การเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเก็บพิกัดต้นไม้ในงานก่อสร้างทาง ระหว่างกล้องโททอลสเตชั่นและอุปกรณ์จีพีเอสแบบพกพา และโทรศัพท์สมาร์ตโฟน

ASSESSMENT OF CONSTRUCTION SURVEYING EFFICIENCY AND EFFECTIVENESS FOR LOCATING ROADSIDE TREE USING A TOTAL STATION, A HANDHELD GPS, AND A LOW-COST SMARTPHONE GPS DEVICE

ยศนันทน์ สุวรรณ [1], มานพ แก้วโมราเจริญ [2]
[1] นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่;
[2]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
*Corresponding author address: yotsanansuwan@gmail.com

บทคัดย่อ

ในการก่อสร้างถนนการเก็บพิกัดวัตถุต่าง ๆที่อยู่บนพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างถือเป็นกระบวนการการทำงานอันดับแรกๆของการก่อสร้างถนนและมีความสำคัญต่อการบริหารจัดการเวลาการก่อสร้างของโครงการเพราะหากบริหารจัดการในกระบวนการสำรวจรังวัดได้ดีมีประสิทธิภาพไม่ล่าช้าย่อมส่งผลให้การก่อสร้างในส่วนอื่น ๆของโครงการเริ่มก่อสร้างได้รวดเร็วยิ่งขึ้นทำให้เพิ่มโอกาสที่จะก่อสร้างถนนได้เสร็จก่อนหมดอายุสัญญา ดังนั้นการเลือกวิธีการ และอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการสำรวจรังวัดจึงถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในงานก่อสร้างถนนเพราะจะทำให้ใช้ต้นทุน เวลา และทรัพยากรที่มีได้อย่างคุ้มค่า โดยในการศึกษาครั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการเก็บข้อมูลพิกัดของต้นไม้ที่ติดขัดการก่อสร้างถนน โดยจะเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ กล้องโททอลสเตชั่น (Total Station) เครื่องรับสัญญาณGPS และแอพพลิเคชั่นหาพิกัดGPSบนโทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าแต่ละเครื่องมือมีความเหมาะสมต่อการใช้งานในการเก็บพิกัดต้นไม้ในการก่อสร้างถนนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเงื่อนไขเมื่อเปรียบเทียบในเรื่องของระยะเวลาหากต้องการการเก็บข้อมูลที่รวดเร็วควรจะเลือกใช้เครื่องGPSแบบพกพา แต่ถ้าต้องการประหยัดต้นทุนการทำงานควรเลือกใช้โทรศัพท์สมาร์ตโฟนจะดีกว่าเพราะต้นทุนในการทำงานต่อวันถูกกว่าและความแม่นยำยังมีความใกล้เคียงกันอีกด้วย

คำสำคัญ: *เก็บพิกัดต้นไม้, งานก่อสร้างถนน, เปรียบเทียบประสิทธิภาพประสิทธิผล, ต้นทุนในการเก็บพิกัดต้นไม้*

Abstract

In the road construction, the road data collection survey is one of the initial processes and is an essential component for the project time management. If the management of the survey process is well-organized, efficient and not delayed, it will result in other construction processes as the projects will begin construction earlier and will increase the chance of project completion before the contract expires. Therefore, the choosing of method and appropriate survey equipment would be the key success of road construction project because it will consume the costs, time and resources efficiently. This study will reveal the comparison of effectiveness and the performance of data collection survey of trees' coordinates which inferred as road obstacle by comparing 3 types of devices, including TOTAL STATION camera, GPS receiver, and applications to locate GPS coordinates on smartphones. The result indicates that each tool is suitable for data collection surveys depending on the key purpose. For the limited time purpose, we should use a portable GPS. But if we would like to save the project costs, we had better select a smartphone because of a lower cost per day and the similar accuracy.

Keywords: *Tree coordinate collection, road construction, compare efficiency and efficiency, tree coordinate cost*

1. บทนำ

ในการก่อสร้างถนนการเก็บพิกัดวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างถือเป็นกระบวนการการทำงานอันดับแรก ๆ ของการก่อสร้างถนน และมีความสำคัญต่อการบริหารจัดการเวลาการก่อสร้างของโครงการ เพราะหากบริหารจัดการในกระบวนการสำรวจรังวัดได้ดีมีประสิทธิภาพไม่ล่าช้าย่อมส่งผลให้การก่อสร้างในส่วนอื่น ๆ ของโครงการเริ่มก่อสร้างได้รวดเร็วยิ่งขึ้นทำให้เพิ่มโอกาสที่จะก่อสร้างถนนได้เสร็จก่อนหมดอายุสัญญา

ดังนั้นการเลือกวิธีการ และอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการ สำรวจรังวัดจึงถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในงานก่อสร้างถนนเพราะจะทำให้ใช้ต้นทุน เวลา และทรัพยากรที่มีได้อย่างคุ้มค่าโดยในการศึกษาครั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเก็บข้อมูลพิกัดของต้นไม้ที่ติดขัดการก่อสร้างถนน โดยจะ

เปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ กล้องโททอลสเตชั่น (Total Station) เครื่องรับสัญญาณ GPS และแอพพลิเคชั่นหาพิกัด GPS บนโทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟน

1.1. ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาโดยการใช้พื้นที่ในบริเวณโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข1001 สายเชียงใหม่ – บ้านโป่ง ช่วงระยะ กิโลเมตรที่ 13+700 ถึง กิโลเมตรที่28+200 รวมระยะทาง 14.500 กิโลเมตร ใช้กล้องโททอลสเตชั่น (Total Station) ยี่ห้อ Topcon รุ่น OS Series ใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพายี่ห้อ Garmin รุ่น etrex 10 และใช้แอพพลิเคชั่นหาพิกัดGPS บนโทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟน ชื่อว่าแปลงพิกัด GPS โดยในอนาคตอาจมีอุปกรณ์เก็บพิกัดอื่นที่มีประสิทธิภาพประสิทธิผลกว่านี้

