บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการครั้งนี้ผู้วิจัยได้ลำดับหัวข้อการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

2.1 การรังวัดที่ดิน

2.2 ค่าพิกัดฉากในการรังวัดและทำแผนที่ของกรมที่ดิน (Cadastral Coordinate of Department of Lands)

2.3 การให้หมายเลขประจำแปลงที่ดิน (Parcel Identification Number, PIN)

2.4 โครงข่ายหมุดดาวเทียม GPS ของกรมที่ดิน (DOLVRS)

2.5 การคำนวณพื้นที่จากค่าพิกัด UTM

2.6 พื้นที่และปริมาตร

2.7 การประเมินคุณภาพ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การรังวัดที่ดิน

มาตรา 1 แห่งประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ.2497 ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ "การรังวัด" ว่าหมายถึง "การรังวัดปักเขตและทำเขต จด หรือคำนวณการรังวัด เพื่อให้ ทราบที่ตั้ง แนวเขตที่ดิน หรือทราบที่ตั้งและเนื้อที่ของที่ดิน" และมาตรา 65 แห่งประมวล กฎหมายที่ดิน พ.ศ.2497 บัญญัติว่า "การรังวัดเพื่อออกโฉนดที่ดิน ให้เป็นไปตาม หลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง" ซึ่งกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ.2497) ได้ กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการในการรังวัดไว้ดังนี้
หลักเกณฑ์และวิธีการในการรังวัดทำแผนที่เพื่อออกโฉนดที่ดินให้กระทำได้ 2 วิธี คือ

1. แผนที่ชั้นหนึ่ง กระทำโดยวิธีใช้กล้องธีโอโดไลท์ (Theodolite) และเครื่องมือ วัดระยะโยงยึดหลักเขต วัดง่ามมุม ภาคของทิศ หรือใช้กล้องสำรวจแบบประมวลผล หรือ การรังวัดด้วยเครื่องวัดสัญญาณดาวเทียมหรือด้วยเครื่องมือสำรวจประเภทอื่นที่มีความ ละเอียดถูกต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กรมที่ดินกำหนด โดยคำนวณเป็นค่าพิกัดฉาก สืบเนื่องจากหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดินและคำนวณพื้นที่โดยวิธีคณิตศาสตร์จากค่า พิกัดฉากของแต่ละมุมเขต [1]

2. แผนที่ชั้นสอง ซึ่งใช้แผนที่ระวางเป็นหลัก กระทำโดยวิธีวัดระยะเป็นมุมฉาก หรือวัดระยะสกัดเป็นรูปสามเหลี่ยมจากเส้นหมุดหลักฐานโครงงานแผนที่ หรือโดยวิธีจาก รูปถ่ายทางอากาศ และคำนวณเนื้อที่โดยวิธีคณิตศาสตร์หรือโดยมาตราส่วน ที่ดินบริเวณใดควรกระทำโดยวิธีใด อธิบดีกรมที่ดินเป็นผู้กำหนด โดยคำนึงถึง ภูมิประเทศและความเจริญของท้องถิ่นเป็นเครื่องประกอบด้วย ที่ดินในแผนที่ระวางออกโฉนดที่ดินซึ่งทำการรังวัดเพื่อออกโฉนดที่ดินไว้แล้ว โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่ง หรือโดย

วิธีแผนที่ชั้นสอง เมื่อมีความจำเป็นต้องรังวัดใหม่ ให้ทำ การรังวัดโดยมีมาตรฐานเท่าเดิมหรือดีกว่า กล่าวคือ ถ้าในการรังวัดครั้งแรกใช้วิธีแผนที่ ชั้นหนึ่ง การรังวัดใหม่ก็ต้องใช้วิธีแผนที่ชั้นหนึ่งเช่นกัน แต่ถ้าในการรังวัดครั้งแรกใช้วิธี แผนที่ชั้นสอง การรังวัดใหม่จะใช้วิธีแผนที่ชั้นหนึ่งหรือชั้นสองก็ได้

ในการรังวัด ถ้าปรากฏว่าเส้นเขตที่ดินที่ทำการรังวัดเป็นเส้นคดไปคดมา ให้ เจ้าของที่ดินทั้งสองฝ่ายทำความตกลงกำหนดเส้นเขตเสียใหม่ เพื่อให้เป็นเส้นตรงเส้น เดียวหรือหลายเส้นต่อกันได้ เมื่อตกลงกันประการใด ให้พนักงานเจ้าหน้าที่รังวัดไป ตามนั้น ถ้าตกลงกันไม่ได้ เจ้าหน้าที่รังวัดก็ดำเนินการรังวัดไปตามรูปเดิมที่คดเคี้ยวนั้น ในการรังวัดที่ดินหรือเดินพิสูจน์สอบสวน พนักงานเจ้าหน้าที่และคนงาน จำเป็นต้องเข้าไปในที่ดิน หรือบางทีจำเป็นต้องขุดดิน ตัด รานกิ่งไม้ หรือกระทำการอย่าง อื่นแก่สิ่งที่กีดขวางแก่การรังวัดหรือเดินพิสูจน์สอบสวน ซึ่งการกระทำของพนักงานเจ้าหน้าที่ครั้งนี้ ผู้มีสิทธิในที่ดินอาจจะไม่ยินยอมและเกิดการขัดขวางขึ้นได้ เหตุนี้ กฎหมายจึงกำหนดให้อำนาจไว้ คือ

1. มีอำนาจเข้าไปในที่ดินของผู้มีสิทธิในที่ดินหรือผู้ครอบครองในเวลากลางวันได้ แต่จะต้องแจ้งให้ผู้มีสิทธิในที่ดินทราบก่อน และผู้มีสิทธิในที่ดินหรือผู้ครอบครองที่ดินนั้น มีหน้าที่อำนวยความสะดวกตามควรแก่กรณี ผู้ใดขัดขวางหรือไม่ให้ความสะดวกแก่ พนักงานเจ้าหน้าที่ ย่อมมีความผิดต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 1,000 บาท ตามมาตรา 108 ตรี แห่งประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ.2497 "เวลากลางวัน " หมายถึง เวลาตั้งแต่พระอาทิตย์ขึ้นจนถึงพระอาทิตย์ตก

2. มีอำนาจสร้างหมุดหลักฐานการแผนที่ลงได้ตามความจำเป็น

3. มีอำนาจที่จะขุดดิน ตัด รานกิ่งไม้ หรือกระทำการอย่างอื่นแก่สิ่งที่กีดขวางแก่ การรังวัดได้เท่าที่จำเป็น ทั้งนี้ ให้ระลึกถึงการที่จะให้เจ้าของที่ดินได้รับความเสียหายน้อยที่สุด [2]

หลักหมายเขตที่ดิน หรือหมุดหลักฐานการแผนที่ เป็นสิ่งที่พนักงานเจ้าหน้าที่ทำ ไว้เพื่อประโยชน์ในการออกโฉนดที่ดิน ฉะนั้น ถ้าผู้หนึ่งผู้ใดนอกจากพนักงานเจ้าหน้าที่ ทำลาย ดัดแปลง เคลื่อนย้าย ถอดถอนหลักหมายเขตหรือหมุดหลักฐานดังที่กล่าว ย่อมมี ความผิดต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 2,000 บาท หรือจำคุกไม่เกิน 3 เดือน หรือทั้งปรับ ทั้งจำตามมาตรา 109

2.2. ค่าพิกัดฉากในการรังวัดและทำแผนที่ของกรมที่ดิน (Cadastral Coordinate of Department of Lands) [3]

ในการรังวัดแผนที่ชั้นหนึ่ง เพื่อออกโฉนดที่ดิน ตามความหมายในกฎกระทรวง ฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2544 ออกตามความในพระราชบัญญัติให้ใช้ประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ. 2497 ที่กำหนดว่า “แผนที่ชั้นหนึ่งกระทำโดยวิธีใช้กล้องธีโอโดไลท์ และเครื่องมือวัดระยะโยงยึดหลักเขต วัดง่ามมุม ภาคของทิศ เพื่อใช้กล้องสำรวจแบบประมวลผล หรือการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม หรือด้วยเครื่องมือประเภทอื่นที่มีความละเอียดถูกต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กรมที่ดินกำหนด โดย

คำนวณเป็นค่าพิกัดฉากสืบเนื่องจากหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดินและคำนวณพื้นที่โดยวิธีคณิตศาสตร์จากค่าพิกัดของแต่ละมุมเขต” จะเห็นได้ว่า การรังวัดแผนที่ชั้นหนึ่ง ต้อง “คำนวณเป็นค่าพิกัดฉากสืบเนื่องจากหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดิน” ฉะนั้น จึงเห็นได้ว่า “ค่าพิกัดฉาก” ที่สืบเนื่องจากหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดิน จึงมีความสำคัญ จึงกำหนดไว้ในกฎกระทรวง

ค่าพิกัดฉากของหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดิน พอจำแนกได้ดังนี้

1. ค่าพิกัดฉากศูนย์กำเนิด (Rectangular Coordinate) นับเนื่องจากศูนย์กำเนิดแต่ละท้องที่ (Local Origin) ซึ่งมี 29 ศูนย์กำเนิดซึ่งบางศูนย์กำเนิดเป็นค่าสมมติจุดตัดกันของ Latitude และ Longitude ไม่มีถาวรวัตถุในพื้นที่ ส่วนศูนย์กำเนิดอีกประเภทหนึ่ง มีถาวรวัตถุในที่ดิน ส่วนใหญ่จะใช้ยอดเจดีย์ของวัด หรือมีหมุดถาวรในที่ดิน โดยแต่ละศูนย์กำเนิดในจังหวัด และบริเวณจังหวัดข้างเคียง บริเวณไม่ไกล่จากศูนย์กำเนิดมากนัก เพราะไม่คิดความโค้งของเปลือกโลกมาคำนวณค่าพิกัด (Conformal Projection) โดยถือว่าเป็นผิวโลกแบนในพื้นที่ใกล้ศูนย์กำเนิด ความถูกต้องมากที่สุดของตำแหน่งจะอยู่ใกล้ศูนย์กำเนิด (Origin) เท่านั้น

ระวางแผนที่เพื่อการออกโฉนดที่ดินในแต่ละจังหวัดก็สร้างโดยค่าพิกัดฉากที่อ้างอิงกับศูนย์กำเนิดท้องถิ่นในตารางข้างบนนี้ แต่ในทางปฏิบัติก็พบความจริงว่า บางจังหวัดมีศูนย์กำเนิดมากกว่า 1 ศูนย์ การสร้างระวางแผนที่ จึงมีความสับสน

- แต่ละศูนย์กำเนิดมีค่าพิกัดภูมิศาสตร์ (Latitude และ Longitude) กำกับไว้ โดยไม่ทราบว่าเป็นค่าพิกัดที่อางอิงกับพื้นหลักฐานแผนที่ใด (พื้นหลักฐานแผนที่ราชบุรี พื้นหลักฐานอินเดีย 2497 พื้นหลักฐานแผนที่อินเดีย 2518 หรืออื่น ๆ) ซึ่งแต่ละพื้นหลักฐานแผนที่มีความต่างกันมากเมื่อมีการคำนวณค่าพิกัดฉากของมุมระวางแผนที่ที่นับเนื่องจากศูนย์กำเนิดใด ๆ ให้เป็นค่าพิกัดภูมิศาสตร์หรือกลับกัน จึงความสับสนในทางปฏิบัติก่อนโครงการพัฒนากรมที่ดินเพื่อเร่งรัดการออกโฉนดที่ดิน 20 (พ.ศ. 2528 – 2547) การวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ในแต่ละปีงบประมาณ โดยช่างวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ของกองรังวัดและทำแผนที่ กรมที่ดินจะส่งเจ้าหน้าที่ไปคัดค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่จากกรมแผนที่ทหาร เช่น หมุดจากงานโครงข่ายสามเหลี่ยมใหญ่ งานวงรอบชั้นที่ 1 เป็นต้น ผู้ไปคัดค่าพิกัดก็ไม่ทราบรายละเอียดว่าพิกัดภูมิศาสตร์ที่คัดมาได้นั้นเป็นพิกัดบนพื้นหลักฐานแผนที่ใดซึ่งกรมแผนที่ทหารมีการปรับแก้หลายครั้ง ช่างวางโครงของกรมที่ดินก็ไปค้นหาหมุดหลักฐานแผนที่ตามสมุดสนามที่คัดมาแล้วก็รังวัดวางโครงทำวงรอบ โดยใช้หมุดหลักฐานแผนที่ที่คัดมานั้นเป็นหมุดออกและหมุดเข้าบรรจบเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่ และมีหลายครั้งพบว่าหมุดหลักฐานแผนที่เหล่านั้นที่คัดมามีค่าพิกัดไม่สัมพันธ์กันโดยไม่ทราบสาเหตุ

รูปที่ 2.1 ตำแหน่งศูนย์กำเนิด (Local Origin) และพื้นที่ใช้งานแต่ละศูนย์กำเนิด

- บางครั้งพบว่าระวางแผนที่ที่สร้างใช้ในราชการบางกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กับศูนย์กำเนิดในบริเวณดังกล่าว เช่น ระวางแผนที่บริเวณ อ. แม่สะเรียง จ. แม่ฮ่องสอน จึงได้แต่เพียงสันนิษฐานว่าค่าพิกัดที่เริ่มต้นน่าจะเป็นการอ่านประมาณจากแผนที่ภูมิประเทศแล้วทำการรังวัด Azimuth ทางดาราศาสตร์เพื่อหาทิศทางที่กล่าวเช่นนี้เพราะเมื่อทำค่าพิกัดของมุมระวางแผนที่ไปคำนวณปรับให้เป็นค่าพิกัดในระบบ UTM ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มพื้นหลักฐานแผนที่ใด ๆ ได้

