

801241

ARCHITECTURAL SITE STUDY & SURVEY

MIDTERM



SITE & SURVEY



ERRORS & CORRECTION



DISTANCE MEASUREMENT



ANGLE AND DIRECTION



FORMULA

ที่ตั้ง (Site) ตามกฎหมายที่ดิน

- ที่ตั้งหรือพื้นที่ตั้ง หมายถึง บริเวณพื้นผิวใดๆ ที่สามารถระบุตำแหน่งได้อย่างชัดเจน มีขอบเขตที่แน่นอน ผนึกแน่นอน
- ส่วนใหญ่อยู่ในขอบเขตของแผ่นดิน อยู่พื้นผิวน้ำใต้ น้ำ ใต้ดินได้ แต่มีพื้นฐานการคิดจากพื้นผิวดินเป็นพื้นผิวอ้างอิง



ก.นำไปใช้

1. วางแผนการออกแบบและการก่อสร้างอาคาร
2. เพื่อวิเคราะห์สภาพพื้นที่ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้
3. ป้องกันภัยที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

ก.สำรวจ

1. การสำรวจกายภาพ (Physical Surveying)
วัตถุสัมผัสได้ อธิบายด้วยหลักการทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ฝึกปฏิบัติ วิศวกรรม
2. การสำรวจที่ไม่ใช่กายภาพ (Non-Physical Surveying)
ข้อมูลเชิงความคิดเห็น สถิติ ประวัติความเป็นมา

ชนิดก.สำรวจ

1. การสำรวจในแนวราบ (Plane Surveying)
ไม่นำความโค้งของโลกมาพิจารณา
2. การสำรวจที่อาศัยฐานของโลก (Geodetic Surveying)
นำความโค้งของโลกที่มีลักษณะเป็นวงรีมาพิจารณา

SURVEY

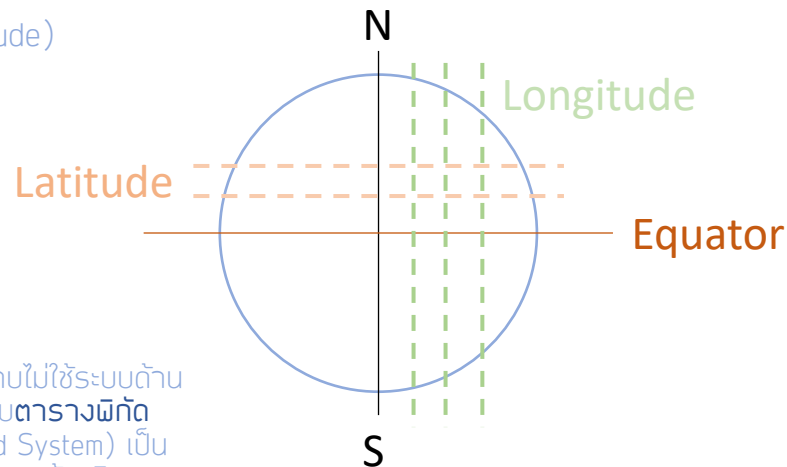
- สำรวจเป็นศิลป์ของการวัดระยะทาง มุม และตำแหน่งบนผิวโลก โดยการคิดค้นวิธีการต่างๆ เพื่อผลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด
- สำรวจเป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์แขนงหนึ่ง นำเอาคณิตศาสตร์มาใช้วิเคราะห์และปรับแก้ผลการสำรวจให้ได้ความผิดพลาดน้อยที่สุด

ลำดับขั้นท.สำรวจ

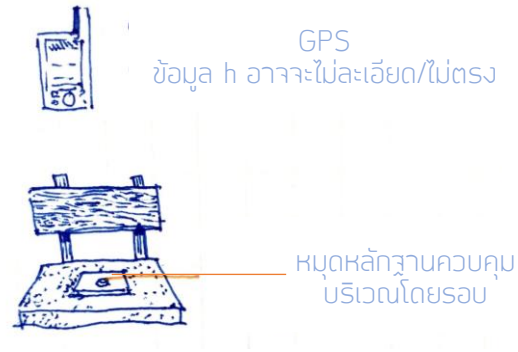
1. Preliminary Survey (Data Survey)
2. Layout Survey
3. Control Survey

มาตรฐานอ้างอิงทางด้านภูมิศาสตร์ของการสำรวจ

- เส้นรุ้ง (Latitude)
- เส้นแวง (Longitude)



การสำรวจแนวราบไม่ใช้ระบบด้านภูมิศาสตร์ ใช้ระบบตารางพิกัด (Coordinate Grid System) เป็นมาตรฐานสำหรับการอ้างอิง



การนำไปใช้

- การสำรวจภูมิประเทศ (Topographic Survey)
- การสำรวจทางน้ำ (Hydrographic Survey)
- การสำรวจเส้นทาง (Route Survey)
- การสำรวจแปลงกรรมสิทธิ์ (Property Survey)
- การสำรวจทางอากาศ (Aerial Survey)
- การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง (Construction Survey)
- การสำรวจสิ่งที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว (Final or As-built Survey)
- การสำรวจเพื่อหาตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System, GPS)

ERRORS & CORRECTION

- ไม่มีการวัดใดที่ไม่มี Error นอกจากการนับ
- ค่าที่แท้จริงหาได้จากค่าเฉลี่ยจากการวัดหลายๆ ครั้ง

1. Systematic Error

เกิดจากอุปกรณ์และสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ ทำจัดให้หมดไปได้ หรือทำให้น้อยลงได้ เช่น อุณหภูมิ แรงดึงดูด

2. Random Error

การทำงานที่ไม่ถูกต้อง ความชำนาญของผู้วัด

- Accuracy (ค.ถูกต้อง) เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง "ค่าที่วัดได้" กับ "ค่าที่แท้จริง"
- Precision (ค.แม่นยำ) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง โดยไม่นำไปเทียบกับค่าจริง
- Mistakes (ค.ผิดพลาด) จดเลขผิด นับผิด กำหนดจุดผิด

- Error of Closure (ความคลาดเคลื่อนบรรจบ)
- ความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้จากการวัดที่เริ่มต้นจากสถานีที่ทราบค่าวัดไปยังสถานีอื่นสุดท้ายย้อนกลับมาบรรจบสถานีแรก
- หากเป็นตำแหน่ง หมายถึง ความแตกต่างระหว่างตำแหน่งที่วัดได้กับตำแหน่งที่ถูกต้องตามความเป็นจริงหรือตำแหน่งตามทฤษฎี

• ERRORS

$$E = X - X_t$$

E ค่าที่แท้จริง

X ค่าที่วัดได้

X_t ค่าที่แท้จริง

• CORRECTION

$$C = -E$$

$$C = - (E_{\text{รวม}}/N)$$

$$E_{\text{ย่อย}} = E_{\text{รวม}}/N$$

• ADJUSTED

$$X' = X + C$$

$$X' = X + (-E)$$

• C_L ค่าแก้ไขเทป

$$C_L = - ((I-I')/I')L$$

I ค.ยาวถูก

I' ค.ยาวเทปเทียบ

L เป็นค่าความยาวทั้งหมดที่วัดได้

- ERRORS

$$E = X - X_t$$

E ค่าที่แท้จริง

X ค่าที่วัดได้

X_t ค่าที่แท้จริง

ตัวอย่างที่ 1 ระยะมาตรฐานตามแบบ 250.56 ม. แต่วัดได้จริงในสนาม 250.50 ม.

ความคลาดเคลื่อนของการวัด คือ

ระยะจริง (X) 250.56 ม.

ระยะที่วัดได้ (X_t) 250.50 ม.

ความคลาดเคลื่อน (E) $250.50 - 250.56 = -0.06$ ม. (วัดได้สั้นกว่า 6 ซม.)

ตัวอย่างที่ 2 หมู่ A มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 152.143 ม. แต่วัดได้จริงในสนาม 152.150 ม.

ความคลาดเคลื่อนของการวัด คือ

ระดับจริง (X) 152.143 ม.

ระดับที่วัดได้ (X_t) 152.150 ม.

ความคลาดเคลื่อน (E) $152.150 - 152.143 = 0.007$ ม. (สูงจากค่าจริง 7 มม.)

- CORRECTION

$$C = -E$$

$$C = -(E_{\text{รวม}}/N)$$

$$E_{\text{ย่อย}} = E_{\text{รวม}}/N$$

- ADJUSTED

$$X' = X + C$$

$$X' = X + (-E)$$

1. ค่าจากการวัดน้อยกว่าหรือมากกว่าค่ามาตรฐาน

ความคลาดเคลื่อน (E) = ค่าที่วัดได้ (X) - ค่าที่ถูกต้อง (X_t)

ดังนั้น ค่าแก้ไข หรือ ค่าปรับแก้ (C) = - (E)

ค่าที่ปรับแก้แล้ว (X') = ค่าที่วัดได้ (X) + ค่าแก้ไข หรือ ค่าปรับแก้ (C)

2. ผลรวมของค่าที่วัด เทียบได้กับค่าจริง

ก. ค่าจากการวัดทุกค่ามีน้ำหนัก หรือความคลาดเคลื่อนเท่ากัน

ค่าปรับแก้ = - (ความคลาดเคลื่อนรวม N จำนวนค่าที่วัดทั้งหมด)

ข. ค่าจากการวัดแต่ละค่ามีความคลาดเคลื่อน ต่างกันตามน้ำหนัก

ความคลาดเคลื่อนน้อยหรือน้ำหนักมากแสดงว่าค่าแก้ไขหรือค่าปรับแก้ น้อย

3. กรณีที่ผลรวมของค่าการวัดเทียบกับค่าการวัด

ก. ค่าการวัดทั้งหมดมีความคลาดเคลื่อนหรือน้ำหนักเท่ากัน : วิธีเฉลี่ยค่าแก้ไข

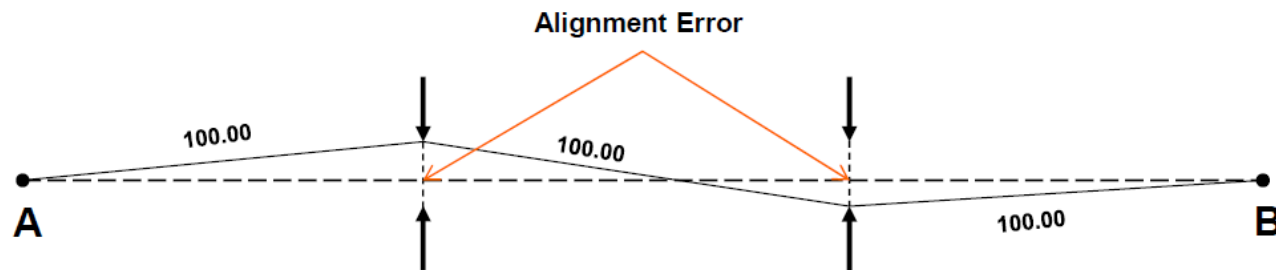
ข. ค่าที่วัดได้ทั้งหมดมีความคลาดเคลื่อนหรือน้ำหนักไม่เท่ากัน : นำค่าน้ำหนักจากการวัดหาค่าแก้ไข

ค่าความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบในการวัดระยะด้วยเทป

- การวัดระยะตามแนวลาดเอียง
- ความยาวเทปไม่ได้มาตรฐาน
- การแปรเปลี่ยนอุณหภูมิ
- การแปรเปลี่ยนแรงดึง
- การหย่อนของเทปวัดระยะ

Random Taping Error

1. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเล็งแนว (Alignment Error)
2. การตอกหมุด และการตกตั้ง ผิดพลาด (Marking and Plumbing Error)



วิธีการลดความผิดพลาดในงานสำรวจ

1. ตรวจสอบงานกันที่ที่เสร็จ
2. ตรวจสอบอีกครั้ง
3. เปรียบเทียบงานที่ได้กับของจริงในสนามรอบๆตัว
4. ตรวจสอบกับระยะก้าวเพื่อความมั่นใจ

ความผิดพลาดที่พบในการวัดด้วยเทปวัดระยะ

1. วัดออกจากหมุดที่ผิด
2. การอ่านเทปผิดพลาด
3. นับจำนวนครั้งความยาวเต็มเทปผิดพลาด
4. จดบันทึกลงสมุดสนามผิดพลาด
5. บอกรหัสลับสน กำกวม
6. เลขศูนย์ของเทปไม่ถูกต้อง
7. การคำนวณผิดพลาด

