

บทที่ 7
มาตราส่วนและการย่อขยายแผนที่
(Scale and Reduction, Enlargement)

อ.ไพฑูรย์ ปิยะปกรณ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้สามารถวัดและคำนวณระยะทางจากบนแผนที่ เป็นระยะทางในภูมิประเทศจริงด้วยการใช้มาตราส่วนแผนที่ได้
2. เพื่อให้สามารถคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของแผนที่ จากการย่อขยายมาตราส่วนแผนที่ ตามขนาดมาตราส่วนที่ต้องการใช้งานได้ถูกต้อง
3. เพื่อให้สามารถย่อขยายพื้นที่ของแผนที่ให้ได้ขนาดพื้นที่แผนที่ที่ต้องการใช้งานได้ และคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของแผนที่ได้ถูกต้อง
4. เพื่อให้สามารถเลือกใช้วิธีการย่อขยายทำการย่อขยายแผนที่ต่าง ๆ ตามที่ต้องการใช้งานได้อย่างเหมาะสม

7.1 ลักษณะทั่วไปของมาตราส่วนแผนที่

แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ต่าง ๆ ทั่วไปที่จัดทำขึ้นมานั้น เป็นส่วนย่อ (ratio หรือ proportion) รายละเอียดต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวพิภพ ที่นำมาเขียนแสดงลงบนแผนที่ในขนาดของอัตราส่วนหรือสัดส่วนที่ต่างกันไป ตามวัตถุประสงค์และความจำเป็นที่ต้องการแสดงรายละเอียดของข้อมูล ดังนั้นอัตราส่วนหรือสัดส่วนที่ย่อรายละเอียดที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวภูมิประเทศจริงให้มาปรากฏบนแผนที่ (map face) เป็นสิ่งที่นักทำแผนที่จะต้องแสดงเป็นข้อมูลกำกับไว้บนแผนที่ที่ทำทุกระวาง เรียกว่า “มาตราส่วนแผนที่” (map scale) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับผู้ใช้งานแผนที่ (user) ที่จะอ่านและแปลความจากแผนที่ เพราะเป็นข้อมูลที่จะทำให้ทราบเกี่ยวกับพื้นที่และระยะทางที่แท้จริงบนพื้นผิวภูมิประเทศจริงได้ เมื่อนำแผนที่ในบริเวณที่ตรงกันกับภูมิประเทศจริงมาใช้ศึกษาแปลความ

Strahler ให้ความหมายของมาตราส่วนไว้ว่า Scale is the ratio between map distance and the actual horizontal ground distance it represents. (Strahler, 1969 : 621)

Goh Cheng Leong and Syed Adu Bakar Barakbak ให้ความหมายไว้ว่า Scale is the ratio of given distance on a map to the corresponding distance on the ground. (Goh Cheng Leong and Barakbak, 1974 : 1)

สรุป มาตราส่วนแผนที่ คือ อัตราส่วนระหว่างระยะทางบนแผนที่กับระยะทางในภูมิประเทศจริงที่ตรงกัน

$$\text{มาตราส่วนแผนที่} = \frac{\text{ระยะทางบนแผนที่}}{\text{ระยะทางในภูมิประเทศจริง}}$$
$$S = \frac{MD.}{GD.}$$

7.2 การแสดงมาตราส่วนบนแผนที่

มาตราส่วนที่แสดงบนแผนที่ มีวิธีการแสดงได้หลายแบบและแบบที่สามารถจะพบเห็นได้ทั่วไปบนแผนที่มียู่ 3 แบบ คือ.-

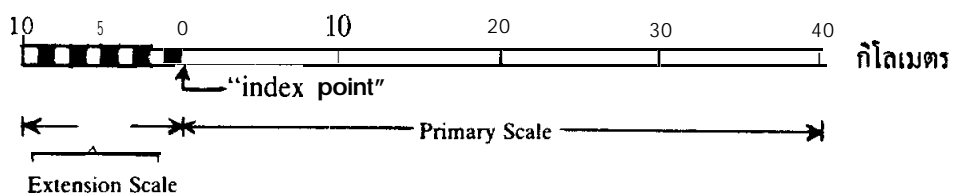
1. มาตราส่วนเศษส่วน (representative fraction) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ามาตราส่วนตัวเลข (numerical scale) เป็นวิธีการบอกมาตราส่วนแบบอัตราส่วนหรือสัดส่วนเปรียบเทียบระหว่างระยะทางบนแผนที่กับระยะทางในภูมิประเทศจริงในลักษณะเศษส่วน ที่ไม่มีหน่วยวัดระยะใด ๆ กำกับ ซึ่งหน่วยวัดระยะจะใช้หน่วยมาตราใด ๆ ก็ได้ ดังเช่น.-

$$1 : 50,000 \quad \text{หรือ} \quad \frac{1}{50,000}$$

$$1 : 250,000 \quad \text{หรือ} \quad \frac{1}{250,000}$$

หมายความว่า เมื่อวัดระยะบนแผนที่ได้ 1 หน่วย จะมีระยะทางในภูมิประเทศจริงวัดได้ 50,000 หน่วยหรือ 250,000 หน่วยตามลำดับ โดยหน่วยความยาวจะต้องเป็นหน่วยเดียวกันเสมอ เช่น มาตราส่วน 1 : 50,000 เมื่อใช้หน่วยวัดระยะเป็นเซนติเมตร ก็หมายความว่า ระยะบนแผนที่ 1 เซนติเมตร ใช้แทนระยะทางในภูมิประเทศจริงได้ 50,000 เซนติเมตร หรือถ้าใช้หน่วยวัดเป็นนิ้ว (ระบบอังกฤษ) ก็หมายความว่าระยะทางบนแผนที่ 1 นิ้ว ใช้แทนระยะทางในภูมิประเทศจริงได้ 50,000 นิ้ว

2. **มาตราส่วนเส้นบรรทัด (graphic scale หรือ bar scale)** เป็นวิธีการแสดงมาตราส่วนเป็นเส้นตรง ที่แบ่งเส้นตรงออกเป็นส่วน ๆ ที่เท่ากัน ตามอัตราส่วนที่คำนวณมาจากระยะบนแผนที่กับระยะทางในภูมิประเทศจริง และกำกับด้วยตัวเลขของหน่วยวัดระยะในภูมิประเทศจริง สำหรับตัวเลขที่กำกับของหน่วยวัดระยะโดยปกตินิยมกำหนดเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม เพื่อสะดวกในการอ่านและใช้วัดคำนวณระยะ สำหรับส่วนแบ่งของมาตราส่วนเส้นบรรทัดที่แบ่งเป็นส่วน ๆ นั้น จะมีส่วนแบ่งของมาตราส่วนอยู่ 2 ตอนด้วยกันคือ ซีดแบ่งส่วนเต็ม (primary scale) เป็นส่วนแบ่งอยู่ทางขวามือของมาตราส่วนเส้นบรรทัด แต่ละส่วนแบ่งแทนระยะบนแผนที่ และตัวเลขที่กำกับแทนระยะทางในภูมิประเทศตามหน่วยวัดระยะที่กำกับและขีดส่วนแบ่งย่อย (extension scale) เป็นส่วนแบ่งที่อยู่ทางซ้ายมือของเส้นมาตราส่วนบรรทัดที่นำเอา 1 ช่องขีดส่วนแบ่งเต็ม มาแบ่งย่อยเป็นส่วน ๆ ตามปกตินิยมแบ่งออกเป็น 10 ส่วนย่อย สำหรับใช้วัดระยะที่เป็นเศษ ดังรูป



3. **มาตราส่วนคำพูด (verbal scale หรือ In word)** เป็นวิธีการบอกมาตราส่วนแบบอัตราส่วนระหว่างระยะบนแผนที่กับระยะทางในภูมิประเทศจริง ที่ใช้หน่วยวัดระยะคนละหน่วย

กันโดยมีหน่วยวัดระยะทางในภูมิประเทศจริง เป็นหน่วยที่ใหญ่กว่าหน่วยวัดระยะในแผนที่ ดัง
เช่น.-

มาตราส่วน 1 นิ้ว ต่อ 1 ไมล์
 1 เซนติเมตร ต่อ 5 กิโลเมตร
 2 เซนติเมตร ต่อ 1 กิโลเมตร

การบอกมาตราส่วนแบบคำพูดนี้เป็นวิธีการที่สะดวกในเวลาอ่าน แต่ไม่สะดวกที่จะปรับให้
เข้ากับการคำนวณ เพื่อหาระยะทางในภูมิประเทศได้เหมือนกับมาตราส่วนแบบอื่น

7.3 การแปลงและคำนวณหามาตราส่วนแผนที่

การแปลงมาตราส่วนและคำนวณหามาตราส่วนจากแผนที่เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับผู้
แผนที่ที่จะอ่านแปลความจากแผนที่ เพราะในบางกรณีผู้ใช้แผนที่อาจจะประสบกับการฉีกขาด
หายไปของมาตราส่วนแผนที่ หรือแผนที่ที่ใช้มีหน่วยมาตราส่วนหรือวิธีที่บอกมาตราส่วนไม่
สะดวกสำหรับใช้วัดระยะ อุปสรรคต่าง ๆ เหล่านี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้การคำนวณหา
มาตราส่วนและแปลงมาตราส่วนแบบง่าย ๆ ได้ ดังเช่น.-

กรณี ที่แผนที่ใช้หน่วยมาตราส่วนและวิธีบอกมาตราส่วนไม่สะดวกในการทำงาน
เราสามารถแปลงมาตราส่วนแผนที่จากชนิดหนึ่งไปเป็นมาตราส่วนอีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสม
กับการใช้งานของเราได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การแปลงระหว่างมาตราส่วนเศษส่วนกับมาตราส่วนคำพูด

ตัวอย่าง จงแปลงมาตราส่วนเศษส่วน 1 : 250,000 เป็นมาตราส่วนคำพูด

ระยะในแผนที่ 1 ซม. ต่อ ระยะทางในภูมิประเทศ 250,000 ซม.

$$1 \text{ ซม.} : \quad \text{''} \quad \frac{250,000}{100} \text{ เมตร}$$

$$1 \text{ ซม.} : \quad \text{''} \quad \frac{250,000}{100 \times 1000} \text{ กิโลเมตร}$$

$$\therefore \text{มาตราส่วนคำพูด} \begin{cases} 1 \text{ ซม. ต่อ 2500 เมตร} \\ 1 \text{ ซม. ต่อ 2.50 กิโลเมตร} \end{cases}$$

ตัวอย่าง จงแปลงมาตราส่วนคำพูด 2 นิ้ว ต่อ 3.16 ไมล์ เป็นมาตราส่วนเศษส่วน

2 นิ้ว ต่อ 3.16 ไมล์ (3.1565656 ไมล์)

2 นิ้ว : 3.16×1760 หลา

2 นิ้ว : $3.16 \times 1760 \times 3$ ฟุต

2 นิ้ว : $3.16 \times 1760 \times 3 \times 12$ นิ้ว

1 นิ้ว ต่อ $\frac{3.16 \times 1760 \times 3 \times 12}{2}$ นิ้ว

1 นิ้ว ต่อ 100108.8 นิ้ว

∴ มาตราส่วนเศษส่วน $\left\{ \begin{array}{l} 1 : 100108.8 \\ 1 : 100,000^* \end{array} \right.$

หมายเหตุ - กรณีแปลงเป็นมาตราส่วนเศษส่วน หน่วยระยะในแผนที่จะต้องเทียบให้มีหน่วยระยะเป็น 1 เสมอ

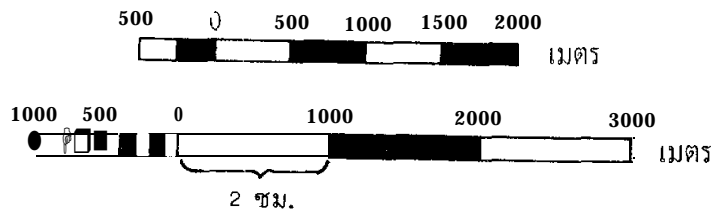
- การแปลงมาตราส่วนที่ใช้หน่วยวัดระยะเป็นระบบมาตราอังกฤษ ค่าทศนิยมที่ปัดจะทำให้มาตราส่วนที่แปลงคลาดเคลื่อนไปดังกรณีตัวอย่าง ควรมีมาตราส่วน 1 : 100,000 ฉะนั้น จึงเป็นข้อควรคิดคำนึงในการสร้างมาตราส่วนแผนที่

2. การแปลงระหว่างมาตราส่วนเส้นบรรทัด

ตัวอย่าง จงสร้างมาตราส่วนเส้นบรรทัด จากมาตราส่วนคำพูด 4 เซนติเมตร ต่อ 2000 เมตร

4 ซม. ต่อ 2000 เมตร (2 กิโลเมตร)

