

## การหาค่าระดับความสูงแนวคันกั้นน้ำคลองระพีพัฒน์แยกตกโดยเทคโนโลยี MMS สำหรับการบริหารจัดการน้ำ

### Surveying to find the level of Raphiphat Yak Tok roads using MMS technology

อำนาจ สมภาร ปานฤทัย ตั้งประเสริฐ และ ณัฐกิตติ์ เสงี่ยม

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) กรุงเทพมหานคร  
E-mail address: amnat@hii.or.th

#### บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสำรวจได้มีการพัฒนาไปจากเดิมมาก สิ่งหนึ่งที่เป็นหัวข้อหลักของการพัฒนาคือความรวดเร็วของการได้มาซึ่งข้อมูลสำรวจทางสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน. ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีสำรวจ Mobile Mapping System (MMS) สำหรับใช้สำรวจหาค่าระดับและจัดทำแผนที่แบบ 3 มิติ ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการประยุกต์ใช้ MMS ใช้กับการบริหารจัดการน้ำโดยการหาความเหมาะสมและข้อจำกัดของระบบเพื่อจะได้นำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินการได้กำหนดพื้นที่ทำการสำรวจคือแนวคันกั้นน้ำคลองระพีพัฒน์แยกตกเพื่อเปรียบเทียบผลของระบบ MMS กับการตรวจวัดแบบ Real Time Kinematic (RTK) พื้นที่ทดสอบ 14 กิโลเมตร จากการดำเนินการพบว่าผลลัพธ์การสำรวจของทั้งสองระบบมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน เวลาที่ใช้ในการสำรวจพบว่าการสำรวจด้วย MMS ใช้เวลาน้อยกว่าการสำรวจแบบ RTK 12 เท่า การสำรวจทั้ง 2 แบบมีค่า RMSE 0.386 ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่เข้าใกล้ศูนย์แสดงถึงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตามกัน การนำระบบสำรวจ MMS ไปใช้งานในการหาค่าระดับจึงเป็นระบบที่ให้ผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็วทันต่อการที่จะนำข้อมูลค่าระดับมาทำการวิเคราะห์เพื่อบริหารจัดการน้ำอย่างเร่งด่วนได้

คำสำคัญ: Mobile Mapping System, Continuously Operating Reference Stations: Core, Real Time Kinematic, Laser Scanner, Dual Antenna, Inertial Measuring Unit

#### Abstract

The survey technology currently in use has been greatly improved. One of the main topics of survey development is the speed of data acquisition. Hydro-Informatics Institute (HII) has developed Mobile Mapping System (MMS) technology for use in surveying area levels and creating 3D maps. This research has applied MMS to analyze for water management by finding the appropriate and limitation of the system so that

it can be used efficiently. Specify the survey area, which is the Raphiphat Yak Tok to compare the results of MMS with Real Time Kinematic (RTK) measurements. The test area has a distance of 14 kilometers. The survey found that the results of both systems have similar changes. The time spent in the survey found that surveying with MMS took 12 times less time than the RTK survey. Both surveys have an RMSE 0.386, which is considered to be near zero, indicating that there is a correlation between the changes. The introduction of the MMS surveying system for level determination is therefore a system that provides fast results in order to use the level data to be analyzed for urgent water management services.

Keywords: Mobile Mapping System, Continuously Operating Reference Stations: Core, Real Time Kinematic, Laser Scanner, Dual Antenna, Inertial Measuring Unit

#### 1. บทนำ

การรับมือกับอุทกภัยสิ่งที่จะต้องมียคือเครื่องมือที่เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วเพื่อทันต่อการใช้งานพร้อมทั้งแสดงผลได้ครบถ้วนทุกมิติเพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมสำหรับประกอบการตัดสินใจ ถ้าทำได้ตามหัวข้อต่อไปนี้จะประโยชน์ต่อการเตรียมรับสถานการณ์และลดความสูญเสีย การสำรวจค่าระดับนั้นมีความจำเป็นและสำคัญมากในการใช้เป็นข้อมูลเพื่อบริหารจัดการน้ำทั้งในช่วงปกติและช่วงที่เกิดอุทกภัย การสำรวจค่าระดับความสูงของพื้นที่จากเดิมที่ใช้เป็นแบบ RTK เป็นระบบที่มีความถูกต้องสูงสามารถใช้งานได้ในพื้นที่ไม่กว้างมาก แต่ถ้าพื้นที่กว้างหรือที่มีขนาดใหญ่วิธีการนี้จะต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินการนานเนื่องจากการเดินสำรวจ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสำรวจได้เปลี่ยนไปมากวิธีการสำรวจที่สามารถนำข้อมูลมาจัดทำเป็นแผนที่สามารถทำได้ด้วยระบบสำรวจ MMS [1-2] และมีการพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับวางแผนจัดทำผังเมืองอัจฉริยะ [5] ดังนั้นการใช้ระบบ MMS ในการสำรวจจะเป็นสิ่งใหม่ที่จะเข้ามาทำให้การสำรวจมีการ