- C_L ค่าแก้ไขแถบไม้มาตรฐาน

$$C_L = - ((l-l')/l')L$$

l ค.ยาวถูก(ที่ปรากฏ)

l' ค.ยาวแถบเทียบ

L เป็นค่าความยาวทั้งหมดที่วัดได้

- ERRORS

$$E = X - X_t$$

- CORRECTION

$$C = - E$$

$$C = - (E_{sum}/N)$$

$$E_{y\ddot{o}y} = E_{sum}/N$$

- ADJUSTED

$$X' = X + C$$

$$X' = X + (-E)$$

การแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความยาวเทปวัดระยะไม่ได้มาตรฐาน

1. กรณีความยาวที่ปรากฏยาวกว่าที่เป็นจริง

กำหนดให้

- เทปวัดระยะยาว 30 ม. แต่เมื่อเทียบกับระยะมาตรฐานแล้วจะยาวเพียง 29.996 ม. เท่านั้น
- นำเทปในข้อ 1 วัดระยะทางในสนาม ได้ระยะทั้งหมด 171.278 m.
- อยากทราบว่าระยะที่แท้จริงควรเป็นเท่าใด

วิธีที่ 1 โดยการหาค่าความคลาดเคลื่อนต่อหน่วยความยาว

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. ความยาวเทปตามที่ปรากฏ | = 30 m. |
| ความยาวจริงเมื่อเทียบกับมาตรฐาน | = 29.996 m. |
| ความคลาดเคลื่อน | = ความยาวจริง - ความยาวที่ปรากฏ |
| | = 29.996 - 30 = - 0.004 m. |

หมายความว่า ทุกครั้งที่วัดระยะค่าที่อ่านได้จะเกินไป 0.004 m. (ค่าความคลาดเคลื่อน เป็น (-) หมายความว่าต้องนำไปหักออกจากค่าที่อ่านได้)

- ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่อความยาว 1 เมตร
 = ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมด / ความยาวปรากฏ = $(-0.004) / 30$
- นำเทปไปวัดระยะทางอ่านค่าได้ทั้งหมด 171.278 m.
- ความคลาดเคลื่อนทั้งหมด
 = ระยะที่เกินต่อความยาว 1 เมตร X ระยะทางทั้งหมด
 = $(-0.004 / 30) \times 171.278 = -0.023$ m.
- ความยาวจริง หรือ ความยาวที่ปรับค่าแล้ว
 = ความยาวที่วัดได้ + ความคลาดเคลื่อน = $171.278 + (-0.023) = 171.255$ m.

- C_L ค่าแก้ไขเทปไม่มาตรฐาน

$$C_L = - ((l-l')/l')L$$

l ค.ยาวถูก(ที่ปรากฏ)

l' ค.ยาวเทปเทียบ

L เป็นค่าความยาวทั้งหมดที่วัดได้

วิธีที่ 2

โดยการเทียบอัตราส่วน

1. ความยาวตามที่เขียน หรือที่ปรากฏบนเทป = 30 m.
ความยาวจริงเมื่อเทียบกับมาตรฐาน = 29.996 m.
2. ระยะที่อ่านได้ในสนาม = 171.278 m.
3. ระยะจริงหลังปรับค่าแล้วจะมีค่า
= (ความยาวจริงเมื่อเทียบกับมาตรฐาน / ความยาวที่ปรากฏบนเทป) X ระยะที่อ่านได้ทั้งหมด
= (29.996 / 30) X 171.278 m. = 171.255 m.

- C_L ค่าแก้ไขแถบไม้มาตรฐาน

$$C_L = - ((l-l')/l')L$$

l ค.ยาวถูก(ที่ปรากฏ)

l' ค.ยาวแถบเทียบ

L เป็นค่าความยาวทั้งหมดที่วัดได้

- ERRORS

$$E = X - X_t$$

- CORRECTION

$$C = - E$$

$$C = - (E_{sum}/N)$$

$$E_{y\ddot{o}y} = E_{sum}/N$$

- ADJUSTED

$$X' = X + C$$

$$X' = X + (-E)$$

2. กรณีความยาวที่ปรากฏสั้นกว่าที่เป็นจริง

กำหนดให้

- เทปวัดระยะยาวตามที่ปรากฏบนเทป = 100 m.
ความยาวจริงเมื่อเทียบกับมาตรฐาน = 100.02 m.
- นำเทปไปวัดระยะในสนามได้ระยะทาง = 210.08 m.
- อยากทราบว่าระยะที่แท้จริงควรเป็นเท่าใด

วิธีทำที่ 1

- ความยาวเทปตามที่ปรากฏบนเทป = 100 m.
ความยาวจริงเมื่อเทียบกับมาตรฐาน = 100.02 m.
ความคลาดเคลื่อน = ความยาวจริง - ความยาวที่ปรากฏ
= 100.02 - 100 = +0.02 m.

ดังนั้น ทุกครั้งที่วัดระยะค่าที่อ่านได้จะขาดไป 0.02 m. (ค่าความคลาดเคลื่อนเป็น (+) หมายความว่าต้องนำไปเพิ่มกับค่าที่อ่านได้)

- ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่อความยาว 1 เมตร
= ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมด / ความยาวปรากฏ
= +0.02 / 100 m. = +0.0002 m.
- นำเทปไปวัดระยะทางอ่านค่าได้ทั้งหมด = 210.08 m.
- ความคลาดเคลื่อนทั้งหมด = (+0.0002) X 210.08 m. = + 0.042m.
- ความยาวจริง หรือ ความยาวที่ปรับค่าแล้ว
= ความยาวที่วัดได้ + ความคลาดเคลื่อน
= 210.08 + (+0.042) = 210.122 m.

- C_L ค่าแก้ไขเทปไม่มาตรฐาน

$$C_L = - ((l-l')/l')L$$

l ค.ยาวถูก(ที่ปรากฏ)

l' ค.ยาวเทปเทียบ

L เป็นค่าความยาวทั้งหมดที่วัดได้

วิธีที่ 2

โดยการเทียบอัตราส่วน

1. ความยาวตามที่เขียน หรือที่ปรากฏบนเทป = 100 m.
ความยาวจริงเมื่อเทียบกับมาตรฐาน = 100.02 m.
2. ระยะที่อ่านได้ในสนาม = 210.08 m.
3. ระยะจริงหลังปรับค่าแล้วจะมีค่า
= (ความยาวจริงเมื่อเทียบกับมาตรฐาน / ความยาวที่ปรากฏบนเทป) X ระยะที่อ่านได้ทั้งหมด
= (100.02 / 100) X 210.08 m. = 210.122 m.

การวัดระยะทางเป็นเส้นตรง

1. การวัดระยะโดยตรง : วัดระยะจุด 2 จุด อ่านค่าได้โดยตรง
2. การวัดระยะโดยอ้อม : วัดผ่านตัวกลาง ใช้กระบวนการแปลเป็นค่าความยาว

ชนิดของการวัด

1. การนับก้าว (Pacing)



- การหาขนาดสำรวจในสนาม
- กำหนดจุดในสนามจากแบบก่อสร้าง
- ที่ slope : Accuracy Ratio ประมาณ 1:50 ถึง 1:100

2. ล้อวัดระยะ (Odometer)



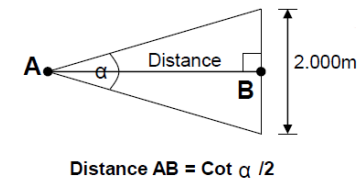
- แนวเส้นตรง เช่น แนวรั้ว ความยาวถนน
- แนวกรรมสิทธิ์ในที่ดิน
- เริ่มต้นงานสำรวจ
- เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

3. เครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Distance Measurement, EDM)



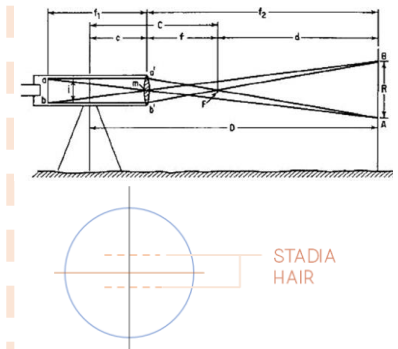
- ส่งคลื่นแสง/ไมโครเวฟไปตามเส้นทาง วัดเวลาที่ใช้ส่งลำแสงไปและสะท้อนกลับมากับเดิม

4. การใช้ Tacheometer



- วัดผ่านตัวแปร เช่น แสง
- Subtense bar หาระยะแนวราบตามเชิงเขา ระยะทางไม่มาก

5. วิธี Stadia



- รูปแบบหนึ่งของ Tacheometry
- ใช้สายใยกล้อง 3 สาย คือ สายใยบน สายใยกลาง และสายใยอ่าน ค่าความสูงจากไม้ระดับ แปลงเป็นระยะทาง

ชนิดของการวัด

Gunter's Chain



- ยาว 66 ฟุต แบ่งเป็น 100 ข้อ

80 Chains = 1 Mile

10 Square Chains = 1 Acre

= (10x662)

= 43,560 ตร.ฟุต

4 Rods = 1 Chain

ลูกดิ่ง (Plumb Bob)



- ท่องเหลี่ยมต้น ระหว่าง 8-18 ออนซ์ นิยมใช้ระหว่าง 10-12 ออนซ์ มากที่สุด
- อ่านเทปลอยเหนือพื้น ผ่าน ลูกดิ่ง
- อ่านระยะสั้นสุด

กล้องระดับมือถือ (Hand Level)



- ตรวจสอบว่าเทปอยู่ในแนวราบ
- ส่องจากต่ำไปที่สูงกว่า

อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการวัดระยะด้วยเทปวัดระยะ

Clamp Handle

ยึดเทปไม่ให้งอ

Tension Handle

ปอนด์ดึงเทป แรงดึงทำให้เทป เหล็กวัดระยะได้ใกล้เคียงความจริง

Chaining Pins

ห่วงคะแนน 1 ชุดจะมี 11 ชิ้น ใช้ ปักบอกระยะตามแนวเทปที่วัด

Range Pole

หลักขาวแดง ยาวประมาณ 6 ฟุต ปลายโลหะ ทาสีขาว - แดง ยาว ประมาณ 30-50 ซม.

Plumb bob Target

ป้ายแขวนลูกดิ่ง ปรับให้สูงต่ำได้ ช่วยเล็งแนวถูกต้องมากยิ่งขึ้น

- GRADIENT

$$\text{gradient} = \frac{\text{ระยะในแนวตั้ง}}{\text{ระยะในแนวตั้ง}} \times 100 = \%$$

- a) Slope Angle

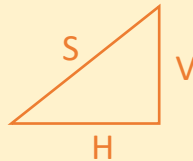
รู้มุม เอาค่ามุมแทนในสูตร $\sin\theta$ $\cos\theta$ $\tan\theta$ หาระยะทาง

- b) Slope Gradient

รู้ค.ชั้น เอาค่าค.ชั้นแทนใน $\tan\theta$ หามุม แล้วหาระยะทาง

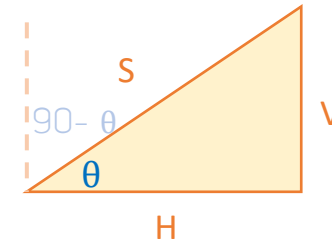
- c) Slope & Vertical Distance

รู้ระยะ ไม่รู้มุมเอาแทนใน $H^2 = S^2 - V^2$



Slope Corrections

มุมระหว่างแนวราบที่ทำกับแนวลาดเอียงของพื้นที่และความสูง ต้องรู้ค่าใดค่าหนึ่งหรือทั้ง 2 ค่าก่อน



$$\begin{aligned} \cos\theta &= H/S \\ H &= S \cos \theta \\ &= S \sin (90^\circ - \theta) \\ &= \sqrt{S^2 - V^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta &= \text{Angle of Inclination} \\ 90 - \theta &= \text{Zenith Angle} \\ V &= \text{Height} \end{aligned}$$

ตัวอย่าง

1. กำหนดให้ AC มี Gradient - 2.5% BC ยาว 150 ม. ถ้าระดับที่ A = +564.22 ม. ต้องการหาระดับที่ C (Sta.1+50)

วิธีทำ

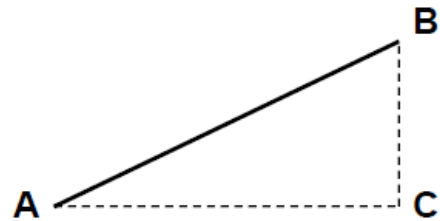
AC มี Gradient - 2.5% หมายความว่า ทุกๆระยะราบ 100 ม. ลาดจะลดลง 2.5 ม. (เพราะรู้ระดับที่จุด A ซึ่งเป็นจุดที่สูงกว่า)

ดังนั้น ถ้าระยะราบ BC ยาว 150 ม.