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. การเก็บพิกัดภูมิศาสตร์

การสำรวจหรือการรังวัด คือ การวัดหาตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ รวมไปถึงการกำหนดตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ ที่ต้องการจะก่อสร้างขึ้นใหม่ในพื้นที่ที่ต้องการถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในแวดวงการก่อสร้าง และยังเป็นขั้นตอนสำคัญที่มีผลต่อขั้นตอนการวางแผนงานของโครงการรวมไปถึงขั้นตอนของการออกแบบการก่อสร้างให้ได้ตรงตามแบบที่กำหนดไว้ ไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้าง เขื่อนกักเก็บน้ำ อาคาร รวมไปถึงงานก่อสร้างถนน [3]

2.1.1. ประเภทของงานรังวัด (TYPE OF SURVEYING)

งานสำรวจสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. งานรังวัดควบคุม (Control Survey) เป็นการสร้างหมุดอ้างอิงเพื่อใช้ในการรังวัดอื่น ๆ โดยจะเป็นตัวควบคุมทั้งแนวราบและแนวดิ่ง 2. งานรังวัดภูมิประเทศ (Topographic Survey) เป็นการรังวัดเพื่อสำรวจสภาพภูมิประเทศ 3.งานรังวัดที่ดิน (Cadastral Survey) เป็นงานรังวัดเพื่อหาแนวเขตของพื้นที่ 4.งานรังวัดเส้นทาง (Route Survey) เป็นการรังวัดเพื่อก่อสร้างเส้นทางต่าง ๆ เช่น ถนน ทางรถไฟ แนวท่อต่าง เป็นต้น .5 งานรังวัดเพื่อการก่อสร้าง (Construction Survey) เป็นการรังวัดเพื่อวางตำแหน่งของสิ่งก่อสร้าง 6.งานรังวัดเหมืองแร่ (Mine Survey) เป็นงานรังวัดที่บูรณาการทั้งการรังวัดภูมิประเทศ และการรังวัดควบคุมมาใช้ในงานเหมืองต่าง ๆ นอกจากนี้แล้วยังมีการรังวัดอีกหลากหลายประเภทโดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของงาน [3]

2.2. การสำรวจรังวัดในงานก่อสร้างถนน

การสำรวจในงานถนนจะมีวัตถุประสงค์หลักก็คือการควบคุมการก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบก่อสร้างทั้งในด้านแนวทางและระดับการก่อสร้าง มีความเหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้าง โดยจะมีประเด็นสำคัญ คือการตรวจสอบแนวทาง หมุดหลักฐานระดับ ค่าระดับในแต่ละชั้นทาง รวมไปถึงตำแหน่งพิกัดของวัตถุที่ติดขัดการก่อสร้างและวัตถุที่ต้องก่อสร้าง [1]

2.3. การเตรียมการก่อนการสำรวจ

รวบรวมข้อมูลจากแบบก่อสร้าง ศึกษาข้อมูลจากแบบให้ครบถ้วน ผู้สำรวจควรมีความเข้าใจในรายละเอียดของแบบก่อสร้างเพื่อให้ทราบถึงขอบเขตการทำงาน รวบรวมหมุดพยาน (Reference Point) ที่ชุดสำรวจเพื่อออกแบบได้ทำไว้ รวบรวมค่าระดับ (Bench Mark) ค่าพิกัดตำแหน่งโดยใช้การเตรียมคนประมาณ 6 คน และมีการเตรียมเครื่องมือที่ใช้มีดังนี้ 1. กล้องแนว1ชุด 2. กล้องระดับ1ชุด 3. เทปเหล็ก 2 อัน 4. เทปผ้า 5. ดิ่ง 6. Ranging Pole 7. ไม้สต๊าฟ (3 เมตร หรือ4เมตร) 8. ค้อนปอนด์ 9. ค้อนหงอน 10.ขวาน 11. เลื่อย 12. ผ้าแดง 13. สีน้ำมัน (ใช้ 2 สี มีสีขาวและสีแดง) และพู่กันสำหรับเขียน 14. สีสเปรย์ (ใช้ 2 สี มีสีขาวและสีแดง) 15. ตะปู 3” และ 5”16. ตะปู 1” สำหรับตอกหัว Hub 17. Hub และ Stake

หลังจากรวบรวมอุปกรณ์เหล่านี้เรียบร้อยแล้ว ทีมสำรวจต้องเข้าไปทำงานในพื้นที่ก่อสร้างก่อนที่เครื่องจักรจะเริ่มทำงานอย่างน้อย 15 วัน ซึ่งในช่วงแรกที่เครื่องจักรเข้าทำงาน เครื่องจักรจะเริ่มงานถางป่าและขุดตอ (Clearing And Grubbing) หากการก่อสร้างถนนต้องผ่านพื้นที่เขตป่าไม้ เช่น เขตป่าสงวนแห่งชาติ เขตอุทยานแห่งชาติ เขตสงวนพันธุ์สัตว์ป่า เขตป่าสงวนคุ้มครอง เขตป่าที่จัดสรรเพื่อการเกษตร เป็นต้น รวมไปถึงพื้นที่ในส่วนของราชการอื่นให้ทำการถาง และขุดตอเฉพาะในส่วนที่จะก่อสร้างคันทางใหม่ แต่ถ้าหากว่าต้นไม้เหล่านั้นที่ติดขัดการก่อสร้างเป็นไม้ประเภทหวงห้ามจะต้องทำการล้อมย้ายต้นไม้เหล่านั้นไปยังพื้นที่ที่กำหนดไว้ [1]

