เอกสารประกอบการเรียนรู้ รหัส 2106 -2106

งานสำรวจ 1

SURVEYING 1

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546)
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาการก่อสร้าง
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เรียบเรียงโดย
นายเพิ่มศักดิ์ เปานิล

แผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

เอกสารประกอบการเรียนรู้ รหัส 2106 -2106

งานสำรวจ 1

SURVEYING 1

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546)

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาการก่อสร้าง

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เรียบเรียงโดย

นายเพิ่มศักดิ์ เปานิล

แผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

คำนำ

เอกสารการเรียนรู้ วิชางานสำรวจ 1 รหัส 2106 - 2106 เล่มนี้ จัดทำขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างก่อสร้าง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นภาคทฤษฎีและปฏิบัติ

ผู้เรียบเรียงได้นำเสนอเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ประกอบด้วย หลักการเบื้องต้นในการสำรวจ การวัดระยะทาง การสำรวจด้วยโซ่-เทป การสำรวจทำแผนที่ด้วยเข็มทิศ การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม การวัดมุมราบ มุมดิ่ง การสำรวจวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม นอกจากนี้ยังมีแบบฝึกหัดและใบงานไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ และได้ค้นคว้าหาความรู้ให้เกิดความชำนาญ มีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างแท้จริง

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ คณะครูเชี่ยวชาญ ครูชำนาญการพิเศษ ครูแผนกช่างก่อสร้าง และผู้ที่เกี่ยวข้อง วิทยาลัยต่างๆ ที่ได้ร่วมทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ เสนอแนะข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้น และขอขอบคุณท่านเจ้าของหนังสืออ้างอิงทุกเล่ม ที่นำมาอ้างอิงในการเรียบเรียงเอกสารเล่มนี้จนเป็นรูปเล่ม

หวังว่าเอกสารประกอบการเรียนรู้เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ครูผู้สอน ตลอดจนผู้ใช้สมดังเจตนารมณ์ของผู้เรียบเรียง และหากมีข้อบกพร่องเสนอแนะประการใด ผู้เรียบเรียงยินดีน้อมรับเพื่อนำไปแก้ไข ปรับปรุง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของชาติต่อไป

เพิ่มศักดิ์ เปานิล
แผนกวิชาช่างก่อสร้าง
วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ **พุทธศักราช 2546**

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม **สาขาวิชาการก่อสร้าง** **สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา**

รหัส 2106-2106 **วิชา งานสำรวจ 1** **2 หน่วยกิต** **4 ชั่วโมง**

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการสำรวจเบื้องต้น การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ในงานสำรวจ การวัดระยะและการสำรวจด้วยวิธีต่างๆ
2. เพื่อให้สามารถวัดระยะ สำรวจด้วยโซ่ เทป เข็มทิศ กล้องวัดมุมเบื้องต้น และการทำแผนที่
3. เพื่อให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพงานสำรวจ

มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจหลักการเบื้องต้นในการสำรวจ
2. วัดระยะด้วย โซ่ เทป
3. สำรวจทำแผนที่ด้วยเข็มทิศ
4. วัดมุมราบ-มุมดิ่ง ด้วยกล้องวัดมุม
5. สำรวจวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการสำรวจเบื้องต้น การทำงาน การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ในงานสำรวจ การวัดระยะทางด้วยโซ่ เทป เข็มทิศ การทำแผนที่ การใช้กล้องวัดมุม การวางแนวเบื้องต้น

หน่วยการเรียน

รหัส 2106-2106 วิชางานสำรวจ 1

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	จำนวนชั่วโมง
1	หลักการเบื้องต้นของงานสำรวจ	8
2	การวัดระยะทาง	8
3	การสำรวจด้วยโซ่-เทป	12
4	การสำรวจทำด้วยเข็มทิศ	12
5	การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม	16
6	การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม	12
	สอบปลายภาค	4
	รวม	72

สารบัญ

คำนำ	ก
จุดประสงค์รายวิชา	ข
มาตรฐานรายวิชา	ข
คำอธิบายรายวิชา	ข
หน่วยการเรียน	ค
หน่วยที่ 1 หลักการเบื้องต้นของการสำรวจ	1
1.1 ความหมายและประวัติของงานสำรวจ	3
1.2 ความมุ่งหมายของงานสำรวจ	6
1.3 ลักษณะพื้นฐานของงานสำรวจ	9
1.4 ชนิดของงานสำรวจ	11
1.5 หลักการสำรวจ	15
1.6 ความรู้เกี่ยวกับแผนที่	17
1.7 มาตราส่วนแผนที่	21
ใบงานที่ 1 การย่อ-ขยายแผนที่	27
แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1	33
หน่วยที่ 2 การวัดระยะทาง	35
2.1 ความหมายและหน่วยของการวัดระยะ	37
2.2 วิธีการวัดระยะ	39
2.3 การนับก้าว	42
2.4 การวัดระยะด้วยโอโดมิเตอร์	43
2.5 การวัดระยะด้วยสับเทนบาร์	44
2.6 การวัดระยะด้วยวิธีสเตเดีย	46

สารบัญ (ต่อ)

2.7 การวัดระยะด้วยโซ่ - เทป 47

2.8 การบำรุงรักษาโซ่-เทปและอุปกรณ์ 57

ใบงานที่ 2 การเล็งแนว – วัดระยะ 58

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 62

หน่วยที่ 3 การสำรวจด้วยโซ่ – เทป 64

เรื่องที่ 3.1 ความหมายและหลักการสำรวจด้วยโซ่-เทป 66

เรื่องที่ 3.2 วิธีการสำรวจด้วยโซ่-เทป 68

เรื่องที่ 3.3 การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป 69

เรื่องที่ 3.4 การขึ้นรูปแผนที่ (Plotting) 74

ใบงานที่ 3 การกำหนดรูปสามเหลี่ยมและการขึ้นรูป 77

ใบงานที่ 4 การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป 81

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 85

หน่วยที่ 4 การสำรวจด้วยเข็มทิศ 88

เรื่องที่ 4.1 ความหมายของการสำรวจด้วยเข็มทิศ 89

เรื่องที่ 4.2 ชนิดของเข็มทิศ 89

เรื่องที่ 4.3 ทิศและมุม 94

เรื่องที่ 4.4 การสำรวจด้วยเข็มทิศ 104

เรื่องที่ 4.5 การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ 107

ใบงานที่ 5 การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ 112

ใบงานที่ 6 การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ 116

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 120

หน่วยที่ 5 การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม 124

เรื่องที่ 5.1 ความหมายของการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม 126

เรื่องที่ 5.2 ชนิดของกล้องวัดมุม 127

เรื่องที่ 5.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องวัดมุม 129

เรื่องที่ 5.4 การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือ 134

สารบัญ (ต่อ)

เรื่องที่ 5.5 การวัดมุมราบ 139

เรื่องที่ 5.6 การวัดมุมดิ่ง 143

เรื่องที่ 5.7 การเก็บรายละเอียดโดยใช้กล้องวัดมุม 145

เรื่องที่ 5.8 การลงที่หมายแผนที่ 146

ใบงานที่ 6 การตั้งกล้องวัดมุมให้ตรงจุด 149

ใบงานที่ 7 การรังวัดมุมราบ 153

ใบงานที่ 8 การรังวัดมุมดิ่ง 155

ใบงานที่ 9 การเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม 157

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 161

หน่วยที่ 6 การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม 163

เรื่องที่ 6.1 การวางแนวทางเส้นตรง 164

เรื่องที่ 6.2 การแก้อุปสรรคการวางแนวทาง 166

ใบงานที่ 10 การวางแนวทางเส้นตรงด้วยการส่องสองหน้า 169

ใบงานที่ 11 การแก้อุปสรรคการวางแนวทาง 171

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 176

บรรณานุกรม 162

สารบัญรูป

หน่วยที่ 1 หลักการเบื้องต้นของการสำรวจ 1

รูปที่ 1.1 แสดงแผนที่เขตเทศบาลนครเชียงใหม่ 3

รูปที่ 1.2 แสดงแผนที่โบราณเก่าแก่ที่สุดทำจากดินเหนียว 4

รูปที่ 1.3 แสดงแผนที่เก่าแก่ที่สุดของประเทศจีน 5

รูปที่ 1.4 แสดงแผนที่เก่าแก่ที่สุดของไทย 6

รูปที่ 1.5 แสดงจุดควบคุมทางดิ่ง 6

รูปที่ 1.6 แสดงการทำระดับถนน 7

รูปที่ 1.7 แสดงโฉนดที่ดิน 8

รูปที่ 1.8 แสดงพิกัดและระดับเส้นชั้นความสูงภูมิประเทศ 8

รูปที่ 1.9 แสดงการวัดระยะหาตำแหน่งทางราบ 9

รูปที่ 1.10 แสดงการส่องกล้องระดับหาตำแหน่งทางดิ่ง 9

รูปที่ 1.11 แสดงเครื่องคำนวณพื้นที่บนแผนที่ 10

รูปที่ 1.12 แสดงแผนผังบริเวณงานพืชสวนโลกเชียงใหม่ 10

รูปที่ 1.13 แสดงแผนที่ภูมิมาตราส่วน 1: 250,000 11

รูปที่ 1.14 แสดงแผนที่ทางทะเล จากกรมอุทกศาสตร์ 11

รูปที่ 1.15 แสดงการวางโค้งถนน 12

รูปที่ 1.16 แสดงหมุดหลักเขตที่ดิน 12

รูปที่ 1.17 แสดงการส่องกล้องระดับทำผังอาคาร 13

รูปที่ 1.18 แสดงแผนที่ทางธรณีวิทยาบริเวณภูกระดึง 13

รูปที่ 1.19 แสดงการประกอบกล้องวัดมุม 14

รูปที่ 1.20 แสดงภาพถ่ายในอากาศ 14

รูปที่ 1.21 แสดงภาพถ่ายในอวกาศ แบบ X-ray และ Visible light จากกล้องถ่ายภาพระยะไกลจักรวาล แสดงแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ 15

รูปที่ 1.22 แสดงการหาตำแหน่งจุด C โดยวิธีต่างๆ 16

รูปที่ 1.23 แสดงการแบ่งระวางแผนที่ 17

รูปที่ 1.24 แสดงลักษณะของแผ่นแผนที่ 19

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 1.25 แสดงมาตราส่วนเส้นบรรทัด 22
รูปที่ 1.26 แสดงการวางแผนก่อนการสำรวจแผนที่ในสนาม 26
หน่วยที่ 2 การวัดระยะทาง 36
รูปที่ 2.1 แสดงเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ 40
รูปที่ 2.2 แสดงการติดตั้งเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์กับกล้องวัดมุม 40
รูปที่ 2.3 แสดงการเล็งเป้าสะท้อนสัญญาณวัดระยะ 41
รูปที่ 2.4 แสดงการตั้งเป้าสะท้อนสัญญาณ 41
รูปที่ 2.5 แสดงการเดินนับก้าว 42
รูปที่ 2.6 แสดงโอโดมิเตอร์ (Odometer) 44
รูปที่ 2.7 แสดงสับเทนบาร์ 44
รูปที่ 2.8 แสดงการส่องกล้องวัดมุมไปยังสับเทนบาร์ 45
รูปที่ 2.9 แสดงการวัดระยะด้วยสับเทนบาร์ 45
รูปที่ 2.10 แสดงสายใยสเตเดียในกล้องวัดมุมและกล้องระดับ 47
รูปที่ 2.11 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์การวัดระยะด้วยโซ่-เทป 48
รูปที่ 2.12 แสดงโซ่ลาน 48
รูปที่ 2.13 แสดงเทปเหล็ก 49
รูปที่ 2.14 แสดงเทปเอสล่อน 49
รูปที่ 2.15 แสดงห่วงคะแนน หลักเล็ง เทป โซ่ 50
รูปที่ 2.16 แสดงการเล็งแนวด้วยสายตา 51
รูปที่ 2.17 แสดงสัญญาณการเล็งแนว 52
รูปที่ 2.18 แสดงการวัดระยะแบบขั้นบันได 53
รูปที่ 2.19 แสดงการเปรียบเทียบความยาวโซ่-เทป 54

สารบัญรูป (ต่อ)

หน่วยที่ 3 การสำรวจด้วยโซ่ – เทป 65

รูปที่ 3.1 แสดงชนิดของเส้นสำรวจ 66

รูปที่ 3.2 แสดงเส้นตรวจสอบลักษณะต่างๆ 67

รูปที่ 3.3 แสดงการแนะนำเดินสำรวจบริเวณพื้นที่ 68

รูปที่ 3.4 แสดงการสำรวจแนวคดโค้งด้วยระยะฉาก 69

รูปที่ 3.5 แสดงการเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะสกัด 70

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะของเครื่องส่องฉาก 70

รูปที่ 3.7 แสดงการกำหนดแนวตั้งฉาก 71

รูปที่ 3.8 แสดงการหาตำแหน่งที่ให้แนวตั้งฉาก 71

รูปที่ 3.9 แสดงการเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะฉาก 72

รูปที่ 3.10 แสดงการจดสมุดสนามด้วยวิธีระยะสกัด 73

รูปที่ 3.11 แสดงการจดสมุดสนามด้วยวิธีระยะฉาก 73

หน่วยที่ 4 การสำรวจด้วยเข็มทิศ 88

รูปที่ 4.1 แสดงตลับเข็มทิศ 89

รูปที่ 4.2 แสดงเข็มทิศจานองศาสองหน้า 90

รูปที่ 4.3 แสดงกล้องเข็มทิศ 91

รูปที่ 4.4 แสดงเข็มทิศช่างสำรวจ 91

รูปที่ 4.5 แสดงเข็มทิศบรูนตัน 92

รูปที่ 4.6 แสดงเข็มทิศตลับ 92

รูปที่ 4.7 แสดงเข็มทิศราง 93

รูปที่ 4.8 แสดงเข็มทิศประกอบกล้องวัดมุม 93

รูปที่ 4.9 แสดงสัญลักษณ์ของทิศ 95

รูปที่ 4.10 แสดงภาคของทิศ 96

รูปที่ 4.11 แสดงมุมทิศ 96

รูปที่ 4.10 แสดงภาคของทิศ 89

รูปที่ 4.11 แสดงมุมทิศ 90

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ของภาคของทิศและมุมทิศ 97
รูปที่ 4.13 แสดงภาคของทิศไป และ ภาคของทิศกลับ 98
รูปที่ 4.14 แสดงมุมทิศไปและมุมทิศกลับ 99
รูปที่ 4.15 การหาค่ามุมจากภาคของทิศ 100
รูปที่ 4.16 แสดงภาคของทิศหน้าน้อยกว่าภาคของทิศหลัง 101
รูปที่ 4.17 แสดงการหาภาคของทิศ YA 101
รูปที่ 4.18 แสดงการหาภาคของทิศ AB 102
รูปที่ 4.19 แสดงการหาภาคของทิศ BC 102
รูปที่ 4.20 แสดงวงรอบเปิดด้วยเข็มทิศ 104
รูปที่ 4.21 แสดงการสำรวจด้วยเข็มทิศ 104
รูปที่ 4.22 แสดงการปรับแก้ค่าภาคของทิศ 106
รูปที่ 4.23 แสดงการเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ 107
หน่วยที่ 5 การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม 113
รูปที่ 5.1 แสดงกล้องวัดมุมแบบเครื่องอ่านเศษมาตร์ 126
รูปที่ 5.2 แสดงกล้องวัดมุมแบบอ่านค่าโดยระบบแสง 127
รูปที่ 5.3 แสดงกล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์ 128
รูปที่ 5.4 แสดงกล้องประมวลผลรวม 128
รูปที่ 5.5 แสดงเลนส์ช่องตามอง 129
รูปที่ 5.6 สายใยกล้องแบบต่างๆ 129
รูปที่ 5.7 แสดงเลนส์ปรับระยะชัด 130
รูปที่ 5.8 แสดงระดับฟองกลม 130
รูปที่ 5.9 แสดงระดับฟองยาว 131
รูปที่ 5.10 แสดงควง 3 เส้าตั้งระดับ 132
รูปที่ 5.11 แสดงส่วนประกอบของกล้องวัดมุม 133
รูปที่ 5.12 แสดงที่มองหมุด 134

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 5.13 แสดงการตั้งระดับฟองยาว 135
รูปที่ 5.14 แสดงการวัดมุมราบ 140
รูปที่ 5.15 แสดงมุมดิ่ง 143
รูปที่ 5.16 แสดงการคำนวณค่ามุมดิ่ง 143
รูปที่ 5.17 แสดงการวัดมุมดิ่ง 144
รูปที่ 5.18 แสดงการเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม 145

หน่วยที่ 6 การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม 163

รูปที่ 6.1 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีส่องหน้า 164
รูปที่ 6.2 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีส่องหลัง 164
รูปที่ 6.3 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีส่องสองหน้า 165
รูปที่ 6.4 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีออกฉาก 166
รูปที่ 6.5 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีทำมุมเบี่ยงเบน 167

ภาคผนวก

- บันทึกขออนุญาตเผยแพร่ผลงานวิชาการ
- หนังสือนำส่งเผยแพร่ผลงานวิชาการ
- หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิชาการจากวิทยาลัยต่างๆ

หน่วยที่ 1
หลักการเบื้องต้นของงานสำรวจ
(Basic Principles of Surveying)

หัวข้อเรื่อง

1.1 ความหมายและประวัติของงานสำรวจ

1.2 ความมุ่งหมายและความสำคัญของงานสำรวจ

1.3 ลักษณะพื้นฐานของงานสำรวจ

1.4 ชนิดของงานสำรวจ

1.5 หลักการสำรวจ

1.6 ความรู้เกี่ยวกับแผนที่

1.7 มาตราส่วนแผนที่

ใบปฏิบัติงานที่ 1 การย่อ-ขยายแผนที่

สาระสำคัญ

1. งานสำรวจหรือการสำรวจ (Surveying) การรังวัดมีความหมายเดียวกัน เป็นการปฏิบัติงานสำรวจ เพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลในสนามด้วยวิธีการต่างๆ วิชางานสำรวจ1 จึงเป็นวิชาพื้นฐาน ที่ผู้เรียนระดับชั้นปวช.1 จะเรียนเป็นครั้งแรก ก่อนเรียนงานสำรวจในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

การสำรวจ มีประวัติความเป็นมาที่น่าสนใจ จากหลักฐานปรากฏว่า มนุษย์ในสมัยโบราณทำแผนที่จากดินเหนียว ที่มีอายุกว่า 3,000 ปีก่อนคริสตกาล

2. ความมุ่งหมายของงานสำรวจ มีความมุ่งหมายเดียวกันคือต้องการข้อมูล รายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่ง และทิศทางของสิ่งต่างๆในภูมิประเทศ เพื่อนำมาทำแผนที่ใช้ในการปฏิบัติงานต่างๆ

งานสำรวจมีความสำคัญอย่างยิ่ง ต่องานก่อสร้างต่างๆเช่น งานโยธา งานออกหนังสือสำคัญ กิจการทหาร เป็นต้น

3. ลักษณะพื้นฐานของงานสำรวจ ประกอบด้วยการหาตำแหน่งทางราบ การหาตำแหน่งทางดิ่ง การคำนวณแผนที่ และการเขียนแผนที่

4. งานสำรวจแบ่งได้หลายชนิด หลายลักษณะ เช่น การสำรวจภูมิประเทศ การสำรวจทางอุทกศาสตร์ การสำรวจเส้นทาง การสำรวจกรรมสิทธิ์ที่ดิน การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง เป็นต้น

5. หลักการสำรวจ เป็นหลักเกณฑ์ที่ช่างสำรวจยึดถือเป็นพื้นฐานในปฏิบัติงาน เพื่อการหาตำแหน่งของถาวรวัตถุ ที่อยู่ในภูมิประเทศ โดยการสำรวจต้องทำจากส่วนใหญ่ไปหาส่วนเล็ก

6. แผนที่ เป็นผลงานของช่างสำรวจ ที่ได้จากการออกปฏิบัติงานสำรวจในภาคสนาม แล้วนำข้อมูลมาทำแผนที่ในสำนักงาน ช่างสำรวจต้องมีความรู้ ความสามารถในการเขียนแผนที่

7. มาตราส่วนแผนที่ ในการเขียนแผนที่ ช่างสำรวจไม่สามารถระบุขนาดที่แท้จริง จากข้อมูลในงานสำรวจได้ จึงต้องกำหนดเป็นมาตราส่วนขึ้น เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

จุดประสงค์การเรียน (สมรรถนะการเรียนรู้)

1. อธิบายความหมายของงานสำรวจได้
2. บอกประวัติความเป็นมาของงานสำรวจได้
3. อธิบายจุดมุ่งหมายของงานสำรวจได้
4. อธิบายความสำคัญของงานสำรวจได้
5. อธิบายลักษณะพื้นฐานของงานสำรวจ
6. อธิบายชนิดของงานสำรวจได้
7. อธิบายหลักการของงานสำรวจได้
8. อธิบายความหมายของแผนที่ได้
9. เขียนและใช้มาตราส่วนแผนที่ได้
10. ย่อ-ขยายแผนที่ได้

1.1 ความหมายและประวัติของงานสำรวจ

1.1.1 ความหมายของงานสำรวจ [1]ความหมาย การสำรวจ (Surveying) เป็นวิทยาศาสตร์หรือวิธีการที่กล่าวถึง การหาความสำพันธ์ของตำแหน่งของจุดต่างๆ ที่อยู่บน อยู่เหนือหรืออยู่ใต้พื้นพิภพ หรือการสร้างจุดขึ้นเพื่อให้เป็นจุดบังคับ ด้วยวิธีการวัดทั้ง 3 อย่างคือ ระยะ (Distance) ทิศทาง(Direction) และกำหนดสูง (Elevation) มิติของการวัดระยะและกำหนดสูงวัดด้วยหน่วยของความยาว (Unit of Length) และทิศทางวัดด้วยหน่วยของความโค้ง (Unit of Arc) ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า การปฏิบัติงานสำรวจทั้งหมด ประกอบด้วยการวัดระยะ (ทั้งทางราบและทางดิ่ง) และการวัดมุม เมื่อได้รายละเอียดต่างๆจากการวัดในภูมิประเทศแล้ว ก็นำรายละเอียดเหล่านั้นมาเขียนเป็นแผนที่ (Map) แผนผัง (Plan) ภาพด้านข้าง (Profile) ภาพตัด (Cross – section) แผนภูมิ (Chart) กราฟ (Graph) แผนภาพ (Daigram) และภาพจำลอง (Model) อย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลายๆอย่างประกอบกัน แล้วแต่ความต้องการ

รูปที่ 1.1 แสดงแผนที่เขตเทศบาลนครเชียงใหม่
(ที่มา: เทศบาลนครเชียงใหม่ 2550)

1.1.2 ประวัติของงานสำรวจ (History of Surveying) การสำรวจมีมาตั้งแต่สมัยโบราณจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ เช่น การค้นพบแผนที่ที่ทำจากม้วนกระดาษปาปิรุส และดินเหนียวที่มีอายุกว่า 3,000 ปีก่อนคริสตกาล ของชาวบาบิโลเนียน นอกจากนี้ ยังมีการค้นพบแผนที่ที่สลักอยู่ในหิน ที่มีอายุถึง 2,500 ปีก่อนคริสตกาล การสำรวจในยุคแรกๆ ได้พัฒนาควบคู่ไปกับความเจริญทางด้านวิชา คณิตศาสตร์ เรขาคณิต ดาราศาสตร์ ชาวอียิปต์ มีการสำรวจแบ่งแยกแปลง

[1] เจิมศักดิ์ หัวเพชร. SURVEYING. หน้า 1. กรุงเทพมหานคร : 2523.

ที่ดิน โดยมีจุดประสงค์เพื่อจัดเก็บภาษี ในพื้นที่บริเวณสองฝั่งลุ่มน้ำไนล์ มีการปักหมุดมุมแปลงที่ดิน ด้วยการวัดระยะ โดยการดึงเชือกให้ตึง(Rope-Stretchers) จึงเรียกช่างสำรวจในยุคนั้นว่า โรพสเตทเชอร์(Rope-Stretchers) การดึงเชือกให้ตึง จึงเป็นหลักการสำรวจรังวัดมาจนถึงปัจจุบันนี้ การสำรวจยังขยายไปถึงการก่อสร้างบ้านเรือน ระบบชลประทาน ตลอดจนการก่อสร้างมหาปิรามิดขนาดใหญ่จำนวนมาก แสดงให้เห็นถึงความสามารถของการสำรวจในสมัยโบราณ การสำรวจควบคุมงานก่อสร้างมหาปิรามิดแห่งเมือง กีซ่า(Gizeh) ที่การก่อสร้างมีความผิดพลาดเพียง 5 นิ้ว จากเส้นฐานที่ยาวถึง 750 ฟุต ช่างในยุคนั้น ได้ใช้หลักการสำรวจ โดยการตรวจสอบความยาวเส้นฐาน ที่ด้านทแยงมุมของฐานปิรามิด ด้วยการวัดระยะจริง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความยาวเส้นทแยงมุมเดียวกัน ที่ได้จากการคำนวณจากแบบก่อสร้าง ด้วยสูตรสามเหลี่ยมไพธากอรัส ส่วนการตรวจสอบระดับในการเรียงก้อนหินแต่ละชั้น อย่างได้ระดับทำอย่างไร ช่างได้ใช้หลักการสังเกตการไหลของน้ำ จากที่สูงไปที่ต่ำ บนรางดินเหนียวที่แคบและยาว อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบอีกอย่าง คือ การทำกรอบไม้สามเหลี่ยมหน้าจั่วขนาดใหญ่ ด้านบนของยอดจั่วจะแขวงสายลูกดิ่งไว้ ถ้าพื้นที่ตั้งวงกบได้ระดับจริง แนวของสายลูกดิ่งจะตรงกับขีดที่แกะสลักเอาไว้ ที่ฐานของจั่ว หลักการของวงกบรูปจั่วนี้ช่างก่อสร้าง ช่างสำรวจ ได้นำมาใช้ได้จนถึงปัจจุบันนี้

รูปที่ 1.2 แสดงแผนที่โบราณเก่าแก่ที่สุดทำจากดินเหนียวมีอายุกว่า 3,000 ปี ก่อน ค.ศ.
(ที่มา www.google.com สยามประเทศก่อนปรากฏบนแผนที่โลก)

การสำรวจที่ดิน ที่มีการโยงยึดค่าพิกัดจุดมุม เข้ากับระบบพิกัดฉากเป็นครั้งแรก ในสมัยจักรวรรดิโรมัน(27 ปีก่อนคริสตกาล) ได้สำรวจเส้นทางสำคัญๆในหลายทวีป จุดประสงค์เพื่อขยายอำนาจทางการทหาร

ยุคแห่งการสำรวจอย่างแท้จริง ซึ่งถือเป็นยุคทองของการสำรวจเกิดขึ้น ในสมัยคริสตวรรษที่ 16 เมื่อนักทำแผนที่ชาวดัทช์ ได้เป็นผู้ปรับปรุงแผนที่โลกขึ้นมาใหม่ เป็นแผนที่โลกที่มีความถูกต้องสูงขึ้น โดยเลือกใช้วิธีการทำแผนที่ภาพฉาย ด้วยการใช้รูปทรงกระบอก สัมผัสผิวโลกที่อิเควเตอร์ (Equator) แล้วฉายแสงจากจุดศูนย์กลางให้เส้นเมอริเดียน(Meridian) และเส้นขนานปรากฏบนพื้นทรงกระบอกนั้น แล้วใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ ปรับขยายช่วงห่างของเส้นขนานใหม่ เพื่อให้มีคุณสมบัติในการรักษารูป ปัจจุบันได้เรียกเส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ว่า เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เครเตอร์ (Mercator Map) และเรียกแผนที่ที่มีชื่อเสียงนี้ว่า แผนที่เมอร์เครเตอร์ (Mercator Projection) ซึ่งสมัยนั้นได้ใช้แผนที่นี้กันมากในกิจการเดินเรือ

รูปที่ 1.3 แสดงแผนที่เก่าแก่ที่สุดของประเทศจีนเห็นกำแพงเมืองจีนผ่านแม่น้ำเหลือง
(ที่มา www.google.com แผนที่โบราณ)

การสำรวจหลังจากยุคคริสตวรรษที่ 20 จนถึงปัจจุบัน วิชาการสำรวจเจริญก้าวหน้าอย่างมาก จากการพัฒนาการเล็งแนว แบบกล้องส่องเทเลสโคป (Telescope) กล้องเวอร์เนียร์ กล้อง-ธีโอโดไลท์ (Theodolite) เครื่องวัดระยะทางอิเลคโทรนิคส์ ปัจจุบันการถ่ายภาพ วัดตำแหน่ง หาตำแหน่งต่างๆบนผิวโลกด้วยดาวเทียม ซึ่งมีความชัดเจน ละเอียด และมีความแม่นยำสูง

รูปที่ 1.4 แสดงแผนที่เก่าแก่ที่สุดของไทย
(ที่มา www.google.com แผนที่โบราณ)

1.2 ความมุ่งหมายและความสำคัญของงานสำรวจ

1.2.1 ความมุ่งหมายของงานสำรวจ การปฏิบัติงานสำรวจ มีความมุ่งหมายที่จะได้ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่ง และทิศทางของสิ่งต่างๆ ในภูมิประเทศ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้รู้ถึงสิ่งต่างๆดังนี้

- เนื้อที่ (Area) บริเวณที่ต้องการ - ขอบเขต (Boundary) หรือแนวเขตของพื้นที่
- รูปร่าง (Shape) ของพื้นที่บริเวณหรือสิ่งอื่นใด เช่น รูปร่างของอาคารและอ่างเก็บน้ำ
- ทิศทาง (Direction) - ตำแหน่ง (Location) - กำหนดสูง (Elevation)
- ปริมาตร (Volume)

รูปที่ 1.5 แสดงจุดควบคุมทางดิ่ง ที่สูงที่สุดในประเทศไทยบนยอดดอยอินทนนท์

แม้ว่าการสำรวจ สามารถบอกให้รู้ถึงสิ่งต่างๆ ทั้งเจ็ดประการนี้ได้ แต่ก็จะต้องทำการสำรวจหาข้อมูลให้ได้อย่างครบถ้วน ซึ่งต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก ในบางครั้งเราต้องการรู้ค่าเพียงบางอย่าง เช่น ต้องการรู้เนื้อที่และขอบเขตของแปลงที่ดิน ก็จะทำการสำรวจหาเฉพาะตำแหน่งทางราบ ไม่ต้องสำรวจเพื่อหากำหนดสูง หรือหาปริมาตรแต่อย่างใด ดังนั้นในการปฏิบัติงานสำรวจแต่ละครั้ง จะต้องรู้จุดมุ่งหมายของงาน รู้วิธีและลำดับขั้นการปฏิบัติงานสำรวจแล้วพิจารณาวางแผนการปฏิบัติงานให้เหมาะสม จะช่วยให้การดำเนินงานสำรวจมีประสิทธิภาพประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

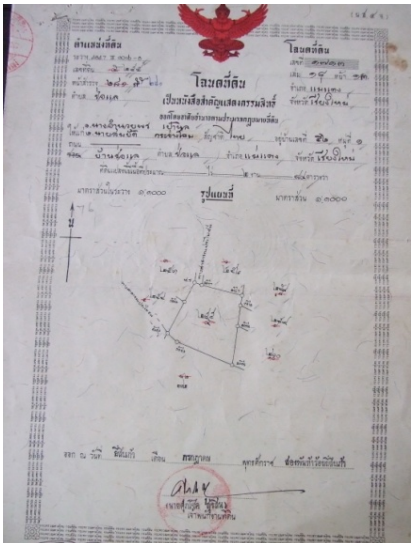
ความมุ่งหมายของงานสำรวจ ยังให้ความสำคัญกับการวางแผนที่ถูกต้อง เหมาะสม การปฏิบัติงานจึงจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและประหยัด การสำรวจจึงมีส่วนเกี่ยวข้องกับงานต่างๆ อย่างใกล้ชิด เพราะจะต้องทำการสำรวจ จึงจะได้ข้อมูลเหล่านั้นมา

1.2.2 ความสำคัญของงานสำรวจ งานสำรวจมีความสำคัญอย่างยิ่งต่องานต่อไปนี้

1.2.2.1 การก่อสร้างถนน จะต้องออกแบบทางก่อน ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การเลือกแนวทางในแผนที่ การสำรวจเส้นทางในภูมิประเทศจริง โดยการสำรวจวางแนวทาง การหาความสูงของพื้นดิน ตามแนวทางและตามขวาง การเก็บรายละเอียดของภูมิประเทศ แล้วจึงนำข้อมูลมาออกแบบเส้นทาง แบบเส้นทางนี้จะช่วยให้เรารู้ถึงลักษณะแนวทาง ระยะทางที่จะก่อสร้าง ตำแหน่งและขนาดของท่อระบายน้ำ ตำแหน่งและความยาวของสะพาน ปริมาตรงานดินและอื่นๆ ซึ่งจะช่วยให้คำนวณหาราคาก่อสร้าง และวางแผนก่อสร้างได้ถูกต้องเหมาะสม

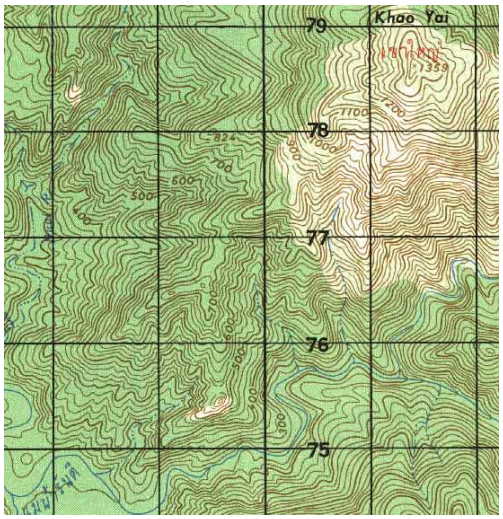
รูปที่ 1.6 แสดงการทำระดับถนน

1.2.2.2 การออกหนังสือสำคัญสำหรับที่ดิน จะต้องทำการสำรวจเพื่อหารูปร่างของที่ดิน แนวเขตที่ดินและเนื้อที่ดิน จัดทำเป็นแผนที่ประกอบหนังสือสำคัญ เช่น โฉนดที่ดิน



รูปที่ 1.7 แสดงโฉนดที่ดิน

1.2.2.3 ใช้กิจการทหาร จะต้องใช้แผนที่เพื่อวางแผนในด้านต่างๆ เช่น แผนการเคลื่อนย้ายกำลังพล การส่งกำลังบำรุงและแผนการรบ เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องทำการสำรวจเพื่อจัดทำแผนที่ขึ้นใช้ตามความต้องการ



รูปที่ 1.8 แสดงพิกัดและระดับเส้นชั้นความสูงภูมิประเทศ

1.3 ลักษณะของงานสำรวจ

การสำรวจประกอบด้วยลักษณะพื้นฐานดังนี้

1.3.1 การหาตำแหน่งทางราบ เป็นการหาตำแน่งของจุดที่ต้องการว่าอยู่ที่ใด โดยอาศัยอ้างอิงจากจุดที่รู้ตำแหน่งแน่นอนแล้ว อาจจะบอกตำแหน่งเป็นค่าละติจูด (Latitude) และค่าลองจิจูด (Longitude) หรือเป็นค่าพิกัดฉากตามแนวแกนราบ (แกน X) และแกนตั้ง (แกน Y) ลักษณะของงานสำรวจขึ้นพื้นฐานในสนาม ส่วนใหญ่จะเป็นการวัดมุมราบ (Horizontal Angle) ประกอบกับการวัดระยะทางราบ

รูปที่ 1.9 แสดงการวัดระยะหาตำแหน่งทางราบ

1.3.2 การหาตำแหน่งทางดิ่ง หรือการหาความสูงของจุดที่ต้องการว่า มีความสูง – ต่ำจากพื้นอ้างอิงเท่าไร ลักษณะของงานจะเป็นการทำระดับทั้งวิธีทางตรง และวิธีทางอ้อม

รูปที่ 1.10 แสดงการส่องกล้องระดับหาตำแหน่งทางดิ่ง

1.3.3 การคำนวณแผนที่ (Computation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้ จากการสำรวจเพื่อหาตำแหน่งทั้งทางราบ และทางดิ่งมาคำนวณหาสิ่งที่ต้องการ ตามจุดมุ่งหมายของการสำรวจ เช่น คำนวณหาเนื้อที่ และคำนวณหาปริมาตรดินตัด - ดินถม เป็นต้น

รูปที่ 1.11 แสดงเครื่องคำนวณพื้นที่บนแผนที่

1.3.4 การเขียนแผนที่ (Cartography) เป็นการนำผลของการสำรวจ มาเขียนแสดงในลักษณะต่างๆ เช่น แผนที่ แผนผัง รูปแสดงลักษณะของพื้นดิน และเส้นชั้นความสูง เป็นต้น

รูปที่ 1.12 แสดงแผนผังบริเวณงานพืชสวนโลกเชียงใหม่

1.4 ชนิดของการสำรวจ

ชนิดของการสำรวจสรุปได้ดังนี้

1.4.1 การสำรวจภูมิประเทศ (Topographic Surveys) หมายถึงการสำรวจรายละเอียดต่างๆ บนพื้นผิวโลก ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และสิ่งก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น มิติของรายละเอียดต่างๆ จะสามารถนำมาเขียนเป็นแผนที่ภูมิประเทศได้

รูปที่ 1.13 แสดงแผนที่ภูมิมาตราส่วน 1: 250,000

1.4.2 การสำรวจทางอุทกศาสตร์ (Hydrographic Surveys) หมายถึงการสำรวจลักษณะมิติสัมพันธ์ ที่เน้นรายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ เช่น การสำรวจแหล่งน้ำใต้ดิน การสำรวจชายฝั่งทะเล การดินเรือ การสำรวจร่องน้ำ การวัดระดับน้ำขึ้น-น้ำลง การวัดระดับน้ำทะเล และการสำรวจปริมาณน้ำในเขื่อนเป็นต้น

รูปที่ 1.14 แสดงแผนที่ทางทะเล จากกรมอุทกศาสตร์
(ที่มา : จากกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ)

1.4.3 การสำรวจเส้นทาง (Route Surveys) หมายถึง งานสำรวจที่เกี่ยวข้องกับสิ่งก่อสร้างทุกชนิด ที่มีลักษณะแคบและยาวมาก เช่นถนน ทางรถไฟ แนวท่อระบายน้ำ แนวเสาไฟฟ้า เป็นต้น ขั้นตอนการสำรวจนั้นประกอบด้วย การสำรวจโดยสังเขป การสำรวจเบื้องต้น การสำรวจกำหนดหมุด การสำรวจขณะการก่อสร้าง

รูปที่ 1.15 แสดงการวางโค้งถนน

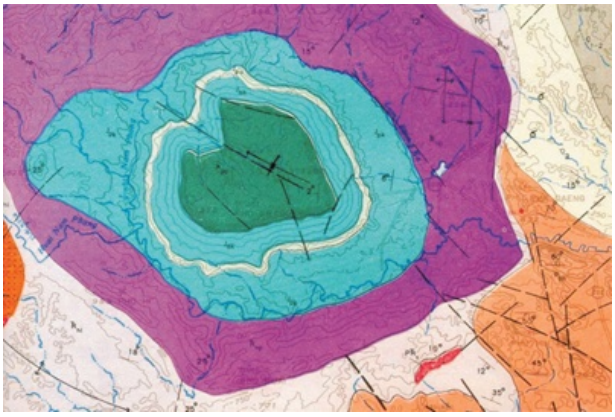
1.4.4 การสำรวจกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Property Surveys) หมายถึง การสำรวจที่เกี่ยวข้องกับสิทธิการถือครองที่ดิน เช่น การออกโฉนด การสอบเขต แบ่งแยก การรวมแปลงที่ดิน การสำรวจจะมีลักษณะเพื่อหาตำแหน่งหมุดที่ดิน มีการวัดระยะทุกแนวเขต การวัดมุม การตรวจสอบทิศทางและการคำนวณหาเนื้อที่

รูปที่ 1.16 แสดงหมุดหลักเขตที่ดิน

1.4.5 การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง (Construction Surveys) หมายถึง การสำรวจที่เกี่ยวข้องกับการวางผัง ปักหมุด ระดับความสูง ตามรูปแบบที่กำหนด รวมถึงการตรวจสอบตำแหน่งของหมุดสำคัญต่างๆ ที่ได้สำรวจไว้ก่อนการก่อสร้าง

รูปที่ 1.17 แสดงการส่องกล้องระดับผังอาคาร

1.4.6 การสำรวจเหมืองแร่ (Mine Surveys) หมายถึง การสำรวจเพื่อสร้างจุดควบคุมขึ้นในพื้นที่เหมือง เพื่อใช้ประโยชน์ในการโยงยึดค่าพิกัด ของจุดควบคุมใต้ดิน ให้สัมพันธ์กันกับบนผิวดิน จากนั้นจึงสำรวจทางธรณีวิทยา ตำแหน่งปากอุโมงค์ และสำรวจตำแหน่งการขุดเจาะตามรูปแบบ



รูปที่ 1.18 แสดงแผนที่ทางธรณีวิทยาบริเวณภูกระดึง
(ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี)

1.4.7 การสำรวจเพื่อสร้างจุดควบคุม (Control Surveys) หมายถึง การสำรวจเพื่อสร้างจุดบังคับแผนที่ หรือจุดที่รู้พิกัดทางราบและดิ่ง วิธีการสร้างจุดควบคุมทางราบ อาจใช้วิธีการ

สามเหลี่ยม หรือทำวงรอบ เพื่อจุดประสงค์ใช้เป็นจุดโยงยึดตำแหน่งรายละเอียดได้ ส่วนการสร้างจุดควบคุมทางดิ่งนั้น จะใช้วิธีการถ่ายระดับ จุดประสงค์เพื่ออ้างอิงความสูง

1.4.8 การสำรวจเพื่อเก็บรายละเอียด (Detail Surveys) หมายถึง การสำรวจหาค่าพิกัดทางราบและทางดิ่ง ในพื้นที่ที่ต้องการสำรวจทำแผนที่ การสำรวจส่วนมาก จะสำรวจด้วยกล้องวัดมุมร่วมกับโซ่หรือเทป ส่วนการหาความสูงจะใช้กล้องระดับ

รูปที่ 1.19 แสดงการประกอบกล้องวัดมุมกับ EDM. เพื่อเก็บรายละเอียด

1.4.9 การสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Photogrammetric Surveys) หมายถึง การสำรวจเพื่อทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศซึ่งได้จากการบินสำรวจเพื่อถ่ายภาพทางอากาศ ต้องมีการใช้เทคโนโลยี โดยผ่านขบวนการบันทึก รังวัด และแปลความหมายจากจุดภาพ และรูปลักษณ์ของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่บันทึกไว้

รูปที่ 1.20 แสดงแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ
(ที่มา : www.google.com แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ)

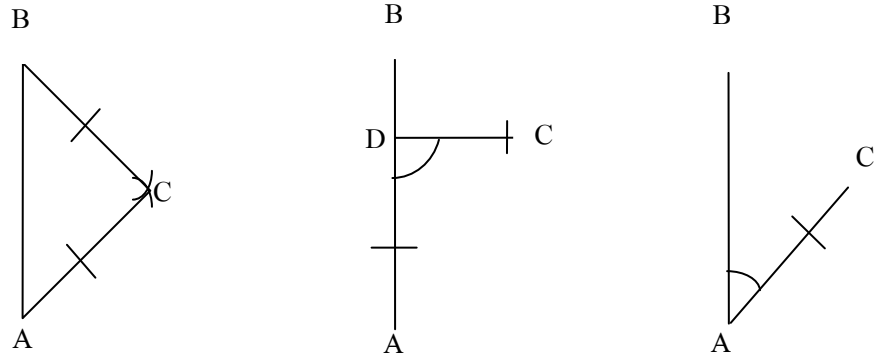
1.4.10 การสำรวจทางดาราศาสตร์ (Astronomy) หมายถึง การรังวัดดาวฤกษ์ต่างๆ ที่รู้วิถีโคจร ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของโลก มาช่วยในการกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ ของจุดสถานีบนพื้นโลก และช่วยในการหาตำแหน่งทิศเหนือจริง ที่กระทำกับเส้นฐานใดๆได้อีก

รูปที่ 1.21 แสดงภาพถ่ายในอวกาศ แบบ X-ray และ Visible light
(ที่มา : ESO/E. Helder; x-ray image courtesy NASA/CXC/Univ.)