เปลี่ยนแปลงไปในเรื่องของการลดเวลาสำหรับการสำรวจ ในงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้ระบบ MMS มาทำการสำรวจหาค่าระดับความสูงของพื้นที่เพื่อใช้กับการบริหารจัดการน้ำ โดยจะเป็นการหาความเหมาะสมและข้อจำกัดของระบบเพื่อจะได้นำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สิ่งที่ได้ดำเนินการในงานวิจัยนี้เป็นการสำรวจเพื่อเปรียบเทียบผลลัพท์การสำรวจทางด้านเวลาที่ใช้และค่าระดับความสูงที่ได้เป็นการเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ว่ามีความถูกต้องมากน้อยแค่ไหนเนื่องจากเป็นระบบที่แตกต่างกัน เพื่อนำผลสรุปที่ได้นำไปเป็นข้อมูลในการเลือกใช้ระบบทั้งสองให้เหมาะกับงานและเวลาที่ใช้สำหรับหาค่าระดับของการบริหารจัดการน้ำ

## 2. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

### 2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการ

ในงานวิจัยต้องการหาความสามารถของระบบ MMS สำหรับในการใช้งานหาค่าระดับสำหรับนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการน้ำโดยทำการเปรียบเทียบการตรวจวัดแบบระบบ MMS กับการตรวจวัดแบบ RTK เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการตรวจวัด สำหรับเลือกใช้การสำรวจให้เหมาะกับงานและข้อจำกัดของอุปกรณ์

#### 2.1.1 ระบบ MMS

อุปกรณ์ที่ใช้สำรวจด้วยระบบ MMS เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบเป็นระบบในรูปแบบที่ 1 ประกอบด้วย Laser Scanner Velodyne LiDAR PUCK VLP-16 ทำหน้าที่วัดระยะจากหัววัดถึงวัตถุเพื่อนำมาสร้างภาพ 3 มิติแบบ Point Cloud, กล้อง 360 องศา Ladybug5 ทำหน้าที่บันทึกภาพแบบ 360 องศา ระบบระบุตำแหน่งและทิศทาง, NovAtel GNSS Receiver แบบ Dual Antenna, Inertial Measuring Unit (IMU) การประมวลผลได้ใช้ค่าปรับแก้จากโครงข่ายรับสัญญาณดาวเทียมแบบต่อเนื่อง (Continuously Operating Reference Stations: Cors) ของโครงข่ายของ สสน. สถานี THAI รูปที่ 4



รูปที่ 1 ระบบ MMS

การรวมระบบจากอุปกรณ์ตรวจวัดรูปที่ 1 เพื่อจัดทำเป็นระบบ MMS จะมีค่าความคลาดเคลื่อนตามคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อนำมารวม

ระบบที่เป็นค่าความคลาดเคลื่อนรวมของอุปกรณ์ทั้งหมด [1] การจัดทำระบบมีบทความที่ได้กล่าวถึงสมการการจัดทำระบบ [3] เริ่มจากสมการที่ (1) ที่เป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่าง IMU กับ Laser Scanner และจุดตรวจจากสัญญาณ Laser มีรูปที่ (2) ประกอบการอธิบายสมการต่อไปนี้

$$P_{IMU} = R_{SB}P_S - dT_{SB} \quad (1)$$

$P_{IMU}$  เป็นค่าพิกัดตำแหน่งของ IMU ( $X_{IMU}, Y_{IMU}, Z_{IMU}$ )

$R_{SB}$  เป็นการปรับทิศทางการหมุนถ่ายลักษณะการวางมุมของ Laser Scanner ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) กับ IMU ( $X_{IMU}, Y_{IMU}, Z_{IMU}$ )

