

บทที่ 11

การวัดและคำนวณพื้นที่บนแผนที่ (Measurement of Area on Maps)

อ. ไพบูลย์ ปิยะปกรณ์

วัตถุประสงค์

- เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงลักษณะของแผนที่และอธิบายถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จากการวัดและคำนวณหาพื้นที่จริงบนแผนที่ได้
- เพื่อให้สามารถวัดและคำนวณหาพื้นที่จากบนแผนที่ ด้วยการเลือกใช้วิธีการวัดที่เหมาะสมกับงาน
- เพื่อให้สามารถคำนวณหาพื้นที่ในภูมิประเทศจริง จากพื้นที่ที่วัดและคำนวณได้จากบนแผนที่

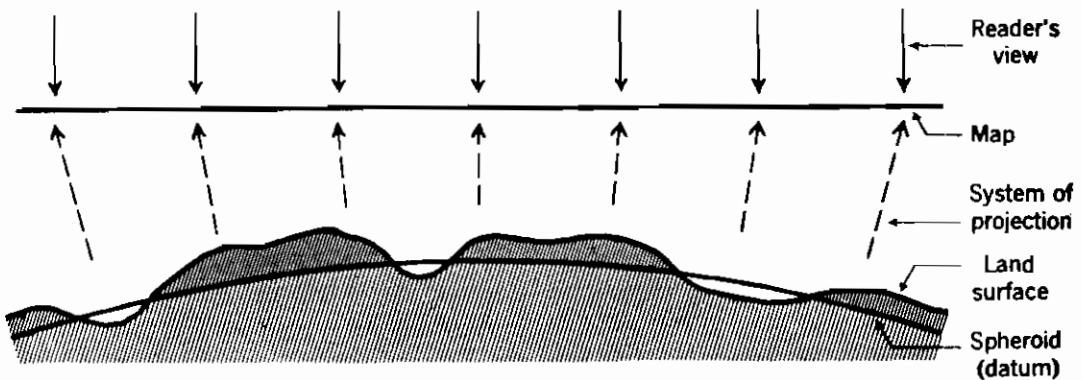
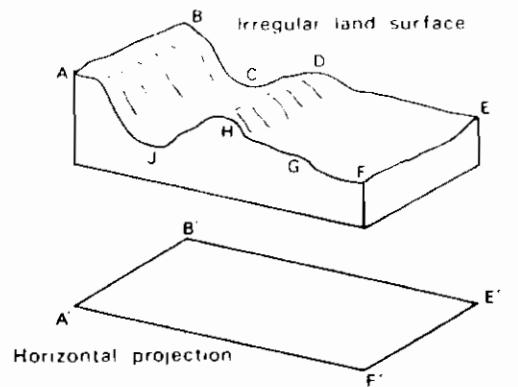
11.1 ลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับการวัดพื้นที่งานแผนที่

การวัดพื้นที่บนแผนที่เพื่อคำนวนหาพื้นที่ในภูมิประเทศจริง เป็นการวัดและคำนวนพื้นที่ในทางราบ (horizontal) ข้อมูลพื้นที่ที่คำนวนได้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักภูมิศาสตร์และนักวางแผน (geographers and planners) ในงานด้านต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ข้อมูลพื้นที่ แต่มีข้อควรคำนึงถึงในความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดพื้นที่บนแผนที่ ที่ผู้ใช้แผนที่จะต้องรู้และคำนึงถึง ประการแรกได้แก่ ลักษณะสันโกรงแผนที่ของแผนที่ (map projection) เพราะคุณสมบัติของเส้นโครงแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติเฉพาะ ในการถ่ายทอดรายละเอียดของแผนที่ต่างกัน บางชนิดเป็นประเภทเส้นโครงแผนที่ที่รักษาพื้นที่ (equal-area type) ซึ่งอิทธิพลของเส้นโครงแผนที่นี้จะแตกต่างกับขนาดของมาตราส่วน ประการที่สอง คือ ความคลาดเคลื่อนที่ไม่เท่ากันระหว่างพื้นที่บนแผนที่กับพื้นที่ในภูมิประเทศจริง เป็นผลจากลักษณะความไม่สม่ำเสมอของธรรมชาติพื้นผิวภูมิประเทศ (undulating natural surface) ที่มีความลาดเท (slope) ดังนี้ :- เมื่อวัดระยะทางในภูมิประเทศจริง จะมีระยะทางยาวกว่าที่วัดและคำนวนจากบนแผนที่ การวัดพื้นที่ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 11.1 เช่น วัดและคำนวนพื้นที่บนแผนที่มีความลาดเทแบบสม่ำเสมอ (uniform slope) 10% ได้พื้นที่ 1 ตารางไมล์ พื้นที่ในภูมิประเทศจริงจะมีพื้นที่ 1.015 ตารางไมล์ และถ้ามีความลาดเท 30% พื้นที่ในภูมิประเทศจริง จะมีพื้นที่ 1.155 ตารางไมล์ ประการที่สาม คือ ขนาดของมาตราส่วนแผนที่ (map scale) แผนที่ที่มีขนาดมาตราส่วนเล็กเมื่อวัดพื้นที่บนแผนที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนที่ทำให้ผิดพลาดได้ง่าย และมากกว่าการวัดพื้นที่บนแผนที่มีขนาดมาตราส่วนใหญ่ และประการที่สี่ ได้แก่ วิธีการใช้เครื่องวัดพื้นที่บนแผนที่ (instrumental methods) มีหลายวิธีจะเลือกใช้วิธีการใดขึ้นอยู่กับอุปกรณ์และเครื่องมือที่มี แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดจะเกิดความคลาดเคลื่อนมากน้อย ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติจากการวัดพื้นที่

สำหรับข้อมูลพื้นที่ที่วัดและคำนวนบนแผนที่ แม้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่ก็ตาม งานวางแผนที่ต้องการรายละเอียดลักษณะกว้าง ๆ ก็ยังเป็นข้อมูลที่จำเป็น แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องการรายละเอียดถูกต้องก็จะต้องแก้ความคลาดเคลื่อนด้วยขนาดของมาตราส่วนและการรังวัดจริงในภูมิประเทศจริง

ในการวัดและคำนวนหาพื้นที่บนแผนที่ มีวิธีการหาพื้นที่ด้วยวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี แต่ละวิธีจะสามารถหาพื้นที่ได้ถูกต้องมากน้อยขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติการวัดพื้นที่เป็นสำคัญ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดพื้นที่ เป็นความผิดพลาดในการหาพื้นที่บนแผนที่ที่สำคัญ

ที่นักภูมิศาสตร์จะต้องระลึกถึงในเวลาปฏิบัติอย่างมากและความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดพื้นที่จะมีความถูกต้องเชื่อถือได้จะต้องไม่เกินขอบเขตที่กำหนดให้

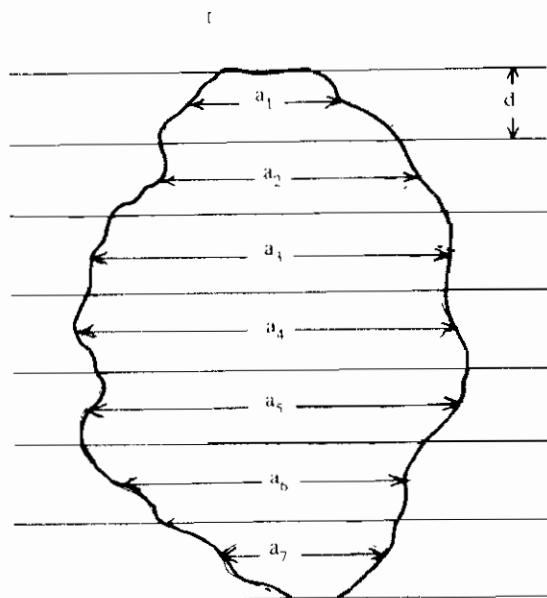


รูปที่ 11.1 สัมมติพื้นที่จริงที่ Projection เป็นพื้นราบ และเกิดความคลาดเคลื่อนในการหาพื้นที่

11.2 การหาพื้นที่ในแผนที่

การหาพื้นที่นั้นปัญหาสำคัญอยู่ที่รูปร่างขอบเขตของพื้นที่ (shape area) ถ้าพื้นที่ที่ต้องการหาไม่รูปทรงเรขาคณิต ก็สามารถที่จะวัดคำนวณหาพื้นที่ตามสูตรของรูปทรงเรขาคณิต ต่าง ๆ ได้ แต่ถ้าพื้นที่มีรูปร่างเส้นขอบเขตพื้นที่ไม่สมมาตร (irregular shape) การจะหาพื้นที่ด้วยวิธีการใช้สูตรแบบพื้นที่ที่มีรูปทรงเรขาคณิตจะทำไม่ได้ ดังนั้นวิธีการหาพื้นที่ในแผนที่ที่มีรูปร่างพื้นที่แบบไม่มีรูปทรงเรขาคณิต จะมีวิธีการวัดหาพื้นที่หลายวิธี การจะเลือกใช้วิธีการใดขึ้นอยู่กับผู้ใช้และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ที่มี วิธีการต่าง ๆ มีดังนี้

