

**การนำเทคโนโลยีเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมมาจัดทำโครงข่าย
หมุดหลักฐานอ้างอิง ในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออก
ในทุ่งกุลาร้องไห้ อำเภอสวรรภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด**

บทคัดย่อ

เอกสารวิชาการฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเทคโนโลยีเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมมาจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิง โดยมีสถานที่ดำเนินการตั้งอยู่ที่ พื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ อำเภอสวรรภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นการสร้างโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิง เนื่องจาก “ทุ่งกุลาร้องไห้” มีเนื้อที่ประมาณ 2.1 ล้านไร่ มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด คือ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดยโสธร ซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ดังนั้น จึงต้องมีการเริ่มต้นจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิง พร้อมหาค่าพิกัดและค่าระดับของหมุดหลักฐาน เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงและเป็นหมุดควบคุมโยงยึดค่าพิกัดและค่าระดับ สำหรับใช้ในงานสำรวจออกแบบเพื่อการก่อสร้างงานจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงข้อดีข้อเสียระหว่างเครื่องมือแต่ละประเภทอีกด้วย

1. คำนำ

กลุ่มวิศวกรรมและเทคโนโลยี สำนักวิศวกรรมเพื่อการพัฒนาที่ดิน มีหน้าที่ออกแบบงานระบบต่างๆ เพื่อการพัฒนาที่ดินด้านวิศวกรรมและการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยส่วนใหญ่จะดำเนินการในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 2.1 ล้านไร่ มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด คือ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดยโสธร ซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ มีขอบเขตงานที่กว้างขวาง จึงจำเป็นต้องจัดทำหมุดหลักฐานอ้างอิงเพื่อใช้เป็นหมุดโยงยึดค่าพิกัดและค่าระดับ เพื่อนำไปใช้ในงานสำรวจออกแบบเพื่อการก่อสร้างงานจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ และด้วยหน้าที่ ศึกษา วิเคราะห์ วิจัยและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านวิศวกรรมของกลุ่มวิศวกรรมและเทคโนโลยี จึงได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม มาจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิง ในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ อำเภอสวรรภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

ระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมหรือระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก ที่เคยเรียกกันว่า GPS (Global Positioning System) หรือในปัจจุบันเรียกว่า GNSS (Global Navigation Satellite System) เพราะคำว่า GPS จะหมายถึงเพียงระบบดาวเทียมของสหรัฐอเมริกา แต่ GNSS จะหมายรวมถึงระบบดาวเทียมทุกระบบ ซึ่งการหาตำแหน่งของพื้นโลกจากดาวเทียมจะอาศัยหลักการสัมพันธ์ของตำแหน่งจากดาวเทียมอย่างน้อยสี่ดวง โดยจะรับคลื่นจากดาวเทียมและมาคำนวณระยะห่างจากเครื่องรับและดาวเทียม ซึ่งจะมีการคำนวณการลดค่าความคลาดเคลื่อนให้น้อยที่สุด ทั้งนี้ การรังวัดค่าพิกัดด้วยการรับสัญญาณดาวเทียมสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิต (Static), การรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิตอย่างรวดเร็ว (Rapid or Fast Static) และการรับสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ทันที (Real Time Kinematic: RTK) ซึ่งวิธีที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายและได้เลือกนำมาใช้ในการจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิงในพื้นที่โครงการ

เพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด คือ วิธีการรับสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ทันที (RTK) เพราะสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสมกับพื้นที่ขนาดใหญ่ เนื่องจากใช้เวลาในการรับสัญญาณที่สั้น และได้ค่าพิกัดขณะรับวัด

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อนำเทคโนโลยีเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม มาจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิงในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้

2.2 เพื่อหาค่าพิกัดและค่าระดับของหมุดหลักฐานที่สร้างขึ้นใหม่ ซึ่งจะใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับงานสำรวจออกแบบในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ในอนาคต