1.5 หลักการสำรวจ

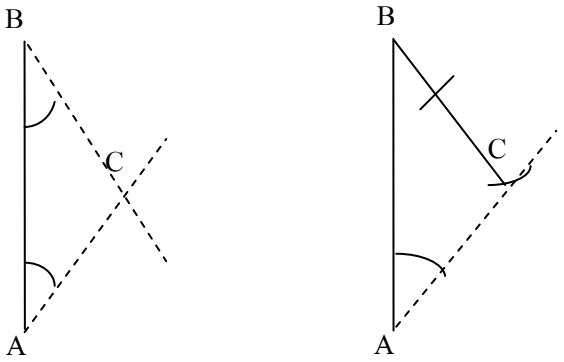
[2]การปฏิบัติงานสำรวจ จำเป็นจะต้องมีหลักเกณฑ์ ที่ถือเป็นหลักการสำรวจ ช่างสำรวจต้องเริ่มต้นเรียนรู้ และนำไปใช้ในทิศทางเดียวกันดังนี้

1.5.1 การหาตำแหน่ง การกำหนดตำแหน่งของจุดต่างๆ ในการสำรวจ จะต้องมีความสัมพันธ์หรือวัดออกจากจุดที่รู้ตำแหน่งแน่นอนแล้ว อย่างน้อย 2 จุด ดังตัวอย่างการหาตำแหน่งของจุด C ดังนี้



(ก) (ข) (ค)

[2] อนันต์ สันตยากร. คู่มือการเรียนการสอนวิชาการสำรวจ 1. หน้า 31 วิทยาลัยเทคนิคลำปาง :2540



(ง) (จ)

รูปที่ 1.22 แสดงการหาตำแหน่งจุด C โดยวิธีต่างๆ

A และ B เป็นจุดที่รู้ตำแหน่งแน่นอน มีอยู่ในภูมิประเทศ และปรากฏอยู่ในแผนที่ การหาตำแหน่งของจุด C ในแผนที่ทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) จากรูปที่ 1.22 (ก) แสดงการหาตำแหน่งจุด C วัดระยะ AC, BC จุด C สามารถกำหนดตำแหน่งในแผนที่ โดยใช้ A และ B เป็นจุดศูนย์กลาง กางวงเวียนรัศมี AC และ BC ตามมาตราส่วนของแผนที่ ขีดส่วนโค้งของวงกลมให้ตัดกัน จุดตัดของส่วนโค้งจะเป็นตำแหน่งของจุด C การกำหนดตำแหน่งโดยวิธีนี้เรียกว่า การหาตำแหน่งโดยวิธีระยะสกัด นิยมใช้กับการสำรวจด้วยโซ่ - เทป

2) จากรูปที่ 1.22 (ข) แสดงการหาตำแหน่งจุด C หาแนว CD ที่ตั้งฉากกับ AB โดยใช้เครื่องส่องฉาก (Optical Square) วัดระยะ AD และ CD จุด C สามารถกำหนดตำแหน่งในแผนที่ได้ โดยการวัดระยะ AD ซึ่งอยู่บนเส้นตรง AB ตามมาตราส่วนของแผนที่ แล้วใช้ไม้โปรแทรกเตอร์สร้างเส้นตั้งฉาก CD วัดระยะ CD ตามมาตราส่วนของแผนที่ จะได้ตำแหน่งของจุด C การกำหนดตำแหน่งโดยวิธีนี้ เรียกว่า วิธีระยะฉาก (Off Set) ใช้กับการสำรวจด้วยโซ่หรือเทป

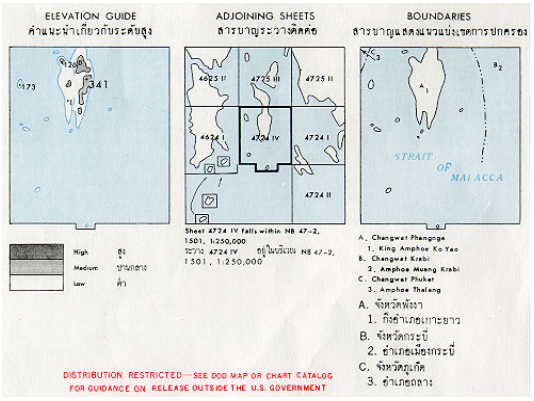
3) จากรูปที่ 1.22 (ค) แสดงการหาตำแหน่งจุด C ตั้งกล้องวัดมุมที่จุด A วัดมุม BAC และระยะ AC จุด C สามารถกำหนดตำแหน่งในแผนที่ได้ โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์สร้างมุม BAC ให้เท่ากับมุมที่วัดได้ ก็จะได้แนว AC วัดระยะ AC ตามมาตราส่วนของแผนที่ ก็จะได้จุด C การกำหนดตำแหน่งโดยวิธีนี้เรียกว่า วิธีพิกัดเชิงขั้ว(Polar Coordinate) ใช้กับการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม

4) จากรูปที่ 1.22 (ง) แสดงการหาตำแหน่งจุด C ตั้งกล้องวัดมุมที่จุด A และจุด B วัดมุม BAC และมุม ABC จุด C สามารถกำหนดตำแหน่งในแผนที่ได้ โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์สร้างมุม

BAC และมุม ABC ให้เท่ากับค่ามุมที่วัดได้ จุดตัดของแนว AC และ BC จะเป็นตำแหน่งของจุด C การกำหนดตำแหน่งโดยวิธีนี้เรียกว่า วิธีเล็งสกัด

5) จากรูปที่ 1.22 (จ) แสดงการหาตำแหน่งจุด C ตั้งกล้องวัดมุมที่จุด A วัดมุม BAC และวัดระยะ BC จุด C สามารถกำหนดตำแหน่งในแผนที่ได้ โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์สร้างมุม BAC ก็จะได้แนว AC จากนั้นใช้ B เป็นจุดศูนย์กลาง กางวงเวียนรัศมี BC ตามมาตราส่วนของแผนที่ ขีดส่วนโค้งของวงกลมตัดแนว AC จุดตัดจะเป็นตำแหน่งของจุด C การกำหนดตำแหน่งโดยวิธีนี้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ เพราะส่วนโค้งของวงกลมอาจตัดแนว AC ได้ 2 จุด ถ้าผู้กำหนดจุด C บนแผนที่ไม่มีข้อมูลอื่นประกอบหรือไม่ใช่ผู้ที่ทำการสำรวจมาเองอาจจะกำหนดจุดผิดพลาดได้

1.5.2 การสำรวจต้องทำจากส่วนใหญ่ไปหาส่วนเล็ก การทำแผนที่ประเทศไทยจะต้องทำแนวเขตรูปร่างของทั้งประเทศก่อน แล้วจึงสำรวจส่วนย่อย คือเขตจังหวัด จากนั้นจึงสำรวจเป็นอำเภอ ตำบล ตามลำดับ แล้วนำมาต่อกันโดยการแบ่งระวางแผนที่ หากทำการสำรวจเขตตำบลก่อน จนครบทั้งประเทศ รูปร่าง แนวเขต และเนื้อที่ของประเทศไทย จะผิดจากความเป็นจริง



รูปที่ 1.23 แสดงการแบ่งระวางแผนที่

(ที่มา : กรมแผนที่ทหาร)

1.6 ความรู้เกี่ยวกับแผนที่

1.6.1 ความหมายของแผนที่ แผนที่หมายถึง รูปที่เขียนย่อส่วนลงบนพื้นที่ราบ เพื่อแสดงสภาพภูมิประเทศ และรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยใช้มาตราส่วน และสัญลักษณ์ต่างๆ

1.6.2 ชนิดของแผนที่ การจำแนกชนิดของแผนที่ แบ่งได้ 3 กลุ่มใหญ่ดังนี้

1.6.2.1 การจำแนกแผนที่ตามตามลักษณะพื้นฐานของข้อมูล มีดังนี้

1) แผนที่แผ่นราบ (Plan metric Map) คือแผนที่ที่แสดงตำแหน่งของสิ่งต่างๆ ในทางราบ แต่ไม่ได้บอกค่าความสูง-ต่ำ แผนที่ชนิดนี้จึงให้รายละเอียดเฉพาะ ตำแหน่ง ขนาด ระยะทาง และทิศทางของสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏบนแผนที่เท่านั้น เช่น ถนน ทางน้ำ ต้นไม้

2) แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) คือแผนที่ที่แสดงให้เห็นความสูงต่ำของภูมิประเทศ รายละเอียดต่างๆเช่นเดียวกับแผนที่แผ่นราบ

3) แผนที่ภาพถ่าย (Picto Map หรือ Pictorial Map) คือแผนที่ที่ได้จากการบินถ่ายภาพทางอากาศแล้วนำมาติดต่อกัน (Mosaic) จึงเป็นแผนที่ที่แสดงรายละเอียดต่างๆ ของภูมิประเทศในภาพรวมได้ดี แต่รายละเอียดบางสิ่งอาจถูกปิดบังไว้ เช่น สิ่งที่อยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ แผนที่ชนิดนี้ไม่แสดงความสูงต่ำของพื้นดิน

1.6.2.2 การจำแนกแผนที่ตามขนาดของมาตราส่วน มีดังนี้

1) แผนที่มาตราส่วนใหญ่ ขนาดของมาตราส่วนใหญ่กว่า 1:25,000

2) แผนที่มาตราส่วนปานกลาง ขนาดของมาตราส่วนตั้งแต่ 1:25,000 ถึง 1:1,000,000

3) แผนที่มาตราส่วนเล็ก ขนาดของมาตราส่วนเล็กกว่า 1:1,000,000

1.6.2.3 การจำแนกแผนที่ที่ใช้ในกิจการทหาร แบ่งเป็น 3 ชนิดดังนี้

1) แผนที่มาตราส่วนใหญ่ ขนาดของมาตราส่วน 1:75,000 และใหญ่กว่า

2) แผนที่มาตราส่วนปานกลางขนาดของมาตราส่วนเล็กกว่า 1:75,000 ถึงใหญ่กว่า 1:600,000

3) แผนที่มาตราส่วนเล็กขนาดของมาตราส่วน 1:600,000 และเล็กกว่า

1.6.2.4 การจำแนกแผนที่ตามชนิดของการใช้ แบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้

1) แผนที่ทั่วไป (General Map) เป็นแผนที่ภูมิภาคทั่วๆ ไป เช่น แสดงเขตของทวีป เขตของประเทศ เขตจังหวัด และแสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศด้วยสีต่างๆ แผนที่ชนิดนี้ที่แพร่หลายมาก คือแผนที่ของ Atlas ส่วนมากจะใช้มาตราส่วนเล็กกว่า 1:1,000,000

2) แผนที่เดินเรือ (Nautical Charts) แสดงเส้นทางเดินเรือในทะเลมหาสมุทร แสดงความลึกของท้องน้ำ สันดอน และแนวปะการัง

3) แผนที่ถนน (Highway Map) แสดงถนนและสถานที่สำคัญ

4) แผนที่ทางการทหาร ใช้ในกิจการทหารด้านต่างๆ มีขนาดของมาตราส่วนต่างกันตามประเภทของการใช้งาน

5) แผนที่เฉพาะแสดงสถิติต่างๆ เช่นแผนที่ป่าไม้แสดงแนวเขตป่าประเภทต่างๆ แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความหนาแน่นของประชากร เป็นต้น

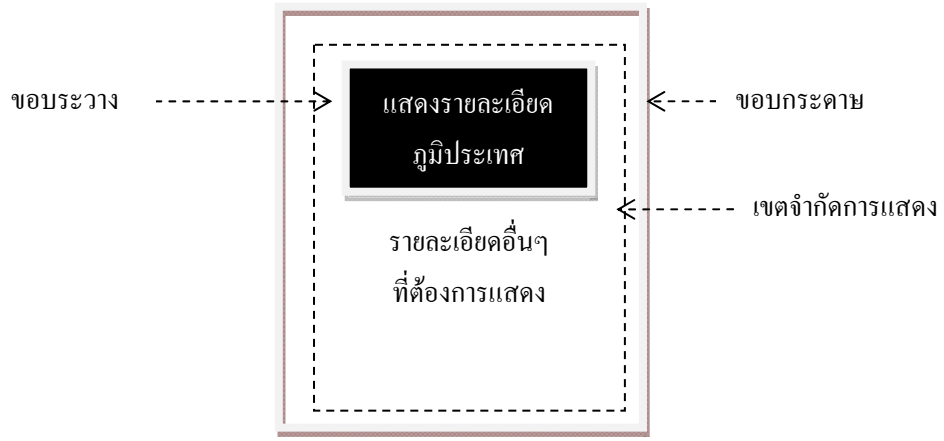
1.6.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของแผนที่ ส่วนประกอบของแผนที่ หมายถึง ส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นแผนที่แต่ละแผ่น หรือแต่ละระวาง ส่วนประกอบที่สำคัญของแผนที่ มีรูปลักษณะของแผ่นแผนที่ แผนที่ส่วนมากจะสร้างขึ้นบนแผ่นสี่เหลี่ยมมุมฉาก อาจจะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า วัสดุที่ใช้ในการทำแผ่นแผนที่ อาจเป็นกระดาษ พลาสติก หรือวัสดุอื่นใดก็ได้ แต่ต้องไม่ยืดไม่หด รูปลักษณะของแผ่นแผนที่มีดังนี้

1) ขอบกระดาษ (Paper Trim) เป็นขอบของวัสดุที่ใช้ทำแผนที่ จะต้องมีขนาดพอเหมาะกับการผลิตแผนที่ฉบับนั้น

2) ขอบระวางแผนที่ (Sheet Line) เป็นเส้นกั้นบริเวณที่แสดงรายละเอียดของภูมิประเทศประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยม เรียกว่าเส้นขอบระวางแผนที่ (Border) เส้นขอบระวางแผนที่อาจเป็นเส้นตรงแสดงค่าพิกัดกริด (Gird Line) หรือเส้นโค้งค่าพิกัดภูมิศาสตร์ของแผนที่นั้น

3) ขอบจำกัดแสดงรายละเอียด (Work Line) เป็นบริเวณเว้นไว้สำหรับแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่ต้องการบนแผนที่นั้น

4) ขอบระวางแผนที่ (Marginal Information)



รูปที่ 1.24 แสดงลักษณะของแผ่นแผนที่

1.6.5 ส่วนประกอบภายนอกขอบระวาง หมายถึงองค์ประกอบในรายละเอียดอื่นๆ ของแผนที่ เพื่อให้ใช้ได้ทราบข้อมูลต่างๆ ของแผนที่ สามารถใช้แผนที่ได้โดยสะดวก ถูกต้อง เหมาะสม ตรงตามความมุ่งหมายการใช้งาน รายละเอียดนอกขอบระวางแผนที่ เช่น มาตราส่วนแผนที่ คำอธิบายสัญลักษณ์ เป็นต้น

1.6.6 ส่วนประกอบภายในขอบระวางแผนที่ หมายถึง รายละเอียดที่แสดงไว้ภายในขอบระวาง ซึ่งตามปกติจะสัมพันธ์กับองค์ประกอบภายนอกขอบระวาง องค์ประกอบภายในขอบระวางแผนที่ประกอบด้วย

1) สัญลักษณ์ (Symbol) ได้แก่เครื่องหมายหรือสิ่งที่ใช้แทนรายละเอียด ของภูมิประเทศหรือสิ่งที่แสดงไว้บนแผ่นแผนที่

2) สี (Color) เป็นสัญลักษณ์แสดงรายละเอียดหรือข้อมูลต่างๆ ของแผนที่ มักจะเลือกสีให้สอดคล้องกับรายละเอียด เช่น สีเขียวแทนพืชพันธ์ไม้ เป็นต้น

3) ชื่อภูมิศาสตร์ (Geographical Names) เป็นการอธิบายรายละเอียด ในขอบระวาง เช่น สถานที่นั้นๆ มีชื่อเรียกว่าอะไร

4) ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง (Position Reference System) ได้แก่ เส้นหรือตารางแสดงไว้ในแผนที่ เพื่อใช้กำหนดค่าพิกัดของจุดใดๆ แผนที่โดยทั่วไปนิยมใช้ระบบพิกัด 2 ชนิด คือ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographical Coordinate) และระบบพิกัดฉาก

1.6.7 คุณสมบัติของแผนที่ แผนที่ที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

1) รูปร่างของรายละเอียดต่างๆบนแผนที่ จะต้องเหมือนกับรูปร่างของจริงบนผิวโลก

2) ทิศทางของตำแหน่งหรือจุดต่าง ๆ บนแผนที่ จะต้องถูกต้องตรงตามความเป็นจริงกับตำแหน่ง หรือจุดจุดเดียวกันบนผิวโลก

3) ระยะทางของจุดต่างๆ บนแผนที่ จะต้องเท่ากับระยะทางจุดเดียวกัน บนผิวโลกเมื่อเทียบตามมาตราส่วน

4) พื้นที่ทั้งหมดบนแผนที่ จะต้องเท่ากับพื้นที่บนผิวโลก ในบริเวณเดียวกัน เมื่อเทียบตามมาตราส่วน

แผนที่ทุกฉบับจะมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วน ทั้งสี่ข้อดังกล่าว เพราะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับเส้นโครงแผนที่ (Map Projection) ที่ใช้ทำแผนที่ เส้นโครงแผนที่แต่ละแบบ จะรักษาคุณสมบัติอันใดไว้ หรือคุณสมบัติบางส่วนของอีกแบบหนึ่งไว้เท่านั้น ไม่อาจรักษาคุณสมบัติทั้งสี่ประการไว้ได้ เช่น แผนที่บางฉบับรักษารูปร่าง แต่ทิศทางไม่ถูกต้อง หรือแผนที่บางฉบับรักษาพื้นที่ แต่รูปร่างไม่ถูกต้อง

1.7 มาตราส่วนแผนที่

การปฏิบัติงานสำรวจในภูมิประเทศ รายละเอียดและข้อมูลต่างๆที่ได้ จำเป็นที่จะต้องกำหนดลงในแผนที่ แต่การเขียนแผนที่ลงในกระดาษ ไม่สามารถระบุขนาดที่แท้จริง จากข้อมูล ในงานสำรวจได้ จึงต้องกำหนดเป็นมาตราส่วนขึ้น เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน แต่ละชนิดของงาน

1.7.1 ความหมายของมาตราส่วนแผนที่ มาตราส่วนแผนที่ หมายถึงอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างระยะทางบนแผนที่ กับระยะทางบนภูมิประเทศ หรือพื้นที่จริง จากความสัมพันธ์นี้สามารถเขียนสูตรของมาตราส่วนแผนที่ ได้ดังนี้

$$\text{มาตราส่วนแผนที่} = \frac{\text{ระยะทางบนแผนที่}}{\text{ระยะทางบนภูมิประเทศ}}$$

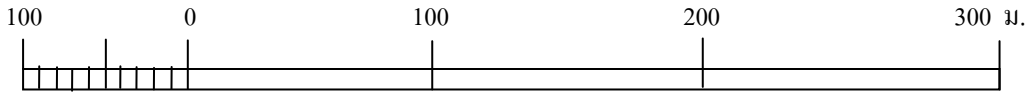
1.7.2 ชนิดของมาตราส่วน การแบ่งชนิดของมาตราส่วน ในที่นี้แบ่งได้เป็น 3 ชนิดดังนี้

1.7.2.1 มาตราส่วนเศษส่วน (Repressentive Fraction หรือ Fraction หรือ Fraction Scale หรือ Numerical Scale ใช้อักษรย่อ RF.) หมายถึง การกำหนดอัตราส่วนเปรียบเทียบ ระหว่างระยะทางบนแผนที่ 1 หน่วย ต่อระยะบนภูมิประเทศ ที่มีหน่วยเดียวกัน การแสดงมาตราส่วนอาจบอกเป็นอัตราส่วน หรือบอกเป็นเศษส่วน เช่น 1 : 1,000 หรือ $\frac{1}{1,000}$ หมายถึงระยะบนแผนที่ 1 หน่วย จะเท่ากับระยะในภูมิประเทศจริง 1,000 หน่วย การบอกมาตราส่วนชนิดนี้ ไม่มีหน่วยของการวัดระยะใดๆกำกับไว้ จึงสามารถใช้หน่วยวัดระยะมาตราใดๆก็ได้ เช่น ใช้ 1 เซนติเมตร ต่อ 5,000 เซนติเมตร หรือใช้ 1 นิ้ว ต่อ 5,000 นิ้ว ก็ได้

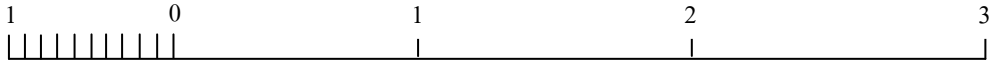
1.7.2.2 มาตราส่วนคำพูด (Verbal Scale หรือ Engineering Scale) หมายถึง การบอกมาตราส่วนแผนที่ แบบคำพูดธรรมดา เช่น 1 เซนติเมตร = 100 เมตร. หมายถึง ระยะบนแผนที่ 1 เซนติเมตร จะเท่ากับระยะบนภูมิประเทศ 100 เมตร หรือ 1 นิ้ว = 1 ไมล์ หมายถึง ระยะบนแผนที่ 1 นิ้ว จะเท่ากับระยะบนภูมิประเทศ 1 ไมล์ เป็นต้น มาตราส่วนแบบนี้สะดวกในการอ่าน แต่ไม่สะดวกในการใช้ ในประเทศต่างๆ ที่มีหน่วยการวัดระยะไม่เหมือนกัน นอกจากนี้มาตราส่วนคำพูด ยังไม่เหมาะที่จะปรับให้เข้ากับการคำนวณ หาระยะทางในภูมิประเทศ ได้เหมือนกับมาตราส่วนเศษส่วน

1.7.2.3 มาตราส่วนรูปภาพหรือมาตราส่วนเส้นบรรทัด (Graphical Scale) หมายถึง การแสดงมาตราส่วนบนภาพเส้นตรง เส้นที่แสดงมาตราส่วนจะถูกแบ่งเป็นส่วนๆ แต่ละส่วนยาวเท่ากัน และมีตัวเลขกำกับไว้เพื่อบอกว่า ระยะแต่ละส่วนในแผนที่ เป็นระยะเท่าไรในภูมิประเทศ ข้อดีของมาตราส่วนแบบนี้คือ ถ้ากระดาษแผนที่ มีการยืดหรือหดตัว มาตราส่วนก็จะยืดหรือหด

ตามไปด้วย ระยะที่วัดได้ในแผนที่ จึงมีความคลาดเคลื่อนน้อย ตามปกติมาตราส่วนเส้นบรรทัดจะมีมาตราส่วนแบบเศษส่วน กำกับไว้ด้วย



1 : 5,000



1 : 50,000 ไมล์

รูปที่ 1.25 แสดงมาตราส่วนเส้นบรรทัด

1.7.3 การคำนวณมาตราส่วน การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับมาตราส่วน มีส่วนประกอบดังนี้

1) ต้องแปลงมาตราส่วนคำพูด เป็นมาตราส่วนเศษส่วน
2) หาระยะทางบนแผนที่ ระยะทางบนภูมิประเทศ เมื่อกำหนดมาตราส่วนให้
3) หาขนาดเนื้อที่บนแผนที่ ขนาดเนื้อที่บนภูมิประเทศ เมื่อได้กำหนดมาตราส่วนให้

สูตรการหามาตราส่วน

มาตราส่วน = $\frac{\text{ระยะบนแผนที่}}{\text{ระยะทางบนภูมิประเทศ}}$ หรือ

$$RF. = \frac{MD}{GD}$$

เมื่อ RF. = มาตราส่วน

MD. = ระยะบนแผนที่ (Map Distance)

GD. = ระยะบนภูมิประเทศ (Ground Distance)

จากสูตรนี้ สามารถนำไปใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับมาตราส่วนแผนที่ อย่างกว้างขวาง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 ให้ผู้เรียนแปลงมาตราส่วนคำพูด 1 เซนติเมตรบนแผนที่ แทนระยะ 100 เมตร บนพื้นดิน ให้เป็นมาตราส่วนเศษส่วน

วิธีทำ จากสูตร

$$\text{มาตราส่วน} = \frac{\text{ระยะบนแผนที่}}{\text{ระยะบนภูมิประเทศ}}$$

$$\text{แทนค่า} = \frac{1 \text{ ซม.}}{100 \text{ ม.}}$$

$$= \frac{1 \text{ ซม.}}{100 \times 100 \text{ ซม.}} \quad \text{(ทำให้เป็นหน่วยเดียวกัน)}$$

$$= \frac{1}{10,000}$$ **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 2 แบบแปลนงานก่อสร้างแห่งหนึ่งมาตราส่วน 1:500 ให้ผู้เรียนวัดระยะของด้านๆ หนึ่ง บนแบบแปลนได้ 5 เซนติเมตร อยากทราบว่าถ้าผู้เรียนไปวัดระยะจริงจะได้เท่าใด

วิธีทำ จากสูตร

$$\text{มาตราส่วน} = \frac{\text{ระยะบนแผนที่}}{\text{ระยะบนภูมิประเทศ}}$$

$$\text{แบบแปลนมาตราส่วน} = 1:500$$

$$\text{แทนค่า} = \frac{5 \text{ ซม.}}{\text{ระยะจริง}}$$

$$\frac{1}{500} = \frac{5 \text{ ซม.}}{\text{ระยะจริง}}$$

$$\text{ระยะจริง} = 5 \times 500 = 2,500 \text{ ซม.}$$

$$\text{ทำให้เป็นเมตร} = \frac{2,500 \text{ ซม.}}{100 \text{ ซม.}}$$

∴ ระยะที่วัดได้จริง = 25 เมตร **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 3 ผู้เรียนวัดระยะระหว่างจุด A - B บนแผนที่ได้ 7 เซนติเมตรและวัดระยะ A – B บนภูมิประเทศได้ 140 เมตร อยากทราบว่าแผนที่ฉบับนี้ มีมาตราส่วนเท่าใด

วิธีทำ จากสูตร

$$RF = \frac{MD}{GD}$$

แทนค่า RF $= \frac{7 \text{ ซม.}}{140 \times 100 \text{ ซม.}}$

$= \frac{1}{2,000}$

แผนที่ฉบับนี้มีขนาดมาตราส่วน = 1:2,000 **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 4 ถ้าผู้เรียนวัดระยะบนแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ได้ 8 เซนติเมตร อยากทราบว่าจะเป็นระยะในภูมิประเทศเท่าใด

วิธีทำ จากสูตร

$$RF = \frac{MD}{GD}$$

แทนค่า $\frac{1}{5,000} = \frac{8 \text{ ซม.}}{GD}$

ดังนั้น $GD = 8 \times 50,000$ ซม.

ทำให้เป็นเมตร และกิโลเมตร $= \frac{400,000 \text{ ซม.}}{1,000 \text{ ม.} \times 100 \text{ ซม.}}$

ระยะในภูมิประเทศ = 4 กิโลเมตร **ตอบ**

อนึ่ง ระยะบนแผนที่นิยมใช้ในหน่วยเซนติเมตร เพราะส่วนใหญ่จะมีระยะสั้น แต่ระยะบนภูมิประเทศจะใช้ในหน่วยของเมตรและกิโลเมตร เพราะระยะจริงในภูมิประเทศจะเป็นระยะยาว ไม่สะดวกที่จะใช้ในหน่วยเซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 5 ถ้าผู้เรียนวัดระยะบนพื้นที่ได้ 2.5 เมตร จะเป็นระยะในแผนที่ขนาด 1: 20,000 เท่าใด

วิธีทำ จากสูตร

$$RF = \frac{MD}{GD}$$

แทนค่า $\frac{1}{20,000} = \frac{MD}{2.5 \text{ ม.}}$

ดังนั้น $MD = \frac{2.5 \times 100 \text{ ซม.}}{20,000}$

นั่นคือ ระยะในแผนที่ 1:20,000 = 1.125 เซนติเมตร **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 6 ถ้าผู้เรียนวัดระยะบนแผนที่ขนาด 1:4,000 ได้ 28.5 เซนติเมตร จะเป็นระยะในแผนที่ขนาด 1:20,000 เท่าไร

วิธีทำ จากสูตร

$$RF = \frac{MD}{GD}$$

แทนค่า $\frac{1}{4,000} = \frac{28.5 \text{ ซม.}}{GD}$

นั่นคือ $GD = 28.5 \times 4,000 \text{ ซม.}$

และจากสูตร $RF = \frac{MD}{GD}$

แทนค่า $\frac{1}{20,000} = \frac{MD}{28.5 \times 4,000 \text{ ซม.}}$

ดังนั้น $MD = \frac{28.5 \times 4,000 \text{ ซม.}}{20,000}$

$= 5.7$ เซนติเมตร

ระยะในแผนที่ขนาด 1: 20,000 = 5.7 เซนติเมตร **ตอบ**

หรืออาจทำได้โดยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ระหว่างมาตราส่วนของแผนที่ทั้งสองดังนี้

แผนที่ขนาด $\frac{1}{4,000}$ ระยะทาง = 28.5 ซม.

แผนที่ขนาด 1 ระยะทาง = $\frac{28.5\times4,000 \text{ ซม.}}{1}$

แผนที่ขนาด $\frac{1}{2,000}$ ระยะทาง = $\frac{28.5\times4,000\times1 \text{ ซม.}}{20,000}$

ระยะในแผนที่ขนาด 1: 20,000 = 5.7 เซนติเมตร **ตอบ**

รูปที่ 1.26 แสดงการวางแผนก่อนการสำรวจทำแผนที่ในสนาม

สรุป

วิชางานสำรวจ หรือการสำรวจ หรือการรังวัดเป็นวิชาที่เรียนรู้ถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลของลักษณะภูมิประเทศด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การวัดระยะทาง การวัดทิศทาง การหาความสูงของพื้นดินและสิ่งต่างๆ ที่ต้องการ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาเนื้อที่ ขอบเขต รูปร่างของพื้นที่รวมตลอดถึงการหาทิศทางและตำแหน่งของสิ่งที่ต้องการ แล้วนำผลมาแสดงในรูปของแผนที่ แผนผังหรือแบบแปลนต่างๆ ตามความเหมาะสม งานสำรวจจึงเป็นงานพื้นฐานของงานอื่นๆ เพราะเป็นการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น เพื่อใช้ในการพิจารณาวางแผนงาน หรือการออกแบบก่อสร้างงานต่อไป

ใบงานที่ 1	
วิชา งานสำรวจ 1 **ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นของงานสำรวจ**	**หน่วยที่ 1** **สอนครั้งที่ 1-2** **จำนวนคาบรวม 8**
ชื่องาน การย่อ-ขยายแผนที่	**จำนวนคาบ 8**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

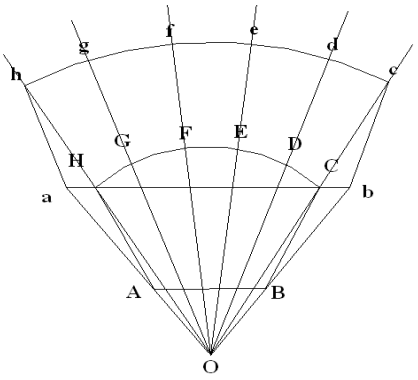
1. สามารถย่อ-ขยายแผนที่โดยวิธีรัศมีได้
2. สามารถย่อ-ขยายแผนที่โดยวิธีตางรางกริดได้
3. สามารถกำหนดมาตราส่วนในการย่อ-ขยายแผนที่ได้
4. เน้นคุณธรรม จริยธรรม มีความรับผิดชอบ
5. ยึดถือและปฏิบัติการ 5 ส. (สะสาง,สะดวก,สะอาด,สุขลักษณะ,สร้างนิสัย)เป็นกิจวัตร

เครื่องมือ/อุปกรณ์

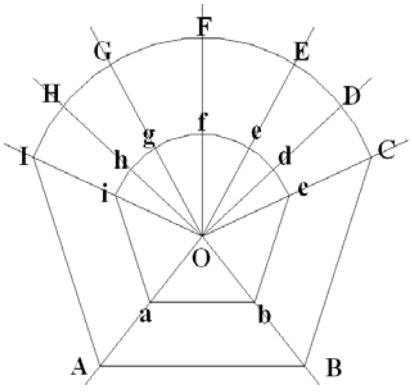
1. แผนที่ต้นร่างที่ต้องการย่อ จำนวนให้เพียงพอกับผู้เรียน
2. กระดาษไข ขนาด A2 หรือใหญ่กว่า จำนวนให้เพียงพอกับผู้เรียน
3. เทปกาว จำนวน 1 ม้วน
4. ไม้ที หรือ ไม้ทีแบบเลื่อน
5. ชุดฉากสามเหลี่ยม
6. บรรทัดมาตราส่วน
7. โค้งกระดูกงู
8. ดินสอ ยางลบ และอุปกรณ์เครื่องเขียน

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ก. <u>ย่อ-ขยายแผนที่โดยวิธีรัศมี</u>



รูป (ก)



รูป (ข)

1. ติดแผนที่ต้นร่างที่กำหนดให้กับโต๊ะเขียนแบบและติดกระดาษไขบนแผนที่ต้นร่างให้สนิทโดยเทปกาว

2. เลือกวิธีการย่อ – ขยายแผนที่ โดยวิธีรัศมี

3. กำหนดขนาดมาตราส่วนที่ต้องการย่อ – ขยายแผนที่

4. กำหนดจุด 0 เพื่อลากเส้นรัศมี ซึ่งอยู่ภายนอกรูปที่ต้องการย่อ - ขยาย ตามรูป (ก) หรืออยู่ภายในรูป ตามรูป (ข)

5. ลากเส้นจากจุด 0 ผ่านมุมของรูปแผนที่ ที่ต้องการย่อ - ขยายทุกมุม กรณีเป็นเส้นโค้ง ให้แบ่งเส้นโค้งเป็นช่วงๆ (D E F G H) แล้วลากเส้นผ่าน

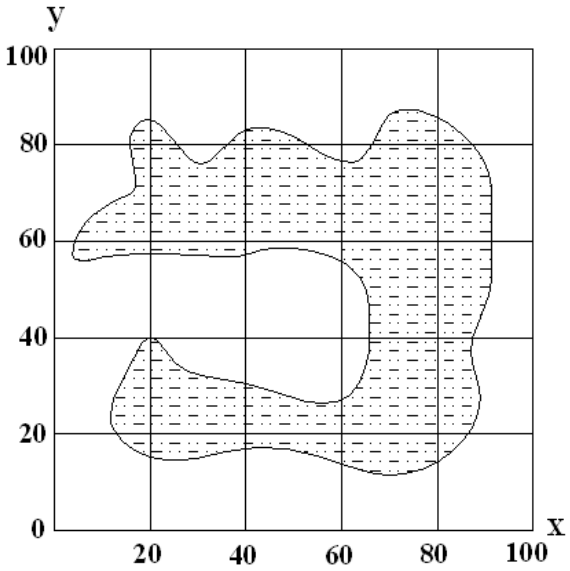
6. วัดระยะจากจุด 0 ไปยังจุดมุมและจุดบนเส้นโค้งของแผนที่ที่ลากไว้ทุกเส้น

7. เปรียบเทียบขนาดมาตราส่วนของแผนที่เดิมกับมาตราส่วนของแผนที่ใหม่ ที่จะย่อ-ขยายว่าเป็นสัดส่วนเท่าใด

8. ในการย่อแผนที่ เช่น เดิมมาตราส่วน 1: 1,000 ย่อเป็นมาตราส่วน 1 : 2,000 เล็กลงครึ่งหนึ่งของแผนที่เดิม โดยวัดระยะจากจุด 0 ไปตามเส้นที่ลากขึ้นตามข้อ 5 ครึ่งหนึ่งของระยะที่วัดได้ตามข้อ 6 จะได้มุมและจุดบนเส้นโค้งของรูปบนแผนที่ใหม่ ลากเส้นต่อจุดต่างๆ จะได้แผนที่มาตราส่วน 1: 2,000 ตามรูป (ข)

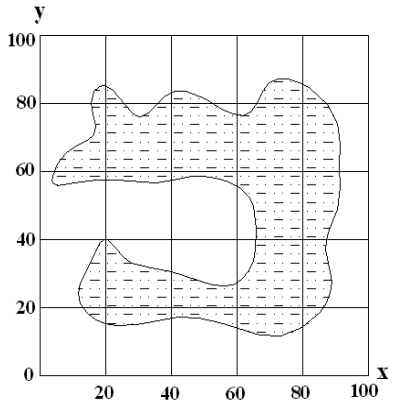
9. การขยายแผนที่จากแผนที่เดิม เช่น จากมาตราส่วน 1 : 1,000 ขยายเป็นมาตราส่วน 1 : 500 เป็นการขยาย 2 เท่าของแผนที่เดิม โดยวัดระยะจากจุด 0 ไปตามเส้นที่ลากขึ้นตามข้อ 5 เป็น 2 ของระยะที่วัดได้ตามข้อ 6 จะได้จุดมุมและจุดบนเส้นโค้งของรูปแผนที่ ที่จะขยาย ลากเส้นต่อจุดต่างๆ จะได้แผนที่ขนาดมาตราส่วน 1: 500 ตามรูป (ก)

ข. <u>ย่อ-ขยายแผนที่โดยวิธีตางรางกริด</u>



<u>มาตราส่วน 1 : 1000</u>

รูป (ก)



<u>มาตราส่วน 1 : 2000</u>

รูป (ข)

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ติดแผนที่ต้นร่างที่กำหนดให้กับมุมโต๊ะเขียนแบบด้านบนซ้าย และติดกระดาษร่างแผนที่ด้านล่าง
2. เลือกวิธีการย่อ – ขยายแผนที่ โดยวิธีตารางกริด
3. กำหนดขนาดมาตราส่วนที่ต้องการย่อ – ขยายแผนที่
4. ตีเส้นตารางกริดกับแผนที่ต้นร่างด้วยดินสอดำ พร้อมเขียนระยะตารางกริดตามแนวแกน X,Y
5. ตีเส้นตารางกริดกับกระดาษร่างที่ต้องการย่อ-ขยายแผนที่ พร้อมเขียนระยะตารางกริดตามแนวแกนX,Y
6. ลากเส้นร่างรูปแผนที่ ให้ตรงตามหมายเลขตามแผนที่ต้นร่าง ดังรูป (ก) และ รูป (ข)

ข้อควรระวัง/ข้อแนะนำ

1. การลากเส้นและการวัดระยะ ต้องทำโดยปราณีต
2. การกำหนดจุดบนเส้นโค้ง เพื่อลากเส้นรัศมี ยิ่งกำหนดจุดมากเท่าไร การเขียนแนวเส้นโค้งจะถูกต้องมากขึ้น เท่านั้น

มอบหมายงาน

ให้นักเรียน เขียนรูปมาตราส่วน1:1000 โดยกำหนดให้มีเส้นตรง-เส้นโค้งของรูป ให้เหมาะสม สมมติงานชิ้นหนึ่งแล้วทำการ ย่อขยายแผนที่โดยวิธีรัศมี และวิธีตารางกริด

ก. ย่อแผนที่งานนี้ให้ได้มาตราส่วน 1:2000

ข. ขยายแผนที่ให้ได้มาตราส่วน 1:500

การวัดผล

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. ผลงานถูกต้องเรียบร้อย

ใบผลการปฏิบัติงาน	
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 1**
หน่วยที่ 1 หลักการเบื้องต้นของงานสำรวจ	
เรื่อง การย่อ – ขยายแผนที่	

ผลการปฏิบัติงาน

1. ติดแผนที่ต้นร่างที่กำหนดให้กับโต๊ะเขียนแบบ ☐ ใช้ได้ ☐ ไม่เหมาะสม

2. ย่อ – ขยายแผนที่ โดยวิธีรัศมี และวิธีตารางกริด ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

3. กำหนดขนาดมาตราส่วนที่ต้องการย่อ – ขยายแผนที่ ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

4. ย่อ – ขยายแผนที่ตามมาตราส่วนที่กำหนดให้ ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

5.การตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือ ☐ ใช้ได้

หลังการปฏิบัติงาน ☐ ผิดพลาด

บันทึก :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบประเมินผล					
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 1**				
หน่วยที่ 1 หลักการเบื้องต้นของงานสำรวจ					
เรื่อง การย่อ – ขยายแผนที่	**จำนวน 8 คาบ**				
ชื่อผู้เรียน ..... **ชั้น ..... กลุ่ม .....**	**ระดับคะแนน**				**รวม**
รายการ	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. การตรงต่อเวลา 2. การแต่งกาย 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ 4. ติดแผนที่ต้นร่างที่กำหนดให้กับโต๊ะเขียนแบบ 5. ย่อ – ขยายแผนที่ โดยวิธีรัศมี และวิธีตารางกริด 6. กำหนดขนาดมาตราส่วนที่ต้องการย่อ – ขยายแผนที่ 7. ย่อแผนที่งานนี้ให้ได้มาตราส่วน 1:2000 8. ขยายแผนที่ให้ได้มาตราส่วน 1:500 9. ความสะอาดในการปฏิบัติงาน 10. ตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน					
เวลาปฏิบัติงาน เริ่ม.....น. สิ้นสุด.....น. รวม.....นาที ได้คะแนน (10)					
รวมคะแนน					
ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)					

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1

ตอนที่ 1 เรื่องหลักการเบื้องต้นของงานสำรวจ
จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. งานสำรวจมีประวัติความเป็นมาเมื่อใด
   ก. เริ่มในยุคปัจจุบัน ข. หลังสงครามโลกครั้งที่ 1
   ค. รัชกาลที่ 5 ง. ตั้งแต่สมัยโบราณ
2. การสำรวจหมายถึงอะไร
   ก. การหาความสูง ข. การหาทิศทาง
   ค. การหาระยะทาง ง. การหาตำแหน่ง
3. การจะปฏิบัติงานสำรวจควรรู้ข้อมูลอะไรเป็นลำดับแรก
   ก. สถานที่ปฏิบัติงาน ข. จุดประสงค์ของงาน
   ค. การวางแผนปฏิบัติงาน ง. งบประมาณที่ได้รับ
4. ผู้ปฏิบัติงานสำรวจควรมีลักษณะอย่างไร
   ก. บุคลิกภาพดี ข. มีความละเอียดรอบคอบ
   ค. ประมาณระยะได้ใกล้เคียงความจริง ง. พูดจาน่าเชื่อถือ
5. การสำรวจมีหลักการปฏิบัติอย่างไร
   ก. ทำจากส่วนใหญ่ไปหาส่วนเล็ก ข. ทำจากง่ายไปยาก
   ค. ทำจากใกล้ไปไกล ง. ทำจากซ้ายไปขวา
6. การสำรวจเกี่ยวข้องกับงานประเภทใดมากที่สุด
   ก. การวางผังอาคาร ข. การสร้างอาคาร
   ค. การออกแบบอาคาร ง. การออกโฉนดที่ดิน
7. มาตราส่วน 1 ซม. = 100 เมตร เป็นมาตราส่วนแบบใด
   ก. มาตราส่วนคำพูด ข. มาตราส่วนเปรียบเทียบ
   ค. มาตราส่วนเส้นบรรทัด ง. มาตราส่วนเฉียง
8. มาตราส่วนขนาดใดที่ให้รายละเอียดของภูมิประเทศได้ชัดเจนที่สุด
   ก. 1 : 100 ข. 1 : 1,000
   ค. 1 : 10,000 ง. 1 : 100,000

9. การแสดงตำแหน่งปลูกสร้างอาคาร ควรใช้มาตราส่วนขนาดใดจึงจะเหมาะสม

ก. 1 : 100 ข. 1 : 500

ค. 1 : 1,000 ง. 1 : 2,000

10. แผนที่มีส่วนประกอบใดสำคัญที่สุด

ก. เส้น ข. สี

ค. แสง ง. สัญลักษณ์

<u>ตอนที่ 2</u> เรื่องหลักการเบื้องต้นของงานสำรวจ

จงเติมคำตอบต่อไปนี้

1. วัดระยะในแผนที่ได้ 2.50 เซนติเมตร

1.1 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 500 ระยะในภูมิประเทศจะยาวเท่าไร

ตอบ…….เมตร

1.2 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000 ระยะในภูมิประเทศจะยาวเท่าไร

ตอบ……เมตร

1.3 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 4,000 ระยะในภูมิประเทศจะยาวเท่าไร

ตอบ……เมตร

1.4 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ระยะในภูมิประเทศจะยาวเท่าไร

ตอบ……..……..……เมตร

1.5 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 ระยะในภูมิประเทศจะยาวเท่าไร

ตอบ……..เมตร

2. ถ้าระยะในภูมิประเทศ = 5,000 เมตร จะเป็นระยะในแผนที่มาตราส่วนต่อไปนี้เท่าไร

2.1 แผนที่มาตราส่วน 1 : 500 ตอบ…….เมตร

2.2 แผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000 ตอบ…….เมตร

2.3 แผนที่มาตราส่วน 1 : 4,000 ตอบ…….เมตร

2.4 แผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ตอบ……เมตร

2.5 แผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 ตอบ……เมตร

3. วัดระยะในแผนที่ได้ 3.60 เซนติเมตร

3.1 ถ้าระยะในภูมิประเทศ = 1.8 เมตร แผนที่ฉบับนี้มีมาตราส่วนเท่าไร

ตอบ…….....

3.2 ถ้าระยะในภูมิประเทศ = 9.00 เมตร แผนที่ฉบับนี้มีมาตราส่วนเท่าไร

ตอบ…….....

3.3 ถ้าระยะในภูมิประเทศ = 18.00 เมตร แผนที่ฉบับนี้มีมาตราส่วนเท่าไร

ตอบ…..…….....

3.4 ถ้าระยะในภูมิประเทศ = 72.00 เมตร แผนที่ฉบับนี้มีมาตราส่วนเท่าไร

ตอบ…….....

3.5 ถ้าระยะในภูมิประเทศ = 144.00 เมตร แผนที่ฉบับนี้มีมาตราส่วนเท่าไร

ตอบ…….....

4. วัดระยะบนแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ได้ 1.80 เซนติเมตร

4.1 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 20,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….....

4.2 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1: 10,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….....

4.3 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 5,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ……..

4.4 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 4,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….....

4.5 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….…….....

5. วัดระยะบนแผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000 ได้ 8.00 เซนติเมตร

5.1 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 4,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….....

5.2 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 5,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….....

5.3 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 10,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….....

5.4 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….....

5.5 ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 ระยะเดียวกันนี้จะยาวเท่าไร

ตอบ…….....

หน่วยที่ 2

การวัดระยะทาง

(Distance Measurement)

หัวข้อเรื่อง

2.1 ความหมายและหน่วยของการวัดระยะ

2.2 วิธีการวัดระยะ

2.3 การนับก้าว

2.4 การวัดระยะด้วยโอโดมิเตอร์

2.5 การวัดระยะด้วยสับเทนบาร์

2.6 การวัดระยะด้วยวิธีสเตเดีย

2.7 การวัดระยะด้วยโซ่ - เทป

2.8 การบำรุงรักษาโซ่-เทปและอุปกรณ์

สาระสำคัญ

1. การวัดระยะทาง หมายถึง การหาความยาวระหว่างจุดที่ต้องการ โดยใช้เครื่องมือและวิธีต่างๆ

2. การวัดระยะจะต้องมีหน่วยของระยะที่เป็นสากล หรือเป็นที่รับรู้และใช้กันทั่วไป

3. การวัดระยะโดยทั่วไปในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 3 วิธีคือ การวัดระยะโดยวิธีทางตรง การวัดระยะโดยวิธีทางอ้อม และการวัดระยะโดยใช้เครื่องอิเล็กทรอนิกส์

4. การนับก้าว นับก้าวเป็นการวัดระยะ โดยการเดินนับจำนวนก้าว ของช่วงที่ต้องการวัดระยะ แล้วเอาจำนวนก้าวคูณด้วยความยาวก้าว ก็จะได้ระยะตามต้องการ

5. การวัดระยะด้วยโอโดมิเตอร์ (Odometer) เป็นเครื่องมือวัดระยะ โดยการบันทึกจำนวนรอบของล้อ แล้วแปลงค่ามาเป็นระยะ เช่น มาตรวัดระยะทางของรถยนต์และรถจักรยานยนต์

6. การวัดระยะด้วยสับเทนบาร์ (Subtense Bar) สับเทนบาร์เป็นเครื่องมือวัดระยะที่มีลักษณะเป็นคาน ทำด้วยโลหะอินวาร์ (Invar) ที่มีการยืดและหดตัวน้อยมาก มีความยาว 2 เมตร

7. การวัดระยะด้วยวิธีสเตเดีย เป็นวิธีการวัดระยะด้วยชุดอุปกรณ์การสำรวจ ประกอบด้วย กล้องวัดมุม หรือกล้องระดับ และไม้ระดับ(Staff of Rod)

8. การวัดระยะด้วยโซ่-เทป ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัดระยะ วิธีการวัดระยะด้วยโซ่-เทป การวัดระยะบนพื้นที่ลาดเอียง

9. การใช้เครื่องมือวัดระยะ จะต้องเรียนรู้ถึงวิธีการใช้และและการบำรุงรักษา เพื่อให้เครื่องมือมีความเที่ยงตรง มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

จุดประสงค์การเรียนรู้ (สมรรถนะการเรียนรู้)

1. อธิบายความหมายของการวัดระยะได้
2. บอกหน่วยการวัดระยะระบบต่างๆได้
3. อธิบายการวัดระยะด้วยวิธีต่างๆได้
4. สามารถวัดระยะโดยการนับก้าวได้
5. อธิบายหลักการวัดระยะด้วย โอโดมิเตอร์ (Odometer)ได้
6. อธิบายหลักการวัดระยะด้วย สับเทนบาร์(Subtenbar)ได้
7. อธิบายวิธีการวัดระยะด้วยโซ่-เทป ได้
8. บอกวิธีการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดระยะทางได้
9. สามารถเล็งแนว วัดระยะได้ถูกต้อง

2.1 ความหมายและหน่วยของการวัดระยะ

การวัดระยะทาง หมายถึง การหาความยาวระหว่างจุดที่ต้องการ โดยใช้เครื่องมือและวิธีต่างๆกัน และมีหน่วยความยาวที่เป็นมาตรฐาน สำหรับกำหนดขนาดของระยะ หรือเป็นการหาระยะทาง ระหว่างเส้นดิ่งของจุดทั้งสองที่ความสูงเดียวกัน ระยะที่ใช้วัดในการสำรวจ มีลักษณะที่พึงประสงค์ 2 ประการคือ ต้องเป็นระยะทางในแนวราบ และเป็นระยะในเส้นตรง

การวัดระยะเพื่อหาความยาว หรือระยะห่างของจุดต่างๆ จะต้องมีหน่วยของระยะที่เป็นสากลหรือเป็นที่รับรู้และใช้กันทั่วไป หน่วยของระยะที่ยังคงใช้กันในปัจจุบันแบ่งได้เป็นระบบต่างๆ คือ

2.1.1 ระบบอังกฤษ กำหนดหน่วยระยะเป็น นิ้ว ฟุต หลา และไมล์โดยกำหนดค่าไว้ดังนี้

12	นิ้ว	=	1	ฟุต
3	ฟุต	=	1	หลา
1,760	หลา	=	1	ไมล์

ระยะ 1 ไมล์ในที่นี้เป็นไมล์บก (Statute Mile) เมื่อเทียบเป็นฟุตแล้วจะยาว 5,280 ฟุต ถ้าเป็นระยะ 1 ไมล์ทะเล (Nautical Mile) จะมีความยาว 6,080 ฟุตยาวกว่าไมล์บก 800 ฟุต

2.1.2 ระบบเมตริก กำหนดของระยะไว้ดังนี้

10	มิลลิเมตร	=	1	เซนติเมตร
10	เซนติเมตร	=	1	เดซิเมตร
10	เดซิเมตร	=	1	เมตร
10	เมตร	=	1	เดคาเมตร
10	เดคาเมตร	=	1	เฮกโตเมตร
10	เฮกโตเมตร	=	1	กิโลเมตร

ระบบเมตริกจะแบ่งหน่วยของระยะเป็นส่วนย่อยดังกล่าว แต่ในประเทศไทยนิยมใช้เป็นบางส่วน คือ มิลลิเมตร เซนติเมตร เมตรและกิโลเมตร ขึ้นอยู่กับความยาวของระยะ กล่าวคือถ้าระยะสั้นจะวัดเป็นมิลลิเมตร เซนติเมตร หรือเมตร แต่ระยะยาวจะวัดเป็นกิโลเมตร

2.1.3 ระบบ SI Unit (The International System of Unit) หน่วยการวัดนี้เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1960 เพื่อให้ทั่วโลกใช้หน่วยการวัดต่างๆเป็นหน่วยเดียวกัน ระยะหรือความยาวเป็นหน่วยพื้นฐาน (SI Base Unit) หน่วยของระบบ SI Unit มีหน่วยเป็นเมตร (Meter) ใช้สัญลักษณ์ m ถ้าหากเป็นระยะยาวจะใส่ตัวอักษรนำหน้า หรือใช้ตัวเลขยกกำลังประกอบ เช่น

40	เมตร	=	40 m.
600	เมตร	=	600 m.
8,000	เมตร	=	8 km.