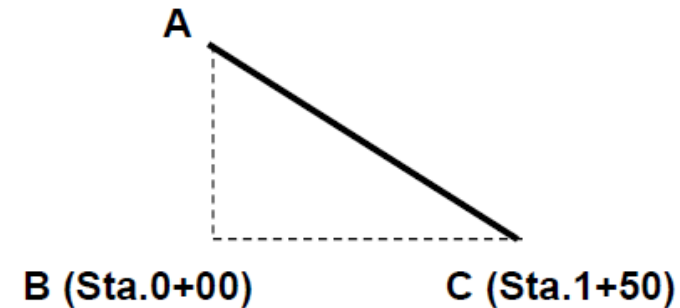
$$\text{ระดับจะลดลง} = (-2.5/100) \times 150 = -3.75 \text{ m.}$$

ดังนั้น ระดับที่จุด C (Sta.1+50) = $564.22 - 3.75 \text{ m.} = 560.47 \text{ m.}$

ถ้าเรารู้ระดับและระยะทางในแนวราบระหว่างจุด 2 จุด เราสามารถหาค่า Gradient จากค่าต่างๆที่กำหนดให้ ดังนี้



ระดับที่จุด	A	=	+ 471.37 m.
ระดับที่จุด	B	=	+ 476.77 m.
Station	A	=	1 + 00
Station	B	=	4 + 37.25



วิธีทำ

จุด A และ B มีระดับต่างกัน	=	$476.77 - 471.37 \text{ m.}$	=	5.40 m.
ระยะในแนวราบระหว่าง A และ B	=	$437.25 - 100$	=	337.25 m.
Gradient ระหว่าง A และ B	=	$(\text{ระยะในแนวตั้ง} / \text{ระยะในแนวราบ}) \times 100$		
	=	$(5.40 / 337.25) \times 100$	=	$+ 1.60 \%$

ตัวอย่าง

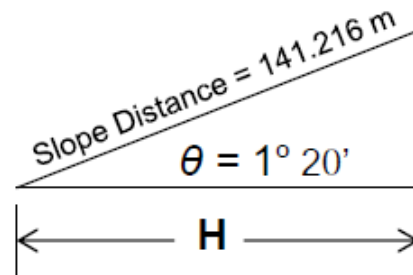
การแก้ระยะความลาดเอียงเป็นระยะตามแนวราบ

a) Slope Angle

กำหนดให้

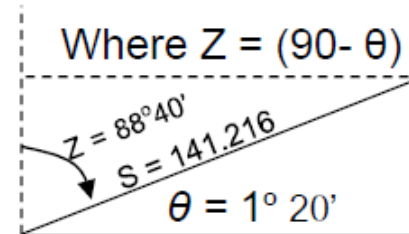
1. ระยะตามแนวลาดเอียง (Slope Distance, S) = 141.216 m.
2. มุมลาดเอียง (Slope Angle, θ) = $1^\circ 20'$
3. มุมลาดเอียงทำกับแนวตั้ง (Zenith Angle) = $90^\circ - \theta$

วิธีทำ



$$\begin{aligned}\cos \theta &= H / S \\ H &= S \cos \theta \\ &= 141.216 \times \cos 1^\circ 20'\end{aligned}$$

$$\text{ระยะทางในแนวราบ} = 141.178 \text{ m.}$$

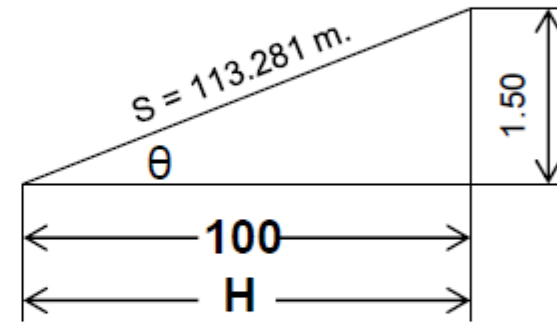
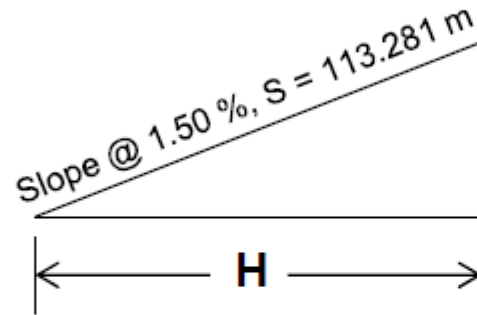


$$\begin{aligned}\sin Z &= H / S \\ H &= S \sin Z \\ &= 141.216 \times \sin (90^\circ - 1^\circ 20') \\ \text{ระยะทางในแนวราบ} &= 141.178 \text{ m.}\end{aligned}$$

b) Slope Gradient

กำหนดให้

1. Gradient หรือ Grade ของแนวลาด 1.5%
2. ระยะทางตามแนวลาดเอียง (Slope Distance, S) = 113.281 m.



วิธีทำ

$$\tan \theta = \% \text{ Gradient} / 100 = 1.5 / 100 = 0.015$$

$$\theta = \tan^{-1} (0.015) = 0.85937^\circ$$

$$\cos \theta = H / S ; H = S \cos \theta = 113.28 \times \cos (0.85937^\circ)$$

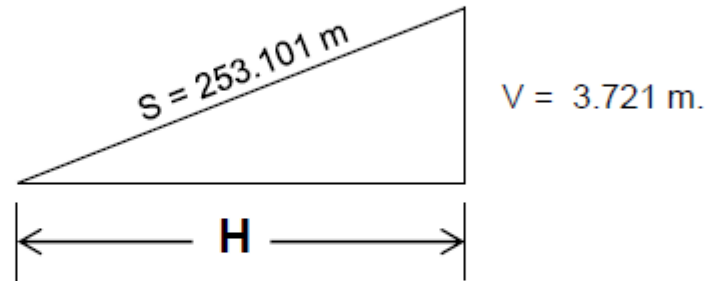
$$\text{ระยะทางในแนวราบ} = 113.268 \text{ m.}$$

c) Slope and Vertical Distance

กำหนดให้

$$1. \text{ ระยะทางตามแนวลาด (Slope Distance, S)} = 253.101 \text{ m.}$$

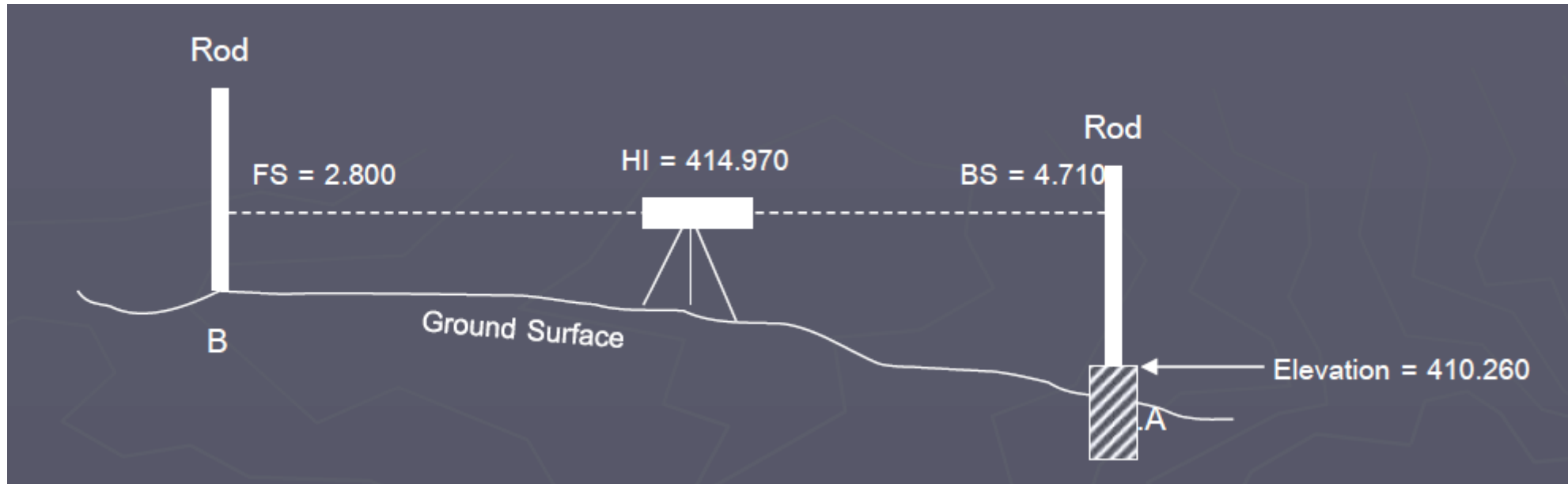
$$2. \text{ ระยะแนวตั้ง (Vertical Distance, V)} = 3.721 \text{ m.}$$



วิธีทำ

$$\begin{aligned} H^2 &= S^2 - V^2 \quad \text{โดยที่ } S \text{ มีค่า } 253.101 \text{ และ } V \text{ มีค่า } 3.721 \\ &= 253.101^2 - 3.721^2 \end{aligned}$$