รูปที่1 รูปภาพต้นไม้ที่ติดขัดงานก่อสร้างถนน

รูปที่2 รูปภาพเครื่องจักรเข้าพื้นที่ก่อสร้างเพื่อทำการรื้อถอนต้นไม้ที่ติดขัดการก่อสร้างถนน

2.4. ลักษณะของงานรังวัด

งานรังวัดนั้นจะมีพื้นฐานที่สำคัญซึ่งประกอบไปด้วยการวัด ได้แก่ การวัดระยะ การวัดมุม การวัดทิศทาง และการวัดค่าระดับ เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลโดยลักษณะของงานรังวัดแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ งานภาคสนาม (Field work) และงานสำนักงาน (Office work) โดยงานภาคสนามจะเป็นลักษณะงานวัดโดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เทปวัดระยะ กล้องธีโอโดไลท์ (Theodolite) โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการรังวัด จากเทปวัดระยะไปเป็นเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic distance Measurement, EDM) ส่วนกล้องธีโอโดไลท์ (Theodolite) พัฒนาไปเป็นกล้องอิเล็กทรอนิกส์ธีโอโดไลท์ (Electronic Theodolite) และกล้องโททอลสเตชั่น(Total Station) ที่เป็นการรวมรวมเทคโนโลยีของเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic distance Measurement, EDM) และกล้องอิเล็กทรอนิกส์ธีโอโดไลท์ (Electronic Theodolite) เข้าไว้ด้วยกันทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้เป็นอย่างมาก เพราะลดขั้นตอนการทำงานให้น้อยลง ในส่วนของงานสำนักงานนั้นจะเป็นลักษณะของการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลหน้างานมาทำการคำนวณและวิเคราะห์ในเชิงตัวเลข เช่น ค่าพิกัด ขนาดพื้นที่ เป็นต้น [3]

2.5. อุปกรณ์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการศึกษาในครั้งนี้

2.5.1. กล้องโททอลสเตชั่น (TOTAL STATION)

กล้องโททอลสเตชั่น (Total Station) คือ การนำเอาเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic distance Measurement, EDM) มารวมกับกล้องอิเล็กทรอนิกส์ธีโอโดไลท์ (Electronic Theodolite) ทำให้สามารถวัดมุมและวัดระยะทางได้พร้อมกัน โดยต้องใช้ร่วมกับชุดเป้าเล็งพร้อมปริซึม ช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนในการทำงานลงไปได้มากและยังมีความแม่นยำมากอีกด้วย แต่สำหรับในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเก็บพิกัดต้นไม้ที่ติดขัดในงานก่อสร้างถนนครั้งนี้ ทางผู้ทำการศึกษาคาดว่าประสิทธิภาพการทำงานอาจจะลดลงอันเนื่องมาจากหลากหลายปัจจัย ยกตัวอย่างเช่น การสัญจรของยานพาหนะที่ผ่านไปมา การบดบังทัศน์วิสัยอันเนื่องมาจากความรกทึบของพุ่มไม้ใหญ่ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามทางผู้ศึกษาจะให้พิกัดอ้างอิงที่ได้จากการเก็บพิกัดด้วยกล้องโททอลสชั่นเป็นตัวชี้วัดความคลาดเคลื่อนกับอุปกรณ์อื่น ๆ ในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเก็บพิกัดต้นไม้ในการก่อสร้างนี้ด้วย

รูปที่ 3 การเก็บพิกัดต้นไม้โดยใช้กล้องโททอลสเตชั่น

รูปที่4 ชุดเป้าเล็งพร้อมปริซึม

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์พัฒนาไปมากทำให้เกิดการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่จะช่วยขั้นตอนการใช้งานที่ซับซ้อน ขนาดของอุปกรณ์ที่ใหญ่โต ให้มีขนาดเล็ก ใช้งานได้สะดวก มีราคาย่อมเยา ซึ่งก็คือ เครื่องรับสัญญาณGPS และต่อมาเมื่อโทรศัพท์สมาร์ตโฟนเป็นที่นิยม ได้มีนักพัฒนาเขียนโปรแกรมแอพพลิเคชั่นหาพิกัดGPSบนโทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟน ซึ่งง่ายต่อการเข้าถึงของผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก

2.5.2. GPS

GPS ย่อมาจาก Global Positioning System เป็นการแสดงถึงตำแหน่งต่าง ๆบนโลกโดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง ที่โคจรหมุนเวียนอยู่รอบ ๆ โลกเป็นจุดอ้างอิงและใช้การวัดระยะจากดาวเทียม 4 ดวงจากทั้งหมด 24 ดวงนั้นรวมไปถึงหลักการทางเลขาคณิตมาใช้ในการคำนวณเพื่อระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วน หลักคือ

1.) ส่วนอวกาศ

การทำงานระบบ GPS นั้นเริ่มจากการที่ดาวเทียม NAVSTAR GPS ที่สร้างโดย DoD (Department of Defense) กระทรวงกลาโหมอเมริกันปล่อยขึ้นไปโคจรรอบโลกทั้งหมด 24 ดวง ดาวเทียม GPS จะโคจรรอบโลกครบ 1 รอบทุก ๆ 12 ชั่วโมง การโคจรของดาวเทียมทั้ง 24 ดวงนี้อยู่ทั่วโลกไม่ว่าจะเป็นเวลาใด ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งบนผิวโลกจะต้องมีดาวเทียม 4 ดวงคอยส่งสัญญาณให้กับเครื่องรับ GPS โดยเราอาศัยตำแหน่งของดาวเทียมทั้ง 4 ดวงนี้เป็นจุดอ้างอิง แล้ววัดระยะจากดาวเทียม 4 ดวงนี้รวมไปถึงการใช้วิธีการทางเรขาคณิตในการคำนวณหาตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งจะให้ข้อมูลในสี่มิติคือ X,Y,Z,T ทุกวันนี้มีการนำเอา GPS ไปใช้ในการสำรวจอย่างหลากหลาย เช่น การทำแผนที่เส้นระดับชั้นความสูง การใช้GPSกำหนดขอบเขตที่ดิน ใช้ GPS ในการทำถนน

