



การสำรวจเพื่อการออกแบบ  
โครงการอนุรักษ์ พัฒนา และฟื้นฟูแหล่งน้ำ



โดย สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2  
ปีงบประมาณ 2554

## คำนำ

คู่มือ การสำรวจเพื่อการออกแบบ โครงการอนุรักษ์ พัฒนาและฟื้นฟูแหล่งน้ำ ฉบับนี้ เป็นคู่มือที่จัดทำ จากการรวบรวม เรียบเรียง จากคำบรรยายและขั้นตอนการฝึกปฏิบัติภาคสนาม ของเจ้าหน้าที่สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 สระบุรี ในการฝึกอบรมหลักสูตร การสำรวจเพื่อการ ออกแบบโครงการอนุรักษ์ พัฒนาและฟื้นฟูแหล่งน้ำ ให้แก่ บุคลากรของส่วนพัฒนาและฟื้นฟูแหล่งน้ำ และเจ้าหน้าที่ส่วนต่าง ๆ ที่บูรณาการเนื้องานสำรวจออกแบบฯ ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการจัดการ ความรู้ในองค์กร และเป็นการตอบสนองการดำเนินงานตามประเด็นยุทธศาสตร์กรมทรัพยากรน้ำ ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 อนุรักษ์ พัฒนา และฟื้นฟูแหล่งน้ำ และแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อจัดหา น้ำต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายน้ำ ซึ่งมีองค์ความรู้ที่จำเป็น (K) คือการสำรวจเพื่อการ ออกแบบโครงการอนุรักษ์ พัฒนาและฟื้นฟูแหล่งน้ำ และเป็นตัวชี้วัดตามคำรับรอง (KPI) ระดับ ความสำเร็จของจำนวนชุมชนเป้าหมายที่ได้รับการแก้ไขปัญหาในพื้นที่หาน้ำยากหรือขาดแคลน

เนื้อหาของคู่มือฯ ประกอบด้วย ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการสำรวจ การวางแผน การทำระดับ การเขียนเส้นชั้นความสูง Contour คุณสมบัติของนักสำรวจที่ดี วิธีการใช้และวิธีการเก็บรักษา เครื่องมือสำรวจ พร้อมภาพประกอบ สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือ “การสำรวจเพื่อการออกแบบ โครงการอนุรักษ์ พัฒนา และฟื้นฟูแหล่งน้ำ” นี้ จะเป็นประโยชน์ ต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านสำรวจฯ ของสำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 และผู้ที่สนใจศึกษาทั่วไป

ทีมงานจัดการความรู้ สทภ. 2 (KM Team)

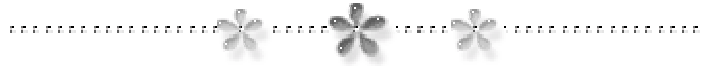
กรกฎาคม 2554

# สารบัญ

		หน้า
<b>บทที่ 1</b>	<b>ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการสำรวจ</b>	1
	1.1 ประวัติของการสำรวจ	1
	1.2 ความหมายของการสำรวจ	2
	1.3 วัตถุประสงค์ของการสำรวจ	3
	1.4 ความสำคัญของการสำรวจ	3
	1.5 ชนิดของการสำรวจ	3
	1.6 ขั้นตอนในการสำรวจ	5
	1.7 งานสำรวจขั้นต้น	5
	1.8 การควบคุมและการตรวจสอบ	6
	1.9 หน่วยที่ใช้วัดระยะในงานสำรวจ	6
<b>บทที่ 2</b>	<b>การวางแผน</b>	8
	2.1 เครื่องมืออุปกรณ์	8
	2.2 บุคลากร	11
	2.3 ขั้นตอนการวางแผน	13
	2.4 ตัวอย่าง	16
<b>บทที่ 3</b>	<b>การทำระดับ</b>	18
	3.1 เครื่องมืออุปกรณ์	18
	3.2 บุคลากร	19
	3.3 การทำระดับตามแนวยาว	21
	3.4 การทำระดับตามแนวขวาง	23
<b>บทที่ 4</b>	<b>การเขียนเส้นชั้นความสูง Contour</b>	25
	4.1 ความหมาย	25
	4.2 ลักษณะของเส้นชั้นความสูง	25
	4.3 ตัวอย่างลักษณะของเส้นชั้นความสูง	26
	4.4 การเขียนเส้นชั้นความสูง	27
<b>บทที่ 5</b>	<b>บทสรุป</b>	28
	5.1 คุณสมบัติของนักสำรวจที่ดี	28
	5.2 วิธีการใช้และวิธีเก็บรักษาเครื่องมือสำรวจ	28

# บทที่ 1

## ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการสำรวจ



### 1.1 ประวัติของการสำรวจ

จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่เก่าแก่ที่สุดเท่าที่จะหาได้ในปัจจุบัน ระบุว่าศาสตร์ของการสำรวจได้เริ่มขึ้นในประเทศอียิปต์ Herodotus กล่าวว่า Sesostris (ประมาณ 1,400 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ได้แบ่งที่ดินของประเทศอียิปต์ ออกเป็นผืน ๆ เพื่อประโยชน์ในการเก็บภาษี แต่บางส่วนของที่ดินที่อยู่ตามฝั่งแม่น้ำไนท์ถูกน้ำท่วมหายไปทุกปี จึงได้มีการมอบหมายหน้าที่ในการสำรวจซ่อมแซมหลักเขตที่ดินให้แก่ นักสำรวจ ซึ่งในสมัยนั้นเรียกว่า “ผู้ขึงเชือก” (rope stretcher) นักสำรวจสมัยนั้นใช้เชือกซึ่งทำเป็นปมเอาไว้ แล้วแบ่ง 12 ช่วง ออกเป็น 3 ช่วงใหญ่ ให้ช่วงแรกยาว 3 ปม ช่วงที่สองยาว 4 ปม และช่วงที่สามยาว 5 ปม ดังนั้นเชือกนี้สามารถใช้ในการวัดระยะทาง และออกฉาก โดยใช้หลัก 3-4-5 นอกจากเชือกแล้วยังพบไม้ที่ใช้สำหรับวัดระยะทางด้วย ณ ที่ฝังศพ (tomb) ที่เมือง Thebes ซึ่งสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 1,400 ปีก่อนคริสต์ศักราช มีผู้มาพบภาพเขียนบนฝาผนังแสดงถึงคนสองคนถือเชือกกำลังวัดระยะในทุ่งธัญพืชอยู่



ต่อมาชาวกรีกได้พัฒนาวิชาเรขาคณิต (geometry) ขึ้น ชื่อนี้มาจากศัพท์กรีก geo ซึ่งแปลว่าดิน กับคำว่า metry ซึ่งแปลว่าการวัด ซึ่งจะเห็นว่าวิชานี้ได้พัฒนามาจากการวัดที่ดินนั่นเอง แต่ชาวกรีกเป็นนักคิด ไม่ได้เป็นนักปฏิบัติ ดังนั้น ชาวกรีกจึงได้มีนักปรัชญาที่มีชื่อเสียงมากมาย ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ก็ได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมากในยุคนี้ แต่ความรู้ในด้านการสำรวจไม่ได้รับการพัฒนาขึ้นเท่าที่ควร มีเครื่องมือสำรวจที่น่าสนใจชิ้นหนึ่ง ประดิษฐ์โดย Heron ซึ่งอาศัยอยู่ในเมือง Alexandria ระหว่าง 150-100 ก่อนคริสต์ศักราช ชื่อว่า dioptra ซึ่งได้อธิบายวิธีใช้เครื่องมือในหนังสือ “The Dioptra” ซึ่งกล่าวถึงการสำรวจพื้นที่ การเขียนแบบแปลน และการคำนวณต่าง ๆ ผลงานของ Herson ได้ถูกใช้อ้างอิงโดยนักสำรวจชาวกรีกและชาวอียิปต์ ต่อมาเป็นเวลาหลายปี

ศิลปะในการรังวัดได้ถูกพัฒนาอย่างจริงจังโดยชาวโรมัน ซึ่งเป็นนักปฏิบัติหนังสือเกี่ยวกับการสำรวจที่มีชื่อเสียงมากที่สุดในระยะนั้น ได้แก่หนังสือที่แต่งโดย Frontinus แม้ว่าต้นฉบับได้สูญหายไป แต่ฉบับที่ได้คัดลอกมาก็ได้รับการดูแลรักษาเอาไว้ Frontinus มีชีวิตอยู่ในคริสต์ศักราชที่ 1 เป็นผู้บุกเบิกในงานสำรวจยุคนี้ และผลงานของเขาได้ถูกยึดถือเป็นมาตรฐานโดยชนรุ่นหลังเป็นเวลาหลายปี

ความสามารถในด้านวิศวกรรมของชาวโรมันได้แสดงออกให้เห็นทางสิ่งก่อสร้างซึ่งได้ถูกก่อสร้างขึ้นมากมายทั่วราชอาณาจักร การสำรวจในระยะนี้มีความสำคัญมากถึงขนาดได้มีการรวมกลุ่มเป็นชมรมนักสำรวจ (surveyor's guild) ขึ้น

ในยุคกลาง (Middle Ages) ระหว่างคริสต์ศักราชที่ 1000 และ 1400 ซึ่งความเจริญได้ย้ายมาอยู่ในชุมชนชาวอาหรับ ศาสตร์ของการสำรวจได้มีการพัฒนาน้อยมาก