8,000,000 จะเขียนเป็น 8×10^{6} m หรือ 8,000 km เป็นต้น

2.1.4 หน่วยวัดระยะของไทย ประเทศไทยมีหน่วยการวัดระยะที่เป็นเอกลักษณ์ของไทย คือ นิ้ว คืบ ศอก วา และเส้น โดยมีอัตราเทียบได้ดังนี้

12	นิ้ว	=	1	คืบ
2	คืบ	=	1	ศอก
4	ศอก	=	1	วา
20	วา	=	1	เส้น
400	เส้น	=	1	โยชน์

หน่วยวัดระยะของไทยเมื่อเทียบกับเมตริกจะได้ดังนี้

1	วา	=	2	เมตร
1	เส้น	=	40	เมตร

ระยะทาง 400 เส้นจะเท่ากับ 16,000 เมตร หรือ 16 กิโลเมตร

ประเทศไทยมีการวัดระยะเป็นเส้นในงานออกหนังสือสำคัญสำหรับที่ดิน โดยมีหน่วยเทียบได้ดังนี้

1	เส้น	=	100	ข้อ
1	ข้อ	=	10	ปอยท์
1	ปอยท์	=	10	ปวน

ถ้าวัดระยะได้ 2.5938 อ่านว่า 2 เส้น 59 ข้อ 3 ปอยท์ 8 ปวน ซึ่งเมื่อเทียบเป็นระยะในระบบเมตริก จะเท่ากับ 2.5938 × 40 เมตร หรือ 103.725 เมตร อย่างไรก็ตาม ได้มีการนำระบบพิกัด UTM. (Universal Transverse Mercator) มาใช้ในการกำหนดเส้นโครงแผนที่ ซึ่งในระบบ UTM. นี้ จะใช้หน่วยของระยะเป็นเมตรตามระบบ SI Unit และมีการใช้เครื่องมือวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์กันมากขึ้น ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้ได้กำหนดค่าของระยะไว้เป็นเมตร หน่วยของระยะจึงใช้ในระบบของ SI Unit มากขึ้น

2.1.5 การแปลงหน่วย ในการปฏิบัติงาน อาจมีความจำเป็นต้องแปลงค่าของระยะ จากระบบหนึ่งไปอีกระบบหนึ่งเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาเดิมใช้หน่วยในอังกฤษ เมื่อจะเปลี่ยนเป็นระบบ SI Unit โดย ASTM ดังนี้

1	นิ้ว	=	$2.540\,005\,08 \times 10^{-2}$ m.
1	ฟุต	=	$3.048\,006\,10 \times 10^{-1}$ m.
1	หลา	=	$9.144\,018\,29 \times 10^{-1}$ m.
1	ไมล์บก	=	$1.609\,347\,22 \times 10^{3}$ m.

ประเทศอังกฤษได้กำหนดค่าการแปลงหน่วยของระยะเทียบกับระบบเมตริกไว้ดังนี้

1	นิ้ว	=	2.54	เซนติเมตร
1	เซนติเมตร	=	0.393 701	นิ้ว
1	ฟุต	=	0.304 8	เมตร
1	หลา	=	0.914 4	เมตร
1	เมตร	=	1.093 61	หลา
1	ไมล์บก	=	1.609 34	กิโลเมตร
1	กิโลเมตร	=	0.621 371	ไมล์บก

ดังตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการแปลงระยะทาง 6 ไมล์ 935 หลา 3 ฟุตเป็นระบบเมตริก ทำได้ดังนี้

6	ไมล์	=	6 × 1.609 34 × 1000	
		=	9,656.04	เมตร
935	หลา	=	935 × 0.914 4	
		=	854.964	เมตร
3	ฟุต	=	3 × 0.304 8	
		=	0.9144 ม.	เมตร
	รวม	=	10,511.918	เมตร

นั่นคือจะเป็นระยะ 10 กิโลเมตร 511 เมตร 91 เซนติเมตร 8 มิลลิเมตร

2.2 วิธีการวัดระยะ

การวัดระยะโดยทั่วไป แบ่งได้ตามลักษณะและวิธีที่ใช้ในการวัดระยะ 3 วิธี ดังนี้

2.2.1 การวัดระยะโดยวิธีทางตรง (Direct Measurement) การวัดระยะโดยวิธีทางตรง เป็นวิธีการวัดที่ต้องมีการปฏิบัติเพื่อหาความยาวระหว่างจุดหรือตำแหน่งที่ต้องการจริงๆ เช่น การใช้โซ่หรือเทป และการนับก้าววัดระยะ

2.2.2 การวัดระยะโดยวิธีทางอ้อม (Indirect Measurement) การวัดระยะโดยวิธีทางอ้อมเป็นวิธีการหาระยะระหว่างจุดที่ต้องการโดยใช้เครื่องมือชนิดต่างๆและใช้วิธีการคำนวณเข้าช่วยเพื่อคำนวณหาระยะแต่ไม่มีการปฏิบัติเพื่อทำการวัดระยะนั้นๆโดยตรง การวัดระยะทางอ้อมมีหลายวิธี เช่น การใช้เครื่องมือสับเทนบาร์ (Subtense Bar) การทำสเตเดีย (Stadia) และการวัดระยะบนแผนที่โดยการคำนวณตามมาตราส่วน

2.2.3 การวัดระยะด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Distance Measurement หรือ EDM.)

รูปที่ 2.1 แสดงเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์

การวัดระยะด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นการวัดระยะเส้นตรงหรือระยะเชิงเส้น (Linear Distance) ทำได้โดยการนำเครื่องมือไปตั้งที่จุดแรก และนำเป้าสะท้อนสัญญาณไปตั้งที่อีกจุดหนึ่ง จากนั้นปล่อยสัญญาณจากเครื่องมือไปยังเป้า สัญญาณจะสะท้อนกลับมาเข้าเครื่องมือ เครื่องมือจะจับเวลาที่สัญญาณเดินทางไปและสะท้อนกลับ แล้วคำนวณออกมาเป็นระยะทาง ระยะที่ได้นี้เป็นระยะระหว่างตัวเครื่องกับเป้าสะท้อนสัญญาณ ซึ่งจะเป็นระยะในแนวราบหรือระยะลาด แล้วแต่ความสูงต่างของเครื่องมือ และเป้าสะท้อนสัญญาณ

รูปที่ 2.2 แสดงการติดตั้งเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์กับกล้องวัดมุม

เครื่องมือวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์เริ่มมีจำหน่ายตั้งแต่ปี พ.ศ.2493 (ค.ศ.1950) สัญญาณที่ใช้ครั้งแรกเป็นคลื่นแสง (Light Wave) ต่อมาได้พัฒนามาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Elecetromanetic Wave) ภายหลังจึงเปลี่ยนมาใช้รังสีอินฟราเรด (Infrared Rediation) และลำแสงเลเซอร์ (Laser Beams) ตามลำดับ

รูปที่ 2.3 แสดงการเล็งเป้าสะท้อนสัญญาณวัดระยะ

ในปัจจุบันเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ ได้พัฒนาเป็นกล้องแบบประมวลผลรวม (Electronic Total Beams) เมื่อวัดระยะตัวกล้องและเป้าสะท้อนสัญญาณแล้ว สามารถแปลเป็นระยะทางราบและระยะทางดิ่งได้ ถ้ากำหนดค่าพิกัดทั้งสามมิติของจุดตั้งกล้อง และแนวทิศเหนือให้กล้องด้วยแล้ว กล้องจะคำนวณค่าพิกัดทั้งสามมิติ ของจุดที่ตั้งเป้าสะท้อนสัญญาณได้ด้วย การวัดระยะด้วยวิธีนี้ให้ความละเอียดสูง การสำรวจโครงการใหญ่ๆ เช่นการก่อสร้างเขื่อน ถนน การสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศ ปัจจุบันจะเข้ามาแทนการวัดระยะด้วยโซ่และเทป

รูปที่ 2.4 แสดงการตั้งเป้าสะท้อนสัญญาณ

2.3 การนับก้าว (Pacing)

การนับก้าวเป็นการวัดระยะโดยการเดินนับจำนวนก้าวของช่วงที่ต้องการวัดระยะ แล้วเอาจำนวนก้าวคูณด้วยความยาวก้าว ก็จะได้ระยะตามต้องการ ดังนั้นก่อนที่จะวัดระยะโดยการนับก้าวนี้จะต้องรู้ความยาวก้าวของผู้วัดก่อน

2.3.1 การหาความยาวก้าว การหาความยาวก้าวทำได้ 2 แบบ คือ

1) การฝึกก้าวให้ความยาวก้าวได้มาตรฐานที่ต้องการ เช่น 0.60 เมตร หรือ 1.00 เมตร แล้วแต่รูปร่างของผู้เดินวัดระยะว่ามีรูปร่างสูงต่ำเพียงไร การฝึกก้าวแบบนี้เป็นการฝืนธรรมชาติ ผู้เดินนับก้าวจะเหนื่อยเร็ว แต่ระยะที่วัดได้ค่อนข้างดี เพราะการเดินวัดจะต้องใช้ความตั้งใจในการเดินมากกว่าปกติ

2) การหาความยาวปกติ ทำได้โดยการวัดระยะในแนวเส้นตรงบนถนนหรือพื้นที่ราบอื่นๆ สมมติเป็นระยะทาง 100 เมตร แล้วผู้ที่จะหาความยาวก้าว ไปเดินนับจำนวนก้าว โดยเดินในสภาพปกติธรรมดาที่เคยเดิน แล้วนำมาคำนวณหาความยาวก้าว

รูปที่ 2.5 แสดงการเดินนับก้าว

$$\text{ความยาวก้าว} = \frac{100}{\text{จำนวนก้าว}}$$

การหาความยาวก้าวแบบนี้จะต้องทำ 3 ครั้ง แล้วนำมาหาความยาวก้าวเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น เดินครั้งที่ 1 ได้ 120 ก้าว เดินครั้งที่ 2 ได้ 122 ก้าว และครั้งที่ 3 ได้ 123 ก้าว

ครั้งที่ 1 ความยาวก้าว = $\frac{100}{120}$ = 0.833 เมตร

ครั้งที่ 2 ความยาวก้าว = $\frac{100}{122}$ = 0.820 เมตร

ครั้งที่ 3 ความยาวก้าว = $\frac{100}{123}$ = 0.813 เมตร

ดังนั้นความยาวเฉลี่ย $0.833 + 0.820 + 0.813$ = $\frac{2.466}{3}$ = 0.822 เมตร

ดังนั้น ความยาวก้าวเฉลี่ย = 0.822 เมตร

เมื่อรู้ความยาวก้าวแล้ว ถ้าต้องการหาระยะทางใด ก็ให้ไปเดินนับก้าวในช่วงนั้น โดยพยายามเดินให้เป็นแนวเส้นตรง และให้ความยาวของก้าวสม่ำเสมอ เมื่อเอาจำนวนก้าวคูณด้วยความยาวก้าวเฉลี่ย ก็จะได้ระยะตามต้องการ

2.3.2 วิธีนับจำนวนก้าว การนับจำนวนก้าวนับได้หลายแบบคือ

1) การนับในใจ เป็นการเดินนับก้าวโดยประมาณ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับระยะทางจริง ตามข้อ 2.3.1 ข้างต้น

2) การนับด้วยพีโดมิเตอร์ (Pedometer) เป็นเครื่องมือสำหรับกดนับจำนวน เมื่อกด 1 ครั้ง ตัวเลขที่เพิ่มจำนวนขึ้นทีละ 1 นำมาใช้นับจำนวนก้าวแทนการนับในใจ

3) การนับด้วยพาสโซมิเตอร์ (Passometer) เป็นเครื่องนับจำนวน มีลักษณะคล้ายนาฬิกาเวลาใช้จะใส่ไว้ในกระเป๋าหรือติดที่เท้าข้างใดข้างหนึ่ง เมื่อก้าวไปหนึ่งก้าว ตัวเลขก็จะขึ้นทีละ 1 โดยอัตโนมัติ

ระยะที่วัดได้โดยการนับก้าว จะเป็นระยะโดยประมาณ ใช้ในการสำรวจข้อมูลพื้นฐานคร่าวๆหรือใช้ตรวจสอบระยะที่วัดด้วยวิธีอื่นมาแล้ว

2.4 การวัดระยะด้วยโอโดมิเตอร์ (Odometer) หรือ สปีดโดมิเตอร์ (Speedometer)

โอโดมิเตอร์ เป็นเครื่องมือบันทึกจำนวนรอบของล้อ แล้วแปลงค่ามาเป็นระยะ เช่น มาตรวัดระยะทางของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ เป็นต้น ในงานสำรวจได้มีการผลิตเครื่องมือวัดระยะทางชนิดนี้ขึ้น โดยการเอา Odometer ไปติดกับวงล้อ และต่อด้ามขึ้นมาใช้สำหรับจับเข็นเครื่องมือชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ในพื้นที่ราบเรียบ และสามารถวัดระยะที่เป็นเส้นโค้งได้ดี เช่นการวัดระยะทางแนวถนน

รูปที่ 2.6 แสดงโอโดมิเตอร์ (Odometer)

2.5 การวัดระยะด้วยสัปเทนบาร์ (Subtense Bar)

2.5.1 ลักษณะของสับเทนบาร์ สับเทนบาร์มีลักษณะเป็นคาน ทำด้วยโลหะอินวาร์ (Invar) ที่มีการยืดและหดตัวน้อยมาก มีความยาว 2 เมตร สามารถพับกลางได้ ที่กึ่งกลางคานมีกล้องขนาดเล็ก สำหรับใช้ส่องมองไปที่กล้องวัดมุม เพื่อให้สับเทนบาร์ตั้งฉากกับแนวเล็งของกล้อง

รูปที่ 2.7 แสดงสับเทนบาร์

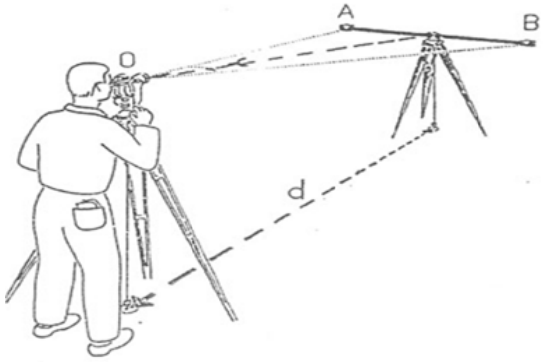
2.5.2 หลักการของสับเทนบาร์ การวัดระยะด้วยสับเทนบาร์จะใช้ร่วมกับกับกล้องวัดมุม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ตั้งกล้องที่จุดแรกที่ต้องการวัดระยะ

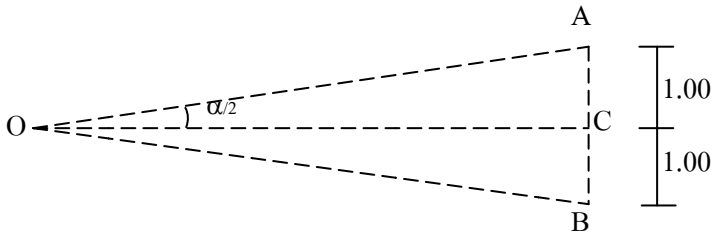
2) ตั้งสับเทนบาร์ให้ตรงจุดที่จะวัดโดยการทิ้งดิ่ง พร้อมตั้งระดับ

3) ใช้กล้องระดับของสับเทนบาร์ส่องไปที่กล้องวัดมุม หรือที่สายดิ่งของกล้องวัดมุม

4) ใช้กล้องวัดมุมส่องวัดค่ามุม ระหว่างจุดปลายทั้งสองข้างของสับเทนบาร์ แล้วนำค่ามุมที่วัดได้มาคำนวณหาระยะทางระหว่างจุดที่ตั้งกล้องวัดมุม กับจุดที่ตั้งสับเทนบาร์



รูปที่ 2.8 แสดงการส่องกล้องวัดมุมไปยังสับเทนบาร์



รูปที่ 2.9 แสดงการวัดระยะด้วยสับเทนบาร์

ตัวอย่าง การหาระยะทาง OC จากรูป มุม AOB วัดได้จากกล้องวัดมุม สมมุติว่าได้มุม = α ในรูปสามเหลี่ยม AOC OC คือ ระยะจากจุดตั้งกล้องถึงจุดที่ตั้งสับเทนบาร์ ซึ่งเป็นระยะที่ต้องการวัดให้ยาว = d มุม OCA เป็นมุมฉาก ระยะ AC และ BC = 1 เมตร

มุม AOC $= \frac{\alpha}{2}$

จากอัตราส่วน $\text{Cot}\ \frac{\alpha}{2} = \frac{OC}{AC}$

หรือ $\text{Cot}\ \frac{\alpha}{2} = \frac{d}{1}$ เมตร

$$2d = \text{Cot } \alpha$$

$$\text{นั้นคือ} \quad d = \text{Cot } \frac{\alpha}{2} \text{ เมตร}$$

ดังนั้นเมื่อวัดมุม α ได้แล้ว นำค่ามุมไปเปิดตาราง หรือใช้เครื่องคำนวณที่มีค่าของ Sine, Cosine, Tangent หาค่าของ Cot $\frac{\alpha}{2}$ ก็จะได้ระยะทางที่มีหน่วยเป็นเมตร

สมมติในที่นี้ วัดมุมระหว่างปลายของสับเทนบาร์ได้ = 2 องศา

$$\text{ระยะทาง} = \text{Cot } \frac{2}{2} = \text{Cot } 1$$

$$\text{หรือ} = \frac{1}{\text{Tan } 1} = \frac{1}{0.01745}$$

$$= 57.307 \text{ เมตร}$$

2.5.3 ความละเอียดถูกต้องของการวัดระยะด้วยสับเทนบาร์ ความละเอียดถูกต้องของการวัดระยะด้วยสับเทนบาร์ ขึ้นกับองค์ประกอบใหญ่ๆ 2 ประการ คือ

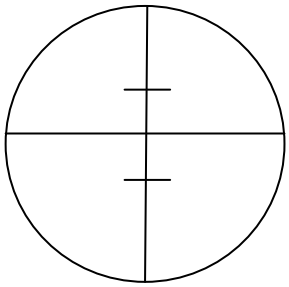
1) ความละเอียดของกล้องที่ใช้วัดมุม ถ้ากล้องที่ใช้มีความละเอียดสูง มุมที่วัดได้จะละเอียดถูกต้อง กว่ามุมที่วัดจากกล้องที่ทีความละเอียดต่ำกว่า ระยะที่ได้จะถูกต้องดีกว่า

2) ความยาวของระยะที่วัด ถ้าระยะยาวมากขึ้นเท่าไร ความแข็งแรงของรูป (Strength of Figure) จะลดน้อยลง ความคลาดเคลื่อนของระยะจะมากขึ้น ระยะยิ่งใกล้ความถูกต้องของระยะจะเพิ่มมากขึ้น ระยะที่วัดด้วยสับเทนบาร์ที่ดีประมาณ 40 เมตร

ในปัจจุบันการวัดระยะด้วยสับเทนบาร์ใช้กันน้อยลง เพราะเครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาจนสามารถใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว มีความละเอียดถูกต้องสูง ประกอบกับราคาของเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ถูกลง จึงได้รับความนิยมใช้งานมากขึ้น

2.6 การวัดระยะด้วยวิธีสเตเดีย (Stadia)

การวัดระยะโดยวิธีสเตเดีย เป็นวิธีการวัดระยะด้วยชุดอุปกรณ์การสำรวจ ประกอบด้วยกล้องวัดมุม หรือกล้องระดับ และไม้ระดับ (Staff of Rod) เมื่อเราส่องกล้องวัดมุม หรือกล้องระดับ จะเห็นวงแหวนระนาบสายใย ประกอบด้วยสายใยราบ และสายใยดิ่ง ตัดกันเป็นมุมฉาก มีขีดสั้น 2 ขีดอยู่บนสายใยดิ่ง ขีดสั้น 2 ขีดนี้เรียกว่าสายใยสเตเดีย (Stadia Hairs) ระยะห่างระหว่าสายใยสเตเดียเรียกว่าช่วงสเตเดีย



รูปที่ 2.10 แสดงสายใยสเตเดียในกล้องวัดมุมและกล้องระดับ

2.6.1 วิธีการหาระยะทางราบด้วยวิธีสเตเดีย

1) ตั้งกล้องที่ตำแหน่ง A และไม้ระดับที่ตำแหน่ง B ต้องการวัดระยะทางราบ D ที่อยู่ระหว่างแกนดิ่งของกล้อง และไม้ระดับ

2) อ่านค่าระดับที่สายใยสเตเดียบน U (Upper stadia Line) สมมติได้ค่า = 1.217 เมตร

3) อ่านค่าระดับที่สายใยสเตเดียล่าง L (Lower stadia Line)สมมติได้ค่า = 1.068 เมตร

4) หาระยะช่วงสเตเดีย (Rod Interval) แทนด้วย S จะเท่ากับค่าสายใยบน ลบ ด้วยค่าสายใยล่าง ในที่นี้

แทนค่า S = 1.217 – 1.068

= 0.149 เมตร

จากสมการ ระยะทาง D = 100S

แทนค่า D = 100 (0.149)

ดังนั้นระยะทางราบ D = 14.90 เมตร

เราจะได้สูตรระยะทาง D = 100S

100 = ค่าคงที่

S = สายใยบน – สายใยล่าง

2.7 การวัดระยะด้วยโซ่-เทป

การวัดระยะด้วยโซ่-เทป เป็นวิธีการวัดระยะทางราบที่ใช้กันโดยทั่วไป เพราะสามารถวัดได้ละเอียดถูกต้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดระยะมีราคาถูกกว่าเครื่องมือชนิดอื่น และการฝึกหัดผู้เรียนที่จะทำการวัดระยะสามารถทำได้ไม่ยากนัก

ระยะที่วัดด้วยโซ่-เทป จะต้องมีลักษณะที่สำคัญๆ 2 ประการคือ ระยะที่วัดจะต้องเป็นระยะในแนวเส้นตรงระหว่างจุดที่ทำการวัด และจะต้องเป็นระยะในแนวราบเท่านั้น หากการวัดระยะครั้งใดไม่ได้ลักษณะนี้ ระยะที่วัดได้จะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

2.7.1 เครื่องมือที่ใช้วัดระยะด้วยโซ่-เทป เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วัดประกอบด้วย

รูปที่ 2.11 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์การวัดระยะด้วยโซ่-เทป

1) โซ่ลานเส้น ความยาว 20 เมตร และ 40 เมตร หรือ 1 เส้น

รูปที่ 2.12 แสดงโซ่ลาน

2) โซ่ลานฟุต ความยาว 100 ฟุต

3) เทปเหล็ก ความยาว 50 เมตร

รูปที่ 2.13 แสดงเทปเหล็ก

4) เทปเอสล่อน ความยาว 20, 25, 30 และ 50 เมตร

รูปที่ 2.14 แสดงเทปเอสล่อน

5) เทปอินวาร์ (Invar) ความยาว 20,30,50 และ 100 เมตร เทปอิวาร์ทำด้วยโลหะผสมระหว่างเหล็กกล้า 65% และนิเกิ้ล 35% มีความยืดหดตัวน้อยมาก เดิมใช้กับงานวัดระยะเส้นฐานโครงข่ายสามเหลี่ยมและงานชั้นที่ 1 แต่ในปัจจุบันได้ใช้เครื่องมือวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์แทน

6) ห่วงคะแนน (Pin หรือ Arrow) ทำด้วยเหล็กขนาดเส้นผ่ายศูนย์กลางประมาณ 6 มิลลิเมตร ปลายข้างหนึ่งแหลม ปลายอีกข้างหนึ่งงอเป็นห่วง ความยาวประมาณ 40-60 เซนติเมตร หรือยาวกว่านี้ ทาสีขาว-แดงสลับกัน ห่วงคะแนนใช้สำหรับที่หมายของโซ่ – เทป เมื่อระยะที่วัดยาวกว่าความยาวของโซ่-เทป และสามารถใช้เป็นเครื่องมือล่อแนวสำหรับวัดระยะด้วย

7) หลักเล็งแนว (Ranging Pole) ส่วนมากทำด้วยอลูมิเนียมเส้นผ่ายศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ความยาว 2 และ 3 เมตร ทาสีขาว-แดงสลับกัน ใช้ปักเป็นเป้าสำหรับเล็งแนววัดระยะให้เป็นเส้นตรง

8) ดิ่ง (Plumb Bobs) ใช้สำหรับทิ้งดิ่งโซ่หรือเทปไปยังพื้นดิน เพื่อให้ตำแหน่งบนพื้นดินตรงกับตำแหน่งที่กำหนดบนโซ่หรือเทป

รูปที่ 2.15 แสดง ห่วงคะแนน หลักเล็ง เทป โซ่

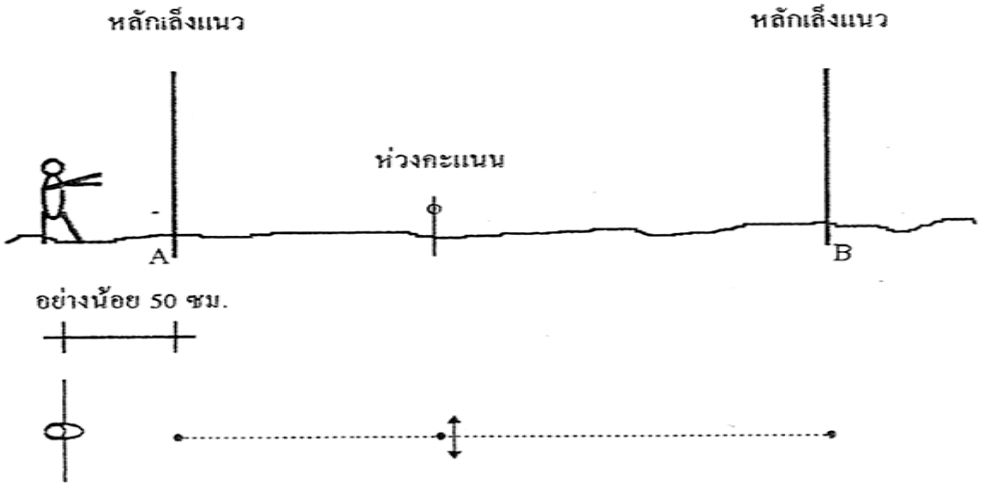
9) ระดับมือ (Hand Level) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับกำหนดความสูงของหัวและท้ายของโซ่-เทปให้มีความสูงเท่ากัน ระยะที่วัดจึงจะอยู่ในแนวราบ

10) เครื่องดึงโซ่-เทป (Tension Handle Balances) ใช้สำหรับดึงโซ่-เทปให้ได้แรงดึงตามกำหนดของโซ่-เทปแต่ละเส้น

2.7.2 วิธีการวัดระยะด้วยโซ่-เทป การวัดระยะด้วยโซ่-เทป มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1) การเล็งแนววัดระยะ เมื่อช่วงของระยะที่วัด ยาวมากกว่าความยาวของโซ่-เทป จุดประสงค์ของการเล็งแนววัดระยะ เพื่อแนวที่วัดเป็นเส้นตรง การเล็งแนววัดระยะทำได้ 2 วิธีคือ

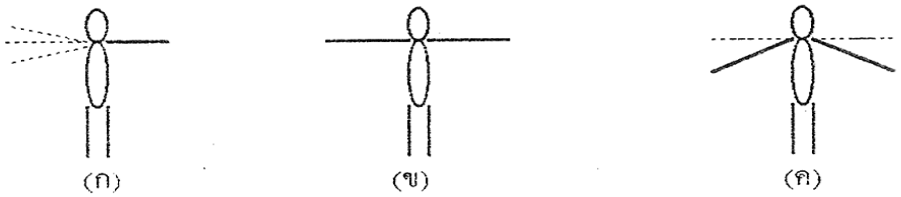
(1) การเล็งด้วยตาเปล่า ทำได้โดยการใช้หลักเล็งแนวที่ปักไว้ที่มุมหัวและท้ายของระยะที่จะทำการวัด คนเล็งแนวอยู่ที่จุดเริ่มต้น และต้องยืนอยู่ห่างจากหลักเล็งแนวอย่างน้อย 50 เซนติเมตร เพราะถ้ายืนใกล้กว่านี้ การเล็งแนวอาจเกิดการคลาดเคลื่อนได้



รูปที่ 2.16 แสดงการเล็งแนวด้วยสายตา

(2) การเล็งแนวด้วยกล้อง กล้องที่ใช้อาจเป็นกล้องวัดมุม กล้องระดับหรือกล้องส่องของเข็มทิศ กล้องทั้งสามมีวิธีเล็งแนวเหมือนกัน แต่โดยทั่วไปจะใช้กล้องวัดมุมเพราะใช้งานได้สะดวกและคล่องตัวกว่ากล้องชนิดอื่น การเล็งแนวด้วยกล้องวัดมุมจะได้แนวเส้นตรงที่ถูกต้องกว่าการเล็งแนวด้วยตาเปล่า สำหรับวิธีการเล็งแนวด้วยกล้อง จะได้กล่าวรายละเอียดในเรื่องการวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม

2) การล่อแนว เมื่อคนหัวโซ่-เทป ลากโซ่-เทปไปได้ 1 ช่วง คนหัวโซ่-เทปจะหาตำแหน่งที่อยู่ในแนวเส้นตรงได้ โดยถือห่วงคะแนนล่อแนว เพื่อให้คนเล็งแนวดูว่า ห่วงคะแนนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน กับหลักเล็งแนวที่ปักไว้ ณ จุดหัวและท้ายหรือไม่ เมื่อคนเล็งแนวให้สัญญาณขยับห่วงคะแนน คนล่อแนวจะต้องขยับห่วงคะแนนตามสัญญาณ จนห่วงคะแนนอยู่ในแนวเส้นตรง จึงปักห่วงคะแนนถ้าเป็นพื้นแข็ง เช่น เป็นพื้นคอนกรีต ให้ทำเครื่องหมายไว้บนพื้น การให้สัญญาณห่วงคะแนนตามรูป ปฏิบัติดังนี้



รูปที่ 2.17 แสดงสัญญาณการเล็งแนว

(1) ให้ขยับห่วงคะแนนไปทางแขนด้านที่โบก ถ้าโบกเร็วให้ขยับเร็ว ถ้าโบกช้าให้ขยับช้าๆ ซึ่งแสดงว่าใกล้จะตรงแนวแล้ว

(2) ถ้าคนให้สัญญาณเหยียดแขนตรงทั้งสองข้าง ให้คนล่อแนวหยุดขยับห่วงคะแนนและคอยดูว่า คนให้สัญญาณจะขยับแขนทางไหนอีก ก็ให้ขยับห่วงคะแนนไปทางนั้นช้าๆ

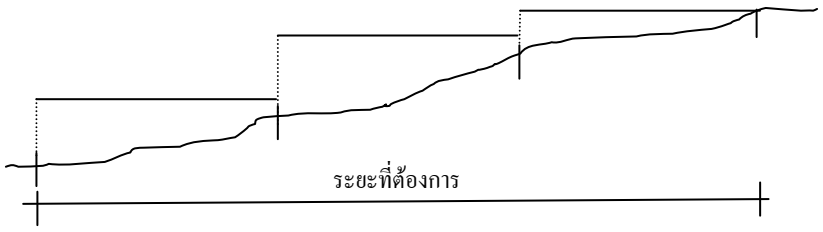
(3) ถ้าคนเล็งแนวโบกแขนลงทั้งสองข้างพร้อมกัน แสดงว่าห่วงคะแนนตรงแนวแล้ว คนล่อแนว ต้องปักห่วงคะแนนให้แน่น หรือทำเครื่องหมายไว้เมื่อไม่สามารถปักห่วงคะแนนได้

(4) ทำเครื่องหมายบอกระยะ เมื่อปักห่วงคะแนนบนแนวเส้นตรงแล้ว คนหัวโซ่-เทปจะต้องดึงโซ่-เทปให้ตึง โดยใช้เครื่องดึงให้ได้แรงดึงตามที่กำหนด และให้โซ่-เทปทาบผ่านห่วงคะแนนหรือเครื่องหมายที่ทำไว้ ขณะเดียวกันคนท้ายโซ่-เทป จะต้องระวังให้ขีดเครื่องหมาย ซึ่งอาจเป็น 0 หรือ 50 ของโซ่-เทป ตรงกับจุดที่เริ่มวัดระยะพอดี จากนั้นคนหัวโซ่-เทปจะต้องใช้

ห่วงคะแนนอีกอันหนึ่ง ปักหรือทำเครื่องหมายบนพื้น ให้ตรงกับขีดเครื่องหมายที่หัวโซ่-เทป แล้วดึงห่วงคะแนนอันที่ใช้ล่อแนวออก ความยาวของช่วงที่วัดช่วงแรกนี้ จะเท่ากับความยาวของโซ่-เทป

(6) การวัดช่วงต่อไป คนหัวโซ่-เทปจะลากโซ่-เทปต่อ ส่วนคนท้ายโซ่-เทป จะเดินตามไป เพื่อวัดระยะต่อ ณ ที่ซึ่งทำเครื่องหมายหรือที่ปักห่วงคะแนนไว้ โดยการใช่ห่วงคะแนนที่ปักไว้เป็นหลักสำหรับการเล็งแนวต่อ หรืออาจนำหลักเล็งแนวอันแรก มาปักที่หลังห่วงคะแนนแล้วเล็งแนว โดยใช้หลักเล็งแนวที่ปักขึ้นใหม่ก็ได้ ส่วนวิธีการอื่นๆ เช่นการล่อแนว และการทำเครื่องหมายบอกระยะ คงทำเช่นเดิม การวัดระยะต่อเนื่องเช่นนี้ไปจนถึงจุดสุดท้าย แล้วรวมระยะที่วัดทั้งหมดเข้าด้วยกัน ก็จะได้ระยะระหว่างจุดที่ต้องการ

2.7.3 การวัดระยะบนพื้นที่ลาดเอียง ระยะที่วัดในงานสำรวจ จะต้องเป็นระยะราบ ดังนั้นถ้าบริเวณที่ทำการวัดระยะเป็นพื้นราบ เช่น สนามฟุตบอล หรือทุ่งนาราบ การวัดระยะจะทำได้ง่าย โดยการวางโซ่-เทปบนพื้นดินได้เลย แต่ถ้าบริเวณที่วัดระยะเป็นที่ลาดเอียง ก็จำเป็นจะต้องยกโซ่หรือเทปด้านใดด้านหนึ่งขึ้น เพื่อให้โซ่-เทปอยู่ในแนวราบ และใช้ดิ่งช่วยในการทำที่หมายตำแหน่งบนพื้นดิน

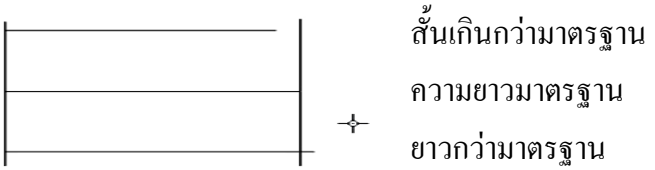


รูปที่ 2.18 แสดงการวัดระยะแบบขั้นบันได

2.7.4 ความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะด้วยโซ่-เทป การวัดระยะด้วยโซ่-เทปให้ถูกต้อง ทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อน ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการวัดระยะ หลายประการ คือ

2.7.4.1 ความยาวของโซ่-เทปไม่ได้มาตรฐาน การตรวจสอบความยาวของโซ่-เทป ทำได้โดยเอาไปดึงเทียบกับความยาวมาตรฐาน ที่ถูกต้องแน่นอนแล้ว การดึงเทียบนี้จะต้องใช้เครื่องดึงเพื่อกำหนดขนาดแรงดึงให้แน่นอน แล้วตรวจสอบดูว่า โซ่-เทปมีความยาวได้ตามมาตรฐาน

หรือไม่สั้นหรือยาวไปเท่าไร หรือจะต้องใช้แรงดึงเท่าไร ความยาวของโซ่-เทปจึงจะได้มาตรฐาน หากโซ่-เทปสั้นกว่ามาตรฐาน ระยะที่วัดได้จะมากกว่าความเป็นจริง แต่ถ้าโซ่-เทปยาวกว่ามาตรฐาน ระยะที่วัดได้จะน้อยกว่าความเป็นจริง



รูปที่ 2.19 แสดงการเปรียบเทียบความยาวโซ่-เทป

ถ้านำโซ่-เทปที่มีความยาวไม่ได้มาตรฐาน ไปทำการวัดระยะ ระยะที่วัดได้จะคลาด-เคลื่อนจากความเป็นจริง จะต้องคำนวณปรับแก้ระยะที่วัดได้ให้ถูกต้อง

2.7.4.2 การจรดศูนย์และการทำเครื่องหมายบอกระยะไม่ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนในกรณีนี้ไม่เป็นระบบ ไม่อาจตรวจสอบได้ ระยะที่วัดได้อาจสั้นหรือยาวกว่าความเป็นจริง

2.7.4.3 โซ่-เทปไม่อยู่ในแนวเส้นตรง เช่น เล็งแนวไม่ดีหรือเวลาวัด โซ่-เทปติดต้นไม้เล็กๆ ความคลาดเคลื่อนในกรณีนี้ไม่อาจตรวจสอบได้ แต่ระยะที่วัดได้มักยาวกว่าความเป็นจริงเสมอ

2.7.4.4 เวลาวัดโซ่-เทปไม่ได้ระดับ ความคลาดเคลื่อนในกรณีนี้ ไม่อาจตรวจสอบได้เช่นกัน และระยะที่วัดได้จะยาวกว่าความเป็นจริง

2.7.4.5 แรงดึงโซ่-เทป ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ก่อนที่จะนำโซ่-เทปไปใช้งานจะต้องนำไปดึงเทียบกับขนาดมาตรฐาน โดยใช้เครื่องดึง เพื่อหาว่าจะต้องใช้แรงดึงเท่าไร โซ่-เทปที่จะนำไปใช้ จึงจะได้ความยาวตามมาตรฐานที่กำหนด เวลาใช้งานก็จะต้องใช้แรงดึง ตามที่หาได้มิฉะนั้น ระยะที่วัดได้จะคลาดเคลื่อน กล่าวคือถ้าใช้แรงดึงมากเกินไป โซ่-เทปจะยืดยาวกว่ามาตรฐาน ระยะที่วัดได้จะน้อยกว่าความจริง แต่ถ้าใช้แรงดึงน้อยไปโซ่-เทปก็จะหย่อนหรือตกท้องช้างมากเกินไป ระยะที่วัดได้จะมากกว่ามาตรฐานเช่นกัน

2.7.4.6 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โซ่-เทปที่ทำด้วยโลหะแต่ละเส้น มีความยาวได้มาตรฐาน ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ ถ้าอุณหภูมิต่ำลงโซ่-เทปจะหดตัว และในทางกลับกันถ้าหากอุณหภูมิสูงขึ้น โซ่-เทปก็จะยืดตัว ระยะที่วัดได้จะเกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้นในการวัดระยะที่ต้องการ

ความละเอียดถูกต้องสูง จะต้องวัดอุณหภูมิขณะทำการวัดระยะไว้ด้วย เพื่อนำมาคำนวณแก้หาระยะที่ถูกต้อง

2.7.4.7 การอ่านระยะผิดพลาด เช่น การอ่านสลับตำแหน่งจาก 2.543 เมตร เป็น 2.453 เมตร หรือจำช่วงเทปผิด เช่น วัดได้ระยะ 5 ช่วงเทป (250 เมตร) คิดว่าเป็น 6 ช่วงเทป (300 เมตร) เป็นต้น

2.7.4.8 การจดระยะในสมุดสนามผิดพลาด เช่น การจดตำแหน่งจาก 2.543 เป็น 2.453 เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าในการวัดระยะแต่ละครั้ง อาจเกิดความคลาดเคลื่อน จากสาเหตุต่างๆหลายประการดัง และความคลาดเคลื่อนบางอย่างไม่อาจตรวจสอบได้ ดังนั้นในการวัดระยะจึงจำเป็นต้องละเอียด รอบคอบ และต้องตรวจสอบโดยการวัดระยะครั้งที่สอง เป็นการวัดสวนทางกับการวัดครั้งแรก ถ้าค่าที่ได้จากการวัดทั้งสองครั้งแตกต่างกันมาก แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อน จะต้องทำการวัดใหม่อีกครั้ง แต่หากค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ ก็ให้นำค่าทั้งสองมาเฉลี่ยเป็นระยะที่ต้องการ

2.7.5 การคำนวณแก้ความคลาดเคลื่อนของระยะที่วัดด้วยโซ่-เทป การคำนวณปรับแก้ระยะที่วัดด้วยโซ่-เทป ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เนื่องจากความยาวของโซ่-เทปไม่ได้มาตรฐาน และเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ มีหลักการดังนี้

การคำนวณแก้ระยะเนื่องจากความยาวเทปไม่ได้มาตรฐาน มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$\frac{\text{ระยะถูก}}{\text{ระยะผิด}} = \frac{\text{เทปผิด}}{\text{เทปถูก}}$$

ตัวอย่าง เทป 50 เมตร เส้นหนึ่งเมื่อนำไปเทียบกับระยะมาตรฐาน ปรากฏว่ามีความยาวเป็น 49.950 เมตร แต่เมื่อนำเทปเส้นนี้ไปวัดระยะได้ 278.520 เมตร ระยะที่ถูกต้องจะเป็นเท่าไร

วิธีทำ แทนค่าจากสูตรจะได้

$$\frac{\text{ระยะถูก}}{278.520} = \frac{49.950}{50.000}$$

$$= \frac{49.950 \times 278.520}{50.000}$$

ดังนั้นระยะที่ถูกต้อง = 278.241 เมตร **ตอบ**

2.7.6 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะ การวัดระยะด้วยโซ่-เทป มีความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้หลายประการ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบโดยการวัดระยะ 2 ครั้ง แล้วนำมาเทียบกันดูว่า ค่าที่ได้แตกต่างกันมากน้อยเพียงไร อยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้หรือไม่ ถ้าความคลาดเคลื่อนเกินกว่าเกณฑ์ที่ยอมให้ ก็จะต้องทำการวัดระยะใหม่อีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าในการวัดระยะ 2 ครั้งนั้น ใช้โซ่-เทประบบเดียวกันควรวัดระยะสวนทางกัน ถ้าโซ่-เทปต่างระบบกัน เช่น ใช้โซ่ลานเส้นและโซ่ลานฟุต อาจวัดระยะตามทางเดียวกันได้ แล้วแปลงค่าให้เป็นระบบเดียวกันเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

2.7.6.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของการวัดระยะโซ่-เทป

1.) การวัดระยะธรรมดา 1 : 3,000 – 1 : 5,000 ใช้กับงานทำวงรอบงานสำรวจที่ดิน การวางแนวก่อสร้าง และการทำแผนที่ภูมิประเทศ เป็นต้น

2.) การวัดระยะอย่างละเอียด (Precise Taping) 1 : 10,000 - 1 : 30,000 ใช้กับการทำวงรอบของงานสำรวจเมือง (City Survey) การทำเส้นฐานของงานวงรอบชั้นที่ 3 และงานก่อสร้างที่ต้องการความละเอียดสูง เป็นต้น

2.7.6.2 การหาความคลาดเคลื่อนจากการวัดระยะ ทำได้โดยเอาค่าความแตกต่างของการวัดระยะ 2 ครั้ง เทียบกับความยาวของระยะที่วัดโดยประมาณ แล้วคำนวณปรับค่าความแตกต่างให้เป็น 1 ก็จะได้ความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะ

ตัวอย่าง กำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไว้ 1:3,000 วัดระยะครั้งที่ 1 ได้ 273.805 เมตร และวัดระยะครั้งที่ 2 ได้ 273.682 เมตร จะคำนวณความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะได้ดังนี้

ความแตกต่างของการวัดระยะ = 273.805 - 273.682

= 0.123 ม.

ระยะทางประมาณ = 273 ม.

ดังนั้น ความคลาดเคลื่อน = $\frac{0.123}{273} = \frac{1}{2,219}$

= 1 : 2,200

ดังนั้นการวัดระยะครั้งนี้ใช้ไม่ได้ เพราะความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 : 3,000 กล่าวคือ ถ้าวัดระยะ 3,000 เมตร จะยอมคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 1 เมตร แต่ระยะที่วัดมาถ้าวัด 2,200 เมตร ก็จะคลาดเคลื่อน 1 เมตร จึงใช้ไม่ได้ จะต้องทำการวัดระยะใหม่

2.8 การดูแลรักษาโซ่ – เทปและอุปกรณ์

การปฏิบัติงานสำรวจรังวัด โซ่และเทปเป็นอุปกรณ์พื้นฐาน ที่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้งานเป็นประจำ จึงเกิดการชำรุดได้ง่าย ประกอบกับการวัดระยะ จะต้องมีความละเอียด ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ช่างสำรวจที่ดีจึงถือเป็นหน้าที่ ในการดูแลรักษาเพื่อให้อุปกรณ์นี้มีความพร้อมในการใช้งาน และเป็นการยืดอายุให้ทนนานมากยิ่งขึ้น จึงกำหนดข้อปฏิบัติดังนี้

2.8.1 ขณะปฏิบัติงานต้องให้โซ่ – เทป เป็นเส้นตรงเสมอ หากโซ่พับอาจหักได้ ส่วนเทปอาจพันกันเป็นปมแน่น การวัดระยะอาจผิดพลาดได้

2.8.2 ระวังอย่าใช้โซ่ – เทป ขณะมียานพาหนะผ่านไปมา อาจทำให้แตกหักหรือฉีกขาดได้ ควรรอให้ยานพาหนะผ่านไปก่อน หรือขอให้หยุดการจราจรเป็นการชั่วคราว เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานด้วย

2.8.3 ควรหลีกเลี่ยงการลากโซ่ – เทป ผ่านพื้นแข็ง เช่น ถนนคอนกรีต หรือถนนลูกรัง อาจทำให้ตัวเลขหรือเครื่องหมายต่างๆ ลบเลือนเร็วขึ้น

2.8.4 หลังจากการใช้งานก่อนการม้วนเก็บ จะต้องทำความสะอาดทุกครั้ง หลังจากนั้นถ้าเป็นโซ่ หรือ เทป สแตนเลสให้รูดด้วยผ้าชุบน้ำมัน เพื่อป้องกันสนิมและยืดอายุการใช้งาน

2.8.5 จะต้องระมัดระวังเทปเอสล่อน หรือเทปผ้าเป็นพิเศษ เนื่องจากชำรุดง่าย เช่น อย่าดึงแรงเกินไป อย่าให้ถูกของมีคม ถ้าเทปเปื้อนโคลน หรือสิ่งสกปรก รีบล้างน้ำให้สะอาด ก่อนม้วนเก็บควรทำความสะอาดขณะม้วน ถ้าเทปเปียกหรือชื้นให้ผึ่งให้แห้งก่อนม้วนเก็บ

2.8.6 เมื่อวัดระยะเสร็จแต่ละช่วงการวัด อย่าลืมเก็บห่วงคะแนนนับจำนวนและหลักเล็งทุกครั้ง โดยเฉพาะห่วงคะแนนมักหายบ่อยๆ เนื่องจากมีขนาดเล็ก ก่อนเก็บต้องทำความสะอาดทุกครั้ง

2.8.7 สถานที่เก็บ ควรแห้งอากาศถ่ายเทได้สะดวกปราศจากละอองฝน เพื่อเป็นการป้องกันการเป็นสนิม

2.8.8 ครูช่าง สมัยก่อนช่างที่จบจากสถาบันการอาชีวศึกษา ส่วนมากในปีแรกที่เข้าเรียน จะมีพิธีครอบครูช่าง ในวันไหว้ครู ช่างทุกสาขาจึงให้ความเคารพเครื่องมือ ซึ่งเปรียบเสมือนครู การเดินข้ามเครื่องมือทุกชนิด เป็นสิ่งไม่สมควรกระทำ

สรุป

การวัดระยะทางราบเป็นการวัดเพื่อหาระยะห่างจากจุดหรือตำแหน่งที่ต้องการ โดยวิธีต่าง ๆ ซึ่งแต่ละวิธีจะให้ค่าความละเอียดถูกต้องแตกต่างกัน การวัดระยะทางราบ เป็นงานพื้นฐานของการสำรวจ ถ้าวัดผิดพลาดผลการสำรวจจะผิดตามไปด้วย

ใบงานที่ 2	
วิชา งานสำรวจ 1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยโซ่-เทป**	**หน่วยที่ 2** **สอนครั้งที่ 3 - 4** **จำนวนคาบรวม 16**
ชื่องาน การเล็งแนว วัดระยะ	**จำนวนคาบ 8**

จุดประสงค์

1. สามารถวัดระยะด้วยโซ่-เทปได้
2. สามารถเล็งแนวด้วยสายตาให้ห่วงคะแนน อยู่บนแนวเส้นตรงเดียวกันได้
3. เกิดทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1. โซ่ลานเส้น-เทป
2. ห่วงคะแนน
3. หลักเล็งแนว
4. ดิ่ง
5. เครื่องดึงโซ่
6. สมุดสนาม
7. ปากกาดินสอและอุปกรณ์

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ต้องการวัดระยะ ab ซึ่งมีความยาวมากกว่าความยาวของโซ่-เทป

1. นำหลักเล็งแนวไปปักไว้ที่หมุด a และหมุด b โดยต้องอยู่ในแนว ab
2. คนเล็งแนวยืนที่จุด a และอยู่ห่างจากหมุด a อย่างน้อย 50 เซนติเมตร
3. คนหัวโซ่-เทป ดึงโซ่-เทปไปตามแนวจนหมด 1 ช่วง พร้อมถือห่วงคะแนนล่อแนว
4. คนเล็งแนวทำการเล็งแนว โดยการให้สัญญาณมือ เพื่อให้คนล่อแนวขยับห่วงคะแนนให้อยู่ในแนว ab
5. คนหัวโซ่-เทปขยับห่วงคะแนน ตามสัญญาณของคนเล็งแนว เมื่อคนเล็งแนวให้สัญญาณว่าห่วงคะแนนอยู่ตรงแล้ว ให้ปักห่วงคะแนน ถ้าเป็นพื้นแข็งให้ทำเครื่องหมายไว้
6. คนหัวโซ่-เทป ดึงโซ่-เทปให้ตึง ถ้าใช้เครื่องดึงดูแรงดึงให้ได้ขนาดตามต้องการ และให้โซ่-เทปทาบผ่านห่วงคะแนน หรือเครื่องหมายที่กำทำไว้ ขณะเดียวกันคนท้ายโซ่-เทปต้องระวังขีดเครื่องหมาย 0 ให้ตรงกับหมุด a

7. คนหัวโซ่-เทปให้ห่วงคะแนนอีกอัน ปักหรือทำเครื่องหมายบนพื้น ให้ตรงกับขีดเครื่องหมายที่หัวโซ่-เทป แล้วดึงห่วงคะแนนอันที่ใช้ล่อแนวออก
8. คนที่หัวโซ่-เทป ลากโซ่-เทปต่อ คนท้ายโซ่เทปเดินตามเพื่อไปวัดระยะต่อ ณ ที่ปักห่วงคะแนนหรือทำเครื่องหมายไว้ โดยใช้ห่วงคะแนนที่ปักไว้เพื่อเป็นที่เล็งแนว หรือนำหลักเล็งแนวมาปักแทนห่วงคะแนน เพื่อทำการวัดระยะต่อ โดยวิธีการเดิม
9. ระยะช่วงสุดท้ายที่สั้นกว่าโซ่-เทปให้ดึงโซ่-เทป วัดระยะระหว่างจุดต่อ
10. นำระยะที่ได้ทั้งหมด รวมกันเป็นระยะ ab

ข้อควรระวัง / ข้อแนะนำ

1. การเล็งแนวต้องทำด้วยความประณีต
2. ต้องระวังให้โซ่-เทปอยู่ในแนวราบ
3. รักษาแรงดึงของโซ่-เทปให้ตรงตามข้อกำหนด

มอบงาน

ให้ผู้เรียน วัดระยะระหว่างจุดกำหนดให้ไม่น้อยกว่า 100.00 เมตร โดย

ก.วัดด้วยเทปจำนวน 3 เที่ยว (ไป-กลับ)

ข.วัดด้วยโซ่จำนวน 3 เที่ยว (ไป-กลับ)

วัดผล

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. ตรวจสอบผลการวัดระยะ
3. ความร่วมมือในการปฏิบัติงาน

วัดผล

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. การใช้เครื่องมือ
3. ผลงานถูกต้อง เรียบร้อย

ใบผลการปฏิบัติงาน	
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 2**
หน่วยที่ 2 การวัดระยะทาง	
เรื่อง การเล็งแนว วัดระยะ	

ผลการปฏิบัติงาน

1. ความพร้อมของเครื่องมือ – อุปกรณ์	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
2. การใช้สัญญาณมือ	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
3. การปักห่วงคะแนน	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
4. การดึงโซ่ – เทปให้ตึงและได้ระดับ	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
5.การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์การวัดระยะ	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

บันทึก :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบประเมินผล					
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 1**				
หน่วยที่ 2 การวัดระยะทาง					
เรื่อง การเล็งแนว วัดระยะ	**จำนวน 8 คาบ**				
ชื่อผู้เรียน ..... **ชั้น ..... กลุ่ม .....**	**ระดับคะแนน**				**รวม**
รายการ	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. การตรงต่อเวลา 2. การแต่งกาย 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ 4. การเล็งแนวด้วยสายตา 5. การปักหลักเล็ง การปักห่วงคะแนน 6. การดึงโซ่ – เทป ตึง ได้ระดับ 7. การวัดระยะไป – กลับ ครบ 3 เที่ยว 8. การคำนวณระยะทางทั้งหมด 9. การทำงานเป็นทีม 10. ตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน					
เวลาปฏิบัติงาน เริ่ม.....น. สิ้นสุด.....น. รวม.....นาที ได้คะแนน (10)					
รวมคะแนน					
ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)					

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2

ตอนที่ 1 การวัดระยะทาง

จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. ประเทศไทยนิยมใช้หน่วยของระยะในระบบใด

ก. ระบบอังกฤษ ข. ระบบเมตริก

ค. ระบบ SI Unit ง. ระบบ Universal Unit

2. การนับก้าววัดระยะเป็นการวัดระยะโดยวิธีใด

ก. วิธีทางตรง ข. วิธีทางอ้อม

ค. วิธีประมาณ ง. วิธีการคำนวณ

3. การวัดระยะวิธีใดสามารถวัดระยะทางไกลได้สะดวกและรวดเร็ว

ก. การใช้โซ่ - เทป ข. การนับก้าว

ค. EDM. ง. สับเทนบาร์

4. การวัดระยะบนพื้นสั้น ๆ ควรวัดด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะสมและให้ค่าถูกต้อง

ก. ใช้เทปวัด ข.ใช้การนับก้าว

ค. ใช้สับเทนบาร์ ง. ใช้ EDM.

