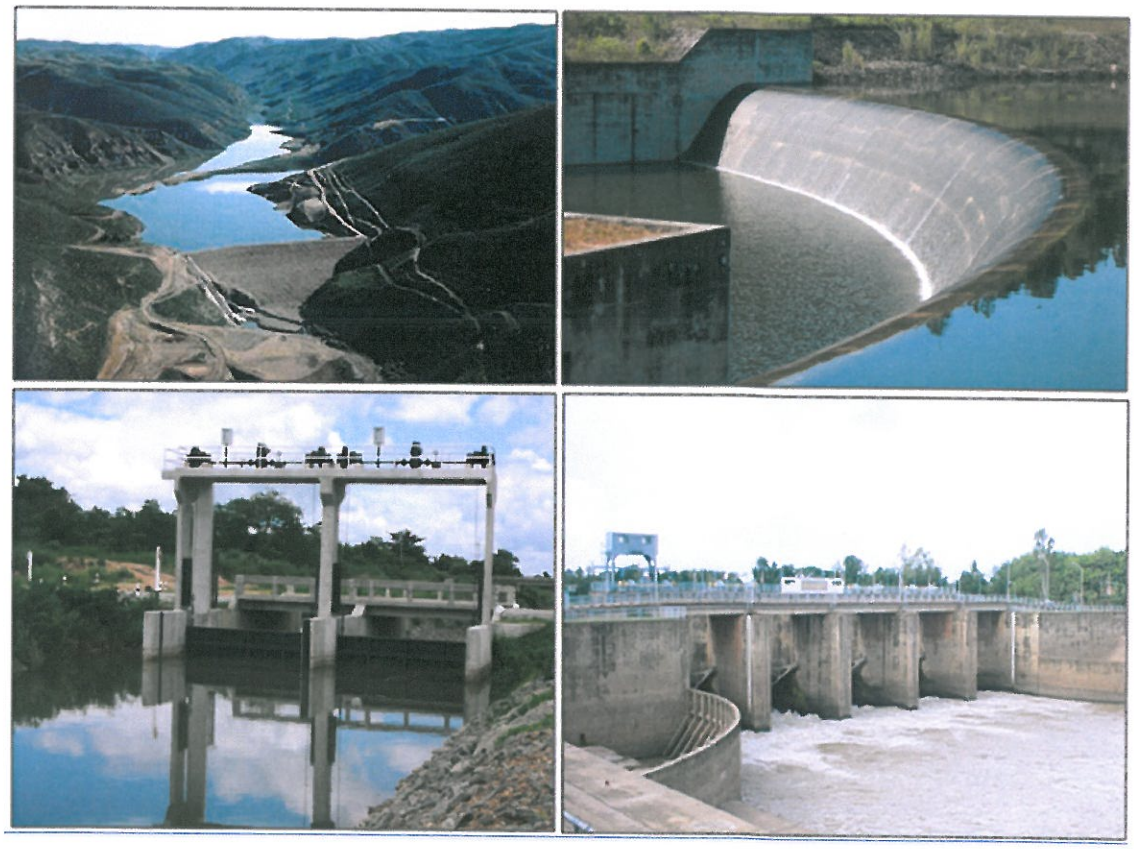
เอกสารประกอบการฝึกอบรม

หลักสูตรช่างควบคุมงานก่อสร้างโครงการพัฒนาและอนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำ

วิชา

ฝึกปฏิบัติสำรวจเพื่อการก่อสร้างแหล่งน้ำ



โดย นายสาธิต คงสะอาด

วิศวกรโยธาชำนาญการ

สำนักพัฒนาแหล่งน้ำ

กรมทรัพยากรน้ำ

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1 :	ชั้นและความละเอียดของงาน	1
บทที่ 2 :	การวางแนว(Alignment)	5
	- การวัดมุมเบี่ยงเบน (Deflection angle)	
	- การเลือกแนวทางที่ดี	
	- การแก้อุปสรรคในการวางแนว	
บทที่ 3 :	การถ่ายระดับBM. และ Profile Levelling	16
	- การถ่ายระดับ Bench Mark (BM.)	
	- การปรับแก้ค่าระดับ BM.	
	- Profile Levelling	
บทที่ 4 :	การทำระดับตามขวาง(Cross section)	20
บทที่ 5 :	การเก็บรายละเอียดของพื้นที่ (Topographic Survey)	22
บทที่ 6 :	ระบบพิกัดฉาก (Rectangular Coordinate)	26
บทที่ 7 :	วงรอบ (Traverse)	29
	- ลักษณะของวงรอบ	
	- ชนิดของวงรอบ(Type of traverse survey)	
	- การทำวงรอบโดยวัดมุมซ้ายมือ	
	- การทำวงรอบโดยวิธีวัดมุมเห (Deflection angle traverse)	
	- การคำนวณวงรอบ	
	- การคำนวณวงรอบปิด (Close Traverse)	
	- การคำนวณวงรอบเปิด (Open Traverse)	
	- การคำนวณพิกัดฉาก	
	- สาเหตุความผิดในการทำวงรอบ	

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 8 : เส้นชั้นความสูง (Contour) 52

- คำจำกัดความที่เกียวข้อง
- คุณลักษณะเส้นชั้นความสูง
- ลักษณะเส้นชั้นความสูงตามภูมิประเทศต่างๆ
- ประเภทเส้นชั้นความสูง
- การกำหนดช่วงเส้นชั้นความสูง
- ข้อแนะนำเวลาเขียน CONTOUR
- วิธีเขียนเส้นชั้นความสูง
- การใช้ประโยชน์จากแผนที่ภูมิประเทศหรือแผนที่ CONTOUR

บทที่ 9 : คู่มือกล้อง Trimble M3 Total Station 63

บทที่ 1
ชั้นและความละเอียดของงาน
(CLASSIFICATION AND ACCURACY OF WORK)

ก่อนที่พนักงานสำรวจจะออกทำการสำรวจเพื่อการออกแบบ สิ่งที่สำคัญที่ต้องรู้ไว้เป็นข้อพิจารณาหรือข้อกำหนดในการทำงานให้ได้ถูกต้องตามหลักวิชาการและได้ผลเป็นที่พอใจของแผนกออกแบบมากที่สุด คือ

1. Classification of Work พนักงานสำรวจต้องรู้ว่างานที่จะทำนั้นเป็นงานที่อยู่ในขั้นไหน ซึ่งโดยทั่วไปจัดไว้ดังนี้

1.1 งานเกี่ยวกับชลประทาน เช่น ดู คลองส่งน้ำ เป็นต้น จัดอยู่ในชั้นที่ 3 ซึ่ง Angular error = 30" $\sqrt{N}$ ฟิลิปดา Error of closure 1:5000

1.2 งานเกี่ยวกับขอบเขตแสดงที่ดิน หมุดหลักฐาน ที่ใช้เฉพาะส่วนที่ต้องการความละเอียดมากจัดอยู่ในชั้น 2 ซึ่ง Angular error 10 " $\sqrt{N}$ ฟิลิปดา Error of closure 1:10000

1.3 งานเกี่ยวกับหมุดหลักฐานที่สำคัญของกรมแผนที่ทหารจัดอยู่ในชั้น 1 ซึ่ง Angular error 2 " $\sqrt{N}$ ฟิลิปดา Error of closure 1:25000

2. Accuracy of Work ชั้นของงานซึ่งแบ่งออกไปนั้นโดยใช้ความละเอียดของงานเป็นหลัก งานชั้นที่ 1 มีความละเอียดมากที่สุด งานชั้น 2 จะมีความละเอียดรองลงมา และงานชั้นที่ 3 จะมีความละเอียดน้อยกว่าชั้นที่ 2 สำหรับงานชลประทานซึ่งเป็นงานชั้นที่ 3 มีความละเอียดทางการวัดระยะทางไม่เกิน 1:5000 (หมายความส่าในการวัดระยะ 5 กม. จะผิดพลาดเกิน 1 เมตร ไม่ได้) มีความละเอียดทางการวัดระดับไม่เกิน 12 มม. $\sqrt{K}$ มีระยะเป็น กม. (หมายความว่าในการวัดค่าระดับระยะ 1 กม. จะผิดพลาดเกิน 12 ม.ม. ไม่ได้) และความละเอียดทางการวุดมุมไม่เกิน 30" $\sqrt{N}$ เมื่อ N เป็นจำนวน STATION ที่ตั้งกล้อง (หมายความว่าในการวัดมุมสมมุติว่า 10 แห่งจะผิดพลาดเกิน 95 ฟิลิปดาไม่ได้) ความละเอียดชั้นที่ 3 ที่กำหนดสำหรับงานชลประทานนี้ก็เหมาะสม และเป็นที่ยอมรับของงานออกแบบถ้างานสำรวจพยายามทำให้ละเอียดมากกว่านี้ ก็ไม่มีผลที่จะทำให้งานออกแบบถูกต้องหรือดีขึ้นกว่าเลย มีแต่จะเสียเวลาและยากลำบากในการทำงานของงานสำรวจเอง

ดังนั้น ถ้าพนักงานสำรวจไม่รู้ว่างานชนิดใดควรจะมีความละเอียดเท่าใดก็มีแต่จะทำให้การทำงานสำรวจยุ่งยากล่าช้า หรือได้ค่าตัวเลขที่หยาบเกินกว่าที่แผนออกแบบจะยอมรับอย่างใดอย่างหนึ่งโดยแท้ นอกจากนี้อาจจะมีการทำงานบางชนิดที่สามารถจะให้หยาบกว่างานชั้นที่ 3 ได้ก็มี เช่น งานสำรวจอย่างหยาบเพื่อการเลือกแนวทางเป็นต้น ซึ่งอยู่ในดุลยพินิจของพนักงานสำรวจเองว่าควรจะละเอียดเท่าใด

ความละเอียดของงานชลประทาน แยกตามประเภทของงานได้ดังนี้

1. Alignment (Opened Traverse)

   งานชั้นที่ 3 ในการทำ Alignment มีกฎข้อบังคับดังนี้

   1) Angular Error ไม่เกิน 30" $\sqrt{N}$ (N = จำนวนหมุดที่ตั้งกล้อง)

   2) Error of Closure ไม่เกิน 1:5,000

2. Bench Mark & Profile Leveling

   งานชั้นที่ 3 ในการทำ Bench Mark & Profile Leveling มีกฎข้อบังคับดังนี้ งานระดับที่ทำไปกลับค่าระดับจะผิดๆไม่เกิน 12 mm. $\sqrt{K}$ (K = ระยะทางระหว่าง Bench Mark คิดเป็นกิโลเมตร)

3. Cross Section

   งานชั้นที่ 3 ในการทำ Cross Sectionมีกฎข้อบังคับดังนี้ งานที่จะทำไปกลับค่าระดับจะผิดไม่เกิน 100 mm. $\sqrt{K}$ (K = ระยะทางระหว่างจุดที่ทำไปกลับ) แต่การทำ Cross Section ของงานชลประทาน ไม่มีการตรวจสอบ เพราะเป็นระยะใกล้ๆ แต่ต้องอ่านค่า Back Sight ด้วยความระมัดระวัง

4. Topographic (Horizontal Detail)

   งานชั้นที่ 3 ในการทำ Topographic (Horizontal Detail) มีกฎข้อบังคับดังนี้

   1) Angular Error ไม่เกิน 120" $\sqrt{N}$ (N = จำนวนหมุดที่ตั้งกล้อง)

   2) Error of Closure ไม่เกิน 1:3,000

   แต่การทำ Topographic (Horizontal Detail) ของงาน Route Surveying โดยมากไม่มีการตรวจสอบ การทำงานจึงต้องวัดเทปผ้า และจับฉากอย่างระมัดระวัง

การทำงานให้ได้ผลตามความละเอียดของงานดังกล่าวแล้ว ช้างสำรวจจะต้องมีวิธีปฏิบัติ ดังนี้

1. งาน Alignment

   1.1 การวัดมุมต้องทำ Double Angle ทุกมุม ความคลาดเคลื่อนในการวัดมุมไม่เกิน 10" เมื่อทำการต่อแนวการทำ Double Center ในระยะ 400 เมตร ไม่ควรห่างกันเกิน 4 ซม.

   1.2 การวัดระยะทางใช้ Tape เหล็กมาตรฐานดึงด้วยแรงที่กำหนดไว้ 10 – 12 ปอนด์ และทิ้งดิ่งด้วยแต่ไม่ต้องแก้ Tape correction

2. งาน B M & Profile Leveling

2.1 การตั้งกล้องให้อยู่ในที่ที่ดินแข็งพอสมควรในการอ่าน ค่า Fore sight และ Back sight ต้องปรับลูกน้ำเขาควาย (Telescope Bubble) ให้ได้ศูนย์ทุกครั้งและการอ่านระดับเป็นมิลลิเมตร IFS อ่านแต่เซนติเมตร

2.2 ไม้สต๊าฟ (Rod) ไม้สต๊าฟที่ใช้ต้องมีลูกน้ำและไม่ชำรุด ทุกครั้งต้องตั้งอยู่บนหมุดที่ตกแน่นไม่ทรุดตัว ลูกน้ำต้องเข้าศูนย์ หัวไม้สต๊าฟต้องเช็ดให้สะอาด ระยะระหว่าง Foresight และ Back sight ต้องใกล้เคียงกันเพื่อลด Error จากกล้อง

2.3 หมุด B M ต้องอยู่ในที่แข็งแรงมั่นคงและแน่ใจว่าไม่มีการทรุด

3. งาน X-section

3.1 การตั้งกล้องและอ่างค่าระดับ ตั้งกล้องให้ได้ศูนย์ อ่านค่าระดับละเอียดเป็นเซนติเมตร

3.2 การตั้งไม้สต๊าฟ (Rod) ตั้งทุกครั้งที่พื้นดินเปลี่ยนแปลงและรักษาแนวให้ตั้งฉากกับ Alignment

3.3 การวัดระยะทางด้วย Tape ผ้า พยายามดึง Tape ให้ตึงและรักษาระดับ Horizontal

4. งาน Topography เก็บรายละเอียดให้แน่นอนคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10 ซม. อ่านค่าเก็บจุดทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง

จุดประสงค์ของการทำงานและความต้องการของฝ่ายออกแบบ

จุดประสงค์ของการทำงานสำรวจเพื่อออกแบบนี้ ก็เพื่อหาข้อมูลต่างๆ ให้ฝ่ายออกแบบใช้เป็นเครื่องพิจารณาในการออกแบบ ประมาณราคาค่าก่อสร้างและอื่นๆ ที่เป็นงานของฝ่ายออกแบบ ข้อมูลที่ดีคือข้อมูลที่ฝ่ายออกแบบสามารถนำไปออกแบบได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ไม่สับสน ซึ่งจะได้มาก็โดยการที่ช่างสำรวจทำงานได้ถูกต้องเรียบร้อยและเก็บข้องมูลมาได้ครบ ตามความต้องการของฝ่ายออกแบบให้แนวทางที่ดีแก่ฝ่ายออกแบบ โดยมีการแก้ไขน้อยที่สุด ทั้งหมดนี้ช่างสำรวจจะทำได้ก็โดยศึกษาความต้องการของฝ่ายออกแบบอย่างละเอียดแล้วทำให้ได้ความต้องการนั้นมากที่สุด

ความต้องการของฝ่ายออกแบบแยกตามประเภทของงาน

1. งาน Alignment

1) แนวทางที่ถูกต้อง ไม่ต้องมีการแก้ไขในเวลาออกแบบทั้งแนวทาง รัศมีโค้ง (ในกรณีนั้นนักสำรวจจะทำได้ต่อเมื่อทราบมาตรฐานที่ฝ่ายออกแบบจะออกแบบเกี่ยวกับ Design Speed เขตขยายทาง เพื่อใช้ในการพิจารณา ให้รัศมีความโค้ง)

2) ความละเอียดของแนวทางที่เป็นทางแยก รูปลักษณะของแม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น
3) ความถูกต้องของการคำนวณของนักสำรวจ
4) ความเรียบร้อยถูกต้องของการจดค่าต่างๆ ไม่มีการตกหล่น เช่น ค่า Station ค่ามุม R.P, Curve Data เป็นต้น

2. BENCH MARK AND PROFILE
1) ระดับของท้องคลองต้องละเอียดตามที่แนวทางตัดผ่าน
2) หาระดับน้ำสูงสุด ตามคลอง ห้วย ที่ต่ำ และบางแห่งนอกจากนี้ถ้าสอบถามได้
3) ความถูกต้องของการคำนวณของนักสำรวจ
4) ความเรียบร้อยถูกต้อง ของการจดค่าต่างไม่มีตกหล่น เช่น ตำแหน่ง B.M. ค่า Staff ค่า Station เป็นต้น

3. CROSS SECTION
1) ความเรียบร้อยของการจดค่าต่างๆ ไม่มีตกหล่น เช่น ค่า Staff ค่าระยะ ค่า B.S. ค่า Station ค่า RT. LT. เป็นต้น
2) Cross Section ของคอสะพาน ท่อระบายน้ำ

4. TOROGRARHIC
1) ความเรียบร้อยของการสเกตซ์รูปต่างๆ พร้อมสัญลักษณ์
2) ความละเอียดของการเก็บรายละเอียด
3) การให้ตัวเลขต่างๆ เช่น Station ระยะต่างๆ อย่างถูกต้อง

บทที่ 2

การวางแนว

ลำดับและวิธีการทำงานในการวางแนวทางและการทำงาน
ของผู้ปฏิบัติหน้าที่ต่างๆ (Alignment Party)

การวางแนวทางนี้เป็นการใช้แนวและระยะ Station ไปตามแนวเพื่อให้เป็นเส้นพื้นฐาน (Base Line) สำหรับการเก็บรายละเอียดต่างๆ ทางระดับและรายละเอียดของพื้นที่เส้น Base Line นี้ ถ้าเป็นเส้นศูนย์กลางของแนวสำรวจก็เรียบกว่า Center Line ถ้าเป็นเส้นแยกออกจากแนวสำรวจ (Base Line หรือ Center Line) เพื่อเก็บรายละเอียดต่างๆ ก็เรียบว่า Spur Line โดยทั่วๆ ไปเส้นสำรวจที่ช่างสำรวจวางไว้จะเป็นเส้นที่เป็นศูนย์กลางของถนนที่จะต้องก่อสร้าง จึงเรียกเส้นสำรวจว่า Center Line เส้นสำรวจที่วางไปนั้นจะมีทั้งที่เป็นเส้นตรงและเส้นโค้ง สำหรับโค้งของแนวทางที่เป็นโค้งวงกลมซึ่งมีทั้งโค้งเดี่ยว (Simple Curve) โค้งติดกันที่กลับทางตรงกันข้าม (Reverse Curve) โค้งติดกันที่ไปทางเดียวกัน (Compound Curve) และ Spiral Curve

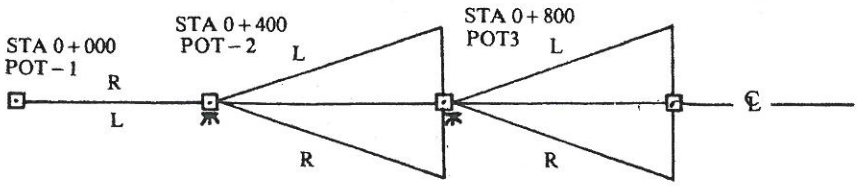
ลำดับและวิธีการทำงานในสนาม มีดังนี้

1. Assistance Instruments Man ทำจุดเริ่มต้นโครงการเป็นจุดที่ 1 (Pot)
2. Assistance Instruments Man ทำจุดที่ 2 ไกลพอเห็นได้ชัดไม่ควรเกิน 500 เมตร โดยที่จุดที่ 2 อยู่บนแนวเส้นสำรวจที่ต้องการ
3. Instruments Man ตั้งกล้องจุดที่ 1 เล็งกล้องมายัง Pole ที่ Assistance Instruments Man ถืออยู่ที่จุดที่ 2 อ่านค่าทิศ (Bearing) ของเส้นสำรวจจะได้ทิศทางของเส้นสำรวจเส้นแรก (จุดที่ 1 – 2)

หมายเหตุ ถ้าวางแนวต้องการความละเอียดมากต้องใช้เป้าประกอบดิ่งและใช้ดิ่งแทน Pole เลยทีเดียวก็ได้

4. Chain Man และคนงานทำหมุดหมายพยาน (Reference Point)
5. ถ้าจุดเริ่มโครงการเป็นจุดแยกจากถนนเดิมก็ต้องทำ Spur Line ออกไปทั้งสองจุด (ดูรายละเอียดการทำ Spur Line รูป 2.2)
6. ผู้บันทึกข้อมูลก็จะบันทึกข้อมูลต่างๆ ตามที่ทำมาทั้ง 5 ข้อนั้น (ตามตัวอย่างการบันทึกข้อมูล)
7. Instrument Man ย้ายกล้องไปตั้งที่จุดที่ 2 และ Assistance Instrument Man จะหาแนวทางต่อไป ถ้าแนวทางต่อไปสามารถเป็นแนวเดียวกับเส้นแรกได้ก็วางแนวต่อออกไปจากจุดที่ 2 และให้อยู่ในแนวเดียวกับเส้นแรกโดย Assistance Instrument Man จะทำจุดที่ 3 ให้อยู่ในแนว

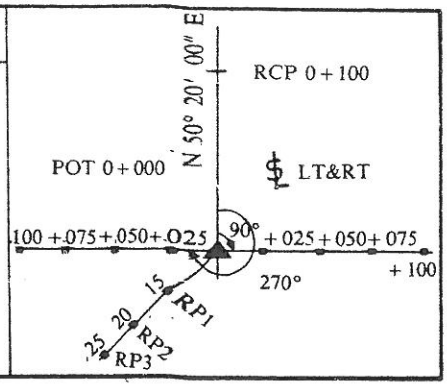
เดียวกับจุดที่ 1 และจุดที่ 2 (จุดที่ 2 เป็นจุด POT) การทำจุดที่ 3 นี้ เป็นการทำแบบต่อเส้นตรง จากจุดที่ 1 และจุดที่ 2 และทำโดยวิธี Double Center (เพื่อขจัดความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ Horizontal Collimation ของ กล้อง) การทำเริ่มโดย Instrument Man เล็งกล้อง (ซึ่งอยู่ในลักษณะ Normal) ไปที่ Pole ที่ Chain Man ถือที่จุดที่ 1 เป็น BS แล้วกระดกกล้องกลับให้แนว Assistance Instrument Man เพื่อทำจุดที่ 3 เมื่อได้แล้ว Assistance Instrument Man ก็จะกดปลาย Pole บนพื้น ซึ่งเป็นตำแหน่งของแนวกล้องครั้งแรกแล้ว Assistance Instrument Man จะให้สัญญาแก่ Instrument Man เพื่อทำ Double Center, Instrument Man ก็หมุนกล้องกลับไป BS ที่จุด 1 อีกครั้ง โดยในครั้งนี้กล้องอยู่ในลักษณะ Reverse) กระดกกล้องกลับมาให้แนวแก่ Assistance Instrument Man เมื่อได้แนว Assistance Instrument Man จะกดปลาย Pole บนพื้นอีกข้างๆ ตำแหน่งแรก เป็นตำแหน่งที่สอง ถ้าระยะของตำแหน่งแรกและตำแหน่งที่สองห่างกันไม่เกิน 4 ซม. ต่อระยะประมาณ 400 เมตร ก็ถือว่าใช้ได้และ Assistance Instrument Man จะแบ่งครึ่งระยะห่างของตำแหน่งทั้งสอง ถือเป็นแนวที่ถูกต้องแล้วชี้ปลาย Pole ที่จุดแบ่งแล้ว ให้สัญญาแก่ Instrument Man เบนแนวกล้องเข้าหา Pole ซึ่งขณะนี้แนวกล้องก็จะเป็นแนวของเส้นสำรวจที่ถูกต้องแล้ว Assistance Instrument Man จะตอกหมุดลงที่จุดแบ่งนั้น และขอแนวจาก Instrument Man โดย Assistance Int. Man จะตั้งดิ่งประกอบเป้าเพื่อให้คนกล้องส่องทำ double center อีกครั้งหนึ่งเพื่อตอกตะปู 1" บน Hub ก็จะได้จุดที่ 3 ถ้าตำแหน่งแรกและตำแหน่งที่สองห่างกันมากจะเห็นว่าใช้ไม่ได้ (เกิน 4 ซ.ม. ต่อระยะประมาณ 400 เมตร) Assistance Instrument Man จะให้สัญญาณใช้ไม่ได้แก่ Instrument Man เพื่อทำใหม่อีกครั้ง (ถ้าไม่ได้อีกแสดงว่ากล้องผิดมากควรจะปรับแก้สายใยเสียก่อน ก่อนจะออกทำงาน)



รูปที่ 2.1

8. Instrument Man กระดกกล้อง BS ที่จุดที่ 1 อีกครั้งแล้วให้สัญญาณให้ Chain Man วัดระยะทำ Station บนเส้นสำรวจนี้ การทำจุด Station ให้ถือเริ่มจุดแรกนั้นเป็น Station 0 + 000 สำหรับการทำจุด Station ปกติทำทุก 25 เมตร (ดูรายละเอียดการทำหมุด รูป 2.2)

STA	DESCRIPTION	RMKS
0+175		RN
0+150		RN
0+125		RN
0+100	RCP. CULVERT	RN
0+075		RN
0+050		RN
0+025		RN
0+000	℄ LT & RT POT	H & RN



รูปที่ 2.2

9. ถ้าตามเส้นสำรวจนี้มีสิ่งที่ต้องทำจุด Station เพิ่มเติม เช่น ตำแหน่งท่อ สะพาน ทางน้ำ ทางแยก ทางร่วม Chain Man ก็ต้องทำจุด Station ตามจุดเหล่านี้ด้วย

10. เมื่อวัดระยะจนถึงจุดที่ 2 และได้ Station ของจุดที่ 2 แล้วก็ทำ RP ของจุดที่ 2 เสร็จแล้ว Instrument Man ก็ย้ายกล้องไปตั้งที่จุดที่ 3 และ Assistance Instrument Man จะวางแนวทางต่อไป ถ้าแนวทางต่อไปต้องเบนออกจากแนวเดิม Assistance Instrument Man ก็จะทำจุดไว้เป็นจุดที่ 4 จุดที่ 3 จะเป็น PI เสร็จแล้ว Instrument Man ก็จะวัดมุมที่แนวทางเบนออกจากแนวแรก โดยผูกมุมของกล้อง 0 BS ไปที่จุดที่ 2 (กล้องอยู่ในลักษณะ Normal) หมุนกล้องมาที่หมุดตัวที่ 4 เมื่อแนวกล้องอยู่ที่จุดที่ 4 ก็อ่านค่ามุมครั้งที่หนึ่งแล้ว BS ไปที่จุดที่ 2 อีกครั้งด้วยค่ามุมที่อ่านครั้งที่หนึ่ง (กล้องอยู่ลักษณะ Reverse) หมุนกล้องมาที่จุดที่ 4 เมื่อแนวกล้องอยู่ที่จุดที่ 4 ก็อ่านค่ามุมครั้งที่สอง มุมที่อ่านครั้งที่สองนี้จะเป็น 2 เท่าของครั้งที่หนึ่งหรือใกล้เคียง ถ้าการวัดและกล้องถูกต้องดีเอา 2 การหาค่าครั้งที่สอง แล้วเปรียบเทียบกับครั้งแรก ถ้าผิดกันไม่เกิน 10" ก็ใช้ได้ ถ้าเกิน 10" ให้วัดใหม่อีกครั้ง เมื่อได้ค่ามุมแล้วก็นำมาหาค่ามุมที่แนวทางเบนแนวจากแนวเดิม = Δ (RT หรือ LT) ดูรายละเอียดการวัดเพิ่มเติม

11. Instrument Man จะหมุนกล้องไป BS ที่จุดที่ 2 แล้วให้ Chain Man วัดระยะทำจุด Station

12. Instrument Man ย้ายกล้องไปตั้งที่จุดที่ 4 และ Assistance Instrument Man ก็หาจุดที่ 5 ต่อไป ทำวิธีการอย่างเดียวกันนี้ไปเรื่อยๆ

13. ถ้ามีสิ่งต่างๆ ที่ต้องเก็บรายละเอียดเพื่อพิจารณาในการออกแบบ เช่น ทางน้ำที่ใหญ่ ซึ่งสมควรสร้างสะพาน ทางแยกที่สำคัญๆ ชุดวางแนวทางจะต้องวาง Spur Line เข้าไปโดย Station ที่จะเป็นจุดเริ่มต้นของ Spur Line จะต้องอยู่บนเส้นสำรวจและทำด้วยหมุดแบบหมุด POT พร้อมทั้งวัดระยะเพื่อหา Station ด้วย

14. การวาง Spur Line สำหรับทางน้ำในตอนเหนือน้ำระยะอาจต้องทำเกิน 100 เมตร แล้วแต่ว่าความเหมาะสมอาจจะถึง 200 – 300 เมตร ก็ได้ สำหรับท้ายน้ำทำเพียง 100 เมตร หรือถ้า

ยากแก่การทำก็อาจลดลงเหลือเพียง 75 – 50 เมตร ก็ได้สำหรับทางแยกถ้าเป็นทางแยกที่รองลงมา เช่น ทางหลวงแผ่นดินควรจะทำ Spur Line ไปข้างละ 200 เมตร ถ้าเป็นทางแยกที่สำคัญรองลงมา เช่น ทางหลวงจังหวัดหรือทางเชื่อมระหว่างอำเภอก็ทำเพียง 100 เมตร สำหรับแนวของ Spur Line ควรทำมุมเต็มองศากับเส้นสำรวจในเส้น Spur Line อาจมีการหักเบนเป็น PI ในเส้นก็ได้ถ้าภูมิประเทศบังคับ เช่น การวาง Spur Line ตามลำน้ำ การวัดระยะ Station ของ Spur Line ให้เริ่มต้น Station 0 + 000 ที่จุดเริ่มแยกจากเส้นสำรวจและวัดไปตามเส้น Spur Line ทุกๆ 25 เมตร ถ้ามี PI ก็หา Station ไว้แล้ววัดต่อจาก PI ไปเป็น Station 25 เมตร ต่อไป

15. ทำการ Reference point (RP) ควรใช้ HUB ขนาด 1 1/2" × 1 1/2" เป็นหมุดอย่างน้อย 3 ตัว แนวของหมุดควรทำมุมกับแนวเส้นสำรวจเป็นมุมเต็มองศา หรือถ้าเป็นมุมฉากได้ก็ยิ่งดี และตำแหน่งของหมุดตัวแรกควรห่างจากเส้นสำรวจไปในแนวฉากไม่น้อยกว่า 15 เมตร ถ้าจำเป็นต้องทำในทุ่งนาก็ควรหาตำแหน่งหมุนบนคันนา หมุด RP ทุกมุมต้องมี Stake เขียน RP1, RP2 หรือ RP3 ตอกกำกับไว้ข้างหมุดทุกตัว วัดระยะห่างของ RP หรือระยะห่างจากจุดบนเส้นสำรวจทุก RP

16. การทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งสำคัญๆ บนเส้นสำรวจ เช่น PI, POT ตามต้นไม้ โดยการถากต้อนไม้ที่อยู่ใกล้จุดแล้วเขียนชื่อจุดพร้อม Station ด้วยสำน้ำมันสีแดง ควรจะทำทุกๆ จุด

17. ในการวัดระยะทำ Station นี้ Chain Man คนหน้าจะถือต้นเทปและ Pole ตลอดจนถุงใส่ตะปู Chain Man คนหลังจะถือปลายเทปคอยอ่านค่าระยะในการวัดระยะนี้เนื่องจากต้องตอก stake กำกับ Stake ที่เขียน Station เรียงไว้แล้วตาม Chain Man คนหน้าไป เมื่อทุกจุด Station แล้ว Chain Man จะวัดระยะ offset ของ Stake แล้วเขียนระยะลงใน Stake ให้คนงานตอกแล้วก็เดินต่อไปเพื่อทำ Station ต่อๆ ไป ในการวัดระยะเพื่อให้ได้ค่าระยะที่ถูกต้องเทปจะต้องได้ระดับเวลาดึงโดยดูเส้นเทปให้ตั้งฉากกับสายดิ่ง ถ้าต้องการระยะที่ละเอียดมากก็ต้องใช้ Spring Balance ในการดึงเทปด้วย

18. ในการวางแนวทางนี้ ถ้าแนวทางต้องผ่านผ่าที่ต้องการทำการถาง Assistance Instrument Man จะต้องควบคุมคนงานถางป่า

หมายเหตุ หมุดหรือแนวทางของเส้นสำรวจที่ Assistance Instrument Man ทำขึ้นนั้นหัวหน้าหน่วยสำรวจเป็นผู้กำหนด หรือไม่ก็ต้องเป็นหมุดหรือแนวทางที่หัวหน้าหน่วยสำรวจเห็นด้วย

19. การบันทึกข้อมูล

จุดที่ต้องวัดระยะเป็น Station

1) ทุก 25 เมตร บนเส้นสำรวจ (Center Line)
2) จุดตั้งกล้องอื่นๆ ที่ทำไว้เพื่อทำ Spur Line
3) จุดตลิ่งทั้ง 2 ข้างของทางน้ำ และกลางน้ำ
4) จุดตำแหน่งคอสะพาน ทั้งสองข้าง

5) จุดศูนย์กลางที่จะวางท่อระบายน้ำ
6) จุดที่มีทางแยก ทางร่วมที่ไม่ได้วาง Spur Line
7) ทุก 25 เมตร บนเส้น Spur Line
8) ทุก PI บน Spur Line
9) จุดอื่นๆ ที่พิจารณาเห็นว่าควรจะทำไว้เพื่อเก็บรายละเอียดอันจะเป็นประโยชน์แก่การออกแบบ

หมายเหตุ เมื่อออกแบบ CURVE แล้วก็นำมา Lay out ในสนามต่อไป

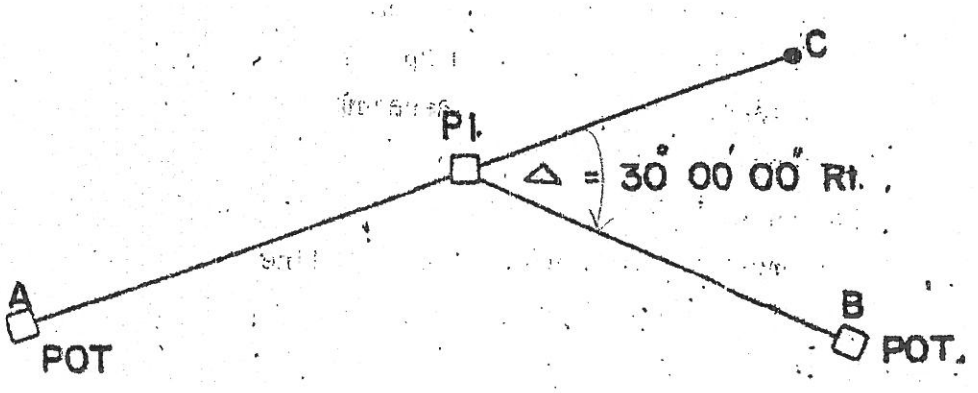
STA.	DESCRIPTION	RMKS.	SKETCH
10+358.828	PT.	H & N	DATA Δ = 22° 30′ 23″ RT T = 142.50 D = 06° 00′ 00″ R = 716.197 L = 281.330 PT STA 10+358.828 PC.STA 10+077.498 PI 15 27 31 RP1 RP2 RP3
+350		RN.	
+325		RN.	
.....		RN.	
10+220	Ext.	H & N.	
.....		RN.	
+125		RN.	
+100		RN.	
10+077.498	PC.	H & N.	

