

การสำรวจด้วยเข็มทิศ

1. ความหมายของการสำรวจด้วยเข็มทิศ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 (2530 : 152) ได้ให้ความหมายของเข็มทิศว่า หมายถึง เครื่องชี้บอกทิศที่มีเข็มเป็นแม่เหล็ก ปลายข้างหนึ่งจะชี้ไปทางทิศเหนือเสมอ แต่ในวิชาการสำรวจจะมีความหมายกว้างกว่า จะหมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดทิศทางหรือแนวทางของเส้นตรงใด ๆ โดยนับเนื่องจากแนวทิศเหนือแม่เหล็กเป็นสำคัญ (เจิมศักดิ์ หัวเพชร, 2525 : 210) ทั้งนี้เนื่องจากความมุ่งหมายของการใช้เข็มทิศแตกต่างกัน ซึ่งในงานทั่ว ๆ ไปจะใช้เข็มทิศเพื่อหาแนวทิศเหนือเท่านั้น แต่ในการสำรวจจะอาศัยเข็มทิศ เพื่อหาทิศทางของแนวเส้นหรือทิศทางของจุดต่าง ๆ นับเนื่องจากแนวทิศเหนือ แล้วนำข้อมูลมาจัดทำเป็นแผนที่ แผนที่ หรือแบบแปลนต่าง ๆ

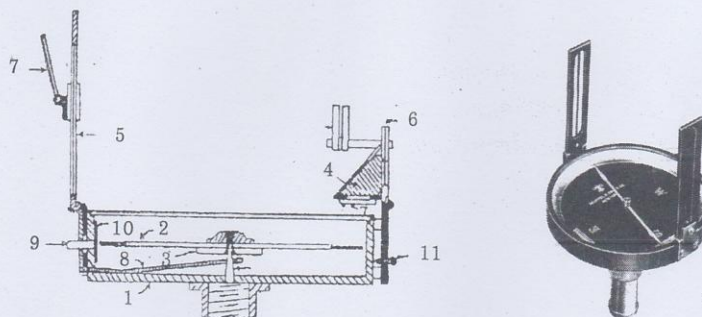
ดังนั้นการสำรวจด้วยเข็มทิศจึงหมายถึงการสำรวจเพื่อทำแผนที่ แผนที่ หรือแบบแปลนต่าง ๆ โดยใช้เข็มทิศเป็นเครื่องมือหลักในการปฏิบัติงาน

2. ชนิดของเข็มทิศ

เข็มทิศมีด้วยกันหลายแบบ แต่ละแบบจะมีลักษณะและส่วนประกอบที่สำคัญคล้ายคลึงกันจะต่างกันก็เพียงรูปร่างลักษณะ และความสะดวกในการใช้งานเท่านั้น เข็มทิศอาจแบ่งออกได้หลายชนิด เช่น

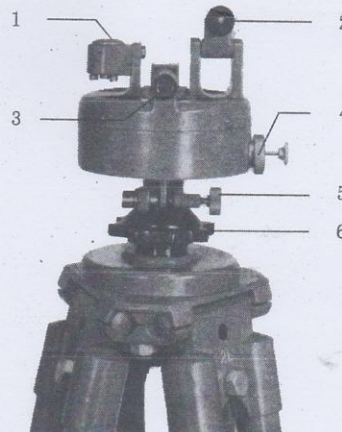
2.1 ดัลลัมเข็มทิศ (Prismatic Compass)

เป็นเข็มทิศที่ใช้ในงานสำรวจแบบหนึ่ง มีลักษณะเป็นดัลลัม ภายในตัวเรือนจะมีเข็มทิศและจานองศา ใช้ระบบปริซึมในการอ่านค่าจานองศา มีทั้งแบบที่อ่านค่าจากจานองศาหน้าเดียว (Single Image) และแบบที่อ่านค่าจากจานองศาที่อยู่ตรงกันข้ามสองหน้า (Double Image) เวลาใช้จะติดตั้งบนสามขา ดัลลัมเข็มทิศมีทั้งแบบที่ใช้กันและแบบที่เป็นกล้องส่องขนาดเล็ก



รูปที่ 5 - 1 ดัลลัมเข็มทิศ

1 =	ตัวดัลลัมเข็มทิศ	2 =	จานองศา
3 =	เข็มทิศ	4 =	ปริซึม
5 =	สายไข	6 =	ช่องตามอง
7 =	กระจกสะท้อนแสง	8 =	คานาล็อกและปล่อยเข็มทิศ
9 =	ปุ่มหยุด	10 =	ขอบยึด
11 =	ปุ่มโฟกัส		