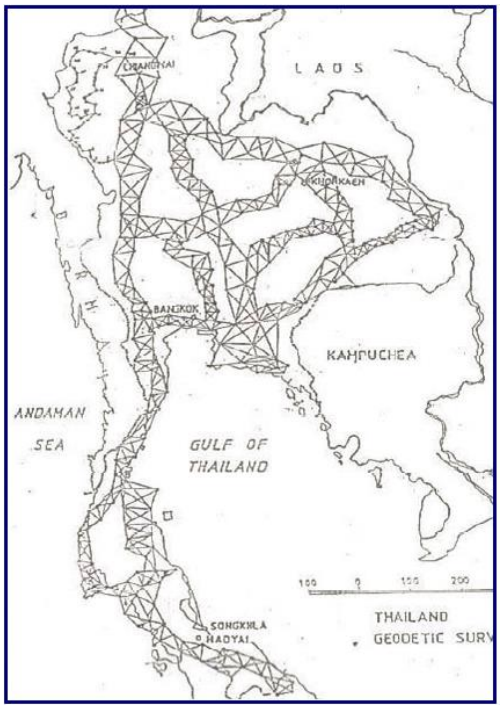
- ศูนย์กำเนิดบางศูนย์ไม่ได้อยู่ในประเทศไทย หรือไม่ได้อยู่ในพื้นที่ใช้งาน เช่น ศูนย์กำเนิดที่ 28 และศูนย์กำเนิดที่ 29 เป็นต้น

2.2.1 การคำนวณพิกัดฉากระบบศูนย์กำเนิด

ข้อกำหนดในระเบียบกรมที่ดินที่เกี่ยวข้องกับการวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ เช่น งานวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่หลัก (Major Traverse) ต้องรังวัด Azimuth ทางดาราศาสตร์จากดาว ทุก

ๆ ระยะ 10 ก.ม. หรือ 20 หมุด ความคลาดเคลื่อนทางมุมในแต่ละช่วงที่ทราบค่าภาคของทิศไม่เกิน 10" √N การแก้ค่ามุมราบจะถูกต้องให้แก้หมุดละ 1" ก่อน โดยเริ่มจากมุมของหมุดออกไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะหมดค่าแก้ หากความคลาดเคลื่อนทางมุมเกินจำนวนหมุดที่ตั้งกล้องก็ต้องแก่เพิ่มอีก 1" ไปจนกว่าจะจบ เช่น มี 45 หมุด ต้องแก้มุม +52" ก็ต้องแก้มุม +2" 7 หมุดแรก ส่วนอีก 38 หมุดที่เหลือแก้มุมละ +1" เป็นต้น เมื่อเป็นเช่นนี้จะเห็นได้ว่าการคำนวณพิกัดจากหมุดแรกออกไปยังหมุดแก้บรรจบ (จากหมุด 1 – 45) จะได้ผลลัพธ์ไม่เท่ากันการคำนวณกลับทาง (จากหมุด 45 – 1) ทั้งนี้เพราะการคำนวณค่าพิกัดแผนที่แต่เดิมใช้การหาค่า sine และ cosine ของภาคของทิศ (Bearing) คูณด้วยระยะราบระหว่างหมุด โดยใช้เครื่องคูณเลขแบบMechanic ส่วนการปรับแก้ค่าพิกัดใช้ Transit’s Rule

รูปที่ 2.2 เครื่องคำนวณแผนที่ที่ช่างรังวัดกรมที่ดินใช้ตั้งแต่ พ.ศ. 2483



รูปที่ 2.3 โครงข่ายหมุดสามเหลี่ยมหลัก ของกรมแผนที่ทหาร (RTSD Primary Triangulation Network) ที่กรมที่ดินใช้อ้างอิงในการวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ ในระบบศูนย์กำเนิด

การคำนวณพิกัดเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่เดิมใช้เครื่องคำนวณ IBM ที่สำนักงานสถิติแห่งชาติ ค่าพิกัดของหมุดหลักฐานแผนที่มีหน่วยเป็นเส้นและทศนิยม 4 ตำแหน่ง โดยใช้อักษร น , ต, อ, และ ฎ แทนค่าพิกัดที่อยู่เหนือ ใต้ ตะวันออกและตะวันตกของศูนย์กำเนิดตามลำดับ

ในปัจจุบันค่าพิกัดศูนย์กำเนิดยังมีใช้ในราชการ แต่เป็นส่วนน้อยเฉพาะบางพื้นที่ของจังหวัดที่ยัง ไม่ได้ปรับปรุงระวางแผนที่เท่านั้น เช่น บางพื้นที่ของอำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี และกรมที่ดินก็ไม่ได้ผลิตระวางแผนที่ระบบศูนย์กำเนิดส่งให้จังหวัดตั้งแต่เริ่มโครงการพัฒนากรมที่ดินฯ (2528)

ระวางแผนที่ระบบพิกัด UTM (UTM Cadastral Map sheet) เมื่อเริ่มโครงการพัฒนากรมที่ดินฯ (2528) กรมที่ดินได้ทำระบบพิกัด UTM มาใช้ในงานวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ มีการสร้างระวางแผนที่เพื่อการออกโฉนดที่ดินโดยใช้พิกัด UTM ได้กำหนดให้มีการเรียกชื่อระวางแผนที่โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ชุด L7017 บนพื้นหลักฐานอินเดียน2518 (IND75 ของกรมแผนที่ทหารเป็นหลัก ระวางแผนที่เพื่อการออกโฉนดที่ดินทั้ง 4 มาตราส่วนที่ใช้ปัจจุบัน (มาตราส่วน 1:4,000, 1:2,000 , 1:1,000 และมาตราส่วน 1: 500) โดย มาตราส่วน 1 : 4,000 จะเรียกชื่อตามชื่อแผ่นแผนที่ภูมิประเทศ และพิกัดของมุมระวางด้านล่างซ้าย โดยใช้พิกัดราบหลักสิบและหลักหน่วย (เลขคู่) ของกิโลเมตร 2 ตำแหน่งตามด้วยพิกัดตั้งหลักสิบและหลักหน่วย (เลขคู่) ของกิโลเมตรอีก 2 ตำแหน่ง เช่น “5136 IV 6634” ส่วนการเรียกชื่อระวางแผนที่มาตราส่วนใหญ่ (1:2000 , 1:1000 และ 1:500) ก็ให้ใส่ชื่อแผ่นระวางนั้นแล้วตามด้วยมาตราส่วน เช่น “5136 IV 6634-7 1:1,000” เป็นต้น

2.2.2 ค่าพิกัด UTM ของหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดิน

การวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดินก็ยังคงใช้อ้างอิงกับหมุดหลักฐานแผนที่และค่าพิกัดที่ได้จากกรมแผนที่ทหาร อยู่บนพื้นหลักฐาน IND75 ส่วนใหญ่จะใช้หมุดหลักฐานแผนที่จากงานโครงข่ายสามเหลี่ยมใหญ่ (Primary Triangulation Network) เป็นหมุดออกและเข้าบรรจบงานวางโครงหมุดหลแผนที่หลัก (Major Traverse) การรังวัดใช้กล้องวัดมุม (Theodolite) และเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิค ระยะทางระหว่างหมุดออกและเข้าบรรจบมีระยะห่างกันมาก บางเส้นโครงานฯมีระยะทางมากกว่า 50 ก.ม. มีหมุดวางรอบ (Traverse Marks) มากกว่า 100 หมุด ต้องมีการรังวัด Azimuth ทางดาราศาสตร์จากดาว ทุกๆ20 หมุด และกำหนดให้เส้นโครงงานหมุดหลัฐานแผนที่หลักมีความคลาดเคลื่อนทางมุมไม่เกิน 10"√(เมื่อ N = จำนวนหมุดตั้งกล้องระหว่างทิศทางบังคับ) และ Accuracy 1:10,000 ส่วนเส้นโครงานหมุดหลักฐานแผนที่ย่อย (Minor Traverse) ให้รังวัด Azimuth จากดวงอาทิตย์ มีความคลาดเคลื่อนทางมุมไม่เกิน 30"√N) และ Accuracy 1:5,000

การคำนวณพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่ ใช้ค่าพิกัดหมุดออกและหมุดเข้าบรรจบ รวมทั้งทิศทางที่ได้จากการังวัด Azimuth ทางดาราศาสตร์ เพื่อบังคับเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่ การปรับแก้ใช้กฎเข็มทิศ (Compass Rule) คือค่าแก้ทางตั้ง (Latitude Correction) แต่ละช่วงเป็นอัตราส่วนของระยะของช่วงนั้นๆ ความยาวของเส้นโครงงานทั้งหมด ของความคลาดเคลื่อนทางตั้ง(Latitude

Error) และค่าแก้ทางราบ (Departure Correction) แต่ละช่วงเป็นอัตราส่วนของระยะของความคลาดเคลื่อนทางราบ (Departure Error) ค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐาน IND75 ของหมุดหลักฐานแผนที่ที่คำนวณได้ ใช้สร้างระวางแผนที่เพื่อการออกโฉนดที่ดินรวมทั้งใช้เป็นหมุดบังคับภาพเพื่อสร้างระวางแผนที่ภาพถ่าย ส่งสำนักงานที่ดิน 435 สำนักงานทั่วประเทศ และใช้ในการเดินสำรวจออกแนดที่ดินทั้งตำบล

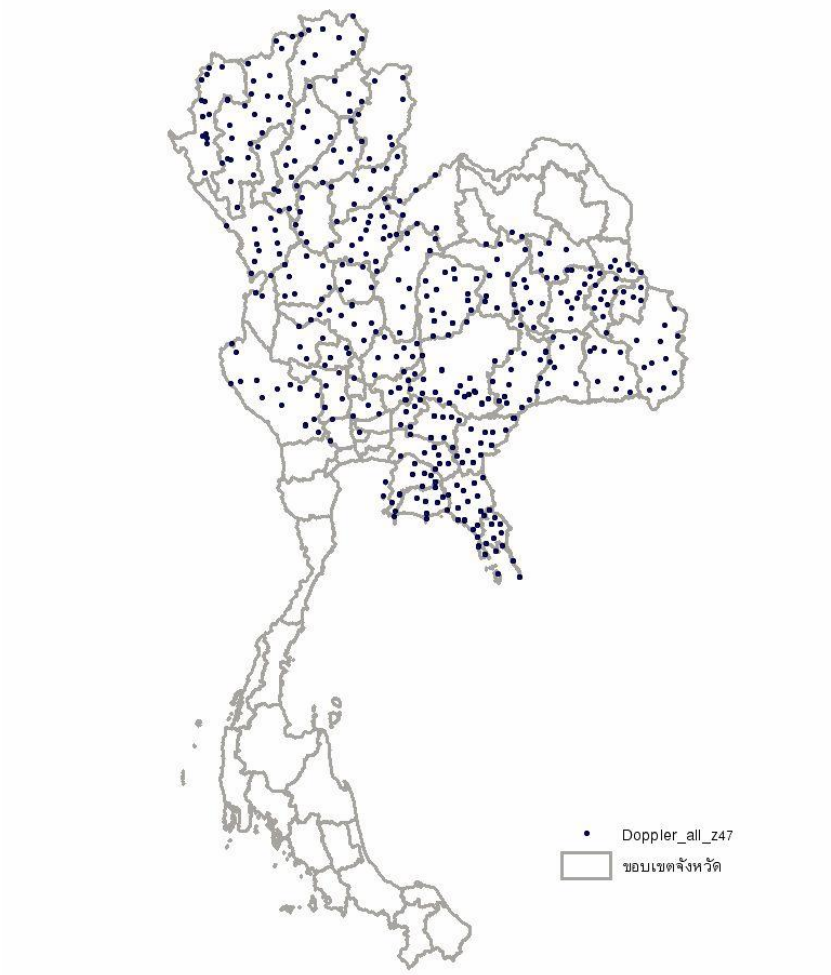
2.2.3 หมุดหลักฐานแผนที่จากการรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Positioning)

เมื่อเริ่มโครงการพัฒนากรมที่ดินและเร่งรัดการออกโฉนดที่ดินทั่วประเทศ พ.ศ. 2528 กรมที่ดินโดยความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ Australทำระบบการรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อการนำร่อง (Satellite Navigation System) มาใช้ เริ่มจากการใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม TRANSIT (ใช้เครื่องรับสัญญาณ Magnavox MX1502) หาค่าพิกัดของหมุดหลักฐานแผนที่ หรือเรียกว่า “หมุด Doppler” โดยคำนวณปรับแก้เป็นโครงข่ายแต่ละหมุดห่างกันประมาณ 30 – 50 ก.ม. เพื่อใช้เป็นหมุดออกและเข้าบรรจบเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่แทนหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร

รูปที่ 2.4 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม Magnavox MX 1502

ต่อมาเมื่อ พ.ศ. 2532 กรมที่ดินใช้การรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ได้สร้างหมุด GPS จำนวนมาก แล้วคำนวณปรับแก้ โดยใช้หมุดหลักฐานแผนที่ 3 หมุดของกรมแผนที่ทหารเป็นจุดตรึง (Fixed)ได้มีการคำนวณปรับแก้แล้วเสร็จเมื่อเดือนกรกฎาคม 2541 จึงเรียกค่าพิกัด UTM ที่ปรับแก้ใหม่นี้ว่า “ค่ากรกฎา41” ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการสร้างระวางแผนที่ในปัจจุบัน แต่เนื่องจากการตรึง (Fixed)โดยใช้หมุดหลักฐานของกรมแผนที่ 3 หมุดดังกล่าวข้างต้น ไม่มีจุดตรึงในภาคใต้ จึงทำให้ค่า

พิกัดทางภาคใต้แกว่ง จึงได้มีการรับสัญญาณ GPS เพิ่มเติม โดยใช้ 18 หมุด ของ กผท. แล้วคำนวณปรับแก้หมุด GPS ในชุดแรก 325 หมุดใหม่แล้วเสร็จเมื่อเดือนสิงหาคม 2551 เรียกว่า “ค่าพิกัด51” และต้องคำนวณหมุดหลักฐานแผนที่ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องให้เป็นค่าพิกัด UTM เนื้อเดียวกัน (Homogeneous) อีกหลายหมื่นหมุด ค่าพิกัด UTM จากการคำนวณทั้ง 2 ครั้ง (ค่ากรกฎา41 และ “ค่าพิกัด 51”) มีความแตกต่างกัน ระหว่าง 0.70 – 1.20 เมตร (ดูตารางเปรียบเทียบค่าพิกัด)



