



การติดตามสภาพทางลาดไหล่เขา ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้  
Side slope monitoring using Close-range photogrammetry

กนกวรรณ มะโนไธ้

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร สาขาวิชาภูมิศาสตร์

Copyright by Naresuan University

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร  
All rights reserved

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง “การติดตามสภาพ ทางลาดไหล่เขา ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้” (Side slope monitoring using Close-range photogrammetry) นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

พลปรีชา ชิตบุรี

(อาจารย์ ดร.พลปรีชา ชิตบุรี)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์



(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ อาจารย์ ดร.พลปรีชา ชิตบุรี ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นทีปรึษาพร้อมทั้งให้คำแนะนำ และให้แนวคิดตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ช่วยให้คำแนะนำ ถ่ายทอดความรู้วิทยาการอันมีคุณค่ายิ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและด้านการดำเนินชีวิตของผู้วิจัย และขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านตลอดจนรุ่นพี่ และเพื่อนๆ สาขาวิชาภูมิศาสตร์

ขอขอบพระคุณ นายวรุฒิ เนียมน้อย ผู้อำนวยการโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแควน้อยบำรุงแดน และนายวิชากร จองพิพัฒน์พงษ์ หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรมโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแควน้อยบำรุงแดน ที่อำนวยความสะดวก อนุญาตให้เก็บข้อมูลและเอื้อเพื่อสถานที่ทางลาดไหล่เขา ด้านซ้ายของบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน ตำบลคันไช้ อำเภอดงขี้เหล็ก จังหวัดพิษณุโลก ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอบพระคุณ นายช่างประภัสร์ คมไพบูลย์กิจ หัวหน้าฝ่ายจัดการความปลอดภัยเขื่อนและอาคารชลประทาน สำนักงานชลประทานที่ 3 จ.พิษณุโลก ที่ช่วยติดต่อประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาคอยให้กำลังใจพร้อมกับการสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแต่ผู้มิพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

กนกวรรณ มะโนไธ้

All rights reserved

ชื่อเรื่อง	การติดตามสภาพทางลาดไหล่เขา ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้
ผู้วิจัย	กนกวรรณ มะโนไฮ้
ประธานที่ปรึกษา	ดร.พลปรีชา ชิดบุรี
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
คำสำคัญ	การติดตามสภาพทางลาดไหล่เขา, การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้, การสร้างแบบจำลองสามมิติ

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญหาภัยพิบัติธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อให้เกิดปัญหาที่ตามมา กับสิ่งก่อสร้างในบริเวณที่มีความลาดชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางลาดของแนวคันดินและทางลาดไหล่ เขา ในงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการติดตามและตรวจสอบสภาพการเปลี่ยนแปลงของทางลาด ไหล่เขาสำหรับงานชลประทาน งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทางลาดไหล่เขา บริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้การสร้างแบบจำลองสาม มิติด้วยเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ (Close-Range Photogrammetry) จากการเก็บ ข้อมูลภาพในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือ โดยใช้โปรแกรม Agisoft PhotoScan สำหรับสร้างแบบจำลองสามมิติในรูปแบบของ Point Cloud และนำมาประเมินความ ถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ด้วยการเปรียบเทียบกับแบบจำลองสามมิติที่มีความแม่นยำสูงจาก Terrestrial Laser Scanning (TLS) แล้วทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขาด้วย การเปรียบเทียบกับแบบจำลองสามมิติจากการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในเดือน เมษายน พ.ศ.2561 ด้วยเครื่องมือของ cloud-to-cloud บนโปรแกรม CloudCompare จาก การศึกษานี้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความถูกต้องของการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้มีค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.128 เมตร และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.075 เมตร และผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทางลาดไหล่เขา ค่าเฉลี่ยของการ เปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.070 เมตร และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.057 เมตร ดังนั้นการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้โดยใช้กล้องโทรศัพท์มือถือ สามารถบ่งบอกรายละเอียด การเปลี่ยนแปลงของบริเวณทางลาดไหล่เขา และสามารถตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นได้แม่นยำ กว่าด้วยการประเมินด้วยสายตา

**Title** Side slope monitoring using Close-range photogrammetry  
**Author** Kanokwan Manohong  
**Advisor** Dr. Polpreecha Chidburee  
**Academic Paper** Thesis B.S. Name of Degree in Geography,  
Naresuan University, 2018  
**Keywords** Side-sloe monitoring, Close-range photogrammetry, 3D-model  
reconstruction