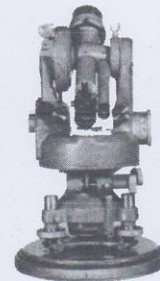


รูปที่ 5 - 2 Double Image Compass

- | | | | |
|-----|-----------------|-----|--------------------------|
| 1 = | ระดับฟองกลม | 2 = | กล้องส่อง |
| 3 = | ช่องอ่านค่าองศา | 4 = | ควงบังคับทางราบ |
| 5 = | ควงสัมผัสทางราบ | 6 = | ควงยึดข้อต่อและตั้งระดับ |

2.2 กล้องเข็มทิศ (Compass Theodolite)

เป็นเข็มทิศที่มีรูปร่างลักษณะภายนอกเหมือนกับกล้องวัดมุม แต่ส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ในการกำหนดทิศทางเป็นเข็มทิศ มุมที่วัดได้จึงเป็นมุมที่นับเนื่องจากทิศเหนือ กล้องเข็มทิศบางยี่ห้อ เช่น Wild To สามารถอ่านค่าองศาได้โดยตรงถึง 1 ลิปดา ซึ่งเป็นค่าที่มีความละเอียดพอสมควรจึงสามารถนำไปใช้งานสำรวจทำแผนที่เฉพาะแปลง การวางแนวถนน ทางรถไฟหรือท่อระบายน้ำ เป็นต้น



รูปที่ 5 - 3 กล้องเข็มทิศ

2.3 เข็มทิศช่างสำรวจ (The Surveyor's Compass)

เป็นเข็มทิศที่นิยมใช้ในงานสำรวจชั้นมูลฐาน หรือทำแผนที่บริเวณเนินเขาสูง ๆ ต่ำ ๆ สามารถใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว ค่าจ่านองศาราบและจ่านองศาตั้ง อ่านได้ละเอียดประมาณ 1 องศาเข็มทิศช่างสำรวจมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 5 - 4 เข็มทิศช่างสำรวจ

2.4 เข็มทิศชนิดอื่น ๆ

นอกจากเข็มทิศที่กล่าวมาแล้ว ยังมีเข็มทิศชนิดอื่น ๆ ซึ่งใช้ในงานประเภทต่าง ๆ อีกหลายแบบ เช่น

2.4.1 เข็มทิศ Brunton (Brunton Compass) เป็นเข็มทิศแบบพกพา มีเป้าเล็งและมีระดับฟองกลม เพื่อประมาณให้เข็มทิศได้ระดับ ใช้ในงานสำรวจเบื้องต้นหรืองานทั่ว ๆ ไป เช่น งานทางธรณีวิทยา เป็นต้น เข็มทิศแบบนี้ บางยี่ห้อและบางรุ่นมีเครื่องอ่านเศษมาตร ช่วยให้การอ่านค่าเข็มทิศละเอียดขึ้น



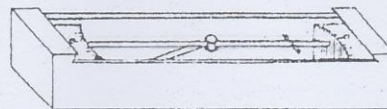
รูปที่ 5 - 5 เข็มทิศ Brunton

2.4.2 เข็มทิศตลับ (Compass Box) เป็นเข็มทิศพกพาอีกแบบหนึ่ง ที่มีเป้าเล็ง ใช้ในงานสำรวจเบื้องต้นหรือการหาทิศทางโดยประมาณ



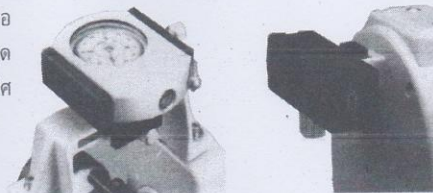
รูปที่ 5 - 6 เข็มทิศตลับ

2.4.3 เข็มทิศราง (Trough Compass) เป็นเข็มทิศแบบกล่องสี่เหลี่ยม ใช้สำหรับหาแนวทิศเหนือ-ใต้ นิยมใช้ในงานสำรวจด้วยโต๊ะแผนที่ เพื่อจัดทิศทางของโต๊ะแผนที่ให้อยู่ในแนวเหนือ-ใต้



รูปที่ 5 - 7 เข็มทิศราง

2.5.5 เข็มทิศประกอบกล้องวัดมุม เป็นเข็มทิศแบบวงกลม (Circular compass) หรือแบบหลอด (Tubular Compass) ใช้ในการกำหนดแนวทิศเหนือของกล้องวัดมุม เพื่อวัดค่าภาคของทิศหรือมุมทิศ