2.) ส่วนควบคุม

เป็นสถานีภาคพื้นดิน สถานีหลักอยู่ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา และมี สถานีย่อยกระจายไปทั่วโลก อีก 5 จุด

3.) ส่วนผู้ใช้งาน

ผู้ใช้งานต้องมีตัวรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรสัญญาณจากดาวเทียวเพื่อนำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานต่าง ๆ เช่นการสำรวจ ใช้งานในการนำทาง และอื่น ๆ ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์พัฒนามากขึ้นจากอดีตทำให้สามารถผลิตเครื่องรับข้อมูล GPS

2.5.3. สมาร์ตโฟน

สมาร์ตโฟน คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่พัฒนามาจากโทรศัพท์รุ่นดั้งเดิมโดยที่สามารถเชื่อมต่อความสามารถหลักของโทรศัพท์มือถือเข้าร่วมกับแอปพลิเคชั่นของโทรศัพท์เอง สามารถให้ผู้ใช้งานติดตั้งโปรแกรมเสริมสำหรับเพิ่มความสามารถของโทรศัพท์ มีงานวิจัยการนำแอปพลิเคชั่น GPS ในโทรศัพท์สมาร์ตโฟนไปใช้ในการสำรวจรังวัดโดยเปรียบเทียบกับกับจุดอ้างอิงที่ทราบพิกัด พบว่าแอปพลิเคชั่น GPS ในโทรศัพท์สมาร์ตโฟนนั้นมีความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งของจุดที่ทราบพิกัดอ้างอิงไป 1 – 3 เมตร ซึ่งจากความคลาดเคลื่อนดังกล่าวนั้นเพียงพอแล้วกับงานสำรวจภูมิประเทศ งานวางแผนการลาดตะเวนสำรวจ การจัดการป่าไม้ งานสำรวจทางธรณีวิทยา เป็นต้น แต่แอปพลิเคชั่น GPS ในโทรศัพท์สมาร์ตโฟนนั้นไม่เหมาะกับการนำไปใช้ในงานต้องที่ใช้ความละเอียดระดับเซนติเมตร เช่น การก่อสร้างชั้นทางถนน เป็นต้น อย่างไรก็ดีสมาร์ตโฟนถือเป็นตัวเลือกที่ดีในการทำงานสำรวจดังกล่าวเพราะสามารถส่งต่อข้อมูลได้สะดวก รวมถึงสามารถส่งรูปภาพพร้อมแท็กพิกัด ซึ่งสามารถทำให้เกิดการใช้งานที่หลากหลาย [6]

มีตัวอย่างจากการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งอุปกรณ์บนทางพิเศษโดยใช้แอปพลิเคชั่นบนโทรศัพท์สมาร์ตโฟนโดยใช้งานร่วมกับเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ นั้นทำให้ได้ ฐานข้อมูลอุปกรณ์บนทางพิเศษเก็บเข้าฐานข้อมูลได้ในจำนวนครั้งมาก ๆ โดยคนเก็บข้อมูลไม่จำเป็นต้องเข้าถึงอุปกรณ์นั้นโดยตรงซึ่งทำให้ลดขั้นตอนในการนำเข้าข้อมูล และยังเพิ่มความปลอดภัยในการสำรวจท่ามกลางสภาพพื้นที่ทางพิเศษที่รถใช้ความเร็วสูงซึ่งอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุแก่ผู้ทำการสำรวจได้ และเป็นการลดความผิดพลาดจากการนำเข้าข้อมูลที่เกิดขึ้นจากตัวบุคคล [4]

2.6. ความคลาดเคลื่อน

ความคลาดเคลื่อนและสาเหตุการของการเกิดความคลาดเคลื่อนในงานรังวัดในการรังวัดผู้รังวัดนั้นไม่สามารถที่จะรู้ได้ว่าค่าที่ถูกต้องนั้นเป็นเท่าไหร่แม้ว่าผู้รังวัดจะทำการรังวัดในลักษณะเดิมซ้ำ ๆ ค่าที่ได้อาจจะเท่ากันหรือต่างกันก็ได้ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลากหลายปัจจัยทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในงานรังวัดทั้งสิ้น [3]

สำหรับการเก็บพิกัดต้นไม้ก่อสร้างในงานถนนนั้นมีปัจจัยหลากหลายที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน สำหรับระยะความคลาดเคลื่อนที่เหมาะสมกับการเก็บพิกัดต้นไม้หรือสิ่งปลูกสร้างนั้น ทางผู้ศึกษาจะทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านงานก่อสร้างถนนพร้อมทั้งรวบรวมความคิดเห็น ในแง่มุมต่างๆของของการทำงานเก็บพิกัดจากผู้ให้สัมภาษณ์เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประกอบในการศึกษาครั้งนี้

2.7. การวัดประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ประสิทธิภาพคือการที่เราใส่ทรัพยากรลงไปในกระบวนการทำงาน (Input) เพื่อทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ (Output) ออกมาในส่วนของผลลัพธ์นั้นอาจมีมูลค่าที่สูงกว่าหรือน้อยกว่าทรัพยากรณ์ที่ใส่ไป **ประสิทธิภาพคือการทำงานอย่างประหยัดต้นทุน ให้เสร็จทันเวลา ภายในคุณภาพที่กำหนด**