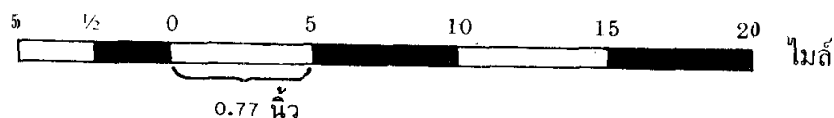
1 ซม. : 500 เมตร (0.5 กิโลเมตร)



และ มาตราส่วนคำพูด 1 นิ้ว ต่อ 6.50 ไมล์

6.50 ไมล์ ต่อ 1 นิ้ว

5 ไมล์ : $\frac{1 \times 5}{6.50} = 0.77$ นิ้ว *



หมายเหตุ กรณีที่จะสร้างมาตราส่วนเส้นบรรทัด หลักสำคัญที่ควรคำนึงถึง คือ ความสะดวกในการอ่านมาตราส่วนที่สร้างขึ้น ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการอ่านจึงควรมีการแปลงหน่วยระยะทางในภูมิประเทศ ให้มีหน่วยตัวเลขระยะทางเป็นจำนวนเต็มทีลงตัวสะดวกที่จะใช้ ซึ่งอาจจะทำให้ระยะในแผนที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นก็ได้ แล้วแต่มาตราส่วนของแผนที่ที่นำมาสร้างเป็นมาตราส่วนเส้นบรรทัด ดังกรณีตัวอย่างที่มาตราส่วน 1 นิ้ว ต่อ 6.50 ไมล์ หน่วยระยะทางในภูมิประเทศมีค่าทศนิยม จึงแปลงด้วยการทำให้ระยะทางในภูมิประเทศมีหน่วยตัวเลขระยะทางเป็น 5 ไมล์ ระยะในแผนที่ก็จะลดลงเป็น 0.77 นิ้ว (0.77 นิ้วต่อ 5 ไมล์)

3. การแปลงระหว่างมาตราส่วนเศษส่วนกับมาตราส่วนเส้นบรรทัด

ตัวอย่าง จงแปลงมาตราส่วนเศษส่วน 1 : 50,000 เป็นมาตราส่วนเส้นบรรทัด

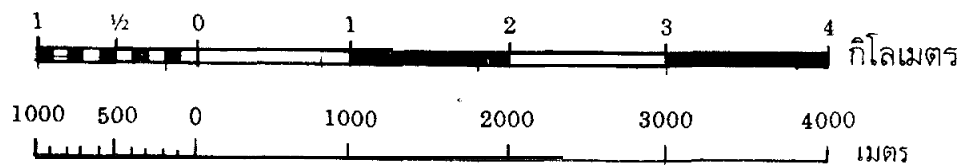
1 ซม. ต่อ 50,000 ซม. ในภูมิประเทศ

$$1 \text{ ซม.} : \frac{50,000}{100} \text{ เมตร}$$

$$1 \text{ ซม.} : \frac{50,000}{100 \times 1000} \text{ กิโลเมตร}$$

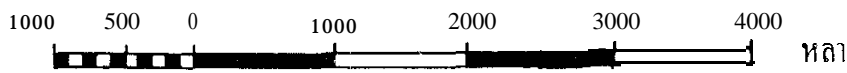
$$1 \text{ ซม.} : 0.5 \text{ กิโลเมตร}$$

$$\text{หรือ } 2 \text{ ซม.} : 1 \text{ กิโลเมตร}$$



หมายเหตุ กรณีการแปลงมาตราส่วนเศษส่วนเป็นมาตราส่วนเส้นบรรทัดนี้ จะต้องทำมาตราส่วนเศษส่วนให้เป็นมาตราส่วนค่าพุดก่อน โดยจะใช้หน่วยของระบบมาตราวัดระยะใดก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมและหน่วยที่นำมาสร้างเป็นมาตราส่วนเส้นบรรทัดก็ขึ้นอยู่กับความสะดวกและเหมาะสมที่จะใช้งานเช่นกัน ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง จงหามาตราส่วนเศษส่วนและมาตราส่วนคำพูด จากมาตราส่วนเส้นบรรทัดนี้



วัดระยะ 1 ส่วน แบ่งของมาตราส่วนเส้นบรรทัดได้ 0.72 นิ้ว

0.72 นิ้ว ต่อ 1000 หลา

1 นิ้ว ต่อ 1,388,888 หลา

1 นิ้ว : 1388.888 × 3 ฟุต

1 นิ้ว : 1388.888 × 3 × 12 นิ้ว

1 นิ้ว : 49,999.996 นิ้ว

มาตราส่วนเศษส่วน 1 : ต่อ 50,000

มาตราส่วนคำพูด $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ นิ้ว ต่อ } 1388.888 \text{ หลา} \\ 2 \text{ นิ้ว ต่อ } 1.5782 \text{ ไมล์} \end{array} \right.$

หมายเหตุ กรณีที่ทราบมาตราส่วนแผนที่เป็นมาตราส่วนเส้นบรรทัด แต่ต้องการทราบเป็นมาตราส่วนเศษส่วนและคำพูด ก็ทำได้โดยใช้ไม้โปรแทคเตอร์วัดระยะ 1 ส่วนแบ่งของมาตราส่วนเส้นบรรทัดว่ามีความยาวเท่าไร และก็นำมากระจายหน่วยระยะในแผนที่กับหน่วยระยะในภูมิประเทศให้เป็นหน่วยเดียวกัน (กรณีทำเป็นมาตราส่วนเศษส่วน) โดยหน่วยระยะในแผนที่ต้องมีหน่วยเป็น 1 เสมอดังตัวอย่าง และกรณีทำเป็นมาตราส่วนคำพูดก็ขึ้นกับผู้ใช้แผนที่จะใช้หน่วยระยะในแผนที่กับระยะในภูมิประเทศเป็นหน่วยอะไร

กรณี แผนที่มาตราส่วนแต่มาตราส่วนขาดหายไป เราสามารถที่จะหามาตราส่วนแผนที่นั้นได้ ถ้าเราทราบระยะทางระหว่างสองจุดบนแผนที่กับในภูมิประเทศจริงที่เป็นที่เดียวกัน ดังเช่น :-

ตัวอย่าง วัดระยะในแผนที่ระหว่าง 2 ตำบลจากแผนที่ระวางหนึ่งได้ 2 เซนติเมตร และระยะทางระหว่าง 2 ตำบลเดียวกันนี้ ในภูมิประเทศจริงมีระยะทาง 125 เส้น (1 เส้น = 40 เมตร) ฉะนั้นแผนที่นี้มีมาตราส่วนเท่าใด

- 2 ซม. do 125 เส้น
- 2 ซม. : 500,000 ซม. (125 × 40 × 100)
- 1 ซม. : 250,000 ซม.

∴ แผนที่มาตราส่วน = 1 : 250,000

7.4 การสร้างและแสดงมาตราส่วนเส้นบรรทัด

การบอกมาตราส่วนแผนที่ด้วยมาตราส่วนเส้นบรรทัด เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากพอ ๆ กับมาตราส่วนเศษส่วน เพราะเป็นวิธีการบอกมาตราส่วนแผนที่ที่สะดวกสำหรับผู้ใช้แผนที่ ที่สามารถนำระยะที่วัดได้ในแผนที่มาเทียบกับมาตราส่วนเส้นบรรทัดของแผนที่ ก็สามารถหาระยะทางในภูมิประเทศจริงได้ทันที ผู้ใช้แผนที่นิยมเรียกมาตราส่วนชนิดนี้ว่า “Reading Scale” นอกจากนั้นผู้ใช้แผนที่ในสมัยปัจจุบันก็นิยมการย่อและขยายแผนที่ด้วยเครื่องย่อขยายที่สามารถปรับขนาดได้ตามที่ต้องการ เช่น เครื่องถ่ายย่อขยาย ด้วยระบบดังกล่าวนี้ถ้าแผนที่ที่ย่อหรือขยายขนาด มีมาตราส่วนเส้นบรรทัดบอกกำกับไว้ก็สามารถที่จะรู้มาตราส่วนของแผนที่ที่ย่อหรือขยายนั้นจากมาตราส่วนเส้นบรรทัดที่ย่อหรือขยายตามแผนที่ทันที โดยไม่ต้องมาเสียเวลาคำนวณหามาตราส่วนใหม่เหมือนกับมาตราส่วนแบบอื่น ดังนั้นวิธีการสร้างมาตราส่วนเส้นบรรทัด จึงเป็นวิธีการที่ผู้ใช้แผนที่สามารถสร้างขึ้นได้สำหรับแผนที่ทุกชนิดที่ทราบมาตราส่วนแบบอื่น ๆ อยู่แล้ว

การสร้างมาตราส่วนเส้นบรรทัด มีสิ่งสำคัญที่จะต้องทราบก่อน คือ มาตราส่วนของแผนที่ และระยะทางในภูมิประเทศที่จะแสดงบนมาตราส่วนเส้นบรรทัด

ตัวอย่าง จงสร้างมาตราส่วนเส้นบรรทัด ที่มีความยาวแสดงแทนระยะทางในภูมิประเทศจริง ไมล์ทะเลจากแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 (1 ไมล์ทะเล = 6080.20 ฟุต)

$$\text{Scale Map} = \frac{\text{M.D.}}{\text{G.D.}}$$

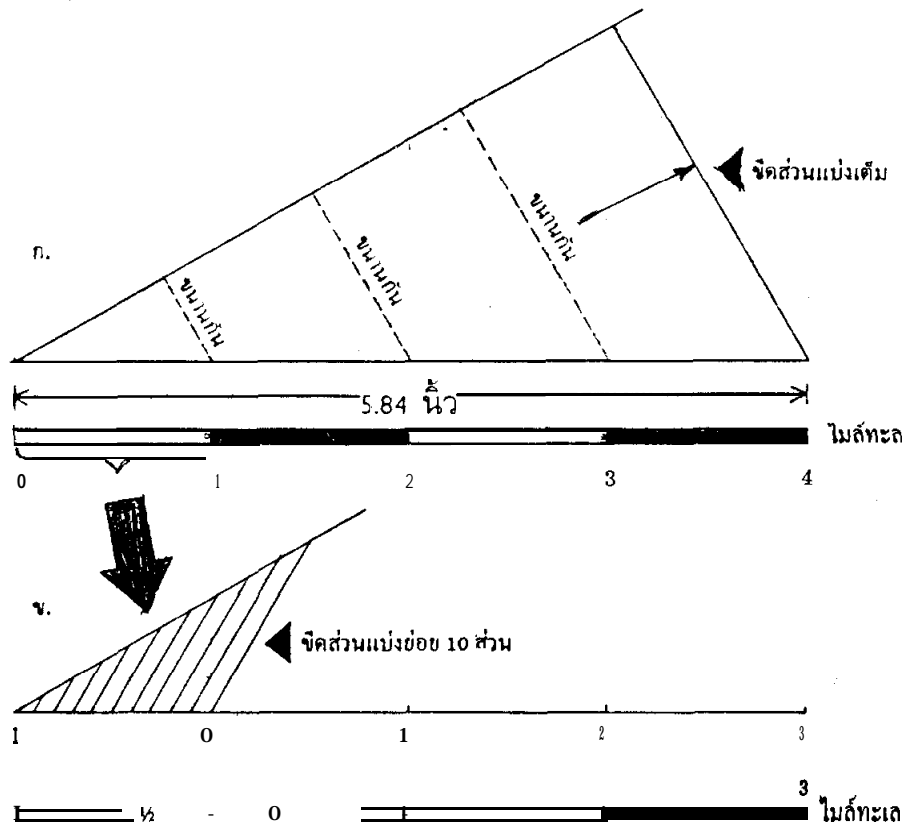
เมื่อ S.M. = 1 : 50,000

$$\text{G.D.} = \begin{cases} 4 \text{ ไมล์ทะเล} \\ 608.20 \times 4 \times 12 \text{ นิ้ว} \end{cases}$$

$$\therefore \text{M.D.} = \frac{1 \times 608.20 \times 4 \times 12}{50,000}$$

มาตราส่วนบรรทัด = 5.8369 นิ้ว

จากตัวอย่าง เป็นการหาความยาวของเส้นมาตราส่วนบรรทัด (M.D.) ในแผนที่
 มาตราส่วน 1 : 50,000 ที่ต้องการแสดงแทนระยะทางในภูมิประเทศจริง 4 ไมล์ทะเล ได้ความ
 ยาวของเส้นมาตราส่วนบรรทัด 5.84 นิ้ว วิธีสร้างมาตราส่วนเส้นบรรทัดใช้วิธีการ “Diagonal
 Scale” โดยลากเส้นตรงให้ยาว 5.84 นิ้ว และขีดเส้นทแยงทำมุมกับเส้นตรงที่ลาก 30–60 องศา
 พร้อมกับแบ่งเส้นทแยงมุมออกเป็น 4 ส่วน ๆ ละเท่า ๆ กัน จากนั้นก็ลากเส้นขนานระหว่าง
 เส้นทแยงที่แบ่งเป็นส่วน ๆ กับเส้นตรงที่ลากยาว 5.84 นิ้ว ก็จะได้ส่วนแบ่งบนเส้นตรงที่ยาว
 5.84 นิ้ว 4 ส่วน ส่วนละ 1 ไมล์ทะเลเท่า ๆ กันดังรูป 7.1