$$\text{ระยะทางในแนวราบ } H = \sqrt{253.101^2 - 3.721^2} = 253.074 \text{ m.}$$



ระดับปัจจุบัน หรือ BM + BS = HI

HI - F S = ระดับตรงจุดที่อ่านค่า FS

BM = Bench Mark หรือ หนุดอ้างอิงที่รู้ค่าระดับหรือค่าพิกัดแล้ว

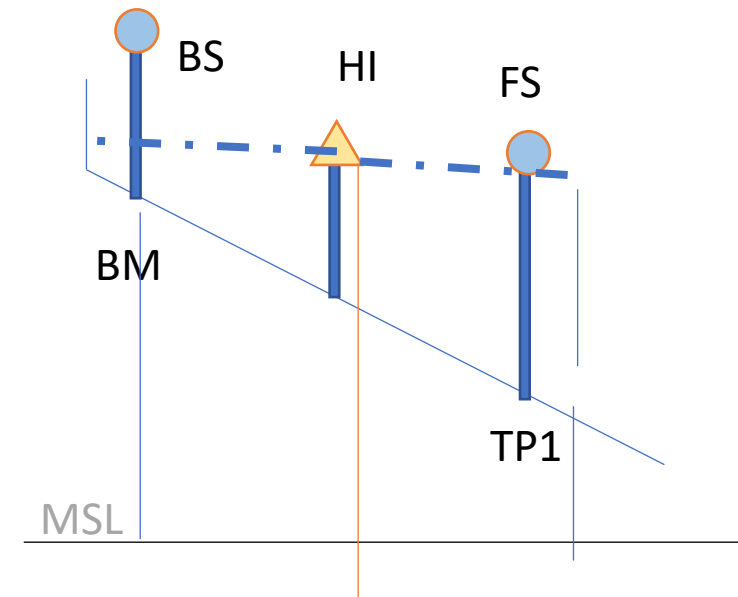
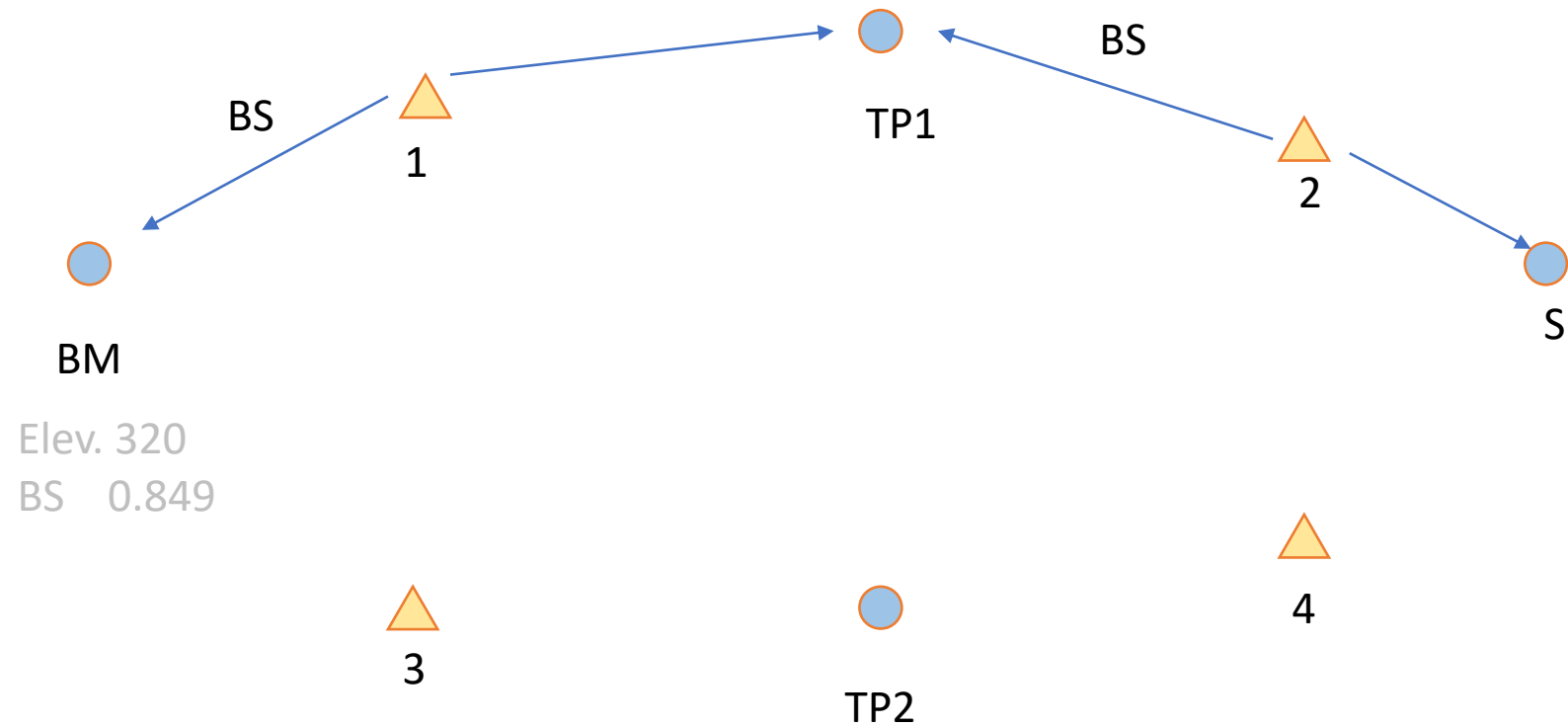
BS = Backsight หรือ ความสูงที่อ่านได้จากไม้ระดับตรงหนุด BM หรือหนุดที่ทราบค่าระดับ

HI = Height of Instrument หรือ ความสูงของแกนกล้องหรือแนวเล็ง

FS = Foresight หรือ ความสูงที่อ่านได้จากไม้ระดับตรงหนุดที่ต้องการทราบค่าระดับ

3

DISTANCE MEASUREMENT : LEVELING



station	BS(m.)	HI(m.)	FS(m)	Elev.
BM	0.849	320.849		320.000
TP1	0.523	319.76	1.612	319.237
S	1.395	319.697	1.458	318.302
TP2	1.724	320.835	0.586	319.111
BM			0.841	319.994

$$\begin{aligned}
 E &= X - X_t \\
 &= 319.994 - 320.000 \\
 &= -0.006 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= -E \\
 &= -(-0.006) \\
 &= 0.006 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Adjusted Elev. BM} &= X + C \\
 &= 319.994 + 0.006 \\
 &= 320.000 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Eຢ່ວຍ} &= E_{\text{รวม}} / N(\text{จำนวน}) \\
 &= -0.006 / 4 \\
 &= -0.0015 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

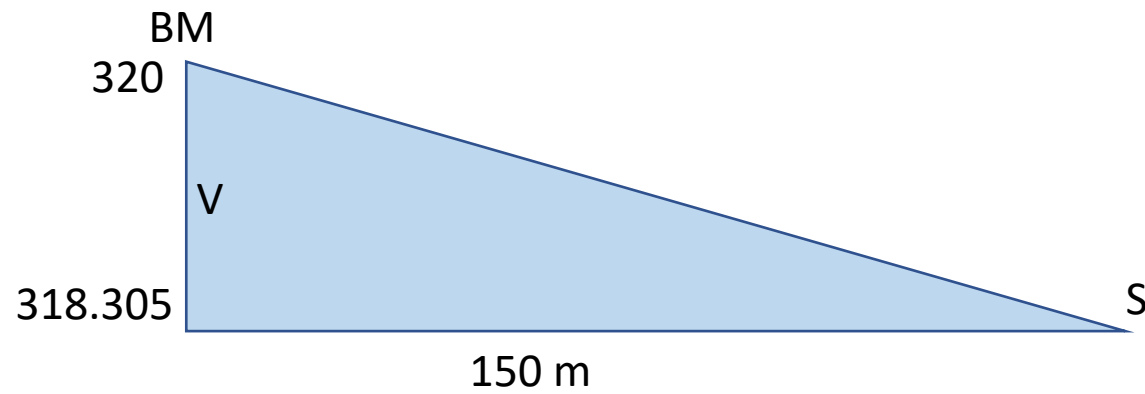
$$\begin{aligned}
 \text{Cຢ່ວຍ} &= -(-0.0015) \\
 &= 0.0015 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

$$\text{Adj. Elev. TP1} = 319.237 + 0.0015 = 319.2385 \text{ m}$$

$$\text{Adj. Elev. S} = 318.302 + 0.0030 = \underline{318.3050} \text{ m}$$

$$\text{Adj. Elev. TP2} = 319.111 + 0.0045 = 319.1155 \text{ m}$$

$$\text{Adj. Elev. BM} = 319.914 + 0.0060 = 320.000 \text{ m}$$



$$V = 318.305 - 320$$

$$= -1.695 \text{ m}$$

$$\text{Gradient} = -1.695/150 (100)$$

$$= -1.13 \%$$

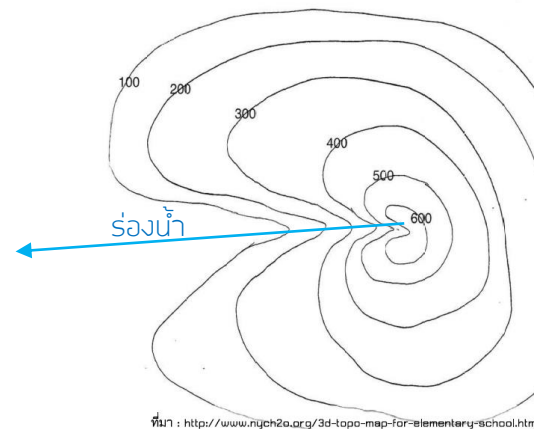
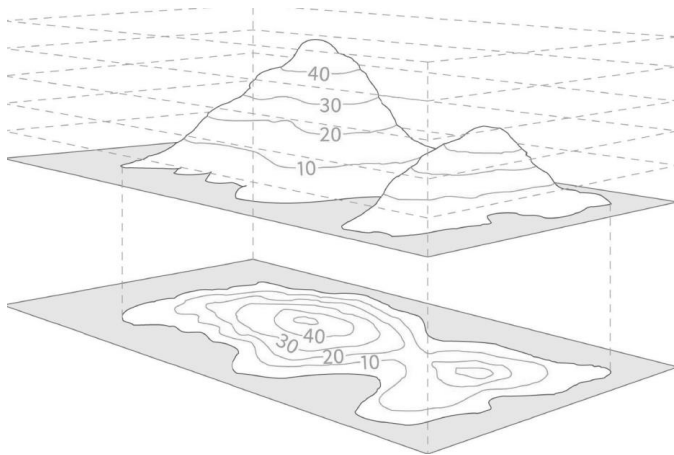
CONTOUR (เส้นชั้นความสูง)

ระดับคงที่บนพื้นดิน จากการลากเส้นผ่านจุดต่างๆบนพื้นดินที่มีระดับเท่ากัน

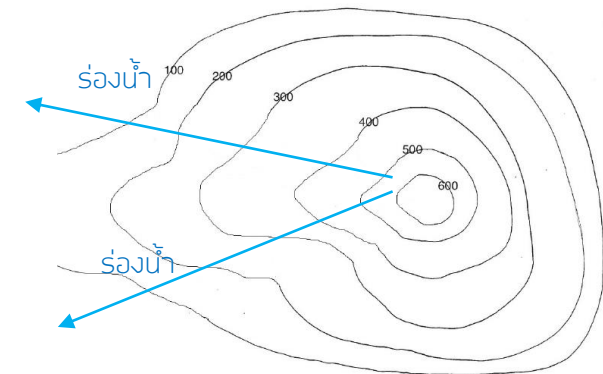
- **contour interval** ค.ต่างของ contour แต่ละเส้น เช่น contour interval 1 m. = contour มีระดับต่างกัน 1 m

วิธีทำเส้น CONTOUR

1. แบบ manual : หาข้อมูลจากพท.จริง ตั้งกล้องสำรวจระดับเป็นแนวกว้าง คำนวณแล้ว plot เส้น contour
2. แบบใช้ดาวเทียม : แปลงสัญญาณเป็นข้อมูล ประมวลผลเป็นภาพ