รูปที่ 2.3

การวัดมุม DEFLECTION ANGLE

หลังจากที่กำหนด PI ได้แล้ว ขั้นต่อไป คือ การทำวัดมุม Deflection angle เพื่อนำไปคำนวณการวางโค้งต่อไป การทำการวัดได้ 2 วิธี คือ

1. วัดแบบทบหรือซ้ำ (Repetition) วิธีนี้ใช้กล้อง Repeating Theodolite



รูปที่ 2.4

วิธีการ

1) ตั้งกล้องที่ PI ตั้งระดับส่งกล้องมายังจุด A กล้องหน้าซ้ายตั้งองศาของกล้องที่จุด 0°00′00" ขณะนี้จานบนยังปิดอยู่

2) กระดกกล้องไปยังจุด C จานองศาจะยังคงอยู่ที่ จุด 0°จุด 0°00′00"

3) เปิดจานบนส่งจุด B สมมุติได้ 30°00′00"

4) เปิดจานล่างขณะนี้กล้องเป็นหน้าขวาหมุนกล้องส่องที่จุด A จานองศายังอยู่ที่ 30°00′00"

5) กระดกกล้องส่อง C ขณะนี้จานองศายังอยู่ที่ 30°00′00" กล้องจะเป็นกล้องหน้าซ้าย

6) เปิดจานบนหมุนกล้องส่องจุด B สมมุติอ่านค่าได้เท่ากับ 60°00′00" เอาสองหารก็จะได้ค่ามุมเฉลี่ยตามต้องการ

7) ถ้าต้องการความละเอียดมากก็ให้ทำการวัดซ้ำหลายๆ ครั้ง

การจด

0°00′00"

30°00′00"

2) 60°00′00"

= 30°00′00" Rt,

หมายเหตุ บางทีอาจจะวัดมุม B (PI) A ก็ได้แล้วนำค่ามุมนี้ไปลบออกจาก 180° ก็จะได้เช่นเดียวกัน

2. การวัดมุมแบบทิศทาง DIRECTION METHOD

วิธีนำใช้กล้อง Direction Theodolite วัดมุมกล้องชนิดนี้จะละเอียดกว่า Repeating Theodolite

วิธีการ

1) ตั้งกล้องที่จุด PI ตั้งระดับ

2) หมุนกล้องส่องจุด A ด้วยกล้องหน้าซ้ายแล้วตั้งองศาของกล้องที่ 0°00′00"

3) กระดกกล้องส่อง C ขณะนี้องศาของกล้องจะเท่ากับ 0°00′00" และกล้องจะเป็นกล้องหน้าขวา

4) คลาย Clamp หมุนกล้องส่อง B จะได้ค่ามุมเท่ากับ 30°00′00"

5) หมุนกล้องมากส่องที่ A ขณะนี้กล้องยังเป็นหน้าขวาและค่าองศาที่ได้จะเท่ากับ 180°00′00"

6) กระดกกล้องส่อง C กล้องจะเป็นหน้าซ้าย จานองศายังเหมือนเดิมหมุนกล้องส่อง B จะได้ค่ามุมเท่ากับ 210°00′00"

7) นำค่ามุมที่ได้ในข้อ 4) และข้อ 6) มาเฉลี่ยจะได้ค่ามุมตามต้องการ

ตัวอย่างการจด

R	0°00′00"	
R	30°00′00"	30°00′00"
L	180°00′00"	
L	210°00′00"	30°00′00"
มุมเฉลี่ย	=	30°00′00" RT

การเลือกแนวทางที่ดี

ก่อนที่หัวหน้าหน่วยสำรวจจะเลือกวางแนวทางในสนาม หัวหน้าสำรวจจะต้องรู้ถึงมาตรฐานของทางที่จะทำการออกแบบ และนโยบายในการสร้างทางที่จะทำการสำรวจนี้ เพื่อที่จะได้วางแนวทางให้ได้ตามจุดประสงค์ต่างๆ ที่กล่าวแล้ว โดยให้ถูกหลักวิชาการมากที่สุดที่จะทำได้ เช่น แนวมาตรฐานของ รพช. ซึ่งตั้งความมุ่งหมายไว้ว่าจะต้องให้ประชาชนสองข้างทางได้ประโยชน์มากที่สุด และต้องให้ผ่านที่ชุมชนให้มากที่สุดจะทำได้ ซึ่งหัวหน้าหน่วยสำรวจจะต้องเลือกแนวทางไปตามความมุ่งหมายนี้ โดยพยายามให้แนวทางถูกต้องในทางด้านหลักวิชามากที่สุด ในการเลือกแนวทางที่ดีนั้น ช่างสำรวจต้องพยายามเลือกโดยพิจารณาตามความเหมาะสมเป็นสำคัญ เพราะการจะให้แนวทางดีถูกต้องตามหลักวิชาการ และได้ความมุ่งหมายทุกประการตลอดเส้นทางเป็นการทำได้ยากยิ่ง เพราะแนวทางบางส่วนต้องไปตามความมุ่งหมายไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ฉะนั้นการกะแนวทางส่วนนั้นให้ถูกต้องตามหลักวิชาการทุกข้อย่อมทำไม่ได้ จึงต้องเลือกแนวทางให้เหมาะสมโดยใช้ดุลพินิจของช่างสำรวจเองเพื่อให้ได้แนวทางที่ดี และผู้ออกแบบเห็นด้วยมากที่สุด และแก้ไขแนวทางน้อยที่สุด

หลักใหญ่ๆ ในการพิจารณาเลือกแนวทางของงานสำรวจเพื่อวางแนวทาง

1. แนวทางควรมีส่วนที่เป็นเส้นตรงให้มากที่สุดที่จะทำได้
2. ถ้าจำเป็นต้องมีโค้งก็ต้องใส่โค้งให้รัศมีมากที่สุดที่จะมากได้และอย่างน้อยต้องมีรัศมีที่จะให้ความปลอดภัยในการขับขี่ ถูกต้องตามหลักวิชาการเกี่ยวกับ Super elevation และ Sight Distance ตามมาตรฐาน Design Speed ของทางและเขตขยายทางของทางที่ต้องการ

3. ไม่ควรให้มีโค้งที่มี Δ มาก (Sharp Curve) ในแนวทางที่เป็นเส้นตรงโดยตลอด ถ้าเป็น Sharp Curve ควรใช้ Spiral Curve แทน

4. ในกรณีที่ PI มี Δ น้อยต้องใส่โค้งให้มีความยาวโค้งอย่างน้อยตามกำหนดต่อไปนี้

Δ = 5° L = 150 เมตร

Δ = 4° L = 180 เมตร

Δ = 3° L = 220 เมตร

Δ = 2° L = 250 เมตร

Δ = 1° ไม่ต้องใส่โค้ง

5. แนวทางไม่ควรเป็นโค้ง ตรงที่จะต้องเป็นทางแยกหรือทางร่วม

6. จุดปลายโค้ง (PT) หรือจุดต้นโค้ง (PC) ควรอยู่ห่างจากตลิ่งของทางน้ำที่เห็นว่าจะต้องสร้างสะพาน อย่างน้อย 100 เมตร

7. แนวทางไม่ควรผ่านไปในที่ลุ่มต่ำ ซึ่งต้องถมสูงเป็นระยะยาวถ้าถ้าจำเป็นต้องผ่านแนวทางช่วงนั้น ก็ไม่ควรจะมีโค้งแต่ถ้าจำเป็นต้องมีก็ให้เป็นโค้งที่มี Δ น้อยที่สุดที่จะทำได้

8. โค้งที่อยู่ใกล้กันและไปในทางเดียวกัน (Broken back) ควรจะมีระยะเส้นตรงระหว่างโค้งให้มากที่สุด (อย่างน้อยประมาณ 100 เมตร) รัศมีความโค้งของโค้งทั้งสองไม่ควรต่างกันเกินกว่า 50%

9. หลีกเลี่ยงการใส่ Reverse Curve และควรจะให้มีระยะเส้นตรงระหว่างโค้งให้มากที่สุดที่จะมากได้

10. แนวทางไม่ควรผ่านบริเวณที่เห็นว่าเป็นพื้นดินอ่อน (Soft Spot) เป็นช่วงยาว

11. แนวทางไม่ควรไต่ไปตามพื้นซึ่งชันกว่าความชันตามมาตรฐานของถนนมากเป็นระยะทางไกลเกินไป

12. แนวทางที่ผ่านลำน้ำใหญ่ ควรจะให้ตั้งฉากกับทางน้ำถ้าจำเป็นต้อง Skew ก็ให้ Skew น้อยที่สุด

13. แนวทางผ่านหมู่บ้านต้องพยายามอย่าให้เฉียดแนวบ้านข้างใดข้างหนึ่งมากเกินไปจนเป็นเหตุให้ต้องมีการรื้อถอนเมื่อก่อสร้าง

14. ในภูมิประเทศที่เป็นภูเขา แนวทางไม่ควรผ่านหุบเขา ควรจะเลาะไปตามไหล่เขาเพื่อลดประมาณงานดินที่จะต้องก่อสร้าง

15. แนวทางไม่ควรเลียบใกล้ตามตลิ่งของน้ำที่มีการกัดเซาะสูง

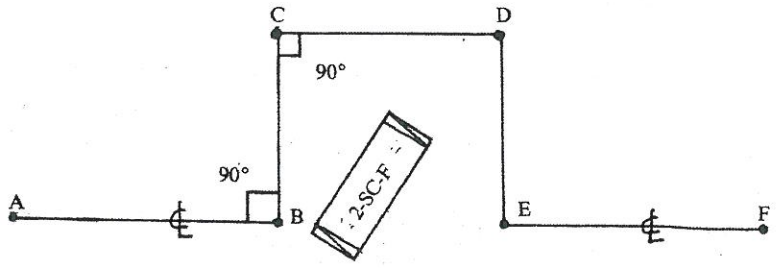
16. แนวทางที่ต้องข้ามลำน้ำกว้าง ไม่ควรข้ามลำน้ำในระดับสูงกว่าท้องน้ำมากๆ (เช่น แนวทางที่โยงข้ามแม่น้ำจากสันเขาริมน้ำทั้ง 2 ฝั่ง เพราะมีปัญหาทางการออกแบบสะพานและตอม่อกลางน้ำ)

ก่อนที่หัวหน้าหน่วยสำรวจตะเลือกแนวทางแต่ละครั้งจะต้องพิจารณาตามที่แสดงไว้ทั้ง 16 ข้อ และพยายามให้แนวทางเป็นไปตามหลักที่ให้ไว้มากข้อเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ได้แนวทางที่ดีและเหมาะสมที่สุด ในกรณีที่มีแนวทางถูกบีบให้ไปตามทางเดินที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ด้วยวิธีใดๆ แล้ว ปรากฏว่าไม่สามารถจะใส่โค้งให้มีรัศมีที่จะให้ความปลอดภัยตามมาตรฐาน Design Speed ของทางและความกว้างของเขตขยายทางได้ก็ให้ใส่โค้งที่มีรัศมีมากที่สุดที่จะทำได้ และควรหมายเหตุลงในสมุดสนาม เพราะว่าก่อนที่จะกำหนดแนวทางสำรวจที่แน่นอนลงไปนั้น หน่วยสำรวจต้องแน่ใจว่า เป็นแนวทางที่ดีที่สุดแล้ว อย่ารีบร้อยกำหนดด้วยเหตุกลัวงานช้าหรือรำคาญที่งานช้า ถ้าไม่แน่ใจว่าจะได้แนวทางที่ดีเนื่องด้วยเห็นภูมิประเทศไปข้างหน้าไม่แจ้งชัดเพราะเป็นป่าก็ให้ทำ Preliminary Survey เฉพาะแนวทางและนำมาเขียนที่สำรวจมา เพื่อกำหนดแนวทางที่แน่นอน หัวหน้าหน่วยสำรวจต้องจำไว้เสมอว่า แนวทางที่ไม่ดีจนผู้ออกแบบต้องแก้ไขอาจเป็นเหตุให้ต้องสำรวจใหม่ เพราะเก็บรายละเอียดคลุมไม่เพียงพอ เป็นเหตุให้เสียหายมากกว่ายอมให้งานล่าช้าบ้างเพื่อความแน่นอน ถ้าไม่แน่ใจดังกล่าว

การแก้อุปสรรคในการว่างแนวทาง

เนื่องจากแนวทางที่วางไว้นั้นจะต้องผ่านพื้นที่ทุกชนิด เพราะฉะนั้นจะมีสิ่งต่างๆ ที่มาบังแนวเล็งกล้องอยู่เสมอ การแก้ปัญหาทำได้ดังนี้

<u>วิธีที่ 1</u> โดยการวัดฉากออก 90 องศา ดังรูป 2.5



รูปที่ 2.5

ให้ AB, EF เป็นแนว Center Line ซึ่งเมื่อวางแนวไปถึง B มีบ้าน ซึ่งเป็นอุปสรรคจะต้องวัดฉากออกไป วิธีการมีดังนี้

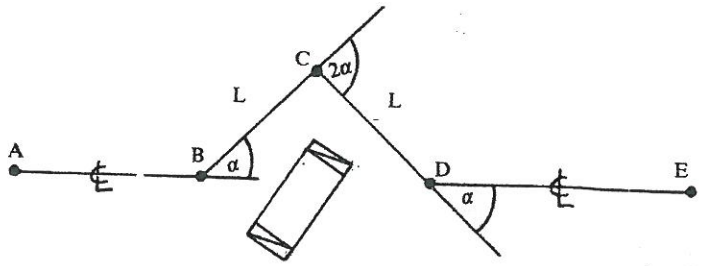
1. ต้องกล้องที่ B ตั้งระดับ หมุนกล้องส่อง A ด้วยกล้องหน้าซ้ายตั้งองศากล้องให้อ่านได้เท่ากับ 0 องศา หมุนกล้องส่อง C ด้วยมุม 90 องศา กลับกล้องเป็นกล้องหน้า R ส่องที่จุด A อีกครั้งจานองศาจะเป็น 180 องศา แล้วหมุนกล้องส่องที่ C อ่านองศาให้ได้ 270 องศา

2. ที่จุด C จะได้จุดสองจุด ซึ่งได้จากกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาแล้วแบ่งครึ่ง Error จะได้มุม ABC = 90 องศาจริงๆ

3. วัดระยะ BC ย้ายกล้องไปตั้งที่จุด C ทำการส่องแบบ Double centering เช่นเดียวกับข้อ 1 จนถึง F ระยะ BC ต้องเท่ากับ DE และต้องวัดด้วยความระมัดระวัง

4. วัดระยะ AB, CD, EF

<u>วิธีที่ 2</u> ใช้ด้านเท่าหรือ สามเหลี่ยมหน้าจั่ว



รูปที่ 2.6

อักษรย่อที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลงานวางแนว

POINT ON TANGENT	=	POT
POINT OF CURVE	=	PC
POINT OF INTERSECTIN	=	PI
POINT OF TANGENT	=	PT
POINT OF SUB TANGENT	=	POST
POINT OF REVERSE CURVE	=	PRC
POINT OF COMPOUND CURVE	=	PCC
STATION	=	STA
RACIUS OF CURVE	=	R
DEGREE OF CURVE	=	D
DERLECTION ANGLE	=	Δ
LENGTH OF CURVE	=	L

TANGENT DISTANCE	=	T
EXTERNAL DISTANCE	=	E
POINT AT MIDDLE OF CURVE	=	EXT
HUB & NALL	=	H & N
RED NALL	=	RN
REINFORCED CONCRETE PIPE CULVERT	=	R.C.P. CULVERT
REINFORCED CONCRETE BOX CULVERT	=	R.C.B. CULVERT
BASE LINE	=	BL
CENTER LINE	=	CL
SPUR LINE	=	SL
BRIDGE	=	BRDG
SURVEY AND CONSTRUCTION LINE	=	S & C LINE

บทที่ 3

การถ่ายระดับ BM และ PROFILE LEVELLING

การถ่ายระดับ BM ในการถ่ายระดับในการทำถนนควรทำดังนี้

1. หมุดระดับควรจะทำทุกๆ ระยะประมาณ 500 เมตร
2. ตัวหมุดควรใช้ Spike เล็ก หรือตะปูตอกคอนกรีตตอกติดกับรากต้นไม้ที่ถากถางแล้วและมีขนาดใหญ่โตพอควร การตอกจะต้องตอกให้หัว Spike โผล่พอที่จะตั้ง Staff ได้และไม่ให้โดนรากต้นไม่
3. ต้นไม้ที่ใช้ทำหมุดระดับควรจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 ซม. และอยู่ห่างจากแนวศูนย์กลางถนนนอกเขตขยายทาง
4. ถ้าไม่มีต้นไม้พอที่จะทำหมุด BM ได้ ก็ให้ทำหมุดระดับโดยใช้แท่งคอนกรีตและฝัง Spike เล็กไว้เป็นจุดระดับขนาดของแท่งคอนกรีต 20 × 20 × 50 ซม. ตอก Guard Stake ไว้ด้วย
5. ติดป้ายชื่อหมุดระดับและค่าระดับให้เห็นได้ชัดเจน ขนาดของแผ่นป้าย 6" × 12" × 1/2"
6. ค่าระดับตัวแรกได้มาจากการถ่ายมาจากหมุดระดับ (BMP, BMS) ของกรมแผนที่ทหาร ถ้าไม่มีก็ให้สมมุติขึ้นให้ใกล้เคียงกับภูมิประเทศโดยดูจากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50000
7. การถ่าย BM จะต้องทำไปกลับ
8. BM ที่ถ่ายจะต้องถ่ายออกจากหมุดที่รู้ค่าระดับไปเข้าหมุดที่รู้ค่า และจะต้องคำนวณการปรับแก้ BM ต่างๆ เสียก่อนจึงจะนำเอาค่าไปใช้ได้

หมายเหตุ BM กำหนดขึ้นมานี้บางที่ห่างกัน 1 KM แล้วทำการปรับแก้ให้ถูกต้อง เมื่องานดำเนินการถึงขึ้นก่อสร้าง เช่นการกำหนดระดับชั้นงานดิน การกำหนดต่างๆ ช่างก่อสร้างหรือช่างสำรวจจะมาทำ BM ใหม่ทุกๆ 100 – 500 เมตร เพื่อสะดวกในการก่อสร้าง

ตัวอย่างการจดบันทึกของ BENCH MARK PARTY

BM. FIELD NOTES AND COMPUTATION

FOREWARD BENCH MARK RUNNING FROM BM.2 TO BM.3

STA.	BS.	HI	FS	ELEV.
BM 2	1089			100.500
	1294		1145	
	1491		1395	
	1299		1225	
	1400		1321	
	1509		1399	
	1278		1343	
	1338		1363	
	1169		1313	
BM 3			1028	100.831
Σ BS	11867	Σ FS	11532	
Σ FS	11532			
DIFF	+0.335			
BACKWARD BM RUNNING FROM BM 3 TO BM 2				
BM 3	1054			100.631
	1410		1260	
	1320		1317	
	1294		1298	
	1304		1425	
	1311		1290	
	1594		1567	
	1341		1560	
BM 2			1239	100.500
Σ BS	10628	Σ FS	10956	
		Σ BS	10628	
		DIFF	−0.328	

REMARKS

WEATHER .....

PC.....

....

ROD.....

ROD.....

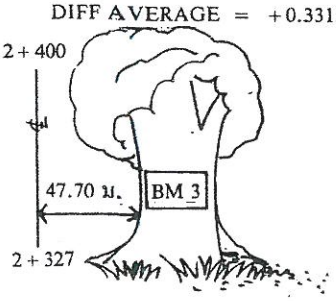
ROD.....

DIFF IN FOREWARD = 0.335

DIFF IN BACKWARD = 0.328

ERROR = 0.007

DIFF AVERAGE = +0.3315



"BM 3" NAIL ON ROOT OF
ϕ 0.75 M. YANG TREE
47.70 M. RT. OF STA.
2 + 327 OF ℄

รูปที่ 3.1

การปรับแก้ค่าระดับ BM

กำหนดให้ BM 1 ทราบค่าระดับเท่ากับ 46,489 ม. และ BM 4 มีค่าระดับเท่ากับ 39.214 ม. จงแก้ค่าระดับ BM 2 และ BM 3 เมื่อระยะทางระหว่างแต่ละ BM ห่างกัน 1 KM

BM.	DIFF.	FIELD ELEV.	CORRECTION	ELEV.
BM.1		46.489	0	46.489
	- 3.279			
BM.2		43.210	+0.002	43.212
	- 4.569			
BM 3		38.641	+0.004	38.645
	+ 0.567			
BM 4		39.208	+0.006	39.214

Error = 39.214 - 39.208

= + 0.006

ค่าแก้ BM 2 = 1/3 × (+006) = +0.002

BM 3 = 2/3 × (+006) = +0.004

BM 4 = 3/3 × (006) = +0.006

ค่า BM ที่แก้แล้วนี้จะนำไปใช้ในงานต่างๆ ต่อไปเช่น ทำ Profile Leveling ทำ x-section ทำ slope stake ฯลฯ

PROFILE LEVELLING (การทำระดับแนวทาง)

คือ การทำระดับเพื่อหาระดับดินเดิมตามธรรมชาติ Existing ground หรือ (Natural Ground Level = NGL) ไปตามเส้นพื้นฐานการสำรวจ (Base Line) เส้น Base Line นี้จะเป็นศูนย์กลางของแนวสำรวจหรือไม่ก็ได้ถ้าเป็นก็เรียกว่าเป็นศูนย์กลางของแนวสำรวจ (Center Line) หรือถ้าเป็นเส้นแนวสำรวจที่แนวจากเส้น Base Line หรือ Center Line เพื่อเก็บรายละเอียดต่างๆ ก็เรียกว่า Spur Line ซึ่งครอบคลุมไปถึงการเก็บค่าระดับต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการออกแบบ เช่น ระดับน้ำสูงสุดในลำน้ำและในที่ลุ่มต่างๆ นอกจากนี้ยังทำหมุดระดับไว้เพื่อใช้เป็นหมุดควบคุมทางระดับในเวลาก่อสร้างอีกด้วย

ก่อนที่จะทำระดับแนวทางได้นั้น หน่วยสำรวจจะไปทำการวางแนวให้ได้เสียก่อน ซึ่งหน่วยสำรวจนี้จะวัดระยะและทำ POT. HUB ไว้ให้ทุกระยะ 25 เมตร และเขียนชื่อติดป้ายไว้ด้วย ในระยะ 25 เมตร นี้ถ้า NGL เปลี่ยนแปลงมากเวลาทำระดับแนวทางก็จะต้องซอยลงไปอีก

จุดที่ต้องเก็บระดับ

1. ทุก Station 25 เมตร
2. ทุกจุด PC PT และ POT
3. ทุกจุดที่มีท่อ
4. ทุกจุดที่แสดงรูปตัดของทางน้ำ
5. คอสะพานทั้งสองข้าง
6. ทุก Station ของ Spur Line ที่ชุดวางแนวได้ทำไว้
7. ทุกจุดของทางแยกที่ไม่ได้วาง Spur Line
8. ทุกจุดที่สภาพพื้นดินเปลี่ยนระดับมากไม่สม่ำเสมอ

ตำแหน่งที่ต้องเก็บระดับน้ำสูงสุด

1. ตามทางน้ำทุกแห่ง
2. ตามที่ลุ่มที่น้ำท่วมถึง
3. บริเวณที่จะเป็นหนองบึงเมื่อฝนตกชุก
4. ระดับน้ำสูงสุด (HWL) หาได้จากคราบน้ำตามตลิ่ง ต้นไม้ และสอบถามจากชาวบ้าน

การบันทึกข้อมูล

1. การเก็บระดับของท้องคลองจะต้องเขียนรูปท้องคลองประกอบในสมุดสนามด้วย พร้อมทั้งทิศทางการไหล่ของกระแสน้ำ

2. ต้องเขียนรูปแสดงตำแหน่ง พร้อมทั้งรายละเอียดของหมุดระดับลงในสมุดสนามด้วย

3. ความเร็วของการทำงานขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของ Rodman การย้ายกล้อง การอ่านกล้อง การวัดระยะซอย

วิธีปฏิบัติงานในสนาม

1. การทำระดับ Profile จะต้องออกจากหมุดที่ทราบค่า elevation แล้วไปเข้าบรรจบหมุดที่ทราบค่าแล้ว เช่นเดียวกัน ความผิดไม่ควรเกิน = 25 mm. $\sqrt{K}$

2. ถ้าดินเปลี่ยนแปลงมากให้ Chain Man วัดระยะซอยของดิน การวัดระยะให้วัดละเอียดตามสมควร

3. ค่า IFS อ่านละเอียดเป็น 1 เซนติเมตรก็พอ

4. ค่า FS และ BS จะต้องอ่านให้ละเอียดเหมือนกับการถ่าย BM ทุกประการ

5. ค่า Profile ข้ามลำน้ำจะต้องซอยทุกระยะ 2 เมตร หาค่าระดับน้ำสูงสุด ทิศทางไหล อัตราการไหล

6. สัญญาที่ใช่จะต้องซักซ้อมกันให้คล่องอย่าให้ผิดพลาดได้

7. Instrument Man จะต้องอธิบายหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มของตนเองให้เข้าใจในหน้าที่ของแต่ละคน อย่าให้ก้าวก่ายหน้าที่กันแต่ให้ประสานงานกันมากที่สุด

บทที่ 4
การทำระดับตามขวางแนวทาง
(CROSS SECTION หรือ X-SECTION)

การ Cross section คือ การทำระดับของดินเดิม (Existion ground) ไปในแนวตั้งฉากกับเส้นพื้นฐานของแนวสำรวจ (Base Line) ค่าระดับของดินเดิมที่ได้มาจะนำมาเขียนลงในกระดาษเขียนแบบ จุดประสงค์ก็เพื่อที่จะหาจำนวนปริมาณงานดินเป็นประการสำคัญ และเพื่อให้เป็นแนวทางพิจารณาการออกแบบทางด้านการระบายบ้างในบางแห่ง และกำหนดแนวทาง ฯลฯ

เมื่อทราบจุดประสงค์ที่ต้องทำ Cross section แล้วช่างสำรวจก็ต้องทำ Cross section ให้ได้ค่าที่จะนำไปหาปริมาณงานดินให้ได้ปริมาณงานดินที่ใกล้เคียงความจริงที่สุด การเก็บระดับดินเดิมในบางจุดบน Station ที่ทำจะมีผลทำให้ได้ระดับดินเดิม (NGL) ซึ่งเมื่อนำไปคำนวณค่าปริมาณงานดินแล้วจะทำให้ได้ค่าระดับดินเดิมนั้น เมื่อนำไปหาปริมาณงานดินแล้วจะได้ค่าถูกต้องกว่า

การทำ Cross section ด้วยกล้องระดับ

วิธีปฏิบัติในสนาม

หมุดระดับที่จะต้องใช้ในการทำ Cross section ก็คือ BM หรือ TBM หรือ Station ที่ได้ทำการส่อง Profile แล้วนั้นก็นำมาใช้ได้เพราะทุกจุดทราบค่า Elevation หรือ HUB แล้ว การปฏิบัติทำได้ดังนี้

1. คนกล้องตั้งกล้องส่อง BS ไปยัง BM หรือ HUM หรือ TBM
2. หมุดกล้องส่องค่า IFS บน Staff ที่ตั้งบน Cross Line หรือ Spur Line ในขณะเดียวกัน Chain Man ก็วัดระยะจาก Base Line ไปยังจุดตั้ง Staff นั้น
3. ข้อมูลต่างๆ ผู้จดบันทึกจะต้องจด ตลอดจนเขียนภาพ Sketch ต่างๆ อย่างละเอียด
4. การจับฉากถ้าระยะใกล้ก็ใช้ Optical square ถ้าไกลมากก็ใช้กล้อง Theodolite

จุดที่ต้องทำ Cross section

1. ทุก Station 25 เมตร (Sta.เดียวกับ Profile)
2. ทุกจุดที่มีท่อ
3. ทุกจุดที่มีทางน้ำ
4. คอสะพานทั้งสองข้าง
5. ทุก Station ของ Spur Line ที่ชุด Alignment party ทำไว้
6. ทุกจุดของทางแยกที่ไม่ได้วาง Spur line

ขอบเขตของการเก็บ Cross section

การเก็บระดับจะต้องเก็บกว้างข้างละเท่ากับ ROW หรือมากกว่า ถ้าจำเป็นทั้งสองด้าน ในกรณี Spur line ที่เป็นถนนอาจเก็บออกไปไม่เท่ากับ ROW ของ Center Line ประมาณ 15 – 20 เมตร ในกรณี Spur line ที่เป็นคลองให้เก็บคลุมขอบตลิ่งไปข้างละไม่น้อยกว่า 10 เมตร

จุดที่ต้องเก็บระดับในแต่ละ Cross section

1. ในกรณีที่มีถนนเดิมอยู่ให้เก็บที่ Base line กลางถนน ไหล่ทาง ขอบร่องน้ำข้างถนน ก้นร่องน้ำ ข้างถนนและบนพื้นดินทุกจุดที่เปลี่ยนความลาด (slope)
2. ในกรณีที่ไม่มีคันทาง เก็บที่ Base line และตามจุดที่ดินเปลี่ยนความลาด
3. ในกรณีไม่มีคันทางและพื้นดินราบเสมอกัน สังเกตการณ์เปลี่ยนความลาดของพื้นดินได้ยาก เช่น ทุ่งนาหรือป่าที่พื้นดินเสมอกัน ก็ให้เก็บที่ Base line และทุก 5, 10, 20 และที่ ROW จาก Base line
4. หลีกเลี่ยงการเก็บระดับบนพื้นที่เปลี่ยนความลาด ซึ่งจะทำให้ค่างานดินผิดไปมาก เช่น จอมปลวกเนินดิน ที่มีความยาวไปตาม Station ไม่ถึง 10 เมตร และคันนา หลุมหรือบ่อที่มีความยาวไปตาม Station ไม่ถึง 10 เมตร
5. ใน Cross section บนท่อ นอกจากเก็บที่ Base line กลางถนนและไหล่ทางแล้ว ต้องตั้ง Staff เก็บที่ปลายปากท่อ (หลังท่อ) และ Inlet หรือ Outlet และบนพื้นดินที่เปลี่ยนความลาดจนถึง ROW
6. ใน Cross section ของทางน้ำเก็บระดับที่ Base line และทุกจุดที่เปลี่ยนความลาดจนถึง ROW
7. ใน Cross section ของคอสะพานเก็บระดับที่ Base line กลางถนน ไหล่ทางและทุกจุดที่พื้นดินเปลี่ยนความลาด (slope)
8. ใน Cross section ของ Spur line ที่เป็นถนนเก็บแบบเดียวกับของ Base line ทุกกรณีใน Cross section ของ Spur line ที่เป็นคลองเก็บที่ขอบตลิ่ง, ก้นคลองที่ตลิ่ง และก้นคลองที่กลางน้ำ และบนตลิ่ง ที่พื้นดินเปลี่ยนลาดและที่ 10 เมตร จากขอบตลิ่งและจุดบน Spur line

บทที่ 5
การเก็บรายละเอียดของพื้นที่
(Topographic Survey)

การเก็บรายละเอียดของพื้นที่ คือ การเก็บรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ที่จะต้องใช้ประกอบเพื่อพิจารณาในการออกแบบ การเก็บรายละเอียดของสิ่งต่างๆ นี้เก็บทั้งตำแหน่ง รูปร่าง ตลอดจนลักษณะและชนิดของสิ่งต่างๆ เช่น อาคารบ้านเรือน ลำน้ำ เสาไฟ รั้ว ถนน สะพาน ท่อระบายน้ำ ต้นไม้ ทางแยก ร่องน้ำ ฯลฯ สำหรับรายละเอียดของพื้นที่ก็เก็บเป็นลักษณะ เช่น ป่าทึบ ป่าโปร่ง ทุ่งนา หนอง บึง ลานหิน สันเขา ไหล่เขา เป็นต้น สิ่งต่างๆ ที่ต้องเก็บรายละเอียดตามข้างต้นนี้ ทุกสิ่งมีความสำคัญที่จะต้องใช้พิจารณาในการออกแบบทั้งนั้น เช่น ใช้เป็นข้อพิจารณาในการออกแบบแนวทางได้แนวทางที่เหมาะสมกับสภาพของสิ่งเหล่านั้นถูกต้องตามหลักวิชาการ และประหยัดด้วย ใช้เป็นข้อพิจารณาในการออกแบบทางด้านการระบายน้ำ และใช้เป็นข้อพิจารณาในการหาราคาของถนนในบางส่วน การเก็บรายละเอียดของพื้นที่นี้จะเก็บไปตามเส้น Base line ที่หน่วยวางแนวทางทำไว้ สำหรับขอบเขตของการเก็บแล้วแต่สภาพความเหมาะสม การเก็บรายละเอียดนี้เป็นหน้าที่ของ Topographic Survey

วิธีปฏิบัติในสนาม

งานเก็บรายละเอียดพื้นที่ เป็นงานที่ทำตามหลังงานวางแนวในที่นี้แสดงถึงวิธีการทำงานของชุดทำงานเก็บรายละเอียดของพื้นที่ทั้งชุด

วิธีทำ ทำตามลำดับต่อไปนี้

1. ดึงเทปในระหว่าง Station 25 เมตร บน Base line (หรือ Center line หรือ Spur line ที่หน่วยวางแนวทำไว้) ให้ต้นเทปอยู่ที่จุด Station ที่อยู่ปลายเทป

2. Rodman คนหนึ่งจะถือ Pentaprism square หรือ Optical square ซึ่งต้องมีดิ่งทิ้งให้ตรงจุดที่ตั้งฉากกับจุดของสิ่งต่างๆ ที่ต้องการเก็บ โดยเล็งผ่าน Pentaprism square ไปยัง Pole แล้วเดินไปตามเทปที่วางทาบบนพื้นดิน โดยให้ปลายดิ่งจาก Optical square อยู่บนเทป เดินหน้าหรือถอยหลังจนเห็นจุดที่ต้องการทับกับ Pole เมื่อเล็งที่ Optical square ทิ้งดิ่งลงมาที่เทปอ่านค่า Station บนเทปจะได้ Station ที่ต้องฉากกับจุดที่ต้องการเล็ง ทำเครื่องหมายแสดง Station นี้บนพื้นดิน ถ้าพื้นเป็นที่สามารถเขียนโดยชอล์คได้ก็เขียนบนพื้น ถ้าพื้นเป็นดินก็ใช้ Pin ขีดเป็นเครื่องหมายแสดง Station ที่ตั้งฉากกับจุดนั้น

3. หา Station ที่ตั้งฉากกับจุดที่ต้องการเก็บต่อๆ มา โดยทำวิธีเดียวกับข้อ 2 จดหมดระยะเทปที่ขึงไว้

4. เริ่มวัดระยะของจุดที่ต้องการเก็บว่าห่างจาก Base line เท่าใดโดย Rodman คนหนึ่งถือต้นเทปไปยังจุดนั้นๆ และ Rodman อีกคนหนึ่งถือสายเทปที่ Station ตั้งฉากกับจุดนี้บน Bade line และอ่านระยะห่าง ระยะที่ได้เป็นระยะ offset

5. ผู้บันทึกข้อมูลบันทึกค่า Station ที่ตั้งฉากกับจุดนั้นและระยะของจุดห่างจาก Bade line

