

การวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมด้วย LIDAR : ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลขความละเอียดสูง

จนิษฐ์ ประเสริฐบุรณะกุล (chanist.p@cdg.co.th)

วิลาลักษณ์ วงศ์เยาว์ฟ้า (vilardluck.r@cdg.co.th)

ดร.สุกิจ วิเศษสินธุ์ (sukit.v@cdg.co.th)

บ. ESRI (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันการได้มาซึ่งข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลขสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่นั้นใช้กระบวนการทางโฟโตแกรมเมตรีหรือกระบวนการรังวัดด้วยภาพจากภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพจากดาวเทียม ผ่านกระบวนการประมวลผลการรังวัดและทำการสร้างแล้วแก้ไขข้อมูลความสูงจนได้ค่าระดับความสูงที่มีความถูกต้องตามข้อกำหนดของภาพที่นำเข้าไปในระบบรังวัด ซึ่งความถูกต้องที่ได้จากระบบดังกล่าวให้ความถูกต้องไม่ตีไปกว่า 2.00 เมตร เนื่องจากความถูกต้องระดับความสูงที่ได้ถูกจำกัดด้วยมาตราส่วนของภาพและความสามารถในการวัดจุดบนรูปทำให้งานการสำรวจภูมิประเทศที่ต้องการความถูกต้องสูงในพื้นที่หนึ่งไม่สามารถกระทำได้ในระยะเวลาอันสั้นด้วยเทคโนโลยีที่มีอยู่เดิม ระบบการรังวัดข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลขด้วยระบบเลเซอร์สแกนเนอร์หรือ LIDAR เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ทำให้ได้ข้อมูลความสูงภูมิประเทศมีความถูกต้องสูงขึ้นจากจำนวนกลุ่มจุดที่มากขึ้นและความถูกต้องมากขึ้น จากการตกกระทบของคลื่นเลเซอร์ที่ติดตั้งอยู่บนเครื่องบินที่มีระบบ Airborne GPS และ IMU (Inertial Measurement Unit) ให้ความถูกต้องทางตำแหน่งทั้งทางราบและทางตั้งของจุดข้อมูลความสูงมีความถูกต้องมาก ด้วยเทคโนโลยีแบบเดิมความถูกต้องที่ได้อยู่ในระดับเมตรเท่านั้น ในขณะที่ระบบเลเซอร์สแกนเนอร์สามารถให้ความถูกต้องบนภูมิประเทศอยู่ในระดับเดซิเมตร จากการที่ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลขมีความถูกต้องสูงและรวดเร็วในการประมวลผลทำให้การวิเคราะห์และสำรวจภูมิประเทศสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและทำได้ในพื้นที่ขนาดกว้างใหญ่

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลขจากระบบไลดาร์นั้นมีประโยชน์อย่างมากในการนำมาประยุกต์ในด้านต่างๆมากมาย เนื่องจากความละเอียดและความถูกต้องของข้อมูลที่มีคุณภาพและความถูกต้องสูงขึ้น ในปัจจุบันหลายหน่วยงานและหลายประเทศ ได้นำเทคโนโลยีการสำรวจลักษณะภูมิประเทศด้วยระบบไลดาร์มาใช้มากขึ้นจนเป็นที่แพร่หลายในงานทางวิศวกรรมและงานการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เนื่องจากข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลขที่ได้มีความถูกต้องสูงมากจึงสามารถนำไปประยุกต์ในหลายๆ ด้าน อาทิ วิเคราะห์การไหลของน้ำ งานด้านการป้องกันสาธารณภัย การสร้างแผนที่ชั้นความสูง การวิเคราะห์ลักษณะเรือนยอดไม้พืชพรรณ เป็นต้น หากแต่ถ้า การใช้ข้อมูลดังกล่าวนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ใช้งานจำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะข้อมูลและความเหมาะสมในการใช้งาน เพื่อให้ทราบทั้งประโยชน์และอุปสรรคที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ข้อมูลดังกล่าว บทความฉบับนี้จะแสดงให้เห็นมุมมองต่างๆ ในการนำข้อมูลไลดาร์มาวิเคราะห์กับสภาพภูมิประเทศในประเทศไทย และแสดงคุณลักษณะข้อมูลให้ผู้ได้เข้าใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ไลดาร์, ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข

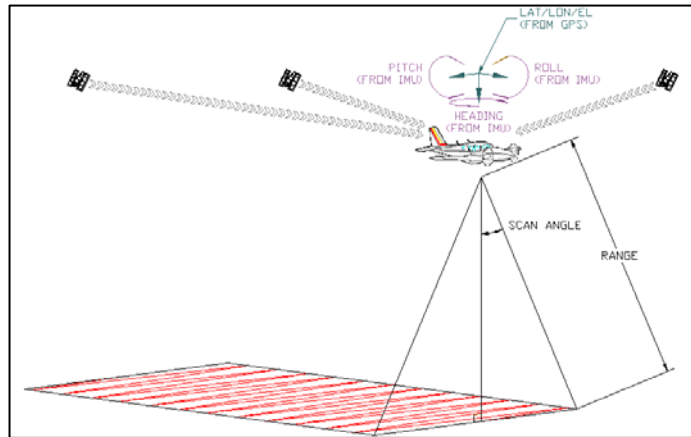
## 1. LIDAR คืออะไร

LIDAR (Light Detection and Ranging) เป็นระบบสำรวจวัดความสูงภูมิประเทศ (ค่าระดับสูง) ด้วยแสงเลเซอร์ที่ติดตั้งบนอากาศยาน ให้ค่าความสูงภูมิประเทศทั้งชนิดที่เป็นพื้นผิวปกคลุมภูมิประเทศ (DSM : Digital Surface Model) และค่าความสูงพื้นผิวภูมิประเทศ (DEM : Digital Elevation Model) ที่มีค่าความละเอียดถูกต้องของค่าความสูงภูมิประเทศในช่วง 30 – 50 เซนติเมตร นอกจากความถูกต้องแล้วการสำรวจด้วย Lidar ยังให้ความหนาแน่นของจำนวนจุดระดับบนพื้นดินที่หนาแน่นสูงถึงทุกๆ 2 เมตรต่อ 1 จุดระดับ การสำรวจด้วย Lidar มีขีดความสามารถในการรังวัดค่าความสูงภูมิประเทศที่มีความน่าเชื่อถือและมีความหนาแน่นสูงกว่าการสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่ายทางอากาศ และมีรอบการทำงานที่รวดเร็วมากกว่าเนื่องจากการเป็นการรังวัดความสูงภูมิประเทศโดยตรงด้วยระบบวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ที่ติดตั้งบนอากาศยานพร้อมระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Airborne GPS) และระบบรังวัดการเอียงตัวของอากาศยาน (Orientation System) ที่มีความละเอียดถูกต้องสูงยิ่ง ปัจจุบันเทคโนโลยี Lidar เป็นที่ยอมรับในหน่วยงานทำแผนที่ทั้งในทวีปยุโรปอเมริกา และญี่ปุ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสำรวจรังวัดความสูงภูมิประเทศในพื้นที่ราบและในบริเวณเขตเมือง

รูปที่ 1 การสำรวจด้วย LIDAR

## 2. การรังวัดความสูงภูมิประเทศด้วย LIDAR

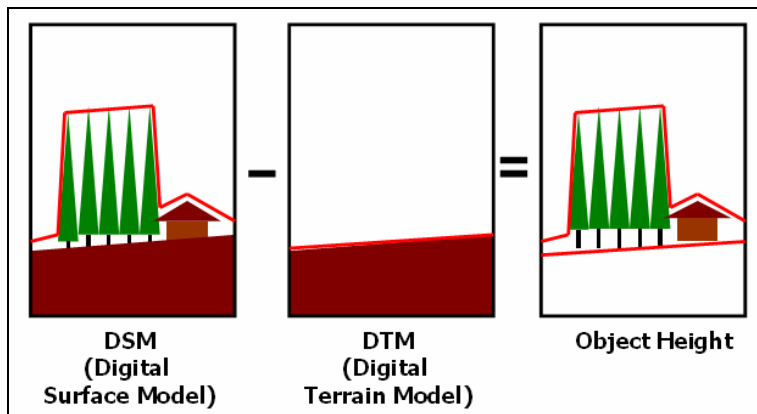
การทำงานของกรรังวัดความสูงภูมิประเทศด้วย LIDAR : เป็นระบบสำรวจรังวัดความสูงภูมิประเทศ (ค่าระดับสูง) ด้วยแสงเลเซอร์ ที่ติดตั้งบนอากาศยานพร้อมระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Airborne GPS) และระบบรังวัดการเอียงตัวของ