1. วิธีการชุดเส้นขนาด (series of parallel lines method) เป็นวิธีการหาพื้นที่ที่ใช้วิธีการสร้างชุดเส้นขนาด ที่มีระยะห่างระหว่างเส้นเท่ากัน ลากคลุมขอบเขตของพื้นที่จะหา โดยเส้นขนาดจะต้องจดอยู่บนเส้นขอบเขตพื้นที่พอดี ดังรูปที่ 11.2 และวัดระยะห่างระหว่างเส้นขอบเขตพื้นที่ที่อยู่ต่อกันทางระหว่างเส้นขนาดทุกเส้น (a_1, a_2, a_3, \dots) พื้นที่ระหว่างเส้นขนาดแต่ละคู่จะหาได้จาก $d \times a_i$, $d \times a_j$, และเมื่อนำพื้นที่มารวมกันก็จะเป็นพื้นที่ที่ต้องการหาทั้งหมด เป็นวิธีการหาพื้นที่ที่อยู่บนหลักการ “give-and-take” แม้ว่าขอบเขตของพื้นที่จะมีความไม่สม่ำเสมอ ก็มีความถูกต้อง โดยความถูกต้องจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเส้นขนาด ที่ลากคลุมพื้นที่ที่หา ถ้ามีระยะห่างระหว่างเส้นน้อยพื้นที่ที่หา ก็จะมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น



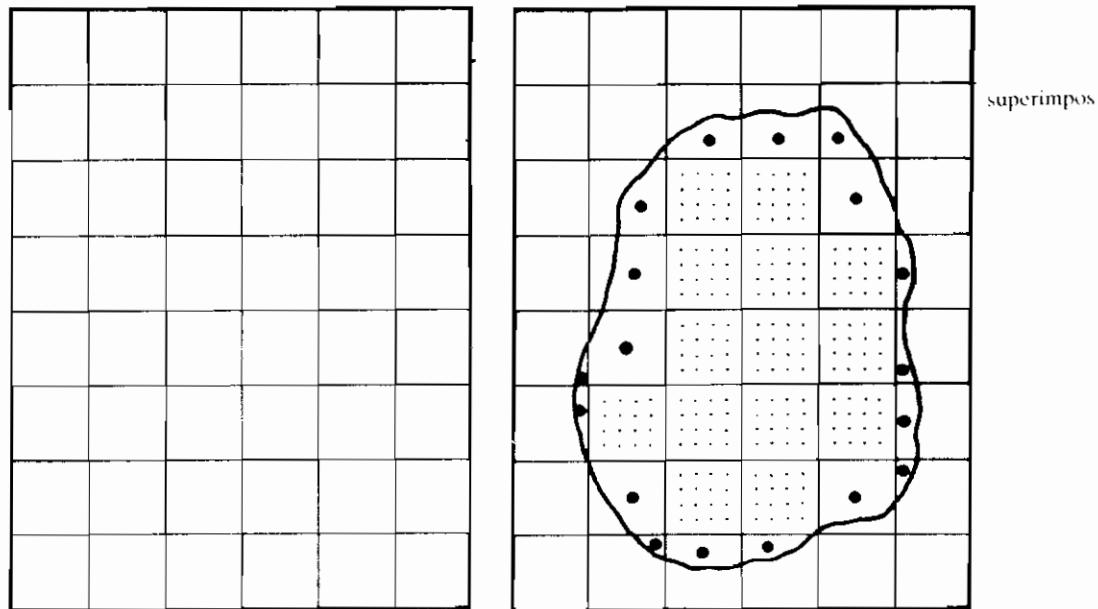
$$\text{พื้นที่} = d(a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n)$$

รูปที่ 11.2 แสดงการหาพื้นที่ในแผนที่ด้วยวิธีการชุดเส้นขนาด

ที่มา: Lawrence, 1971 : 78

2. วิธีการตารางอตรัสร์ส (pattern of squares method) เป็นวิธีการหาพื้นที่โดยสร้างตารางจตุรัสลงบนพื้นที่ที่จะหา หรือบนแผ่นใส (tracing) หรือใช้กระดาษกราฟชนิดโปร่งใส ซ้อนกับลงบนพื้นที่ที่ต้องการหา แล้วนับจำนวนตารางที่คลุมพื้นที่เต็ม (whole squares) ที่รวมเศษของพื้นที่เข้าด้วยกัน เป็นตารางพื้นที่เต็ม ก็จะได้พื้นที่รวมทั้งหมดที่ต้องการหา พื้นที่ทั้งหมดจะมีพื้นที่กีตารางหน่วย ก็ขึ้นอยู่กับหน่วยของตารางจตุรัสร์ที่ใช้ ดังรูปที่ 11.3 สำหรับวิธีการ

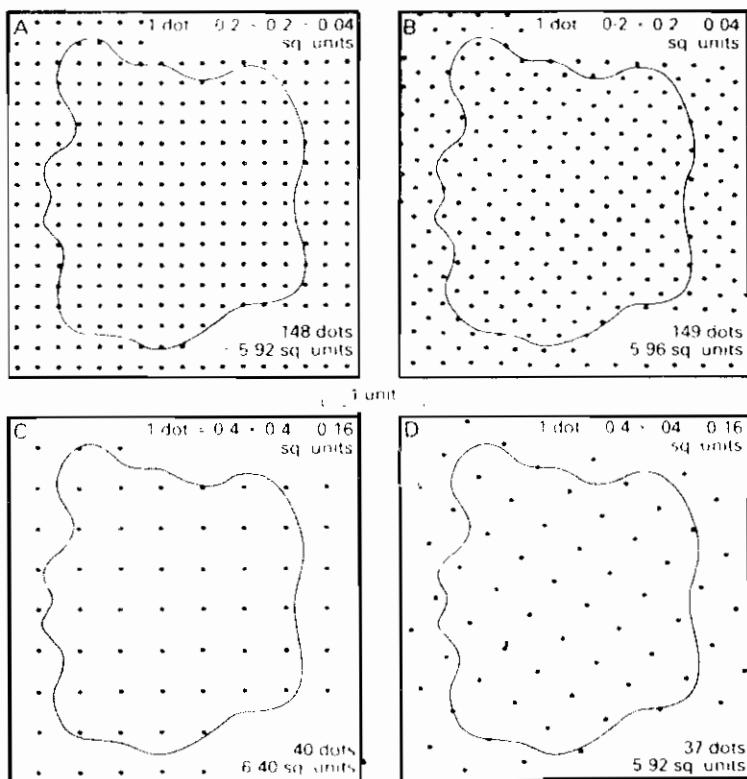
ตารางจตุรัสนี้สามารถที่จะใช้คำนวณหาพื้นที่จริงในภูมิประเทศจากการวัดในแผนที่ได้กันที่ถ้าสร้างตารางจตุรัสตามมาตราส่วนของแผนที่ ก็จะทำให้ทราบอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หนึ่งหน่วยตารางจตุรัสแทนพื้นที่ภูมิประเทศจริงในหนึ่งหน่วยตารางนั้น



เมื่อ $\text{พื้นที่} = W + P$
 $W = \text{พื้นที่ตารางเต็มรูม (whole squares)}$
 $P = \text{พื้นที่รวมจากตารางบางส่วน (partial squares)}$