6. Rodman วัดระยะห่างของจุดต่างๆ และผู้บันทึกข้อมูลก็บันทึกไว้เขียนรูปลักษณะของสิ่งต่างๆ พร้อมทั้งรายละเอียดลงในสมุดสนาม

7. เมื่อกำหนดช่วงเทปที่ขึงในระยะ 25 เมตรแล้ว ก็ทำช่วง Station ต่อไปโดยวิธีเดียวกันตั้งแต่ข้อ 1 มาตามลำดับ

การบันทึกข้อมูลการเก็บรายละเอียดของพื้นที่

ในการเก็บรายละเอียดของพื้นที่โดยปกติผู้ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลจะเป็นผู้ควบคุมการทำงานของชุดและรับผิดชอบงานทั้งหมด ดังนั้น จึงมีสิ่งต่างๆ ที่ผู้บันทึกข้อมูลต้องรู้เพื่อนำไปใช้ในสนามได้ถูกต้องจุดประสงค์ของการทำและเพื่อให้ได้ผลงานที่เรียบร้อยถูกต้องและรวดเร็วด้วยตามลำดับต่อไปนี้

1. ความพร้อมเพรียงของคนและเครื่องมือก่อนออกทำงาน

1.1 กำลังคน ผู้จดบันทึก Rodman จำนวน 2 คน

1.2 เครื่องมือ Pentaprism Square 1 อัน

ลูกดิ่ง	1 ลูก
เทปผ้า	30 เมตร 2 อัน
Pole	1 อัน
Grayon	(ถ้าจำเป็น)
สมุดสนาม	

จะต้องได้รับการตรวจสอบว่าพร้อมก่อนออกเดินทางทำงานและเก็บเรียบร้อยก่อนเดินทางกลับ การใช้และนำพาเครื่องมือต้องระมัดระวังมิให้ชำรุด

2. สิ่งที่ต้องเก็บรายละเอียด ช่างสำรวจต้องคิดอยู่เสมอว่าทุกสิ่งทุกอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้พิจารณาแบบและอยู่ในขอบเขตการเก็บรายละเอียดแล้ว จะต้องเก็บรายละเอียดทุกครั้ง

รายการของสิ่งต่างๆ ที่สำคัญๆ และต้องเก็บรายละเอียด

2.1 ตำแหน่ง, ขนาดของ

1) อาคาร บ้านเรือน และสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ เช่น ประตูน้ำ เขื่อน ถังประปา ฯลฯ

2) ท่อระบายน้ำทั้งท่อกลมและท่อเหลี่ยม

3) สะพานไม้และคอนกรีตเสริมเหล็ก

4) รั้วไม้ รั้วอิฐ สังกะสี ลวดหนาม ลวดตาข่าย

5) สิ่งปลูกสร้างเพื่อการจราจร เช่น วงเวียน เกาะ

6) แม่น้ำลำคลอง ลำธาร พร้อมทิศทางการไหลของน้ำและชื่อลำน้ำ

7) บ่อน้ำ สระน้ำ

8) ต้นไม้โดดๆ ที่เก็บเป็นต้นได้

9) บริเวณต่างๆ เช่น วัด โรงเรียน ป่าช้า ที่ลุ่ม หนอง บึง บริเวณที่เป็นหิน (แสดงชนิดของหินด้วย) ฯลฯ

2.2 ตำแหน่งของ

1) เครื่องหมายจราจร เช่น หลักโค้ง หลักกิโลเมตร หลักเขตขยายทาง หลักป้ายจราจรต่างๆ

2) เสาโคมไฟ เสาไฟฟ้าแรงสูงพร้อมแนวสายไฟ

3) เสาโทรเลข โทรศัพท์พร้อมแนวสาย

4) หมุดระดับ

5) ทางรถไฟ

6) ท่อประปาพร้อมขนาด

7) ท่อระบายน้ำอื่นๆ

2.3 ลักษณะภูมิประเทศ

1) สันเขา ไหล่เขา หุบเขา (แสดงขอบเขต)

2) ป่า (บอกชนิดของป่า)

3) สวน (สวนอะไร แสดงขอบเขต)

4) นา (แสดงขอบเขต)

5) ทุ่งหญ้า

6) หาดทราย

7) ไร่

2.4 อื่นๆ

1) ตำแหน่งของผิวจราจร ขอบไหล่ทาง ขอบถนน

2) ชนิดของผิวจราจรของถนน

3) ตำแหน่งของร่องน้ำข้างทาง

4) Station PC, PT,POT และ Sta. 25 เมตร

3. จุดที่ต้องเก็บรายละเอียดต้องเก็บตลอดแนวทางบนเส้น Base Line, Center Line และ Station บนแนวทางทุก Station ต้องได้รับการตรวจสอบว่ามีระยะถูกต้อง

4. ขอบเขตการเก็บรายละเอียดจากเส้น Base Line หรือ Center Line ออกไปข้างละเท่ากับเขตขยายทาง ในกรณีที่เก็บตามเส้น Spur Line ก็ให้เก็บออกไปจนคลุมสิ่งที่ต้องการเก็บ เช่น ลำคลอง ก็ให้คลุมไปจนเลยตลิ่งคลองเข้าไป และถ้าเป็นถนนทางแยกที่ทำ Spur Line เข้าไปก็เก็บให้คลุมถนนและถ้าทีอาคารอยู่ติดถนนก็เก็บคลุมอาคารเหล่านั้นด้วย (ทั้งนี้ขอบเขตของการเก็บรายละเอียดตามเส้น Spur Line ที่แยกเข้าไปตามถนนที่เป็นทางแยกกับแนวทาง ไม่ควรเกินข้างละเท่าเขตขยายทางของแนวทางตามเส้น Base Line)

5. การควบคุมการทำงาน ในระหว่างการทำงานผู้บันทึกข้อมูลจะต้องอยู่กับ Rodman เพื่อควบคุมให้ Rodman วัดระยะต่างๆ ของสิ่งที่จะเก็บรายละเอียด

6. การบันทึกข้อมูล

6.1 บันทึกเส้นแนวทางพร้อม Station ลงบนสมุดสนามเสียก่อน (พยายามให้ scale ด้วย)

6.2 จดค่า Station ของจุดที่เก็บพร้อมทั้งระยะ offset และเขียนรูปสิ่งทีเก็บให้เรียบร้อย และควรให้ได้สเกลด้วยเพื่อความเรียบร้อย

6.3 รูปสิ่งต่างๆ ที่เขียนลงต้องมีค่า Station ค่า offset และระยะความกว้างยาวของสิ่งเหล่านั้นประกอบด้วยอย่างเรียบร้อย

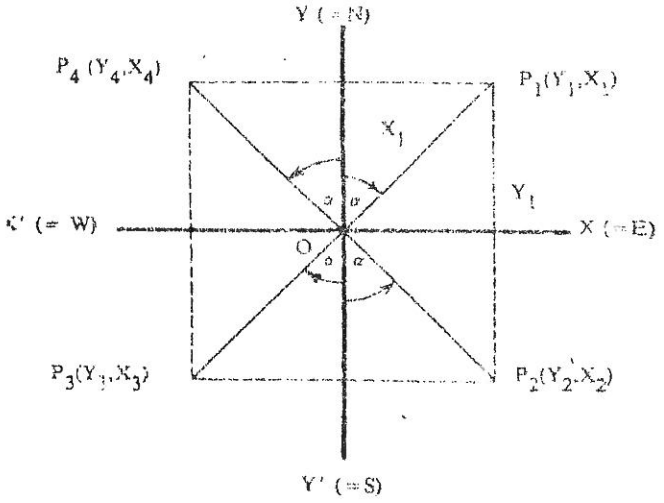
6.4 สิ่งต่างๆ ถ้าใช้สัญลักษณ์แทนได้ก็ให้ใช้ สิ่งใดไม่สามารถใช้สัญลักษณ์ได้ก็บรรยายด้วยตัวอักษรโดยละเอียด

บทที่ 6

ระบบพิกัดฉาก

(RECTANGULAR COORDINATE)

ในงานสำรวจโดยปกติแล้วตำแหน่งของจุดต่างๆ จะต้องอ้างถึงแกนสองแกนหรือเส้นสองเส้น ซึ่งตั้งได้ฉากกันและกัน แกนสองแกนนี้เราเรียกว่าแกนพิกัดฉาก และจุดตัดของแกนทั้งสองเราเรียกว่า จุดศูนย์กำเนิด (Origin of coordinate)



รูปที่ 6.1

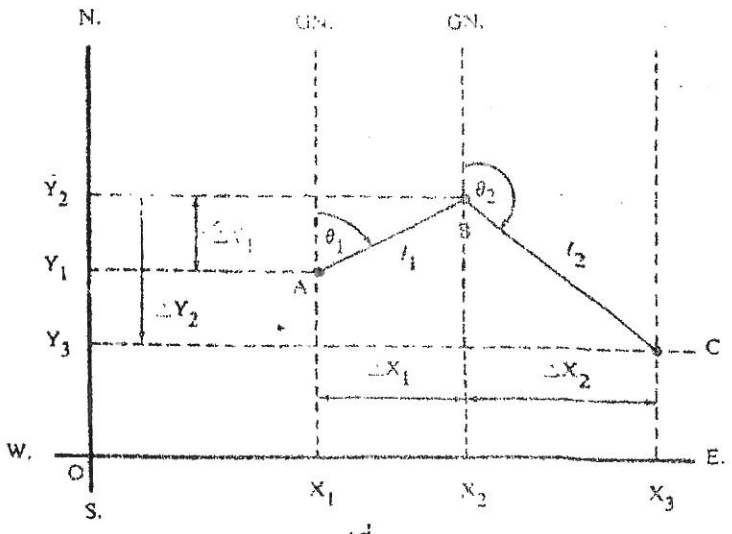
จากรูปกำหนดให้

XX'	เป็นพิกัดราบ
YY'	เป็นพิกัดตั้ง
α	เป็น R.B. หรือ Bearing
OP	(ใดๆ) เป็นด้านของวงรอบให้ยาวเท่ากับ L
X,Y	(ใดๆ) เป็นพิกัดฉากจากศูนย์กำเนิด
l	เป็นระยะวงรอบ

ในทางสำรวจเราจะให้แกนสองแกนนี้เป็น เหนือ-ใต้ และออก-ตก เพราะฉะนั้นใน Quadrant ที่ 1 พิกัด ฉากก็จะเป็น N-E, Quadrant 2 ก็จะเป็น S-E, Quadrant 3 ก็จะเป็น S-W, Quadrant 4 ก็จะเป็น N-W (หรือ น.อ. ต.อ. ต.ฎ. น.ต. ตามลำดับ)

เครื่องหมายพิกัดฉาก

P อยู่ใน Quadrant	เครื่องหมายพิกัดฉาก		WCB (θ)
	Y	X	
1	+N	+E	0-90
2	-S	+E	90-180
3	-S	-W	180-270
4	+N	-W	270-360



รูปที่ 6.2

จากรูปกำหนดให้ O เป็น Origin หรือจุดศูนย์กำเนิด

Δy ใดๆ เป็น Latitude

Δx ใดๆ เป็น Departure

A,B,C เป็นหมุดของวงรอบ

θ_1, θ_2 เป็น Azimuth (=WCB)

l เป็นระยะวงรอบ

ในวงรอบด้าน AB

Latitude $= \Delta y_1 = l_1 \cos \theta_1$

Departure $= \Delta x_1 = l_1 \sin \theta_1$

หรือเนื่องจากว่า AB อยู่ใน Quadrant ที่ 1

$$\Delta y_1 = \Delta N = l_1 \cos \theta_1$$

$$\Delta x_1 = \Delta E = l_1 \sin \theta_1$$

สรุปเป็นสูตรทั่วไปว่า

$$\Delta y_1 = \text{Latitude} = l \cos \theta$$

$$\Delta x_1 = \text{Departure} = l \sin \theta$$

การคำนวณจะใช้ θ (= WCB) หรือจะใช้ α (= RB) ก็ได้ถ้าใช้ θ เครื่องหมายจะออกมาเป็นบวกลบเลย ถ้าหากใช้เครื่องคำนวณไฟฟ้า ส่วนการใช้ α จะต้องจำค่าเครื่องหมาย Latitude และ Departure ดังตารางข้างล่าง

เครื่องหมายของ LATITUDE และ DEPARTURE

ด้านของ วงรอบอยู่ ใน Quadrant ที่	Latitude Δy	Departure Δx	WCB (θ)	RB. α
1	+	+	0-90	N αE
2	-	+	90-180	S αE
3	-	-	180-270	S αW
4	+	-	270-360	N αW

บทที่ 7

วงรอบ (TRAVERSE)

วงรอบจะประกอบด้วยเส้นตรงหลายเส้น ที่ต่อเนื่องกันไปและที่จุดสุดท้ายของเส้นตรงแต่ละด้านจะมีหมุดวงรอบซึ่งเป็นหมุดถาวรหรือชั่วคราวก็แล้วแต่งานที่ต้องสำรวจ บางทีหมุดวงรอบเรียบว่า หมุดบังคับทางราบ (Horizontal control) ระยะทางระหว่างหมุดวงรอบจะต้องทำการรังวัดด้วยเทปเหล็ก แบบไปกลับหรือทำการรังวัดด้วยเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Distance Measurement = EDM) ซึ่งวัดระยะเครื่องวัดในสมัยปัจจุบันสามารถจะรังวัดซ้ำโดยอัตโนมัติได้ 6 ครั้ง

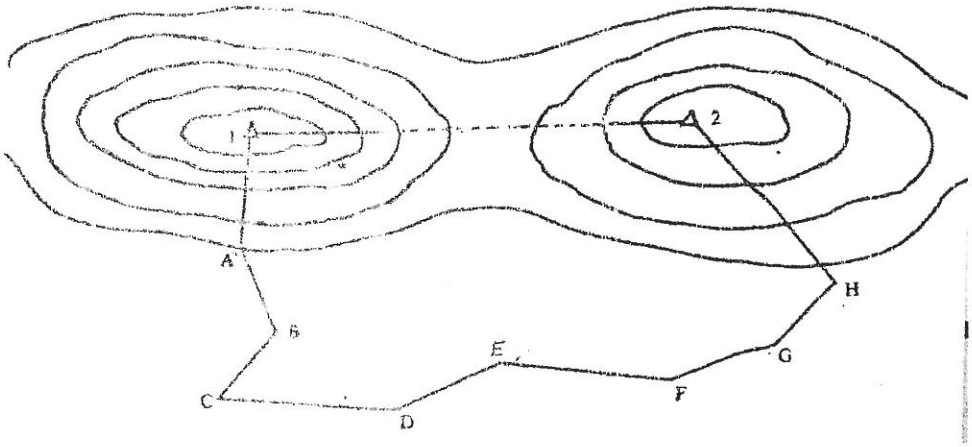
ที่หมุดของวงรอบแต่ละหมุดนั้น จะเป็นจุดเปลี่ยนทิศทาง เพราะฉะนั้นจะต้องทำการรังวัดด้วยเครื่องวัดมุม เช่น เข็มทิศ หรือ Theodolite ถ้าวงรอบที่มีความละเอียดจะต้องทำการรังวัดดาราศาสตร์ด้วย

จุดประสงค์ของการทำวงรอบ

การทำวงรอบเป็นวิธีการกำหนดหมุดบังคับทางราบที่สะดวกที่สุด และจะทำได้ง่ายเมื่อมีรายละเอียดน้อยเพราะอุปสรรน้อย แต่ถ้าพื้นที่ที่มีรายละเอียดมากหรือเป็นป่าการทำจะทำได้ยาก เพราะฉะนั้นการสำรวจจะใช้วิธีอื่น เช่น การสามเหลี่ยม และ Trilateration จุดประสงค์การทำวงรอบมีดังนี้

1. ทำหมุดบังคับแผนที่เพื่อการสำรวจกรรมสิทธิ์ที่ดิน
2. ทำหมุดบังคับทางราบ เพ่อการสำรวจและทำแผนที่ภูมิประเทศ
3. ใช้เพื่อการสำรวจเพื่อการออกแบบและสิ่งก่อสร้าง ทางหลวง ทางรถไฟ แนวท่อต่างๆ และงานทั่วไป
4. ใช้ในการทำจุดบังคับ (Ground Control) เพื่อการทำแผนที่จากรูปถ่ายทางอากาศ

และนอกจากนี้ การวงรอบยังใช้เชื่อมโยงหมุดของการสามเหลี่ยมเพื่อให้ค่าพิกัดต่อเชื่อมกันได้



รูปที่ 7.1 การทำวงรอบเชื่อมกับหมุดการสามเหลี่ยม

ปัจจุบันการเชื่อมโยงหมุดหรือการโยงค่าทำได้สะดวกขึ้น เพราะมีเครื่องมือวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งวัดระยะได้ไกลมาก

วิธีการทำวงรอบ

การทำวงรอบนี้มีหลายวิธี ซึ่งแล้วแต่จุดประสงค์และความละเอียดที่ต้องการ รวมทั้งเวลาที่กำหนดให้ในงานสำรวจเวลาน้อยก็จะต้องใช้วิธีที่รวดเร็ว การทำวงรอบนี้เครื่องมือและวิธีการจะแตกต่างกันไป แต่หลักการแล้วเหมือนกัน วิธีการมีดังนี้

1. การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ (Compass traverse) เครื่องมือที่ใช้จะเป็นเข็มทิศ หรือ Compass Theodolite เช่น WILDT$_0$ การรังวัดมุมจะอาศัยทิศเหนือแม่เหล็ก ค่าที่ได้ออกมาเป็น Azimuth แม่เหล็ก

2. การทำวงรอบด้วยกล้อง Theodolite วิธีนี้จะใช้กล้อง Theodolite วัดง่ามมุมต่อเนื่องกันไป จะเป็นมุมภายนอกหรือภายในก็แล้วแต่ทิศทางการทำวงรอบ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ถ้าผู้สำรวจเดินไปข้างหน้ามุมที่จะวัดคือมุมทางซ้ายมือนั้นเอง ส่วนระยะจะวัดด้วยเทป หรือวัดด้วย EDM ก็ได้

3. การทำวงรอบด้วยวิธี Tacheometry วิธีถ้าใช้กล้อง Theodolite ธรรมดาก็จะใช้วิธี Stadia หรือถ้าใช้กล้อง Tacheometer เช่น กล้อง WILD RDS ผลก็จะได้เหมือนกัน นอกจากนี้ยังมี Invar bar การใช้วิธีนี้ก็เพื่อที่จะให้ผลการสำรวจได้เสร็จสิ้นอย่างรวดเร็ว เหมาะแก่การทำ Site survey งานเกษตรกรรม ฟาร์ม แผนที่ภูมิประเทศ

4. การทำวงรอบโดยการใช้ Electronic tacheometer วิธีนี้จะให้ความละเอียดมาก เพราะเครื่องมือที่ใช้นั้นเขาสร้างให้ระบบการวัดระยะรวมกับ Digital theodolie สามารถอ่านระยะดิ่ง ระยะราบและค่ามุมออกมาเป็นตัวเลขเลย

5. การทำวงรอบโดยระบบ Electronic total station เครื่องมือที่ใช้นี้จะคล้ายกับแบบที่ 4 แต่ตัวกล้องมีระบบ Microprocessor และเครื่องวัดระยะมีทั้งชนิดติดสายและถอดออกได้ การวัดมุมอาจจะวัดหน้าเดียวเพราะมีระบบเฉลี่ยความผิดในตัว เครื่องสามารถต่อ Electronic field book หรือ Data terminal ได้ ซึ่งสามารถเก็บได้เป็น 1,000 หมุด รวมทั้งสามารถเก็บรายละเอียดได้ด้วย ผลงานสามารถ On line กับ Computer ได้เลย หรือ จะส่งข้อมูลทางโทรศัพท์ก็ได้

6. การทำวงรอบโดยระบบ Inertial position systems เครื่องมือจะติดตั้งบนรถยนต์ หรือเฮลิคอปเตอร์ ข้อมูลที่ได้จะทราบทั้งพิกัดในแนวราบและค่าระดับ สามารถนำมาออกแบบได้ เช่น การสำรวจการวางแนวท่อ สายไฟฟ้าแรงสูง ถนน เขื่อน ฯลฯ

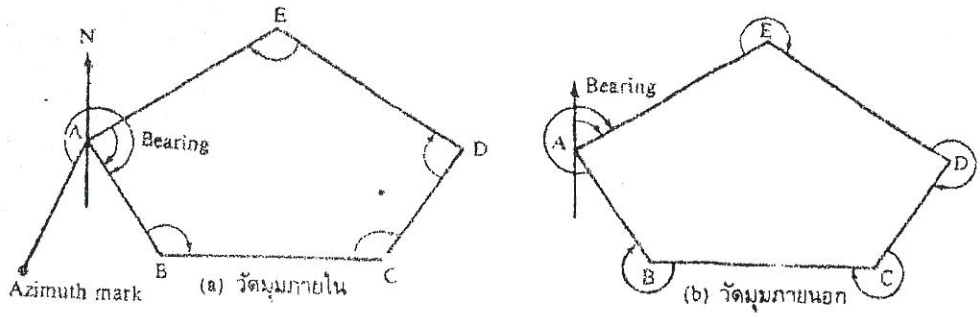
7. การทำวงรอบโดยวิธี Deflection angle วิธีนี้ใช้ในการสำรวจแนวทางต่างๆ การวัดมุมจะวัดแบบมุมเห

แบบมุมเห

ลักษณะของวงรอบ

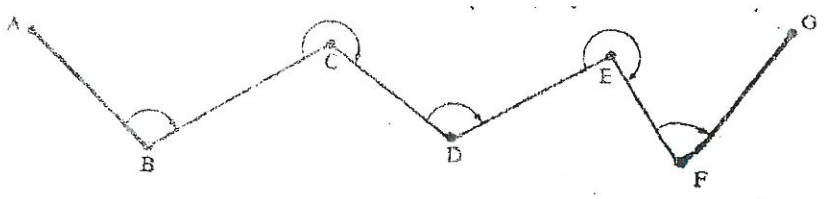
วงรอบจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. วงรอบปิด (Closed Traverse) เป็นวงรอบที่ทำเป็นวงจร หมุดเริ่มต้นและบรรจบจะเป็นหมุดเดียวกันและจุดออกจะต้องเป็นหมุดหลักฐานคู่หรือที่มีค่าพิกัดและมีหมุดอ้างอิง (Azimuth mark) วงรอบปิดสามารถจะตรวจสอบมุมที่ทำการรังวัดได้ และคำนวรพิกัดฉากตรวจสอบความผิดของการรังวัดมุมและระยะได้ การส่องกล้องจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การวัดมุมภายนอก และการวัดมุมภายใน หรือการรังวัดมุมซ้ายมือ (ดังรูป)



รูปที่ 7.2 ลักษณะของวงรอบปิด

2. วงรอบเปิด (Opened Traverse) เป็นการทำวงรอบออกจากหมุดหลักฐานคู่หนึ่งซึ่งเป็นวงรอบเดิม ที่รู้ค่าพิกัดทั้งสองหมุด แล้วทำไปเข้าบรรจบกับหมุดหลักฐานอีกคู่หนึ่งที่ทราบค่าพิกัดเช่นเดียวกัน จากการตรวจสอบมุมและคำนวณพิกัดจะสามารถตรวจสอบความผิดที่เกิดขึ้นได้ AB และ FG เป็นหมุดของการสามเหลี่ยมก็ได้



รูปที่ 7.3 ลักษณะของวงรอบเปิด

หมายเหตุ การทำวงรอบถ้าไม่ได้ออกจากหมุดที่ทราบค่าพิกัดหรือกำหนดเองเราเรียกวงรอบนี้ว่า วงรอบลอย

ชนิดของวงรอบ (Type of Traverse Survey)

การทำการสำรวจด้วยวิธีการวงรอบนั้น จะมีความแตกต่างกันทั้งด้านความละเอียด เครื่องมือ วิธีการและจุดประสงค์ของการสำรวจ บางตำราจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

1. วงรอบธรรมดา (Ordinary traverse) กำหนดให้ความละเอียดสูง 1:10,000 กล้องที่ใช้วัดอ่านได้ 20" หรือ 1" วัดระยะด้วยโซ่เทป

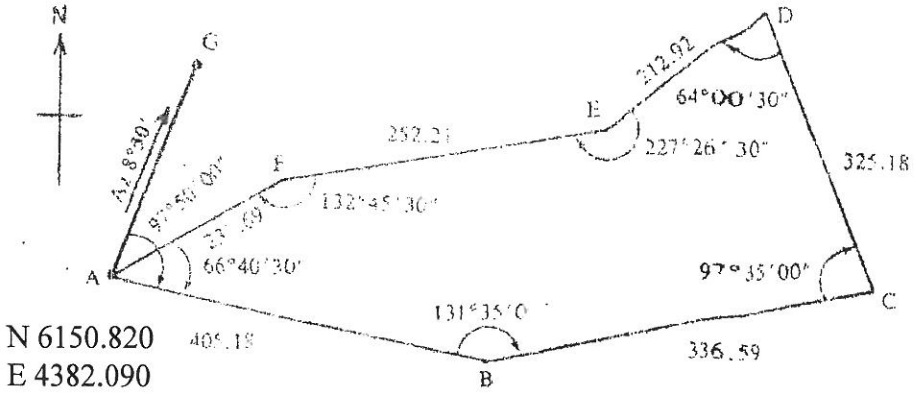
2. วงรอบพิเศษ (Precise traverse) กำหนดให้ความละเอียดเท่ากับ 1:100,000 กล้องที่ใช้เป็นชนิดที่อ่านได้ 1", 0.1" เช่น T_2 ,T_3 ระยะเทปจะต้องแก้ทุกอย่างหรือการวัดระยะจะใช้ EDM ส่วนมากในประเทศไทยนิยมเรียกว่าวงรอบ UTM ถ้าทำการสำรวจเพื่อสร้างตึกขนาดใหญ่ จะใช้ความละเอียด 1:40,000 กล้องที่ใช้ 1" เทปจะต้องเป็น Steel tape หรือ Invar tape แล้วแต่งาน การแก้ระยะของเทปจะแก้ทุกอย่าง หมุดหลักฐานจะต้องถาวร ความผิดทางมุม 2" $\sqrt{N}$

การทำวงรอบโดยการวัดมุมซ้ายมือ

การทำวงรอบโดยวิธีนี้ จะเหมือนกับการทำวงรอบโดยวิธีอื่น แต่การวัดมุมจะทำการวัดมุมภายในหรือมุมภายนอกหรือจะกล่าวได้ว่าทำการวัดมุมซ้ายมือ ตามทิศทางของการทำวงรอบ

วงรอบปิด (Closed Traverse)

ตัวอย่าง การทำวงรอบโดยการวัดมุมในรูป และ AG เป็นแนว Azimuth อ้างอิง



รูปที่ 7.4 วงรอบปิด

ก. การตรวจสอบมุมของวงรอบปิด

ผลรวมของมุมภายใน = (2N – 4)90

หรือ = (N – 2)180 .....(1)

ผลรวมของมุมภายนอก = (2N + 4)90

หรือ = (N + 2)180 .....(2)

เมื่อ N = จำนวนด้าน / จำนวนมุม

ผลรวมของมุมจะต้องไม่เกินข้อกำหนดของวงรอบ เช่น วงรอบชั้น 3 จะต้องไม่เกิน $30''\sqrt{N}$ ข้อกำหนดของกรมที่ดิน งานชั้น 3 = $75''\sqrt{N}$

หมุด	มุมที่วัดได้	ค่าแก้	มุมที่แก้แล้ว	หมายเหตุ
A	66° 40' 30"	– 30"	66° 40' 00"	
B	131° 35' 00"	– 30"	131° 34' 30"	
C	97° 35' 00"	– 30"	97° 34' 30"	
D	64° 00' 30"	– 30"	64° 00' 00"	
E	227° 26' 30"	– 30"	227° 26' 00"	
F	132° 45' 30"	– 30"	132° 45' 00"	
รวม	720° 03' 00"	– 03' 00"	720° 00' 00"	ck
(2N – 4) 180	720° 00' 00			
closure	03' 00"			

จากตารางความผิดทั้งหมด 03^1 = 180 ฟิลิปดา

ถ้าเป็นวงรอบชั้นที่ 3 ยอมให้ผิดได้ = $30''\sqrt{N}$

$= 30"\sqrt{6}$

ความผิดที่ยอมให้ผิดได้ $= 73"$

แต่ 180" มากกว่า 73" (ใช้ไม่ได้)

เพราะฉะนั้น จะต้องไปทำการวัดมุมใหม่ทั้งวงรอบ เพราะผิดมากเกินกว่าค่าที่กำหนดให้ ซึ่งการวัดจะต้องใช้ความระมัดระวัง และใช้กล้องให้ถูกกับงาน

แต่ถ้าเป็นวงรอบชั้นที่ 3 ของกรมที่ดิน $= 75"\sqrt{N}$

$= 75"\sqrt{6}$

$= 183"$

$180 < 183"$ OK

ข. การคำนวณหา Bearing หรือ Azimuth

สูตร FB ของธงหน้า = (BB ธงหลัง + มุม) ± 180 (3)

หรือ ภาคของทิศที่ชี้ไป = (ภาคของทิศที่ชี้มา + มุม) ± 180 (4)

ใช้เครื่องหมายบวก เมื่อผลรวมน้อยกว่า 180

ใช้เครื่องหมายลบ เมื่อผลรวมมากกว่า 180

ถ้าเกิน 540 ให้เอา 540 ไปลบ

ตารางการคำนวณหาภาคของทิศด้านต่างๆ

ด้าน	มุม	Azimuth	Bearing	หมายเหตุ
AG		8° 30′ 00″		
	A	97° 50′ 00″		
AB		106° 20′ 00″	S 73° 40′ 00″ E	
	B	131° 34′ 30″		
		237° 54′ 30″		
		− 180°		
BC		57° 54′ 30″	N 57° 54′ 30″ E	
	C	97° 34′ 30″		
		155° 29′ 00″		
		+ 180°		
CD		335° 29′ 00″	N 24° 31′ 00″ W	
	D	64° 00′ 00″		
		399° 29′ 00″		
		− 180°		
DE		219° 29′ 00″	S 39° 29′ 00″ W	
	E	227° 26′ 00″		
		446° 55′ 00″		
		− 180°		
EF		266° 55′ 00″	S 86° 55′ 00″ W	
	F	132° 45′ 00″		
		399° 40′ 00″		
		− 180°		
FA		219° 40′ 00″	S 39° 40′ 00″ W	
	A	66° 40′ 00″		
		286° 20′ 00″		
		− 180°		
AB		106° 20′ 00″	S 73° 40′ 00″ E	check

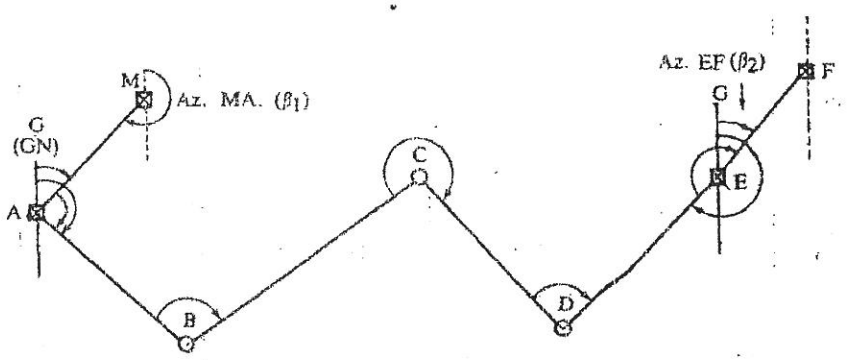
เมื่อตรวจสอบมุมแล้ว ขั้นต่อไปก็ทำการคำนวณหาค่าพิกัดฉากของหมุดต่างๆ ของวงรอบ มุมจะต้องมีความละเอียดตามข้อกำหนดถ้าไม่ได้จะต้องไปทำการรังวัดใหม่จนกว่าจะอยู่ในข้อกำหนดการคำนวณพิกัดฉากดูได้จากเรื่องการคำนวณพิกัดฉาก

วงรอบแบบเปิด (Opened Traverse)

การตรวจสอบในสำนักงาน

ก. การตรวจสอบมุม วิธีนี้จะอาศัย Bearing ออกและเข้าบรรจบ ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

แบบที่ 1



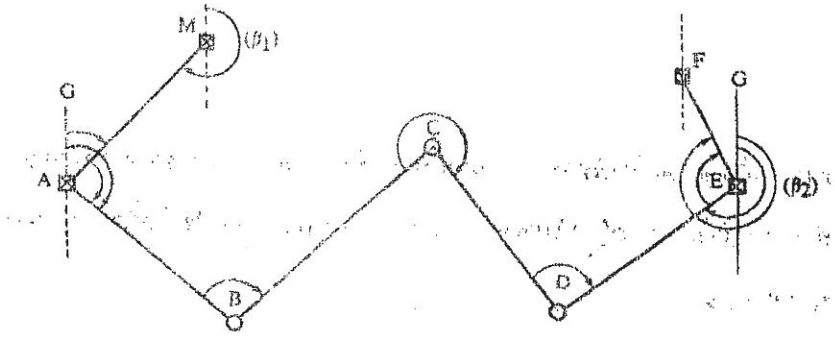
แบบที่ 1 นี้เป็นแบบที่ GAM น้อยกว่า GAB และ GEF น้อยกว่า GED

AM และ EF เป็นเส้นคงที่และมีค่าพิกัดฉาก

สูตร Az. EF = β1 + A+B +C + D + E – (n × 180) .....(5)

n = จำนวนมุมที่ทำการรังวัด

แบบที่ 2



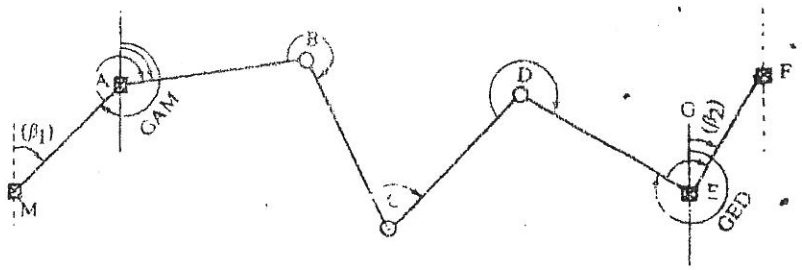
แบบที่ 2 นี้ GAM น้อยกว่า GAB

GEF มากกว่า GED

สูตร Az. EF = β1 + A +B+C + D + E – (n - 2) 180 .....(6)

แบบที่ 3

3

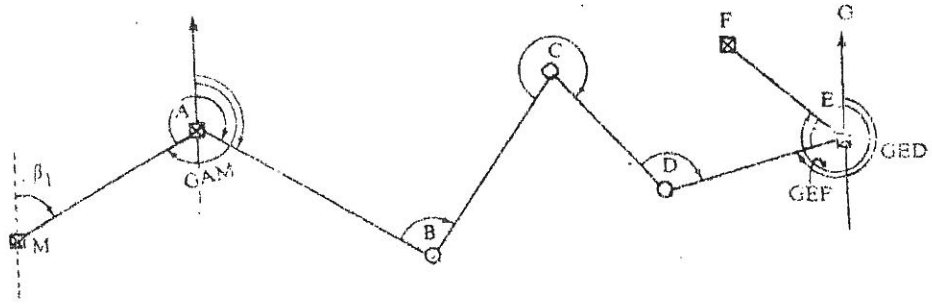


แบบที่ 3 เป็นแบบที่ GAM มากกว่า GAB

GEF น้อยกว่า GED

สูตร Az. EF = $\beta 1 + A + B + C + D + E - (n \times 180)$ .....(7)