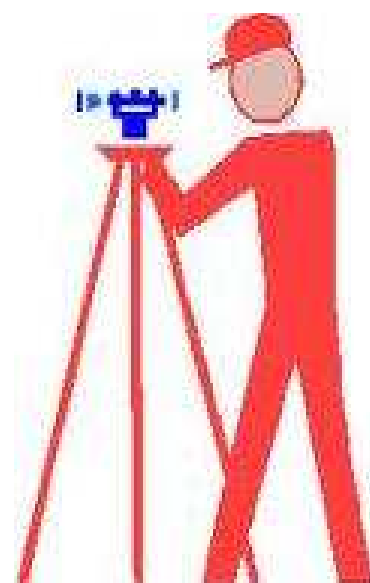
ในศตวรรษที่ 13 Von Piso ได้เขียนหนังสือชื่อ “Practica Geometria” ซึ่งมีเรื่องราวเกี่ยวกับการสำรวจอยู่ด้วย นอกจากนี้เขายังเขียนหนังสือ Liber Quadratorum ซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า quadrans ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมรอบทำด้วยทองเหลืองบนแท่งสี่เหลี่ยมจะมีมุมฉากและมาตราส่วนอย่างอื่นหมายเอาไว้ เครื่องมือสำรวจชนิดอื่น ๆ ที่ได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นในสมัยนี้ก็มี astrolabe ซึ่งเป็นแผ่นโลหะกลมมีเข็มชี้ติดอยู่ตรงกลางและมีห่วงสำหรับมือยึดถือยึดต่อไว้ทางด้านบนของเครื่องมือ (ตามประวัติเครื่องมือชนิดนี้ได้ถูกสร้างขึ้นมาก่อนโดยชาวกรีกเมื่อคริสต์ศักราชที่ 2 ซึ่งใช้สำหรับวัดมุมของดวงดาวซึ่งทำกับแนวขอบฟ้า)

ในศตวรรษที่ 18 และ 19 ศิลปะการสำรวจได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมาก ความจำเป็นในการทำแผนที่และการกำหนดเส้นเขตแดนของประเทศทำให้ประเทศอังกฤษและฝรั่งเศสได้ทำการสำรวจในพื้นที่กว้างขวางและจำเป็นต้องมีการวางโครงข่ายสามเหลี่ยม (Triangulation) geodetic surveying จึงได้ถือกำเนิดมา การที่มูลค่าที่ดินได้สูงขึ้นและความจำเป็นในการกำหนดขอบเขตให้แน่นอน ประกอบกับสังคมโดยทั่ว ๆ ไปเจริญขึ้น มีการสร้างถนนหนทางที่ทันสมัย รวมทั้งการสร้างทางรถไฟและการขุดคลอง ทำให้การสำรวจมีความสำคัญเด่นชัดขึ้นมากขึ้นในระยะนี้

ปัจจุบันการสำรวจได้รับการพัฒนาก้าวหน้าไปมาก โดยเฉพาะเครื่องมือในการสำรวจได้รับการประดิษฐ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่อความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างมากภายในสมัยนี้

## 1.2 ความหมายของการสำรวจ

การสำรวจ (Surveying) คือ การเก็บรายละเอียดทั่วไป โดยใช้หลักการ “การสังเกต” (Observation) และการวัดระยะ เพื่อที่จะทำขอบเขตของพื้นที่ ขนาด ปริมาณ ตำแหน่ง สภาพต่าง ๆ ของจุดที่สำรวจของพื้นที่ดิน



### 1.3 วัตถุประสงค์ของการสำรวจ

1.3.1 เพื่อนำเอาลักษณะภูมิประเทศและรูปร่างลักษณะของพื้นผิวโลกให้เข้ามาใกล้ตัวมนุษย์ โดยไม่ต้องไปดู สัมผัสกับพื้นที่จริง

1.3.2 เพื่อให้ได้แผนที่ แผนที่ แผนผัง อันใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงสิ่งต่าง ๆ ได้

### 1.4 ความสำคัญของการสำรวจ

การสำรวจได้ถือกำเนิดขึ้นมาตั้งแต่สมัยที่มนุษย์เริ่มรู้จักอารยธรรมใหม่ ๆ เมื่อมนุษย์เริ่มมีความคิด ที่จะแสดงความเป็นเจ้าของที่ดิน ที่ตัวเองครองอยู่ มนุษย์ได้คิดค้นวิธีที่จะทำแผนที่ เพื่อแสดงแนวขอบเขตของที่ดินของตัวเอง ดังนั้น การสำรวจในสมัยต้นๆ จะมุ่งเฉพาะการทำแผนที่ ที่ดินเท่านั้น เมื่อโลกเจริญขึ้นศาสตร์ของการรังวัดก็ได้พัฒนาและมีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับ การก่อสร้างทางวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น การสร้างถนน ทางรถไฟ การวางท่อระบาย เสไฟฟ้าแรงสูง การก่อสร้างแหล่งน้ำ ฯลฯ จะทำไม่ได้เลยถ้าไม่มีแผนที่ ที่ถูกต้อง การทำแผนที่เป็นวิชาแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งการที่จะได้แผนที่ที่แม่นยำต้องใช้วิธีการสำรวจ



### 1.5 ชนิดของการสำรวจ

ชนิดของการสำรวจสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1.5.1 การสำรวจที่ดิน (Land Surveying) อาจแบ่งย่อย ๆ ได้อีก

1) การสำรวจที่ดิน (Land Surveying) เป็นการสำรวจเพื่อกำหนดขอบเขตที่แน่นอนของที่ดินที่มีผู้ถือกรรมสิทธิ์อยู่ การคำนวณพื้นที่ การสำรวจวิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ชนิดหนึ่ง

2) การรังวัดเพื่อออกโฉนดที่ดิน (Cadastral Surveying) หรือการสำรวจเฉพาะแปลงที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับการสำรวจที่ดินในเมืองและในที่ชนบท เพื่อวัตถุประสงค์ในการกำหนดแนวเขตและรายละเอียดต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างถูกต้อง ตามสิทธิการครอบครอง เพื่อกำหนดหนังสือสำคัญสำหรับที่ดิน งานด้านการสำรวจนี้หมายถึง การสำรวจที่ดินของรัฐ เขตของเทศบาล การที่รัฐจะออกโฉนดที่ดินให้ได้นั้น จะต้องเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางกฎหมายอยู่มาก

3) การสำรวจเพื่อวางผังเมือง (City Surveying) เป็นการสำรวจเพื่อวางผังสิ่งต่างๆ ในบริเวณเมือง เช่น การจัดแบ่งที่ดินออกเป็นเขต (zone) ต่าง ๆ การวางถนน การวางท่อประปา ท่อระบายน้ำ ฯลฯ ในปัจจุบันคำว่า city surveying มีความหมายกว้างออกไปรวมถึงการรังวัดพื้นที่ในตัวเมืองหรือใกล้ตัวเมือง เพื่อวางหมวดหลักเขตที่แน่นอน กำหนดเขตที่แน่นอนและหารูปร่างลักษณะของพื้นดินศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างกว้างขวางต่อการวางผังเมือง

### 1.5.2 การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง (Construction Surveying)

เป็นการสำรวจที่เกี่ยวกับงานวิศวกรรม และสถาปัตยกรรม ในข้อนี้รวมหมายถึงงานสำรวจชนิดต่าง ๆ ที่วิศวกรและสถาปนิกเกี่ยวข้องด้วย

1) **การสำรวจเส้นทาง (Route Surveying)** เป็นการสำรวจเพื่อวางแนวทางสำหรับงานด้านวิศวกรรม และสถาปัตยกรรม เพื่อประโยชน์ทางด้านขนส่งหรือการคมนาคม เส้นทางในที่นี้หมายถึงทางหลวงแผ่นดิน ทางรถไฟ คลองทางระบายน้ำ ท่อประปา และการวางสายศัลยกรรมส่งสูง

2) **การสำรวจเหมืองแร่ (Mine Surveying)** มีความจำเป็นต่อการกำหนดตำแหน่งของงานทำเหมืองใต้ดิน หรือบนดินทั้งหมด โดยอาศัยหลักการของการสำรวจที่ดิน สำรวจภูมิประเทศ สำรวจแนวทาง ทั้งนี้เพื่อกำหนดตำแหน่งและทิศทางของอุโมงค์ ปล่อง และกำหนดอาณาเขตที่แน่นอน ตามสิทธิครอบครอง ตามคำขอเพื่อประกอบกิจการ

### 1.5.3 การสำรวจเพื่อทราบรายละเอียด (Information Surveying)

การสำรวจส่วนมากมีความมุ่งหมายเพื่อทำแผนที่และแผนภูมิ โดยเฉพาะกำหนดหมวดระดับต่าง ๆ ซึ่งแยกกันอยู่บนผิวดิน การสำรวจดังกล่าวอำนวยความสะดวกได้อย่างกว้างขวางในหลาย ๆ ด้าน คือ การจัดที่ดินของรัฐ การจัดทำแผนที่บริเวณป่าสงวน การทำแผนที่จำแนกประเภทที่ดิน ป่าไม้ การทำแผนที่เส้นทางเดินเรือบริเวณชายฝั่งทะเล แม่น้ำ การทำแผนที่แสดงทรัพยากรธรณีในต่าง ๆ ทั่วทั้งประเทศ ทำแผนที่ประเทศ

1) **การสำรวจภูมิประเทศ (Topographic Surveying)** เป็นการสำรวจลักษณะของภูมิประเทศเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) ซึ่งการสำรวจชนิดนี้เป็นการหาลักษณะความกว้างยาวและสูงต่ำ (3 มิติ) ของภูมิประเทศ ทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้นแล้วแทนความสูงต่ำของภูมิประเทศเหล่านั้นด้วยเครื่องหมายแทนความสูง (relief representation) คือเส้นชั้นความสูง (contour) เส้นลายขวานลับ (hachures) การแรเงา (shading) การเน้นเส้นให้หนัก (form lines) การแยกสี (coloring) และภาพจำลอง (models)