$P_S$  เป็นค่าพิกัดตำแหน่ง ( $X, Y, Z$ ) ของจุดตรวจวัด

$dT_{SB}$  เป็นการเปลี่ยนถ่ายค่าพิกัดระหว่าง IMU ( $X_{IMU}, Y_{IMU}, Z_{IMU}$ ) กับ Laser Scanner ( $X_s, Y_s, Z_s$ )

สมการที่ (2) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของค่าพิกัดตำแหน่งเมื่อมีการเคลื่อนไหวของ IMU ในอาการเอียงซ้ายขวา (Roll), การเปลี่ยนทิศทาง (Heading) และการยกหัวขึ้นหรือกดหัวลง (Pitch) เมื่อมีการเคลื่อนไหวก็จะมีการเปลี่ยนท่าทางและพิกัดจาก  $X_{IMU}, Y_{IMU}, Z_{IMU}$  ไปเป็น  $X_L, Y_L, Z_L$

$$P_L = R_{IMU}P_{IMU} \quad (2)$$

$P_L$  เป็นพิกัดตำแหน่งและมุมใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไป ( $X_L, Y_L, Z_L$ )

$R_{IMU}$  เป็นมุมระหว่าง IMU ( $X_{IMU}, Y_{IMU}, Z_{IMU}$ ) กับท่าใหม่ IMU ที่เปลี่ยน

$P_{IMU}$  เป็นพิกัดตำแหน่งใหม่ของ IMU ( $X_{IMU}, Y_{IMU}, Z_{IMU}$ )

สมการที่ (3) และสมการที่ (4) เป็นการเปลี่ยนถ่ายค่าพิกัดอ้างอิงสู่พื้นหลักฐาน World Geodetic System 1984 (WGS84) มีค่าแสดงตำแหน่งในพิกัด  $X, Y, Z$

$$P_G = R_L P_L + R_{ECEP} \quad (3)$$

$$(corrected) = P_{ECEP} - R_L R_{IMU} dT_A \quad (4)$$

$P_G$  เป็นพิกัดตำแหน่งที่อ้างอิงพื้นหลักฐาน WGS84 ( $X_G, Y_G, Z_G$ )

$R_L$  เป็นการปรับเปลี่ยนมุมการทิศทางไปสู่พื้นหลักฐาน WGS84 โดย  $R_\phi$

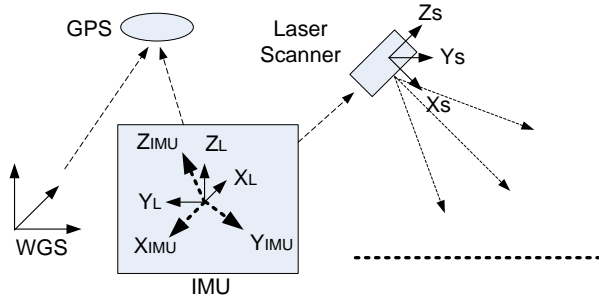
$R_{ECEP}$  เป็นค่าตำแหน่งของเสาอากาศที่อ้างอิงพิกัดตำแหน่งของโลก ( $X_E, Y_E, Z_E$ )

$R_{IMU}$  เป็นมุมระหว่าง IMU ( $X_{IMU}, Y_{IMU}, Z_{IMU}$ ) และมุมตามค่าพิกัดท้องถิ่น ( $X_L, Y_L, Z_L$ )

$dT_A$  เป็นค่าที่เปลี่ยนระหว่างศูนย์กลางของเสาอากาศและค่าศูนย์กลางของ IMU ในค่าพิกัด  $X, Y, Z$

ผลลัพธ์ที่ได้จากสมการที่กล่าวมาจะได้ผลลัพธ์สุดท้ายที่เป็น Point Cloud ในค่าพิกัด  $X, Y, Z$  ที่อยู่ในพื้นหลักฐาน WGS84 รูปที่ 2 เป็น

รูปการจัดวางอุปกรณ์และการอธิบายลักษณะทางมุมการเปลี่ยนแปลงตามสมการ (1-4) ในการรวมระบบสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือการจัดการเวลาของอุปกรณ์แต่ละตัวที่นำมาจัดทำ [4] ในระบบที่จัดทำได้มีการควบคุมการทำงานให้อุปกรณ์ทุกรายการให้สามารถทำงานร่วมกันบนพื้นฐานเวลาเดียวกัน