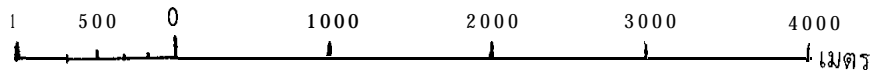
รูปที่ 7.1 แสดงการสร้างมาตราส่วนเส้นบรรทัด

- ก) การแบ่งขีดส่วนแบ่งเต็ม ข) การแบ่งขีดส่วนแบ่งย่อย 10 ส่วน

จากการแบ่งขีดส่วนแบ่งเต็ม 1 ส่วน (1 ไมล์ทะเล) เป็นขีดส่วนแบ่งย่อย 10 ส่วน ด้วยวิธี Diagonal Scale (เส้นขนานขีดทแยง) ถ้าขีดส่วนแบ่งย่อยยังไม่ละเอียดพอก็สามารถแบ่งย่อยเป็น 20 หรือ 30 ส่วนได้ แต่ไม่นิยมแสดงไว้ในมาตราส่วนแผนที่ เพราะระยะย่อยที่ละเอียดลงไปเรามากจะวัดเอาจากบรรทัดมาตราส่วนที่มีมาตราส่วนละเอียดมาก ๆ เช่น บรรทัดสามเหลี่ยม (Engineer scale ruler) ซึ่งมีมาตราส่วนให้เลือกใช้ต่าง ๆ กัน

การแสดงมาตราส่วนเส้นบรรทัด ลงในแผนที่จากที่สร้างขึ้นมานั้น มีรูปลักษณะ การแสดงเส้นบรรทัดหลายลักษณะ เช่น

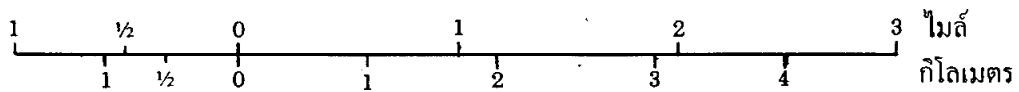
1. แบบ Simple divided line-scale ดังเช่น :-



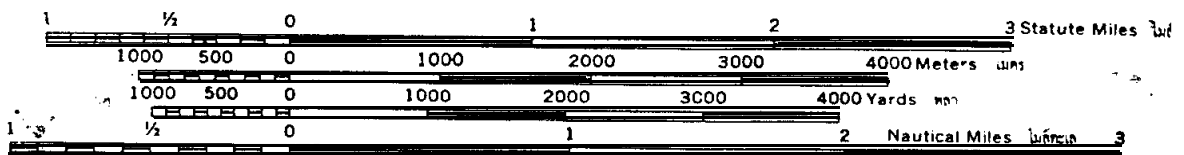
2. แบบ Filled divided line-scale ดังเช่น :-



3. แบบ Dual unit convertible line-scale เช่น



4. แบบ Multi linear-unit line-scale เช่น



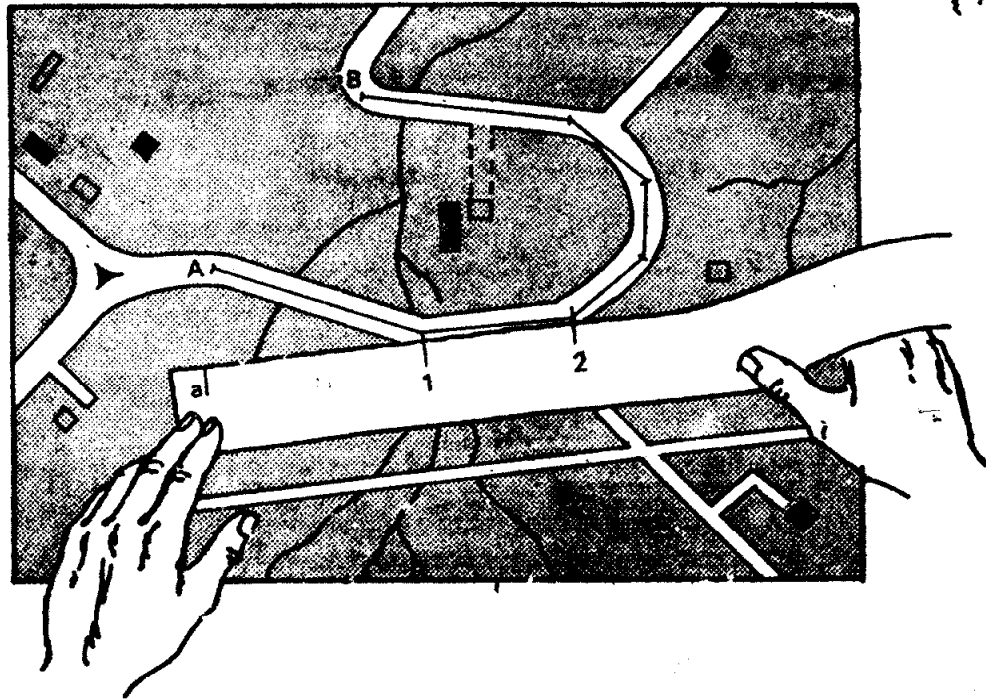
7.5 การวัดหาระยะจริงในภูมิประเทศจากแผนที่

การหาระยะจริงในภูมิประเทศตามแนวนอน (horizontal distance) จากการวัดระยะ บนแผนที่ เป็นเรื่องที่ใช้แผนที่จะต้องวัดและคำนวณหาได้ เมื่อผู้ใช้แผนที่ทราบถึงมาตราส่วน

ของแผนที่ระวางที่ใช้อยู่ สำหรับวิธีการวัดระยะบนแผนที่และการคำนวณหาระยะจริงใน
ภูมิประเทศ มีวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

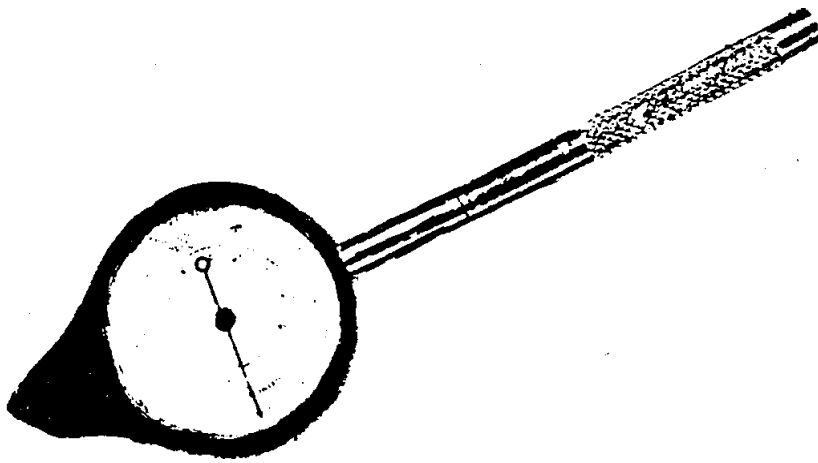
การวัดระยะบนแผนที่ มีวิธีการวัดหลายวิธีจะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับแนวระยะที่จะวัด
ระหว่างตำแหน่งในแผนที่ และเครื่องมือที่จะใช้วัด สำหรับวิธีการวัดที่ใช้กันทั่วไป มีดังนี้ :-

1. ใช้บรรทัดแบ่งส่วนที่รับรองแล้ว (standard ruler) เช่น ไม้บรรทัด ไม้โปรแทคเตอร์
อุปกรณ์วัดระยะชนิดนี้เหมาะสมสำหรับการวัดระยะระหว่างตำแหน่งในแผนที่ ที่มีแนววัดระยะ
เป็นทางตรง แต่กรณีไม่มีบรรทัดแบ่งส่วนใช้ เราสามารถวัดระยะในแผนที่ที่มีมาตราส่วนเส้น
บรรทัดได้ ด้วยวิธีใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่หาได้ทั่วไป เช่น ใช้ขอบแผ่นกระดาษ (strip of
paper) ทาบวัดระยะระหว่างตำแหน่งในแผนที่ที่ต้องการวัด แล้วทำเครื่องหมายระยะที่วัดไว้
นำไปวางทาบที่มาตราส่วนเส้นบรรทัดก็สามารถหาระยะจริงในภูมิประเทศระหว่างตำแหน่ง
ที่ตรงกันกับระยะที่วัดบนแผนที่ได้ ดังรูปที่ 7.2 หรือ ใช้วงเวียน ใช้ปากคืบ (divider) กางวัด
ระยะในแผนที่ที่ต้องการวัด แล้วนำไปวัดทาบกับมาตราส่วนเส้นบรรทัดก็จะหาระยะจริงใน
ภูมิประเทศได้เช่นกัน



รูปที่ 7.2 แสดงการวัดระยะบนแผนที่ด้วยขอบแผ่นกระดาษ และการหาระยะจริงในภูมิประเทศจากมาตรา-
ส่วนเส้นบรรทัด

2. ใช้เครื่องมือวัดระยะในแผนที่ (map measurer) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดหาระยะตามแนวที่คดโค้งไปมาเป็นระยะทางยาว ๆ บนแผนที่ได้ดี มีความคลาดเคลื่อนน้อยถ้าผู้ใช้ ใช้เครื่องมือปฏิบัติอย่างถูกวิธี เครื่องมือมีลักษณะที่ประกอบด้วย ล้อเลื่อนวัดระยะ หน้าปิดบอกระยะและด้ามถือ ลักษณะบนหน้าปิดบอกระยะของเครื่องมือนี้มี 2 แบบ คือ แบบชนิดหน้าปิดสองหน้า และแบบชนิดหน้าปิดหน้าเดียว สำหรับแบบชนิดหน้าปิดสองหน้า หน้าหนึ่งจะแบ่งส่วนวัดระยะออกเป็นสองหน่วยวัดระยะ คือ หน่วยเซนติเมตรและนิ้ว สามารถวัดระยะทางบนแผนที่ได้ถึง 100 เซนติเมตร และ 38 นิ้ว ส่วนหน้าปิดอีกด้านหนึ่งจะบอกเป็นหน่วยระยะจริงในภูมิประเทศที่มีมาตราส่วน 1 : 50,000 เป็นกิโลเมตร และไมล์ สามารถวัดระยะบนแผนที่เป็นระยะจริงในภูมิประเทศได้ถึง 50 กิโลเมตร และ 30 ไมล์ แบบชนิดหน้าปิดหน้าเดียวจะวัดได้โดยเฉพาะระยะในแผนที่เป็นเซนติเมตรและนิ้วเท่านั้น ดังรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 แสดงเครื่องมือวัดระยะบนแผนที่

การใช้เครื่องมือวัดระยะในแผนที่ที่มีวิธีปฏิบัติตามลำดับดังนี้

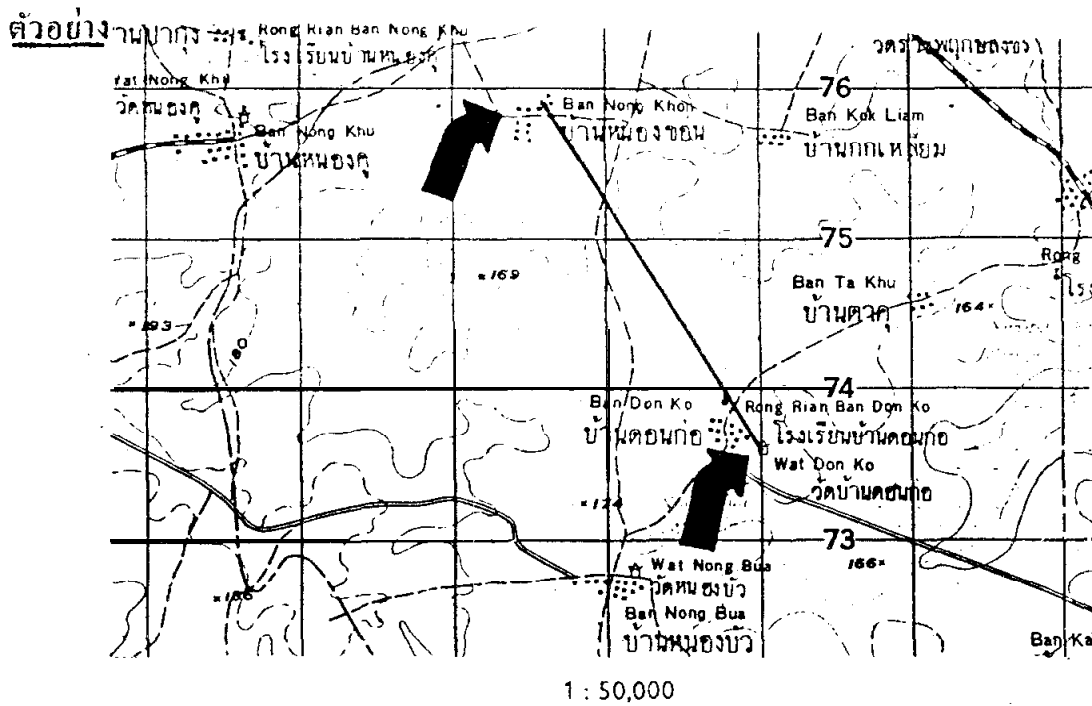
- 1) หมุนล้อเลื่อนวัดระยะให้เข็มบอกระยะเลื่อนไปอยู่ที่เลขศูนย์ของขีดส่วนแบ่งหน้าปิด
- 2) จับด้ามถือเครื่องมือแล้วจดล้อเลื่อนวัดระยะลงที่จุดเริ่มต้นวัดระยะในแผนที่ แล้วไขให้ล้อวัดระยะเคลื่อนที่ไปตามแนวระยะที่ต้องการวัด