2.7.1. การวัดประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Performance) ประสิทธิภาพนั้นจะพิจารณาถึงผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการก่อสร้างทั้งหมดซึ่งประกอบไปด้วย ผลิตภาพ (Productivity) สามารถประเมินได้จากต้นทุน (Cost) และความพึงพอใจในผลผลิตที่ได้ โดยทั่วไปแล้วหมายถึง งานที่เสร็จสมบูรณ์ ความปลอดภัย (Safety) การเกิดอุบัติเหตุในที่ทำงานต้องอยู่ในขอบเขตที่สามารถยอมรับได้ ความตรงต่อเวลา (Timeliness) ได้งานตรงตามแผนงานที่วางไว้ คุณภาพ (Quality) เป็นไปตามรายการประกอบแบบ (Specification) ที่กำหนดไว้โดยทั่วไปแล้ว Productivity มักจะสวนทางกันกับ Quality ยกตัวอย่างเช่น การทำงานที่รวดเร็ว ทำให้ต้นทุนต่ำคุณภาพอาจไม่สูงมากนัก แต่ในทางกลับกัน การทำงานละเอียดคุณภาพสูง ทำให้ต้นทุนสูงไปด้วยและยังใช้เวลาในการทำงานนาน

2.7.2. การวัดประสิทธิผล

ประสิทธิผล (Effectiveness) หมายถึง ผลสำเร็จของงานที่เป็นไปตามความมุ่งหวัง (Purpose) ที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ (Objective) หรือ เป้าหมาย (Goal) และเป้าหมายเฉพาะ(Target) ได้แก่

1.) เป้าหมายเชิงปริมาณ คือได้งานครบถ้วนตามที่ต้องการเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้นลง
2.) เป้าหมายเชิงคุณภาพ จะแสดงถึงคุณค่าของผลผลิตที่ได้รับจากการดำเนินงานนั้น ๆ มุ่งเน้นจุดสิ้นสุดของกิจกรรมหรือการดำเนินงานว่าได้ผล ตามที่ตั้งไว้หรือไม่ **การทำงานให้บรรลุเป้าหมาย ในคุณภาพและปริมาณที่ต้องการ**

3. ระเบียบและวิธีการวิจัย

3.1. ขั้นตอนการเก็บพิกัดโดยใช้กล้องโททอลสเตชั่น ในขั้นตอนแรกนี้ผู้ทำการศึกษาจะทำการเก็บข้อมูลพิกัดของต้นไม้ โดยเริ่มต้นจาก กิโลเมตรที่ 13+700 ของถนนทางหลวงหมายเลข 1001 โดยจะเก็บข้อมูลพิกัดต้นไม้ทั้งทางด้านซ้ายทางและขวาทาง โดยพิกัดเริ่มต้นที่จะอ้างอิงจะใช้หมุดพิกัดอ้างอิงจากหน่วยงานกรมแผนที่ทหาร หลังจากทำการเก็บพิกัดต้นไม้ต้นใดเสร็จก็จะทำตัวเลขเป็นสัญลักษณ์ไว้ การศึกษาในครั้งนี้จะทำการเก็บพิกัดต้นไม้ไปจนถึงกิโลเมตรที่ 28+200 โดยจะทำการบันทึกระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บพิกัดไว้ด้วย

รูปที่ 4 ป้ายตัวเลขที่ทำสัญลักษณ์ไว้

3.2 ขั้นตอนการเก็บพิกัดโดยใช้เครื่องGPS ในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาจะทำการใช้เครื่องGPSแบบพกพาทำการเก็บพิกัดต้นไม้โดยเริ่มกิโลเมตรที่ 13+700 เช่นกันกับการเก็บพิกัดโดยใช้กล้องโททอลสเตชั่นโดยเริ่มต้นจากต้นไม้ที่ได้ทำสัญลักษณ์ตัวเลขไว้ ทำจนถึงกิโลเมตรที่ 28+200 จนแล้วเสร็จจากนั้นทำการบันทึกเวลาที่ใช้ในการเก็บพิกัดต้นไม้ทั้งหมดไว้

3.3 เก็บพิกัดโดยใช้แอพพลิเคชั่นระบุตำแหน่งGPSในสมาร์ตโฟน ในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาจะทำการเก็บพิกัดต้นไม้ที่ได้ทำสัญลักษณ์ตัวเลขไว้โดย ทำจนแล้วเสร็จจากนั้นทำการบันทึกเวลาที่ใช้ในการเก็บพิกัดต้นไม้ทั้งหมดไว้

3.4 บันทึกข้อมูล สรุปปริมาณงานที่ได้ เวลาที่ใช้ ในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาจะนำข้อมูลพิกัดที่เก็บมาทั้งหมดของเครื่องGPSแบบพกพาและข้อมูลที่ได้จากการเก็บพิกัดโดยใช้แอพพลิเคชั่นระบุตำแหน่งGPSในสมาร์ตโฟนมาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนโดยอ้างอิงจากค่าพิกัดต้นไม้ที่เก็บจากการใช้กล้องโททอลสเตชั่น

3.5 สัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในสายงาน ในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาจะเข้าไปสัมภาษณ์ผู้มีประสพการณ์ในการทำงานก่อสร้างถนน ถามถึงความแม่นยำในการเก็บพิกัดในงานก่อสร้างถนนที่ยอมรับได้รวมไปถึงความคิดเห็นในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเก็บพิกัดต้นไม้ของอุปกรณ์ทั้ง 3 แบบ

3.6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานและสรุปผล ในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาจะนำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลในสมการเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของแต่ล่ะอุปกรณ์รวมถึงต้นทุนในการเก็บพิกัดต้นไม้ของแต่ล่ะอุปกรณ์และสรุปผล

