม โดยการกระจายค่าผลต่างระหว่างผลรวมมุมจริงกับผลรวมมุมรังวัดเท่าๆกัน

ฉ) ช่องมุมปรับแก้ได้จากการเขียนสูตร F4 = ((C4*3600)+(D4*60)+E4+ค่าปรับแก้มุม)/3600 ช่อง Azimuth ได้จากการเขียนสูตร G5 = F4+G4-180 ; ถ้า F+G น้อยกว่า 180 ให้บวกด้วย 180

ช) ช่อง Lat. ได้จากการเขียนสูตร 15=H5*(cos((¶ *G5)/180)))

ซ) ช่อง Lat. ปรับแก้ ได้จากการเขียนสูตร J5 = I5-(((I23-(พิกัด N บรรจบ – แรกออก))*(H5/H23)))

ฌ) ช่อง Dep. ได้จากการเขียนสูตร K5 = H5*(sin((¶ *G5)/180)))

ญ) ช่อง Dep. ปรับแก้ ได้จากการเขียนสูตร L5 = K5+((K23-(พิกัด E บรรจบ – แแรกออก))*(H5/H23)))

ฎ) ช่อง พิกัด N ได้จากการเขียนสูตร M5 = M4+J5

ฏ) ช่อง พิกัด E ได้จากการเขียนสูตร N3 = N4+L5

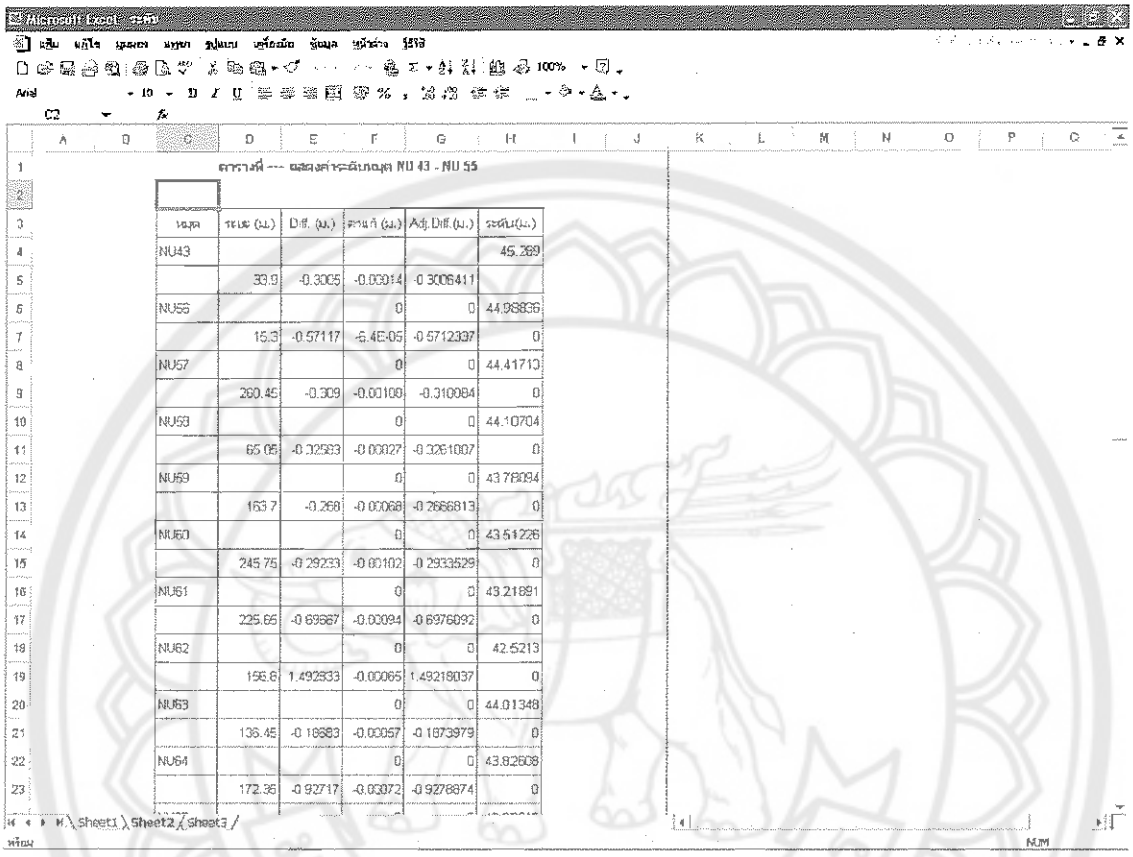
ฐ) Accuracy = (√((I23-J23)^2+(K23-L23)^2))/H23