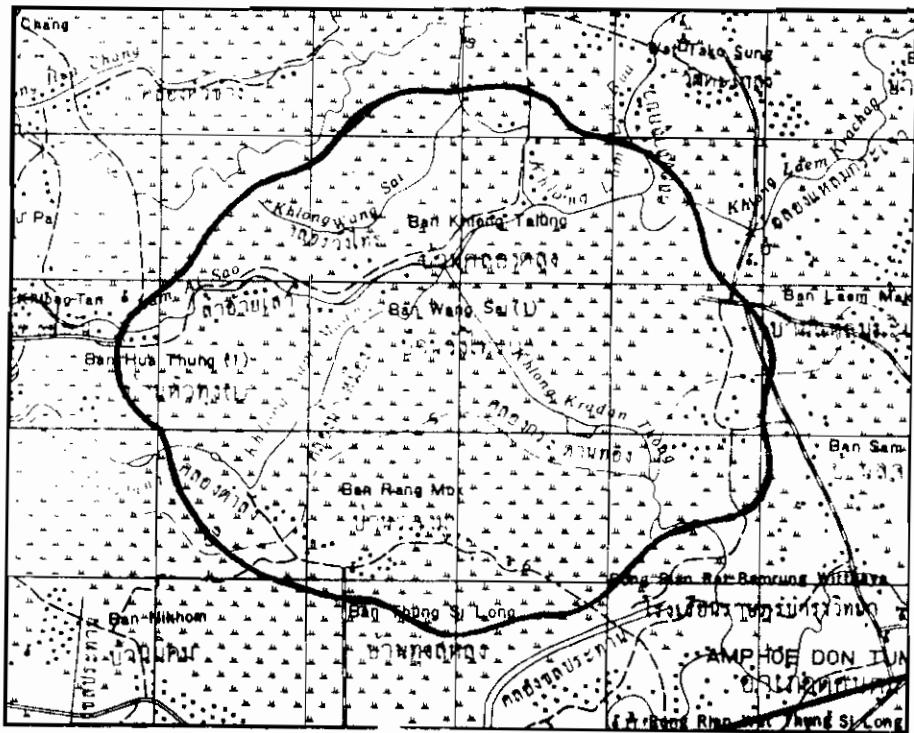
รูปที่ 11.3 แสดงการหาพื้นที่ในแผนที่ด้วยวิธีการตารางจตุรัส

3. วิธีการตารางจุด (dot planimeter) เป็นวิธีการหาพื้นที่บนแผนที่โดยใช้แผ่นตารางจตุรัสจุดที่สร้างบนแผ่นใส นำไปปาพื้นที่ด้วยวิธีการซ้อนหับลงบนพื้นที่ที่ต้องการหา และนับจำนวนจุดทุกจุดที่ปรากฏอยู่ภายในขอบเขตของพื้นที่ที่หารนั้น ส่วนจุดที่สัมผัสถกับเส้นขอบเขตพื้นที่ที่หากให้นับทุกจุดและหารด้วยสอง แล้วรวมจำนวนจุดทั้งหมดหาเป็นพื้นที่บนแผนที่ออกมากจุดหนึ่งจุดมีพื้นที่เท่ากับหนึ่งตารางหน่วยจตุรัสของตารางจุดที่ใช้หาพื้นที่นั้น ถ้าจะประมาณระหว่างตารางจุดสักจะให้ความละเอียดการหาพื้นที่บนแผนที่ได้ถูกต้องมากขึ้น ดังรูปที่ 11.4



รูปที่ 11.4 แสดงการหาพื้นที่บนแผนที่ด้วยวิธีการตารางจุดที่มีขนาดตารางจุดแตกต่างกัน

4. วิธีการใช้เส้นตารางพิกัดกริด (grid squares) เป็นวิธีการหาพื้นที่ที่ใช้กับแผนที่ภูมิประเทศ ที่มีระบบอ้างอิงในทางราบเป็นตารางพิกัดกริด平坦ภูมิประเทศที่ โดยเฉพาะแผนที่ 1 : 50,000 ที่เราใช้ศึกษาในการอ่านและแปลความหมายกันนี้ หนึ่งตารางกริดจะมีพื้นที่แทนภูมิประเทศจริง 1 ตารางกิโลเมตร (1,000,000 ตารางเมตร) ดังนั้นความสามารถหาพื้นที่ที่ต้องการหาได้จากแผนที่นี้ โดยใช้วิธีการนับตารางเส้นกริดที่ปรากฏอยู่ภายในพื้นที่ที่ต้องการหา ตารางเส้นกริดที่คลุมพื้นที่ที่หาไม่เต็มตาราง ก็ใช้วิธีการวัดประมาณรวมกันเป็นตาราง แล้วก็นำตารางเส้นกริดทั้งหมดที่หาได้รวมกันก็จะทำให้ทราบพื้นที่ที่ต้องการหา ดังรูปที่ 11.5



รูปที่ 11.5 แสดงการหาพื้นที่จากแผนที่ภูมิประเทศที่มีเส้นตารางกริด

5. วิธีการทางเรขาคณิตและคณิตศาสตร์ (geometrical and mathematical methods) เป็นวิธีการหาพื้นที่ที่ใช้สองวิธีร่วมกันในพื้นที่ที่ต้องการหา ที่มีรูปลักษณะของเส้นขอบเขตไม่สมมาตร เริ่มแรกจะใช้วิธีแบ่งพื้นที่นั้นออกเป็นรูปสามเหลี่ยมหลาย ๆ รูปมากน้อยตามความเหมาะสมและคำนวณหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปที่แบ่งนั้น จากสูตรหาพื้นที่สามเหลี่ยมทางเรขาคณิต

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

เมื่อ a, b, c = ด้านหักสามของสามเหลี่ยม
 $s = \frac{a+b+c}{2}$

ส่วนพื้นที่บริเวณขอบด้านข้างของพื้นที่ที่หา ที่มีเส้นขอบรูปพื้นที่ไม่สมมาตร ไม่สามารถใช้วิธีการหาพื้นที่ทางเรขาคณิตหาได้ จะใช้วิธีการลากเส้นตั้งจากกับด้านของรูปสามเหลี่ยมจำนวนหนึ่ง มีระยะระหว่างเส้นเท่ากันดังรูปที่ 11.6 และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์

2 วิธีการนี้หาพื้นที่ คือ Simpson's Rule กับ Trapezoidal Rule จะเลือกวิธีการใดหาพื้นที่ก็ได้ ซึ่งแต่ละวิธีมีหลักและสูตรหาพื้นที่ดังนี้ :- (Lawrence, 1971 : 82)

5.1 Simpson's Rule มีหลักอยู่ว่า เส้นตั้งฉากจะต้องมีจำนวนคี่ (odd number) และ พื้นที่ที่หาแบ่งโดยเส้นตั้งฉากจะต้องมีจำนวนเป็นคู่ (even number) มีสูตรหาพื้นที่ดังนี้ :-

$$\text{พื้นที่} = \frac{d}{3} (a_1 + 4a_2 + 2a_3 + 4a_4 + \dots + 2a_{n-2} + 4a_{n-1} + a_n)$$

เมื่อ

d = ระยะห่างระหว่างเส้นตั้งฉาก

a = ความยาวของเส้นตั้งฉาก

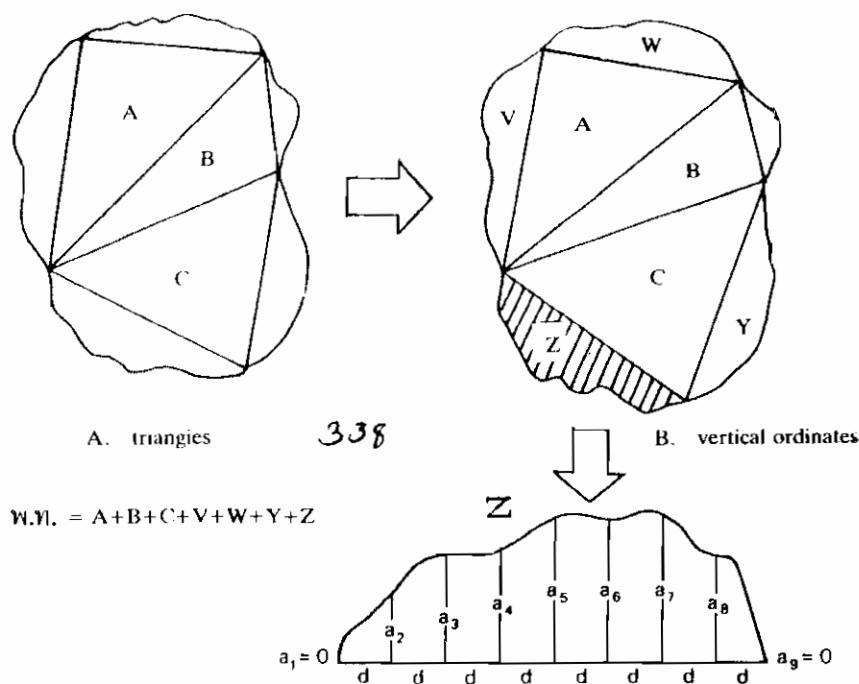
5.2 Trapexoidal Rule เป็นวิธีการที่ไม่จำกัดจำนวนเส้นตั้งฉาก และมีสูตรหาพื้นที่ดังนี้ :-

$$\text{พื้นที่} = d \left(\frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-1} + a_n}{2} \right)$$