2.3 เพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม กับเครื่องมือกล้อง Total Station และกล้องระดับ

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ พื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ มีเนื้อที่ประมาณ 2.1 ล้านไร่ สภาพภูมิประเทศเป็นลักษณะแอ่งกระทะขนาดใหญ่ รอบๆ ขอบพื้นที่จะเป็นที่สูงและค่อยๆ ลาดต่ำลงมาจรดพื้นที่ตอนกลาง ลักษณะพื้นที่ทอดวางไปตามลำน้ำมูล พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นที่ราบและนาข้าว ซึ่งในอดีตเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาทั้งทางด้านกายภาพและด้านต่างๆ มากมายที่ไม่เหมาะแก่การทำนา ทำไร่ เช่น ดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายจัด ขาดความอุดมสมบูรณ์ ขาดธาตุอาหาร มีคุณสมบัติเป็นกรดในบางพื้นที่ มีปัญหาการแพร่กระจายของดินเค็ม อีกทั้งในฤดูฝนมีน้ำจากลำน้ำเอ่อล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ การระบายน้ำออกจากพื้นที่ทำได้ยาก แต่เมื่อหมดฤดูฝนก็ประสบปัญหาความแห้งแล้งตามมา ทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ตลอดจนขาดระบบเครือข่ายถนนในพื้นที่ ทำให้การสัญจรระหว่างชุมชนกับชุมชนและระหว่างชุมชนกับไร่นามีความยากลำบากมาก อีกทั้งเกษตรกรยังขาดแรงจูงใจในการปรับปรุงบำรุงดินและใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตเพราะไม่มีกรรมสิทธิ์ในที่ดิน ส่งผลให้ความเป็นอยู่ของเกษตรกรในพื้นที่อยู่อย่างยากลำบาก มีรายได้เฉลี่ยต่ำเพียงประมาณหนึ่งในสามของรายได้เฉลี่ยของทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การกำหนดขอบเขตพื้นที่ รูปร่างที่ปรากฏจึงมาจากการตัดสภาพพื้นที่เป็นแอ่งกระทะขนาดใหญ่ออกมา และกำหนดจากสภาพปัญหาหลักในอดีต คือ ปัญหาน้ำท่วม

3.2 ระบบพิกัดในแผนที่

เนื่องจาก GIS เป็นระบบสารสนเทศที่รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่จากแหล่งข้อมูลและมาตราส่วนต่างๆ และมีความเกี่ยวข้องกับระบบค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ดังนั้น หากข้อมูลดังกล่าวใช้ระบบอ้างอิงที่แตกต่างกันจะทำให้ไม่สามารถซ้อนทับ หรือซ้อนทับได้แต่มีตำแหน่งที่ผิดพลาด หรือการเชื่อมต่อข้อมูลแผนที่ที่อยู่ใกล้เคียงกันไม่สามารถดำเนินการได้ ระบบค่าพิกัดภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบใหญ่ๆ คือ Spherical Coordinate System และ Planar Coordinate System

3.3 พื้นหลักฐานอ้างอิงของประเทศไทย

การกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกให้มีความถูกต้องนั้น นอกจากวิธีที่ใช้ในการรังวัดต้องมีความถูกต้องสูงแล้ว สิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน คือ พื้นหลักฐานอ้างอิง (Reference Datum) ซึ่งใช้เป็นระบบอ้างอิงในการหาตำแหน่ง (Reference System) และโครงข่ายทางยิปโซเดซี (Geodetic Network)

ซึ่งประกอบด้วยหมุดหลักฐานที่ฝังไว้เชื่อมโยงกันเป็นโครงข่ายและมีค่าพิกัดบนระบบอ้างอิง โดยพื้นหลักฐานอ้างอิงมี 2 ชนิด คือ พื้นหลักฐานทางราบและพื้นหลักฐานทางตั้ง