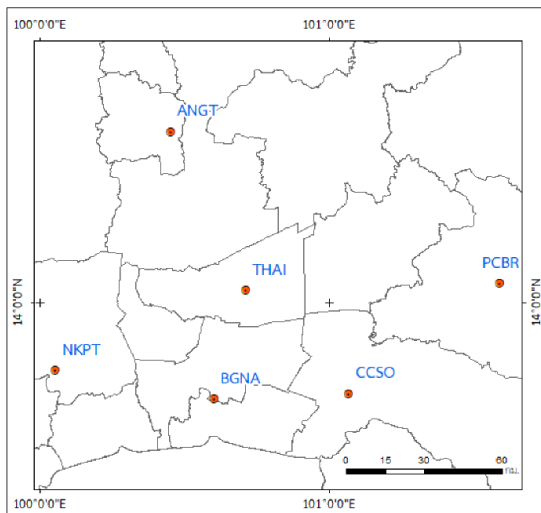
รูปที่ 2 การจัดวางอุปกรณ์สำรวจ MMS

### 2.1.2 อุปกรณ์สำรวจ RTK

ในการดำเนินการได้ใช้เครื่องวัดด้วยสัญญาณดาวเทียมแบบหลายความถี่ ยี่ห้อ Leica รุ่น GS10 แสดงในรูปที่ 3 ให้รับค่าปรับแก้โคจรข่ายรับสัญญาณดาวเทียมแบบต่อเนื่อง (Continuously Operating Reference Stations: Core) ของ สสน. ที่ส่งผ่านค่าปรับแก้ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ 4G ในรูปที่ 4



รูปที่ 3 เครื่องวัดด้วยสัญญาณดาวเทียมแบบหลายความถี่ Leica รุ่น GS10



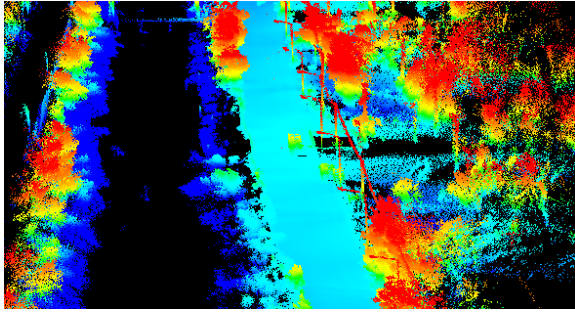
รูปที่ 4 โคจรข่ายรับสัญญาณดาวเทียมแบบต่อเนื่องของ สสน.

### 2.2 วิธีการดำเนินการ

วิธีการดำเนินการเริ่มจากการทำการสำรวจในพื้นที่ทำการวิจัยคือคันกันน้ำคลองระพีพัฒน์แยกตทหรือถนนหมายเลข 6021 ระยะทางการสำรวจ 14 กิโลเมตร เริ่มต้นสำรวจจากจุดตัดกับคลองห้าหรือถนนหมายเลข 3010 ไปสิ้นสุดที่จุดตัดกับถนนหมายเลข 3261 ทำการสำรวจด้วยระบบ MMS และแบบ RTK ในการสำรวจด้วย RTK ได้กำหนดจุดสำรวจห่างกันประมาณ 200 เมตรตามแนวผิวถนนตรงเส้นแบ่งกลาง เว้นช่วงที่เป็นสะพานเนื่องจากไม่ได้เป็นจุดที่เป็นค่าระดับของพื้นผิวถนนเพื่อให้ได้แนวของถนนที่ต้องการหาค่าระดับ การสำรวจด้วยระบบ MMS เป็นการสแกนถนนทุกจุดที่ผ่าน วิ่งรถด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทั้ง 2 ระบบตรวจวัดรับค่าปรับแก้จากโครงข่ายรับสัญญาณดาวเทียมแบบต่อเนื่องของ สสน. โดยที่ระบบการตรวจวัดแบบ RTK มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 เซนติเมตรตามคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่รับค่าปรับแก้ในการตรวจวัดแบบ Real Time ส่วนการตรวจวัดด้วยระบบ MMS รับค่าปรับแก้จากโครงข่ายรับสัญญาณดาวเทียมแบบต่อเนื่องของ สสน. เช่นเดียวกันมีความคลาดเคลื่อนทั้งระบบจากผลรวมค่าความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ที่นำมาประกอบเป็นระบบรวมไม่เกิน 35 เซนติเมตร ในการเก็บจุด Point Cloud ของพื้นผิวทำการเก็บที่ระยะ 6 เมตรจากหัวของ Laser Scanner

