



รายงานผลการดำเนินงานโครงการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม

การสำรวจและจัดทำผังการใช้พื้นที่ศาสนสถาน

ในพื้นที่ใกล้เคียง ม.อุบลราชธานี

(วัดกุดคูณ อำเภอมือง จังหวัดอุบลราชธานี)

หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร.สิทธิา เจนศิริศักดิ์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผู้ร่วมโครงการ

คณาจารย์และนักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

พระภิกษุ สามเณร ณ.วัดกุดคูณ อ.มือง จ.อุบลราชธานี

ได้รับจัดสรรงบประมาณดำเนินโครงการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมจาก

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๔

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการโครงการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม เรื่อง “การสำรวจและจัดทำผังการใช้พื้นที่ศาสนสถานในพื้นที่ใกล้เคียง ม.อุบลราชธานี (วัดกุศลคุณ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี)” ได้รับการจัดสรรงบประมาณจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๔ ซึ่งภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้ดำเนินการจัดทำโครงการนี้ขึ้นเพื่อจะได้มีส่วนร่วมในการทำนุบำรุงพุทธศาสนาร่วมกับทางวัดและชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในละแวกนั้น นอกจากนี้ยังเป็นการปลูกจิตสำนึกในการทำนุบำรุงโบราณสถานและโบราณวัตถุให้มากยิ่งขึ้น และเป็นการสร้างเครือข่ายกับหน่วยงานภาครัฐและชุมชนท้องถิ่นได้ดียิ่งขึ้นด้วย

การดำเนินงานโครงการนี้สำเร็จล่วงด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือในการสำรวจ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ฉันทักาลังให้โครงการนี้สำเร็จล่วงไปด้วยดี

ผศ.ดร.สิทธิา เจนศิริศักดิ์

หัวหน้าโครงการ

๒
สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญ	๒
สารบัญภาพ	ก
หลักการและเหตุผล	๑
วัตถุประสงค์	๑
กลุ่มเป้าหมาย	๒
แผนการปฏิบัติงาน	๒
ผลการดำเนิน โครงการ	๓
สรุปผลการดำเนิน โครงการฯ และข้อเสนอแนะ	๒๓
บรรณานุกรม	๒๕
ภาคผนวก	๓๐
- ภาคผนวก ก	๓๑

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ ๑ การหาค่าระดับ	๖
ภาพที่ ๒ รูปวงรอบปิดแบบไม่บรรจบ	๘
ภาพที่ ๓ รูปวงรอบปิดแบบบรรจบ	๘
ภาพที่ ๔ วิธีการคำนวณวงรอบ	๙
ภาพที่ ๕ การตกท้องช้างของเทพ	๑๓
ภาพที่ ๖ การเขียนโปรแกรมโดยใช้เทพวัดระยะในการเก็บข้อมูลตัวอาคารและสถานที่	๒๒
ภาพที่ ๗ รูปภาพแสดงระดับเส้นชั้นความสูง 3 มิติ	๒๒
ภาพที่ ๘ รูปภาพแสดงระดับเส้นชั้นความสูง 2 มิติ	๒๓
ภาพที่ ๙ สํารวจบริเวณวัด เกี่ยวกับพื้นที่ ธรรมชาติ สถานที่ตั้งและตัวอาคารต่างๆ และร่างภาพคร่าวๆ	๒๓
ภาพที่ ๑๐ แสดงหมุดของวงรอบในวัดกุศคุณ	๒๕
ภาพที่ ๑๑ แสดง station ของถนนรอบบริเวณวัดกุศคุณ	๒๖

หลักการและเหตุผล

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าสถาบันศาสนาเป็นสถาบันหนึ่งที่เป็นเครื่องยึดเหนี่ยวจิตใจของชาวพุทธ โดยที่มีวัดเป็นศูนย์กลางในการเผยแผ่ศาสนาให้แก่พุทธศาสนิกชนทั่วไป โดยภายในวัดจะมีองค์อาภัพสำหรับพระสงฆ์ในการประกอบศาสนกิจและจำวัด ซึ่งการจัดวางผังการใช้พื้นที่นั้นส่วนใหญ่จะจัดวางโดยไม่ได้คำนึงถึงแผนการใช้พื้นที่ในอนาคตทำให้การวางแผนการใช้พื้นที่ทำได้ลำบาก ทำให้การสำรวจและวางผังการใช้พื้นที่ของวัดมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธาได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นดังกล่าวคณะภาควิชาวิศวกรรมโยธาจึงได้ประชุมกันแล้วมีความเห็นว่าเป็นการดีที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จะได้มีส่วนร่วมในการทำนุบำรุงพุทธศาสนาร่วมกับทางวัดและชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในละแวกนั้น จึงได้ร่วมกันเขียนข้อเสนอโครงการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมนี้ขึ้นเพื่อทำการสำรวจและวางผังการใช้พื้นที่ของวัดที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต กอปรกับภาควิชาได้เปิดสอนรายวิชาการสำรวจซึ่งเป็นหัวใจหลักในการวางผังการใช้พื้นที่ คณะอาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมโยธาจึงเห็นพ้องต้องกันว่าเป็นการดีที่จะให้นักศึกษาได้มีโอกาสได้ปฏิบัติงานจริงก่อนที่จะจบออกไปทำงาน รวมทั้งเป็นการบริการวิชาการและเผยแพร่ชื่อเสียงของคณะวิศวกรรมศาสตร์และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีต่อหน่วยงานภายนอกให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น

วัตถุประสงค์

๑. เพื่อสำรวจและวางผังการใช้พื้นที่ของวัดกุฎีคุณ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี
๒. เพื่อให้ชาวบ้านส่วนร่วมในการพัฒนาวัด
๓. เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง
๔. เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งคนและครุภัณฑ์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
๕. เป็นการให้บริการทางด้านวิชาแก่หน่วยงานราชการอื่นๆ
๖. เป็นการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ชื่อเสียงของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ลักษณะของโครงการ : เป็นโครงการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม:-

- ☒ ลักษณะการสำรวจ ศึกษา และวิจัยเพื่อการรวบรวมข้อมูล
- ☐ ลักษณะการศึกษาจากสิ่งก่อสร้าง สถาปัตยกรรมและวัฒนธรรมท้องถิ่น
- ☐ ลักษณะการเผยแพร่ เช่น การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ประชุม และสัมมนา

กลุ่มเป้าหมาย

วัดกุศุดูณ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี คณาจารย์และนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์จำนวน ๑๐๐ คน ชาวบ้านที่อาศัยอยู่รอบๆวัดอีกประมาณ ๒๐ คน

การดำเนินโครงการ (ขั้นตอนหรือวิธีการดำเนินงานโครงการ)

๑. กิจกรรมและวิธีดำเนินการ

โครงการสำรวจและจัดทำผังการใช้พื้นที่วัดกุศุดูณ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี มีกิจกรรมและแนวทางการศึกษา ดังนี้

- ระดมความคิดในการวางแผนโครงการ และการเก็บข้อมูลต่าง ๆ
- ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ของวัดที่มีอยู่แล้ว
- สำรวจและรวบรวมข้อมูลของพื้นที่วัด
- วิเคราะห์ข้อมูล เขียนแบบ Contour ของพื้นที่, Profile และ Cross – Section ของถนน ตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่แล้ว
- สรุปโครงการ
- จัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน และพิมพ์แบบโครงการ

๒. แผนการดำเนินงาน (ตามตาราง)

กิจกรรม	๒๕๕๓			๒๕๕๔									รวมเงิน (บาท)
	ไตรมาสที่ ๑			ไตรมาสที่ ๒			ไตรมาสที่ ๓			ไตรมาสที่ ๔			
	ค.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
<u>แผนงาน</u>													
๑. ระดมความคิด ในการวางแผน โครงการ และการ เก็บข้อมูลต่าง ๆ						↔							-
๒. สำรวจและ รวบรวมข้อมูล ของพื้นที่วัด							↔						๗๕,๐๐๐

๓. วิเคราะห์ข้อมูล เขียนแบบ Contour ของพื้นที่ , Profile และ Cross - Section ของ ถนน ตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่แล้ว												๕,๐๐๐
๔. สรุปโครงการ และจัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน และพิมพ์แบบโครงการ												๕,๐๐๐
<u>แผนเงิน</u> (บอกจำนวนเงินที่มีแผนจะใช้ในแต่ละไตรมาส)						๗๕,๐๐๐		๑๐,๐๐๐				

ผลการดำเนินโครงการฯ

๑. ประวัติวัดกุฎกฤณ





วัดกุกกุณตั้งอยู่ถนนพโลชัย ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี พระครูเจ้าอาวาส วัดสว่างอารมณ์ ได้พาญาติโยมสร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2484 มีเนื้อที่ 8 ไร่ 2 งาน 50 ตารางวา ปัจจุบันมี พระครูสารธรรมประคุณ (หลวงพ่อรอด) เป็นเจ้าอาวาส ท่านมีความเชี่ยวชาญในด้านการสอนพระ ธรรมฐานเจริญภาวนา ให้ภิกษุ สามเณร และประชาชนทั่วไป เป็นวัดที่มีความร่มรื่น สวยงามมาก



วัดกุกกุณได้รับพระราชทานวิสุงคามสีมา เมื่อวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2540 เป็นวัดที่หลวงพ่อรอดได้อนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมไทยอีสานไว้อย่างกลมกลืน ยกตัวอย่างเช่น ใบเสมาโบราณทำจากหินทราย หอระฆัง และหอฉัน



๒. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการสำรวจพื้นที่และการลงปฏิบัติงานในพื้นที่จริง ทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจในครั้งนี้มี ทฤษฎีของงานระดับ เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับงานระดับ ในการสำรวจแผนที่ งาน ความละเอียดของงานที่ใช้ในการสำรวจ รวมถึงการเลือกใช้งานต่างๆ ให้เหมาะสมกับงานที่ทำการสำรวจ ในการสำรวจภูมิประเทศ เพื่อที่จะทำให้งานสำรวจครั้งนี้สำเร็จได้ ส่วนสำคัญที่เราจะต้องนำมาใช้ คือ แผนที่ภูมิประเทศ ที่จะจำลองมาจากการสำรวจ และนำเสนอออกมาเป็นแผนที่ ซึ่งได้จากการสำรวจจริง จึงได้นำทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ มาประยุกต์ใช้และประกอบการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ มาช่วยในการทำงาน งานที่ออกมาจึงออกมาเป็นแผนที่ที่ได้จากการสำรวจและลงพื้นที่จริง