### ABSTRACT

Nowadays, natural disasters have been increasing which may result in problems of the construction over areas in steep slopes, especially the slopes of embankment and the side-slopes. The research aims to monitor and inspect the changes on a side-slope in irrigated works. In this research, the study site is a side-slope area at Khaew Noi Bamrung Dan Dam in Phitsanulok province. To create the observation data, 3D-model of a side-slope was carried out using close-range photogrammetric techniques from the image data taken by a mobile phone camera in February 2019. Agisoft PhotoScan software was used for creating 3D model in form of Point Cloud. Then, 3D Point Cloud was assessed to ensure the observation data compared with a high-precision of 3D point cloud obtained from the Terrestrial Laser Scanning (TLS). Next, the analysis of changes on a side-slope was performed using the cloud-to-cloud distances on CloudCompare software that compared to 3D models of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) acquired in April 2018. From the results in this study, the accuracy assessment of close-range photogrammetry shows that the value of average error is 0.128 meters and the value of standard deviation is 0.075 meters. The changes of a side-slope area have an average error of 0.070 meters and the standard deviation of 0.057 meters. Therefore, close-range photogrammetric approach with a mobile phone camera can identify the details of changes in a side-slope area and the inspection of the damages is more precise than the visualisation.

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย.....	2
1.3 ความสำคัญงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
1.6 กรอบความคิดงานวิจัย.....	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 เชื้อนแคว้น้อยบำรุงแดน.....	7
2.2 พื้นที่เสี่ยงดินถล่มบริเวณไหล่เขา.....	9
2.3 การรังวัดด้วยภาพ (Photogrammetry).....	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	24
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	24
3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล.....	26
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	26
3.4 การวางแผนการถ่ายภาพ.....	26
3.5 การประมวลผลภาพถ่าย.....	27
3.6 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ.....	33
3.7 การวิเคราะห์การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง.....	35
4 ผลการวิจัย.....	36
4.1 การทดสอบการประมวลผลภาพถ่ายที่ระยะต่างๆ.....	36

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4.2 การทดสอบการประมวลผล Adding Masks บริเวณที่เป็นพีช .....	40
4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขา.....	44
5 อภิปรายและสรุปผลการวิจัย .....	48
5.1 สรุปผล.....	48
5.2 อภิปรายผล.....	49
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	50
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	51
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	53
ภาคผนวก ก.....	55
ภาคผนวก ข.....	58
ภาคผนวก ค.....	65
ประวัติผู้วิจัย.....	70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 1 ตารางแสดงรายละเอียด Point Cloud ของแต่ละชุด .....	39
ตาราง 2 ตารางแสดงค่าทางสถิติของการประเมินความถูกต้อง .....	43
ตาราง 3 ตารางแสดงค่าทางสถิติของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขา .....	46