### 3.2.2) งานคำนวณระดับ

ในการถ่ายระดับในสนามนั้น จะได้ค่าความต่างระดับอยู่สองค่า ซึ่งทั้งสองค่าจะต้องอยู่ในข้อกำหนดที่ยอมให้ จากนั้นจึงทำการเฉลี่ย เพื่อนำไปคำนวณปรับแก้ค่าระดับต่อไป

วิธีการปรับแก้โครงข่ายระดับ (Level net) สามารถเลือกใช้วิธี Successive approximation หรือ Dell's method ก็ได้ ซึ่งทั้งสองวิธีจะให้ความละเอียดเหมือนกับการปรับแก้ด้วยวิธี Least squares และเหมาะสำหรับงานวิศวกรรมขนาดใหญ่ หรือการทำแผนที่ภูมิประเทศบริเวณกว้าง เป็นต้น

### 3.2.2.1) การคำนวณค่าระดับของหมุดวงรอบ (โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel)



ตารางที่ --- แสดงค่าระดับหมุด NU 43 - NU 55

| หมุด | ระยะ (ม.) | Diff. (ม.) | ความแก้ (ม.) | Adj. Diff.(ม.) | ระดับ(ม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| NU43 | | | | | 45.269 |
| | 39.9 | -0.3005 | -0.00014 | -0.3006411 | |
| NU55 | | | 0 | 0 | 44.968836 |
| | 15.3 | -0.57117 | -6.4E-05 | -0.5712397 | 0 |
| NU57 | | | 0 | 0 | 44.41713 |
| | 260.45 | -0.309 | -0.00100 | -0.310084 | 0 |
| NU58 | | | 0 | 0 | 44.10704 |
| | 65.05 | -0.32593 | -0.00027 | -0.3261007 | 0 |
| NU59 | | | 0 | 0 | 43.78094 |
| | 163.7 | -0.268 | -0.00068 | -0.2686813 | 0 |
| NU60 | | | 0 | 0 | 43.51226 |
| | 245.75 | -0.29233 | -0.00102 | -0.2933529 | 0 |
| NU61 | | | 0 | 0 | 43.21891 |
| | 225.65 | -0.69687 | -0.00094 | -0.6976092 | 0 |
| NU62 | | | 0 | 0 | 42.5213 |
| | 156.8 | 1.492833 | -0.00065 | 1.49218037 | 0 |
| NU63 | | | 0 | 0 | 44.01348 |
| | 136.45 | -0.18683 | -0.00057 | -0.1873979 | 0 |
| NU64 | | | 0 | 0 | 43.82608 |
| | 172.35 | -0.92717 | -0.00072 | -0.9278674 | 0 |

ภาพที่ 13 แสดงการคำนวณหาค่าระดับด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

**ขั้นตอนการคำนวณค่าระดับของหมุดวงรอบ**

ก) สร้างรูปแบบตารางในโปรแกรม Excel

ข) ใส่ค่าระดับของหมุดเริ่มต้น

ค) ใส่ค่าระยะทางและค่า Diff ที่ได้จากการรังวัด (ค่า Diff = BS - FS ระหว่างหมุด)