4. การเก็บข้อมูลพื้นฐาน

4.1. การวิเคราะห์เบื้องต้น

ขั้นตอนการเก็บพิกัดโดยใช้กล้องโททอลสเตชั่นในขั้นตอนแรกนี้ผู้ทำการศึกษาจะทำการเก็บข้อมูลพิกัดของต้นไม้โดยเริ่มต้นจากกิโลเมตรที่ 13+700 ของถนนทางหลวงหมายเลข 1001 โดยจะเก็บข้อมูลพิกัดต้นไม้ทั้งทางด้านซ้ายทางและขวาทาง

โดยพิกัดเริ่มต้นที่จะอ้างอิงจะใช้หมุดพิกัดอ้างอิงจากหน่วยงานกรมแผนที่ทหาร หลังจากทำการเก็บพิกัดต้นไม้ต้นใดเสร็จก็จะทำตัวเลขเป็นสัญลักษณ์ไว้ การศึกษาในครั้งนี้จะทำการเก็บพิกัดต้นไม้ไปจนถึง กิโลเมตรที่ 28+200 โดยจะทำการบันทึกระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บพิกัดไว้ด้วย ซึ่งจำนวนต้นไม้ที่อยู่ในพื้นที่ก่อสร้างถนนทั้งหมดที่ได้ทำการเก็บพิกัดโดยใช้กล้องโททอลสเตชั่นทั้งด้านซ้ายและด้วนขวาของเขตทางมีจำนวนทั้งหมด 2,413 ต้น ซึ่งในการเก็บข้อมูลต้นไม้ทั้งหมดนั้นมีความจำเป็นต้องมีข้อมูลอย่างอื่นประกอบด้วย เช่น ขนาดเส้นรอบวง ประเภทของต้นไม้ ตำแหน่งที่ตั้ง การตีตราจากกรมป่าไม้ ทิศทางจากแนวก่อสร้าง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญต่อการก่อสร้างทั้งสิ้น

ตารางที่ 1 ตารางแสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลพิกัดต้นไม้

ลำดับ	1
รหัสต้นไม้	LT1
กม.	13+641.720
ชื่อชนิด	ต้นขี้เหล็ก

เส้นรอบวงที่ระดับ 1.30 ม. จากโคนต้น (ม.)	1.08			
ระยะห่างจาก CL (ม.)	-9.219m			
ตีตราจากกรมป่าไม้	✓			
ด้าน	ซ้ายทาง			
กล้องโททอลสเตชั่น	N	2092760.597		
	E	499094.215		
Garmin GPS	N	2092761.601	ค่าที่เปลี่ยนแปลง	2.00
	E	499095.220	ค่าที่เปลี่ยนแปลง	0.00
แอพพลิเคชั่นแปลงพิกัด GPS	N	2092760.600	ค่าที่เปลี่ยนแปลง	1.00
	E	499094.222	ค่าที่เปลี่ยนแปลง	1.00

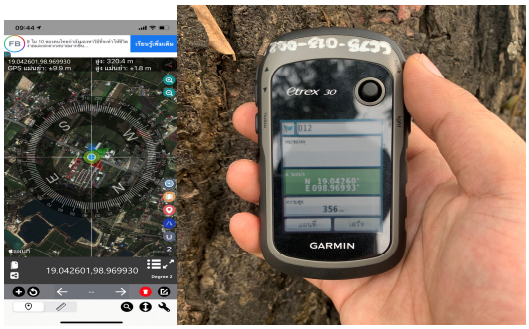
จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากหน้างานจริงเกิดปัญหาเนื่องจากเครื่องจักรต้องเริ่มเข้าทำงานทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บข้อมูลพิกัดต้นไม้โดยใช้ในเขตทางฝั่งขวาได้ทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงตัดสินใจเก็บพิกัดเฉพาะต้นไม้โดยใช้สมาร์ตโฟนและเครื่องGPSแบบพกพาเฉพาะด้านซ้ายของเขตทางเพื่อเปรียบเทียบการเก็บพิกัดจากการใช้กล้องโททอลสเตชั่น ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 848 ต้น

รูปที่ 6 การเก็บพิกัดโดยใช้กล้องโททอลสเตชั่น

ในการเก็บพิกัดโดยใช้กล้องโททอลสเตชั่นของต้นไม้เฉพาะด้านซ้ายของเขตทางจากข้อมูลที่บันทึกไว้ใช้เวลาทั้งหมด 9 วัน เฉลี่ย ได้วันละ 95 ต้น โดยจำนวนที่เก็บได้มากสุดต่อวันคือ 140 ต้น และเก็บพิกัดได้น้อยสุดคือ 45 ต้นต่อวัน โดยใช้คนงานในการเก็บพิกัดจำนวน 4 คนต่อวัน มีค่าจ้างแรงงานต่อคนวันละ 350 บาท และค่าเช่าอุปกรณ์ต่อวัน 1,000 บาท โดยทำงานเพียงวันละ 5 ชม. โดยมาสาเหตุอันเนื่องมาจากสภาพการจราจรหน้างาน ผู้วิจัยจึงเลือกช่วงเวลาเก็บพิกัดตั้งแต่ 8.30 น. ถึง 11.30 น. และ 13.00 น. ถึง 15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะแก่การทำงานที่สุดจากความเห็นของผู้วิจัย