๒.๑ งานระดับ

คำจำกัดความ

ค่าระดับ(Elevation) ของจุดใด ๆ คือระยะตั้งของจุดนั้น เหนือหรือใต้พื้นผิวระดับ (Level Surface)

แนวระดับ(Level Line) คือแนว ๆ หนึ่งบนพื้นผิวระดับพื้นผิวหนึ่ง

ค่าต่างระดับ(Difference In Elevation) ระหว่างจุดสองจุดคือระยะตั้งระหว่างสองพื้นผิวระดับที่จุดทั้งสองอยู่บนพื้นผิวนั้น

การทำระดับ หรือ งานระดับ (Leveling) คือวิธีการวัดระยะตามแนวตั้ง เพื่อหาค่าต่างระดับมีทั้งวิธีโดยตรงและโดยอ้อม

วิธีการทำระดับ

การทำงานเพื่อหาค่าต่างระดับ มีวิธีการดังนี้

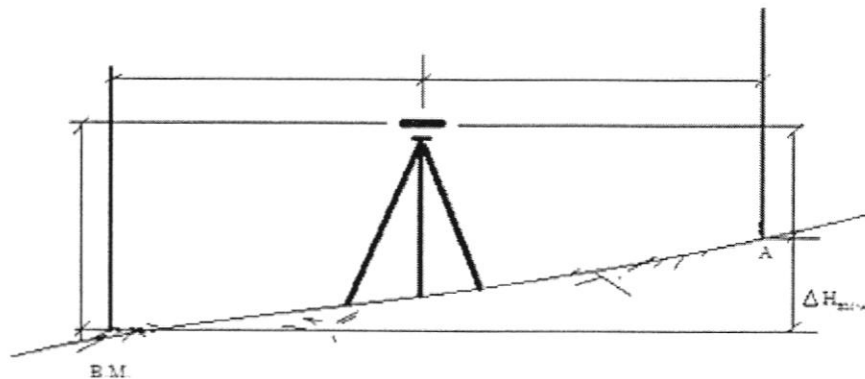
๑. Direct Differential หรือ Spirit Leveling เป็นการวัดระยะตั้งโดยตรง วิธีการนี้วิธีที่มีความละเอียดมากที่สุด เครื่องมือที่ใช้ กล้องระดับและไม้ระดับ
๒. Indirect หรือ Trigonometric Leveling เป็นวิธีการโดยอ้อม อาศัยการวัดมุมตั้ง ระยะราบหรือระยะตามแนวราบเฉียงแล้วนำมาคำนวณหาค่าต่างระดับด้วยสูตรตรีโกณมิติ เครื่องมือที่ใช้คือ กล้องทอโดไลต์ (Theodolite) เทปวัดระยะ หรือเครื่อง EDM เป็นต้น
๓. Stadia leveling เป็นการหาค่าระยะตั้งโดยวิธี Tacheometry เครื่องมือที่ใช้ กล้องวัดมุม ทอโดไลต์ เป็นต้น

๔. Darometric Leveling เป็นการหาค่าระดับโดยใช้บาร์อมิเตอร์ เนื่องจากเมื่อระดับสูงขึ้นความดันบรรยากาศจะลดลงและเป็นการให้ความละเอียดน้อยที่สุด

ขั้นตอนการหาค่าระดับ

จากรูปข้างล่างแสดงหลักการที่ใช้ในการหาค่าระดับของจุด A เมื่อมีหมุ่ระดับ (BM) อยู่ใกล้วิธีการก็คือตั้งกล้องระดับอยู่ระหว่างจุดทั้งสองในตำแหน่งที่มองเห็นจุดทั้งสองได้สะดวก โดยปกติจะเลือกให้ระยะจากจุดตั้งกล้องไปยังจุดทั้งสองมีระยะเท่าๆ กันเพื่อจัดผลความโค้งของโลกและการหักเหของแสง แต่ไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเดียวกับจุดทั้งสอง ปรับกล้องระดับให้เรียบร้อยแล้วเล็งไปยังไม้ระดับที่วางบนหมุ่ระดับ (BM.) อ่านค่าไม้ระดับ เรียกว่า ค่าไม้ระดับหลัง จากนั้นเล็งไปยังไม้ระดับที่วางบนจุด A มีค่าเท่ากับผลต่างระดับของจุดทั้งสองบวกค่าระดับของ B.M. หรือมีค่าเท่ากับค่าระดับของ B.M. บวกด้วยค่าไม้ระดับหลังลบด้วยค่าไม้ระดับหน้า

$$\Delta H_{BM-A} = B.S. - F.S. \quad (๒.๑)$$



ภาพที่ ๑ การหาค่าระดับ

เนื่องจากในการคำนวณจะต้องบวกและลบเลขมากมายหลายครั้ง จึงอาจเกิดความผิดพลาดได้ จึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีตรวจสอบผลที่คำนวณได้ ซึ่งทำได้ดังนี้ ผลต่างของผลรวมค่าไม้ระดับหลังและผลรวมค่าไม้ระดับหน้าจะต้องเท่ากับผลต่างค่าระดับของจุดสุดท้ายและค่าระดับของจุดแรก

$$\sum B.S. - \sum F.S. = \text{ค่าระดับจุดสุดท้าย} - \text{ค่าระดับจุดแรก}$$

ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบผลการทำงานว่ามีความละเอียดมากน้อยเพียงใดนั้น จำเป็นจะต้องทำงานระดับย้อนกลับไปที่จุดเริ่มต้น (หมุ่ระดับที่ออกงาน) อีกครั้งหนึ่ง หรือทำไปบรรจบกับหมุ่ระดับอื่นๆ ที่ทราบค่าระดับแล้วก็ได้ ซึ่งงานระดับนี้เรียกว่า งานระดับวงจรปิด (Level Circuit)

๒.๒ การทำวงรอบ

วงรอบ(Traverse) ประกอบด้วยแนวเส้นตรงที่เชื่อมต่อกันเป็นมุมตลอดแนวที่ทำการสำรวจ โดยเส้นตรงแต่ละแนวเรียกว่า แนววงรอบ(Traverse line) จุดปลายของแนววงรอบเรียกว่า สถานีวงรอบ (Traverse station or Traverse point) ระยะระหว่างสถานีหรือความยาวของแนววงรอบถูกวัดโดยวิธีตรง เช่น EDM และเทป หรือ โดยวิธีอ้อม เช่น Tachometric ที่สถานีวงรอบซึ่งแนววงรอบเปลี่ยนทิศทาง มุมนี้ถูกวัดด้วย Theodolite ถ้า station system ถูกใช้ สามารถวัดได้ทั้งระยะทางและมุมในเครื่องมือเดียวกัน

จุดประสงค์ของวงรอบ

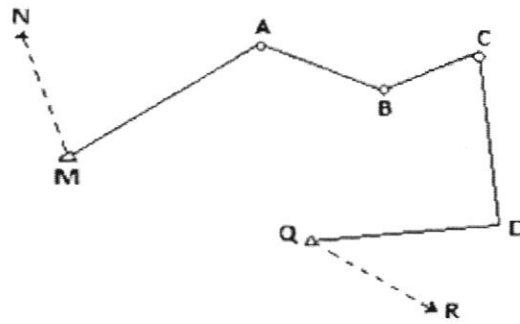
๑. ใช้ในการแสดงตำแหน่งหรือสร้างขอบเขตของพื้นที่
๒. ใช้ในการสร้างจุดควบคุมทางราบ (Horizontal Control) สำหรับงานรังวัดภูมิประเทศ
๓. ใช้แสดงตำแหน่งหรือวางแนวก่อสร้างสำหรับถนน ทางรถไฟ อาคาร ฯลฯ
๔. ใช้ในการสร้างจุดควบคุมทางภาคพื้นดิน สำหรับงานสำรวจภาพผ่านทางอากาศ

ชนิดของงานวงรอบ

งานวงรอบแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ วงรอบเปิด (Open Traverse) และวงรอบปิด (Closed Traverse)

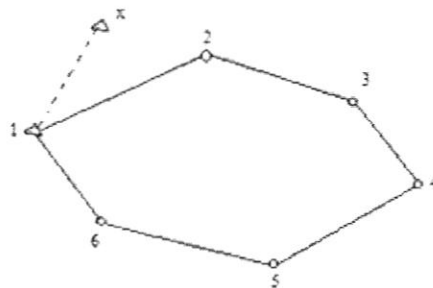
๑. วงรอบเปิด โยงไปยังสถานีคือวงรอบที่เริ่มจากสถานีทราบตำแหน่ง ต่างๆ ที่ต้องการทราบตำแหน่ง งานวงรอบเปิดไม่เหมาะกับการที่กล่าวมาในหัวข้อจุดประสงค์

๒. วงรอบปิด คือวงรอบที่เริ่มจากสถานีที่ทราบตำแหน่งไปเข้าบรรจบกับสถานีที่ทราบตำแหน่งที่บอกนั้นอาจอยู่ในลักษณะค่าละติจูด(Latitude) และลองจิจูด(Longitude) หรือค่าพิกัด x,y ของวงรอบพิกัดฉากดังรูปข้างล่างต่อไปนี้ MABCDQ เป็นวงรอบที่เริ่มจากจุดที่ทราบตำแหน่ง M แล้วเล็งหลังตามแนว MN ซึ่งทราบทิศทาง เข้าบรรจบจุดที่ทราบตำแหน่ง Q แล้วเล็งหน้าตามแนว QR ซึ่งทราบทิศทาง ดังภาพที่ ๒.๒



ภาพที่ ๒ รูปวงรอบปิดแบบไม่บรรจบ

นอกจากนั้นวงรอบปิดอาจเริ่มต้นจากจุดที่ทราบตำแหน่ง แล้วเข้าบรรจบจุดเริ่มต้นก็ได้ กรณีนี้เรียกว่า วงรอบปิดแบบบรรจบ (Closed-loop Traverse) ดังรูปต่อไปนี้ วงรอบ 1, 2, 3, 4, 5, 1 เป็นวงรอบปิดบรรจบโดยเริ่มต้นที่สถานี 1 ซึ่งเป็นสถานีที่ทราบตำแหน่งและเข้าบรรจบที่สถานี 1



ภาพที่ ๓ รูปวงรอบปิดแบบบรรจบ

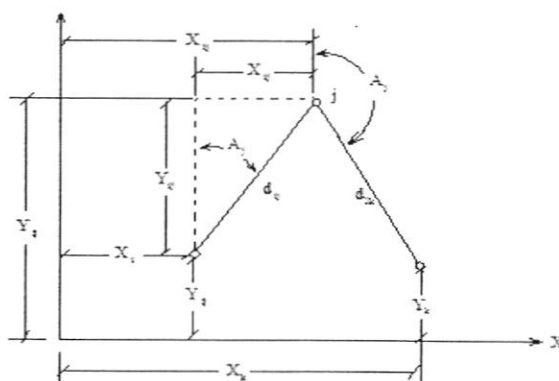
วงรอบปิดบรรจบเป็นที่ใช้อย่างแพร่หลายกว่าวงรอบแบบอื่นๆ เพราะสามารถตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบ (Systematic errors) ได้ทั้งระยะทางและทิศทาง