3.4 ระบบดาวเทียม

GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ย่อมาจากคำว่า Global Positioning System ซึ่งระบบ GPS ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนอวกาศ ส่วนควบคุม และส่วนผู้ใช้งาน

3.5 การสำรวจรังวัดค่าพิกัดด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม

วิธีการรังวัดโดยใช้เทคนิคการหาค่าพิกัดแบบสัมพัทธ์โดยใช้ข้อมูลเฟสของคลื่นส่งที่ใช้กันในปัจจุบันสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. การรังวัดแบบสถิต (Static Survey)
2. การรังวัดแบบจลน์ (Kinematic Survey)
3. การรังวัดแบบสถิตอย่างรวดเร็ว (Rapid Static Survey)
4. การรังวัดแบบจลน์ในทันที (Real-Time Kinematic Survey: RTK)

| วิธีการรังวัด | ระยะเวลา | ค่า Accuracy ในทางราบ |
|---|---|-----------------------|
| Stand-Alone Position | ในทันที | มากกว่า 3 m. |
| Code Differential | น้อยกว่า 1 นาที | มากกว่า 1 m. |
| Static (Phase Differential) | 30 นาที - 1 ชั่วโมง | 5 mm. \pm 1 ppm. |
| Fast Static (Phase Differential) | 10 นาที - 15 นาที | 5 mm. \pm 1 ppm. |
| Kinematic (Phase Differential) | น้อยกว่า 2 นาที (ไม่รวมการทำ Initialization) | 1 cm. \pm 1 ppm. |
| Real Time Kinematic (Phase Differential) | ในทันที | 1 cm. \pm 1 ppm. |

3.6 การสำรวจรังวัดโดยใช้เครื่องมือกล้อง Total Station และกล้องระดับ

1. กล้องประมวลผลรวม (Total Station) - เป็นกล้องสำรวจชนิดหนึ่ง สำหรับใช้วัดค่ามุมและค่าระยะ พร้อมโปรแกรมในการคำนวณหาค่าต่างๆ เบ็ดเสร็จอยู่ในกล้องตัวเดียวกัน ค่าที่ได้ถือว่ามีความแม่นยำทางตำแหน่งในระดับที่ยอมรับได้ในปัจจุบัน

2. กล้องระดับ (Automatic Levels) - เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจพื้นที่ภูมิประเทศ โดยการหาความสูงของระดับที่จุดต่างๆ เปรียบเทียบกับจุดที่ทราบความสูงหรือสมมุติค่าความสูงเอาไว้แล้ว

3.7 ระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม พ.ศ. 2553

ความหมายและหลักเกณฑ์ตามระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม พ.ศ. 2553 ที่เกี่ยวข้อง

4. ขอบเขตของการศึกษา

ดำเนินการวางแผนเพื่อกำหนดตำแหน่งพร้อมฝังหมุดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.10x0.30 เมตร และนำเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม มาจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิงในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด โดยการหาค่าพิกัดและค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ฝัง จำนวนทั้งหมด 10 คู่ (20 หมุด) โดยมีตั้งแต่หมุด BM1 จนถึง

BM20 และเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมกับเครื่องมือกล้อง Total Station และกล้องระดับ

5. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

5.1 วางแผนจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิง โดยการกำหนดตำแหน่งของหมุดหลักฐานอ้างอิง และขอบเขตบริเวณที่จะดำเนินการ โดยใช้ผังบริเวณเดิมที่มีอยู่แล้ว

5.2 นำหมุดหลักฐานอ้างอิงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.10x0.30 เมตร ไปฝังในตำแหน่งที่กำหนดตามผังบริเวณ จำนวนทั้งหมด 10 คู่ (20 หมุด)

5.3 นำเทคโนโลยีเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม มาจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิง

5.3.1 หาค่าพิกัดและระดับของสถานีฐาน (Base Station) โดยใช้หมุดหลักฐานแผนที่ หมายเลข 560487 ของกรมชลประทาน ที่โรงเรียนโสภภาพพิทยากรณ์ เพื่อใช้เป็นสถานีอ้างอิงพิกัด