ง) รวมระยะทางและค่า Diff

จ) ช่องค่าปรับแก้ ได้จากการเขียนสูตร F5 = (ค่าผลต่างระหว่างค่า Diff จริงกับผลรวมค่า Diff รังวัด ) * (D5 / ระยะทางทั้งหมด) : ค่า Diff จริง = ค่าระดับของหมุดบรรจบ – หมุดแรกออก

ฉ) ช่องค่าระดับ ได้จากการเขียนสูตร H6 = H4 + G5

# บทที่ 4

# ผลของโครงงาน

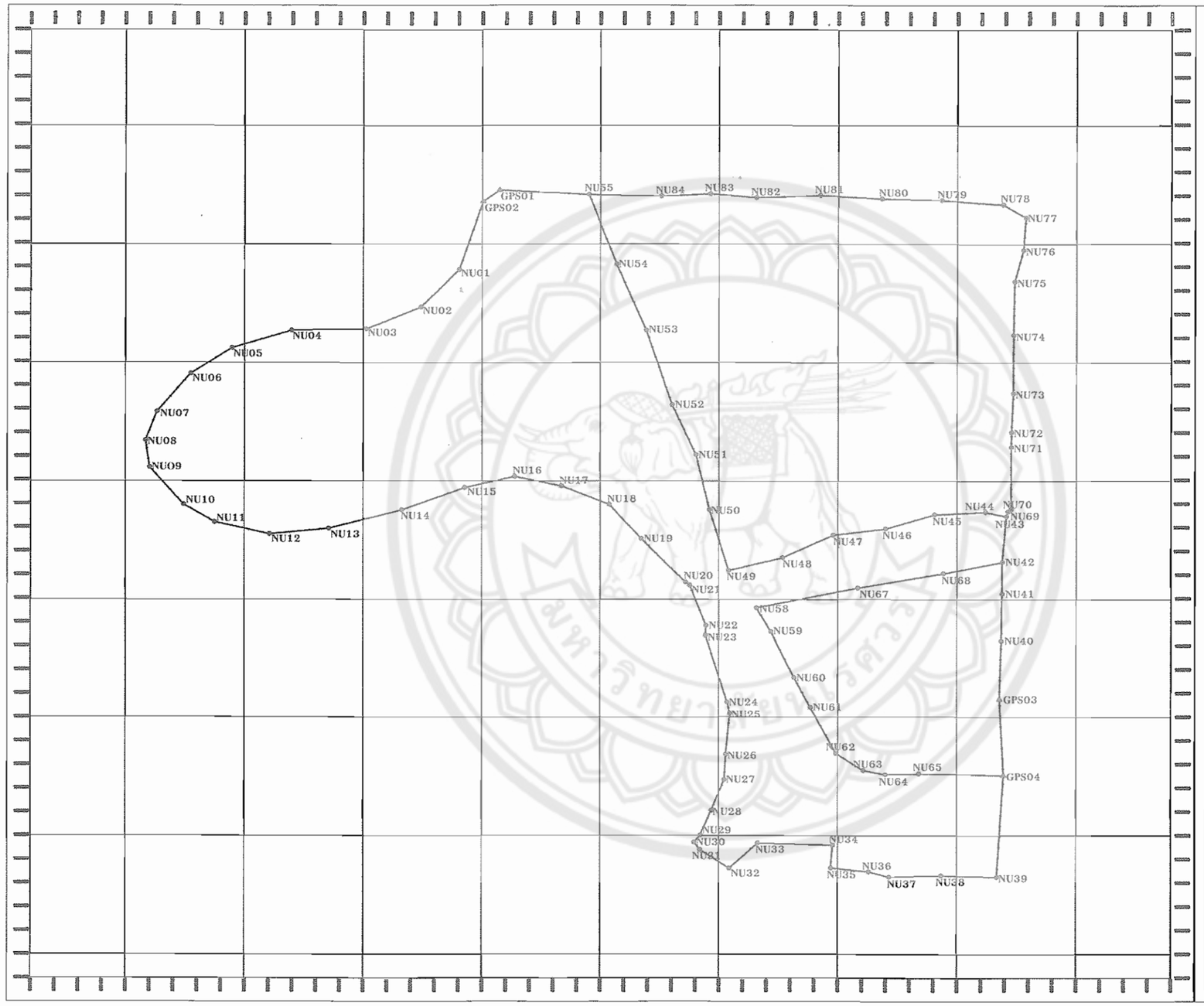
## 4.1) ตารางที่ 3 แสดงค่าพิกัดและค่าระดับของหมุดวงรอบ