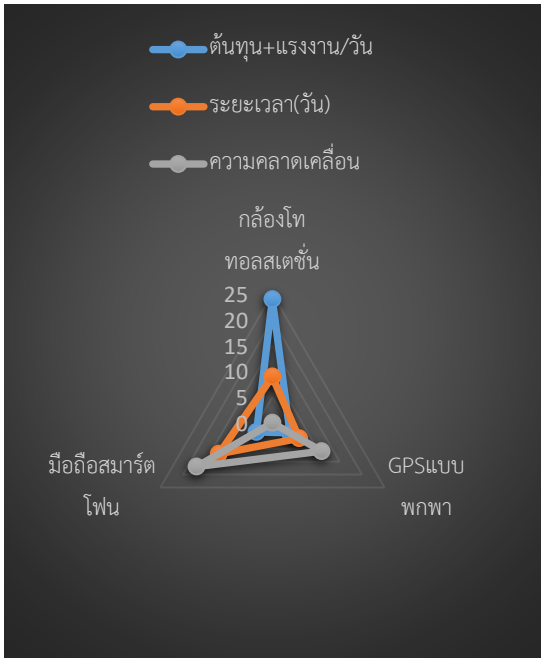
รูปที่ 7 การเก็บพิกัดโดยใช้สมาร์ตโฟนและเครื่องGPSแบบพกพา

หลังจากการเก็บพิกัดด้วยกล้องโดยกล้องโททอลสเตชั่น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บพิกัดต้นไม้โดยใช้สมาร์ตโฟนและเครื่องGPSแบบพกพาทั้งสองอุปกรณ์ใช้แรงงานเพียง1คนเท่านั้น โดยมีค่าใช้จ่ายในการเช่าอุปกรณ์ต่อวันสำหรับสมาร์ตโฟนอยู่ที่ 6.8 บาทต่อวันโดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทั้งหมดคือ 12 วัน และค่าใช้จ่ายในการเช่าเครื่องGPSแบบพกพาอยู่ที่ 41.09 บาทต่อวันสำหรับเครื่องGPSแบบพกพาใช้เวลาเก็บข้อมูล

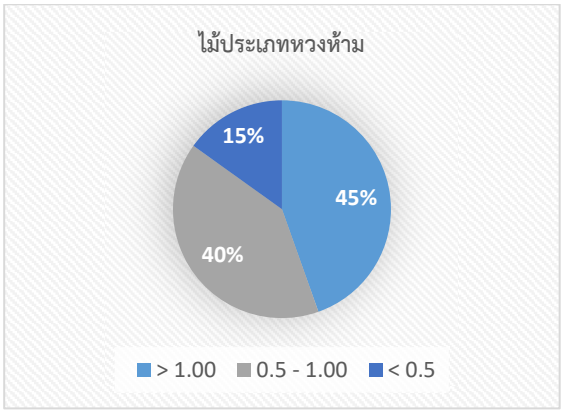


รูปที่ 8 ค่าพิกัดที่แสดงจากสมาร์ตโฟนและเครื่องGPSแบบพกพา

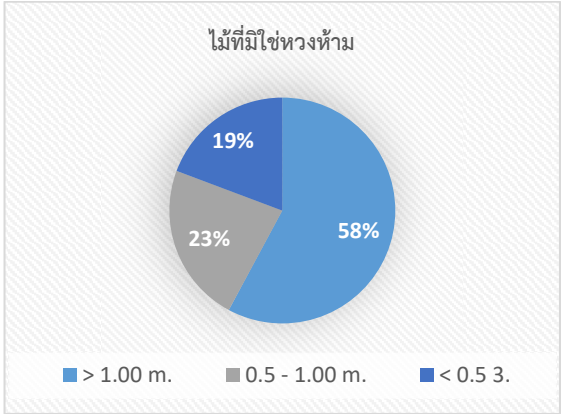
ในการเปรียบเทียบความแม่นยำนั้น จะใช้ค่าพิกัดจาก กล้องโททอลสเตชั่นเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ โดยกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้จากผู้เชี่ยวชาญในสายงาน คือระยะ 1-3 เมตร โดยการเก็บพิกัดโดยสมาร์ตโฟนอยู่ที่ 98.9 เปอร์เซ็น และการเก็บพิกัดโดยเครื่องGPSแบบพกพามีความแม่นยำอยู่ที่ 98.3 เปอร์เซ็น



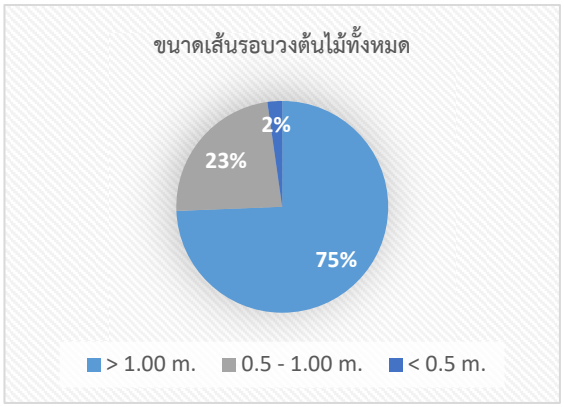
รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลในแต่ละด้านของอุปกรณ์ทั้งหมด



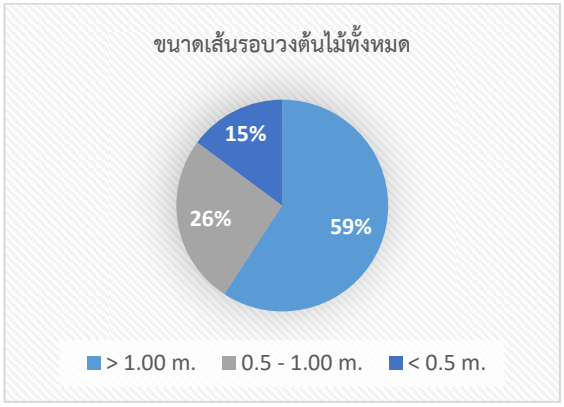
รูปที่ 10 กราฟแสดงจำนวนของไม้หวงห้ามโดยอ้างจากขนาดเส้นรอบวงมีจำนวนทั้งหมด 404 ต้น