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพ 1.1 ภาพแผนที่เส้นทางคมนาคมและเส้นทางน้ำ.....	2
ภาพ 1.2 ภาพโครงการเขื่อนแควน้อย จ.พิษณุโลก.....	3
ภาพ 1.3 ภาพแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
ภาพ 2.1 ชนิดของเชิงลาดและลักษณะการเกิดดินถล่มบริเวณไหล่เขา กรณี Back Slope.....	9
ภาพ 2.2 ชนิดของเชิงลาดและลักษณะการเกิดดินถล่มบริเวณไหล่เขา กรณี Side Slope .....	10
ภาพ 2.3 ลักษณะการภาพถ่ายทางอากาศ .....	12
ภาพ 2.4 ภาพแสดงหน้าจอของ Agisoft รูปถ่ายแต่ละรูปทางด้านซ้ายและมุมมอง 3 มิติ .....	12
ภาพ 2.5 การวางแผนถ่ายภาพที่เหมาะสม.....	13
ภาพ 2.6 แผนผังของแนวคิดพื้นฐาน LCD พร้อมกับภาพหน้าจอของอินเทอร์เน็ตของผู้ใช้ .....	14
ภาพ 2.7 การรั่วไหลของเขื่อนมารัน.....	16
ภาพ 2.8 การติดตั้งและการถ่ายภาพเป้าหมาย .....	16
ภาพ 2.9 จุดควบคุมภาคพื้นดินของการรั่วไหล.....	17
ภาพ 2.10 การกำหนดการถ่ายภาพที่เหมาะสม .....	17
ภาพ 2.11 ตำแหน่งของเขื่อน Ridracoli.....	18
ภาพ 2.12 การวางตำแหน่งเครื่องหมาย.....	19
ภาพ 2.13 พื้นผิวตาข่าย 3 มิติของทางถนนบนยอดเขื่อน .....	19
ภาพ 2.14 เครื่องข่าย Topographic: เครื่องข่ายแรกประกอบด้วยสี่จุดยอด.....	19
ภาพ 2.15 จุดที่ได้มาของเครื่องสแกนเลเซอร์และพื้นที่การวิเคราะห์ที่สอดคล้องกัน .....	20
ภาพ 2.16 การตรวจสอบความหนาแน่นเชิงพื้นที่ของ Point Cloud หนาแน่น.....	20
ภาพ 2.17 การวิเคราะห์ความหนาแน่นของจุดของบล็อก 7.....	20
ภาพ 2.18 การวิเคราะห์ความหนาแน่นของจุดของบล็อก 10.....	21
ภาพ 2.19 Planimetry ของจุดที่ได้รับ .....	21
ภาพ 2.20 การวิเคราะห์ส่วนแนวนอนบน Pointcloud ของ UAV .....	21
ภาพ 2.21 การตรวจสอบความถูกต้องของคลาวด์ UAV หนาแน่นโดยสายเลเซอร์สแกนเนอร์.....	22
ภาพ 2.22 ภาพการเปรียบเทียบของเขื่อน Ridracoli.....	22
ภาพ 2.23 การเปรียบเทียบพื้นผิวระหว่างตาข่ายสแกนเนอร์เลเซอร์กับคลาวด์จุดหนาแน่น UAV.....	23
ภาพ 3.1 โทรศัพท์มือถือ(iPhoneSE).....	24
ภาพ 3. 2 เครื่อง Terrestrial Laser Scanner (TLS).....	25
ภาพ 3.3 การวางแผนถ่ายรูปที่เหมาะสม .....	26
ภาพ 3.4 การสร้าง chunk.....	27
ภาพ 3.5 การกำหนด Coordinate System .....	27

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพ 3.6 ภาพก่อนการกันพีชที่ที่อยู่บนพีชหรือต้นไม้.....	28
ภาพ 3.7 การเลือกเครื่องมือ Intelligent Scissors เพื่อกันพื้นที่ที่อยู่บนพีชหรือต้นไม้.....	28
ภาพ 3.8 การเลือก Add Selection.....	29
ภาพ 3.9 การเลือกการประมวลผลของ Align Photo และ.....	29
ภาพ 3.10 ภาพการประมวลผล Align Photo แบบ High.....	30
ภาพ 3.11 ภาพ Point Cloud ที่ได้จากการประมวลผล Align Photo แบบ High.....	30
ภาพ 3.12 การวางจุด Ground Control Point : GCP.....	31
ภาพ 3.13 การกำหนดค่าพิกัดและความสูงของ GCP.....	31
ภาพ 3.14 การเลือกการประมวลผลของ Dense Cloud.....	32
ภาพ 3.15 ภาพการประมวลผล Dense Cloud แบบ High.....	32
ภาพ 3.16 ภาพการนำข้อมูลเข้าและการกำหนดพิกัด.....	33
ภาพ 3.17 ภาพการเปรียบเทียบข้อมูล.....	33
ภาพ 3.18 การกำหนดลักษณะของแต่ละข้อมูล.....	34
ภาพ 3.19 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณ.....	34
ภาพ 3.20 ภาพการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ข้อมูล พร้อมแสดงค่าความต่างของข้อมูล 2 ข้อมูล.....	35
ภาพ 4.1 ภาพถ่ายชุดที่ 1 ระยะ 13 เมตร จำนวน 35 ภาพ.....	36
ภาพ 4.2 ภาพถ่ายชุดที่ 2 ระยะ 33 เมตร จำนวน 18 ภาพ.....	37
ภาพ 4.3 ภาพถ่ายชุดที่ 3 ระยะ 50 เมตร จำนวน 19 ภาพ.....	37
ภาพ 4.4 ภาพแบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายชุดที่ 1 จำนวน 35 ภาพ แบบ High.....	37
ภาพ 4.5 ภาพแบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายชุดที่ 2 จำนวน 18 ภาพ แบบ High.....	38
ภาพ 4.6 ภาพแบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่าย 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ แบบ High.....	38
ภาพ 4.7 ภาพแบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายทั้ง 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ แบบ High.....	39
ภาพ 4.8 แบบจำลองที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks จากภาพถ่าย 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ.....	40
ภาพ 4.9 แบบจำลองที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking) จากภาพถ่าย 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ.....	40
ภาพ 4.10 Point Cloud ของแบบจำลองสามมิติ Terrestrial Laser Scanner (TLS).....	41
ภาพ 4.11 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง TLS และ No Masking.....	42
ภาพ 4.12 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง TLS และ Adding Masks.....	43
ภาพ 4.13 รูป Point Cloud ของ อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561.....	44
ภาพ 4.14 ภาพการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองสามมิติ.....	45
ภาพ 4.15 ภาพจุดที่เปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขา.....	46
ภาพ 4.16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ.....	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพ 5.1 ทางลาดไหล่เขาทำยเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน.....	50
ภาพ 5.2 แบบจำลองสามมิติของทางลาดไหล่เขาทำยเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน.....	51