รูปที่ 5 - 8 เข็มทิศประกอบกล้องวัดมุม

3. ทิศและมุม

การปฏิบัติงานสำรวจ จะมีการกำหนดแนวอ้างอิง เพื่อใช้ในการกำหนดทิศทางของเส้นสำรวจหรือตำแหน่งของสิ่งใด ๆ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานสำรวจ จึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องทิศและมุมดีพอสมควร

3.1 เส้นเมริเดียน (Meridian Line)

เป็นเส้นสมมติที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวอ้างอิงในการกำหนดทิศทางของเส้นสำรวจหรือเส้นตรงใด ๆ ตลอดจนรายละเอียดและตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ในการสำรวจทำแผนที่ แผนที่หรือแบบแปลนต่าง ๆ เส้นเมริเดียนแบ่งได้เป็น 4 แบบ (เจมส์ คัดด์ หัวเพชร, 2525 : 227) คือ

3.1.1 เส้นเมริเดียนจริง (True Meridian หรือ Astronomical Meridian) เป็นเส้นรอบโลกที่กำหนดขึ้นโดยให้ผ่านขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ มีชื่อเรียกโดยเฉพาะว่า เส้นแวง (Longitude)

3.1.2 เส้นเมริเดียนแม่เหล็ก (Magnetic Meridian) เป็นเส้นรอบโลกที่กำหนดขึ้นโดยให้ผ่านขั้วเหนือแม่เหล็กและขั้วใต้แม่เหล็ก ตำแหน่งของขั้วเหนือและขั้วใต้แม่เหล็กนี้มีการเปลี่ยนแปลง แนวของเส้นเมริเดียนแม่เหล็กจึงมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

3.1.3 เส้นเมริเดียนแผนที่ (Grid Meridian) เป็นระบบของเส้นโครงที่ใช้ในการสร้างแผนที่แต่ละแบบ หรือเรียกว่าเส้นกริด เส้นเมริเดียนแผนที่นี้อาจจะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งและเส้นแต่ละเส้นจะขนานกันหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นโครงแผนที่

3.1.4 เส้นเมริเดียนสมมุติ (Assumed Meridian หรือ Arbitrary Meridian) เป็นเส้นที่กำหนดขึ้นโดยเลือกเอาแนวเส้นใด ๆ ที่ลักษณะถาวรและเหมาะสม เช่น แนวเส้นที่ขี้นไปยอดเจดีย์หรือสิ่งก่อสร้างถาวรอื่น ๆ ใช้เป็นเส้นอ้างอิงในการทำแผนที่ของบริเวณเล็ก ๆ โดยไม่เกี่ยวข้องกับบริเวณใด แผนที่ที่ใช้เส้นเมริเดียนชนิดนี้จะเป็นแผนที่รูปถ่าย ไม่อาจเชื่อมโยงกับแผนที่อื่นใดได้

3.2 ทิศเหนือ

เป็นทิศทางที่นิยมใช้เป็นแนวอ้างอิงในการทำแผนที่ แนวทิศเหนือของตำแหน่งใด ๆ จะเป็นแนวที่ทับหรือขนานกับเส้นเมริเดียนที่ผ่านจุดนั้น ทิศเหนือจึงแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามชนิดของเส้นเมริเดียน (ยรรยง ทรัพย์สุธานว, 2532 : 59) คือ

3.2.1 ทิศเหนือจริง (True North) เป็นแนวที่ขี้นไปยังขั้วโลกเหนือ ซึ่งเป็นแนวที่คงที่ การหาทิศเหนือจริงทำได้โดยการสำรวจทางดาราศาสตร์ หรือการใช้เครื่องมือพิเศษ เช่น Gyro - Attachment ทิศเหนือจริงจะแสดงด้วยสัญลักษณ์รูปดาว

3.2.2 ทิศเหนือแม่เหล็ก (Magnetic North) เป็นแนวที่ขี้นไปยังขั้วเหนือแม่เหล็ก ถ้าตำแหน่งขั้วเหนือของแม่เหล็กโลกเปลี่ยนแปลง แนวทิศเหนือแม่เหล็กก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การหาทิศเหนือแม่เหล็กทำได้โดยใช้เข็มทิศ ทิศเหนือแม่เหล็กจะแสดงด้วยสัญลักษณ์รูปหัวลูกศรครึ่งซีก