แบบที่ 4



แบบที่ 4 เป็นแบบที่ GAM มากกว่า GAB

GEF มากกว่า GED

สูตร Az. EF (=$\beta 2$) = $\beta 1 + A + B + C + D + E - (n - 2)180$.....(8)

สรุปสูตร จะเห็นได้ว่าวงรอบเปิดแบบ 1 และ 3, 2 และ 4 ใช้สูตรอย่างเดียวกัน

สูตรของแบบ 1 และ 3

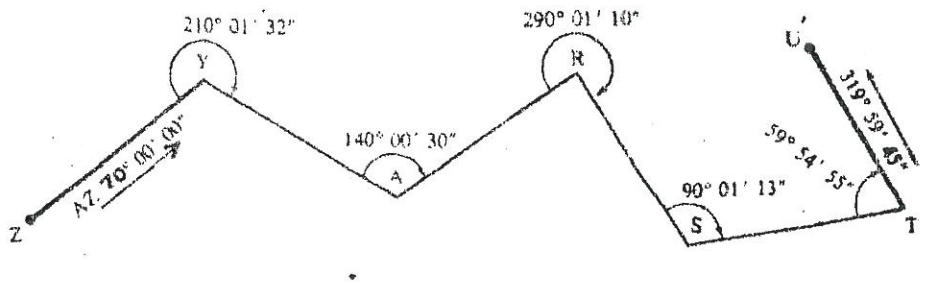
ภาคของทิศหน้าของหมุดเข้าบรรจบ = ภาคของทิศที่ชี้มา + มุมรังวัดทั้งหมด – $n \times 180$.....(9)

สูตรของแบบ 2 และ 4

ภาคของทิศหน้าของหมุดเข้าบรรจบ = ภาคของทิศที่ชี้มา + ผลรวมมุมรังวัดทั้งหมด – (n – 2) 180.....(10)

ข. การตรวจสอบระยะใช้วิธีการคำนวณพิกัดฉากเปรียบเทียบกับหมุดเข้าบรรจบ จะทราบว่าระยะที่วัดมาถูกหรือผิด

วงรอบแบบเปิด (Opened Traverse)



รูปที่ 7.5 วงรอบเปิด

<u>ตัวอย่าง</u> การตรวจสอบมุมของวงรอบเปิด

<u>สูตร</u> ภาคของทิศหน้าของหมุดเข้าบรรจบ = ภาคของทิศที่ชี้มา + มุมรังวัดทั้งหมด – (n-2) 180.....จากสูตร 10

$$AZ_{TU} = AZ_{ZY} + Y + A + R + S + T - (n - 2)\,180$$

ด้าน	หมุด	มุม	ค่าแก้	มุมที่แก้แล้ว
ZY		70° 00' 00"		
	Y	210° 01' 32"	+5"	210° 01' 37"
	A	140° 00' 30"	+5"	140° 00' 35"
	R	290° 01' 10"	+5"	290° 01' 15"
	S	90° 01' 13"	+5"	90° 01' 18"
	T	59° 54' 55"	+5"	59° 55' 00"
	(5 – 2)180	– 540°		
TU		319° 59' 20"		
FIXED	——— ➤	319° 59' 45"		
	closure	-25"		

จากรูปที่ 7.5 YZ และ TU เป็นหมุดหลักฐานคู่หรือหมุดของวงรอบเดิมที่มีค่าพิกัดแล้ว

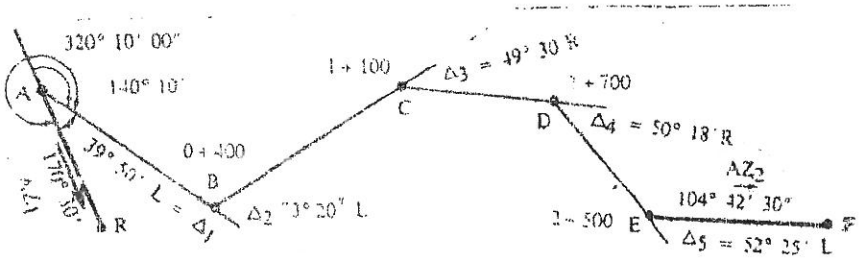
สถานี	มุมดิ	Azimuth	หมายเหตุ
ZY		70° 00′ 00″	
	Y	210° 01′ 37″	
		280° 01′ 37″	
		180	
YA		100° 01′ 37″	
	A	140° 00′ 35″	
		240° 02′ 12	
		180	
AR		60° 02′ 12″	
	R	290° 01′ 15″	
		350° 03′ 27″	
		180	
RS		170° 03′ 27″	
	S	90° 01′ 18″	
		260° 04′ 45′	
		180	
ST		80° 04′ 45″	
	T	59° 55′ 00″	
		139° 59′ 45″	
		180	
	TU	319° 59′ 45″	
	TU	319° 59′ 45″	check

ถ้าหากว่าไม่ได้แก้มุมและทำการคำนวณหา Azimuth เลย ก็สามารถที่จะทำได้แต่ต้องทำการแก้ Azimuth ที่คำนวณได้ ค่าแก้จะต้องเป็นค่าแก้สะสม

การทำวงรอบโดยวิธีวัดมุมเห (Deflection Angle Traverse)

การทำวงรอบชนิดนี้ อาจจะเป็นวงรอบเปิดหรือปิดก็ได้ และเป็นวงรอบชนิดหนึ่งที่ใช้มากที่สุด เพราะใช้ในการสำรวจเพื่อออกแบบถนน ทางรถไฟ คลองส่งน้ำและท่อต่างๆ ซึ่งก็คือการวางแนวนั้นเอง

วงรอบเปิด (OPENED TRAVERSE BY DEFLECTION ANGLES)



รูปที่ 7.6 วงรอบเปิด

สูตรการคำนวณ AZIMUTH

FB ธงหน้า = BB ธงหลัง $\pm \Delta$ ..... (11)

หรือภาคของทิศทางที่ชี้ไป = ภาคของทิศที่ชี้มา $\pm \Delta$ .....(12)

ΔR เป็นเครื่องหมายบวกเมื่อมุมหักเหทางขวามือ

ΔL เป็นเครื่องหมายลบเมื่อมุมหักเหทางซ้ายมือ

และบวก 360 เมื่อผลลัพธ์มีค่าเป็นลบ

ลบ 360 เมื่อผลลัพธ์มีค่ามากกว่า 360

การตรวจสอบ AZIMUTH

Azimuth เข้าบรรจบ = Azimuth แรกออก + (ผลรวมมุมขวามือ – ผลรวมมุมทางซ้ายมือ)..... (13)

ตัวอย่าง จงตรวจสอบ Azimuth ของวงรอบเปิด ตามรูปข้างบน

สูตร Azimuth เข้าบรรจบ = Azimuth แรกออก + ($\sum$ มุมขวามือ – $\sum$ มุมซ้ายมือ)

หรือ Azimuth เข้าบรรจบ = Azimuth แรกออก + ($\sum$R– $\sum$L)

	Δ_1	39°	50′
	Δ_2	73°	20′
	Δ_3	52°	25′
∴	$\sum$L	165°	35′
	Δ_3	49°	30′
	Δ_4	50°	18′
∴	$\sum$R	99°	48′

แทนค่าในสูตร

170° 30 + (90° 48 - 165°35) = Bearing เข้าบรรจบ

∴	Azimuth เข้าบรรจบ	=	104° 43′
	Azimuth เดิม	=	104° 42′ 30"
	Error		+30"
	ค่าแก้ต่อหมุด	=	$\frac{30''}{5} = 6''$

ค่าความผิด 30" จะต้องอยู่ในข้อกำหนดวงรอบ เช่น วงรอบชั้น 3 ยอมให้ผิดได้ 8" ต่อหมุด หรือ 30" $\sqrt{N}$ เมื่อ N = จำนวนหมุด ในตัวอย่างนี้มี 5 หมุด เพราะฉะนั้นยอมให้ผิดได้ 30" $\sqrt{5}$ เท่ากับ 67"

การแก้ค่า BEARING

ค่าแก้ถ้านำไปแก้ที่ค่ามุม จะมีปัญหาคือ แก้ไม่ลงตัว เพราะฉะนั้น จะต้องทำการแก้ที่ค่า Bearing ที่คำนวณได้ และค่าแก้จะต้องเป็นค่าแก้สะสม

ตาราง การคำนวณและปรับแก้ Azimuth

จาก	ถึง	Azimuth	ค่าแก้	Az ที่แก้แล้ว	Bearing	หมายเหตุ
A	R	170° 30′	0	170° 30′	S 09° 30′ E	
	Δ_1	39° 50′				
A	B	130° 40′	- 06″	130° 39′ 54″	S 49° 20′ 06″ E	
	Δ_2	73° 20′				
B	C	57° 20′	- 12″	57° 19′ 48″	N 57° 19′ 48″ E	
	Δ_3	49° 30′				
C	D	106° 50′	- 18″	106° 49′ 42″	S 73° 10′ 18″ E	
	Δ_4	50° 18′				
D	E	157° 08′	- 24″	157° 07′ 36″	S 22° 52′ 24″ E	
	Δ_5	52° 25′				
E	F	104° 43′	- 30″	104° 42′ 30″	S 75° 17′ 30″ E	
	Fixed	104° 42′ 30″				
	Error	+ 30″				

หมายเหตุ การคำนวณพิกัดฉาก ทำเหมือนกับวงรอบทั่วไป

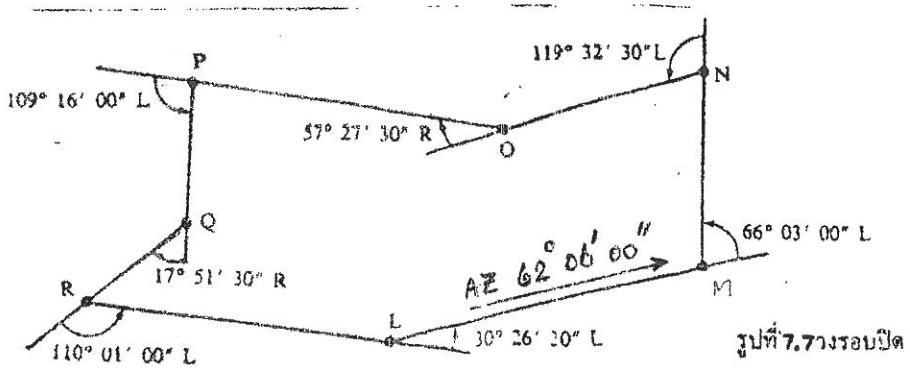
วงรอบปิด (CLOSED TRAVERSE BY DEFLECTION ANGLES) การทำวงรอบปิดโดยวิธีวัดมุมแบบ Deflection angles จะใช้กับถนนวงแหวน หรือการทำ Loop ของ Interchange

การตรวจสอบมุม

สูตร ผลรวมมุมขวา – ผลรวมมุมซ้าย = 360° ..... (14)

หรือ $\Sigma\Delta_R - \Sigma\Delta_L = 360°$ ..... (15)

ตัวอย่าง จงคำนวณแก้มุมและหาค่า Azimuth



รูปที่ 7.7 วงรอบปิด

ตารางการปรับแก้มุม

มุม	Deflection angle	ค่าแก้	มุมที่แก้แล้ว	หมายเหตุ
L	30° 26′ 00″ L	+30″	30° 26′ 30″ L	
M	66° 02′ 30″ L	+30″	66° 03′ 00″ L	
N	119° 32′ 00″ L	+30″	119° 32′ 30″ L	
O	57° 26′ 00″ R	−30″	57° 27′ 30″ R	
P	109° 15′ 30″ L	+30″	109° 16′ 00″ L	
Q	17° 52′ 00″ R	−30″	17° 51′ 30″ R	
R	110° 00′ 30″ L	+30″	110° 01′ 00″ L	
	$\Sigma\Delta_R$ 75° 30′ 00″		$\Sigma\Delta_R$ 75° 19′ 00″	
	$\Sigma\Delta_L$ 435° 16′ 30″		$\Sigma\Delta_L$ 435° 19′ 00″	
	Diff 359° 56′ 30″		360° 00′ 00″ ck	
	Error +3′ 30″			

ความผิด (Error) หาได้จาก 360 00′00" - 359°56′30" = +3′30"

$$\text{ค่าแก้ต่อมุม} = \frac{210''}{7} = 30''$$

นำค่าแก้ไปบวกเข้ากับมุมซ้ายมือและลบออกจากมุมขวามือ

การคำนวณหา AZIMUTH และ BEARING

การคำนวณหา AZIMUTH ใช้หลักการเดียวกันกับการคำนวณในวงรอบเปิด คือ ภาคของทิศที่ชี้ไป = ภาคของทิศที่ชี้มา ± Δ

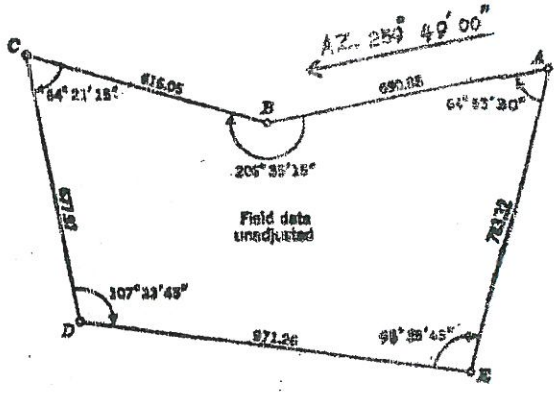
ตารางการคำนวณหา Azimuth และ Bearing

ด้าน	Azimuth	Bearing
LM.	62° 06′ 00″	N 62° 06′ 00″ E
	ΔM −66° 03′ 00″	
	− 3° 57′ 00″	
	+ 360° 00′ 00″	
MN.	356° 03′ 00″	N 3° 57′ 00″ W
	ΔN −119° 32′ 30″	
NO.	236° 30′ 30″	S 56° 30′ 30″ W
	ΔO + 57° 27′ 30″	
OP.	293° 58′ 00″	N 66° 02′ 00″ W
	ΔP −109° 16′ 00″	
PQ.	184° 42′ 00″	S 4° 42′ 00″ W
	ΔQ + 17° 51′ 30″	
QR.	202° 33′ 30″	S 22° 33′ 30″ W
	ΔR −110° 01′ 00″	
RL.	92° 32′ 30″	S 87° 27′ 30″ E
	ΔL −30° 26′ 30″	
LM.	62° 06′ 00″	N 62° 06′ 00″ E
	CHECK	CHECK

การคำนวณวงรอบ

การคำนวณวงรอบจะแบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ คำนวณวงรอบปิดและวงรอบเปิด การคำนวณจะต้องรู้พิกัด Azimuth ของหมุดหลักฐานคู่สำหรับวงรอบปิด ส่วนวงรอบเปิดจะต้องทราบพิกัดและ Azimuth หมุดออกและหมุดเข้า ซึ่งก็เป็นหมุดหลักฐานคู่หรือหมุดวงรอบที่มีอยู่เดิม

1. การคำนวณวงรอบปิด (CLOSED TRAVERSE LOOR TRAVERSE)



รูปที่ 7.8 วงรอบเปิด

ลำดับขั้นการคำนวณ

1.1 เขียนรูปสังเขป ลอกมุมจาก Field book คำนวณหา Closure ของมุมว่าอยู่ในข้อกำหนดที่ยอมให้หรือไม่ถ้าหยาบเกินไปจะต้องทำการวัดมุมใหม่

สมมุติข้อกำหนดให้ ความผิดทางมุม 75" $\sqrt{N}$

ความผิดทางระยะ 1/2500

$\therefore$ มุมสามารถวัดผิดได้ $= 75" \sqrt{N}$

$= 167"$

มุมภายในทั้งหมดที่ถูกต้อง $= (2N - 4)90$

$= (2 \times 5 - 4)90$

$= 540°$

มุมที่ส่องได้	A	$= 64° 53' 30"$
	B	$= 206° 35' 16"$
	C	$= 64° 21' 15"$
	D	$= 107° 30' 45"$
	E	$= 96° 38' 45"$
	ผลรวม	$= \underline{540° 02' 30"}$

$\therefore$ ความผิด = 150" < 167" OK

แก้ความผิดมุมละ = $\frac{150''}{5}$ = 30"

1.2 การแก้มุมรังวัด

A 64° 53′ 30" -30" = 64° 53′ 00"

B 206° 35′ 16" -30" = 206° 34′ 45"

C 64° 21′ 15" -30" = 64° 20′ 45"

D 107° 33′ 45" -30" = 107° 33′ 15"

E 96° 38′ 45" -30" = 96° 38′ 15"

ตรวจสอบ = 540° 00′ 00"

1.3 คำนวณ Bearing หรือ Azimuth

AZ. ของธงหน้า = AZ ของธงหน้า + มุม $\pm$ 180°

AZ ของ BC = 259° 49′ 00" + 206° 34′ 45" – 180°

= AZ 286° 23′ 45"

1.4 คำนวณค่า Latitude และ Departure

ใช้สูตร $\Delta y = l \cos \theta$

$\Delta x = l \sin \theta$

หมุด	ภาคของทิศ (AZ)	ระยะ	Lat.	แก้	Dep.	แก้	พิกัดฉาก	
							N	E
A							857.00	1371.360
	259°-49′ -00"	690.880	-122.147	+0.123	-679.997	-0.191	-122.024	-680.188
B							734.9769	691.172
	286°-23′ -45"	616.050	+173.893	+0.110	-590.998	-0.171	174.003	-591.169
C							908.979	100.003
	170°-44′ -30"	677.970	-669.138	+0.121	+109.076	-0.188	-669.017	108.888
D							239.962	208.891
	98°-17′ -45"	971.260	-140.138	+0.172	+961.097	-0.269	-139.966	960.828
E							99.996	1169.719
	14°-56′ -00"	783.320	+756.864	+0.140	+201.858	-0.217	757.004	201.641
A							857.00	1371.360
	ผลรวม	3739.480	+930.757	+0.666	+1272.031	-1.036		
			-931.423		-1270.995			
			-0.666		+1.036			

ตารางการคำนวณพิกัดฉาก

1.5 คำนวณหาค่า Error

จากตารางผลรวมของ Latitude จะต้องมีเท่ากับ 0 พอดี ถ้าไม่เท่ากับ 0 เช่น ในตารางจะมีค่า -0.666 ก็จะเป็น Error ส่วนความผิดทาง Departure นั้น จะมีค่าเท่ากับ +1.036

สูตร Error (Ec) $= \sqrt{\Delta L^2 + \Delta D^2}$

$= \sqrt{(-0.666)^2 + (+1.036)^2}$

$\therefore$ Error $= 1.232$

1.6 คำนวณหาความละเอียด (Accuracy) ในการรังวัด

ซึ่งจะเท่ากับ $= \dfrac{\text{Error}}{\text{ผลรวมของระยะวงกลม}}$

$= \dfrac{1.232}{3739.48}$

$= 1/3036 < 1/2500$ OK.

หรือ $= 1/3000$

1.7 การคำนวณแก้ Latitude และ Departure การแก้จะต้องแก้ให้ Latitude และ Departure ต่างก็มีค่าเท่ากับ 0 การแก้มีหลายวิธีตั้งแต่ง่ายจนไปหายากในที่นี้จะกล่าวถึง 2 วิธีด้วยกัน

1.7.1 Compass (Bowditch) rule

วิธีนี้เหมาสำหรับงานสำรวจที่การวัดมุมและวัดระยะ ใช้ความละเอียดเท่ากัน และวิธีนี้จะใช้มากในงานสำรวจทั่วไป บางตำราก็บอกว่าเหมาะสมแก่การแก้วงรอบด้วยเข็มทิศเนื่องจากว่าการวัดมุมและระยะไม่ละเอียดพอๆ กัน

สูตร Correction Lat. $= \dfrac{\Delta L.l}{\sum L}$ .....(16)

Correction. Dep. $= \dfrac{\Delta D.l}{\sum L}$ .....(17)

Correction = ค่าแก้ด้านนั้น

ΔL = ความผิดทาง Latitude

ΔD = ความผิดทาง Departure

l = ระยะด้านนั้น

$\sum L$ = ผลรวมของระยะทั้งหมด

$= l_1 + l_2 + l_3 \ldots$

การเอาไปแก้ต้องเปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงกันข้าม

ตัวอย่างการคำนวณ

ด้าน	ค่าแก้ Latitude	ค่าแก้ Departure
AB	$\frac{0.666}{3739.480}$ x 690.880 = 0.123	$\frac{-1.036}{3739.480}$ x 690.880 = -0.191
BC	$\frac{0.666}{3739.480}$ x 616.050 = 0.110	$\frac{-1.036}{3739.480}$ x 616.050 = -0.171
CD	$\frac{0.666}{3739.480}$ x 677.970 = 0.121	$\frac{-1.036}{3739.480}$ x 677.970 = -0.188
DE	$\frac{0.666}{3739.480}$ x 971.260 = 0.172	$\frac{-1.036}{3739.480}$ x 971.260 = -0.269
EA	$\frac{0.666}{3739.480}$ x 783.320 = 0.140	$\frac{-1.036}{3739.480}$ x 783.320 = -0.217
ผลรวม	+ 0.666	-1.036

ตารางการแก้ความผิดด้วยวิธี Compass rule

1.7.2 Transit rule วิธีนี้จะใช้เมื่อการวัดมุมละเอียดกว่าการวัดระยะ เช่น การสำรวจด้วยวิธี Stadia โดยปกติแล้วก็ไม่ค่อยได้ใช้

สูตร Correction Lat. $= \frac{\Delta L.l}{\sum L}$ .....(18)

Correction. Dep. $= \frac{\Delta D.d}{\sum D}$ .....(19)

ΔL = ความผิดทาง Latitude ทั้งหมด

ΔD = ความผิดทาง Departure ทั้งหมด

l = Latitude ระยะด้านนั้น

d = Departure ระยะด้านนั้น

$\sum L$ = ผลรวมของ Latitude ระยะทั้งหมด

$\sum D$ = ผลรวมของ Departure ระยะทั้งหมด

การเอาไปแก้ต้องเปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงกันข้าม

ตัวอย่างการคำนวณ

ด้าน	ค่าแก้ Latitude	ค่าแก้ Departure
AB	0.666 x 122.147 = 0.044 1862.180	-1.036 x 679.997 = 0.277 2543.026
BC	0.666 x 173.893 = 0.062 1862.180	-1.036 x 590.998 = 0.241 2543.026
CD	0.666 x 669.138 = 0.239 1862.180	-1.036 x 109.076 = 0.044 2543.026
DE	0.666 x 140.138 = 0.050 1862.180	-1.036 x 961.097 = 0.392 2543.026
EA	0.666 x 756.864 = 0.271 1862.180	-1.036 x 201.858 = 0.082 2543.026
ผลรวม	+0.666	-1.036

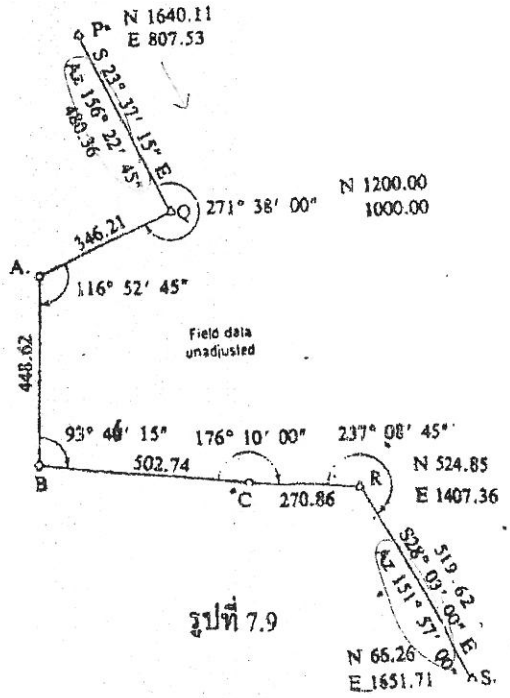
ตารางการแก้ความผิดด้วยวิธี Transit rule

1.8 คำนวณค่า Latitude และ Departure เมื่อคำนวณค่าแก้ได้แล้วก็นำค่าไปแก้ Latitude และ Departure

1.9 คำนวณหาค่าพิกัดฉาก เมื่อแก้ค่า Latitude และ Departure แล้วขึ้นต่อไปก็นำไปคำนวณค่าพิกัด

ในตัวอย่างจะแก้ด้วย Compass rule ดูในตารางการคำนวณพิกัด อนึ่งการคำนวณแก้นี้เป็นการคำนวณให้ดูโดยประมาณเท่านั้น ทศนิยมจึงคิดเพียง 3 ตำแหน่ง แต่ถ้าระบบเมตริก ถ้าทำงานจริงๆ ควรจะคำนวรถึง 4 ตำแหน่ง เพราระยะเราวัดได้ถึง 3 ตำแหน่งในระบบเป็นเส้นควรคำนวณถึง 5 ตำแหน่ง

2. การคำนวณวงรอบเปิด (OPENED หรือ CONNECTING TRAVESE)



รูปที่ 7.9

P Q R S เป็นหมุดที่ทราบค่าพิกัดแล้ว

กำหนดให้ความผิดทางมุม = $75'' \sqrt{N}$ ทางระยะ = 1:2500

ลำดับขั้นการคำนวณ

2.1 ตรวจสอบมุม

สูตร

ภาคของทิศหน้าของหมุดเข้าบรรจบ = ภาคของทิศที่ชี้มา + มุมทั้งหมด $- n \times 180$

$= 156°22'45'' + 895°36'30'' - 5 \times 180$

$= 1051°58'30'' - 900$

$= 151°58'30''$

แต่ Az คงที่ $= 151°57'00''$

$\therefore$ Error $= 1'30'' < 75'' \sqrt{5}$ OK.

$\therefore$ แก้มุมละ $= \frac{90}{5} = -18''$

2.2 แก้ค่ามุม

Q 271° 38′ 00" -18" = 271° 37′ 42"

A 116° 52′ 45" -18" = 116° 52′ 27"

B 93° 46′ 15" -18" = 93° 45′ 57"

C 176° 10′ 00" -18" = 176° 09′ 42"

R 273° 08′ 45" -18" = 237° 08′ 27"

2.3 คำนวณ Bearing หรือ Azimuth

คำนวณแบบ Bearing (RB.)	ต้นวงรอบ	คำนวณแบบ Azimuth (WCL)
S 23° 37′ 15" E	P–Q	156° 22′ 45"
+ 271 37 42		+ 271 37 42
248 00 27		428 00 27
− 180		− 180
S 68° 00′ 27" W	Q–A	248° 00′ 27"
+ 116 52 27		+ 116 52 27
184 52 54		364 52 54
− 180		− 180
S 4° 52′ 54" W	A–B	184° 52′ 54"
+ 93 45 57		+ 93 45 57
98 38 51		278 38 51
− 179 59 60		− 180
S 81° 21′ 09" E	B–C	98° 38′ 51"
+ 176 09 42		+ 176 09 42
94 48 33		274 48 33
− 179 59 60		− 180
S 85° 11′ 27" E	C–R	94 48 33
+ 237 08 27		+ 237 08 27
151 57 00		331 57 00
− 179 60 00		− 180
S 28° 03′ 00" E	R–M	151° 57′ 00"
S 28° 03′ 00" E คงที่		151° 57′ 00" คงที่
CK. 00° 00′ 00"		CK. 00° 00′ 00"

2.4 คำนวณค่า Latitude และ Departure

Sta.	Corrected bearings / Lengths	cos / sin	Unadjusted Lat.	Unadjusted Dep.	Cor. Lat.	Cor. Dep.	Adjusted Lat.	Adjusted Dep.
							Coordinates	
Q	S88°00'27"W	0.37449					1200.00	1000.00
A	346.21	0.92733	-129.65	-321.02	-0.04	-0.08	1070.31	678.90
A	S74°52'54"W	0.99677						
B	449.62	0.08510	-446.99	- 38.18	-0.06	-0.11	623.26	640.61
B	S81°21'09"E	0.15036						
C	502.74	0.98864	- 75.59	+497.03	-0.07	-0.12	547.60	1137.52
C	S86°11'27"E	0.08384						
R	270.88	0.99648	- 22.71	+269.91	-0.04	-0.07	524.85	1407.36
Sums	1568.43		-674.94	+407.74				
	Coord. diff.		+675.15	-407.36				
	Error		+ 0.21	+ 0.38				

2.5 คำนวณ Error

ความผิดทั้งหมด = $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta D^2}$

Total Error = $\sqrt{(0.21)^2 + (0.38)^2}$

= 0.43

2.6 คำนวณหา Accuracy

Accuracy = $\frac{\text{Error}}{\sum L}$

= $\frac{0.43}{1568.43}$

= 1:3648 < 1:2500 OK.

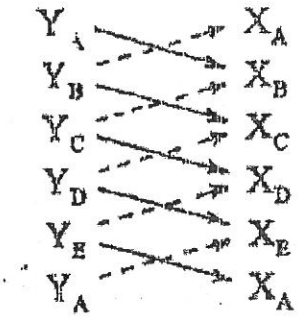
2.7 การคำนวณค่าแก้ Latitude และ Departure

ด้าน	ค่าแก้ Latitude	ค่าแก้ Departure
QA	$\frac{0.21}{1568} \times 346 = -0.04$	$\frac{0.38}{1568} \times 346 = -0.08$
AB	$\frac{0.21}{1568} \times 449 = -0.06$	$\frac{0.39}{1568} \times 449 = -0.11$
BC	$\frac{0.21}{1568} \times 503 = -0.07$	$\frac{0.40}{1568} \times 503 = -0.12$
CR	$\frac{0.21}{1568} \times 271 = -0.04$	$\frac{0.41}{1568} \times 271 = -0.07$
ผลรวม	- 0.21	-0.38

2.8 คำนวณหาค่า Latitude และ Departure เมื่อคำนวรหาค่าแก้ได้แล้ว ก็ทำการแก้ค่า Latitude และ Departure ดังในตารางหัวข้อ4 ข้างบน

2.9 คำนวณหาค่าพิกัดฉาก ดังในตารางหัวข้อ 4

การคำนวณพื้นที่จากพิกัดฉาก โดยใช้กฎการคูณไขว้ จะได้ Double area



ลูกศรทึบให้มีค่าเป็นบวก ลูกศรเส้นประมีค่าเป็นลบ

ตัวอย่างการคำนวณ

หมุด	Y	X	Double area	
			+	-
	N	E		
A	+ 100.0000	+ 10.0000		
B	+ 100.5101	+ 10.5115	1051.1500	1005.1010
C	+ 100.5057	+ 11.5308	1158.9618	1056.4656
D	+ 98.7978	+ 11.5227	1158.0970	1139.2176
E	+ 98.7912	+ 10.0000	987.9780	1138.3413
A	+ 100.0000	+ 10.0000	987.9120	1000.0000
			5344.0988	5339.1255
				5344.0988
				2 | 4.9733
				= 2.48665

หมายเหตุ ตัวอย่างที่แสดงข้าบนนี้ ข้อมูลจากระยะใช้หน่วยเป็นเส้น ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะมีหน่วยพื้นที่เป็นไร่

สาเหตุของความผิดในการทำวงรอบ

Error เป็นความผิดที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. วัดมุมและระยะผิด
2. กำหนดหมุดตั้งกล้องไม่ดี เช่น
   2.1 ตั้งกล้องแล้วส่องทวนแสงอาทิตย์
   2.2 มองเห็นธงหน้า ธงหลังไม่ชัดเจน
   2.3 แนวเล็งของกล้องอยู่ใกล้ผิวดินเกินไป ทำให้เกิดการหักเหของแสง
   2.4 เส้นรอบวงไกลหรือใกล้เกินไป
3. ส่องกล้องหน้าเดียว

Mistake เป็นความผิดที่เกิดจากความประมาทเลินเล่อ ไม่รู้จริง เป็นความผิดที่เกิดจากบุคคล

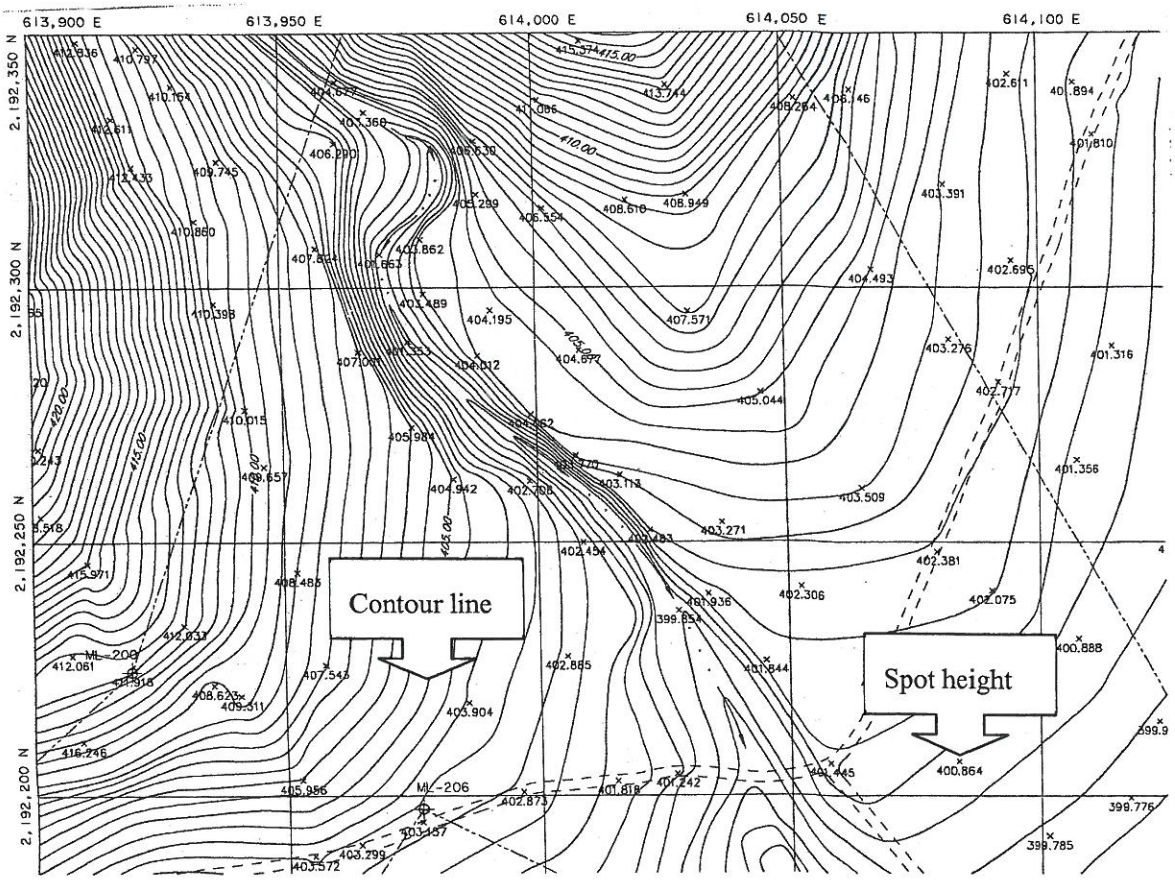
1. ส่องผิดหมุด
2. การปรับกล้องไม่ดี
3. ไม่เข้าใจวิธีการวัดมุมที่จะให้ค่าถูกต้อง
4. ใช้เครื่องมือไม่ถูกกับงาน
5. ส่องกล้องตัดเป้าหมายไม่ถูกต้อง
6. ตั้งเป้าหมายไม่อยู่ในแนวดิ่ง
7. อ่านค่ามุมผิด
8. จดผิด

บทที่ 8

เส้นชั้นความสูง

(Contour Line)

แผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) คือ ภาพลายเส้นและสัญลักษณ์ที่แสดงรายละเอียดต่างๆ ที่มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งของวัตถุทั้งที่เป็นธรรมชาติและสิ่งปลูกสร้างที่ปรากฏบนผิวโลก เป็นการแสดงตำแหน่งวัตถุบนผิวโลก ซึ่งอยู่ในระบบ 3 มิติ มาปรากฏบนระนาบ 2 มิติ ด้วยการแสดงรายละเอียดเหล่านี้ในสองรูปแบบคือ รายละเอียดทางราบและรายละเอียดทางดิ่ง (horizontal details and vertical details) รายละเอียดทางดิ่ง คือ ข้อมูลที่แสดงถึงลักษณะความสูงต่ำของภูมิประเทศ ซึ่งสามารถแสดงได้สองลักษณะ ได้แก่ เส้นชั้นความสูง (contour line) และจุดความสูง (spot height)

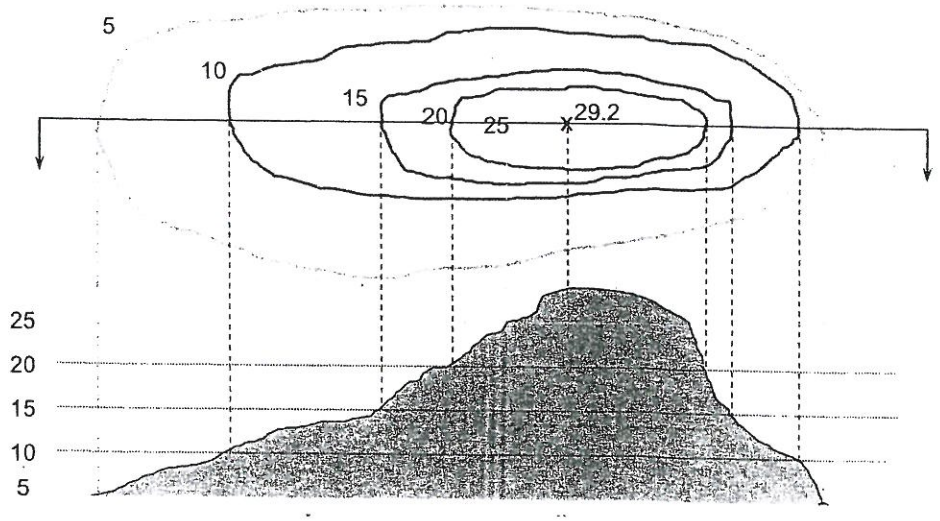


รูปที่ 8.1 แผนที่เส้นชั้นความสูง

8.1 คำจำจัดความที่เกี่ยวข้อง

เส้นชั้นความสูง (contour line) คือ เส้นต่อจุดที่มีค่าระดับความสูงเท่ากัน หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งเป็นเส้นที่เกิดจากการตัดกันของผิวระดับที่ความสูงนั้นกับผิวดิน รูปที่ 8.2 แสดงเส้นชั้นความสูงที่เกิดจากการตัดกันของผิวดินและผิวระดับที่ 5, 10, 15, 20 และ 25 เมตร ตามลำดับ

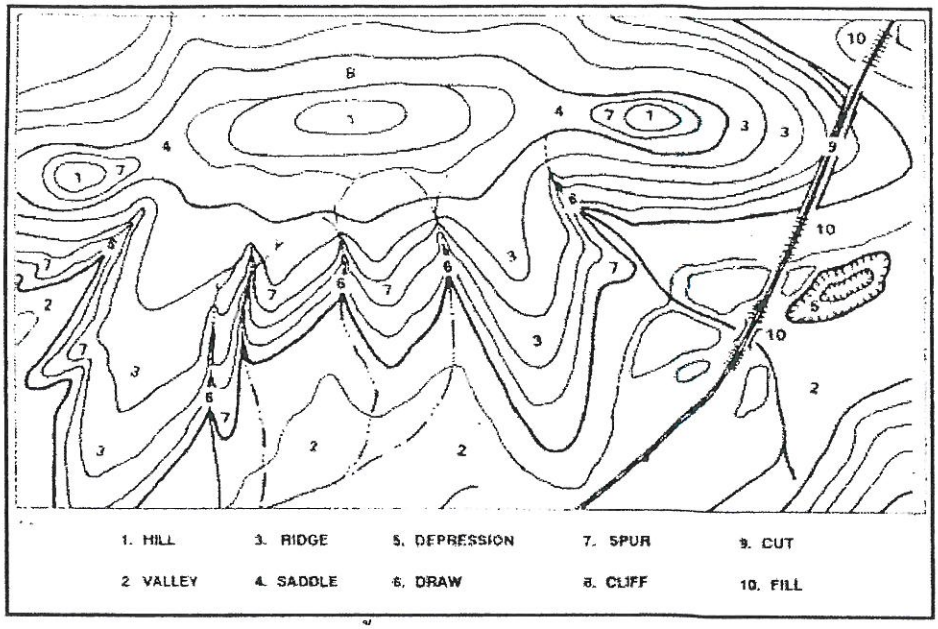
1) จุดความสูง (spot height) คือ จุดที่บอกค่าความสูง ณ ตำแหน่งนั้น รูปที่ 8.2 ที่ยอดเขามีค่าความสูงเท่ากับ 29.2 เมตร
2) ช่วงเส้นชั้นความสูง (contour interval) คือ ระยะดิ่งระหว่างคู่เส้นชั้นความสูง ซึ่งจะมีค่าคงที่สำหรับแผนที่หนึ่งๆ รูปที่ 8.2 แสดงช่วงเส้นชั้นความสูงทุก 5 เมตร



รูปที่ 8.2 คำจำกัดความเส้นชั้นความสูง

8.2 คุณลักษณะเส้นชั้นความสูง

ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปลักษณ์ของเส้นชั้นความสูงในการแสดงลักษณะภูมิประเทศความสูงต่ำ เป็นสิ่งสำคัญในการทำงานด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม การอ่านลักษณะของเส้นชั้นความสูงที่ปรากฏบนแผนที่ในลักษณะ 2 มิติ เพื่อให้สามารถจินตนาการสภาพสามมิติได้นั้น ต้องมีความเข้าใจคุณลักษณะของเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ต่างๆ อย่างถูกต้อง ดังมีรายละเอียดดังนี้ (ดูรูปที่ 8.3)



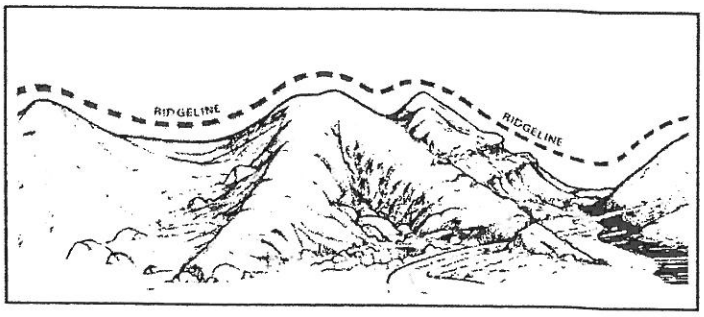
รูป 8.3 คุณลักษณะส้นชั้นความสูง (http://www.map-reading.com)

1) ระยะราบระหว่างเส้นชั้นความสูงเป็นปฏิภาคกลับกับความลาดเอียงของพื้นดิน กล่าวคือ เส้นชั้นความสูงที่อยู่ใกล้กัน แสดงว่าพื้นที่มีความลาดเอียดมาก หรือมีความชันมาก และจะอยู่ห่างกันเมื่อพื้นที่มีความลาดเอียงน้อย
2) บริเวณพื้นที่ขรุขระและไม่สม่ำเสมอ เส้นชั้นความสูงจะไม่เป็นเส้นเรียบ และบริเวณพื้นที่ผิวดินเรียบเส้นชั้นความสูง จะมีระยะห่างสม่ำเสมอและขนานกัน
3) ทิศทางของเส้นชั้นความสูงจะตั้งฉากกับแนวลาดเอียงสูงสุด
4) เส้นชั้นความสูงจะลากตัดกับแนวสันเขาหรือร่องน้ำเป็นมุมฉาก
5) เส้นชั้นความสูงที่แสดงลักษณะของพื้นที่เนินหรือแอ่ง จะมีลักษณะเป็นวงเส้นปิด โดยพิจารณาจากค่าระดับของเส้นข้างเคียง หากค่าระดับของเส้นชั้นความสูงข้างเคียง ไม่แสดงให้ทราบว่าเป็นเนินหรือแอ่ง จะใช้สัญลักษณ์แสดงให้ทราบ เช่น ใช้วิธีแรเงาส่วนที่เป็นแอ่ง เรียกว่า "Depression contour"
6) เส้นชั้นความสูงแต่ละเส้น จะไม่รวมเป็นเส้นเดียวกันหรือตัดกัน นอกจากในกรณีของหน้าผาสูงชันหรือเป็นชะโงกเขาและถ้ำ
7) เส้นชั้นความสูงเส้นหนึ่งจะไม่แยกออกเป็นสองเส้น
8) เส้นชั้นความสูงเส้นหนึ่ง จะไม่อยู่ระหว่างเส้นชั้นความสูง 2 เส้น ที่มีค่าระดับสูงกว่าหรือต่ำกว่า แต่จะมีลักษณะเป็นคู่กันได้
9) เส้นชั้นความสูงที่ลากผ่านแนวเส้นร่องน้ำที่เรียกว่า "Stream line" จะมีลักษณะเป็นรูปตัววี (v-shape) หรือหักมุมกลับ โดยหันมุมชี้ขึ้นไปทางด้านที่สูงกว่า หรือต้นน้ำ

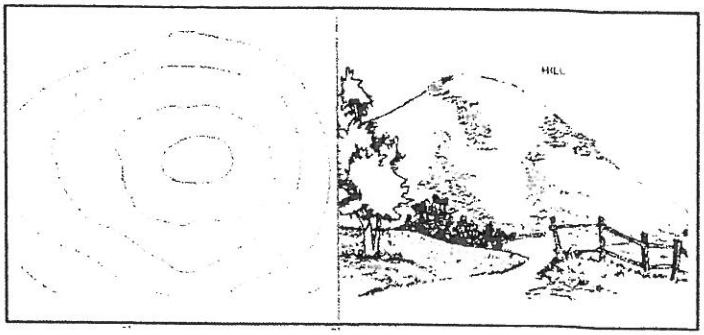
10) เส้นชั้นความสูงที่ลากผ่านแนวสันเขาที่เรียกว่า "Riding line" จะมีลักษณะเป็นรูปโค้งวกกลับคล้ายตัวยู (u-shape) หันด้านมนไปทางที่มีค่าระดับต่ำกว่า

8.3 ลักษณะเส้นชั้นความสูงตามภูมิประเทศต่างๆ

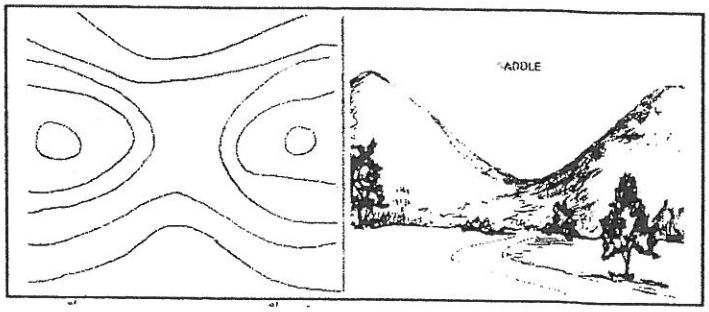
รูปที่ 8.4 แสดงภาพตัวอย่างลักษณะเส้นชั้นความสูงในพื้นที่ต่างๆ เพื่อความเข้าใจรูปที่ 8.3



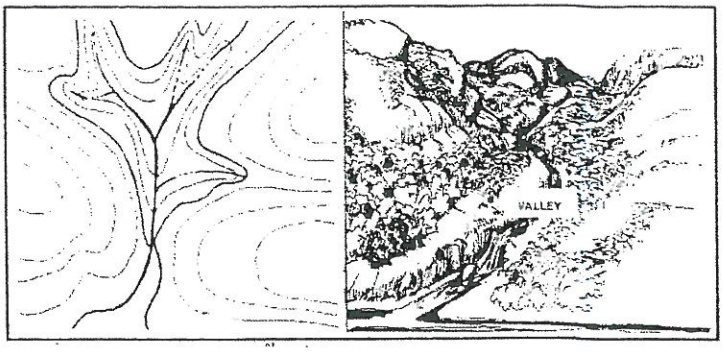
รูปที่ 8.4 ก ภาพแสดงแนวสันเขา (ridge line) (http://www.map-reading.com)



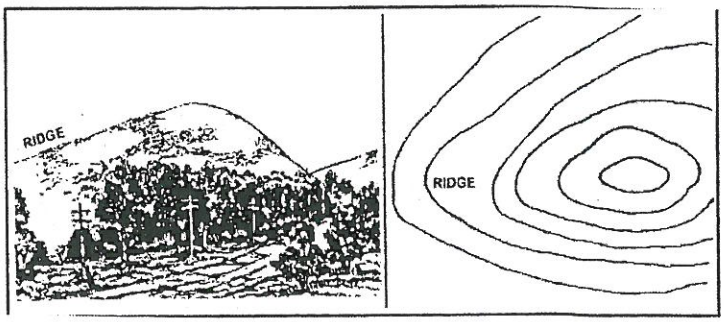
รูปที่ 8.4 ข ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่เขา (http://www.map-reading.com)



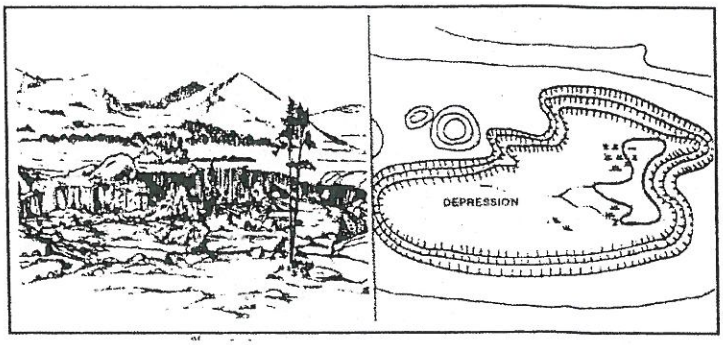
รูปที่ 8.4 ค ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่อานม้า (Saddle) (http://www.map-reading.com)



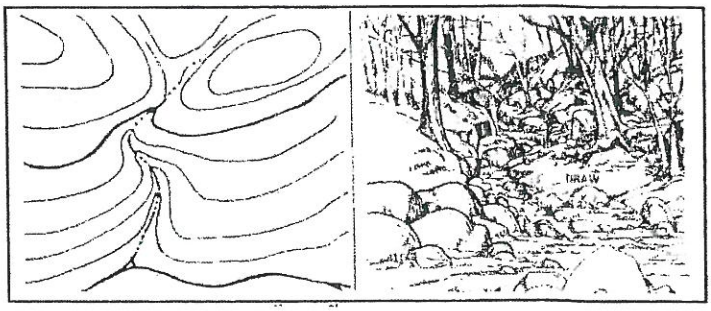
รูปที่ 8.4 ง ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่หุบเขา (valley) (http://www.map-reading.com)



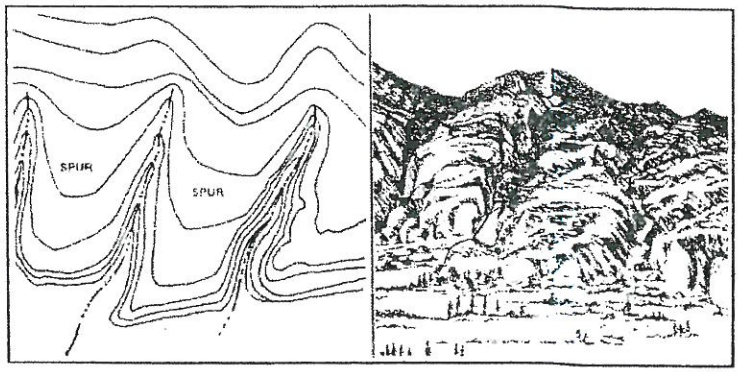
รูปที่ 8.4 จ ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่สันเขา (ridge line) (http://www.map-reading.com)



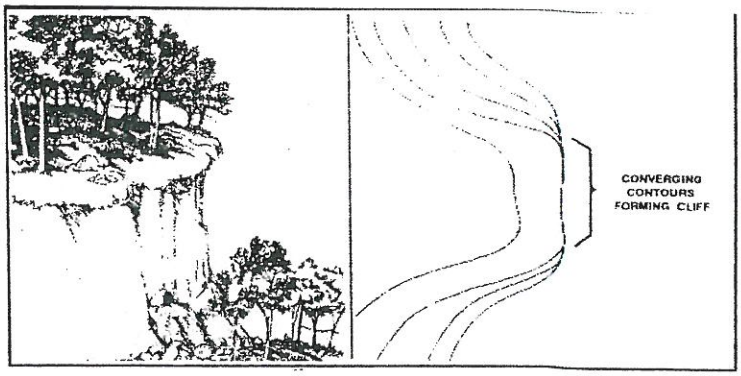
รูปที่ 8.4 ฉ ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่ต่ำ หรือ หลุมบ่อ (depression)
(http://www.map-reading.com)



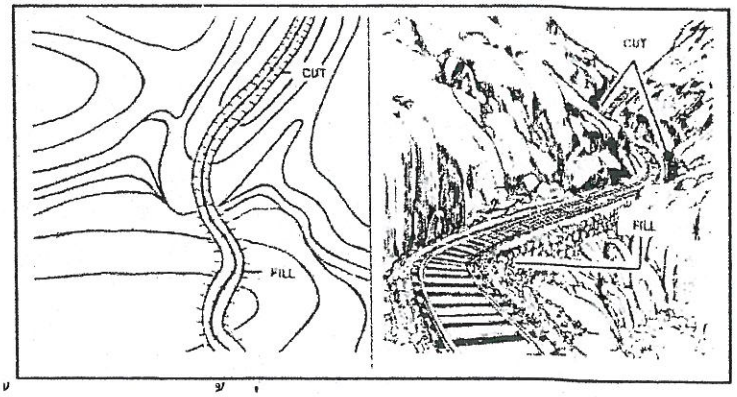
รูปที่ 8.4 ช ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่น้ำเซาะ (draw)(http://www.map-reading.com)



รูปที่ 8.4 ช ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่ลาดกัดเซาะ (spur) (http://www.map-reading.com)



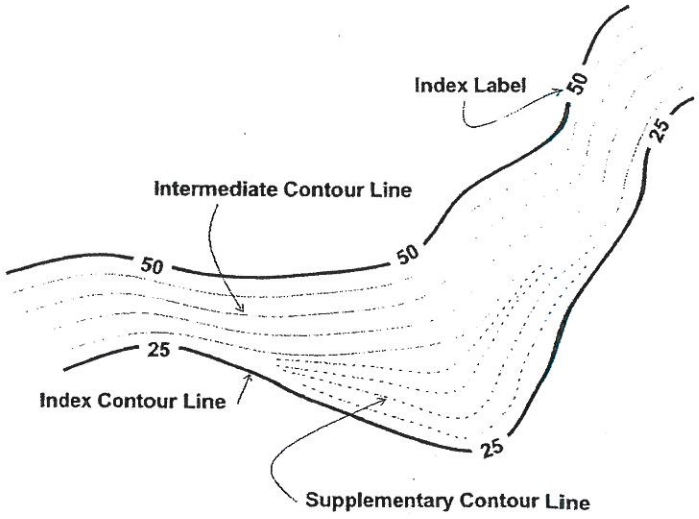
รูปที่ 8.4 ฌ ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่หน้าผา (cliff) (http://www.map-reading.com)



รูปที่ 8.4 ญ ภาพแสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่ตัดหรือถมดิน (cut and fill)
(http://www.map-reading.com)

8.4 ประเภทเส้นชั้นความสูง

การแสดงเส้นชั้นความสูงบนแผนที่ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท (รูปที่ 8.5) คือ



รูปที่ 8.5 ประเภทเส้นชั้นความสูง

1) เส้นชั้นความสูงดัชนี (index contour line)
   คือ เส้นชั้นความสูงที่นับเริ่มต้นจากค่าระดับเท่ากับ 0 จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (msl.) และนับไปทุกๆ เส้นที่ 5 ของเส้นชั้นความสูง มักเป็นเส้นที่มีค่าระดับลงท้ายด้วย 0 หรือ 5 ขึ้นอยู่กับการกำหนดช่วงเส้นชั้นความสูง โดยทั่วไปจะแสดงด้วยการเขียนให้น้ำหนักเส้นแตกต่างจากเส้นอื่นให้เห็นชัด เช่น มีความหนาเพิ่มขึ้น หรือใช้สีที่เด่นชัด เป็นต้น และจะมีตัวเลขค่าระดับกำกับบอกไว้บนเส้น
2) เส้นชั้นความสูงระหว่างกลาง (intermediate contour line)
   คือ เส้นชั้นความสูงที่อยู่ระหว่างเส้นชั้นความสูงดัชนี ซึ่งจะมีจำนวน 4 เส้น โดยจะแสดงด้วยน้ำหนักเส้นธรรมดา หรือ บางกว่า และไม่ระบุค่าระดับ
3) เส้นชั้นความสูงเสริม (supplementary contour line)
   คือ เส้นชั้นความสูงที่เขียนแทรกเสริมระหว่างเส้นชั้นความสูง ในกรณีที่ระยะห่างระหว่างเส้นมากเกินไป หรือ ลักษณะเส้นชั้นความสูงระหว่างเส้นชั้นชนิดที่ 1 และ 2 มีค่าความลาดชันไม่สม่ำเสมอและมีระยะห่างมาก ซึ่งมักจะแสดงด้วยเส้นประ (dashed line)

8.5 การกำหนดช่วงเส้นชั้นความสูง

การเลือกช่วงเส้นชั้นความสูง มีปัจจัยพิจารณา 2 ปัจจัย คือ มาตราส่วนของแผนที่และลักษณะภูมิประเทศ โดยจะกำหนดตามมาตราส่วนของแผนที่เป็นหลัก และเปลี่ยนแปลงตามลักษณะภูมิประเทศแต่ละพื้นที่ แผนที่มาตราส่วนเล็กจะมีช่วงเส้นชั้นความสูงใหญ่ ทำนองเดียวกันแผนที่มาตราส่วนใหญ่ก็มีช่วงเส้นชั้นความสูงเล็ก (ตารางที่ 8.1) โดยพิจารณาทั่วๆ ไปได้ ดังนี้

1) แผนที่มาตราส่วนใหญ่ ใช้ช่วงชั้นความสูง 0.1 เมตร ถึง 2 เมตร
2) แผนที่มาตราส่วนกลาง ใช้ช่วงชั้นความสูง 2 เมตร ถึง 5 เมตร
3) แผนที่มาตราส่วนเล็ก ใช้ช่วงชั้นความสูง 5 เมตร ถึง 200 เมตร

ตารางที่ 8.1 ตัวอย่างขนาดมาตราส่วนและช่วงชั้นความสูง

มาตราส่วนแผนที่	ช่วงชั้นความสูง (เมตร)
1 : 500	0.5
1 : 1,000	1
1 : 2,000	2
1 : 5,000	5
1 : 10,000	10
1 : 50,000	20

8.6 ข้อแนะนำเวลาเขียน CONTOUR

1) การเขียนต้องเขียนแบบ Free hand ยกเว้นการออกแบบเส้น Contour เพื่อการก่อสร้างหรือเขียนด้วยเครื่อง Plot รูปถ่ายทางอากาศ
2) เส้น Contour ที่จะเขียนนั้นจะตัดกันไม่ได้
3) Contour ทุกเส้นจะหายไปเฉยๆ บนแผนที่ไม่ได้ จะต้องเขียนให้ไปจดกับขอบของแผนที่หรือบรรจบตัวเอง
4) ความเริ่มเขียนออกจากขอบของแผนที่ หรือเริ่มจากจุด
5) ถ้ามีทางน้ำ เราต้องลากเส้นกึ่งกลางของทางน้ำไว้ก่อน โดยลากเส้นต่อจุด Spot elev. ของกึ่งกลางของทางน้ำเพราะเวลาเขียนจะได้ไม่ลืม
6) ก่อนทำการเขียนจะต้องหา Contour point เสียก่อนในทิศทางที่เราจะเขียน Contour line ไป
7) ถ้าเป็นอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง Contour line จะผ่านไม่ได้ ยกเว้นได้ส่งค่าระดับอาคารมาด้วย

8) ในกรณีการเขียนทางน้ำ เส้น Contour จะต้องเป็นรูปตัว V หัวกลับ แต่ถ้าเป็นเนิน (Saddle) Contour จะเป็นรูปตัว U

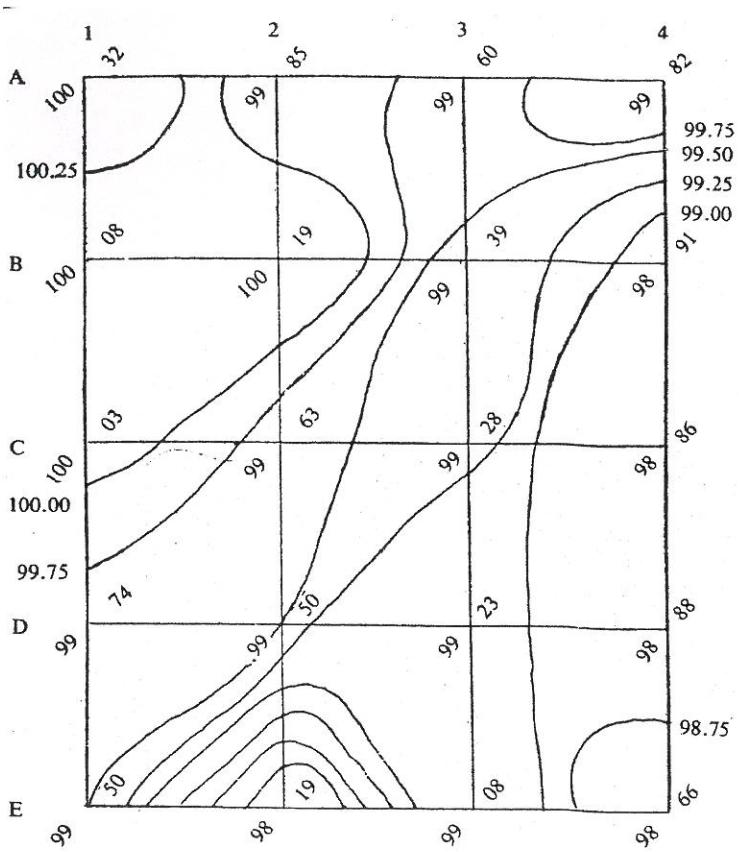
9) การเขียน Contour จะต้องเขียนไปเป็นกลุ่มๆ ต่อเนื่องกันไปตลอด ไม่ใช่นึกอยากจะเขียนตรงไหนก็เขียนเส้นเดียวไปตลอดจนสุดแผนที่ หรือจบเส้น จะทำให้ลืม Contour บางเส้นที่แสดงความผิดปกติของพื้นที่ หรือลืมจุดแบ่ง Contour point ระหว่าง Sport height ทำให้ชักช้าเสียเวลาในการตรวจสอบค่าระดับใหม่

8.7 วิธีเขียนเส้นชั้นความสูง (INTERPOLATION CONTOUR)

หมายถึงการเขียน Contour ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การ Plot ground point ซึ่งได้จากวิธีการของ Indirect method วิธีการมีดังนี้

1) ESTIMATION วิธีนี้ใช้การประมาณว่า Contour line จะผ่านตรงไหนของจุด Spot elev. หรือจุด Ground point สองจุด ซึ่งถ้าค่าระดับของ Spot elev. ต่างกัน ก็จะถือว่าความลาดระหว่างจุดทั้งสองนั้นสม่ำเสมอหรือที่เรียกว่า Uniform หรือ Plane slope1 ทำให้ทราบว่าที่ความลาดนี้จะมี Contour point อยู่หรือไม่ ถ้ามีก็จุดไว้แล้วลาก Contour line ทีหลัง ก็จะได้เส้นชั้นความสูงตามต้องการ วิธีนี้นิยมใช้มาก

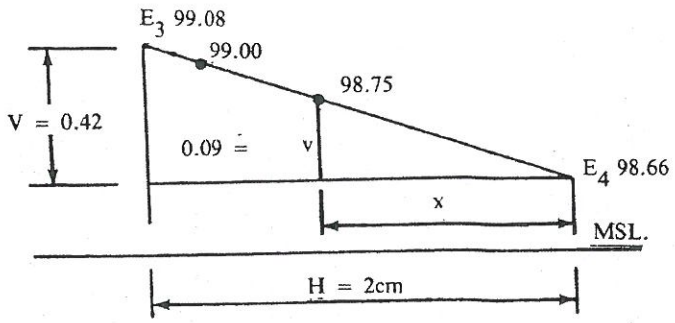
ตัวอย่าง การเขียน Contour line ใช้ Interval 0.25 เมตร



รูปที่ 8.5 การเขียน Contour

3) การเขียน Contour โดยใช้ Interval 0.25 เมตร นั้น ค่า Contour จะมีดังนี้คือ 0.25, 0.75 เป็นต้น ยกตัวอย่าง E_3 และ E_4 ซึ่งมีค่าระดับ 99.08 และ 98.66 ระหว่างจุด 2 จุดนี้ จะมี Contour point ดังนี้คือ 98.75 และ 99.00 ในตอนอื่นก็คิดอย่างเดียวกัน แล้วลากเส้นผ่านจุด Contour point ตามต้องการ

4) COMPUTATION เป็นการเขียน Contour line โดยใช้การคำนวณทางเรขาคณิตเข้าช่วย ซึ่งก็จะได้ค่าระยะของ Contour point ห่างจาก Ground point เท่ากับเท่าไหร่ เช่น จุด 98.75 ห่างจากจุด E_4 มาทาง E_3 เท่าไหร่ในที่นี้คือ x = 0.42



รูปที่ 8.6 การเขียน Contour

จากรูปกำหนดให้ V = ความต่างระดับระหว่าง E_3 และ E_4 = 0.42 เมตร

v = ความต่างระดับระหว่าง E_4 กับจุด 98.75

= 0.09 เมตร

H = ระยะตารางกริดในแผนที่ในที่นี้ 1: 1000 จะเท่ากับ 2 ซม.