รูปที่ 2.5 หมุด Doppler ของกรมที่ดิน ดำเนินการระหว่าง พ.ศ. 2528-2533

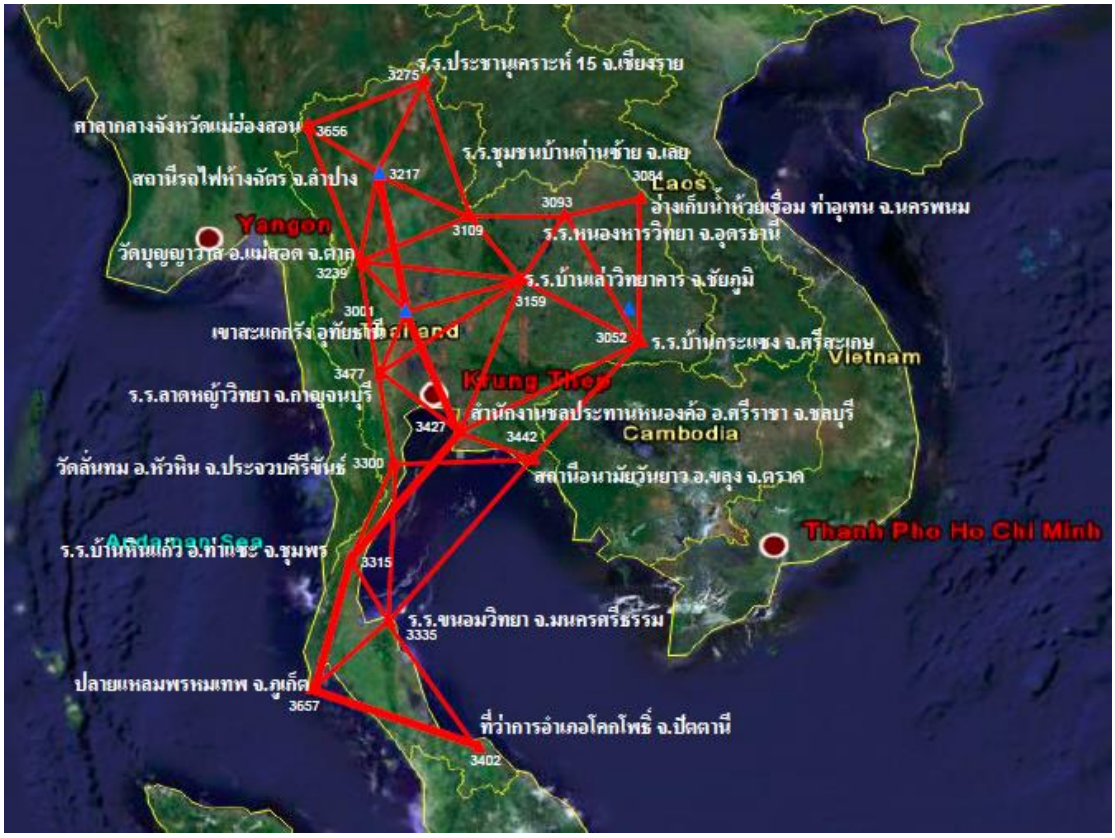
ตำแหน่งหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร 3 หมุด (Δสีฟ้า) ที่ใช้ตรึงโครงข่ายหมุดดาวเทียม GPS ของกรมที่ดิน ปรับแก้เป็นค่า “กรกฎา41” และ หมุดหลักฐานแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร 18 หมุด (Δสีแดง) แล้วคำนวณปรับแก้โครงข่ายหมุดดาวเทียมGPS ของกรมที่ดิน เป็น “ค่าพิกัด51” แต่ค่าพิกัด 51 ยังไม่ได้ให้ใช้ในราชการ จึงเห็นได้ว่าค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐาน India 1975 ของกรมที่ดินในวันนี้ มี 3 ประเภท คือ

1. ค่าพิกัด UTM ก่อนปี 41

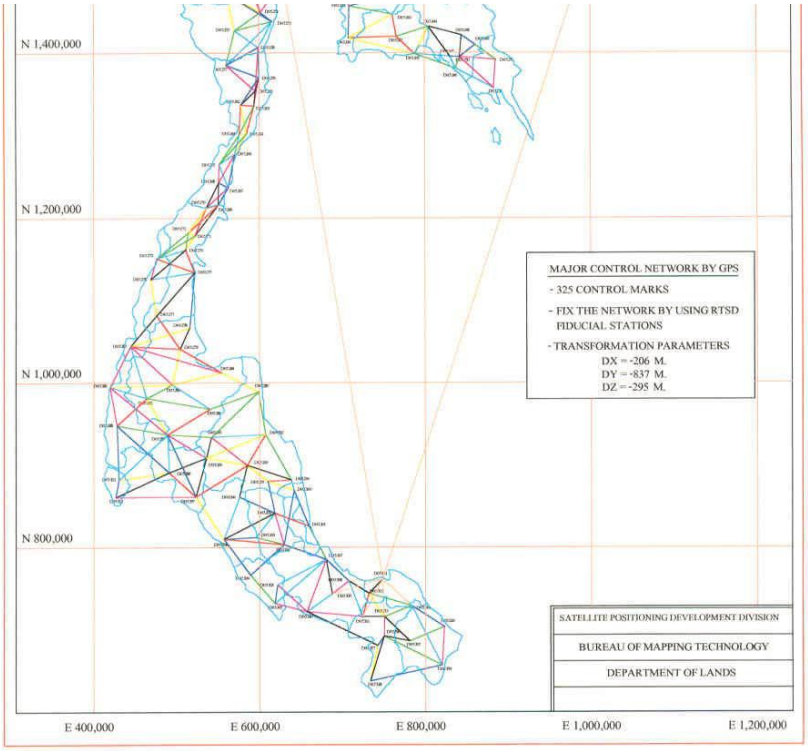
2. ค่าพิกัด UTM “กรกฎา 41”

3. ค่าพิกัด UTM “ค่าพิกัด 51”

สองค่าแรกใช้ในราชการ และสร้างระวางแผนที่จำนวนมาก ส่วน “ค่าพิกัด 51” อยู่ระหว่างการคำนวณแต่อย่างไรก็ตาม การคำนวณพิกัดของหมุดหลักฐานแผนที่จำนวนมาก คงต้องใช้เวลาพอสมควร เส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่บางแห่งสร้างไว้นานมากกว่า 10 ปีหมุดหลักฐานแผนที่อาจสูญหาย เพราะการพัฒนาเมืองรวมทั้งในปัจจุบัน มีการใช้ดาวเทียม GPS อย่างกว้างขวาง และกรมที่ดินนำระบบ VRS (Virtual Reference Station) มาใช้ สามารถสร้างหมุดหลักฐานแผนที่ด้วยความรวดเร็ว มีความละเอียดสูงดีกว่างานวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ และมีการเปลี่ยนพื้นหลักฐานแผนที่ มาใช้ WGS84 (World Geodetic System 1984) กรมแผนที่ทหารก็ผลิตแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ชุด L7018 บนพื้นหลักฐานแผนที่ WGS84



รูปที่ 2.6 ตำแหน่งหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร



รูปที่ 2.7 โครงข่ายหมุด GPS กรมที่ดินที่คำนวณปรับแก้จำนวน 325 หมุด เป็น “ค่าพิกัด51”

สมควรแล้วที่กรมที่ดินจะต้องปรับเปลี่ยนระบบพิกัด UTMบนพื้นหลักฐาน IND75 ให้เป็นพื้นหลักฐาน WGS 84 และอ้างอิงกับแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ที่กรมแผนที่ทหารประกาศให้เป็นแผนที่พื้นฐานใช้ในราชการอยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้เป็นสากล ผลกระทบกับระวางแผนที่เพื่อการออกโฉนดที่ดิน ผลกระทบกับระบบการให้เลขที่ดิน เป็นสิ่งที่แก้ได้แต่ต้องใช้เวลา หากต้องคำนวนค่าพิกัดของหมุดหลักฐานแผนที่ใหม่ทั้งหมดให้เป็น “ค่าพิกัด51” แล้วต้องสร้างระวางแผนที่เพื่อบรรจุรูปแปลงที่ดินใหม่ทั้งหมด และยังไม่เป็นค่าพิกัดUTMบนพื้นหลักฐานแผนที่ที่หลายหน่วยงานใช้อ้างอิง รวมทั้งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดินแห่งชาติที่ต้องการกำหนดมาตรฐานแผนที่ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันอีกด้วย

2.3 การให้หมายเลขประจำแปลงที่ดิน (Parcel Identification Number, PIN)[4]

การให้หมายเลขแปลงที่ดินในประเทศไทย มีใช้มานานกว่า 100 ปี ตั้งแต่มีการออกโฉนดที่ดินก่อนที่จะตั้งเป็นกรมที่ดิน โดยอ้างอิงกับระวางแผนที่ และอ้างอิงกับเขตปกครอง ในปัจจุบันกรมที่ดินได้ออกโฉนดที่ดินแล้วประมาณ 30 ล้านแปลง ได้ให้หมายเลขแปลงที่ดินเป็น 3 ประเภท คือ

1. เลขโฉนดที่ดิน ให้เลขโฉนดที่ดินหมายเลข1 สำหรับที่ดินแปลงแรกที่ออกโฉนดที่ดินในพื้นที่แต่ละอำเภอ และให้เลขโฉนดที่ดินต่อเนื่องกันไปกับที่ดินทุกๆแปลงที่ดินที่ออกโฉนดที่ดินในเขตอำเภอนั้น

2. เลขหน้าสำรวจ ให้เลขหน้าสำรวจหมายเลข1 สำหรับที่ดินแปลงแรกที่ออกโฉนดที่ดินในพื้นที่แต่ละตำบล และให้เลขหน้าสำรวจต่อเนื่องกันไปกับที่ดินทุกๆแปลงที่ดินที่ออกโฉนดที่ดินในเขตตำบลนั้น

3. เลขที่ดิน ให้เลขที่ดิน 1 สำหรับที่ดินแปลงแรกที่ออกโฉนดที่ดินในระวางแผนที่นั้นๆ ไม่วางจะเป็นระวางแผนที่มาตราส่วนใด ก็เริ่มให้เลขที่ดินจากหมายเลข 1 ทุกระวางแผนที่ และนับต่อเนื่องกันไปในแต่ละระวางแผนที่

รูปที่ 2.8 ส่วนของโฉนดที่ดิน แสดงเลขโฉนดที่ดิน เลขหน้าสำรวจ และเลขที่ดิน

เมื่อมีการเปลี่ยนเขตปกครอง เช่น การตั้งอำเภอใหม่ การแบ่งเขตตำบลใหม่ จึงมีผลกระทบต่อการให้เลขโฉนดที่ดิน และการให้เลขหน้าสำรวจ หรือถ้ามีการคำนวณปรับแก้โครงข่ายหมุดหลักฐานแผนที่ใหม่ (Network Readjustment) หรือการปรับเปลี่ยนพื้นหลักฐานแผนที่ (Mapping Datum) ใหม่ ย่อมส่งผลค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่เปลี่ยนไป ทำให้ขอบระวางแผนที่เปลี่ยน และเลขที่ดินอาจเปลี่ยนไปด้วย

หลักฐานที่เกี่ยวกับที่ดินที่เก็บไว้ในสำนักงานที่ดินทั่วประเทศ มีระบบการจัดเก็บที่เป็นระเบียบ โดยการจัดเก็บโฉนดที่ดิน จะเก็บเรียงเลขโฉนดที่ดินแต่ละเขตอำเภอ มีทั้งที่เก็บเป็นเล่ม ๆ ละ 50 ฉบับ หรือ 100 ฉบับ บางสำนักงานจัดเก็บเรียงหมายเลขโฉนดที่ดิน โดยแยกออกจากเล่มใส่ในลิ้นชัก โดยหมายสี และมีกระดาษสีคั่น เพื่อสะดวกในการค้นส่วนสารบบที่ดิน ซึ่งเป็นประวัติของที่ดินแต่ละแปลง จะเก็บตามหมายเลขหน้าสำรวจในแต่ละตำบล และเอกสารการรังวัด จะเก็บตามหมายเลขที่ดินในแต่ละระวางแผนที่ เมื่อนำระบบ Computer มาใช้งาน เอกสารที่เกี่ยวข้องของแต่ละแปลงที่ดิน ต้องนำมารวบรวมเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลให้ถูกต้อง ครบถ้วน และเป็นปัจจุบัน จึงมีแนวคิด เรื่อง การให้หมายเลขที่ดิน (Parcel Identification Number, PIN) ให้เป็นเลขหนึ่งเดียว

(Unique Number) ในโครงการพัฒนากรมที่ดินเพื่อเร่งรัดออกโฉนดที่ดินทั่วประเทศ ในระยะแรก ๆ จึงได้มีการทดลองให้หมายเลขแปลงที่ดิน ให้เป็นเพียงหมายเลขเดียวแทนการให้ 3 หมายเลขแบบเดิม (เลขโฉนดที่ดิน เลขหน้าสำรวจ และเลขที่ดิน) โดยได้ทดลองทำที่สำนักงานกรุงเทพมหานคร สาขาพระโขนง มีการแก้เอกสารที่เกี่ยวข้องไปได้พอสมควร แต่ปรากฏว่าทำให้การปฏิบัติงานด้านการจัดเก็บเอกสาร ในสำนักงานที่ดินกรุงเทพมหานคร สาขาพระโขนง มีความสับสน จัดเก็บและค้นหายาก จึงมีการแก้ไขกลับไปใช้แบบเดิมในระบบงานทะเบียนที่ดิน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่แปลงที่ดินแต่ละแปลงต้องมีหมายเลขประจำแปลง (Parcel Identification Number, PIN) ทั้งนี้เพื่อเป็นเอกลักษณ์เฉพาะแปลง การกำหนดหมายเลขแปลงที่ดิน อาจอ้างอิงกับแผนที่ (Map-based Parcel Identification System) หรืออ้างอิงกับระบบพิกัด (Geographic Coordinate Code, หรือ Geocode) แต่การ กำหนดหมายเลขแปลงที่ดิน จะต้องอยู่ในหลักเกณฑ์ดังนี้