3.2.3 ทิศเหนือกริด (Grid North) เป็นเส้นที่แสดงแนวทิศเหนือของแผนที่ โดยปกติจะอยู่ด้านบนของแผนที่ แนวทิศเหนือ ณ ตำแหน่งใด ๆ บนแผนที่จะเป็นแนวที่ขนานกับเส้นกริดที่ผ่าน ณ ตำแหน่งนั้น สัญลักษณ์ของทิศเหนือกริดใช้อักษร GN (เช่น แผนที่)

3.2.4 ทิศเหนือสมมุติ (Arbitrary North) เป็นแนวทิศเหนือที่กำหนดขึ้นโดยเลือกแนวเส้นตรงใด ๆ ที่ขี้นไปยังถาวรวัตถุ ใช้ในการทำแผนที่บริเวณเล็ก ๆ ที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนัก

3.3 มุมทิศ

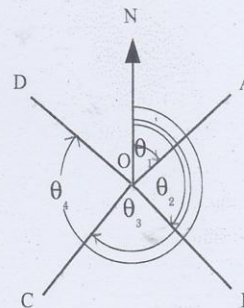
หมายถึง ทิศทางของเส้นสำรวจหรือเส้นตรงใด ๆ ที่ทำกับเส้นเมริเดียน มุมราบที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นสำรวจและเส้นเมริเดียนนี้ เรียกว่า มุมทิศ ดังนั้นมุมทิศจึงมีหลายแบบตามแบบของเส้นเมริเดียน (เจมส์ คัดด์ หัวเพชร, 2525 : 228) คือ

- 3.3.1 มุมทิศจริง คือ มุมระหว่างเส้นเมริเดียนจริงกับเส้นสำรวจ
- 3.3.2 มุมทิศแม่เหล็ก คือ มุมระหว่างเส้นเมริเดียนแม่เหล็กกับเส้นสำรวจ
- 3.3.3 มุมทิศกริด คือ มุมระหว่างเส้นเมริเดียนแผนที่กับเส้นสำรวจ
- 3.3.4 มุมทิศสมมุติ คือ มุมระหว่างเส้นเมริเดียนสมมุติกับเส้นสำรวจ

3.4 ระบบของมุมทิศ

มุมทิศแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ

3.4.1 ระบบมุมทิศวงกลม (The Whole Circle Bearing System) หมายถึง ค่าของมุมราบที่นับจากแนวเส้นเมริเดียน โดยปกติจะนับจากแนวทิศเหนือเวียนตามเข็มนาฬิกาจนถึงแนวเส้นสำรวจ ระบบมุมทิศวงกลมนี้เรียกโดยทั่วไปว่า ภาคของทิศ (Azimuth)



รูปที่ 5 - 9 แสดงภาคของทิศ

ตามรูป	ภาคของทิศ OA	=	θ_1
	ภาคของทิศ OB	=	θ_2
	ภาคของทิศ OC	=	θ_3
	ภาคของทิศ OD	=	θ_4

ดังนั้นภาคของทิศจะมีค่าระหว่าง 0 องศา ถึง 360 องศา

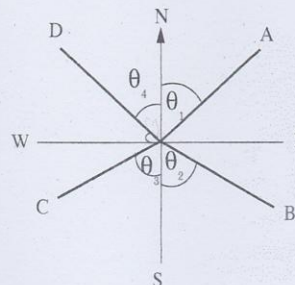
ภาคของทิศจึงแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามแบบของเส้นเมริเดียน คือ

- 3.4.1.1 ภาคของทิศจริง (True Azimuth)
- 3.4.1.2 ภาคของทิศแม่เหล็ก (Magnetic Azimuth)
- 3.4.1.3 ภาคของทิศแผนที่ (Grid Azimuth)
- 3.4.1.4 ภาคของทิศสมมุติ (Assume Azimuth)

ในงานสำรวจทางดาราศาสตร์ นิยมใช้ค่าภาคของทิศที่นับเนื่องจากทิศใต้

3.4.2 ระบบมุมทิศสี่เหลี่ยม (The Quadrantal Bearing System หรือ Reduced Bearing)

หมายถึง ค่ามุมราบที่นับออกจากทิศเหนือหรือทิศใต้ ไปทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกจนถึงแนวเส้นสำรวจ หรือเรียกกันว่ามุมทิศ (Bearing)



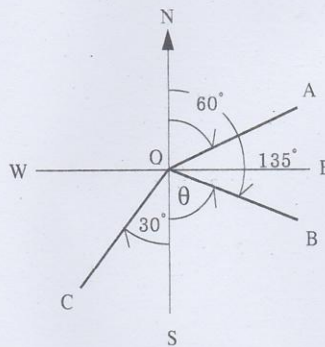
รูปที่ 5 - 10 แสดงมุมทิศ

ตามรูป มุมทิศ OA = $N \theta_1 E$
 มุมทิศ OB = $S \theta_2 E$
 มุมทิศ OC = $S \theta_3 W$
 มุมทิศ OD = $N \theta_4 W$