### 3. ผลการดำเนินการ

การสำรวจด้วย RTK ได้จุดสำรวจมาทั้งหมด 59 จุดผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าระดับความสูงแสดงเป็นเมตร รทก. ซึ่งเป็นค่าอ้างอิงค่าระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนผลการสำรวจด้วยระบบ MMS ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น Point cloud หรือภาพแบบ 3 มิติตัวอย่างบางช่วงในรูปที่ 5 ได้นำผลลัพธ์ 3 มิติมาทำการดึงค่า Point Cloud มีตำแหน่งทางแนวระนาบอยู่ในจุดใกล้เคียงกับจุดตรวจวัดแบบ RTK โดยได้กำหนดจุดใช้งานอยู่ภายในรัศมีของจุดสำรวจ RTK น้อยกว่า 15 เซนติเมตรและเป็นจุดที่อยู่ใกล้จุดสำรวจด้วยระบบ RTK มากที่สุด ดึงส่วนที่เป็นค่าระดับความสูงมาเป็น เมตร รทก. เช่นเดียวกัน ผลการตรวจวัดจากทั้ง 2 ระบบอยู่ในตาราง 1 เป็นการนำผลมาเปรียบเทียบกันของจุดสำรวจตามที่กำหนดและได้แสดงผลเป็นกราฟรูปที่ 6 เส้นกราฟ สีเขียวเป็นการตรวจวัดค่าระดับแบบ RTK เส้นกราฟแดงเป็นการตรวจค่าระดับด้วยระบบ MMS จากการนำผลลัพธ์ของทั้งสองระบบมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าค่าความสูงทั้งสองระบบมีความสอดคล้องกันแต่มีระยะห่างของกราฟทั้งสองเนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของทั้งสองระบบที่ต่างกัน เวลาที่ใช้ในการสำรวจของการสำรวจด้วยวิธี RTK ใช้เวลารวมการสำรวจ 3 ชั่วโมงโดยได้นับเริ่มตั้งแต่การเริ่มตรวจวัดจุดที่ 1 จนแล้วเสร็จจุดที่ 59 การสำรวจด้วยระบบ MMS ใช้เวลาสำรวจทั้งหมด 15 นาทีโดยนับเริ่มจากการเริ่มสำรวจตรงจุดเริ่มต้นและได้กำหนดความเร็วของรถสำรวจให้วิ่งอยู่ที่ 50-60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เนื่องจากไม่ได้ไปแบบเร็วมากบางช่วงได้ชะลอความเร็วให้รถผู้ร่วมทางไปก่อน จึงใช้เวลาในการสำรวจของระบบ MMS ประมาณนี้เมื่อถึงจุดสิ้นสุดของกาสำรวจ