- 3) อ่านระยะที่วัดได้จากหน้าปิดบอกระยะ

กรณีที่ต้องหาระยะบนแผนที่ที่มีแนวระยะคดโค้ง แต่ไม่มีเครื่องมือวัดระยะในแผนที่ใช้ เราจะสามารถวัดแนวระยะคดโค้งนั้นได้ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น :- แบ่งระยะที่คดโค้งจะ

วัดออกเป็นช่วง ๆ ให้มีความคดโค้งน้อยที่สุด แล้ววัดระยะด้วยบรรทัดแบ่งส่วนเป็นช่วง ๆ แล้วนำระยะที่วัดได้มารวมกันเป็นความยาวของระยะที่วัดทั้งหมด หรือวัดด้วยการใช้เส้นด้ายหรือเชือกเส้นเล็ก ๆ วางทาบไปตามแนวระยะคดโค้งที่จะวัด แล้วนำความยาวของเส้นด้ายหรือเชือกมาหาระยะที่วัด ก็จะทราบระยะตามแนวคดโค้งได้เช่นเดียวกับใช้เครื่องมือวัดระยะในแผนที่

การหาระยะจริงในภูมิประเทศ จากระยะที่วัดได้ในแผนที่สามารถคำนวณหาได้ด้วยวิธีง่าย ๆ ดังนี้

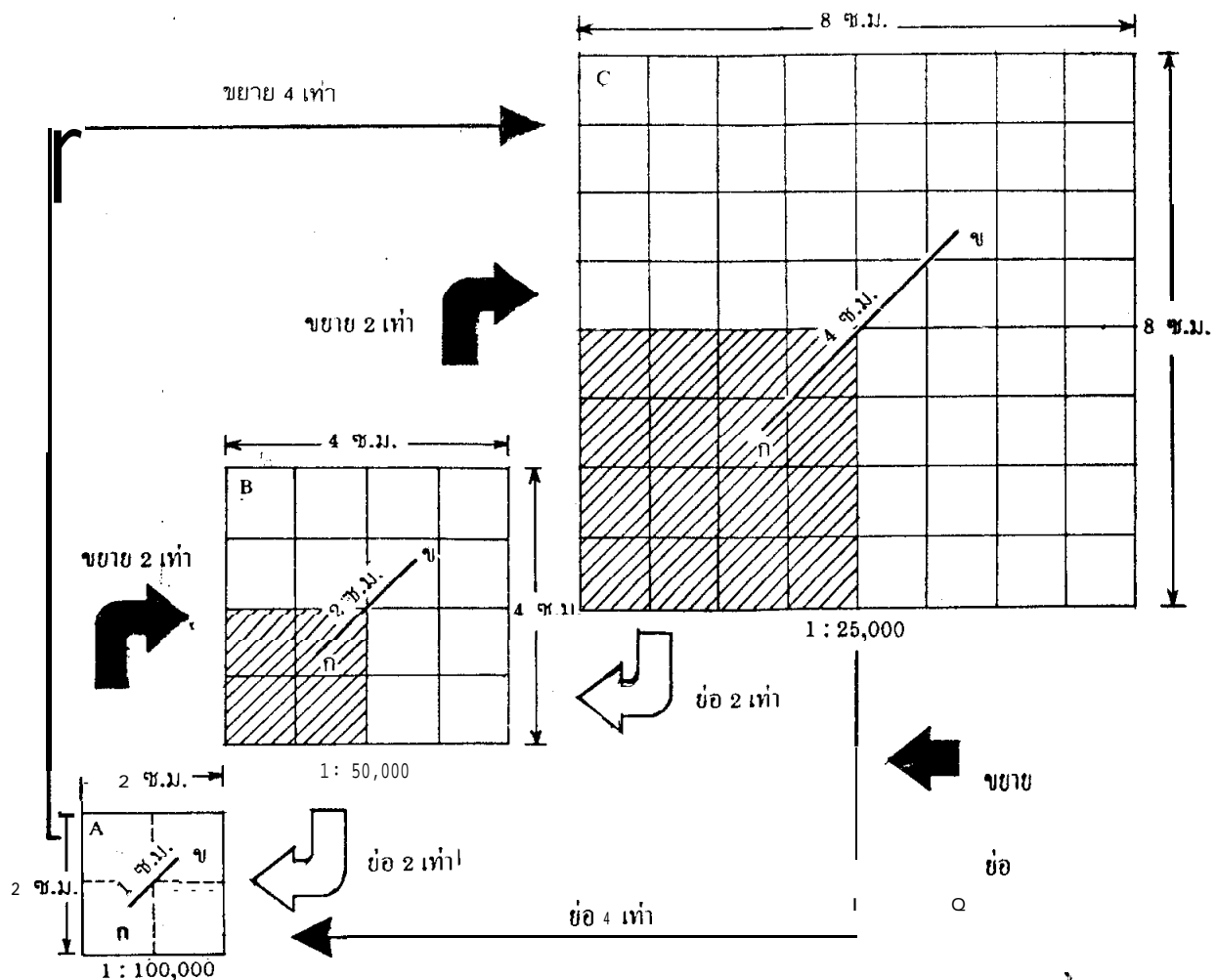


จงหาระยะจริงในภูมิประเทศจากบ้านหนองซอนถึงวัดบ้านดอนก่อ ตามแนวระยะทางตรงในแผนที่

ระยะบนแผนที่ระหว่างหมู่บ้านกับวัด	=	54 ซม.
แผนที่ที่มีมาตราส่วน		1 : 50,000
ในแผนที่ 1 ซม. แทนระยะจริง		50,000 ซม.
ในแผนที่ 5.4 ซม. แทนระยะจริง		270,000 ซม.
	หรือ	= 2.7 กิโลเมตร
∴ ระยะทางจริงระหว่างหมู่บ้านกับวัด	=	2.7 กิโลเมตร

7.6 การย่อขยายมาตราส่วนแผนที่

การย่อมาตราส่วนและการขยายมาตราส่วนแผนที่ (reduction and enlargement scale) เป็นวิธีการที่ทำให้แผนที่ที่มีขนาดของมาตราส่วนบนแผนที่ เปลี่ยนแปลงขนาดไปจากมาตราส่วนเดิม ในลักษณะที่มีมาตราส่วนแผนที่เล็กลงหรือมีมาตราส่วนแผนที่ใหญ่ขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้ได้ขนาดมาตราส่วนแผนที่ที่เหมาะสมและสะดวกสำหรับการใช้งานเฉพาะประเภท และจากผลการเปลี่ยนแปลงขนาดของมาตราส่วนแผนที่เดิมให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้นนี้ ทำให้ขนาดของแผนที่เดิมเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่มีความสัมพันธ์ (relation) กับการเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนบนแผนที่ คือระยะทางและความยาวของด้านในแผนที่ (map distance) และพื้นที่ของแผนที่ (map area) จะเล็กลงและใหญ่ขึ้นตามขนาดการย่อและขยายมาตราส่วนแผนที่ ซึ่งความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงขนาดมาตราส่วนแผนที่ที่มีลักษณะดังรูปที่ 7.4



รูปที่ 7.4 แสดงการย่อและขยายมาตราส่วนแผนที่ และการเปลี่ยนแปลงของแผนที่ที่ย่อและขยายมาตราส่วน

1. การขยายมาตราส่วนแผนที่ (enlargement scale) แผนที่ที่ขยายมาตราส่วนให้ใหญ่ขึ้น จะมีลักษณะแผนที่เปลี่ยนไปดังนี้ :- มาตราส่วนแผนที่ใหญ่ขึ้น ระยะทางบนแผนที่ยาวขึ้นและพื้นที่ของแผนที่ใหญ่ขึ้นกว่าแผนที่เดิม ดังตัวอย่างจากรูปที่ 7.4

จะเห็นได้ว่าแผนที่เดิมมีมาตราส่วน 1 : 100,000 เมื่อขยายมาตราส่วนแผนที่ให้ใหญ่ขึ้นเป็น 2 เท่า และ 4 เท่า มาตราส่วนใหม่ของแผนที่ที่ขยายจะมีมาตราส่วนเป็น 1 : 50,000 และ 1 : 25,000 ตามลำดับ ลักษณะของมาตราส่วนใหญ่แผนที่ที่ขยายจะมีส่วนของมาตราส่วนน้อยลงกว่าเดิม ดังนั้นการหามาตราส่วนแผนที่ที่ขยายมาตราส่วนให้ใหญ่ขึ้น สามารถหาได้ง่าย ๆ โดย “ใช้จำนวนเท่าที่ขยายมาตราส่วนคูณกับมาตราส่วนของแผนที่เดิม” ดังเช่น :-

$$\frac{1}{100,000} \times 2 = 1 : 50,000$$

$$\frac{1}{100,000} \times 4 = 1 : 25,000$$

ส่วนกรณีการขยายมาตราส่วนแผนที่ที่ต้องการทราบจำนวนเท่าของการขยาย เมื่อทราบขนาดการขยายมาตราส่วนแผนที่จากมาตราส่วนหนึ่งไปเป็นอีกมาตราส่วนหนึ่ง ก็หาได้โดยใช้ “ส่วนของมาตราส่วนแผนที่ที่ขยายหารส่วนของมาตราส่วนแผนที่เดิม” ดังเช่น :-

$$\text{มาตราส่วนแผนที่เดิม} \quad 1 : 100,000 \quad \text{กับ} \quad 1 : 50,000$$

$$\text{มาตราส่วนแผนที่ที่ขยาย} \quad 1 : 25,000$$

$$\frac{\text{ขยาย} \frac{100,000}{1 : 25,000}}{1 : 25,000} \quad 4 \text{ เท่า}$$

$$\frac{1 : 50,000}{1 : 25,000} = 2 \text{ เท่า}$$

และกรณีที่ต้องการทราบระยะทางบนแผนที่ หรือความยาวของด้านกว้างด้านยาวของแผนที่ใหม่ จากแผนที่เดิมที่ขยายมาตราส่วนใหญ่ขึ้น จะหาได้โดยการ “นำจำนวนเท่าที่ขยายมาตราส่วนคูณกับระยะทางบนแผนที่ หรือความยาวของด้านแผนที่เดิม” ดังตัวอย่างจากรูปที่ 7.4 แผนที่ B และแผนที่ C

$$\text{แผนที่ B ระยะทางบนแผนที่เดิมจาก ก-ข ยาว} = 2 \text{ ซม.}$$

$$\text{ขยายมาตราส่วนแผนที่ 2 เท่า}$$

$$\therefore \text{แผนที่ C ระยะทางบนแผนที่ใหม่ จาก ก-ข ยาว} = 2 \times 2 = 4 \text{ ซม.}$$

หรือ

แผนที่ B ความยาวด้านกว้างแผนที่เดิม ยาว = 4 ซม.

ขยายมาตราส่วนแผนที่ 2 เท่า

∴ แผนที่ C ความยาวด้านกว้างของแผนที่ใหม่ จะยาว = $4 \times 2 = 8$ ซม.