5. การวัดระยะวิธีใดต่อไปนี้ ที่ให้ค่าถูกต้องดีที่สุด

ก. มช้โซ่ - เทป ข. ใช้วัดบนแผนที่

ค. ใช้ Odometer ง. ใช้สับเทนบาร์

6. การตรวจสอบระยะที่วัดด้วยเทปมาแล้ว ควรใช้วิธีใด

ก. ใช้โซ่ - เทปวัด ข. ใช้การนับก้าว

ค. ใช้สับเทนบาร์ ง. ใช้ EDM.

7. การเล็งแนวด้วยสายตาเพื่อทำการวัดระยะด้วยโซ่ - เทป ผู้เล็งควรยืนห่างจากจุดเริ่มต้นเล็งเท่าไร จึงจะให้แนวเล็งที่ดีที่สุด

ก. 0.50 เมตร ข. 1.00 เมตร

ค. 1.50 เมตร ง. 2.00 เมตร

8. การวัดระยะด้วยโซ่ - เทป ควรใช้เครื่องมืออะไรด้วย

ก. เข็มทิศ ข. หมุดไม้

ค. ดิ่ง ง. ค้อน

9. เหตุใดการวัดระยะด้วยโซ่ - เทป บางครั้งจึงต้องวัดเป็นขั้นบันได

ก. เพราะผู้วัดระยะมีความชำนาญ

ข. เพราะเป็นวิธีการวัดระยะแบบหนึ่ง

ค. เพราะพื้นที่ลาดเอียง

ง. เพราะต้องการระยะลาด

10. ความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะแบบใด ที่อาจทำให้การวัดระยะด้วยโซ่ - เทป เกิดความคลาดเคลื่อนมากที่สุด

ก. ความยาวเทปไม่ได้มาตรฐาน

ข. เวลาวัดโซ่ - เทปไม่เป็นเส้นตรง

ค. เวลาวัดโซ่ - เทปไม่ได้ระดับ

ง. อ่านค่าผิด

<u>ตอนที่ 2</u> การวัดระยะทาง

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงแปลงระยะต่อไปนี้ให้เป็นระบบ SI Unit

1.1 3 ไมล์ 451 หลา 2 ฟุต 8นิ้ว ตอบ……..เมตร

1.2 932 หลา 1 ฟุต 5 นิ้ว ตอบ……..เมตร

1.3 5 ไมล์ทะเล ตอบ……..เมตร

1.4 2.2641 เส้น ตอบ……..เมตร

1.5 1.1327 เส้น ตอบ……..เมตร

2. จงแปลงระยะต่อไปนี้ให้เป็นหน่วยวัดระยะของไทย

2.1 2 ไมล์ 315 หลา 0 ฟุต 11 นิ้ว ตอบ……..

2.2 580 หลา 2 ฟุต ตอบ……..

2.3 3 ไมล์ทะเล ตอบ……..

2.4 448 เมตร ตอบ……..

2.5 3 กิโลเมตร 719.250 เมตร ตอบ……..

หน่วยที่ 3
การสำรวจด้วยโซ่-เทป
(Chain - Tap Surveying)

หัวข้อเรื่อง

3.1 ความหมายและหลักการสำรวจด้วยโซ่-เทป

3.2 วิธีการสำรวจด้วยโซ่-เทป

3.3 การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป

3.4 การขึ้นรูปแผนที่ (Plotting)

ใบงานที่ 3 การกำหนดรูปสามเหลี่ยมและการขึ้นรูป

ใบงานที่ 4 การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป

สาระสำคัญ

1. การสำรวจด้วยโซ่-เทป หมายถึง การปฏิบัติงานสำรวจเพื่อทำแผนที่แผ่นราบ โดยใช้โซ่-เทปและเครื่องมือประกอบการวัดระยะอื่นๆ

2. การสำรวจด้วยโซ่-เทปจะใช้หลักการของรูปสามเหลี่ยม ในการกำหนดจุดต่อเนื่องกันไปจนประกอบเป็นรูปแผนที่ตามความต้องการ บางแห่งจึงเรียกการสำรวจด้วยโซ่-เทปว่า “การสามเหลี่ยม”

3. การปฏิบัติงานสำรวจด้วยโซ่-เทป มีวิธีการดำเนินงานหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การวาง-แผน การเดินสำรวจโดยรอบพื้นที่ การกำหนดหมุด การวัดระยะเส้นฐาน การเขียนภาพร่าง เป็นต้น

4. การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป จะต้องใช้เส้นของรูปสามเหลี่ยม หรือเส้นฐานที่สร้างขึ้นเป็นพิเศษเฉพาะงาน เป็นเส้นอ้างอิงเพื่อเก็บรายละเอียด

5. การขึ้นรูปแผนที่ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาเขียนเป็นรูปแผนที่ ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องเขียนและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนกระดาษ เพื่อจัดทำต้นร่างแผนที่อย่างพร้อมเพียง

จุดประสงค์การเรียนการสอน (สมรรถนะการเรียนรู้)

1. บอกความหมายของการสำรวจด้วยโซ่-เทปได้
2. อธิบายหลักการสำรวจด้วยโซ่-เทปได้
3. อธิบายวิธีการสำรวจด้วยโซ่-เทปได้
4. ปฏิบัติงานเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทปได้
5. ขึ้นรูปแผนที่ (Plotting) โดยวิธีการต่างๆได้
6. กำหนดรูปสามเหลี่ยม และลงที่หมายได้
8. ลงที่หมายแผนที่ในกระดาษเขียนแผนที่ได้

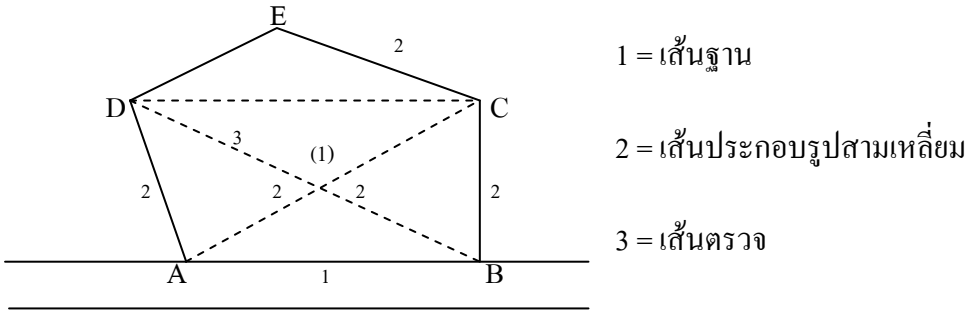
3.1 ความหมายและหลักการสำรวจด้วยโซ่-เทป

การสำรวจด้วยโซ่-เทป หมายถึง การสำรวจเพื่อทำแผนที่แผ่นราบ โดยใช้โซ่-เทปและเครื่องมือประกอบการวัดระยะอื่นๆ ใช้กับการสำรวจพื้นที่ขนาดเล็ก ภูมิประเทศที่ราบหรือค่อนข้างราบ โล่งเตียน มีสิ่งกีดขวางเพียงเล็กน้อย เช่น ที่นา เป็นต้น การสำรวจด้วยโซ่-เทปนี้มักใช้ในงานออกหนังสือสำคัญสำหรับที่ดิน ที่มีราคาไม่สูงนัก ซึ่งต้องการรายละเอียดจากการสำรวจเพียงแนวเขตรูปร่าง และเนื้อที่ของที่ดินเป็นสำคัญ

หลักการสำรวจด้วยโซ่-เทปนั้น เป็นการสร้างรูปสามเหลี่ยมขึ้นในพื้นที่ โดยที่แต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมจะทำหน้าที่เป็นเส้นฐาน(Base Line) มีความยาวแต่ละด้านที่ใกล้เคียงกัน มุมภายในจะอยู่ระหว่าง 30-120 องศา เพื่อให้งานสำรวจและเขียนรูปแผนที่ มีความผิดพลาดน้อยที่สุด

ความละเอียดถูกต้องของการสำรวจด้วยโซ่-เทปนี้ จะขึ้นอยู่กับความถูกต้องของการวัดระยะ ดังนั้นผู้ที่จะทำการสำรวจด้วยโซ่-เทป จะต้องมีทักษะในการวัดระยะด้วยโซ่-เทป และเข้าใจหลักการสำรวจด้วยโซ่-เทปเป็นอย่างดี

3.1.1 หลักการสำรวจด้วยโซ่-เทป การสำรวจด้วยโซ่-เทป จะอาศัยหลักการของรูปสามเหลี่ยม ในการกำหนดจุดต่อเนื่องกันไป จนประกอบเป็นรูปแผนที่ตามความต้องการ บางแห่งจึงเรียกการสำรวจด้วยโซ่-เทปว่า การสามเหลี่ยมด้วยโซ่



รูปที่ 3.1 แสดงชนิดของเส้นสำรวจ

ตามรูป ABCDE เป็นที่ดินแปลงหนึ่ง การที่จะทำแผนที่ของดินแปลงนี้ได้ จะต้องอาศัยการวัดระยะเป็นรูปสามเหลี่ยม ซึ่งรูปสามเหลี่ยมเหล่านี้จะประกอบด้วยเส้นที่มีชื่อเรียกต่างๆ กัน คือ

3.1.1.1 เส้นฐาน (Base Line) เป็นเส้นที่จะใช้เป็นฐาน ในการสร้างรูปสามเหลี่ยม หรือเชื่อมหมุดหลักเขตตามจุดมุมต่างๆ ตามรูป คือ เส้น AB เพื่อใช้เป็นฐานในการสร้างรูปสามเหลี่ยม ABC และรูปสามเหลี่ยม ABD

3.1.1.2 เส้นประกอบรูปสามเหลี่ยมหรือเส้นซอย (Tie Line) เป็นเส้น 2 เส้น ที่สร้างประกอบกับเส้นฐาน เพื่อให้เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยม เนื่องจากจุดนั้นๆอยู่ไกลจากเส้นฐาน ทำให้การเก็บรายละเอียดทำได้ครบถ้วน และทำหน้าที่เป็นเส้นตรวจไปในตัวด้วย ตามรูปสามเหลี่ยม ABC ซึ่งมี AB เป็นเส้นฐานมี AC และ BC เป็นเส้นประกอบรูป ส่วนสามเหลี่ยม ABD มี AB เป็นเส้นฐาน มี AD และ BD เป็นเส้นประกอบรูป

3.1.1.3 เส้นตรวจ (Check Line) เป็นเส้นที่สร้างขึ้น เพื่อตรวจหาความคลาดเคลื่อน ของการวัดระยะและการลงที่หมายว่า คลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ในสามเหลี่ยมแต่ละรูป จะมีเส้นตรวจสอบอย่างน้อยหนึ่งเส้นเสมอ โดยการเปรียบเทียบระยะเส้นตรวจสอบ ที่วัดได้จริงในสนาม กับระยะเส้นตรวจเส้นเดียวกันตามรูป คือ เส้น CD ซึ่งจะต้องทำการวัดระยะจริงในสนามว่า ยาวเท่าไร และวัดระยะของ CD ในแผนที่ ที่ทำการขึ้นรูปไว้ว่ายาวเท่าไร เมื่อเทียบหาความยาวตามมาตราส่วนแล้ว ระยะทั้งสองจะต้องอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่กำหนด แต่ถ้าระยะทั้งสองแตกต่างกันมาก แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งอาจเกิดได้ 2 ทาง คือ การวัดระยะในสนามผิดพลาด และการขึ้นรูปแผนที่ผิดพลาด จะต้องตรวจสอบหาความผิดพลาด โดยตรวจสอบการขึ้นรูปแผนที่ก่อนว่า ผิดพลาดหรือไม่ ถ้าการขึ้นรูปแผนที่ผิดพลาด ก็ให้แก้ไขใหม่และวัดระยะ CD ในแผนที่ ตรวจสอบกับระยะจริงอีกครั้ง แต่ถ้าการขึ้นรูปแผนที่ถูกต้อง แสดงว่าการวัดระยะในสนามมีความคลาดเคลื่อน จะต้องวัดระยะใหม่ แล้วนำข้อมูลมาขึ้นรูปแผนที่ต่อไป

ถ้าระยะ CD ที่วัดได้ในแผนที่และระยะ CD ที่วัดในภูมิประเทศ มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าการปฏิบัติงานที่ผ่านมาถูกต้อง คือ จุด C และจุด D อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ก็จะใช้ CD เป็นเส้นฐานเพื่อสร้างสามเหลี่ยม CED ต่อไป เส้น DE และ CE ก็จะเป็นเส้นประกอบรูปสามเหลี่ยม

อนึ่ง เส้นตรวจสอบอาจสร้างในลักษณะอื่นๆได้อีก ตามรูป

รูปที่ 3.2 แสดงเส้นตรวจสอบลักษณะต่างๆ

3.2 วิธีการสำรวจด้วยโซ่-เทป

การสำรวจด้วยโซ่-เทป มีขั้นตอนการดำเนินงานสำรวจในสนามดังนี้

3.2.1 เดินสำรวจบริเวณทั่วโปโดยรอบ หรือการสำรวจสังเขป (Reconnaissance Survey) หมายถึง การเดินสำรวจบริเวณที่จะทำแผนที่ให้ทั่วพื้นที่ เพื่อให้ทราบลักษณะและรูปร่างของพื้นที่ นำมากำหนดแผนการปฏิบัติงานว่า จะทำอย่างไร ทำจากไหนไปไหน งานเดินสำรวจบริเวณทั่วๆไปนี้ เป็นงานที่จำเป็น เพราะจะช่วยให้การปฏิบัติงานสำรวจต่อไปสะดวก รวดเร็ว เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ หลักเล็ง ตลับเข็มทิศ การวัดระยะโดยการนับก้าว ผลการสำรวจนี้จะนำมาเขียนภาพร่าง แสดงบริเวณพื้นที่สำรวจโดยประมาณ

รูปที่ 3.3 แสดงการแนะนำเดินสำรวจบริเวณพื้นที่

3.2.2 การ กำหนดหมุดเพื่อการสำรวจ โดยคำนึงหลักเกณฑ์ ดังนี้

1) พยายามให้หมุดอยู่ชิดแนวเขตที่ดินมากที่สุด หรืออยู่ตามเขตที่ดินได้ยิ่งดี ระหว่างหมุดต่อหมุด จะต้องเป็นเส้นตรงและมองเห็นกันตลอด พยายามให้มีหมุดน้อยที่สุด เพื่อความสะดวกในการลงที่หมายรูปสามเหลี่ยม

2) การสร้างหมุดประกอบรูปสามเหลี่ยมนี้ จะต้องให้เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มั่งคง คือ ค่ามุมของสามเหลี่ยมแต่ละมุม ควรอยู่ระหว่าง 30 องศา ถึง 120 องศา

3) เส้นฐานควรยาวกว่าเส้นอื่น และควรผ่านย่านกลางของพื้นที่ เพื่อป้องกันไม่ –ให้รูปสามเหลี่ยมบิดเบี้ยว

4) เส้นตรวจเส้นหนึ่งๆ ควรตรวจรูปสามเหลี่ยมได้หลายรูป

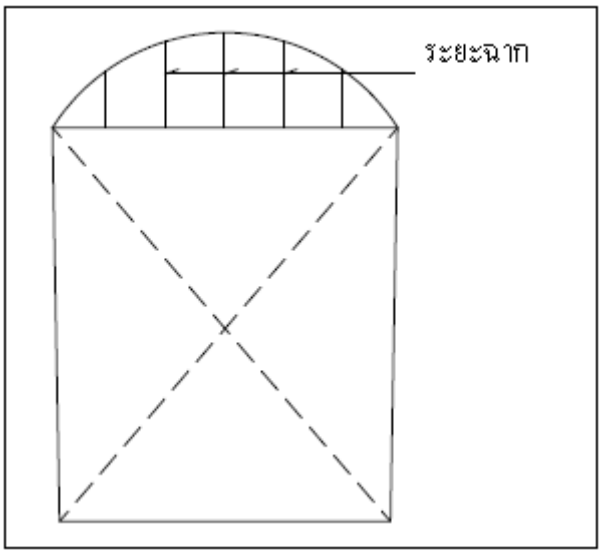
5) การสร้างหมุดพยายามหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางให้มากที่สุด

6) ถ้าต้องสร้างเส้นตั้งฉากเพื่อเก็บรายละเอียด พยายามวางแผนสร้างหมุดสำรวจเพื่อจะให้เส้นตั้งฉากสั้นที่สุด

7) เขียนภาพร่าง ตำแหน่งหมุดต่างๆ ให้ใกล้เคียงสภาพความจริง

8) วัดระยะเส้นฐาน เส้นประกอบรูปสามเหลี่ยม และเส้นตรวจทุกเส้น ระยะของแต่ละช่วงจะต้องวัด 2 ครั้งตรวจสอบกัน ความคลาดเคลื่อนต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 : 5,000 ระยะที่วัดได้นี้ให้เขียนแสดงไว้ในภาพร่าง

3.2.3 กรณีที่มีแนวเส้นคดโค้ง สามารถกำหนดแนวของเส้นคดโค้งได้ โดยใช้ระยะฉากจากเส้นของรูปสามเหลี่ยม ตามตัวอย่างที่แสดงในรูป

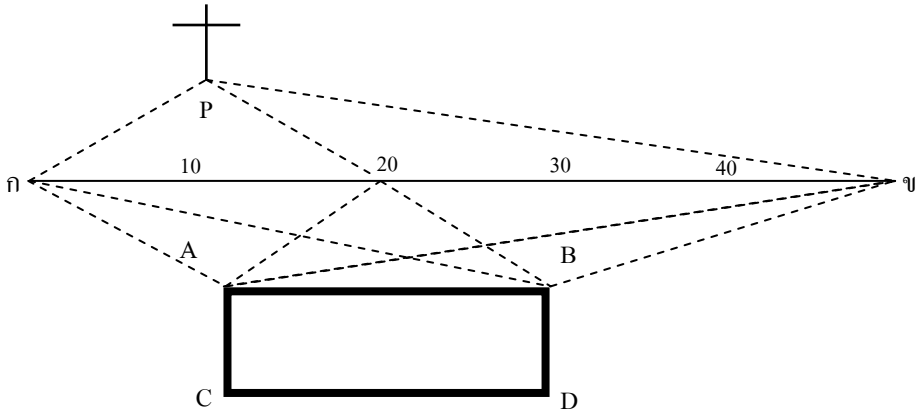


รูปที่ 3.4 แสดงการสำรวจแนวคดโค้งด้วยระยะฉาก

3.3 การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป

การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป จะต้องใช้เส้นของรูปสามเหลี่ยม หรือเส้นฐานที่สร้างขึ้นเป็นพิเศษเฉพาะงาน เป็นเส้นอ้างอิงเพื่อเก็บรายละเอียด การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป จะให้วิธีระยะสกัด และวิธีระยะฉาก ซึ่งมีวิธีการดังนี้

3.3.1 การเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะสกัด การเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะสกัด เป็นการเก็บรายละเอียดโดยใช้หลักการของสามเหลี่ยมด้วยโซ่-เทป ตามรูป



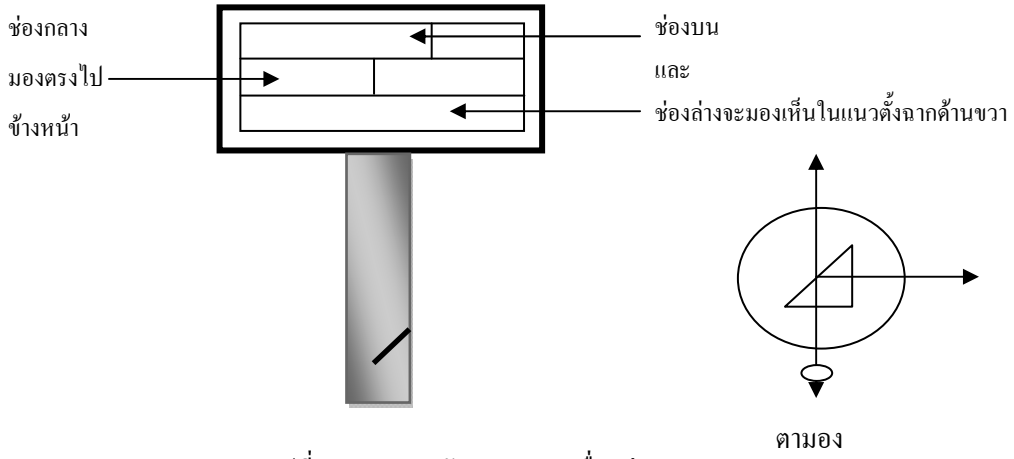
รูปที่ 3.5 แสดงการเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะสกัด

ตามรูป 3.4 สมมติให้ ก ข เป็นเส้นฐานมีความยาว 50 เมตร ต้องการเก็บรายละเอียด เสาไฟ P และอาคาร ABCD

การเก็บรายละเอียดเสาไฟ P ทำได้โดยวัดระยะจาก ก ไปเสาไฟ P และวัดระยะจาก ข ไปเสาไฟ P หรือถ้าระยะจาก ข ไฟเสาไฟ P ไกลเกินไป ก็อาจวัดระยะจากตำแหน่ง 20 เมตร ไป P แทน ส่วนอาคาร ABCD จะใช้วิธีการวัดระยะจาก ก ไป A จาก ก ไป B จาก ข ไป A และจาก ข ไป B วัดขนาดของอาคาร AB, BC, CD และ DA จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปลงที่หมายแผนที่ต่อไป

3.3.2 การเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะฉาก การเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะฉาก จะต้องให้เครื่องส่องฉาก ประกอบกับโซ่-เทป เพื่อหาตำแหน่งที่จะให้แนวเส้นตั้งฉาก

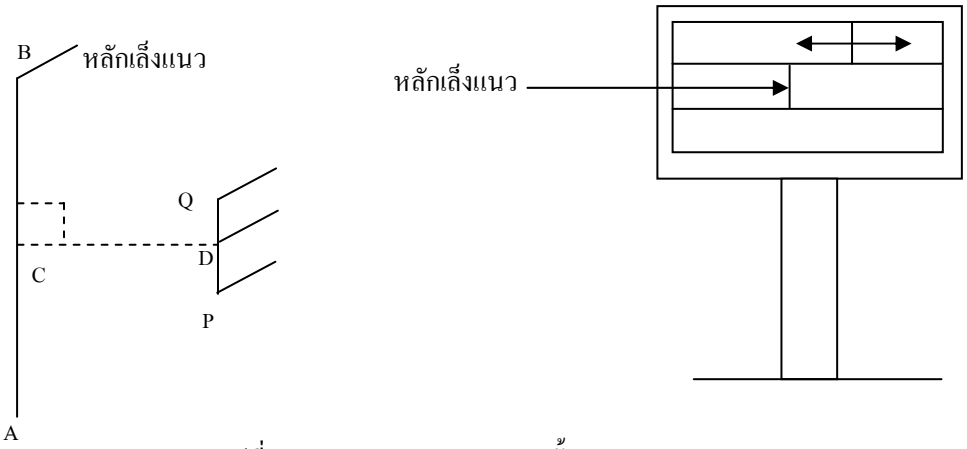
3.3.2.1 เครื่องส่องฉากเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่ง ทำงานโดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสง เมื่อมองด้านหน้าของเครื่องจะเห็นเป็นช่องๆ ถ้าเป็นเครื่องแบบระบบปริซึม 2 ชั้น จะมี 3 ช่อง



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะของเครื่องส่องฉาก

ช่องกลางจะมองทะลุผ่านออกไปข้างหน้าในแนวเส้นตรง ส่วนช่องบนและช่องล่าง ปริซึมจะสะท้อน ให้เห็นออกไปในแนวตั้งฉากกับแนวตรง ที่ด้านมีที่แขวนดิ่งหรือเกลียวต่อกับขา หรืออาจเป็นที่มองหมุด (Optical Plummet) เพื่อกำหนดตำแหน่งที่เครื่องส่องฉากตรงกับพื้นดิน

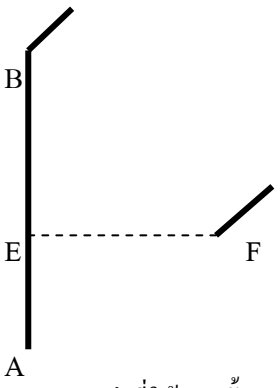
3.3.2.2 การกำหนดแนวตั้งฉากกับเส้นฐานโดยใช้เครื่องส่องฉาก



รูปที่ 3.7 แสดงการกำหนดแนวตั้งฉาก

ถ้าต้องการหาแนว CD ให้ตั้งฉากกับเส้นฐาน AB ที่จุด C ก็ให้เอาเทปลากขึงตามแนว AB เอาไม้เล็งแนวปักที่จุด B ถือเครื่องส่องฉากทิ้งดิ่งให้ตรงกับแนวเทป โดยหันหน้าไปทางจุด B ประมาณแนวตั้งฉาก CD แล้วเอาไม้เล็งแนวอีกอันปักไว้ เมื่อมองช่องบน (หรือช่องล่างช่องใดช่องหนึ่ง) จะเห็นหลักเล็งแนวที่จุด D ถ้าเคลื่อนหลักเล็งแนวไปมาตามเส้น PQ ภาพของหลักเล็งแนวที่ช่องบน ก็จะเห็นหลักเล็งแนวที่จุด D ถ้าเคลื่อนหลักเล็งแนวไปมาตามเส้น PQ ภาพของหลักเล็งแนวที่ช่องบนก็จะเคลื่อนตามไปด้วย จะมีตำแหน่งหนึ่ง ที่ภาพของหลักเล็งแนวช่องบนตรงกับภาพของหลักเล็งแนวช่องกลาง (ที่จุด B) ณ ตำแหน่งนี้ แนวของ CD จะตั้งฉากกับ AB

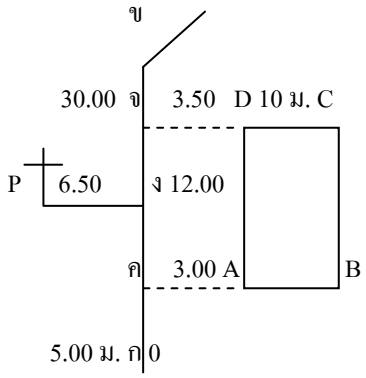
3.3.3 การหาจุดบนเส้นฐาน การหาจุดบนเส้นฐานที่ต้องการด้วยเครื่องส่องฉาก



รูปที่ 3.8 แสดงการหาตำแหน่งที่ให้แนวตั้งฉาก

ตามรูป AB เป็นเส้นฐาน F เป็นจุดคงที่จุดหนึ่ง ต้องการหาตำแหน่งของจุด E บนเส้นฐาน AB ซึ่งทำให้แนว EF ตั้งฉากกับแนว AB สามารถทำได้โดยการขึงเทประหว่าง AB เอาหลักเล็งแนวปักที่จุด B และจุด F ประมาณตำแหน่งของจุด E บนแนว AB ถือเครื่องส่องฉากที่ตำแหน่งนั้น โดยหันหน้าไปยังจุด B และมองผ่านช่องกลางของเครื่องส่องฉาก จะเห็นหลักเล็งแนวที่ จุด B มองช่องบน (หรือช่องล่างช่องใดช่องหนึ่ง) เพื่อมองหลักเล็งแนวที่จุด F จากนั้นเดินตามแนว AB โดยทิ้งดิ่งให้อยู่บนเส้นเทปตลอดเวลา ซึ่งอาจจะเดินหน้าหรือถอยหลังก็ได้ ขณะที่เดินอยู่นั้น หลักเล็งแนวที่ช่องบนจะเคลื่อนไป-มา จะมี ณ ตำแหน่งหนึ่ง ที่หลักเล็งแนวช่องบนตรงกับหลักเล็ง แนวช่องกลาง ณ ตำแหน่งนี้จะเป็นตำแหน่งซึ่งแนว EF ตั้งฉากกับแนว AB

3.3.4 วิธีการเก็บรายละเอียดด้วยระยะฉาก ตามรูป ก ข เป็นเส้นฐาน

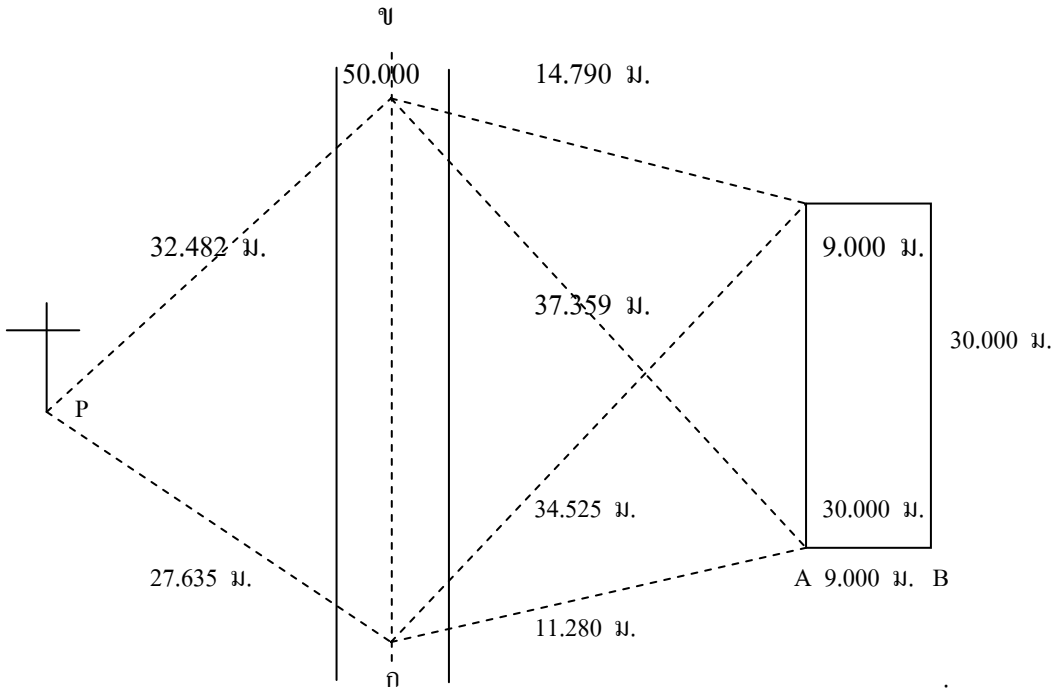


รูปที่ 3.9 แสดงการเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะฉาก

เมื่อ ก ข เป็นเส้นฐาน ต้องการเก็บรายละเอียดเสาไฟ P และอาคาร ABCD ใช้เทปขึงระหว่าง กข โดยให้ขีด 0 อยู่ที่ ก เอาหลักเล็งแนวปักที่ B หาตำแหน่งที่ ค A ตั้งฉากกับ AB อ่านระยะ กค (สมมุติว่าได้ 5.00 ม.) ใช้เทปอีกเส้นหนึ่งวัดระยะ ค A ส่วนแนว ง P และ จ D ก็ให้ทำเช่นเดียวกัน ซึ่งสมมุติว่ามีระยะดังรูป จากนั้นวัดขนาดความกว้างยาว ของอาคาร ABCD ทั้งสี่ด้าน แล้วนำข้อมูลมาขึ้นรูปแผนที่ต่อไป

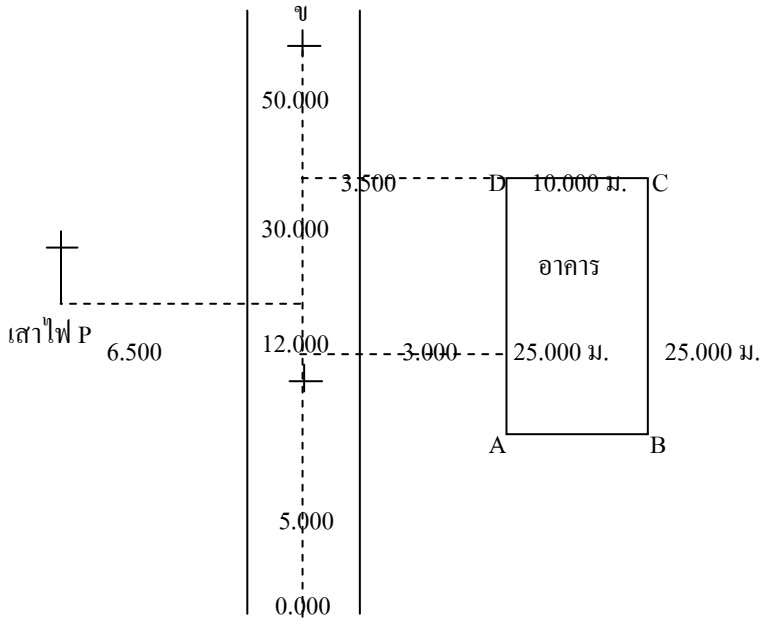
3.3.5 การจดสมุดสนาม การบันทึกข้อมูล จะใช้วิธีการจดในสมุดบันทึกข้อมูล ซึ่งมีชื่อเรียกว่า สมุดสนาม (Field Book) การจดจะต้องจดให้ถูกต้อง สะอาด ชัดเจน เป็นระเบียบเรียบร้อย อ่านง่าย ควรปฏิบัติดังนี้

3.3.5.1 การจดสมุดสนามเมื่อเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะสกัด ให้ใช้วิธีการเขียนภาพร่างแล้วเขียนระยะที่วัดได้ในภาพร่าง ดังรูป



รูปที่ 3.10 แสดงการจดสมุดสนามด้วยวิธีระยะสกัด

3.3.5.2 การจดสมุดสนาม เมื่อเก็บรายละเอียดด้วยวิธีระยะฉาก ให้ขีดเส้นคู่ในแนวตั้งกลางกระดาษเป็นเส้นฐาน สำหรับเขียนระยะ และรูปต่างๆให้ชัดเจน ดังรูป



รูปที่ 3.11 แสดงการจดสมุดสนามด้วยวิธีระยะฉาก

3.4 การขึ้นรูปแผนที่ (Plotting)

การขึ้นรูปแผนที่ หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาเขียนเป็นรูปแผนที่ ดังนั้นจึงต้อง มีเครื่องเขียนและอุปกรณ์ต่างๆตลอดจนกระดาษ เพื่อจัดทำต้นร่างแผนที่อย่างพร้อมเพียง ในที่นี้จะแนะนำเฉพาะหลักการเขียนเท่านั้น ส่วนรายละเอียดจะต้องศึกษาในรายวิชาที่เกี่ยวกับการเขียนแผนที่ หรือจากเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้อง การขึ้นรูปแผนที่ทำได้หลายวิธี ตามลักษณะของวิธีการเก็บรายละเอียดดังนี้

3.4.1 การขึ้นรูปแผนที่ด้วยวิธีระยะสกัด ให้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) พิจารณาข้อมูลของรูปแผนที่ที่จะเขียนจากสมุดสนาม (ตามตัวอย่างนี้ ขอให้พิจารณารูปการจดสมุดสนาม ข้อ 3.3.5.1 รูปที่ 10 ด้วยวิธีระยะสกัด) เพื่อกำหนดขั้นตอน และการวางรูปที่จะเขียนบนกระดาษ

2) กำหนดมาตราส่วนที่จะใช้ โดยพิจารณาจากข้อกำหนดของหน่ายงาน ชนิดของงานและอื่นๆตามความเหมาะสม

3) ลากเส้นฐานลงบนกระดาษ ให้มีทิศทางและตำแหน่งที่เหมาะสม มีความยาวตามระยะและมาตราส่วนที่กำหนด

4) ใช้จุดบนเส้นฐานเป็นจุดอ้างอิง(เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม) เพื่อใช้วงเวียงกำหนดความยามของระยะสกัด

5) สมมุติให้ใช้มาตราส่วน1:500 ลากเส้นฐาน กข ความยาม 50.000 ม.หรือ1 ซม. บนต้นร่างการขึ้นรูปตำแหน่งเสาไฟ P

6) ใช้จุด ก เป็นจุดศูนย์กลาง กางวงเวียนรัศมี 27.635 ม. หรือ 5.527 ซม. ขีดส่วนโค้งของวงกลมไว้ใช้จุด ข เป็นจุดศูนย์กลาง กางวงเวียนรัศมี 32.428 ม. หรือ 6.486 ซม. ขีดส่วนโค้งของวงกลมตัดส่วนโค้งเดิม

7) จุดตัดของส่วนโค้งทั้งสองจะเป็นตำแหน่งของเสาไฟ P เขียนรูปสัญลักษณ์ของเสาไฟไว้บนต้นร่างแผนที่ ส่วนการขึ้นรูปอาคาร ABCD ทำได้ดังนี้

8) ใช้จุด ก เป็นจุดศูนย์กลาง กางเวียนรัศมี 11.280 ม. หรือ 2.256 ซม. ขีดส่วนโค้งของวงกลมไว้

9) ใช้จุด ข.เป็นจุดศูนย์กลาง กางวนเวียนรัศมี 37.359 ม. หรือ 4.72 ซม. ขีดส่วนโค้งของวงกลมตัดส่วนโค้งเดิม จุดตัดของส่วนโค้งทั้งสอง เป็นตำแหน่งของจุด A

10) ใช้ ก เป็นจุดศูนย์กลาง กางวงเวียนรัศมี 34.252 ม. หรือ 6.905 ซม. ขีดส่วนโค้งของวงกลมไว้

11) ใช้ ข เป็นจุดศูนย์กลาง กางวงเวียนรัศมี 14.790 ม. หรือ 2.958 ซม. ขีด-ส่วนโค้งของวงกลมตัดส่วนเดิม จุดตัดของส่วนโค้งทั้งสอง เป็นตำแหน่งจุด D

12) ลากเส้น AD ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอาคาร วัดระยะ AD บนต้นร่าง แผนที่ แล้วเทียบกับมาตราส่วนคำนวณหาระยะจริง ถ้าระยะที่หาได้เท่ากับ 30.000 ม.หรือใกล้เคียงแสดงว่าการสำรวจและการขึ้นรูปต้นร่างแผนที่ถูกต้อง แต่ถ้าคลาดเคลื่อนมาก แสดงว่าการสำรวจหรือการขึ้นรูปร้นร่างแผนที่มีความผิดพลาด จะต้องทำการตรวจสอบการขึ้นรูป และ/หรือปฏิบัติการสำรวจใหม่

13) ถ้าตรวจสอบแล้วเห็นว่าระยะ AD ใช้ได้ ให้ขึ้นรูปแผนที่ต่อ เพื่อหาตำแหน่งของ จุด B และจุด C โดยการลากเส้น AB และ DC ให้ตั้งฉากกับเส้น AD (โดยปกติอาคารต่างๆจะมีมุมเป็นมุมฉาก ยกเว้นอาคารที่ออกแบบเป็นพิเศษ)

14) วัดระยะ AB และ DC ให้ยาว 9.000 ม. หรือ 1.80 ซม. จะได้ตำแหน่งของจุด B และจุด C ลากเส้น BC จะได้อาคาร ABCD ในรูปต้นร่างแผนที่

3.4.2 การขึ้นรูปแผนที่ด้วยวิธีระยะฉาก

1) พิจารณาข้อมูลจากสมุดสนาม และกำหนดขนาดของมาตราส่วน ในที่นี้ใช้ ตัวอย่างจากข้อ 3.3.5.2 รูปที่ 3.11 การจดสมุดสนามด้วยวิธีระยะฉากและใช้มาตราส่วน 1 : 500

2) ลากเส้นฐาน กข ยาว 50.000 ม. หรือ 10 ซม.