2) **การสำรวจทางอุทกศาสตร์ (Hydrographic Surveying)** มีความจำเป็นต่อการทำแผนที่ชายฝั่งทะเล พื้นที่เบื้องล่างของท้องคลอง ทะเลสาบ ท่าเรือ ลักษณะบนริมฝั่งทะเล วัดความเร็วของกระแสน้ำ ปริมาณของน้ำที่ไหลมาต่อเวลาหนึ่ง ๆ ระดับน้ำสูงขึ้นสูงสุดหรือลงต่ำสุด ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเดินเรือ การประปา แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือการก่อสร้างเขื่อน ฝ่ายขวางลำน้ำ เป็นต้น

3) **การสำรวจทำแผนที่จากรูปถ่ายทางอากาศ (Aerial Surveying or Photogrammetry)** เป็นการทำแผนที่จากรูปถ่ายทางอากาศ วิธีการแบบนี้ นับเป็นก้าวใหม่ในการสำรวจทำแผนที่ ซึ่งอำนวยความสะดวกให้หลายประการและหลาย ๆ ด้านของการสำรวจที่กล่าวมาแล้ว สามารถทำแผนที่ได้อย่างรวดเร็วและในบริเวณกว้าง วิธีการแบบนี้ทำได้โดยการถ่ายภาพด้วยกล้องชนิดที่ออกแบบพิเศษ โดยถ่ายจากเครื่องบินหรือจากจุดหนึ่งจุดใดบนพื้นดิน เมื่อได้รูปถ่ายมาแล้วก็นำรูปถ่ายนั้นมาทำเป็นภาพถ่ายต่อ (mosaic) หรือนำภาพถ่ายเหล่านั้นมาเขียนเป็นแผนที่ โดยใช้เครื่องเขียนแผนที่จากภาพถ่ายหรือใช้ในการแปลภาพถ่ายก็ได้

## 1.6 ขั้นตอนในการสำรวจ

1.6.1 การเก็บข้อมูลทั่วไป เพื่อที่จะเก็บลักษณะรูปร่าง หน้าตาทั่ว ๆ ไปของงานที่จะสำรวจเสียก่อน ก่อนที่จะลงมือสำรวจเก็บรายละเอียดต่าง ๆ

1.6.2 การสังเกตและการวัด ในการสำรวจพื้นที่ต้องมีการรังวัด เพื่อที่จะหาตำแหน่งของหมุดต่าง ๆ และหาขนาดรูปร่างตามธรรมชาติ รวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่ธรรมชาติสร้างหรือมนุษย์สร้างขึ้นในพื้นที่นั้น ๆ

1.6.3 การเสนอรายงาน ในการสำรวจถือว่าเป็นการรายงานข้อมูลจากการสำรวจในแบบที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการรายงานจะต้องถูกต้อง ชัดเจน และเป็นที่น่าสนใจสำหรับคนอื่นที่ดูรายงานนั้น ๆ ซึ่งอาจจะเป็นการเขียนรายงาน การแสดงรายการ ปริมาตรของงาน รายงานแสดงข้อมูล การเขียนแผนผังหรือแผนที่แสดงลักษณะขนาด รูปร่าง ลักษณะภูมิประเทศ สิ่งปลูกสร้างของพื้นที่ โดยมีขนาดตามมาตราส่วนที่ต้องการ

## 1.7 งานสำรวจขั้นต้น (Reconnaissance)

การสำรวจพื้นที่ เพื่อหารูปตัดตามยาว (Profile) หรือโครงการใหญ่ ๆ เช่น การสร้างเขื่อน สร้างอ่างเก็บน้ำ การวางแนวถนน ทางรถไฟ สายส่งกระแสไฟฟ้าแรงสูง ฯลฯ จะต้องมีการสำรวจขั้นต้น ซึ่งถือเป็นงานสำรวจเบื้องต้นก่อนที่จะเข้าปฏิบัติงานจริง โดยงานสำรวจขั้นต้นก่อให้เกิดประโยชน์ในการตัดสินใจ 3 ส่วน ดังนี้

1.7.1 ตัดสินใจเกี่ยวกับความมุ่งหมายการสำรวจ เพื่อที่จะได้คัดเลือกวิธีการสำรวจให้เหมาะสม เช่น

- 1) การสำรวจทางธรณีวิทยา (Geodetic Surveying) จะใช้กับการสำรวจเหมืองแร่
- 2) การสำรวจภูมิประเทศ (Topographic Surveying) จะใช้กับการสำรวจทำแผนที่สำรวจทำเส้นชั้นความสูง (Contour Line)
- 3) การสำรวจเส้นขอบเขตพื้นที่ (Cadastral Surveying) จะใช้กับการสำรวจเกี่ยวกับการรังวัดที่ดิน ขอบเขตของประเทศ การสำรวจเส้นทาง
- 4) การสำรวจวิศวกรรม (Engineering Surveying) จะใช้ในการสำรวจบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง (Site Surveying)

1.7.2 ตัดสินใจเกี่ยวกับขนาดความละเอียดของข้อมูลที่สำรวจ (Accuracy) ที่ต้องการ ซึ่งควรเก็บข้อมูลที่สำรวจให้มีความละเอียดเหมาะสมกับงานที่ดำเนินการ เพื่อให้เกิดความสิ้นเปลืองน้อยลง รวดเร็วในการตัดสินใจ ความละเอียดที่ต้องการ ความผิดพลาดมาตรฐานที่ยอมรับได้

1.7.3 ตัดสินใจกำหนดวิธีการวัดที่ต้องการ เช่น กำหนดวิธีการวัดระยะ การเก็บค่าระดับ การกำหนดหมุด (Station)



## 1.8 การควบคุมและการตรวจสอบ

การสำรวจต้องมีการควบคุมและตรวจสอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เป็นจริง ซึ่งมี 2 ขั้นตอน คือ

**1.8.1 วางจุด หรือกำหนดจุดต่าง ๆ (สถานีต่างๆ)** ให้ตายตัวแน่นอนค่อนข้างละเอียด จุดต่างๆ เหล่านี้เรียกว่าจุดควบคุม (Controls) การสำรวจรอบ ๆ จุดนี้ อาจกระทำได้และอาจจะลดความละเอียดลงได้ตามความเหมาะสม ความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ในการสำรวจ แต่ถ้ามีจุดควบคุมเราสามารถคำนวณปรับแก้ความผิดพลาดที่หลังได้ ทำให้โอกาสการสะสมความผิดพลาดจะไม่เกิดขึ้น ซึ่งจุดควบคุมถือว่ามีสำคัญมากที่สุดในการสำรวจ

**1.8.2 งานสำรวจทุกชนิดต้องมีการตรวจสอบ หรือตรวจสอบได้ตลอดเวลา** การวัดทุกชนิดที่ใช้ในการสำรวจเก็บรายละเอียดข้อมูล ต้องกระทำในลักษณะที่ความผิดพลาดใด ๆ ต้องได้รับการตรวจสอบก่อนงานนั้น ๆ หมดสิ้นไป โดยพยายามกระทำให้เสร็จสิ้นก่อนงานสำรวจเสร็จ

## 1.9 หน่วยที่ใช้วัดระยะในงานสำรวจ (Units of Measurement)

การรังวัดระยะในงานสำรวจ มีหน่วยวัดที่ใช้ทั่วไปดังนี้

**1.9.1 หน่วยเมตริก (SI Units** มาจาก International System of Units) ซึ่งเป็นข้อตกลงระหว่างประเทศ ให้ใช้ความยาวเป็นเมตร คือ 1 เมตร เท่ากับ 1,650,763.73 ความยาวคลื่นในสุญญากาศ (ใช้แสงสีส้มในแท่ง spectrum หรือแท่งแก้วสามเหลี่ยมที่แยกแสงได้)

**1.9.2 ระยะเส้นตรง (Linear Measurement)** มาตรฐานสากลใช้ความยาวเป็นกิโลเมตร และมิลลิเมตรเท่านั้น คือ

1 กิโลเมตร หรือ 1 ก.ม. หรือ 1 km. เท่ากับ 1,000 เมตร หรือ 1,000 ม. หรือ 1,000 m.

1 เมตร หรือ 1 ม. หรือ 1 m. เท่ากับ 1,000 มิลลิเมตร หรือ 1,000 ม.ม. หรือ 1,000 mm.