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ส่งผลกระทบต่อเกิดภัยพิบัติธรรมชาติ (Natural disasters) เกือบทุกประเทศในโลก ในช่วงหลายปีที่ผ่านมามนุษย์ได้เผชิญประสบกับปัญหาภัยพิบัติด้านภูมิอากาศเพิ่มมากขึ้น เช่น ภัยแล้งรุนแรง ฝนตกหนัก น้ำท่วม พายุ คลื่นความร้อน และไฟป่า เป็นต้น (Greenpeace Thailand, 2549) ซึ่งจากผลกระทบนี้อาจจะก่อให้เกิดปัญหาที่ตามมาับสิ่งก่อสร้างในบริเวณที่มีความลาดชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณทางลาดของแนวคันดิน (Embankment) เช่น ถนน คลอง หรือเขื่อน เป็นต้น โดยจะเห็นได้ว่าปัญหาเหล่านี้เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความวิบัติของทางลาดที่อาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดการพังทลายของเชิงลาดไหล โดยอาจจะทำให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงและสร้างความเสียหายให้กับโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างที่จะตามได้ ดังนั้นการติดตามและตรวจสอบสภาพความมั่นคงทางลาดอย่างสม่ำเสมอ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยลดปัญหาจากอุบัติเหตุของสิ่งก่อสร้างได้

เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงและการพังทลายของเชิงลาดไหลเขา โดยทั่วไปเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละพื้นที่ต้องมีตรวจสอบความมั่นคงของทางลาดด้วยการลงพื้นที่หน้างานแล้วทำการถ่ายภาพและจดบันทึกการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่คลาดเคลื่อนและขาดความแม่นยำทั้งพิกัด ขนาด และทิศทาง อีกทั้งรูปภาพถ่ายที่ได้ดังกล่าวยังไม่สามารถแสดงรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงและการพังทลายได้ชัดเจน ดังนั้นการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้เพื่อให้ง่ายและสะดวกกับปฏิบัติงาน สำหรับการติดตามและตรวจสอบสภาพทางลาดที่ละเอียดและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ทั้งขนาด พิกัด และพื้นผิวของแบบจำลองของทางลาดไหลเขาที่เปลี่ยนแปลงไป

ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ จากโทรศัพท์ smart phone และประมวลผลด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan สำหรับการสร้างแบบจำลองสามมิติของทางลาดไหลเขาในพื้นที่บริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งผลลัพธ์ของการประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งเพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ และการติดตามตรวจสอบสภาพการเปลี่ยนแปลงทางลาดด้วยเครื่องมือ cloud-to-cloud บนโปรแกรม CloudCompare

### 1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อศึกษาและพัฒนาแนวทางการติดตามการเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขาสำหรับงานชลประทาน จากการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้

### 1.3 ความสำคัญงานวิจัย

การวิเคราะห์และตรวจสอบแบบจำลองสามมิติของเขื่อนแควน้อยที่สร้างจากการเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพระยะใกล้ เพื่อทำการประเมินและวิเคราะห์ศักยภาพของการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ และเพื่อตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสภาพทางลาดไหล่เขา

### 1.4 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้ เป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงและตรวจสอบทางลาดไหล่เขา ด้านซ้ายของบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก



ภาพ 1.1 ภาพแผนที่เส้นทางคมนาคมและเส้นทางน้ำ (Super User, 2556)



ภาพ 1.2 ภาพโครงการเขื่อนแกว่น้อย จ.พิษณุโลก  
(Countrygirl, 2551)

### 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

**การติดตาม (Monitoring)** คือ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติงานตามแผนที่มีการกำหนดไว้แล้ว เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการตัดสินใจ แก้ไข ปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนหรือกำหนดวิธีการดำเนินงานให้เกิดผลดียิ่งขึ้น