เมื่อ

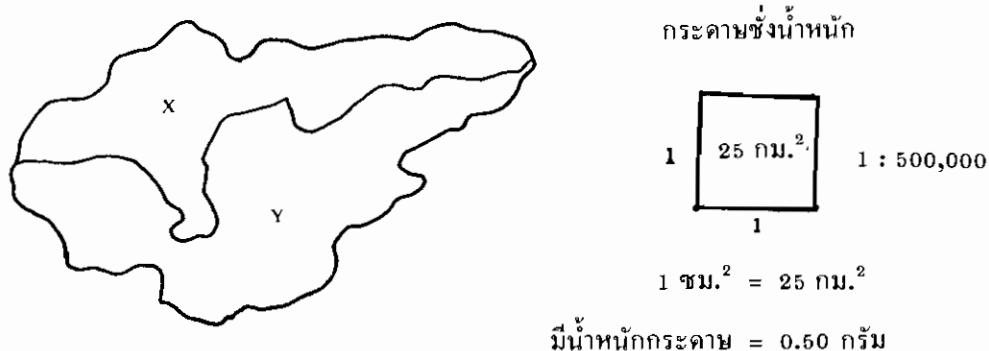
d = ระยะห่างระหว่างเส้นตั้งฉาก

a = ความยาวของเส้นตั้งฉาก



รูปที่ 11.6 แสดงการพื้นที่ด้วยวิธีการ A) แยกเป็นรูปสามเหลี่ยม B) ใช้วิธีการเส้นตั้งฉาก

๘. วิธีการชั่งน้ำหนักกระดาษ (weight apportioning method) การหาพื้นที่ด้วยวิธีการนี้ เป็นการหาแบบใช้อัตราส่วนเปรียบเทียบ จากการชั่งน้ำหนักของกระดาษที่ตัดให้มีขนาด แทนหน่วยพื้นที่จริงในภูมิประเทศ ตามมาตราตราส่วนของแผนที่ใช้หาพื้นที่ อัตราส่วนของน้ำหนักกระดาษต่อพื้นที่ภูมิประเทศจริงที่ชั่งน้ำหนักได้นี้ จะใช้เป็นอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักของกระดาษพื้นที่ทั้งหมดที่จะหา กับขนาดพื้นที่ในภูมิประเทศจริง (ใช้วิธีการเทียบบัญญัติโดยร่างค์) สำหรับข้อพึงปฏิบัติของวิธีการนี้คือกระดาษที่ใช้ชั่งหาอัตราส่วนกับกระดาษพื้นที่ที่จะหา จะต้องเป็นกระดาษชนิดเดียวกันและดัดมาจากแผ่นเดียวกัน นอกจากนั้นน้ำหนักที่ชั่งก็ต้องใช้หน่วยน้ำหนักที่เล็กที่สุด (มิลลิกรัม) ซึ่งจะชั่งได้จากเครื่องชั่งน้ำหนักแบบ Sartorius Top Loaders หรือ Electronic Balances ที่สามารถชั่งน้ำหนักได้ละเอียดถึง 0.01 g. ความถูกต้องจะมากน้อยขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เครื่องมือและผู้ปฏิบัติ ดังตัวอย่างจากรูปที่ 11.7



รูปที่ 11.7 แผนที่มาตราส่วน 1 : 500,000

พื้นที่ X น้ำหนัก = 0.15 กรัม = 75 ตร.กม.

พื้นที่ Y มีน้ำหนัก = 0.22 กรัม = 110 ตร.กม.

เมื่อ	$\frac{A}{a} = \frac{W}{w}$
	A พื้นที่แผนที่ที่หา
	W น้ำหนักกระดาษพื้นที่ที่หา
	a ดัชนีพื้นที่เปรียบเทียบตามมาตราส่วนที่หา
	w น้ำหนักกระดาษของดัชนีพื้นที่เปรียบเทียบ

ตารางที่ 11.1 แสดงผลการหาพื้นที่ตามความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของภาคตะวันออก (ตามภูมิภาคภูมิศาสตร์) โดยวิธีการชั้นน้ำหนัก โดยใช้แผนที่ 1 : 1,000,000

ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร)	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
0 - 100	25,857.574	75.21
101 - 200	5,511.194	16.03
201 - 500	1,835.919	5.34
501 - 1000	1,103.614	3.21
1001 - 2000	72.199	0.21
รวม	34,380.500	100.00

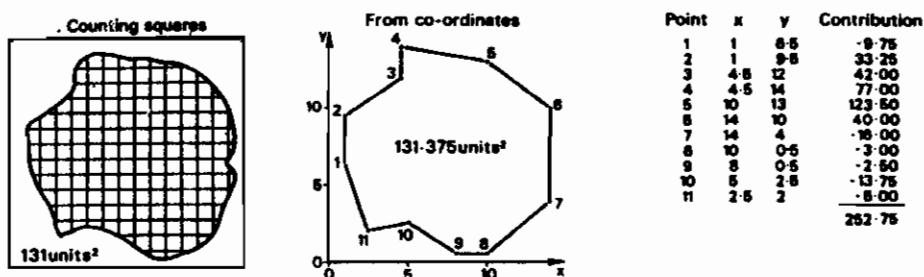
7. วิธีการวัดจากค่า Co-ordinates เป็นวิธีการหาพื้นที่ที่จะต้องปรับทำให้เส้นขอบเขต รูปร่างพื้นที่ที่ทางแบบไม่สมมาตร มีลักษณะรูปร่างเป็นแบบรูปหลายเหลี่ยมไม่สมมาตร (irregular polygon) ซึ่งจำนวนด้านจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมสมาระห่าง ความละเอียด ถูกต้องที่ต้องการและผู้ทำงานวัดหาพื้นที่ ถ้าจำนวนด้านยิ่งมากผลความถูกต้องในการหาพื้นที่ ก็จะมีความถูกต้องมากขึ้นตาม เพราะไม่ทำให้ขอบเขตตูปร่างพื้นที่ที่ทางเปลี่ยนไปจากเดิม สำหรับ การหาค่า Co-ordinates แกน X และแกน Y จะหาค่าทุกยอดเหลี่ยม (vertex) ของพื้นที่ ที่จะเริ่มที่จุดหนึ่งจุดใดก็ได้แล้วหาค่า Co-ordinates ยอดเหลี่ยมต่าง ๆ เวียนตามเข็มนาฬิกา (clockwise) วิธีการหาพื้นที่ทางได้จากการสูตร และรูปที่ 11.8

$$a = 0.5 \sum_{i=1}^n y_i |X_{nv} - X_{pv\dots}|$$

เมื่อ

X_{nv} = Co-ordinate แกน X ของจุดอันดับก้าดไปจากจุดที่ทาง

X_{pv} = Co-ordinate แกน X ของจุดอันดับก่อนจุดที่ทาง



รูปที่ 11.8 แสดงการหาพื้นที่แผนที่โดยวิธีทางค่า Co-ordinates
ที่มา. (Unwin, 1981 : 126)

ตัวอย่างเช่น ยอดเหลี่ยมจุ่กที่ 1. มีค่า X_{pv} คือ ยอดเหลี่ยมที่ 11 เท่ากับ 2.5 และค่า X_{nv} คือค่ายอดเหลี่ยมที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1 ค่าส่วนที่เหลือเท่ากับ

$$6.5(1 - 2.5) = -9.75$$

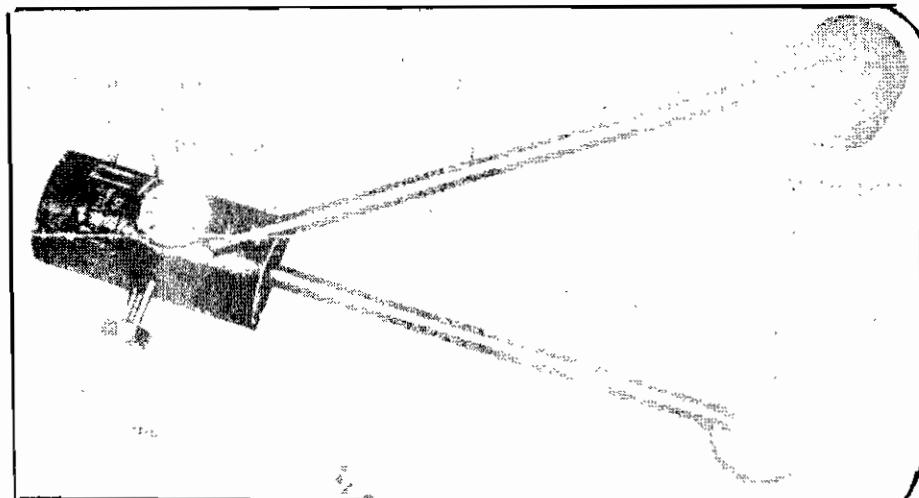
และยอดเหลี่ยมที่ 2 มีค่าส่วนที่เหลือเท่ากับ

$$9.5(4.5 - 1) = 33.25$$

จากรูปที่ 11.8 เมื่อรวมค่า Co-ordinates ของยอดเหลี่ยมพื้นที่ทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 262.75 ตารางหน่วย เมื่อหารด้วย 0.5 จะได้พื้นที่ที่หาเท่ากับ 131.375 ตารางหน่วย พื้นที่มีค่าใกล้เคียงกับการหาด้วยวิธีตารางจตุรัส