จากหลักการของสามเหลี่ยมคล้าย

$$\frac{x}{H} = \frac{v}{V}$$

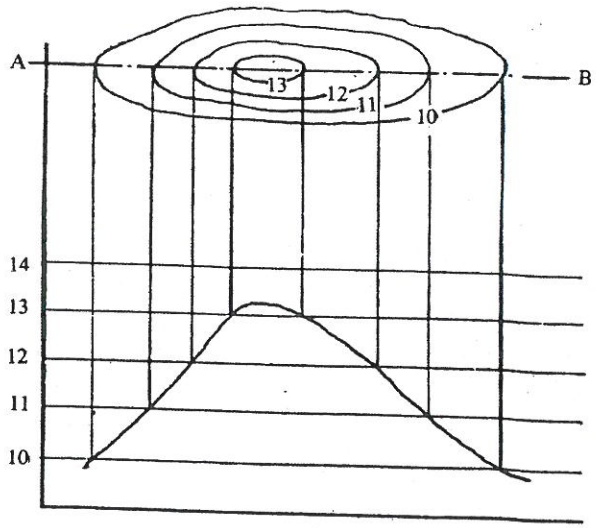
$$X = \frac{H}{v} \times v$$

$$X = \frac{2}{0.42} \times 0.09 = 0.42 \text{ ซม.}$$

เมื่อได้ระยะ x แล้วก็วัดระยะจาก E_4 มาทาง E_3 เท่ากับ 0.42 ซม. ก็จะได้จุด Contour point ตามต้องการ จะเห็นว่าวิธีนี้จะต้องคำนวณหา Contour point ทุกๆ จุดที่ต้องการเขียน Contour line

8.8 การใช้ประโยชน์จากแผนที่ภูมิประเทศหรือแผนที่ CONTOUR

1) การเขียนรูปตัด ซึ่งใช้ประโยชน์ในการคำนวณงานดินอย่างหยาบๆ ใช้ดูลักษณะของพื้นดิน ซึ่งสามารถที่จะเขียนออกมาได้โดยการกำหนด V-scale ส่วน Map scale ทราบจากแผนที่แล้ว ซึ่งก็คือ H-scale นั้นเอง



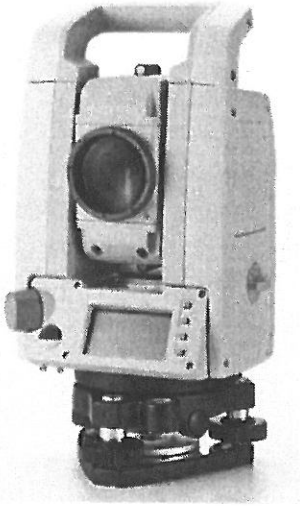
รูปที่ 8.7 การเขียนรูปตัด

2) ใช้ทดสอบการมองเห็นระหว่างจุดสองจุด
3) ใช้ในการกำหนดแนวทาง เช่น ถนน ทางรถไฟ คลองส่งน้ำ ว่าจะผ่านไปได้หรือไม่ เพื่อให้ค่าระดับต่างกันไม่มากนัก หรืออยู่ในข้อกำหนดของการออกแบบ เพราะฉะนั้น การกำหนดแนวทางก็มักจะให้มีทิศทางไปในทางเดียวกันกับเส้นชั้นความสูง เราสามารถหา Gradient จากเส้นชั้นความสูงได้
4) ใช้การหาพื้นที่ที่รับน้ำหรือการระบายน้ำ ซึ่งจะนำไปใช้ในการออกแบบการระบายน้ำของถนน หรือเขื่อนกั้นน้ำ คลองส่งน้ำ ขอบเขตของพื้นที่รับน้ำจะอาศัย Ridge line เป็นเส้นแบ่งซึ่งเราเรียกว่าเส้นปันน้ำ (Water shed line)
5) การคำนวณหาปริมาณความจุของค่างเก็บน้ำ (Calculation of Reservoir) ซึ่งจะทำเป็นกราฟประจำอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่ง ซึ่งเมื่อทราบค่าระดับผิวน้ำแล้วเราจะทราบ
   - ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้งหมด หรือปริมาณน้ำในขณะนั้น
   - เนื้อที่ที่น้ำท่วมถึง

บทที่ 9

คู่มือกล้อง Trimble M3 Total Station

Trimble M3 Total Station



Trimble

1

Trimble M3 Total Station

ระบบกล้องส่องเล็ง

- กล้องส่องมีกำลังขยายภาพ 30 เท่า
- เส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ปากกล้อง มีขนาด 40 มิลลิเมตร
- ระยะมองภาพชัดใกล้สุด 1.50 เมตร
- มีระบบส่องหัวหมุดแบบ Optical Plummet

ระบบการวัดมุม

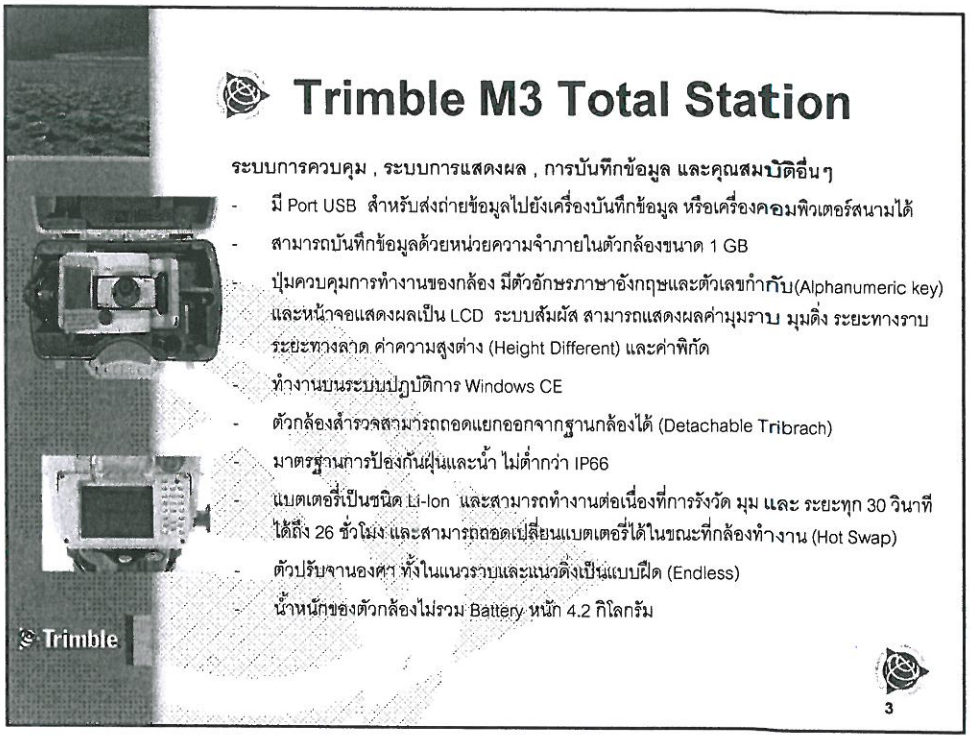
- สามารถอ่านค่ามุมราบและมุมดิ่ง อ่านได้โดยตรง 1 ฟิลิปดา
- ความละเอียดถูกต้อง (ACCURACY) ของการวัดมุม 2 ฟิลิปดา
- COMPENSATOR เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนขององศาดิ่งอัตโนมัติแบบ Dual Axis
- COMPENSATOR มีช่วงการทำงาน ±3.5 ลิปดา
- ความไวของหลอดระดับน้ำฟองกลม 10 ลิปดา ต่อ 2 มิลลิเมตร

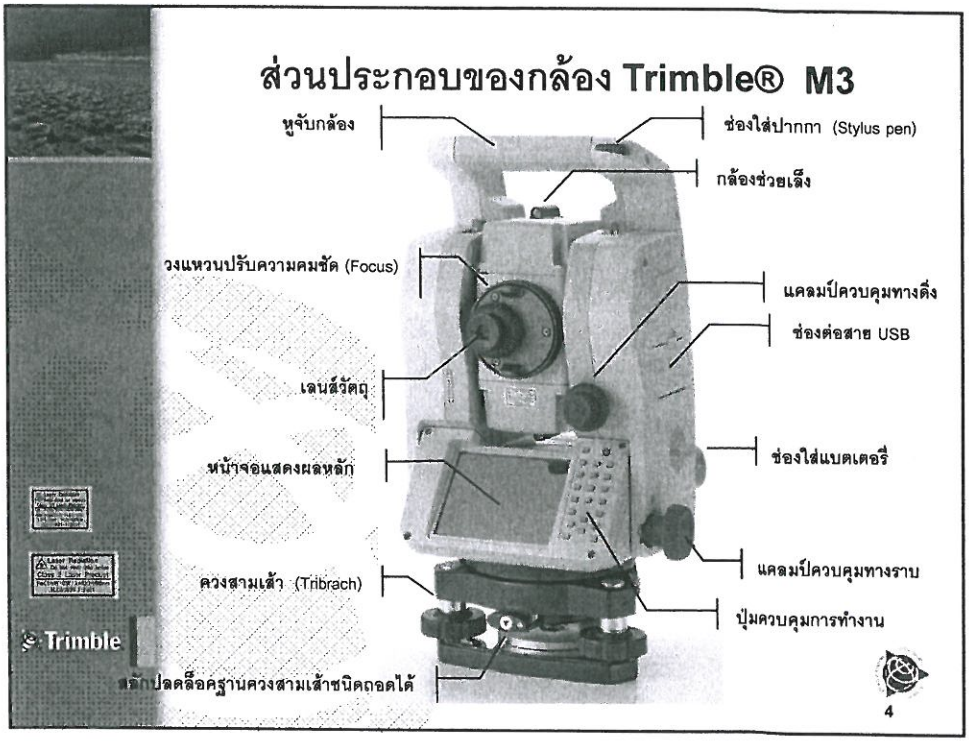
ระบบการวัดระยะ

- ในสภาวะอากาศดี สามารถใช้วัดระยะได้ 3,000 เมตร โดยใช้ปริซึม 1 ดวง
- สามารถวัดระยะทางโดยไม่ใช้แผ่นปริซึม (NON PRISM) ได้ 270 เมตร
- สามารถวัดระยะทางได้ละเอียด 1 มิลลิเมตร
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดระยะโดยใช้เป้าสะท้อน ±(2+2 ppm x D) mm

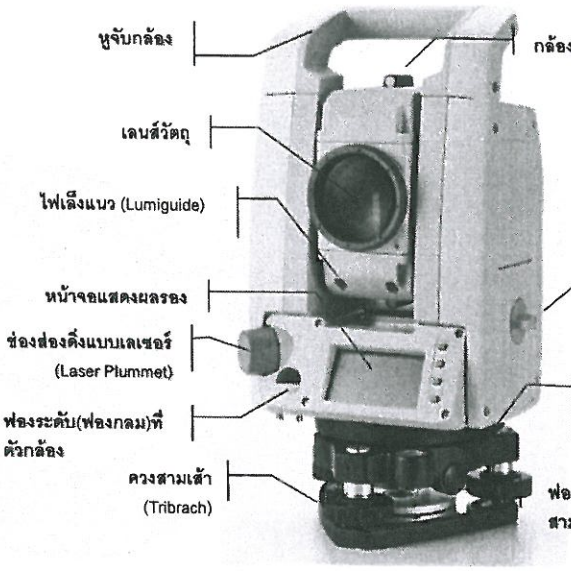
Trimble

2


Trimble M3 Total Station
ระบบการควบคุม , ระบบการแสดงผล , การบันทึกข้อมูล และคุณสมบัติอื่นๆ
- มี Port USB สำหรับส่งถ่ายข้อมูลไปยังเครื่องบันทึกข้อมูล หรือเครื่องคอมพิวเตอร์สนามได้
- สามารถบันทึกข้อมูลด้วยหน่วยความจำภายในตัวกล้องขนาด 1 GB
- ปุ่มควบคุมการทำงานของกล้อง มีตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลขกำกับ(Alphanumeric key) และหน้าจอแสดงผลเป็น LCD ระบบสัมผัส สามารถแสดงผลค่ามุมราบ มุมดิ่ง ระยะทางราบ ระยะทางลาด ค่าความสูงต่าง (Height Different) และค่าพิกัด
- ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows CE
- ตัวกล้องสำรวจสามารถถอดแยกออกจากฐานกล้องได้ (Detachable Tribrach)
- มาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ ไม่ต่ำกว่า IP66
- แบตเตอรี่เป็นชนิด Li-Ion และสามารถทำงานต่อเนื่องที่การรังวัด มุม และ ระยะทุก 30 วินาที ได้ถึง 26 ชั่วโมง และสามารถถอดเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ในขณะที่กล้องทำงาน (Hot Swap)
- ตัวปรับจานองศา ทั้งในแนวราบและแนวดิ่งเป็นแบบฝืด (Endless)
- น้ำหนักของตัวกล้องไม่รวม Battery หนัก 4.2 กิโลกรัม
Trimble
3


ส่วนประกอบของกล้อง Trimble® M3
หูจับกล้อง
ช่องใส่ปากกา (Stylus pen)
กล้องช่วยเล็ง
วงแหวนปรับความคมชัด (Focus)
แคลมป์ควบคุมทางดิ่ง
ช่องต่อสาย USB
เลนส์วัตถุ
ช่องใส่แบตเตอรี่
หน้าจอแสดงผลหลัก
แคลมป์ควบคุมทางราบ
ขวงสามเส้า (Tribrach)
ปุ่มควบคุมการทำงาน
ปลักปลดล็อคฐานขวงสามเส้าชนิดถอดได้
Trimble
4

ส่วนประกอบของกล้อง Trimble® M3



Trimble

5

ข้อควรระวังและการบำรุงรักษา

- ไม่ควรเคลื่อนย้ายกล้องสำรวจในขณะที่ยังยึดประกอบอยู่กับขาตั้งกล้อง เพราะอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ภายในได้ เช่น
  - ความเสียหายเนื่องจากแรงเค้นที่บริเวณ Tribrach
  - ความเสียหายเนื่องจากแรงเค้นบริเวณจานองศาราบ

  สาเหตุดังกล่าวอาจเป็นผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนทางมุมได้
- ไม่ควรเคลื่อนย้ายกล้องสำรวจในขณะที่ยังยึดประกอบอยู่กับขาตั้งกล้อง เพราะอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์เนื่องจากการตกกระแทกได้
- ไม่ควรวางวัตถุหรือสิ่งกดทับหรือนั่งบนกล่องใส่เครื่องมือ โดยอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ได้
- ตรวจสอบตัวล็อกของกล่องใส่เครื่องมือก่อนทำการเคลื่อนย้ายเนื่องจากอาจเกิดความเสียหายเนื่องจากเครื่องมือตกหล่นจากความไม่สมบูรณ์ของตัวล็อคกล่อง

Trimble

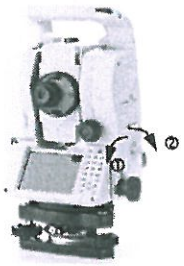
Trimble.

6

ข้อควรระวังและการบำรุงรักษา
• หากกล้อง Trimble M3 ถูกใช้ในสภาพที่เปียกชื้น ควรทำการเช็ดหรือขจัดความชื้นออกไป และทำให้แห้งสนิทก่อนเก็บเข้ากล่องบรรจุ เนื่องจากกล้อง Trimble M3 ประกอบด้วยสายไฟ ซึ่งผลิตให้สามารถป้องกันฝุ่นละอองและความชื้นได้ดี อย่างไรก็ตามถ้าฝุ่นหรือความชื้นเข้าไปในตัวกล้อง อาจทำให้เกิดความเสียหายได้
• หลีกเลี่ยงการเก็บกล้อง Trimble M3 ในบริเวณร้อนชื้น ควรระมัดระวังเป็นพิเศษ ควรเก็บแบตเตอรี่ในบริเวณที่แห้ง และอุณหภูมิน้อยกว่า 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงและความชื้นที่มาก อาจมีผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตของรา บนเลนส์ และความเสียหายของระบบไฟฟ้า นำมาซึ่งความเสียหายของอุปกรณ์
• การทำความสะอาดเลนส์ อาจทำได้โดยเช็ดเบาๆ ด้วยผ้านุ่มหรือใช้สำหรับเช็ดเลนส์โดยเฉพาะ
• ไม่ควรทำการรังวัดระยะทางแบบไม่ใช้เป้า (DR Mode) เข้ากับเป้าสะท้อน เพราะอาจเป็นสาเหตุให้บั่นทอนอายุการใช้งานของภาควัดระยะทาง (EDM) เนื่องจากรับสัญญาณสะท้อนกลับที่มีความแรงเกิน
Trimble
Trimble
7

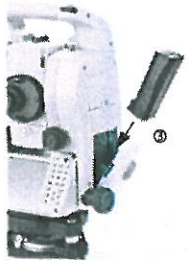
การขนย้าย และการเก็บเครื่องมือ Trimble® M3
1) การขนย้าย เมื่อเคลื่อนย้าย ควรถือกล้องอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันการสั่นหรือการสะเทือนที่มากจนเกินไป การขนย้ายอุปกรณ์ควรจับบริเวณหูจับแล้วนำเครื่องมือออกจากกล่อง ลักษณะกล้องเมื่อวางอยู่ในกล่องเป็นดังภาพด้านล่าง ถ้าวางกล้องผิดไปจากตำแหน่งดังภาพเพียงเล็กน้อย จะไม่สามารถปิดกล่องได้
2) การเก็บเครื่องมือ หมุนแกนกล้อง (TELESCOPE) ในแนวราบ ในตำแหน่งของ "หน้าซ้าย (FACE – LEFT) " และจัดวางให้ตรงกับตำแหน่งในกล่อง ดังภาพ จากนั้นวางเครื่องมือลงในกล่อง
Trimble
8

การประจุไฟฟ้าและการต่อแบตเตอรี่เพื่อประจุไฟฟ้า



การถอดแบตเตอรี่ หมุนปลดแกนสลักคลาย Lock แล้วดึงก้อนแบตเตอรี่ขึ้นมาจากรางใส่แบตเตอรี่

การใส่ก้อนแบตเตอรี่
ใส่ก้อนแบตเตอรี่โดยให้ด้านขั้วของก้อนแบตเตอรี่หันลงด้านล่าง และหมุนแกนสลักเพื่อ Lock รางใส่แบตเตอรี่



Trimble

9

การประจุไฟฟ้าและการต่อแบตเตอรี่เพื่อประจุไฟฟ้า

ขั้นตอนในการเพิ่มประจุไฟฟ้า

1. เสียบหัวปลั๊กไฟ AC. ของตัวเพิ่มประจุไฟฟ้าเข้ากับปลั๊กไฟบ้าน
2. นำแบตเตอรี่มาใส่ไปที่รางประจุไฟดังภาพตัวอย่าง เมื่อใส่ก้อนแบตเตอรี่ลงไปแล้วไฟสถานะของการประจุไฟจะปรากฏขึ้นมาโดย
   - สีส้ม คือ สถานะการประจุพลังงาน
   - สีเขียว คือ ประจุพลังงานเต็มแล้ว
3. เมื่อการเพิ่มประจุไฟฟ้าเสร็จสิ้นโดยจะใช้ระยะเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ไฟที่แสดงสถานะการประจุสีส้มจะกลายเป็นสีเขียว

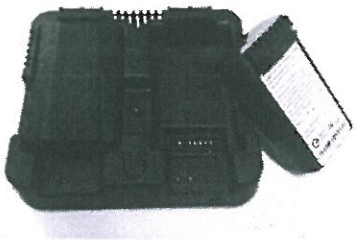
Battery charger

AC adapter and plug adapter

Trimble

10

การประจุไฟฟ้าและการต่อแบตเตอรี่เพื่อประจุไฟฟ้า



หมายเหตุ :

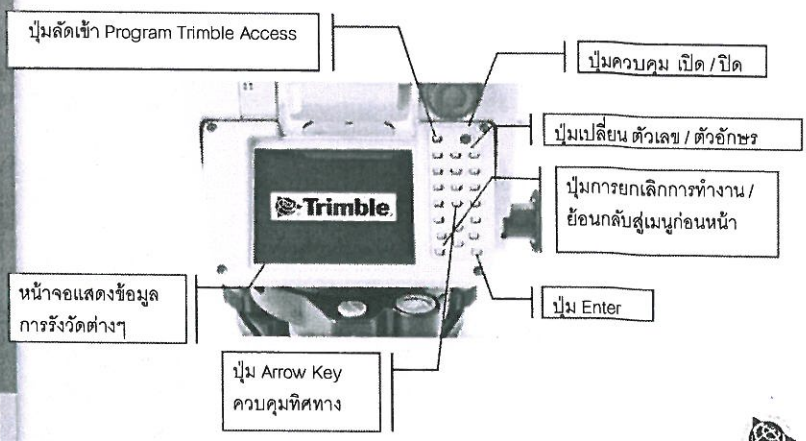
- การเพิ่มประจุไฟฟ้าสำหรับแบตเตอรี่ชนิด Li-Ion ผู้ใช้งานสามารถประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ได้ โดยที่ไม่จำเป็นจะต้องใช้งานแบตเตอรี่ให้พลังงานหมดไปก่อน
-โดยทั่วไปอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ Li-Ion ที่เสนอ จะมีอายุการใช้งานอยู่ที่ระยะเวลาประมาณ 2 ปี ทั้งนี้อายุการใช้งานอาจขึ้นอยู่กับการจัดเก็บและลักษณะการใช้งานด้วย
-แบตเตอรี่ของ Trimble M3 สามารถใช้สลับกันหรือพร้อมกันได้ทั้งสองก้อน (Hot Swap)
-หลีกเลี่ยงการสัมผัสแบตเตอรี่ Li-Ion บริเวณขั้วโลหะซึ่ง ใช้ในการถ่ายเทประจุของกระแสไฟ

Trimble

11

หน้าจอการแสดงผล และหน้าที่ปุ่มการทำงาน

หน้าจอแสดงผลหลัก

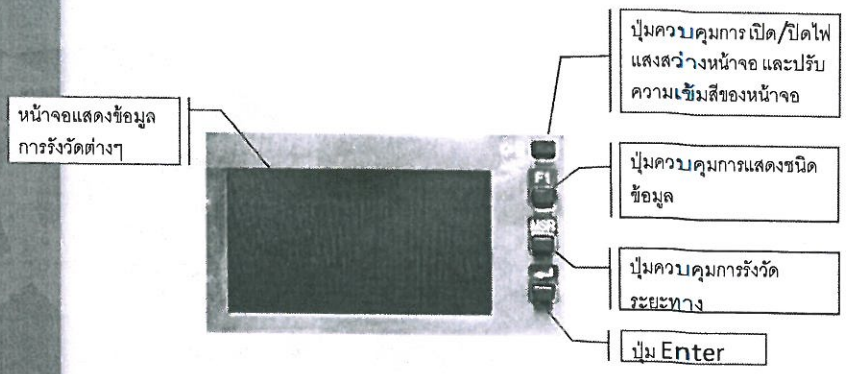


Trimble

12

หน้าจอการแสดงผล และหน้าที่ปุ่มการทำงาน

หน้าจอแสดงผลรอง



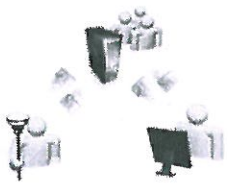
Trimble

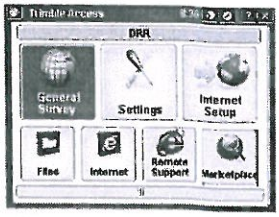
Trimble

13

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่าง ๆ

Program Trimble Access





Trimble

14

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

เริ่มต้นการทำงาน

ทำการเปิดเครื่องโดย กดปุ่ม Power ดังตำแหน่งวงกลมดังภาพตัวอย่างประกอบ

Trimble

15

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

เลือกเปิดโปรแกรม Trimble Access

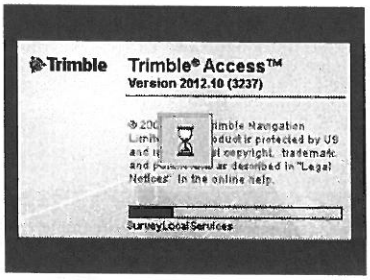
***สามารถกดปุ่มลัดเข้าสู่โปรแกรมได้จากปุ่มควบคุม
***หน้าจอแสดงผลเป็นแบบสัมผัส ผู้ใช้งานสามารถกดเลือกที่แถบคำสั่งได้โดยตรงที่หน้าจอแสดงผล โดยใช้ปากกา (Stylus) ที่มากับตัวกล้อง

Trimble

16

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



ถัดมาจะปรากฏหน้าต่าง **Trimble Access** เพื่อเรียกโปรแกรมขึ้นมาใช้งาน

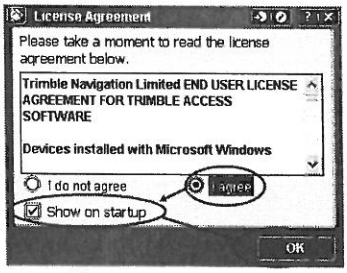
***โดยในหน้าต่างนี้จะแสดง Version ของ โปรแกรมไว้ด้วย ดังภาพตัวอย่างประกอบ

Trimble

17

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



ถัดมาจะพบกับหน้าต่าง License Agreement โดยจะเป็นเงื่อนไขต่างๆในการใช้งาน โดยให้ผู้ใช้งานเลือกที่คำสั่ง “I AGREE” เพื่อเห็นด้วย และจากนั้นเลือกคำสั่ง OK เพื่อดำเนินการต่อ

***ผู้ใช้งานสามารถเลือก เครื่องหมาย ☑ Show on startup ในช่องสี่เหลี่ยมออกไป เพื่อในการเปิดโปรแกรมครั้งต่อไป โปรแกรมจะไม่แสดงหน้าต่างนี้อีก

Trimble

18

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Trimble Access หน้าต่างเมนูหลัก

หลังจากเข้าสู่โปรแกรม **Trimble Access** แล้วจะพบกับหน้าต่างเมนูหลักของโปรแกรม โดยจะมีอยู่ 7 เมนูหลักด้วยกัน

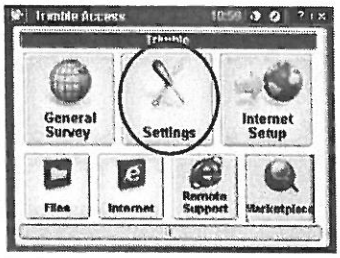
- General Survey : เข้าสู่เมนูรังวัดรูปแบบต่างๆ
- Settings : กำหนดค่า แก้ไขค่าตั้งต้นต่างๆ
- Internet Setup : กำหนดค่าตั้งต้นต่างๆ ของการเชื่อมต่อ Internet
- Files : จัดการเกี่ยวกับข้อมูลไฟล์งานต่างๆ
- Internet : เข้าสู่ Browser สำหรับใช้งาน Internet
- Remote Support : เข้าสู่การช่วยเหลือด้านข้อมูลจากผู้ควบคุมงาน
- Marketplace : เข้าสู่โปรแกรมการสำรวจขั้นสูงอื่นๆ

Trimble

19

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



ในเบื้องต้นให้ผู้ใช้งาน ทำการตั้งค่าต่างๆ ในการทำงานโดยเลือกที่เมนู Setting

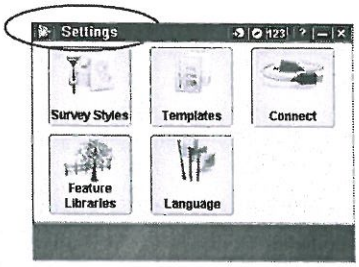
***โดยทั่วไป ทางตัวแทนจำหน่าย ได้ทำการตั้งค่าต่างๆให้ใช้งานอย่างเหมาะสมมาให้ในเบื้องต้นแล้ว

Trimble

20

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Setting

-Survey Styles : ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่ารูปแบบการทำงานต่างๆได้

-Templates : ผู้ใช้งานสามารถกำหนดต้นแบบ ของการสร้าง Job งานได้

-Connect : การเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อสู่อุปกรณ์อื่นหรือตั้งค่าการเชื่อมต่อ internet

-Feature Libraries : แสดงฐานข้อมูลของ Feature code ที่ใช้งานอยู่ สามารถแก้ไขหรือสร้างขึ้นใหม่ได้ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงาน

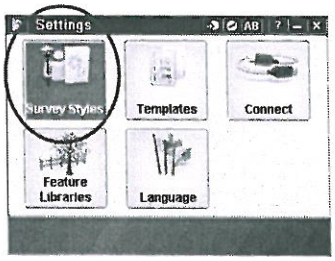
- Language : เลือกภาษา หรือ เปิด/ปิด ระบบเสียงเตือนระหว่างการทำงาน

Trimble

21

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Setting

ตั้งค่ารูปแบบการรังวัด (Survey Styles)

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่ารูปแบบการทำงานหรือการแสดงผลต่างๆได้

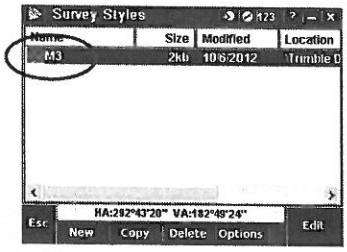
***โดยทั่วไป ทางตัวแทนจำหน่าย ได้ทำการตั้งค่าต่างๆให้ใช้งานอย่างเหมาะสมมาให้ในเบื้องต้นแล้ว

Trimble

22

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Setting

ตั้งค่ารูปแบบการรังวัด (Survey Styles)

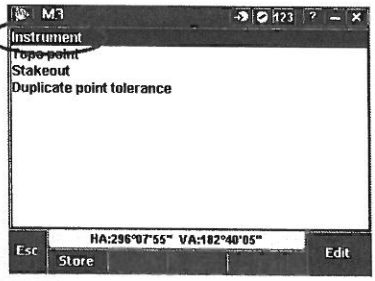
ภาพแสดงตัวอย่างของหน้าต่าง Survey styles โดยให้ผู้ใช้งานเลือก Profile ที่ต้องการแก้ไข โดยในที่นี้เลือก Profile ที่ชื่อ M3

Trimble

23

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Setting

ตั้งค่ารูปแบบการรังวัด (Survey Styles)

ในหน้าต่าง Profile ของ M3 ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าหรือแก้ไขข้อกำหนดการทำงานของตัวเครื่องได้

-Instrument : เพื่อการตั้งค่า ค่าเฉลี่ยของการรังวัดระยะทาง รูปแบบการรังวัด เป็นต้น

-Topo point : ตั้งค่าการแสดงผลข้อมูลรังวัด เป็นต้น

- Stakeout : ตั้งค่าต่างๆที่เกี่ยวกับการวางผัง

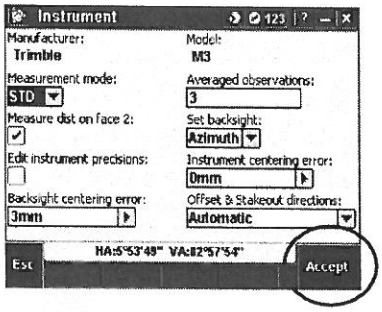
- Duplicate point tolerance : กำหนดช่วงของการรังวัดพิกัดจุดที่ใกล้เคียงกัน เพื่อป้องกันการวัดซ้ำ

Trimble

24

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Setting

ตั้งค่ารูปแบบการรังวัด (SurveyStyles)

แถบเมนู **Instrument** สำหรับให้ผู้ใช้งานทำการปรับเลือกค่า Setting ต่างๆ ให้เหมาะสมกับ ลักษณะงานที่ต้องการ

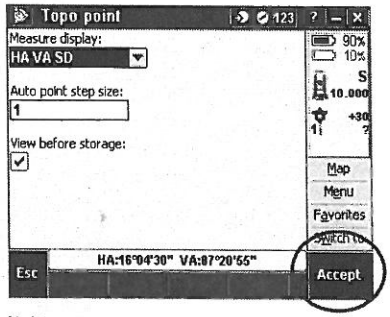
โดยเมื่อทำการตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกแถบคำสั่ง ***Accept*** เพื่อบันทึกค่า

Trimble

25

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Setting

ตั้งค่ารูปแบบการรังวัด (SurveyStyles)

แถบเมนู **Topo Point** สำหรับการตั้งค่าการแสดงผลในหน้าต่างการรังวัดลายละเอียดทั่วไป (Topo Point) โดย

Measure display : เลือกรูปแบบชนิดข้อมูลที่จะแสดงผล

Auto point step size : กำหนดขั้นการเพิ่มขึ้นของตัวเลขหลังชื่อของจุดที่รังวัด

View before storage : เลือกให้แสดงผลข้อมูลก่อนที่จะทำการบันทึก

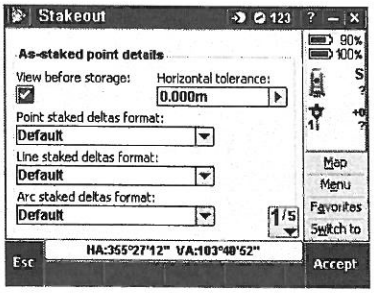
โดยเมื่อทำการตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกแถบคำสั่ง ***Accept*** เพื่อบันทึกค่า

Trimble

26

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



ตั้งค่ารูปแบบการรังวัด (Survey Styles)

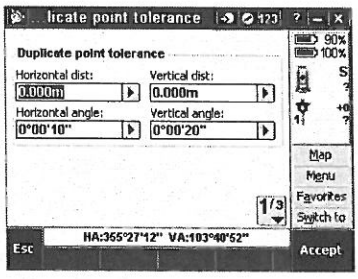
แถบเมนู **Stakeout**: กำหนดค่า Setting เริ่มต้นต่างๆเกี่ยวกับงานวางผัง

Trimble

27

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



ตั้งค่ารูปแบบการรังวัด (Survey Styles)

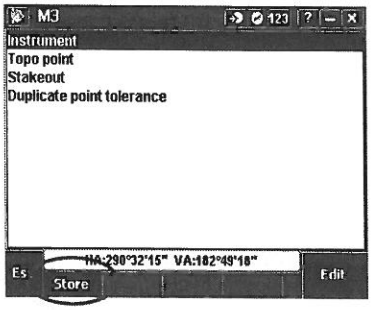
แถบเมนู **Duplicate point tolerance**: กำหนดช่วงของการรังวัดพิกัดจุดที่ใกล้เคียงกัน เพื่อป้องกันการวัดซ้ำ

Trimble

28

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Setting

ตั้งค่ารูปแบบการรังวัด (Survey Styles)

หลังจากผู้ใช้งานทำการ Setting ค่าต่างๆเสร็จสิ้นแล้ว ให้เลือกแถบคำสั่ง **Store** เพื่อทำการบันทึก หรือ เลือก ESC เพื่อยกเลิกการเปลี่ยนแปลง

***การกำหนดค่าเริ่มต้นใน Survey Styles นั้นผู้ใช้งานไม่จำเป็นจะต้อง Setting ทุกครั้ง เพราะหากไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ค่าเริ่มต้นจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแม้จะเริ่ม Job งานใหม่ก็ตาม

Trimble

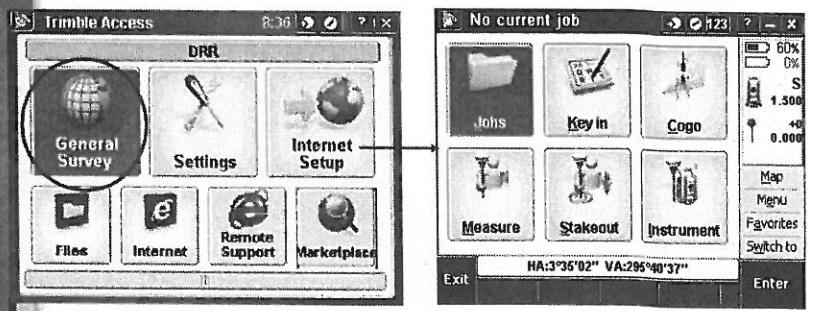
29

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Trimble Access → General Survey

-แนะนำฟังก์ชั่นเมนูการใช้งานต่าง ๆในเมนูหลัก



Trimble

30

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

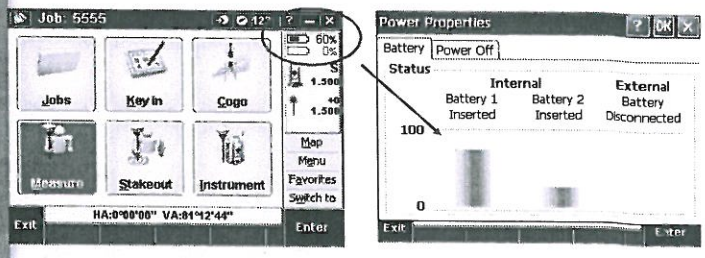
แนะนำฟังก์ชั่นเมนูการใช้งานต่างๆในเมนูหลัก	
Jobs	1.Jobs สำหรับการตั้งค่าการใช้งานเบื้องต้นเช่น การตั้งชื่อ job, การเปิดดู job, การ Import/ Export ไฟล์ไปใช้ในงานต่างๆ ฯลฯ
Key in	2.Key in ใช้สำหรับการป้อนค่าพิกัด หรือข้อมูลต่างๆไว้ล่วงหน้า
Cogo	3.Cogo ใช้สำหรับการคำนวณค่าต่างๆในงาน เช่น การคำนวณพื้นที่ ระยะทาง และ มุม azimuth เป็นต้น
Measure	4. Measure สำหรับเลือกประเภทของการทำงานต่างๆ เช่น การตั้งค่าสถานีหมุดเริ่มต้น, การเล็งสกัดย้อน
Stakeout	5.Stakeout เป็นเมนูสำหรับการทำงานวางผัง
Instrument	6.Instrument ใช้สำหรับการตั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆ เช่นการตั้งฟองระดับอิเล็คทรอนิก, ระบบแสงเลเซอร์แนว เป็นต้น

Trimble

31

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Power Properties

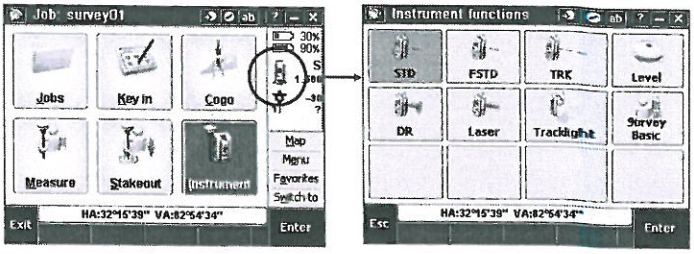
ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะพลังงานของแบตเตอรี่ โดยให้ผู้ใช้งานกดแถบ 60% 0% ที่ด้านขวาบน ของหน้าจอเมนูหลัก ถัดมาจะปรากฏหน้าต่างแสดงแถบพลังงานดังภาพตัวอย่าง

Trimble

32

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



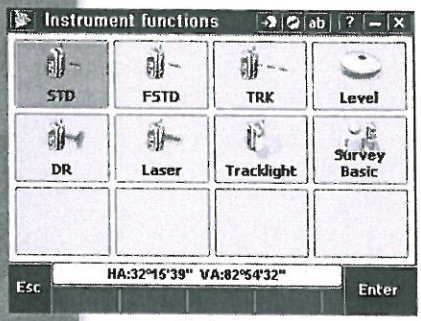
Instrument Functions : ให้ผู้ใช้งานเลือกแถบรูปกล้อง บริเวณด้านขวาของหน้าจอเมนูหลักเพื่อเข้าสู่หน้าจอดังภาพตัวอย่างประกอบ

Trimble

33

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



Instrument Functions

STD : รังวัดระยะทางแบบปกติ

FSTD : รังวัดระยะทางแบบหยาบ

TRK : รังวัดระยะทางแบบต่อเนื่อง

Level : ฟองระดับอีเล็คทรอนิกส์

DR : เปิดใช้ระบบการรังวัดแบบไม่ใช้เป้า

Laser : เปิดใช้ระบบแสง Laser Pointer

Tracklight : ระบบแสงเล็งแนว (Lumiguide)

Survey Basic : เข้าสู่หน้าต่างการรังวัดแบบพื้นฐาน

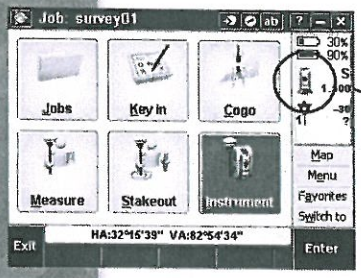
Trimble

34

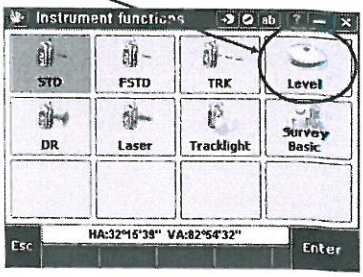
ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Level วิธีการการตั้งฟองระดับ