| หมุด | พิกัด N. | พิกัด E. | ระดับ |
|---|---|---|---|
| GPS 02 | 1864675.768 | 633003.198 | 45.949 |
| NU 01 | 1864387.872 | 632903.356 | 45.922 |
| NU 02 | 1864230.107 | 632741.792 | 45.083 |
| NU 03 | 1864137.601 | 632511.191 | 45.877 |
| NU 04 | 1864132.597 | 632197.518 | 45.675 |
| NU 05 | 1864057.731 | 631946.546 | 45.525 |
| NU 06 | 1863948.951 | 631772.970 | 45.573 |
| NU 07 | 1863788.847 | 631631.967 | 45.547 |
| NU 08 | 1863667.655 | 631584.078 | 45.050 |
| NU 09 | 1863553.123 | 631600.748 | 45.062 |
| NU 10 | 1863397.398 | 631742.923 | 45.707 |
| NU 11 | 1863322.616 | 631873.695 | 45.733 |
| NU 12 | 1863272.682 | 632104.453 | 45.814 |
| NU 13 | 1863296.818 | 632353.787 | 45.747 |
| NU 14 | 1863374.412 | 632662.037 | 45.733 |
| NU 15 | 1863468.302 | 632926.315 | 45.677 |
| NU 16 | 1863514.643 | 633136.281 | 45.498 |
| NU 17 | 1863474.482 | 633334.734 | 45.801 |
| NU 18 | 1863396.889 | 633537.218 | 45.683 |
| NU 19 | 1863252.803 | 633672.518 | 45.714 |

| หมุด | พิกัด N. | พิกัด E. | ระดับ |
|---|---|---|---|
| NU 20 | 1863068.766 | 633859.452 | 45.819 |
| NU 21 | 1863056.518 | 633875.936 | 45.827 |
| NU 22 | 1862886.368 | 633945.169 | 45.043 |
| NU 23 | 1862844.786 | 633942.803 | 45.866 |
| NU 24 | 1862563.226 | 634034.388 | 46.025 |
| NU 25 | 1862515.595 | 634045.735 | 45.970 |
| NU 26 | 1862342.488 | 634028.774 | 45.748 |
| NU 27 | 1862236.459 | 634022.508 | 46.043 |
| NU 28 | 1862105.995 | 633967.701 | 45.960 |
| NU 29 | 1862002.108 | 633921.724 | 45.563 |
| NU 30 | 1861972.429 | 633895.242 | 45.849 |
| NU 31 | 1861941.361 | 633919.744 | 45.940 |
| NU 32 | 1861863.379 | 634043.792 | 45.422 |
| NU 33 | 1861969.417 | 634163.119 | 45.477 |
| NU 34 | 1861960.049 | 634478.118 | 45.670 |
| NU 35 | 1861864.404 | 634470.401 | 45.597 |
| NU 36 | 1861848.521 | 634629.295 | 45.606 |
| NU 37 | 1861826.615 | 634715.211 | 45.567 |
| NU 38 | 1861832.591 | 634933.400 | 44.751 |
| NU 39 | 1861825.686 | 635166.636 | 45.098 |
| GPS 04 | 1862253.971 | 635195.078 | 45.768 |
| GPS 03 | 1862575.226 | 635177.373 | 44.470 |
| NU 40 | 1862821.470 | 635185.063 | 44.267 |
| NU 41 | 1863020.137 | 635187.910 | 44.401 |
| NU 42 | 1863153.673 | 635188.793 | 44.800 |