1. เป็นเลขจำเพาะ (Unique Number) ที่ดินแปลงหนึ่งจะมีเลขที่ดินชุดหนึ่งเท่านั้น (One to one) เท่านั้น จะไม่ซ้ำกับที่ดินแปลงอื่นๆ

2. เป็นเลขถาวร (Permanence Number) เป็นเลขที่ใช้กับที่ดินแปลงนั้นตลอดกาล ถ้าที่ดินแปลงนั้นถูกแบ่งแยกออกเป็นแปลงย่อยๆ ต้องให้เลขที่ดินใหม่ทุกแปลง ไม่มีการนำเลขที่ดินเก่ามาใช้ซ้ำอีก

3. เลขที่ดินควรมีจำนวนน้อยหลัก (Few Digits) และไม่ยุ่งยาก เข้าใจได้โดยง่าย จะลดข้อผิดพลาดในการใช้

4. ง่ายต่อการควบคุม การกำหนดหมายเลขแปลงทั้งในกรณีที่มีการแบ่งแยก การรวมแปลง การจัดรูปแปลงที่ดินใหม่ เป็นต้น

5. มีความคล่องตัวในการใช้ ทั้งการทำงานรังวัดที่ดินในภาคสนาม และการใช้งานในสำนักงาน เช่นการคำนวรแผนที่ การจดทะเบียนที่ดิน

6. สามารถอ้างอิงได้กับตำแหน่งในภูมิประเทศ

แนวคิดเรื่องการให้หมายเลขแปลงที่ดินเพียงชุดเดียวจำเพาะ เช่นเดียวกับหมายเลขประจำตัวประชาชน และอ้างอิงกับระบบพิกัด (Geocode) น่าจะเป็นเรื่องที่ควรพิจารณานำมาใช้ เพราะเมื่อใช้ระบบข้อมูลสารสนเทศที่ดิน (Land Information System, LIS) หรือข้อมูลภูมิสานสนเทศภูมิศาสตร์ (Geo graphic Information System, GIS) จะทำให้การบริหารจัดการฐานข้อมูลมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ฉะนั้น เมื่อรูปแปลงที่ดินถูกจัดเก็บให้เป็น digital แล้ว จึงสามารถกำหนด PIN (Parcel Identification Number) ของแปลงที่ดินได้ โดยให้คำนวณหาจุดกึ่งกลางรูปแปลง (Centroid) จะได้พิกัดของจุดกึ่งกลางรูปแปลง (บนพื้นหลักฐานแผนที่ใช้ราชการอยู่) อาจแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

1. การใช้ค่าพิกัดระบบ UTM ของจุด Centroid ของรูปแปลงมากำหนดเป็น PIN ตัวอย่างเช่น จุด Centroid ของแปลงที่ดิน 2 แปลงมีพิกัด UTM ดังนี้

แปลงที่ 1 (Zone47) E 603,145.789 เมตร

N 1,248,370.126 เมตร

แปลงที่ 2 (Zone48) E 213,416.157 เมตร

N 658,795.082 เมตร

การให้ PIN โดยใช้ช้ค่าพิกัด UTM ของ Centroid ของแปลงที่ดินอาจกำหนดได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

1.1 การให้เลขที่ดิน (PIN) ใช้เลข 14 หลัก โดยหลักแรกใช้ 7 แทน Zone 47 หรือ ใช้ 8 แทน Zone 48 (ประเทศไทย มี UTM เพียง 2 Zone) และตามด้วยค่าพิกัด UTM เรียงสลับกับระหว่างค่าเหนือ (Northing) และค่าตะวันออก (Easting) โดยตัดทศนิยมออกทั้งหมด จึงกำหนด PIN ของแปลงที่ดินตัวอย่างดังกล่าวข้างบนได้ดังนี้

แปลงที่ 1 PIN 71620438134750

7 1 62 04 38 13 47 50

Zone 47 N EN EN EN EN EN EN

หลักแรกเป็น UTM Zone ตามด้วยค่าพิกัดเหนือ (Northing, N) แล้ว ค่าตะวันออก (Easting, E) ค่าเหนือ สลับกันไปจากตำแหน่งแรกจนหมดตำแหน่งสุดท้ายไม่นับทศนิยม โดยปกติค่าพิกัดในระบบ UTM แต่ละ Zone ในประเทศซีกเหนือเส้นศูนย์สูตรที่แบ่ง Zone 6° จะมีค่าตะวันออกที่เส้น Meridian กลาง 500,000 เมตร จะเป็นค่าตะวันออกน้อยสุดแต่ละ Zone จึงเริ่ม Meridian ตะวันตกสุดของขอบ Zone (Zone 47, เริ่มที่ longitude 96° หรือ 3° ห่างจาก Meridian กลาง หรือประมาณ 320 ก.ม. เศษ พิกัดตะวันออกน้อยสุดของแต่ละ Zone ประมาณ 180,000 เมตร (500,000เมตร – 320,000เมตร) และค่าพิกัดตะวันออกมากสุดของแต่ละ Zone จะประมาณ 820,000 เมตร (500,000 เมตร + 320,000 เมตร) ค่าพิกัดตะวันออกของทุกพื้นที่แต่ละ Zone จึงมีค่าตะวันออก(Easting)ระหว่าง 180,000 – 820,000 เมตร

สวนค่าพิกัดเหนือ (Northing) ในระบบ UTM ที่มีพื้นที่เหนือเส้นศูนย์สูตร จะมีค่าตั้งแต่ 0 เมตร เป็นต้นไป จนสุดพื้นที่ UTM ประมาณ Latitude 80° N สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ระหว่าง Latitude 5° - 22° เหนือ จึงมีค่าพิกัดเหนือไม่เกิน 2,500,000 เมตร แต่ค่าเหนือ (Northing, N) ของที่ดินบางแปลงที่อยู่ภาคใต้ของประเทศ ที่ Lat. ต่ำ ๆ จะห่างจากเส้นศูนย์สูตรไม่กี่ร้อยกิโลเมตร ค่าพิกัดเหนือของจุด Centroid ของแปลงที่ดินมีเพียงหลักแสนเมตร เช่น centroid ของแปลงที่ 2 ใน Zone 48 ต้องเพิ่ม 0 หน้าค่าพิกัดเหนือ

แปลงที่ 2 PIN 80261538471965

8 0 26 15 38 47 19 65

Zone 48 N EN EN EN EN EN EN

ที่ดินแปลงนี้อยู่ใน Zone 48 PIN ของแปลงที่ดิน เลขที่ดินหลักแรกจึงเป็นเลข 8

1.2 การให้เลขที่ดิน (PIN) ใช้เลข 14 หลัก เลขหลักแรกใช้ 7 แทน Zone 47 หรือ ใช้ 8 แทน Zone 48 ตามด้วยค่าพิกัดตะวันออก (Easting) 6 หลัก และตามด้วยค่าพิกัดเหนือ (Northing) 7 หลักโดยตัดทศนิยมออกทั้งหมด จึงกำหนด PIN ของแปลงที่ดิน ทั้ง 2 แปลงตามตัวอย่างข้างบนได้ดังนี้

แปลงที่ 1 PIN 76031451248370

แปลงที่ 2 PIN 82134160658795

จะเห็นได้ว่าตำแหน่งของจุดกึ่งกลางแปลงใช้พิกัดเพียงหลักเมตรเท่านั้น เศษทศนิยมของเมตรไม่นำมาคิดเป็น PIN ทั้งนี้ เพราะมีข้อสมมติฐานว่าขนาดของแปลงที่ดินต้องมีขนาดเล็กที่สุดไม่น้อยกว่า 1 x 1 เมตร ถ้าต้องการให้ตำแหน่งของ Centroid ปรากฏในแปลงที่มีขนาดเล็กลงอีก ก็อาจกำหนดใน PIN มี 16 หรือ 18 หลักก็ได้ แต่ก็อาจเป็นปัญหาในการเขียน พิมพ์ หรือลงที่หมาย เลขที่ดินในเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งงานทะเบียนที่ดินและงานรังวัด

ถ้าคำนวณหาตำแหน่งของ Centroid แล้วอยู่นอกแปลงที่ดินแปลงที่ต้องการหา PIN ก็สามารถปรับเปลี่ยนจุด Centroid ให้มาอยู่ภายในแปลงที่ดินนั้น ๆ ได้

2. การใช้ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinator) ของจุด Centroid มากำหนดเป็น PIN ของที่ดินแต่ละแปลง ถ้ายอมให้จุด Centroid ของแปลงที่ดินแต่ละแปลงห่างกันได้ใกล้ที่สุดประมาณ 30 ซ.ม. ต้องกำหนด PIN เป็นเลข 17 หลัก (ค่า latitude 8 หลัก ค่า longitude 9 หลัก ใช้เลขหลังจุดทศนิยม 2 ตำแหน่งของฟิลิบดา) การกำหนดPINใช้หลักการเช่นเดียวกัน การกำหนด PIN ในระบบพิกัดฉาก UTM ของ Centroid แต่ละแปลง

สมมุติว่า Centroid ของแปลงที่ดิน 2 แปลง มีพิกัดภูมิศาสตร์ (คำนวณได้) ดังนี้

แปลงที่ 1 Lat. 17° 48' 39".82125 N

Long. 101° 05' 57".39654 E

แปลงที่ 2 Lat. 6° 24' 12".34567 N

Long. 99° 36' 49".02486 E

การให้ PIN แปลงที่ดินกรณีอ้างอิงกับพิกัดภูมิศาสตร์ของ Centroid ของแปลงให้ใช้ PIN 17 หลัก อาจกำหนดเป็น 2 กรณีดังนี้

2.1 การให้ PIN โดยสลับเลข Longitude และ Latitude

การให้ PIN ให้เริ่มจากหลักแรกของ Longitude สลับกับเลขหลักแรกของ Latitude สลับไปจนกว่าจะถึงเลขหลังจุดทศนิยม 2 ตำแหน่งของฟิลิปดา เลขตำแหน่งที่เหลือตัดทิ้ง

- กรณี Latitude ต่ำกว่า 10°หรือ Longitude น้อยกว่า 100° ให้เพิ่ม 0 ด้านหน้าองศา 1 ตัว (เพื่อให้เลขจำนวนองศาของ latitude มี 2 ตำแหน่ง และ longitude มี 3 ตำแหน่ง)

จากข้อกำหนดดังกล่าว PIN ของแต่ละแปลง จึงมีค่าดังนี้

PIN (แปลงที่ 1) 11071408535978329

Lat. 17° 48' 39".82 N

Long. 101° 05' 57".39 E

PIN (แปลงที่ 2) 00969234614293042

Lat. 06° 24' 12".34 N

Long. 099° 36' 49".02 E

2.2 การให้ PIN โดยเรียงเลข Latitude และ Longitude

- การให้ PIN ให้เริ่มจากเลข 8 หลักของค่า Latitude (องศา 2 หลัก ลิปดา 2หลัก ฟิลิปดา 2 หลัก และเลขหลังจุดทศนิยมอีก 2หลัก ส่วนตำแหน่งที่เหลือตัดทิ้ง)
- ตามด้วยเลข 9 หลักของค่า Longitude (องศา 3 หลัก ลิปดา 2หลัก ฟิลิปดา 2 หลัก และเลขหลังจุดทศนิยมอีก 2หลัก ส่วนตำแหน่งที่เหลือตัดทิ้ง)
- กรณี Latitude ต่ำกว่า 10°หรือ Longitude น้อยกว่า 100° ให้เพิ่ม 0 ด้านหน้าองศา 1 ตัว (เพื่อให้เลขจำนวนองศาของ latitude มี 2 ตำแหน่ง และ longitude มี 3 ตำแหน่ง)

การให้ PIN ในกรณีนี้ของแต่ละแปลง จึงเป็นดังนี้

แปลงที่ 1 PIN 17483982101055739

Lat. 17° 48' 39".82 N

Long. 101° 05' 57".39 E

แปลงที่ 2 PIN 06241234099364902

Lat. 06° 24' 12".34 N

Long. 099° 36' 49".02 E

การให้ PIN สำหรับแปลงที่ดิน ทั้ง 2 แบบ มีข้อแตกต่างในส่วนที่เป็นระบบพิกัด UTM และใช้พิกัดภูมิศาสตร์ ของ Centroid เท่านั้น ข้อสำคัญ เมื่อPINแปลงที่ดินเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลในแบบ digital ทั้งหมดแล้ว จะเป็นการสะดวกในการกำหนด PIN ของทุกแปลง เมื่อได้กำหนด PIN ไปแล้วจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล จะไม่มีการนำมาใช้ใหม่ หากแบ่งแยกก็กำหนด PIN ใหม่ทุกแปลง ข้อดีมีหลายประการ เช่น

1. PIN จะเป็นเลขเฉพาะแปลง (Unique Number) จะไม่มีการนำมาใช้ใหม่ ไม่ว่าจะเป็นการรวมหรือแบ่งแยกที่ดิน

2. ไม่มีเลขซ้ำ การให้ PIN จะตรวจสอบกับฐานข้อมูลทุกครั้งโดยระบบComputer

3. พิกัดของ Centroid ไม่ซ้ำตำแหน่ง คำนวณพิกัดได้เร็ว ไม่ว่าจะเป็นพิกัด UTM หรือพิกัดภูมิศาสตร์ เมื่อ PIN จะถูกนำมาใช้สำหรับแปลงที่ดินทุกแปลง ในฐานะที่ผู้เขียนคุ้นเคยกับระบบ การให้หมายเลขที่ดิน ที่อิงกับระวางแผนที่แต่ละระวาง พบว่ามีการให้เลขที่ดินซ้ำ ผลิตระวางแผนที่ซ้ำแผ่นในมาตราส่วนเดียวกัน และใช้ราชการมากกว่า 1 แผ่น ทำความสับสนให้กับระบบเลขที่ดินมา