ให้ผู้ใช้งานเลือกแถบคำสั่ง Level ในเมนู Instrument Functions



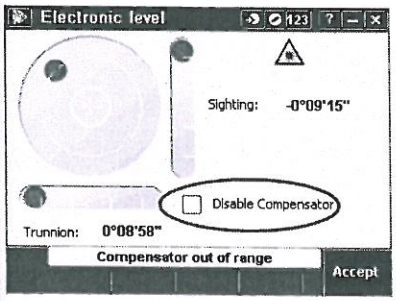
Trimble

35

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Level วิธีการการตั้งฟองระดับ



ถัดมาจะปรากฏหน้าต่างแสดงผลของฟองระดับอิเล็คทรอนิกส์ โดยผู้ใช้งานสามารถปรับฟองระดับให้ได้ระดับ และปรับตำแหน่งของกล้องให้ตรงกับหัวหมุดได้โดยตรวจสอบจากจุดแสงเลเซอร์ส่องดิ่ง (Laser Plummet) แล้วกดปุ่ม Accept เพื่อดำเนินการต่อไป

***สามารถ เปิด / ปิด ระบบระดับอัตโนมัติได้ โดยเลือก ☑ ในช่อง Disable Compensator

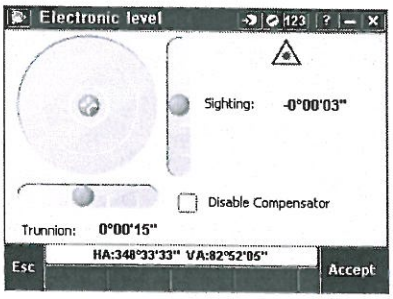
Trimble

36

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Level วิธีการการตั้งฟองระดับ



ภาพตัวอย่างการตั้งฟองระดับ จากหน้าต่าง Electronic Level

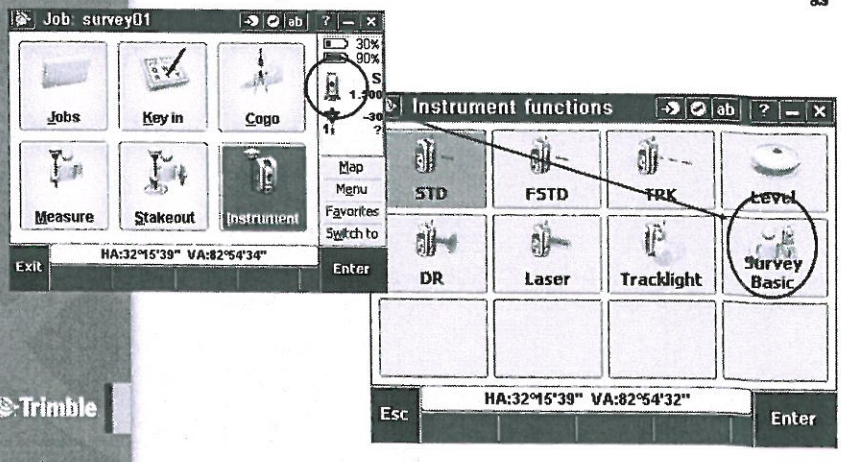
Trimble

37

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Survey Basic : หน้าต่างการรังวัดแบบพื้นฐาน

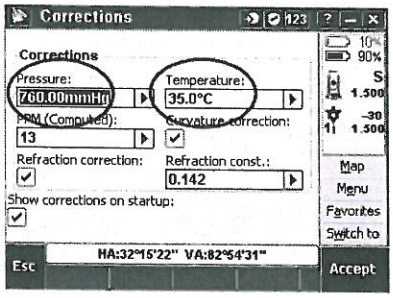


Trimble

38

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



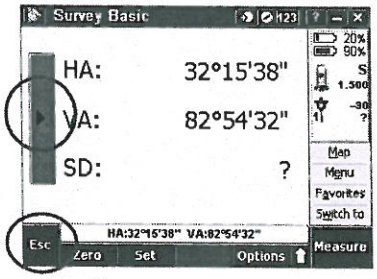
จากนั้นที่หน้าจอจะแสดงค่า ให้ผู้ใช้งานทำการป้อนค่าอุณหภูมิ – ความดัน ณ หน้างานที่ทำการรังวัดในช่อง Pressure , Temperature โดย จะมีการคำนวณค่า PPM ให้อัตโนมัติหลังจากที่ผู้ใช้งานป้อนค่าความดัน และอุณหภูมิ จากนั้นทำการกดปุ่ม **Accept**

Trimble

39

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



ถัดมาที่ตัวกล้องจะแสดงหน้าจอเบื้องต้นของการรังวัด (Survey Basic) โดยผู้ใช้งานสามารถทำการกดแถบทางด้านซ้ายมือเพื่อเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลของการแสดงผลได้

Zero : การเซตมุม 0 องศาราบ

Set : การทำหนดมุม

Option : เข้าสู่เมนูใส่ค่าความดันและอุณหภูมิ

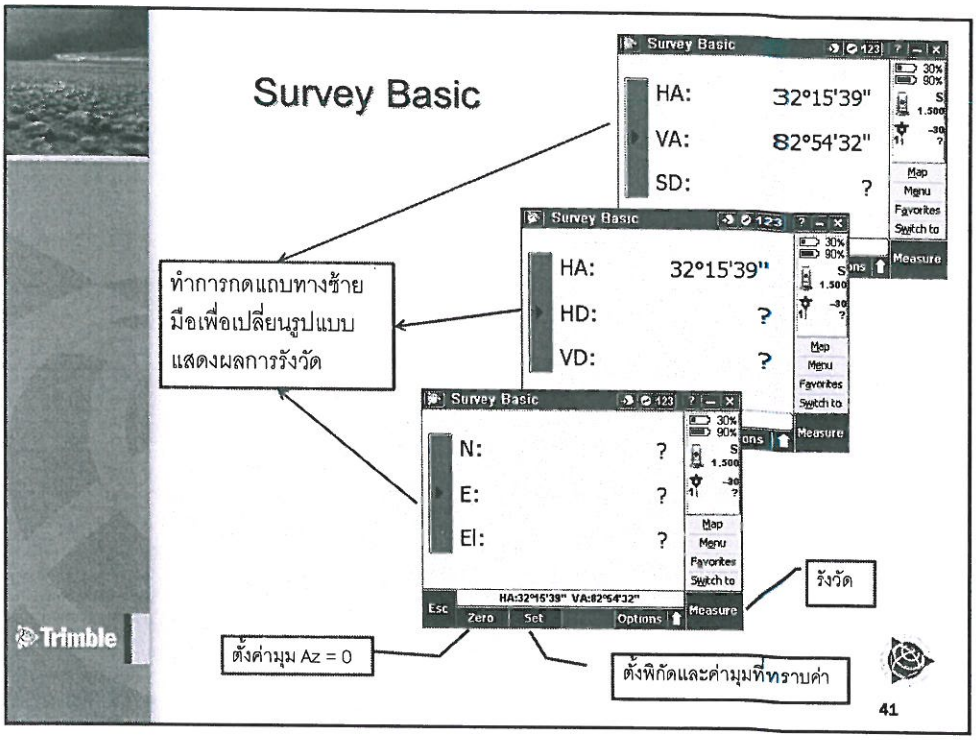
ในกรณีที่ต้องการรังวัดระยะทาง ให้กดปุ่ม Measure หรือกดปุ่ม ESC เพื่อเข้าสู่หน้าจอเมนูหลัก

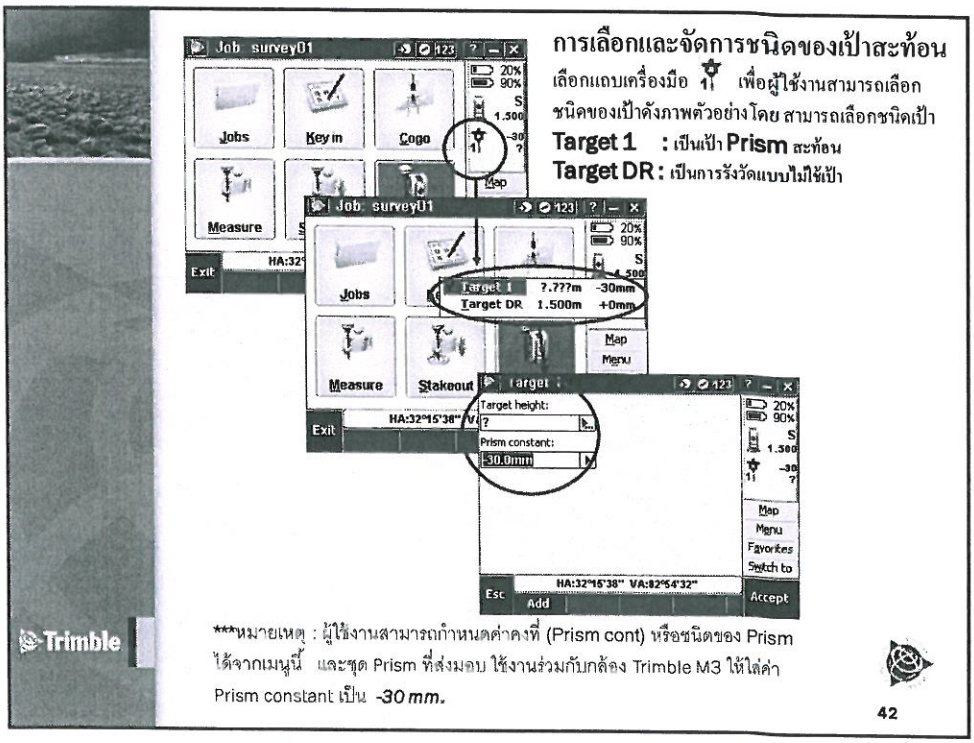
HA : มุมองศาราบ VA : มุมองศาดิ่ง VD : ระยะทางดิ่ง

SD : ระยะทางลาด HD : ระยะทางแนวราบ

Trimble

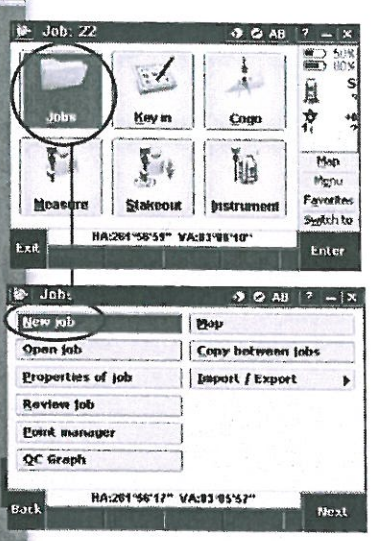
40


Survey Basic
Survey Basic
HA: 32°15'39"
VA: 82°54'32"
SD: ?
Survey Basic
HA: 32°15'39"
HD: ?
VD: ?
Survey Basic
N: ?
E: ?
El: ?
HA:32°15'39" VA:82°54'32"
Esc
Zero
Set
Options
Measure
Map
Menu
Favorites
Switch to
ทำการกดแถบทางซ้ายมือเพื่อเปลี่ยนรูปแบบแสดงผลการรังวัด
รังวัด
ตั้งค่ามุม Az = 0
ตั้งพิกัดและค่ามุมที่ทราบค่า
Trimble
41


การเลือกและจัดการชนิดของเป้าสะท้อน
เลือกแถบเครื่องมือ เพื่อผู้ใช้งานสามารถเลือกชนิดของเป้าดังภาพตัวอย่างโดย สามารถเลือกชนิดเป้า
Target 1 : เป็นเป้า Prism สะท้อน
Target DR : เป็นการรังวัดแบบไม่ใช้เป้า
Job survey01
Jobs
Key in
Cogo
Measure
Exit
Target 1 ?.???m -30mm
Target DR 1.500m +0mm
Stakeout
Target height:
Prism constant:
-30.0mm
HA:32°15'38" VA:82°54'32"
Esc
Add
Accept
Map
Menu
Favorites
Switch to
***หมายเหตุ : ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าคงที่ (Prism cont) หรือชนิดของ Prism ได้จากเมนูนี้ และชุด Prism ที่ส่งมอบ ใช้งานร่วมกับกล้อง Trimble M3 ให้ใส่ค่า Prism constant เป็น -30 mm.
Trimble
42

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



การสร้าง Job เพื่อใช้งาน

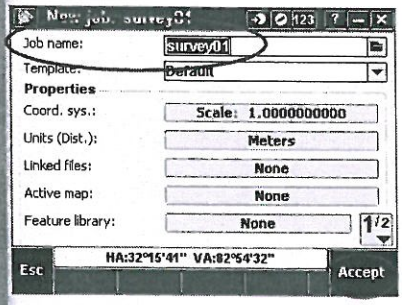
เลือกแถบคำสั่ง Jobs เพื่อทำการกำหนด Job งานใหม่ขึ้นมา โดยเลือกที่แถบคำสั่ง Jobs / New Job

Trimble

43

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



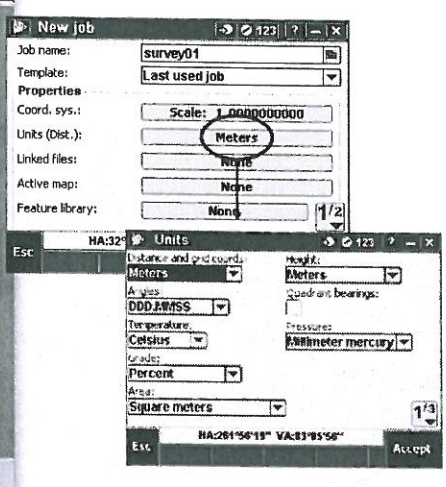
-ทำการตั้งชื่อ Job ที่ต้องการในช่อง Job name (ในภาพตัวอย่างในที่นี้คือ survey01)
-ตั้งScale factor โดยทั่วไปการทำงานด้วยกล้อง Total Station จะใช้ค่าเป็น 1.00000
-Unit : เลือกหน่วยการวัดระยะทางให้ตรงกับระบบที่ผู้ใช้งานต้องการ
จากนั้นกด Enter แล้ว Accept เพื่อจบขั้นตอน

Trimble

44

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



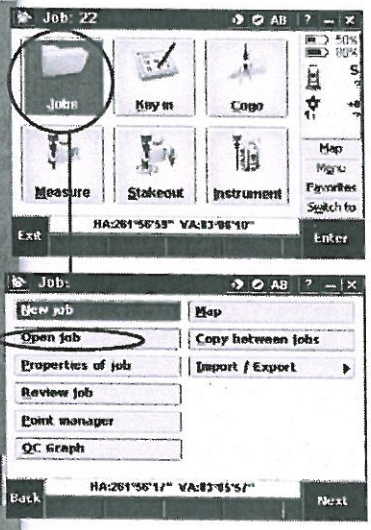
- ภาพแสดงตัวอย่างการเลือก Unit : เลือกหน่วยการวัดระยะทางให้ตรงกับระบบที่ผู้ใช้งานต้องการ ถัดมาเลือก Enter / Accept เพื่อดำเนินการต่อไป

Trimble

45

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



การเปิด Job งาน (Open Job)

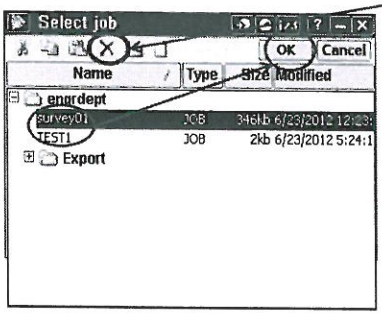
การเปิด Job งานขึ้นมาใช้งาน คือในกรณีที่ต้องการเปิด Job งานเก่าขึ้นมาใช้งานโดยเลือก Jobs / Open Job

Trimble

46

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



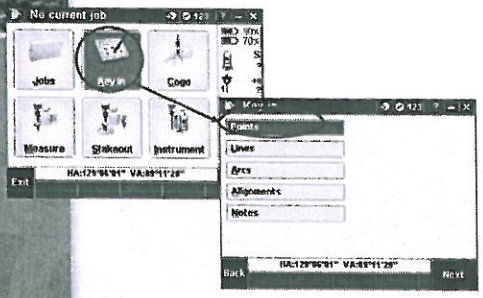
เลือกเครื่องหมาย X เพื่อลบ job

ดังภาพตัวอย่าง ผู้ใช้งานสามารถเลือก Job งานขึ้นมาใช้งานได้ โดยเลือกแถบไปยัง job งานที่ต้องการ หรือสามารถทำการลบ Job ได้โดยการเลือกเครื่องหมาย X ดังภาพตัวอย่างประกอบ

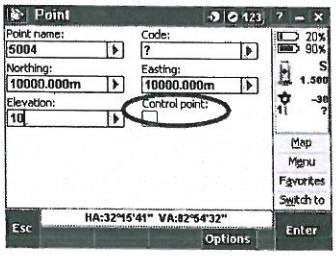
Trimble

47

การ Key-in ข้อมูลจุดค่าพิกัด (ในกรณีงานวางผัง)



- เลือกที่ Key in / Points



-กำหนด ชื่อจุดและค่า พิกัด เลือกเครื่องหมายถูกที่ Control point หากต้องการ ให้เป็นหมุด control

- จากนั้นเลือก Enter / Store เพื่อบันทึกข้อมูล

Trimble

48

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การกำหนดสถานีจุดตั้งกล้อง (Station Setup)

Trimble

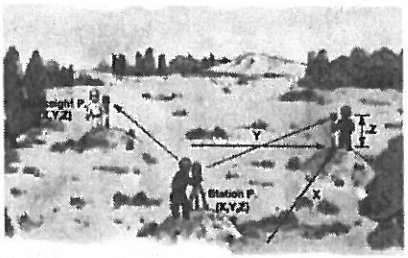
49

การกำหนดสถานีจุดตั้งกล้อง (Station Setup)

- การตั้งค่าสถานีคือการตั้งกล้องให้มีมุมภาคทิศที่ถูกต้อง เพื่อเริ่มทำงานเก็บข้อมูล โดยมี **2** วิธีหลักคือ

- **Station setup** (ทราบค่าพิกัดจุดตั้งกล้อง)

กำหนดโดยการทราบค่าพิกัด 2 จุด หรือ พิกัดและมุมภาคทิศ



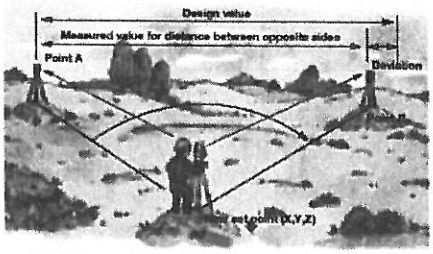
โดยตั้งกล้องในจุดที่รู้ค่าพิกัด (instrument point name) แล้วทำการเล็งไปยังหมุดธงหลัง (Backsight) เพื่ออ้างอิงค่ามุมราบ จากนั้นสามารถทำการวัดระยะเก็บค่าพิกัดจุดต่างๆได้ โดย

Trimble

50

การกำหนดสถานีจุดตั้งกล้อง (Station Setup)

-Resection (ไม่ทราบค่าพิกัดจุดตั้งกล้อง)
การหาพิกัดจุดตั้งกล้องด้วยวิธีเล็งสกัดย้อน



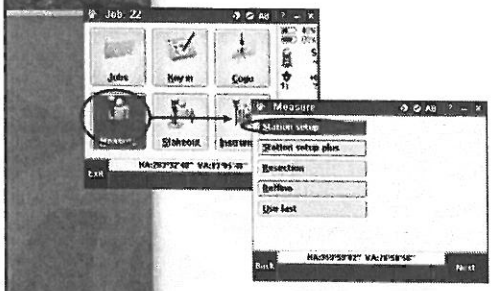
เป็นการทำงานเพื่อหาพิกัดจุดตั้งกล้อง ในกรณีที่ทราบหมุดที่รู้ค่าพิกัดอย่างน้อย 2 หมุดขึ้นไป โปรแกรมจะทำการคำนวณหาพิกัดจุดตั้งกล้องได้

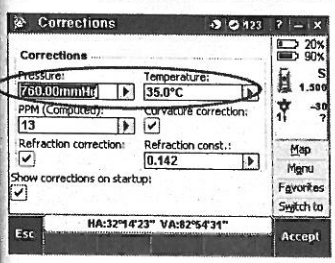
Trimble

51

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access





การกำหนดสถานีจุดตั้งกล้อง (Station Setup)
เลือกแถบคำสั่ง Measure แล้วจะพบกับเมนูย่อยในการกำหนดจุดตั้งกล้องรูปแบบต่างๆ

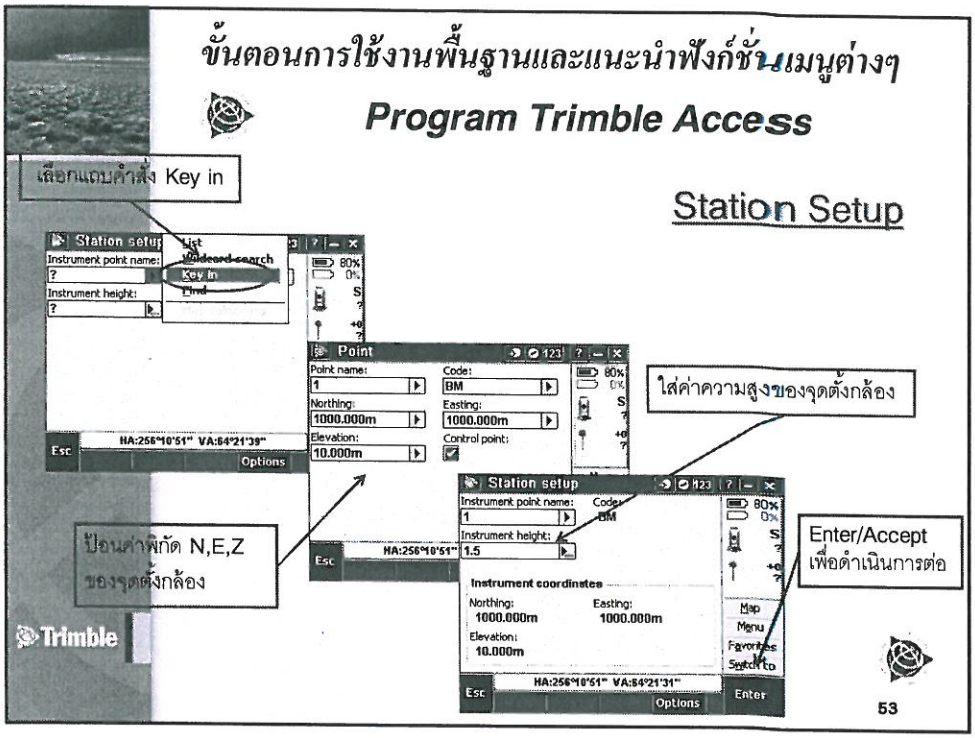
หลังจากนั้นเลือกรูปแบบการกำหนดจุดตั้งกล้องตามลักษณะที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยในที่นี้เลือก Station setup

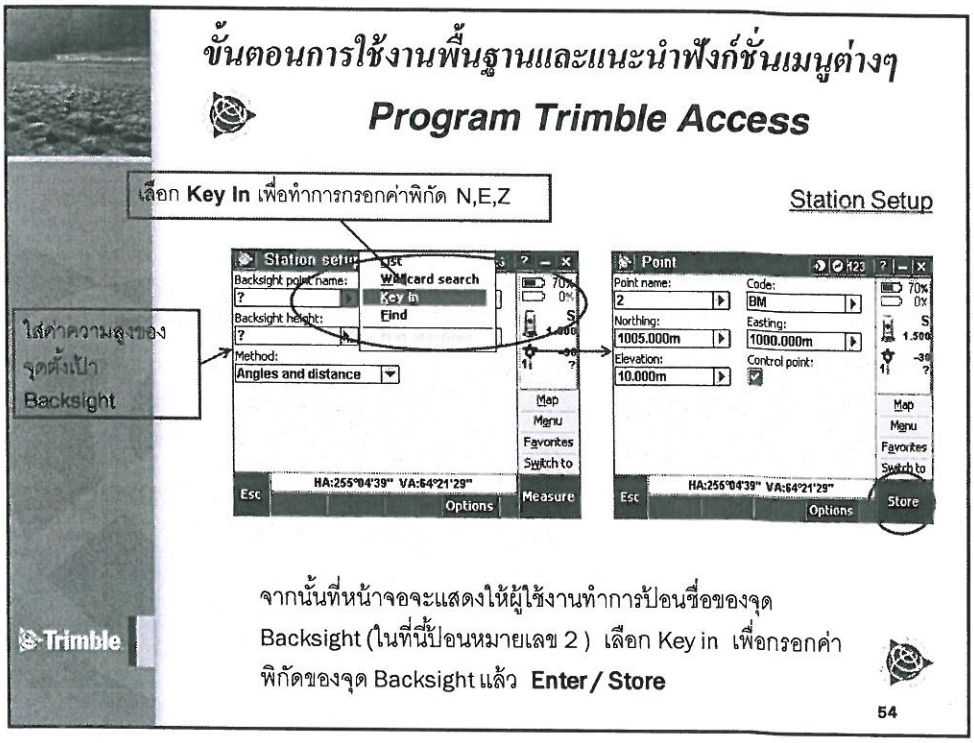
หน้าจอจะให้ผู้ใช้งานทำการกรอกค่า อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ หลังจากกรอกข้อมูลแล้ว ให้กด Accept เพื่อดำเนินการต่อ

อุปกรณ์วัดความดันบรรยากาศในชุดเครื่องมือที่ส่งมอบ แสดงค่าหน่วยความดันเป็น **inHg*

Trimble

52


ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ
Program Trimble Access
Station Setup
เลือกแถบคำสั่ง Key in
ใส่ค่าความสูงของจุดตั้งกล้อง
ป้อนค่าพิกัด N,E,Z ของจุดตั้งกล้อง
Enter/Accept เพื่อดำเนินการต่อ
Trimble
53

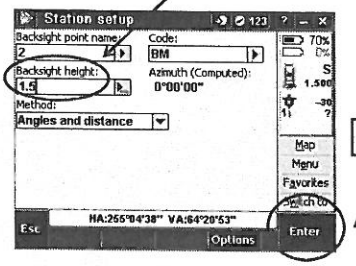

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ
Program Trimble Access
Station Setup
เลือก Key In เพื่อทำการกรอกค่าพิกัด N,E,Z
ใส่ค่าความสูงของจุดตั้งเป้า Backsight
จากนั้นที่หน้าจอจะแสดงให้ผู้ใช้งานทำการป้อนชื่อของจุด Backsight (ในที่นี้ป้อนหมายเลข 2) เลือก Key in เพื่อกรอกค่าพิกัดของจุด Backsight แล้ว Enter / Store
Trimble
54

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

ใส่ค่าความสูงของจุดตั้งเป้า Backsight

Station Setup



Enter / Measure

- ป้อนค่าความสูงเป้าในช่อง Backsight height แล้วกด Enter หลังจากนั้นให้เล็งไปยังเป้า Backsight แล้วกดรังวัด Measure เพื่อรังวัดระยะทาง

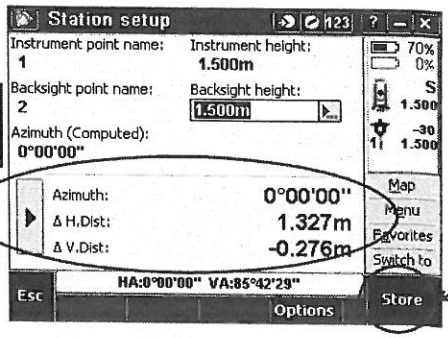
Trimble

55

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Station Setup



หน้าต่างแสดงผลการรังวัด

Enter / Store

- หลังจากกด(Measure) รังวัดระยะทางไปแล้ว จะมีหน้าต่างแสดงผลการรังวัดปรากฏขึ้นมา หากค่าที่แสดงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ หรือถูกต้อง ให้ผู้ใช้งานกด ***Enter / Store*** เพื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการกำหนดจุดตั้งกล้อง

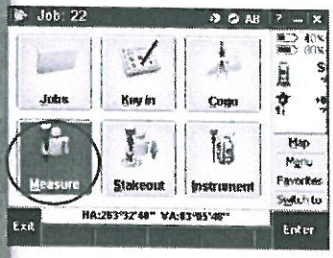
Trimble

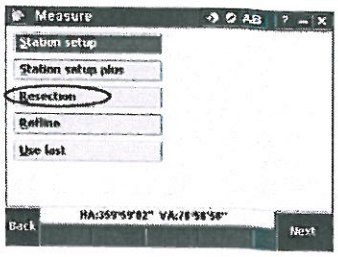
56

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Resection





การตั้งกล้องแบบ Resection (เล็งสกัดย้อน)

เลือก Measure / Resection เพื่อการกำหนดสถานีตั้งกล้องแบบเล็งสกัดย้อน

Trimble

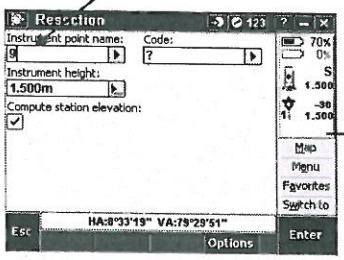
57

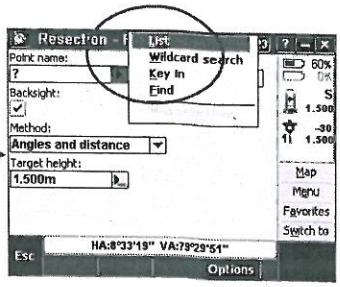
ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Resection

กรอกชื่อของจุดที่จะใช้ตั้งกล้อง





กรอกชื่อของจุดที่จะใช้ตั้งกล้องแล้วกด Enter / Accept เพื่อดำเนินการต่อ

เลือกกรอกข้อมูลพิกัดของเป้าที่จะใช้รังวัด โดยเลือกแถบคำสั่ง List หรือ Key in ใส่ค่าพิกัดที่มีอยู่สำหรับเล็งสกัดย้อน

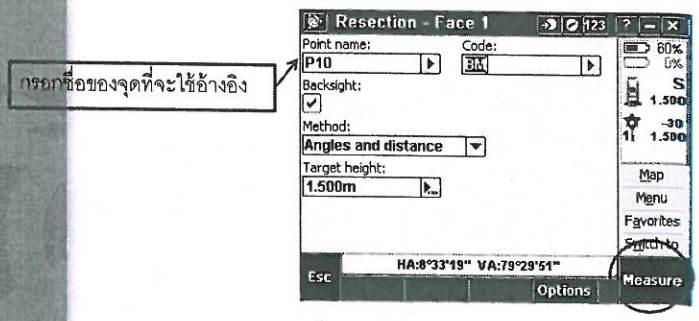
Trimble

58

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Resection



ในที่นี้ใส่ข้อมูลจุดค่าพิกัด P10 เพื่อเป็นจุดรังวัดเล็งสกัดย้อนจุดแรกแล้วกด Measure เพื่อรังวัดข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถใส่ข้อมูลจุดรังวัดเพิ่มเข้าไปได้อีก โดยต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อยสองจุดขึ้นไป

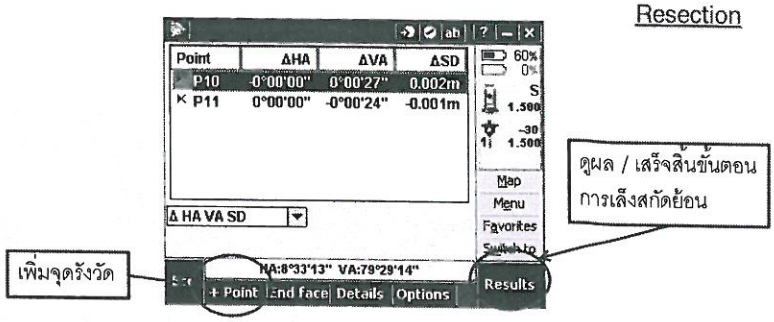
Trimble

59

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Resection



หน้าจอแสดงข้อมูลการรังวัด หากผู้ใช้งานต้องการเพิ่มจุดรังวัดให้เลือก ***+Point*** แล้วทำการรังวัดต่อไปแต่หากต้องการจบการรังวัดให้เลือก ***Results*** เพื่อเสร็จสิ้นการกำหนดจุดตั้งกล้องแบบเล็งสกัดย้อน

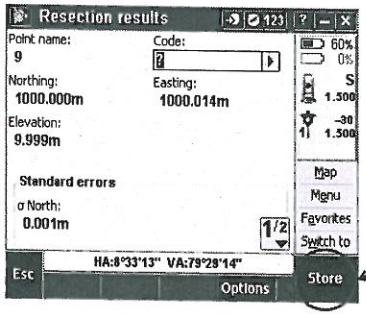
Trimble

60

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

Resection



Store เพื่อบันทึก / เสร็จสิ้นขั้นตอนการเลิงสกัดย้อน

หน้าจอแสดงผลค่าพิกัดที่เกิดขึ้นจากการกำหนดจุดตั้งกล้องแบบเล็งสกัดย้อน โดยผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลรังวัดได้จากหน้าต่างด้านล่าง โดยจะมีข้อมูลเพิ่มเติม ให้ผู้ใช้งานเลือกกด ½ เพื่อดูข้อมูลรังวัดอื่นๆ หลังจากนั้นกด ***Store*** เพื่อเสร็จสิ้นการทำงาน

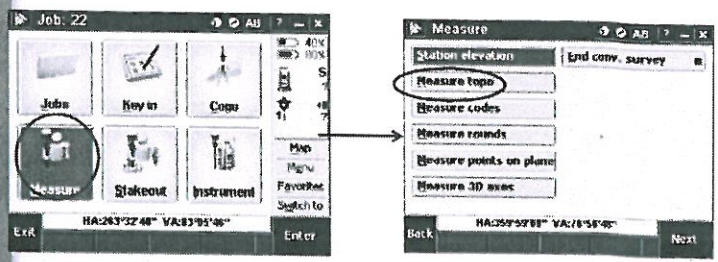
Trimble

61

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การทำงานรังวัดเก็บลายละเอียด **Topographic**



เลือก Measure / Measure topo เพื่อเริ่มทำการรังวัดเก็บข้อมูลต่อไป

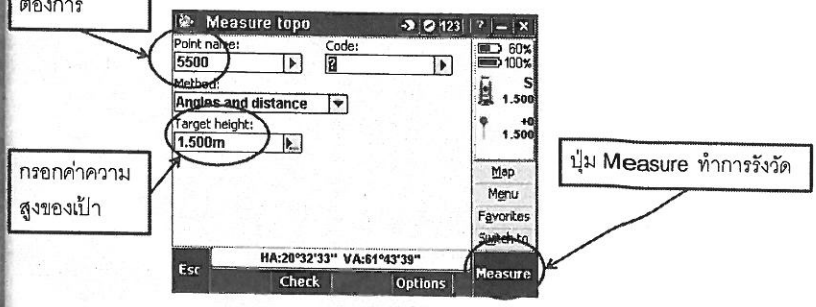
Trimble

62

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การทำงานรังวัดเก็บลายละเอียด Topographic



ให้ป้อนชื่อจุดที่จะทำการรังวัด (ในที่นี้ให้เป็นหมายเลข 5500) ได้ทั้งตัวอักษรหรือตัวเลข อาจจะใส่ Code หรือไม่ใส่ก็ได้ ทำการตรวจสอบค่าความสูงของเป้า แล้วทำการรังวัดโดยกดปุ่ม ***Measure***