**1.9.3 การวัดพื้นที่ (Area Measurement)** มาตรฐานสากลใช้ตารางกิโลเมตร หรือ  $\text{km}^2$  หรือ  $\text{ก.ม.}^2$  หรือเฮกตาร์ (hectare หรือ ha =  $10,000 \text{ m}^2$ ) ซึ่งหน่วยย่อยคือ ตารางเมตร ( $\text{m}^2$ )

โดย  $1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ha}$        $1 \text{ ha} = 100 \times 100 \text{ m}^2$

ถ้าเป็นมาตรฐานของอังกฤษการวัดพื้นที่จะใช้หน่วยเป็น เอเคอร์ (acre)

โดย  $1 \text{ km}^2 = 247.105 \text{ acre}$        $1 \text{ acre} = 4,046.86 \text{ m}^2$

**1.9.4 การวัดพื้นที่ของไทย** จะมีหน่วยเฉพาะที่ใช้ในการวัดระยะ และวัดเนื้อที่ คือ

1) หน่วยวัดระยะของไทย

12 นิ้ว = 1 คืบ

2 คืบ = 1 ศอก

4 ศอก = 1 วา

20 วา = 1 เส้น

400 เส้น = 1 โยชน์

## 2) หน่วยวัดระยะของไทยเทียบกับระบบเมตริก

1	โยชน์	=	16	กิโลเมตร
25	เส้น	=	1	กิโลเมตร
1	เส้น	=	40	เมตร
1	วา	=	2	เมตร
1	ศอก	=	0.5	เมตร
1	คืบ	=	0.25	เมตร
1	นิ้ว	=	2.083	เซนติเมตร

## 3) หน่วยวัดเนื้อที่ของไทย

1	ไร่	=	4	งาน
1	งาน	=	100	ตารางวา

## 4) หน่วยวัดเนื้อที่ของไทยเทียบกับระบบเมตริกและระบบอังกฤษ

1	ตารางวา	=	4	ตารางเมตร
1	งาน	=	20x20	เมตร
1	งาน	=	400	ตารางเมตร
1	ไร่	=	40x40	เมตร
1	ไร่	=	1,600	ตารางเมตร
6.25	ไร่	=	1	เฮกตาร์ (ha)
2.5	ไร่	=	1	เอเคอร์ (acre)



## บทที่ 2

### การวางแนว



การสำรวจเพื่อการออกแบบ โครงการอนุรักษ์ พัฒนา และฟื้นฟูแหล่งน้ำ มีขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การวางแนว
2. การทำระดับ
3. การเขียนเส้นชั้นความสูง (Contour)

**การวางแนว** หมายถึง การกำหนดขอบเขตการสำรวจโครงการที่ต้องการจะออกแบบ สิ่งสำคัญที่จะต้องตัดสินใจในการวางแนวโครงการ ได้แก่ ประเภทและขนาดพื้นที่ของแหล่งน้ำ เช่น คลอง หนอง บึง อ่าง ถนน และอื่น ๆ ที่ต้องการจะเก็บข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการออกแบบ ซึ่งมีองค์ประกอบและขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

#### 2.1 เครื่องมืออุปกรณ์

**2.1.1 กล้องแนว** เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรังวัดมุมราบ มุมตั้ง และสามารถใช้ในการรังวัดระยะทางราบ หาระยะทางตั้ง หรือความสูงของวัตถุ



**2.1.2 ไม้เล็งแนว** มีลักษณะเป็นไม้ยาวประมาณ 2 เมตร โดยทั่วไปจะมีชนิดพับได้หรือชนิดเลื่อนเข้า-ออก เพื่อความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษาใช้ร่วมกับกล้องแนว โดยให้ผู้ที่ส่องกล้องเล็งแนวไปตามไม้เล็งแนวที่ถือไว้

2.1.3 เทปวัดระยะ จะมีเครื่องหมายตัวเลขกำกับบอกระยะความยาวเป็นมิลลิเมตร เซนติเมตร และเป็นเมตร อีกด้านจะมีเครื่องหมายตัวเลขกำกับบอกระยะความยาว เป็นฟุต นิ้ว และฟุต ใช้สำหรับชอยระยะทาง



2.1.4 ช้อน ใช้สำหรับตอกตะปูเพื่อทำหมุดหลักฐานอ้างอิง



2.1.5 ตะปูหรือน็อต ใช้ทำหมุดอ้างอิงและหมุดหลักฐาน



2.1.6 ฟ้าแดง ใช้กำหนดตำแหน่งระยะทางและโครงสร้างระบายน้ำ

2.1.7 ปากกาเคมี ใช้เขียนตำแหน่งระยะทางและโครงสร้างบนฟ้าแดง

2.1.8 สี ใช้สำหรับระบุตำแหน่ง ทำเครื่องหมาย หรือแสดงสัญลักษณ์ของหมุดอ้างอิงหรือหมุดหลักฐาน



2.1.9 เชือกฟาง ใช้สำหรับผูกกับหัวตะปูเพื่อวางแนวตามระยะที่กำหนดและสามารถมองเห็นได้ชัดเจน



2.1.10 GPS เครื่องมือสำรวจทางดาวเทียมเป็นเครื่องมือที่ทันสมัย ใช้ในการจับพิกัด (ใช้ค่า UTM) สามารถใช้ในการสำรวจแนวเพียงอย่างเดียว ส่วนการหาค่าระดับ ยังไม่สามารถใช้ได้เนื่องจากยังให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจาก GPS ที่ใช้เป็นเครื่องมือที่สามารถระบุตำแหน่งได้อย่างแม่นยำ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางทหาร จึงต้องแปรค่าความคลาดเคลื่อนไว้



2.1.11 สมุดสนาม คือสมุดที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลและรายละเอียดทั้งหมดในทุกขั้นตอนของการทำงานสำรวจ ควรมีขนาดที่พอเหมาะไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป เพื่อความสะดวกในการบันทึกข้อมูล รายละเอียดที่จดบันทึกลงในสมุดสนาม เช่น ตำแหน่ง line ทิศทางมุมซ้ายและขวา รายละเอียดสองข้างทาง และสถานที่สำคัญควรระบุไว้ให้ชัดเจน



## 2.2 บุคลากร

บุคลากรที่ใช้ในการวางแผน จำนวน 5 คน มีหน้าที่ดังนี้

2.2.1 คนถือเทป จำนวน 2 คน ทำหน้าที่ ถือเทปหัวและท้าย วัดระยะ กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ เช่น ระยะ ท่อ โครงสร้างเดิมที่มีอยู่แล้ว กำหนด BM ตามความเหมาะสม (ประมาณ 500 เมตร)



2.2.2 คนถือไม้เล็งแนว จำนวน 1 คน ทำหน้าที่ กำหนดแนวหน้า คอยบอกคนส่องกล้อง ให้ปฏิบัติตามแนวที่กำหนด



2.2.3 คนส่องกล้อง จำนวน 1 คน ทำหน้าที่ ตั้งกล้อง อ่านค่ามุมเบี่ยงเบน มุมอ้างอิง และ บอกรายละเอียด 2 ข้างทาง

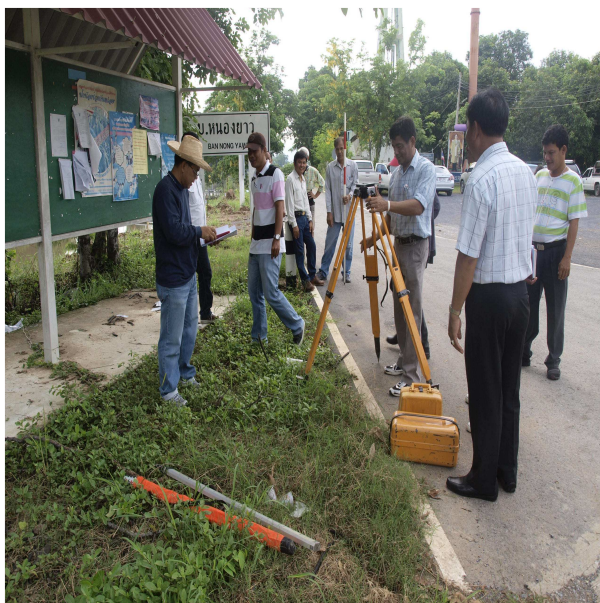


2.2.4 คนจดบันทึกข้อมูล จำนวน 1 คน ทำหน้าที่ บันทึกข้อมูลและรายละเอียด 2 ข้างทาง ตลอดจนมุมต่าง ๆ ที่คนส่องกล้อง อ่านค่าให้ตามความต้องการ



## 2.3 ขั้นตอนการวางแนว

2.3.1 สำรวจบริเวณรอบ ๆ แหล่งน้ำ เพื่อเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งกล้อง ทำหมุดอ้างอิง (RP) ทำหมุดหลักฐาน (BM) ตลอดจนจับพิกัดเริ่มต้นด้วยเครื่องมือ GPS





2.3.2 ตั้งกล้องแนวให้ได้ระดับ โดยตรวจสอบฟองตาไก่ ฟองยาวหมุดตั้งกล้อง และ Set มุมราบ  $0^{\circ}-00'-00''$  ให้อยู่ในตำแหน่งพร้อมใช้งาน



2.3.3 ส่องกล้องไปหาผู้ถือไม้เล็งแนวที่ได้กำหนดจุดที่แน่นอนแล้วว่าจะใช้เป็น BASE LINE คลอง โดยมุมที่เล็งไปนั้นยังเป็นมุมราบที่  $0^{\circ}-00'-00''$  เมื่อพร้อมแล้วให้ปลดล้อคจานล่าง เพื่อต้องการอ่านค่ามุม หมุดอ้างอิง (RP) หมุดหลักฐาน (BM) และอื่น ๆ ที่จำเป็น เช่น แนวถนน โครงสร้างแหล่งน้ำ พร้อมบันทึกไว้ในสมุดสนามให้ครบ



2.3.4 ปรับกล้องไปที่แนวเดิม  $0^{\circ}-00'-00''$  เพื่อต้องการวัดระยะทางตามแนว BASE LINE กำหนดตำแหน่งความยาวของ BASE LINE ช่วงละ 25 เมตร โดยเริ่มจากจุดตั้งกล้อง (ครั้งที่ 1) เป็นจุดเริ่มต้นแนวสำรวจ (กม. 0+000) คนส่องกล้องและคนถือไม้เล็งแนวจำเป็นต้องส่งสัญญาณด้วยมือ เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ต้องการ เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วก็จะทำการตอกตะปู พร้อมพ่นสีหรือเขียนผ้าแดงระบุตำแหน่ง กม. ไปจนตลอดแนว หากสิ้นสุดแนวดังกล่าวแล้วมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีมุมเบี่ยงเบนเกิดขึ้นให้ย้ายกล้องแนวแล้วไปตั้งกล้องใหม่ (ครั้งที่ 2)