ชนิดของวงรอบยังสามารถแบ่งตามวิธีการวัดมุมได้ เช่น วงรอบโดยการวัดมุมเบี่ยงเบน (Deflection angle Traverse) วงรอบโดยการวัดมุมภายใน (Interior angle Traverse) และวงรอบโดยการวัดมุมเวียนขวา (Traverse by angles to the right) วงรอบแบบต่างๆ นี้อธิบายในหัวข้อต่อไปนี้

การคำนวณวงรอบ (Traverse Computation)

จากที่กล่าวมาแล้วงานวงรอบประกอบด้วยการรังวัดมุมหรือทิศทางและการวัดระยะทางของแนววงรอบ ดังนั้นเมื่อทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนบรรจบเชิงมุมและทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบของการวัดระยะแล้ว จะนำค่ามุมหรือทิศทางและค่าระยะมาคำนวณอีกที

โดยอยู่ในระบบระนาบพิกัดฉาก จากรูปข้างล่างนี้เป็นระบบระนาบพิกัดฉาก x, y เมื่อแนววงรอบ ij มีแอดซิมูท A_{ij} ถ้าให้ X_{ij} และ Y_{ij} เป็นระยะตะวันออก (Departure) และระยะเหนือ (Latitude) ของแนว ij จะได้



รูประยะตะวันออกและระยะเหนือของแนว

$$Y_c = d_{12} \cos A_1$$

$$X_c = d_{12} \sin A_1$$

ภาพที่ ๔ วิธีการคำนวณวงรอบ

สรุปขั้นตอนการปรับแก้วงรอบ

๑. ปรับแก้ความผิดพลาด (Mistake) และความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบ (Systematic errors) ของแนววงรอบทุกแนว
๒. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเชิงมุมและทำการปรับแก้ (ตรวจสอบกับเกณฑ์ที่ยอมให้ในงานชั้นต่างๆ)
๓. คำนวณทิศทาง Bearing หรือ Azimuth ของแนววงรอบทุกแนว
๔. คำนวณ Latitude และ Departure ของแนววงรอบทุกแนว
๕. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนวงรอบ (Error of closure) และค่า Relative accuracy, RA เพื่อตรวจสอบว่างานวงรอบที่ได้ มีความละเอียดอยู่ในเกณฑ์ของงานชั้นที่ต้องการหรือไม่ เช่นงานชั้นที่ ๓ RA ต้องน้อยกว่า ๑:๕๐๐๐
๖. ถ้างานที่ได้อยู่ในเกณฑ์ของงานชั้นที่ต้องการ ให้ทำการปรับแก้ค่า Latitude, Departure ของแนววงรอบทุกแนววงรอบทุกแนวพิมพ์ผลการที่นี้
๗. คำนวณหาค่าพิกัดฉากของสถานีวงรอบและคำนวณระยะทางและทิศทางใหม่

ความถูกต้องและข้อกำหนดของงานวงรอบ

ค่าความคลาดเคลื่อนของแอดซิมูทและตำแหน่งที่ยอมให้ได้ สำหรับงานชั้นที่ ๑ ๒ และ ๓ (สำหรับงานชั้นที่ ๒ และ ๓ ยังแบ่งออกเป็น ๒ ประเภท)

ตัวอย่างเช่น ค่าความคลาดเคลื่อนของมุม แอซิมุท เข้าบรรจบที่ยอมให้ ในการทำวงรอบชั้นที่ ๓ ประเภท II ซึ่งใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ตามทฤษฎีกำหนดไว้ไม่เกิน 8 พิลิปดาต่อหมุด หรือหรือทั้งวงรอบต้องไม่เกิน

๓๐" $\sqrt{n}$ โดย n หมายถึง จำนวนหมุดของวงรอบที่ตั้งกล้องวัดมุม แต่ในทางปฏิบัตินิยมใช้ไม่เกิน ๑๕" $\sqrt{n}$ สำหรับงานสำรวจเพื่อการก่อสร้างทั่วไป ส่วนความคลาดเคลื่อนของระยะบรรจบ หลังจากปรับแก้มุมแอซิมุทถูกต้องเรียบร้อยแล้ว จะต้องไม่เกิน $๐.๘" \sqrt{K}$ โดยที่ K มีหน่วยเป็น เมตร หรือไม่เกิน ๑:๕๐๐๐

แต่อย่างไรก็ตาม ต้องตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับงานสำรวจที่ทำด้วยว่าใช้เกณฑ์ใด มีค่าเท่าใด โดยดูได้จากรายการก่อสร้างที่กำหนดไว้ (Specifications)

๒.๓ การวัดระยะทาง

ระยะ (Distance)

ในงาน Plan Survey นั้นระยะระหว่างจุด ๒ จุด หมายถึงระยะราบ (Horizontal Distance) ดังนั้นถ้าจุดทั้งสองมีค่าระดับต่างกัน จะต้องทำการทอนให้อยู่ในระนาบเดียวกัน แล้วทำการหาระยะในระนาบราบนั้น

การวัดระยะมีหลายวิธีการเลือกใช้ วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความถูกต้องที่ต้องการ ค่าใช้จ่าย ความรวดเร็วและข้อกำหนดอื่นๆ

วิธีการวัด (Methods of Measurement)

มีอยู่หลายวิธีที่ใช้ในการวัดระยะ การจะเลือกวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความถูกต้องที่ต้องการ ความรวดเร็วและค่าใช้จ่าย ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

๑. การก้าว (Pacing) การก้าวเป็นวิธีการวัดเพื่อใช้ตรวจสอบระยะอย่างคร่าวๆ ทำได้รวดเร็ว แต่ให้ความถูกต้องต่ำ ซึ่งการก้าวเหมาะกับการสำรวจเบื้องต้น (Reconnaissance)

๒. Mileage Recorder Odometer เป็นการวัดระยะทางโดยการใช้เครื่องมือมาช่วย ดังเช่น Mileage Recorder เป็นเครื่องมือวัดระยะทางที่ติดอยู่กับเครื่องวัดความเร็วของยานพาหนะ เพื่อบันทึกจำนวนการหมุนของล้อ เมื่อทราบเส้นวงรอบก็สามารถทราบระยะทาง

๓. Tachometry เป็นการวัดระยะโดยทางอ้อมประกอบด้วยวิธี Stadia หรือวิธีโดยใช้ Subtense bar วิธี Tachometry นี้ทำได้รวดเร็วเหมาะสมกับงานรังวัดภูมิประเทศ

๔. Taping เป็นวิธีการวัดระยะโดยตรงโดยใช้เทปหรือโซ่เหล็ก ความละเอียดของการวัดนั้นขึ้นอยู่กับเทปที่ใช้ ลักษณะภูมิประเทศ ถ้าเป็นภูมิประเทศที่มีความสูงต่ำมาก ๆ การใช้เทปจะให้ความถูกต้องต่ำกว่าวิธี Stadia

๕. Electronic Distance Measurement (EDM) เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการหาระยะหลักการของ EDM นี้ใช้หลักการของคลื่นมาเป็นตัวหาระยะ โดยที่จุดปลายทั้งสองของระยะที่ต้องการหา นั้น จุดหนึ่งจะติดตั้งตัวส่งคลื่นและอีกจุดหนึ่งจะติดตั้งตัวสะท้อนคลื่น เมื่อทราบความเร็วของคลื่น เวลาที่คลื่นเดินทางไป-กลับ ก็สามารถคำนวณระยะทางได้ EDM นี้สามารถทำงานได้รวดเร็วให้ความถูกต้องสูง

การเลือกใช้วิธีการ (Choice of Methods)

การเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง เพื่อวัดระยะควรพิจารณาถึงเหตุผลต่อไปนี้คือ

๑. ชนิดของงานที่ทำรวมทั้งความยาวของระยะที่ต้องการวัด
๒. ความถูกต้องที่ต้องการ
๓. ความยากง่ายของวิธีการ
๔. ค่าใช้จ่าย(รวมทั้งค่าอุปกรณ์ เครื่องมือและแรงงาน)
๕. สภาพพื้นที่รวมทั้งสิ่งแวดล้อมของบริเวณที่ทำงาน

- การวัดระยะโดยใช้เทป (Taping)

ในการวัดระยะต่างๆ ไปนั้น วิธีการใช้เทปเป็นวิธีการที่ใช้มากที่สุดเหมาะกับสภาพพื้นที่ราบเรียบวิธีการนี้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย

๑. Tape เทปมีอยู่หลายชนิด ทั้งต่างวัสดุ ความยาวและน้ำหนัก ส่วนมากที่ใช้ในการวัดคือ Steel Tape, Invar Tape, Woven Metallic Tape

๒. ลูกดิ่ง (Plumb Bob) คือลูกน้ำหนักที่มีลักษณะเหมือนกรวย ใช้ในกรณีที่ปลายเทปทั้งสองอยู่ในระนาบราบเดียวกัน แต่พื้นที่ของปลายเทปทั้งสองมีค่าระดับต่างกัน ก็ใช้ลูกดิ่งนี้ทอนตำแหน่งของปลายเทปปลงสู่พื้น

๓. ระดับมือถือ (Hand Level) ใช้ในการรักษาระดับของปลายเทปทั้งสองให้อยู่ในระดับเดียวกัน เมื่อการวัดเหนือภูมิประเทศที่ไม่สม่ำเสมอ

๔. Tension Handle มาตรฐานที่ติดกับปลายเทป ใช้กับเทปเหล็ก เทป Invar เพื่อบอกแรงดึงขณะทำการดึงเทปวัดระยะ

๕. หมุด (Hub, Peg) ใช้ในการบอกตำแหน่ง

๖. หลักตั้ง (Range Pole) หลักยาวที่ใช้ในการวางแนว

๗. ห่วงกะแนน (Chaining) ใช้ในการหมายตำแหน่งของปลายเทปลงบนพื้นที่

- การวัดระยะโดยการวางเทปบนพื้นราบเรียบ

วิธีการวัดบนพื้นราบด้วยเทปนี้ ขึ้นอยู่กับความถูกต้องและจุดประสงค์ตามที่ต้องการ ในการวัดระยะระหว่างจุด ๒ จุดด้วยเทป จะต้องดึงเทปให้ตึงและอยู่ในแนวเส้นตรงของระยะที่ต้องการวัด โดยจะปัก pin ลงบนจุดที่เทปมีค่าเป็นศูนย์ จากนั้นก็เลื่อนไปทำการวัดระยะต่อไป โดยจุดเริ่มต้นช่วงใหม่อยู่ที่ pin ที่ head tapeman เมื่อวัดช่วงต่อไปเสร็จ rear tapeman จะเป็นผู้ดึง pin ออก พร้อมกับจดบันทึกค่าความยาวแต่ละช่วงไว้ จนถึงช่วงสุดท้ายของการรังวัด