สำหรับวิธีการหาพื้นที่แบบวัดค่า Co-ordinates นี้ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์สามารถนำคำนวณเก็บข้อมูลและเขียนเป็นแผนที่ของพื้นที่อุกมากได้อย่างรวดเร็ว

8. วิธีการหาพื้นที่โดยใช้ Planimeter เป็นเครื่องมือที่ใช้หาพื้นที่ของรูปพื้นราบที่มีมาตรฐาน และรูปร่างเส้นขอบเขตพื้นที่ที่จะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งแบบต่าง ๆ ได้ ส่วนประกอบของเครื่องมีประกอบด้วยที่สำคัญ ดังรูปที่ 11.9



Polar Planimeter

Tracer point

รูปที่ ๑๑๙ แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือหาน้ำหนักที่ Planimeter

- 1) Tracer lens เป็น Cursor ที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมๆ ตรงกลางมีจุดสีแดงหรือดำ (บางชนิดมีลักษณะเป็นเข็มแหลม) เรียกว่า Tracer point ใช้สำหรับสัมภากษาและลากทำการวัดพื้นที่ที่ Tracer point จะต้องสัมผัสกับเส้นขอบเขตพื้นที่ที่หา
- 2) Tracer arm เป็นแขนของ Tracer points ที่ต่อจาก Tracer lens บางชนิดมีความยาวแขนคงที่ และบางชนิดความยาวแขนสามารถปรับสั้นยาวได้ตามมาตรฐานแผนที่ที่ใช้ การเคลื่อนที่จะลากวัดพื้นที่จะนานกับคำแนะนำแห่งเดิม และรอบจัจด Pivot
- 3) Pole weight หรือ Anchor เป็นก้อนน้ำหนักถ่วงที่ป้องกันไม่ให้ Anchor point เคลื่อนที่ เพราะถ้า Anchor point เคลื่อนที่จะลากวัดพื้นที่ จะทำให้ค่าผิดพลาด
- 4) Anchor arm เป็นแขนของ Anchor point ที่ต่อจากเครื่องจากจุด Pivot point.
- 5) Wheel หรือ Roller เป็นล้อที่เคลื่อนที่ได้ และมีขีดมาตรฐานแบ่งไว้ ปกติจะแบ่งออกเป็น 10 ส่วนใหญ่ใน 1 ส่วนใหญ่จะแบ่งออกเป็น 10 ชิ้นส่วนย่อย ในขณะลากวัดพื้นที่ล้อนี้จะมีทั้งเดินหน้าและถอยหลัง เมื่อล้อเคลื่อนที่หมุนครบ 1 รอบ Dial จะหมุนไปหนึ่งขีดมาตรฐาน (Dial ปกติจะมีมาตรฐานแบ่งเป็น 10 ส่วนมีพื้นเพ่องต่อจากล้อ) จำนวนขีดมาตรฐานของ Dial จะเพิ่มหรือลดตามการเคลื่อนที่ของล้อ พื้นที่ที่หาจะอ่านค่าได้จาก Dial, Wheel และ Vernier (ค่าเศษ) ค่าที่อ่านได้จะมี 4 คำแห่ง

ชนิดของ Planimeter แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) Mechanical Planimeter Type เป็น Planimeter ที่ลากวัดพื้นที่ແຜนที่โดยใช้ Wheel หรือ Roller ที่มีมาตราส่วนอ่านบวกค่าพื้นที่ที่หา Planimeter ประเภทนี้แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ Polar Planimeter และ Roller Planimeter

2) Electronic Planimeter Type เป็นเครื่องมือวัดพื้นที่ແຜนที่ที่มีระบบวงจรคำนวณข้อมูลแบบอัตโนมัติ เมื่อพื้นที่ที่หาถูกบันทึกหรือลากวัดแล้ว ผลก็จะบวกปร่างๆที่หน้าปัดบวกข้อมูลทั้งที่ Planimeter ประเภทนี้มีหลายชนิดเช่น Photoelectric Planimeter และ Digitizer

สำหรับ Planimeter ที่จะกล่าวถึงวิธีการใช้และการคำนวณหาพื้นที่บนແຜนที่ในที่นี้จะเป็นแบบ Polar Planimeter เพราะเป็นเครื่องมือวัดพื้นที่ที่นิยมใช้ในงานที่เกี่ยวกับการคำนวณพื้นที่จากແຜนที่มาก และมีวิธีการปฏิบัติในการใช้เครื่องมือไม่ยุ่งยากเป็น Planimeter ที่มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบชนิดที่ Tracer arm มีความยาวคงที่ และแบบชนิดที่ Tracer arm ปรับความยาวได้ตามชีดแบ่งมาตราส่วนที่แน่น

วิธีการใช้ Planimeter หาพื้นที่ มี 2 วิธี คือ

1) วิธีวาง Pole-weight หรือ Anchor ไว้ภายนอกรูปพื้นที่ที่หา ระหว่างตรงบริเวณได้ก็ได้ที่สามารถปฏิบัติงานได้สะดวก แต่จะต้องสามารถลาก Cursor ตามเส้นขอบเขตพื้นที่ที่หาได้รอบพื้นที่ การลากวัดพื้นที่จะเริ่มที่จุดใดบนเส้นรอบรูปก็ได้ และการทำเครื่องหมายกำกับไว้ก่อนลากวัดพื้นที่จะต้องตั้งศูนย์ที่เครื่องวัดก่อน (zero setting) (ถ้าชนิดที่เครื่องดึงศูนย์ไม่ได้ก็ให้อ่านค่าเริ่มดันบน dial, wheel และ vernier ก่อนลาก cursor) ในการลาก Cursor ไปตามเส้นขอบเขตพื้นที่ที่หา Tracer point จะต้องสัมผัสเส้นรอบรูปพื้นที่ที่หาตลอดเวลา และจะต้องลากวนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจนมาบรรจบที่จุดเริ่มต้น อ่านค่าพื้นที่ที่วัดจาก dial, wheel และ vernier (ค่าพื้นที่ที่วัดได้นี้ถ้าเป็นเครื่องดึงศูนย์ไม่ได้จะต้องนำค่าที่อ่านครั้งที่สองลบออกจากค่าเริ่มต้น ก็จะเป็นพื้นที่ที่วัดได้)

ถ้าพื้นที่ที่ต้องการหมายจะบ่งพื้นที่ให้มีขนาดพื้นที่เล็กลงพอที่ลากวัดพื้นที่ได้ และทำการหาพื้นที่เดลพื้นที่นั้น แล้วจึงนำรวมกันเป็นพื้นที่ทั้งหมด และเมื่อต้องรู้ขนาดของพื้นจริง ก็หาได้จากสูตร

$$\text{พื้นที่} = \text{Vernier units (VU)} \times \text{Vernier value (VV)}$$

เมื่อ

VU = ค่าพื้นที่ที่อ่านได้จากเครื่องวัดพื้นที่

VV = ค่าคงที่ประจำเครื่องดามขนาดมาตราส่วน

2) วิธีวาง Pole weight หรือ Anchor ไว้ภายในรูปพื้นที่ที่หา ใช้กับการหาพื้นที่บนแผนที่ที่มีขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถจะวาง Pole weight ไว้ภายนอกรูปได้ หรือจะใช้กับกรณีที่ไม่ต้องการแบ่งพื้นที่ที่หาเป็นพื้นที่เล็ก ๆ วิธีการปฏิบัติในการลากวัดพื้นที่ กระทำเช่นเดียวกับวิธีการแรก แต่ค่าที่อ่านได้จากการลากวัดพื้นที่ตามวิธีนี้จะต้องนำไปบวกด้วยค่าที่เรียกว่า ค่าวงกลมศูนย์ (zero circle) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยประจำเครื่อง Planimeter แต่ละเครื่อง (สาเหตุที่เรียกว่า วงกลมศูนย์ เพราะว่าถ้าเอา Planimeter วัดพื้นที่หนึ่งที่เป็นวงกลม โดยมี Anchor point อยู่ตรงศูนย์กลางพื้นที่วงกลม เมื่อลากวัดพื้นที่ค่าที่ออกมากจะมีค่าเท่ากับศูนย์) เมื่อต้องการรู้ขนาดของพื้นจริงหาได้จากสูตร

$$\text{พื้นที่} = VU \times VV + ZC$$

เมื่อ

VU = ค่าพื้นที่ที่อ่านได้จากเครื่องวัดพื้นที่ (Vernier units)

VV = ค่าคงที่ประจำเครื่องตามขนาดมาตรฐาน (Vernier value)

ZC = ค่าวงกลมศูนย์ (Zero circle)

การหาพื้นที่ด้วย Planimeter นั้น วิธีการแรกที่วาง Pole weight ไว้ภายนอกพื้นที่ที่หา เป็นวิธีการปฏิบัติวัดหาพื้นที่ที่สะดวกกว่าวิธีการที่สอง ดังนั้นจึงขอแนะนำนักศึกษาให้ใช้วิธีการแรกหาพื้นที่ ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรใช้วิธีที่สอง และในการลากวัดหาพื้นที่ควรจะกระทำมากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการหาพื้นที่น้อยที่สุด เพราะความคลาดเคลื่อนในการหาพื้นที่ด้วย Planimeter ที่สำคัญที่สุดขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติวัดหาพื้นที่ สำหรับพื้นที่ที่มีขนาดไม่เกิน 100 ตารางเซนติเมตร ผลในการวัดพื้นที่จะมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์

ค่าคงที่ประจำเครื่อง (Vernier value)

Planimeter แต่ละเครื่องและแต่ละยี่ห้อจะมีค่าคงที่ประจำเครื่องไม่เหมือนกัน แต่ Planimeter แบบเดียวกันจะมีค่าไกล์เคียงกันดังต่อไปนี้ Polar Planimeter หมายเลขเครื่อง 118,812 ที่ Tracer arm มีความยาวคงที่

ตารางที่ 11.2 แสดงค่า Vernier value ของ Polar Planimeter.

Vernier value (ระบบเมตริก)		Vernier value (ระบบอังกฤษ)	
Scale	Vernier value m^2	Scale	Vernier value Sq.ft.
1 : 4000	160	1 : 1200	100
1 : 4800	230.4	1 : 1584	174.24
1 : 5000	250	1 : 1980	272.25
1 : 6250	390.625	1 : 2376	392.04
1 : 10000	1000	1 : 2500	434.027
1 : 20000	1440	1 : 3168	696.06
1 : 12500	1562.5	1 : 3960	1089
1 : 20000	4000	1 : 4752	1568.16
1 : 25000	6250	1 : 5280	1936
1 : 40000	16000	1 : 6336	2787.84
1 : 75000	56250	1 : 7920	4356
		1 : 10560	7744

ตัวอย่าง แผนที่มาตราส่วน 1 : 20000 ใช้ Planimeter ที่มีความยาว Tracer arm คงที่ วัดพื้นที่ได้ดังที่ปรากฏบนเครื่องวัด



$$\text{พื้นที่} = \text{Vernier units} \times \text{Vernier value}$$

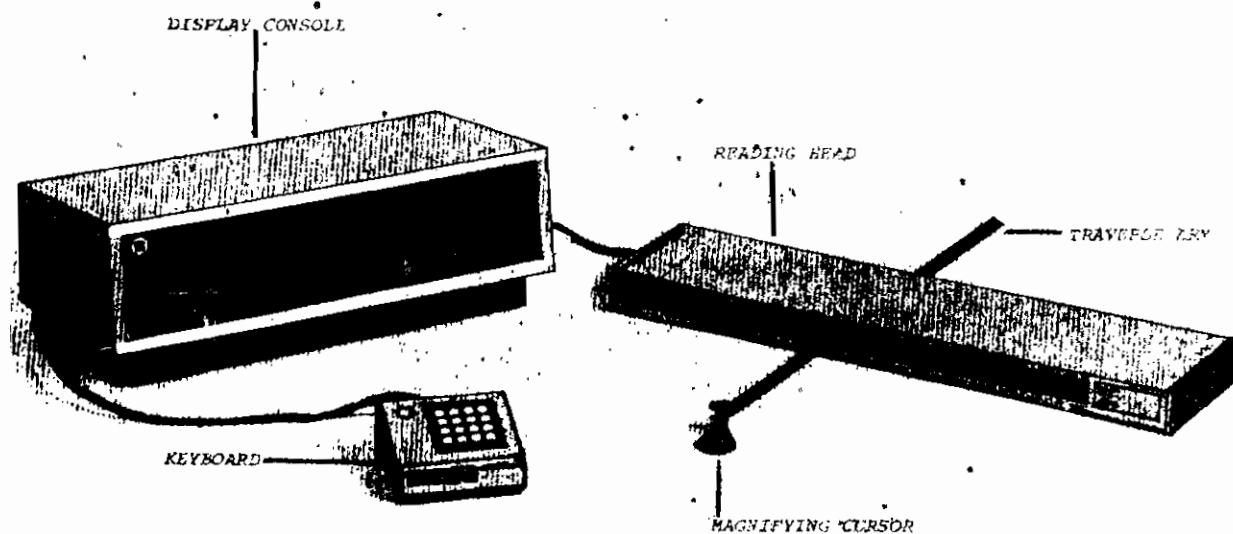
Scale 1 : 2000 Vernier value = 4000 (จากตาราง)

พื้นที่ = 3146×4000

= 13,664,000 ตารางเมตร

ข้อควรปฏิบัติการใช้เครื่องมือ (Instrumental Method) การหาพื้นที่ด้วยการใช้เครื่องมือพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือแบบใดก็ตาม ก่อนใช้จะต้องศึกษาจากคู่มือสำหรับผู้ใช้ (User's Manual) ที่แนบมา กับเครื่องมือ ก่อนเสมอ เพราะเครื่องมือที่ใช้งานในลักษณะเดียวกันแต่ละเครื่อง แต่ละรุ่น หรือผลิตจากคนละบริษัท จะมีรายละเอียดในการใช้ผิดแตกต่างกันไป。

9. **วิธีการหาพื้นที่โดยใช้เครื่อง Digitizer** Digitizer เป็นเครื่องมือหาพื้นที่จากแผนที่ที่บันทึกข้อมูลเป็นตัวเลข ส่วนประกอบของเครื่องมือ มีดังรูปที่ 11.10 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ 1) Display Console เป็นระบบบวางจำแนกข้อมูล และมีหน้าปัดบอกข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ 2) Reading Head เป็นเครื่องอ่านระยะตามที่เครื่องคลื่นไปตามแนวแกน X 3) Tranverse Arm เป็นแคร์ที่สามารถเลื่อนได้ตามแกน Y ปลายของแคร์ข้างหนึ่งจะมี Magnifying cursor ติดอยู่ เพื่อใช้สำหรับสังเกตจุดหรือเส้นบนแผนที่ที่หาพื้นที่ 4) keyboard เป็นเครื่องควบคุมการทำงานทั้งหมดในด้านการคำนวณ มีปุ่มตัวเลขและสัญลักษณ์ 16 ปุ่ม และมีปุ่มบังคับอีก 4 ปุ่ม 5) Footswitch เป็นสวิตซ์ควบคุมที่ทำงานเหมือนปุ่ม En บน Keyboard แต่ใช้เท้ากดแทน



รูปที่ 11.10 แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือหาพื้นที่ Digitizer

การทำงานของเครื่องสามารถใช้วัดค่าพิกัด X, Y (digitizing function), วัดความยาวของเส้น (length function) และวัดค่านิยมพื้นที่ (area function) ได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการวัดพื้นที่เท่านั้น ซึ่งการวัดพื้นที่ของเครื่อง Digitizer นี้มีอยู่ 2 วิธีคือ การวัดโดยลาก Cursor ไปตามเส้นรอบรูปพื้นที่ที่หา และการวัดพื้นที่โดยลาก Cursor ไปตามจุดตัว หรือมุมของพื้นที่ (รูปพื้นที่ที่หาจะต้องเป็นเส้นตรง)

การใช้เครื่องมือ Digitizer

เมื่อกดปุ่ม Power ให้เครื่องทำงาน (อยู่ตัวนหลัง display console) แล้ว ก็กดปุ่ม Reset ให้เครื่องอยู่ใน Area Function และก็ตั้ง Scale ตามแผนที่ที่หาพื้นที่ (ปกติเครื่องจะตั้ง Scale ไว้ที่ 1 : 100 ในระบบเมตริกโดยอัตโนมัติ) ถ้าแผนที่มีมาตราส่วน 1 : 50,000 ก็ป้อนตัวเลข $50,000 \div 100$ (500) โดยกดปุ่มดังนี้ :-