2.3.5 เมื่อตั้งกล้อง (ครั้งที่ 2) แล้วเสร็จ และอยู่ในตำแหน่งพร้อมใช้งาน โดยมุมแนวราบ Set แล้วเท่ากับ  $0^{\circ}-00'-00''$  ให้เล็งกลับไปจุดตั้งกล้องเดิม (ครั้งที่ 1) เมื่อพร้อมแล้วให้ปลดล้อคจนล่าง และเปิดมุมเบี่ยงเบนที่คนถือไม้เล็งแนวต้องการ หากทำหมุมอ้างอิงไว้ ก็อ่านค่ามุมอ้างอิงให้ครบ

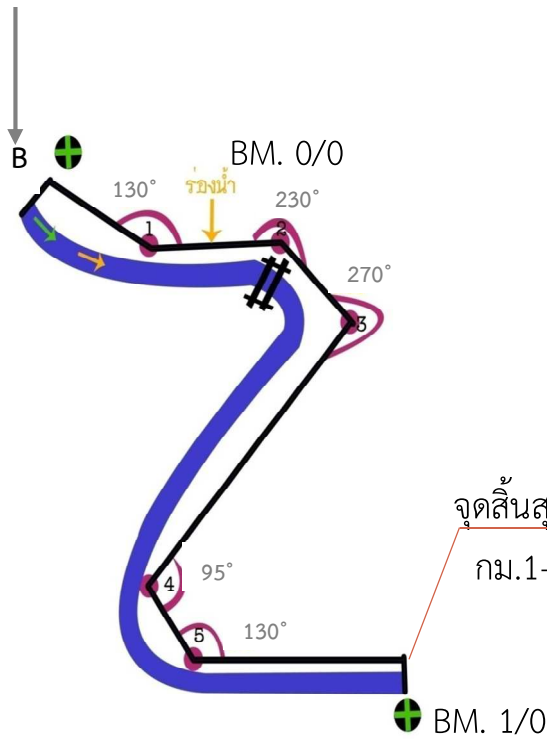
2.3.6 ปรับกล้องไปที่มุมเบี่ยงเบน และทำการวัดระยะทางทุก ๆ 25 เมตร ไปจนสุดแนว หากมีมุมเบี่ยงเบนอีกก็ให้ย้ายกล้อง เพื่อตั้งกล้องใหม่เป็นครั้งที่ 3 ปฏิบัติงานแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะสิ้นสุดแนวสำรวจ



## 2.4 ตัวอย่าง

### 2.4.1 การวางแนวคลอง

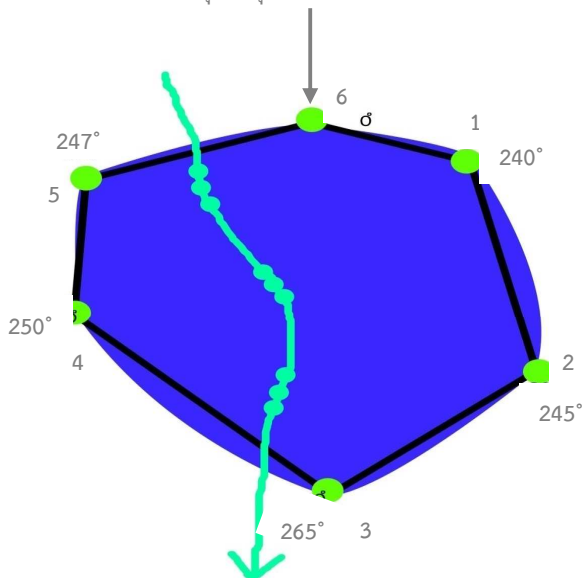
จุดเริ่มต้นโครงการ BM. 0+000



- 1.PI.STA 0+200 มุม 130
- 2.PI.STA 0+420 มุม 230
- 3.PI.STA 0+550 มุม 270
- 4.PI.STA 0+870 มุม 95
- 5.PI.STA 0+940 มุม 130
- 6.PI.STA 1+200 จุดสิ้นสุด

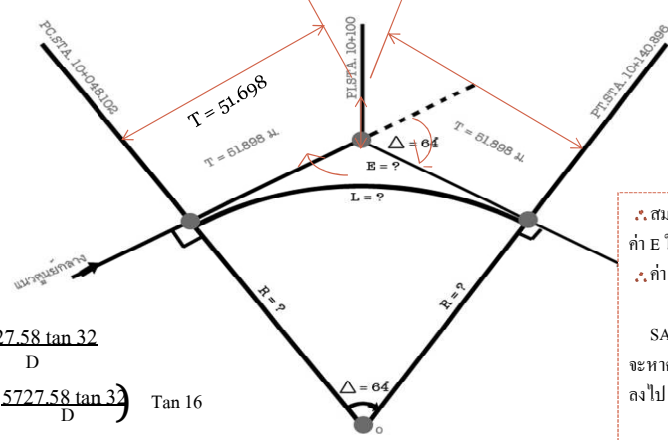
### 2.4.2 การวางแนวอ่าง บึง หนอง

จุดเริ่มต้นการสำรวจ กม. 0+000  
จุดสิ้นสุดการสำรวจ กม. 1+400



- 1.PI.STA 0+200 มุม 240
- 2.PI.STA 0+350 มุม 245
- 3.PI.STA 0+520 มุม 265
- 4.PI.STA 0+940 มุม 250
- 5.PI.STA 1+160 มุม 247
- 6.PI.STA 1+400 (จุดสิ้นสุดการสำรวจ) / STA 0+000 (จุดเริ่มต้นการสำรวจ)

### Simple curve



$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} = \frac{5727.58 \tan 32}{D}$$

$$E = T \tan \frac{\Delta}{4} = \left( \frac{5727.58 \tan 32}{D} \right) \tan 16$$

$$R = \frac{5729.58}{D}$$

$$L = \frac{\Delta \times 100}{D} = \frac{64 \times 100}{D}$$

$$PC.STA. = PI.STA. - T$$

$$PT.STA. = PC.STA. + L$$

$$\tan 32^\circ = 0.625 \therefore T = \frac{5729.587}{D} \text{ สมการ (1)}$$

$$\tan 16^\circ = 0.287 \quad E = \frac{1027.743}{D} \text{ สมการ (2)}$$

( จะกำหนดค่า T หรือค่า E ให้พิจารณา ? )

∴ สมมุติ ค่า E ในสนาม = 15 ม. (แทนค่า E ในสมการ 2)  
 ∴ ค่า  $D = \frac{1027.743}{15} = 68.516$   
 SAY = 69°  
 จะหาค่าต่าง ๆ ได้ทุกค่าหากแทนค่า D ลงไป  
 T = 51.898 ม.  
 R = 83.037 ม.  
 L = 92.754 ม.

ก. มีปัญหาพื้นที่หรือไม่ เช่น ดินบ้าน, ที่ดิน โฉนด, อื่นๆ  
 ข. ไม่มี ----> ออกแบบได้ตรงตามความเหมาะสม



## บทที่ 3

### การทำระดับ

**การทำระดับ** หมายถึง การเก็บข้อมูลระดับดินเดิมของโครงการ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาการออกแบบ การทำระดับมี 2 ลักษณะ คือ การทำระดับตามแนวยาว (Profile) และการทำระดับตามแนวขวาง (Cross section) โดยมีองค์ประกอบและขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

+

#### 3.1 เครื่องมืออุปกรณ์

**3.1.1 กล้องระดับ** เป็นเครื่องมือที่ใช้กับงานหาระดับความสูงต่ำของจุดต่าง ๆ ว่าจะมีความสูงต่ำแตกต่างกันมากน้อยเท่าไร นิยมใช้ในการสำรวจหาค่าความสูงของจุดที่ต้องการ หรือกำหนดให้ค่าระดับความสูง ในการก่อสร้างให้เป็นไปตามรูปแบบรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างต่างๆ เช่น การทำหมุดหลักฐานการระดับ การหาเส้นชั้นความสูง การหาค่าระดับตามยาว (Profile) และตามขวาง (Cross section) การหาระดับท้องคลอง ฯลฯ



**3.1.2 ไม้สตีฟ** มีลักษณะเป็นไม้ยาวไม่เกิน 5 เมตร ภายในไม้ระดับจะถูกแบ่งออกเป็นช่วงละ 1 เมตร ทาสีสลับดำ - แดง หรือสลับขาว - แดง หรือสลับขาว - ดำ ในแต่ละช่วงแบ่งออกเป็นช่องละ 10 ซม. โดยมีตัวเลขกำกับเป็นระยะ โดยในแต่ละช่องจะถูกแบ่งออกเป็นแถบ ๆ ละ 1 ซม. โดยทั่วไปจะมีชนิดพับได้หรือชนิดเลื่อนเข้า - ออก เพื่อความสะดวกในการใช้งาน และเก็บรักษาโดยจะใช้ร่วมกับกล้องแนวหรือกล้องระดับ

**3.1.3 สมุดสนาม** คือสมุดที่ใช้สำหรับบันทึก ข้อมูลและรายละเอียดทั้งหมดในทุกขั้นตอนของการทำงานสำรวจ ควรมีขนาดที่พอเหมาะไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป ปกแข็ง เพื่อความสะดวกในการบันทึกข้อมูลรายละเอียดที่จดบันทึกลงในสมุดสนาม เช่น ระดับตามแนวยาว (Profile) ระดับตามขวาง (Cross-section)

### 3.2 บุคลากร

บุคลากรที่ใช้ในการทำระดับ จำนวน 4 คน มีหน้าที่ดังนี้

3.2.1 คนส่องกล้อง จำนวน 1 คน ทำหน้าที่ ตั้งกล้อง อ่านค่าระดับความสูงต่ำของจุดต่าง ๆ อ่านค่าระดับตามแนวขวางและแนวยาว จากไม้สตาฟ



3.2.2 คนถือไม้สตัฟ จำนวน 2 คน (หน้า/หลัง) ทำหน้าที่ ถือไม้สตัฟเพื่อให้คนส่องกล้องอ่านค่าความสูงของไม้สตัฟ