ดังนั้นระยะทั้งหมด Rear tapeman ก็สามารถคำนวณได้ โดยระยะทั้งหมดเท่ากับจำนวนครั้งที่วัดจากความยาวเทปคูณด้วยความยาวเทปบวกด้วยความยาวช่วงสุดท้าย

- ความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบในการวัดระยะด้วยเทป

๑. ความยาวเทปไม่ได้มาตรฐาน

ตัวเลขที่แสดงความยาวของเทปที่ผลิตมานั้นอาจไม่ตรงกับความยาวที่ถูกต้อง โดยเฉพาะการวัดระยะที่ต้องการความละเอียดสูง เทปเหล็กจะถูกนำออกมาใช้ จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบหาความยาวที่ถูกต้องโดยการนำไปเทียบกับความยาวมาตรฐานภายใต้อุณหภูมิแรงดึง และมีฐานรองรับที่ปลาย ก็สามารถหาค่าที่ถูกต้องได้

จากการที่นำเทปไปเปรียบเทียบกับค่าที่ถูกต้องนั้น ทำให้ทราบค่าแก้ไขเทปเส้นนั้นได้ ทำให้มีสมการคำนวณปรับแก้ดังนี้

$$CL = \left(\frac{l - l'}{l'} \right) L \quad (๒.๒)$$

โดยที่ CL = เป็นค่าปรับแก้ไขของเทปสำหรับความยาวหนึ่ง ๆ

l = เป็นความยาวที่ถูกต้อง

l' = เป็นค่าความยาวของเทปที่นำไปเทียบ

L = เป็นค่าความยาวทั้งหมดที่วัดได้

๒. การแปรเปลี่ยนอุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นสาเหตุที่ทำให้เทปเหล็กที่ใช้มีความยาวแตกต่างจากความยาวที่ถูกต้อง เนื่องจากเทปเหล็กที่ใช้จะมีอุณหภูมิหนึ่งที่ทำให้ความยาวที่ถูกต้อง เมื่อนำเทปเหล็กไปวัด

ระยะที่มีอุณหภูมิขณะทำการวัดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าหรือต่ำกว่าอุณหภูมิมาตรฐาน ความยาวที่ได้จะไม่ถูกต้อง

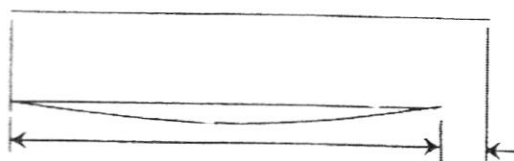
ทำให้มีสมการคำนวณปรับแก้ดังนี้

$$C_t = \alpha L (T - T_o) \quad (๒.๓)$$

โดยที่ C_t = ค่าความยาวแก้ไขที่อุณหภูมิขณะทำการวัด
 α = สัมประสิทธิ์การขยายตัวของเทป
 T = อุณหภูมิขณะทำการวัดระยะ
 T_o = อุณหภูมิที่ความยาวเทปได้มาตรฐาน
 L = ความยาวที่วัดได้

๓. ค่าแก้ไขการดกท้องข้าง

ในการวัดระยะที่ไม่สามารถวางเทปลงบนพื้นได้ จำเป็นต้องดึงเทปเหนือพื้น โดยใช้โต๊ะรองรับที่ปลายเทปทั้งสอง เป็นผลให้มีการดกท้องข้างขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหนักของเทป ดังรูป



ภาพที่ ๕ การดกท้องข้างของเทป

สมการที่ใช้คำนวณ ดังนี้ $C_s = \frac{\omega^2 L^3}{24 P^2}$ หรือ $\frac{w^2}{24 P^2} L$ (๒.๔)

C_s = ค่าแก้ไขของระยะที่วัดได้

ω = น้ำหนักของเทปต่อความยาว

w = น้ำหนักของเทป

L = ความยาวของเทปที่วัดได้

P = แรงดึงที่ใช้

๔. การวางเทปไม่อยู่ในแนวจริง

เนื่องจากการวัดระยะในแนวนั้น อาจมีความยาวมากเกินไปไม่สามารถทำการวัดโดยวางเทปเพียงช่วงเดียวได้จึงต้องทำการวัดเป็นช่วง ๆ ดังนั้นผู้ทำการรังวัดต้องระวังและรักษาแนวการวัดให้ดี

๕. เทปไม่เหยียดตรง

ในการวางเทปบนพื้นดินนั้น อาจมีก้อนหินก้อนดิน หรือหญ้าที่ทำให้เทปไม่สามารถวางลงพื้นราบได้ เป็นผลทำให้ค่าที่วัดได้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นผู้รังวัดจะต้องระวัง

๖. ความคลาดเคลื่อนสุ่มในการวัดระยะด้วยเทป (Random errors in taping)

โดยสาเหตุของความคลาดเคลื่อนสุ่มเกิดได้ดังนี้

๑. โดยจากการวัด เช่น การวางเทปไม่ตรงจุดพอดี หรือ การทำเครื่องหมายบนโต๊ะรองรับที่ปลายเทป

๒. โดยอ้อม เช่น การวัดมุมลาดเอียง การวัดค่าต่างระดับ อุณหภูมิ แรงดึง เป็นต้น

๗. ความผิดพลาดในการวัดระยะด้วยเทป (Mistakes in taping)

ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นเนื่องจากการขาดความระมัดระวังหรือความไม่ชำนาญ ซึ่งได้แก่

๑. นับจำนวนช่องความยาวที่ใช้ความยาวสุดเทปผิด

๒. อ่านค่าตัวเลขบนเทปผิด

๓. จดบันทึกค่าตัวเลขผิด

๔. การใช้ความยาวเริ่มต้นของเทปที่ไม่ใช่ศูนย์เป็นระยะเริ่มต้น

*** กล่าวโดยสรุป ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเหล่านี้ สามารถแก้ไขได้โดยที่เราจะต้องเพิ่มความระมัดระวังหรือทำการรังวัดทั้งไปและกลับ เพื่อที่จะตรวจสอบความถูกต้องไปด้วย การใช้เทปนั้นถ้าหากการใช้งานไม่เป็นไปตามแนวราบ เราต้องชดเชยค่าต่างๆเข้าไปเพื่อให้ได้งานที่ถูกต้องที่สุด เช่น ใช้ทฤษฎีพีทาโกรัส ในการคำนวณค่าระดับที่ไม่อยู่ในแนวราบ

๒.๔ เส้นชั้นความสูง (Contour Line)

เส้นชั้นความสูง (Contour line) หมายถึง เส้นเชื่อมโยงจุดต่าง ๆ บนแผนที่ หรือ แผนที่ที่มีความระดับสูงเท่ากันเมื่อเทียบกับระดับที่ใช้อ้างอิง

ช่วงชั้นความสูง (Contour interval) เป็นระยะห่างระหว่างเส้นชั้นความสูงแต่ละเส้น ซึ่งจะห่างกันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ จุดประสงค์ในการนำไปใช้งาน มาตรฐานของแผนที่ ตลอดจนระยะเวลาและงบประมาณที่ใช้ในการสำรวจ

ประโยชน์ของเส้นชั้นความสูง

๑. สามารถทำให้วิศวกรสภาพความสูงต่ำและลักษณะของพื้นที่โดยภาพรวมได้
๒. ช่วยวางแผนงานเบื้องต้นสำหรับวางขอบเขต (boundary) หรือ แนว (alignment) รวมทั้งความลาดเท (slope) ของสิ่งก่อสร้างได้
๓. สามารถหาปริมาณของดินตัด-ดินถม ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเบื้องต้น รวมทั้งพื้นที่ที่น้ำจะท่วมเนื่องจากการสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำได้
๔. สามารถเปรียบเทียบแนวศูนย์กลางของสิ่งก่อสร้างหลายๆแนวได้

ลักษณะของเส้นชั้นความสูง

๑. บริเวณที่มีความลาดชัน เส้นชั้นความสูงจะอยู่ติดกัน
๒. บริเวณที่เป็นที่ราบ เส้นชั้นความสูงจะอยู่ห่างกัน
๓. เส้นชั้นความสูงจะต้องมีตัวเลขกำกับเป็นระยะๆ เช่น ทุกๆ 5 เส้นจะมีตัวเลขบอกครั้งหนึ่ง และเขียนเส้นที่ต่ำกว่าเส้นย่อยอื่นๆ
๔. จะไม่เขียนเส้นชั้นความสูงตัดผ่านอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง
๕. เส้นชั้นความสูงที่ตัดผ่านระนาบราบที่มนุษย์สร้างขึ้นจะเป็นเส้นตรงที่ขนานกันเมื่อผ่านระนาบเหล่านั้นเช่น ถนน ทางรถไฟ
๖. เส้นชั้นความสูงต้องไม่ตัดกัน แต่ชิดกันได้กรณีที่ป็นหน้าผาชัน หรือซ้อนกันได้กรณีที่ป็นถ้ำ หรือชะง่อนผา
๗. เส้นชั้นความสูงต้องบรรจบตัวเองหรือไม่ขาดตอนในแผนที่ นอกจากต้องต่อกับแผนที่แผ่นอื่น
๘. บ่อน้ำและเนินเขาจะมีลักษณะเส้นชั้นความสูงเหมือนกัน แต่ตัวเลขกำกับเส้นชั้นความสูงจะแตกต่างกัน กรณีบ่อน้ำ เส้นชั้นความสูงที่อยู่ภายในจะมีค่าน้อยกว่าที่อยู่นอก
๙. เส้นชั้นความสูงที่เป็นร่องน้ำ (Valley Line) ส่วนโค้งจะค่อนข้างแหลมและชี้ขึ้นเขา (V-point Upstream) ส่วนเส้นชั้นความสูงที่เป็นสันเขา (Ridge Line) ส่วนโค้งค่อนข้างป้าน (U-shaped contour) และส่วนโค้งจะชี้ลงเขา U-point toe
๑๐. ความลาดเอียงของพื้นดินระหว่างเส้นชั้นความสูงจะมีลักษณะคงที่ ถ้าพื้นดินบริเวณนั้นไม่คงที่ จะต้องทำการสำรวจเพิ่มเติม
๑๑. จุดสำคัญๆบนแผนที่จะต้องกำหนดระดับความสูงกำกับไว้ด้วย
๑๒. บริเวณที่มีความลาดชันคงที่ เส้นชั้นความสูงจะมีลักษณะขนานกัน

วิธีการเขียนเส้นชั้นความสูง

วิธีการเขียนเส้นชั้นความสูงมีอยู่ ๒ วิธีใหญ่ๆ คือ

๑. วิธีโดยตรงในสนาม
๒. วิธีโดยอ้อมบนแผนที่

วิธีการหาเส้นชั้นความสูงโดยวิธีตรงในสนาม

วิธีนี้เป็นการกำหนดเส้นชั้นความสูงในสนามตามภูมิประเทศที่เป็นอยู่จริง โดยมีขั้นตอนพอสังเขปดังนี้

๑. กำหนดจุด BM ในสนามตรงจุดที่เห็นได้ชัด สมมติว่ามีระดับ +๑๐๐
๒. ตั้งกล้องตรงจุดที่มองเห็น BM ในข้อ ๑ ได้ชัดเจนและตั้งไม้ระดับที่ BM พร้อมอ่านค่าสมมติอ่านค่าความสูงได้ ๑.๓๒๑ ม.