ที่มา : <http://www.njch2o.org/3d-topo-map-for-elementary-school.html>

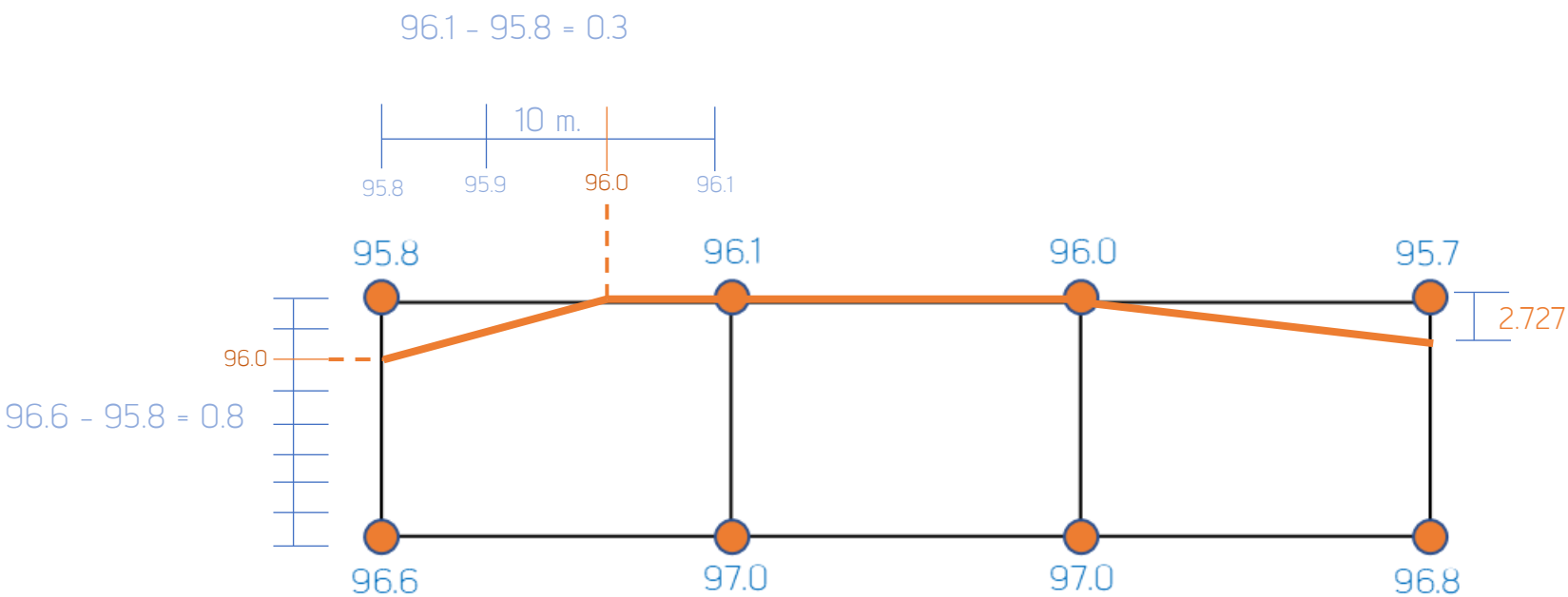




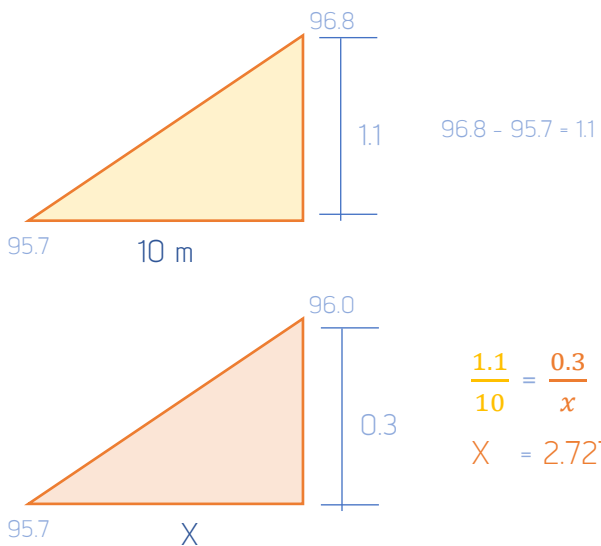
DISTANCE MEASUREMENT : CONTOUR

PLOT เส้น CONTOUR

1. แบ่งช่องตามผลต่าง



2. หากสามเหลี่ยมคล้าย



$$\frac{1.1}{10} = \frac{0.3}{x}$$
$$X = 2.727$$

3

DISTANCE MEASUREMENT : CONTOUR

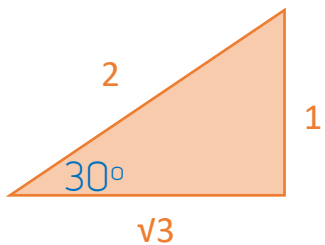
SLOPE

อัตราส่วนระยะในแนวตั้ง : ราบ

Contour ห่าง = ชันน้อย

Contour ชิด = ชันมาก

$$\text{gradient} = \text{ระยะในแนวตั้ง} \times 100 = \%$$

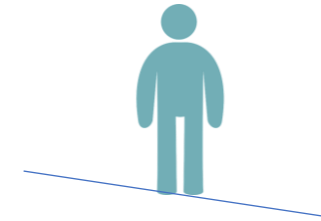


$$G = \frac{D}{L} \times 100$$

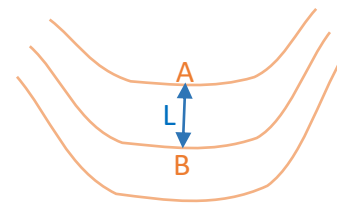
$$G = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 100 = 57.74\%$$



ลาดชัน



ลาดเอียง



$$L = 20 \text{ m.}$$

$$\text{contour interval} = 1$$

$$G = \frac{1}{20} \times 100 = 5\%$$

ANGLE AND DIRECTION

การวัดมุมในงานสำรวจ

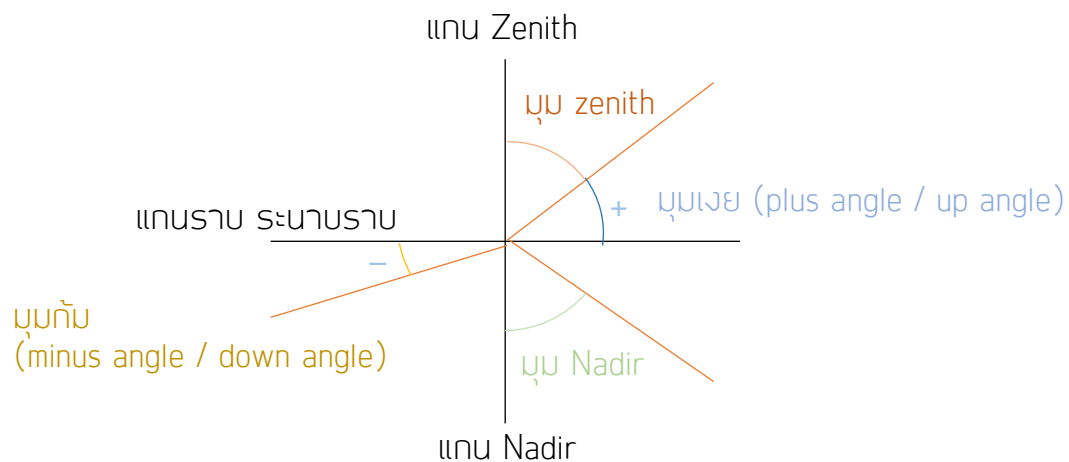
- องศา (degree) ลิปดา (minute) และ ฟิลิปดา (seconds)

อุปกรณ์วัดมุม ได้แก่

- เข็มทิศ : งานสำรวจชั้นควบคุม ชั้นที่ 1 - 3
- กล้อง Transit หรือ กล้อง Theodolite : นิยมใช้ในงานสำรวจความละเอียดทุกระดับชั้น

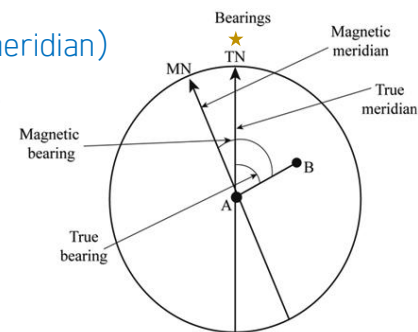
มุมตั้ง (Vertical Angle)

- เส้นตั้ง (Vertical line) เส้นลากผ่านจุดศก.ของโลก
- Zenith จุดที่อยู่เหนือศีรษะของผู้สังเกต / จุดเหนือแกนตั้งจุดศก.ของกล้อง
- Nadir จุดที่อยู่ใต้ผู้สังเกต หรือ จุดที่อยู่ใต้แกนตั้งของจุดศูนย์กลางของกล้อง
- เส้นขอบฟ้า (Horizon) เส้นที่ขนานไปกับระนาบราบ แนวเล็งของกล้อง (line of sight)



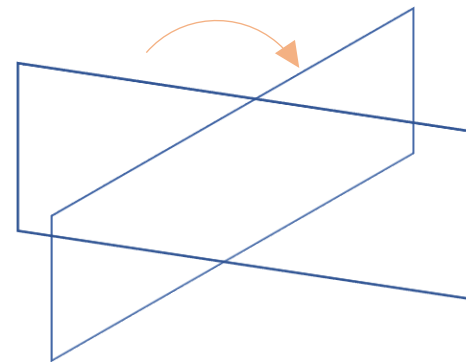
Meridians

1. เมอริเดียนจริง (True meridian)
2. เมอริเดียนแม่เหล็ก (Magnetic meridian)
3. เมอริเดียนกริด (Grid meridian)

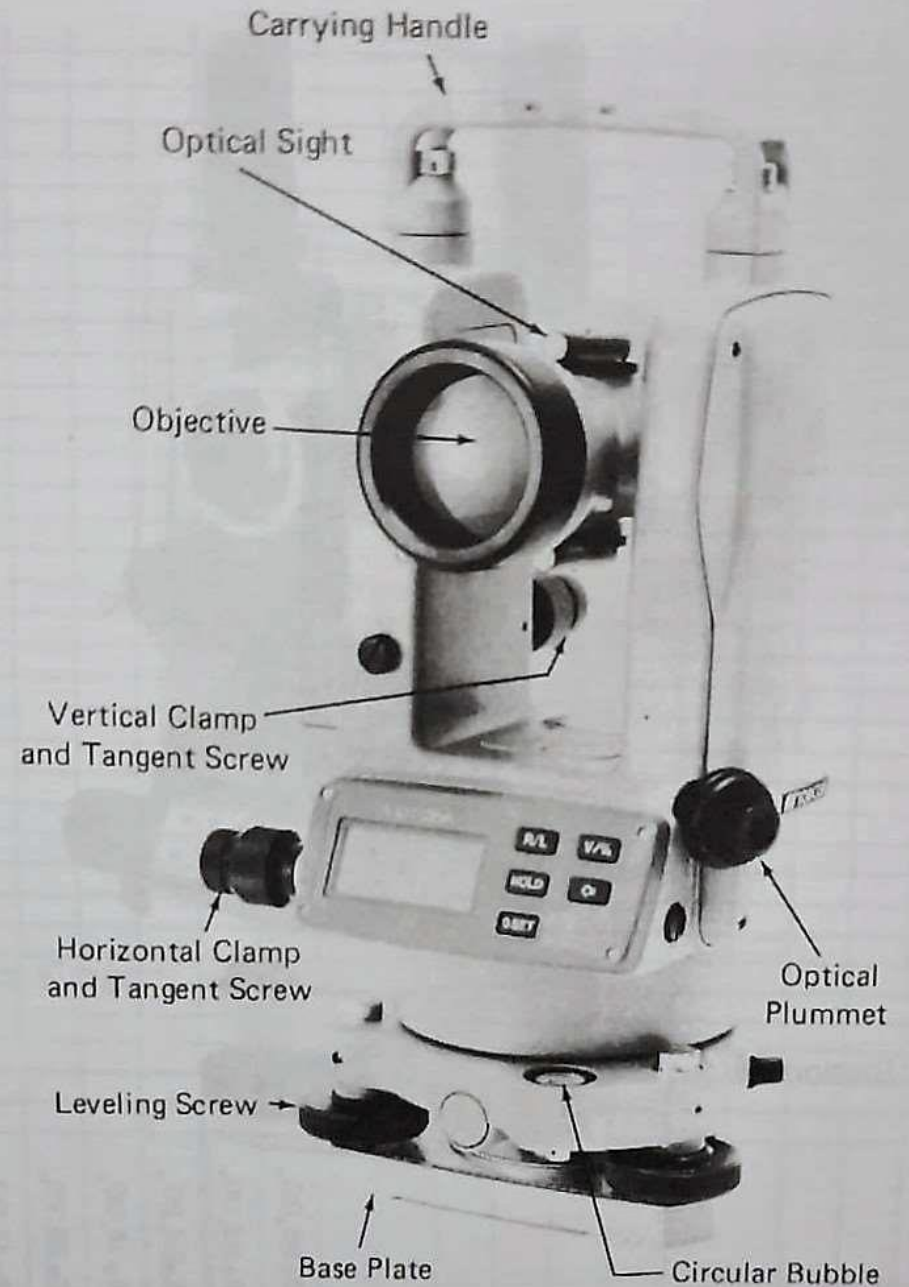
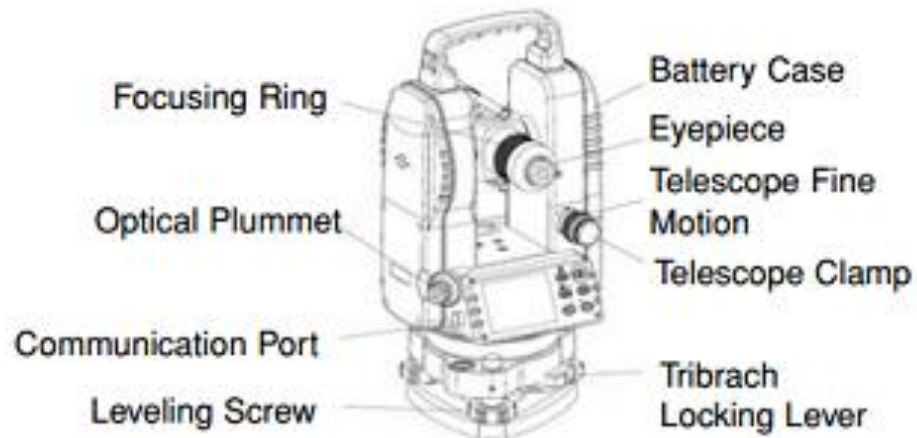
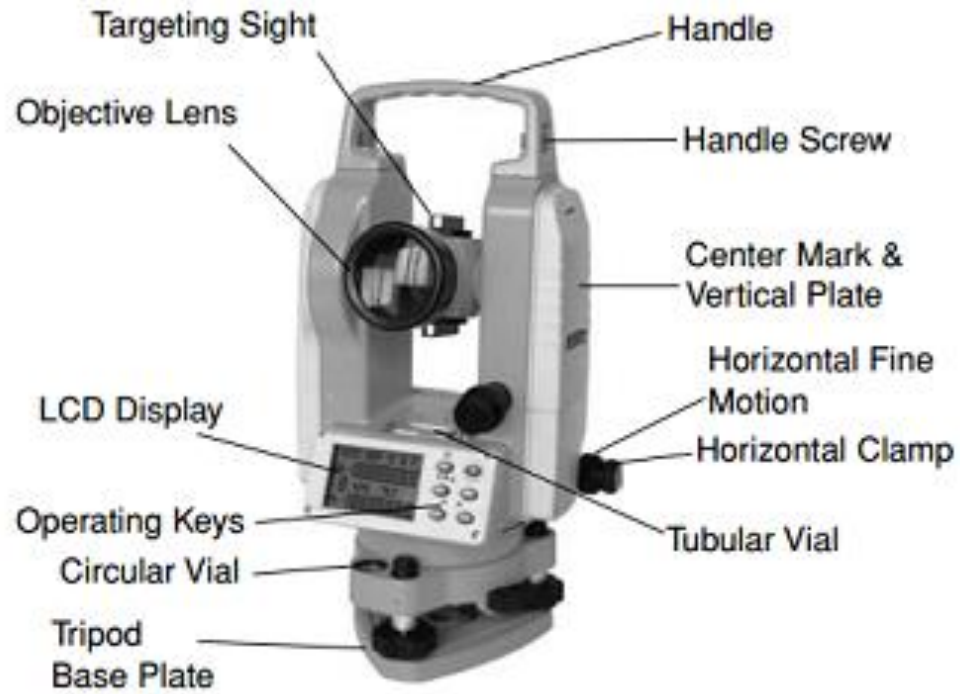