นาน เมื่อจะทำระบบ PIN มาใช้คงต้องสร้างความคุ้นเคย รวมทั้งอาจมีคำถามตามมาอีกมาก เช่น เอกสารที่เกี่ยวข้องอีกหลายสิบล้านฉบับจะทำอย่างไร โฉนดฉบับหลวงพอแก้ไขได้ โฉนดฉบับที่เจ้าของที่ดินถืออยู่จะแก้ไขอย่างไร จะรู้อย่างไรว่าแปลงที่ดินนั้นอยู่ตำบลอะไร อำเภอใด เมื่อไม่มีเลขหน้าสำรวจ และไม่มีเลขโฉนดที่ดิน ซึ่งปัญหาเหล่านี้ค่าคำตอบได้ไม่ยาก ซึ่งสามารถกำหนดตำแหน่งของแปลงที่ดินในระบบ GIS ได้ด้วย เมื่อใช้ระบบ PIN ดังกล่าว

2.4 โครงข่ายหมุดดาวเทียม GPS ของกรมที่ดิน (DOLVRS) [5]

ช่างรังวัดหรือช่างสำรวจที่ใช้งานอ้างอิงด้านพิกัดของงานหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดินที่มีทั้งช่างรังวัดของกรมที่ดินที่มีมากกว่า 2,300 คน ปฏิบัติงานอยู่ในสำนักงานที่ดินทั่วประเทศ 435 แห่ง ส่วนหนึ่งปฏิบัติงานรังวัดเฉพาะรายโดยวิธีการรังวัดชั้น 1 (ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 49) ปริมาณงานรังวัดแต่ละปีมากกว่า 300,000 ราย ช่างรังวัดอาจไม่มีเวลาพอที่จะค้นคว้าเรียนรู้ Technology ใหม่ๆ ที่เกี่ยวกับงานรังวัดและทำแผนที่

VRS หรือ Virtual Reference Station เป็น Technology การรับสัญญาณ GPS ที่ทำเป็นโครงข่าย (GPS Network) ที่สามารถนำมาคำนวณหาค่าพิกัดได้มีความละเอียดสูงมาก (High Precision) ในระดับเซนติเมตร กรมที่ดินได้นำระบบนี้มาใช้แล้ว ซึ่งขณะนี้อยู่ระหว่างการทดลองใช้ระบบซึ่งได้ตั้ง Reference Station ให้ 5 สถานี ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ชลบุรี และจังหวัดระยอง โดยได้เปรียบเทียบค่าพิกัดของหมุดหลักฐานแผนที่ระหว่างค่าพิกัดของหมุดหลักฐานแผนที่ที่ใช้ค่าพิกัดในราชการในปัจจุบันและค่าพิกัดของหมุดหลักฐานที่ได้จากการรับสัญญาณโดย VRS

RTK ช่างรังวัดของกรมที่ดินคงเคยได้ยินคำว่า RTK มาพอสมควรซึ่งระบบการทำงานประกอบด้วย สถานีฐาน (Base Station) ที่ทราบค่าพิกัด (Known Station) มีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS และมีวิทยุเพื่อส่งข้อมูล ค่าแก้ ต่าง ๆ ไปยังสถานีจร (Rover Station) ที่ต้องการทราบค่าพิกัด โดยสถานีจรจะรับสัญญาณ GPS และรับข้อมูลค่าแก้ต่าง ๆ จากสถานีฐาน เพื่อคำนวณพิกัดตำแหน่งของสถานีจร (Rover Station) ทันทีขณะที่รับสัญญาณดาวเทียม GPS

2.4.1 ข้อจำกัดของการใช้ RTK GPS

- การรับสัญญาณดาวเทียมโดยใช้ RTK มีหลายประการ เพราะค่าพิกัดของ Base Station จะสัมพันธ์ (Relative) กับ Base Station เพียงสถานีเดียวเท่านั้น หากค่าพิกัด Base Station มีความคลาดเคลื่อนก็ส่งผลให้ค่าพิกัดของ Rover Station คลาดเคลื่อนไปด้วย

- สภาพภูมิประเทศที่ปกคลุมด้วยป่า ต้นไม้ หรือมีภูเขาเนินสูง ๆ ต่ำ ๆ ทำให้ระยะทางระหว่าง Base Station และ Rover Station สั้นลง ซึ่งโดยปกติในสภาพภูมิประเทศโล่งจะสามารถดำเนินการได้ในรัศมีประมาณ 10 ก.ม. หากสภาพภูมิประเทศดังกล่าวข้างต้นที่เป็นอุปสรรคต่อสัญญาณวิทยุ ระหว่าง Base Station กับ Rover Station เช่น พื้นที่สวนยางในภาคใต้ อาจมีรัศมีทำ

การได้สั้นลง ซึ่งจากการทดลองในโครงการเดินสำรวจออกโฉนดที่ดิน โดยหาค่าพิกัดของหลักเขตที่ดินโดยวิธี RTK GPS ในเขตอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา พื้นที่ดำเนินการเดินสำรวจเป็นทุ่งนาแต่สภาพภูมิประเทศระหว่างสถานีฐาน และพื้นที่ดำเนินการเป็นสวนยางทึบ ระยะทางจากสถานีฐานถึงสถานีจรจึงสั้นลงเหลือประมาณ 6 – 8 ก.ม. เท่านั้น ฉะนั้น ถ้าต้องการขจัดปัญหาดังกล่าว จำเป็นต้องสร้างหมุดหลักฐานแผนที่ เพื่อใช้เป็นสถานีฐานให้มีความหนาแน่นเพียงพอต่อการใช้งานในสภาพภูมิประเทศที่เป็นอุปสรรคดังกล่าว เช่น ต้องสร้างหมุดหลักฐานแผนที่ทุก ๆ 10 – 15 ก.ม. เป็นต้น ยิ่งมีงานสนามมากเท่าใดย่อมมีค่าใช้จ่ายมากขึ้นเท่านั้น

(A) Base Station (B) Rover Station

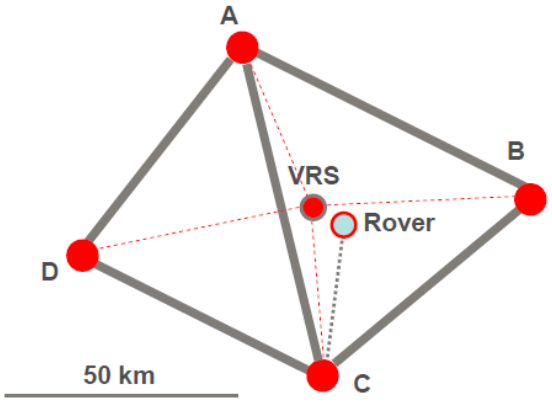
รูปที่ 2.9 การเดินสำรวจเพื่อออกโฉนดที่ดินทั้งตำบลโดยใช้ RTK GPS โดย Base Station มีระยะห่างจาก Rover Station ประมาณ 6-8 กิโลเมตร

2.4.2 หลักการทำงานของ VRS

เมื่อการหาพิกัดตำแหน่งด้วยการรับสัญญาณ GPS ได้พัฒนาเพื่อต้องการความละเอียดถูกต้องของพิกัดตำแหน่งในระดับเซ็นติเมตร ลดความคลาดเคลื่อนต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยหาค่าแก้อันเนื่องมาจากวงโคจรของดาวเทียม ค่าแก้เกี่ยวกับชั้นบรรยากาศ จึงมีการทำหมุดอ้างอิง (Reference Stations) หลาย ๆ หมุดให้เป็นโครงข่าย (GPS Network) โดยแต่ละหมุดอ้างอิงมีระยะห่างกัน 50 – 80 ก.ม. รับสัญญาณดาวเทียม GPS พร้อม ๆ กันแล้ว และมีศูนย์ควบคุม (Control Center) เพื่อคำนวณค่าแก้ที่เกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของวงโคจรดาวเทียม (Satellite Orbit Error) และค่าแก้อันเนื่องมาจากชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Error) การสื่อสารระหว่าง Rover Station และ Control Station เป็นการสื่อสารสองทาง(Bi-directional Communication) โดย Rover Station จะส่งพิกัดตำแหน่งของ Rover Station ไปยัง Control Center ทางเครือข่ายสื่อสาร GSM และรับข้อมูล VRS RTCM จาก Control Center ที่ Control Center มี Server และ Modem ในการ

สื่อสารและสามารถสื่อสารได้พร้อมๆกันหลายๆ Rover Station ในเวลาเดียวกัน (1 GHz PC ที่ Control Center สามารถรองรับได้ประมาณ 100 Rover Stations)

แนวคิดพื้นฐาน เรื่องการทำงานของ VRS ตามรูปที่ 2 โดย A, B, C และ D เป็นหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมอ้างอิง (GPS Reference Stations) โดยปกติถ้ารับสัญญาณแบบ RTK GPS เครื่องรับสัญญาณฯที่ Rover Station จะรับสัญญาณจาก Base Station ที่ใกล้ที่สุด (Base Station C) ซึ่งจะมี ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ(Systematic Error) ดังที่กล่าวข้างต้น เพราะอ้างอิงกับ Base Station เพียงแห่งเดียว แต่ถ้าทั้ง 4 สถานีอ้างอิงรับสัญญาณดาวเทียมพร้อมๆกัน แล้วคำนวนค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบต่างๆ(Geometric and Atmospheric Errors) ของบริเวณที่ครอบคลุมโดย Reference Stations A, B, C และ D ซึ่งเป็นพื้นที่ใหญ่ ในกรณีที่ยกตัวอย่างนี้จะครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 2,500 ตารางกิโลเมตร ซึ่งระบบสามารถคำนวณตำแหน่งอ้างอิงเสมือน (Virtual Reference Station, VRS) ที่ใกล้ๆกับ Rover Station ได้ ซึ่งทำให้ค่าความคลาดคลื่อนเชิงระบบลดลงมาก จึงทำให้พิกัดตำแหน่งของ Rover Station มีความถูกต้องสูงขึ้น



รูปที่ 2.10 โครงข่ายหมุดดาวเทียม GPS สำหรับการทำหมุดอ้างอิงเสมือน (Virtual Reference Station, VRS)

เทคนิคการรับสัญญาณดาวเทียม GPS Network ดังที่กล่าวข้างต้น ได้ถูกนำมาใช้ในหลาย ๆ ประเทศ ทั้งในยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย รวมทั้งหลายๆประเทศในเอเชีย เช่น ประเทศญี่ปุ่น มาเลเซีย สิงคโปร์ บรูไน เป็นต้น

สำหรับประเทศไทย กรมที่ดินเป็นหน่วยงานแรกที่ได้รับงบประมาณ 16 ล้านบาท ได้จัดซื้อระบบโครงข่าย GPS จำนวน 1 ระบบ หรืออาจเรียกว่าระบบ VRS หรือ DOL GPS NET (Department Of Lands GPS Network) โดยได้ทำการติดตั้งสถานีอ้างอิง (Reference Stations) ไว้ที่สำนักงานที่ดิน 5 แห่ง คือ

สำนักงานที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ สาขาบางพลี (BPLE Reference Station)

สำนักงานที่ดินจังหวัดชลบุรี สาขาพนัสนิคม (PNNK Reference Station)

สำนักงานที่ดินจังหวัดชลบุรี สาขาบางละมุง (BLMG Reference Station)

สำนักงานที่ดินจังหวัดชลบุรี สาขาสัตหีบ (STHP Reference Station)
สำนักงานที่ดินจังหวัดระยอง สาขาบ้านค่าย ส่วนแยกปลวกแดง (PLDG Reference Station)

BPLE Reference Station

PNNK Reference Station

BLMG Reference Station

STHP Reference Station

PLDG Reference Station

รูปที่ 2.11 GPS Reference Stations ณ สำนักงานที่ดิน 5 แห่ง

รูปที่ 2.12 ตำแหน่งของ Reference Stations ของ DOL GPS NET

โดยมีศูนย์ควบคุม (Control Center) อยู่ที่ชั้น 2 อาคารรังวัดและทำแผนที่ กรมที่ดิน ถนนแจ้งวัฒนะ อ. ปากเกร็ด จ. นนทบุรี จะมีซอฟต์แวร์ในการรับข้อมูลดิบ (Raw Data) จากสถานีอ้างอิงทั้ง 5 สถานี ทำการประมวลผลข้อมูลโครงข่าย บันทึกข้อมูลดิบ/RINEX ของแต่ละสถานีอ้างอิงเพื่อสามารถนำข้อมูลดิบในช่วงเวลาที่ต้องการมาทำการประมวลผลภายหลัง (Post-Processing) ได้ และส่งค่าปรับแก้ในการทำงานในรูปแบบ RTK โดยสามารถให้ค่าความถูกต้องในระดับเซนติเมตร ทั่วทั้งโครงข่าย เนื่องจากซอฟต์แวร์จะมีการคำนวณหาโมเดลโครงข่ายของ Ionosphere, Troposphere ของสถานีอ้างอิง พร้อมทั้งสร้างสถานีอ้างอิงเสมือน (Virtual Reference Station) ในตำแหน่งที่ใกล้ๆกับบริเวณที่ผู้ใช้งานทำการรังวัดแบบ RTK อยู่ในโครงข่าย

2.4.3 การเปรียบเทียบค่าพิกัด (VRS VS DGPS)

ตารางแสดงเปรียบเทียบค่าพิกัดของหมุดดาวเทียมด้านล่าง จำนวน 18 หมุด (Col.1) โดยค่าพิกัด “VRS Value (Col. 3-4) เป็นการตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ยี่ห้อ Trimble รุ่น NetR5. รับสัญญาณจากดาวเทียมและค่าแก้ อันเนื่องมาจากชั้นบรรยากาศ ความคลาดเคลื่อนดาวเทียมในวงโคจรจาก Control Center โดยตั้งรับสัญญาณ ประมาณ 180 epoch และค่าพิกัด “ค่ากรกฎา41” (Col.5-6) เป็นค่าพิกัด UTM ที่ใช้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบค่าพิกัดที่ได้จาก GPS VRS และ ค่าพิกัดหมุดดาวเทียมที่ใช้ในปัจจุบัน