๓. หาค่าระดับความสูงของแกนกล้อง คือ

$$\begin{aligned} HI &= BM + \text{ค่าระดับที่อ่านได้} \\ &= ๑๐๐ + ๑.๓๒๑ = ๑๐๑.๓๒๑ \quad \text{รทก.} \end{aligned}$$

๔. สมมติว่าต้องการหาเส้นชั้นความสูงที่ +๕๕ รทก. ดังนั้นต้องอ่านไม้ระดับได้

$$\begin{aligned} HI &= \text{ระดับที่ต้องการ} + \text{ค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับ} \\ ๑๐๑.๓๒๑ &= ๕๕ + \text{ค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับ} \\ \text{ค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับ} &= ๑๐๑.๓๒๑ - ๕๕ = ๒.๓๒๑ \text{ ม.} \end{aligned}$$

เลื่อนไม้ระดับตั้งบนจุดพื้นดินไปเรื่อยๆ จนกว่าจะอ่านค่าไม้ระดับได้ ๒.๓๒๑ ม. ซึ่งตรงจุดนั้นจะมีค่าระดับ + ๕๕ พอดี

๕. วิธีนี้ไม่สามารถหาค่าเส้นชั้นความสูงที่มีความสูงกว่าความสูงของระดับแกนกล้องได้ กรณีนี้ระดับที่จะหาได้ต้องไม่เกิน +๑๐๑.๓๒๑ ม. รทก.

การหาเส้นชั้นความสูงวิธีโดยอ้อมบนแผนที่

วิธีนี้เป็นการเขียนเส้นชั้นความสูงบนแผนที่จกระดับความสูง (Spot Height Map) ซึ่งสามารถเขียนได้โดยวิธีการกะประมาณ (Interpolation) โดยสังเกตดูว่าเส้นที่ต้องการควรผ่านจุดใดบ้าง ดังนั้น การเขียนเส้นชั้นความสูงโดยใช้มนุษย์เส้นชั้นความสูงเดียวกันจะไม่เหมือนกัน หรือแม้แต่คนๆเดียวกันเขียนก็ตามก็ไม่สามารถเขียนเส้นชั้นความสูงเดียวกันให้ทับกันสนิททุกเส้นทุกครั้งที่ได้ แต่การเขียนเส้นชั้นความสูงจากข้อมูลชุดเดียวกันโดยใช้คอมพิวเตอร์จะเหมือนกันทุกครั้ง

วิธีการเขียนเส้นชั้นความสูงบนแผนที่ โดยเฉพาะวิธีการกะประมาณ (Interpolation) นิยมใช้กันส่วนมากมี ๓ วิธี คือ วิธีการกะประมาณด้วยสายตา (Estimation) วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Calculation) และวิธีการวาดรูป (Graphic) ข้อสังเกตทั้ง ๓ วิธีนี้ก็คือ วิธี graphic จะเร็วกว่าวิธี calculation แต่จะช้ากว่าวิธี Estimation

วิธีการเขียนเส้นชั้นความสูงบนแผนที่โดยการกะประมาณด้วยสายตา (Estimation)

วิธีนี้เหมาะสำหรับผู้มีประสบการณ์และมีความชำนาญมาก ๆ หลักการก็คือการประมาณด้วยสายตาว่าเส้นชั้นความสูงที่ต้องการควรจะผ่านที่จุดใดระหว่าง ๒ จุดที่รู้ค่าความสูง และสภาพภูมิประเทศโดยรอบ การเขียนเส้นชั้นความสูงโดยวิธีนี้ทำได้เร็วกว่าวิธีอื่นๆ แต่ผู้เขียนจะต้องเข้าใจหลักการ และวิธีการตลอดจนลักษณะภูมิประเทศแบบต่างๆ เป็นอย่างดีว่าพื้นที่แต่ละแบบควรมีลักษณะของเส้นชั้นความสูงอย่างไร จากนั้นก็เขียนได้ตามนั้น

วิธีการเขียนเส้นชั้นความสูงโดยวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์

วิธีนี้จะให้ความละเอียดถูกต้องมากขึ้นแต่จะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากขึ้นเป็นเงาตามตัวไปด้วย

วิธีเขียนเส้นชั้นความสูงบนแผนที่โดยวิธีการวาดรูป (Graphic Method)

ยังมีการหาเส้นชั้นความสูงอีกหนึ่งวิธี คือ การวาดรูป (Graphic) โดยใช้ไม้บรรทัดเขียนแบบ 2 อัน

ความลาดเทของเส้นชั้นความสูง (Contour Gradient)

ความลาดเท (Slope หรือ Gradient) ระหว่างเส้นชั้นความสูง ๒ เส้นที่อยู่ติดกัน หมายถึง อัตราส่วนระหว่างเส้นชั้นความสูง (Contour Interval) กับระยะตามแนวราบ หรืออัตราส่วนระหว่างระยะในแนวตั้งต่อระยะในแนวราบ

๓. การเก็บรวบรวมข้อมูล

วัสดุและอุปกรณ์

๑. กล้องทีโอโดไลท์ พร้อมสามขา

๑ เครื่อง

๒. กล้องระดับ พร้อมสามขา

๑ เครื่อง

๓. กล้องเข็มทิศ พร้อมสามขา

๑ เครื่อง

๔. หมวก

๑๓ ใบ

๕. แถบวัดระยะ

๒ ชุด

๖. หลักเล็ง	๒ ชุด
๗. หมุด	๓๐ หมุด
๘. ค้อน	๒ ตัว
๙. ตลับเมตร	๒ ตัว
๑๐. สีหรือชอล์ก	๑ กล่อง
๑๑. GPS	๑ เครื่อง
๑๒. ปริซึมพร้อมชุดขาตั้ง	๒ ชุด
๑๓. รั้ว	๒ คัน
๑๔. มีดหรือพลั่ว	๑ ค้อน
๑๕. กระตักน้ำ	๒ ใบ

แนวทางการศึกษา

๑. วางแผนงานเพื่อที่จะทำการเก็บข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันภายในขอบเขตวัด เพื่อทำแผนที่และลักษณะพื้นที่ของวัด
๒. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเดิม ที่มีอยู่แล้วในขอบเขตวัด และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
๓. สำรวจพื้นที่บริเวณวัดเพิ่มเติมและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ วิเคราะห์ข้อมูล และ ตำแหน่งของสิ่งปลูกสร้างและขอบเขตพื้นที่ ดินไม้ ที่เกิดขึ้นมาภายหลังเข้าไปในแผนที่
๔. วิเคราะห์ข้อมูล และปรับแก้ข้อมูลแล้วแสดงผล
๕. จัดทำรายงานและแผนที่รายละเอียด
๖. สรุป โครงการ

วิธีการเก็บข้อมูล

ทำการปักหมุดตามจุดที่สามารถเก็บข้อมูลได้หมดทั้งแผนที่ จากนั้นทำการติดตั้งกล้องตามหมุดที่ทำการปักไว้ โดยการติดตั้งกล้องจะต้องทำการติดตั้งบริเวณประมาณกึ่งกลางระหว่างหมุด ๒ หมุด โดยจะต้องมองเห็นหมุดทั้ง ๒ เพื่อที่จะสามารถเก็บข้อมูลได้ เพราะการเก็บข้อมูลจะต้องมีการเก็บข้อมูลทั้ง BS. และ FS. โดยที่การเก็บข้อมูลจะเก็บโดยการเปิดหน้ากล้องส่อง BS. ก่อนแล้วจดบันทึกค่า และจะเปิดส่อง FS. จดบันทึกค่า ทำแบบนี้ทุกจุดจนครบวงรอบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ มาทำการคำนวณปรับแก้ และตรวจสอบว่าค่าคลาดเคลื่อนของวงรอบอยู่ในเกณฑ์งานหรือไม่ ถ้าไม่อยู่ในเกณฑ์งานก็ต้องทำการเก็บข้อมูลใหม่จนกว่าจะผ่านเกณฑ์งาน และนำข้อมูลที่ปรับแก้ มาทำงานต่อไป

การหาเส้นชั้นความสูง

ในการเก็บข้อมูลจะนำข้อมูลที่ได้จากงานระดับของแต่ละหมุด และงานวงรอบที่ทำการปรับแก้มาช่วยในการหาด้วย กล้องที่ใช้ในการหาเส้นชั้นความสูงจะใช้กล้อง Total Station เนื่องจากความสะดวกและรวดเร็วในการทำงาน

สำหรับขั้นตอนการทำการเก็บข้อมูล นำกล้องไปตั้งที่หัวหมุดที่เราทำการปรับแก้แล้ว วัดความสูงของขากล้อง set ๐ ตรงจุดที่เราทราบค่าพิกัดแล้วเปิดกล้องไปที่จุดที่เราต้องการหา และเก็บข้อมูลโดยจะเก็บค่า มุมราบ มุมตั้ง ระยะราบ เมื่อเก็บข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการ คำนวณหาค่าพิกัด และระดับของแต่ละจุด เพื่อมาทำเส้นชั้นความสูงต่อไป