และกรณีที่ต้องการทราบพื้นที่ของแผนที่ใหม่ จากแผนที่เดิมที่ขยายมาตราส่วนใหญ่ขึ้น เราสามารถหาได้โดย “ยกกำลังสองจำนวนเท่าของมาตราส่วนที่ขยายและนำไปคูณกับพื้นที่ของแผนที่เดิม” สาเหตุที่ต้องยกกำลังสองจำนวนเท่าของมาตราส่วนที่ขยายเพราะพื้นที่เป็นสิ่งที่แสดงออกถึงลักษณะความยาวสองมิติ (กว้าง×ยาว) แต่การขยายมาตราส่วนแผนที่เป็นการเพิ่มความยาวเพียงมิติเดียว (มาตราส่วนแผนที่ คือ ระยะทาง ที่เป็นอัตราส่วนกันของระยะบนแผนที่กับระยะทางจริงในภูมิประเทศ) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากแผนที่เดิมที่ขยายมาตราส่วนจึงเท่ากับกำลังสองของจำนวนเท่าการขยายมาตราส่วน ดังตัวอย่างจากรูป 7.4

แผนที่ A เป็นแผนที่เดิมมีพื้นที่ = 4 ตร.ซม.

ขยายมาตราส่วนแผนที่ 2 เท่า

∴ แผนที่ B เป็นแผนที่ที่ขยายพื้นที่ = $4 \times (2)^2 = 16$ ซม.²

หรือ

ขยายมาตราส่วนแผนที่ 4 เท่า

∴ แผนที่ C เป็นแผนที่ที่ขยายจะมีพื้นที่ = $4 \times (4)^2 = 64$ ซม.²

2. การย่อมาตราส่วนแผนที่ (reduction scale) แผนที่ที่ย่อมาตราส่วนให้เล็กลง ก็จะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแผนที่เป็นไปในทางตรงกันข้ามกับการขยายมาตราส่วนแผนที่ คือจะมีมาตราส่วนแผนที่เล็กลง ระยะทางบนแผนที่สั้นลง และพื้นที่ของแผนที่มีขนาดเล็กกว่าแผนที่เดิม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้จะนำไปดังตัวอย่างจากรูปที่ 7.4 ซึ่งกำหนดให้แผนที่เดิมมีมาตราส่วน 1 : 25,000 เมื่อย่อมาตราส่วนให้เล็กลง 2 เท่า และ 4 เท่า มาตราส่วนของแผนที่ใหม่ที่ย่อจะมีมาตราส่วนเป็น 1 : 50,000 และ 1 : 100,000 ตามลำดับ ข้อสังเกตสำหรับลักษณะการย่อมาตราส่วนแผนที่ มาตราส่วนแผนที่ที่ย่อจะมีส่วนของมาตราส่วนมากขึ้นกว่าส่วนของมาตราส่วนแผนที่เดิม ลักษณะเช่นนี้ถ้าเราต้องการหามาตราส่วนแผนที่ใหม่ที่ย่อให้เล็กลง เราสามารถหาได้โดย “นำจำนวนเท่าที่ย่อมาตราส่วนแผนที่หารมาตราส่วนของแผนที่เดิม” ดังเช่นตัวอย่าง

$$\frac{25,000}{2} \quad \text{หรือ} \quad \frac{1}{25,000} \times \frac{1}{2} = 1 : 50,000$$

$$\frac{\frac{1}{25,000}}{4} = \frac{1}{15,000} \times 4 \quad 1 : 100,000$$

และกรณีการย่อมาตราส่วนที่ทราบขนาดมาตราส่วนแผนที่ที่ย่อมาตราส่วนแผนที่เดิม และเราต้องการทราบจำนวนเท่าของมาตราส่วนแผนที่ที่ย่อนั้น ก็สามารถหาได้โดย “นำส่วนของมาตราส่วนแผนที่เดิมไปหารส่วนของมาตราส่วนที่ย่อ” ดังเช่น :-

$$\begin{array}{ll} \text{มาตราส่วนแผนที่เดิม} & 1 : 250,000 \\ \text{มาตราส่วนแผนที่ที่ย่อ} & 1 : 50,000 \text{ และ } 1 : 100,000 \end{array}$$

$$\frac{1 : 50,000}{1 : 25,000} \text{ ย่อ} = 2 \text{ เท่า}$$

$$\frac{1 : 100,000}{1 : 25,000} \text{ ย่อ} = 4 \text{ เท่า}$$

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของระยะบนแผนที่ กับความยาวของด้านแผนที่จากการย่อมาตราส่วนแผนที่ให้เล็กลง เราสามารถหาระยะและความยาวที่ลดลงได้โดย “นำจำนวนเท่าที่ย่อมาตราส่วนไปหาระยะบนแผนที่เดิม หรือความยาวของด้านแผนที่เดิม” ดังตัวอย่าง จากรูปที่ 7.4

$$\text{แผนที่ C ระยะบนแผนที่เดิมจาก ก-ข ยาว} = 4 \text{ ซม.}$$

ย่อมาตราส่วนแผนที่ 2 เท่า

$$\therefore \text{แผนที่ B ระยะทางบนแผนที่ใหม่จาก ก-ข ยาว} = \frac{4}{2} = 2 \text{ ซม.}$$

และถ้าย่อมาตราส่วนแผนที่ 4 เท่า

$$\therefore \text{แผนที่ A ระยะทางบนแผนที่ใหม่จาก ก-ข ยาว} = \frac{4}{4} = 1 \text{ ซม.}$$

หรือ

$$\text{แผนที่ C ความยาวด้านยาวแผนที่เดิม ยาว} = 8 \text{ ซม.}$$

ย่อมาตราส่วนแผนที่ 4 เท่า

$$\therefore \text{แผนที่ A ความยาวด้านยาวแผนที่ใหม่} = \frac{8}{4} = 2 \text{ ซม.}$$

และกรณีที่ต้องการทราบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของแผนที่เดิมที่ย่อมาตราส่วนให้เล็กลง เราจะสามารถหาพื้นที่ได้โดย “ยกกำลังสองจำนวนเท่าของมาตราส่วนที่ย่อ และนำไป

หารพื้นที่ของแผนที่เดิม” เพราะพื้นที่แผนที่ที่ย่อมาตราส่วนจะลดลงจากพื้นที่เดิมเป็นจำนวนเท่าของมาตราส่วนที่ย่อยกกำลังสอง ดังตัวอย่างจากรูปที่ 7.4

$$\text{แผนที่ C เป็นแผนที่เดิมมีพื้นที่} = 64 \text{ ชม.}$$

ย่อมาตราส่วนแผนที่ 2 เท่า

$$\therefore \text{แผนที่ B เป็นแผนที่ใหม่ที่ย่อมีพื้นที่} = \frac{64}{(2)^2} = 16 \text{ ชม.}^2$$

หรือ

ย่อมาตราส่วนแผนที่ 4 เท่า

$$\therefore \text{แผนที่ A เป็นแผนที่ใหม่ที่ย่อมีพื้นที่} = \frac{64}{(4)^2} = 4 \text{ ชม.}^2$$

สรุป การเปลี่ยนแปลงของแผนที่ที่สัมพันธ์กับการย่อขยายมาตราส่วนแผนที่ มีวิธีการหาลักษณะที่เปลี่ยนแปลงของแผนที่ใหม่ จากแผนที่เดิมที่ย่อและขยายมาตราส่วน ดังนี้ :-

ลักษณะของแผนที่ใหม่	ย่อมาตราส่วนแผนที่	ขยายมาตราส่วนแผนที่
มาตราส่วนแผนที่	มาตราส่วนเดิม ÷ จำนวนเท่าที่ย่อ	มาตราส่วนเดิม × จำนวนเท่าที่ขยาย
จำนวนเท่า	$\frac{\text{ส่วนของมาตราส่วนใหม่}}{\text{ส่วนของมาตราส่วนเดิม}}$	$\frac{\text{ส่วนของมาตราส่วนเดิม}}{\text{ส่วนของมาตราส่วนใหม่}}$
ระยะทางและความยาวด้านพื้นที่แผนที่	ระยะทางเดิม ÷ จำนวนเท่าที่ย่อ พื้นที่เดิม ÷ (จำนวนเท่าที่ย่อ) ²	ระยะทางเดิม × จำนวนเท่าที่ขยาย พื้นที่เดิม × (จำนวนเท่าที่ขยาย) ²

ตัวอย่าง จงย่อมาตราส่วนแผนที่ 1 : 50,000 ระวังสถานีเขาสวนกวาง ที่มีขนาดด้านกว้าง 55.5 ชม. ด้านยาว 53.5 ชม. ลง 4 เท่า และหามาตราส่วนแผนที่ ด้านกว้างด้านยาวของแผนที่ และพื้นที่ของแผนที่ใหม่ที่ย่อ

$$\begin{aligned} \text{มาตราส่วนแผนที่ใหม่} &= \frac{1}{50,000} \times \frac{1}{4} \\ &= 1 : 200,000^* \end{aligned}$$

ด้านกว้างและด้านยาวแผนที่ใหม่

$$\text{ด้านกว้าง} \quad \frac{55.5}{4} = 13.875 \text{ ซม.}^*$$

$$\text{ด้านยาว} \quad \frac{53.5}{4} = 13.375 \text{ ซม.}^*$$

พื้นที่ของแผนที่ใหม่

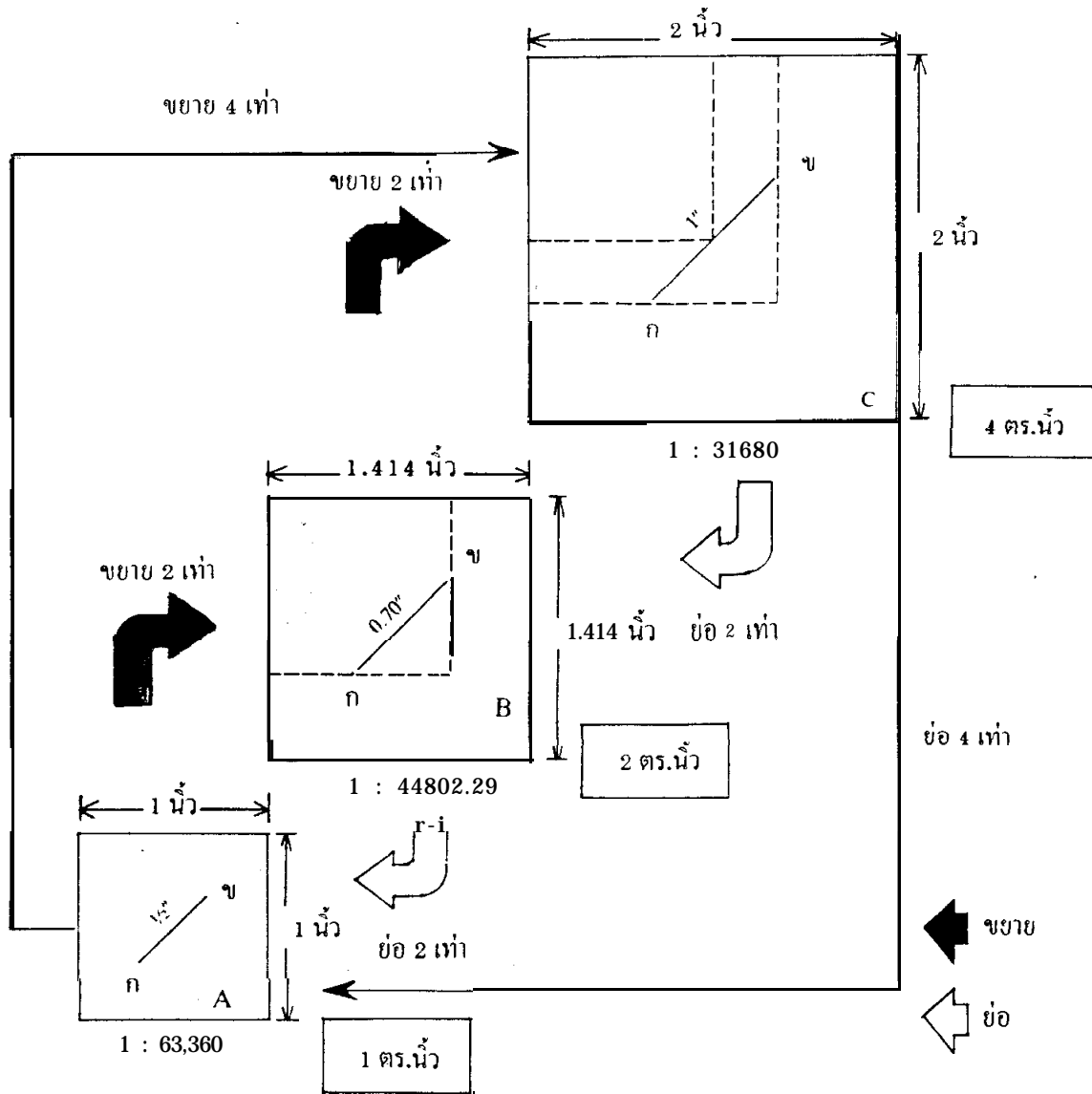
$$\text{พื้นที่ของแผนที่เดิม} = 55.5 \times 53.55 \text{ ซม.}^2$$

$$\text{พื้นที่ของแผนที่ใหม่} = \frac{55 \times 53.55}{(4)^2} \text{ ซม.}^2$$

$$= 185.58 \text{ ตร.ซม.}^*$$

7.7 การย่อขยายพื้นที่ของแผนที่

การย่อพื้นที่และการขยายพื้นที่ของแผนที่ (map reduction and enlargement) นั้น เป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่ของแผนที่ให้มีขนาดพื้นที่น้อยลงหรือมากขึ้นกว่าพื้นที่ของแผนที่เดิม ในลักษณะที่ทำให้เป็นไปพร้อมกันสองมิติ หรือด้านกำลังสอง (กว้าง×ยาว) โดยจะคำนึงถึงหรือยึดขนาดพื้นที่ของแผนที่ที่จะย่อและขยายเป็นหลัก ฉะนั้นผลจากการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่ของแผนที่ใหม่ที่ย่อและขยาย จะทำให้มาตราส่วน (map scale) ระยะทางบนแผนที่และความยาวของด้านแผนที่ (distance) เปลี่ยนแปลงขนาดของระยะความยาวตามไปด้วย แต่การเปลี่ยนแปลงของขนาดมาตราส่วน ระยะทาง และความยาวด้านของแผนที่จะเป็นไปในลักษณะรากที่สอง ($\sqrt{\quad}$) ของขนาดพื้นที่ของแผนที่ที่ย่อและขยายเท่านั้น เพราะมาตราส่วนระยะและความยาวด้านของแผนที่เป็นลักษณะที่แสดงออกเพียงมิติเดียว ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่ของแผนที่จากการย่อและขยายพื้นที่ จะมีลักษณะต่าง ๆ ของแผนที่เปลี่ยนไป ดังรูปที่ 7.5