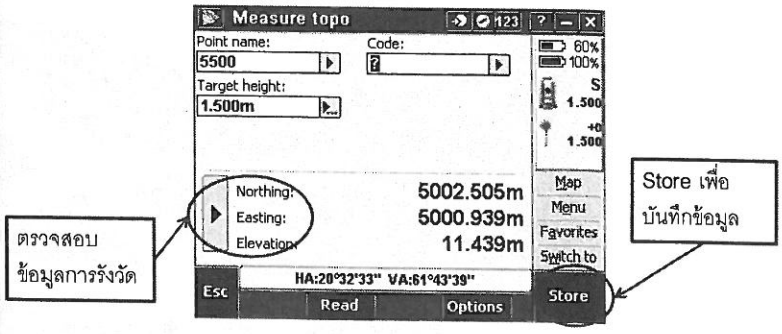
Trimble

63

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การทำงานรังวัดเก็บลายละเอียด Topographic



ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลรังวัดได้จากแถบคำสั่งในวงกลมด้านซ้ายของภาพตัวอย่างหากข้อมูลถูกต้องให้ผู้ใช้งานกด Store เพื่อบันทึกข้อมูล แล้วทำการรังวัดต่อไป

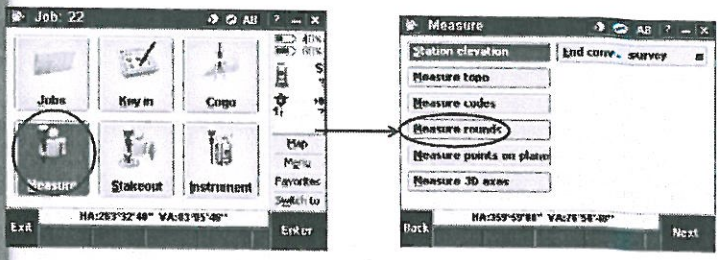
Trimble

64

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การทำงานวงรอบ (Traverse)



เลือก Measure / Measure Round เพื่อเริ่มทำการรังวัดวงรอบ

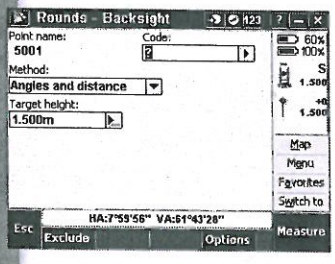
Trimble

65

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การทำงานวงรอบ (Traverse)



จะแจ้งว่ามีจุด Backsight ที่เคยรังวัดไว้แล้ว (จุดตั้งกล้องเดิม) ผู้ใช้งานต้องการจะใช้จุดนี้ร่วมในงานวงรอบหรือไม่

- ถ้าต้องการใช้ ให้กด Measure เพื่อทำการรังวัดเป้า Backsight ใหม่อีกครั้ง
- หากไม่ต้องการให้เลือก Exclude แล้วกำหนดจุดหน้าที่จะรังวัดถัดไป

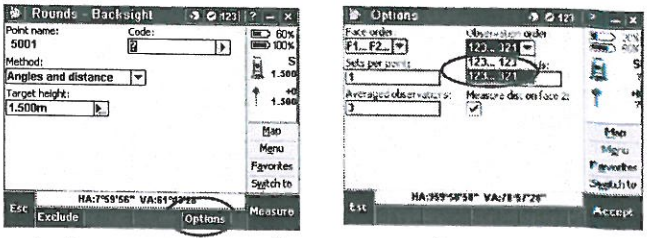
Trimble

66

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การทำงานวงรอบ (Traverse) : Measure Round Option



ก่อนที่จะเริ่มการรังวัดวงรอบแต่ละครั้งให้ผู้ใช้งานทำการตั้งค่ารูปแบบรังวัดก่อนโดยเลือกที่แถบคำสั่ง Options

-Face order : เป็นรูปแบบการรังวัดหน้าซ้าย-หน้าขวา

-Observation order: เป็นการเรียงลำดับขั้นในการรังวัด โดยเลือกเป็น 123... 321

-Set per point: กำหนดให้แต่ละจุดมีการวัดเฉลี่ยกี่ครั้ง

-Number of round: จำนวนของการทำวงรอบว่าต้องการรังวัดกี่รอบ

-Averaged observations: จำนวนของการนำข้อมูลรังวัดมาคิดค่าเฉลี่ย

-เลือก Enter / Accept เพื่อยอมรับและดำเนินการต่อ

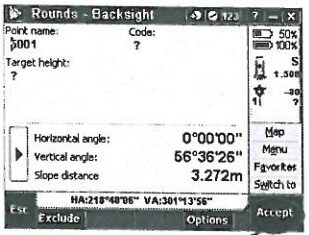
Trimble

67

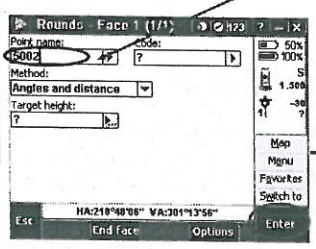
ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

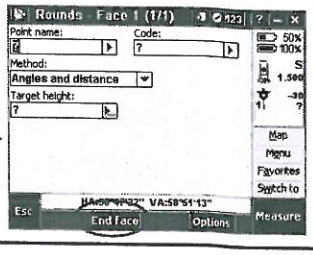
การทำงานวงรอบ (Traverse)



หากผู้ใช้งานต้องการทำวงรอบโดยรังวัดจุดธงหลังหรือจุด Backsight อีกครั้งให้เลือกแถบคำสั่ง *Accept*



ใส่ชื่อเป้าหน้าและรังวัดเป้าในหน้าซ้าย



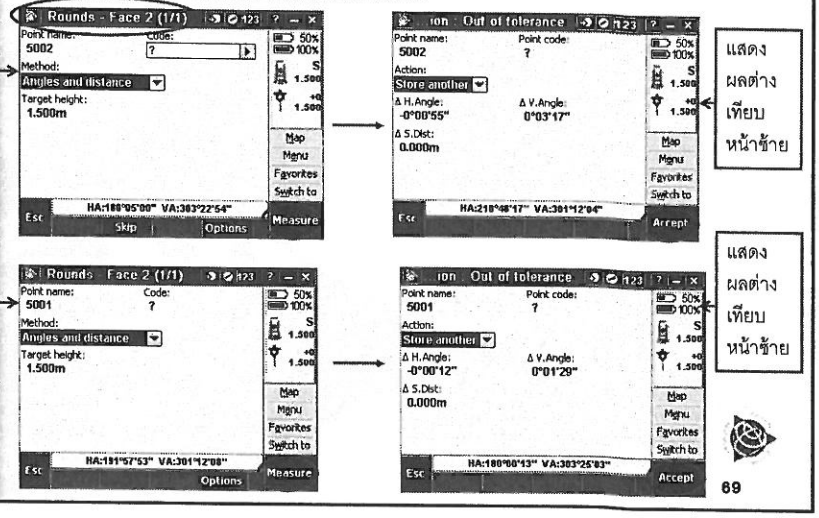
Trimble

68

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การทำงานวงรอบ (Traverse)

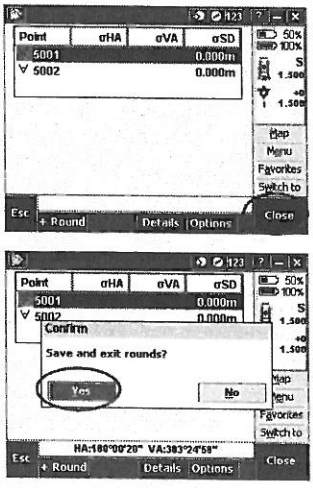


69

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การทำงานวงรอบ (Traverse)



หลังจากทำการรังวัด Face2 ในเป้าธงหลังแล้ว Program จะแสดงหน้าต่างสรุปผลการรังวัดดังภาพตัวอย่าง

- (+Round) หากผู้ใช้งานต้องการรังวัดวงรอบเพิ่ม โดยทำซ้ำขั้นตอนในการรังวัดลักษณะเดิม
- Detail ดูรายละเอียดของการรังวัด
- Close เสร็จสิ้นการทำวงรอบในการตั้งกล้องนี้

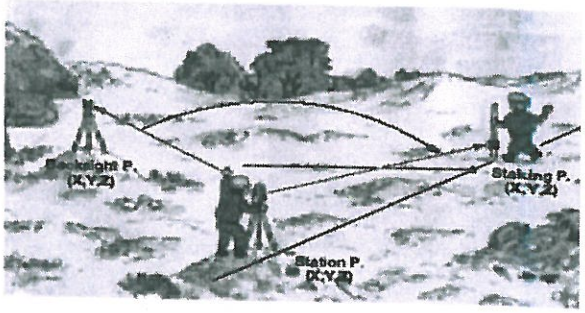
-เลือกแถบคำสั่ง Close เพื่อเสร็จสิ้นการทำวงรอบ

-เลือก Yes เพื่อบันทึกและออกสู่หน้าจอปกติ

70

การรังวัดวางผัง Stake Out

- เมื่อผ่านขั้นตอนการตั้งกล้อง Station setup หรือ Resection จากนั้นก็เข้าสู่ขั้นตอนการรังวัดข้อมูล Survey → Stakeout
- การวางผังคือการนำค่าพิกัดที่ได้จากการออกแบบในสำนักงานมาใช้ในการวางจุดต่างๆในสนาม



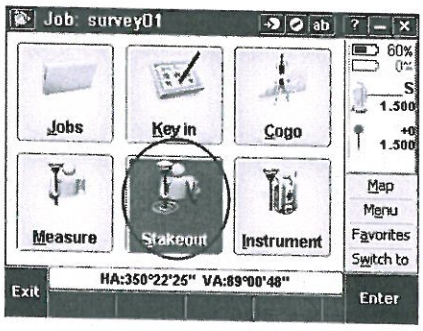
Trimble

71

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การรังวัดวางผัง Stakeout



ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ฟังก์ชั่นการวางผังได้จาก Stakeout

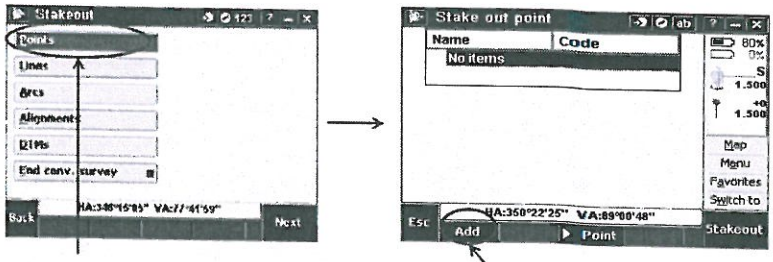
Trimble

72

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การรังวัดวางผัง Stakeout



เลือกชนิดของข้อมูลที่จะนำมาทำการวางผัง โดยในตัวอย่างนี้เลือกชนิดข้อมูลเป็นชนิด Point

หน้าจอถัดมา ให้ผู้ใช้งานเลือก Add เพื่อเลือกรายการจุดข้อมูล

Trimble

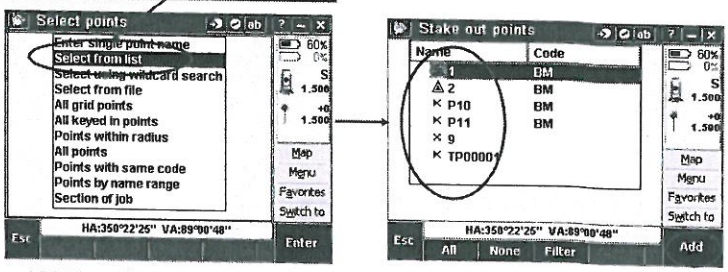
73

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การรังวัดวางผัง Stakeout

เลือก Select from list



ให้ผู้ใช้งานเลือก Select from list โดยจะมีหน้าต่างแสดงค่าพิกัดต่างๆ ขึ้นมาให้เลือก โดยสามารถเลือกเครื่องหมาย ✓ ที่ด้านหน้าของค่าพิกัดที่จะใช้ทำการวางผัง แล้วกดแถบคำสั่ง Add

****สามารถเลือก All ได้หากผู้ใช้งานต้องการใช้งานจุดทั้งหมด

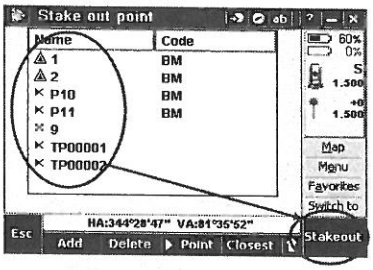
Trimble

74

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การรังวัดวางผัง Stakeout



หลังจากนั้นจะแสดงหน้าต่างข้อมูลที่จะใช้ทำการวางผัง โดย
สามารถเลือกแถบไปยังจุดค่าพิกัดที่ต้องการแล้วเลือก ***Stakeout***

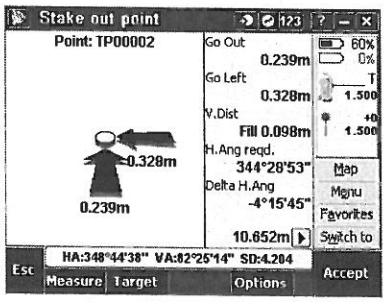
Trimble

75

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การรังวัดวางผัง Stakeout



โปรแกรมจะทำการวางผังหาทิศทางของตำแหน่งของค่าพิกัดที่ถูกกำหนด
ให้ผู้ใช้งานทำการหันกล้องไปยังทิศทางที่โปรแกรมแสดง โดยกล้องจะทำการ
รังวัดระยะทางอยู่ตลอดเวลาในโหมด (Tracking)
***ในการทำงานวางผัง ผู้ใช้งานสามารถเปิดระบบไฟเล็งแนว (Lumiguide)
เพื่อให้ผู้ถือเป้าสามารถเดินเข้าหาแนวเล็งของกล้องได้รวดเร็วมากขึ้น

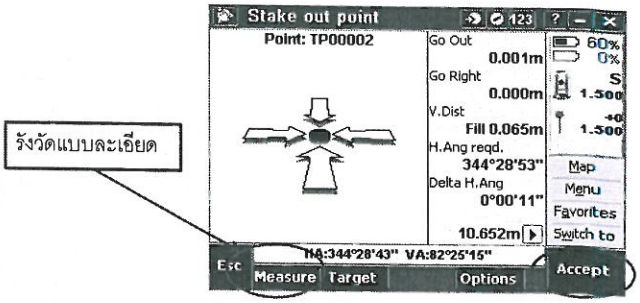
Trimble

76

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การรังวัดวางผัง Stakeout



เมื่อรังวัดไปยังจุดที่ใกล้เคียงแล้ว ให้ผู้ใช้งานทำการรังวัดแบบละเอียดอีกครั้งโดยกดที่แถบคำสั่ง ***Measure*** แล้วตรวจสอบค่ารังวัดอีกครั้งหนึ่ง หากค่าพิกัดที่ได้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ให้กด Accept เพื่อทำการบันทึกในขั้นตอนถัดไป

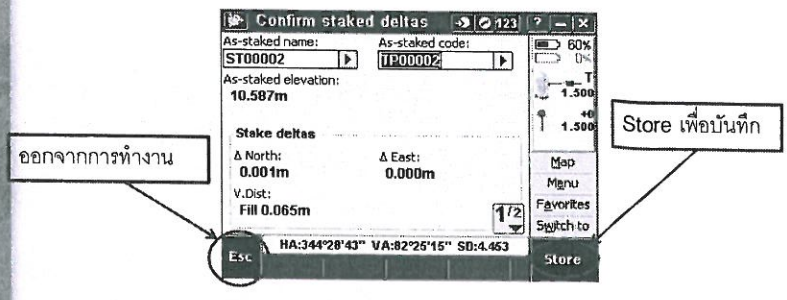
Trimble

77

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การรังวัดวางผัง Stakeout



ผู้ใช้งานสามารถตั้งชื่อจุดที่ทำการวางผังเสร็จเรียบร้อยแล้ว (ในที่นี้ตั้งชื่อ ST00002) แล้วกดแถบคำสั่ง ***Store*** เพื่อทำการบันทึกข้อมูล หรือกด ***ESC*** เมื่อไม่ต้องการบันทึกเพื่อออกจากการทำงาน

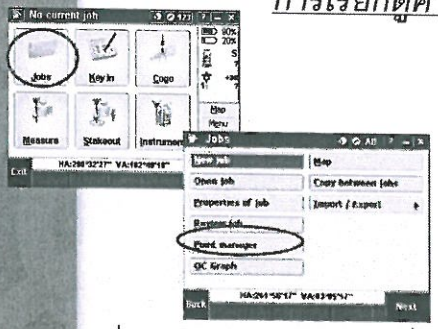
Trimble

78

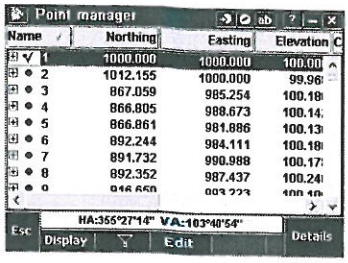
ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

การเรียกดูค่าพิกัดที่ทำการรังวัด



เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบค่าพิกัดที่บันทึกไว้ ให้เลือกแถบคำสั่ง Jobs / Point manager



จะมีหน้าต่างแสดงข้อมูลค่าพิกัดจุดต่างๆ ผู้ใช้งานสามารถเข้าดูและแก้ไขข้อมูลต่างๆได้

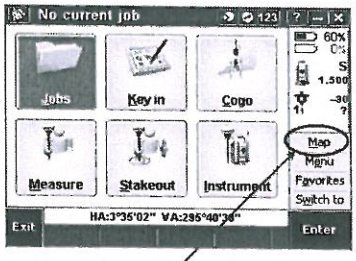
Trimble

79

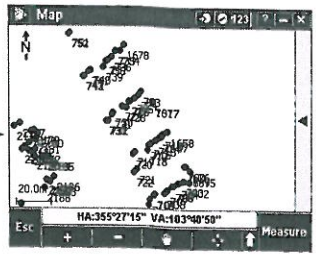
ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

แผนที่ (Map)



ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูแผนที่ของจุดต่างๆที่รังวัดมาได้ โดยเลือก Map ในวงกลมดังภาพตัวอย่าง



ภาพตัวอย่างแสดงแผนที่ของจุดค่าพิกัดต่างๆที่ได้รังวัดมา

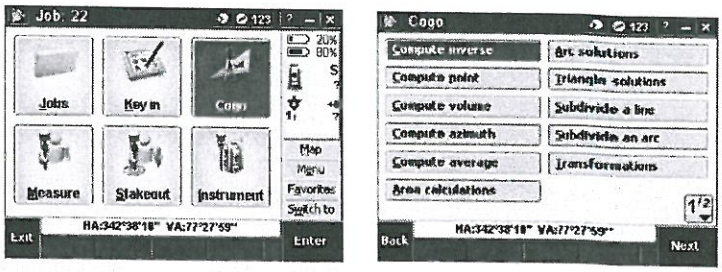
Trimble

80

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

ฟังก์ชั่นการคานวณ (Cogo)

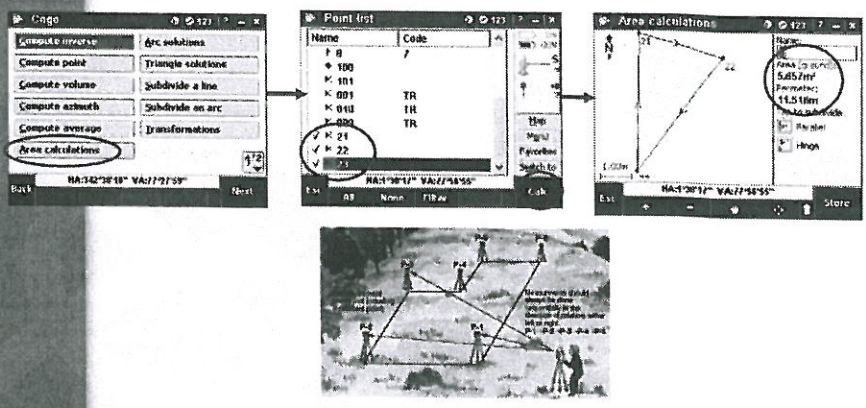


ผู้ใช้งานสามารถเข้าเมนู Cogo เพื่อคำนวนข้อมูลค่าพิกัด
ต่างๆอย่างเช่น คำนวณพื้นที่ เส้นรอบรูป มุม Azimute
ระยะทางระหว่างหมุดได้

Trimble

81

การคำนวณพื้นที่ (Area Calculation)



เป็นการคำนวณพื้นที่โดยการรังวัดที่บริเวณมุมต่างๆของพื้นที่ที่ต้องการ จากนั้นทำการป้อน
หมายเลขจุดที่ต้องการคำนวณรูปปิด กล้องจะแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าพื้นที่และเส้นรอบรูป

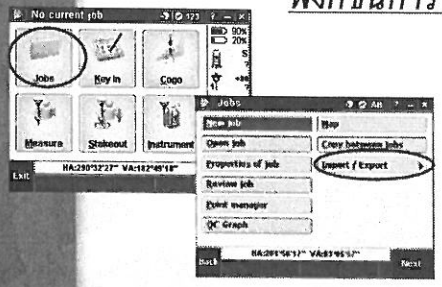
Trimble

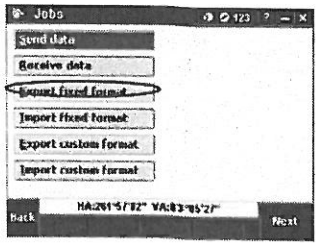
82

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

ฟังก์ชั่นการ Export ข้อมูล





เลือก Jobs / Import/Export ผู้ใช้งานสามารถ Export ข้อมูลรูปแบบต่างๆได้

เลือก Export fixed format เพื่อเลือกชนิดข้อมูลที่จะทำการ Export

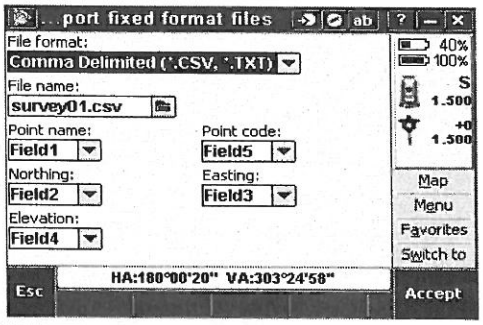
Trimble

83

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

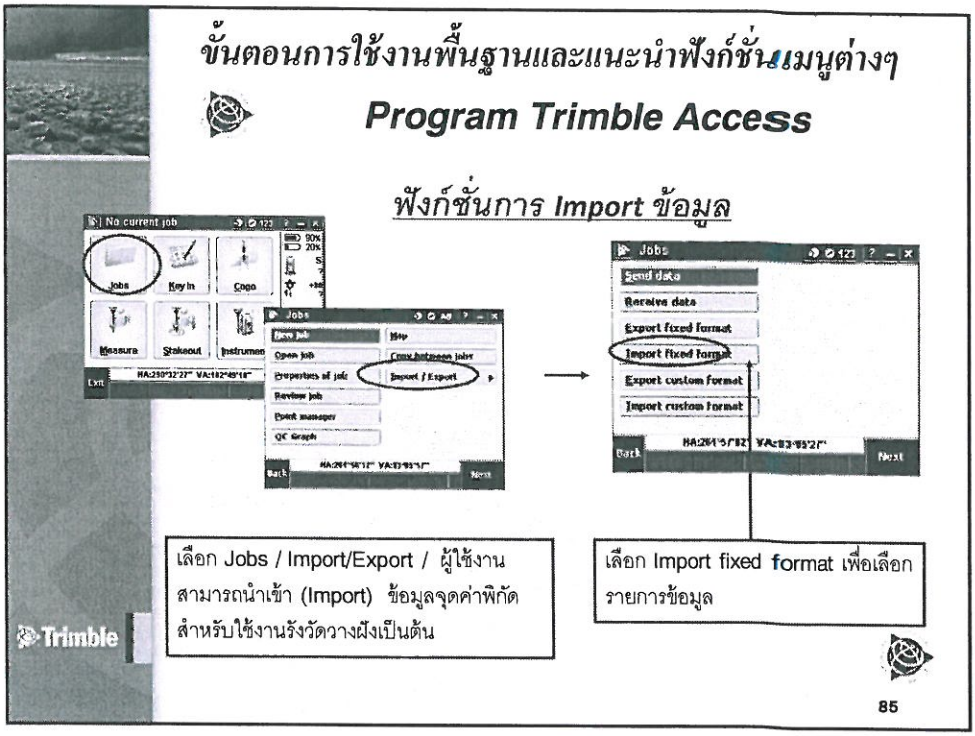
ฟังก์ชั่นการ Export ข้อมูล

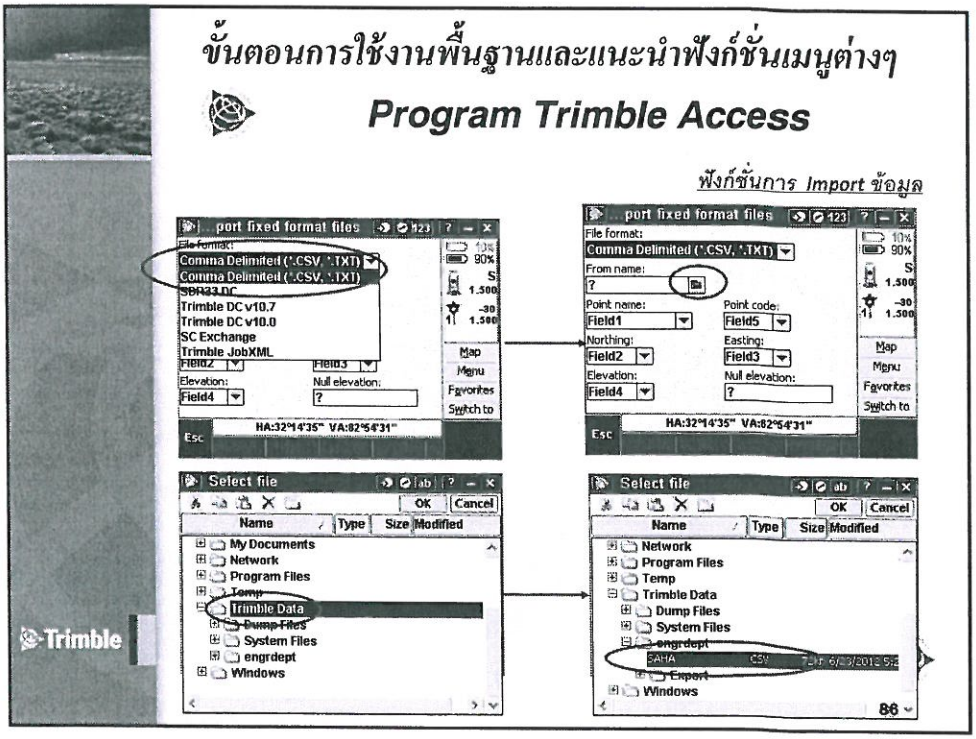


หลังจากนั้น จะพบกับหน้าต่าง Export fixed format files โดยสามารถเลือกชนิดข้อมูลที่จะทำการ Export ได้เช่น Comma Delimited (*.CSV, *.TXT) หรือ ***Trimble DC V 10.7*** (Trimble DC V 10.7 ใช้สำหรับการประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรม Terra Model)

Trimble

84

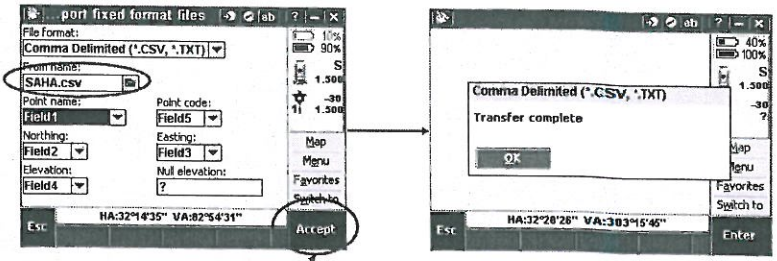

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ
Program Trimble Access
ฟังก์ชั่นการ Import ข้อมูล
No current job
Jobs
Key In
Cogo
Measure
Stakeout
Instrumen
Jobs
New job
Open job
Properties of job
Review job
Point manager
QC Graph
Map
Copy between jobs
Import / Export
Back
Next
Jobs
Send data
Receive data
Export fixed format
Import fixed format
Export custom format
Import custom format
Back
Next
เลือก Jobs / Import/Export / ผู้ใช้งานสามารถนำเข้า (Import) ข้อมูลจุดค่าพิกัดสำหรับใช้งานรังวัดวางผังเป็นต้น
เลือก Import fixed format เพื่อเลือกรายการข้อมูล
Trimble
85


ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ
Program Trimble Access
ฟังก์ชั่นการ Import ข้อมูล
port fixed format files
File format:
Comma Delimited (*.CSV, *.TXT)
Comma Delimited (*.CSV, *.TXT)
Trimble DC v10.7
Trimble DC v10.0
SC Exchange
Trimble JobXML
Elevation:
Field4
Null elevation:
?
HA:32°14'35" VA:82°54'31"
Esc
Map
Menu
Favorites
Switch to
port fixed format files
File format:
Comma Delimited (*.CSV, *.TXT)
From name:
?
Point name:
Field1
Point code:
Field5
Northing:
Field2
Easting:
Field3
Elevation:
Field4
Null elevation:
?
HA:32°14'35" VA:82°54'31"
Esc
Select file
OK
Cancel
Name
Type
Size
Modified
My Documents
Network
Program Files
Temp
Trimble Data
Dump Files
System Files
engrdept
Windows
Select file
OK
Cancel
Name
Type
Size
Modified
Network
Program Files
Temp
Trimble Data
Dump Files
System Files
engrdept
Export
Windows
Trimble
86

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

ฟังก์ชั่นการ Import ข้อมูล



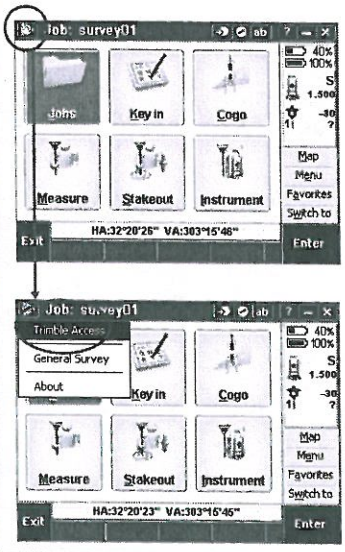
หลังจากเลือกรายการข้อมูลเข้ามาแล้ว ให้ผู้ใช้งานกดแถบคำสั่ง Accept เพื่อนำเข้าข้อมูลแล้วทำการตรวจสอบข้อมูลได้ใน Point Manager

Trimble

87

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



การคัดลอกข้อมูลรังวัด

เลือกที่แถบคำสั่งดังตำแหน่งวงกลมในภาพตัวอย่าง เพื่อออกสู่เมนูหลักของ ***Trimble Access***

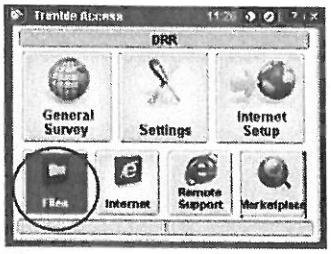
ให้ผู้ใช้งานเลือกที่แถบคำสั่ง Trimble Access

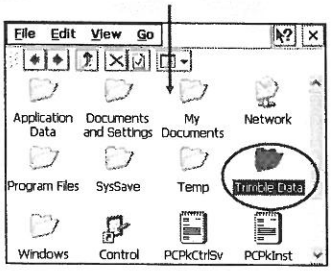
Trimble

88

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access





การคัดลอกข้อมูลรังวัด

ที่หน้าต่าง Trimble Access ให้ผู้ใช้งาน เลือกที่แถบคำสั่ง Files

ข้อมูลที่ถูก Export ออกมานั้น จะอยู่ในแฟ้ม Trimble Data ให้ผู้ใช้งานทำการ Double Click เข้าไปเพื่อค้นหาข้อมูลต่อไป

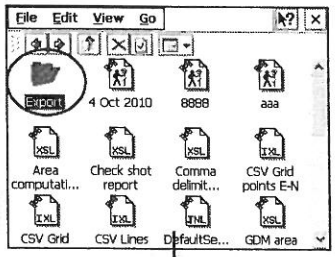
Trimble

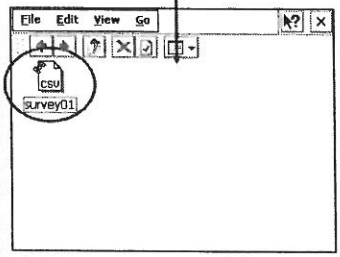
89

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access

ตัวอย่างการคัดลอกข้อมูลรังวัด





หลังจากนั้นเลือกแฟ้ม Folder Export

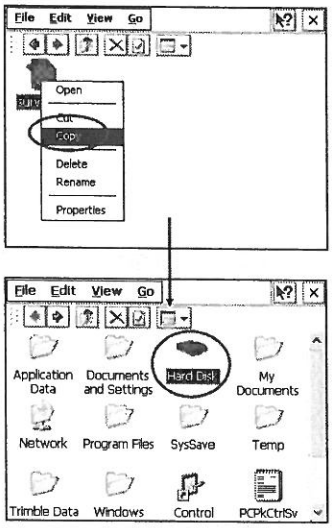
ถัดมาจะพบกับข้อมูลการรังวัด โดยในที่นี้ ได้ทำการ Export ข้อมูลออกมาในรูปแบบ .CSV

Trimble

90

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



ตัวอย่างการคัดลอกข้อมูลรังวัด

ให้ผู้ใช้งานเลือกที่ข้อมูลที่ต้องการจะคัดลอก โดยนำปากกา Stylus กดค้างไว้จนกว่าจะปรากฏเมนูดังภาพตัวอย่าง แล้วเลือก Copy

หลังจากนั้นให้ผู้ใช้งานออกจาก Folder Export แล้วเลือก My Device อีกครั้งเพื่อเลือกที่จัดเก็บข้อมูล

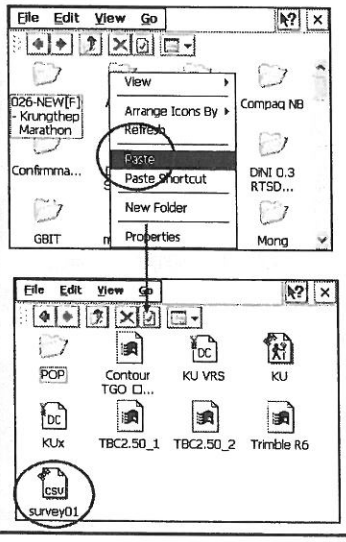
***ที่จัดเก็บข้อมูล Hard Disk ในที่นี้คือ Flash Drive ที่สามารถนำมาเสียบกับตัวกล้องได้เพื่อการบันทึกข้อมูล

Trimble

91

ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐานและแนะนำฟังก์ชั่นเมนูต่างๆ

Program Trimble Access



ตัวอย่างการคัดลอกข้อมูลรังวัด

ถัดมา เมื่อคลิกเลือกเข้ามาอยู่ใน Folder Hard Drive แล้วให้ผู้ใช้งานกดแถบคำสั่ง ใน Folder โดยกดค้างในพื้นที่ว่าง แล้วจะปรากฏเมนูย่อยต่างๆ โดยเลือก Past เพื่อคัดลอกข้อมูลลงไปยังหน่วยความจำ

ภาพตัวอย่างแสดงไฟล์ข้อมูลที่ได้ถูกคัดลอกลงยัง Flash Drive เรียบร้อยแล้ว โดยผู้ใช้งานสามารถสามารถนำ Flash Drive ดึงออกมาจากตัวกล้องไปใช้งานต่อได้ทันที

Trimble

92