การทำวงรอบ

ทำการสำรวจแผนที่โดยคร่าวๆ จากนั้นทำการวางหมุดโดยการวางหมุดจะต้องสามารถมองผ่านจากหมุดหนึ่ง ไปยังอีกหมุดหนึ่งได้ เพื่อที่จะใช้เป็นจุดอ้างอิง แล้วทำการตั้งกล้องเข็มทิศ โดยให้จุดหนึ่งเป็นจุดเริ่มต้น จากนั้นหาจุดอ้างอิงขึ้นจุดหนึ่ง (RO.) ส่องกล้องเมทิสไปยัง RO. จะได้ ค่า Azimuth ของ RO. เปลี่ยนกล้องโดยใช้กล้อง Total Station ส่องไปที่ RO. เซต ๐ เปิดกล้องไปที่ หมุดต่อไปที่เรากำหนดไว้ อ่านค่ามุมที่ได้ กระจกกล้องกลับแล้วเปิดไปยังจุดเดิม แล้วอ่านค่ามุมภายใน เหมือนเดิม เมื่อได้ข้อมูลในจุดแรกครบถ้วนแล้วก็ทำการย้ายกล้องไปที่หมุดต่อไป ส่องกล้อง กลับไปที่จุดแรก เซต ๐ เปิดกล้องไปจุดต่อไปแล้วบันทึกค่ามุมภายใน กระจกกล้องกลับเปิดไปที่ หมุดแรก บันทึกค่าเปิดไปที่หมุดต่อไปบันทึกค่า ทำไปเรื่อยๆ จนครบทุกหมุด แล้วนำค่าที่ได้มาทำ การคำนวณ และหาค่าปรับแก้และเปรียบเทียบกับเกณฑ์งาน ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์งานก็ทำการรังวัดใหม่ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์งานที่กำหนด

การหาพิกัดต้นไม้และมุมนก

ตั้งกล้อง Total Station ตรงหมุดที่ใช้ทำวงรอบ เพราะเป็นหมุดที่เราทราบค่าพิกัดแล้ว จากนั้นเปิดกล้องไปที่หมุดที่เราทราบค่าพิกัด เซต ๐ และเปิดกล้องไปที่จุดที่เราต้องการทราบค่า พิกัดเช่น มุมนก หรือพิกัดของต้นไม้ภายในบริเวณวัด และทำการเก็บข้อมูลโดยข้อมูลที่ต้องการเก็บ คือ ระยะราบ มุมราบ และนำข้อมูลมาทำการคำนวณต่อไป

การเก็บข้อมูลขอบเขตวัด

ศึกษาโฉนดวัดและเดินสำรวจขอบเขตวัดอย่างคร่าวๆ และทำการตั้งกล้องตรงหมุดที่เราทราบค่าพิกัด เซต ๐ ที่หมุดอ้างอิงที่เราทราบค่าพิกัด เปิดกล้องไปยังหลักโฉนด บันทึกค่า ระยะราบ และมุมราบ ทำจนครบทุกหลักโฉนด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการคำนวณ หาค่าพิกัดของขอบเขตวัด

หมายเหตุ ในการเก็บข้อมูลบางที่จะไม่สามารถเข้าถึง หรือกล้องไม่สามารถส่องถึง ดังนั้น จึงมีการถ่ายหมุดย่อยเข้าไปโดยทำการสำรวจหาบริเวณที่จะปักหมุดย่อย ซึ่งจุดที่จะปักหมุดต้อง สามารถ

มองเห็นได้มากที่สุด เพราะการถ่ายหมุดย่อยหลายๆจุดจะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก เมื่อได้หมุดย่อยแล้วจะทำการวัดเพื่อหาพิสัย และ Azimuth ของหมุดย่อย

การตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของ กล้องทีโอโดไลต์

กล้องระดับ (EN 54-30-001-38) เครื่องที่ 3, กล้องทีโอโดไลต์ (EN-054-30-011-38)

ครั้งที่ 1: มุมราบ (90°)

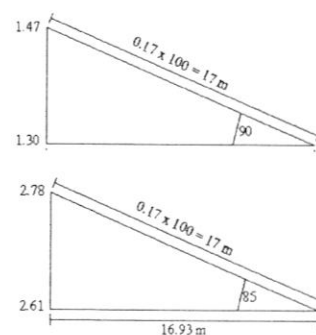
$$\begin{aligned}
 \text{สายไขบน} &= 0.708 \\
 \text{สายไขล่าง} &= 0.589 \\
 \text{คำนวณหาระยะ} &= (\text{บน} - \text{ล่าง}) \times 100 \\
 &= (0.708 - 0.589) \times 100 \\
 &= 17.00 \text{ m.} \\
 \text{เทียบกับเทปวัดระยะ} &= 17.05 \text{ m.} \\
 \text{Error} &= \frac{(17.05 - 17.00) \times 100}{17.05} \\
 &= 0.29 \%
 \end{aligned}$$

ครั้งที่ 2 : คิดมุมเงย ตรวจสอบว่ามี Error เพิ่มไหมถ้าเปลี่ยนมุมเงย

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \frac{(17.05 - 17.00) \times 100}{17.05} \\
 &= 0.29 \%
 \end{aligned}$$

ครั้งที่ 3 : คิดมุมเงย ตรวจสอบว่ามี Error เพิ่มไหมถ้าเปลี่ยนมุมเงย

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \frac{(16.93 - 17.05) \times 100}{17.05} \\
 &= 0.7 \%
 \end{aligned}$$



สรุป: มุมเงยแตกต่างกันน้อยมาก (Error น้อยมาก) อยู่ในเกณฑ์สามารถใช้ได้

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

การสำรวจคณะสำรวจได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลเป็นเวลาทั้งสิ้น ๗ วัน คือวันจันทร์ที่ ๑๐ - ๑๗ พฤษภาคม ๒๕๕๔ ขั้นตอนการดำเนินการสำรวจ มีขั้นตอนดังนี้

๑. แบ่งสมาชิกในกลุ่ม ออกเป็น ๓ กลุ่มย่อย

๑.๑ กลุ่มที่ ๑ รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวงรอบโดยใช้กล้อง Total Station ในการเก็บข้อมูล

๑.๒ กลุ่มที่ ๒ รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาเส้นชั้นความสูงโดยใช้กล้องระดับ ในการเก็บข้อมูล

๑.๓ กลุ่มที่ ๓ รับผิดชอบการทำงานรังวัดโดยใช้ระยะถนนเป็นตัวอ้างอิง โดยทำการวัดตัวอาคาร สิ่งปลูกสร้างและสถานที่ต่างๆ

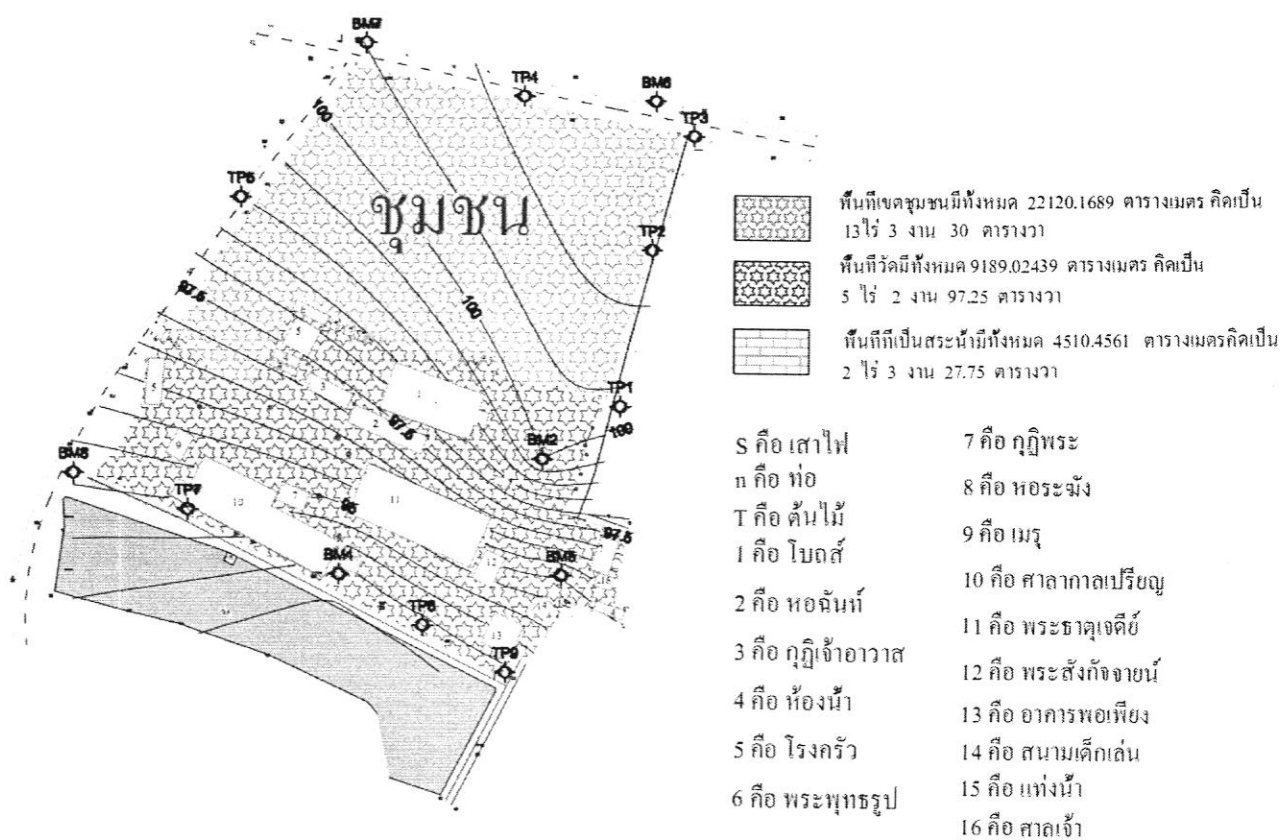
๒. การเก็บข้อมูลจากการวางแผน

๒.๑ กลุ่มที่ ๑ และ ๓ รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง โดยใช้เทปวัดขนาดสิ่งปลูกสร้างแล้วทำการบันทึกไว้ ส่วนดินไม้จะเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องที่โอโดไลต์เลือกเก็บเฉพาะต้นไม้ใหญ่เท่านั้น ส่วนการทำวงรอบจะปักหมุดตามเขตรั้ววัดได้ทำการถางหญ้าและกิ่งไม้ที่กีดขวางแนวที่ทำการส่องกล้อง โดยจะถางเป็นแนวตามเขตรั้ววัด และทำการเก็บค่าระดับแบบสุ่มโดยใช้กล้องที่โอโดไลต์