5.3.2 จัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิง โดยการเก็บค่าพิกัด (N, E) และค่าระดับ (Z) ของหมุดหลักฐานอ้างอิงตามตำแหน่งที่ฝังหมุดหลักฐาน โดยการรังวัดด้วยคลื่นสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ทันที (Real Time Kinematic: RTK)

5.4 ตรวจสอบข้อมูลและจัดทำสรุปข้อมูลค่าพิกัด (N, E), ค่าระดับ (Z), ที่หมายอ้างอิง, คำอธิบายประกอบหมุดหลักฐาน และผังแสดงตำแหน่งของหมุดหลักฐานอ้างอิง โดยใช้โปรแกรม ArcGIS

5.5 นำเครื่องมือกล้อง Total Station และกล้องระดับ เก็บข้อมูลในพื้นที่โดยการทำการรอบและถ่ายค่าระดับไป-กลับ

5.6 จัดทำข้อมูลการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมกับเครื่องมือกล้อง Total Station และกล้องระดับ

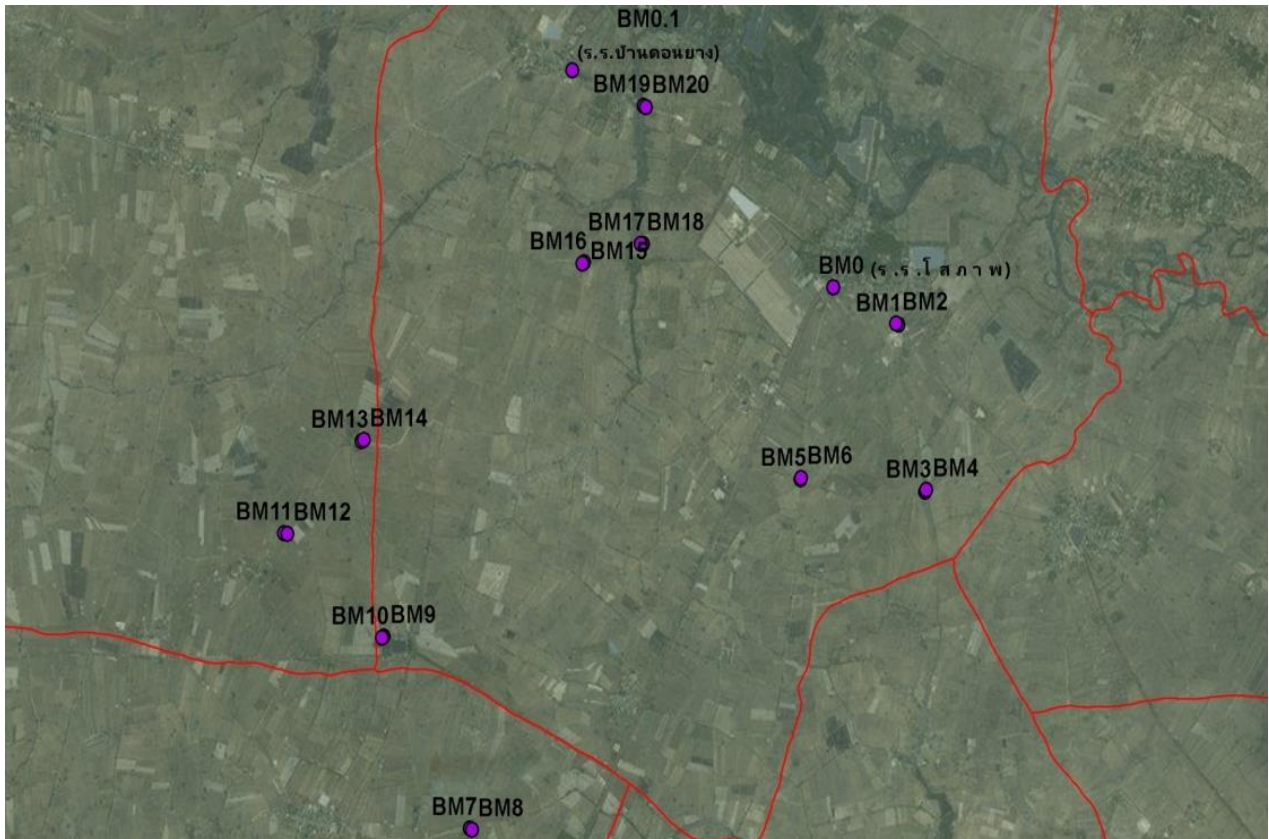
5.7 จัดทำเอกสารเป็นรูปเล่มรายงานการจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิง

6. สรุปผลการดำเนินงาน

6.1 นำเทคโนโลยีเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม มาใช้ในการจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิงในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ จึงได้เลือกวิธีการรับสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ทันที (Real Time Kinematic: RTK) มาใช้ในการจัดทำ เพราะสามารถให้ความละเอียดและดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสมกับพื้นที่ขนาดใหญ่ เนื่องจากใช้เวลาในการรับสัญญาณที่สั้น และได้ค่าพิกัดตำแหน่งทันทีขณะรังวัด โดยเป็นการหาตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ และวัดค่าตำแหน่งเทียบกับค่าสถานีฐาน (Base Station) เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อน

6.2 ข้อมูลค่าพิกัด (N, E) และค่าระดับ (Z) ของหมุดหลักฐานอ้างอิงที่สร้างขึ้นใหม่ ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับงานสำรวจออกแบบในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ จำนวนทั้งหมด 10 คู่ (20 หมุด) โดยมีตั้งแต่หมุด BM1 จนถึง BM20 (ดังแสดงในตาราง)

| คู่มือ | ชื่อคู่มือมาตรฐาน | ค่าพิกัด | | ค่าระดับ (Z) |
|--------|-------------------|-------------|------------|-----------------|
| | | N | E | |
| 1 | BM1 | 1719419.223 | 373706.434 | 125.372 |
| | BM2 | 1719435.272 | 373676.013 | 125.245 |
| 2 | BM3 | 1717491.183 | 374062.507 | 123.919 |
| | BM4 | 1717512.265 | 374083.233 | 124.433 |
| 3 | BM5 | 1717631.785 | 372391.744 | 124.715 |
| | BM6 | 1717651.516 | 372394.472 | 124.719 |
| 4 | BM7 | 1713586.391 | 367936.459 | 126.681 |
| | BM8 | 1713574.091 | 367967.940 | 124.649 |
| 5 | BM9 | 1715814.114 | 366785.012 | 125.674 |
| | BM10 | 1715798.970 | 366761.475 | 126.121 |
| 6 | BM11 | 1717010.117 | 365442.092 | 124.440 |
| | BM12 | 1717000.134 | 365484.823 | 124.874 |
| 7 | BM13 | 1718073.899 | 366481.189 | 124.449 |
| | BM14 | 1718088.341 | 366512.970 | 124.528 |
| 8 | BM15 | 1720147.615 | 369475.549 | 124.825 |
| | BM16 | 1720134.540 | 369455.730 | 124.706 |
| 9 | BM17 | 1720357.795 | 370272.435 | 123.710 |
| | BM18 | 1720359.890 | 370241.674 | 123.635 |
| 10 | BM19 | 1721959.792 | 370278.899 | 125.524 |
| | BM20 | 1721947.431 | 370307.080 | 125.525 |



รูปภาพ แสดงตำแหน่งคู่มุมหลักฐานจำนวนทั้งหมด 10 คู่ (20 มุม) โดยมีตั้งแต่มุม BM1 จนถึง BM20

6.3 ข้อดีข้อเสียระหว่างเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม กับเครื่องมือกล้อง Total Station และกล้องระดับ

6.3.1 ด้านประสิทธิภาพความถูกต้องแม่นยำของค่าพิกัด (N, E) และค่าระดับ (Z)

ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัด (N, E) ระหว่างเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม กับเครื่องมือกล้อง Total Station ที่ได้ นั้นมีความใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่า ค่าพิกัด (N, E) ที่ได้จากเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมนั้นมีความแม่นยำสูง อยู่ในเกณฑ์ค่าความแม่นยำในทางราบที่กำหนด (ไม่เกิน 1 cm. \pm 1 ppm.) สามารถนำมาใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับงานสำรวจออกแบบในพื้นที่โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ในอนาคตต่อไปได้

ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าระดับ (Z) ระหว่างเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมกับเครื่องมือกล้องระดับที่ได้ นั้น พบว่า ค่าระดับที่ได้จากเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมนั้นยังมีความคลาดเคลื่อนสูงเมื่อเทียบกับค่าระดับที่ได้จากเครื่องมือกล้องระดับ และไม่อยู่ในเกณฑ์ค่าความแม่นยำในทางตั้งที่กำหนด (ไม่เกิน 2 cm. \pm 1 ppm.) จึงสรุปได้ว่า การใช้เครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมโดยวิธีการรับสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ทันที (Real Time Kinematic: RTK) นั้น การใช้งานทางตั้งยังมีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากการคำนวณความสูงของการวัดด้วยวิธี RTK เพื่อเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลางนั้น จะมีความเกี่ยวข้องกับแบบจำลองความสูงของโลก (Earth Gravitational Model) ดังนั้น หากจะนำมาใช้ในการสำรวจภูมิประเทศด้านวิศวกรรมในการหาค่าระดับ (Z) นั้น น่าจะเป็นสิ่งที่จะต้องทดสอบความแม่นยำต่อไปและอาจต้องกำหนดความคลาดเคลื่อนในทางตั้งที่ยอมรับได้ให้รองรับกับเครื่องมือ

6.3.2 ด้านระยะเวลาในการดำเนินการ, ค่าใช้จ่าย, เครื่องมือและอุปกรณ์ และทรัพยากรบุคคล

หากไม่มีปัญหาในเรื่องของค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดซื้อเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียม นั้น การนำเครื่องมือสำรวจด้วยระบบคลื่นสัญญาณดาวเทียมมาใช้ในการจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานอ้างอิงถือว่ามีความเหมาะสมที่สุดในด้านของระยะเวลาในการดำเนินการ, เครื่องมือและอุปกรณ์ และทรัพยากรบุคคล

7. เอกสารอ้างอิง

กรมที่ดิน. ระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม. [ออนไลน์]. 2553.

แหล่งที่มา https://www.dol.go.th/DocLib5/%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%9A/rule_mapping2553.pdf
[8 กันยายน 2562]

กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน. พื้นหลักฐานอ้างอิงของประเทศไทย. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา

http://www.lddservice.org/services/PDF/knownlegemap/Datum_referance.pdf [12 พฤษภาคม 2562]

กลุ่มมาตรฐานการสำรวจออกแบบการพัฒนาที่ดินด้านวิศวกรรม สำนักวิศวกรรมเพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2557). คู่มือการสำรวจภูมิประเทศเพื่อการออกแบบงานแหล่งน้ำเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรุงเทพฯ: สำนักวิศวกรรมเพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

ธนัช สุขวิมลเสรี. เอกสารประกอบการสอนวิชา การสำรวจเพื่อการทำแผนที่. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2560). รู้ใช้ เข้าใจ เรื่อง GPS/GNSS.

กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย. ระบบค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.mahadthai.com/gis/basic_c.htm [4 พฤษภาคม 2562]

สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน. หลักการสำรวจและทำแผนที่. [ออนไลน์]. 2548. แหล่งที่มา irrigation.rid.go.th/rid14/water/survey/file/principalsurvey.doc [10 สิงหาคม 2562]

8. ภาคผนวก (รูปถ่าย)

GeoMax Zenith25 Product Overview