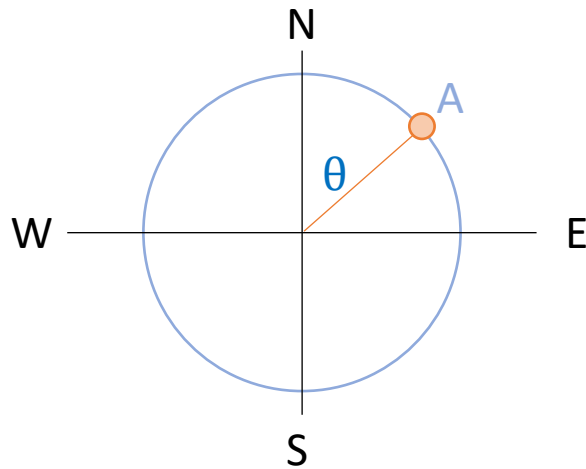
การวัดมุมราบ

มุมราบ คือ มุมที่วัดด้วยวิธีใดๆ ที่สามารถบอกขนาดของมุมระหว่างระนาบตั้งสองระนาบที่ตัดกัน



วัดเวียนขวา
0° ถึง 359° 59' 59"

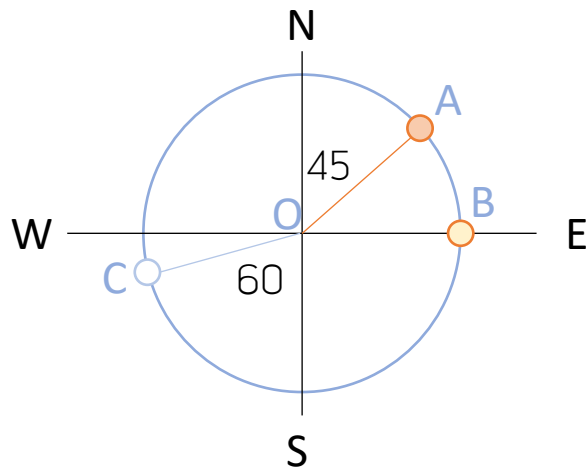




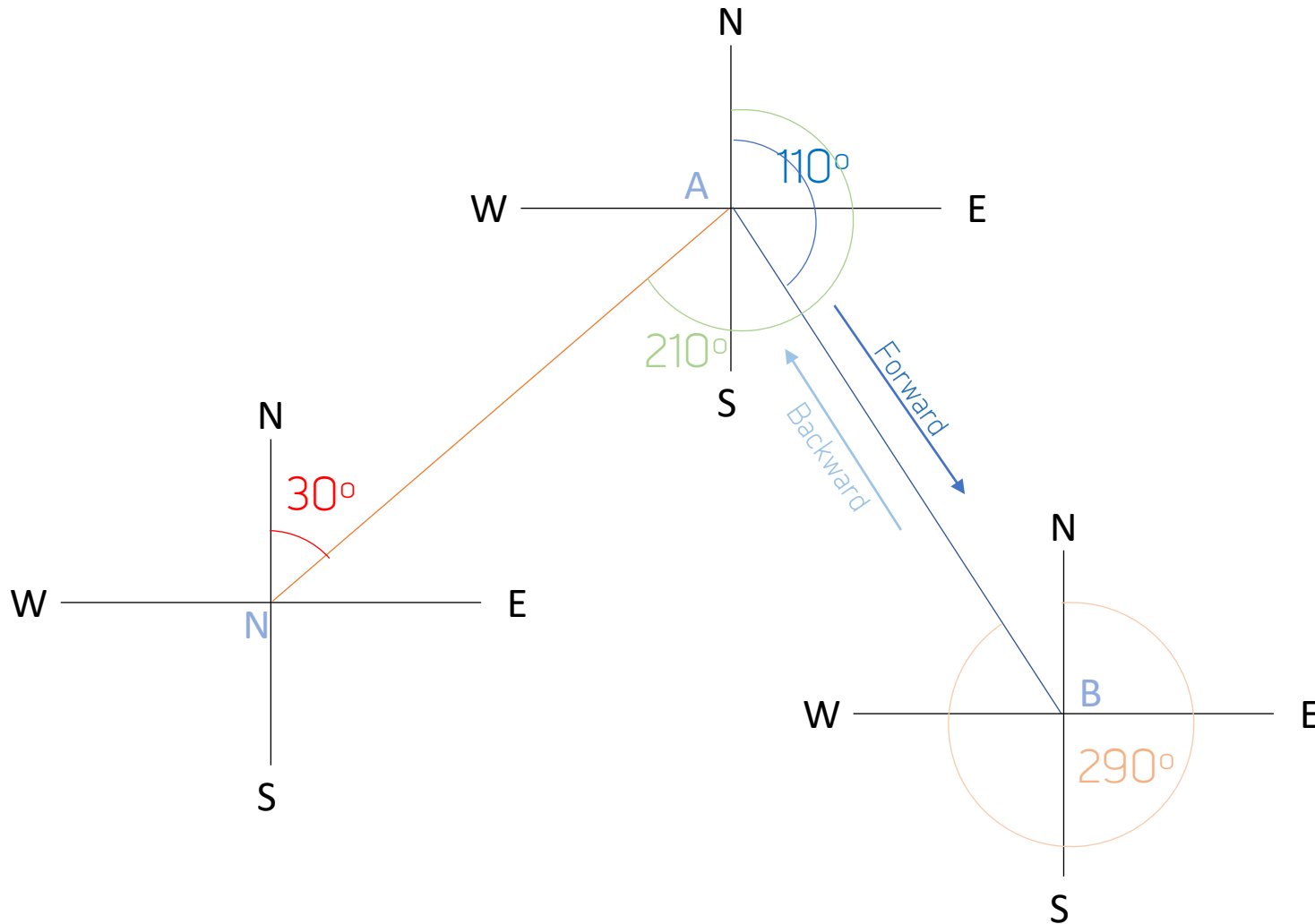
Azimuth (Whole Circle Bearing) เป็นทิศทาง วัดมุมเวียนขวา วัดออกจากแนวเหนือ-ใต้ ไปยังเส้นตรงนั้นๆ

Bearing (Quadrant Bearing) เป็นการบอกทิศทางด้วยมุมแหลมที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นตรงกับแนวเมอริเดียน หากแนวเส้นตรงนั้นทับกับกับแนวทิศ N,S,E,W พอดีเรียกว่า Due เช่น Due north ย่อว่า ON, Due south ย่อว่า OS

มุม Azimuth OA = θ N
มุม Bearing OA = N θ E



- มุม Azimuth OA = 45° N
มุม Bearing OA = N 45° E
- มุม Azimuth OB = 90° N
มุม Bearing OB = Due east = OE
- มุม Azimuth OC = 240° N
มุม Bearing OC = S 60° W



● Azimuth AB = 110°
 Back Azi AB = 290°
 Azimuth BA = 290°

● Azimuth AN = 210°
 Back Azi AN = 30°
 Azimuth NA = 30°

ต่างกัน 180°

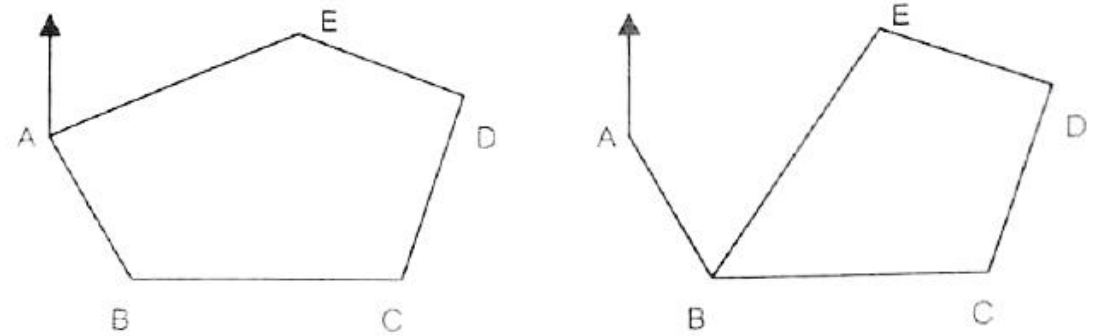
วงรอบ (Traverse) คือ การสำรวจเพื่อตรวจสอบหรือสร้างแนวเส้นตรงเชื่อมต่อระหว่างสถานีสำรวจที่สำคัญและถูกระบุไว้ในแผนที่หรือจุดที่ดินประเภทของวงรอบ

1. **วงรอบเปิด** คือ วงรอบจากสถานีทราบตำแหน่ง ไปยังสถานีอื่นๆ และบรรจบสถานีสุดท้ายที่ไม่ทราบตำแหน่ง

2. **วงรอบปิด** คือ วงรอบจากสถานีทราบตำแหน่ง ไปยังสถานีอื่นๆ และบรรจบสถานีสุดท้ายที่ทราบตำแหน่ง

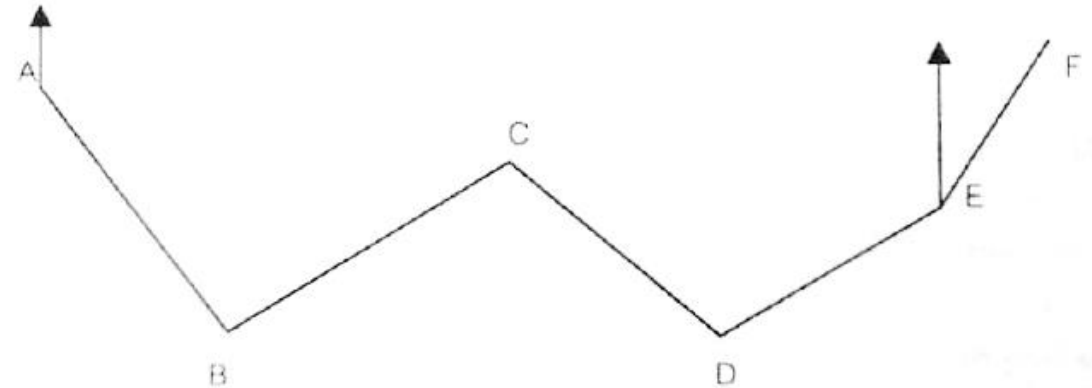
3. **วงรอบปิดบรรจบ** คือ วงรอบจากสถานีทราบตำแหน่ง ไปยังสถานีอื่นๆ และบรรจบสถานีเริ่มต้นคณะ