PRESS	<input type="button" value="5"/>	<input button"="" type="button" value="RES"/>	<input button"="" type="button" value="RES"/>		<input type="text" value="500.0000"/>		
PRESS	<input type="button" value="En"/>						<input type="text" value="x.xxxxxx Y.yyyyyyy"/>

หน่วยของพื้นที่จะมีหน่วยเป็นตารางเมตร แต่ถ้าต้องการให้พื้นที่มีหน่วยเป็นงาน ตารางวา หรือไร่ เราสามารถทำได้โดยตั้งค่าคงที่ไว เช่น ต้องการหน่วยพื้นที่เป็นไร่ (1 ไร่ = 1,600 ตารางเมตร) จะนั้นตัวคงที่จะต้องคูณด้วย $1 : 1,600$ ซึ่งเท่ากับ 6.25×10^{-4} ให้กดปุ่มดังนี้

PRESS	<input type="button" value="6"/>	<input button"="" type="button" value="2"/>	<input type="button" value="5"/>		<input type="text" value="6.250000"/>		
PRESS	<input button"="" type="button" value="L ±"/>				<input type="button" value="4"/>	<input type="text" value="0.000625"/>	
PRESS	<input type="button" value="En"/>						

หลังจากนี้ เมื่อเราหาพื้นที่ออกมากจะมีหน่วยพื้นที่เป็นไร่

วิธีการวัดพื้นที่

- 1) วัดพื้นที่ตามเส้นรอบรูป (continuous area) เริ่มด้วยการเลื่อน Cursor ไปที่จุดเริ่มต้น แล้วกดปุ่ม

PRESS	<input type="button" value="A"/>		<input type="text" value="99.0000"/>
-------	----------------------------------	--	--------------------------------------

ตัวบันทึกพื้นที่ (area register) ที่อยู่ในเครื่องจะถูก Sel ไว้ที่คูณย์ (0) (หมายเลขอ 99 หมายถึง เครื่องกำลังอยู่ใน Continuous Mode) หลังจากนี้เครื่องก็จะเริ่มบันทึกพื้นที่ถ้ามีการเลื่อน Cursor การลาก Cursor ไปตามเส้นรอบรูป จะต้องลากตามเข็มนาฬิกา (clockwise) เมื่อลากมาถึงจุดเริ่มต้น ก็หยุดและกดปุ่ม

HOLD **[Y]** PRESS **[A]**

พื้นที่ที่วัดก็จะคำนวนออกมาปรากฏบนหน้าปัด

2) วัดพื้นที่จากจุดถึงจุด (point-to-point area) พื้นที่ที่วัดจะมีเส้นรอบรูปประกอบด้วยเส้นตรง เช่น แบ่งกรรมสิทธิ์ที่นา ดังนั้นการวัดหาพื้นที่ไม่จำเป็นต้องลาก Cursor ไปตามเส้นรอบรูปเหมือนกับวิธีแรก จะใช้วิธีการบันทึกพื้นที่จากจุดถึงจุด โดยปฏิบัติดังนี้ :-

เลื่อน Cursor ไปที่จุดเริ่มต้น แล้วกดปุ่ม

PRESS **[A]** 99.0000

ตัวบันทึกพื้นที่จะถูก Sel ไว้ที่คูณย์ (0) แล้วกดปุ่ม

HOLD **[P-P ÷]** PRESS **[S/m]** 01.0000

เพื่อให้อยู่ใน Point to Point Mode (01 หมายถึง อยู่ที่จุดเริ่มต้นวัดพื้นที่แบบจุดถึงจุด) จากนั้นก็เลื่อน Cursor ไปที่จุดต่อไปแล้วกดปุ่ม

PRESS **[En]** 02.0000

และเมื่อเลื่อนไปยังจุดต่อไป ก็กดปุ่ม **[EN]** (หรือใช้ Footswitch แทนก็ได้) จนถึงจุดสุดท้าย (เมื่อไปถึงจุดเริ่มต้น) โดยวนตามเข็มนาฬิกา แล้วกดปุ่ม

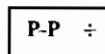
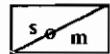
HOLD **[Y]** PRESS **[A]**

พื้นที่ที่วัดก็จะคำนวนออกมาปรากฏบนหน้าปัด

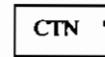
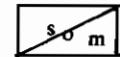
3) วัดพื้นที่ตามเส้นรอบรูปกับจุดถึงจุด (continuous and point to point area) เป็นการวัดพื้นที่ที่มีเส้นรอบรูปประกอบด้วยเส้นตรงและเส้นโค้งผสมกัน วิธีที่สะดวกที่สุดคือ การวัดตามเส้นรอบรูปและจุดถึงจุดพร้อมกันไป โดยทำดังนี้ เลื่อน Cursor ไปที่จุดเริ่มต้น กดปุ่ม

PRESS **[A]** 99.0000

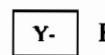
ตัวบันทึกพื้นที่ก็จะถูก Set ไว้ที่คูณ 1 และอยู่ในวิธี Continuous Mode เมื่อเส้นรอบรูปส่วนแรก เป็นเส้นโค้ง ก็ให้ลาก Cursor ไปตามเส้น แต่เมื่อเส้นรอบรูปเป็นเส้นตรงก็ให้เปลี่ยนจาก Continuous Mode เป็น Point to Point Mode โดยกดปุ่ม

HOLD  ÷ PRESS 

และเมื่อเส้นรอบรูปส่วนต่อไปเป็นเส้นโค้งอีก ก็เปลี่ยน จาก Point to Point เป็น Continuous โดยกดปุ่ม

HOLD  • PRESS 

ทำลักษณะเช่นนี้เรื่อยไปจนวัดครบรอบเส้นรอบรูป แล้วกดปุ่ม

HOLD  PRESS 

พื้นที่ที่วัดก็จะคำนวณออกมากปรากฏบนหน้าปัด

11.3 การคำนวณหาพื้นที่จริงในภูมิประเทศ

พื้นที่ที่วัดและคำนวณหาด้วยวิธีการต่าง ๆ จากในแผนที่นั้น จะเป็นอัตราส่วนกับ พื้นที่ในภูมิประเทศจริงที่ตรงกัน ตามขนาดของมาตราส่วนในแผนที่ที่คิดเป็นอัตราส่วนของ พื้นที่ (มาตราส่วนแผนที่เมื่อทำเป็นอัตราส่วนของพื้นที่ ก็ยกกำลังสองมาตราส่วนแผนที่นั้น หักเศษและส่วน) ดังนั้น เมื่อวัดหาพื้นที่ในแผนที่ด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แล้ว เราจึงสามารถที่จะ คำนวณหาพื้นที่จริง (true ground surface) ในทางราบ ได้จากพื้นที่ที่วัดจากแผนที่ จากสูตร

$$\text{พื้นที่จริง} = \text{MA} \times (\text{SN})^2$$

เมื่อ MA = พื้นที่ที่หาในแผนที่ (map area)

SN = ส่วนของมาตราส่วนแผนที่ (scale number)

สำหรับวิธีการหาพื้นที่ในแผนที่บางวิธีนั้น เราสามารถใช้หาพื้นที่จริงได้โดยตรงจากมาตราส่วน ของแผนที่และวิธีการที่ใช้ ที่เทียบอัตราส่วนหน่วยพื้นที่ที่วัดในแผนที่ แผนพื้นที่จริงในภูมิประเทศออกมายก เช่น วิธีการหาพื้นที่จากเส้นตารางพิกัดกริด (grid squares) แต่อย่างไร ก็ตาม วิธีการหาพื้นที่จากในแผนที่ก่อน แล้วนำมาคำนวณหาพื้นที่จริงก็เป็นวิธีการที่มีขั้นตอน ไม่ยุ่งยาก

11.4 การหาพื้นที่และมาตราส่วนของแผนที่จากพื้นที่จริง

ในทางกลับกันกับการหาพื้นที่จริง เมื่อรู้พื้นที่ในภูมิประเทศจริงกับมาตราส่วนแผนที่หรือพื้นที่ในแผนที่ ในลักษณะคู่ใดคู่หนึ่งก็สามารถที่จะคำนวณมาตราส่วนแผนที่ หรือพื้นที่ในแผนที่ได้ ดังเช่นกรณีการหาพื้นที่ในแผนที่ (map area) เมื่อทราบพื้นที่จริงกับมาตราส่วนแผนที่ จะต้องเปลี่ยนมาตราส่วนแผนที่ให้อยู่ในรูปที่เป็นอัตราส่วนของพื้นที่ (second dimension) ด้วยการยกกำลังสองมาตราส่วนแผนที่ทั้งเศษและส่วน ก็จะทำให้ทราบอัตราส่วนของพื้นที่ระหว่างพื้นที่ในแผนที่กับพื้นที่ในภูมิประเทศจริง การหาพื้นที่ในแผนที่จากพื้นที่จริงก็สามารถที่จะคำนวณได้แบบ rule of proportion หรือกำหนดเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{พื้นที่ในแผนที่} = \text{GA} \times (\text{SN})^2$$