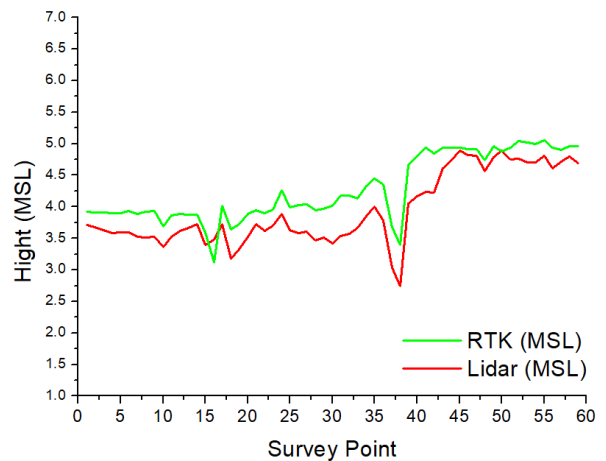


รูปที่ 5 ผลลัพธ์ที่เป็นภาพ 3 มิติ

ตารางที่ 1 ผลการสำรวจ ด้วยระบบ MMS กับ RTK

จุดสำรวจ	MMS Z ( ม.รทก. )	RTK Z ( ม.รทก. )
1	3.71	3.92
2	3.68	3.91
3	3.63	3.91
4	3.58	3.9
5	3.59	3.9
6	3.59	3.93
7	3.52	3.89
8	3.51	3.92
9	3.53	3.93
10	3.36	3.69
11	3.52	3.86
12	3.62	3.89
13	3.66	3.87
14	3.73	3.87
15	3.4	3.59
16	3.48	3.12
17	3.72	4.02
18	3.17	3.64
19	3.32	3.72
20	3.53	3.89
21	3.72	3.94
22	3.62	3.9
23	3.7	3.96
24	3.89	4.26
25	3.63	3.99
26	3.58	4.03
27	3.61	4.04
28	3.47	3.94
29	3.51	3.97
30	3.42	4.02
31	3.54	4.18
32	3.57	4.18
33	3.66	4.13

34	3.85	4.33
35	4	4.45
36	3.78	4.35
37	3.03	3.68
38	2.75	3.4
39	4.05	4.66
40	4.17	4.8
41	4.23	4.93
42	4.22	4.84
43	4.61	4.93
44	4.73	4.94
45	4.89	4.93
46	4.82	4.91
47	4.81	4.91
48	4.56	4.74
49	4.79	4.96
50	4.89	4.88
51	4.75	4.94
52	4.76	5.04
53	4.71	5.02
54	4.7	5
55	4.81	5.05
56	4.61	4.94
57	4.72	4.9
58	4.8	4.96
59	4.69	4.96



รูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบการสำรวจด้วยระบบ MMS และ RTK

#### 4. สรุปผลการดำเนินการ

จากการดำเนินการสำรวจแนวคันกั้นน้ำคลองระพีพัฒน์แยกตกเพื่อเปรียบเทียบผลของระบบ MMS กับการตรวจวัดแบบ RTK รวมพื้นที่ทดสอบ 14 กิโลเมตร การดำเนินการพบว่าการสำรวจของทั้งสองระบบมี

การเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน เวลาที่ใช้ในการสำรวจระบบ MMS ใช้เวลาน้อยกว่าการสำรวจแบบ RTK 12 เท่า ทั้งสองการสำรวจมีค่า RMSE มีค่าเท่ากับ 0.386 ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่เข้าใกล้ศูนย์เป็นตัวเลขที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เส้นกราฟการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ในการเลือกใช้อุปกรณ์หากต้องการความคลาดเคลื่อนน้อยควรใช้การเก็บข้อมูลแบบ RTK แต่ถ้าต้องการความรวดเร็วในการสำรวจสามารถใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยระบบ MMS ได้ ข้อมูลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าแต่สามารถดำเนินการเก็บข้อมูลได้เร็วกว่า ในการเก็บข้อมูลที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่หรือระยะทางที่ยาวสามารถที่จะทำได้อย่างรวดเร็ว ผลลัพธ์การสำรวจจะเห็นว่าสามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงของพื้นที่และสามารถกำหนดจุดเผื่อระวังน้ำล้นตัวอย่างในวงกลมสีแดงรูปที่ 6 ที่มีค่าระดับลดลงต่ำกว่าพื้นที่ส่วนอื่นเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำล้นซึ่งควรมีการเสริมหรือจัดอุปกรณ์ป้องกัน อีกทั้งเมื่อทราบค่าระดับของพื้นที่ยังสามารถกำหนดวางแผนสำหรับการผลักดันน้ำได้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] H, Jinga N, Slatcher X, Meng G, Huntera. (2016). Monitoring Capabilities of a Mobile Mapping System Based on Navigation Qualities. *The International Archives of the Photogrammetry*, Prague, Czech Republic, 1 2 -1 9 July 2016, pp. 12-19.
- [2] Zhongchao. S, Advanced Mobile Mapping System Development with Integration of Laser Data Stereo Images and other Sensor Data. *Faculty of Environmental and Information Studies*, Musashi Institute of Technology, pp.24-31.
- [3] Nivedita, S. (2016). *Development of a Mobile Mapping System for Road Corridor Mapping*, Ph.D Sudhagar N, Florida Atlantic University, Boca Raton.
- [4] El-Sheimy, N. (1996). *The Development of VISAT-A Mobile Survey System for GIS Applications*. University of Calgary, Calgary, Canada. pp.19-22.
- [5] Byungyun. Y, (2019). Developing a Mobile Mapping System for 3D GIS and Smart City Planning, *Sustainability 2019*, 11, 3713, 7 July 2019.