3) ขึ้นรูปเสาไฟ P ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดระยะบนเส้นฐาน ที่ลากไว้จากจุด ก 12.000 เมตร หรือ 2.40 ซม. ทำเครื่องหมายไว้เบาๆ

4) ลากเส้นตั้งฉากกับเส้น กข ให้ถูกทิศทางกับข้อมูลในสมุดสนาม(ทางด้านซ้าย) แล้ววัดระยะบนเส้นตั้งฉาก โดยเริ่มจากเส้นฐานออกไป 6.500 ม. หรือ 1.30 ซม. จะได้ตำแหน่งของเสาไฟ P เขียนสัญลักษณ์เสาไฟไว้บนต้นร่างแผนที่

5) การขึ้นรูปอาคาร ABCD วัดระยะบนเส้นฐาน จาก ก ไป 5.000 ม. หรือ 1.00 ซม. และ 30.000 ม. หรือ 6.00 ซม. แล้วทำเครื่องหมายไว้

6) ที่ระยะ 1.00 ซม. สร้างแนวเส้นตั้งฉากออกไปด้านขวาของเส้นฐาน และวัดระยะออกไป 3.000 ม. หรือ 0.60 ซม. จะได้ตำแหน่งของจุด A

7) ที่ระยะ 6.00 ซม. สร้างแนวตั้งฉากออกไปด้านขวาของเส้นฐานและวัดระยะออกไป 3.500 ม. หรือ 0.70 ซม. จะได้ตำแหน่งของจุด D

8) ลากเส้น AD แล้วจัดระยะ AD บนต้นร่างแผนที่ว่ายาวเท่าไร แล้วเทียบกับมาตราส่วนหาระยะจริง ตรวจสอบความยาวว่าใกล้เคียงกับ 25.000 ม. หรือไม่ ถ้าใกล้เคียงแสดงว่าการเก็บข้อมูลสนาม และการขึ้นรูปต้นร่างแผนที่ถูกต้อง แต่ถ้าคลาดเคลื่อนมาก จะต้องทำการตรวจสอบการขึ้นรูปต้นร่างแผนที่ หรือปฏิบัติสำรวจใหม่

9) สร้างแนวเส้น AB และ DC ให้ตั้งฉากกับเส้น AD วัดระยะ AB และDC ให้ยาว 2.00 ซม. จะได้ตำแหน่งของจุด B และ C ลากเส้น BC ก็จะได้ตำแหน่งของอาคาร ABCD บนต้นร่างแผนที่

สรุป

การสำรวจด้วยโซ่-เทป เป็นการสำรวจเพื่อทำแผนที่โดยใช้โซ่-เทป และอุปกรณ์ประกอบการวัดระยะเป็นเครื่องมือหลัก การสำรวจทำได้โดยการวัดระยะ โยงยึดเป็นรูปสามเหลี่ยมติดต่อกันไป ความละเอียดถูกต้องของการสำรวจขึ้นอยู่กับความละเอียดในการวัดระยะ การสำรวจด้วยโซ่-เทปจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อที่ รูปร่างและขอบเขตของแปลงที่ดิน

ใบงานที่ 3	
วิชา งานสำรวจ1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยโซ่-เทป**	**หน่วยที่ 3** **สอนครั้งที่ 5 - 7** **จำนวนคาบรวม 28**
ชื่องาน การสามเหลี่ยมและการขึ้นรูป	**จำนวนคาบ 12**

จุดประสงค์

1. สามารถกำหนดจุดสามเหลี่ยมเพื่อเก็บรายละเอียดได้
2. สามารถกำหนดมาตราส่วนและขึ้นรูปสามเหลี่ยมได้
3. เกิดทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1. เทป-โซ่
2. หลักเล็ง
3. ห่วงคะแนน
4. ค้อน-ตะปู
5. กระดาษปอนด์เขียนแบบ

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. กำหนดพื้นที่ปฏิบัติงาน
2. เดินกำหนดจุดของสามเหลี่ยมให้คลอบคลุมพื้นที่
3. วัดระยะเส้นฐาน-ด้านประกอบรูปสามเหลี่ยม-เส้นตรง
4. นำค่าที่ได้มาขึ้นรูปในกระดาษปอนด์มาตราส่วน 1:250

ข้อควรระวัง / ข้อแนะนำ

1. การกำหนดจุด จะต้องมองเห็นกัน
2. การขึ้นรูปจะต้องใช้วงเวียนช่วย
3. เมื่อขึ้นรูปแล้วใช้เส้นตรวจเช็คว่างานถูกต้องหรือไม่หากต่างกันมากให้ตรวจสอบการขึ้นรูปและระยะใหม่
4. มอบงานให้ น.ศ. สำรวจจัดทำผังบริเวณตามที่กำหนดให้

วัดผล

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. การใช้เครื่องมือ
3. ผลงานถูกต้อง เรียบร้อย

ใบผลการปฏิบัติงาน	
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 3**
หน่วยที่ 3 การสำรวจด้วยโซ่-เทป	
เรื่อง การสามเหลี่ยมและการขึ้นรูป	

ผลการปฏิบัติงาน

1. ความพร้อมของเครื่องมือ – อุปกรณ์ ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
2. การกำหนดพื้นที่ปฏิบัติงาน ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
3. การเดินกำหนดจุดของสามเหลี่ยมคลอบคลุมพื้นที่ ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
4. วัดระยะเส้นฐาน-ด้านประกอบรูปสามเหลี่ยม ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
5. การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์การวัดระยะ ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

บันทึก :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบประเมินผล					
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 3**				
หน่วยที่ 3 การสำรวจด้วยโซ่-เทป					
เรื่อง การสามเหลี่ยมและการขึ้นรูป	**จำนวน 12 คาบ**				
ชื่อผู้เรียน ..... **ชั้น ..... กลุ่ม .....**	**ระดับคะแนน**				**รวม**
รายการ	4	3	2	1	
1. การตรงต่อเวลา 2. การแต่งกาย 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ 4. การกำหนดพื้นที่ปฏิบัติงาน 5. การเดินกำหนดจุดของสามเหลี่ยม 6. วัดระยะเส้นฐาน-ด้านประกอบรูปสามเหลี่ยม 7. การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์การวัดระยะ 8. การเขียนรูปแผนที่ 9. การทำงานเป็นทีม 10. ตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน					
เวลาปฏิบัติงาน เริ่ม.....น. สิ้นสุด.....น. รวม.....นาที ได้คะแนน (10)					
รวมคะแนน					
ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)					

ใบงานที่ 4	
วิชา งานสำรวจ1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยโซ่-เทป**	**หน่วยที่ 3** **สอนครั้งที่ 5-7** **จำนวนคาบรวม 28**
ชื่องาน การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป	**จำนวนคาบ 12**

จุดประสงค์

1. สามารถเก็บรายละเอียดด้วยวิธี offset ได้
2. สามารถเก็บรายละเอียดด้วยวิธี tie line ได้
3. สามารถนำข้อมูลจากการเก็บรายละเอียดนำมาลงที่หมายในแผนที่ได้

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1.เทป-โซ่
2. ห่วงคะแนน
3. หลักเล็ง
4. กระดาษปอนด์เขียนแบบ
5. อุปกรณ์เขียนแบบ

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ขึงเทปตามแนวระหว่างหมุด หากมีเทปเพียงเส้นเดียว ให้เดินตามแนวดูจุดที่จะเก็บรายละเอียดก่อนแล้ววัดระยะทีหลังก็ได้

2. เก็บรายระเอียด ถาวรวัตถุทั้งหมดโดยวิธี

   ก. การ offset

   ข. การวัดระยะสกัด

   ค. การใช้ optical square

3. ใช้เส้นประกอบรูป สามเหลี่ยม เก็บรายละเอียดให้ทั่วบริเวณ หากเก็บไม่ทั่วถึงบริเวณให้สร้างเส้นสำรวจขึ้นเพิ่มเติม หรือใช้ถาวรวัตถุเก็บรายละเอียดต่อเนื่องได้

4. นำข้อมูลไป plot ในกระดาษปอนด์เขียนแบบ ที่ลงที่หมายหมุดโครงสามเหลี่ยมไว้แล้วตามมาตราส่วน

ข้อควรระวัง / ข้อแนะนำ

1. การหาตำแหน่งตั้งฉาก ให้ประมาณตำแหน่งด้วยสายตาก่อน จะช่วยให้การหาตำแหน่งตั้งฉากที่แท้จริงสะดวกขึ้น

2. การจดสมุดสนาม ควรเขียนภาพร่างให้คล้ายคลึงสภาพความเป็นจริงมอบงานให้ น.ศ. เก็บรายละเอียดจากใบงานที่ 4

วัดผล

1. ขั้นตอนการทำงาน – สมุดสนามถูกต้องเรียบร้อย

2. วัดขนาดของอาคาร ตรวจสอบข้อมูล

3. ความร่วมมือในการปฏิบัติงาน

ใบผลการปฏิบัติงาน	
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 4**
หน่วยที่ 3 การสำรวจด้วยโซ่-เทป	
เรื่อง การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป	

ผลการปฏิบัติงาน

1. ความพร้อมของเครื่องมือ – อุปกรณ์ ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

2. การเดินตามแนวดูจุดที่จะเก็บรายละเอียดก่อน ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

3. การเก็บรายระเอียด ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

4. การใช้เส้นประกอบรูป สามเหลี่ยม ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

5.การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์การวัดระยะ ☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

บันทึก :

……

……

……

……

……

……

ใบประเมินผล					
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 4**				
หน่วยที่ 3 การสำรวจด้วยโซ่-เทป					
เรื่อง การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทป	**จำนวน 8 คาบ**				
ชื่อผู้เรียน **……** **ชั้น …… กลุ่ม ……..**	**ระดับคะแนน**				**รวม**
รายการ	4	3	2	1	
1. การตรงต่อเวลา 2. การแต่งกาย 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ 4. การเก็บรายระเอียดด้วยวิธีระยะสกัด 5. การเก็บรายระเอียดด้วยวิธีระยะฉาก 6. การใช้เครื่องมือส่องฉาก 7. การจดสมุดสนาม 8. การเขียนแผนที่ 9. การทำงานเป็นทีม 10. ตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน					
เวลาปฏิบัติงาน เริ่ม……น. สิ้นสุด……น. รวม……นาที ได้คะแนน (10)					
รวมคะแนน					
ลงชื่อ……(ผู้ประเมิน)					

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

ตอนที่ 1 การสำรวจด้วยโซ่-เทป

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. การสำรวจด้วยโซ่ - เทป จะให้ข้อมูลประเภทใด
   ก. เนื้อที่ ข. ทิศทาง
   ค. ความสูง ง. ปริมาตร
2. การสำรวจด้วยโซ่ - เทป ควรใช้ในกรณีใด
   ก. พื้นที่กว้างขวาง ข. พื้นที่ราบโล่ง
   ค. ภูมิประเทศเป็นที่ลุ่ม ง. ที่ดินมีราคาสูง
3. วิธีการสำรวจด้วยโซ่ - เทป ข้อใดถูก
   ก. เดินสำรวจบริเวณ - กำหนดหมุด - วัดระยะ - เขียนภาพร่าง
   ข. เดินสำรวจบริเวณ - เขียนภาพร่าง - กำหนดหมุด - วัดระยะ
   ค. เดินสำรวจบริเวณ - เขียนภาพร่าง - วัดระยะ - กำหนดหมุด
   ง. เดินสำรวจบริเวณ - กำหนดหมุด - เขียนภาพร่าง - วัดระยะ
4. หมุดเพื่อทำการสำรวจด้วยโซ่ - เทป ควรมีคุณสมบัติอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด
   ก. อยู่ในแนวเส้นตรง ข. สร้างเส้นตั้งฉากได้ยาว
   ค. เส้นตรวจหนึ่งตรวจได้เฉพาะรูป ง. อยู่ที่มุมเขตที่ดิน
5. การหาแนวเส้นตั้งฉากควรใช้เครื่องมือใดจึงจะดีที่สุด
   ก. เครื่องส่องฉาก ข. อัตราส่วนสามเหลี่ยม 3 : 4 : 5
   ค. ฉากสามเหลี่ยม ง. กล้องวัดมุม
6. การจดข้อมูลสมุดสนามมีลักษณะใดสำคัญที่สุด
   ก. สะอาด ข. อ่านง่าย
   ค. ถูกต้อง ง. เรียบร้อย
7. การขึ้นรูปแผนที่หมายถึงอะไร
   ก. การนำข้อมูลการสำรวจมาเขียนเป็นรูปแผนที่
   ข. การกำหนดหมุดในพื้นดินเพื่อทำการสำรวจทำแผนที่
   ค. การเขียนภาพร่างรูปแผนที่
   ง. การเดินสำรวจบริเวณเพื่อทำแผนที่

8. การสำรวจด้วยโซ่ - เทป จะทราบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเมื่อใด

ก. เมื่อวัดระยะเส้นฐาน ข. เมื่อวัดระยะเส้นประกอบรูปสามเหลี่ยม

ค. เมื่อวัดระยะเส้นตรวจ ง. เมื่อขึ้นรูปแผนที่

9. การขึ้นรูปแผนที่ด้วยวิธีระยะสกัด ใช้เครื่องมืออะไรเป็นหลัก

ก. โซ่ - เทป ข. วงเวียน

ค. กระดาษ ดินสอ ง. หลักเล็งแนว

10. การขึ้นรูปแผนที่ด้วยวิธีระยะฉาก ใช้เครื่องมืออะไรเป็นหลัก

ก. โซ่ - เทป ข. เครื่องส่องฉาก

ค. กระดาษ ดินสอ ง. ไม้โปรแทรกเตอร์

<u>ตอนที่ 2</u> การสำรวจด้วยโซ่-เทป

จงตอบคำตอบต่อไปนี้

1. การสำรวจด้วยโซ่-เทป ควรใช้ในกรณีใด และมีหลักการสำรวจอย่างไร

_____

_____

_____

2. จงอธิบายขั้นตอน การสำรวจด้วยโซ่-เทปมาพอสังเขป

_____

_____

_____

3. ลักษณะของหมุดที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ทำการสำรวจด้วยโซ่-เทป ควรมีลักษณะอย่างไร

_____

_____

_____

4. การเก็บรายละเอียดด้วยโซ่-เทปมีกี่วิธี แต่ละวิธีมีข้อดูและข้อเสียอย่างไร

_____

_____

_____

5. จงอธิบายหลักการขึ้นรูปแผนที่ จากการสำรวจด้วยโซ่-เทป ด้วยวิธีระยะสกัด และวิธีระยะฉากมาพอสังเขป

_____

_____

_____

หน่วยที่ 4
การสำรวจด้วยเข็มทิศ
(Compass Survey)

หัวข้อเรื่อง

4.1 ความหมายของการสำรวจด้วยเข็มทิศ

4.2 ชนิดของเข็มทิศ

4.3 ทิศและมุม

4.4 การสำรวจด้วยเข็มทิศ

4.5 การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ

ใบงานที่ 4 การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ

ใบงานที่ 5 การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ

สาระสำคัญ

1. การสำรวจด้วยเข็มทิศ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดทิศทาง หรือแนวทางของเส้นตรงใดๆ โดยนับเนื่องจากแนวทิศเหนือแม่เหล็กเป็นสำคัญ

2. เข็มทิศมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีลักษณะ และส่วนปะกอบที่สำคัญคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันก็เพียงรูปร่างลักษณะ และความสะดวกในการใช้งานเท่านั้น

3. การปฏิบัติงานสำรวจ จะมีการกำหนดแนวอ้างอิง เพื่อใช้ในการกำหนดทิศทางของเส้นสำรวจ หรือตำแหน่งของสิ่งใดๆ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานสำรวจ จึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องทิศและมุม

4. การสำรวจด้วยเข็มทิศเพื่อทำวงรอบด้วยเข็มทิศ การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ การขึ้นรูปวงรอบเข็มทิศ และการลงที่หมายรายละเอียด

จุดประสงค์การเรียนการสอน (สมรรถนะการเรียนรู้)

1. บอกความหมายของการสำรวจด้วยเข็มทิศได้

2. บอกลักษณะเข็มทิศชนิดต่างๆได้

3. อธิบายระบบทิศและมุมได้

4. ทำวงรอบและเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศได้

5. ขึ้นรูปแผนที่ (Plotting) วงรอบเข็มทิศได้

6. ลงที่หมายรายละเอียดวงรอบได้

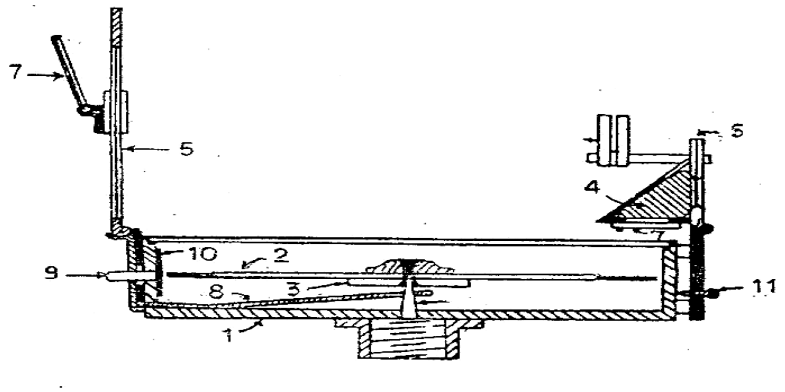
4.1 ความหมายของการสำรวจด้วยเข็มทิศ

เข็มทิศในความหมายทั่วไป หมายถึง เครื่องชี้บอกทิศที่มีเข็มแม่เหล็ก ปลายข้างหนึ่งชี้ไปทางทิศเหนือเสมอ แต่ในวิชาการสำรวจ จะมีความหมายกว้างกว่า การสำรวจด้วยเข็มทิศจะหมายถึงเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดทิศทาง หรือแนวทางของเส้นตรงใดๆ โดยนับเนื่องจากแนวทิศเหนือแม่เหล็กเป็นสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากความมุ่งหมายของการใช้เข็มทิศ แตกต่างกัน ซึ่งในงานทั่วๆไป จะใช้เข็มทิศ เพื่อหาแนวทิศเหนือเท่านั้น แต่ในการสำรวจจะอาศัยเข็มทิศ เพื่อหาทิศทางของแนวเส้น หรือทิศทางของจุดต่างๆ นับเนื่องจากแนวทิศเหนือ แล้วนำข้อมูลมาจัดทำเป็นแผนที่ แผนผัง หรือแบบแปลนต่างๆ โดยใช้เข็มทิศเป็นเครื่องมือหลักในการปฏิบัติงาน

4.2 ชนิดของเข็มทิศ

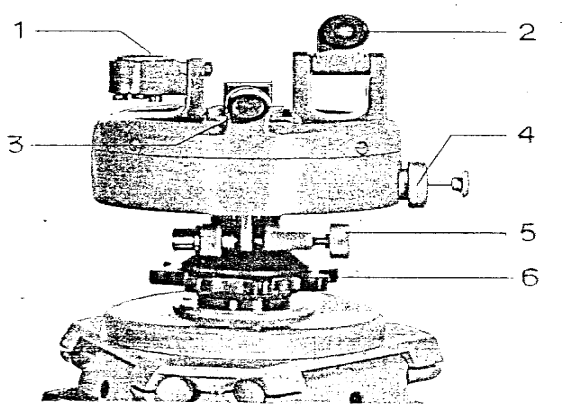
เข็มทิศมีหลายชนิด จะมีลักษณะและส่วนประกอบที่สำคัญ คล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันก็เพียงรูปร่างลักษณะ และความสะดวกในการใช้งานเท่านั้น เข็มทิศอาจแบ่งออกได้หลายชนิดดังนี้

4.2.1 ตลับเข็มทิศ ตลับเข็มทิศเป็นเข็มทิศ ที่ใช้ในงานสำรวจแบบหนึ่ง มีลักษณะเป็นตลับกลม ภายในตัวเรือนจะมีเข็มทิศและจานองศา ใช้ระบบปริซึมในการอ่านค่าจานองศา มีทั้งแบบที่อ่านค่าจากจานองศาหน้าเดียว (Single Image) และแบบที่อ่านค่าจากจานองศา ที่อยู่ตรงกันข้ามสองหน้า (Double Image) เวลาใช้จะติดตั้งบนสามขา ตลับเข็มทิศมีทั้งแบบที่ใช้ก้านเล็ง และแบบที่เป็นกล้องส่อง



รูปที่ 4.1 แสดงตลับเข็มทิศ

1. ตัวตลับเข็มทิศ
2. จานองศา
3. เข็มทิศ
4. ปริซึม
5. สายใย
6. ช่องตามอง
7. กระจกสะท้อนแสง
8. คานล็อคและปล่อยเข็มทิศ
9. ปุ่มหยุด
10. ขอบยึด
11. ปุ่มโฟกัส



รูปที่ 4.2 แสดงเข็มทิศจานองศาสองหน้า

1. ระดับฟองกลม
2. กล้องส่อง
3. ช่องอ่านค่าองศา
4. ควงบังคับทางราบ
5. ควงสัมผัสทางราบ
6. ควงยึดข้อต่อและตั้งระดับ

4.2.2 กล้องเข็มทิศ (Compass Theodolite) เป็นกล้องที่มีรูปร่างลักษณะภายนอกเหมือนกับกล้องวัดมุม แต่ส่วนประกอบสำคัญ ที่ใช้ในการกำหนดทิศทางเป็นเข็มทิศ มุมที่วัดได้จึงเป็นมุมที่นับเนื่องจากทิศเหนือ กล้องเข็มทิศบางยี่ห้อ เช่น Wild o สามารถอ่านค่าองศา ได้โดยตรงถึง 1 ลิปดา ซึ่งค่าที่มีความละเอียดพอสมควร จึงสามารถนำไปใช้ในงานสำรวจ ทำแผนที่เฉพาะแปลง การวางแนวถนน ทางรถไฟ ท่อระบายน้ำได้

รูปที่ 4.3 แสดงกล้องเข็มทิศ

4.2.3 เข็มทิศช่างสำรวจ (The Surveyor's Compass) เข็มทิศช่างสำรวจ เป็นเข็มทิศที่นิยมใช้ในงานสำรวจขั้นมูลฐาน หรือทำแผนที่บริเวณเนินเขาสูงๆต่ำๆสามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว ค่าจานองศาราบและจานองศาดิ่ง อ่านได้ละเอียดประมาณ 1 องศา เข็มทิศช่างสำรวจมีลักษณะดังนี้

รูปที่ 4.4 แสดงเข็มทิศช่างสำรวจ

4.2.4 เข็มทิศชนิดอื่นๆ นอกจากเข็มทิศที่กล่าวมาแล้ว ยังมีเข็มทิศชนิดอื่นๆ ซึ่งใช้ในงานประเภทต่างๆ อีกหลายแบบ ดังนี้

4.2.4.1 เข็มทิศบรูนตัน (Brunton Compass) เป็นเข็มทิศแบบพกพา มีเป้าเล็งและมีระดับฟองกลม เพื่อประมาณให้เข็มทิศได้ระดับ ใช้ในงานสำรวจเบื้องต้นหรืองานทั่วๆไป เช่น งานทางธรณีวิทยา เป็นต้น เข็มทิศแบบนี้ บางยี่ห้อและบางรุ่น มีเครื่องอ่านเศษมาตร์ ช่วยให้การอ่านค่าเข็มทิศละเอียดขึ้น

รูปที่ 4.5 แสดงเข็มทิศบรูนตัน

4.2.4.2 เข็มทิศตลับ (Compass Box) เป็นเข็มทิศพกพาอีกแบบหนึ่ง ที่มีเป้าเล็ง ใช้ในงานสำรวจเบื้องต้นหรือการหาทิศทางโดยประมาณ

รูปที่ 4.6 แสดงเข็มทิศตลับ

4.2.4.3 เข็มทิศราง (Trough Compass) เป็นเข็มทิศแบบสี่เหลี่ยม ใช้สำหรับหาแนวทิศเหนือ – ใต้ นิยมใช้ในงานสำรวจด้วยโต๊ะแผนที่ เพื่อจัดทิศทางของโต๊ะแผนที่ให้อยู่ในแนว เหนือ -ใต้

รูปที่ 4.7 แสดงเข็มทิศราง

4.2.4.4 เข็มทิศประกอบกล้องวัดมุม เป็นเข็มทิศเหนือของกล้องวัดมุม เป็นเข็มทิศแบบวงกลม (Circular Compass) หรือแบบหลอด (Tubular Compass) ใช้ในการกำหนดแนวทิศเหนือของกล้องวัดมุมเพื่อวัดค่าภาคของทิศทางหรือมุม

รูปที่ 4.8 แสดงเข็มทิศประกอบกล้องวัดมุม

4.3 ทิศและมุม

การปฏิบัติงานสำรวจจะมีการกำหนดแนวอ้างอิง เพื่อใช้ในการกำหนดทิศทางของเส้นสำรวจ หรือตำแหน่งของสิ่งใดๆดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานสำรวจ จึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องทิศและมุมพอสมควร

4.3.1 เส้นเมอริเดียน (Meridian Line) เส้นเมอริเดียน เป็นเส้นสมมุติที่กำหนดขึ้น เพื่อเป็นแนวอ้างอิง ในการกำหนดทิศทางของเส้นสำรวจ หรือเส้นตรงใดๆ ตลอดจนรายละเอียดและตำแหน่งของสิ่งต่างๆในการสำรวจ แผนที่ แผนผัง หรือแบบแปลนต่างๆ เส้นเมอริเดียนแบ่งได้เป็น 4 แบบ คือ

4.3.1.1 เส้นเมอริเดียนจริง (True meridian หรือAstronomical Meridian) เป็นเส้นรอบโลกที่กำหนดขึ้น โดยให้ผ่านขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ มีชื่อเรียกโดยเฉพาะว่าเส้นแวง (Longitude)

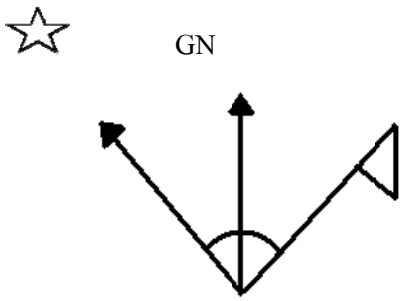
4.3.1.2 เส้นเมอริเดียนแม่เหล็ก (Magnetic Meridian) เป็นเส้นรอบโลกที่กำหนดขึ้นโดยให้ผ่านขั้วเหนือแม่เหล็ก และขั้วใต้แม่เหล็ก ตำแหน่งของขั้วเหนือและขั้วใต้แม่เหล็กนี้ มีการเปลี่ยนแปลง แนวของเส้นเมอริเดียนแม่เหล็ก จึงมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

4.3.1.3 เส้นเมอริเดียนแผนที่ (Grid Meridian) เป็นระบบของเส้นโครงที่ใช้ในการสร้างแผนที่แต่ละแบบ หรือเรียกว่าเส้นกริด เส้นเมอริเดียนแผนที่นี้ อาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง และเส้นแต่ละเส้น จะขนานกันหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นโครงแผนที่

4.3.1.4 เส้นเมอริเดียนสมมติ (Assumed Meridian) เป็นเส้นที่กำหนดขึ้น โดยเลือกเอาแนวเส้นใดๆ ที่มีลักษณะถาวรและเหมาะสม เช่น แนวเส้นที่ชี้ไปยังยอดเจดีย์ หรือสิ่งก่อสร้างถาวรอื่นๆ ใช้เป็นเส้นอ้างอิงในการทำแผนที่ ของบริเวณเล็กๆ โดยไม่เกี่ยวโยงกับบริเวณอื่นใดและจะเป็นแผนที่รูปลอย

4.3.2 ทิศเหนือ ทิศเหนือ เป็นทิศทางที่นิยมใช้เป็นแนวอ้างอิง ในการทำแผนที่ แนวทิศเหนือของตำแหน่งใดๆ จะเป็นแนวที่ทับหรือขนานกับเส้นเมอริเดียน ที่ผ่านจุดนั้น ทิศเหนือจึงแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ตามชนิดของเส้นเมอริเดียนดังนี้

4.3.2.1 ทิศเหนือจริง (True North) เป็นแนวที่ชี้ไปยังขั้วโลกเหนือ ซึ่งเป็นแนวที่คง ที่ การหาทิศทางเหนือจริง ทำได้โดยการสำรวจทางดาราสตร์ หรือการใช้เครื่องมือพิเศษ เช่น Gyro-attachment ทิศเหนือจริงจะแสดงด้วยสัญลักษณ์รูปดาว



รูปที่ 4.9 แสดงสัญลักษณ์ของทิศ

4.3.2.2 ทิศเหนือแม่เหล็ก (Magnetic North) เป็นแนวที่ชี้ไปยังขั้วเหนือแม่เหล็ก ถ้าตำแหน่งขั้วเหนือของแม่เหล็กโลกเปลี่ยนแปลง แนวทิศเหนือแม่เหล็กก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย การหาทิศเหนือแม่เหล็ก ทำได้โดยใช้เข็มทิศ ทิศเหนือแม่เหล็กจะแสดงด้วยสัญลักษณ์ รูปลูกศรครึ่งซีก

4.3.2.3 ทิศเหนือกริด (Grid North) เป็นเส้นที่แสดงแนวที่ขนาน กับเส้นกริดที่ผ่าน ณ ตำแหน่งนั้น สัญลักษณ์ของทิศเหนือกริดใช้อักษร GN

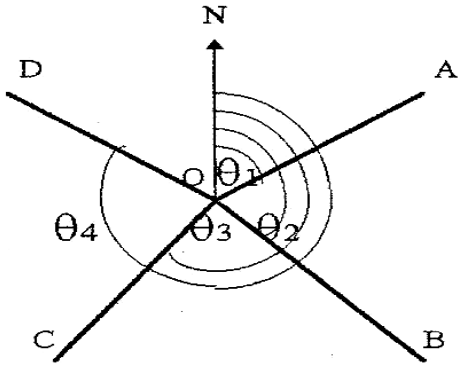
4.3.2.4 ทิศเหนือสมมุติ (Arbitrary North) เป็นแนวทิศเหนือที่กำหนดขึ้น โดยเลือกแนวเส้นตรงใดๆ ที่ชี้ไปยังถาวรวัตถุ ใช้ในการทำแผนที่บริเวณเล็กๆ ที่ไม่ต้องการความละเอียดมาก

4.3.3. มุมทิศ มุมทิศ หมายถึง ทิศทางของเส้นสำรวจหรือเส้นตรงใดๆที่ทำกับเส้นเมอริเดียน มุมราบที่เกิดขึ้น ระหว่างเส้นสำรวจและเส้นเมอริเดียนนี้ เรียกว่า มุมทิศ ดังนั้นมุมทิศจึงมีหลายแบบ ตามแบบของเส้นเมอริเดียน ดังนี้

1) มุมทิศจริง คือ มุมราบระหว่างเส้นเมอริเดียนจริงกับเส้นสำรวจ
2) มุมทิศแม่เหล็ก คือ มุมราบระหว่างเส้นเมอริเดียนแม่เหล็กกับเส้นสำรวจ
3) มุมทิศกริด คือ มุมราบระหว่างเส้นเมอริเดียนแผนที่กับเส้นสำรวจ
4) มุมทิศสมมุติ คือ มุมราบระหว่างเส้นเมอริเดียนสมมุติกับเส้นสำรวจ

4.3.4 ระบบของมุมทิศ มุมทิศแบ่งเป็น 2 ระบบคือ

4.3.4.1 ระบบมุมทิศวงกลม (The Whole Circle Bearing System) หมายถึง ค่าของมุมราบที่นับจากแนวเส้นสำรวจ ระบบมุมทิศวงกลมนี้เรียกโดยทั่วไปว่า **ภาคของทิศ (Azimuth)**



รูปที่ 4.10 แสดงภาคของทิศ

ตามรูป

ภาคของทิศ OA = θ_1

ภาคของทิศ OB = θ_2

ภาคของทิศ OC = θ_3

ภาคของทิศ OD = θ_4

ดังนั้น ภาคของทิศจะมีค่าระหว่าง 0 องศา ถึง 360 องศา

ภาคของทิศจึงแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ตามแบบของเส้นเมอริเดียน คือ

1) ภาคของทิศจริง (True Azimuth)

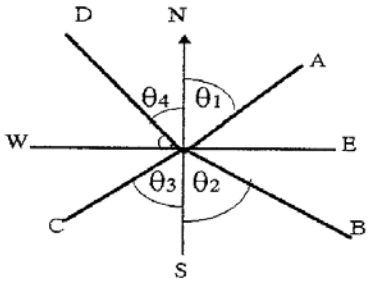
2) ภาคของทิศแม่เหล็ก (Magnetic Azimuth)

3) ภาคของทิศแผนที่ (Grid Azmuth)

4) ภาคของทิศสมมุติ (Assumed Azmuth)

ในงานสำรวจทางดาราสตร์ นิยมใช้ค่าภาคของทิศที่นับเนื่องจากทิศใต้

4.3.4.2 ระบบมุมทิศเสี้ยว (The Quadrental Bearing System หรือ Reduced -Bearing) หมายถึง ค่ามุมราบที่นับออกจากทิศเหนือ หรือทิศใต้ ไปทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกจนถึงแนวเส้นสำรวจ หรือเรียกกันว่า **มุมทิศแบริ่ง (Bearing)**



รูปที่ 4.11 แสดงมุมทิศ

ตามรูป

มุมทิศ OA = Nθ1E

มุมทิศ OB = Sθ2 E

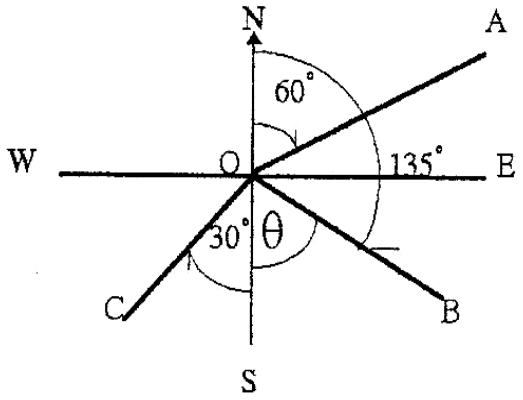
มุมทิศ OC = Sθ3 W

มุมทิศ OD = Nθ4 W

ดังนั้น มุมทิศจะต้องมีอักษรแสดงทิศกำกับและมีค่าไม่เกิน 90 องศา

4.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างภาคของทิศและมุมทิศ

เมื่อรู้ค่าภาคของทิศก็จะคำนวณหาค่ามุมทิศได้และถ้ารู้ค่ามุมทิศก็สามารถคำนวณหาภาคของทิศได้ เมื่อพิจารณาดูรูปข้างล่าง



รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ของภาคของทิศและมุมทิศ

จากรูป ภาคของทิศ OA = 60°

มุมทิศ OA = N60° E

ภาคของทิศ OB = 135°

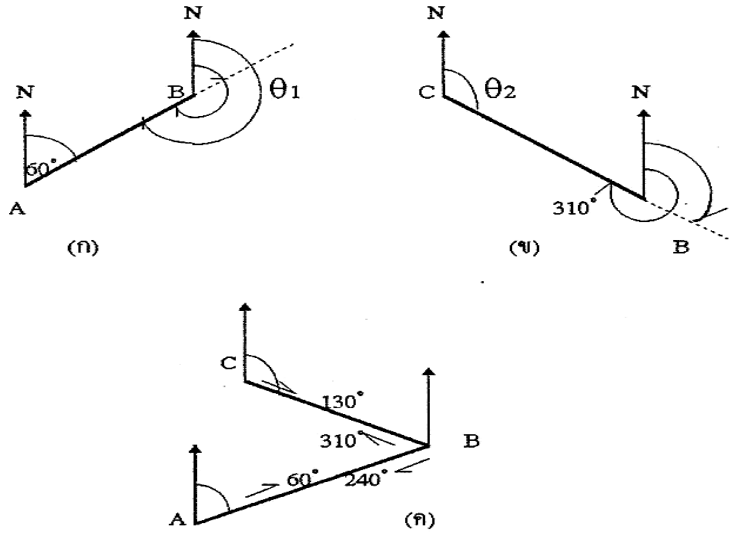
ดังนั้น θ = 180° - 135° = 45°

มุมทิศ OB = S45° E

มุมทิศ OC = S30° W

ภาคของทิศ OC = 180° + 30° = 210°

4.3.6 ภาคของทิศไป และภาคของทิศกลับ



รูปที่ 4.13 แสดงภาคของทิศไป และ ภาคของทิศกลับ

จากรูป (ก) เมื่อพิจารณาที่จุด A ภาคของทิศของเส้นตรง AB จาก A ไป B จะมีค่า 60° ส่วนภาคของทิศกลับจาก B มา A หรือ θ_1

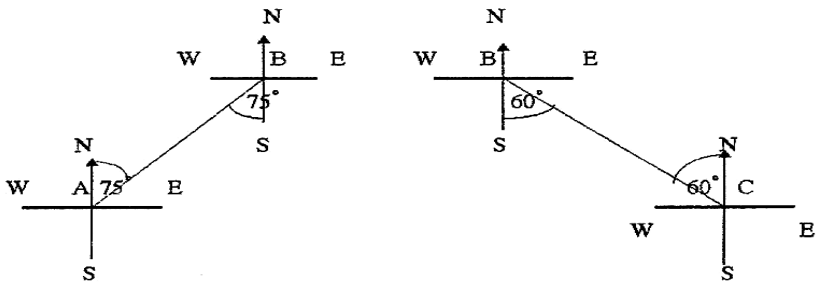
จะมีค่า = 60°+180° = 240°

จากรูป (ข) เมื่อพิจารณาที่จุด B ภาคของทิศจาก B ไป C = 310° ส่วนภาคของทิศกลับจาก C มา B หรือ θ_2

จะมีค่า = 310° - 180° = 130°

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าภาคของทิศ ของเส้นตรงเดียวกันแต่ทิศทางตรงกันข้าม จะมีค่าต่างกัน 180° ดังรูป (ค)

4.3.7 มุมทิศไปและมุมทิศกลับ หาได้ดังนี้



รูปที่ 4.14 แสดงมุมทิศไปและมุมทิศกลับ

จากรูป (ก) มุมทิศของเส้นตรง AB จาก A ไป B มีค่าเป็น N75°E ส่วนมุมทิศกลับจาก B มา A มีค่าเป็น S75° W

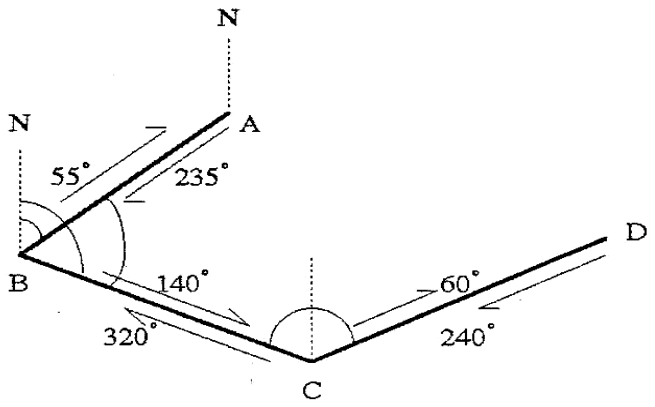
จากรูป (ข)

มุมทิศไป BC = S60° E

มุมทิศกลับ CB = N60° W

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า มุมทิศไปและมุมทิศกลับของเส้นตรงเดียวกัน มีค่าเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามดังแสดงในรูป (ค)

4.3.8 การหาค่ามุมจากภาคของทิศ เราสามารถหาค่ามุมจากภาคของทิศดังนี้



รูปที่ 4.15 การหาค่ามุมจากภาคของทิศ

4.3.8.1 หมุดหลังและหมุดหน้า การปฏิบัติงานสำรวจโดยทั่วไป โดยเฉพาะการทำวงรอบมักจะทำในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา จากรูป จะทำจากหมุด A ไปหมุด B หมุด C และหมุด D เมื่อพิจารณาที่หมุด A หมุด B จะเป็นหมุดหน้า เมื่อพิจารณาที่หมุด B หมุด A จะเป็นหมุดหลัง และหมุด C จะเป็นหมุดหน้าเมื่อพิจารณาที่หมุด C หมุด B จะเป็นหมุดหลังและหมุด D จะเป็นหมุดหน้า เมื่อพิจารณาที่หมุด D จะมีเฉพาะหมุด C เป็นหมุดหลังเท่านั้น

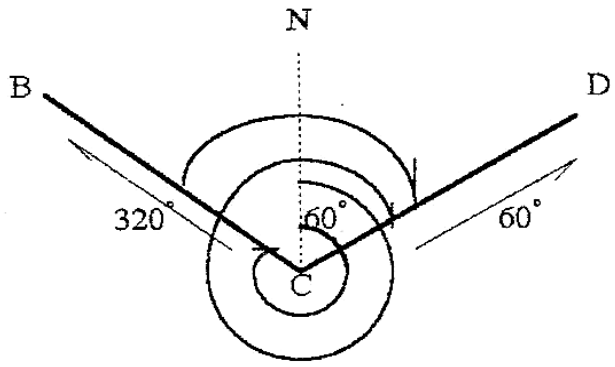
4.3.8.2 ภาคของทิศหลังและภาคของทิศหน้า การกำหนดภาคของทิศว่าจะเป็นภาคของทิศหลังหรือภาคของทิศหน้านั้น มีหลักการกำหนดเช่นเดียวกับการกำหนดหมุดหลังและหน้ากล่าวคือ ถ้าพิจารณาที่หมุด A จะมีเฉพาะภาคของทิศหน้า คือภาคของทิศจาก A ไป B ซึ่งมีค่า 235° เมื่อพิจารณาที่หมุด B จะมีภาคของทิศจาก B ไป A เป็นภาคของทิศหลังมีค่า 55° และมีภาคของทิศจาก B ไป C เป็นภาคของทิศหน้ามีค่า 140° เมื่อพิจารณาที่หมุด C ค่าภาคของทิศหลังเป็น 320° และค่าภาคของทิศหน้าเป็น 60 เมื่อพิจารณาที่หมุด D มีเฉพาะค่าภาคของทิศหลังเป็น 240

4.3.8.3 การคำนวณค่ามุม เมื่อพิจารณารูป 4.15 ถ้าต้องการหาค่ามุม ABC ก็ต้องเอาค่า 140° - 55° หรือเท่ากับ 85° นั้นคือค่ามุม ABC จะเท่ากับภาคของทิศหน้าลบด้วยภาคของทิศหลัง หรือสรุปในรูปสูตรได้ว่า

มุม = ภาคของทิศหน้า - ภาคของทิศหลัง

มุม ABC = 140° - 55° = 85°

กรณีที่ค่าภาคของทิศหน้าน้อยกว่าค่าภาคของทิศหลังจะต้องเอา 360° บวกกับภาคของทิศหน้าก่อน แล้วจึงลบด้วยค่าภาคของทิศหลัง ตัวอย่างเช่นการคำนวณหามุม BCD



รูปที่ 4.16 แสดงภาคของทิศหน้าน้อยกว่าภาคของทิศหลัง

เมื่อพิจารณารูป 4.16 จะเห็นได้ว่า

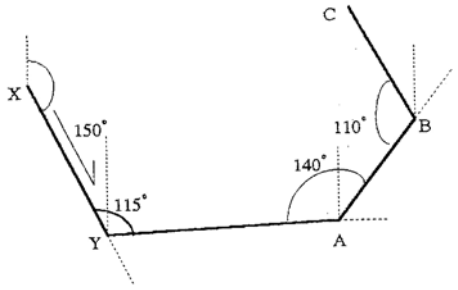
มุม BCD = (ภาคของทิศหน้า + 360) - ภาคของทิศหลัง

= (60 + 360) - 320

= 100

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ค่าของมุมใดๆจะเท่ากับภาคของทิศหน้า (+360) ลบด้วยภาคของทิศหลัง

4.3.9 การคำนวณภาคของทิศจากค่ามุม ค่าภาคของทิศของเส้นสำรวจ จะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าพิกัดทางราบ (แกน X) และค่าพิกัดทางตั้ง (แกน Y) ของหมุดปลายเส้นสำรวจแต่ละเส้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ค่าภาคของทิศ ของเส้นสำรวจเส้นแรก ซึ่งอาจเป็นเส้นสำรวจเดิมที่รู้ค่าภาคของทิศแล้ว หรือทำการวัดหาขึ้นใหม่ โดยการส่องวัดทางดาราสตร์ หรือหาค่าโดยประมาณจากเข็มทิศ ส่วนเส้นสำรวจต่อๆไป จะใช้วิธีคำนวณหาภาคของทิศ จากค่ามุมราบ ทั้งนี้เนื่องจากการวัดหาค่าภาคของทิศจริง ทำได้ค่อนข้างยาก และการวัดค่าภาคของทิศโดยใช้เข็มทิศนั้น อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก ในขณะที่การวัดมุมราบนั้น สามารถทำได้รวดเร็วและให้ค่าที่ถูกต้อง การคำนวณภาคของทิศจากค่ามุมทำดังนี้



รูปที่ 4.17 แสดงการหาภาคของทิศ YA

จากรูป XY เป็นเส้นสำรวจเดิมมี ค่าภาคของทิศ XY = 150 ต้องการหาภาคของทิศของเส้นสำรวจ YA, AB และ BC ค่ามุม XYA มุม YAB และมุม ABC ได้จากการส่องวัดด้วยกล้องวัดมุม

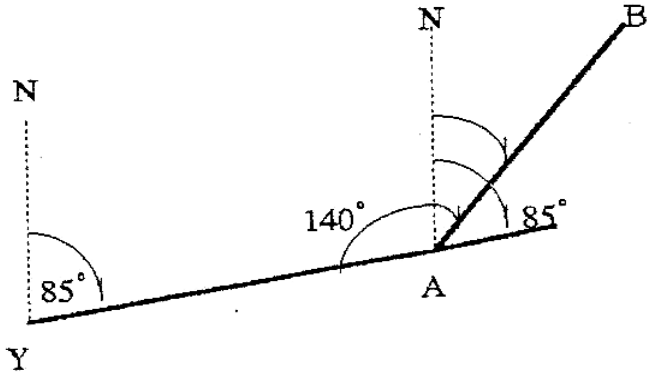
ภาคของทิศ YA = มุม XYA - (180 -150)

= 150 +มุม XYA - 180

= ภาคของทิศ XY + มุม XYA - 180°

= 150°+115 - 180

= 85



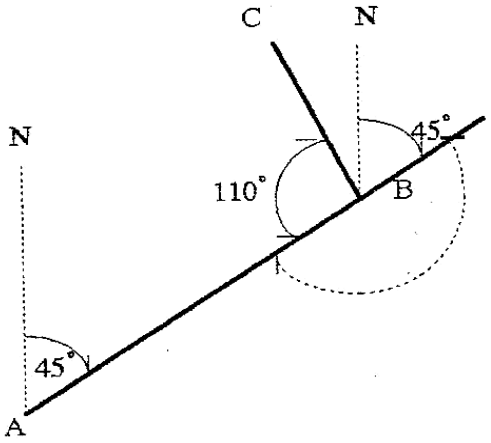
รูปที่ 4.18 แสดงการหาภาคของทิศ AB

จากรูป

ภาคของทิศ AB = 85 + 140 - 180

= ภาคของทิศ YA + มุม YAB - 180

= 45 องศา



รูปที่ 4.19 แสดงการหาภาคของทิศ BC

จากรูป

ภาคของทิศ BC = 45 + 110 + 180

= ภาคของทิศ AB + มุม ABC + 180

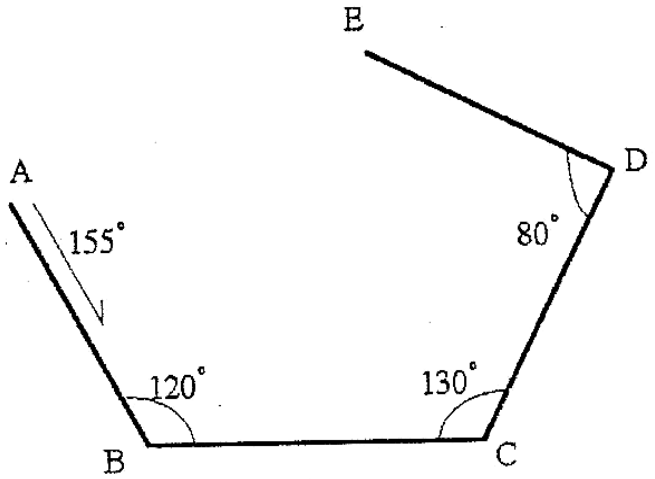
= 335 องศา

จากตัวอย่างการหาค่าภาคของทิศที่กล่าวแล้ว อาจสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

ภาคของทิศต่อไป = ภาคของทิศมา + มุม $\pm$ 180

ถ้าผลบวกของภาคของทิศมากับมุม มากกว่า 180 ให้เอา 180 มาลบออก แต่ถ้าผลบวกน้อยกว่า 180 ให้เอา 180 มาบวกเข้า

ตัวอย่าง จงหาภาคของทิศ DE



ภาคของทิศ

BC = ภาคของทิศ AB + มุม ABC $\pm$ 180

= 155 + 120 – 180

= 95 องศา

(155 + 120 มากกว่า 180 จึงนำค่า 180 มาลบออก)

ภาคของทิศ CD = ภาคของทิศ BC + มุม BCD $\pm$ 180

= 95 + 130 – 180

= 45 องศา

ภาคของทิศ DE = ภาคของทิศ CD + มุม CDE $\pm$ 180 องศา

= 45 + 80 + 180

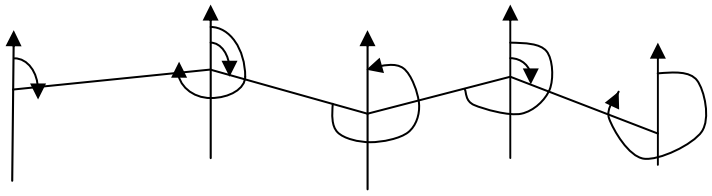
ภาคของทิศ DE = 305 องศา

4.4 การสำรวจด้วยเข็มทิศ (Traversing by Compass)

การสำรวจด้วยเข็มทิศประกอบด้วย การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ การขึ้นรูปวงรอบเข็มทิศ และการลงที่หมายรายละเอียด

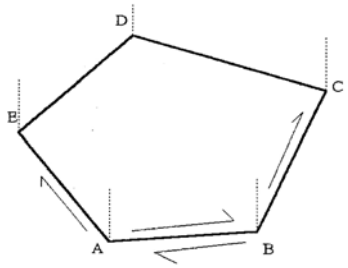
4.4.1 การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ เป็นวิธีหนึ่งในการกำหนดตำแหน่งจุดควบคุมทางราบ โดยการรังวัดค่ามุมไป และมุมย้อนของแนวเส้นตรงบนวงรอบติดต่อกันไปเรื่อยๆ ชนิดของวงรอบเข็มทิศแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ วงรอบเปิด(Open Traverse) และวงรอบปิด (Close Traverse) ดังนี้

4.4.1.1 การทำวงรอบเปิดด้วยเข็มทิศ เป็นการทำวงรอบที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด เป็นคนละสถานีกัน ที่สำคัญคือไม่ทราบพิกัดทั้งคู่ ในการสำรวจประกอบด้วยการวัดระยะทุกด้าน และการวัดมุมไปและมุมย้อนทุกสถานีประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้



รูปที่ 4.20 แสดงวงรอบเปิดด้วยเข็มทิศ

4.4.1.2 การทำวงรอบปิดด้วยเข็มทิศ (Close Traverse) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อยคือ วงรอบปิดแบบบรรจบตัวเอง และวงรอบปิดแบบเข้าบรรจบจุดที่ทราบค่าพิกัด ในหน่วยนี้จะเรียนรู้เฉพาะการทำวงรอบปิดแบบบรรจบตัวเอง มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้



รูปที่ 4.21 แสดงการสำรวจด้วยเข็มทิศ

1) ตั้งเข็มทิศที่หมุด A ตั้งสามขาทิ้งดิ่งที่หมุด E และหมุด B วัดภาคของทิศหลัง AE และภาคของทิศหน้า AB

2) ย้ายเข็มทิศไปตั้งที่หมุด B ตั้งสามขาทิ้งดิ่งที่หมุด A และหมุด C วัดภาคของทิศหลัง BA และภาคของทิศหน้า BC

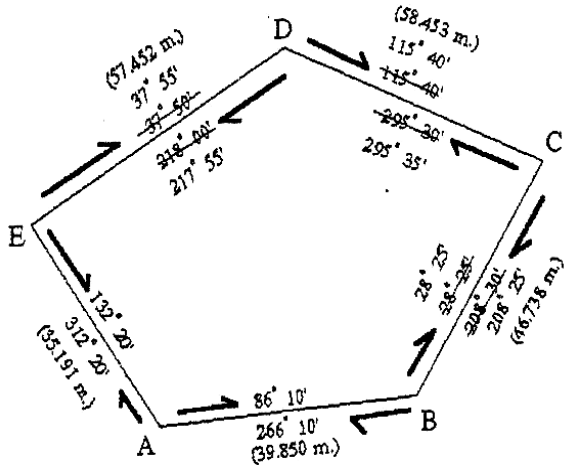
3) ต่อไปย้ายเข็มทิศไปตั้งที่หมุด C ตั้งสามขาทิ้งดิ่งที่หมุด A และหมุด E ทำการวัดภาคของทิศหลัง และภาคของทิศหน้าทุกหมุด

4) การจดสมุดสนาม ในการปฏิบัติงานสำรวจ จะมีข้อมูลต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจึงจำเป็นต้องมีการจดบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้ที่จะใช้ข้อมูล เช่น คนลงที่หมาย เข้าใจและใช้ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ในที่นี้ขอแนะนำตัวอย่างแบบฟอร์มการจดข้อมูล เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อและการปฏิบัติงานเท่านั้น

ตัวอย่างแบบฟอร์มสมุดสนามและข้อมูล

โครงการ..... หัวหน้ากลุ่ม.....ผู้ส่อง.....ผู้จด..... ผู้วัด ระยะ 1…….2……...						วันที่...../...../..... ลักษณะอากาศ..... .....
หมุด	ที่หมาย	ภาคของทิศ			ระยะ (เมตร)	แผนที่สังเขป
		°	'	"		
A	E	312	20	-		
	B	68	10	-	39.850	
B	A	266	10	-		
	C	28	20	-	46.738	
C	B	208	30	-		
	D	295	30	-	58.453	
D	C	115	40	-		
	E	218	00	-	57.452	
E	D	37	50	-		
	A	132	20	-	35.191	

4.4.1.3 การปรับแก้ค่าภาคของทิศ เมื่อวัดค่าภาคของทิศไปและภาคของทิศกลับของเส้นสำรวจทุกเส้นแล้ว จะต้องตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน โดยพิจารณาดูว่า ค่าภาคของทิศไปและค่าภาคของทิศกลับของเส้นสำรวจแต่ละเส้นแตกต่างกัน 180 หรือไม่ ถ้าแตกต่างกัน 180 พอดี แสดงว่าค่าภาคของทิศที่วัดมาถูกต้อง แต่ถ้าแตกต่างกันไม่ได้ 180 พอดี จะต้องทำการปรับแก้ค่าภาคของทิศของเส้นสำรวจนั้นๆ ให้แตกต่างกัน 180 เช่น



รูปที่ 4.22 แสดงการปรับแก้ค่าภาคของทิศ

จากรูปที่ 4.21 พิจารณาเส้นสำรวจ AB

ภาคของทิศ AB = 86 10′

ภาคของทิศ BA = 266 10′

ผลต่างภาคของทิศ = 180 00′ แสดงว่าภาคของทิศที่วัดมามีความถูกต้อง

พิจารณาเส้นสำรวจ BC

ภาคของทิศ BC = 28 20′

ภาคของทิศ CB = 208 30′

ผลต่างภาคของทิศ = 180 10′ แสดงว่าภาคของทิศที่วัดมามีความคลาด เคลื่อน 10 องศา จะต้องปรับแก้ค่าภาคของทิศที่วัดมาทั้งสองค่า ค่าละครึ่งหนึ่งของความคลาดเคลื่อน คือ5’ นำไป + และ – ออกจากค่าที่วัดมาทั้งสองค่า เพื่อให้ผลต่างได้ 180 พอดี ตามตัวอย่างผลต่างมากกว่า 180 ดังนั้น จึงต้องลบค่าภาคของทิศที่มากและบวกค่าภาคของทิศที่น้อย ค่าภาคของทิศที่ปรับแก้จะได้ดังนี้

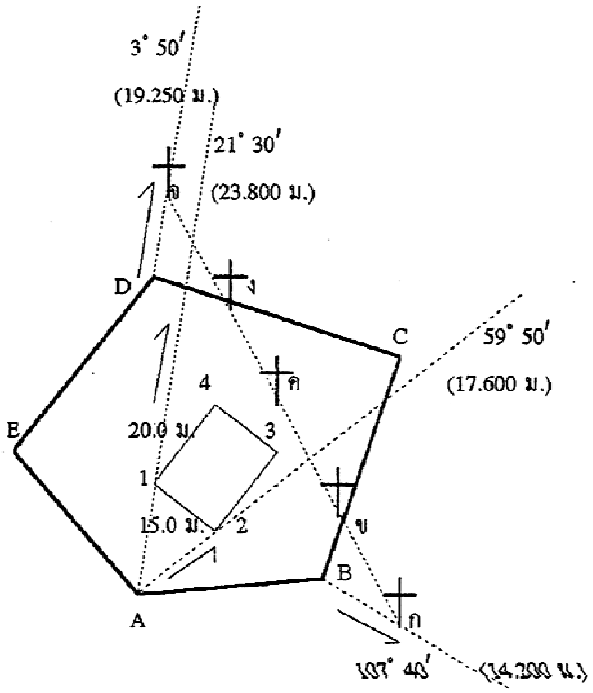
ภาคของทิศ BC = 28 25′

ภาคของทิศ CB = 208 25′

ส่วนค่าภาคของทิศของเส้นสำรวจอื่น ๆ ก็ตรวจสอบและปรับแก้โดยวิธีเดียวกัน

4.5 การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ

การเก็บรายละเอียดของภูมิประเทศจะทำต่อจากการสร้างหมุดบังคับแผนที่หรือการ-ทำวงรอบแล้ว เพราะจะต้องให้หมุดของวงรอบที่ทำไว้เป็นหลักอ้างอิงในการเก็บรายละเอียดและการลงที่หมายรายละเอียดในแผนที่ การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ จะใช้ค่าภาคของทิศประกอบ การวัดระยะพิจารณาตัวอย่างตามรูป



รูปที่ 4.23 แสดงการเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ

4.5.1 การเก็บรายละเอียดอาคาร

1) ตั้งเข็มทิศที่หมุด A วัดภาคของทิศจากหมุด A ไปยังมุมอาคาร 1 และ 2 สมมุติภาคของทิศ A – 1 = 21 30′ และ A – 2 = 21 50′

2) วัดระยะ A-1 และระยะ A–2 สมมุติให้เท่ากับ 23.810 เมตร และ 17.630 เมตร ตามลำดับ

3) วัดขนาดความกว้างและความยาวของอาคารทั้งสี่ด้าน สมมุติให้ด้านกว้าง 15.000 เมตร และด้านยาว 20.000 เมตร

4.5.2 การเก็บรายละเอียดเสาไฟ

1) ตรวจสอบแนวของเสาไฟก่อนว่าอยู่ในแนวเส้นตรงหรือไม่ ถ้าอยู่ในแนวเส้นตรง การเก็บรายละเอียดจะทำได้สะดวกขึ้น ในที่นี้สมมุติให้เสาไฟอยู่ในแนวเส้นตรง

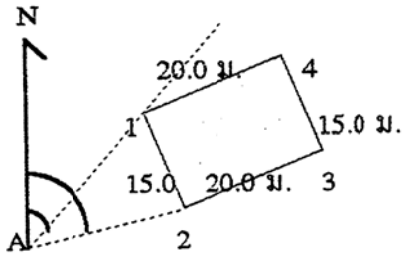
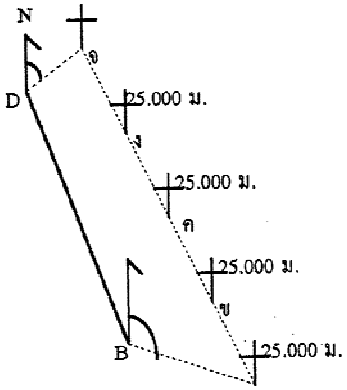
2) ตั้งเข็มทิศที่หมุด B วัดภาคของทิศจากหมุด B ไปเสาไฟ ก สมมุติได้ 107 40′และวัดระยะจากหมุด B ไปเสาไฟ ก สมมุติได้ 14.200 เมตร

3) ตั้งเข็มทิศที่หมุด D วัดภาคของทิศ D – จ สมมุติได้ 21 30′ และวัดระยะ D – จ สมมุติได้ 23.800 เมตร

4) วัดระยะระหว่างเสาไฟแต่ละต้น

ตัวอย่างการจดสมุดสนาม

โครงการ.....	วันที่...../...../.....
หัวหน้ากลุ่ม .....ผู้ส่อง.....ผู้จด.....	ลักษณะอากาศ.....
ผู้วัดระยะ 1……..……2……..……..	.....