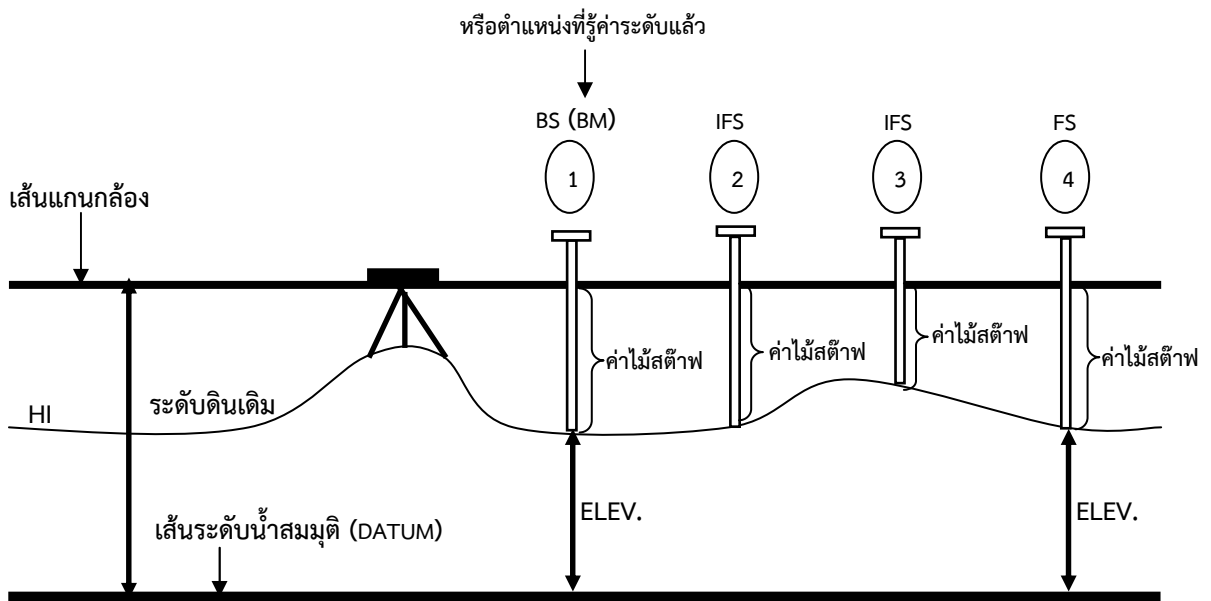


3.2.3 คนจดบันทึกข้อมูล จำนวน 1 คน ทำหน้าที่ บันทึกข้อมูลตามที่คนส่องกล้องอ่านค่าจากไม้สตัฟ



### 3.3 การทำระดับตามแนวยาว (Profile)

การทำระดับตามแนวยาว (Profile) คือ การทำระดับตามแนว center line ของแนวสำรวจคลอง ก่อนที่จะทำ Profile จะต้องวางแนว center line ให้ได้เสียก่อน จากนั้นกำหนดแนว station ลงบนแนว center line ระหว่าง station เมื่อกำหนดระยะห่างแล้วก็ถ่ายระดับไปบน station (ช่วงละ 25 เมตร) การทำ profile ทำให้ทราบถึงจุด สูงต่ำ ของผิวดินบริเวณที่เป็น center line ซึ่งสามารถนำค่าระดับเหล่านี้ ไปเป็น ข้อมูลในการออกแบบต่อไป



- BS หมายถึง ค่าความสูงไม้สตาฟจากระดับดินเดิมถึงเส้นแกนคลอง (อ่านครั้งแรก ①)
- IFS หมายถึง ค่าความสูงไม้สตาฟจากระดับดินเดิมถึงเส้นแกนคลอง (อ่านครึ่งกลาง ②③)
- FS หมายถึง ค่าความสูงไม้สตาฟจากระดับดินเดิมถึงเส้นแกนคลอง (อ่านครั้งสุดท้าย ④)
- HI หมายถึง ค่าความสูงจากแกนคลองถึงเส้นระดับน้ำสมมุติ (DATUM)
- ELEV หมายถึง ค่าระดับที่ได้จากการคำนวณ
- TP หมายถึง จุดเปลี่ยนการทำระดับ หรือจุดย้ายกล้องนั่นเอง

หมายเหตุ หากมีการย้ายกล้องหลายครั้ง ค่าความสูงของแกนคลองถึงเส้น DATUM จะเปลี่ยนไป คือจาก  $HI_1$  เป็น  $HI_2$   $HI_3$   $HI_4$  ..... \*\*\*

#### 3.3.1 สูตรคำนวณ

$$\begin{aligned}
 HI &= BS + ELEV && \dots\dots\dots *** \text{ ①} \\
 ELEV &= HI - IFS && \dots\dots\dots *** \text{ ②} \\
 ELEV &= HI - FS && \dots\dots\dots *** \text{ ③}
 \end{aligned}$$

#### 3.3.2 การตรวจสอบ

$$\sum BS - \sum FS = ELEV \text{ ท้าย} - ELEV \text{ ต้น}$$



### 3.3.3 ขั้นตอนการทำระดับตามแนวยาว (Profile)

จากการปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแนวแล้ว จะได้ระยะทางตามแนวสำรวจหรือ BASE LINE คลองนั่นเอง ส่วนช่วงที่แบ่งใน BASE LINE นั้นจะกำหนดไว้ช่วงละ 25 เมตร ตามความเหมาะสม โดยเริ่มต้นที่ กม. 0+000 กม. 0+025 กม. 0+050 กม. 0+075 ตามลำดับ ส่วนตำแหน่งหมุดหลักฐาน (BM) ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นให้ใช้กล้องระดับปฏิบัติงานดังนี้

- 1) ตั้งกล้องระดับ โดยตรวจสอบฟองตาไก่ให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมใช้งานได้



2) ส่องกล้องระดับไปที่ไม้สตาฟ (ตำแหน่ง  $BM_{0/0}$ ) ได้ค่าความสูงของไม้สตาฟที่อ่านได้เป็นค่าไม้แรก BS หลังจากนั้นอ่านค่าไม้สตาฟที่ตำแหน่ง กม. 0+000 กม. 0+025 กม. 0+050 กม. 0+075 และ กม. 0+100 ก็จะได้ความสูงของไม้สตาฟ ซึ่งเป็นไม้กลาง IFS และอ่านค่าไม้สตาฟครั้งสุดท้ายก่อนย้ายกล้องจะได้ความสูงไม้สตาฟซึ่งเป็นค่า FS



3) ย้ายกล้องและตั้งกล้องระดับใหม่เป็นตำแหน่ง TP<sub>1</sub> ส่องกล้องกลับไปที่ไม่สตาฟครั้งสุดท้าย FS เพราะต้องส่องไปยังจุดที่รู้ค่าระดับแล้ว หรือการทำระดับที่ต่อเนื่องกันนั่นเอง ค่าความสูงของไม้สตาฟที่อ่านได้เป็นค่า BS จากนั้นอ่านค่าความสูงของไม้สตาฟที่ตำแหน่ง กม. 0+125 กม. 0+150 กม. 0+175 กม. 0+200 กม. 0+225 และกม. 0+250 พร้อมทั้งอ่านค่าไม้สตาฟที่ BM<sub>0/1</sub> ซึ่งเป็นค่า FS สิ้นสุดการทำระดับพอดี

### 3.3.3 ตัวอย่าง

การคำนวณหาค่าระดับตามแนวยาว (Profile) จากการปฏิบัติงาน

STA	BS	IFS	FS	HI	ELEV	หมายเหตุ
BM <sub>0/0</sub>	2910			202.910	200.000	BM <sub>0/0</sub> บนพื้นสะพาน
0+000		2220			200.690	คสล. ขวาแนว
0+025		1670			201.240	ที่ กม.0+000
0+050		2250			200.660	
0+075		2890			200.020	
0+100		2500			200.410	
TP <sub>1</sub>	0911		1171	202.650	201.739	BM <sub>0/1</sub> ตอม่อ
0+125		0190			202.460	เสาไฟฟ้า ซ้ายแนว
0+150		0210			202.440	ที่ กม.0+250
0+175		0630			202.020	
0+200		1960			202.690	
0+225		2610			200.040	
0+250		2880			199.770	
BM <sub>0/1</sub>			1713		200.937	

## 3.4 การทำระดับตามแนวขวาง (Cross section)

การทำระดับตามแนวขวาง (Cross section) คือ การหาระดับดินเดิมของท้องคลองและบริเวณตลิ่ง โดยทำทุก ๆ 25 เมตร ออกไปจากแนวศูนย์กลางของแนวสำรวจคลอง (BASE LINE) ทั้งด้านซ้ายแนวและขวาแนว เพื่อจะได้ทราบถึงลักษณะรูปตัดคลองเดิมว่ามีสภาพอย่างไร และนำข้อมูลมาใช้ในการพิจารณาออกแบบคลอง เพื่อคำนวณหาปริมาณงานดินขุดและถม

### 3.4.1 ขั้นตอนการทำระดับตามแนวขวาง (Cross section)

1) จากการปฏิบัติงานทำระดับตามแนวยาวคลองนั้น ก็จะได้ค่าระดับของ BASE LINE คลองทุก ๆ 25 เมตร หลังจากนั้นให้ตั้งกล้องระดับให้พร้อมใช้งาน แล้วส่องกล้องไปยังไม้สตาฟที่ตำแหน่ง กม. 0+000 ก็จะได้ความสูงของไม้สตาฟเป็นค่า BS (อ่านค่าครั้งแรก) หลังจากนั้นให้ย้ายไม้สตาฟไปตั้งใหม่ทั้งด้านซ้ายแนวคลองและด้านขวาแนวคลอง ซึ่งค่าที่อ่านได้เป็นความสูงของไม้สตาฟเป็นค่า IFS (การตั้งไม้สตาฟไปทางด้านซ้ายแนวคลองและขวาแนวคลองเพื่อต้องการเก็บรายละเอียดบริเวณท้องคลองและตลิ่งทั้ง 2 ฝั่งคลอง)