รูปที่ 7.5 แสดงการย่อและการขยายพื้นที่แผนที่ และการเปลี่ยนแปลงของแผนที่ที่ย่อและขยายพื้นที่

1. การขยายพื้นที่ของแผนที่ (map enlargement) ด้วยการดำเนิถึงพื้นที่แผนที่ที่ขยายเป็นหลักนั้น นอกจากขนาดพื้นที่ของแผนที่จะเพิ่มขึ้นตามขนาดพื้นที่ที่ต้องการขยายแล้ว ลักษณะต่าง ๆ ของแผนที่เช่น แผนที่ใหม่ ระยะบนแผนที่และด้านกว้างด้านยาวของแผนที่ก็เปลี่ยนแปลงขนาดตามไปด้วย ดังตัวอย่างจากรูปที่ 7.5 แผนที่ A เป็นแผนที่ที่จะนำมาขยายพื้นที่แผนที่ 1 ตารางนิ้ว เมื่อขยายให้มีพื้นที่แผนที่เพิ่มขึ้น 2 เท่าและ 4 เท่า แผนที่ที่ขยายใหม่จะมีพื้นที่ใหม่ของแผนที่เท่ากับ “พื้นที่ของแผนที่เดิมคูณด้วยจำนวนเท่าที่ขยายพื้นที่” ดังเช่น

แผนที่ B ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น 2 เท่าจากแผนที่ A

$$\text{แผนที่ B มีพื้นที่} = 1 \times 2 = 2 \text{ ตร.นิ้ว}$$

แผนที่ C ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น 4 เท่าของแผนที่ A

$$\text{แผนที่ C มีพื้นที่} = 1 \times 4 = 4 \text{ ตร.นิ้ว}$$

แผนที่ใหม่ที่ขยายพื้นที่ขึ้น 2 เท่าและ 4 เท่า ก็จะมีมาตราส่วนแผนที่เปลี่ยนขนาดไปจากเดิม คือมีมาตราส่วนแผนที่ใหญ่ขึ้น (ระยะทางจริงในภูมิประเทศจะมีระยะเพิ่มขึ้น) ในลักษณะรากที่สองของขนาดพื้นที่ที่ขยายเพิ่มขึ้น โดยจะมีขนาดมาตราส่วนแผนที่ใหม่เท่ากับ “แผนที่เดิมคูณด้วยรากที่สองของจำนวนเท่าที่ขยายพื้นที่” ดังเช่นแผนที่เดิมมีมาตราส่วน 1 : 63,360 (1 นิ้วต่อ 1 ไมล์)

แผนที่ B ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น 2 เท่าจากแผนที่ A

$$\therefore \text{มาตราส่วนแผนที่ B} = \frac{1}{63,360} \times \sqrt{2} = 1 : 44,802.29$$

แผนที่ C ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น 4 เท่าจากแผนที่ A

$$\therefore \text{มาตราส่วนแผนที่ C} = \frac{1}{63,360} \times \sqrt{4} = 1 : 31,680$$

ส่วนระยะบนแผนที่และความยาวของด้านกว้างด้านยาวของแผนที่ใหม่ที่ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น ก็มีความยาวของระยะและด้านเพิ่มขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกับมาตราส่วนแผนที่ คือระยะบนแผนที่จะยาวขึ้นเท่ากับ “ระยะบนแผนที่เดิมคูณด้วยรากที่สองของจำนวนเท่าที่ขยายพื้นที่แผนที่” ส่วนความยาวของด้านกว้างด้านยาวแผนที่จะยาวขึ้นเท่ากับ “ความยาวด้านกว้างด้านยาวของแผนที่เดิมคูณด้วยรากที่สองของจำนวนเท่าที่ขยายพื้นที่แผนที่” ดังเช่นแผนที่ A มีระยะบนแผนที่จาก ก-ข ยาวเท่ากับ 0.5 นิ้ว ด้านกว้างด้านยาวของแผนที่ยาวด้านละ 1 นิ้ว

ถ้าขยายพื้นที่แผนที่ A เพิ่มขึ้น 2 เท่า

$$\text{แผนที่ B} \begin{cases} \text{จะมีระยะจาก ก-ข} & = 0.5 \times \sqrt{2} = 0.707 \text{ นิ้ว} \\ \text{ด้านกว้างด้านยาวด้านละ} & = \sqrt{2} = 1.414 \text{ นิ้ว} \end{cases}$$

และถ้าขยายพื้นที่แผนที่ A เพิ่มขึ้น 4 เท่า

$$\text{แผนที่ C} \begin{cases} \text{จะมีระยะจาก ก-ข} & = 0.5 \times \sqrt{4} = 1 \text{ นิ้ว} \\ \text{ด้านกว้างด้านยาวด้านละ} & = 1 \times \sqrt{4} = 2 \text{ นิ้ว} \end{cases}$$

2. การย่อพื้นที่ของแผนที่ (map reduction) ขนาดพื้นที่ของแผนที่ที่ย่อแบบคำนึงถึงขนาดพื้นที่แผนที่เป็นหลัก การเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของแผนที่ ก็จะเป็นไปในทางตรงกันข้ามกับการขยายพื้นที่ของแผนที่ คือแผนที่ที่ย่อขนาดพื้นที่ให้เล็กลงจะมีแผนที่ใหญ่ขึ้น ระยะทางบนแผนที่และความยาวของด้านแผนที่จะสั้นลง ดังตัวอย่างจากรูปที่ 7.5 แผนที่ C มีพื้นที่แผนที่ 4 ตารางนิ้ว เมื่อย่อขนาดพื้นที่แผนที่ให้เล็กลง 2 เท่า และ 4 เท่า แผนที่ใหม่ย่อจะมีพื้นที่ของแผนที่เท่ากับ “พื้นที่ของแผนที่เดิมหารด้วยจำนวนเท่าที่ย่อพื้นที่” ดังเช่น :-

$$\text{แผนที่ B มีพื้นที่} = \frac{4}{2} = 2 \text{ ตร.นิ้ว}$$

$$\text{แผนที่ A มีพื้นที่} = \frac{4}{4} = 1 \text{ ตร.นิ้ว}$$

และแผนที่ใหม่ที่ย่อก็จะมีแผนที่เล็กลงเท่ากับ “มาตราส่วนของแผนที่ของแผนที่เดิมหารด้วยรากที่สองของจำนวนเท่าที่ย่อพื้นที่” ดังเช่นแผนที่ C มี 1 : 31,680

$$\text{แผนที่ B มีมาตราส่วนแผนที่} = \frac{1}{\frac{31,680}{\sqrt{2}}} = 1 : 44,802.29$$

$$\text{แผนที่ A มีมาตราส่วนแผนที่} = \frac{31,680}{\sqrt{4}} = 1 : 63,360$$

ส่วนระยะทางบนแผนที่และความยาวด้านกว้างด้านยาวของแผนที่ใหม่ที่ย่อขนาดพื้นที่ให้เล็กลง ก็มีความยาวของระยะและด้านลดลงในลักษณะเช่นเดียวกับมาตราส่วนแผนที่ โดยระยะบนแผนที่จะสั้นลงเท่ากับ “ระยะบนแผนที่เดิมหารด้วยรากที่สองของจำนวนเท่าที่ย่อพื้นที่แผนที่” ส่วนความยาวของด้านแผนที่จะสั้นลงเท่ากับ “ความยาวด้านกว้างด้านยาวของแผนที่เดิมหารด้วยรากที่สองของจำนวนเท่าที่ย่อพื้นที่แผนที่” ดังเช่นแผนที่ C มี ระยะ ก-ข ยาว 1 นิ้ว ด้านกว้างด้านยาวของแผนที่ยาวด้านละ 2 นิ้ว

$$\text{แผนที่ B} \begin{cases} \text{มีระยะ ก-ข} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707 \text{ นิ้ว} \\ \text{ด้านกว้างด้านยาว} = \frac{2}{\sqrt{2}} = 1.414 \text{ นิ้ว} \end{cases}$$

สรุป วิธีการหาลักษณะที่เปลี่ยนแปลงของแผนที่ใหม่ จากแผนที่เดิมที่ย่อและขยายพื้นที่แผนที่ มีวิธีการดังนี้ :-

แผนที่ใหม่	ย่อพื้นที่ของแผนที่	ขยายพื้นที่ของแผนที่
พื้นที่แผนที่	พื้นที่แผนที่เดิม ÷ จำนวนเท่าที่ย่อพื้นที่	พื้นที่แผนที่เดิม × จำนวนเท่าที่ขยายพื้นที่
จำนวนเท่า	$\sqrt{\frac{\text{พื้นที่แผนที่เดิม}}{\text{พื้นที่แผนที่ใหม่}}}$	$\sqrt{\frac{\text{พื้นที่แผนที่ใหม่}}{\text{พื้นที่แผนที่เดิม}}}$
มาตราส่วนแผนที่	มาตราส่วนเดิม ÷ $\sqrt{\text{จำนวนเท่าที่ย่อพื้นที่}}$	มาตราส่วนเดิม × $\sqrt{\text{จำนวนเท่าที่ขยายพื้นที่}}$
ระยะบนแผนที่	ระยะเดิม ÷ $\sqrt{\text{จำนวนเท่าที่ย่อพื้นที่}}$	ระยะเดิม × $\sqrt{\text{จำนวนเท่าที่ขยายพื้นที่}}$
ด้านกว้าง, ด้านยาว	ความยาวด้านเดิม ÷ $\sqrt{\text{จำนวนเท่าที่ย่อพื้นที่}}$	ความยาวด้านเดิม × $\sqrt{\text{จำนวนเท่าที่ขยายพื้นที่}}$