หมุด	ที่หมาย	ภาคของทิศ			ระยะ (เมตร)	แผนที่สังเขป
		°	'	"		
A	1	21	30	-	23.800	
A	2	59	50	-	17.600	
B	ก	107	40	-	14.200	
D	จ	3	50	-	19.250	

4.5.3 การขึ้นรูปวงรอบเข็มทิศ

การนำข้อมูลจากการทำวงรอบเข็มทิศ มาเขียนเป็นรูปวงรอบบนกระดาษ ตามมาตราส่วนที่ต้องการ การขึ้นรูปวงรอบมีหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการขึ้นรูป โดยใช้ค่าภาคของทิศและระยะที่ได้จากการสำรวจ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของการสำรวจด้วยเข็มทิศ ซึ่งมีวิธีการขึ้นรูปดังนี้ (ใช้ข้อมูลจากรูป 4.22)

จัดเตรียมกระดาษอุปกรณ์เครื่องเขียน และกำหนดขนาดของมาตราส่วนที่จะใช้

4.5.3.1 กำหนดจุด A เป็นจุดแรก ขีดเส้นแสดงแนวทิศเหนือของจุด A เบาๆให้ขนาดกับขอบของกระดาษ กำหนดให้ทิศเหนืออยู่ด้านบน

4.5.3.2 ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดมุมภาคของทิศ AB จากแนวทิศเหนือเวียนตามเข็มนาฬิกาเป็นมุม 86 10′ ลากตามแนว AB เบาๆ

4.5.3.3 วัดระยะจากจุด A ไป B = 39.850 เมตร ตามขนาดของมาตราส่วนที่ใช้ จะได้ตำแหน่งของจุด B

4.5.3.4 ลากเส้นแสดงแนวทิศเหนือของจุด B ซึ่งจะต้องขนานกับแนวทิศเหนือของจุด A

4.5.3.5 กำหนดจุด C โดยใช้ค่าภาคของทิศ BC และระยะ BC ตามวิธีการเดิมที่ได้กล่าวแล้วในข้อ 4.5.3.2 - 4.5.3.3

จากนั้นลงที่หมายของจุด D และจุด E จนกระทั่งเข้าบรรจบหมุด A ถ้าข้อมูลจากการสำรวจถูกต้องและการขึ้นรูปเป็นไปอย่างประณีต วงรอบจะบรรจบพอดี แต่ตามปรกติแล้ว ในการสำรวจและการขึ้นรูปวงรอบ จะมีความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่ วงรอบจะไม่เข้าบรรจบพอดี ซึ่งจะต้องทำการแก้ไขปรับปรุงให้เข้าบรรจบต่อไป สำหรับในที่นี้เป็นการแนะนำการสำรวจด้วยเข็มทิศเบื้องต้นเท่านั้น จึงของผ่านเรื่องการปรับแก้วงรอบไปสำหรับผู้ที่สนใจจะศึกษาได้จากหนังสือวิชาการสำรวจทั่วไป

4.5.4 การลงที่หมายรายละเอียด

การลงที่หมายรายละเอียดจะใช้หมุดวงรอบเข็มทิศที่ลงที่หมายไว้แล้วเป็นหมุดอ้างอิงซึ่งมีวิธีการลงที่หมายรายละเอียดตามลักษณะของวิธีการสำรวจ ดังนี้

4.5.4.1 การลงที่หมายของอาคาร จะใช้หมุด A เป็นหลักใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดมุม 21 30′ และ 59 50′ จากแนวทิศเหนือ ก็จะได้แนว A-1 และ A-2 วัดระยะตามแนว A-1 ไป 23.800 เมตร และวัดระยะตามแนว A-2 ไป 17.600 เมตร ตามมาตราส่วนที่ใช้ในการลงที่หมายวงรอบ ก็จะได้ตำแหน่งของจุด 1 และจุด 2 ลากเส้น 1-2 จากจุด 1 และจุด 2 ลากเส้นตั้งฉากกับแนว 1-2 วัดตามระยะตามแนวเส้นตั้งฉากไปเส้นละ 20.000 เมตร ก็จะได้ตำแหน่งของจุด 3 และจุด 4 ซึ่งจะได้รูปอาคารในแผนที่

4.4.6.2 การลงที่หมายเลขเสาไฟ เริ่มที่จุด B ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดมุม 107 50′ กับแนวทิศเหนือ จะได้แนว B-ก วัดระยะตามแนว B-ก ไป 14,200 เมตร จะได้ตำแหน่งของเสาไฟ ก ที่จุด D ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดมุม 3 50′ กับแนวทิศเหนือ จะได้แนว D-จ วัดระยะตามแนว D-จ ไป 19.250 เมตร จะได้ตำแหน่งของเสาไฟ จ วัดระยะจากเสาไฟ ก ไปทุกๆ 25 เมตร จนถึง

เสาไฟ จ ก็จะได้ตำแหน่งของเสาไฟ ข ค และ ง เขียนสัญลักษณ์ของเสาไฟทุกต้น ตามตำแหน่งที่ได้หาไว้แล้ว ก็จะได้ตำแหน่งของเสาไฟ ที่สำรวจเก็บรายละเอียดมาทุกต้น

สรุป

การสำรวจด้วยเข็มทิศเป็นการปฏิบัติงานสำรวจ โดยใช้เข็มทิศเป็นเครื่องมือหาทิศทางของแนวเส้นสำรวจ โดยใช้ทิศเหนือเป็นแนวอ้างอิง ประกอบกับระยะทางที่จำเป็น

การอ้างอิงกำหนดทิศทางได้ 2 แบบคือ กำหนดในลักษณะของมุมทิศวงกลมหรือภาคของทิศและกำหนดในลักษณะของมุมทิศเสี้ยวหรือมุมทิศ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยเข็มทิศจะนำมาคำนวณและเขียนเป็นรูปแผนที่หรือแบบก่อสร้างต่างๆ การสำรวจด้วยเข็มทิศจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องเพียงใด ขึ้นอยู่กับชนิดของเข็มทิศ

ใบงานที่ 5	
วิชา งานสำรวจ 1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยเข็มทิศ**	**หน่วยที่ 5** **สอนครั้งที่ 10** **จำนวนคาบรวม 40**
ชื่องาน การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ	**จำนวนคาบ 4**

จุดประสงค์

1. สามารถกำหนดหมุดวงรอบเพื่อทำแผนที่ด้วยเข็มทิศได้
2. สามารถวัดมุมภาคของทิศแต่ละแนวเส้นวงรอบได้
3. สามารถคำนวณ หามุมภายในของหมุดวงรอบได้
4. เกิดทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ-วัสดุ-อุปกรณ์

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1. เข็มทิศสำรวจพร้อมขา
2. เทปวัดระยะ
3. สามขาพร้อมดิ่ง
4. หลักเล็งแนว
5. ห่วงคะแนน
6. ค้อนหงอน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เดินสำรวจบริเวณโดยรอบ
2. กำหนดตำแหน่งและสร้างหมุดโดยรอบ ABCD และ E รอบบริเวณที่ทำการสำรวจ ตำแหน่งของมุมต่างๆสามารถตั้งเข็มทิศได้ และวัดระยะระหว่างหมุดต่อหมุดได้ คือ AB, BC, CD, DE และEA จดค่าไว้ในสมุด
3. ตั้งเข็มทิศที่หมุด A ตั้งสามขาทิ้งดิ่งที่หมุด E และ B
4. หมุนเข็มทิศเล็งที่หมุด E อ่านค่าภาคของทิศจากเข็มทิศ แล้วจดไว้ในสมุดสนาม
5. หมุนเข็มทิศเล็งไปที่หมุด B อ่านค่าภาคของเข็มทิศจากเข็ม แล้วจดไว้ในสมุดสนาม
6. ย้ายเข็มทิศที่หมุด B ทิ้งสามขาที่หมุด A และ C วัดค่าของทิศ BA, BC
7. ทำนองเดียวกัน ย้ายไปตั่งที่ C, D, E วัดภาคของทิศของทุกๆแนว แล้วจดไว้ในสมุดสนาม

ข้อควรระวัง/ข้อแนะนำ

1. ควรทำวงรอบในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา
2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน สมุดสนามให้เป็นระเบียบ

มอบงาน

ให้ผู้เรียนทำวงรอบพื้นที่ที่กำหนดด้วยเข็มทิศ

วัดผล

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม
3. การจดสมุดสนาม

ใบผลการปฏิบัติงาน	
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 5**
หน่วยที่ 4 การสำรวจด้วยเข็มทิศ	
เรื่อง การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ	

ผลการปฏิบัติงาน

1. ความพร้อมของเครื่องมือ – อุปกรณ์	□ ใช้ได้
	□ ผิดพลาด
2. การใช้สัญญาณมือ	□ ใช้ได้
	□ ผิดพลาด
3. การปักห่วงคะแนน	□ ใช้ได้
	□ ผิดพลาด
4. การดึงโซ่ – เทปให้ตึงและได้ระดับ	□ ใช้ได้
	□ ผิดพลาด
5.การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์การวัดระยะ	□ ใช้ได้
	□ ผิดพลาด

บันทึก:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบประเมินผล					
เรื่อง การทำวงรอบด้วยเข็มทิศ	**จำนวน** 4 **คาบ**				
ชื่อผู้เรียน ..... **ชั้น** ..... **กลุ่ม**	**ระดับคะแนน**				**รวม**
รายการ	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. การตรงต่อเวลา 2. การแต่งกาย 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ 4. การออกแบบโค้งวงกลม 5. การคำนวณโค้งวงกลม 6. การวางโค้งวงกลมในสนาม 7. การตรวจสอบการวางโค้งวงกลม 8. การลงที่หมายแผนที่ของโค้งวงกลม 9. ความสะอาดในการปฏิบัติงาน 10. ตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน					
เวลาปฏิบัติงาน เริ่ม.....น. สิ้นสุด.....น. รวม.....นาที **ได้คะแนน(10)**					
รวมคะแนน					
ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)					

ใบงานที่ 6	
วิชา งานสำรวจ 1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยเข็มทิศ**	**หน่วยที่ 5** **สอนครั้งที่ 11-12** **จำนวนคาบรวม 48**
ชื่องาน การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ	**จำนวนคาบ 4**

จุดประสงค์

1. สามารถเก็บรายละเอียดโดยใช้ภาคของทิศ จากเข็มทิศได้
2. สามารถลงที่หมายรายละเอียดต่างๆในแผนที่ได้
3. เกิดทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1. เข็มทิศสำรวจพร้อมขา
2. เทปวัดระยะ
3. หลักเล็งแนว
4. ห่วงคะแนน
5. สามขาพร้อมดิ่ง 2
6. ร่มกันแดด
7. อุปกรณ์เครื่องเขียน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ตั้งเข็มทิศที่หมุด A ปักหลักไว้ที่มุมอาคาร 1 และ 2
2. วัดภาคของทิศที่หมุด A ไปยังหลักเล็งแนวที่ 1 และ 2
3. วัดระยะจากหมุด A ไปยัง 1 และ 2
4. วัดระยะกว้าง - ยาว ของอาคาร
5. ตั้งเข็มทิศที่หมุด B วัดภาคของทิศและระยะที่เสา ก
6. ตั้งเข็มทิศที่หมุด D วัดภาคของทิศและระยะที่เสา จ
7. วัดระยะห่างระหว่างเสาไฟฟ้าแต่ละต้น หรือ อาจจะเก็บโดยการเปิดภาคของทิศและระยะไปยังเสา ข ค ง เลยก็ได้
8. นำข้อมูลที่ได้ PLOT ลงในแบบตามใบงานที่ 8

ข้อควรระวัง/ข้อแนะนำ

1. การเก็บรายละเอียดต้องอ้างอิงจากหมุดเส้นฐานหรือหมุดดวงรอบที่ทำไว้แล้ว
2. ควรวัดขนาดของอาคาร
3. การเล็งแนวและวัดภาคของทิศต้องวางตำแหน่งที่ศูนย์กลางวัด

มอบงาน

ให้ผู้เรียน ลงที่หมายรายละเอียด ในใบงานที่ 8 โดยใช้ข้อมูลตามเส้นวงรอบเดิมและเก็บรายละเอียดที่บริเวณนั้น

วัดผล

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. ความร่วมมือในการปฏิบัติงาน
3. การจดสมุดสนาม

ใบผลการปฏิบัติงาน	
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 6**
หน่วยที่ 4 การสำรวจด้วยเข็มทิศ	
เรื่อง การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ	

ผลการปฏิบัติงาน

1. ความพร้อมของเครื่องมือ – อุปกรณ์	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด
2. การใช้สัญญาณมือ	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด
3. การปักห่วงคะแนน	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด
4. การดึงโซ่ – เทปให้ตึงและได้ระดับ	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด
5.การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์การวัดระยะ	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด

บันทึก:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบประเมินผล					
เรื่อง การวางโค้งวงกลม	**จำนวน 4 คาบ**				
ชื่อผู้เรียน ..... **ชั้น ..... กลุ่ม .....**	**ระดับคะแนน**				**รวม**
รายการ	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. การตรงต่อเวลา 2. การแต่งกาย 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ 4. การออกแบบโค้งวงกลม 5. การคำนวณโค้งวงกลม 6. การวางโค้งวงกลมในสนาม 7. การตรวจสอบการวางโค้งวงกลม 8. การลงที่หมายแผนที่ของโค้งวงกลม 9. ความสะอาดในการปฏิบัติงาน 10. ตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน					
เวลาปฏิบัติงาน เริ่ม.....น. สิ้นสุด.....น. รวม.....นาที ได้คะแนน(10)					
รวมคะแนน					
ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)					

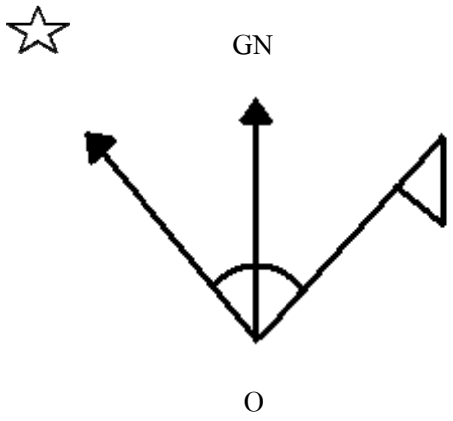
แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4

ตอนที่ 1 การสำรวจด้วยเข็มทิศ

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. เส้นเมอริเดียนที่ผ่านขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้คือ
   - ก. เส้นเมอริเดียนแม่เหล็ก
   - ข. เส้นเมอริเดียนสมมุติ
   - ค. เส้นเมอริเดียนแผนที่
   - ง. เส้นเมอริเดียนจริง
2. เส้นแสดงแนวทิศเหนือในแผนที่คือ
   - ก. เส้นเมอริเดียนแม่เหล็ก
   - ข. เส้นเมอริเดียนสมมุติ
   - ค. เส้นเมอริเดียนแผนที่
   - ง. เส้นเมอริเดียนจริง
3. การปฏิบัติงานสำรวจในสนามส่วนใหญ่ใช้ทิศเหนือชนิดใดเป็นหลักอ้างอิง
   - ก. ทิศเหนือแม่เหล็ก
   - ข. ทิศเหนือสมมุติ
   - ค. ทิศเหนือกริด
   - ง. ทิศเหนือจริง
4. ค่ามุมราบที่นับเนื่องจากเหนือหรือใต้ไปทางทิศตะวันออกหรือตะวันตก หมายถึง
   - ก. ภาคของทิศ
   - ข. มุมทิศ
   - ค. มุมเท
   - ง. มุมเยื้องข้างแม่เหล็ก
5. ทิศใต้มีค่ามุมทิศเท่าไร
   - ก. S 0 องศา
   - ข. 180 องศา S
   - ค. N 180 องศา S
   - ง. 180 องศา
6. เข็มทิศรางนิยมใช้กับการสำรวจด้วยวิธีอะไร
   - ก. สำรวจด้วยกล้องวัดมุม
   - ข. การสำรวจด้วยเข็มทิศ
   - ค. การสำรวจด้วยโต๊ะแผนที่
   - ง. การสำรวจด้วยโซ่ - เทป
7. เหตุใดที่ปลายข้างหนึ่งของเข็มทิศ จึงมีลวดหรือแผ่นโลหะติดอยู่
   - ก. เพื่อแก้ภาคของทิศ
   - ข. เพื่อแก้มุมทิศ
   - ค. เพื่อแก้มุมเท
   - ง. เพื่อแก้มุมเยื้องข้างแม่เหล็ก

จากรูปจงตอบคำถามข้อ 8 ถึงข้อ 10



8. ☆ มีความหมายถึง

ก. ทิศเหนือแม่เหล็ก ข. ทิศเหนือสมมุติ

ค. ทิศเหนือกริด ง. ทิศเหนือจริง

9. GN มีความหมายถึง

ก. ทิศเหนือแม่เหล็ก ข. ทิศเหนือสมมุติ

ค. ทิศเหนือกริด ง. ทิศเหนือจริง

10. มุม 0 หมายถึงมุม

ก. มุมทิศ ข. ภาคของทิศ

ค. ทิศเหนือกริด ง. ทิศเหนือจริง

<u>ตอนที่ 2</u> การสำรวจด้วยเข็มทิศ

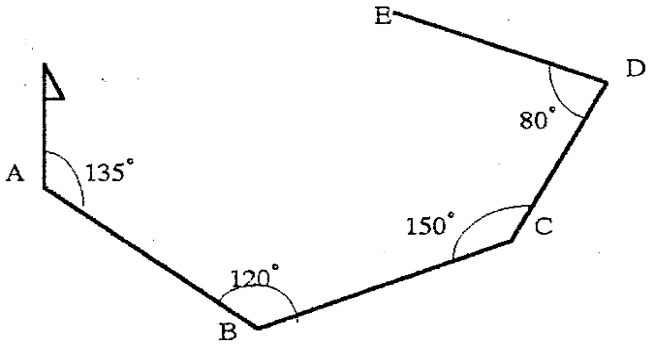
1. ภาคของทิศและมุมทิศหมายถึงอะไร และมีความแตกต่างกันอย่างไร

_____

_____

_____

2. ตามรูป จงคำนวณหาค่า ภาคของทิศ DE

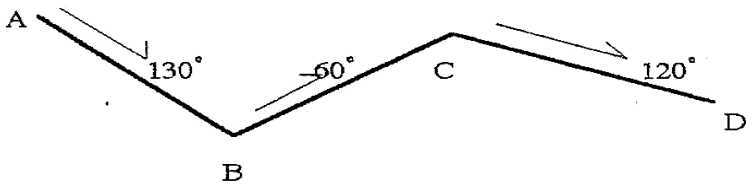


_____

_____

_____

3. จงคำนวณหาค่ามุม ABC และ BCD



_____

_____

_____

4. จงอธิบายหลักการสำรวจด้วยเข็มทิศตามหัวข้อต่อไปนี้

4.1 การทำวงรอบเข็มทิศ

4.2 การเก็บรายละเอียดด้วยเข็มทิศ

5. จงอธิบายหลักการขึ้นรูปแผนที่จากการสำรวจด้วยเข็มทิศ ตามหัวข้อดังนี้

5.1 การขึ้นรูปวงรอบเข็มทิศจากค่าภาคของทิศและระยะ

5.2 การลงที่หมายรายละเอียดจากค่าภาคของทิศและระยะ

บทที่ 5
การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม
(Transit Theodolite Survey)

หัวข้อเรื่อง

5.1 ความหมายของการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม
5.2 ชนิดของกล้องวัดมุม
5.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องวัดมุม
5.4 การใช้และการบำรุงรักษากล้องวัดมุม
5.5 การวัดมุมราบ
5.6 การวัดมุมดิ่ง
5.7 การเก็บรายละเอียดโดยใช้กล้องวัดมุม
5.8 การลงที่หมายแผนที่
ใบงานที่ 6 การตั้งกล้องวัดมุมให้ตรงจุด
ใบงานที่ 7 การรังวัดมุมราบ
ใบงานที่ 8 การรังวัดมุมดิ่ง
ใบงานที่ 9 การเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม

สาระสำคัญ

1. กล้องวัดมุม เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุมราบ มุมดิ่ง และสามารถใช้ในการวัดระยะทางราบ และระยะทางดิ่งหรือค่าความต่างระดับ ตลอดจนใช้ในการทำระดับอย่างประมาณได้ด้วย

2. ชนิดของกล้องวัดมุม ในที่นี้จะแบ่งชนิดของกล้องวัดมุม ตามลักษณะของเครื่องมือที่ใช้อ่านค่าจากกล้องชนิดนั้นๆ

3. ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องวัดมุม ผู้เรียนต้องปฏิบัติการเรียนรู้ส่วนประกอบที่สำคัญ กล้องวัดมุมส่วนมากมีส่วนประกอบและวิธีการใช้งานคล้ายกัน

4. การใช้และการบำรุงรักษากล้องวัดมุม กล้องวัดมุมมีกลไกที่ละเอียดอ่อน ประกอบกับมีราคาแพง ผู้ใช้จึงต้องศึกษาขั้นตอนการใช้งานอย่างละเอียด

5. การวัดมุมราบมีหลายวิธี ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการวัดมุมราบแบบวัดทิศทางและการวัดภาคของทิศ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนและการปฏิบัติงานต่อไป

6. การวัดมุมดิ่งเป็นค่ามุมที่อยู่ในพื้นดิ่ง โดยนับเนื่องจากเส้นราบ จึงประกอบด้วยมุมก้มและมุมเงย

7. การเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม ทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันคือ การวัดมุมและวัดระยะจากหมุดที่รู้ตำแหน่งและทิศทางแล้ว

8. การลงที่หมายแผนที่ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาเขียนเป็นรูปแผนที่ การขึ้นรูปแผนที่ ทำได้หลายวิธี ตามลักษณะของวิธีการเก็บรายละเอียด

5.1 ความหมายของการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม

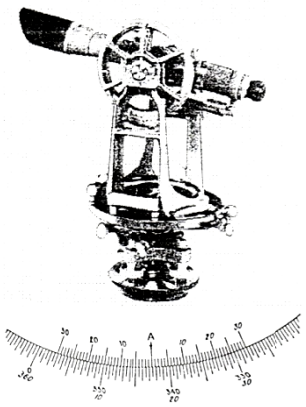
การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม หมายถึงการสำรวจเก็บข้อมูลเพื่อทำแผนที่หรือแบบแปลนต่างๆ รวมถึงการสำรวจเพื่อกำหนดแนวก่อสร้าง โดยใช้กล้องวัดมุมเป็นเครื่องมือหลัก ซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือสำรวจอื่นๆ ประกอบ เช่น โซ่-เทป และอุปกรณ์ เป็นต้น การสำรวจด้วยกล้องวัดมุมจะได้ข้อมูลที่มีความละเอียดถูกต้อง จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสำรวจกันโดยทั่วไป

5.2 ชนิดของกล้องวัดมุม

การแบ่งชนิดของกล้องวัดมุม ได้มีการแบ่งไว้หลายแบบด้วยกัน เช่น แบ่งตามลักษณะของเครื่องมือที่ใช้อ่านค่า แบ่งตามระบบการอ่าน และแบ่งตามลักษณะของการวัดมุม เป็นต้น การแบ่งดังกล่าวทำให้ผู้ที่เริ่มศึกษาเกี่ยวกับกล้องวัดมุมเกิดความสับสน ดังนั้นในที่นี้จะขอแบ่งชนิดของกล้องวัดมุมตามลักษณะของเครื่องมือที่ใช้อ่านค่าจากกล้องวัดมุม ซึ่งจะง่ายต่อการศึกษาและสอดคล้องกับการใช้งาน ดังต่อไปนี้

5.2.1 กล้องวัดมุมชนิดที่อ่านค่าโดยเครื่องอ่านเศษมาตร์หรือเวอร์เนีย (The Vernier Theodolite)

เป็นกล้องวัดมุมรุ่นเก่า มีน้ำหนักมาก ไม่สะดวกในการขนย้ายระหว่างปฏิบัติงาน การอ่านค่าองศา อ่านจากขีดส่วนแบ่งของจานองศาโดยตรง โดยใช้เครื่องอ่าน เศษมาตร์ ซึ่งอ่านค่อนข้างยาก และอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย กล้องแบบนี้ เช่น กล้อง Cooke และ Berker เป็นต้น กล้องชนิดนี้ในปัจจุบันไม่นิยมใช้หรือไม่ใช้กันเลย



รูปที่ 5.1 แสดงกล้องวัดมุมแบบเครื่องอ่านเศษมาตร์

5.2.2 กล้องวัดมุมชนิดที่อ่านค่าโดยใช้ระบบแสง (Optical Reading Theodolite)

เป็นกล้องวัดมุมที่อ่านค่าโดยให้แสงสะท้อนภาพขีดส่วนแบ่งของจานองศา ซึ่งอาจสะท้อนจากจานองศาหน้าเดียว (Single Image Reading) หรือสะท้อนจากจานองศาสองหน้า (Double Image Reading) การอ่านค่ามุมจะอ่านจากกล้องขยาย (Microscope) หรือ Micremeter ขยายขีดส่วนแบ่งองศาให้ใหญ่ขึ้น ช่วยให้การอ่านค่ามุมสะดวกและให้ความละเอียดถูกต้องสูง เช่น กล้อง Wile T16, Wile T2, Topcon T1-20, CarZeiss Jena The20 และ Sokkia เป็นต้น กล้องที่ใช้การอ่านระบบนี้ เป็นที่นิยมแพร่หลายมานาน แต่ในปัจจุบันเริ่มล้าสมัยและจะค่อยๆ หมดไป

รูปที่ 5.2 แสดงกล้องวัดมุมแบบอ่านค่าโดยระบบแสง

5.2.3 กล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Digital Theodolite หรือ Electronic Theodolite)

เป็นกล้องวัดมุมที่พัฒนาระบบการอ่านค่าจานองศา จากการอ่านโดยใช้ระบบแสงมาเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยค่าขององศาจะปรากฏเป็นตัวเลขบนจอภาพ ช่วยให้การอ่านค่าองศาเป็นไปโดยสะดวกและถูกต้อง จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน แต่กล้องประเภทนี้ค่อนข้างจะบอบบางและต้องใช้แบตเตอรี่ในการทำงาน ดังนั้นเมื่อใช้กล้องชนิดนี้จึงต้องใช้ความระมัดระวังให้มาก และควรมีแบตเตอรี่สำรองไว้เสมอ

รูปที่ 5.3 แสดงกล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์

5.2.4 กล้องประมวลผลรวม (Total Station)

เป็นกล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาให้มีคุณภาพสูงขึ้น สามารถใช้วัดมุมราบ มุมดิ่ง ระยะราบ ระยะดิ่ง การคำนวณค่าความสูงและค่าพิกัด มีระบบสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Field Book) หรือแผ่นการ์ด สามารถต่อเชื่อมโยงกับเครื่องคอมพิวเตอร์และพล๊อทเตอร์ (Plotter) สามารถเขียนแผนที่จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจโดยตรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะใช้กันอย่างกว้างขวางเพราะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจทำแผนที่

รูปที่ 5.4 แสดงกล้องประมวลผลรวม

5.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องวัดมุม

กล้องวัดมุมทุกชนิดมีส่วนประกอบที่สำคัญคล้ายกัน และมีวิธีการใช้งานแบบเดียวกัน ถ้าใช้กล้องชนิดใดชนิดหนึ่ง ก็จะสามารถใช้กล้องชนิดอื่นได้ นอกจากการใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกล้องประมวลผลรวมเท่านั้นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องวัดมุมที่ผู้ใช้ควรทราบมีดังนี้

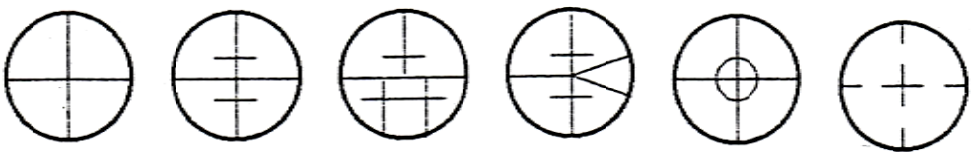
5.3.1 ตัวกล้องส่อง (Telescope)

ตัวกล้องส่องเป็นโลหะรูปทรงกระบอกกลวง ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และใช้ในการเล็งที่หมาย อุปกรณ์ที่สำคัญๆของตัวกล้องส่องประกอบด้วย

5.3.1.1 เลนส์ช่องตามอง (Telescope Eyepiece) ทำหน้าที่ ขยายภาพของสายใยกล้องและภาพของที่หมายช่วยให้ผู้ส่องกล้องมองเห็นสายใยและที่หมายได้ชัดเจน

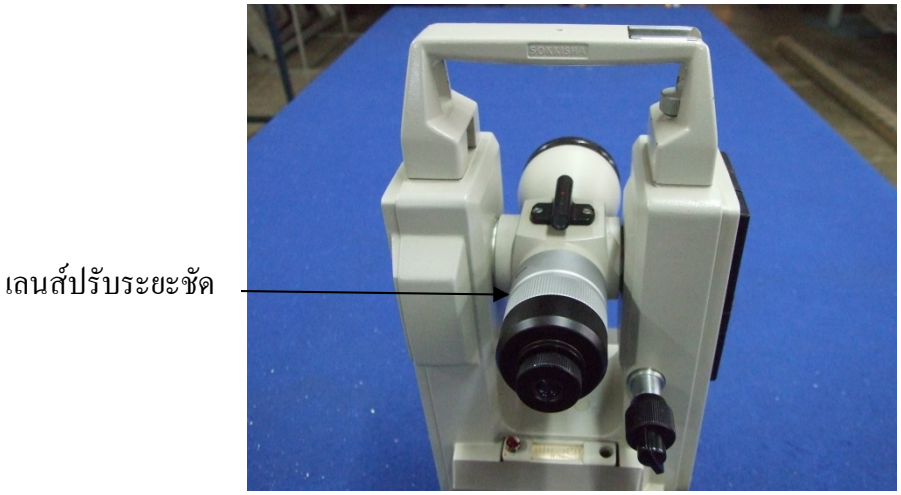
รูปที่ 5.5 แสดงเลนส์ช่องตามอง

5.3.1.2 สายใยกล้อง (Cross Hair หรือ Hair Line) ใช้เป็นที่หมายสำหรับส่องกล้องสายใยของกล้องจะต้องประกอบด้วยสายใยราบและสายใยดิ่งอย่างน้อย 2 เส้น ผู้ผลิตกล้องแต่ละยี่ห้ออาจทำรูปแบบของสายใยกล้องแตกต่างกันไปดังตัวอย่างตามรูป



รูปที่ 5.6 แสดงสายใยกล้องแบบต่างๆ

5.3.1.3 เลนส์ปรับระยะชัด (Focussing Lens) ใช้ปรับเพื่อส่องกล้องมองเห็นภาพของที่หมายได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 5.7 แสดงเลนส์ปรับระยะชัด

5.3.1.4 เลนส์ปากกล้อง (Objective Lens) มีหน้าที่รับภาพที่หมาย แล้วส่งไปยังเลนส์ปรับระยะชัด ภาพของที่หมายจะชัดเจนเพียงไรขึ้นอยู่กับคุณภาพของเลนส์ปากกล้อง

5.3.2 ระดับ (Level)

กล้องวัดมุมจะมีระดับเพื่อใช้ตั้งกล้องให้ได้ระดับอยู่ 2 แบบ คือ

5.3.2.1 ระดับฟองกลม (Circular Level) ใช้ในการตั้งกล้องให้ได้ระดับโดยประมาณเพื่อช่วยประกอบในการตั้งกล้องให้ตรงหมุด หรือก่อนที่จะตั้งกล้องให้ได้ระดับจริง กล้องวัดมุมบางชนิดอาจไม่มีระดับฟองกลม

รูปที่ 5.8 แสดงระดับฟองกลม

5.3.2.2 ระดับฟองยาว (Tubular Level) ใช้ในการตั้งกล้องให้ได้ระดับจริง ถ้ารัศมีความโค้งของหลอดระดับยิ่งมาก ฟองของหลอดระดับจะมีความไวมากขึ้น ช่วยให้การตั้งระดับของกล้องถูกต้องมากขึ้นด้วย ความไวของหลอดระดับบอกเป็นค่ามุมต่อระยะทางที่ฟองระดับเคลื่อนตัวไป เช่น 20″/ 2 มม. หมายถึงว่า ฟองระดับเคลื่อนตัวไป 2 มม.หรือ 1 ขีด บนหลอดระดับกล้องจะเอียง 20 ″ เป็นต้น

รูปที่ 5.9 แสดงระดับฟองยาว

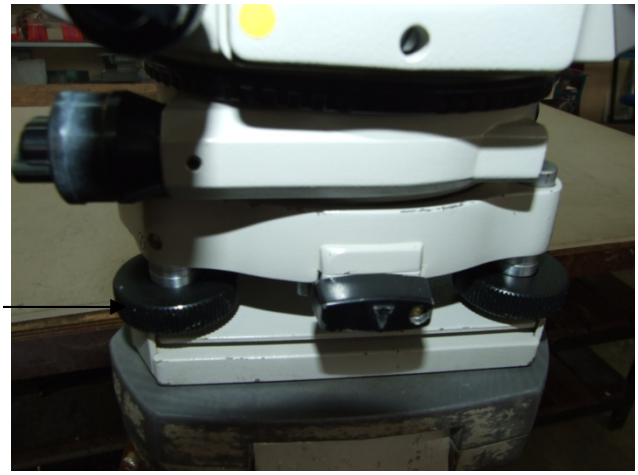
5.3.3 จานองศา (Circle)

จานองศาของกล้องวัดมุมจะมี 2 อันคือจานองศาราบและจานองศาดิ่ง ถ้าเป็นกล้องชนิดที่อ่านค่าด้วยเครื่องอ่านเศษมาตร์ จานองศาจะเป็นโลหะ ถ้าเป็นกล้องชนิดที่อ่านค่าด้วยระบบแสงจานองศาจะเป็นแก้ว ที่ทำการขีดแบ่งส่วนของจานองศาลงไปในเนื้อโลหะหรือแก้ว ขีดส่วนแบ่งนี้ไม่สามารถแบ่งได้โดยถูกต้องสม่ำเสมอเท่ากันหมด จึงมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขีดส่วนแบ่งของจานองศาแบ่งอยู่

สำหรับจานองศาจองกล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่านเป็นตัวเลขจากจอภาพและกล้องแบบประเมินผลรวม จานองศาเป็นแก้วและตัวองศาเป็นแถบรหัสซึ่งเรียกว่า Code Disks หรือ Glass Encoder Disk ทำให้ปัญหาในการแบ่งขีดส่วนแบ่งของจานองศาหมดไป

5.3.4 ควงตั้งระดับ (Level Screw หรือ Foot Screw)

เป็นควงที่ติดอยู่กับฐานกล้อง เพื่อใช้การตั้งกล้องให้ได้ระดับ กล้องวัดมุมในปัจจุบันจะมีคงตั้งระดับ 3 ตัว จึงนิยมเรียกว่าควง 3 เส้า แทนควงตั้งระดับ



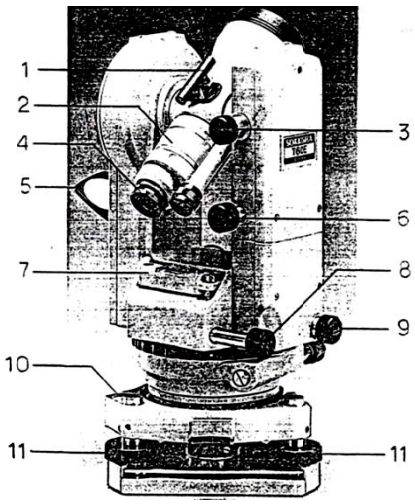
รูปที่ 5.10 แสดงควง 3 เส้าตั้งระดับ

5.3.5 ควงบังคับ (Clamp Screw)

เป็นควงสำหรับยึดตัวกล้องไม่ให้หมุน แบ่งได้เป็น 2 ระบบคือ

5.3.5.1 ควงบังคับทางราบ (Horizontal Clamp) ใช้สำหรับยึดกล้องไม่ให้หมุนทางราบ(รอบแกนดิ่ง) กล้องวัดมุมบางแบบมีควงบังคับทางราบ 2 ตัว คือ ควงบังคับตัวบน (Upper Clamp) และควงบังคับตัวล่าง (Lower Clamp) ถ้าหมุนปิดควงบังคับทั้งสองตัว จะหมุนกล้องไม่ได้ ถ้าเปิดควงบังคับตัวล่างและปิดควงบังคับตัวบน สามารถหมุนกล้องได้ด้วยจานองศาราบหมุนตามไปด้วยค่าของจานองศาราบที่อ่านจากกล้องจะคงเดิม ถ้าปิดควงบังคับตัวล่างเปิดควงบังคับตัวบนสามารถหมุนกล้องได้แต่จานองศาราบจะถูกยึดไม่หมุนตามตัวกล้อง ถ้าเปิดควงบังคับทั้งสองตัวกล้องสามารถหมุนได้โดยอิสระ แต่ไม่ควรเปิดควงบังคับทั้งสองตัวในขณะที่ทำการวัดมุม สำหรับกล้องชนิดที่อ่านค่าจากจอภาพเป็นตัวเลข ซึ่งจานองศาเป็นแถบรหัสนั้น จะมีควงบังคับทางเรียบเพียงตัวเดียว

5.3.5.2 ควงบังคับทางดิ่ง (Vertical Clamp) ใช้สำหรับยึดตัวกล้องส่องไม่ให้กระดกขึ้นลง หรือหมุนรอบแกนราบ



รูปที่ 5.11 แสดงส่วนประกอบของกล้องวัดมุม

1	=	เป้าเล็งที่หมาย	2	=	ควงปรับระยะชัด
3	=	ควงบังคับทางดิ่ง	4	=	ควงปรับเลนส์ช่องตามอง
5	=	กระจกสะท้อนแสง	6	=	ควงสัมผัสทางดิ่ง
7	=	ระดับฟองยาว	8	=	ควงสัมผัสทางราบ
9	=	ควงบังคับทางราบ	10	=	ระดับฟองกลม
11	=	ควง 3 เส้า ตั้งระดับ			

5.3.6 ควงสัมผัส (Tangent Screw)

เป็นควงสำหรับหมุนส่ายหน้ากล้องอย่างช้าๆ หลังจากที่ใช้ควงบังคับยึดกล้องไว้แล้วควงสัมผัสเป็นควงที่ต้องมีคู่กับควงบังคับเสมอ จึงแบ่งได้เป็น 2 ระบบคือ

5.3.6.1 ควงสัมผัสทางราบ (Horizontal Tangent Screw) ใช้ส่ายกล้องในทางราบหรือ ส่ายซ้าย - ขวา ถ้ากล้องวัดมุมมีควงบังคับ 2 ตัว ก็จะมีควงสัมผัส 2 ตัว คือ ตัวบนและตัวล่างเมื่อหมุนควงสัมผัสตัวบน ตัวกล้องจะส่ายและค่าของจานองศาราบจะเปลี่ยนไป เมื่อหมุนควงสัมผัสตัวล่าง ตัวกล้องจะส่าย แต่ค่าของจานองศาราบไม่เปลี่ยนแปลง ถ้ากล้องวัดมุมมีควงบังคับทางราบ 1 ตัว เมื่อหมุนควงสัมผัส 1 ตัว เมื่อหมุนควงสัมผัสค่าของจานองศาราบก็เปลี่ยนไปด้วย

5.3.6.2 ควงสัมผัสทางดิ่ง (Vertical Clamping System Screw) ใช้สำหรับส่ายกล้องในทางดิ่งหรือส่ายขึ้น - ลง

นอกจานควงสัมผัสทางราบและทางดิ่งแล้ว กล้องวัดมุมรุ่นเก่าบางรุ่นจะมีควงสัมผัสหลอดระดับด้วย แต่กล้องในปัจจุบันนี้ไม่มีแล้ว

5.3.7 ระบบบังคับจานองศา (Circle Clamping System)

ระบบนี้จะมีเฉพาะกล้องวัดมุม ที่ควงบังคับทางราบตัวเดียว เป็นระบบบังคับเพื่อให้จานองศาราบหมุนตามตัวกล้อง เพื่อใช้ในการวัดมุมบางวิธี สำหรับกล้องชนิดที่อ่านค่าจากจอภาพเป็นตัวเลข จะเป็นปุ่มบังคับ

5.3.8 ที่มองหมุด (Optical Plummet)

เป็นที่มองเพื่อใช้ในการตั้งกล้องให้ตรงหมุด ที่มองหมุดนี้จะมีควงหมุนปรับเพื่อให้มองเห็นหัวหมุดได้ชัดเจน กล้องวัดมุมรุ่นเก่าบางแบบไม่มีที่มองหมุด มีเฉพาะที่แขวนดิ่งเพื่อใช้ตั้งกล้องให้ตรงหมุดเท่านั้น แต่กล้องในปัจจุบันจะมีทั้งที่มองหมุดและที่แขวนดิ่ง ช่วยให้การตั้งกล้องให้ตรงหมุดทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

รูปที่ 5.12 แสดงที่มองหมุด

5.4 การใช้และการดูแลรักษากล้องวัดมุม

การที่จะใช้กล้องวัดมุมปฏิบัติงานได้ จะต้องฝึกใช้กล้องก่อน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆหลายประการ บางขั้นตอนอาจต้องทำควบคู่กัน บางขั้นตอนจะทำตามลำดับกันไป ขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบด้วย

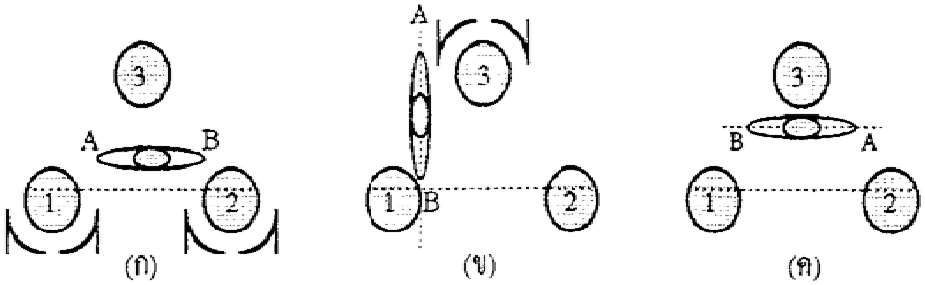
5.4.1 การตั้งระดับกล้องวัดมุม

ก่อนใช้กล้องวัดมุมจะต้องตั้งกล้องวัดมุมให้ได้ระดับก่อน มิฉะนั้นค่าของมุมที่วัดได้จะมีความคลาดเคลื่อน กล้องจะได้ระดับจริงก็ต่อเมื่อระดับฟองยาวอยู่กึ่งกลางหลอดระดับโดยไม่ว่าจะหมุนกล้องไปอยู่ ณ ตำแหน่งใดก็ตาม การตั้งระดับกล้องวัดมุมทำได้ดังนี้

5.4.1.1 ตั้งขากล้อง โดยให้ฐานขากล้องสูงประมาณระดับอกของผู้ส่อง ขยับขากล้องเพื่อให้ฐานขากล้องได้ระดับโดยประมาณด้วยสายตา ถ้ายังไม่ได้ติดตั้งกล้องกับขา ก็ให้นำตั้งบนฐานขากล้อง แล้วขันควงยึดกล้องให้แน่นพอสมควร