2) ส่องกล้องไปที่ตำแหน่ง กม. 0+025 กม. 0+050 กม. 0+075 กม. 0+100 กม. 0+125 กม. 0+150 กม. 0+175 กม. 0+200 กม. 0+225 และกม. 0+250 โดยอาจตั้งกล้องทุก ๆ 25 เมตร ก็ได้ หรือถ้ามองเห็นได้หลายตำแหน่ง กม. ก็สามารถทำได้เช่นกัน แต่ทั้งนี้ต้องอ่านค่าไม้สตาฟไปทางด้านซ้ายแนวคลอง และขวาแนวคลองควบคู่กันไปตลอด จนครบทุกตำแหน่งตามแนวยาว

### 3.4.2 ตัวอย่าง

การคำนวณแนวตามขวาง (CROSS - SECTION) จากการปฏิบัติงาน

STA	BS	IFS	FS	HI	ELEV	หมายเหตุ
0+000	1462			(HI <sub>1</sub> ) 202.160	200.690	- เครื่องหมายลบ คือซ้ายแนว
- 3		1430			200.730	- เครื่องหมายบวก
- 3		1410			200.750	คือขวาแนว
+ 3		1570			200.590	- ระยะตามขวาง
+ 3		2179			199.990	เป็นการวัดต่อเนื่อง
+ 10		4517			197.690	ไม่ได้ออกจาก
+ 10		4465			197.700	แนวศูนย์กลาง
+ 10		4255			197.910	
+ 3		2175			199.990	
+ 3		1517			200.650	
+ 3		1432			200.730	
0.025				(HI <sub>2</sub> ) 202.970	2001.240	
- 3		1741			201.230	
- 3		1652			201.320	
+ 3		1805			201.170	
+ 3		2980			199.990	
+ 10		5400			197.570	
+ 10		5360			197.614	
+ 10		5170			197.805	
+ 3		2980			199.990	
+ 3		1900			201.072	
+ 3		1890			201.087	



## บทที่ 4

### การเขียนเส้นชั้นความสูง Contour



เมื่อได้ข้อมูลระดับแล้ว สิ่งที่คุณต้องดำเนินการต่อไปก็คือการเขียน Contour เพื่อการออกแบบต่อไป

#### 4.1 ความหมาย

เส้นชั้นความสูง Contour คือ เส้นที่แสดงลักษณะความสูงต่ำของพื้นที่ เป็นเส้นจินตนาการของระดับที่คงที่บนพื้นดิน เป็นเส้นที่ได้จากการลากเส้นคงที่ผ่านจุดต่าง ๆ บนพื้นดินที่มีค่าระดับเท่ากัน เส้นที่ลากโยงเหล่านี้เราเรียกว่า เส้นชั้นความสูง เส้นชั้นความสูงที่มีค่าเป็นบวก คือเส้นที่แสดงค่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนเส้นชั้นความสูงที่มีค่าเป็นลบเป็นเส้นชั้นความสูงที่แสดงค่าความสูงใต้ระดับน้ำทะเลปานกลาง

#### 4.2 ลักษณะของเส้นชั้นความสูง

4.2.1 ความสูงที่อยู่ใกล้กันแสดงว่าพื้นที่มีความลาดเอียงมาก หรือชันมาก และเส้นชั้นความสูงที่อยู่ห่างกันแสดงว่าพื้นที่มีความลาดชันน้อย

4.2.2 บริเวณพื้นที่ขรุขระและไม่สม่ำเสมอเส้นชั้นความสูงจะไม่เป็นเส้นเรียบ และบริเวณพื้นที่ราบเรียบสม่ำเสมอเส้นชั้นความสูงจะมีระยะห่างสม่ำเสมอและขนานกัน

4.2.3 ทิศทางของเส้นชั้นความสูงจะตั้งฉากกับแนวลาดเอียงสูงสุด

4.2.4 เส้นชั้นความสูงจะลากตัดกับแนวสันเขาหรือร่องน้ำเป็นมุมฉาก

4.2.5 เส้นชั้นความสูงที่แสดงลักษณะของพื้นที่เนินหรือแอ่งจะมีลักษณะเป็นวงรอบปิดและอาจทำการแรเงาส่วนที่เป็นแอ่ง

4.2.6 เส้นชั้นความสูงแต่ละเส้นจะไม่รวมเป็นเส้นเดียวกันหรือตัดกัน นอกจากกรณีที่เป็นหน้าผาสูงชันหรือชะงักเขา

4.2.7 เส้นชั้นความสูงเส้นหนึ่งจะไม่แยกออกเป็นสองเส้น

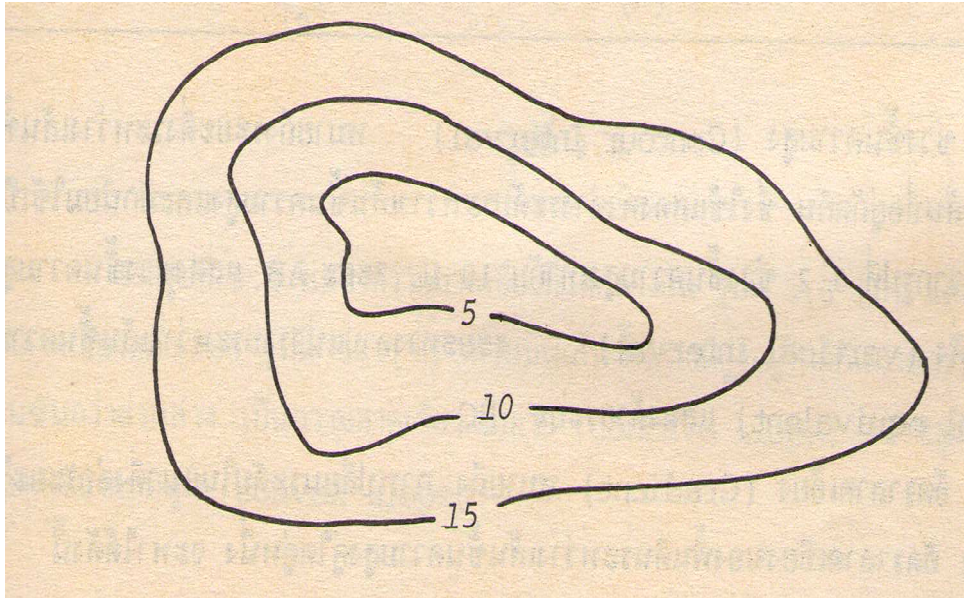
4.2.8 เส้นชั้นความสูงเส้นหนึ่งจะไม่อยู่ระหว่างเส้นชั้นความสูง 2 เส้น ที่มีค่าระดับสูงกว่าหรือต่ำกว่า แต่จะมีลักษณะเป็นคู่กันได้

4.2.9 เส้นชั้นความสูงที่ลากผ่านแนวสันร่องน้ำที่เรียกว่า Stream line จะมีลักษณะเป็นรูปตัววี (V-shape) หรือหักมุมกลับ โดยหันมุมชี้ขึ้นไปทางด้านที่สูงกว่าหรือต้นน้ำ

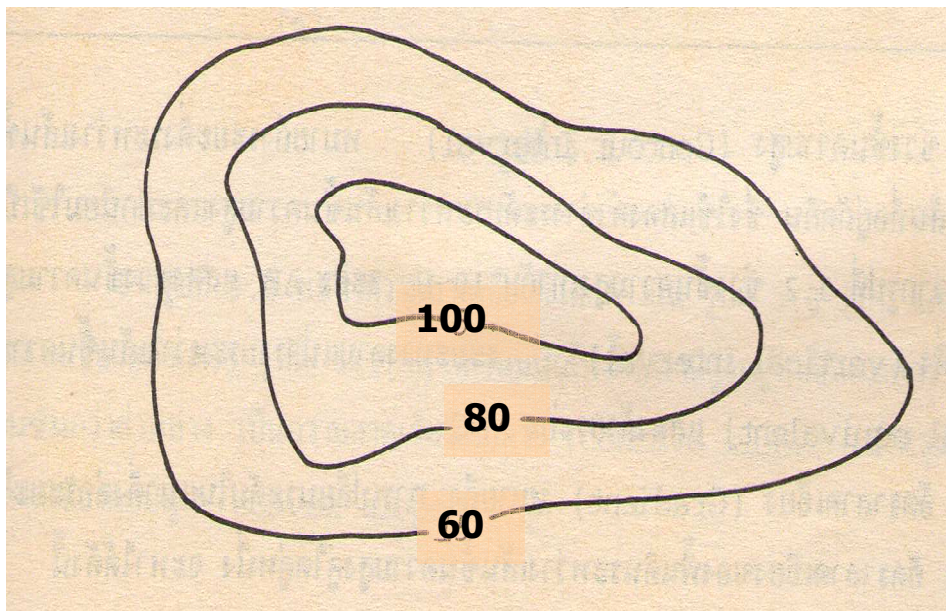
4.2.10 เส้นชั้นความสูงที่ลากผ่านแนวสันเขาที่เรียกว่า Ridge line จะมีลักษณะเป็นรูปโค้งงอกลับคล้ายตัวยู (U-shape) หันด้านมนไปทางด้านที่มีค่าระดับที่ต่ำกว่า