อากาศยาน (Orientation System) ที่มีความละเอียดถูกต้องสูงยิ่ง ณ เวลาหนึ่งๆ ระบบ Airborne GPS จะให้ค่าตำแหน่งใน 3 มิติของอากาศยาน (ละติจูด ลองจิจูด และค่าความสูงเหนือพื้นผิวทรงกลมโลก) และระบบรังวัดการเอียงตัวของอากาศยานจะให้ค่าการเอียงตัวของอากาศยานพร้อมกันทั้ง 3 แกน ในขณะเดียวกันระบบวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ จะทำการวัดระยะทางจากอากาศยานถึงพื้นดิน นอกจากนั้นแล้วในระบบวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ยังมีการติดตั้งระบบกราดเพื่อทำการกราดวัดระยะทางในแนวซ้ายและขวาของแนวจาน ดังนั้นเมื่อเครื่องบินเคลื่อนที่ไป ระบบวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์จะทำการกราดวัดระยะทางเป็นแนวซีกแซกตั้งฉากตลอดแนวจานของเครื่องบิน เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่ระบบประมวลผล ระบบจะทำการทอนค่าต่างๆ เป็นค่าความสูงพื้นผิวปกคลุมภูมิประเทศและค่าความสูงพื้นผิวภูมิประเทศต่อไป

### 3. DSM และ DEM คืออะไร

ค่าความสูงภูมิประเทศสามารถแยกออกได้เป็นค่าความสูงพื้นผิวปกคลุมภูมิประเทศ (DSM: Digital Surface Model) และค่าความสูงพื้นผิวภูมิประเทศ (DEM : Digital Elevation Model) ซึ่งทั้ง DSM และ DEM จะอ้างอิงกับระดับน้ำทะเลปานกลาง



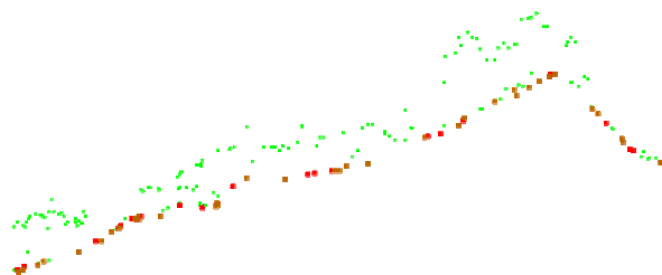
ค่าความสูงพื้นผิวปกคลุมภูมิประเทศคือค่าความสูงบนพื้นผิวที่ปกคลุมพื้นผิวภูมิประเทศที่แท้จริง เช่น ค่าระดับสูงบนเรือนยอดของต้นไม้ หรือค่าระดับสูงบนหลังคาบ้าน เนื่องจากการรังวัดจากอากาศยานด้วยวิธีต่างๆ ไม่สามารถสังเกตเห็นพื้นผิวพื้นดินที่แท้จริงได้

ค่าความสูงพื้นผิวภูมิประเทศ คือค่าความสูงพื้นผิวพื้นดินของภูมิประเทศที่แท้จริงที่แสดงผลในแผนที่ภูมิประเทศด้วยเส้นชั้นความสูง ในบริเวณพื้นที่เปิดโล่ง ค่าความสูง DSM จะมีค่าเท่ากับค่าความสูง DEM แต่ในบริเวณพื้นที่ที่มีสิ่งปกคลุมพื้นดินนั้นค่าความสูง DSM จะมีค่าสูงกว่าค่าความสูง DEM

ในต่างประเทศนั้นแผนที่มาตราส่วนเล็กและมาตราส่วนกลางมักจะอนุโลมให้ใช้ค่าความสูง DSM ได้เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนทางดิ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และทำให้ราคางานลดลงเนื่องจากการทอนค่าความสูง DSM เป็นค่าความสูง DEM นั้นต้องอาศัยแรงงานแต่เพียงอย่างเดียว