| หมุด | พิกัด N. | พิกัด E. | ระดับ |
|---|---|---|---|
| NU 43 | 1863346.653 | 635206.042 | 45.289 |
| NU 44 | 1863364.771 | 635117.605 | 45.077 |
| NU 45 | 1863354.601 | 634903.951 | 45.354 |
| NU 46 | 1863294.310 | 634698.765 | 45.398 |
| NU 47 | 1863267.616 | 634479.697 | 45.683 |
| NU 48 | 1863172.359 | 634267.291 | 45.972 |
| NU 49 | 1863118.368 | 634040.546 | 46.040 |
| NU 50 | 1863374.382 | 633959.325 | 45.271 |
| NU 51 | 1863606.606 | 633902.781 | 44.659 |
| NU 52 | 1863817.729 | 633802.055 | 44.603 |
| NU 53 | 1864132.180 | 633693.127 | 44.925 |
| NU 54 | 1864409.989 | 633568.828 | 43.948 |
| NU 55 | 1864704.631 | 633450.418 | 44.476 |
| GPS 01 | 1864723.599 | 633072.728 | 47.964 |
| NU 42 | 1863153.673 | 635188.793 | 44.800 |
| NU 68 | 1863106.074 | 634941.880 | 44.114 |
| NU 67 | 1863044.980 | 634582.883 | 44.038 |
| NU 58 | 1862961.186 | 634157.812 | 44.888 |
| NU 59 | 1862860.695 | 634218.395 | 44.444 |
| NU 60 | 1862666.567 | 634315.293 | 44.070 |
| NU 61 | 1862539.944 | 634384.313 | 44.033 |
| NU 62 | 1862346.675 | 634491.875 | 44.099 |
| NU 63 | 1862275.014 | 634606.112 | 45.629 |
| NU 64 | 1862257.749 | 634698.869 | 45.343 |
| NU 65 | 1862261.506 | 634839.100 | 45.461 |

| หมุด | พิกัด N. | พิกัด E. | ระดับ |
|---|---|---|---|
| GPS 04 | 1862253.971 | 635195.078 | 45.768 |
| NU 43 | 1863346.757 | 635206.123 | 45.289 |
| NU 69 | 1863367.317 | 635213.110 | 44.988 |
| NU 70 | 1863376.004 | 635225.804 | 44.417 |
| NU 71 | 1863636.776 | 635226.551 | 44.107 |
| NU 72 | 1863701.579 | 635227.480 | 43.781 |
| NU 73 | 1863865.363 | 635234.838 | 43.512 |
| NU 74 | 1864111.162 | 635235.625 | 43.219 |
| NU 75 | 1864337.310 | 635239.731 | 42.521 |
| NU 76 | 1864470.327 | 635276.503 | 44.014 |
| NU 77 | 1864606.880 | 635286.341 | 43.826 |
| NU 78 | 1864662.075 | 635190.970 | 42.898 |
| NU 79 | 1864680.488 | 634933.737 | 43.365 |
| NU 80 | 1864687.286 | 634682.162 | 43.310 |
| NU 81 | 1864701.461 | 634423.646 | 43.517 |
| NU 82 | 1864691.449 | 634156.442 | 42.801 |
| NU 83 | 1864707.904 | 633962.376 | 43.708 |
| NU 84 | 1864697.748 | 633756.591 | 43.815 |
| NU 55 | 1864704.631 | 633450.418 | 44.476 |




# NARESUAN UNIVERSITY

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

**โครงงานจัดทำวงรอบเพื่อการกำหนดค่าระดับมาตรฐาน**

ผู้จัดทำ


นาย ทินกฤต ขาวหอม
นาย สงกรานต์ พรหมณี
นาย ชาญวิทย์ แพทย์รักษ์
นาย สงวนพล พุทธโศภิษฐ์


แนววงรอบ

มาตราส่วน 1 : 20,000