ตัวอย่าง จงขยายขนาดแผนที่จังหวัดสิงห์บุรี มาตราส่วน 1 : 250,000 ที่มีด้านกว้าง 23 นิ้ว ด้านยาว 16 นิ้ว ให้มีพื้นที่แผนที่ใหม่ 736 ตารางนิ้ว และมีระยะทางตามถนนจากตัวเมืองสิงห์บุรี กับอำเภอบางระจัน 1.25 นิ้ว จงหามาตราส่วน ความยาวด้านและระยะทางของแผนที่ใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไป

$$\text{แผนที่จังหวัดสิงห์บุรีเดิมมีพื้นที่} = 23 \times 16 = 368 \text{ ตร.นิ้ว}$$

$$\text{ขยายพื้นที่แผนที่ให้มีพื้นที่} = 736 \text{ ตร.นิ้ว}$$

$$\text{ขยายพื้นที่แผนที่} = \frac{736}{368} = 2 \text{ เท่า}$$

$$\text{มาตราส่วนแผนที่ใหม่ที่ขยาย} = \frac{1}{250,000} \times \sqrt{2}$$

$$= 1 : 176,776.70$$

ด้านกว้างด้านยาวของแผนที่ใหม่ที่ขยาย

$$\text{ด้านกว้าง} = 23 \times \sqrt{2} = 32.53 \text{ นิ้ว}$$

$$\text{ด้านยาว} = 16 \times \sqrt{2} = 22.63 \text{ นิ้ว}$$

ระยะทางตามถนนสิงห์บุรี - บางระจันของแผนที่ใหม่

$$= 1.25 \times \sqrt{2} = 1.77 \text{ นิ้ว}$$

มาตราส่วนแผนที่ใหม่ 1 : 176,776.70

ด้านกว้าง 32.53 นิ้ว ด้านยาว 22.63 นิ้ว

ระยะทางสิงห์บุรี - บางระจัน = 1.77 นิ้ว

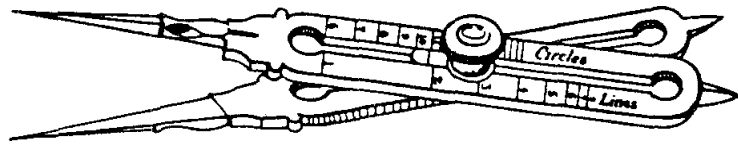
ตอบ

7.8 วิธีการย่อขยายแผนที่

การย่อและขยายแผนที่ให้ได้ตามขนาดมาตราส่วน หรือขนาดพื้นที่ที่ต้องการใช้งานนั้น มีวิธีการหลายวิธีด้วยกันการจะเลือกใช้วิธีการย่อขยายแบบใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับ ผู้ใช้และวัตถุประสงค์ของงานที่ต้องการใช้แผนที่ ข้อควรระวังในการย่อหรือขยายแผนที่ที่ต้องลอกรายละเอียดด้วยมือก็คือมาตราส่วนของแผนที่ เมื่อย่อแผนที่รายละเอียดต่าง ๆ จะต้องเล็กลง หรือเมื่อขยายแผนที่รายละเอียดต่าง ๆ ต้องใหญ่ขึ้น ขนาดของรายละเอียดต่าง ๆ จะต้องมีขนาดอย่างเหมาะสมกับมาตราส่วนของแผนที่ที่ทำการย่อและขยายนั้น การย่อขยายแผนที่สามารถกระทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การย่อขยายด้วยตารางจตุรัส (Graphical Squares Method) เป็นวิธีการใช้เขียนตารางสี่เหลี่ยมจตุรัสครอบคลุมบนบริเวณแผนที่ที่ต้องการย่อหรือขยาย ถ้าแผนที่ต้นฉบับมีเส้นตารางกริดอยู่แล้วก็ใช้ตารางกริดเป็นตารางจตุรัสในการย่อหรือขยายแผนที่นั้น และเมื่อทราบขนาดจำนวนเท่าที่จะย่อหรือขยายแผนที่แล้ว ก็สร้างตารางจตุรัสให้มีขนาดตามที่จะย่อหรือขยายแผนที่ลงบนวัสดุที่จะทำการลอกรายละเอียดแผนที่ แล้วทำการลอกรายละเอียดที่ละตารางจตุรัสด้วย Proportional Divider (มีมาตราส่วนที่ปรับตามขนาดที่ต้องการได้) หรือใช้ Hairspring Divider (ไม่มีมาตราส่วนจะต้องคำนวณเอง) ตามอัตราส่วนในการย่อหรือขยายที่ต้องการ

การย่อหรือขยายแผนที่ด้วยตารางจตุรัสนี้ จะมีความถูกต้องมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับขนาดของตารางจตุรัสที่เขียนในแผนที่ต้นฉบับและแผนที่ที่ย่อหรือขยายนั้น คือถ้าขนาดตารางจตุรัสยิ่งเล็กความละเอียดถูกต้องของการพล็อตตำแหน่งของรายละเอียดจะมีมาก แต่ถ้านำขนาดตารางจตุรัสใหญ่การพล็อตตำแหน่งรายละเอียดต่าง ๆ จะมีความถูกต้องน้อยลง นอกจากนั้นความถูกต้องในการย่อขยายแผนที่ด้วยวิธีนี้ก็ขึ้นอยู่กับปฏิบัติเป็นสำคัญ



Proportional Divider

2. การย่อขยายด้วยเครื่อง Pantograph เครื่องย่อและขยายแผนที่ Pantograph เป็นเครื่องมือที่สามารถตั้งอัตราส่วนที่จะทำการย่อหรือขยายแผนที่ได้ เมื่อตั้งอัตราส่วนตามที่ต้องการแล้วจะให้ค่าคงที่เท่ากันเสมอ มีความละเอียดถูกต้องสูง และใช้ง่าย หลักการทำงานของเครื่องมือชนิดนี้ใช้การเคลื่อนที่ของจุดทั้ง 4 ของสี่เหลี่ยม (Parallelogram) ที่เกิดจากแขนสี่แขนต่อกัน โดยมีปลายแขนของสี่เหลี่ยมจุดหนึ่งจะยึดติดคงที่กับฐาน ที่เหลืออีก 3 ด้าน แขนแต่ละแขนจะมีขีดแบ่งอัตราส่วนเป็นตัวเลขใช้สำหรับปรับอัตราส่วนในการย่อหรือขยายแผนที่ตามขนาดที่ต้องการ สำหรับการปรับตั้งแขนแต่ละแขนตามตัวเลขที่แบ่งขีดไว้ของเครื่อง Pantograph นี้จะมีสูตรคำนวณตามสัดส่วนการย่อหรือขยายแผนที่นั้น แต่บางชนิดจะมีการคำนวณสร้างเป็นตารางสำเร็จรูปเป็นคู่มือประจำเครื่อง สำหรับการใช้เครื่องนั้น ๆ เฉพาะให้ เครื่อง Pantograph นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ Precision Suspended type และแบบ Decimally Divided Pantograph

Precision Suspended type เป็น Pantograph แบบที่ใช้เส้นลวดแขวนขาทั้ง 4 ของสี่เหลี่ยมจุดที่ยึดแขนทั้ง 4 ไว้ด้วยกันจะมีความยืดและความลื่นสมดุลกัน Pantograph ชนิดนี้เหมาะสำหรับการใช้ขยายแผนที่มากกว่าแบบ Decimally Divided Pantograph ในการปรับตั้งแขนเครื่องเพื่อย่อหรือขยายของเครื่อง Pantograph แบบนี้จะต้องคำนวณตามสูตรของสัดส่วนหรือมาตราส่วนที่จะย่อขยายแผนที่นั้น ๆ ดังรูปที่ 7.6 (B) และ (C)

รูปที่ 7.6 B เป็นวิธีปฏิบัติที่ให้จุด A เป็นจุดหมุนที่ยึดติดกับฐานที่ F เป็นจุดที่ใส่ดินสอสำหรับเขียน และ C เป็นจุดตำแหน่งที่ใช้ลากไปตามรายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องการ การวางตำแหน่งของเครื่องในลักษณะนี้จะใช้สำหรับการย่อแผนที่เท่านั้น ระยะในการปรับตั้งแขนสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$S = \frac{Q}{P} \times BC$$

เมื่อ S = ระยะที่จะใช้ตั้งตำแหน่ง E, F และ G

Q = มาตรการส่วนของแผนที่ที่ต้องการ

P = มาตรการส่วนของแผนที่ต้นฉบับ

$BC = 100$ (เป็นค่าคงที่ของเครื่อง)

ตัวอย่าง แผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 ให้ทำการย่อเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 500,000 เมื่อแทนค่าตามสูตรจะได้ดังนี้ :-

$$S = \frac{1}{500,000} \times \frac{250,000}{1} \times 100$$

$$= \frac{250,000}{500,000} \times 100$$

$$S = 50$$

การย่อแผนที่ให้ได้ตามขนาดมาตราส่วนดังกล่าว จะต้องปรับตั้งแขนของเครื่อง Pantograph ให้ตำแหน่ง E, F และ G อยู่ที่จุดแบ่งอัตราส่วนบนแขนมีค่าเท่ากับ 50

รูปที่ 7.6 C เป็นการกำหนดให้จุด F เป็นจุดหมุนที่ยึดติดกับฐานคงที่ จุด A และ C เป็นจุดสำหรับการเขียนลากรายละเอียดที่ย่อหรือขยายแผนที่ การวางตำแหน่งของเครื่องในลักษณะนี้ ถ้าเป็นการย่อค่า S ที่ได้จะต่ำกว่า 50 เสมอ ถ้าขยายค่า S จะมากกว่า 50 สำหรับการขยายจะทำได้ไม่เกิน 1 : 4 คือค่า $S = 80$ เพราะถ้าขยายมากกว่านี้การทำงานของเครื่องมือจะไม่คงที่เท่าที่ควร ระยะการปรับตั้งแขนของเครื่องในลักษณะนี้คำนวณได้จากสูตร

$$S = \frac{Q}{P+Q} \times BC$$

ตัวอย่าง แผนที่มาตราส่วน 1 : 200,000 ให้ขยายเป็นแผนที่มาตราส่วน 1 : 150,000 เมื่อแทนค่าตามสูตรจะได้ดังนี้ :-

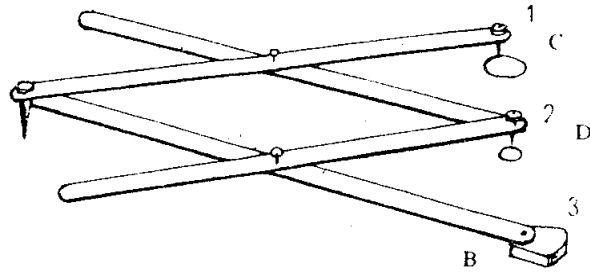
$$s = \frac{\frac{150,000}{1} + \frac{1}{150,000}}{\frac{1}{200,000} + \frac{1}{150,000}} \times 100$$

$$\frac{150,000 \times 200,000 + 200,000 \times 150,000}{200,000 + 150,000} \times 100$$

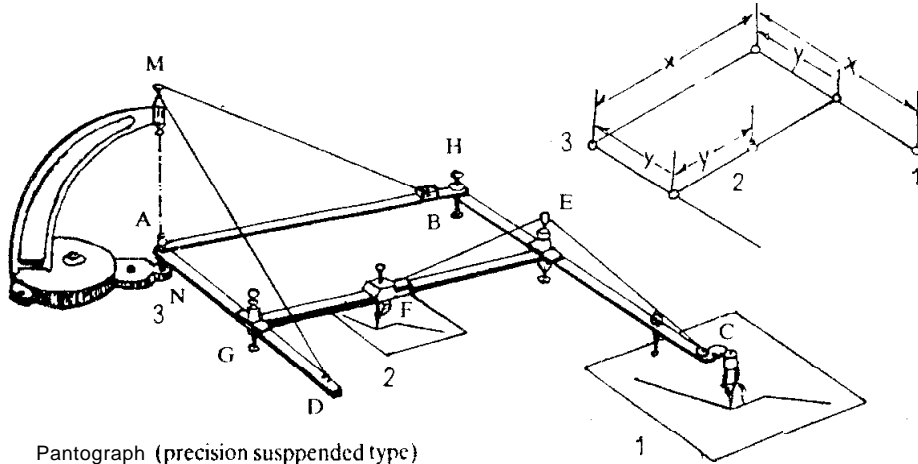
$$= \frac{200,000}{350,000} \times 100$$

$$S = 57.14$$

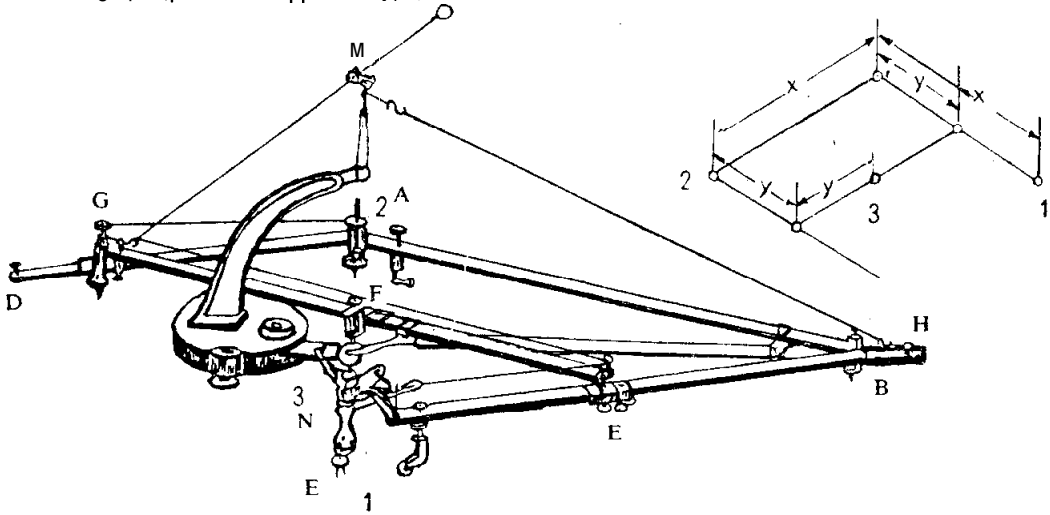
Decimally Divided Pantograph เป็น Pantograph แบบที่สร้างให้แขนทั้งหมดวางอยู่บนลูกกลิ้ง และแขนมุมหนึ่งจะมีที่ยึดติดให้คงที่ แขนแต่ละแขนจะเลื่อนไปมาได้บนแขนแต่ละแขนจะมีขีดแบ่งอัตราส่วนใช้สำหรับปรับตั้งเพื่อย่อขยายแผนที่ เครื่องมือชนิดนี้จะมีขนาดแตกต่างกันหลายขนาด เช่น 24", 30", 36" และ 48" Pantograph ชนิดนี้ในปัจจุบันเป็นเครื่องมือที่ใช้ง่ายผู้ใช้ไม่ต้องมาคำนวณการปรับตั้งแขน เพราะผู้ผลิตจะมีคู่มือประจำเครื่องให้ ในคู่มือจะมีตารางสำเร็จเทียบค่าการย่อขยายแผนที่ตามขนาดมาตราส่วนต่าง ๆ กับค่าการปรับตั้งแขนตามการย่อขยายนั้น ๆ ให้ การย่อขยายแผนที่ด้วย Pantograph ชนิดนี้สามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ แบบ "ERECT" เป็นวิธีการย่อขยายที่ให้รายละเอียดเหมือนกับแผนที่ต้นฉบับที่ย่อหรือขยายและแบบ "REVERSE" เป็นวิธีการย่อขยายที่ให้รายละเอียดในลักษณะหน้ากลับกับรายละเอียดจากแผนที่ต้นฉบับ