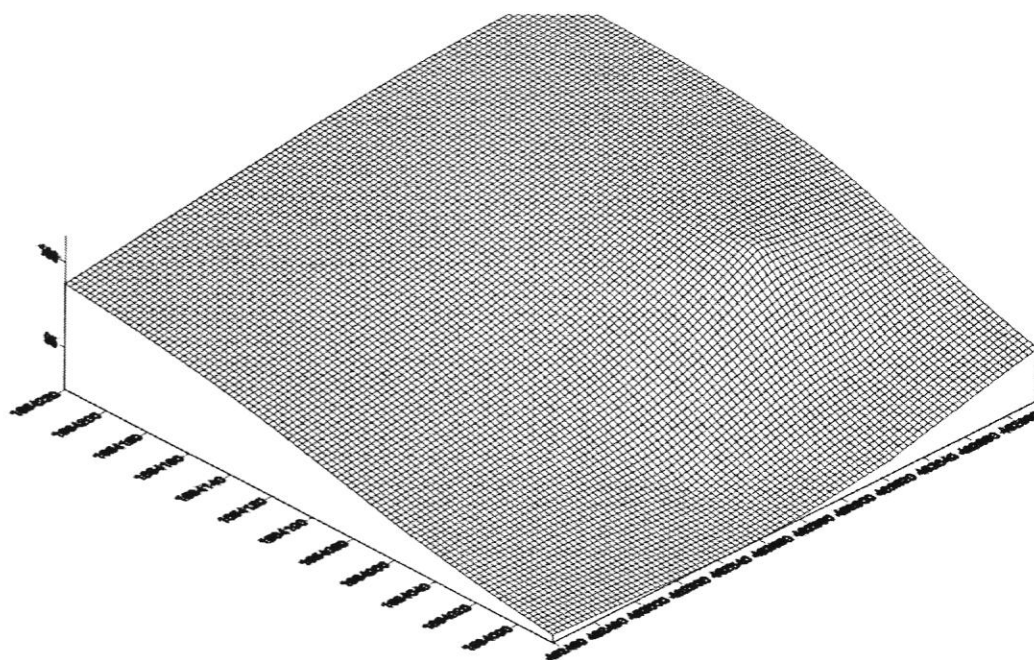
๒.๒ กลุ่มที่ ๒ รับผิดชอบในการเก็บค่าความสูงของพื้นที่ในวัด โดยการทำวงรอบจากงานระดับ

๓. หลังจากจดบันทึกข้อมูลของทั้งสองส่วนเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลมารวมรวมกันและตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งเพื่อความถูกต้อง

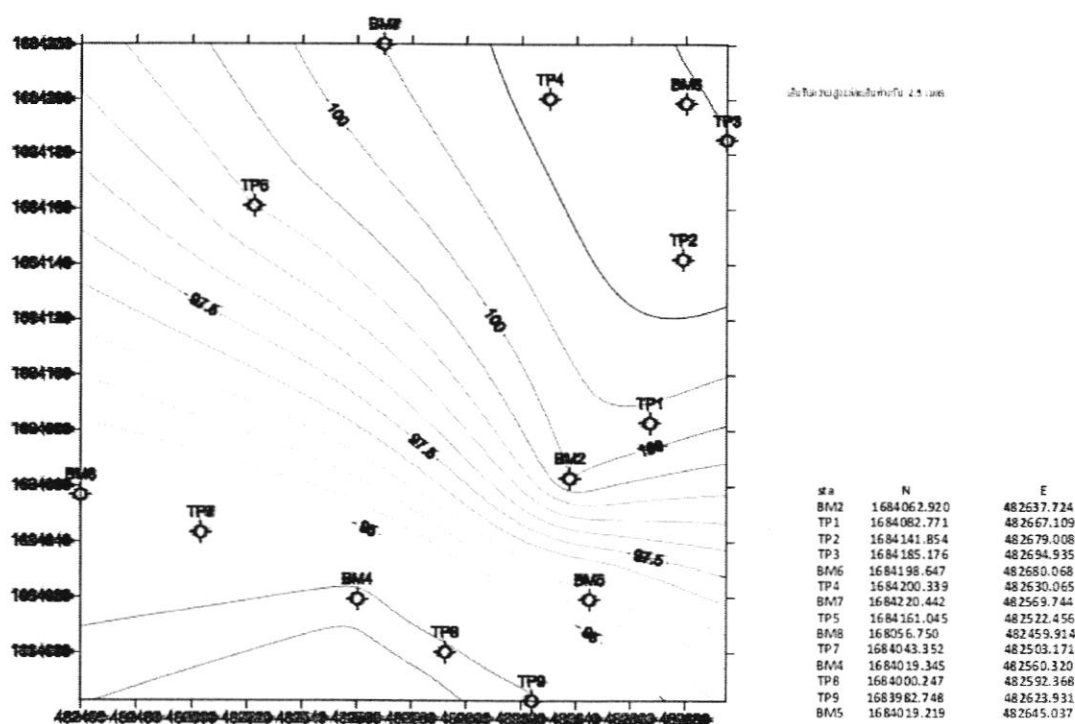
๔. นำข้อมูลที่รวบรวมและถูกต้องแล้วมาทำการปรับแก้ แล้วนำค่าไป plot ใน โปรแกรม Auto cad ได้ดังรูป



ภาพที่ ๖ การเขียนโปรแกรมโดยใช้เทปวัดระยะในการเก็บข้อมูลตัวอาคารและสถานที่



ภาพที่ ๗ รูปภาพแสดงระดับเส้นชั้นความสูง 3 มิติ

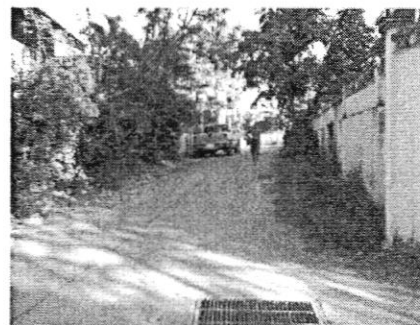


ภาพที่ ๘ รูปภาพแสดงระดับเส้นชั้นความสูง 2 เมตร

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

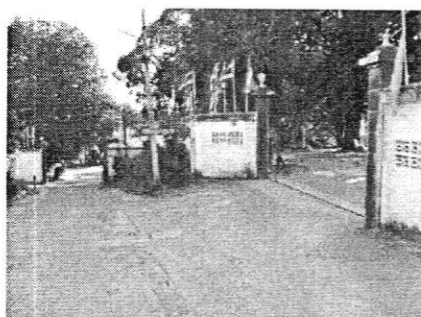


หน้าวัด

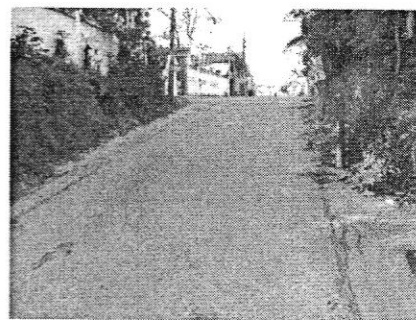


ถนน Line A

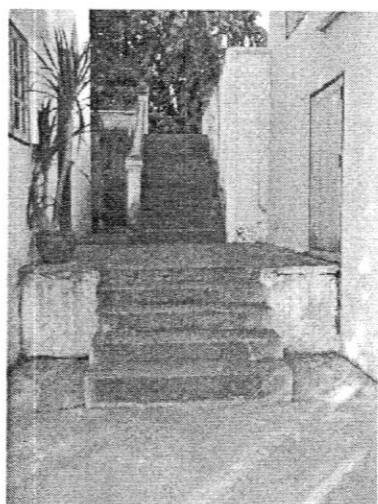
ภาพที่ ๙ สํารวจบริเวณวัด เกี่ยวกับพื้นที่ ธรรมชาติ สถานที่ตั้งและตัวอาคารต่างๆ และรํางภาพคร่าวๆ



ทางเข้าวัด



ทางลงวัด(หน้าวัด)