Marks	VRS Value		ค่ากรกฎา41		Differences		
	Northing	Easting	Northing	Easting	ΔN	ΔE	Distance
100389-1	1,467,810.855	710,679.556	1,467,810.834	710,679.531	0.021	0.025	0.033
100386-1	1,472,885.138	711,570.523	1,472,885.160	711,570.512	-0.022	0.011	0.025
100383-2	1,476,610.198	728,782.285	1,476,610.204	728,782.264	-0.006	0.021	0.022
100381-1	1,489,342.111	736,750.577	1,489,342.120	736,750.576	-0.009	0.001	0.009
100071-1	1,498,436.773	725,767.706	1,498,436.848	725,767.735	-0.075	-0.029	0.080
100065-1	1,488,826.957	732,921.052	1,488,826.965	732,921.107	-0.008	-0.055	0.056
100076-1	1,437,276.419	716,167.785	1,437,276.366	716,167.848	0.053	-0.063	0.082
100077-1	1,422,203.135	711,745.731	1,422,203.125	711,745.762	0.010	-0.031	0.033
100079-1	1,418,992.596	713,691.933	1,418,992.587	713,691.971	0.009	-0.038	0.039
100081-1	1,424,278.743	709,771.986	1,424,278.722	709,772.011	0.021	-0.025	0.033
1410791	1,410,791.470	706,896.550	1,410,791.432	706,896.525	0.038	0.025	0.045
100086-1	1,430,337.083	714,155.987	1,430,337.077	714,156.021	0.006	-0.034	0.035
100358-1	1,421,690.688	707,485.788	1,421,690.720	707,485.786	-0.032	0.002	0.032
100360-1	1,456,836.787	709,612.409	1,456,836.793	709,612.411	-0.006	-0.002	0.006
100369-1	1,439,935.860	709,621.663	1,439,935.843	709,621.694	0.017	-0.031	0.035
100374-1	1,450,296.402	708,170.630	1,450,296.425	708,170.604	-0.023	0.026	0.035
100391-1	1,428,291.453	706,442.634	1,428,291.463	706,442.668	-0.010	-0.034	0.035
100393-1	1,446,577.835	708,515.247	1,446,577.900	708,515.244	-0.065	0.003	0.065

ในราชการปัจจุบัน ได้มาจากการปรับแก้โครงข่ายหมุดดาวเทียมที่ใช้หมุดหลักฐานแผนที่ของกรมแผนที่ทหารจำนวน 3 หมุด (หมุดหมายเลข D05067, D05093 D05131) เป็นจุดคงที่ (Fixed Station) แล้วปรับแก้หมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดินทั้งหมด ได้ทำการปรับแก้แล้วเสร็จ เมื่อเดือนกรกฎาคม 2541 จึงเรียกว่า “ค่ากรกฎา 41” ซึ่งเป็นค่าพิกัดที่ใช้ในการสร้างระวางแผนที่ในระบบ UTM พื้นหลักฐาน IND 1975 ทั้งระวางแผนที่รูปถ่ายทางอากาศ ระวางแผนที่ภาคพื้นดิน ในการออกโฉนดที่ดินในปัจจุบัน

“Differences” ทั้งค่าพิกัดตะวันออก (ΔE) และค่าพิกัดเหนือ (ΔN) คือความต่างพิกัดระหว่าง “VRS COOR” – “ค่ากรกฎา41” จากตารางเปรียบเทียบค่าพิกัด จะเห็นว่า ความต่างพิกัดไม่มาก (ระดับเซ็นติเมตร) การปฏิบัติงานสนามรวดเร็ว การรับสัญญาณดาวเทียมแต่ละหมุดประมาณ 3 นาที การใช้งานสะดวก อบรมการใช้งานในระดับปฏิบัติกับช่างรังวัดที่มีพื้นความรู้งานรังวัดทั่วไปใช้เวลาเพียงเล็กน้อย (3-6 ช.ม.) สามารถปฏิบัติงานสนามได้

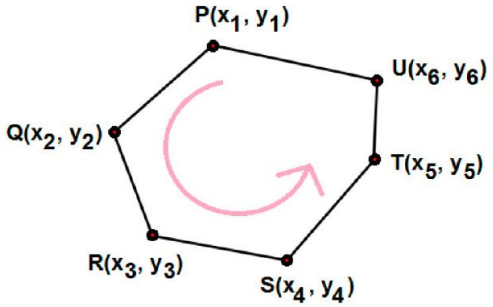
จึงเห็นได้ว่า DOL GPS NET จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในงานรังวัดและทำแผนที่ที่ต้องการความละเอียดระดับเซ็นติเมตร ทุกพื้นที่ที่โครงข่ายครอบคลุม ไม่ต้องสร้างหมุดหลักฐานแผนที่เหมือนเดิม เช่นการวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ เพราะถ้าต้องการค่าพิกัดที่จุดใดๆ (Rover Station) ก็นำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมไปตั้งรับสัญญาณฯเพียง 3 นาทีก็ได้ค่าพิกัดที่มีความละเอียดที่ต้องการ

2.5 การคำนวณพื้นที่จากค่าพิกัด UTM

การคำนวณหาพื้นที่ ในการรังวัดและทำแผนที่ สมัยก่อน สามารถทำได้ โดยใช้ กล้องสำรวจรังวัด (Theodolite) ในการวัดมุม และระยะทาง เพื่อนำมาคำนวณค่าพิกัดฉาก และคำนวณวงรอบ (Traverse) เพื่อที่จะนำมาคำนวณเป็นพื้นที่บนระนาบ จากนั้น ต้องมีการลดทอนลงสู่เนื้อที่บนผิวของโลกจำลอง (Sphereoid) ที่ได้ค่าของพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นผิวโลกจริงมากที่สุด

ในปัจจุบัน การรังวัดและทำแผนที่ อาศัยการรังวัดโดยระบบดาวเทียม GPS ที่ได้ค่าพิกัด เป็นปัจจุบัน โดยไม่ต้องเสียเวลาในการคำนวณจากมุมและระยะทาง แบบกล้องสำรวจรังวัด อย่างไรก็ตามความถูกต้องของการรังวัดโดยระบบดาวเทียม GPS จะขึ้นอยู่กับ อุปกรณ์ที่เลือกใช้ วิธีการรังวัดและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ เช่น การใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบรังวัด (surveying receiver) โดยใช้ วิธีการรังวัดแบบสถิตย์ (Static) ในพื้นที่เปิดโล่งไม่มีอาคาร หรือต้นไม้ใหญ่ ในพื้นที่ โดยรอบจะทำให ได ค่าพิกัดที่ถูกต้องในระดับ เซนติเมตร แต่ถ้าใช้ เครื่องรับสัญญาณแบบนำทาง (Navigation receiver) โดยใช้ วิธีเดินสำรวจ และไม่มีการรับสัญญาณซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำค่าพิกัดมาเฉลี่ย ก็จะมีค่าคลาดเคลื่อนในระดับสิบเมตร เป็นต้น

การคำนวณหาพื้นที่บนระนาบ โดยใช้ ค่าพิกัด สามารถทำได้ โดยอาศัยการคำนวณ ดังนี้ สมมติว่าทราบค่าพิกัดของแต่ละจุด ดังภาพ



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างค่าพิกัดตำแหน่งของจุด

การหาพื้นที่ของรูปนี้ คำนวณได้ โดยการนำพิกัดของแต่ละจุด มาเรียงทวนเข็มนาฬิกา ตามสูตรด้านล่าง

$$\text{พื้นที่} = \frac{1}{2} \cdot \begin{vmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_4 & y_4 \\ x_5 & y_5 \\ x_6 & y_6 \\ x_1 & y_1 \end{vmatrix}$$

คูณลงเป็นบวก คูณขึ้นเป็นลบและต้องนำพิกัดของจุดเริ่มมาเป็นจุดสุดท้ายด้วย

$$= \frac{1}{2} \cdot (x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_4 + x_4y_5 + x_5y_6 + x_6y_1 - x_2y_1 - x_3y_2 - x_4y_3 - x_5y_4 - x_6y_5 - x_1y_6)$$

สมการที่ 1

แต่จากการคำนวณข้างต้น ผลที่ได้จะเป็นพื้นที่บนระนาบ ซึ่งจะคลาดเคลื่อนจากพื้นที่จริงตามความลาดชันที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น ต้องทำการลดทอนค่าพื้นที่ลงสู่พื้นผิวจำลองของโลก (Spheroid) โดยอาศัยค่าของมาตราส่วนลดทอน (Scale factor) และสัมประสิทธิ์การลดทอนสู่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (Sea level coefficient) มารวมในการคำนวณด้วยเพื่อปรับแก้ค่าของพื้นที่ให้ตรงกับความเป็นจริง

2.5.1 การคำนวณมาตราส่วนลดทอน (Scale factor)

ในการคำนวณมาตราส่วนลดทอน (Scale factor) จำเป็นต้องใช้ การคำนวณตาม สมการการฉายแผนที่ของ Transverse Mercator เพื่อทำการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ก่อน ในกรณีการคำนวณตาม Meade's Nested-form (อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์ , ม.ป.ป.) จะมีรูปแบบดังนี้

$$X = A_1 L\left(1 + L^2\left(A_3 + L^2\left(A_5 + A_7 L^2\right)\right)\right)$$
$$Y = k_0 m + A_2 L^2\left(1 + L^2\left(A_4 + A_6 L^2\right)\right)$$

สมการที่ 2

โดยที่

$$L = \lambda \cos\phi$$
$$t = \tan\phi$$
$$A_1 = k_0 N$$
$$A_2 = \frac{1}{2} k_0 N \cdot t$$
$$A_3 = \left(1 - t^2 + \eta^2\right)/6$$
$$A_4 = \left(5 - t^2 + \eta^2\left(9 + 4\eta^2\right)\right)/12$$
$$A_5 = \left(5 - t^2\left(18 - t^2\right) + \eta^2\left(14 - 58t^2\right)\right)/120$$
$$A_6 = \left(61 - t^2\left(58 - t^2\right) + \eta^2\left(270 - 330t^2\right)\right)/360$$
$$A_7 = \left(61 - t^2\left(479 - 179t^2 + t^4\right)\right)/5040$$

ค่า λ ในสมการข้างต้นหมายถึงค่าลองจิจูดระหว่างตำแหน่งที่กำลังพิจารณากับ Central Meridian ส่วนค่า k0 หมายถึง Scale Factor ที่ Central Meridian สมการการฉายย้อนกลับของการฉายแผนที่แบบ UTM ซึ่งสามารถนำไปใช้ คำนวณหาค่าพิกัดภูมิศาสตร์จากพิกัดฉาก X, Y คือ

$$\phi = \phi' + B_2 Q^2 \left(1 + Q^2 \left(B_4 + B_6 Q^2\right)\right)$$
$$\lambda = Q\left(1 + Q^2 \left(B_3 + Q^2 \left(B_5 + B_7 Q^2\right)\right)\right) / \cos\phi$$

สมการที่ 3

โดยที่

$$Q = \frac{X}{k_0 \cdot N}$$
$$B_2 = \frac{-t(1+\eta^2)}{2}$$
$$B_3 = -\frac{1+2t^2+\eta^2}{6}$$
$$B_4 = -\frac{5+3t^2+\eta^2\left(1-9t^2-4\eta^2\right)}{12}$$
$$B_5 = \frac{5+t^2\left(28+24t^2\right)+\eta^2\left(6+8t^2\right)}{120}$$
$$B_6 = \frac{61+t^2\left(90+45t^2\right)+\eta^2\left(46-252t^2-90t^4\right)}{360}$$
$$B_7 = -\frac{61+t^2\left(662+1320t^2+720t^4\right)}{5040}$$

เทอมต่าง ๆ ตามสมการข้างต้นที่เป็นฟังก์ชั่นของค่า φ เช่น t,η, N จะคำนวณได้ โดยใช้ ค่า Foot-point Latitude φ' แทนค่า Geodetic Latitude Foot-point Latitude คำนวณได้จากสูตร

$$\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\tan u\right)$$

สมการที่ 4

a, b คือกึ่งแกนยาวและกึ่งแกนสั้นของ Ellipsoid ส่วนค่า u คำนวณได้ จากสมการ

$$u = P_1\phi_0 + P_2 \sin 2\phi_0 + P_3\left(5\sin 2\phi_0 - 8\phi_0\right)\cos^2\phi_0$$
$$P_1 = 1 - \frac{1}{4}e'^2 + \frac{11}{64}e'^4$$
$$P_2 = \frac{1}{8}e'^2 - \frac{13}{128}e'^4$$
$$P_3 = \frac{e'^2}{64}$$
$$\phi_0 = \frac{Y}{b}$$

ในกรณีที่ทราบพิกัดภูมิศาสตร์ ค่า Scale Factor ของตำแหน่งที่พิจารณาสามารถคำนวณได้ จาก Meade's Nested Solution ตามสมการที่ 5 ข้างล่าง

$$k = k_0\left(1 - F_2L^2\left(1 + F_4L^2\right)\right)$$

โดยที่

$$F_2 = \frac{1+\eta^2}{2}$$

$$F_4 = \frac{5 - 4t^2 + \eta^2\left(9 - 24t^2\right)}{12}$$

สมการที่ 5

ในกรณีที่ทราบพิกัดฉาก UTM ค่า Scale Factor คำนวณได้ จากสมการที่ 6

$$k = k_0\left(1 - G_2Q^2\left(1 + G_4Q^2\right)\right)$$

โดยที่

$$G_2 = \frac{1+\eta^2}{2}$$

$$G_4 = \frac{1+5\eta^2}{12}$$

สมการที่ 6

η คำนวณโดยใช้ Foot-point Latitude ตามสมการที่ 4

2.5.2 การคำนวณสัมประสิทธิ์การลดทอนสู่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (Sea level coefficient)

