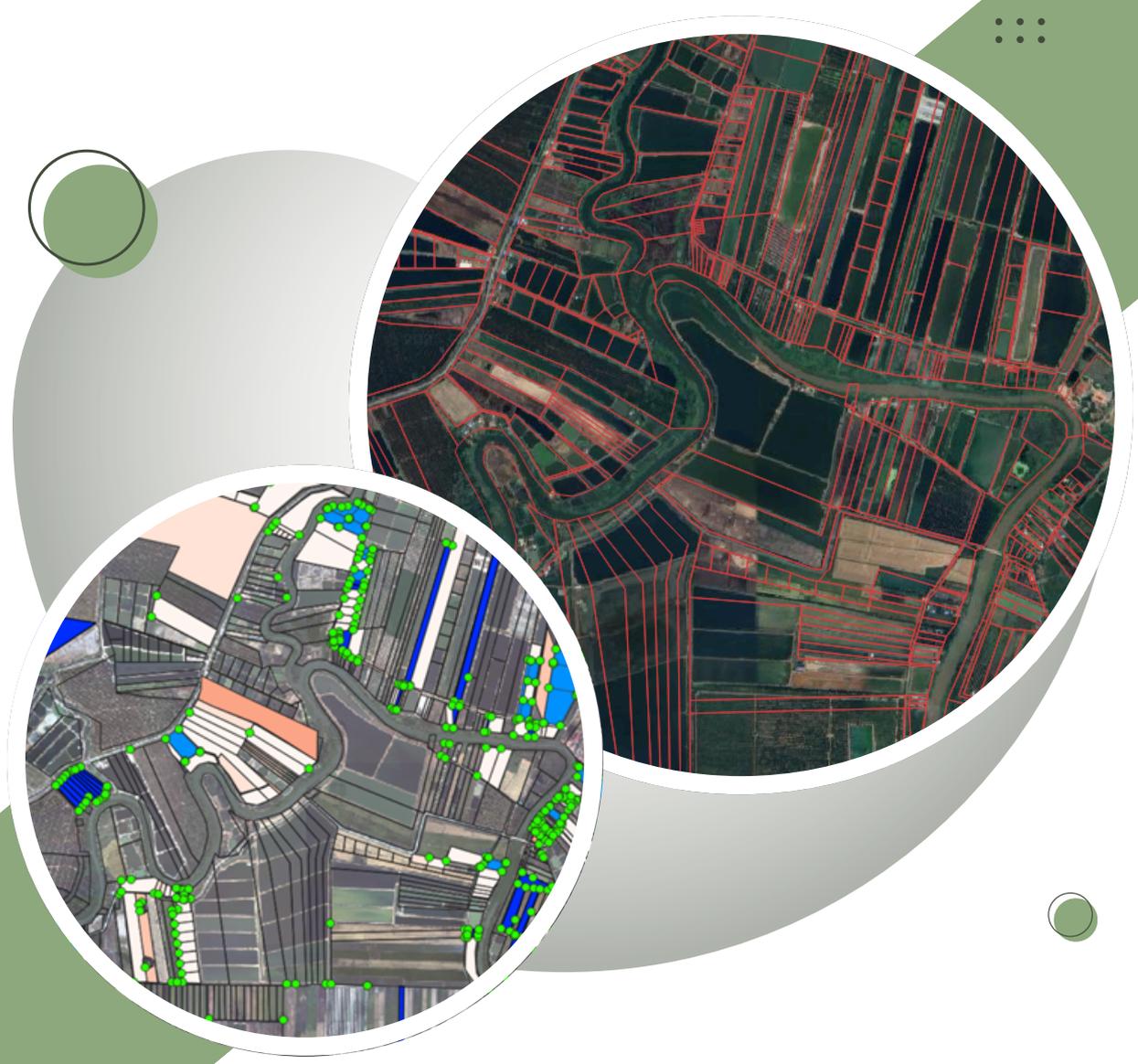




โครงการศึกษา วิเคราะห์ เพื่อพัฒนางานและสนับสนุนภารกิจกรมที่ดิน  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

## รายงานผลการศึกษา

โครงการศึกษาการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินเพื่อจัดทำเป็นแผนที่ดิจิทัล



ส่วนปรับปรุงระวางแผนที่  
กองเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน

## คำนำ

รายงานผลการดำเนินการโครงการศึกษาการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินเพื่อจัดทำเป็นแผนที่ดิจิทัลเป็นการศึกษา ค้นคว้า หาแนวทางวิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน และวิเคราะห์หามาตรฐานเกณฑ์ความน่าเชื่อถือตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้แผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัลที่มีความถูกต้องทั้งขนาด รูปร่าง และตำแหน่ง โดยดำเนินการในพื้นที่สำนักงานที่ดินจังหวัดนครนายก สาขาองค์กรักษ์ จำนวน ๔ ไร่วาง ซึ่งเป็นการทดสอบเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยใช้บุคลากรในการพิจารณา และเชื่อมต่อโดยใช้คำสั่งด้าน Programming ในการพิจารณา โดยใช้ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่ผ่านการรังวัดโดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่รังวัดโดยวิธีแผนที่ชั้น ๑ และค่าพิกัดจากหมุดหลักเขตที่ดินที่มาจากการออกสนามรังวัดโดยวิธีการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) เป็นค่าพิกัดอ้างอิงในการแปลงค่าพิกัด

สุดท้ายนี้ ส่วนปรับปรุงระวางแผนที่หวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการศึกษาเล่มนี้จะเป็นประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาแผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัลของกรมที่ดินในอนาคต

ส่วนปรับปรุงระวางแผนที่  
กองเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน

## บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ในปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๘ ส่วนปรับปรุงระวางแผนที่ได้มีแผนงานปรับปรุงแผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัล โดยนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) มาช่วยในการจัดทำรูปแปลงที่ดิน ซึ่งมีความถูกต้องทั้งขนาด และรูปร่าง พร้อมทั้งรายละเอียดของรูปแปลงที่ดิน แล้วนำมาเชื่อมต่อกันให้เป็นแผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัล โดยใช้รูปแปลงที่ดินที่ได้จากการรังวัดโดยแผนที่ชั้นหนึ่งเป็นรูปแปลงที่ดินควบคุมในการปรับปรุงรูปแปลงที่ดิน ให้มีความถูกต้องทางตำแหน่ง แต่เนื่องจากการคำนวณเพื่อเชื่อมต่อกันแปลงทำให้มีความล่าช้าอย่างมาก โครงการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินเพื่อจัดทำเป็นแผนที่ดิจิทัล เปรียบเทียบวิธีการในการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน และวิเคราะห์หามาตรฐานเกณฑ์ความน่าเชื่อถือตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้แผนที่รูปแปลงดิจิทัลที่มีความถูกต้องทั้งขนาด รูปร่าง และตำแหน่ง โดยดำเนินการในพื้นที่สำนักงานที่ดินจังหวัดนครนายก สาขาองค์กรกิจ จำนวน ๔ ระวัง และจำแนกกรณีศึกษาเพื่อนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องทั้งหมด ๔ กรณี ดังนี้

กรณีที่ ๑ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น

กรณีที่ ๒ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

กรณีที่ ๓ การใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยใช้วิธี Conformal Transformation เท่านั้น

กรณีที่ ๔ การใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

จากการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

๑) การใช้คนพิจารณาสามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้จำนวนมากว่าการใช้ชุดคำสั่งไพทอน แต่มีข้อจำกัด คือ มาตรฐานในการพิจารณาการต่อรูปแปลงที่ดินของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้ความถูกต้องสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินไม่ได้มาตรฐานเดียวกัน ซึ่งการใช้ชุดคำสั่งไพทอนสามารถตัดปัญหาในส่วนนี้ได้ เนื่องจากเป็นการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากการพิจารณาโดยใช้ชุดคำสั่งเดียวกันในแต่ละรอบของการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

๒) การเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยวิธี Conformal Transformation หรือ Affine Transformation วิธีใดวิธีหนึ่ง สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้จำนวนน้อยกว่าการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการผสมผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation เนื่องจากรูปแปลงที่ดินมีมุมหลักเขตที่ดินอ้างอิง ๒ มุม และ ๓ มุม ซึ่งการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยสองวิธีดังกล่าวสามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินตามจำนวนมุมหลักเขตที่ดินอ้างอิงจะทำให้สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้มากกว่าการเชื่อมต่อโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง และการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Affine Transformation ควรมีมุมหลักเขตที่ดินอ้างอิงกระจายครอบคลุมพื้นที่ของแปลงที่ดินนั้น ๆ ในกรณีที่มีมุมหลักเขตที่ดินเรียงตัวฝั่งใดฝั่งหนึ่งของรูปแปลงที่ดิน อาจส่งผลให้ผลลัพธ์รูปแปลงที่ดินหลังการเชื่อมต่อมีความบิดเบี้ยวเนื่องจากวิธี Affine Transformation มีพารามิเตอร์การเฉือน (Shear) ในสมการ

๓) รูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อไม่ว่าจะวิธีใด หากเป็นแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อโดยเริ่มจากแปลงที่ดินที่มีพิกัดค่าอ้างอิงจะส่งผลให้แปลงที่ดินนั้น มีความถูกต้องเป็นอันดับที่ ๑ และแปลงที่ดินที่ดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินแปลงถัดไป จะมีความถูกต้องลดลงไปตามระยะห่างจากแปลงที่ดินที่มีพิกัดอ้างอิง ยกเว้นแปลงที่ดินที่เป็นแปลงที่ดินที่มาจากกรังวัดด้วยวิธีสมัยเก่า หรือแปลงที่ดินที่มีลักษณะเรียวยาว จะมีความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ ๕๕ แบบมีนัยสำคัญ เพราะฉะนั้น หากดำเนินการจัดทำที่มาของวิธีการรังวัดในรูปแปลงที่ดินแต่ละแปลง จะสามารถให้ลำดับความน่าเชื่อถือของรูปแปลงที่ดินได้

๔) การเชื่อมต่อด้วยการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation โดยการพิจารณาจากคนจะมีความถูกต้องมากที่สุด โดยมีความถูกต้องที่ ๑๒.๖ เซนติเมตร และ ๒๒.๕ เซนติเมตร ส่วนการพิจารณาจากคนโดยการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น จะมีความถูกต้องน้อยที่สุด โดยมีความถูกต้องที่ ๑๓๕ เซนติเมตร และการพิจารณาจากชุดคำสั่งไพทอน โดยการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal Transformation กับกรังวัดวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation มีความถูกต้องเท่ากันที่ ๖๓.๑ เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพิกัดนี้ ใช้ตัวอย่างการทดสอบเพียง ๑ แปลง เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่มีทั้ง ๔ กรณี จึงต้องมีการศึกษาวิจัยกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมต่อไป

ดังนั้น ผลการศึกษาดังที่กล่าวมา จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งในการเป็นแนวทางสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน เพื่อนำไปพัฒนาแผนที่ดิจิทัลของกรมที่ดินในอนาคตต่อไป

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ข
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ช
๑. หลักการและเหตุผล	๑
๒. วัตถุประสงค์	๑
๓. พื้นที่ศึกษา	๒
๔. เอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง	๓
๔.๑ การแปลงค่าพิกัด (Coordinate Transformations)	๓
๔.๒ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)	๖
๔.๓ ภาษาไพทอน (Python) สำหรับงานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	๘
๕. วิธีและขั้นตอนดำเนินการ	๑๖
๕.๑ รวบรวมข้อมูลรูปแปลงที่ดินครอบคลุมพื้นที่ระหว่าง ๑ : ๔๐๐๐ จำนวน ๔ ไร่ ในพื้นที่ศึกษา	๑๖
๕.๒ ศึกษาการใช้ชุดคำสั่งภาษาไพทอนสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน และกำหนด วิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน	๑๘
๕.๓ ดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากวิธีการที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ข้อมูล จากข้อ ๕.๑	๑๙
๕.๔ ดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากวิธีการในโครงการศึกษาการจัดทำข้อมูลแผนที่ รูปแปลงที่ดินเพื่อรองรับการสร้างโฉนดที่ดินอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ข้อมูลจากข้อ ๕.๑	๑๙
๕.๕ เปรียบเทียบความถูกต้องของรูปแปลงที่ดิน และตำแหน่งของหมุดหลักเขตที่ดิน จากวิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินระหว่างข้อ ๕.๓ และข้อ ๕.๔	๒๐
๕.๖ วิเคราะห์ผลการศึกษา และกำหนดมาตรฐานระดับความถูกต้องของรูปแปลงที่ดิน	๒๐
๕.๗ สรุปแนวทางการศึกษา	๒๐
๕.๘ จัดทำรายงานผลการศึกษา	๒๐
๖. ผลการศึกษา	๒๑
๖.๑ ความถูกต้องของเนื้อที่จากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากกรณีศึกษาทั้งหมด ๔ กรณี	๒๒
๖.๒ ความถูกต้องของค่าพิกัดจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากกรณีศึกษาทั้งหมด ๔ กรณี	๓๓
๗. สรุปผลการศึกษา	๓๔
๘. ประโยชน์ที่ได้รับ	๔๑
เอกสารอ้างอิง	๔๒
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณวิธี Conformal Transformation	
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณวิธี Affine Transformation	

## สารบัญรูปร่างภาพ

	หน้า	
รูปที่ ๑	แผนที่พื้นที่ศึกษาสำนักงานที่ดินจังหวัดนครนายก สาขาองค์กรักษ์	๒
รูปที่ ๒	แสดงลักษณะการย่อ – ขยาย (Scale)	๓
รูปที่ ๓	แสดงลักษณะการหมุน (Rotate)	๔
รูปที่ ๔	แสดงลักษณะการเลื่อน (Shift)	๔
รูปที่ ๕	แสดงลักษณะการเฉือน (Shear)	๖
รูปที่ ๖	ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลแบบแรสเตอร์	๗
รูปที่ ๗	ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบเวกเตอร์	๗
รูปที่ ๘	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลตาราง	๘
รูปที่ ๙	แผนผังการประมวลผลโปรแกรมด้วยอินเทอร์พรีเตอร์	๑๐
รูปที่ ๑๐	แผนผังการประมวลผลโปรแกรมด้วยคอมไพเลอร์	๑๐
รูปที่ ๑๑	แผนผังการแปลซอร์สโค้ดในภาษาไพทอน	๑๑
รูปที่ ๑๒	แผนผังเปรียบเทียบการสร้างไปต์โค้ดของภาษา Java กับ ภาษาไพทอน	๑๒
รูปที่ ๑๓	แผนผังสไตล์การเขียนโปรแกรมไพทอน	๑๓
รูปที่ ๑๔	ตัวอย่างหน้าเว็บ Jupyter Notebook	๑๔
รูปที่ ๑๕	ตัวอย่างการเขียน PyQGIS ใน Jupyter Notebook	๑๕
รูปที่ ๑๖	ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่สร้างขึ้นโดยใช้ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดิน	๑๖
รูปที่ ๑๗	ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่มาจากการรังวัดด้วยวิธี RTK GNSS Network	๑๗
รูปที่ ๑๘	ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่มาจากการรังวัดชั้นหนึ่ง	๑๗
รูปที่ ๑๙	ข้อมูลค่าพิกัดที่มาจากการรังวัดด้วยวิธี RTK GNSS Network จากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานภาคสนาม	๑๗
รูปที่ ๒๐	การเชื่อมต่อโดยวิธี Conformal Transformation	๑๘
รูปที่ ๒๑	การเชื่อมต่อโดยวิธี Affine Transformation	๑๘
รูปที่ ๒๒	แผนผังการดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	๑๙
รูปที่ ๒๓	พารามิเตอร์การแปลงค่าพิกัดโดยวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation	๒๐
รูปที่ ๒๔	ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น	๒๒
รูปที่ ๒๕	ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation	๒๒
รูปที่ ๒๖	แสดงระดับความถูกต้องของแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อ โดยการใช้คนพิจารณาในระดับที่ ๓ (Level ๓) และระดับที่ ๑๗ (Level ๑๗)	๒๔
รูปที่ ๒๗	ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินที่มาจากการรังวัดในปี พ.ศ. ๒๕๕๘	๒๔
รูปที่ ๒๘	ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินที่มาจากการรังวัดในปี พ.ศ. ๒๕๔๑	๒๔
รูปที่ ๒๙	ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อในระดับที่ ๑, ๒ หรือ ๓ ที่มีความถูกต้องของเนื้อที่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐	๒๕

	หน้า	
รูปที่ ๓๐	รูปแปลงที่ดินที่ใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น ที่มีความถูกต้องของเนื้อที่น้อยกว่าร้อยละ ๕๕	๒๕
รูปที่ ๓๑	รูปแปลงที่ดินที่ใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation ที่มีความถูกต้องของเนื้อที่น้อยกว่าร้อยละ ๕๕	๒๖
รูปที่ ๓๒	ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินหลังจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน	๒๖
รูปที่ ๓๓	ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์พิจารณา สำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น	๒๗
รูปที่ ๓๔	ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์พิจารณา วิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation	๒๗
รูปที่ ๓๕	แสดงตำแหน่งมุมหลักเขตที่ดินที่เชื่อมผิตตำแหน่งหลังจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน	๒๙
รูปที่ ๓๖	ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินแปลงที่ดินเลขที่ ๒๖ เป็นแปลงที่ดินที่นำมาเชื่อมต่อ (a)	๒๙
รูปที่ ๓๗	ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินแปลงที่ดินเลขที่ ๖๕ เป็นแปลงที่ดินที่มาจากกรังวัด RTK (b)	๒๙
รูปที่ ๓๘	รูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal Transformation (a)	๓๐
รูปที่ ๓๙	รูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อด้วยวิธี Affine Transformation (b)	๓๐
รูปที่ ๔๐	ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินของรูปแปลงที่ดินที่นำมาเชื่อมต่อ (c)	๓๐
รูปที่ ๔๑	ตัวอย่างผลลัพธ์การเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินที่เกิด Overlap และ Gab	๓๑
รูปที่ ๔๒	ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าพิกัดแปลงที่ดินที่มาจากกรังวัดด้วยวิธีการต่าง ๆ กับค่าพิกัดที่มาจากกรังวัดด้วยวิธีชั้นหนึ่ง	๓๓
รูปที่ ๔๓	ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินที่มีมุมหลักเขตที่ดินควบคุม ไม่ครอบคลุมทั่วทั้งบริเวณ	๓๕
รูปที่ ๔๔	ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินแล้ว แปลงที่ดินถัดไปไม่มีมุมหลักเขตที่ดินควบคุม	๓๖
รูปที่ ๔๕	ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินในบริเวณที่ไม่มีมุมหลักเขตที่ดินควบคุม	๓๖
รูปที่ ๔๖	แสดงหน้าตาเมื่อไม่พบข้อมูลภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดิน ในโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ดิน ระยะที่ ๒	๓๗
รูปที่ ๔๗	ตัวอย่างภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินที่มีลักษณะโค้งงอ	๓๗
รูปที่ ๔๘	ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินที่มีใบต่อหลายแผ่น	๓๘
รูปที่ ๔๙	ตัวอย่างภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินที่ถูกโอนเป็นทางสาธารณประโยชน์	๓๘
รูปที่ ๕๐	ตัวอย่างภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินที่ไม่มีมุมหลักเขตที่ดิน	๓๘
รูปที่ ๕๑	แสดงตำแหน่งการครอบคลุมของมุมหลักเขตที่ดินในพื้นที่ศึกษา	๓๙
รูปที่ ๕๒	ตัวอย่างข้อมูลการรังวัดที่ดินในต้นร่าง	๔๐
รูปที่ ๕๓	แสดงความแตกต่างของรูปแปลงที่ดินบนโฉนดที่ดิน ที่ดำเนินการรังวัดแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา	๔๐
รูปที่ ๕๔	แสดงตำแหน่งและชื่อของมุมหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๒ มุม	๔๔

	หน้า
รูปที่ ๕๕ ตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมและตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินที่ต้องการหา ค่าพิกัด จำนวน ๒ หมุด	๔๕
รูปที่ ๕๖ ตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๒ หมุด และตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดิน ที่ต้องการหาค่าพิกัด จำนวน ๒ หมุด	๔๖
รูปที่ ๕๗ ผลลัพธ์รูปแปลงที่ดินที่แปลงค่าพิกัดโดยวิธี Conformal Transformation	๔๗
รูปที่ ๕๘ แสดงตำแหน่งและชื่อของหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๓ หมุด	๔๘
รูปที่ ๕๙ ตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมและตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินที่ต้องการ หาค่าพิกัด จำนวน ๓ หมุด	๕๐
รูปที่ ๖๐ ตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๓ หมุด และตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดิน ที่ต้องการหาค่าพิกัดจำนวน ๑ หมุด	๕๑
รูปที่ ๖๑ ผลลัพธ์รูปแปลงที่ดินที่แปลงค่าพิกัดโดยวิธี Affine Transformation	๕๒

## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ ๑	เปรียบเทียบการแปลภาษาด้วยอินเทอร์พรีเตอร์กับคอมไพเลอร์	๑๑
ตารางที่ ๒	รายละเอียดข้อมูลรูปแบบแปลงที่ดินที่นำมาประกอบการศึกษา	๑๖
ตารางที่ ๓	แสดงการเปรียบเทียบวิธีการเชื่อมต่อรูปแบบแปลงที่ดิน จากสมการที่นำมาใช้ในการแปลงค่าพิกัด	๒๑
ตารางที่ ๔	ผลการเชื่อมต่อรูปแบบแปลงที่ดินโดยการใช้คนพิจารณา	๒๓
ตารางที่ ๕	ผลการเชื่อมต่อรูปแบบแปลงที่ดินโดยการใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา	๒๘
ตารางที่ ๖	เปรียบเทียบผลการเชื่อมต่อรูปแบบแปลงที่ดินโดยการใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแบบแปลงที่ดิน กับการใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแบบแปลงที่ดิน	๓๒
ตารางที่ ๗	ค่าพิกัดหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๒ หมุด	๔๔
ตารางที่ ๘	ค่าพิกัดลอยของหมุดหลักเขตที่ดินที่มาจากการดิจีไทซ์ด้วยโปรแกรม DOLCAD จำนวน ๒ หมุด	๔๔
ตารางที่ ๙	ค่าพิกัดหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๓ หมุด	๔๙
ตารางที่ ๑๐	ค่าพิกัดลอยของหมุดหลักเขตที่ดินที่มาจากการดิจีไทซ์ด้วยโปรแกรม DOLCAD จำนวน ๓ หมุด	๔๙

## โครงการศึกษาการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินเพื่อจัดทำเป็นแผนที่ดิจิทัล

### ๑. หลักการและเหตุผล

ในปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๘ ส่วนปรับปรุงระวางแผนที่ได้ดำเนินการโครงการศึกษาการจัดทำข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดินเพื่อรองรับการสร้างโฉนดที่ดินอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมุ่งเน้นศึกษาแหล่งข้อมูลและวิธีการจัดทำข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดินสำหรับการสร้างโฉนดที่ดินอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนำไปพัฒนาต่อยอดงานทางด้านแผนที่ดิจิทัล ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศมีฐานข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัลที่มีความถูกต้องทั้งขนาด รูปร่าง และตำแหน่ง ตามหลักวิชาการ และรองรับการให้บริการโฉนดที่ดินอิเล็กทรอนิกส์ในอนาคตต่อไป โดยกำหนดพื้นที่ศึกษา คือ ตำบลเกาะเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน ๒,๐๕๓ แปลง และได้ทดลองนำรูปแปลงที่ดินที่ได้จากการสร้างด้วยภาพลักษณ์เอกสารสิทธิที่ดิน จำนวน ๓๑๐ แปลง (รูปแปลงที่ดินใน ๑ ระวาง) จากโปรแกรม DOLCAD มาสร้างแผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัล โดยใช้ค่าพิกัดหมุดหลักเขตที่ดินของแปลงที่ดินที่มาจาก การรังวัดโดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) เป็นหมุดอ้างอิงในการแปลงค่าพิกัด โดยใช้หลักการแปลงค่าพิกัดโดยวิธี Conformal Transformation และวิธี Affine Transformation พบว่า สามารถนำมาเชื่อมต่อได้เพียง ๑๖๓ แปลง และเมื่อนำเนื้อที่ที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดมาเปรียบเทียบกับเนื้อที่ทะเบียน พบว่า มีความถูกต้องมากที่สุดในช่วงร้อยละ ๙๕ ถึงร้อยละ ๑๐๐ จากจำนวนแปลงที่ดินที่นำมาเชื่อมต่อได้ทั้งหมด จำนวน ๑๐๑ แปลง คิดเป็น ๖๑.๙๖ % และรูปแปลงที่ดินบริเวณที่มีแปลง RTK GNSS Network หนาแน่น มีผลต่อความถูกต้องของการแปลงค่าพิกัด ส่วนรูปแปลงที่ดินที่มีความถูกต้องน้อย อาจเกิดจากรูปแปลงที่ดินมาจากการรังวัดที่หลากหลายวิธีการ เครื่องมือและเทคโนโลยีการรังวัดในแต่ละยุคสมัย ประกอบกับส่วนปรับปรุงระวางแผนที่ได้มีแผนงานปรับปรุงแผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัล โดยนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) มาช่วยในการจัดทำรูปแปลงที่ดิน ซึ่งมีความถูกต้องทั้งขนาด และรูปร่าง พร้อมทั้งรายละเอียดของรูปแปลงที่ดิน แล้วนำมาเชื่อมต่อกันให้เป็นแผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัล โดยใช้รูปแปลงที่ดินที่ได้จากการรังวัดโดยแผนที่ชั้นหนึ่ง เป็นรูปแปลงที่ดินควบคุมในการปรับปรุงรูปแปลงที่ดินให้มีความถูกต้องทางตำแหน่ง แต่เนื่องจากการคำนวณเพื่อเชื่อมต่อทีละแปลงทำให้มีความล่าช้าอย่างมาก ดังนั้น ส่วนปรับปรุงระวางแผนที่จึงได้ดำเนินการจัดทำโครงการศึกษาการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินเพื่อจัดทำเป็นแผนที่ดิจิทัล เพื่อเปรียบเทียบวิธีการในการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน และวิเคราะห์หามาตรฐานเกณฑ์ความน่าเชื่อถือตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้แผนที่รูปแปลงดิจิทัลที่มีความถูกต้องทั้งขนาด รูปร่าง และตำแหน่ง รองรับบริการให้บริการของประชาชน

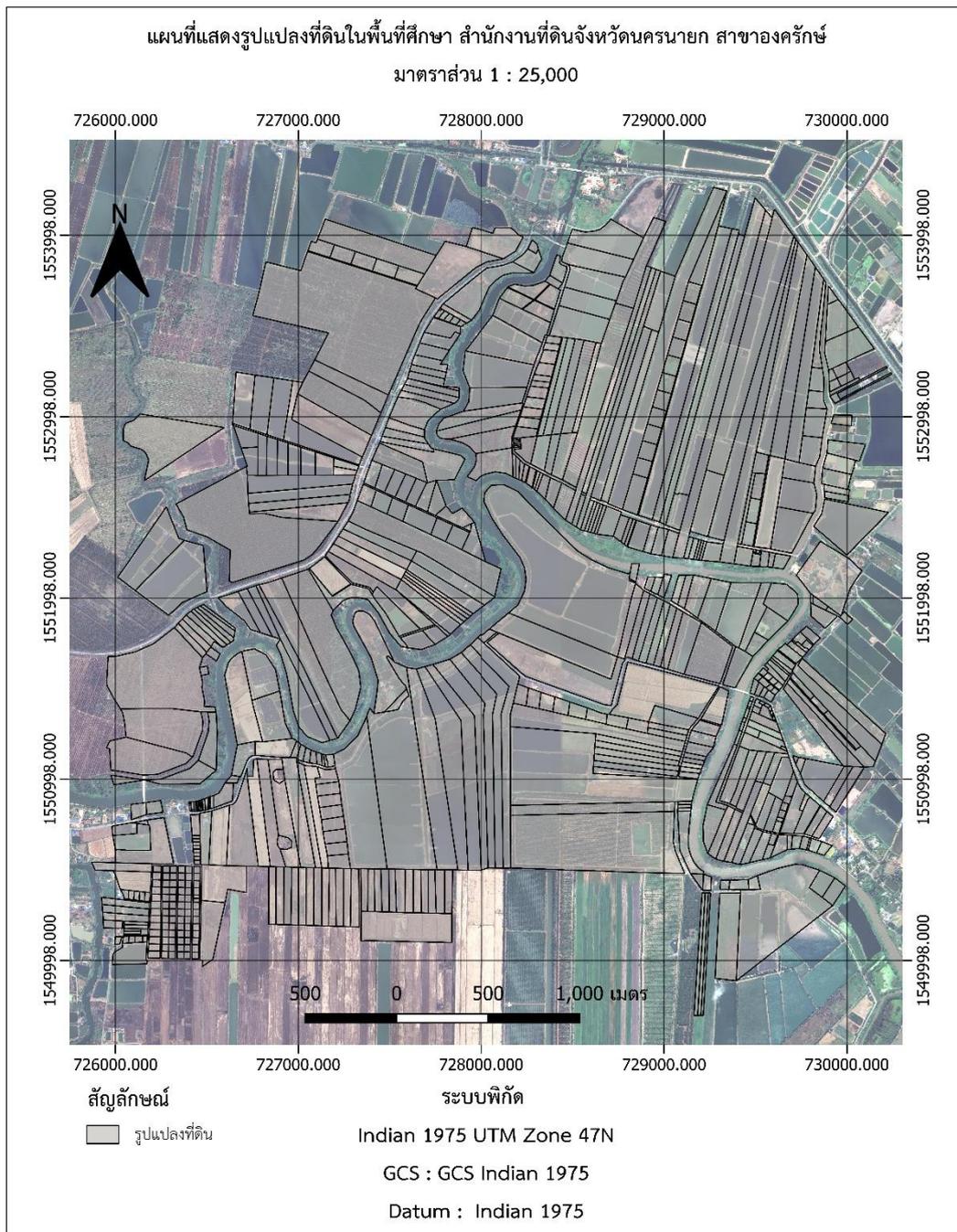
### ๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อศึกษา ค้นหา หาแนวทางวิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน และวิเคราะห์หามาตรฐานเกณฑ์ความน่าเชื่อถือตามหลักวิชาการ

๒.๒ เพื่อให้ได้แผนที่รูปแปลงดิจิทัลที่มีความถูกต้องทั้งขนาด รูปร่าง และตำแหน่ง

### ๓. พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินในพื้นที่สำนักงานที่ดินจังหวัดนครนายก สาขาองครักษ์ จำนวน ๔ ไร่วาง เนื่องจากเป็นพื้นที่ดำเนินการตามแผนปฏิบัติการของกองเทคโนโลยีทำแผนที่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๘ แผนงานปรับปรุงแผนที่รูปแปลงที่ดินดิจิทัล ซึ่งมีการปฏิบัติงานภาคสนามเพื่อดำเนินการรังวัดค่าพิกัดตำแหน่งด้วยระบบโครงข่ายดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ในบริเวณที่มีการรังวัดตำแหน่งด้วยระบบโครงข่ายดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) และแผนที่ชั้นหนึ่งไม่เพียงพอ



รูปที่ ๑ แผนที่พื้นที่ศึกษาสำนักงานที่ดินจังหวัดนครนายก สาขาองครักษ์

๔. เอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง

๔.๑ การแปลงค่าพิกัด (Coordinate Transformations)

การแปลงค่าพิกัดแบบ Conformal Coordinate Transformation มีพารามิเตอร์ในการแปลงค่าพิกัดทั้งหมด ๔ พารามิเตอร์ ได้แก่

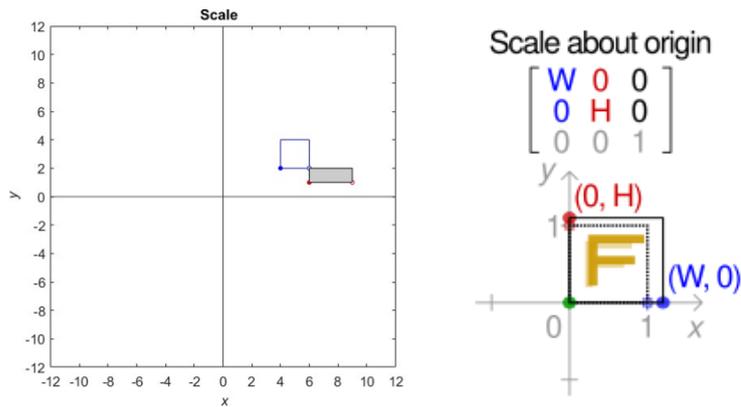
- การย่อ - ขยาย (Scaling)
- การหมุน (Rotation)
- การเลื่อนทางแกน (X Translation in X)
- การเลื่อนทางแกน (Y Translation in Y)

การคำนวณเพื่อแปลงค่าพิกัดมีขั้นตอน ดังนี้

- ๑) การย่อ - ขยาย (Scaling)

$$s = \frac{AB_a}{AB_b}$$

$$x' = Sx \text{ และ } y' = Sy$$

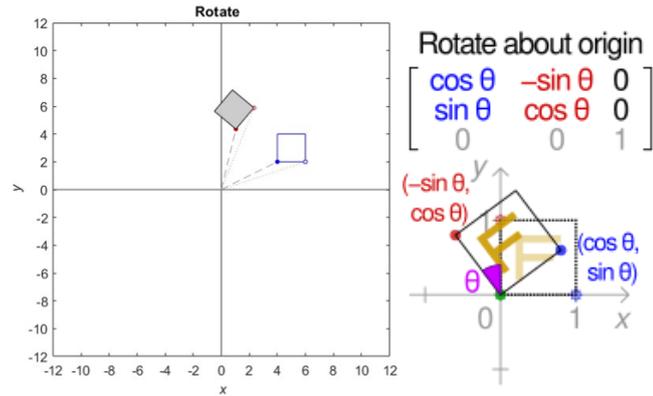


รูปที่ ๒ แสดงลักษณะการย่อ - ขยาย (Scale)

- ๒) การหมุน (Rotation)

$$X' = x' \cos \theta - y' \sin \theta$$

$$Y' = x' \sin \theta + y' \cos \theta$$

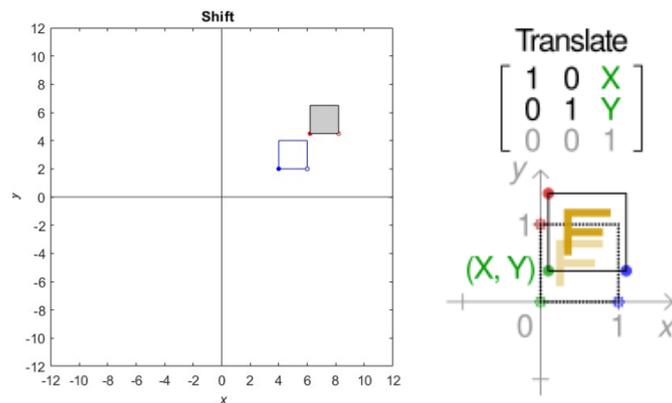


รูปที่ ๓ แสดงลักษณะการหมุน (Rotate)

๓) การเลื่อน (Translations)

$$T_X = X - X'$$

$$T_Y = Y - Y'$$



รูปที่ ๔ แสดงลักษณะการเลื่อน (Shift)

๔) จากสมการในข้อ ๑ ถึงข้อ ๓ สามารถนำมาสร้างสมการค่าสังเกต (Observation Equation) ได้ ดังนี้

แทนค่า  $x' = Sx$  และ  $y' = Sy$  ซึ่งเป็นสมการ การย่อ - ขยาย (Scaling) ในสมการ การหมุน (Rotation)

$$X' = x' \cos \theta - y' \sin \theta$$

$$Y' = x' \sin \theta + y' \cos \theta$$

จะได้สมการ ดังนี้

$$X' = Sx \cos \theta - Sy \sin \theta$$

$$Y' = Sx \sin \theta + Sy \cos \theta$$

แทนค่าสมการ การเลื่อน (Translations) โดยให้  $X' = X - T_X$  และ  $Y' = Y - T_Y$  จะได้สมการ ดังนี้

$$X - T_X = Sx \cos \theta - Sy \sin \theta$$

$$Y - T_Y = Sx \sin \theta + Sy \cos \theta$$

จัดรูปสมการใหม่ จะได้สมการ ดังนี้

$$X = (S \cos \theta)x - (S \sin \theta)y + T_X$$

$$Y = (S \sin \theta)x + (S \cos \theta)y + T_Y$$

เมื่อ  $S \cos \theta = a, S \sin \theta = b, T_X = c$  และ  $T_Y = d$  โดยจะได้สมการ Conformal Coordinate Transformation ดังนี้

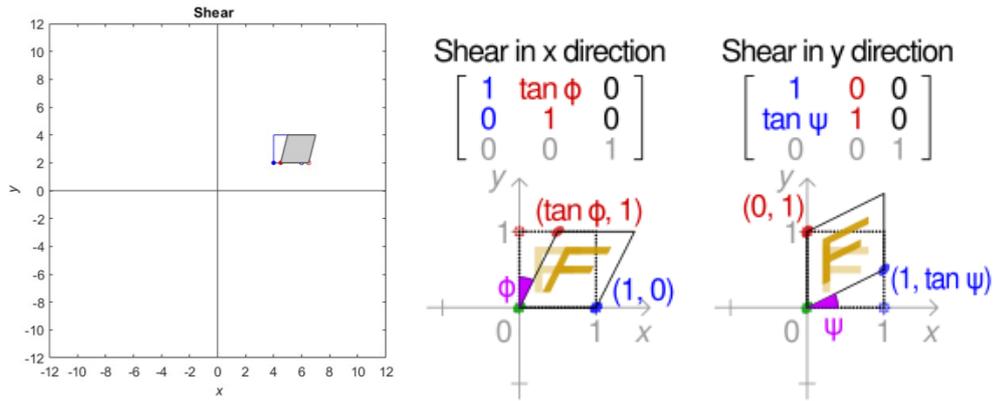
$$X = ax - by + c$$

$$Y = bx + ay + d$$

การแปลงค่าพิกัดแบบ Affine Coordinate Transformation มีพารามิเตอร์ในการแปลงค่าพิกัดทั้งหมด ๖ พารามิเตอร์ ได้แก่

- การย่อ - ขยาย (Scaling)
- การหมุน (Rotation)
- การเลื่อนทางแกน X (Translation in X)
- การเลื่อนทางแกน Y (Translation in Y)
- การเฉือนทางแกน X (Shear in X)
- การเฉือนทางแกน Y (Shear in Y)

โดยมีขั้นตอนการแปลงค่าพิกัดเช่นเดียวกับแบบ Conformal Coordinate Transformation เพียงแต่การแปลงค่าพิกัดแบบ Affine Coordinate Transformation มีการเพิ่มการเฉือนเข้ามาในสมการ



รูปที่ ๕ แสดงลักษณะการเฉือน (Shear)

### ๔.๒ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)

จากหนังสือ การใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับบริหารจัดการที่ดิน กองเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน สามารถแบ่งประเภทข้อมูลในทางภูมิศาสตร์ออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่

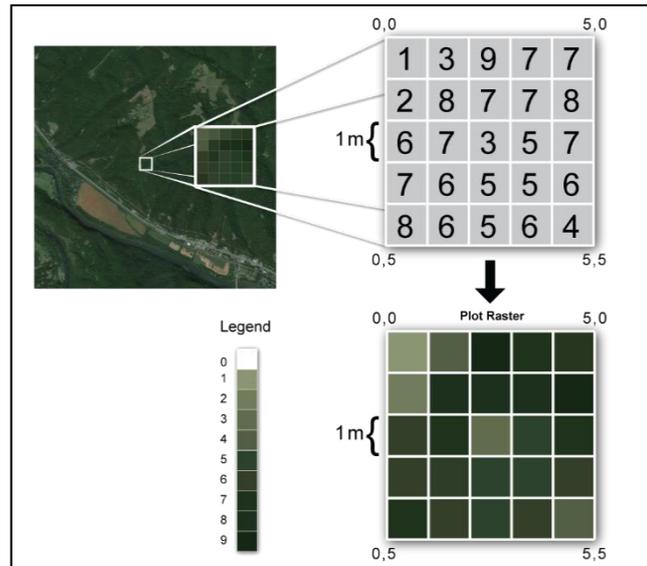
๑) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่เป็นตัวแทนวัตถุ ปรากฏการณ์ และสถานการณ์บนพื้นผิวโลก โดยกำหนดตัวแทนเป็นจุด เส้น หรือพื้นที่ สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo - Referenced) ทางภาคพื้นดินได้ ๓ รูปแบบ คือ

- จุด (Point) ได้แก่ ที่ตั้งหมู่บ้าน ที่ตั้งสถานที่สำคัญ จุดตัดของถนนและแม่น้ำ เป็นต้น
- เส้น (Line) ได้แก่ ถนน ลำคลอง แม่น้ำ สายไฟฟ้า ท่อน้ำประปา เป็นต้น
- พื้นที่หรือรูปปิด (Area Or Polygon) ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกพืช พื้นที่ป่า ขอบเขตอำเภอ เป็นต้น

อำเภอ เป็นต้น

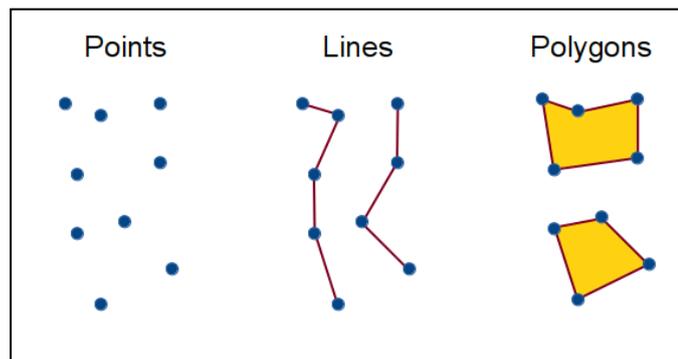
ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristics) จำแนกโดยลักษณะการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งเป็น ๒ ประเภท ดังนี้

- รูปแบบแรสเตอร์ (Raster Or Grid Representation) คือ จุดของเซลล์ที่อยู่ในแต่ละช่องสี่เหลี่ยม (Grid) โครงสร้างแรสเตอร์ประกอบด้วยชุดของช่องกริด (Grid Cell) หรือ Pixel ข้อมูลแบบแรสเตอร์เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแถวอนและแถวตั้ง ช่อง (Cell) อ้างอิงโดยแถว (Row) และสดมภ์ (Column) ภายในช่องกริดจะมีข้อมูลตัวเลขซึ่งเป็นตัวแทนสำหรับค่าในช่องนั้น ตัวอย่างข้อมูลแรสเตอร์ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น



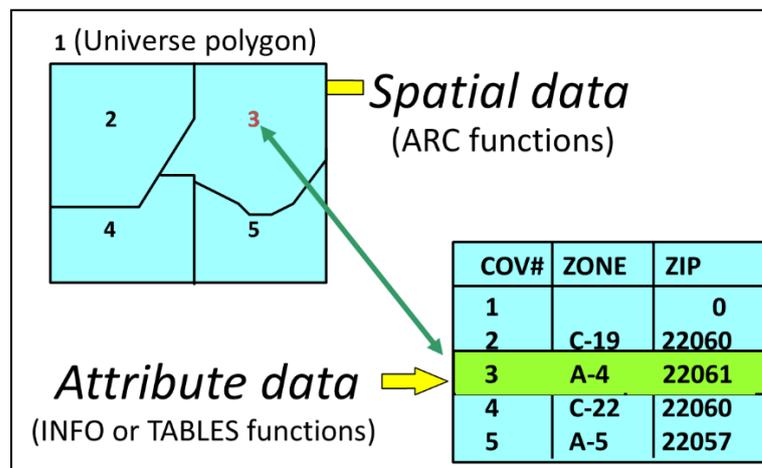
รูปที่ ๖ ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลแบบแรสเตอร์

- รูปแบบเวกเตอร์ (Vector Representation) ตัวแทนของเวกเตอร์อาจแสดงด้วยจุด เส้นหรือพื้นที่ ซึ่งถูกกำหนดโดยจุดพิกัดโดยข้อมูลประกอบด้วยพิกัดทางแนวราบ (X,Y) และ/หรือ แนวตั้ง (Z) หรือ Cartesian Coordinate System ถ้าข้อมูลมีการเก็บค่าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียว จะแสดงเป็นค่าจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าจะแสดงเป็นเส้น ส่วนพื้นที่จะต้องมีจุดมากกว่า ๔ จุด ขึ้นไป พิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น



รูปที่ ๗ ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบเวกเตอร์

๒) ลักษณะข้อมูลตาราง (Attribute Characteristics) หมายถึง ลักษณะประจำตัวที่บ่งชี้ ทั้งชื่อ ขนาดของวัตถุ ปรากฏการณ์ หรือสภาพพื้นที่ มักจะอธิบายถึงคุณลักษณะของรูปแบบเชิงพื้นที่ ที่บ่งชี้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่บันทึกไว้ในตาราง ซึ่งต้องนำมาประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ข้อมูลตารางที่นำมาประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น อาจได้จากการสำรวจหรือเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยการรังวัดพื้นที่จริงหรือใช้แบบสอบถามประกอบ ดังนั้น ลักษณะข้อมูลตาราง (Attribute) อาจมีลักษณะ ที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูงหรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง จำนวนพลเมือง ชนิดของสิ่งปกคลุมดิน แล้วแต่รูปแบบในการเก็บรวบรวมได้



รูปที่ ๘ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลตาราง

#### ๔.๓ ภาษาไพทอน (Python) สำหรับงานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ภาษาไพทอน (Python) เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมระดับสูง ที่นำข้อดีของภาษาต่าง ๆ มารวมไว้ด้วยกัน ถูกออกแบบมาให้เรียนรู้ง่าย และมีไวยากรณ์ที่ช่วยให้สามารถเขียนโค้ดได้สั้นกว่า ภาษาอื่น ๆ มีความสามารถในการใช้ชนิดข้อมูลแบบไดนามิกจัดการหน่วยความจำอัตโนมัติ สนับสนุน การเขียนโปรแกรมหลายกระบวนทัศน์ (Programming Paradigms) ประกอบด้วย การเขียน โปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) การเขียนโปรแกรมเชิงคำสั่ง (Imperative Programming) การเขียนโปรแกรมเชิงฟังก์ชัน (Functional) และการเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนกร (Procedural) มีลักษณะเป็นภาษาสคริปต์ที่ทำงานร่วมกับภาษาอื่นได้ มีไลบรารีมาตรฐานไว้รองรับ จำนวนมาก และใช้อินเตอร์พรีเตอร์แปลภาษาโปรแกรมให้ทำงานบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย ทั้งบน Windows Mac Linux และ Unix นอกจากนี้ โปรแกรมแบบโอเพนซอร์สที่นำไปใช้ได้ฟรี เหมาะสำหรับการพัฒนา โปรแกรมทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เช่น การสร้างเกม เฟรมเวิร์คพัฒนาเว็บ โปรแกรมที่ใช้กราฟิก ติดต่อการทำงานกับผู้ใช้ (Graphical User Interface - GUI) งานคำนวณทางวิทยาศาสตร์และสถิติ งานพัฒนาซอฟต์แวร์ และซอฟต์แวร์ควบคุมระบบ เป็นต้น

### ๔.๓.๑ คุณสมบัติและความสามารถของภาษาไพทอน (Features And Capability Of Python)

#### ๑) มีโครงสร้างภาษาที่เข้าใจง่าย

ไพทอนมีโครงสร้างไวยากรณ์ของภาษาที่เข้าใจง่าย เมื่อเทียบกับภาษาอื่น ๆ เช่น ภาษา C++ และ Java เป็นต้น โดยได้ตัดสัญลักษณ์และคำสั่งที่ไม่จำเป็นออกไป และใช้การกำหนดย่อหน้าเพื่อระบุขอบเขตของบล็อกคำสั่งหรือคำสั่งย่อยแทนการใช้เครื่องหมาย ( ) จึงทำให้โค้ดมีความกะทัดรัดและมีบรรทัดที่น้อยลง ทำให้ผู้เริ่มต้นศึกษาโปรแกรมสามารถเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่าย นักพัฒนาโปรแกรมมืออาชีพสามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

ตัวอย่างการเขียนโค้ดคำสั่งแสดงข้อความว่า “Hello World” เปรียบเทียบกันระหว่างภาษา Java C++ และ Python ดังนี้

#### โค้ดคำสั่งภาษา Java

```
Public class HelloWorld
{
    Public static void main(String [ ] args)
    {
        System.out.println(“Hello World !”);
    }
}
```

#### โค้ดคำสั่งภาษา C++

```
#include <iostream>
using namespace std ;
int main( )
{
    count << “Hello World !” ;
    return 0 ;
}
```

#### โค้ดคำสั่งภาษา Python

```
print( ‘Hello World !’)
```

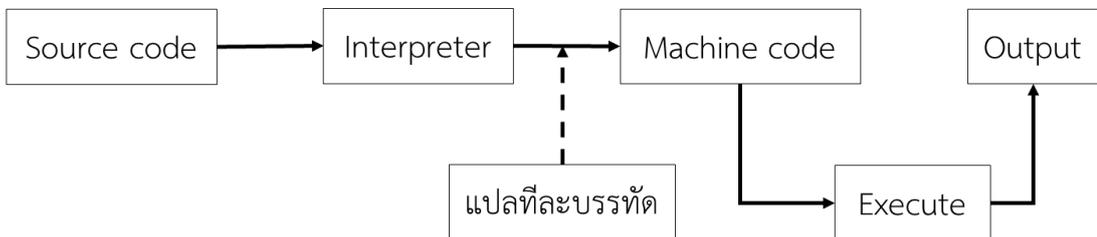
ตัวอย่างการเขียนโค้ดคำสั่ง if ที่ประกอบด้วยสแตทเมนต์ภายในบล็อกคำสั่งซึ่งระหว่างภาษา Java C++ และ Python จะมีขอบเขตของบล็อกคำสั่งหรือโปรแกรมย่อยแตกต่างกัน ดังนี้

<p>โค้ดคำสั่ง if - else ในภาษา Java และ C++</p> <pre>If (score &gt;= ๕๐) {     grade = 'Pass' ; } else {     grade = 'Fail' ; }</pre>	<p>โค้ดคำสั่ง if - else ในภาษา Python</p> <pre>If (score &gt;= ๕๐)     grade = 'Pass' else ;     grade = 'Fail' ;</pre>
---	---

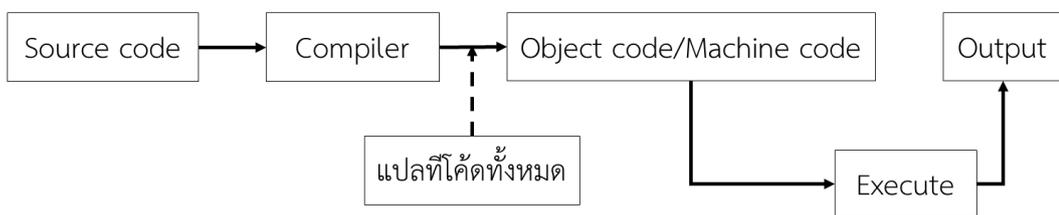
จากโค้ดคำสั่งดังกล่าวจะเห็นว่า ภาษาไพทอนใช้คำสั่งที่สั้น กระชับ และเข้าใจง่ายกว่าภาษา Java และ C++

๒) แปลภาษาด้วยอินเทอร์พรีเตอร์

การแปลภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง ซึ่งใช้คำสั่งด้วยคำและวลีที่มนุษย์เข้าใจง่าย แต่คอมพิวเตอร์ไม่เข้าใจ เพราะภาษาเครื่องใช้รหัสตัวเลข ๐ และ ๑ ดังนั้น เมื่อรันโปรแกรมจะต้องใช้ตัวแปลภาษาให้คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยมี ๒ ประเภท คือ อินเทอร์พรีเตอร์ (Interpreter) และ คอมไพเลอร์ (Compiler) มีแผนผังและตารางเปรียบเทียบการทำงาน ดังนี้



รูปที่ ๙ แผนผังการประมวลผลโปรแกรมด้วยอินเทอร์พรีเตอร์

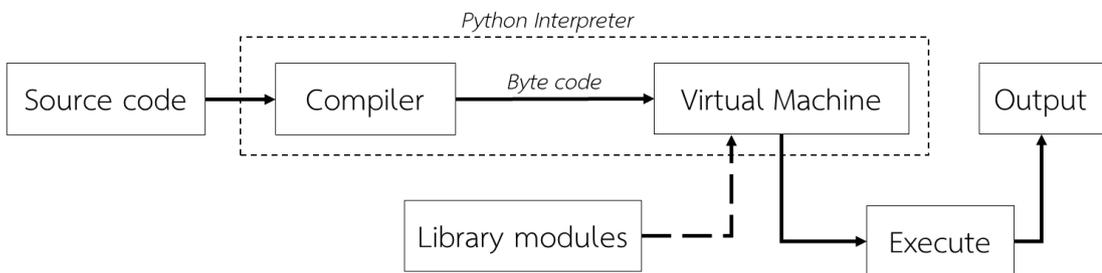


รูปที่ ๑๐ แผนผังการประมวลผลโปรแกรมด้วยคอมไพเลอร์

ตารางที่ ๑ เปรียบเทียบการแปลภาษาด้วยอินเทอร์พรีเตอร์กับคอมไพเลอร์

อินเทอร์พรีเตอร์	คอมไพเลอร์
แปลคำสั่งที่ละบรรทัด	สแกนตรวจสอบทั้งโปรแกรมแล้วจึงแปลภาษา
ใช้เวลาในการวิเคราะห์ซอร์สโค้ดที่น้อยแต่เวลาที่ใช้ในการดำเนินการโดยรวมทั้งวิเคราะห์และแปลภาษาจะช้ากว่า	ใช้เวลาวิเคราะห์ซอร์สโค้ดที่นานกว่า แต่เวลาที่ใช้ในการดำเนินการโดยรวมทั้งวิเคราะห์และแปลภาษาจะเร็วกว่า
ไม่มีการแปลเป็นนออบเจกต์โค้ดก่อนจึงใช้หน่วยความจำมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า	มีการแปลเป็นนออบเจกต์โค้ดก่อนจะแปลงเป็นภาษาเครื่อง จึงต้องใช้หน่วยความจำเพิ่มเติม
แปลภาษาที่ละบรรทัดเมื่อพบข้อผิดพลาดจะหยุดทันที จึงตรวจสอบและแก้จุดผิดพลาดได้ง่ายกว่า	สแกนวิเคราะห์โค้ดทั้งหมดในครั้งเดียว หากพบข้อผิดพลาดแล้วค่อยแจ้ง จึงตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดได้ยากกว่า
ภาษาที่ใช้ ได้แก่ Python Ruby เป็นต้น	ภาษาที่ใช้ ได้แก่ C, C++

**การแปลซอร์สโค้ดในภาษาไพทอน** จะใช้อินเทอร์พรีเตอร์วิเคราะห์ภาษาที่ละบรรทัดแล้วแปลงเป็นไบต์โค้ด (Byte Code) ไปยัง Virtual Machine พร้อมกับนำโค้ดที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชันพิเศษต่าง ๆ จากไลบรารีของภาษาไพทอนมาลิงก์รวมกัน จากนั้นจึงแปลงเป็นภาษาเครื่อง (Machine Code) ของแต่ละแพลตฟอร์ม ซึ่งหลักการแปลงเป็นไบต์โค้ดและใช้ Virtual Machine จะเหมือนกับภาษา Java ที่ช่วยสนับสนุนให้โปรแกรมสามารถรันทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้

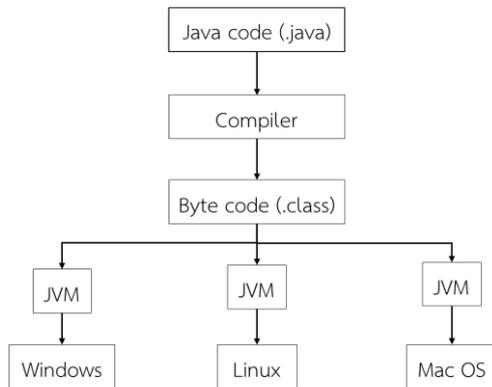


รูปที่ ๑๑ แผนผังการแปลซอร์สโค้ดในภาษาไพทอน

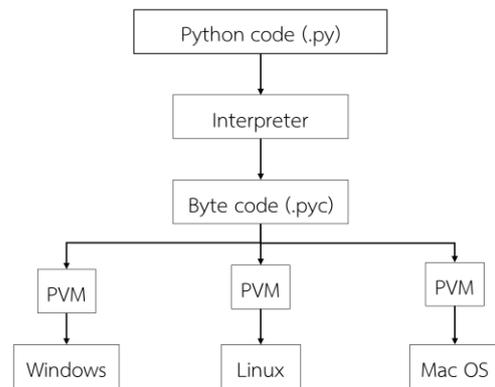
๓) สามารถรันโปรแกรมได้หลายแพลตฟอร์ม

เมื่อเขียนโค้ดคำสั่งด้วยภาษาไพทอน จะสามารถนำซอร์สโค้ดไปรันบนแพลตฟอร์มที่แตกต่างกัน (Cross - Platform) ทั้งใน Windows Mac OS Linux หรือ Unix โดยการสร้างเป็นไบต์โค้ด แล้วส่งไปยัง PVM (Python Virtual Machine) เหมือนกับการสร้างไบต์โค้ดในภาษา Java แล้วใช้ JVM (Java Virtual Machine) แปลงเป็นภาษาเครื่องของแพลตฟอร์มนั้น ดังนั้น แพลตฟอร์มใดที่สนับสนุน PVM จะสามารถรันโปรแกรมภาษาไพทอนได้ ซึ่งมีแผนภาพการแปลงเป็นไบต์โค้ดเพื่อนำไปใช้บนแพลตฟอร์มต่าง ๆ ดังนี้

## การสร้างไบต์โค้ดของภาษา Java



## การสร้างไบต์โค้ดของภาษา Python



รูปที่ ๑๒ แผนผังเปรียบเทียบการสร้างไบต์โค้ดของภาษา Java กับ ภาษาไพทอน

## ๔) ทำงานแบบอินเทอร์พรีเตอร์

ไพทอนมีพรอมต์ (Prompt) ให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมโดยพิมพ์คำสั่งโต้ตอบกับอินเทอร์พรีเตอร์ได้โดยตรงที่ละบรรทัด จึงง่ายต่อการทดสอบ ติดตาม และแก้ไขข้อผิดพลาดในโปรแกรม

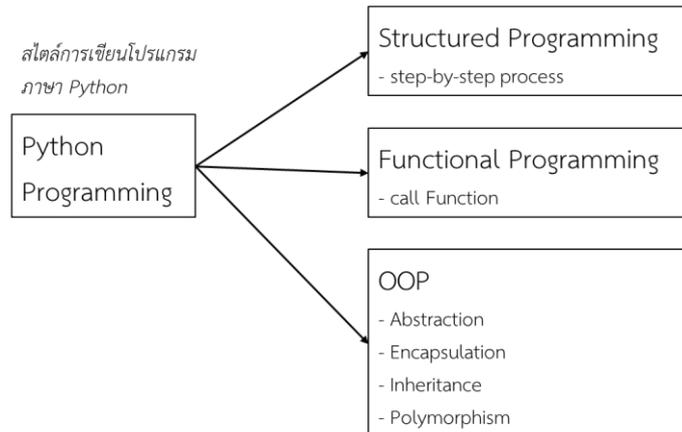
## ๕) ชนิดข้อมูลเป็นลักษณะไดนามิก

ภาษาโปรแกรมระดับสูงโดยทั่วไป เช่น ภาษา C/C++ และ Java จะกำหนดชนิดข้อมูลแบบสแตติก (Static Types) ซึ่งการประกาศตัวแปรจะต้องกำหนดชนิดข้อมูลอย่างเจาะจงเพื่อจองพื้นที่หน่วยความจำตามขนาดที่ต้องการจัดเก็บข้อมูลให้กับตัวแปร เช่น ต้องการให้ตัวแปร *i* จัดเก็บเลขจำนวนเต็มไม่เกิน ๒,๑๔๗,๔๘๓,๖๔๗ จะต้องประกาศตัวแปรชนิดข้อมูล *int* จองพื้นที่หน่วยความจำขนาด ๒ ไบต์ (๑๖ บิต) แต่ไม่สามารถนำตัวแปรไปเก็บข้อมูลที่จำนวนเกินขนาดพื้นที่ที่จองไว้ หรือเก็บข้อมูลชนิดอื่นได้ เพราะจะไม่ผ่านการตรวจสอบจากคอมไพเลอร์

ส่วนไพทอนจะกำหนดชนิดข้อมูลให้กับตัวแปรแบบไดนามิก ซึ่งไม่ต้องประกาศตัวแปรพร้อมกับกำหนดชนิดข้อมูลก่อน โดยจะกำหนดตัวแปรพร้อมกับค่าเริ่มต้น หรือกำหนดตัวแปรให้จัดเก็บข้อมูลจากนิพจน์ได้โดยตรง จากนั้นไพทอนจะเตรียมพื้นที่หน่วยความจำและจัดเก็บให้พอดีตามขนาดของข้อมูลจริง นอกจากนี้สามารถใช้ตัวแปรจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ขึ้นหรือเปลี่ยนไปจัดเก็บข้อมูลชนิดอื่น ดังนั้น ไพทอนจึงสามารถรองรับการประมวลผลข้อมูลขั้นสูง ทางด้านวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## ๖) การเขียนโปรแกรมหลายกระบวนทัศน์ (Multi - Paradigm Programming)

ภาษาการเขียนโปรแกรมส่วนใหญ่จะสนับสนุนกระบวนทัศน์หรือสไตล์ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลาย ซึ่งนักพัฒนาโปรแกรมสามารถเลือกใช้สไตล์การเขียนโปรแกรมที่เหมาะสมที่สุด โดยไพทอนมีสไตล์ในการเขียนโปรแกรม ได้แก่ การเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้าง (Structured Programming) ที่กระทำคำสั่งเรียงตามลำดับ โดยเริ่มจากบรรทัดแรกไปจนจบบรรทัดสุดท้าย การเขียนโปรแกรมเชิงฟังก์ชัน (Functional Programming) เป็นโปรแกรมที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชันย่อย และการเขียนโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ (Object - Oriented Programming : OOP)



รูปที่ ๑๓ แผนผังสไลด์การเขียนโปรแกรมไพทอน

๗) เป็นภาษาสคริปต์ที่ทำงานร่วมกับภาษาอื่นได้

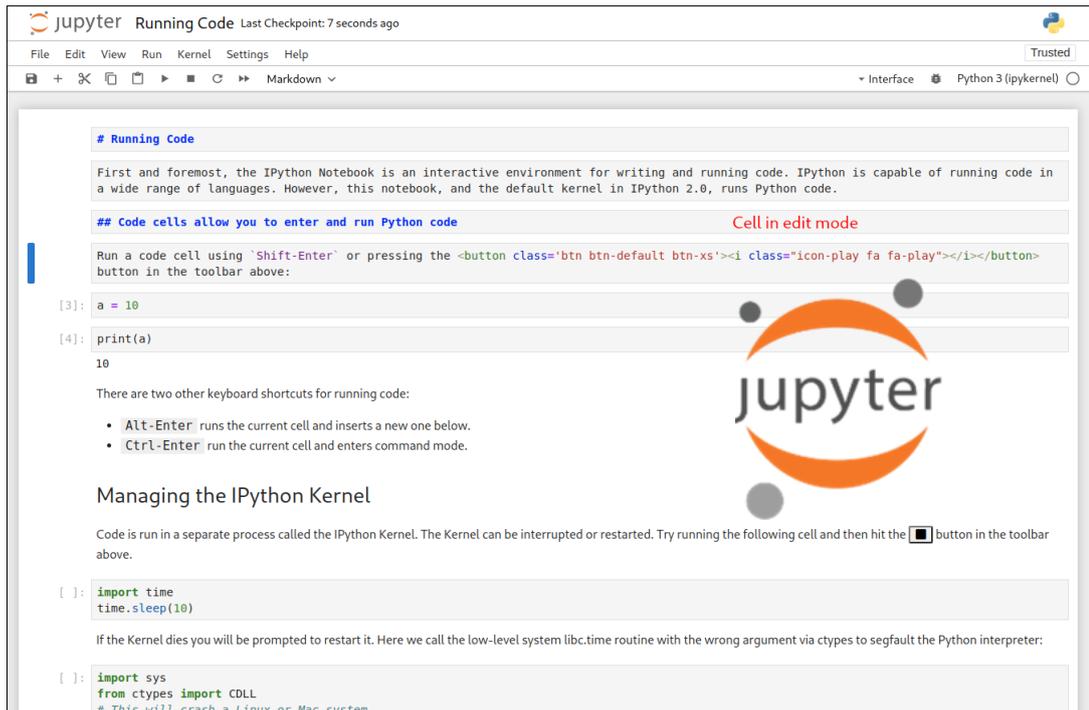
ไพทอน ถูกเรียกว่าเป็นภาษากาว (Glue Language) ที่มีคุณสมบัติเป็นภาษาสคริปต์ (Scripting Language) สามารถสร้างชุดคำสั่งใช้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเมื่อแปลภาษาเป็นไบต์โค้ดแล้วจะนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมร่วมกับ C++ COM NET ActiveX CORBA Java รวมทั้ง Java Script และ AJAX สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและเว็บเฟรมเวิร์คต่าง ๆ

๘) นักพัฒนาโปรแกรมสามารถเพิ่มโมดูลให้อินเตอร์พรีเตอร์ของไพทอนเพื่อปรับแต่งเครื่องมือการทำงานให้มีประสิทธิภาพและเพิ่มขีดความสามารถให้กับไพทอน

๙) ไพทอนมีอินเทอร์เฟซที่สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเชิงพาณิชย์ที่สำคัญทั้งหมด

#### ๔.๓.๒ การเขียนภาษา Python สำหรับงานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โครงการศึกษานี้ในขั้นตอนการเชื่อมต่อรูปแบบที่ดินโดยใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา ผู้ศึกษาดำเนินการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาไพทอนผ่าน Jupyter Notebook ซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชันแบบ Open - Source ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างและแบ่งปันเอกสารที่มีโค้ดไลฟ์ (Live Code) สมการ (Equations) ภาพประกอบ (Visualizations) และข้อความอธิบาย (Narrative Text) ผ่านหน้าเว็บได้ โดยมีการใช้ภาษาโปรแกรมมิ่งจำนวนมาก เช่น Python, R, Julia และ Scala เป็นต้น



รูปที่ ๑๔ ตัวอย่างหน้าเว็บ Jupyter Notebook

การเขียนภาษา Python ในงานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับโครงการศึกษานี้ เป็นการเขียนภาษา Python ร่วมกับโปรแกรม QGIS ซึ่งมีชุดไลบรารีเฉพาะที่เรียกว่า PyQGIS ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเขียนสคริปต์ Python เพื่อทำงานอัตโนมัติใน QGIS สร้างปลั๊กอินใหม่ และจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ได้

```

# ปกติเราใช้ import จาก qgis.core
from qgis.core import QgsApplication, QgsVectorLayer, QgsProject, QgsPointXY
from qgis.gui import QgsMapCanvas
from qgis.utils import iface

# 1. เริ่มต้น QGIS Application (จำเป็นสำหรับ PyQGIS นอก QGIS GUI)
# ใช้ตั้งค่า path ไปยังโฟลเดอร์ plugins ของ QGIS
# นี่เป็นสิ่งสำคัญมากเพื่อที่ QGIS สามารถค้นหาและโหลด plugins ได้
# หากคุณใช้ OSGeo4W shell ส่วนนี้สามารถตัดทิ้งได้
qgis_prefix_path = r"C:\Program Files\QGIS 3.34\apps\qgis" # แก้ไขตามการติดตั้ง QGIS ของคุณ
QgsApplication.setPrefixPath(qgis_prefix_path, True)
qgs = QgsApplication([], False) # False หมายถึงไม่ใช้ GUI
qgs.initQgis()

print("QGIS application initialized.")

# 2. ตัวอย่างการโหลดเลเยอร์เวกเตอร์
# ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไฟล์ shapefile ของคุณอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้
# หรือระบุ path แบบเต็ม
layer_path = r"C:\path\to\your\data\some_shapefile.shp" # เปลี่ยนเป็น path จริงของคุณ
layer_name = "My_Shapefile_Layer"
provider_name = "ogr" # สำหรับ shapefile, geopackage, etc.

vlayer = QgsVectorLayer(layer_path, layer_name, provider_name)

if not vlayer.isValid():
    print(f"Layer failed to load! {layer_name}")
else:
    print(f"Layer '{layer_name}' loaded successfully with {vlayer.featureCount()} features.")
    QgsProject.instance().addMapLayer(vlayer) # เพิ่มเลเยอร์เข้าสู่ QgsProject (สำหรับจัดการ)

# 3. ตัวอย่างการเข้าถึงข้อมูลพีเจอร
print("\nFirst 5 features attributes:")
for i, feature in enumerate(vlayer.getFeatures()):
    if i >= 5: break
    print(feature.attributes()) # พิมพ์ค่า attribute ทั้งหมดของพีเจอร

# 3. ตัวอย่างการเข้าถึงข้อมูลพีเจอร
print("\nFirst 5 features attributes:")
for i, feature in enumerate(vlayer.getFeatures()):
    if i >= 5: break
    print(feature.attributes()) # พิมพ์ค่า attribute ทั้งหมดของพีเจอร

# 4. ตัวอย่างการสร้าง Buffer
# ตรวจสอบให้แน่ใจว่ามี Processing plugin โหลดอยู่
from qgis.analysis import QgsProcessing
from qgis.core import QgsProcessingFeatureSourceDefinition, QgsProcessingFeedback, QgsProcessingContext

# ตั้งค่า context สำหรับ processing
context = QgsProcessingContext()
feedback = QgsProcessingFeedback() # สำหรับแสดง progress และข้อความ

# พารามิเตอร์สำหรับ buffer
parameters = {
    'INPUT': QgsProcessingFeatureSourceDefinition(vlayer.id()),
    'DISTANCE': 100, # ระยะ buffer เป็นหน่วยของ CRS ของเลเยอร์
    'SEGMENTS': 5,
    'END_CAP_STYLE': 0, # Round
    'JOIN_STYLE': 0, # Round
    'MITER_LIMIT': 2,
    'DISSOLVE': False,
    'OUTPUT': 'memory:' # ผลลัพธ์จะอยู่ในหน่วยความจำ
}

# รัน algorithm 'native:buffer'
buffer_result = QgsProcessing.run('native:buffer', parameters, context=context, feedback=feedback)

if buffer_result:
    buffer_layer = buffer_result['OUTPUT']
    if buffer_layer and buffer_layer.isValid():
        print(f"\nBuffer layer created successfully with {buffer_layer.featureCount()} features.")
        QgsProject.instance().addMapLayer(buffer_layer)
        print(f"Buffer layer name: {buffer_layer.name()}")
    else:
        print("Buffer layer is invalid or not created.")
else:
    print("Buffer processing failed.")

# 5. สิ้นสุด QGIS Application (สำคัญเมื่อทำงานเสร็จ)
# หากไม่เรียกใช้ อาจทำให้เกิดปัญหาในการรัน PyQGIS ครั้งต่อไปใน Notebook เดียวกัน
qgs.exitQgis()
print("\nQGIS application exited.")

```

รูปที่ ๑๕ ตัวอย่างการเขียน PyQGIS ใน Jupyter Notebook

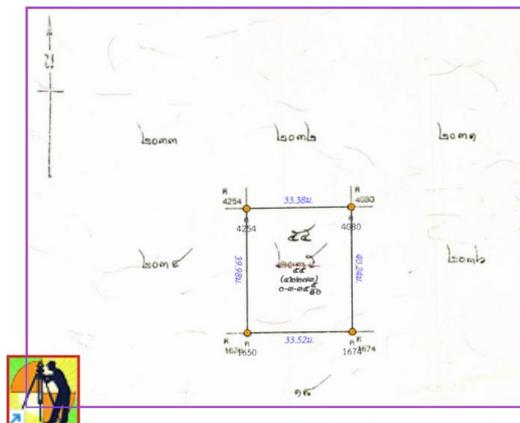
### ๕. วิธีและขั้นตอนดำเนินการ

#### ๕.๑ รวบรวมข้อมูลรูปแปลงที่ดินครอบคลุมพื้นที่ระวาง ๑ : ๔๐๐๐ จำนวน ๔ ระวาง ในพื้นที่ศึกษา

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ศึกษาเพื่อนำมาเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยมีรายละเอียดปรากฏดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ รายละเอียดข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่นำมาประกอบการศึกษา

ลำดับที่	ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่นำมาประกอบการศึกษา	จำนวน	หน่วย
๑	ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่สร้างขึ้นโดยใช้ภาพลักษณ์เอกสารสิทธิที่ดิน	๕๓๕	แปลง
๒	ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่มาจาก والرังวัดด้วยวิธี RTK GNSS Network	๘๑	แปลง
๓	ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่มาจาก والرังวัดชั้นหนึ่ง	๔๕	แปลง
๔	ข้อมูลค่าพิกัดที่มาจาก والرังวัดด้วยวิธี RTK GNSS Network จากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานภาคสนาม	๑๕๕	จุด



โปรแกรมคำนวณรังวัด (DOLCAD)

รูปที่ ๑๖ ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่สร้างขึ้นโดยใช้ภาพลักษณ์เอกสารสิทธิที่ดิน



รูปที่ ๑๗ ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่มาจากการรังวัดด้วยวิธี RTK GNSS Network



รูปที่ ๑๘ ข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่มาจากการรังวัดชั้นหนึ่ง

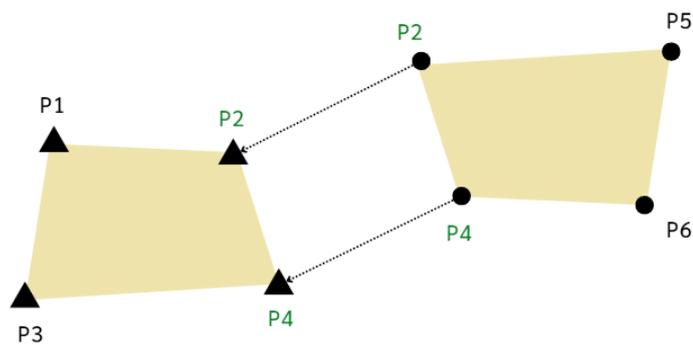


รูปที่ ๑๙ ข้อมูลค่าพิกัดที่มาจากการรังวัดด้วยวิธี RTK GNSS Network  
จากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานภาคสนาม

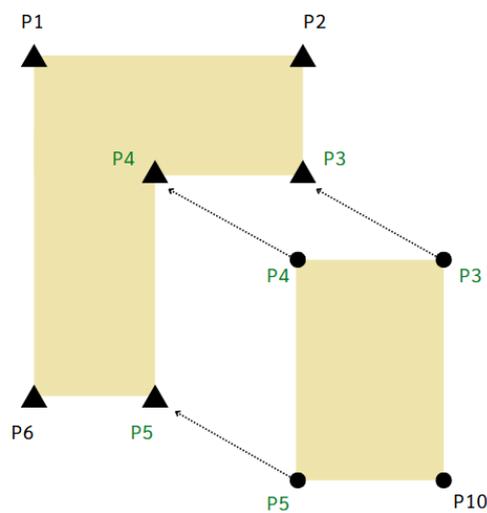
## ๕.๒ ศึกษาการใช้ชุดคำสั่งภาษาไพทอนสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน และกำหนดวิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

ดำเนินการศึกษาชุดคำสั่งภาษาไพทอนที่ทำงานร่วมโปรแกรม QGIS โดยใช้หลักการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากชื่อหมุดหลักเขตที่ดิน ซึ่งมีการกำหนดเงื่อนไข ดังนี้

- ถ้าหากหมุดหลักเขตที่ดินมีชื่อตรงกัน ๒ หมุด จะเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยวิธี Conformal Transformation
- ถ้าหากหมุดหลักเขตที่ดินมีชื่อตรงกัน ๓ หมุด จะเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยวิธี Affine Transformation

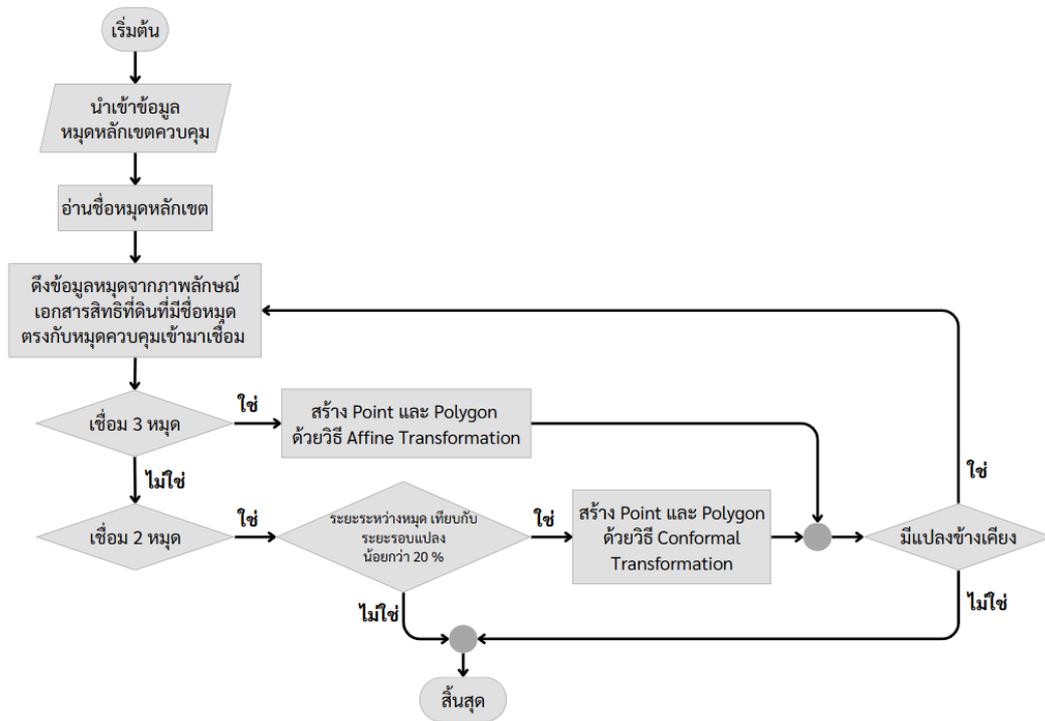


รูปที่ ๒๐ การเชื่อมต่อโดยวิธี Conformal Transformation



รูปที่ ๒๑ การเชื่อมต่อโดยวิธี Affine Transformation

๕.๓ ดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากวิธีการที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ข้อมูลจากข้อ ๕.๑  
 ในขั้นตอนนี้มีวิธีการดำเนินการดังรูปที่ ๒๒ ซึ่งเป็นแผนผังการทำงานของ การเชื่อมต่อ  
 รูปแปลงที่ดินโดยใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์



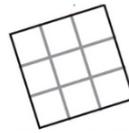
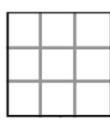
รูปที่ ๒๒ แผนผังการดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

๕.๔ ดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากวิธีการในโครงการศึกษาการจัดทำข้อมูลแผนที่  
 รูปแปลงที่ดินเพื่อรองรับการสร้างโฉนดที่ดินอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ข้อมูลจากข้อ ๕.๑

ดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยใช้คนเป็นผู้พิจารณาเชื่อมต่อ ซึ่งมีหลักการ  
 พิจารณาล้ายกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา ซึ่งมีการกำหนดเงื่อนไข ดังนี้

- ถ้าหากหมุดหลักเขตที่ดินมีชื่อตรงกัน ๒ หมุด จะเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยวิธี  
 Conformal Transformation
- ถ้าหากหมุดหลักเขตที่ดินมีชื่อตรงกัน ๓ หมุด จะเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยวิธี  
 Affine Transformation

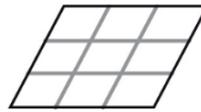
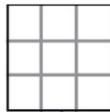
Conformal Transformation : สำหรับจุดควบคุม 2 จุด



4 Parameters

- Scaling
- Rotation
- Translation X
- Translation Y

Affine Transformation : สำหรับจุดควบคุม 3 จุด



6 Parameters

- Scaling
- Rotation
- Translation X
- Translation Y
- Shear X
- Shear Y

รูปที่ ๒๓ พารามิเตอร์การแปลงค่าพิกัดโดยวิธี

Conformal Transformation และ Affine Transformation

**๕.๕ เปรียบเทียบความถูกต้องของรูปแปลงที่ดิน และตำแหน่งของหมุดหลักเขตที่ดิน จากวิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินระหว่างข้อ ๕.๓ และข้อ ๕.๔**

- ดำเนินการเปรียบเทียบความถูกต้องเชิงเนื้อที่ โดยเปรียบเทียบเนื้อที่จากข้อมูลทะเบียนกับเนื้อที่หลังจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

- ดำเนินการเปรียบเทียบค่าพิกัดของแปลงควบคุม กับค่าพิกัดของแปลงที่ดินหลังจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

**๕.๖ วิเคราะห์ผลการศึกษา และกำหนดมาตรฐานระดับความถูกต้องของรูปแปลงที่ดิน**

ดำเนินการวิเคราะห์ผลการศึกษาจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยใช้คนในการพิจารณา และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา จากวิธีการ Conformal Transformation เท่านั้น และการผสมวิธี Conformal Transformation ร่วมกับวิธี Affine Transformation จากนั้นประเมินความถูกต้องของรูปแปลงที่ดินหลังการเชื่อมต่อจากความถูกต้องของเนื้อที่ และกำหนดระดับความถูกต้องของรูปแปลงที่ดินจากผลลัพธ์ดังกล่าว พร้อมกับอภิปรายข้อดี ข้อเสียในแต่ละวิธีการ

**๕.๗ สรุปแนวทางการศึกษา**

ดำเนินการสรุปแนวทางการศึกษาจากการวิเคราะห์ผลการศึกษา ในข้อ ๕.๖ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนารูปแปลงที่ดินดิจิทัลในอนาคต

**๕.๘ จัดทำรายงานผลการศึกษา**

ดำเนินการจัดทำรายงานผลการศึกษา วิเคราะห์ผล อภิปรายผล สรุปผล ข้อจำกัดในการศึกษา และข้อเสนอแนะในอนาคตที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนารูปแปลงที่ดินดิจิทัลของกรมที่ดิน

## ๖. ผลการศึกษา

การเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินในพื้นที่ศึกษาดำเนินการครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ๔ ไร่วาง และมีจำนวนรูปแปลงที่ดินที่ต้องดำเนินการเชื่อมต่อจำนวน ๕๓๕ แปลง โดยการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน จะกำหนดให้แปลงที่นำมาเชื่อมต่อกับแปลงที่ดินชั้นหนึ่งเป็นแปลงที่อยู่ในระดับที่หนึ่ง (Level ๑) และแปลงที่ดินถัดจากแปลงที่ดินระดับที่หนึ่งเป็นแปลงระดับที่ ๒, ๓, ๔, ... จนกว่าจะไม่สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินต่อไปได้ โดยสามารถจำแนกกรณีศึกษาเพื่อนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องได้ทั้งหมด ๔ กรณี ดังนี้

กรณีที่ ๑ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น

กรณีที่ ๒ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

กรณีที่ ๓ การใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น

กรณีที่ ๔ การใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

สามารถเปรียบเทียบความถูกต้องในแต่ละกรณีข้างต้นดังตารางที่ ๓ โดยเปรียบเทียบเนื้อที่จากการทดสอบเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินกับเนื้อที่รูปแปลงที่ดินที่มาจากข้อมูลทะเบียน และเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพิกัดจากรูปแปลงที่ดินที่มาจากทดสอบเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน กับค่าพิกัดชั้นหนึ่ง โดยมีผลการทดสอบดังรายละเอียดข้อ ๖.๑ ถึง ๖.๓

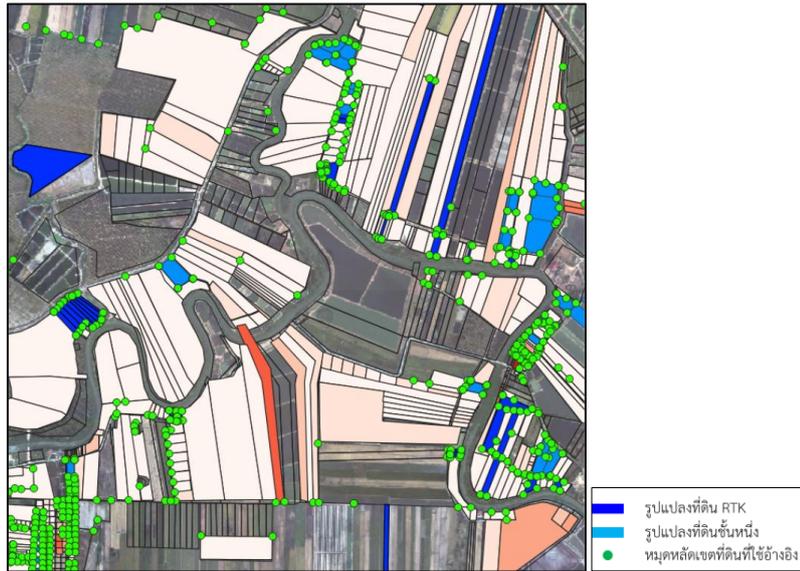
ตารางที่ ๓ แสดงการเปรียบเทียบวิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน จากสมการที่นำมาใช้ในการแปลงค่าพิกัด

วิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน	สมการการแปลงค่าพิกัดที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน	
การเชื่อมต่อโดยการใช้คนในการพิจารณา	วิธี Conformal Transformation เท่านั้น	การผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation
การเชื่อมต่อโดยการใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา	วิธี Conformal Transformation เท่านั้น	การผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

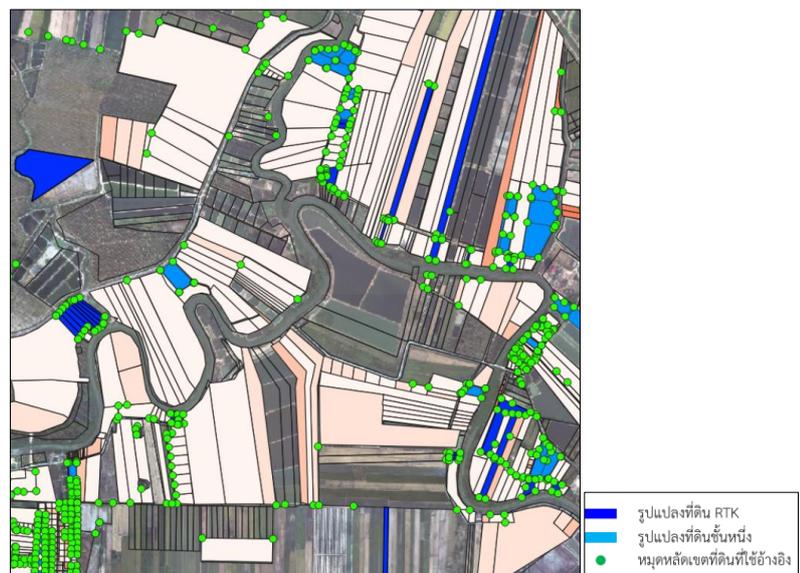
๖.๑ ความถูกต้องของเนื้อที่จากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากกรณีศึกษาทั้งหมด ๔ กรณี

๖.๑.๑ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

กรณีที่ ๑ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น มีผลการศึกษา ดังรูปที่ ๒๔ และกรณีที่ ๒ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation มีผลการศึกษา ดังรูปที่ ๒๕



รูปที่ ๒๔ ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น

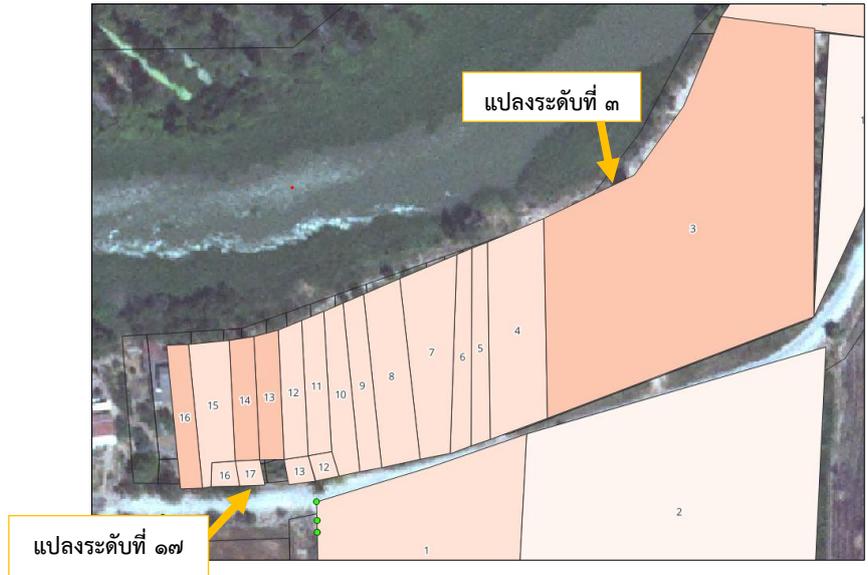


รูปที่ ๒๕ ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

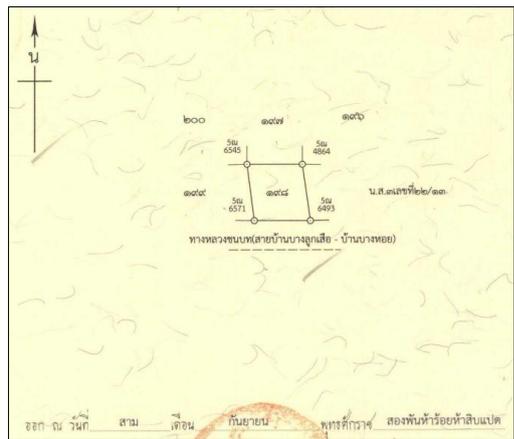
ตารางที่ ๔ ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้อินพุตพิจารณา

ช่วงร้อยละความถูกต้อง ของเนื้อที่ทดสอบ เปรียบเทียบกับเนื้อที่ทะเบียน	สัญลักษณ์สี ในแผนที่	จำนวนแปลงที่ดิน (แปลง)	
		วิธี Conformal Transformation เท่านั้น	การผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation
ร้อยละ ๕๐.๐ ถึง ร้อยละ ๕๕.๐		๒	๒
ร้อยละ ๕๕.๑ ถึง ร้อยละ ๖๐.๐		-	-
ร้อยละ ๖๐.๑ ถึง ร้อยละ ๖๕.๐		๑	-
ร้อยละ ๖๕.๑ ถึง ร้อยละ ๗๐.๐		๑	-
ร้อยละ ๗๐.๑ ถึง ร้อยละ ๗๕.๐		๕	-
ร้อยละ ๗๕.๑ ถึง ร้อยละ ๘๐.๐		๖	๗
ร้อยละ ๘๐.๑ ถึง ร้อยละ ๘๕.๐		๖	๗
ร้อยละ ๘๕.๑ ถึง ร้อยละ ๙๐.๐		๑๖	๓๓
ร้อยละ ๙๐.๑ ถึง ร้อยละ ๙๕.๐		๖๖	๕๕
ร้อยละ ๙๕.๑ ถึง ร้อยละ ๑๐๐.๐		๒๕๙	๒๔๓
<b>รวม</b>		<b>๓๖๒</b>	<b>๓๔๘</b>

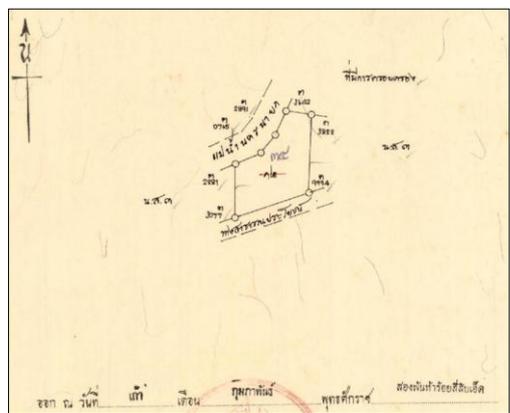
จากผลการศึกษาในตารางที่ ๔ การใช้อินพุตพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้ทั้งหมด ๓๖๒ แปลง จากจำนวนรูปแปลงที่ดินที่ต้องเชื่อมต่อทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา และความถูกต้องของเนื้อที่มากกว่าร้อยละ ๙๕ เมื่อเปรียบเทียบเนื้อที่หลังจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินกับเนื้อที่ทะเบียน มีจำนวน ๒๕๙ แปลง รูปแปลงที่ดินที่มีความถูกต้องของเนื้อที่ตั้งแต่ร้อยละ ๘๕.๑ มีจำนวน ๓๔๑ แปลง คิดเป็น ๙๔% จากจำนวนแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อได้ทั้งหมด ซึ่งร้อยละความถูกต้องดังกล่าว สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้ถึงระดับที่ ๑๗ (Level ๑๗) ในบางกลุ่ม ดังรูปที่ ๒๖ เนื่องจากเป็นรูปแปลงที่ดินที่ออกโฉนดที่ดินในปี พ.ศ. ๒๕๕๘ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนของรูปร่างน้อย ดังรูปที่ ๒๗ ส่วนแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อในระดับที่ ๓ (Level ๓) มีความถูกต้องน้อยกว่า เนื่องจากเป็นแปลงที่ดินที่ออกโฉนดที่ดินในปี พ.ศ. ๒๕๔๑ ดังรูปที่ ๒๘ ซึ่งปีที่ออกโฉนดที่ดินส่งผลต่อการสร้างรูปแปลงที่ดิน เนื่องจากแปลงที่ดินแต่ละแปลงมาจากวิธีการรังวัดที่ดิน และเทคโนโลยีในการลงรูปแปลงที่ดินบนโฉนดที่ดินที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินอยู่ในระดับที่ ๑ หรือ ๒ ตัวอย่างดังรูปที่ ๒๙



รูปที่ ๒๖ แสดงระดับความถูกต้องของแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อ  
โดยการใช้คนพิจารณาในระดับที่ ๓ (Level ๓) และระดับที่ ๑๗ (Level ๑๗)



รูปที่ ๒๗ ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินที่มาจากการรังวัดในปี พ.ศ. ๒๕๕๘

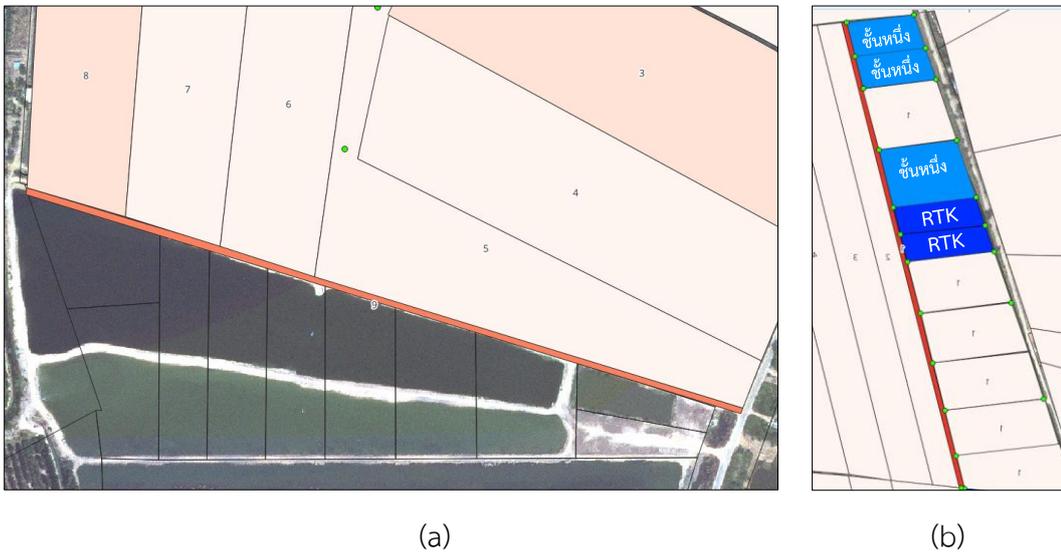


รูปที่ ๒๘ ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินที่มาจากการรังวัดในปี พ.ศ. ๒๕๔๑

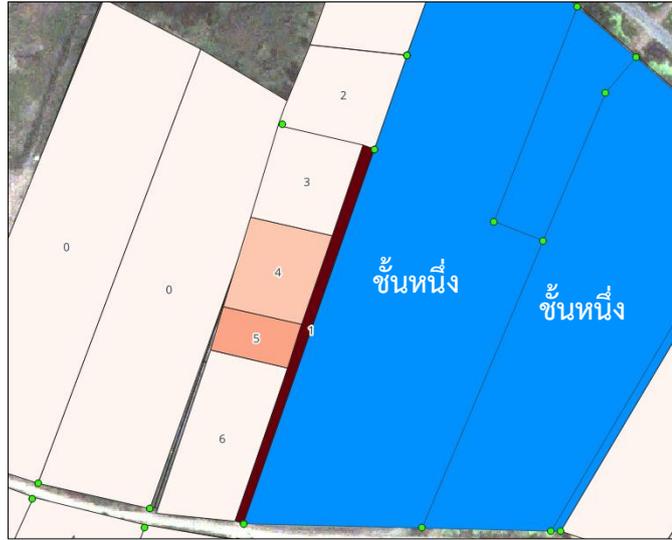


รูปที่ ๒๙ ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อในระดับที่ ๑ , ๒ หรือ ๓  
ที่มีความถูกต้องของเนื้อที่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐

รูปแปลงที่ดินที่มีความถูกต้องของเนื้อที่น้อยกว่าร้อยละ ๕๕ แม้ว่าจะเป็นแปลงที่ดินที่อยู่ในระดับที่ ๑ (Level ๑) และอยู่ติดกับแปลงที่ดินที่มาจากวิธีการรังวัดชั้นหนึ่ง แต่ด้วยลักษณะของรูปแปลงที่ดินที่มีขนาดเล็กและเรียวยาวซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความยาวสูง ทำให้มีความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่สูงตามไปด้วย เนื่องจากยิ่งรูปแปลงที่ดินมีลักษณะยาวมากเท่าใด เมื่อดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน จะมีการยืดหรือหดมากกว่าแปลงที่ดินที่มีลักษณะความกว้างต่อความยาวที่สมดุลกัน ยกตัวอย่างดังรูปที่ ๓๐ และ ๓๑

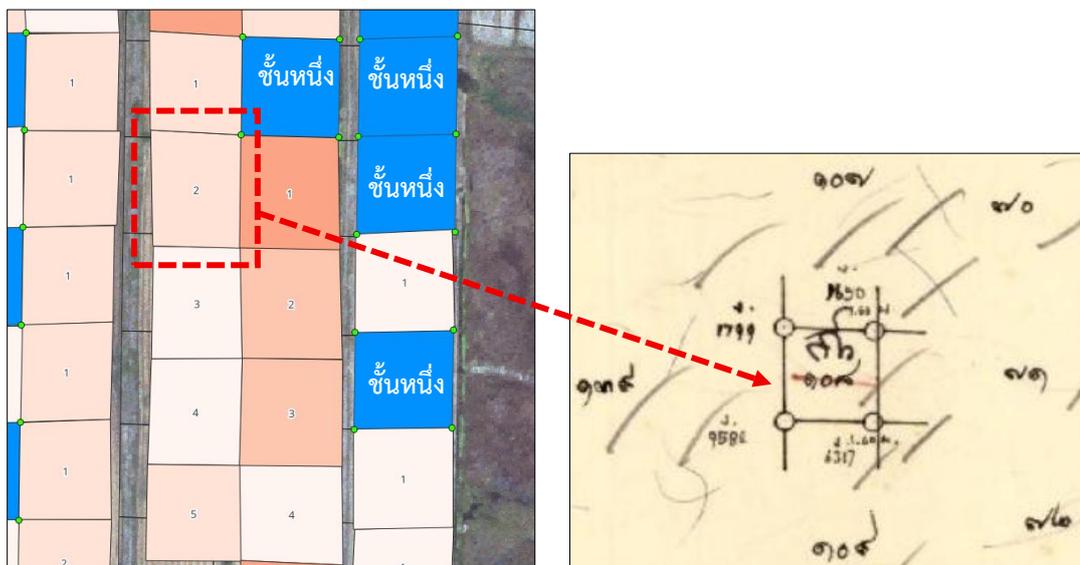


รูปที่ ๓๐ รูปแปลงที่ดินที่ใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน  
โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น ที่มีความถูกต้องของเนื้อที่น้อยกว่าร้อยละ ๕๕



รูปที่ ๓๑ รูปแปลงที่ดินที่ใช้พิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation ที่มีความถูกต้องของเนื้อที่น้อยกว่าร้อยละ ๕๕

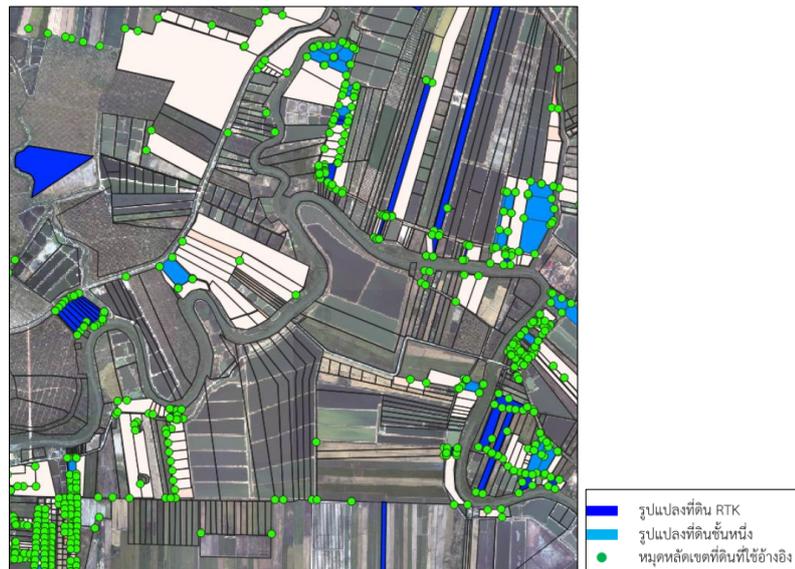
แม้ว่าจะดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้ แต่ผลลัพธ์ของรูปแปลงที่ดินหลังจากการเชื่อมต่อ มีลักษณะรูปแปลงที่ดินไม่ตรงตามหน้าภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดิน ดังรูปที่ ๓๒ เนื่องจากระหว่างการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงตามพารามิเตอร์การแปลงค่าพิกัด ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินด้วยวิธี Affine Transformation โดยมีการบิดเบี้ยวของรูปแปลงที่ดิน หากตำแหน่งของมุมหลักเขตที่ดินไม่ครอบคลุมทั่วทั้งแปลง



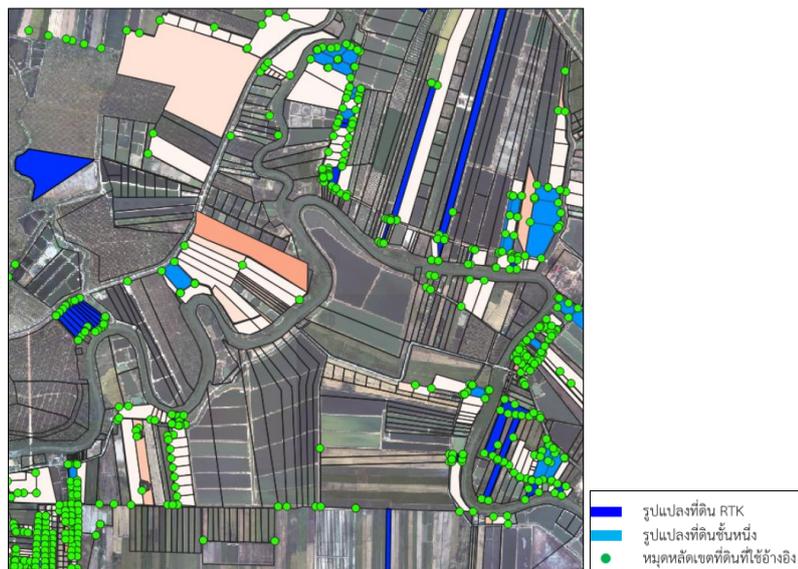
รูปที่ ๓๒ ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินหลังจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

### ๖.๑.๒ การใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา

เปรียบเทียบกรณีการใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น มีผลการศึกษา ดังรูปที่ ๓๓ และกรณีการใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสมผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation มีผลการศึกษา ดังรูปที่ ๓๔



รูปที่ ๓๓ ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์พิจารณา สำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น

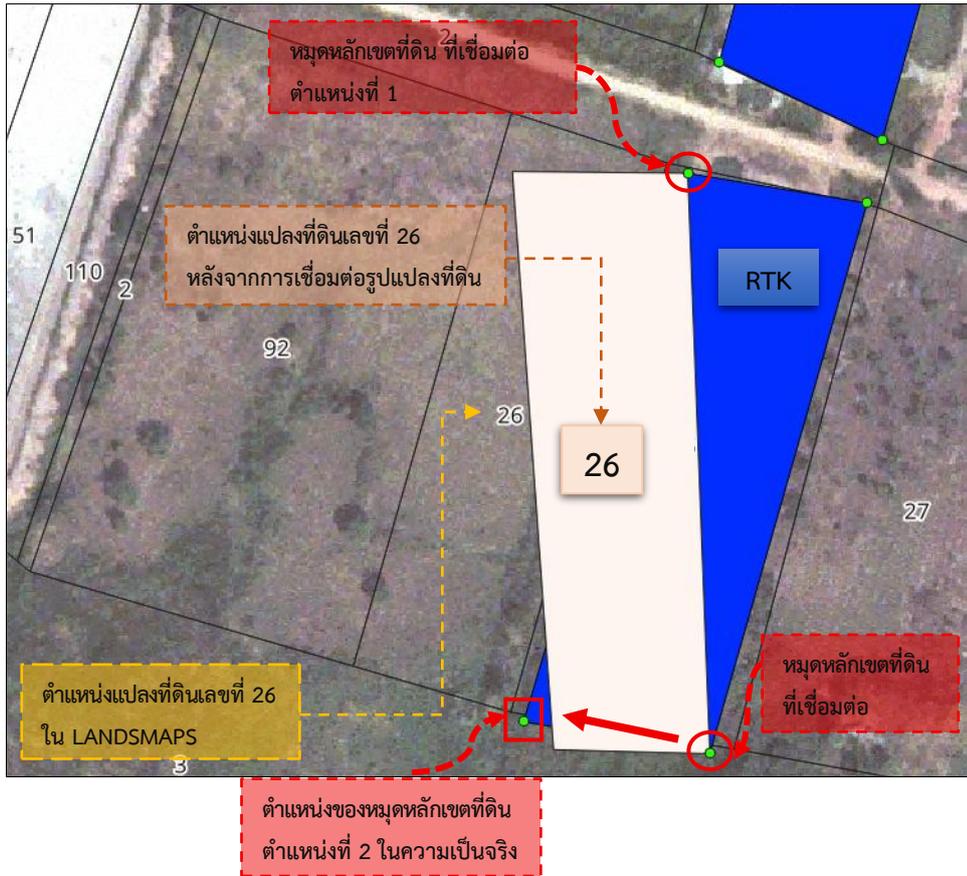


รูปที่ ๓๔ ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์พิจารณา โดยการผสมผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

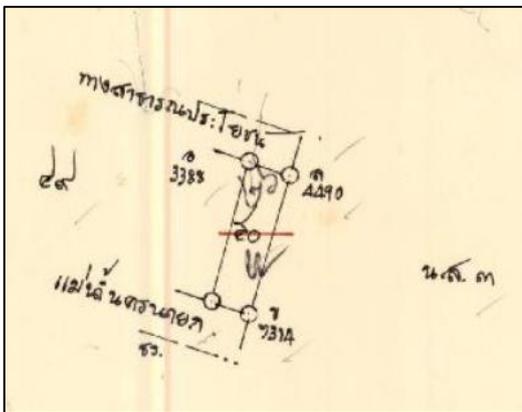
ตารางที่ ๕ ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้อินเตอร์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา

ช่วงร้อยละความถูกต้องของ เนื้อที่ทดสอบ เปรียบเทียบกับเนื้อที่ทะเบียน	สัญลักษณ์ สี ในแผนที่	จำนวนแปลงที่ดิน (แปลง)	
		วิธี Conformal Transformation เท่านั้น	การผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation
ร้อยละ ๕๐.๐ ถึง ร้อยละ ๕๕.๐		-	-
ร้อยละ ๕๕.๑ ถึง ร้อยละ ๖๐.๐		-	-
ร้อยละ ๖๐.๑ ถึง ร้อยละ ๖๕.๐		-	-
ร้อยละ ๖๕.๑ ถึง ร้อยละ ๗๐.๐		-	-
ร้อยละ ๗๐.๑ ถึง ร้อยละ ๗๕.๐		-	-
ร้อยละ ๗๕.๑ ถึง ร้อยละ ๘๐.๐		-	-
ร้อยละ ๘๐.๑ ถึง ร้อยละ ๘๕.๐		๓	๕
ร้อยละ ๘๕.๑ ถึง ร้อยละ ๙๐.๐		๕	๘
ร้อยละ ๙๐.๑ ถึง ร้อยละ ๙๕.๐		๑๔	๑๗
ร้อยละ ๙๕.๑ ถึง ร้อยละ ๑๐๐.๐		๑๓๑	๑๒๗
<b>รวม</b>		<b>๑๕๓</b>	<b>๑๕๗</b>

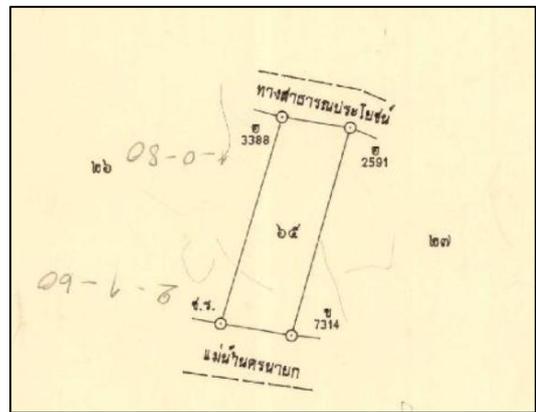
จากตารางที่ ๕ ผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้อินเตอร์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา มีความถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ ๘๐.๑ เนื่องจากผู้ศึกษาได้สร้างคำสั่งคัดเลือกแปลงที่ดินที่มีความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ ๘๐ โดยไม่นำมาเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน ดังนั้น ผลที่ได้จากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน จึงมีความถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ ๘๐.๑ เป็นต้นไป และอีกสาเหตุที่ไม่สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้ เนื่องจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยใช้อินเตอร์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา ใช้หลักการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยใช้ชื่อของมุมหลักเขตที่ดินเป็นตัวเชื่อมต่อ หากแปลงที่ดินมีชื่อมุมหลักเขตที่ดินไม่ตรงกัน จะส่งผลให้ไม่สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้ หรือหากชื่อมุมหลักเขตที่ดินผิดตำแหน่งจะส่งผลให้ผลลัพธ์ของรูปแปลงที่ดินที่นำมาเชื่อมต่อปรากฏผิดตำแหน่งเช่นกัน ยกตัวอย่าง ดังรูปที่ ๓๕ จะเห็นว่า รูปแปลงที่ดินเลขที่ ๒๖ เชื่อมต่อโดยใช้วิธี Conformal Transformation เท่านั้น และเชื่อมต่อโดยใช้มุมหลักเขตที่ดินตำแหน่งที่ ๑ และตำแหน่งที่ ๒ แต่มุมหลักเขตที่ดินในตำแหน่งที่ ๒ มีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินผิดตำแหน่งเนื่องจากชื่อของมุมหลักเขตที่ดินในตำแหน่งที่ ๒ ของแปลงที่ดินเลขที่ ๒๖ มีชื่อตรงกับมุมหลักเขตที่ดินในแปลงที่ดิน RTK โดยปรากฏตามข้อมูล หน้าภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินในรูปที่ ๓๖ และ ๓๗



รูปที่ ๓๕ แสดงตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินที่เชื่อมผิตตำแหน่งหลังจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน



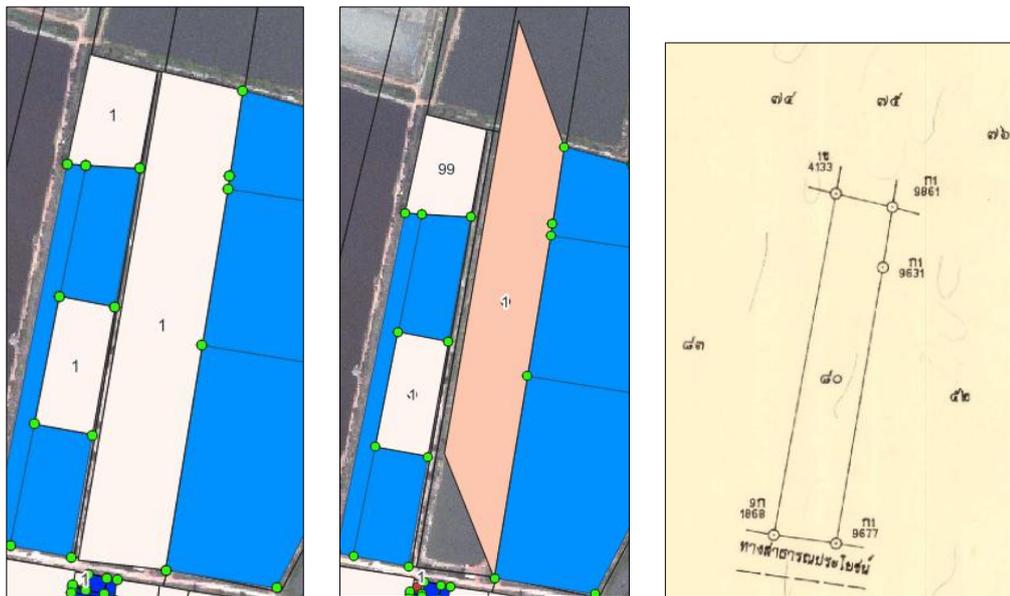
(a)



(b)

รูปที่ ๓๖ ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินแปลงที่ดินเลขที่ ๒๖ เป็นแปลงที่ดินที่นำมาเชื่อมต่อ (a) รูปที่ ๓๗ ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินแปลงที่ดินเลขที่ ๒๕ เป็นแปลงที่ดินที่มาจากกรังวัด RTK (b)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพิจารณา โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้นกับการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation พบว่า การเชื่อมต่องานแปลงที่ดินทั้งสองรูปแบบมีผลความถูกต้องใกล้เคียงกัน แต่ผลลัพธ์รูปร่างของรูปแปลงที่ดินที่ปรากฏในตำแหน่งเดียวกันมีความแตกต่างกันในบางตำแหน่ง เมื่อดำเนินการเชื่อมต่อโดยการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation จะเห็นว่า รูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อโดยวิธี Conformal Transformation ดังรูปที่ ๓๘ มีรูปร่างตรงกับรูปแปลงที่ดินหน้าภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดิน (รูปที่ ๔๐) เนื่องจากวิธี Conformal Transformation มีพารามิเตอร์การแปลงค่าพิกัด ได้แก่ การเลื่อนทางแกน x การเลื่อนทางแกน y การย่อ - ขยาย และการหมุน ซึ่งยังคงรูปร่างของรูปแปลงที่ดินตามรูปแปลงที่ดินต้นฉบับอยู่ แต่มีการเปลี่ยนแปลงในส่วนของเนื้อที่ ซึ่งสาเหตุอันเนื่องมาจากพารามิเตอร์การย่อ - ขยาย ส่วนรูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อโดยวิธี Affine Transformation ดังรูปที่ ๓๙ มีรูปร่างไม่ตรงกับรูปแปลงที่ดินหน้าภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดิน เนื่องจากพารามิเตอร์ของวิธี Affine Transformation คือ การเลื่อนทางแกน x การเลื่อนทางแกน y การย่อ - ขยาย การหมุน การเฉือน (Shear) ทางแกน x และการเฉือน (Shear) ทางแกน y จากการมีพารามิเตอร์การเฉือน (แกน x และ แกน y) เพิ่มเข้ามาในวิธี Affine Transformation จึงต้องใช้จุดควบคุมอย่างน้อย ๓ จุดที่ไม่เป็นเส้นตรงเดียวกัน แต่ลักษณะตำแหน่งการวางตัวของหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมดังกล่าวมีตำแหน่งอยู่ทางขวามือทั้งหมด ทั้งนี้ การคำนวณพารามิเตอร์การแปลงค่าพิกัดทั้ง ๒ วิธี มาจากความสัมพันธ์ของชุดค่าพิกัดหมุดหลักเขตที่ดินที่ใช้ควบคุมกับชุดค่าพิกัดลอยของแปลงที่ดินที่สร้างขึ้นจากภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินเช่นเดียวกัน



● = หมุดหลักเขตที่ดินควบคุมสำหรับเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

(a)

(b)

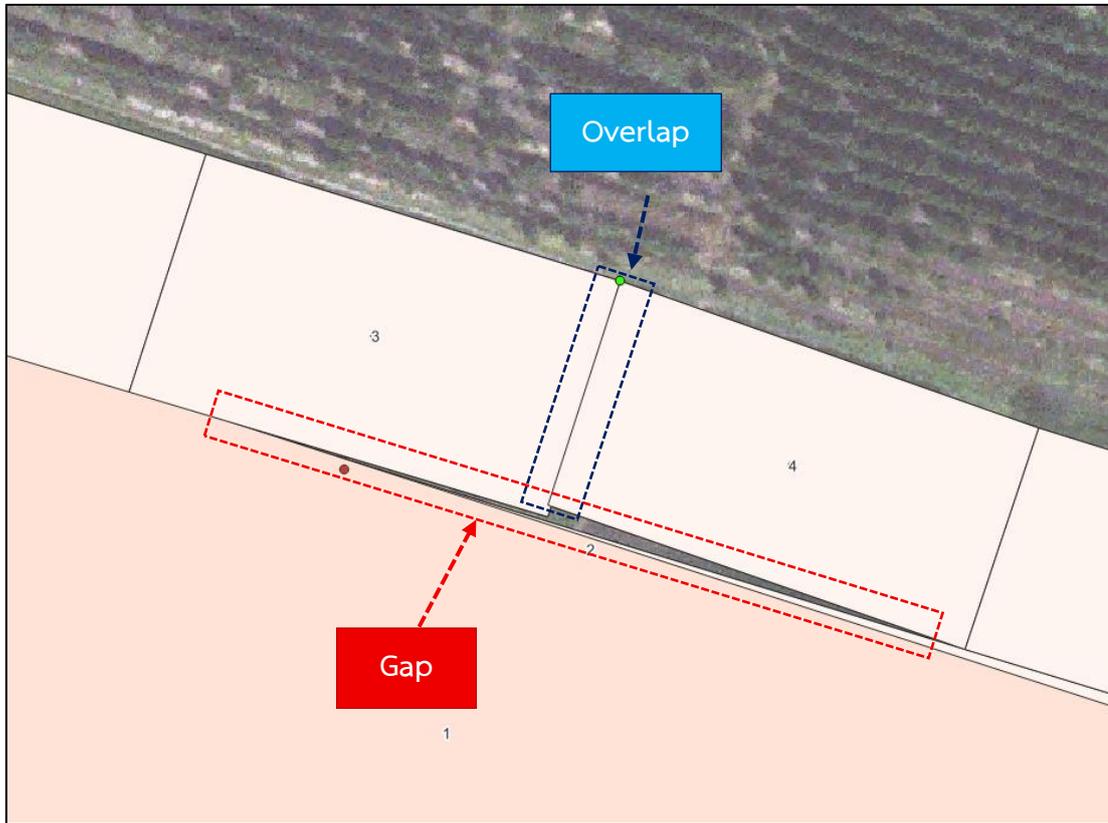
(c)

รูปที่ ๓๘ รูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal Transformation (a)

รูปที่ ๓๙ รูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อด้วยวิธี Affine Transformation (b)

รูปที่ ๔๐ ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินของรูปแปลงที่ดินที่นำมาเชื่อมต่อ (c)

แม้ว่าจะคัดเลือกรูปแปลงที่ดินที่มีความถูกต้องของเนื้อที่มีมากกว่าร้อยละ ๘๕ แล้ว แต่ผลลัพธ์การเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน ทั้งวิธี Conformal Transformation เท่านั้น กับการผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation ยังมีการซ้อนทับ (Overlap) กันของแปลงที่ดิน หรือยังมีระยะห่าง (Gap) ระหว่างแปลง ดังรูปที่ ๔๑



รูปที่ ๔๑ ตัวอย่างผลลัพธ์การเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินที่เกิด Overlap และ Gap

๖.๑.๓ การเปรียบเทียบโดยการใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินกับการใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

เมื่อเปรียบเทียบการเชื่อมต่อโดยการใช้คนพิจารณา และการใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาจากวิธี Conformal Transformation เท่านั้น กับ การผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation โดยสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบ ดังตารางที่ ๖

ตารางที่ ๖ เปรียบเทียบผลการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินกับการใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

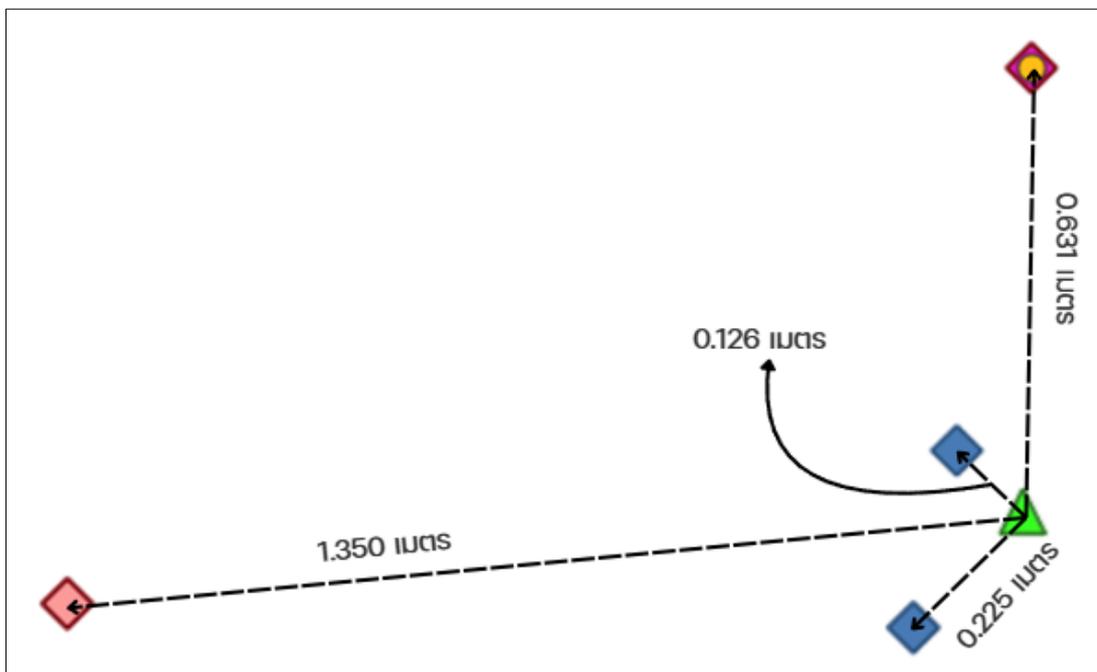
ระดับ ความถูกต้อง (ร้อยละ)	การใช้คนพิจารณาสำหรับ การเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน		การใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณา สำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน	
	วิธี Conformal Transformation เท่านั้น	การผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation	วิธี Conformal Transformation เท่านั้น	การผสมวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation
	จำนวนแปลงที่ดิน (แปลง)	จำนวนแปลงที่ดิน (แปลง)	จำนวนแปลงที่ดิน (แปลง)	จำนวนแปลงที่ดิน (แปลง)
๕๐.๐ - ๕๕.๐	๒	๒	-	-
๕๕.๑ - ๖๐.๐	-	-	-	-
๖๐.๑ - ๖๕.๐	๑	-	-	-
๖๕.๑ - ๗๐.๐	๑	-	-	-
๗๐.๑ - ๗๕.๐	๕	-	-	-
๗๕.๑ - ๘๐.๐	๖	๗	-	-
๘๐.๑ - ๘๕.๐	๖	๗	๓	๕
๘๕.๑ - ๙๐.๐	๑๖	๓๓	๕	๘
๙๐.๑ - ๙๕.๐	๖๖	๕๕	๑๔	๑๗
๙๕.๑ - ๑๐๐.๐	๒๕๙	๒๔๓	๑๓๑	๑๒๗
รวม	๓๖๒	๓๔๗	๑๕๓	๑๕๗

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความถูกต้องผลลัพธ์ของรูปแปลงที่ดินหลังจากการเชื่อมต่อที่มีความถูกต้องมากกว่าร้อยละ ๘๐ การใช้คนพิจารณาสามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้จำนวนมากกว่าการใช้ชุดคำสั่งไพทอนในการพิจารณา เนื่องจากวิธีการใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณามีข้อจำกัด คือ รูปแปลงที่ดินที่สร้างจากหน้าภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินต้องมีชื่อหมุดหลักเขตที่ดินตรงกับแปลงที่ดินข้างเคียง เนื่องจากวิธีการนี้จะใช้ชื่อหมุดหลักเขตที่ดินในการเชื่อมต่อ หากชื่อหมุดหลักเขตที่ดินในแปลงที่ดินข้างเคียงแปลงถัดไปที่นำมาเชื่อมต่อ ชื่อหมุดหลักเขตที่ดินไม่ตรงกันน้อยกว่า ๒ หมุด จะส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินการเชื่อมต่อได้ แม้ว่าการใช้คนพิจารณาสามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้จำนวนมาก แต่มีข้อจำกัด คือ เกิดความล่าช้าในการดำเนินการเมื่อต้องการดำเนินการในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น อีกทั้งการพิจารณาเลือกหมุดหลักเขตที่ดินที่เป็นหมุดควบคุมจะขึ้นกับการพิจารณาของแต่ละบุคคล เนื่องจากแต่ละบุคคลดำเนินการในสภาพพื้นที่การทำงานที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะกำหนดหลักการพิจารณาให้ดำเนินการตามหลักการที่กำหนดก็ตาม หากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินใช้การเขียนโปรแกรม หลักการพิจารณาจะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และมีมาตรฐานตรงกัน

## ๖.๒ ความถูกต้องของค่าพิกัดจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากกรณีศึกษาทั้งหมด ๔ กรณี

หลังจากเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน ค่าพิกัดของหมุดหลักเขตที่ดินในแปลงที่ดินส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ในระดับเมตร ทั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบเฉพาะจุด ๆ เดียวและเป็นแปลงที่อยู่ติดกับแปลงชั้นหนึ่งเท่านั้น ในแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อห่างออกจากแปลงชั้นหนึ่งไม่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่ง เนื่องจากยังไม่มีค่าพิกัดจากแปลงที่ดินมาอ้างอิง โดยจะสามารถนำมาอ้างอิงได้ก็ต่อเมื่อแปลงที่ดินนั้น ได้มีการรังวัดด้วยวิธีชั้นหนึ่งเรียบร้อยแล้วจึงจะนำมาพิสูจน์ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้ โดยแสดงระยะจากหมุดที่เชื่อมต่อแล้วกับหมุดควบคุม ดังรูปที่ ๔๒

### ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าพิกัดแปลงที่ดินมาจากการเชื่อมต่อด้วยวิธีการต่าง ๆ กับค่าพิกัดที่มาจากการรังวัดด้วยวิธีชั้นหนึ่ง



#### ความหมายของสัญลักษณ์

- ▲ จุดอ้างอิงที่มีค่าพิกัดที่มาจากการรังวัดชั้นหนึ่ง
- ◊ จุดที่มาจากการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal พิจารณาจากคน
- ◆ จุดที่มาจากการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal พิจารณาจากชุดคำสั่งไพทอน
- ◆ จุดที่มาจากการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal และ Affine พิจารณาจากคน
- จุดที่มาจากการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal และ Affine พิจารณาจากชุดคำสั่งไพทอน

รูปที่ ๔๒ ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าพิกัดแปลงที่ดินที่มาจากการเชื่อมต่อด้วยวิธีการต่าง ๆ กับค่าพิกัดที่มาจากการรังวัดด้วยวิธีชั้นหนึ่ง

จากรูปที่ ๔๒ พบว่า การเชื่อมต่อด้วยการผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation โดยการพิจารณาจากคนจะมีความถูกต้องมากที่สุด โดยมีความถูกต้องที่ ๑๒.๖ เซนติเมตร และ ๒๒.๕ เซนติเมตร ส่วนการพิจารณาจากคนโดยการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น จะมีความถูกต้องน้อยที่สุด โดยมีความถูกต้องที่ ๑๓๕ เซนติเมตร และการพิจารณาจากชุดคำสั่งไพทอน โดยการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal Transformation กับการผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation มีความถูกต้องเท่ากันที่ ๖๓.๑ เซนติเมตร

## ๗. สรุปผลการศึกษา

จากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินในพื้นที่ศึกษาดำเนินการครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ๔ ไร่ และมีการแปลงที่ดินที่ต้องดำเนินการเชื่อมต่อจำนวน ๕๓๕ แปลง โดยการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน จะกำหนดให้แปลงที่นำมาเชื่อมต่อกับแปลงที่ดินชั้นหนึ่งเป็นแปลงที่อยู่ในระดับที่หนึ่ง (Level ๑) และแปลงที่ดินถัดจากแปลงที่ดินระดับที่หนึ่งเป็นแปลงระดับที่ ๒, ๓, ๔, ... จนกว่าจะไม่สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินต่อไปได้ โดยสามารถจำแนกกรณีศึกษาเพื่อนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องได้ทั้งหมด ๔ กรณี ดังนี้

กรณีที่ ๑ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น

กรณีที่ ๒ การใช้คนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

กรณีที่ ๓ การใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยใช้วิธี Conformal Transformation เท่านั้น

กรณีที่ ๔ การใช้ชุดคำสั่งไพทอนพิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยการผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation

จากการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

๑) การใช้คนพิจารณาสามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้จำนวนมากว่าการใช้ชุดคำสั่งไพทอน แต่มีข้อจำกัด คือ มาตรฐานในการพิจารณาการต่อรูปแปลงที่ดินของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้ความถูกต้องสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินไม่ได้มาตรฐานเดียวกัน ซึ่งการใช้ชุดคำสั่งไพทอนสามารถตัดปัญหาในส่วนนี้ได้ เนื่องจากเป็นการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจากการพิจารณาโดยใช้ชุดคำสั่งเดียวกันในแต่ละรอบของการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน

๒) การเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยวิธี Conformal Transformation หรือ Affine Transformation วิธีใดวิธีหนึ่ง สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้จำนวนน้อยกว่าการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยการผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation เนื่องจากรูปแปลงที่ดินมีมุมหลักเขตที่ดินอ้างอิง ๒ มุม และ ๓ มุม ซึ่งการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยสองวิธีดังกล่าวสามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินตามจำนวนมุมหลักเขตที่ดินอ้างอิงจะทำให้สามารถเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้มากกว่า การเชื่อมต่อโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง และการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยวิธี Affine Transformation ควรมีมุมหลักเขตที่ดินอ้างอิงกระจายครอบคลุมพื้นที่ของแปลงที่ดินนั้น ๆ ในกรณีที่มีมุมหลักเขตที่ดินเรียงตัวฝั่งใดฝั่งหนึ่งของรูปแปลงที่ดิน อาจส่งผลให้ผลลัพธ์รูปแปลงที่ดินหลังการเชื่อมต่อมีความบิดเบี้ยว เนื่องจากวิธี Affine Transformation มีพารามิเตอร์การเฉือน (Shear) ในสมการ

๓) รูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อไม่ว่าจะวิธีใด หากเป็นแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อโดยเริ่มจากแปลงที่ดินที่มีพิกัดค่าอ้างอิงจะส่งผลให้แปลงที่ดินนั้น มีความถูกต้องเป็นอันดับที่ ๑ และแปลงที่ดินที่ดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินแปลงถัดไป จะมีความถูกต้องลดลงไปตามระยะห่างจากแปลงที่ดินที่มีพิกัดอ้างอิง ยกเว้นแปลงที่ดินที่เป็นแปลงที่ดินที่มาจากกรังวัดด้วยวิธีสมัยเก่า หรือแปลงที่ดินที่มีลักษณะเรียวยาว จะมีความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ ๕๕ แบบมีนัยสำคัญ เพราะฉะนั้น หากดำเนินการจัดทำที่มาของวิธีการรังวัดในรูปแปลงที่ดินแต่ละแปลง จะสามารถให้ลำดับความน่าเชื่อถือของรูปแปลงที่ดินได้

๔) การเชื่อมต่อด้วยการผสมผสานวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation โดยการพิจารณาจากคนจะมีความถูกต้องมากที่สุด โดยมีความถูกต้องที่ ๑๒.๖ เซนติเมตร และ ๒๒.๕ เซนติเมตร ส่วนการพิจารณาจากคนโดยการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal Transformation เท่านั้น จะมีความถูกต้องน้อยที่สุด โดยมีความถูกต้องที่ ๑๓๕ เซนติเมตร และการพิจารณาจากชุดคำสั่งโฟตอน โดยการเชื่อมต่อด้วยวิธี Conformal Transformation กับกรังวัดด้วยวิธี Conformal Transformation และ Affine Transformation มีความถูกต้องเท่ากันที่ ๖๓.๑ เซนติเมตร อย่างไรก็ตามผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพิกัดนี้ ใช้ตัวอย่างการทดสอบเพียง ๑ แปลง เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่มีทั้ง ๔ กรณี จึงต้องมีการศึกษาวิจัยกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมต่อไป

ดังนั้น ผลการศึกษาดังที่กล่าวมา จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งในการเป็นแนวทางสำหรับการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน เพื่อนำไปพัฒนาแผนที่ดิจิทัลของกรมที่ดินในอนาคตต่อไป

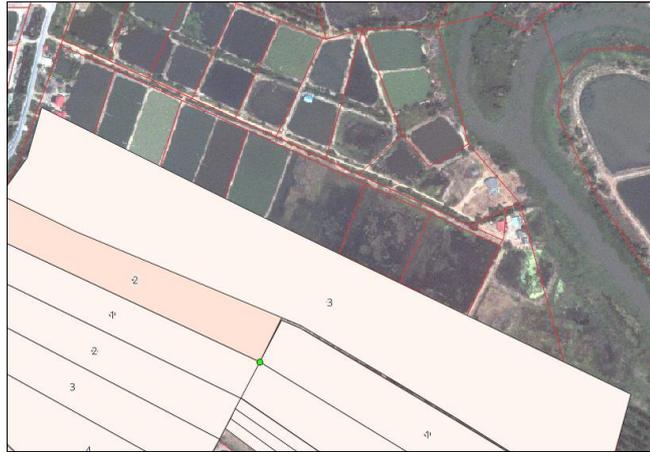
#### ๗.๑ ข้อจำกัดในโครงการศึกษา

๗.๑.๑ การสร้างรูปแปลงที่ดินโดยใช้รูปแปลงที่ดินหน้าภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดิน ความถูกต้องของรูปร่างขึ้นอยู่กับบุคลากรที่ขึ้นรูปแปลงที่ดิน ซึ่งส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากผู้ปฏิบัติงาน เมื่อนำมาเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น

๗.๑.๒ การเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินในบางจุดมีมุมหลักเขตที่ดินควบคุมไม่เพียงพอสำหรับนำมาดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน โดยพบว่า บริเวณดังกล่าวมีมุมหลักเขตที่ดินควบคุมแปลงละ ๑ มุม ซึ่งไม่เพียงพอต่อการนำมาเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน ดังรูปที่ ๔๓ หรือ เมื่อดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินในแปลงถัดไปแล้ว แปลงที่ดินที่มีการแบ่งแยกภายหลังซึ่งไม่มีมุมหลักเขตที่ดินควบคุม ส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินการเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่องได้ ยกตัวอย่างดังรูปที่ ๔๔ หรือ กลุ่มแปลงที่ดินที่ถูกคั่นด้วยทางสาธารณประโยชน์ และแปลงที่ดินกลุ่มดังกล่าวไม่มีมุมหลักเขตที่ดินควบคุม ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินได้ ยกตัวอย่างดังรูปที่ ๔๕



รูปที่ ๔๓ ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินที่มีมุมหลักเขตที่ดินควบคุม ไม่ครอบคลุมทั่วทั้งบริเวณ



รูปที่ ๔๔ ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินที่เชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินแล้ว  
แปลงที่ดินถัดไปไม่มีหมุดหลักเขตที่ดินควบคุม

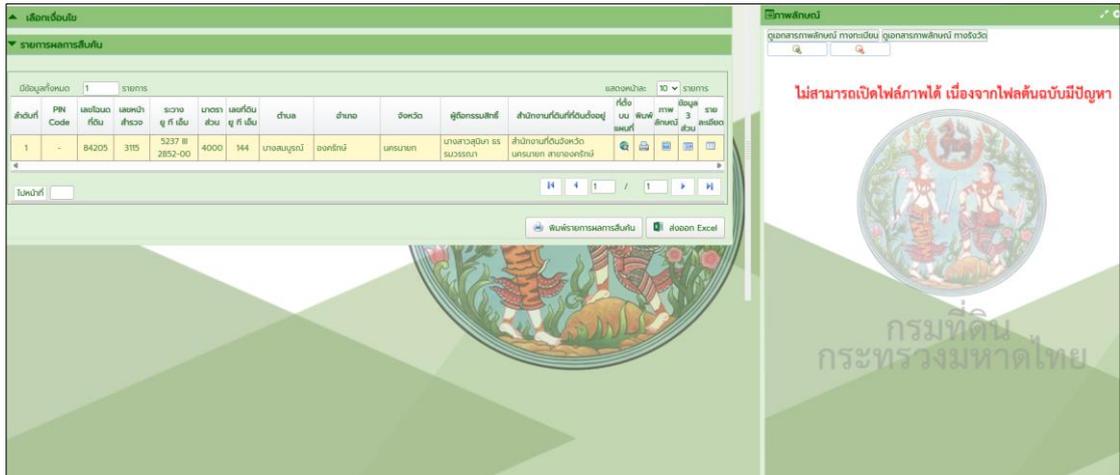


รูปที่ ๔๕ ตัวอย่างรูปแปลงที่ดินในบริเวณที่ไม่มีหมุดหลักเขตที่ดินควบคุม

## ๗.๒ ปัญหาที่พบ

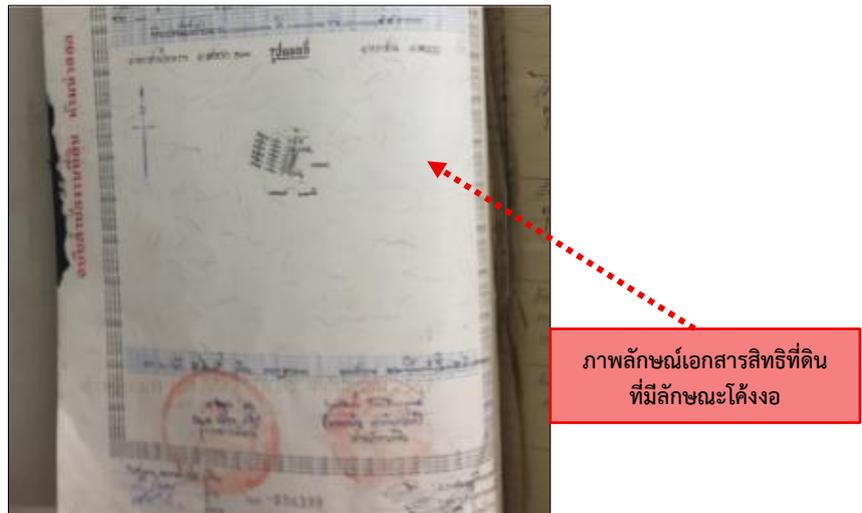
๗.๒.๑ ในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่มาจากการขึ้นรูปแปลงที่ดินจากภาพถ่ายลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินบางแปลงไม่สามารถขึ้นรูปแปลงที่ดินได้ จึงไม่สามารถนำแปลงที่ดินนั้นมาดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินโดยมีสาเหตุ ดังนี้

- รูปแปลงที่ดินนั้นไม่มีข้อมูลภาพถ่ายลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินในโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ดิน ระยะที่ ๒ เนื่องจากไฟล์ต้นฉบับมีปัญหา จึงไม่สามารถเปิดไฟล์ภาพได้



รูปที่ ๔๖ แสดงหน้าต่างเมื่อไม่พบข้อมูลภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดิน  
ในโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ดิน ระยะที่ ๒

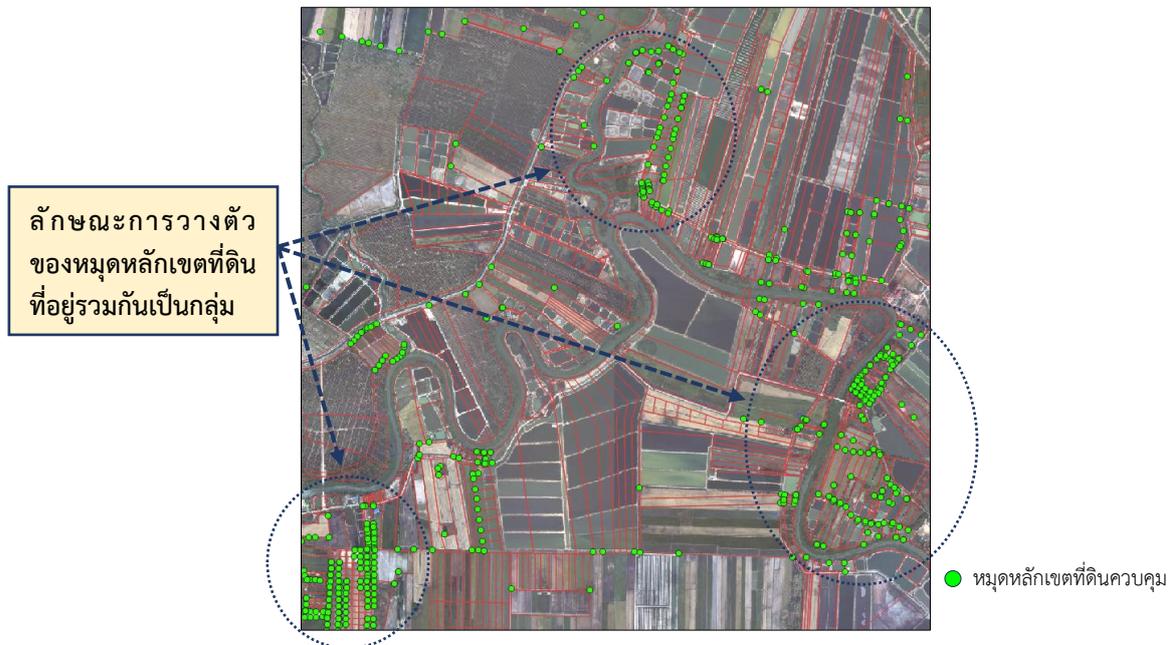
- ภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินในโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ดิน (ระยะที่ ๒) มีความโค้งงอไม่ได้ระนาบ ซึ่งหากนำมาขึ้นรูปแปลงที่ดินจะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของรูปแปลงที่ดิน



รูปที่ ๔๗ ตัวอย่างภาพลักษณะเอกสารสิทธิที่ดินที่มีลักษณะโค้งงอ



๗.๒.๒ รูปแปลงที่ดินบางกลุ่มไม่สามารถเชื่อมต่อได้ เนื่องจากในบริเวณนั้นไม่มีหมุดหลักเขตที่ดินที่มาจากการรังวัดชั้นหนึ่ง การรังวัดด้วยวิธี RTK หรือ การรังวัดด้วยวิธี RTK ในสนาม หากพิจารณาจากรูปที่ ๕๑ พบว่า หมุดหลักเขตที่ดินที่ใช้เป็นหมุดควบคุมกระจุกตัวรวมกัน ณ บริเวณใด บริเวณหนึ่ง



รูปที่ ๕๑ แสดงตำแหน่งการครอบคลุมของหมุดหลักเขตที่ดินในพื้นที่ศึกษา

### ๗.๓ ข้อเสนอแนะ

๗.๓.๑ ควรมีการศึกษาและพัฒนาวิธีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มเติม หรือจัดจ้างบริษัทภายนอกเพื่อพัฒนาวิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินในการลดระยะเวลาการดำเนินงาน

๗.๓.๒ ควรมีการตรวจสอบแปลงที่ดินหลังจากการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน ด้วยวิธีการรังวัดชั้นหนึ่งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแปลงที่ดินอีกทางหนึ่งนอกจากการเปรียบเทียบจากเนื้อที่

๗.๓.๓ นอกจากรูปแปลงที่ดินที่มาจากหน้าโฉนดที่ดินแล้ว ควรมีการนำข้อมูลรูปแปลงที่ดินที่มีต้นร่างมาดำเนินการเชื่อมต่อประกอบด้วย เนื่องจากการขึ้นรูปแปลงที่ดินจากหน้าโฉนดที่ดินบางฉบับเกิดจากเขียนรูปแปลงที่ดินด้วยมือ ส่งผลให้เมื่อดิจิทัลไอซ์อาจมีความคลาดเคลื่อน ซึ่งรูปแปลงที่ดินแผนที่ชั้นสองที่มีต้นร่างจะมีข้อมูลค่าพิกัดศูนย์ลอยอยู่ หากนำข้อมูลรูปแปลงที่ดินดังกล่าวมาเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินจะมีรูปร่างที่ถูกต้อง เนื่องจากการขึ้นรูปแปลงที่ดินจากค่าพิกัด

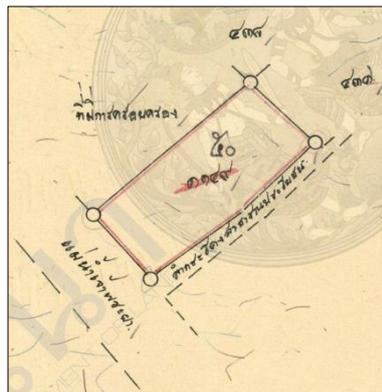
หลัก เขต ที่ ดิน	ผลต่าง พิกัดฉาก เหนือ	พิกัดฉาก ยู ที เอ็ม		เนื้อ ที่			ค่าสัมประสิทธิ์ ๑ (C) = 1.00000 ค่าตัวคูณมาตราส่วน (K) = 1.00000 C x K = 1.00000 M2 = (C x K) 2 = 1.00000 เนื้อที่พิกัดฉาก = 862.685 ไร่. / 1.00000 เนื้อที่จริง = 862.685 ตารางเมตร เนื้อที่เป็นไร่ = 0.539178 ไร่	
		น.(+) ต.(-)	เหนือ ( N )	ออก ( E )	ผลบวก พิกัดฉาก ออกเป็นคู่ๆ	ผลบวกพิกัดฉากออกเป็นคู่ๆ คูณกับระยะตั้งฉากเหนือหรือใต้		
						ผลบวก x น.		ผลบวก x ต.
เมตร	เมตร	เมตร	เมตร	ตารางเมตร	ตารางเมตร			
3๗-3087		196.980	171.080					
เก่า-ขร.	-5.194	191.786	171.352	342.432	-	1778.512		
3๗-0589	12.286	204.073	238.500	409.852	5035.639	-		
3๗-4849	7.497	211.569	279.470	517.969	3882.999	-		
3๗-4314	7.488	219.057	320.390	599.860	4491.499	-		
3๗-3703	1.251	220.308	327.227	647.617	810.124	-		
3๗-3076	7.588	227.896	324.693	651.919	4946.830	-		
3๗-6813	-1.228	226.668	320.104	644.797	-	791.757		
3๗-4187	-1.868	224.800	320.468	640.572	-	1196.588		
3๗-3087	-27.820	196.980	171.080	491.548	-	13674.865		
				ผลรวม=	19167.092	-17441.723		

รูปที่ ๕๒ ตัวอย่างข้อมูลการรังวัดที่ดินในต้นร่าง

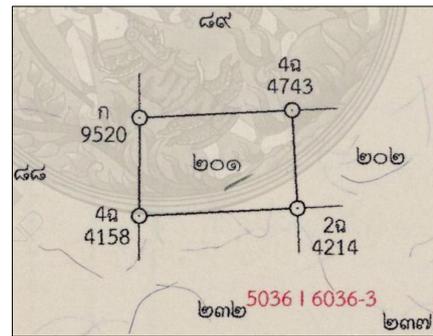
๗.๓.๔ ก่อนการดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินควรมีการระบุ ว่าแปลงที่ดินแต่ละแปลง มาจากการรังวัดด้วยวิธีใดเพื่อเป็นประโยชน์แก่การกำหนดมาตรฐานของรูปแปลงที่ดินหลังจาก การดำเนินการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดิน เนื่องจากข้อมูลรูปแปลงที่ดินของกรมที่ดินมาจากวิธีการรังวัด ที่หลากหลาย ซึ่งใช้เทคนิคและเทคโนโลยีที่พัฒนามาตั้งแต่อดีตแรกเริ่มก่อตั้งกรมที่ดิน จนถึงปัจจุบัน เมื่อนำมาเข้าสู่กระบวนการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินแล้ว ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกัน ในรูปแปลงที่ดินที่มาจากวิธีการรังวัดแตกต่างวิธีการ



ปี พ.ศ. ๒๕๓๔



ปี พ.ศ. ๒๕๑๙



ปี พ.ศ. ๒๕๖๔

รูปที่ ๕๓ แสดงความแตกต่างของรูปแปลงที่ดินบนโฉนดที่ดิน ที่ดำเนินการรังวัดแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา

**๘. ประโยชน์ที่ได้รับ**

๘.๑ ได้แนวทางวิธีการเชื่อมต่อรูปแปลงที่ดินที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสำหรับการสร้างแผนที่ดิจิทัลที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการทั้งขนาด รูปร่าง และตำแหน่ง

๘.๒ ได้เกณฑ์มาตรฐานความน่าเชื่อถือของรูปแปลงที่ดินในเบื้องต้นตามหลักวิชาการ

**เอกสารอ้างอิง**

- รองศาสตราจารย์ สุเพชร จิรขจรกุล. (๒๕๕๕). เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop ๙.๓.๑ ฉบับปรับปรุง. นนทบุรี: บริษัท เอ.พี. กราฟฟิคดีไซน์และการพิมพ์ จำกัด.
- อิทธิ ตรีสัตยวงศ์. (๒๕๕๓). เอกสารคำสอนวิชา ๒๑๐๘๔๑๑ Numerical Techniques in Geomatics. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กองเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน. (๒๕๖๔). การใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับบริหารจัดการที่ดิน. กรุงเทพฯ: กองการพิมพ์ กรมที่ดิน.
- สุพจน์ ส่งทอง และ ปิยะ นากสงค์. (๒๕๖๓). การเขียนโปรแกรมด้วย Python GUI+Network+Database+Web. กรุงเทพฯ: ไร่ไฉ่ว

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณวิธี Conformal Transformation

การแปลงค่าพิกัดของรูปแปลงที่ดินด้วยวิธี Conformal Transformation สามารถคำนวณได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

๑. การแปลงค่าพิกัดด้วยวิธี Conformal Transformation ต้องมีหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๒ หมุด ดังรูปที่ ๕๔ ซึ่งรูปแปลงที่ดินตัวอย่างเป็นรูปแปลงที่ดินเลขที่ ๕๒ เลขระวาง ๕๒๓๗ III ๒๖๕๐ มาตราส่วน ๑ : ๔๐๐๐ อยู่บนพื้นหลักฐาน Indian ๑๙๗๕ โซน ๔๗ โดยมีค่าพิกัดดังตารางที่ ๗

ตารางที่ ๗ ค่าพิกัดหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๒ หมุด

ชื่อหมุดหลักเขตที่ดิน	N (ค่าพิกัดทางเหนือ)	E (ค่าพิกัดทางตะวันออก)
๔ข - ๘๗๕๗	๑๕๕๐๒๗๖.๒๒๕	๗๒๗๓๔๔.๘๐๒
๑ค - ๙๒๖๙	๑๕๕๐๒๖๙.๙๙๖	๗๒๗๘๔๑.๒๓๒

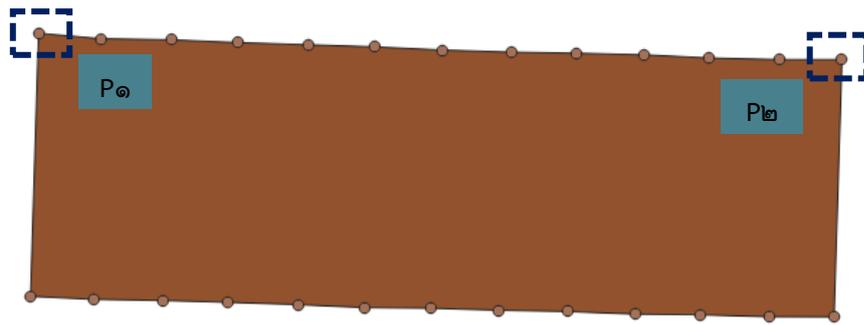


รูปที่ ๕๔ แสดงตำแหน่งและชื่อของหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๒ หมุด

๒. รูปแปลงที่ดินที่นำมาแปลงค่าพิกัดด้วยวิธี Conformal Transformation เป็นรูปแปลงที่ดินที่มาจาก การดิจีไทซ์ด้วยโปรแกรม DOLCAD โดยค่าพิกัดที่ได้จะเป็นค่าพิกัดลอยมีค่าพิกัดดังตารางที่ ๘ และไม่มีพื้นหลักฐานอ้างอิง

ตารางที่ ๘ ค่าพิกัดลอยของหมุดหลักเขตที่ดินที่มาจาก การดิจีไทซ์ด้วยโปรแกรม DOLCAD จำนวน ๒ หมุด

ชื่อหมุดหลักเขตที่ดิน	ค่าพิกัดทางแกน y	ค่าพิกัดทางแกน x
P๑	๗๒๗.๗๓๔	๗๐๖.๕๙๒
P๒	๖๖.๓๘๕	๘๙๘.๙๒๖



รูปที่ ๕๕ ตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินควบคุม  
และตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินที่ต้องการหาค่าพิกัด จำนวน ๒ หมุด

๓. ในสมการ Conformal Transformation เมื่อทราบค่าพิกัดสองจุด ( $E, N$ ) และ  $(x, y)$  หากนำมาแทนค่าในสมการ จะสามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์  $a, b, c$  และ  $d$  ในสมการได้ ซึ่งสามารถคำนวณโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Squares Method) จาก Observation Equations จาก  $AX = L + V$  สามารถเขียนเป็นเมทริกซ์ได้ ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} x_1 & -y_1 & 1 & 0 \\ y_1 & x_1 & 0 & 1 \\ x_2 & -y_2 & 1 & 0 \\ y_2 & x_2 & 0 & 1 \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}, L = \begin{bmatrix} E_1 \\ N_1 \\ E_2 \\ N_2 \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} v_{E_1} \\ v_{N_1} \\ v_{E_2} \\ v_{N_2} \end{bmatrix}$$

แทนชุดค่าพิกัด  $x$  และ  $y$  ในเมทริกซ์  $A$  และแทนชุดค่า  $E$  และ  $N$  ในเมทริกซ์  $L$

$$A = \begin{bmatrix} 706.592 & -72.734 & 1 & 0 \\ 72.734 & 706.592 & 0 & 1 \\ 898.926 & -66.385 & 1 & 0 \\ 66.385 & 898.926 & 0 & 1 \end{bmatrix}, L = \begin{bmatrix} 727344.802 \\ 1550276.225 \\ 727841.232 \\ 1550269.996 \end{bmatrix}$$

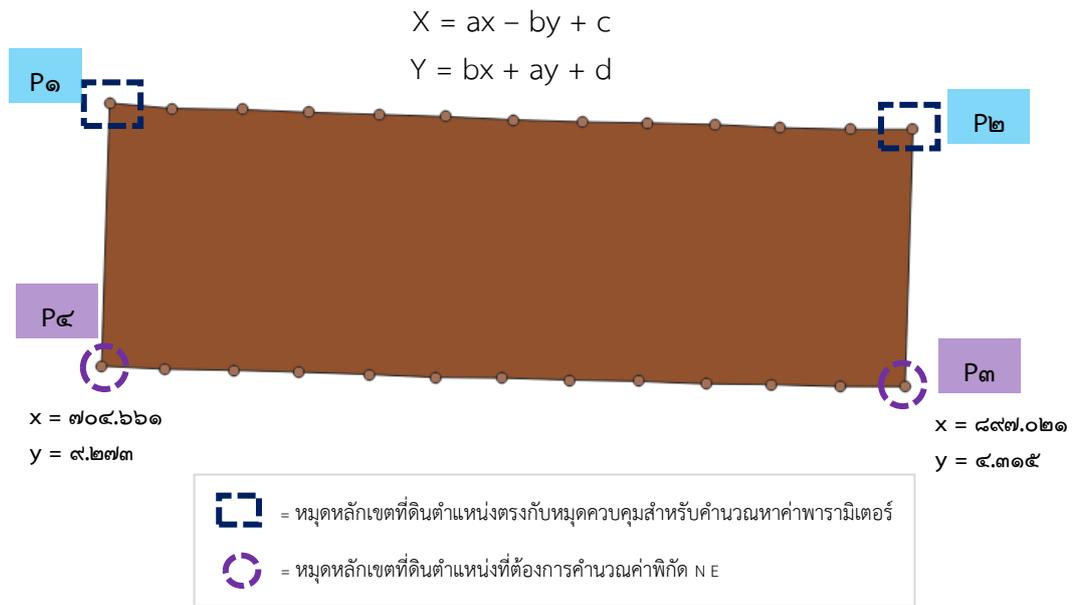
ซึ่งการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์สามารถคำนวณได้จากสมการเมทริกซ์ ดังนี้

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L$$

เมื่อแทนค่าเมทริกซ์  $A$  และ  $L$  ในสมการดังกล่าว สามารถหาค่าเมทริกซ์  $X$  ได้ ซึ่งเมทริกซ์  $X$  คือเมทริกซ์ของพารามิเตอร์ในสมการวิธี Conformal Transformation จะได้ผลลัพธ์ คือ

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.5793413374049123 \\ -0.05275842107948847 \\ 725526.0973767266 \\ 1550051.3405088931 \end{bmatrix}$$

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ของการแปลงค่าพิกัดเรียบร้อยแล้ว สามารถคำนวณค่าพิกัด E และ N ของรูปแปลงที่ดินที่อยู่ในค่าพิกัดลอยสำหรับหมุดหลักเขตที่ดินที่เหลือได้ โดยแทนค่า E , N และ ค่าพารามิเตอร์ในสมการวิธี Conformal Transformation



รูปที่ ๕๖ ตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๒ หมุด และตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินที่ต้องการหาค่าพิกัด จำนวน ๒ หมุด

สามารถแทนค่าได้ ดังนี้

แทนค่าที่จุด P๓ :

$$X = a (897.021) - b (4.315) + c = 727839.59306996$$

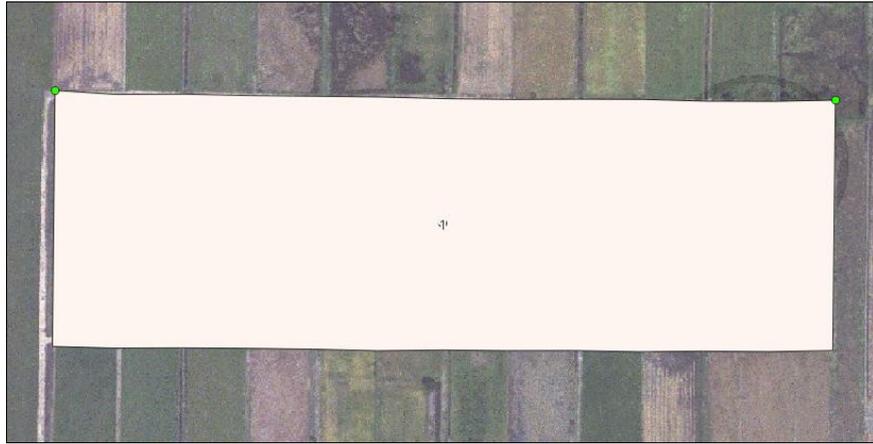
$$Y = b (4.315) + a (897.021) + d = 1550109.7957784$$

แทนค่าที่จุด P๔ :

$$X = a (704.661) - b (9.273) + c = 727343.16939405$$

$$Y = b (9.273) + a (704.661) + d = 1550102.43554287$$

เมื่อทราบค่าพิกัด E และ N ครบทุกจุด สามารถสร้าง Polygon ของรูปแปลงที่ดินในค่าพิกัด E และ N ภายใต้อินทรีย์ฐาน Indian ๑๙๗๕ โซน ๔๗ ได้



รูปที่ ๕๗ ผลลัพธ์รูปแปลงที่ดินที่แปลงค่าพิกัดโดยวิธี Conformal Transformation

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณวิธี Affine Transformation

การแปลงค่าพิกัดของรูปแปลงที่ดินด้วยวิธี Affine Transformation สามารถคำนวณได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

๑. การแปลงค่าพิกัดด้วยวิธี Affine Transformation ต้องมีหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๓ หมุด ดังรูปที่ ๕๘ ซึ่งรูปแปลงที่ดินตัวอย่างเป็นรูปแปลงที่ดินเลขที่ ๙๑ เลขระวาง ๕๒๓๗ III ๒๘๕๐ มาตราส่วน ๑ : ๔๐๐๐ อยู่บนพื้นหลักฐาน Indian ๑๙๗๕ โซน ๔๗ โดยมีค่าพิกัดดังตารางที่ ๙ ตารางที่ ๙ ค่าพิกัดหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๓ หมุด

ชื่อหมุดหลักเขตที่ดิน	N (ค่าพิกัดทางเหนือ)	E (ค่าพิกัดทางตะวันออก)
๓ป - ๘๗๕๕	๑๕๕๐๔๔๑.๑๓๔	๗๒๙๓๕๙.๗๙๗
๓ป - ๘๙๘๓	๑๕๕๐๔๔๔.๕๙๙	๗๒๙๔๕๗.๒๒๔
๓ป - ๖๗๕๗	๑๕๕๐๓๘๘.๒๓๘	๗๒๙๔๖๓.๘๔๑

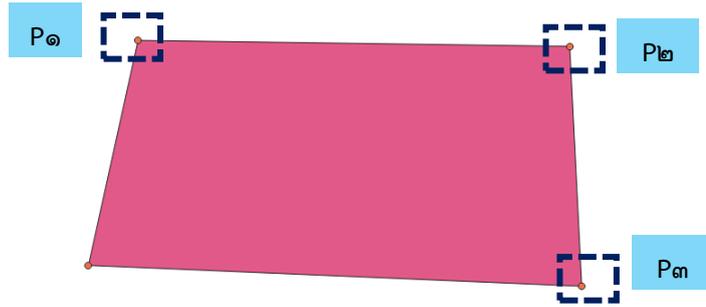


รูปที่ ๕๘ แสดงตำแหน่งและชื่อของหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๓ หมุด

๒. รูปแปลงที่ดินที่นำมาแปลงค่าพิกัดด้วยวิธี Conformal Transformation เป็นรูปแปลงที่ดินที่มาจาก การดิจีไทซ์ด้วยโปรแกรม DOLCAD โดยค่าพิกัดที่ได้จะเป็นค่าพิกัดลอยมีค่าพิกัดดังตารางที่ ๑๐ และไม่มีพื้นหลักฐานอ้างอิง

ตารางที่ ๑๐ ค่าพิกัดลอยของหมุดหลักเขตที่ดินที่มาจาก การดิจีไทซ์ด้วยโปรแกรม DOLCAD จำนวน ๓ หมุด

ชื่อหมุดหลักเขตที่ดิน	ค่าพิกัดทางแกน y	ค่าพิกัดทางแกน x
P๑	๓๖.๖๐๗	๗๔๐.๕๔๕
P๒	๓๕.๕๔๘	๘๑๖.๔๘๑
P๓	- ๗.๐๕๐	๘๑๘.๕๙๗



รูปที่ ๕๙ ตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินควบคุม  
และตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินที่ต้องการหาค่าพิกัด จำนวน ๓ หมุด

๓. ในสมการ Affine Transformation เมื่อทราบค่าพิกัดสามจุด (E,N) และ (x,y) หากนำมาแทนค่าในสมการ จะสามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์ a, b, c, d, e และ f ในสมการได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการเมทริกซ์  $AX = L + V$  สามารถเขียนเป็นเมทริกซ์ได้ ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_3 & y_3 & 1 \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix}, L = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \\ X_3 \\ Y_3 \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} v_{X_1} \\ v_{Y_1} \\ v_{X_2} \\ v_{Y_2} \\ v_{X_3} \\ v_{Y_3} \end{bmatrix}$$

แทนชุดค่าพิกัด x และ y ในเมทริกซ์ A และแทนชุดค่า E และ N ในเมทริกซ์ L

$$A = \begin{bmatrix} 740.545 & 36.607 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 740.545 & 36.607 & 1 \\ 816.481 & 35.548 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 816.481 & 35.548 & 1 \\ 818.597 & -7.050 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 818.597 & -7.050 & 1 \end{bmatrix}, L = \begin{bmatrix} 729359.797 \\ 1550441.134 \\ 729457.224 \\ 1550444.599 \\ 729463.841 \\ 1550388.238 \end{bmatrix}$$

ซึ่งการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์สามารถคำนวณได้จากสมการเมทริกซ์ ดังนี้

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L$$

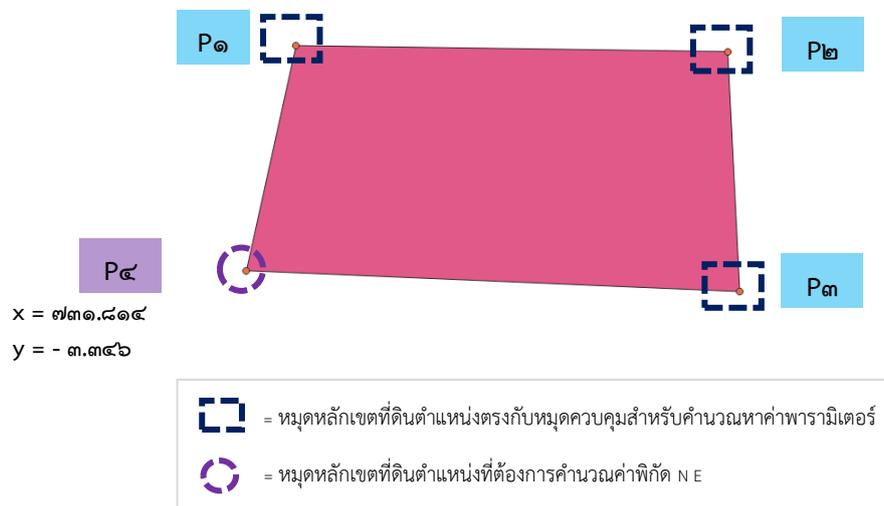
เมื่อแทนค่าเมทริกซ์ A และ L ในสมการดังกล่าว สามารถหาค่าเมทริกซ์ X ได้ ซึ่งเมทริกซ์ X คือเมทริกซ์ของพารามิเตอร์ในสมการวิธี Affine Transformation จะได้ผลลัพธ์ คือ

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.281736255114882 \\ -0.0916673572495344 \\ 728413.9692919074 \\ 0.06412671146827016 \\ 1.3262756965351685 \\ 1550345.094310026 \end{bmatrix}$$

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ของการแปลงค่าพิกัดเรียบร้อยแล้ว สามารถคำนวณค่าพิกัด E และ N ของรูปแปลงที่ดินที่อยู่ในค่าพิกัดลอยสำหรับหมุดหลักเขตที่ดินที่เหลือได้ โดยแทนค่า E, N และ ค่าพารามิเตอร์ในสมการ วิธี Affine Transformation

$$X = ax + by + c$$

$$Y = dx + ey + f$$



รูปที่ ๖๐ ตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินควบคุมจำนวน ๓ หมุด และตำแหน่งหมุดหลักเขตที่ดินที่ต้องการหาค่าพิกัดจำนวน ๑ หมุด

สามารถแทนค่าได้ ดังนี้

แทนค่าที่จุด P๔ :

$$X = a (๗๓๑.๘๑๔) + b (๔.๓๑๕) + c = ๗๒๙๓๕๑.๕๖๖๒๘๓๐๖$$

$$Y = d (๗๓๑.๘๑๔) + e (๔.๓๑๕) + f = ๑๕๕๐๓๙๗.๗๔๖๐๑๔๘๘$$

เมื่อทราบค่าพิกัด E และ N ครบทุกจุด สามารถสร้าง Polygon ของรูปแปลงที่ดินในค่าพิกัด E และ N ภายใต้พื้นฐาน Indian ๑๙๗๕ โชน ๔๗ ได้



รูปที่ ๖๑ ผลลัพธ์รูปแปลงที่ดินที่แปลงค่าพิกัดโดยวิธี Affine Transformation