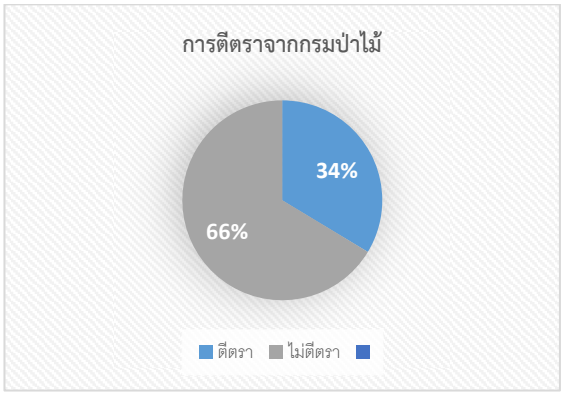
รูปที่ 11 กราฟแสดงจำนวนของไม้ที่มิใช่หวงห้ามโดยอ้างจากขนาดเส้นรอบวงมีจำนวนทั้งหมด 1,478 ต้น



รูปที่ 12 กราฟแสดงขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้สักทอง 531 ต้น



รูปที่ 13 กราฟแสดงขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ทั้งหมด 2,413 ต้น



รูปที่ 14 กราฟแสดงจำนวนของไม้ที่ถูกตีตราจากกรมป่าไม้จากจำนวนต้นไม้ทั้งหมด 2,413 ต้น

4.2. การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในสายงาน

ส่วนใหญ่ผู้ให้การสัมภาษณ์ให้ข้อมูลว่าในงานเก็บพิกัดต้นไม้ในการก่อสร้างถนนนั้นส่วนใหญ่แล้วนิยมใช้กล้องโททอลสเตชั่นเป็นหลักเพราะใช้งานกันมาอย่างยาวนานและมีความแม่นยำสูงทำให้เป็นที่ยอมรับในเรื่องของความแม่นยำ แต่หากว่ามีอุปกรณ์ที่สามารถประหยัดเวลาและต้นทุนในการทำงานเก็บข้อมูลได้และมีความแม่นยำเพียงพอ จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ยอมรับความคลาดเคลื่อนในการเก็บพิกัดต้นไม้ในงานก่อสร้างถนน

อยู่ระหว่าง 1- 3 เมตรหากในอนาคตมีเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้มากขึ้นก็เหมาะสมแล้วที่จะเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลในแต่ละด้านของอุปกรณ์ทั้งหมด

อุปกรณ์	ต้นทุน+แรงงาน/วัน	ระยะเวลา (วัน)	ความคลาดเคลื่อน
กล้องโททอลสเตชั่น	2,400	9	0.00%
GPSแบบพกพา	391.09	6	1.10%
มือถือสมาร์ตโฟน	356.8	12	1.70%

5. สรุป

จากกระบวนการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1.) ความแม่นยำในการเก็บพิกัดโดยใช้เครื่องGPSแบบพกพาและการเก็บพิกัดโดยใช้โทรศัพท์สมาร์ตโฟนพบว่ามีความใกล้เคียงกันอยู่ที่ 98.9% และ98.3% ซึ่งเมื่อเทียบกับต้นทุนการก่อสร้าง พบว่าวิธีการทั้งสองแบบนี้นี้มีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำงานเพื่อลดต้นทุนในโครงการก่อสร้างต่อไป

2.) จากกราฟรูปที่6 แสดงให้เห็นว่า แต่ล่ะเครื่องมือมีความเหมาะสมต่อการใช้งานในการเก็บพิกัดต้นไม้ในการก่อสร้างถนนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเงื่อนไขเมื่อเปรียบเทียบในเรื่องของระยะเวลาหากต้องการการเก็บข้อมูลที่รวดเร็วควรจะเลือกใช้เครื่องGPSแบบพกพา แต่ถ้าต้องการประหยัดต้นทุนการทำงานควรเลือกใช้โทรศัพท์สมาร์ตโฟนจะดีกว่าเพราะต้นทุนในการทำงานต่อวันถูกกว่าและความแม่นยำยังมีความใกล้เคียงกันอีกด้วย

โดยรวมแล้วการศึกษาครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจเลือกเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและเหมาะสมกับการเก็บข้อมูลพิกัดของต้นไม้ที่อยู่ในงานก่อสร้างถนนภายใต้ข้อจำกัด เช่น ด้านต้นทุน ระยะเวลา เป็นต้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเก็บข้อพิกัดต้นไม้ในงานก่อสร้างสูงสุด

6. การอ้างอิง

[1] กรมทางหลวง. (2550). คู่มือการควบคุมก่อสร้างทางหลวง (Vol. 2).

[2] ชาญวิทย์ สายหยุดทอง. (2562). การจัดทำแผนที่ผู้ใช้น้ำด้วยสมาร์ตโฟน (WATER-USER MAPPING BY SMARTPHONE). 11(22), 35-41.

[3] สันติพงศ์ วิถียภัณฑ์. (2539). การสำรวจรังวัดเบื้องต้น.

[4] เสาวณี ศรีสุวรรณ. (2562). การพัฒนาระบบระบุตำแหน่งอุปกรณ์บนทางพิเศษโดยใช้แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ. 1(1), 42-52.

[5] วรรณวิทย์ แต้มทอง. (2561). Construction Productivity Improvement (Vol. 4).

[6] Wheaton, J. M., Garrard, C., Whitehead, K., Volk, C. J. J. C., & Geosciences. (2012). A simple, interactive GIS tool for transforming assumed total station surveys to real world coordinates–the CHaMP transformation tool. 42, 28-36.