ลักษณะของ loop traverse

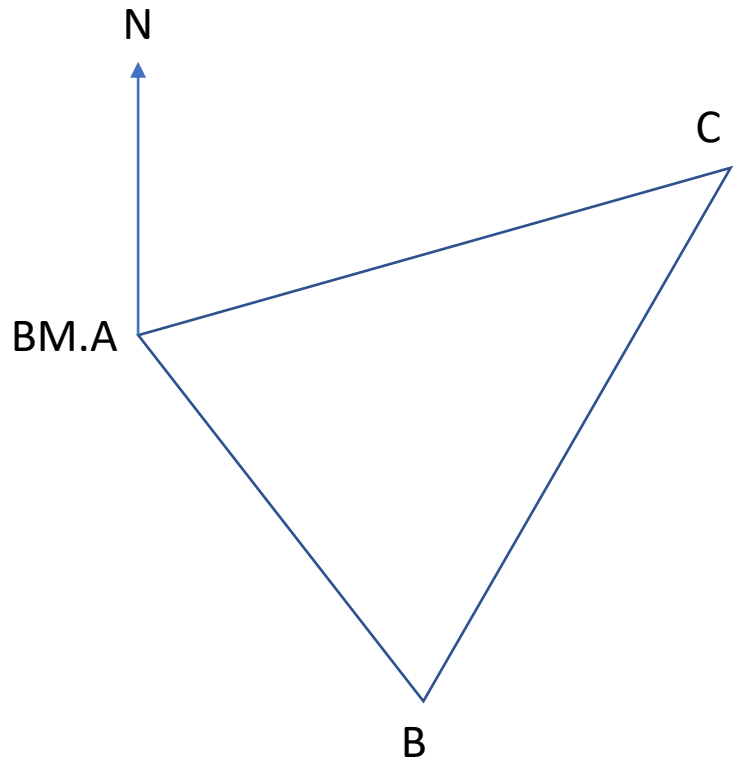


แบบนี้ใช้สูตรมุมภายใน $(n-2)180^\circ$ ได้ แบบนี้ใช้สูตรมุมภายใน $(n-2)180^\circ$ ไม่ได้ เพราะจะผิดพลาดมาก

ลักษณะของ connected traverse



แบบนี้ใช้สูตรมุมภายใน $(n-2)180^\circ$ ไม่ได้



มุมสถานี	มุมวัดได้	ค่าปรับแก้	ปรับแก้แล้ว
BM.A	69° 25' 10"	- 0° 54' 42"	68° 30' 28"
B	83° 48' 35"	- 0° 54' 42"	82° 53' 53"
C	29° 30' 20"	- 0° 54' 42"	28° 35' 39"
Σ	182° 44' 05"	- 2° 44' 05"	180° 00' 00"

• ERRORS

$$E = X - X_t$$

E ค่าที่แท้จริง
X ค่าที่วัดได้
 X_t ค่าที่แท้จริง

• CORRECTION

$$C = -E$$

$$C = - (E_{\text{รวม}}/N)$$

$$E_{\text{ย่อย}} = E_{\text{รวม}}/N$$

• ADJUSTED

$$X' = X + C$$

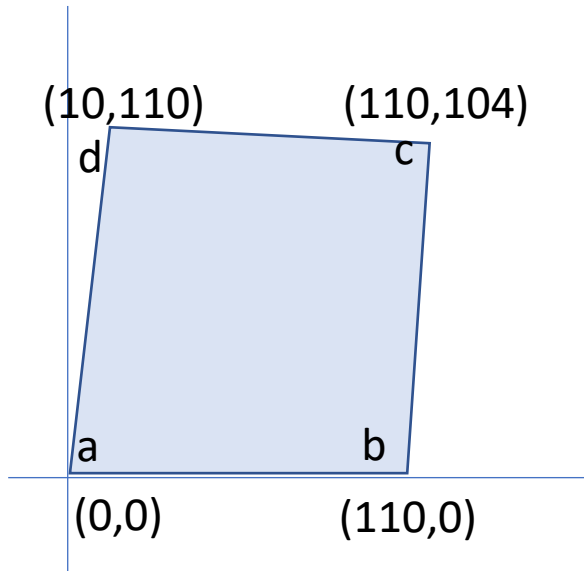
$$X' = X + (-E)$$

- METHOD OF COORDINATES

$$\text{Area} = \frac{1}{2} (X_a(Y_d - Y_b) + X_b(Y_c - Y_a) + X_c(Y_b - Y_d) + X_d(Y_a - Y_c))$$

- AREA OF IRREGULAR BOUNDARIES (simson's one-third rule)

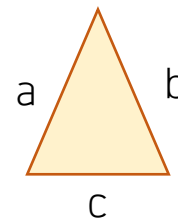
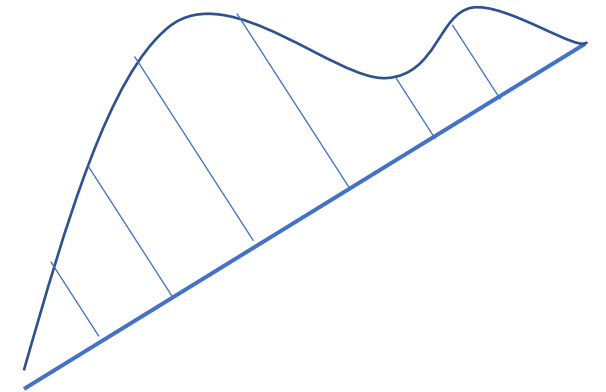
$$\text{Area} = d/3(h_e + h_{e'} + 4 \sum h_{\text{even}} + 2 \sum h_{\text{odd}}) ; d = \text{width}$$



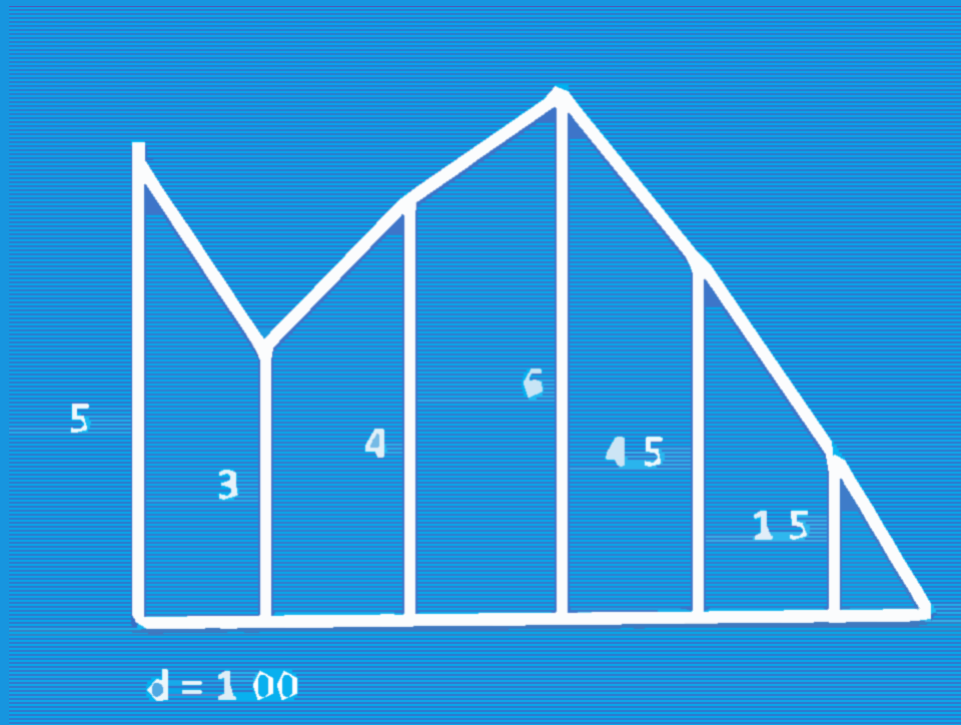
$$\text{Area} = \frac{1}{2} (X_a(Y_d - Y_b) + X_b(Y_c - Y_a) + X_c(Y_b - Y_d) + X_d(Y_a - Y_c))$$

$$\text{Area} = \frac{1}{2} (0(110 - 0) + 110(104 - 0) + 110(110 - 0) + 10(0 - 104))$$

$$\text{Area} = 11250 \text{ m}^2$$



$$\text{Area} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} ; s = \frac{1}{2}(a+b+c)$$



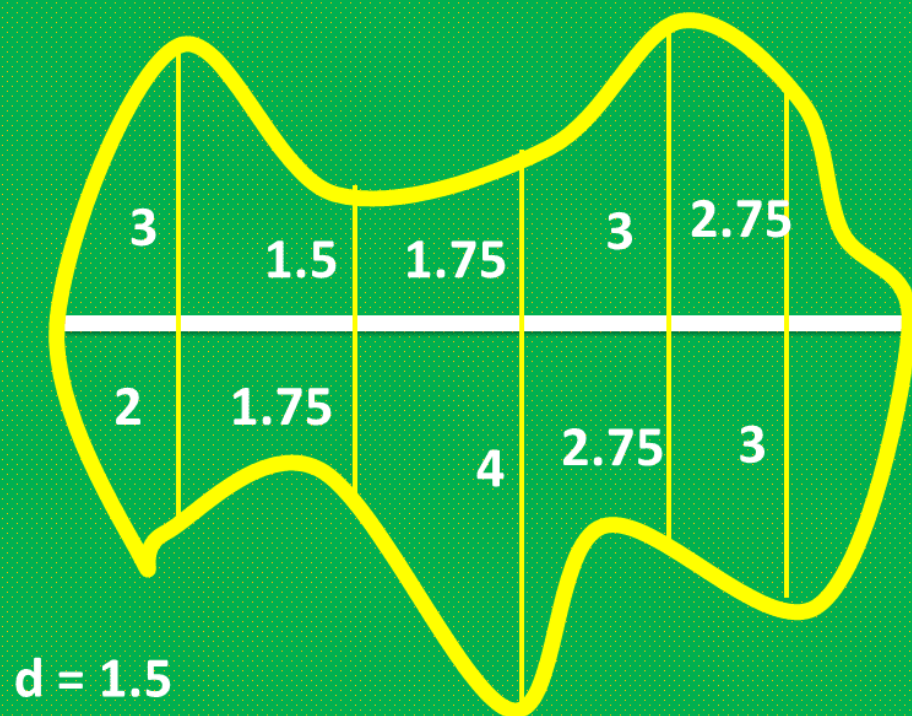
Variable (y)	Height Value
y0	5
y1	3
y2	4
y3	6
y4	4.5
y5	1.5
y6	0

$$A = (1/3)(d) [(y_0 + y_n) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{n-2})]$$

$$A = (1/3)(1.00) [(5 + 0) + 4(3 + 6 + 1.5) + 2(4 + 4.5)]$$

$$A = 21.33 \text{ square units}$$

Final Answer: The approximate area of the irregular figure above is 21.33 square units.