### 4.3 ตัวอย่างลักษณะของเส้นชั้นความสูง

#### 4.3.1 หนองน้ำ



#### 4.3.2 ภูเขา

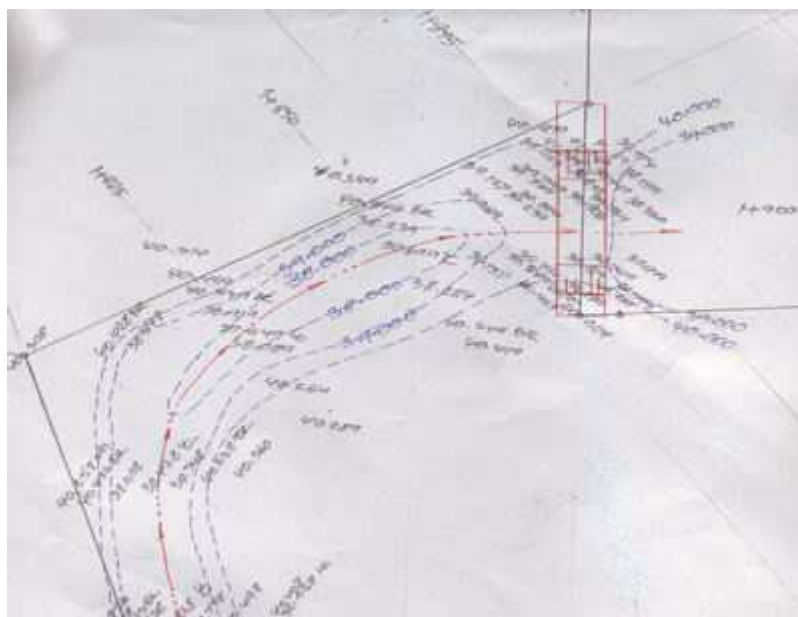


#### 4.4 การเขียนเส้นชั้นความสูง

การเขียนเส้นชั้นความสูงจะอาศัยข้อมูลจุดความสูงในพื้นที่ที่ได้จากการสำรวจ ซึ่งอาจจะมีลักษณะแบบสุ่ม (Random points) หรือเป็นตารางกริด (Grid points)

4.4.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทำระดับตามแนวขวางและแนวยาว ทำการคำนวณหาตำแหน่งจุดที่มีค่าระดับตามเส้นชั้นความสูงที่ต้องการ

4.4.2 เขียนค่าระดับในในกระดาษร่าง แล้วลากเส้นเชื่อมจุดเป็นเส้นชั้นความสูง



## บทที่ 5

### บทสรุป



งานสำรวจไม่สามารถทำงานคนเดียวได้ ต้องทำงานกันเป็นทีม เป็นกลุ่ม พบปะอยู่ร่วมกับคนจำนวนมาก มีการเจรจาชี้แจง การเป็นนักสำรวจจึงมิใช่แค่ประกอบอาชีพในงานสำรวจเท่านั้น แต่ต้องร่วมกับกลุ่มบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง ร่วมกันแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงาน ดังนั้น การมีความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ จึงไม่เพียงพอที่จะเป็นนักสำรวจที่ดี สิ่งสำคัญจำเป็นอย่างยิ่งคือต้องมีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติประจำตัวนักสำรวจควบคู่ไปด้วย

#### 5.1 คุณสมบัติของนักสำรวจที่ดี

- 5.1.1 เป็นผู้มีความซื่อสัตย์สุจริต
- 5.1.2 มีความรอบคอบในการทำงาน
- 5.1.3 มีความซื่อสัตย์ต่องาน รับผิดชอบ ตั้งใจทำงาน
- 5.1.4 มีความสามัคคีในหมู่คณะ
- 5.1.5 ตั้งใจในการทำงานตลอดเวลา
- 5.1.6 มีความอดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ
- 5.1.7 หมั่นสังเกตและปรับปรุงการทำงานอยู่เสมอ

#### 5.2 วิธีการใช้และวิธีเก็บรักษาเครื่องมือสำรวจ

ในการสำรวจเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ที่นักสำรวจต้องตระหนักและระลึกอยู่เสมอว่า “เครื่องมือสำรวจเป็นหัวใจของนักสำรวจ” แม้ว่าจะเป็นนักสำรวจที่เก่งกาจเชี่ยวชาญแค่ไหน แต่ถ้าขาดเครื่องมือที่จะใช้เก็บรวบรวมข้อมูลหรือเครื่องมือไม่สมบูรณ์ ไม่พร้อมที่จะใช้งาน มีความคลาดเคลื่อนในการใช้งาน การสำรวจก็จะไม่ประสบผลสำเร็จ นอกจากนั้นเครื่องมือสำรวจยังเป็นเครื่องมือเฉพาะอาชีพ มีราคาสูง ถ้าเกิดการชำรุดเสียหายหรือสูญหายย่อมก่อให้เกิดปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงานในสนาม ดังนั้น การนำเครื่องมือออกไปใช้งานควรระมัดระวัง ถนอม ดูแลเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพที่ดีที่สุด มีอายุการใช้งานที่ยาวนานจะทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุน ซึ่งมีวิธีการใช้และการเก็บรักษา ดังนี้

5.2.1 การยก การถือเครื่องมือ ควรกระทำด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำเครื่องมือออกจากกล่อง หรือหีบห่อที่ใช้บรรจุ เพราะเครื่องมือไม่มีเกราะป้องกันอันตราย และต้องปิดกล่องเครื่องมือให้สนิททันทีเมื่อใช้งานเสร็จ เพื่อป้องกันความชื้น

5.2.2 การติดตั้งเครื่องมือ ต้องปักยึดขาตั้งให้มั่นคงเรียบร้อยก่อน แล้วจึงนำเครื่องมือเข้าประกอบติดตั้งกับขา

5.2.3 การขนย้ายเครื่องมือ เวลาจะขนย้ายเครื่องมือจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ต้องรัดขาตั้งให้เรียบร้อย ในกรณีที่ไม่วางเครื่องมือออกจากขาตั้งต้องยึดตัวเครื่องให้แน่น รัดขาตั้งแล้วยกขาตั้งแบกขึ้นใส่ป่าให้ตัวเครื่องมืออยู่ข้างหน้าคนแบก ใช้มือข้างหนึ่งจับประคองไว้

5.2.4 การกำหนดจุดตั้งเครื่องมือ ไม่ตั้งเครื่องมือในจุดหรือบริเวณที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย แต่ถ้ามีความจำเป็นจริง ๆ จะต้องยืนเฝ้าเครื่องมืออย่างใกล้ชิดตลอดเวลา และกางร่มเอาไว้มองเห็นได้ชัดเจน เช่น บนถนน หรือบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

5.2.5 การตั้งขาเครื่องมือ ไม่ควรตั้งขาเครื่องมือกว้าง หรือแคบจนเกินไป ทำให้ทรุดหรือล้มได้ง่าย ในขณะที่ปฏิบัติงาน การปักขาต้องกดขาตั้งลงพื้นไปตามแนวความลาดของขาตั้งโดยออกแรงพอประมาณ ไม่กดขาตั้งลงพื้นในแนวตั้งจะทำให้ขาตั้งหักได้

5.2.6 การยืนในการปฏิบัติงาน ไม่ยืนคร่อมขาตั้งเครื่องมือ ต้องยืนอยู่ตรงบริเวณช่องว่างระหว่างขาตั้งเครื่องมือเท่านั้น ไม่ยืนเกาะขาตั้งหรือส่วนใดส่วนหนึ่งโดยไม่จำเป็น

5.2.7 การหมุนปรับตั้งขณะใช้เครื่องมือ ไม่หมุนหรือคลายสกรู เพื่อปรับตั้งส่วนต่าง ๆ ของขาตั้ง ในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ให้แน่นจนเกินไป จะทำให้คลายสกรูไม่ออก ทำให้เกลียวของสกรูเสียได้ง่าย

5.2.8 การใช้เครื่องมือวัดระยะ ไม่ดึงด้วยแรงที่มากเกินไปจะทำให้เครื่องมือยัด หรือขาดเสียหาย

5.2.9 การใช้กล้องแนว กล้องวัดมุม เมื่อเลิกใช้งานแล้วต้องตรวจสอบสภาพของกล้องให้อยู่ในสภาพเดิม และชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งปกติ พร้อมทั้งจะใช้งานได้ทันทีในครั้งต่อไป ในขณะที่ห่มอก ผนตก ไอน้ำ ห้ามนำกล้องออกมาใช้งานเด็ดขาด เพราะจะทำให้ความชื้นเข้าไปภายในเลนส์และจานองศา ทำให้เกิดสนิมและเป็นราเกาะอยู่ภายในไม่สามารถใช้งานได้ต่อไป

5.2.10 การบำรุงรักษาเครื่องมือ เมื่อเลิกใช้งานแล้วต้องทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งให้อยู่ในสภาพสะอาด เรียบร้อยไม่ให้เปื้อนดิน โคลน หรือเปียกน้ำ ต้องเช็ดทำความสะอาดให้แห้งสนิท มีการหยอดน้ำมันหล่อลื่นเฉพาะเครื่องมือในบางชิ้นส่วนเพื่อป้องกันสนิม

5.2.11 การเช็ดเลนส์ ให้ใช้แปรงขนอ่อนปิดฝุ่นทำความสะอาดแล้วใช้ผ้าสำหรับเช็ดเลนส์ โดยเฉพาะ ทำความสะอาดก่อนเก็บเข้ากล่อง ห้ามใช้มือหรือผ้าที่ไม่สะอาดเช็ดเลนส์

5.2.12 การเก็บเครื่องมือ ต้องเก็บในห้องหรือสถานที่ที่ไม่มี ความชื้นภายใน และควรเปิดเครื่องมือออกจากกล่องออกฝั้งแดดเป็นครั้งคราว ในกรณีที่ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน