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนสู่ระดับน้ำทะเลปานกลาง สามารถทำได้ ดังสมการที่ 7

$$SL = \frac{G}{G+H}$$

สมการที่ 7

โดยที่

SL = สัมประสิทธิ์การลดทอนสู่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (Sea Level Coefficient)

G = รัศมีของโลกตาม Spheroid ที่เลือกใช้

H = ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

กรณีของค่า H ถ้าพื้นที่มีขนาดเล็ก อาจใช้ ค่า H เฉลี่ยของทั้งพื้นที่ (ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย, 2545)

2.5.3 การคำนวณพื้นที่จากค่าพิกัด UTM

การคำนวณพื้นที่ โดยใช้มาตราส่วนลดทอน และสัมประสิทธิ์การลดทอนสู่ระดับน้ำทะเลปานกลาง มาคำนวณร่วมกันเพื่อลดทอนพื้นที่สู่พื้นผิว Spheroid สามารถทำได้ ตามสมการที่ 8

(ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย, 2545)

$$As = \frac{A}{(KxSL)^2}$$ สมการที่ 8

โดยที่

As = พื้นที่ที่ได้ รับการลดทอนอยู่บน Spheroid

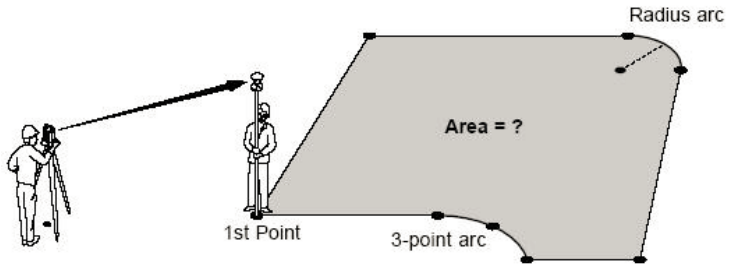
A = พื้นที่ที่คำนวณได้ จากค่าพิกัด UTM ตามสมการที่ 1

K = มาตราส่วนลดทอน (Scale factor) ตามสมการที่ 6

SL = Sea Level Coefficient ตามสมการที่ 7

2.6 พื้นที่และปริมาตร

การทำงานรังวัดอาจมีจุดมุ่งหมายต้องการหาพื้นที่ของบริเวณใดบริเวณหนึ่ง พื้นที่ในงานรังวัดจะหมายถึงพื้นที่บนระนาบราบไม่ใช่พื้นที่ตามผิวดินจริง หรือพื้นที่ในระนาบดิ่งในกรณีที่หาพื้นที่ของรูปตัดขวาง และบางครั้งก็อาจต้องการรู้ปริมาตร โดยเฉพาะปริมาตรของวัสดุที่ใช้ในงานวิศวกรรม เช่น ปริมาตรดิน หิน น้ำ แร่ เป็นต้น (วินิจ จึงเจริญธรรม, 2556)



รูปที่ 2.14 การวัดหาพื้นที่

วิธีการหาพื้นที่และปริมาตรมีหลายวิธี แต่ละวิธีต้องการข้อมูลเพื่อนำมาคำนวณที่แตกต่างกัน วิธีการหาข้อมูลอาจเป็นการหาข้อมูลจากการวัดในงานสนามหรือจากแผนที่เขียนไว้ ซึ่งวิธีแรกจะให้ความถูกต้องดีกว่า เพราะวิธีที่สองจะมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเขียนรูปเพิ่มขึ้นอีก นอกจากนี้ยังอาจใช้ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณค่าอื่นๆมาคำนวณหาพื้นที่ ส่วนการหาปริมาตรมักต้องใช้ข้อมูลจากการหาพื้นที่ ในงานรังวัดอาจพิจารณาวิธีการหาพื้นที่และวิธีการหาปริมาตรได้ดังนี้

1.1. วิธีการหาพื้นที่แบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

(1) การหาพื้นที่โดยการรังวัดพื้นที่

(2) การหาพื้นที่โดยการวัดจากแผนที่หรือแผนผัง

(3) การหาพื้นที่จากค่าระยะฉากและพิกัดฉาก

1.2. วิธีการหาปริมาตรแบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

(1) การหาปริมาตรจากพื้นที่รูปตัด

(2) การหาปริมาตรจากเส้นชั้นความสูง

(3) การหาปริมาตรจากจุดความสูง

1. การหาพื้นที่โดยการรังวัดพื้นที่

การคำนวณพื้นที่หรือคำนวณปริมาตรควรทำเป็นรูปแบบที่ดูง่ายและตรวจสอบง่าย การตรวจสอบควรกระทำโดยผู้อื่นโดยใช้วิธีคำนวณวิธีเดียวกัน หรือผู้คำนวณเป็นผู้ทำการตรวจสอบเองโดยใช้วิธีคำนวณวิธีอื่นถ้าการคำนวณถูกต้องผลการคำนวณต้องเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน ความถูกต้องของผลลัพธ์ของการคำนวณพื้นที่และปริมาตรจะขึ้นกับปัจจัย 3 อย่างคือ

ก) ความถูกต้องของการรังวัดในสนาม

ข) ความถูกต้องของการเขียนแผนผัง ถ้าการคำนวณนั้นวัดจากแผนผังที่เขียนไว้

ค) วิธีการที่ใช้ในการคำนวณ ถ้ารูปที่คำนวณไม่เป็นรูปทรงทางเรขาคณิต ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะเป็นค่าที่ใกล้เคียงเท่านั้น

1.การหาพื้นที่โดยการรังวัดพื้นที่ การรังวัดในพื้นที่เพื่อนำข้อมูลที่วัดได้มาคำนวณหาพื้นที่ วิธีการรังวัดจะวางเส้นรังวัดให้ทับแนวเขตพื้นที่และให้คลุมพื้นที่ทั้งหมด แล้ววัดระยะที่จำเป็นต่อการคำนวณมักไม่นิยมวัดมุม วิธีการรังวัดได้แก่

1.1. พื้นที่รูปทรงเรขาคณิต โดยแบ่งพื้นที่ด้วยเส้นรังวัดออกเป็นรูปทางเรขาคณิต เช่น รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมจตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น แล้วคำนวณหาพื้นที่ด้วยสูตรทางเรขาคณิต พื้นที่ของรูปเรขาคณิตคำนวณตามสูตรต่อไปนี้

1) พื้นที่รูปสามเหลี่ยม (A) เมื่อ a b c เป็นความยาวด้านทั้งสาม

ก) $A = \sqrt{s\,(s-a)\,(s-b)\,(s-c)}$

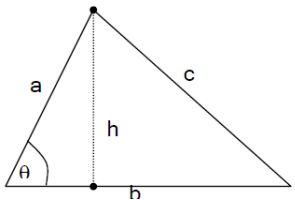
เมื่อ $s = \frac{a+b+c}{2}$

ข) $A = \frac{1}{2}\,b\,h$

เมื่อ h = ความสูงวัดจากด้าน b

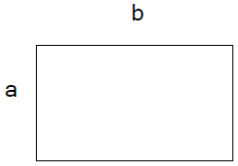
ค) $A = \frac{1}{2}\,a\,b\,\sin(\theta)$

เมื่อ θ = มุมระหว่างด้าน a และ b



2) พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (A) $A = a \times b$

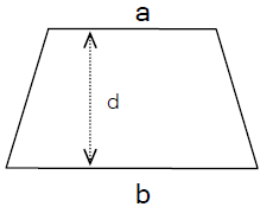
$A = a \times b$



เมื่อ *a* และ *b* เป็นความยาวด้านทั้งสองที่ตั้งฉากกัน

3) พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (A)

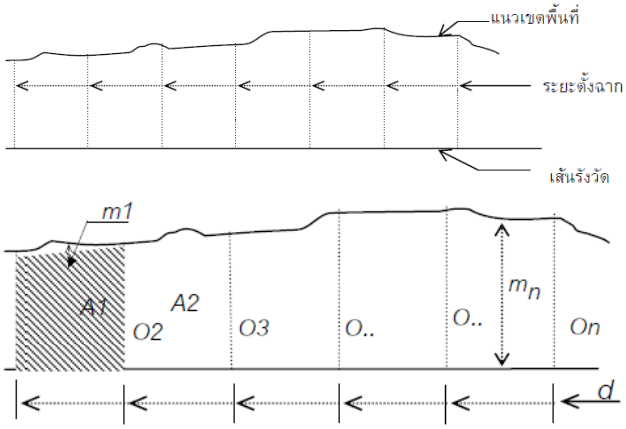
$$A = \frac{1}{2}(a + b)\ d$$



เมื่อ a, b เป็นความยาวของด้านทั้งสองที่ขนานกัน

d เป็นระยะห่างของเส้นคู่ขนาน

1.2. วัดระยะตั้งฉาก (Offset) จากเส้นรังวัด เป็นการหาพื้นที่ระหว่างเส้นตรงกับแนวคดโค้งไม่สม่ำเสมอ โดยทั่วไปแนวเขตพื้นที่มักไม่เป็นเส้นตรงแต่จะคดโค้งไปตามแนวธรรมชาติ เช่น แนวชายฝั่งแม่น้ำ แนวชายป่า แนวโค้งถนน เป็นต้น การรังวัดจะวัดระยะตั้งฉากจากเส้นตรงหรือเส้นรังวัดที่วางแนวไว้ ไปยังแนวเขตพื้นที่ด้วยช่วงห่างคงที่



ให้ d เป็น ระยะช่วงที่เท่าๆกัน

O เป็น ระยะตั้งฉากที่จุดแบ่งช่วง

m เป็น ระยะตั้งฉากที่จุดกลางช่วง

การคำนวณพื้นที่สามารถ คำนวณได้หลายวิธี ดังนี้

1) Mid-Ordinate Rule แบ่งเส้นรังวัดออกเป็นช่วงเท่าๆกันแล้ววัดระยะตั้งฉากที่จุดกลางช่วงไปยังเส้นแนวเขต พื้นที่แต่ละช่องเท่ากับระยะตั้งฉากที่จุดกึ่งกลางคูณระยะช่วง

$$A1 = m1 \times d$$

$$A = (m1+m2+m3+...+m_n) \times d$$

2) Average Ordinate Rule แบ่งเส้นรังวัดออกเป็นช่วงเท่าๆกัน วัดระยะตั้งฉากที่จุดแบ่งไปยังแนวเขตพื้นที่ พื้นที่เท่ากับระยะตั้งฉากเฉลี่ยคูณระยะทางทั้งหมด

$$A = \frac{(O1+O2+O3+...+On)}{n} \times D$$

3) Trapetzoidal Rule แบ่งเส้นรังวัดออกเป็นช่วงเท่าๆกัน วัดระยะตั้งฉากที่จุดแบ่งไปยังแนวเขตพื้นที่ สมมุติฐานของวิธีนี้คือ พื้นที่แต่ละช่องระหว่างระยะตั้งฉากสองเส้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีพื้นที่เท่ากับค่าเฉลี่ยของระยะตั้งฉากคู่หนึ่งคูณด้วยระยะระหว่างเส้นตั้งฉากคู่นั้น ฉะนั้นด้านแนวเขตที่เป็นเส้นโค้งจะกลายเป็นเส้นตรง

$$A1 = \frac{(O1+O2)}{2} \times d$$

$$A = (\frac{O1+On}{2} + O2 + O3 + ... + O_{n-1}) \times d$$

4) Simson's Rule แบ่งเส้นรังวัดออกเป็นช่วงเท่าๆกัน วัดระยะตั้งฉากที่จุดแบ่งไปยังแนวเขตพื้นที่ สมมุติฐานของวิธีนี้คือระหว่างพื้นที่ 2 ช่องที่แบ่งโดยเส้นตั้งฉาก ด้านแนวที่คดโค้งจะเป็นโค้งของ Parabola การคำนวณหาพื้นที่แต่ละครั้งจะหาพื้นที่ของ 2 ช่องที่ติดกัน ดังนั้นการแบ่งช่วงต้องแบ่งให้เป็นจำนวนคู่หรือมีระยะตั้งฉากเป็นจำนวนคี่

$$A1+A2 = \frac{d}{3} \text{ x } [O1+4O2+O3)$$

$$A = \frac{d}{3} \text{ x } [O1+4(O2+O4+..+On-1)+2(O3+O5+..+On-2)+On]$$

$$A = \frac{d}{3} \text{ x } (O1 + 4\sum O'' + 2\sum O' + On)$$

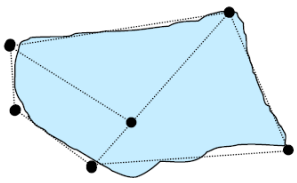
เมื่อ O'' คือ ระยะตั้งฉากคู่ (2, 4, 6, ...n-1)

O' คือ ระยะตั้งฉากคี่ (3, 5, 7, ...n-2)

2. การหาพื้นที่จากแผนผังหรือแผนที่

วิธีการหาพื้นที่จากแผนผังหรือแผนที่ โดยหลักการแล้วเหมือนกับการรังวัดในพื้นที่ เพียงแต่เปลี่ยนการวัดในสนามเป็นการวัดบนแผ่นกระดาษ และอาจใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยในการหาพื้นที่โดยลดการคำนวณลงวิธีการหาพื้นที่อาจทำได้ดังนี้

2.1. แบ่งพื้นที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต โดยทั่วไปจะแบ่งพื้นที่ออกเป็นรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ดินสอเขียนแบ่งพื้นที่บนแผนที่หรือใช้กระดาษไขวางทับแผนที่ก่อน แล้ววัดความยาวเส้นฐานและความสูงของรูปสามเหลี่ยมหรือวัดความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมทุกรูป ระวังการลืมวัดหรือวัดซ้ำสำหรับด้านที่เป็นแนวโค้งแบบไม่สม่ำเสมอ ควรทำให้เป็นเส้นตรงโดยให้พื้นที่ที่เส้นตรงตัดผ่านเท่ากันทั้งสองด้าน