### 4. การสำรวจจริงวัดความสูงภูมิประเทศด้วย LIDAR ให้ค่าความสูงภูมิประเทศ DSM หรือ DEM

การสำรวจจริงวัดความสูงภูมิประเทศด้วย LIDAR ให้ค่าความสูงภูมิประเทศทั้ง DSM และ DEM ระบบการวัด



ระยะทางด้วยแสงเลเซอร์เป็นการวัดระยะทางที่อาศัยสะท้อนกลับของพื้นผิววัตถุเอง ดังนั้นถ้ามีแสงเลเซอร์กระทบกับวัตถุใดก่อนก็จะสะท้อนกลับ แล้วให้ค่าความสูงภูมิประเทศแบบ DSM แต่เนื่องจาก Lidar เป็นการรังวัดที่มีความหนาแน่นของจุดรังวัดสูง ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จุดรังวัดบางจุดจะสามารถลงกระทบถึงพื้นผิวดินจริงได้ ซึ่งพอเพียงในการสร้างพื้นผิวภูมิประเทศ DEM ได้

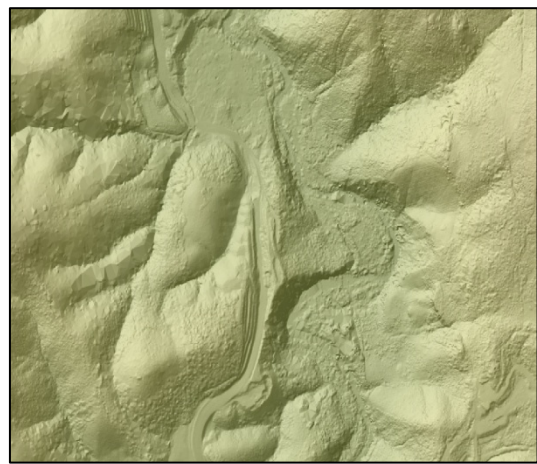
ดังรูปที่ 1 จุดสีเขียวเป็นค่าระดับสูง DSM

จุดสีแดงและสีน้ำตาลเป็นจุดที่ LIDAR ลงกระทบถึงพื้นผิวดินจริง

รูปที่ 2 ค่าระดับสูงที่สะท้อนจากพื้นผิวภูมิประเทศ



DSM DEM



รูปที่ 3 ตัวอย่างความสูงพื้นผิวภูมิประเทศ DSM และ DEM จากระบบ LIDAR

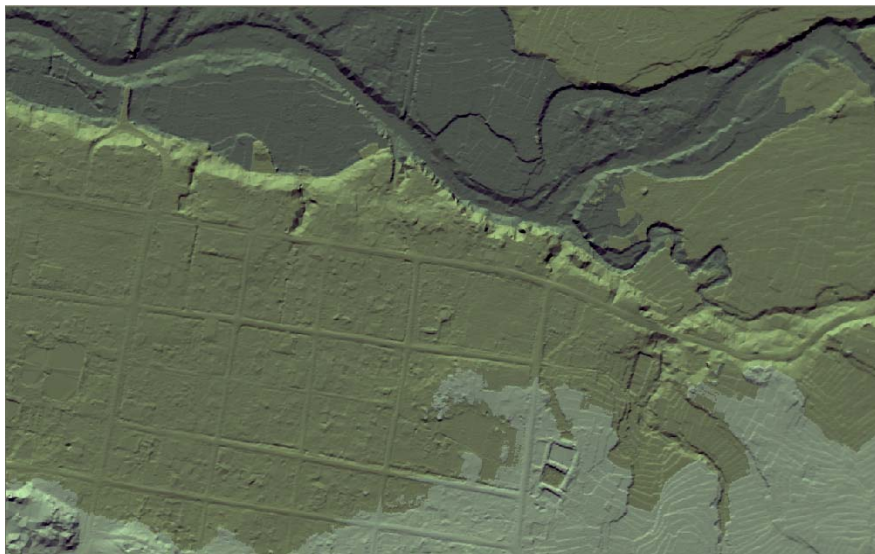
5. ข้อได้เปรียบและข้อควรระวังรังวัดความสูงภูมิประเทศด้วย LIDAR

ข้อได้เปรียบ

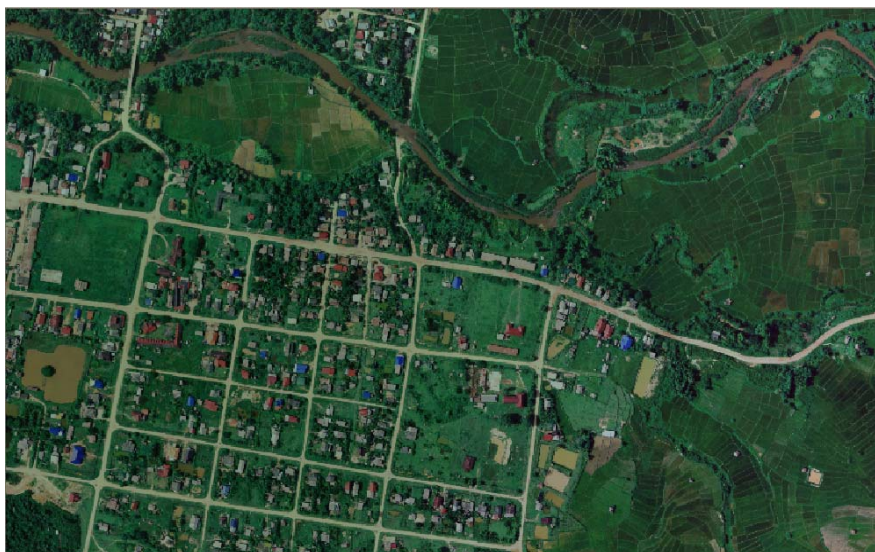
- ได้ข้อมูลความสูงพื้นผิวภูมิประเทศที่มีความถูกต้องและหนาแน่นสูง
- รวดเร็ว ประหยัดเวลา
- มีความน่าเชื่อถือและยอมรับในนานาประเทศ
- Cost / Time ถูกที่สุด
- เป็นวิธีเดียวที่ให้ข้อมูลความสูงพื้นผิวภูมิประเทศที่มีความถูกต้องและหนาแน่นสูงในเวลาอันรวดเร็ว

ข้อควรระวัง

- ค่าความสูงที่ได้เป็นค่าความสูงเหนือพื้นผิวทรงกลมโลก (Ellipsoidal Height) จึงต้องมีกระบวนการที่ถูกต้องและซับซ้อนกว่าการใช้ค่าความต่างพื้นผิว EGM96 ในการทอนค่าความสูงภูมิประเทศเป็นค่าความสูงภูมิประเทศเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งทำให้ความถูกต้องของค่าความสูงลดลง
- ข้อมูลมีความหนาแน่นสูงจึงต้องมีระบบวิเคราะห์และประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง
- การทอนค่าความสูงพื้นผิวปกคลุมภูมิประเทศ เป็นค่าความสูงพื้นผิวภูมิประเทศ อาจทำให้ความถูกต้องของค่าความสูงลดลงถ้าประมวลผลด้วยกระบวนการที่ไม่เหมาะสม
- ข้อมูลความสูงภูมิประเทศไม่ใช่ข้อมูลแผนที่ออร์โธ



ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ



ข้อมูลแผนที่ออร์โธ

รูปที่ 4 ข้อมูลความสูงภูมิประเทศและข้อมูลแผนที่ออร์โธ



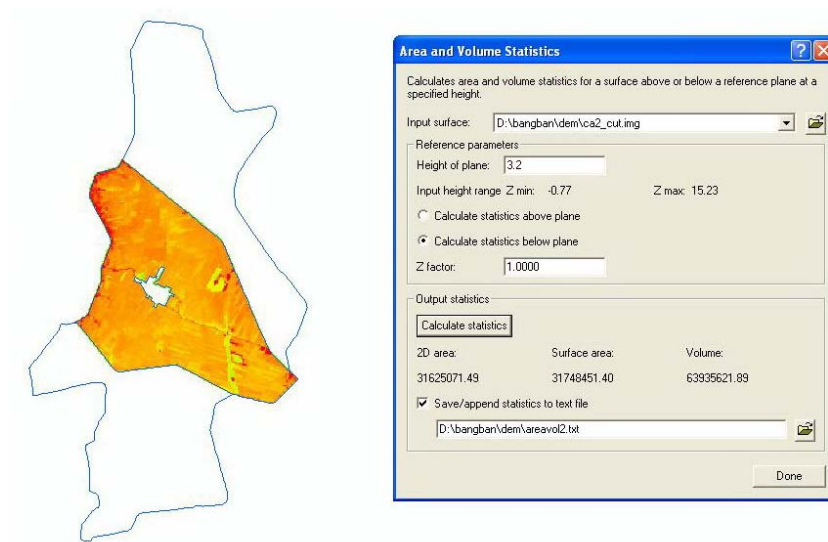
## 6. การประยุกต์ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ Lidar

จากข้อมูลความสูงภูมิประเทศจาก Lidar ที่มีความละเอียดและความถูกต้องสูงนั้นสามารถประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆได้หลายประเภท เช่น

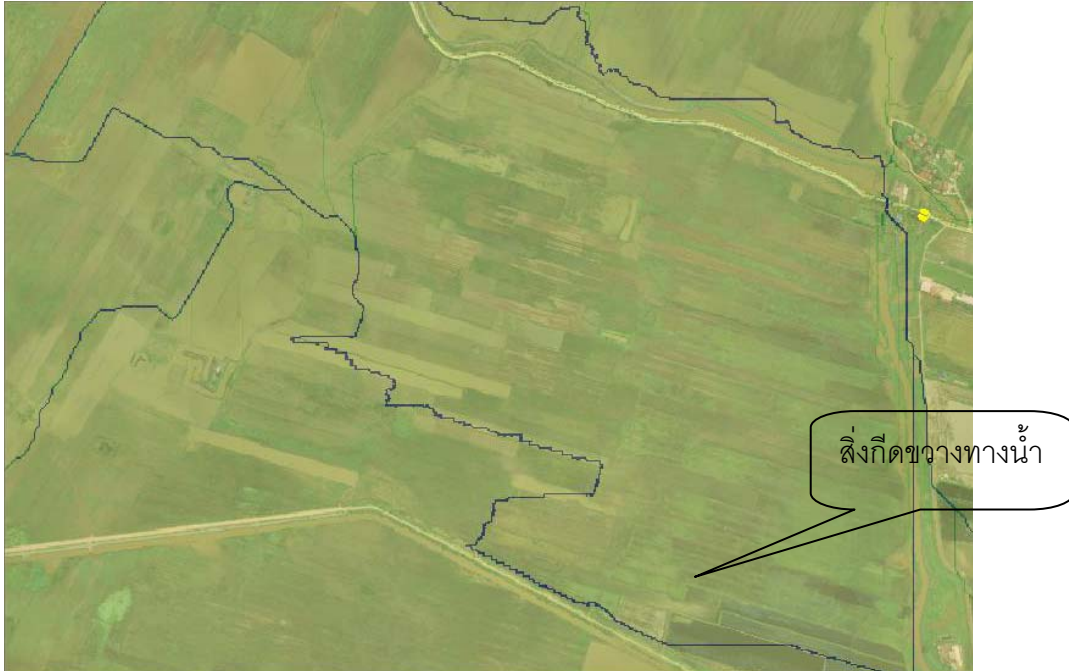
### 6.1. การประยุกต์โดยตรง

การประยุกต์ข้อมูลความสูงภูมิประเทศจาก Lidar คือการนำข้อมูลข้อมูลความสูงภูมิประเทศจาก Lidar มาประมวลผล วิเคราะห์ สกัด ข้อมูลต่างๆ จากข้อมูลความสูงภูมิประเทศจาก Lidar โดยกระบวนการและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เนื่องจากข้อมูลความสูงภูมิประเทศจาก Lidar เป็นข้อมูลเชิงเลขและอ้างอิงกับระบบพิกัดแผนที่อยู่แล้ว ซึ่งการประยุกต์โดยตรงสามารถสกัดข้อมูลต่างๆ เช่น

- การวิเคราะห์ความลาดชัน (Slope) ของพื้นที่
- การวิเคราะห์ความลาดเอียง (Aspect) ของพื้นที่
- การวิเคราะห์การหลุดตัวของพื้นที่
- การวิเคราะห์หาพื้นที่น้ำท่วม
- การวิเคราะห์ทางไหลของน้ำ พื้นที่รับน้ำ และปริมาตรกักเก็บ
- การวิเคราะห์การมองเห็น (Visibility)
- การสร้างแผนที่เส้นชั้นความสูง



รูปที่ 5 การวิเคราะห์พื้นที่และปริมาตรกักเก็บน้ำ



รูปที่ 6 ทางน้ำและสิ่งกีดขวางทางน้ำ

## 6.2. การประยุกต์ร่วมกับข้อมูลปริภูมิ (Spatial Data) อื่น

นอกจากจะใช้ข้อมูลความสูงภูมิประเทศจาก Lidar แต่เพียงชนิดเดียวแล้ว ยังสามารถนำข้อมูลปริภูมิอื่นๆมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลความสูงภูมิประเทศจาก Lidar ด้วยกระบวนการและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ในด้านต่างๆ เช่น

การวิเคราะห์ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง

การติดตามเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล

การวิเคราะห์การวางแผนป้องกัน และการบริหารจัดการพื้นที่น้ำท่วม

การวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากอุบัติน้ำท่วม

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยต่างๆ

การวางแผนป้องกัน บรรเทา และการบริหารจัดการธรณีพิบัติต่างๆ

การวิเคราะห์เขตเสี่ยงพื้นที่น้ำท่วม



รูปที่ 7 พื้นที่น้ำท่วมที่ระดับน้ำจำลอง 119 ม. ร่วมกับแปลงกรรมสิทธิ์

ชื่อเจ้าของแปลงกรรมสิทธิ์	ระวางแผนที่	PARCEL_ID	Shape_Length	Shape_Area	OBJECT	หมายเลขที่ดิน	ระวางแผนที่ 1:4	หมายเลข	เลขที่คำชี้	เนื้อที่เดิม (ไร่)	เนื้อที่เดิม (จ.)	เนื้อที่เดิม (ว.)
นายพันธ์ จำปาเมือง	57391	5739184022278	262.14218	3643.428962	4321	5739184022278	573918402	78	5630	2	1	14
นางภา ชูมนาน	57391	5739184022279	289.825909	4333.939094	4322	5739184022279	573918402	79	5655	2	2	92
นางสุชา จำปาเมือง	57391	5739184022280	146.130071	1093.85138	4323	5739184022280	573918402	80	5599	0	2	88
นายสมคิดร แก้วปิ่น	57391	5739184022281	564.688771	13233.368778	4324	5739184022281	573918402	81	-	8	0	88
นายสิทธิ์ นนทวงค์	57391	5739184022282	393.555191	8902.716093	4325	5739184022282	573918402	82	5677	5	2	22
นายสมพงษ์ กอสงสูร	57391	5739186021113	711.909985	14640.348704	4982	5739186021113	573918602	113	5686	8	2	84
นางอุไร นกนาค	57391	5739186021116	231.311153	3491.854479	4985	5739186021116	573918602	116	4289	2	0	40
นางทองเดือน คำแสน	57391	5739186021112	242.564831	1656.408194	4981	5739186021112	573918602	112	5281	1	0	9

รูปที่ 8 พื้นที่น้ำท่วมที่ระดับน้ำจำลอง 119 ม. ร่วมกับ GIS ผู้ถือครองกรรมสิทธิ์

## 7. บทสรุป

จากการใช้ข้อมูลความสูงภูมิประเทศจาก Lidar ในการประยุกต์ที่หลากหลาย ทั้งการประยุกต์โดยตรงและร่วมกับข้อมูลอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์ที่ต้องการข้อมูลความสูงภูมิประเทศที่มีความละเอียดและถูกต้องสูง เช่น ในบริเวณพื้นที่ราบและพื้นที่ลุ่ม สามารถให้ผลลัพธ์ที่ไม่สามารถทำได้มาก่อน