(A) Decimally Divided Pantograph



(B) Pantograph (precision suspended type)

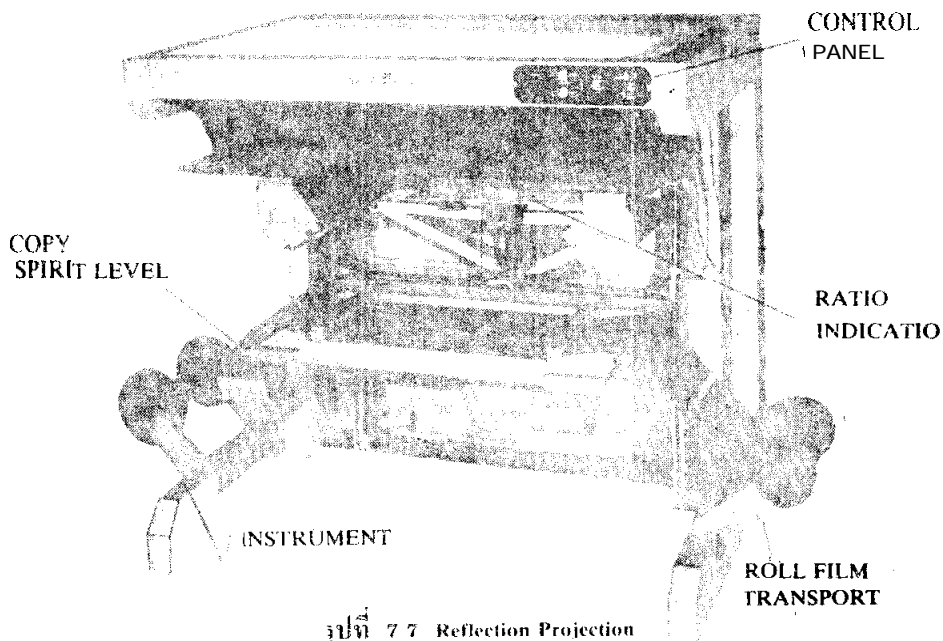


(C) Pantograph (precision suspended type)

รูปที่ 7.6 ลักษณะเครื่อง Pantograph ที่ใช้ในการย่อขยายแผนที่

3. การย่อขยายด้วยเครื่อง Projector เครื่องย่อขยายแผนที่แบบนี้ใช้ระบบการฉายภาพสะท้อนกลับ (reflect) ที่กำหนดให้แสงฉายลงบนภาพหรือแผนที่ต้นฉบับ แล้วให้ภาพสะท้อนกลับผ่านเลนส์ไปปรากฏที่ฉากกระจกใส ก็จะได้ภาพเหมือนต้นฉบับในลักษณะขนาดย่อเล็กลงหรือขยายใหญ่ขึ้นกว่าต้นฉบับเดิมก็ได้ จากนั้นก็ใช้กระดาษทึบหรือกระดาษโปร่งแสงวางทาบบนฉากกระจกใส ภาพที่สะท้อนกลับนั้นก็จะปรากฏบนฉากกระดาษทึบ เรา ก็สามารถที่จะลอกรายละเอียดต่าง ๆ ตามที่ปรากฏบนฉากได้เหมือนภาพหรือแผนที่ต้นฉบับจริง ขนาดของภาพหรือแผนที่จะมีลักษณะย่อหรือขยายนั้นจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของเลนส์กับภาพหรือแผนที่ต้นฉบับ ถ้าเลนส์อยู่ใกล้ภาพ ภาพที่สะท้อนกลับปรากฏบนฉากจะเล็ก แต่ถ้าเลนส์อยู่ห่างจากภาพมากภาพที่สะท้อนกลับจะปรากฏบนฉากใหญ่ สำหรับระยะห่างระหว่างเลนส์กับภาพจะสามารถกำหนดเป็นอัตราส่วน (ratio) ของการย่อขยายได้โดยตรง เครื่อง Projector หรือ Reflection Projector ในปัจจุบันมีการสร้างให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการย่อและขยายแผนที่อย่างมาก คือสามารถที่จะปรับอัตราส่วนจำนวนเท่าการย่อขยายด้วยระบบไฟฟ้าอัตโนมัติ นักศึกษาที่ต้องการฝึกปฏิบัติหรือย่อขยายงานแผนที่ด้วยเครื่องมือชนิดนี้ ขอใช้ได้ที่ภาควิชาภูมิศาสตร์ ลักษณะของเครื่องมือ Reflecting Projector มีลักษณะดังรูปที่ 7.7

ในการย่อขยายแผนที่ที่ไม่ต้องการความละเอียดถูกต้องมากนักก็อาจใช้เครื่อง Projector แบบ Opaque Projector (เครื่องฉายภาพทึบ) ฉายภาพหรือแผนที่ที่ต้องการขยายหรือย่อให้ไปปรากฏบนฉากขนาดที่ต้องการได้ แล้วลอกรายละเอียดต่าง ๆ ตามที่ปรากฏ



รูปที่ 7.7 Reflection Projection

4. การย่อขยายด้วยวิธีการ Xerography เป็นวิธีการย่อและขยายแผนที่ด้วยเครื่องถ่าย Copy ที่สามารถจะถ่าย Copy แผนที่ต้นฉบับในลักษณะขยายขนาดให้ใหญ่ขึ้นหรือย่อขนาดให้เล็กลงได้ในระยะเวลาเพียงสั้น ๆ โดยรายละเอียดต่าง ๆ ที่ถ่าย Copy จะเหมือนต้นฉบับจริงทุกประการและขนาดของรายละเอียดต่าง ๆ นี้ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดพื้นที่ที่ย่อและขยายด้วย ส่วนสีนั้นการย่อขยายด้วยวิธีนี้จะมีสีขาวดำเท่านั้น อัตราส่วนในการถ่าย Copy ย่อและขยายนี้ปกติจะคิดอัตราส่วนขนาดพื้นที่ที่ย่อหรือขยาย เป็นเปอร์เซ็นต์พื้นที่จากพื้นที่แผนที่ต้นฉบับที่ถ่าย Copy นั้น ปัจจุบันการย่อขยายแผนที่ด้วยวิธีนี้เป็นที่นิยมมากเพราะสะดวกและรวดเร็ว มีเครื่องถ่ายเอกสารขนาดเล็กที่สามารถถ่ายย่อขยายอยู่ทั่วไปสำหรับต้นฉบับแผนที่ที่ไม่ใหญ่มากนัก สามารถถ่าย Copy ได้ขนาดสูงสุด (maximum size) ไม่เกิน 10" - 15" (25×38 ซม.) แต่ถ้าต้องการ Copy ขยายที่มีขนาดใหญ่กว่าเครื่องถ่ายมาตรฐานทั่วไปจะต้องไปที่ศูนย์ใหญ่ของ Xerox ปกติที่ศูนย์ใหญ่จะมีเครื่องถ่ายย่อขยายขนาดใหญ่ที่สามารถใช้กับต้นฉบับแผนที่ขนาดใหญ่ ๆ เช่นขนาดระวาง 60×60 ซม. และสามารถจะย่อขนาดได้ทุกขนาดจนถึง 50% และขยายได้สูงสุดถึง 150% จากแผนที่ต้นฉบับ

5. การย่อขยายด้วยการถ่ายภาพ (Photographic process) เป็นวิธีการย่อขยายแผนที่ด้วยกล้องถ่าย (camera) ที่ใช้สำหรับการทำแผนที่ กระบวนการย่อขยายนี้ปกติจะต้องใช้ Film หรือ Glass-plate ทำภาพ Negative สำหรับกล้องถ่ายเพื่อการทำแผนที่นี้จะมีรายละเอียดถูกต้องสูงในการถ่ายย่อขยายแผนที่ หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำแผนที่ส่วนใหญ่จะต้องมี Reproduction Camera ใช้งานอยู่ แต่จะมีขนาดแตกต่างกัน

ในการทำการย่อหรือขยายแผนที่ที่ต้องใช้ลอกรายละเอียดด้วยมือ (manual) หรือใช้เครื่องมือกับคนทำงานร่วมกัน (manual and mechanical) จะมีความถูกต้องมากน้อยนั้น สิ่งสำคัญที่สุดขึ้นอยู่กับผู้ทำการย่อขยายนั้นเป็นสำคัญ

7.9 สรุป

แผนที่เป็นสื่อข้อมูลภาษารูปภาพ ที่ย่อแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวภูมิประเทศจริง ในขนาดอัตราส่วนหรือสัดส่วนที่แตกต่างกัน อัตราส่วนหรือสัดส่วนนี้คือมาตราส่วนแผนที่ เป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการใช้แผนที่ในการอ่านและแปลความหมายจากแผนที่เกี่ยวกับระยะทางและพื้นที่

การแสดงมาตราส่วนบนแผนที่โดยทั่วไปที่นิยมใช้กันมี 3 แบบ คือ มาตราส่วนเศษส่วน มาตราส่วนเส้นบรรทัด และมาตราส่วนคำพูด แต่ละแบบมีความสะดวกในการอ่านและใช้วัดคำนวณหาระยะแตกต่างกัน ดังนั้น การแปลงมาตราส่วนจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง เพื่อความเหมาะสมกับการใช้งาน มีความสำคัญต่อการใช้แผนที่และผู้ใช้แผนที่อย่างมาก

การย่อขยายมาตราส่วนแผนที่ เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดของมาตราส่วนบนแผนที่ ให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้นกว่าเดิม ผลจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของมาตราส่วนแผนที่เดิม ทำให้ขนาดของแผนที่เดิมเปลี่ยนไปสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนของแผนที่ แผนที่ใหม่ที่ย่อและขยายมาตราส่วนจะมีมาตราส่วน ระยะทางหรือความยาวด้าน เป็นสัดส่วนที่เล็กลงหรือใหญ่ขึ้นตามจำนวนเท่าที่ย่อขยาย (หารและคูณด้วยจำนวนเท่า) ส่วนพื้นที่แผนที่ใหม่จะมีพื้นที่เป็นสัดส่วนของจำนวนเท่ายกกำลังสอง จากพื้นที่ของแผนที่เดิมที่ย่อและขยายมาตราส่วน

การย่อขยายพื้นที่แผนที่ เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่ของแผนที่ให้เล็กลงและใหญ่ขึ้นตามขนาดที่ต้องการ แผนที่ใหม่ที่ย่อและขยายพื้นที่จะมีพื้นที่เล็กลงและใหญ่ขึ้นตามสัดส่วนของจำนวนเท่าที่ย่อขยายพื้นที่ ส่วนมาตราส่วนแผนที่ ระยะทางหรือความยาวด้าน จะเปลี่ยนแปลงเล็กลงและยาวขึ้นเป็นสัดส่วนกับรากที่สองของจำนวนเท่าที่ย่อขยายพื้นที่ ($\sqrt{\quad}$)

วิธีการย่อและขยายแผนที่ มีวิธีการที่จะทำได้หลายวิธีการ จะเลือกใช้วิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับการใช้งานแผนที่และเครื่องมือที่ใช้ วิธีการที่นิยมกันมีวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ :- การย่อขยายด้วยตารางจตุรัส ด้วย Pantograph ด้วยเครื่อง Projector ด้วยวิธีการ Xerography หรือด้วยวิธีการถ่ายภาพ