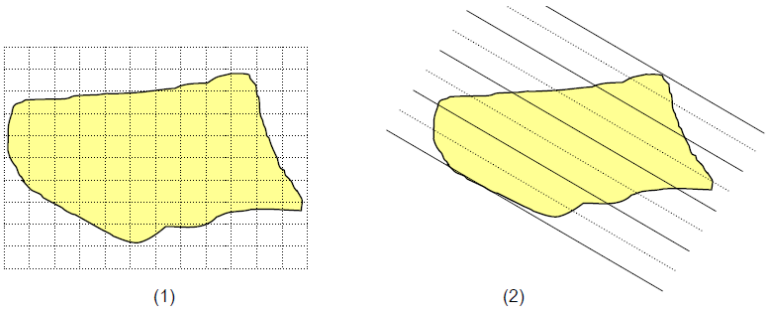


รูปที่ 2.15 การแบ่งพื้นที่บนแผนที่

2.2. ใช้แผ่นใสทาบ แผ่นใสที่ใช้มี 2 ลักษณะคือ

1) แผ่นใสตารางรูปสี่เหลี่ยม ใช้กระดาษไขหรือแผ่นใสที่มีเส้นตารางสี่เหลี่ยมทับบนแผนที่ นับจำนวนรูปสี่เหลี่ยมเต็ม และกะประมาณส่วนที่ไม่เต็มเป็นเศษส่วนของพื้นที่เต็ม เมื่อรวมจำนวนสี่เหลี่ยมทั้งหมดแล้วคูณด้วยค่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม 1 รูปจะได้พื้นที่ทั้งหมด

2) แผ่นใสเส้นขนานใช้กระดาษไขหรือแผ่นใสที่มีเส้นตรงขนานกันและห่างเท่าๆกันระหว่างเส้นขนานมีเส้นแบ่งครึ่งช่องทำเป็นเส้นประ วางทับบนแผนที่ พยายามปรับทิศทางของกระดาษไขให้เส้นขนานคู่หนึ่งสัมผัสกับแนวขอบพื้นที่พอดี วัดความยาวของเส้นประที่อยู่ในพื้นที่ทุกเส้น พื้นที่ระหว่างเส้นขนานคู่หนึ่งคือผลคูณของความยาวเส้นประกับระยะห่างเส้นคู่ขนาน ฉะนั้นพื้นที่ทั้งหมดบนแผนที่เท่ากับผลบวกของความยาวของเส้นประคูณด้วยระยะห่างระหว่างเส้นขนาน และพื้นที่บนพื้นดินเท่ากับพื้นที่บนแผนที่คูณด้วยเลขมาตราส่วนยกกำลังสอง

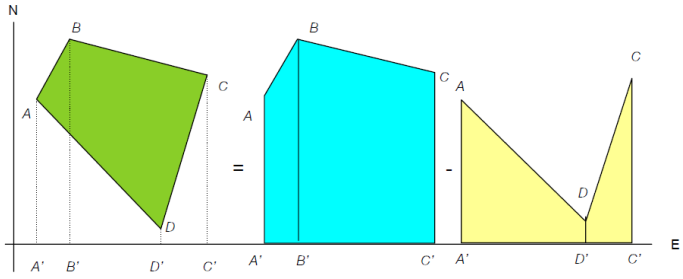


รูปที่ 2.16 การใช้แผ่นใสหาพื้นที่ (1) แบบตารางสี่เหลี่ยม (2) แบบเส้นขนาน

3.การหาพื้นที่โดยใช้พิกัดฉากหรือระยะฉาก

พิกัดฉากคือค่าตำแหน่งทางราบอาจเป็นค่า พิกัดเหนือ-ตะวันออก (N,E) หรือพิกัด X,Y แต่งานสำรวจนิยมใช้ค่าพิกัดรูปแบบ N,E มากกว่า ส่วนระยะฉากหมายถึง ระยะเหนือ (Latitude) และระยะตะวันออก (Departure) ตามที่เคยกล่าวมาแล้วในงานวงรอบ การหาพื้นที่โดยใช้พิกัดฉากและระยะฉาก เป็นการหาพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยเส้นตรง หรือเป็นการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม การคำนวณพื้นที่จากค่าพิกัดฉาก (N,E) วิธีการคำนวณพิสูจน์ได้จากการลากเส้นจากเหลี่ยมของรูปไป ตั้งฉากกับแกนอ้างอิง จะเป็นแกนเมอริเดียนหรือแกนขนาน (แกนที่ตั้งฉากกับเมอริเดียน) ก็ได้ พื้นที่รูป

เหลี่ยมจะเท่ากับผลบวกของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูส่วนที่ทับพื้นที่นั้นลบด้วยสี่เหลี่ยมคางหมูที่อยู่นอกพื้นที่



ABCD = A’ABCC’ – A’ADCC’

= [ABB’A’+BCC’B’] – [DCC’D’+ ADD’A’]

= [| A’B’(AA’+BB’) + | B’C’(BB’+CC’)] - [| D’C’(DD’+CC’) + | A’D’(AA’+DD’)]

2ABCD = [A’B’(AA’+BB’)+ B’C’(BB’+CC’)]-[D’C’(DD’+CC’) + A’D’(AA’+DD’)]

จากสมการข้างบนแทนค่า

A’B’= EB-EA B’C’=EC-EB D’C’=EC-ED A’D’=ED-EA

AA’ = NA BB’= NB CC’= NC DD’= ND

2ABCD = [(EB-EA)(NA+NB)+(EC-EB)(NB+NC)]-[(EC-ED)(ND + NC)+ (ED-EA)(NA+ND)]

= [EBNA+ EBNB – EANA - EANB+ ECNB + ECNC – EBNB – EBNC] - [ECND + ECNC – EDND – EDNC +

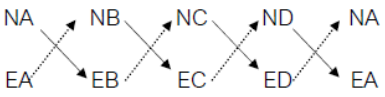
EDNA + EDND – EANA - EAND]

= [EBNA - EANB+ ECNB – EBNC] - [ECND – EDNC + EDNA - EAND]

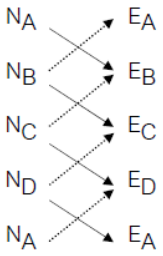
= [EBNA + ECNB+ EDNC + EAND] - [EANB+ EBNC+ECND + EDNA]

จากผลลัพธ์ที่ได้อาจเขียนในรูปการคูณไขว้ค่าพิกัดเพื่อให้ง่ายต่อการจดจำได้ 2 รูปแบบดังนี้

2 เท่าพื้นที่ =



2 เท่าพื้นที่ =

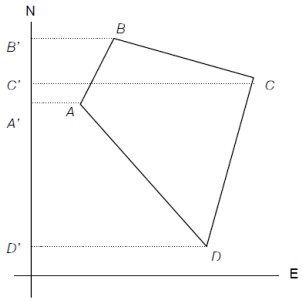


โดย คูณลงเป็นบวก (เป็น +) และคูณขึ้นเป็นลบ (เป็น -)

วิธีการคำนวณอาจพิสูจน์ได้จากการลากเส้นจากเหลี่ยมของรูปไปตั้งฉากกับแกนเมอริเดียน ดังรูปจะได้

ABCD = B’BCDD’ – B’BADD’

= [BCC’B’ +CDD’C’] – [DA A’D’+ ABB’A’]



ข้อควรสนใจคือ

1) สูตรการหาพื้นที่ที่ได้เป็นสูตรที่ให้ผลลัพธ์แน่นอน ไม่ใช่โดยประมาณ

2) การตั้งค่าพิกัดเพื่อทำการคูณไขว้จะเริ่มที่จุดใดก็ได้ แต่ต้องเรียงตามลำดับเหลี่ยมของรูปและจบด้วยพิกัดของจุดเริ่ม สลับไม่ได้

3) การตั้งค่าเพื่อคูณไขว้ถ้าพิกัดเป็นลบ ต้องนำเครื่องหมายลบมาคิดด้วย

4) การตั้งลำดับของเหลี่ยมรูปถ้าเวียนขวาหรือตามเข็มผลลัพธ์การคูณไขว้จะเป็นบวก ตรงข้ามถ้าตั้งลำดับของเหลี่ยมรูปเวียนซ้ายหรือทวนเข็มผลลัพธ์การคูณไขว้จะเป็นลบ ให้ตัดเครื่องหมายลบออกได้

5) ระบบพิกัด X,Y การตั้งค่าพิกัดเพื่อคูณไขว้ ถ้าให้ Y แทน N และ X แทน E ผลลัพธ์ที่ได้จะมีเครื่องหมายเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่ถ้าให้ X แทน N และ Y แทน E ผลลัพธ์ที่ได้จะมีเครื่องหมายตรงข้ามกับข้อ 4)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จินดารัตน์ ทวยนันต์ และ อารีรัตน์ ประดิษฐ์อภัย (2546: บทคัดย่อ) รายงานระบบค้นหาหลักฐานการรังวัด (Searching map system) โครงงานการพัฒนาระบบค้นหาหลักฐานการรังวัดของสำนักงานที่ดินกรุงเทพมหานครสาขาห้วยขวาง ส่วนแยกจตุจักรนี้ เพื่อช่วยในการค้นหาแผนที่ต้นร่างซึ่งเป็นหลักฐานการรังวัดโดยโครงงานจะทำการจัดเก็บข้อมูลระวางแผนที่ ข้อมูลแผนที่ต้นร่าง ข้อมูลช่างรังวัด ข้อมูลสารบัญแผนที่ต้นร่าง และข้อมูลกำหนดการรังวัด เพื่อให้เจ้าหน้าที่รังวัดสามารถที่จะค้นหาและเรียกดูข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในงานรังวัด ตรวจสอบและแสดงผลของข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการ โดยการพัฒนาระบบงานนั้นในส่วนของ Application ได้นำเอาโปรแกรม Visual Basic 6.0 มา ใช้ในการพัฒนา และใช้โปรแกรม SQL Server 2000 เป็นตัวจัดการฐานข้อมูล ได้แสดงรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ที่จะต้องใช้ในงานการรังวัดขั้นตอนการค้นหาหลักฐานการรังวัด รวมทั้ง

การศึกษาถึงทฤษฎีที่ใช้และผลกระทบต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจพัฒนาได้ในโอกาสต่อไป

พรชัย ไชยเสนา (2540: บทคัดย่อ) รายงานการศึกษาเกี่ยวกับความรู้และทักษะที่จำเป็น สำหรับการฝึกอบรม ช่างรังวัดเอกชน การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาทัศนะผู้เกี่ยวข้องกับการรังวัดเอกชน ซึ่ง ประกอบไปด้วยช่างรังวัดเอกชนผู้จัดการสำนักงานช่างรังวัดเอกชน และผู้กำกับดูแลการรังวัด เอกชน กรมที่ดิน เขตกรุงเทพมหานคร ในด้านความรู้เกี่ยวกับกฎระเบียบการรังวัดทำแผนที่กรมที่ดิน และด้านทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานรังวัดและทำแผนที่กรมที่ดิน เพื่อเป็นข้อมูล พื้นฐานในการจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมช่างรังวัดเอกชน ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้ที่ เกี่ยวข้องกับการรังวัดเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบไปด้วย ช่างรังวัดเอกชน จำนวน 59 คน ผู้จัดการสำนักงานช่างรังวัดเอกชน จำนวน 23 คน และผู้กำกับดูแลการรังวัดเอกชน กรมที่ดิน จำนวน 16 คน รวมทั้งหมดจำนวน 98 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยมีดังนี้ 1. ผู้เกี่ยวข้องกับการรังวัดเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร มีความต้องการในการจัดทำ หลักสูตรฝึกอบรม ช่างรังวัดเอกชน ด้านความรู้เกี่ยวกับกฎระเบียบการรังวัดทำแผนที่กรมที่ดิน จำนวน 6 หมวด อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาในแต่ละหมวดพบว่า มีความต้องการมากในหมวดแก้ไขรูปแผนที่หรือเนื้อที่ในโฉนดที่ดินเป็นระดับแรก และระดับความต้องการรองลงมา คือ หมวดการแจ้งเจ้าของที่ดินข้างเคียง หมวดการรังวัด หมวดการสอบถาม หมวด พระราชบัญญัติช่างรังวัดเอกชน และระดับความต้องการสุดท้าย คือ หมวดการส่งเรื่อง 2. ผู้เกี่ยวข้องกับการรังวัดเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร มีความต้องการในการจัดทำ หลักสูตรฝึกอบรมช่างรังวัดเอกชน ด้านทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานรังวัดทำแผนที่กรมที่ดิน จำนวน 6 หมวด อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาในแต่ละหมวดพบว่า มีความต้องการมากใน หมวดการคำนวณการรังวัดเป็นอันดับแรก และระดับความต้องการรองลงมา คือ หมวดการ รังวัดด้วย กล้องธิโอโดไลท์ หมวดการรังวัดเฉพาะราย หมวดการวัดระยะด้วยเครื่องวัดระยะ อิเล็กทรอนิกส์ และหมวดการรังวัดด้วยโซ่ หมวดการตรวจสอบดูแลรักษาเครื่องมือเครื่องใช้ใน การทำแผนที่ เป็นระดับความต้องการสุดท้าย 3. ผู้เกี่ยวข้องกับการรังวัดเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร มีข้อเสนอแนะในการจัดทำ หลักสูตรฝึกอบรมช่างรังวัดเอกชน ด้านความรู้เกี่ยวกับกฎระเบียบการรังวัดทำแผนที่กรมที่ดิน คือ เรื่องการสร้างจิตสำนึกที่ดีในการเป็นช่างรังวัดเอกชน เรื่องกฎหมายที่เกี่ยวข้องต่อความ รับผิดชอบทางแพ่ง กรณีเกิดความเสียหายในการแก้รูปแผนที่ที่เกี่ยวกับเจ้าหน้าที่ และด้าน ทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานรังวัดทำแผนที่กรมที่ดิน คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาของการ รังวัด ตลอดจนพิจารณาแบ่งชั้นสภาพพื้นที่ เพื่อจัดเตรียมข้อมูลและเครื่องมือเครื่องใช้ในการ ทำแผนที่ ความสามารถในการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ในส่วนราชการอื่นๆ และ ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการคำนวณและเขียนแผนที่ได้