

การรังวัดเก็บรายละเอียดภูมิประเทศด้วยชุดภาพหลายมุมมอง

Precise 3D Measuring of Topographic Feature via UAV

Multiview-Geometry



PCV & LS Lab

Department of Survey Engineer,

Faculty of Engineering,

Chulalongkorn University

การรังวัดเก็บรายละเอียดภูมิประเทศด้วยชุดภาพหลายมุมมอง

(Precise 3D Measuring of Topographic Feature via UAV Multiview-Geometry)

จัดทำโดย

นายธีรวัฒน์ บรรณกุลพิพัฒน์ Thirawat Bannakulpiphat (M.Eng Chula)

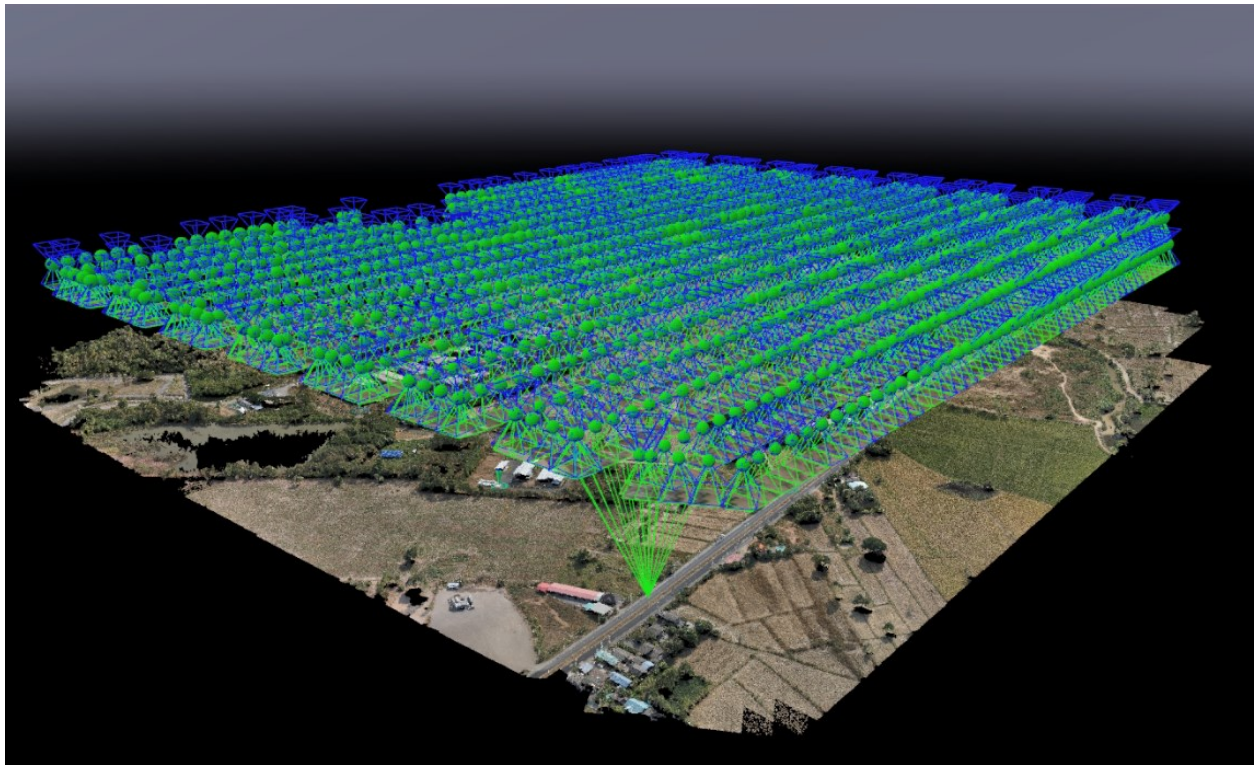
รศ.ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์ Phisan Santitamnont (Dr.-Ing., Leibniz Hannover)

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

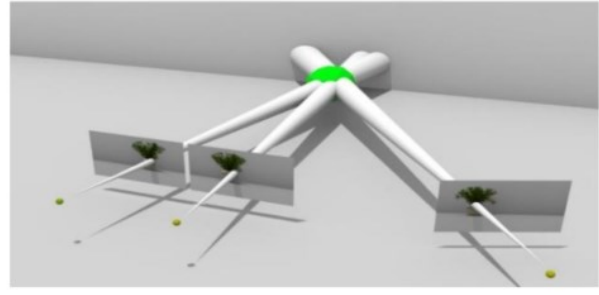
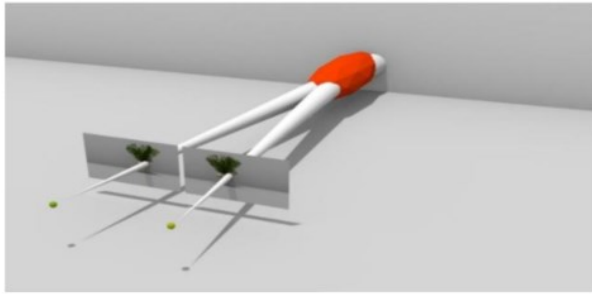
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## การรังวัดเก็บรายละเอียดภูมิประเทศด้วยชุดภาพหลายมุมมอง (Precise 3D Measuring of Topographic Feature via UAV Multiview-Geometry)

---

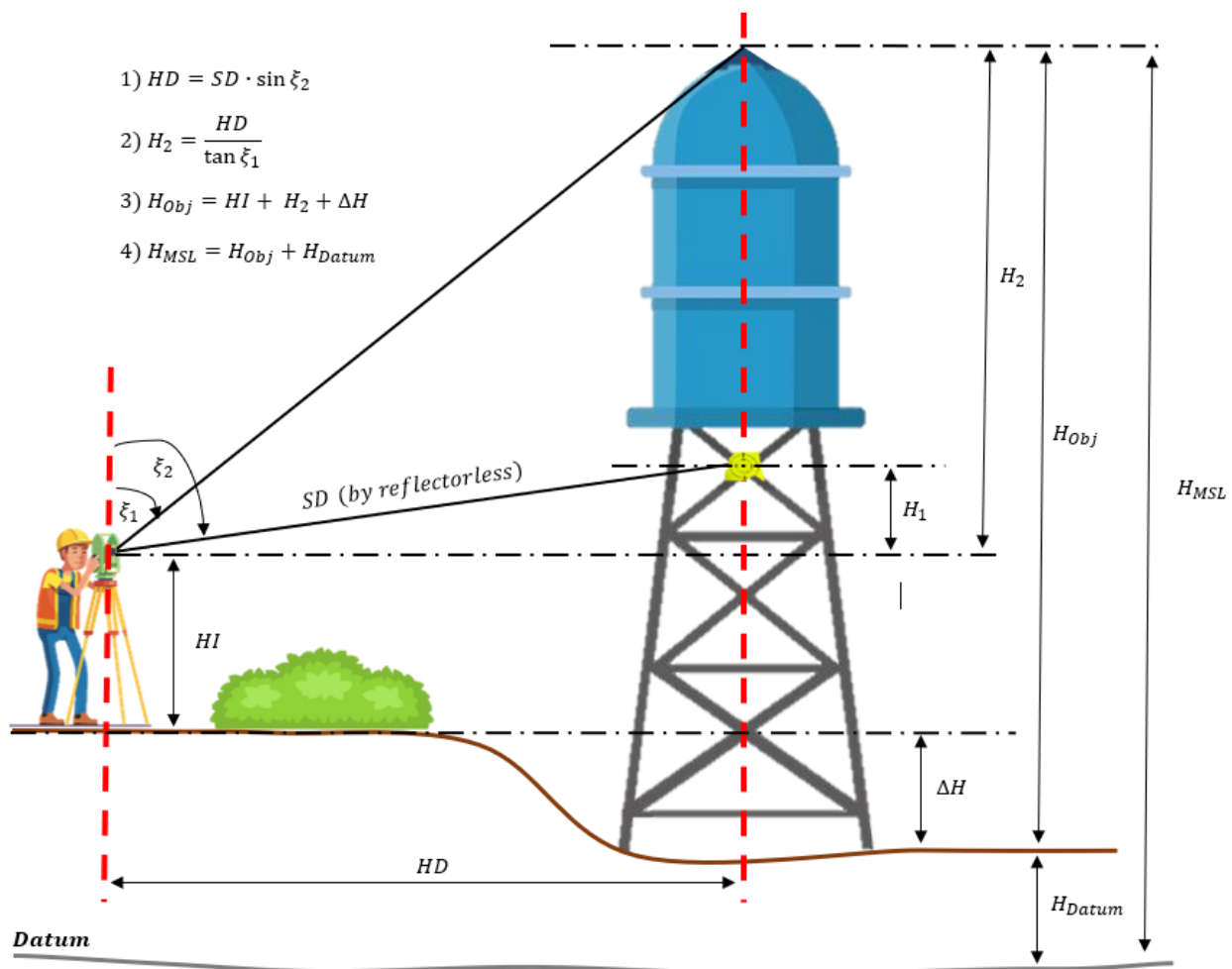


ในกระบวนการทำงานด้านโฟโตแกรมเมตรีที่เกี่ยวข้องกับการรังวัดด้วยภาพแบบดั้งเดิมจะใช้การรังวัดภาพถ่ายทางอากาศที่เป็นคู่ภาพสเตอริโอ (Stereophotogrammetry) ในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของการจัดภาพภายนอก ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการรังวัดค่าพิกัดสามมิติของจุดที่สนใจในภาพ โดยจะใช้หลักการตัดกันของแนวรังสีที่มาจากคู่ภาพสเตอริโอ ความถูกต้องและความแม่นยำในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของการจัดภาพภายนอกของกล้องถ่ายภาพจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของระยะฐาน (Base) ของจุดเปิดถ่ายภาพ และจะส่งผลกระทบต่อไปถึงการรังวัดหาค่าพิกัดสามมิติด้วย ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นแนวคิดเรื่องการมองเห็นในหลายมุมมองเข้ามาช่วยแก้ปัญหาในงานด้านการรังวัดด้วยภาพสมัยใหม่ที่ใช้อัลกอริทึมของคอมพิวเตอร์วิชันเป็นหลัก โดยการมองเห็นในหลาย ๆ มุมมองจะเป็นการเพิ่มแนวรังสีที่มาตัดกันให้มากกว่า 2 แนวรังสี ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มส่วนซ้อนทับของภาพถ่ายหรือการเพิ่มมุมมองของวัตถุที่สนใจบนภาพถ่ายให้มากยิ่งขึ้น จากการที่มีแนวรังสีเพิ่มมากขึ้นและมาจากภาพถ่ายที่มีระยะฐานที่ยาวขึ้นนั้นจะส่งผลให้การรังวัดค่าพิกัดสามมิติของจุดสนใจในภาพถ่ายมีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น



รูป แนวรังสีของการมองเห็นเพื่อรังวัดค่าพิกัดสามมิติแบบภาพสเตอริโอและแบบหลายมุมมอง

ดังนั้นจึงได้มีการนำหลักการรังวัดจุดสามมิติด้วยภาพถ่ายทางอากาศหลายมุมมองมาประยุกต์ใช้ในการหาค่าพิกัดของวัตถุหรือสิ่งปลูกสร้าง รวมไปถึงหาขนาดของความยาวหรือความสูงของวัตถุ ซึ่งช่วยให้ผู้รังวัดมีอีกหนึ่งเครื่องมือในการรังวัดหาค่าพิกัดนอกเหนือจากการรังวัดข้อมูลในรูปแบบดั้งเดิม หรือก็คือการรังวัดสำรวจด้วยกล้องประมวลผลรวม (Total Station) ในการรังวัดค่ามุมและระยะทางเพื่อนำไปคำนวณตามสูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าพิกัดและความสูงของวัตถุที่สนใจ



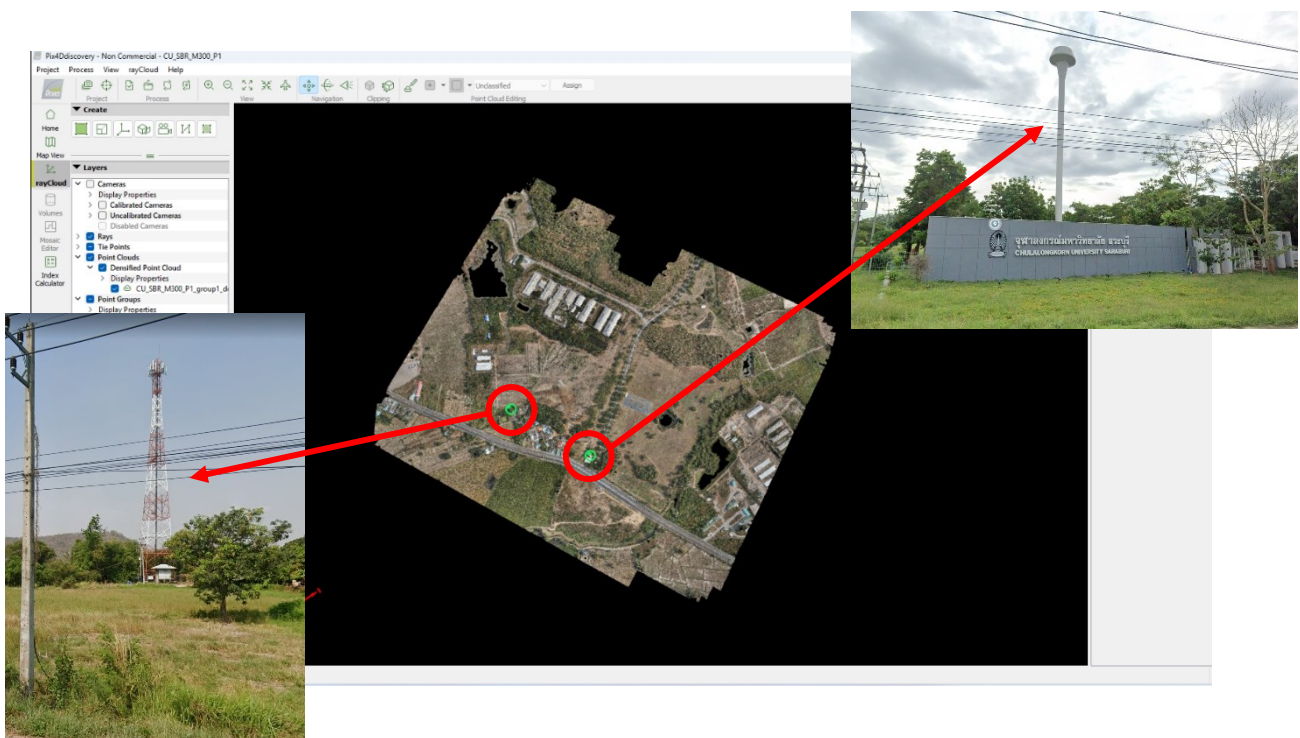
ในปัจจุบันซอฟต์แวร์ทางด้านโฟโตแกรมเมตรีสำหรับการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศมีมากขึ้นและถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น PIX4Dmapper , Agisoft MetaShape, Context Capture เป็นต้น ซึ่งซอฟต์แวร์เหล่านี้ล้วนมีคำสั่งเสริมสำหรับรังวัดจุดสามมิติด้วยภาพถ่ายทางอากาศหลายมุมมอง โดยในคู่มือฉบับนี้จะแสดงตัวอย่างการรังวัดจุดสามมิติผ่านโปรแกรม PIX4Dmapper



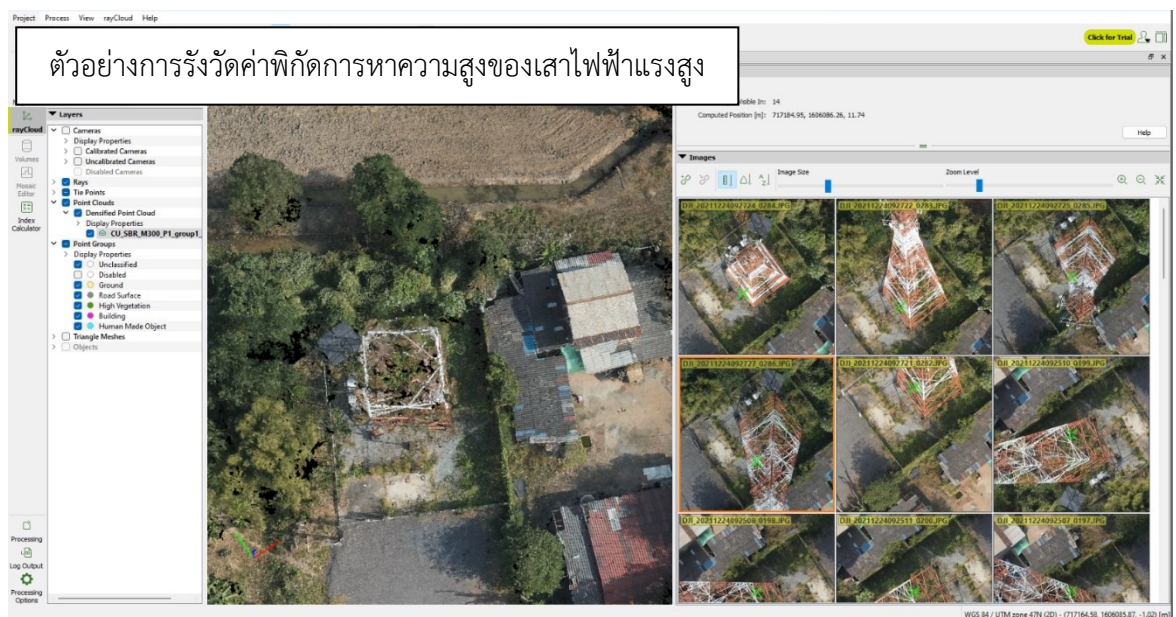
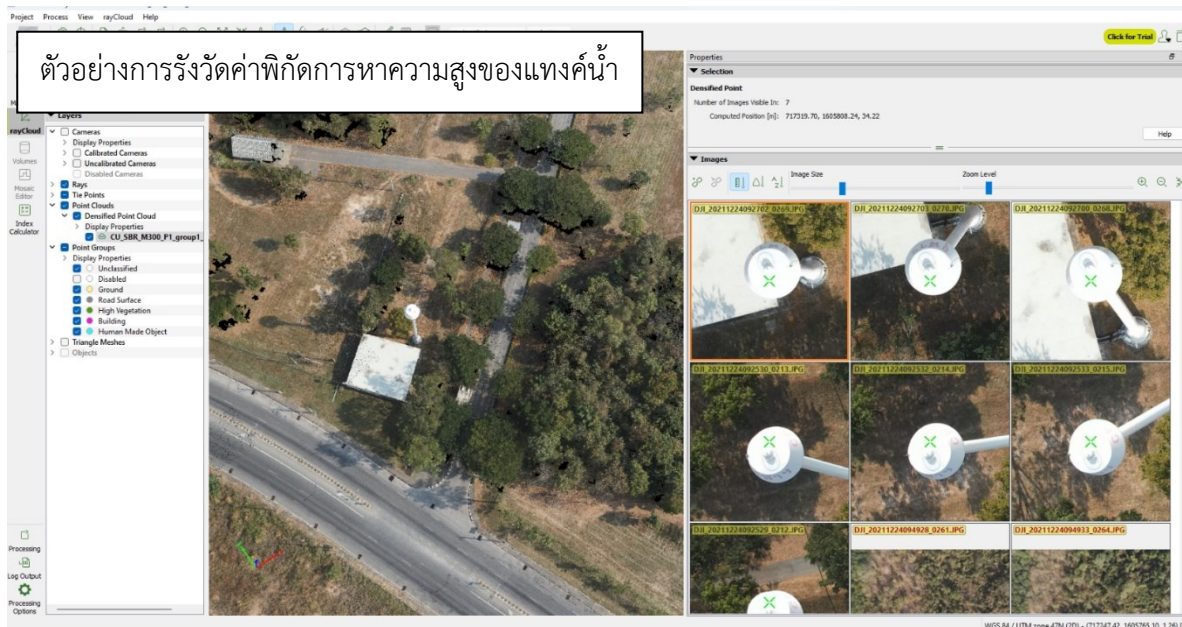
## วิธีการรังวัดค่าพิกัดสามมิติด้วยภาพถ่ายทางอากาศหลายมุมมองโดยโปรแกรม PIX4Dmapper

ผู้ใช้งานจะสามารถรังวัดค่าพิกัดสามมิติด้วยภาพถ่ายทางอากาศหลายมุมมองได้ก็ต่อเมื่อประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศขั้นตอนที่ 1 Initial Processing ในโปรแกรม PIX4Dmapper เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยการประมวลผลขั้นตอนที่ 1 คือ การคำนวณปรับแก้บล็อกลำแสง (Bundle Block Adjustment) เป็นการคำนวณโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ (Aerial Triangulation) ซึ่งจะเป็นการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์การจัดวางภาพภายนอก (Exterior Orientation Parameter : EOP) รวมถึงมีการวัดสอบค่าพารามิเตอร์ในการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนทางเลนส์ด้วยกระบวนการวัดสอบด้วยตัวเอง (Self-calibration) ในขั้นตอนนี้ด้วย โดยกระบวนการทางคอมพิวเตอร์วิชั่นจะมีการจับคู่ภาพเพื่อสร้าง Automatic Tie points ผ่านการสกัดหาข้อมูลจุดสำคัญที่เปรียบเสมือนจุดโยงยึดบนภาพถ่ายที่เป็นสองมิติ ซึ่งจะมีการโยงยึดค่าพิกัดจุดควบคุมภาคพื้นดินเข้าไปด้วยในการควบคุมคุณภาพค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่ง หลังจากประมวลผลและตรวจสอบคุณภาพผลลัพธ์การประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้ใช้งานจะสามารถรังวัดค่าพิกัดสามมิติได้ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 มองหาวัตถุหรือสิ่งปลูกสร้างที่ต้องการรังวัดหาค่าพิกัดผ่านการมองภาพรวมของบล็อกภาพถ่ายที่ประมวลผลได้ โดยในคู่มือนี้จะแสดงตัวอย่างการรังวัดค่าพิกัดการหาความสูงของแท่งค้ำน้ำและเสาไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งตั้งอยู่ใกล้บริเวณสนามทดสอบจีเอ็นเอสเอสและยูเอวีสำหรับงานแผนที่ (Geodetic GNSS and UAV Testing Facility) บริเวณศูนย์เครือข่ายการเรียนรู้เพื่อภูมิภาคจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอกำแพงคอย จังหวัดสระบุรี

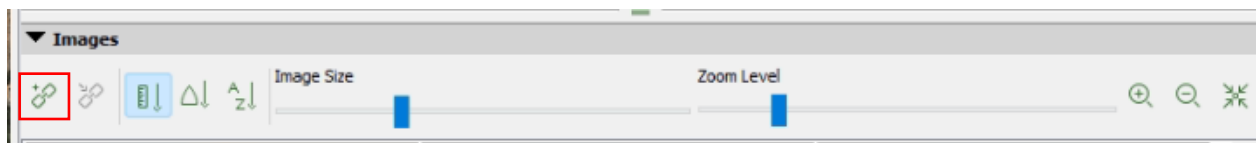


ขั้นตอนที่ 2 หลังจากเลือกวัตถุที่ต้องการรังวัดได้เรียบร้อยแล้วให้ทำการคลิกเมาส์ไปบริเวณตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับวัตถุที่ต้องการรังวัด หลังจากคลิกแล้วทางด้านขวามือของโปรแกรมจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาที่มีชื่อว่า Properties ซึ่งจะประกอบไปด้วยหัวข้อย่อย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 Selection ส่วนที่ 2 Images ดังภาพที่แสดงด้านล่าง จากนั้นให้ทำการพิจารณาภาพที่ปรากฏขึ้นและมองหาวัตถุที่เราสนใจมีลักษณะอะไรที่เป็นจุดเด่นเห็นได้ชัดและปรากฏบนภาพหลาย ๆ ภาพ โดยสำหรับในตัวอย่างทั้งสองวัตถุบริเวณด้านบนจะมีเสาสัญญาณ ซึ่งในเล่มคู่มือนี้จะใช้ยอดของเสาเป็นตัวแทนของจุดสูงสุดของวัตถุที่เราอยากทราบความสูง

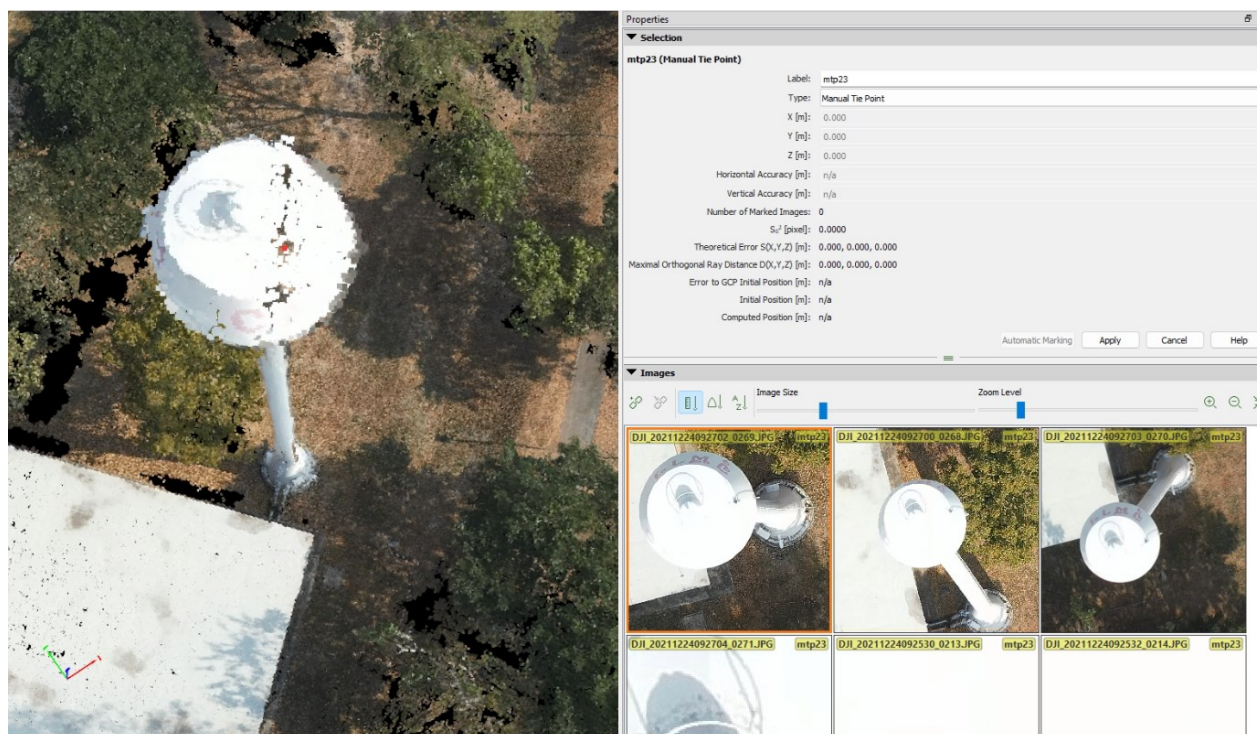




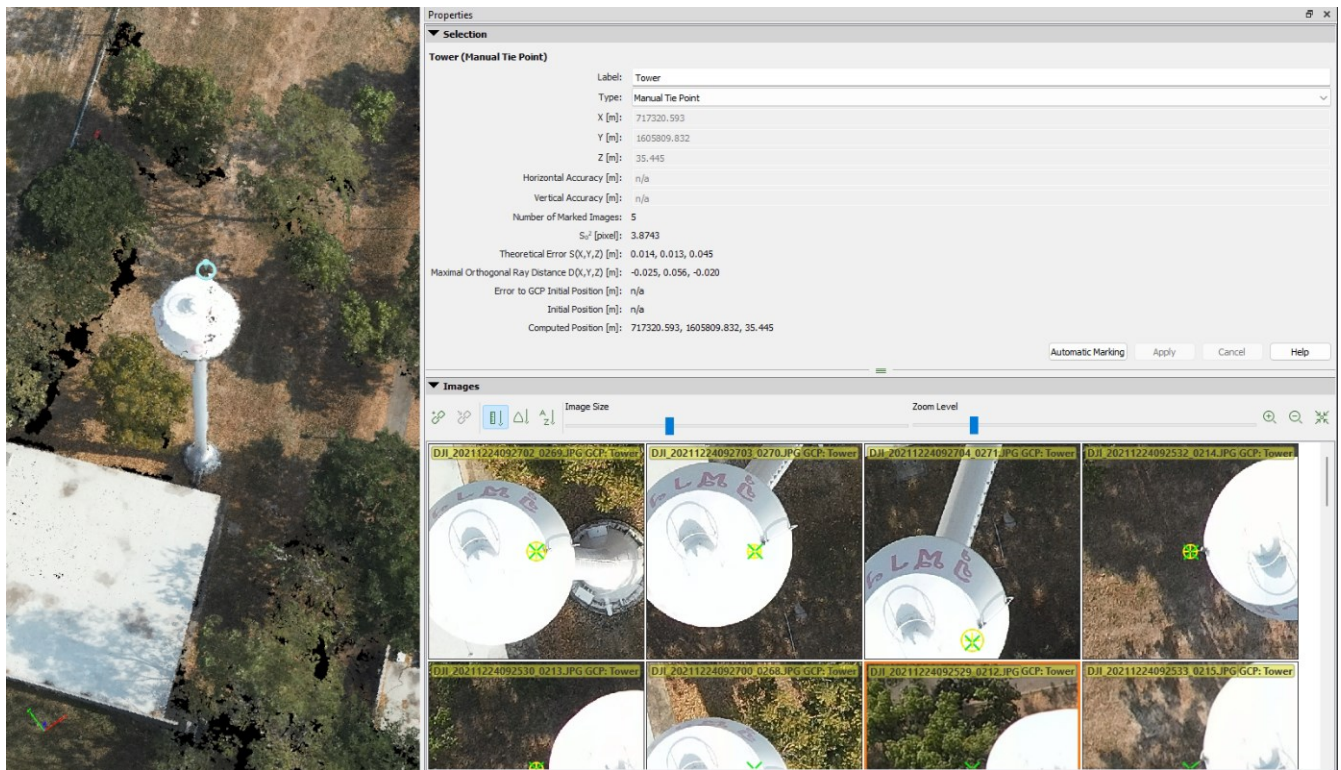
ขั้นตอนที่ 3 เมื่อเราได้จุดที่ต้องการรังวัดแล้วให้ทำการคลิกไปที่ไอคอนแรก (New Tie Point) ที่แสดงในแถบ Images [กรอบสีแดง]



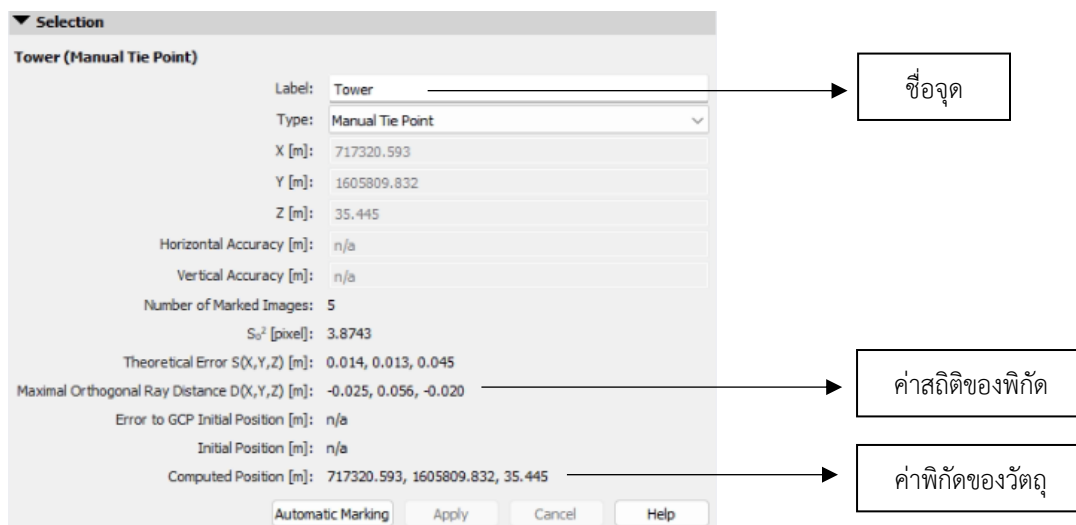
หลังจากกดไอคอนแล้วตรงบริเวณแถบ Selection จะเปลี่ยนไปตามภาพที่แสดงด้านล่าง ซึ่งหน้าต่างที่เปลี่ยนไปผู้ใช้งานสามารถตั้งชื่อและเลือกประเภทของจุดที่ผู้ใช้งานต้องการรังวัดได้ หลังจากตั้งชื่อและเลือกประเภทของจุดเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเลือกจุดที่ต้องการรังวัดหาค่าพิกัด ซึ่งในตัวอย่างนี้เราจะทำการรังวัดตัวแทนของจุดสูงสุดของแท่งค้ำน้ำ คือ บริเวณเสาสัญญาณ ตั้งชื่อจุดนี้ว่า Tower เลือกชนิดจุดเป็น Manual Tie Point และทำการคลิกบริเวณจุดที่ต้องการรังวัดบนภาพถ่ายอย่างน้อย 3 ภาพขึ้นไป หลังจากทำการคลิกเพื่อเลือกภาพเสร็จแล้วให้กด Apply เป็นอันเสร็จขั้นตอนการรังวัดจุดสามมิติด้วยภาพถ่ายทางอากาศหลายมุมมอง ขั้นตอนต่อไปจะเป็นขั้นตอนอ่านค่าพิกัดที่รังวัดได้



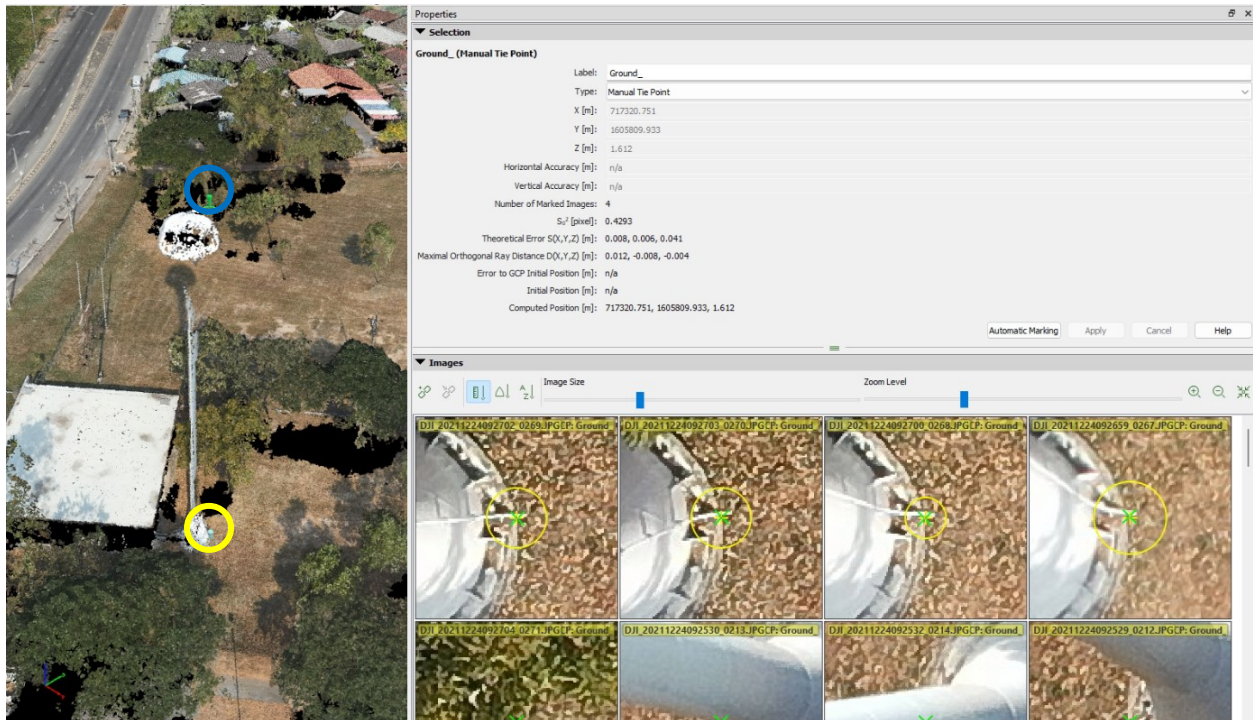




ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการรังวัดค่าพิกัดสามมิติด้วยภาพถ่ายทางอากาศหลายมุมมอง เราสามารถตรวจสอบค่าพิกัดและค่าของข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้จากแถบ Selection ที่ปรากฏ ข้อมูลต่าง ๆ ขึ้นมา หากตรวจสอบแล้วพบว่าถูกต้องและอยู่ในเกณฑ์ของการทำงาน ในขั้นตอนต่อไปคือการรังวัดค่าพิกัดของวัตถุอื่น ๆ ภายในโครงการต่อไป ซึ่งสำหรับคู่มือเล่มนี้ที่ต้องการทราบความสูงของวัตถุก็จะทำการรังวัดด้วยเทคนิคที่กล่าวไปข้างต้นบริเวณฐานของแท่งน้ำที่จะกล่าวต่อไปในลำดับถัดไป



หลังจากที่เราทราบค่าพิกัดทางราบและทางตั้งของแท่งค้ำแล้ว ลำดับถัดไปก็จะเป็นการรังวัดค่าพิกัดของฐานแท่งค้ำ โดยมีขั้นตอนการรังวัดเหมือนกับที่ได้กล่าวไปในข้างต้น ดังนั้นจึงขอแสดงหน้าจอผลลัพธ์ที่ได้ทำการรังวัดแล้ว ณ บริเวณฐานของแท่งค้ำ



จากภาพด้านบนเมื่อพิจารณาภาพทางด้านซ้ายมือ จะเห็นได้ว่าตอนนี้เราทราบค่าพิกัดของยอดแท่งค้ำ (วงกลมสีน้ำเงิน) และทราบค่าพิกัดของฐานแท่งค้ำ (วงกลมสีเหลือง) ดังนั้นหากต้องการทราบความสูงของแท่งค้ำ เราสามารถนำค่าพิกัดทางตั้งของทั้งสองจุดมาลบกันเพื่อได้เป็นความสูงของแท่งค้ำได้

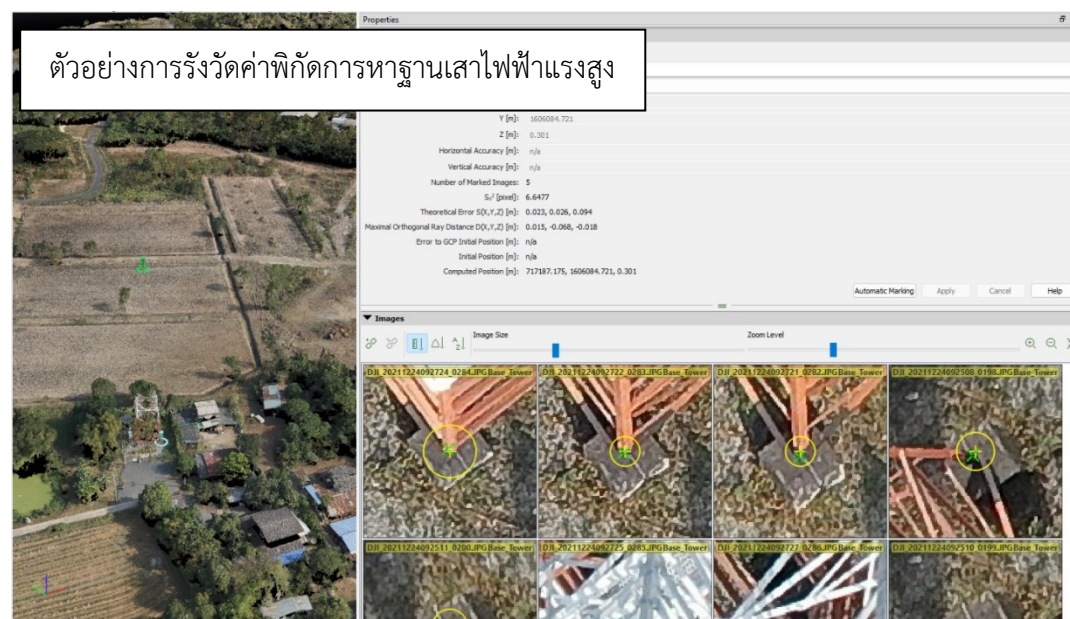
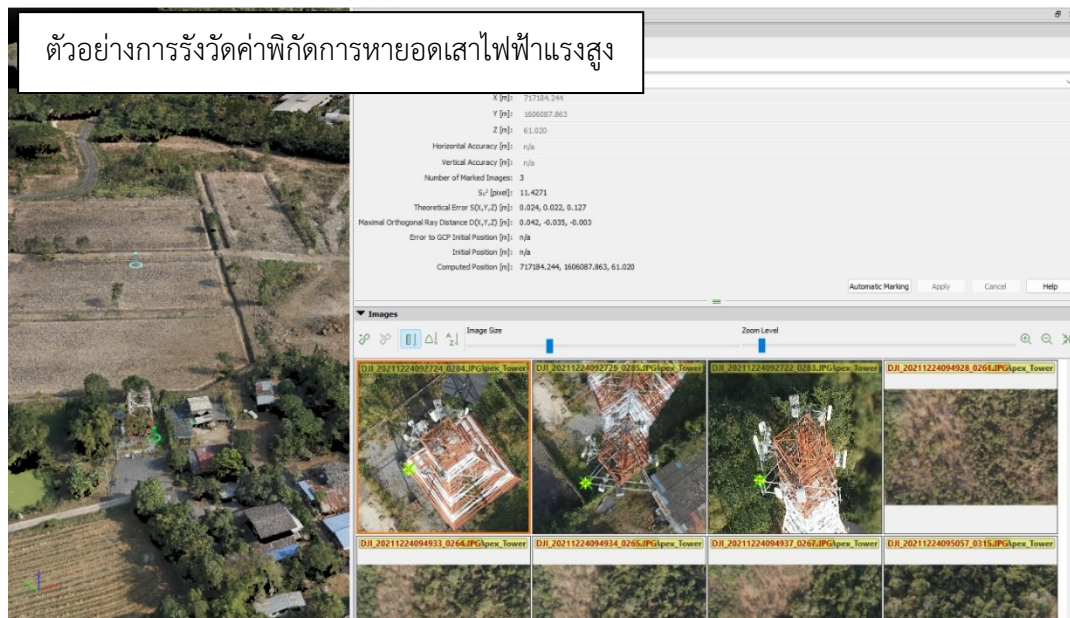
ค่าพิกัดของยอดแท่งค้ำ คือ 717320.593, 1605809.832, 35.445

ค่าพิกัดของฐานแท่งค้ำ คือ 717320.751, 1605809.933, 1.612

ดังนั้นความสูงของแท่งค้ำ เท่ากับ  $35.445 - 1.612 = 33.833$  เมตร



สำหรับการหาความสูงของเสาไฟฟ้าแรงสูงก็สามารถหาความสูงจากวิธีการนี้ได้เช่นกัน โดยทำการวัดส่วนที่เป็นยอดของเสาไฟฟ้าแรงสูง และทำการรังวัดฐานของเสาไฟฟ้าแล้วนำค่าพิกัดทั้งสองมาลบกัน ผลลัพธ์ที่ได้คือความสูงของเสาไฟฟ้าแรงสูง โดยสำหรับการรังวัดค่าพิกัดของเสาไฟฟ้าผู้รังวัดต้องเข้าใจลักษณะทางกายภาพ รวมถึงการอ้างอิงของความสูงของวัตถุที่ต้องการรังวัด เนื่องจากบางวัตถุมีส่วนที่เป็นจุดยอดหลายตำแหน่ง ดังนั้นผู้รังวัดควรสอบถามกับเจ้าของโครงการหรือวิศวกรที่ดูแลว่าในการทำงานหรือการนำไปประยุกต์ใช้งานต่อทางเจ้าของโครงการต้องการทราบความสูงจากฐานถึงบริเวณส่วนไหน



ค่าพิกัดของยอดเสาไฟฟ้าแรงสูง คือ 717184.244, 1606087.863, 61.020

ค่าพิกัดของฐานเสาไฟฟ้าแรงสูง คือ 717187.175, 1606084.721, 0.301

ดังนั้นความสูงของเสาไฟฟ้าแรงสูง เท่ากับ  $61.020 - 0.301 = 60.719$  เมตร