มุมทิศจะต้องมีอักษรแสดงทิศกำกับและมีค่าไม่เกิน 90 องศา

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างภาคของทิศและมุมทิศ

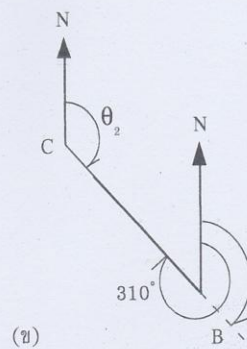
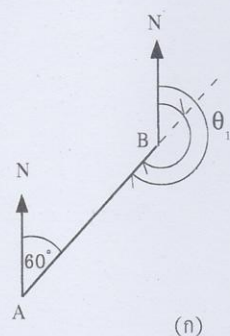
เมื่อรู้ค่าภาคของทิศก็จะคำนวณหาค่ามุมทิศได้และถ้ารู้ค่ามุมทิศก็สามารถคำนวณหาภาคของทิศได้ เมื่อพิจารณาตามรูปข้างล่าง

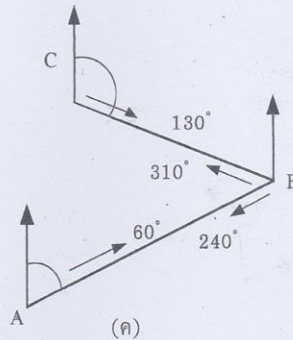


รูปที่ 5 - 11 ความสัมพันธ์ของภาคของทิศและมุมทิศ

จากรูป ภาคของทิศ OA = 60°
 มุมทิศ OA = $N 60^\circ E$
 ภาคของทิศ OB = 135°
 ดังนั้น $\theta = 180^\circ - 135^\circ = 45^\circ$
 มุมทิศ OB = $S 45^\circ E$
 มุมทิศ OC = $S 30^\circ W$
 ภาคของทิศ OC = $180^\circ + 30^\circ = 210^\circ$

3.6 ภาคของทิศไปและภาคของทิศกลับ





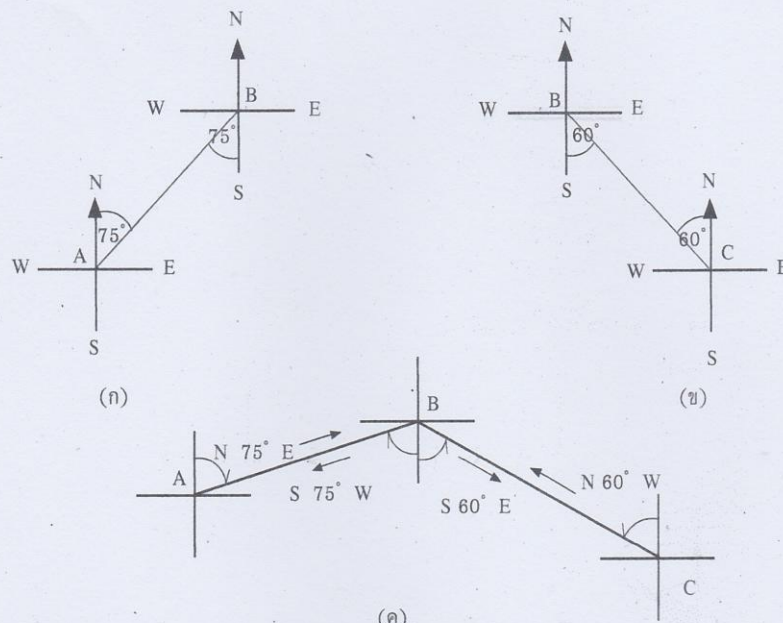
รูปที่ 5 - 12 ภาของทิศไปและภาของทิศกลับ

จากรูป (ก) เมื่อพิจารณาที่จุด A ภาของทิศของเส้นตรง AB จาก A ไป B จะมีค่า 60° ส่วนภาของทิศกลับจาก B มา A หรือ θ_1 จะมีค่า $= 60^\circ + 180^\circ = 240^\circ$

จากรูป (ข) เมื่อพิจารณาที่จุด B ภาของทิศจาก B ไป C = 310° ส่วนภาของทิศกลับจาก C มา B หรือ θ_2 จะมีค่า $= 310^\circ - 180^\circ = 130^\circ$

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ภาของทิศของเส้นตรงเดียวกัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม จะมีค่าต่างกัน 180° ดังรูป (ค)

3.7 มุมทิศไปและมุมทิศกลับ



รูปที่ 5 - 13 มุมทิศไปและมุมทิศกลับ

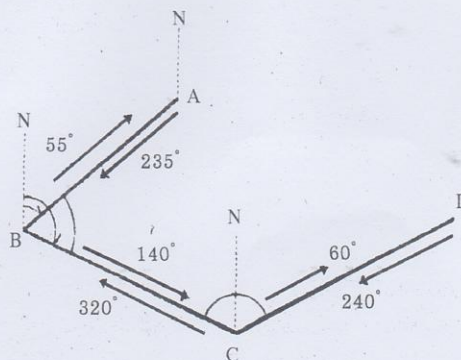
จากรูป(ก) มุมทิศของเส้นตรง AB จาก A ไป B มีค่าเป็น $N 75^\circ E$ ส่วนมุมทิศกลับจาก B มา A จะมีค่าเป็น $S 75^\circ W$

จากรูป (ข) มุมทิศไป BC = $S 60^\circ E$

มุมทิศกลับ CB = $N 60^\circ W$

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า มุมทิศไปและมุมทิศกลับของเส้นตรงเดียวกัน มีค่าเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม ดังแสดงในรูป (ค)

3.8 การหาค่ามุมจากภาคของทิศ



รูปที่ 5 - 14 การหาค่ามุมจากภาคของทิศ

3.8.1 หมุดหลังและหมุดหน้า การปฏิบัติงานสำรวจโดยทั่วไป โดยเฉพาะการสำรวจรอบมักจะทำในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา จากรูป จะทำจากหมุด A ไปหมุด B หมุด C และหมุด D เมื่อพิจารณาที่หมุด A หมุด B จะเป็นหมุดหน้า เมื่อพิจารณาที่หมุด B หมุด A จะเป็นหมุดหลัง และหมุด C จะเป็นหมุดหน้า เมื่อพิจารณาที่หมุด C หมุด B จะเป็นหมุดหลังและหมุด D จะเป็นหมุดหน้า เมื่อพิจารณาที่หมุด D จะมีเฉพาะหมุด C เป็นหมุดหลังเท่านั้น

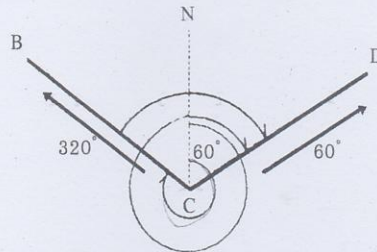
3.8.2 ภาคของทิศหลังและภาคของทิศหน้า การกำหนดภาคของทิศจะเป็นภาคของทิศหลังหรือภาคของทิศหน้านั้น มีหลักการกำหนดเช่นเดียวกับการกำหนดหมุดหลังและหมุดหน้า กล่าวคือถ้าพิจารณาที่หมุด A จะมีเฉพาะภาคของทิศหน้า คือภาคของทิศจาก A ไป B ซึ่งมีค่า 235° เมื่อพิจารณาที่หมุด B จะมีภาคของทิศจาก B ไป A เป็นภาคของทิศหลังมีค่า 55° และมีภาคของทิศจาก B ไป C เป็นภาคของทิศหน้ามีค่า 140° เมื่อพิจารณาที่หมุด C ค่าภาคของทิศหลังเป็น 320° และค่าภาคของทิศหน้าเป็น 60° เมื่อพิจารณาที่หมุด D จะมีเฉพาะค่าภาคของทิศหลังเป็น 240°

3.8.3 การคำนวณค่ามุม เมื่อพิจารณารูป 5 - 14 ถ้าต้องการหาค่ามุม ABC ก็จะต้องเอาค่า $140^\circ - 55^\circ$ หรือเท่ากับ 85° นั่นคือค่ามุม ABC จะเท่ากับภาคของทิศหน้าลบด้วยภาคของทิศหลังหรือสรุปในรูปสูตรได้ว่า

$$\text{มุม} = \text{ภาคของทิศหน้า} - \text{ภาคของทิศหลัง}$$

$$\text{มุม ABC} = 140^\circ - 55^\circ = 85^\circ$$

กรณีที่ค่าภาคของทิศหน้าน้อยกว่าค่าภาคของทิศหลัง จะต้องเอา 360° บวกกับค่าภาคของทิศหน้าก่อน แล้วจึงลบด้วยค่าภาคของทิศหลัง ตัวอย่างเช่นการคำนวณหามุม BCD



รูปที่ 5 - 15 ภาคของทิศหน้าน้อยกว่าภาคของทิศหลัง

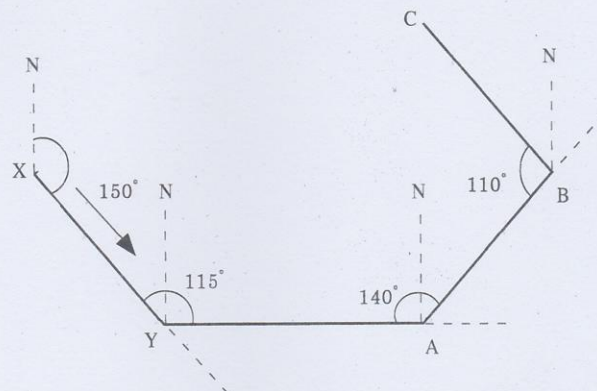
เมื่อพิจารณารูป 5 - 15 จะเห็นได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{มุม BCD} &= (\text{ภาคของทิศหน้า} + 360^\circ) - \text{ภาคของทิศหลัง} \\ &= (60^\circ + 360^\circ) - 320^\circ \\ &= 100^\circ \end{aligned}$$

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ค่าของมุมใด ๆ จะเท่ากับภาคของทิศหน้า (+ 360°) ลบด้วย ภาคของทิศหลัง

3.9 การคำนวณภาคของทิศจากค่ามุม

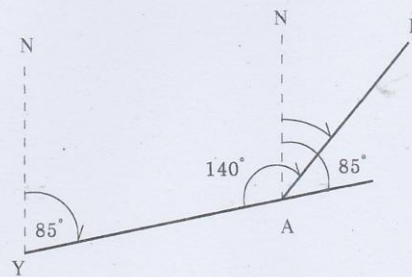
ค่าภาคของทิศของเส้นสำรวจจะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าพิกัดทางราบ (แกน X) และค่าพิกัดทางตั้ง (แกน Y) ของหมุดปลายเส้นสำรวจแต่ละเส้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องรู้ค่าภาคของทิศของเส้นสำรวจเส้นแรก ซึ่งอาจเป็นเส้นสำรวจเดิมที่รู้ค่าภาคของทิศแล้ว หรือทำการวัดหาขึ้นใหม่โดยการส่องวัดทางดาราศาสตร์ หรือหาค่าโดยประมาณจากเข็มทิศ ส่วนเส้นสำรวจต่อ ๆ ไปจะใช้วิธีคำนวณหาภาคของทิศจากค่ามุมราบ ทั้งนี้เนื่องจากการวัดหาค่าภาคของทิศจริงทำได้ค่อนข้างยาก และการวัดค่าภาคของทิศโดยใช้เข็มทิศนั้น อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก ในขณะที่การวัดมุมราบนั้นสามารถทำได้รวดเร็วและให้ค่าที่ถูกต้อง การคำนวณภาคของทิศจากค่ามุมทำได้ดังนี้



รูปที่ 5 - 16 การหาภาคของทิศ YA

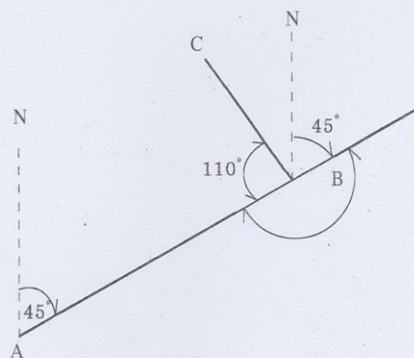
จากรูป XY เป็นเส้นสำรวจเดิมมีค่าภาคของทิศ XY = 150° ต้องการหาภาคของทิศของเส้นสำรวจ YA, AB และ BC ค่ามุม XYA, มุม YAB และมุม ABC ได้จากการส่องวัดด้วยกล้องวัดมุม

$$\begin{aligned} \text{ภาคของทิศ YA} &= \text{มุม XYA} - (180^\circ - 150^\circ) \\ &= 150^\circ + \text{มุม XYA} - 180^\circ \\ &= \text{ภาคของทิศ XY} + \text{มุม XYA} - 180^\circ \\ &= 150^\circ + 115^\circ - 180^\circ \\ &= 85^\circ \end{aligned}$$



รูปที่ 5 - 17 การหาภาคของทิศ AB

$$\begin{aligned} \text{จากรูป ภาคของทิศ AB} &= 85^\circ + 140^\circ - 180^\circ \\ &= \text{ภาคของทิศ YA} + \text{มุม YAB} - 180^\circ \\ &= 45^\circ \end{aligned}$$