เมื่อ GA = พื้นที่จริง (ground area)

SN = ส่วนของมาตราส่วนแผนที่ (scale number)

ส่วนกรณีที่ต้องการมาตราส่วนแผนที่ (map scale) เมื่อทราบอัตราส่วนของพื้นที่ระหว่างพื้นที่ในแผนที่กับพื้นที่จริง ก็จะต้องเปลี่ยนอัตราส่วนของพื้นที่ (second dimension) ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนของระยะ (first dimension) ด้วยวิธีการรากแหน่งกำลังสอง (square root) ของพื้นที่ ดังด่อไปนี้.-

$$\begin{aligned}\text{อัตราส่วนของพื้นที่} &= \frac{\text{พื้นที่ในแผนที่}}{\text{พื้นที่ในภูมิประเทศจริง}} \\ \text{มาตราส่วน} &= \sqrt{\frac{\text{พื้นที่ในแผนที่}}{\text{พื้นที่ในภูมิประเทศจริง}}}\end{aligned}$$

ตัวอย่าง สมมติว่าวัดพื้นที่คำnegoสองพื้นอง จังหวัดสุพรรณบุรี ในแผนที่ได้ 25 ตารางเซนติเมตร พื้นที่จริงมีพื้นที่ 156.25 ตารางกิโลเมตร อยากรารบว่าแผนที่นี้มีมาตราส่วนแผนที่เป็นเท่าไร

$$\begin{aligned}\text{อัตราส่วนของพื้นที่} &= \frac{\text{พื้นที่ในแผนที่}}{\text{พื้นที่จริง}} \\ &= \frac{25}{156.25} \\ \text{มาตราส่วน} &= \sqrt{25} : \sqrt{156.25} \\ &= 5 : 12.5\end{aligned}$$

คือ ระยะบนแผนที่ 5 ซม. : ระยะทางจริง 12.5 กม.

$$\therefore 1 : \frac{(12.5 \times 100,000)}{5} = 250,000$$

∴ แผนที่มีมาตราส่วน 1 : 250,000

ตอบ

11.5 สรุป

การวัดพื้นที่บนแผนที่และคำนวณหาพื้นที่ในภูมิประเทศจริง เป็นข้อมูลที่สำคัญในการใช้แผนที่สำหรับงานด้านต่าง ๆ ที่ต้องการเกี่ยวกับพื้นที่โดยเฉพาะงานทางด้านภูมิศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับความคลาดเคลื่อนที่คำนวณหาพื้นที่จริงจากแผนที่ ซึ่งมีลักษณะแบบรายละเอียดมาก เช่น เกิดจากเส้นโครงแผนที่ ความไม่สม่ำเสมอของธรรมชาติพื้นผิวภูมิประเทศจริง มาตราส่วนแผนที่ และวิธีการใช้เครื่องวัดพื้นที่บนแผนที่

วิธีการการหาพื้นที่บนแผนที่ที่เส้นขอบเขตไม่สม่ำเสมอ มีวิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี แต่ละวิธีจะมีกรรมวิธีที่แตกต่างกัน เช่น วิธีการชุดเส้นขนาน วิธีตารางจตุรัส วิธีการตารางจุด วิธีใช้เส้นตารางกริด วิธีการเรขาคณิต และคณิตศาสตร์ วิธีการชั้นหนาหนักกระดาษ วิธีการวัดจากค่า Co-ordinates หรือใช้เครื่องมือวัดหาพื้นที่แผนที่แบบต่าง ๆ เช่น Planimeter หรือ Digitizer การจะเลือกใช้วิธีการใดขึ้นอยู่กับผู้ใช้และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ที่มี ความละเอียดถูกต้องของการวัดนั้นที่สำคัญที่สุดขึ้นอยู่กับการปฏิบัติของผู้ทำการวัดพื้นที่

เมื่อได้พื้นที่บนแผนที่แล้วก็สามารถคำนวณหาพื้นที่จริงในภูมิประเทศได้จากมาตราส่วนของแผนที่นั้น

คำตามท้ายบท

หมายเหตุ Planimeter มาของใช้ที่ภาควิชาภูมิศาสตร์ ส่วนวิธีอื่น ๆ ทำขึ้นมาเอง

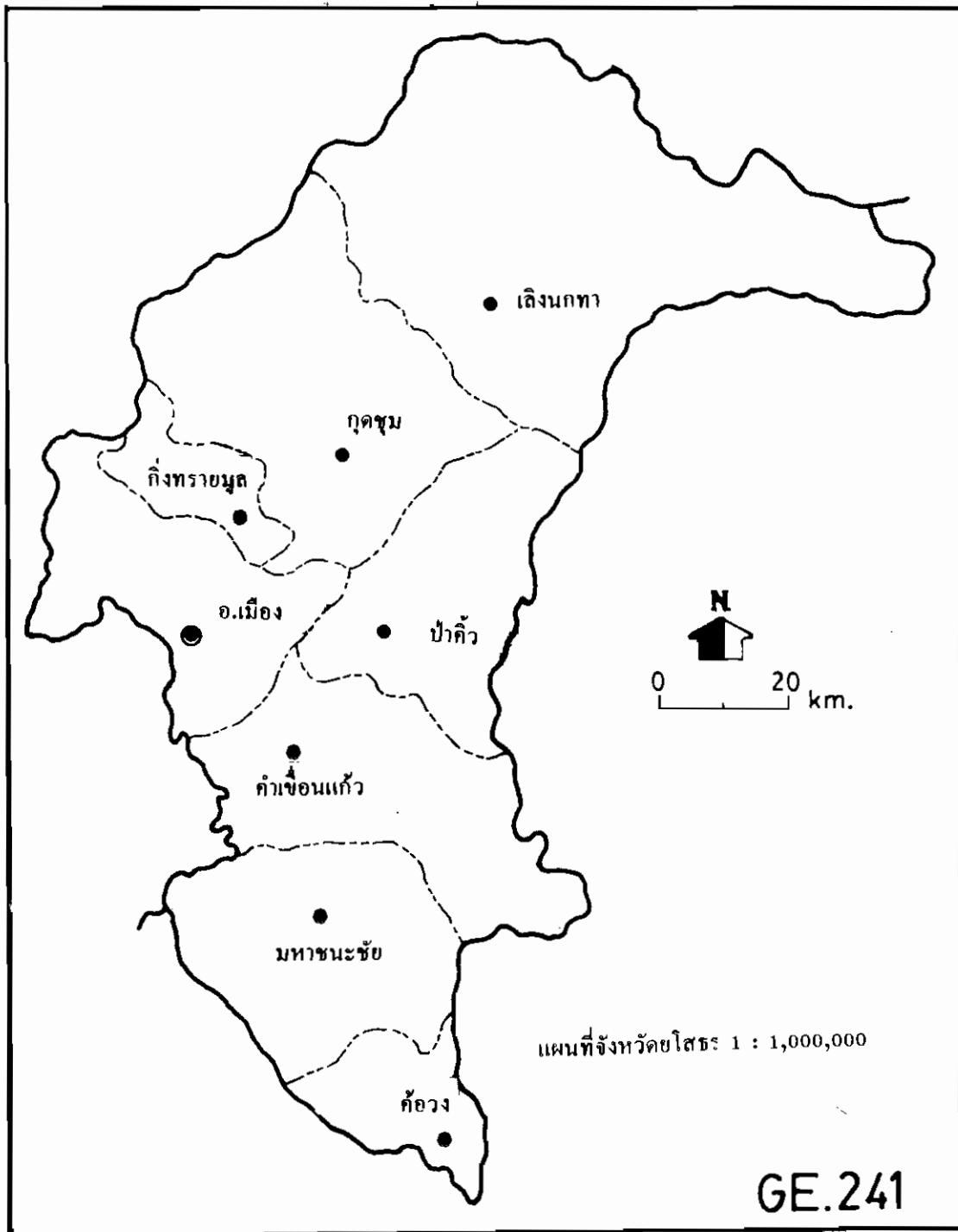
(٣٦)

2. (n)

(16) · 1

352

GE 230



รูปที่ 11.11 แผนที่จังหวัดบุรีรัมย์ ตوبค่าตามท้ายบท