Calculating the Approximate Area of Irregular Shapes Using Simpson's 1/3 Rule

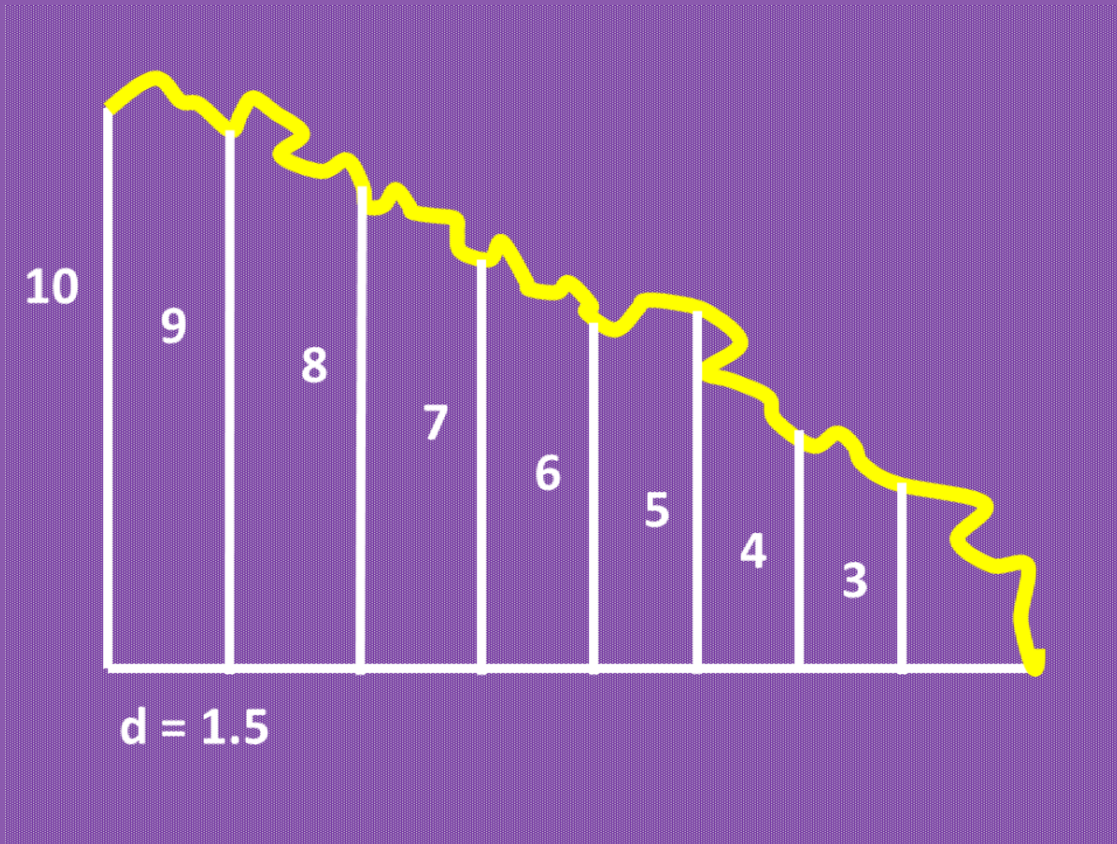
Variable (y)	Upper Value	Lower Value	Height Value (Sum)
y0	0	0	0
y1	3	2	5
y2	1.5	1.75	3.25
y3	1.75	4	5.75
y4	3	2.75	5.75
y5	2.75	3	5.75
y6	0	0	0

$$A = (1/3)(d) [(y_0 + y_n) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{n-2})]$$

$$A = (1/3)(1.50) [(0 + 0) + 4(5 + 5.75 + 5.75) + 2(3.25 + 5.75)]$$

$$A = 42 \text{ square units}$$

Final Answer: The approximate area of the irregular shape above is 42 square units.



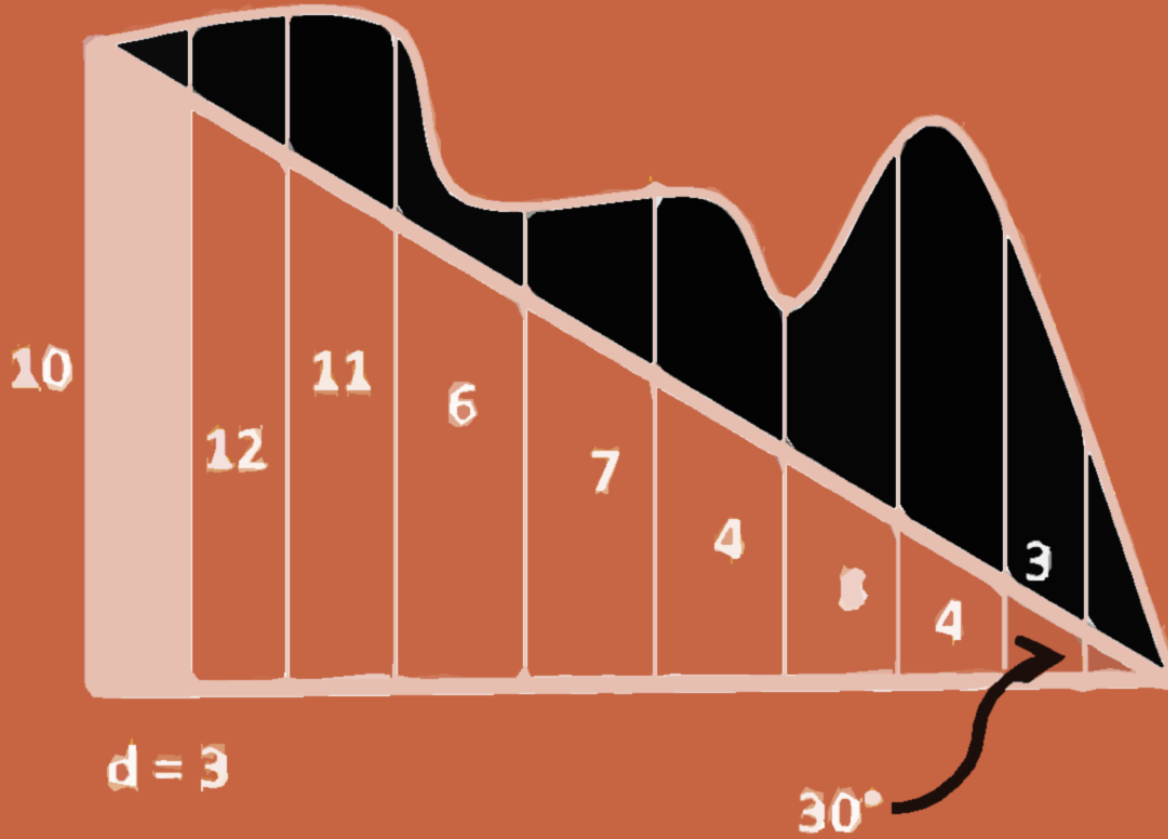
Variable (y)	Height Value
y0	10
y1	9
y2	8
y3	7
y4	6
y5	5
y6	4
y7	3
y8	0

$$A = (1/3)(d) [(y_0 + y_n) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{n-2})]$$

$$A = (1/3)(1.50) [(10 + 0) + 4(9 + 7 + 5 + 3) + 2(8 + 6 + 4)]$$

$$A = 71 \text{ square units}$$

Final Answer: The approximate area of the irregular shape above is 71 square units.



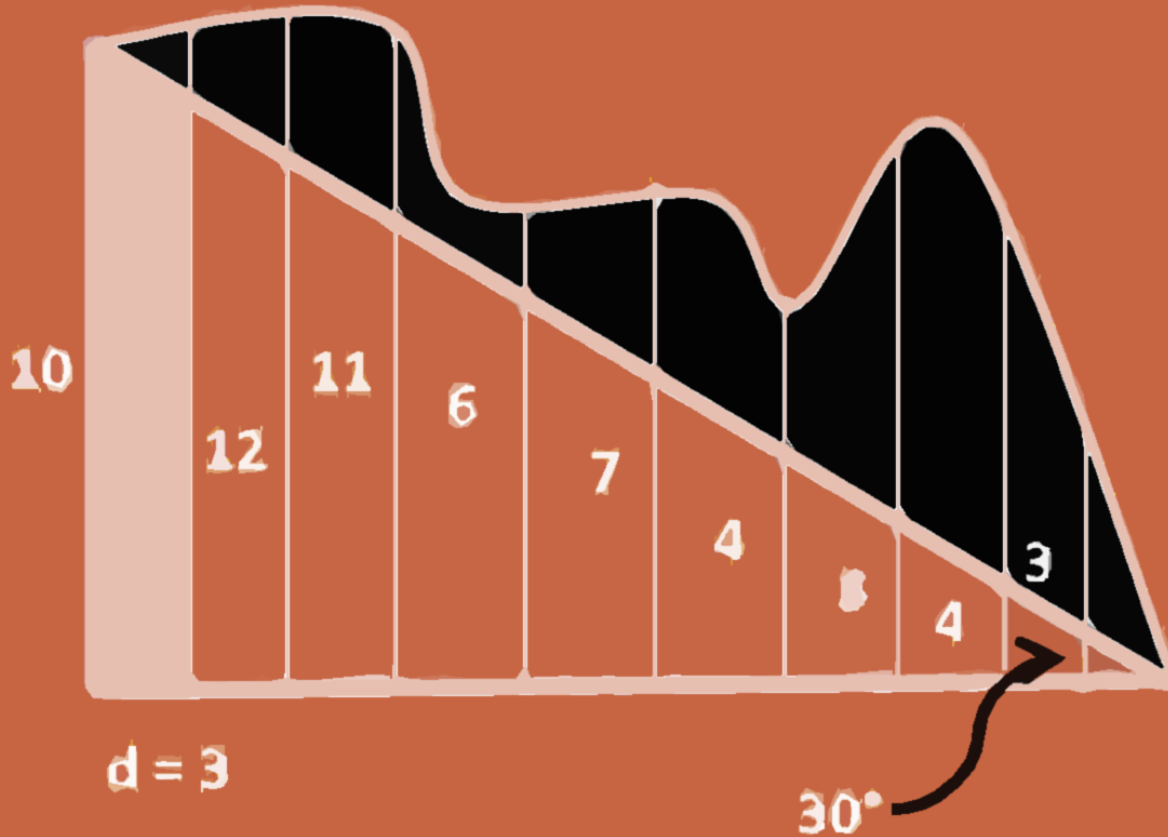
Calculating the Approximate Area of Irregular Shapes Using Simpson's 1/3 Rule

Variable (y)	Height Value
y_0	10
y_1	11
y_2	12
y_3	11
y_4	6
y_5	7
y_6	4
y_7	8
y_8	4
y_9	3
y_{10}	0

$$A = (1/3)(d) [(y_0 + y_n) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{n-2})]$$

$$A = (1/3)(3) [(10 + 0) + 4(11 + 11 + 7 + 8 + 3) + 2(12 + 6 + 4 + 4)]$$

$$A = 222 \text{ square units}$$



Find the area of the right triangle formed from the irregular shape. Given a height of 10 units and an angle of 30° , find the length of adjacent sides and compute for the area of the right triangle using Scissors formula or Heron's formula.

$$\text{Length} = 10 / \tan (30^\circ)$$

$$\text{Length} = 17.32 \text{ units}$$

$$\text{Hypotenuse} = 10 / \sin (30^\circ)$$

$$\text{Hypotenuse} = 20 \text{ units}$$

$$\text{Semi-Perimeter (s)} = (10 + 20 + 17.32) / 2$$

$$\text{Semi-Perimeter (s)} = 23.66 \text{ units}$$

$$\text{Area (A)} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$\text{Area (A)} = \sqrt{23.66(23.66 - 10)(23.66 - 20)(23.66 - 17.32)}$$

$$\text{Area (A)} = 86.6 \text{ square units}$$

d. Subtract the area of the right triangle from the area of the whole irregular figure.

$$\text{Shaded Area (S)} = \text{Total Area} - \text{Triangular Area}$$

$$\text{Shaded Area (S)} = 222 - 86.6$$

$$\text{Shaded Area (S)} = 135.4 \text{ square units}$$

Final Answer: The approximate area of the irregular figure above is 135.4 square units.

- ERRORS

$$E = X - X_t$$

E ค่าที่แท้จริง

X ค่าที่วัดได้

X_t ค่าที่แท้จริง

- CORRECTION

$$C = -E$$

$$C = - (E_{\text{รวม}}/N)$$

$$E_{\text{ย่อย}} = E_{\text{รวม}}/N$$

- ADJUSTED

$$X' = X + C$$

$$X' = X + (-E)$$

- C_L ค่าแก้ไขเทป

$$C_L = - ((l-l')/l')L$$

l ค.ยาวถูกต้อง

l' ค.ยาวเทปเทียบ

L เป็นค่าความยาวทั้งหมดที่วัดได้

- GRADIENT

$$\text{gradient} = \frac{\text{ระยะในแนวตั้ง}}{\text{ระยะในแนวตั้ง}} \times 100 = \%$$

a) Slope Angle

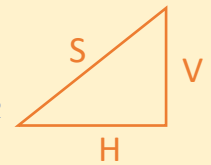
รู้มุม เอาค่ามุมแทนในสูตร $\sin\theta$ $\cos\theta$ $\tan\theta$ หาระยะทาง

b) Slope Gradient

รู้ค.ชั้น เอาค่าค.ชั้นแทนใน $\tan\theta$ หามุม แล้วหาระยะทาง

c) Slope & Vertical Distance

รู้ระยะ ไม่รู้มุมเอาแทนใน $H^2 = S^2 - V^2$



- METHOD OF COORDINATES

$$\text{Area} = \frac{1}{2} (X_a(Y_d - Y_b) + X_b(Y_c - Y_a) + X_c(Y_b - Y_d) + X_d(Y_a - Y_c))$$

- AREA OF IRREGULAR BOUNDARIES (simson's one-third rule)

$$\text{Area} = d/3 (h_e + h_{e'} + 4 \sum h_{\text{even}} + 2 \sum h_{\text{odd}}) ; d = \text{ระยะแบ่ง}$$