5.4.1.2 ตั้งฟองกลมกล้องให้ได้ระดับ โดยการเลื่อนขากล้องขึ้น-ลง ให้ฟองระดับฟองกลม เข้ากึ่งกลางเรือนระดับ

5.4.1.3 ตั้งหลอดระดับฟองยาว หมุนกล้องให้แกนของหลอดระดับฟองยาวขนานกับควงสามเส้าคู่ใดคู่หนึ่ง ตามรูปที่ 5.13 (ก) แกนของหลอดระดับขนานกับควง 1 และ 2 หมุนปรับควงตัวที่ 1 และ 2 จนฟองระดับ



รูปที่ 5.13 แสดงการตั้งระดับฟองยาว

อยู่กึ่งกลางหลอดระดับ การหมุนปรับควงตัวที่ 1 และ 2 นี้ จะหมุนพร้อมกันและหมุนสวนทางกัน หมุนเข้าก็เข้าด้วยกัน หมุนออกก็ออกด้วยกัน ซึ่งจะช่วยให้การตั้งระดับรวดเร็วขึ้น

5.4.1.4 หมุนกล้องต่อไปประมาณ 90^0 แกนของหลอดระดับจะตั้งฉากกับแนวเดิม ตามรูป 5.13 (ข) หมุนปรับควงตัวที่ 3 จนฟองระดับเข้าสู่กึ่งกลางหลอดระดับ

5.4.1.5 หมุนกล้องต่อไปอีกประมาณ 90^0 แกนของหลอดระดับจะขนานกับแกนของควงตัวที่ 1 และ 2 แต่ทิศทางกลับกันกับครั้งแรก สังเกตดูฟองระดับว่าอยู่กึ่งกลางหลอดระดับหรือไม่ ถ้าฟองระดับอยู่กึ่งกลางหลอดระดับ แสดงว่ากล้องได้ระดับแล้ว พร้อมที่จะใช้งานต่อไปได้ แต่ถ้าฟองระดับไม่อยู่กึ่งกลางหลอดระดับ แสดงว่ากล้องยังไม่ได้ระดับ

5.4.1.6 ถ้ากล้องยังไม่ได้ระดับ ควรตั้งกล้องระดับฟองยาว ตามลำดับขั้นตอนอีกครั้งเริ่มในตำแหน่งใหม่ คือหมุนกล้องให้แกนของหลอดระดับ ขนานกับแนวแกนของควงที่ 1 และ 3 หรือแนวของควงที่ 2 และ 3 ไม่ควรเริ่มในตำแหน่งของควงตัวที่ 1 และ 2 อีก ถ้าตั้งระดับฟองยาวสัก 2 หรือ 3 ครั้งแล้ว แต่พอหมุนตรวจสอบ ฟองระดับก็ยังไม่อยู่กึ่งกลางหลอดระดับ แสดงว่ากล้องมีความคลาดเคลื่อน จะต้องทำงานปรับแก้ก่อน

5.4.2 การตั้งกล้องให้ตรงหมุด

การตั้งกล้องให้ตรงหมุด จะทำพร้อมกับการตั้งระดับกล้อง มีอุปกรณ์ที่ใช้ตั้งกล้องให้ตรงหมุดที่ใช้กันโดยทั่วไป 2 อย่าง คือ ดิ่งและที่มองหมุด (Optical Plummet) การใช้ดิ่งตั้งกล้องให้ตรงหมุดทำได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ถ้ามีลมพัดแรง ดิ่งจะแกว่งไม่สามารถตั้งกล้องให้ตรงหมุดได้ หรือตั้งได้แต่อาจมีความลาดเคลื่อน หากใช้ที่มองหมุดจะถูกต้องและดีกว่า ปัจจุบันนิยมใช้ที่มองหมุด

5.4.2.1 การตั้งกล้องให้ตรงหมุดโดยใช้ดิ่ง

1) แขวนดิ่งกับที่แขวนใต้ฐานของขาตั้งกล้อง การแขวนดิ่งนี้จะต้องสามารถปรับความยาวของสายดิ่งได้

2) ตั้งกล้องคล่อมหมุด ขยับขากล้องให้ปลายดิ่งใกล้เคียงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหมุด ถ้าฐานขากล้องเอียง ให้ขยับขากล้องขาใดขาหนึ่ง โดยขยับเป็นส่วนโค้งของวงกลมที่มีหมุดเป็นจุดศูนย์กลาง ขยับจนฐานของขากล้องได้ระดับ ประมาณโดยสายตา แล้วเหยียบขาตั้งกล้องให้แน่นทั้งสามขา

3) คลายควงยึดกล้องออกเล็กน้อย พอให้ขยับเลื่อนกล้องบนขาเท่านั้น อย่าให้ควงยึดหลุดจากตัวกล้อง แล้วขยับเลื่อนตัวกล้องบนฐานจนปลายดิ่งตรงกับหัวตะปูหรือเครื่องหมายบนหมุดจริง ขันควงยึดกล้องให้แน่น

5.4.2.2 การตั้งกล้องให้ตรงหมุดโดยใช้ที่มองหมุด

1) ตั้งกล้องคล่อมหมุด ประมาณให้ศูนย์กลางของฐานของขากล้องตรงกับหมุดและได้ระดับโดยประมาณ การตั้งฐานขากล้องให้ได้ระดับ ทำได้ด้วยการขยับและหรือการยืดหดขากล้องตามความเหมาะสม

2) ตั้งระดับฟองกลมโดยการเลื่อนขากล้องขึ้น-ลง ให้ฟองระดับฟองกลม เข้ากึ่งกลางเรือนระดับ

3) มองผ่านที่มองหมุด หมุนปรับควงที่มองหมุด จนมองเห็นหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดชัดเจน ถ้าจุดเป้าของที่มองหมุดใกล้เคียงกับหัวตะปู หรือที่หมายบนหัวหมุดแล้วให้เหยียบขากล้องจนแน่นพอประมาณทั้งสามขา แต่ถ้าจุดเป้าของที่มอง

หมุดห่างจากห่างจากหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดมาก ให้ขยับขากล้องใหม่เพื่อให้จุดเป้าของที่มองหมุดใกล้เคียงหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุด เมื่อขยับขากล้องใหม่จะต้องปรับระดับฟองกลมและหัวหมุดใหม่ จนกว่าจุดเป้าของที่มองหมุดใกล้เคียงหัวตะปู หรือที่หมายบนหัวหมุด แล้วจึงเหยียบขากล้องให้แน่น

4) คลายควงยึดกล้องออกเล็กน้อย ขยับเลื่อนกล้องพร้อมกับมองผ่านที่มองหมุด จนกระทั่งจุดเป้าของที่มองหมุดตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุด แล้วจึงขันควงยึดกล้องให้แน่น

5) ตั้งระดับฟองยาว จนฟองระดับอยู่กึ่งกลางหลอดระดับทุกตำแหน่งที่หมุนกล้อง

6) มองผ่านที่มองหมุดเพื่อตรวจสอบว่า จุดเป้าของที่มองหมุดยังคงตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายหมุดหรือไม่ ถ้าตรงแสดงว่ากล้องตรงหมุดและกล้องได้ระดับแล้วพร้อมที่จะใช้งานต่อไป

ถ้าจุดเป้าไม่ตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายหัวหมุดให้คลายควงยึดกล้อง ตามข้อ4) จนจุดเป้าหมายของที่มองหมุดตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดแล้ว จึงหันควงยึดกล้องให้แน่น จากนั้นตั้งระดับฟองยาวแล้วตรวจสอบใหม่ ตามข้อ 5) และ 6) จนกระทั้งจุดเป้าของที่มองหมุด ตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดและกล้องได้ระดับ

การฝึกตั้งกล้องให้ตรงหมุดนี้ ครั้งแรกจะทำได้ลำบากและใช้เวลามาก จะต้องฝึกฝนให้มากเพื่อเกิดความชำนาญ จนสามารถทำได้ในเวลาอันรวดเร็ว

5.4.3 การเล็งที่หมาย (Sighting)

การเล็งที่หมาย หมายถึง การส่องกล้องให้ตรงกับตำแหน่งที่ต้องการเพื่อทำการวัดค่ามุมหรือเพื่อหาค่าอื่นใด ในการส่องวัดมุมราบนิยมใช้สามขาทิ้งดิ่งให้ตรงกับหมุดที่ต้องการวัดค่ามุม และเวลาวัดมุมใช้ส่องที่สายดิ่ง การเล็งที่หมายจะทำเมื่อตั้งกล้องตรงหมุดและตั้งระดับกล้องเรียบร้อยแล้ว มีขั้นตอนดังนี้

5.4.3.1 ตรวจสอบและคลายควงบังคับทั้งทางราบและทางดิ่ง หมุนกล้องส่องไปยังที่โล่ง หมุนควงปรับเลนส์ช่องตามอง จนกระทั่งมองเห็นสายใยของกล้องคมชัดที่สุด

5.4.3.2 หมุนกล้องส่องที่หมายโดยใช้หมายเล็งของกล้องแบบเล็งปืน เมื่อตรงที่หมายแล้วให้ล็อคกล้องไว้ โดยหมุนควงบังคบทางราบและบังคับทางดิ่ง ขณะนี้กล้องไม่สามารถหมุนหรือกระดกได้โดยอิสระ หากเผลอไปหมุนหรือกระดกกล้อง เกลียวของควงบังคับหรือส่วนประกอบอื่นอาจชำรุดเสียหาย ต่อไปจะล็อคกล้องไม่ได้

5.4.3.3 หมุนโฟกัสปรับระยะชัด เพื่อให้มองเห็นภาพของที่หมายชัดเจนที่สุด

5.4.3.4 หมุนควงสัมผัสทางราบและควงสัมผัสทางดิ่ง เพื่อส่ายกล้องให้จุดตัดของสายใยทับกึ่งกลางที่หมาย ในการวัดมุมราบจะใช้สานใยดิ่งเป็นหลัก และในการวัดมุมดิ่งจะใช้สายใยราบเป็นหลัก

5.4.3.5 ตรวจสอบและจำกัดภาพเหลื่อม (Parallax) ภาพเหลื่อมเกิดขึ้นเนื่องจากภาพของสายใยกล้อง และภาพของที่หมายถึงความชัดเจนไม่เท่ากัน การตรวจสอบทำได้โดยการส่ายศีรษะซ้าย-ขวา หรือผงกศีรษะขึ้น-ลงในขณะที่ตามองหมายผ่านตัวกล้อง ถ้ามีเหลื่อมสายใยกล้องกับที่หมายจะทับกันไม่สนิท หรือเคลื่อนที่สวนทางกัน เช่น การส่องสายดิ่ง สายดิ่งของกล้องกับสายดิ่งไม่ทับกันสนิท หรือเคลื่อนที่สวนทางกัน

การกำจัดภาพเหลื่อมทำได้โดยการหมุนปรับเลนส์ช่องตามอง และหมุนควงปรับระยะชัด จนกระทั่งเห็นภาพของสายใยกล้องและภาพของที่หมายคมชัดที่สุด และขณะที่ส่ายศีรษะภาพของสายใยกล้องและภาพที่หมายอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ไปทางเดียวกันจะซ้อนกันสนิท

5.4.4 การดูแลรักษากล้องวัดมุม

กล้องวัดมุมเป็นเครื่องมือที่มีราคาแพง ให้ความละเอียดถูกต้องในการปฏิบัติงานสูงแต่เป็นเครื่องมือที่ค่อนข้างบอบบาง อาจเกิดการชำรุดเสียหาย และเกิดความคลาดเคลื่อนของส่วนประกอบต่างๆได้ง่าย ในการใช้งานจึงต้องมีการดูแลรักษาที่ดี จะทำให้กล้องมีอายุใช้งานยืนนานและปราศจากความคลาดเคลื่อน การดูแลรักษากล้องวัดมุมมีแนวปฏิบัติดังนี้

5.4.4.1 การตั้งขากล้องจะต้องเหยียบขาให้แน่น เพื่อป้องกันการลื่นไถลขณะใช้งาน ถ้าขากล้องที่ใช้เป็นแบบเลื่อนเข้า-ออก จะต้องขันควงยึดขาให้แน่นพอ

5.4.4.2 การติดตั้งกล้องบนขากล้อง จะต้องขันควงยึดขากล้องให้แน่น

5.4.4.3 การตั้งกล้อง พยายามหาที่ตั้งให้ห่างสิ่งที่อาจเป็นอันตรายต่อกล้อง เช่น หลีกเลี่ยงการตั้งกล้องบนทางเท้าที่มีคนเดินผ่านเป็นจำนวนมาก บนถนนที่มีการจราจรหนาแน่น

5.4.4.4 อย่าปล่อยกล้องทิ้งไว้โดยไม่มีคนเฝ้า

5.4.4.5 ขณะปฏิบัติงานใช้กล้องจะต้องการร่มบังแดดให้กล้อง เพราะถ้าตัวกล้องร้อนอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้

5.4.4.6 ไม่ใช้กล้องขณะที่ฝนตก ถ้าหากเก็บกล้องไม่ทันให้ใช้ถุงคลุมแล้วนำเข้าที่ร่ม ถ้ากล้องถูกน้ำหรือมีความชื้น จะทำให้เกิดเชื้อรา กล้องอาจเสียหายได้

5.4.4.7 ขณะส่งกล้องอย่าจับต้องส่วนที่ไม่ได้ใช้ และระวังอย่าโดนขากล้อง เพราะอาจทำให้กล้องเคลื่อนตัว ทำให้เสียเวลาในการตั้งกล้องและส่องวัดใหม่

5.4.4.8 ไม่ควรให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง จับต้องหรือหมุนกล้องเล่น เพราะอาจทำให้กล้องชำรุดเสียหายได้

5.4.4.9 หลีกเลี่ยงการตั้งกล้องในที่ฝุ่นมาก ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้และต้องตั้งกล้องเป็นเวลานาน ให้ใช้ถุงพลาสติกคลุมกล้องไว้ในขณะที่ไม่ใช้

5.4.4.10 ถ้ามีฝุ่นจับที่เลนส์ให้ใช้แปรงขนอ่อนปัดฝุ่นออกให้หมด แล้วใช้ผ้าที่อ่อนนุ่มลูบเบาๆ ถ้าจำเป็นให้ใช้ปากอังให้เลนส์มีความชื้นก่อน

5.4.4.11 การขนย้ายกล้องระหว่างปฏิบัติงาน ให้คลายควงบังคับกล้องแล้วรวบขา แบกกล้องขึ้นบ่าโดยให้ตัวกล้องอยู่ด้านหน้า ใช้แขนข้างหนึ่งจับตัวกล้องไว้ด้วย

5.4.4.12 การขนย้ายกล้องเป็นระยะทางไกล ให้ใส่กล่องแล้วหิ้วไป ถ้าขนย้ายทางรถยนต์ ให้วางกล้องไว้บนเบาะหรือตัก ควรตรวจดูสายหิ้วและข้อต่อต่างๆว่าชำรุดหรือไม่ เพราะอาจเกิดอุบัติเหตุกล้องตกได้

5.4.4.13 เมื่อปฏิบัติงานเสร็จแล้ว ให้เอาแปรงขนอ่อนปัดฝุ่นออกจาตัวกล้องให้หมด เอาตัวกล้องวางไว้จนคลายความร้อนแล้วจึงใส่กล่อง

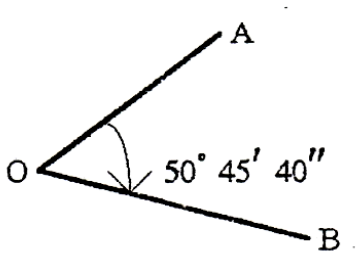
5.4.4.14 การเก็บกล้องในสำนักงานควรเก็บในตู้โดยปิดฝากล่องใส่กล้องไว้ด้วย

5.5 การวัดมุมราบ

การวัดมุมราบด้วยกล้องวัดมุมมีหลายวิธี ขึ้นกับลักษณะของงาน และความละเอียดที่ต้องการ เช่น การวัดมุราบแบบวัดทิศทาง (Direction Method) การวัดมุมทบ (Repeatition Method) การวัดภาคของทิศ (Azimuth Method) และวัดมุมเห (Deflection Angle) เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง และการวัดภาคของทิศ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาและปฏิบัติงานต่อไป

การวัดมุมราบทั่วไปนิยมวัดด้วยกล้องทั้งหน้าซ้ายและหน้าขวา ซึ่งจะได้ค่ามุมที่ถูกต้องดีกว่ากล้องเพียงหน้าเดียว ทั้งยังเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดในการวัดมุม ภายในตัวเพราะค่ามุมที่ได้จากการวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวา ควรใกล้เคียงกัน ถ้าค่าแตกต่างกันแสดงให้เห็นได้ว่า มีความคลาดเคลื่อนในการวัดมุม จะต้องทำการวัดใหม่

5.5.1 การวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง



รูปที่ 5.14 แสดงการวัดมุมราบ

ตามรูปที่ 5.14 ต้องการวัดมุม AOB สมมุติค่าประมาณ $50^0\ 45'\ 40''$ มีขั้นตอนการวัดมุมดังนี้

5.5.1.1 ตั้งกล้องวัดมุมให้ตรงหมุด O และตั้งระดับกล้อง ตั้งสามขาแขวนดิ่งให้ตรงหมุด A และหมุด B

5.5.1.2 เริ่มต้นวัดมุมด้วยการใช้กล้องหน้าซ้ายส่องที่หมาย A อ่านค่าจานองศาราบเป็นกล้องซ้ายครั้งที่ 1 หรือ L_1 การเริ่มส่องที่หมุด A นี้ อาจตั้งค่า 0^0 ไว้ที่หมุด A ด้วยก็ได้ถ้าตั้งค่า 0^0 ไว้ที่หมุด A จะช่วยให้การคำนวณหรือการตรวจสอบค่าทำได้สะดวกขึ้น ตามตัวอย่างนี้เริ่มต้นด้วยการตั้งค่า 0^0 ไว้ที่หมุด A ดั้งนั้นค่า $L_1 = 0^0\ 00'\ 00''$

5.5.1.3 หมุนกล้องส่องที่หมาย B กล้องยังคงเป็นหน้าซ้าย อ่านค่าจานองศาราบสมมุติอ่านค่าได้ $L_2 = 50^0\ 45'\ 20''$

5.5.1.4 กลับกล้องเป็นหน้าขวา หมุนกล้องส่องที่หมาย A อ่านค่าจานองศาราบสมมุติอ่านค่าได้ $R_1 = 179^0\ 59'\ 00''$

5.5.1.5 หมุนกล้องส่องที่หมาย B กล้องยังคงเป็นหน้าขวา อ่านค่าจานองศาราบจะได้ค่า R_2 สมมุติ $R_2 = 230^0\ 45'\ 00''$

5.5.1.6 คำนวณค่ามุมราบ ซึ่งจะได้ค่ามุมจากกล้องหน้าซ้าย 1 ค่า และจากกล้องหน้าขวาอีก 1 ค่า นำมาเฉลี่ยกัน จะเป็นค่ามุมราบที่ต้องการ

$$\Delta_1 = L_2 - L_1$$
$$= (50^0\ 45'\ 20'' - 0^0\ 00'\ 00'') = 50^0\ 45'\ 20''$$
$$\Delta_2 = R_2 - R_1$$

$= (230^0\ 45'\ 00''\ -\ 179^0\ 59'\ 00'') = 50^0\ 46'\ 00''$

$= 50^0\ 46'\ 00''\ -\ 50^\circ\ 45'\ 20''$

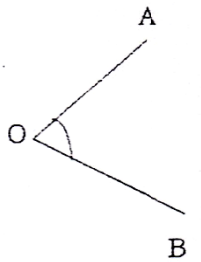
ค่ามุมที่ต้องการ Δ $= 50^0\ 45'\ 40''$

ในการคำนวณค่ามุม จะต้องเอาค่า L_2 หรือ R_2 เป็นตัวตั้งเสมอ ถ้าค่า L_2 หรือ R_1 น้อยกว่าค่า L_1 หรือ R_1 ให้เอา 360^0 บวกเข้ากับค่า L_2 หรือ R_2 ก่อนแล้วจึงนำ L_1 หรือ R_1 ไปลบ

อนึ่งค่ามุมที่วัดได้โดยปรกติจะเป็นมุมที่นับจากที่หมายเล็งครั้งแรก (หมุด A) เวียนตามเข็มนาฬิกาจนถึงที่หมายเล็งครั้งที่สอง (หมุดB)

5.5.1.7 การจดสมุดสนาม ในการวัดมุมราบจะต้องมีการจดค่าต่างๆอย่างเป็นระบบให้ถูกต้องและเป็นระเบียบ มิฉะนั้นถ้าทำการวัดมุมราบจำนวนมาก อาจทำให้สับสนและเกิดความผิดพลาด

ตัวอย่างการจดสมุดสนามและการคำนวณค่ามุมมุมราบ

โครงการ.....									วันที่...../...../.....
หัวหน้ากลุ่ม.....ผู้ส่อง..... ผู้จด.....									ลักษณะอากาศ.....
ผู้วัดระยะ1……2……									.....
ที่ตั้งกล้อง	ที่หมายเล็ง	ค่าที่อ่านได้				มุมรวม มุม ราบเฉลี่ย			หมายเหตุ
		L/R	^{0}	'	"	^{0}	'	"	
O	A	L_1	0	00	00				
	B	L_2	50	45	20	50	45	20	
	A	R_1	179	59	00				
	B	R_2	230	45	00	50	46	00	
มุมราบเฉลี่ย						50	45	40	

5.5.2 การวัดภาคของทิศ

ในงานสำรวจโดยทั่วไป จะวัดค่ามุมภาคของทิศของเส้นสำรวจแรกออก เพื่อใช้ทิศเหนือเป็นแนวอ้างอิง ทิศเหนือในที่นี้หมายถึงเหนือแม่เหล็ก ซึ่งหาได้โดยอาศัยเข็มทิศประกอบกล้องวัดมุม การตั้งทิศเหนือนี้จะตั้งค่าจานองศาราบให้เป็น 0^0 ด้วยหรือไม่ก็ได้ ถ้า

ตั้งค่าจานองศาราบเป็น 0^0 จะคำนวณค่าภาคของทิศได้สะดวก กล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่านค่าเป็นตัวเลข ตั้ง 0^0 ได้โดยการกดปุ่มสำหรับตั้ง 0^0 ซึ่งทำได้สะดวกมาก ส่วนกล้องที่เป็นระบบแสง ถ้าปฏิบัติได้จนชำนาญก็สามารถตั้ง 0^0 ได้รวดเร็วเช่นกัน ในที่นี้จะแนะนำการตั้งทิศเหนือและการตั้ง 0^0 ที่ทิศเหนือ โดยแบ่งตามชนิดของกล้องดังนี้

5.5.2.1 กล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่านค่าเป็นตัวเลข และกล้องประมวลผลรวม มีลำดับขั้นดังนี้

1) เมื่อตั้งกล้องตรงหมุดและตั้งระดับกล้องเรียบร้อยแล้ว นำเข็มทิศประกอบเข้ากับกล้อง และคลายควงบังคับเข็มทิศ เพื่อให้เข็มทิศหมุนได้โดยอิสระ

2) ใช้กล้องหน้าซ้าย หมุนตัวกล้องจนกระทั่งเข็มทิศเข้าใกล้ขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ใกล้เคียง 0^0 (แล้วแต่ชนิดของเข็มทิศ) แล้วหมุนควงบังคับยึดกล้องไว้

3) ใช้ควงสัมผัสทางราบหมุนส่ายกล้อง จนกระทั่งเข็มทิศตรงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ 0^0 พอดี ขณะนี้กล้องจะส่องไปยังทิศเหนือแม่เหล็ก

4) เปิดสวิทช์กล้อง ค่าของจานองศาราบจะเป็น 0^0 หรือถ้าสวิทช์ของกล้องเปิดอยู่ก่อนแล้ว ให้กดปุ่มตั้ง 0^0 ตามวิธีการของกล้องนั้นๆ ค่าของจานองศาราบก็เป็น 0^0 ซึ่งขณะนี้กล้องส่องไปยังทิศเหนือ และค่าของจานองศาราบเป็น 0^0

5.5.2.2 กล้องวัดมุมชนิดที่อ่านค่าโดยใช้ระบบแสง มีลำดับขั้นดังนี้

1) เมื่อตั้งกล้องตรงหมุดและตั้งระดับกล้องแล้ว นำเข็มทิศประกอบเข้ากับกล้อง คลายควงบังคับเข็มทิศ เพื่อให้เข็มทิศหมุนได้โดยอิสระ

2) การตั้งศูนย์ จานองศาราบ

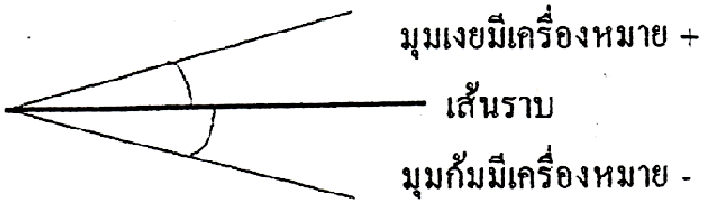
3) กรณีที่กล้องวัดมุมมีระบบควงบังคับทางราบตัวเดียว ใช้กล้องหน้าซ้ายหมุนตัวกล้องพร้อมทั้งอ่านค่าจานองศาราบ จนกระทั้งค่าจานองศาราบใกล้เคียง 0^0 จึงหมุนควงบังคับทางราบเพื่อยึดกล้องไว้ แล้วหมุนควงสัมผัสทางราบ จนกระทั่งค่าจานองศาราบเป็น 0^0 พอดี แล้วใช้ระบบบังคับจานองศา เพื่อบังคับให้จานองศาราบหมุนตามตัวกล้องจะทำให้ค่าจานองศาราบเป็น 0^0 เสมอ

4) กรณีที่กล้องวัดมุมมีระบบควงบังคับทางราบ 2 ตัว ให้คลายควงบังคับทางราบตัวล่างออก แล้วหมุนตัวกล้องจะกระทั่งเข็มทิศใกล้เคียงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศใกล้เคียง 0^0 แล้วหมุนควงบังคับทางราบตัวล่างยึดกล้องไว้ จากนั้นหมุนควงสัมผัสทางราบตัวล่างหมุนส่ายกล้องจนกระทั่งเข็มทิศตรงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ 0^0 พอดี ขณะนี้กล้องจะส่องไปยังทิศเหนือ และค่าของจานองศาราบเป็น 0^0

ถ้าต้องการวัดภาคของทิศ ก็ให้คลายควงบังคับทางราบตัวบน หมุนกล้องส่องที่หมายที่ต้องการ ซึ่งในตอนนี้จะต้องระวังใช้เฉพาะควงบังคับทางราบและควงสัมผัสทางราบ ตัวบนเท่านั้น ถ้าเผลอไปใช้ควงบังคับทางราบและควงสัมผัสตัวล่าง ค่าภาคของทิศที่วัดได้จะคลาดเคลื่อน

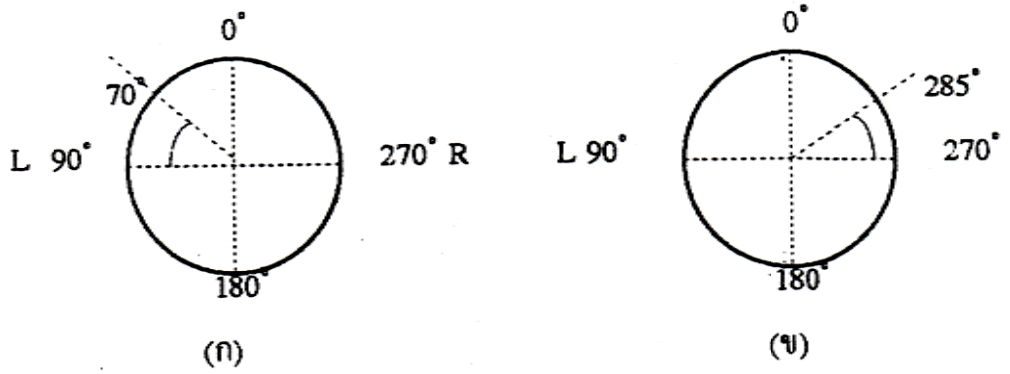
5.6 การวัดมุมดิ่ง

มุมดิ่ง (Vertical Angle) คือ ค่ามุมที่อยู่ในพื้นดิ่ง (Vetical Plane) โดยนับเนื่องจากเส้นราบ จึงมีทั้งมุมเงย (Elevation Angle) และมุมก้ม (Depression Angle)



รูปที่ 5.15 แสดงมุมดิ่ง

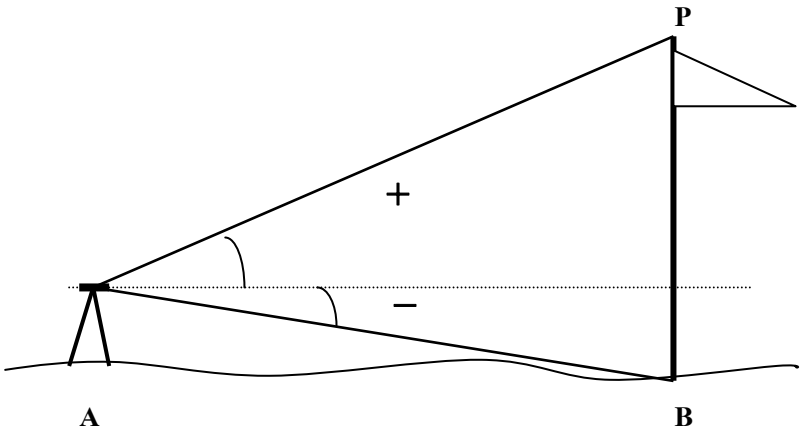
ตามปกติแล้วจานองศาดิ่งของกล้องวัดมุมแบบธีโอโดไลท์ จะอ่านได้ 0^0 เมื่อเลนส์ปากกล้องชี้ขึ้นด้านบนในแนวดิ่ง จะอ่านได้ 90^0 เมื่อกล้องอยู่ในแนวราบและเป็นกล้องหน้าซ้าย ถ้ากล้องชี้ลงด้านล่างในแนวดิ่ง ค่าของจานองศาดิ่งจะอ่านได้ 180^0 เมื่อกล้องเป็นหน้าขวาและอยู่ในแนวราบ ค่าของจานองศาดิ่งจะเป็น 270^0 ดังนั้นเมื่อทำการวัดมุมดิ่ง เมื่ออ่านค่าจานองศาดิ่งจากกล้องแล้ว จะต้องนำมาคำนวณหามุมดิ่งที่ต้องการ



รูปที่ 5.16 แสดงการคำนวณค่ามุมดิ่ง

ตามรูปที่ 5.16 (ก) ค่ามุมดิ่งเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าซ้าย จะมีค่า = 90^0 - 70^0 = 20^0 และตามรูปที่ 5.16 (ข) ค่าของมุมดิ่งเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าขวาจะมีค่า = 285^0 - 270^0 = 15^0 หรืออาจสรุปได้ว่า เมื่อวัดด้วยกล้องหน้าซ้าย มุมดิ่งจะเท่ากับ 90^0 – ค่ามุมที่อ่านได้ และเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าขวา มุมดิ่งจะเท่ากับ ค่ามุมที่อ่านได้ - 270^0

การวัดมุมดิ่งอาจทำได้ 2 แบบใหญ่ ๆ คือ การวัดมุมดิ่งโดยใช้สายใยกลางเส้นเดียว ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้งานโดยทั่ว ๆไป และการวัดมุมดิ่งแบบใช้สายใย 3 สายใย ใช้ในกรณีที่ต้องการความละเอียดถูกต้องมากขึ้น การวัดมุมดิ่งทั้ง 2 แบบ จะต้องส่องวัดทั้งกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวา แล้วหาค่าเฉลี่ย สำหรับในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการวัดแบบสายใยกลาง สายใยเดียวเท่านั้น



รูปที่ 5.17 แสดงการวัดมุมดิ่ง

ตามรูปที่ 5.17 จะทำการวัดมุมดิ่งที่ยอดเสาธง P สมมติค่ามุมเงย 90° ปฏิบัติดังนี้

5.6.1 ตั้งกล้องให้ตรงหมุด A ตั้งระดับกล้องให้พร้อมใช้งาน

5.6.2 ส่องกล้องหน้าซ้ายโดยเล็งเป้าไปที่ปลายเสาธงที่จุด P ให้ใช้สายใยกลางทาบให้ตรงจุด P อ่านค่ามุมดิ่งได้ L 70° 00′ 10″

5.6.3 หมุนกล้องกลับเป็นกล้องหน้าขวาส่องจุด P อ่านค่ามุมดิ่งได้ R 290° 00′ 10″

5.6.4 คำนวณค่ามุมดิ่งที่ต้องการ ตามสมุดสนามดังนี้

อ่านค่ามุมดิ่งได้ L = 70° 00′ 10″

ค่ามุมดิ่ง = 90° 00′ 00″ - 70° 00′ 10″

= 19° 59′ 50″

อ่านค่ามุมดิ่งได้ R = 290° 00′ 10″

ค่ามุมดิ่ง = 290° 00′ 10″- 270 00 00

= 20° 00′ 10″

ค่ามุมดิ่งเฉลี่ย = (20° 00′ 10″+ 19° 59′ 50″) หาร 2

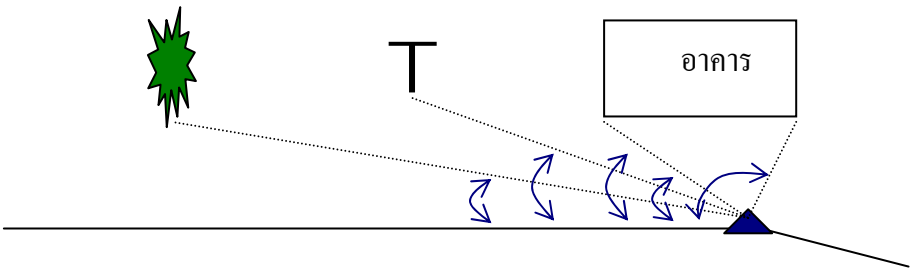
= 20° 00′ 00 ″

โครงการ..... วันที่...../...../..... หัวหน้ากลุ่ม.....ผู้ส่อง..... ผู้จด..... ลักษณะอากาศ..... ผู้วัดระยะ1……2……													
ที่ตั้งกล้อง	ที่หมายเล็ง	ค่าที่อ่านได้				มุมดิ่ง			มุมดิ่งเฉลี่ย				หมายเหต
		L/R	0	′	″	0	′	″	+-	0	′	″	
A	P	L	70	00	10	19	59	50					
	P	R	290	00	10	20	00	10	+	20	00	00	

การวัดมุมดิ่งที่โคนเสาธง ณ จุด B ก็ปฏิบัติโดยวิธีเดียวกัน

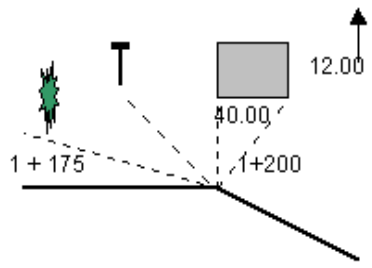
5.7 การเก็บรายละเอียดโดยใช้กล้องวัดมุม

การเก็บรายละเอียดโดยใช้กล้องวัดมุม ทำได้หลายวิธี เช่น การวัดมุมและวัดระยะจากหมุดที่รู้ตำแหน่งและทิศทางแล้ว การเล็งสกัดจากกล้อง 2 เครื่อง การวัดระยะจากหมุดหนึ่งและวัดมุมจากหมุดหนึ่ง แต่วิธีที่นิยมกันคือ การวัดมุมและวัดระยะจากหมุดที่รู้ตำแหน่งและทิศทางแล้ว โดยการวัดมุมจะตั้งค่ามุมราบ 0 องศา ไปยังแนวทาง แล้วเปิดมุมไปยังวัตถุที่ต้องการเก็บรายละเอียด ทำการวัดระยะควบคู่กันไป



รูปที่ 5.18 แสดงการเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม

ตารางที่ 8-1 แสดงการบันทึกข้อมูลการเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม

จุดตั้งกล้อง	ที่หมายเล็ง	ค่ามุมราบ	ระยะ(ม.)	Remarks
PI 1 + 200	1 + 175	00°-00′-00″	-	
	ต้นไม้	30 – 40 – 20	40.50	
	เสาไฟฟ้า	50 – 10 – 40	37.60	
	มุมอาคาร 1	110 – 20 – 50	31.40	
	มุมอาคาร 2	160 – 30 – 00	38.20	

5.8 การลงที่หมายแผนที่ (Plotting)

การลงที่หมายแผนที่ หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาเขียนเป็นรูปแผนที่ ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องเขียน และอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนกระดาษ เพื่อจัดทำต้นร่างแผนที่อย่างพร้อมเพียง ในที่นี้จะแนะนำเฉพาะหลักการเขียนเท่านั้น ส่วนรายละเอียดจะต้องศึกษาในรายวิชาที่เกี่ยวกับการเขียนแผนที่ หรือจากเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้อง การขึ้นรูปแผนที่ทำได้หลายวิธีตามลักษณะของวิธีการเก็บรายละเอียดดังนี้

5.8.1 การลงที่หมายแผนที่ ด้วยวิธีวัดมุม-วัดระยะ กรณีรายละเอียดเป็นจุด

5.8.1.1 พิจารณาข้อมูลของรูปแผนที่ที่จะเขียนจากสมุดสนาม เพื่อกำหนดขั้นตอนและการวางรูปที่จะเขียนบนกระดาษ

5.8.1.2 กำหนดมาตราส่วนที่จะใช้ โดยพิจารณาจากข้อกำหนดของหน่ายงาน ชนิดของงานและอื่นๆ ตามความเหมาะสม

5.8.1.3 ลากเส้นฐานลงบนกระดาษ ให้มีทิศทางและตำแหน่งที่เหมาะสม มีความยาวตามระยะและมาตราส่วนที่กำหนด

5.8.1.4 ใช้จุดบนเส้นฐานเป็นจุดอ้างอิง (เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม) เพื่อใช้วงเวียนกำหนดความยาวของระยะสกัด

5.8.1.5 สมมุติให้ใช้มาตราส่วน 1:500 ตั้งกล้องที่จุด ก เล็งที่หมายไปยังจุด ข มีระยะห่างกัน 80.00 เมตร เปิดค่ามุมไปยังเสาไฟฟ้า 30 องศา วัดระยะจากจุดตั้งกล้องไปยังเสาไฟฟ้าได้ 40.50 เมตร ให้ลงที่หมายของตำแหน่งเสาไฟฟ้า

1) ลากเส้นตรง ก-ข ในกระดานตามมาตราส่วน เอาระยะ 80.00 เมตร หารด้วยมาตราส่วน 500 จะได้ระยะ 0.16 เมตร

2) ที่จุด ก ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ทาบค่ามุมเป็น 0 องศา ดูค่ามุมที่ไม้โปรแทรกเตอร์ 30 องศา แล้วจุดไว้

3) ลากเส้นตรงจากจุด ก ไปยังจุดที่วัดได้ เป็นระยะ 40.50 หารด้วยมาตราส่วน 500 จะได้ระยะ 0.81 เมตร จะเป็นตำแหน่งของเสาไฟฟ้า ที่ปรากฏอยู่ในแผนที่

5.8.2 การลงที่หมายแผนที่ ด้วยการวัดมุม – วัดระยะ กรณีที่รายละเอียดเป็นรูปเหลี่ยม

5.8.2.1 สมมุติให้ใช้มาตราส่วน 1:500

5.8.2.2 ตั้งกล้องที่จุด ก เล็งที่หมายไปยังจุด ข มีระยะห่างกัน 80.00 เมตร

5.8.2.3 เปิดค่ามุมไปยังมุมอาคารที่ 1 ได้ 20 องศา วัดระยะจากจุดตั้งกล้องไปยังมุมอาคารที่ 1 ได้ 30.50 เมตร

5.8.2.4 จากนั้นเปิดค่ามุมไปยังมุมอาคารที่ 2 ได้ 25 องศา วัดระยะจากจุดตั้งกล้องไปยังมุมอาคารที่ 2 ได้ 50.00 เมตร

5.8.2.5 ต่อมาวัดความกว้างอาคารได้ 10.00 เมตร ให้ลงที่หมายของอาคารนี้จากแนวเส้นอ้างอิง

1) ลากเส้นตรง ก-ข ในกระดาษตามมาตราส่วน เอาระยะ 80 เมตร หารด้วย มาตราส่วน 500 จะได้ระยะ 0.16 เมตร

2) ที่จุด ก ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ทาบค่ามุมเป็น 0 องศา ดูค่ามุมที่ไม้โปรแทรกเตอร์ 20 องศา แล้วจุดไว้

3) ลากเส้นตรงจากจุด ก ไปยังจุดที่วัดได้ เป็นระยะ 30.50 เมตร หารด้วย มาตราส่วน 500 จะได้ระยะ 0.061 เมตร จะเป็นตำแหน่งของอาคารมุมที่ 1

4) ที่จุด ก ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ทาบค่ามุมเป็น 0 องศา ดูค่ามุมที่ไม้โปรแทรกเตอร์ 25 องศา แล้วจุดไว้

5) ลากเส้นตรงจากจุด ก ไปยังจุดที่วัดได้ เป็นระยะ 50.00 เมตร หารด้วย มาตราส่วน 500 จะได้ระยะ 0.100 เมตร จะเป็นตำแหน่งของอาคารมุมที่ 2

6) ลากเส้นตรงจากตำแหน่งของอาคาร จุดที่ 1 ไปยังจุดที่ 2 เป็นความยาวของอาคาร ที่ปลายอาคารทั้ง 2 ข้างใช้ไม้โปรแทรกเตอร์เปิดมุมฉาก วัดระยะ 10.00 เมตรหารด้วยมาตราส่วน 500 จะได้ระยะ 0.02 เมตร จะเป็นตำแหน่งของอาคารมุมที่ 3 และ 4

7) ลากเส้นตรงจากตำแหน่งที่ 3 ไปตำแหน่งที่ 4 จะได้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งแทนตำแหน่งของอาคารในสนาม

สรุป

จากการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม เป็นการสำรวจเพื่อทำแผนที่หรือแบบต่างๆ โดยใช้กล้องวัดมุมเป็นเครื่องมือหลักเพราะกล้องวัดมุมเป็นเครื่องมือที่ให้ความละเอียดถูกต้องสูง

ใบงานที่ 7	
วิชา งานสำรวจ1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม**	**หน่วยที่ 5** **สอนครั้งที่ 11-14** **จำนวนคาบรวม 56**
ชื่องาน การตั้งกล้องวัดมุมให้ตรงจุด	**จำนวนคาบ 4**

จุดประสงค์

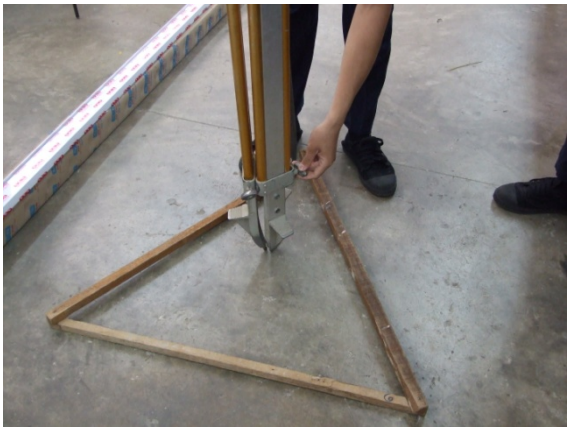
1. สามารถตั้งกล้องวัดมุมตรงหมุดได้
2. สามารถตั้งกล้องให้ตรงหมุด ได้ระดับฟองกลม ฟองยาว และกล้องพร้อมที่จะใช้งานได้
3. เกิดทักษะเกี่ยวกับการใช้กล้องสำรวจ

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1. กล้องวัดมุมพร้อมขา
2. หมุดพร้อมตะปู
3. ค้อน
4. ร่มกันแดด

ลำดับการปฏิบัติงาน

1. คลายสกรูล็อกขากล้องทั้ง 3 ขา



2. ดึงขาตั้งกล้องขึ้นพร้อมกัน ขึ้นมาสูงระดับหน้าอก หมุนล็อกสกรูขากล้องให้แน่น

3. กางขาทั้ง 3 ออก ให้ฐานขากล้องอยู่ในระนาบเดียวกัน เหยียบขากล้องให้แน่น

4. นำกล้องประกอบติดกับขา ล็อคสกรูใต้ขากล้องให้แน่นพอประมาณ

5. กางขาตั้งกล้องขาที่ 1 ไปข้างหน้าให้ค่อมหมุด มือทั้งสองจับขากล้องทั้งสองขา ปลายเท้าชี้ไปที่หมุด

6. มองช่องมองหมุด ให้ตรงหมุดด้านล่าง(สังเกตที่ปลายเท้า) โดยมือทั้งสองข้างโยกขาตั้งกล้องเพื่อให้ศูนย์ของกล้องตรงกับหมุดที่พื้นดิน

7. เมื่อศูนย์ของกล้องตรงกับหมุดที่พื้นดินแล้ว ตรวจสอบดูระดับฟองกลม

8. ปรับระดับฟองกลมให้อยู่ตรงกลาง โดยการสไลด์ขาตั้งกล้องขึ้น-ลงจนกว่าระดับฟองกลมจะอยู่ตรงกลาง ล็อคขาตั้งกล้องให้แน่น

9. ตั้งระดับฟองยาว หมุนกล้องให้แกนของหลอดระดับฟองยาว ขนานกับควงสามเส้าคู่ใดคู่หนึ่ง

10. ปรับระดับฟองยาว จากควงสามเส้าทั้งสองตัว โดยด้านที่สูงปรับให้ต่ำลง ด้านที่ต่ำปรับให้สูงขึ้น การหมุนควงสามเส้าทั้ง 2 ตัว จะต้องค่อยๆหมุน ในปริมาณที่เท่ากัน ในลักษณะการหมุนเข้าแสดงว่าด้านขวาต่ำด้านซ้ายสูงและหมุนออกแสดงว่าด้านซ้ายสูงด้านขวาต่ำ

11. เมื่อปรับฟองยาวได้ระดับแล้ว หมุนกล้องต่อไปประมาณ 90^0 แกนของหลอดระดับจะตั้งฉากกับแนวเดิม หมุนปรับควงตัวที่ 3 จนฟองยาวเข้าสู่กึ่งกลางหลอดระดับ

12. หมุนกล้องต่อไปอีกประมาณ 90^0 แกนของหลอดระดับจะขนานกับแกนของควงตัวที่ 1 และ 2 แต่ทิศทางกลับกันกับครั้งแรก สังเกตดูฟองระดับว่าอยู่กึ่งกลางหลอดระดับหรือไม่ ถ้าฟองระดับอยู่กึ่งกลางหลอดระดับ แสดงว่ากล้องได้ระดับแล้ว พร้อมที่จะใช้งานต่อไปได้

13. ตรวจสอบระดับฟองยาวครั้งสุดท้าย ไม่ว่าจะหมุนไปทางใดหลอดระดับฟองยาวก็ยังอยู่ตรงกลาง

14. เมื่อได้ระดับฟองยาวแล้ว ตรวจสอบที่ช่องมองหมุดดูว่าศูนย์กล้องยังตรงกับหมุดหรือไม่ หากไม่ตรงให้คลายสกรูยึดฐานกล้อง แล้วขยับกล้องให้ตรงหัวหมุด ขันให้แน่น แล้วตรวจกลับมาที่ฟองยาวให้ได้ระดับอีกครั้ง

ข้อควรระวัง/ข้อแนะนำ

1. หมุดที่สร้างขึ้นควรใช้ตะปูขนาดเล็ก
2. กล้องแต่ละประเภทอาจแตกต่างกันในลักษณะและตำแหน่งต่างๆ
3. หากระดับฟองกลมและฟองยาวไม่สัมพันธ์กัน ต้องปรับแก้ก่อนใช้งาน หากจำเป็นต้องใช้ก่อน ควรยึดหลอดระดับฟองยาวเป็นหลัก

มอบงาน

ให้ น.ศ. เลือกหมุดตั้งกล้อง ฝึกปฏิบัติตามขั้นตอน เมื่อชำนาญแล้วให้จับเวลาการตั้งกล้องให้ตรงหมุดในแต่ละครั้ง ว่าใช้เวลาเท่าใด

วัดผล

1. ขั้นตอนการตั้งกล้อง
2. เวลาที่ใช้ในการตั้งกล้อง
3. ความสนใจในการปฏิบัติงาน

ใบงานที่ 8	
วิชา งานสำรวจ1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม**	**หน่วยที่ 5** **สอนครั้งที่ 11 - 14** **จำนวนคาบรวม 56**
ชื่องาน การรังวัดมุมราบ	**จำนวนคาบ 4**

จุดประสงค์

1. สามารถรังวัดมุมราบโดยวิธีต่างๆ ได้
2. .สามารถรังวัดมุมดิ่ง ทั้งมุมก้มและมุมเงยได้
3. เกิดทักษะเกี่ยวกับการใช้กล้องสำรวจ

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1. กล้องวัดมุมพร้อมขา
2. หมุดพร้อมตะปู
3. ค้อน
4. ร่มกันแดด
5. สามขาตั้งดิ่งพร้อมดิ่ง

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. กำหนดจุดขึ้น 3 จุด ห่างกันพอประมาณ สมมติเป็นจุด A , B , C ตอกตะปูที่ตำแหน่งทั้งสาม
2. ตั้งกล้องให้ตรงจุด A ปรับระดับฟองกลม - ฟองยาว
3. รังวัดมุม BAC ด้วยการวัดมุมทิศทาง 2 ชุด
4. รังวัดมุม BAC ด้วยการวัดมุมภาคของทิศ 2 ชุด

ข้อควรระวัง/ข้อเสนอแนะ

1. การตั้งกล้องตรงหมุดหรือหัวตะปูหรือไม่ เมื่อตั้งระดับแล้ว ลองตรวจสอบอีกครั้ง

2. การตั้งกล้องไม่ควรให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าใกล้หรือช่วยตั้ง เนื่องจากจะมีการถอดสกรูล็อคกล้องเพื่อเลื่อนให้ตรงหมุดอาจจะมีการเผลอเรอหรือลืมล็อคกลับคืนได้

3. ระยะห่างระหว่างที่หมายเล็ง ยิ่งไกล ที่หมายยิ่งเล็ก ทำให้การจับที่หมายเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยหรือไม่เกิดเลย

4. ที่หมายเล็งถ้าใช้ดิ่งสามขา หรือเป้าเล็ง จะได้ค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

มอบงาน

ให้ น.ศ. กำหนดหมุดขึ้น 4 - 5 หมุดให้มองเห็นกันระหว่างหมุด จากนั้นให้รังวัดมุมราบในแต่ละหมุด

การประเมินผล

1. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานสนาม
2. ประเมินผลจากผลงาน
   - ความละเอียดถูกต้องของมุมหน้าซ้าย - หน้าขวา
   - ความละเอียดถูกต้องของการรังวัดมุมราบทั้ง 2 วิธี

ใบงานที่ 9	
วิชา งานสำรวจ1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม**	**หน่วยที่ 5** **สอนครั้งที่ 11 - 14** **จำนวนคาบรวม 56**
ชื่องาน การรังวัดมุมดิ่ง	**จำนวนคาบ 4**

จุดประสงค์

1. สามารถรังวัดมุมราบโดยวิธีต่างๆ ได้
2. สามารถรังวัดมุมดิ่ง ทั้งมุมก้มและมุมเงยได้
3. เกิดทักษะเกี่ยวกับการใช้กล้องสำรวจ

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1. กล้องวัดมุมพร้อมขา
2. หมุดพร้อมตะปู
3. ค้อน
4. ร่มกันแดด
5. สามขาตั้งดิ่งพร้อมดิ่ง

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. กำหนดจุดขึ้น 3 จุด ห่างกันพอประมาณ สมมติเป็นจุด A , B , C ตอกตะปูที่ตำแหน่งทั้งสาม
2. ตั้งกล้องให้ตรงจุด A ปรับระดับฟองกลม - ฟองยาว
3. กำหนดที่หมายสูง รังวัดมุมเงย
4. กำหนดที่หมายต่ำ รังวัดมุมก้ม
5. คำนวณค่ามุมราบ มุมดิ่ง

ข้อควรระวัง/ข้อเสนอแนะ

1. การตั้งกล้องตรงหมุดหรือหัวตะปูหรือไม่ เมื่อตั้งระดับแล้ว ลองตรวจสอบอีกครั้ง
2. การตั้งกล้องไม่ควรให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าใกล้หรือช่วยตั้ง เนื่องจากจะมีการถอดสกรูล็อคกล้องเพื่อเลื่อนให้ตรงหมุด อาจจะมีการลืมล็อคกล้องกลับคืนได้
3. ระยะห่างระหว่างที่หมายเล็ง ยิ่งไกล ที่หมายยิ่งเล็ก ทำให้การจับที่หมายเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยหรือไม่เกิดเลย
4. ที่หมายเล็งถ้าใช้ดิ่งสามขา หรือเป้าเล็ง จะได้ค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

มอบงาน

ให้ น.ศ. กำหนดที่หมายเล็งขึ้น 2 หมุดให้เป็นมุมเงย และมุมก้ม จากนั้นให้รังวัดมุมดิ่งในแต่ละที่หมายเล็ง

การประเมินผล

1. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานสนาม
2. ประเมินผลจากผลงาน
   - ความละเอียดถูกต้องของมุมหน้าซ้าย - หน้าขวา
   - การคำนวณค่ามุมดิ่ง

ใบงานที่ 10	
วิชา งานสำรวจ 1 **ชื่อหน่วย การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม**	**หน่วยที่ 5** **สอนครั้งที่ 11-14** **จำนวนคาบรวม 56**
ชื่องาน การเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม	**จำนวนคาบ 4**

จูดประสงค์

1. สามารถเก็บรายละเอียดโดยใช้กล้องวัดมุมกับเทปวัดระยะได้
2. สามารถลงที่หมายรายละเอียดต่างๆในแผนที่ได้
3. เกิดทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ

เครื่องมือ / วัสดุ – อุปกรณ์

1. กล้องวัดมุมพร้อมขา
2. เทปวัดระยะ
3. หลักเล็งแนว
4. ห่วงคะแนน
5. สามขาพร้อมดิ่ง
6. ร่มกันแดด
7. อุปกรณ์เครื่องเขียน

ลำดับการปฏิบัติงาน

1. ตั้งกล้องที่หมุด A เซ็ทค่ามุม 0 องศา ไปที่หมุด E
2. เปิดมุมเวียนตามเข็มนาฬิกา เมื่อเจอถาวรวัตถุที่ต้องเก็บรายละเอียด ก็บันทึกค่ามุมและวัดระยะจากจุดตั้งกล้องไปยังวัตถุนั้น บันทึกลงสมุดสนาม
3. เปิดมุมตามเข็มนาฬิกา และเก็บรายละเอียดไปจนกว่าจะหมุนครบรอบ
4. จุดอื่นๆ ก็ทำนองเดียวกันกับข้อ 1-3
5. นำข้อมูลที่ได้ PLOT ลงในแผนที่

ข้อควรระวัง/ข้อแนะนำ

1. การเก็บรายละเอียดต้องอ้างอิงจากหมุดเส้นฐานหรือหมุดวงรอบที่ทำไว้แล้ว
2. ควรวัดขนาดของอาคาร
3. การเล็งแนวละวัดระยะให้ตรงตำแหน่งที่ศูนย์กลางวัตถุ

มอบงาน

ให้ผู้เรียนลงที่หมายรายละเอียดในแผนที่ โดยใช้ข้อมูลตามเส้นวงรอบเดิมและเก็บรายละเอียดที่บริเวณนั้น

วัดผล

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. ความร่วมมือในการปฏิบัติงาน
3. การจดสมุดสนาม

ใบผลการปฏิบัติงาน	
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 7 , 8 , 9 , 10**
หน่วยที่ 5 การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม	
เรื่อง การเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม	

ผลการปฏิบัติงาน

1. ความพร้อมของเครื่องมือ – อุปกรณ์	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด
2. การตั้งกล้องวัดมุม	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด
3. การจดสมุดสนาม	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด
4. การเขียนแผ่นที่	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด
5.การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์การวัดระยะ	□ ใช้ได้ □ ผิดพลาด

บันทึก:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบประเมินผล					
เรื่อง การเก็บรายละเอียดด้วยกล้องวัดมุม	**จำนวน 4 คาบ**				
ชื่อผู้เรียน ..... **ชั้น ..... กลุ่ม .....**	**ระดับคะแนน**				**รวม**
รายการ	4	3	2	1	
1. การตรงต่อเวลา 2. การแต่งกาย 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ 4. การตั้งกล้องวัดมุม 5. ความถูกต้องในการอ่านค่ามุม 6. การเก็บรายละเอียดครบถ้วน 7. การจดสมุดสนามถูกต้อง 8. การทำแผ่นที่ถูกต้องตามที่สำรวจมา 9. ความสะอาดในการปฏิบัติงาน 10. ตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน					
เวลาปฏิบัติงาน เริ่ม.....น. สิ้นสุด.....น. รวม.....นาที ได้คะแนน(10)					
รวมคะแนน					
ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)					

แบบฝึกหัดบทที่ 5

<u>ตอนที่ 1</u>

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. กล้องวัดมุมที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือกล้องชนิดใด

   ก. Transit ข. Compass Theodolite

   ค. Theodolite ง. Total Station

2. Vernier ใช้ประกอบกล้อง Transit มีไว้เพื่ออะไร

   ก. ใช้ในการตั้งระดับ ข. ใช้อ่านค่ามุม

   ค. ใช้หาแนวทิศเหนือ ง. ใช้ตั้งกล้องให้ตรงหมุด

3. ควงสัมผัสของกล้องวัดมุมมีไว้เพื่อประโยชน์อะไร

   ก. ช่วยให้การสัมผัสกล้องนุ่มนวล

   ข. ช่วยให้การหมุนกล้องไม่ติดขัด

   ค. ช่วยส่ายกล้องเข้าหาที่หมาย

   ง. ช่วยให้การตั้งระดับกล้องถูกต้องยิ่งขึ้น

4. Optical Plummet ของกล้องมีไว้เพื่อประโยชน์อะไร

   ก. ใช้ในการตั้งระดับ ข. ใช้อ่านค่ามุม

   ค. ใช้หาแนวทิศเหนือ ง. ใช้ตั้งกล้องให้ตรงหมุด

5. ถ้ามีฝุ่นจับที่เลนส์ปากกล้อง ควรทำอย่างไร

   ก. ใช้ปากเป่าฝุ่นออก ข. ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดออก

   ค. ใช้แปรงอย่างนุ่มปัดออก ง. ใช้ผ้าอย่างดีเช็ดออก

6. การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม สิ่งใดสำคัญที่สุด

   ก. ผู้ทำการรังวัด ข. คุณภาพของกล้อง

   ค. สภาพของกล้อง ง. สภาพภูมิอากาศ

7. เหตุใดจึงต้องมีการดูแลรักษากล้องวัดมุม

   ก. เพราะกล้องราคาแพง ข. เพราะกล้องบอบบาง

   ค. เพราะยืดอายุการใช้งานของกล้อง ง. เพราะกล้องอาจมีความคลาดเคลื่อน

8. การวัดมุมต้องวัดด้วยกล้องทั้งหน้าซ้ายและหน้าขวา เพื่อแก้ความคลาดเคลื่อนอย่างใด

ก. กล้องไม่ตรงหมุด ข. กล้องไม่ได้ระดับ

ค. ส่องกล้องไม่ตรงที่หมาย ง. จานองศาของกล้องคลาดเคลื่อน

9. การวางผังอาคารหมายถึงอะไร

ก. การกำหนดตำแหน่งอาคาร

ข. การกำหนดขนาดอาคาร

ค. การกำหนดความสูงอาคาร

ง. การกำหนดระยะข้างเคียงของอาคาร

10. การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุมวิธีใดดีที่สุด

ก. การเล็งต่อแนว ข. การเล็งด้วยกล้องหน้าเดียว

ค. การเล็งด้วยกล้องสองหน้า ง. การเล็งด้วยกล้อง 2 ชุด

หน่วยที่ 6
การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม

หัวข้อเรื่อง

6.1 การวางแนวทางเส้นตรง

6.2 การแก้อุปสรรคการวางแนวทาง

ใบงานที่ 10 การวางแนวทางเส้นตรงด้วยการส่องสองหน้า

ใบงานที่ 11 การแก้อุปสรรคการวางแนวทาง

สาระสำคัญ

1. การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม ส่วนใหญ่จะใช้ในการสำรวจเพื่อออกแบบ เช่น ศูนย์กลางการก่อสร้าง ถนน คลอง ทางรถไฟ แนวท่อ สายส่งศักดิ์สูง ฯลฯ จะเป็นแนวเส้นตรงที่ยาวๆ จึงต้องมีการต่อเส้นตรง จากเส้นตรงที่กำหนดให้ สามารถต่อเส้นตรงดังกล่าวให้มีความยาวตามที่ต้องการได้

2. การวางแนวเส้นตรง เมื่อเจออุปสรรคหรือสิ่งกีดขวางแนวทางเส้นตรงผ่าน ในเบื้องต้นจำเป็นต้นทราบระยะทางเส้นตรงก่อน เพื่อนำมาออกแบบ จึงต้องมีการแก้อุปสรรคการวางแนวทาง เพื่อหาระยะทางนั้น

3. แนวทางเส้นตรงเมื่อเจออุปสรรคที่ไม่สามารถจะตรงไปข้างหน้าได้ หรือต้องการที่จะเปลี่ยนทิศทาง เพื่อให้ผ่านจุดหมายที่ต้องการ แนวทางที่เบนออกจากแนวเดิม เรียกว่า มุมเหหรือมุมเบี่ยงเบน จำเป็นจะต้องรังวัดมุมเหหรือมุมเบี่ยงเบนนั้นเพื่อนำมาออกแบบทางโค้งต่อไป

จุดประสงค์การเรียนการสอน (สมรรถนะการเรียนรู้)

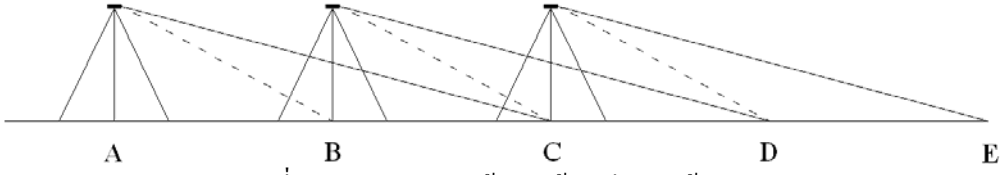
1. อธิบายวิธีการวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุมได้
2. สามารถวางแนวเส้นตรงด้วยวิธีส่องหน้าได้
3. สามารถวางแนวเส้นตรงด้วยวิธีส่องหลังได้
4. สามารถวางแนวเส้นตรงด้วยวิธีส่องสองหน้าได้
5 สามารถแก้อุปสรรคการวางแนวด้วยวิธีออกฉาก (Offsets)ได้
6. สามารถแก้อุปสรรคการวางแนวด้วยวิธีทำมุมเบี่ยงเบนได้

6.1 การวางแนวทางเส้นตรง

การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม หมายถึง การวางแนวศูนย์กลางการก่อสร้าง ถนน คลอง ทางรถไฟ แนวท่อ สายส่งศักดิ์สูง ฯลฯ โดยใช้กล้องวัดมุมเป็นเครื่องมือ ส่วนใหญ่มักจะเป็นแนวเส้นตรงที่ยาว ๆ จึงต้องมีการต่อเส้นตรง จากเส้นตรงที่กำหนดให้ โดยสามารถต่อเส้นตรงดังกล่าวให้มีความยาวตามที่ต้องการได้ 2 วิธีดังนี้

6.1.1 [1]วิธีส่องหน้าเดียว (Single Centering) ทำได้ 2 แบบ คือ

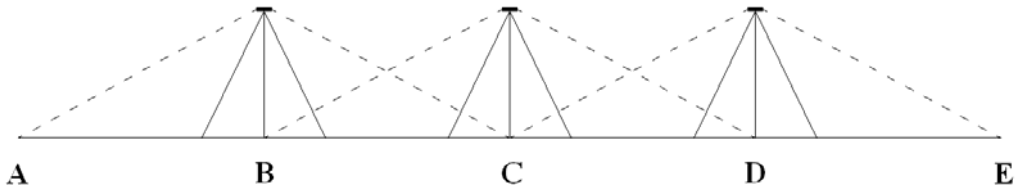
6.1.1.1 วิธีส่องหน้า



รูปที่ 6.1 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีส่องหน้า

จากรูป สมมติว่า AB คือเส้นตรงที่กำหนดให้ ต้องการต่อเส้นตรงดังกล่าวออกไปถึงจุด E ทำได้โดย นำกล้องที่ตั้งที่จุด A ส่องไปที่จุด B ปิดควงบังคับทางราบไว้ กระดกกล้องขึ้นให้มองเลยจุด B ไป สมมติว่ายังคงเห็นได้ชัดเจนที่สุด C กำหนดจุด C ตามเส้นแนวเล็ง ย้ายกล้องมาตั้งที่จุด B ส่องไปยังจุด C แล้วกระดกกล้องขึ้นขณะที่กล่องยังอยู่ในแนว BC สมมติว่าเห็นได้ชัดถึงจุด D กำหนดจุด D ขึ้น แล้วย้ายกล้องเดินหน้าไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสามารถได้ระยะทางตามต้องการ

6.1.1.2 วิธีส่องหลัง วิธีนี้สามารถต่อเส้นตรงได้ยาวขึ้นกว่าวิธีส่องหน้า ในการตั้งกล่องแต่ละครั้งซึ่งทำได้ดังนี้



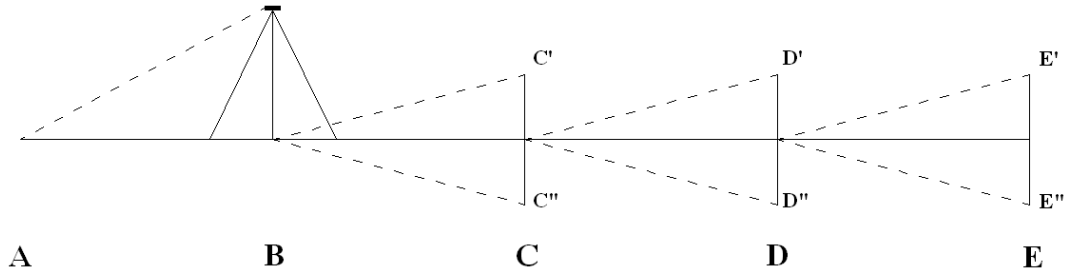
รูปที่ 6.2 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีส่องหลัง

---

[1] ผศ.ดิลก ศรีนาวิน. การสำรวจพื้นฐาน. 2537 หน้า 150.

จากรูป สมมติว่า AB เป็นเส้นตรงที่ต้องการต่อแนวยาวออกไป นำกล้องวัดมุมตั้งที่จุด B ส่องไปที่จุด A ปิดควงบังคับทางราบและเปิดควงบังคับทางดิ่ง (ตัวกล้องกระดกขึ้นลงในแนวดิ่งได้) กระดกกล้องกลับ ส่องไปที่จุด C หากกล้องสมบูรณ์ แกนดิ่งจะได้ดิ่งและแกนราบตั้งฉากกับแกนดิ่ง แนวเล็งก็จะตรงกับ AB พอดี แต่หากแกนกล้องหมุนแล้วไม่อยู่ในระนาบเส้นแนวเล็งก็ผิดไปจากแนว AB กำหนดจุดไว้ แล้วย้ายกล้องมาตั้งที่จุด C ส่องกลับไปที่ B กระดกกล้องกลับส่องไปที่จุด D แล้วย้ายกล้องไปข้างหน้าอีก (ที่จุด D) ทำในลักษณะเดิมจนกว่าจะได้ระยะตามต้องการ

6.1.2 วิธีส่องสองหน้า (Double Centering)



รูปที่ 6.3 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีส่องสองหน้า

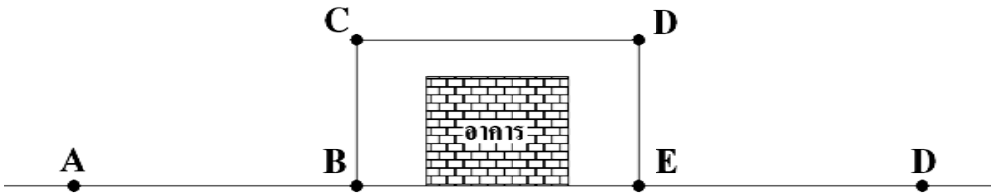
จากรูปให้ AB เป็นส้นตรงที่มีอยู่เดิม ต้องการต่อไปถึงจุด E ตั้งกล้องที่จุด B ส่องไปที่จุด A ด้วยกล้องหน้าซ้าย กระดกกล้องกลับ ทำเหมือนวิธีที่ 2 สมมติว่าได้ C′ แล้วหมุนกลับตามแนวนอน (รอบแกนดิ่ง) มาส่องที่จุด A อีกครั้งด้วยกล้องหน้าขวา กระดกกล้องกลับไปส่องที่จุด C สมมติได้ C″ กำหนดจุด C โดยให้ระยะ CC′ = CC″ หากทำการรังวัดด้วยความระมัดระวัง ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการส่องกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวา ย่อมมีขนาดเท่ากันที่ระยะทางเท่ากัน แต่จะเป็นไปคนละข้าง ดังนั้น หากแบ่งครึ่ง C′C″ ก็จะได้จุด C ซึ่งจะทำให้ BC เป็นเส้นตรงเดียวกันกับ AB ย้ายกล้องมาตั้งที่จุด C ทำในลักษณะเดิม จะได้จุด D และจุด E ตามลำดับ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้โดยทั่วไปของระยะ C′C″ และ D′D″ … .ในระยะ 400 ม. ห่างกันได้ไม่เกิน 3 ซม. ถ้าห่างกันเกินกว่านี้ ให้ตรวจสอบการทำใหม่หรือทำการปรับแก้กล้องใหม่

วิธีนี้มักจะใช้เมื่อต้องการความละเอียดสูง เพราะต้องใช้เวลาในการวัดมุมและกำหนดจุดมากกว่าวิธีแรก

6.2 การแก้อุปสรรคการวางแนวเส้นตรง

การต่อเส้นตรงที่ผ่านสิ่งกีดขวางในบางโอกาส อาจจะต้องผ่านสิ่งกีดขวางซึ่งที่กล้องส่องผ่านได้ แต่วัดระยะผ่านไม่ได้ หรือไม่สามารถผ่านได้ทั้งสองอย่าง เช่น แม่น้ำ บึง หรือ อาคาร เป็นต้น แต่การต่อเส้นตรงก็สามารถทำได้ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

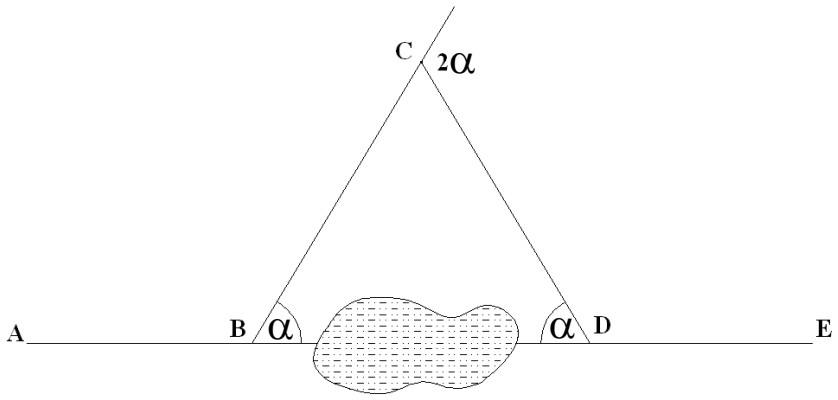
6.2.1 วิธีออกฉาก (Offsets) ซึ่งทำได้ดังนี้



รูปที่ 6.4 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีออกฉาก

จากรูป สมมติว่าต้องการต่อเส้นตรง AB ออกไปถึง F แต่มีอาคารขวางอยู่ นำกล้องมาตั้งที่จุด B ส่องไปที่จุด A ตั้งค่าจานองศารอบ 0° แล้วหมุนกล้องตามเข็มนาฬิกา จนอ่านค่าจานองศาราบได้เท่ากับ 90° (แนวเล็งจะตั้งฉากกัน AB) กำหนดจุด C ตามแนวเล็งโดยให้จุด C พ้นจากสิ่งกีดขวาง วัดระยะแล้วย้ายกล้องมาตั้งที่จุด C ส่องกล้องไปที่จุด B ตั้งค่าจานองศาราบ 0° แล้วเบนทำมุมฉากกับแนว CB (แนว CD) กำหนดจุด D ตามแนวเล็งโดยให้ CD พ้นสิ่งกีดขวางแล้ว วัดระยะแล้วย้ายกล้องไปตั้งที่จุด D และจุด E โดยทำเหมือนกับที่ตั้งจุด B และจุด C และให้ระยะ DE = BC ดังนั้น จุด E ก็จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันกับ AB และเมื่อตั้งกล้องที่ E ส่องไปจุด D แล้วทำมุมเวียนขวา 90° แนวเล็งก็จะต้องเป็นแนวเดียวกับ AB และสามารถต่อได้ถึงจุด F ตามต้องการระยะที่วัดไม่ได้คือ BE ก็จะได้เท่ากับ CD

6.2.2 วิธีทำมุมเบี่ยงเบน



รูปที่ 6.5 แสดงการต่อเส้นตรงด้วยวิธีทำมุมเบี่ยงเบน

จากรูป AB เป็นเส้นตรงที่กำหนดให้ ต้องการต่อเส้นตรงนี้ออกไปทางจุด B ถึงจุด E แต่มีอาคาร หรือบึงใหญ่ขวางอยู่ เส้นตรงดังกล่าวก็อาจจะต่อได้โดย ใช้วิธีทำมุมเบี่ยงเบน กล่าวคือ ตั้งกล้องที่จุด B ส่องไปที่จุด A กระดกกล้องกลับส่องไปทางตรงข้ามกัน A อ่านค่าจานองศาราบ แล้วเบนแนวเล็งให้พ้นสิ่งกีดขวาง สมมติว่าเป็นมุม α กำหนดจุด C ตามแนวเล็ง พร้อมวัดระยะ BC ย้ายกล้องมาตั้งที่จุด C ส่องไปยังจุด B กระดกกล้องกลับ อ่านค่าจานองศาราบแล้วเบนกล้องไปในทิศทางตรงข้ามกับที่เบนขณะตั้งกล้องที่ B และมีขนาดเป็น 2 เท่าของมุม α (ใช้หลักการ Sine's Law) แล้วกำหนดจุด D ตามแนวเล็งโดยให้ระยะ DC = CB ก็จะได้ว่าจุด D อยู่ในแนวเดียวกันกับ AB จากนั้น ตั้งกล้องที่จุด D ส่องกลับไปที่ C แล้วกระดกกล้องกลับแล้วเบนไปทางเดียวกับครั้งแรกเป็นมุมเท่ากับ α แนวเล็งก็จะเป็นแนวเส้นตรงที่กำหนดให้ เป็นการเชื่อมเส้นตรงระหว่างจุดใดๆ 2 จุด จากนั้นกระดกกล้องกลับก็จะได้จุด E แนวเส้นตรง A B D และ E จะเป็นแนวเส้นตรงเดียวกัน

การวัดมุมของการวางแนวเส้นตรง ซึ่งจะเป็นพื้นฐานของวิชาการสำรวจเส้นทาง นิยมวัด 2 ชุด ชุดแรกตั้งค่า BS. ที่ 00°- 00'- 00" วัดมุมวนซ้าย ชุด 2 ตั้งค่า BS. ที่ 90°- 00'- 00" วัดมุมวนซ้ายของผู้ทำการสำรวจ แล้วหาค่ามุมเฉลี่ย ใช้ค่ามุมเฉลี่ยหาค่ามุม Δ นำมุม Δ ไปใช้คำนวณรายการโค้ง (Curve Data)

ตัวอย่าง จากรูปที่ 6.5 กำหนดมุม α = 50° ดังนั้น 2α = 100° ระยะ BC = CD = 35.50 ม. ต้องการทราบระยะ BD

รายการคำนวณ : มุม BCD หาได้จาก 180°- 2α = 180° 100° = 80°

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \quad \therefore \quad \frac{CD}{\sin B} = \frac{BC}{\sin D} = \frac{BD}{\sin C}$$

จาก Sine's Law : $BD = \frac{CD}{\sin B} \times \sin C = \frac{35.50}{\sin 50} \times \sin 80 = 45.638$

หรือ : $BD = \frac{BC}{\sin D} \times \text{sim } C = \frac{35.50}{\sin 50} \times \sin 80 = 45.638$

$\therefore$ ระยะทาง BD = 45.638 เมตร

สรุป

การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม จะเป็นพื้นฐานของการเรียนช่างสำรวจ โดยเฉพาะวิชาการสำรวจเส้นทาง ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการใช้กล้องวัดมุมเบื้องต้นเป็นอย่างดี สามารถปฏิบัติงานวางแนวเส้นตรงด้วยวิธีส่องหลัง และการส่องสองหน้า พร้อมทั้งแก้ปัญหา-อุปสรรคการวางแนวทาง ด้วยการออกฉาก หรือวิธีทำมุมเบี่ยงเบน

ใบงานที่ 11	
วิชา งานสำรวจ1	**หน่วยที่ 6**

ชื่อหน่วย การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม	สอนครั้งที่ 15 - 17 จำนวนคาบรวม 68
ชื่องาน การวางแนวทางเส้นตรงด้วยการส่องสองหน้า	จำนวนคาบ 4

จุดประสงค์

1. สามารถนำวิธีการวางแนวเส้นตรงแนวทางไปใช้งานได้ถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของกล้องวัดมุมได้ถูกต้อง

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. กล้องวัดมุม พร้อมขาตั้ง	จำนวน	1	ชุด
2. เทปวัดระยะ	จำนวน	1	เส้น
3. ห่วงคะแนน	จำนวน	1	อัน
4. ค้อน	จำนวน	1	เต้า
5. ตะปู + ฝาน้ำอัดลม	จำนวน	10	อัน
6. ร่ม	จำนวน	1	คัน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. กำหนดโครงการสำรวจ – ออกแบบแนวทาง อย่างเคร่า ๆ ทั้งจุดเริ่มต้นโครงการ จุดผ่าน และจุดสิ้นสุดโครงการ

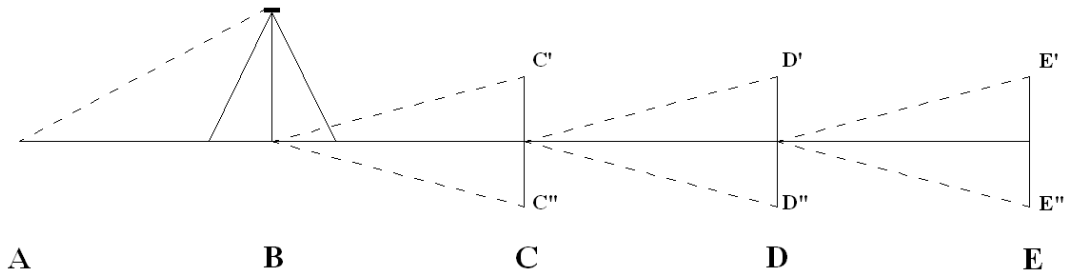
2. กำหนดจุดเริ่มต้นโครงการ (0+000) ตอกตะปูบนฝาน้ำอัดลมให้แน่นและจมเสมอระดับดิน วัดระยะไปตามแนวที่เลือกไว้ ได้ 50.00 เมตร

3. ย้ายกล้องมาตั้งที่ Sta. 0+050 ตั้งค่ามุมราบ 0° ด้วยกล้องหน้าซ้าย จับที่หมายที่ Sta. 0+000 เลือกตำแหน่งที่หมายธงหน้า วัดระยะได้ 70.00 เมตร จะได้ Sta. 0+120.00 กระดกกล้องกลับเป็นกล้องหน้าขวา วัดระยะให้ได้ เท่าเดิมคือ 70.00 เมตร หากกล้องไม่มีความคลาดเคลื่อนจุดทั้งสองจะทับกัน หากไม่ทับกันก็หาค่าเฉลี่ยตรงกลางเป็นแนวเส้นตรงที่ถูกต้อง

4. ย้ายกล้องมาตั้งที่ Sta. 0+120.00 ตั้งค่ามุมราบ 0° ด้วยกล้องหน้าซ้าย จับที่หมายที่ Sta. Sta. 0+050 เลือกตำแหน่งที่หมายธงหน้า วัดระยะได้ 40.00 เมตร. จะได้ Sta. 0+160 กระดกกล้องกลับเป็นกล้องหน้าขวา วัดระยะให้ได้ เท่าเดิมคือ 40.00 เมตร หากกล้องไม่มีความคลาดเคลื่อนจุดทั้งสองจะทับกัน หากไม่ทับกันก็หาค่าเฉลี่ยตรงกลางเป็นแนวเส้นตรง

5. ย้ายกล้องมาตั้งที่ Sta. 0+120.00 ตั้งค่ามุมราบ 0° ด้วยกล้องหน้าซ้าย จับที่หมายที่ Sta. 0+050 เลือกตำแหน่งที่หมายธงหน้า วัดระยะได้ 40.00 เมตร. จะได้ Sta. 0+160 กระดกกล้องกลับเป็นกล้องหน้าขวา วัดระยะให้ได้เท่าเดิมคือ 40.00 เมตร หากกล้องไม่มีความคลาดเคลื่อนจุด

ทั้งสองจะทับกัน หากไม่ทับกันก็หาค่าเฉลี่ยตรงกลางเป็นแนวเส้นตรง



ข้อควรระวัง

การรังวัดมุม ต้องพิจารณาให้ดีว่า แนวทางเบี่ยงเบนไปทางซ้ายหรือขวา หากแนวทางเบี่ยงเบนไปทางซ้าย หาค่ามุมโดยนำค่ามุมที่รังวัดได้ ไปหักออกจาก 180 องศา หากแนวทางเบี่ยงเบนไปทางขวา หาค่ามุม โดยนำค่ามุม 180 องศา ไปหักออกจากค่ามุมที่รังวัดได้

ข้อเสนอแนะ

การวางแนวทางควรใช้วิธีแบบสองหน้า หากค่าแตกต่างกันมากควรตรวจสอบและปรับแก้กล้องวัดมุมเสียก่อน

ใบงานที่ 12	
วิชา งานสำรวจ1	**จำนวนคาบรวม 68**

ชื่อหน่วย การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม	หน่วยที่ 6 สอนครั้งที่ 15-17
ชื่องาน การแก้อุปสรรคการวางแนวทาง	จำนวนคาบ 4

จุดประสงค์

1. สามารถแก้อุปสรรคการวางแนวทางตรงโดยวิธีออกฉากได้
2. สามารถแก้อุปสรรคการวางแนวทางตรงโดยวิธีสร้างสร้างรูปสามเหลี่ยมมหน้าจั่วได้

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. กล้องวัดมุม พร้อมขาตั้ง	จำนวน	1	ชุด
2. เทบวัดระยะ	จำนวน	1	เส้น
3. ห่วงคะแนน	จำนวน	1	อัน
4. ค้อน	จำนวน	1	เต้า
5. ตะปู + ฝาน้ำอัดลม	จำนวน	10	อัน
6. ร่ม	จำนวน	1	คัน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. กำหนดจุดเริ่มต้นโครงการ (0+000) ตอกตะปูบนฝาน้ำอัดลมให้แน่น และจมเสมอระดับดิน

2. ตั้งกล้องที่ Sta. 0+000 ตั้งค่ามุม Azimuth หรือยึดตามแนวถนนเดิม เปิดมุมไปยังแนวใหม่ตามตัวอย่างได้ 89^0 10' เปิดด้วยกล้องอีกหน้าหนึ่ง เฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจะได้ Sta. 0+100 (งานจริงระยะอาจจะมากกว่านี้) ตอกตะปูบนฝาน้ำอัดลมไว้

3. ตั้งค่ามุมราบ 0^0 ที่ Sta. 0+100 เปิดมุมไปยังจุดที่เป็นถาวรวัตถุ พร้อมทั้งวัดระยะเพื่อทำการโยงยึด หรือทำหมายพยาน (Reference Point = RP.) จำนวน 3 จุด เพื่อจะได้ค้นหาตำแหน่งเดิมได้ถูกต้อง เมื่อจุดนี้ถูกทำลายหรือสูญหาย

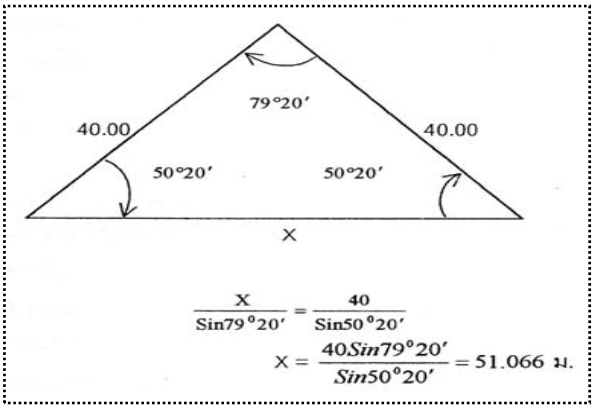
4.ย้ายกล้องมาตั้งที่ Sta. 0+100 จับที่หมายที่ Sta. 0+000 กระดกกล้องกลับ วัดระยะ (สมมติไปอีก 100 เมตร) ได้ Sta. 0+200 ตอกตะปูไว้ จากนั้นหมุนกล้องกลับไปจับที่หมาย Sta. 0+000 อีกครั้งหนึ่ง กระดกกล้องกลับ วัดระยะให้ได้เท่าเดิม หากกล้องไม่มีความคลาดเคลื่อนจุดทั้งสองจะทับกัน หากไม่ทับก็หาค่าเฉลี่ยตรงกลางเป็นแนวเส้นตรงที่ถูกต้องเป็น Sta. 0+200

5. ย้ายกล้องมาตั้งที่ Sta. 0+200 สมมติว่า ไม่สามารถมองเห็นไปข้างหน้าได้เนื่องจากมีอาคาร

หรือป่าบังอยู่ จะแก้ปัญหาโดยการออกฉาก ตั้งค่า 0^0 ไปที่ Sta. 0+100 เปิดมุม 90^0 ออกไปจากแนวทาง (ทางซ้ายหรือขวาก็ได้) วัดระยะตามแนวเส้นฉาก ไปจนกว่าจะพ้นสิ่งกีดขวาง (15.00 เมตร) ตอกตะปูไว้ แล้วย้ายกล้องไปตั้งที่ตะปูนั้น ตั้งค่า 0^0 ไปที่ Sta. 0+200 เปิดมุม 90^0 (หรือ 270^0 มุมตามเข็มนาฬิกา) ระยะความยาวตามแนวจนกว่าจะพ้นสิ่งกีดขวาง (50.00 เมตร) ตอกตะปูไว้ แล้วย้ายกล้องมาตั้ง ตั้งค่า 0^0 ไปยังจุดที่เพิ่งย้ายมา เปิดค่ามุม 90^0 (หรือ 270^0) วัดระยะทางให้เท่ากับครั้งแรก (15.00 เมตร) ตอกตะปูไว้ จะได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ระยะที่วัดไม่ได้ จะเท่ากับด้านยาวของรูปสี่เหลี่ยม (50.00 เมตร)

6. ย้ายกล้องมาตั้งที่จุดสุดท้ายของรูปสี่เหลี่ยม ตั้งค่ามุม 0^0 ไปจุดเดิม เปิดมุม 90^0 ก็จะได้เป็นแนวเส้นตรงออกไป วัดระยะ(สมมติได้ 100.00 เมตร) ตอกตะปูไว้ หลังจากนั้นกลับหน้ากล้องเป็นหน้าขวา จับที่หมายเดิม แล้วเปิดมุม 90^0 วัดระยะเท่าเดิม จะทับหรือใกล้เคียงกับตะปูที่ตอกไว้ จากนั้นหาค่าเฉลี่ย จะได้เป็น Sta. 0+350

7. ย้ายกล้องมาตั้งที่ Sta. 0.350 สมมติมีอุปสรรคขวางแนวทางอยู่ จะแก้อุปสรรคโดยวิธีออกฉาก อาจไม่สะดวกเนื่องจากพื้นที่จำกัดและคับแคบ ให้แก้ปัญหาโดยวัดมุมเบี่ยงเบน โดยการสร้างสามเหลี่ยมหน้าจั่วขึ้น จับที่หมายที่ Sta. 0.250 หรือจุดที่เพิ่งย้ายกล้องมา แล้วกระดกกล้องกลับเป็นแนวไปข้างหน้า (แต่ส่องผ่านไปไม่ได้) เปิดมุมเท่ากับมุม $\propto$ (50^0 20' 00") ให้พ้นสิ่งกีดขวาง วัดระยะตามแนวนั้น จนสังเกตดูว่าอยู่ประมาณกึ่งกลางอุปสรรคก็พอ (40.00 ม.) ตอกตะปูไว้ ย้ายกล้องมาตั้งจุดที่ตอกตะปู ตั้งค่า 0^0 ที่ Sta. 0.350 กระดกกล้องกลับ แล้วเปิดมุมเป็น $2 \propto$ (100^0 40' 00") วัดระยะตามแนวนั้น เท่ากับระยะเดิม (40.00 ม.) ก็จะได้สามเหลี่ยมหน้าจั่วขึ้นหนึ่งรูป คำนวณหาด้านที่ต้องการได้ โดยใช้ Sin' Law



$$\frac{X}{Sin79^\circ 20'} = \frac{40}{Sin50^\circ 20'}$$

$$X = \frac{40 Sin79^\circ 20'}{Sin50^\circ 20'} = 51.066 \text{ ม.}$$

Sta. สุดท้ายของรูปสามเหลี่ยม คือ Sta. 0+350 + 51.066 = 0+401.066

8. ย้ายกล้องมาตั้งที่ Sta. 0 + 401.066 ตั้งค่ามุม 0^0 ที่มุมยอดของสามเหลี่ยม (จุดที่เปิดมุม $2 \propto$)

เปิดมุมภายในสามเหลี่ยม เท่ากับ $\propto$ (50^0 20') ซึ่งจะเป็นฐานของสามเหลี่ยม ที่ไม่สามารถวัดระยะได้ กระดกกล้องกลับก็จะเป็นแนวเส้นตรงที่ต้องการ วัดระยะตามแนว ตอกตะปูไว้ จับที่หมายที่จุดเดิม ด้วยกล้องหน้าขวา เปิดมุมภายใน (50^0 20') กระดกกล้องกลับวัดระยะตามแนวจะทับหรือใกล้เคียงกับตะปูที่ตอกไว้เดิม หาค่าเฉลี่ย ก็จะได้ Sta. ต่อไป (0+451.066)

ข้อควรระวัง/ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการปฏิบัติงานมีการรังวัดมุมฉาก และมุมหักเหต่าง ๆ ต้องระมัดระวังเรื่องมุมภายในและมุมภายนอกให้ดี อาจจะเกิดข้อผิดพลาดได้
2. หากกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาต่างกันมา ควรงดใช้กล้องและปรับแก้เสียก่อน
3. กำหนดแนวเส้นตรงให้ผ่านสิ่งกีดขวางต่าง ๆ และปรับแก้ให้ครบทั้ง 2 วิธี

มอบงาน

ให้นักศึกษาวางแนวเส้นตรงด้วยวิธีการส่องสองหน้า โดยจะต้องสิ่งกีดขวางไม่ต่ำกว่า 2 ครั้ง และแก้อุปสรรคโดยวิธีออกฉากและ สามเหลี่ยมหน้าจั่ว

การประเมินผล

1. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานสนาม
2. ประเมินจากผลงานและสมุดสนาม

ใบผลการปฏิบัติงาน	
วิชา งานสำรวจ 1	**ใบงานที่ 10 , 11 , 12**

หน่วยที่ 6 การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม

เรื่อง การแก้อุปสรรคการวางแนวทาง

ผลการปฏิบัติงาน

1. ความพร้อมของเครื่องมือ – อุปกรณ์	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
2. การตั้งกล้องวัดมุม	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
3. การออกฉาก	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
4. การเปิดมุมสามเหลี่ยม	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด
5.การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์การวัดระยะ	☐ ใช้ได้ ☐ ผิดพลาด

บันทึก:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบประเมินผล					
เรื่อง การแก้อุปสรรคการวางแนวทาง	**จำนวน 4 คาบ**				
ชื่อผู้เรียน ..... **ชั้น ..... กลุ่ม**	**ระดับคะแนน**				**รวม**
รายการ	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. การตรงต่อเวลา 2. การแต่งกาย 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ 4. การตั้งกล้องวัดมุม 5. การใช้กล้องวัดมุม 6. การออกฉาก 7. การเปิดมุมสามเหลี่ยม 8. การใช้กฎ Sin's Law 9. ความสะอาดในการปฏิบัติงาน 10. ตรวจ เก็บ และการทำความสะอาดเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน					
เวลาปฏิบัติงาน เริ่ม.....น. สิ้นสุด.....น. รวม.....นาที			**ได้คะแนน(10)**		
รวมคะแนน					
ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)					

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6

ตอนที่ 1 เรื่องการวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุมใช้ในงานชนิดใด
   - ก. ทำแผนที่ภูมิประเทศ
   - ข. ทำแผนที่ต้นร่าง
   - ค. สำสรวจทำระดับ
   - ง. สำรวจเพื่อออกแบบ
2. การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุมคือ
   - ก. วางแนวถนนร่างรถไฟ สายส่งไฟฟ้า
   - ข. วางแนวแปลงที่ดิน
   - ค. วางแนวบริเวณก่อสร้าง
   - ง. วางแนวโครงการใหญ่ ๆ เท่านั้น
3. วิธีส่องหน้าเส้นตรง AB ไปยังจุดคือ
   - ก. ตั้งกล้องจุด A ส่องไปจุด B บิดควงบังคับแล้วส่องไปยังจุด C
   - ข. ตั้งกล้องจุด A ส่องไปจุด B บิดควงบังคับกระดกกล้องกลับส่องจุด C
   - ค. ตั้งกล้องจุด B ส่องไปจุด A บิดควงบังคับกระดกกล้องกลับส่องจุด C
   - ง. ตั้งกล้องจุด B ส่องไปจุด A หมุนกล้องไปยังจุด C
4. วิธีส่องหลังเส้นตรง AB ไปยังจุด C
   - ก. ตั้งกล้องจุด A ส่องไปจุด B บิดควงบังคับแล้วส่องไปยังจุด C
   - ข. ตั้งกล้องจุด A ส่องไปจุด B บิดควงบังคับกระดกกล้องกลับส่องจุด C
   - ค. ตั้งกล้องจุด B ส่องไปจุด A บิดควงบังคับกระดกกล้องกลับส่องจุด C
   - ง. ตั้งกล้องจุด B ส่องไปจุด A หมุนกล้องไปยังจุด C
5. วิธีส่องสองหน้าคือ
   - ก. ส่องกล้องหน้าซ้าย
   - ข. กล้องหน้าขวา
   - ค. ส่องกล้องทั้งหน้าซ้ายและขวา
   - ง. .ใช้กล้องส่องสองตัว
6. ถ้ากล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาไม่ทับจุดเดียวเฉลี่ยงระยะแล้วข้อที่ถูกคือ
   - ก. ระยะ 100 เมตร ห่างกันไม่เกิน 3 ซม.
   - ข. ระยะ 200 เมตร ห่างกันไม่เกิน 3 ซม.
   - ค. ระยะ 300 เมตร ห่างกันไม่เกิน 3 ซม.
   - ง. ระยะ 400 เมตร ห่างกันไม่เกิน 3 ซม.

7. การวางแนวที่ต้องการความละเอียดสูงคือ

ก. วิธีส่องหน้า ข. วิธีส่องหลัง

ค. วิธีส่องสองหน้า ง. วิธีส่องโดยตรง

8. เมื่อการต่อเส้นตรงมีอุปสรรควิธีที่ถูกต้องคือ

ก. ย้ายจุดต่อแนวใหม่ ข. ทุบสิ่งกีดขวาง

ค. หลักการสามเหลี่ยม ง. หลักการออกฉาก

9. การทำมุมเบี่ยงเบนแก้อุสรรคกีดขวางใช้หลักการใด

ก. หลักการ *Sin's Law* ข. หลักการสามเหลี่ยมด้านเท่า

ค. หลักการสามเหลี่ยม ง. หลักการออกฉาก

10. การวางแนวเส้นตรงนิยมใช้กล้องชนิดใด

ก. กล้องระดับ ข. กล้องวัดมุม

ค. กล้องเข็มทิศ ง. กล้องส่องทางไกล

<u>ตอนที่ 2</u> เรื่องการวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม

จงตอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ให้อธิบายการวางแนวเส้นตรงด้วยวิธีส่องหน้า พร้อมเขียนรูปประกอบ

_____

_____

_____

2. ให้อธิบายการวางแนวเส้นตรงด้วยวิธีส่องหลัง พร้อมเขียนรูปประกอบ

_____

_____

_____

3. ให้อธิบายการวางแนวเส้นตรงด้วยวิธีส่องสองหน้า พร้อมเขียนรูปประกอบ

_____

_____

_____

4. หากการวางแนวเส้นตรงเจออุปสรรคขวางจะแก้ไขโดยวิธีใด

_____

_____

_____

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวางแนวเส้นตรงประกอบด้วยอะไรบ้าง บอกให้ละเอียด

_____

_____

_____

บรรณานุกรม

เจิมศักดิ์ หัวเพชร. วิชาการสำรวจ. กรุงเทพฯ : อักษรประเสริฐ, 2525.

เจิมศักดิ์ หัวเพชร. วิชาการสำรวจ. กรุงเทพฯ : อักษรประเสริฐ, 2531

ดิลก ศรีนาวิน, ผศ. การสำรวจพื้นฐาน. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. การสำรวจ. กรุงเทพฯ : ไทยแลนด์การพิมพ์, 2524

ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : ไทยแลนด์การพิมพ์, 2534.

ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. วิศวกรรมสำรวจ 1. กรุงเทพฯ : 2550.

วัชรินทร์ วิทยกุล. การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2527.

อนันต์ สันตยากร. การสำรวจ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, ม.ป.ป.