**ทางลาดไหล่เขา (Side slope)** คือ เชิงลาดที่เกิดจากการก่อสร้างทางโดยการถมหรือตัดโครงสร้างคันทางขึ้นมา

**การรังวัดด้วยภาพ (Photogrammetry)** คือ ศาสตร์และเทคโนโลยีหนึ่งสำหรับการสำรวจรังวัดเพื่อทำแผนที่และผลิตเป็นข้อมูลภูมิสารสนเทศ การรังวัดด้วยภาพจะใช้ภาพเป็นสื่อกลางในการรังวัด ภาพที่ใช้เป็นสื่อกลางในการบันทึกสิ่งปกคลุมและสิ่งที่ปรากฏทางกายภาพบนพื้นผิวภูมิประเทศ สิ่งปกคลุมและปรากฏบนภูมิประเทศเป็นไปตามลักษณะของการใช้ที่ดิน อาณาบริเวณ อาคารสถานที่หรือวัตถุที่สนใจ ภาพของสิ่งเหล่านั้นจะไปปรากฏในลักษณะจำลองแบบตามหลักการฉายของแสงด้วยวิธีทางกลไกเชิงทัศน หรือเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถจำลองสถานการณ์เหมือนขณะที่ยืนที่ภาพได้

**การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ (Close-range photogrammetry)** คือ เป็นการรังวัดด้วยภาพที่ระยะระหว่างกล้องถ่ายรูปอยู่ไม่ห่างจากวัตถุที่จะรังวัดไม่มากนัก โดยทั่วไปจะจำกัดในระยะ 1 ถึง 100 เมตร นับแต่อดีตการใช้เทคโนโลยีการสำรวจด้วยภาพไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูง และต้องการความชำนาญในการทำงานเป็นสำคัญ ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และการประมวลผลภาพ (Image Processing) มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Digital Camera)

แบบจำลองสามมิติ (3D model) คือ เป็นการสร้างรูปทรงหรือรูปร่างแบบสามมิติ โดยการกำหนดจุดต่าง ๆ และเชื่อมโยงจุดด้วยเส้นตรง เพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างรูปทรงสามมิติอาจทำได้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรม ในกรณีที่รูปทรงเป็นแบบสมมาตร หรือรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงที่ประกอบขึ้นจากรูปทรงเรขาคณิตมาประกอบกัน หากเป็นรูปทรงที่ไม่สมมาตร หรือมีรายละเอียดมาก ก็จำเป็นต้องกำหนดจุดต่าง ๆ และลากเส้นต่อจุดเองด้วยผู้วาดภาพที่เชี่ยวชาญ