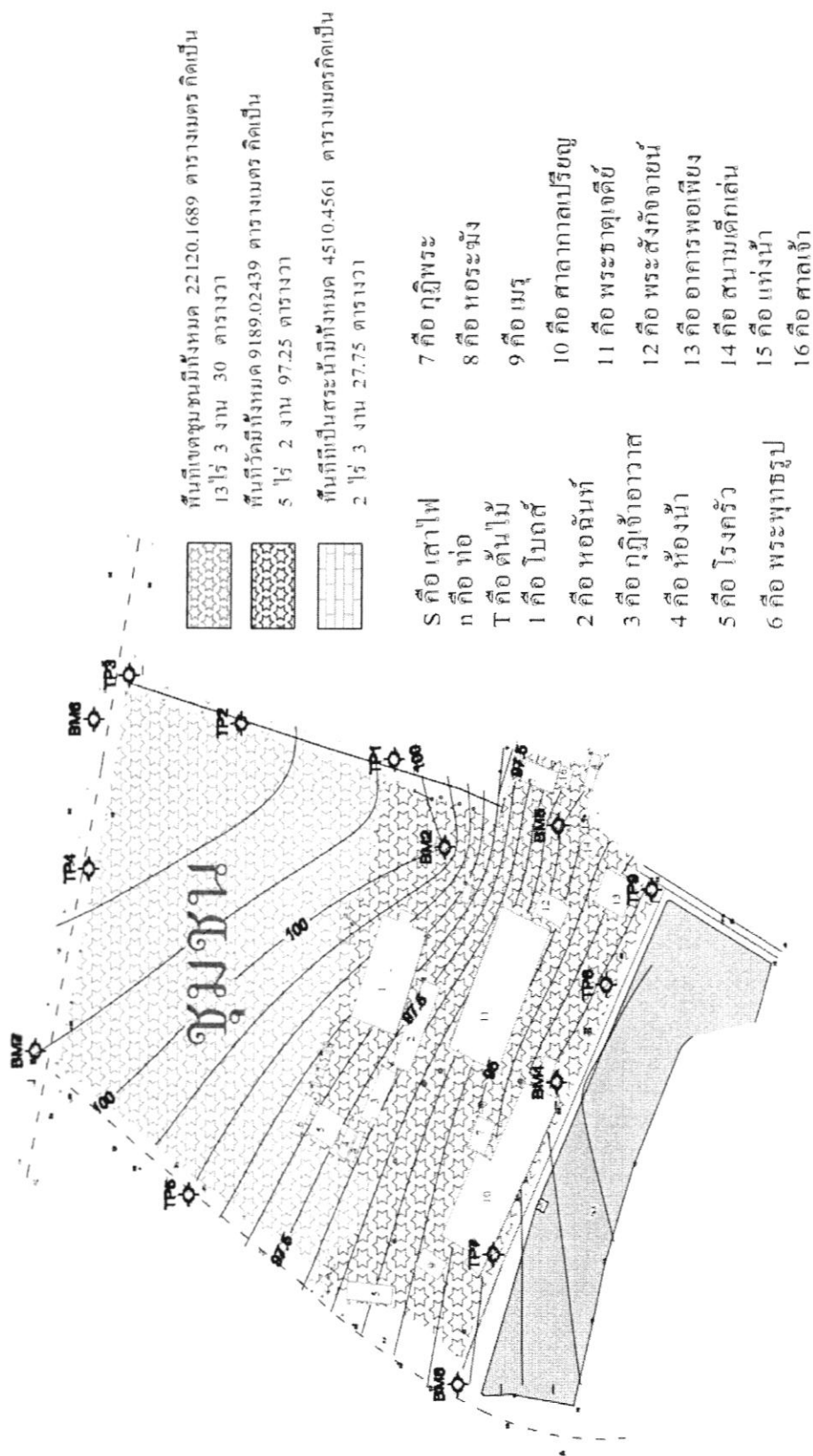
บันไดชั้นกลาง 2



ถนน Line E

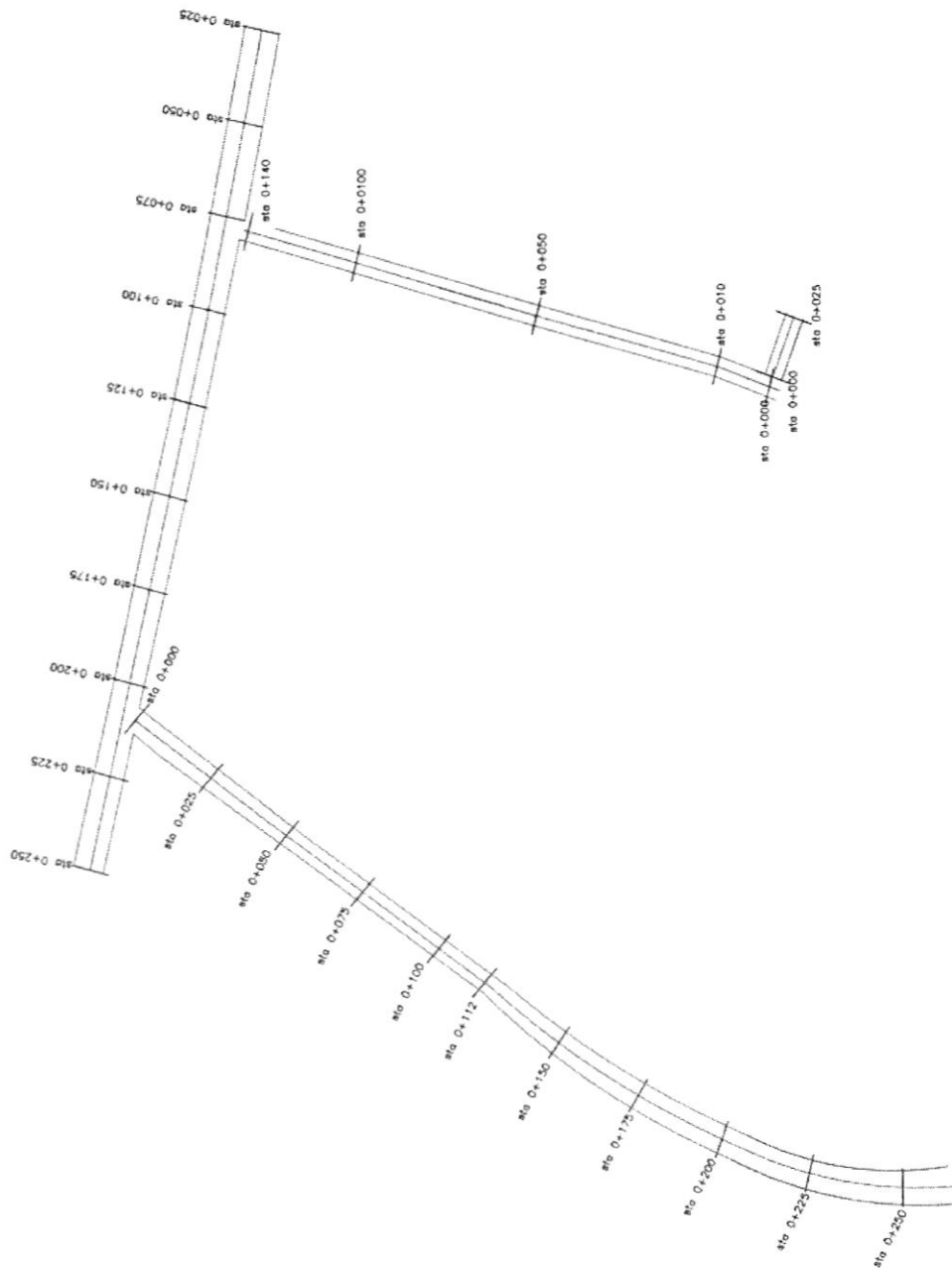
ภาพที่ ๕(ต่อ) สำรวจบริเวณวัด เกี่ยวกับพื้นที่ ธรรมชาติ สถานที่ตั้งและตัวอาคารต่างๆ และร่างภาพคร่าวๆ

๔. ผลที่ได้จากการปฏิบัติงาน



ภาพที่ ๑๐ แสดงหมวดของวางรอบในวัดกุฎี

ภาพที่ ๑๑ แสดง station ของถนนรอบบริเวณวัดบุญคุณ



๕. สรุปผลการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติ การสำรวจวัดจุดศูนย์กลางทางคณะผู้ปฏิบัติงานได้ทำการสำรวจสภาพบริเวณพื้นที่ตำแหน่งสิ่งปลูกสร้าง ต้นไม้ ป่าช้า ทางเดิน ถนน ภายในวัดจุดศูนย์กลาง โดยใช้ความรู้ทางด้านวิชาการสำรวจ ที่ได้ศึกษามาแล้ว จัดทำแผนที่วัดจุดศูนย์กลาง เพื่อเป็นข้อมูลใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาวัดจุดศูนย์กลางต่อไป

สรุปผลโครงการ

จากการสำรวจและจัดทำแผนที่วัดจุดศูนย์กลาง ตลอดระยะเวลาการทำโครงการทั้งหมดใช้เวลาทั้งสิ้น ๗ วัน ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ลักษณะงานคือ จัดทำวงรอบงานระดับ โดยใช้กล้องระดับงานสเทเดีย และส่วนอื่นที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำแผนที่ โดยตลอดระยะเวลา ๗ วัน มีการวางแผนในแต่ละวัน และแบ่งกลุ่มในการทำงาน คือ กลุ่มงานวงรอบ โดยโดยใช้กล้องที่โอโคไลท์ โดยมีผู้ตั้งกล้องและอ่านค่า ผู้จัดบันทึกข้อมูล ผู้ล่อเป้า ผู้ถือไม้สตาฟ โดยการสำรวจบริเวณกำแพงวัดจุดศูนย์กลางกลุ่มงานระดับ โดยใช้กล้องระดับ โดยมีผู้ตั้งกล้องและอ่านค่า ผู้จัดบันทึกข้อมูล ผู้ถือไม้สตาฟ และกลุ่มงานรังวัด จากการใช้เทปวัดระยะ โดยมีผู้จัดบันทึกข้อมูล และสเก็ตภาพ ผู้วัดระยะ หลังจากเก็บข้อมูลของแต่ละกลุ่มงาน และนำข้อมูลของแต่ละกลุ่มมารวบรวม สามารถนำมาจัดทำรูปเล่มรายงานและแผนที่ มีขนาด A๓ โดยใช้โปรแกรม AutoCAD

ในการจัดทำแผนผัง บอกขนาดของพื้นที่และตำแหน่งสิ่งปลูกสร้าง ต้นไม้ ป่าช้า ทางเดิน ถนนภายในวัดจุดศูนย์กลาง การหาค่าพิกัด GPS รุ่น Trimble R3 การหาค่าระดับโดยการสำรวจพื้นที่ ที่ได้จากการสำรวจภายในวัดจุดศูนย์กลาง ทั้งหมด...๘...ไร่...๑...งาน...๑๒๔.๕...ตารางวา โดยแบ่งเป็น

- พื้นที่ใช้สอย...๕...ไร่...๒...งาน...๕๗.๒๕...ตารางวา
- พื้นที่ใช้ส่วนสระน้ำ...๒...ไร่...๓...งาน...๒๗.๒๕...ตารางวา

พื้นที่โดยรวมแบ่งออกเป็นสามชั้นมีค่าต่างระดับต่างกันมาก บริเวณพื้นส่วนมากเทคอนกรีต มีสระน้ำขนาดใหญ่อยู่ชั้นล่างสุด ลักษณะดินไม้เป็นดินไม้ประจำท้องถิ่น เช่น ดินโพธิ์ ดินมะขาม ดินข่อย ดินไทร และดินไม้ชนิดอื่นๆบ้างประปราย ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นได้รวบรวมไว้ในรูปเล่มรายงานและแผนผังรูปเล่ม A3 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ประโยชน์ที่ได้รับ

- มีความรู้ความเข้าใจในงานสำรวจมากขึ้น
- มีความสามัคคีกันภายในหมู่คณะ
- เป็นการฝึกทบทวนความรู้ในด้านวิชาการสำรวจหลังจากที่ได้เรียนมาแล้ว

- ได้ประสบการณ์จากการทำงานจริง
- แก้ไขสถานการณ์ปัญหาเฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดี
- มีเหตุผล มีผล รับฟังผู้อื่น และเสนอแนะ ได้ดีขึ้น
- ได้ฝึกการวางแผนในการทำงานได้ดี

ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติการ

- ในการปฏิบัติการ ควรทบทวนความรู้ เพิ่มความเข้าใจในการสำรวจที่ต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือการเก็บข้อมูลและการบันทึกข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมีความคลาดเคลื่อนน้อย
- เลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน
- ควรมีอุปกรณ์ให้ครบ และพอเพียงต่อการทำงาน เพื่อไม่ให้เกิดการล่าช้าในการเก็บข้อมูล
- ควรมีความรอบคอบตรวจสอบอุปกรณ์อยู่ตลอดเวลา

บรรณานุกรม

1. ดิลก ศรีนาวิน , การสำรวจพื้นฐาน , คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2545
2. สิทธา เจนศิริศักดิ์ , Surveying I, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2546

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เข้าร่วมโครงการสำรวจและจัดทำผังการใช้พื้นที่ วัดป่ากุดคูณ

อ.เมือง จ.อุบลราชธานี