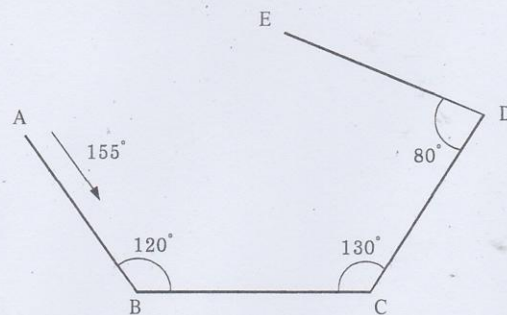


รูปที่ 5 - 18 การหาภาคของทิศ BC

$$\begin{aligned} \text{จากรูป ภาคของทิศ BC} &= 45^\circ + 110^\circ + 180^\circ \\ &= \text{ภาคของทิศ AB} + \text{มุม ABC} + 180^\circ \\ &= 335^\circ \end{aligned}$$

จากตัวอย่างการหาค่าภาคของทิศที่กล่าวแล้ว อาจสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้
 ภาคของทิศต่อไป = ภาคของทิศมา + มุม $\pm 180^\circ$
 ถ้าผลบวกของภาคของทิศมากับมุม มากกว่า 180° ให้เอา 180° มาลบออก แต่ถ้าผลบวก
 น้อยกว่า 180° ให้เอา 180° มาบวกเข้า

ตัวอย่าง จงหาภาคของทิศ DE



$$\begin{aligned}\text{ภาคของทิศ BC} &= \text{ภาคของทิศ AB} + \text{มุม ABC} \pm 180^\circ \\ &= 155^\circ + 120^\circ - 180^\circ \\ &= 95^\circ\end{aligned}$$

($155^\circ + 120^\circ$ มากกว่า 180° จึงนำค่า 180° มาลบออก)

$$\begin{aligned}\text{ภาคของทิศ CD} &= \text{ภาคของทิศ BC} + \text{มุม BCD} \pm 180^\circ \\ &= 95^\circ + 130^\circ - 180^\circ \\ &= 45^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ภาคของทิศ DE} &= \text{ภาคของทิศ CD} + \text{มุม CDE} \pm 180^\circ \\ &= 45^\circ + 80^\circ + 180^\circ \\ &= 305^\circ\end{aligned}$$

($45^\circ + 80^\circ$ น้อยกว่า 180° จึงนำค่า 180° มาบวกเข้า)

อนึ่ง ถ้าผลบวกของภาคของทิศมากับค่ามุมมากกว่า 540° ให้เอา 540° มาลบออกจากผลบวก

แทนค่า 180°

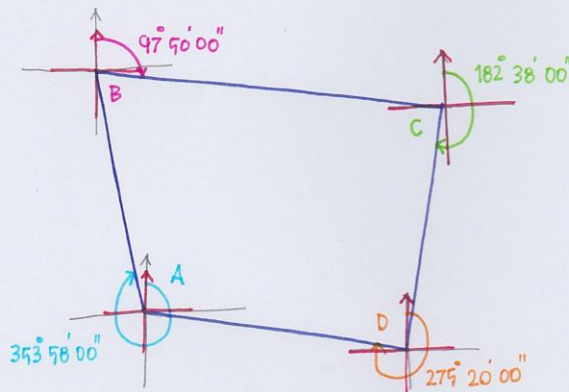
กิจกรรมเสนอแนะ

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนทำทราเวลด้วยเข็มทิศ จงทำทราเวลรอบสวนมฤตยูในวงรอบว่าทำทราเวล

เข็มทิศ โดยทราเวลแบบ Azimuth (สัปดาห์ที่ 10)

ด้าน	Bearing (Az)	S.D: (m)
AB	$353^{\circ} 58' 00''$	470
BC	$97^{\circ} 50' 00''$	637
CD	$182^{\circ} 38' 00''$	432
DA	$274^{\circ} 20' 00''$	565



2. ให้นักเรียนตรวจสอบวงรอบเข็มทิศ โดยวัดมุมในรูปของ Br (สัปดาห์ที่ 11)

ด้าน	Bearing (Br)	S.D: (m)
AB	$N 6^{\circ} 2' 00'' W$	470
BC	$S 82^{\circ} 10' 00'' E$	637
CD	$S 2^{\circ} 38' 00'' W$	432
DA	$N 84^{\circ} 40' 00'' W$	565