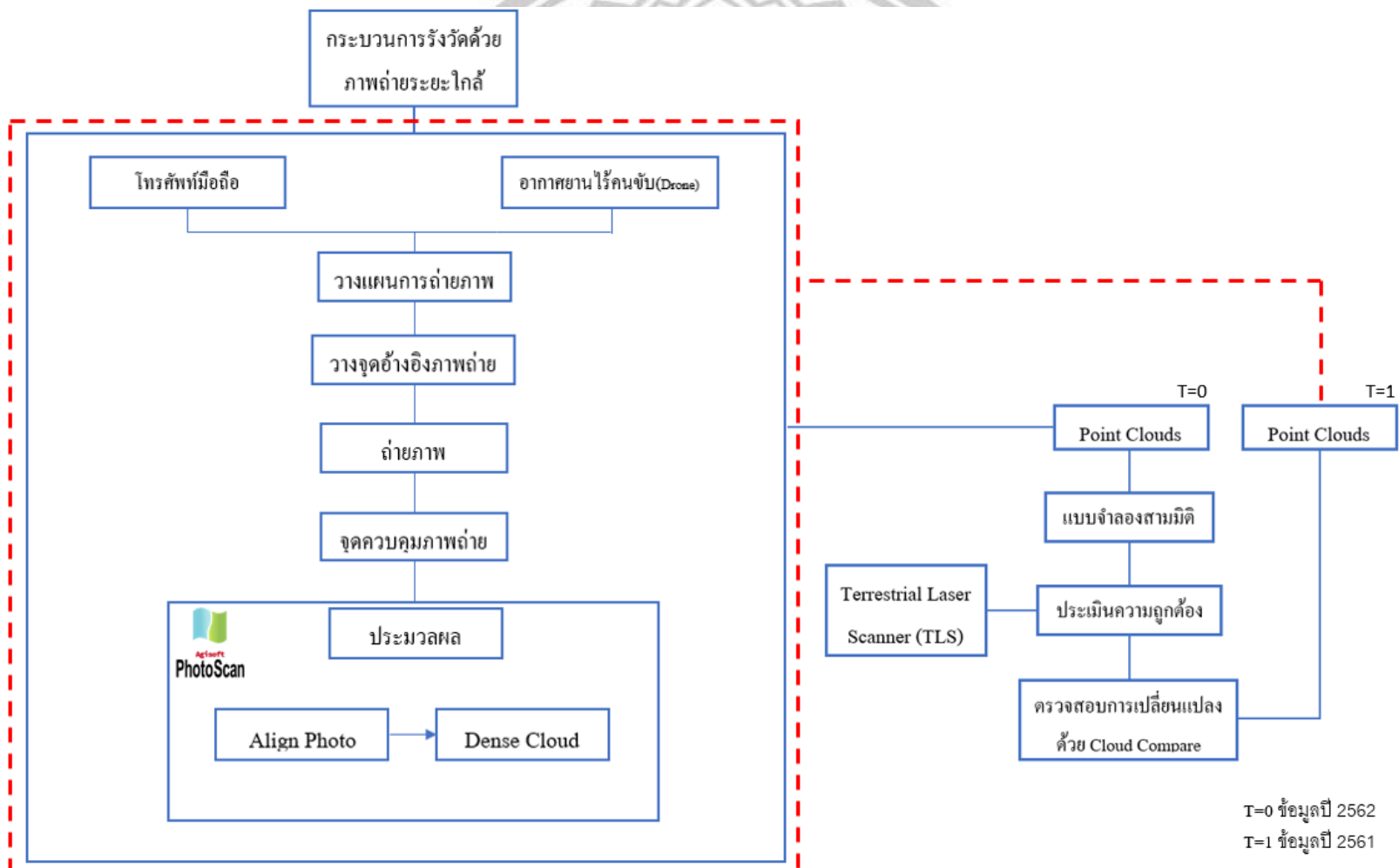


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## 1.6 กรอบความคิดงานวิจัย



ภาพ 1.3 ภาพแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

All rights reserved



### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แนวทางปฏิบัติงานในการสำรวจดูแล และตรวจสอบทางลาดไหล่เขาสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป
2. การติดตามสภาพของทางลาดไหล่เขาที่ง่ายต่อประเมินการเปลี่ยนแปลง



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในเรื่องการติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขา ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดของประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

#### 2.1 เชื้อนแควนน้อยบำรุงแดน

กรมชลประทาน (2554) ได้อธิบายเกี่ยวกับเชื้อนแควนน้อยบำรุงแดน มีรายละเอียดดังนี้ เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2525 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ได้เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดเขื่อนนเรศวร และทรงเยี่ยมราษฎร ณ บริเวณเขื่อนนเรศวร บ้านหาดใหญ่ ตำบลพรหมพิราม อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ได้พระราชทานพระราชดำริเกี่ยวกับงานชลประทาน ดังต่อไปนี้

2.1.1 ควรพิจารณาวางโครงการบริเวณตอนเหนือของทุ่งสาน เพื่อจัดหาน้ำให้ราษฎรหมู่บ้านต่าง ๆ นอกเขตชลประทานทุ่งสาน ซึ่งเป็นพื้นที่บริเวณทุ่งสานตอนบนและตอนกลาง สามารถมีน้ำทำการเพาะปลูกได้ทั้งในฤดูฝน - ฤดูแล้ง และมีน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคสำหรับราษฎรหมู่บ้านต่าง ๆ ดังกล่าวตลอดปี นอกจากนี้ ยังจะช่วยบรรเทาอุทกภัยสำหรับพื้นที่เพาะปลูกบริเวณทุ่งสานอีกด้วย

2.1.2 ควรพิจารณาวางโครงการและก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำแควน้อยในเขตอำเภอดันโบล จังหวัดพิษณุโลก โดยเร่งด่วน เขื่อนเก็บกักน้ำแควน้อยนี้ ควรพิจารณาวางโครงการให้เก็บกักน้ำไว้อย่างเต็มที่ เพื่อบรรเทาอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำแควน้อยตอนล่าง และจัดหาน้ำสนับสนุนโครงการชลประทานพิษณุโลกและโครงการเจ้าพระยาใหญ่ให้ได้ ผลอย่างสมบูรณ์ต่อไป สำหรับเขื่อนเก็บกักน้ำแควน้อยนี้ การพลังงานแห่งชาติกำลังศึกษาและจัดทำรายงานความเหมาะสมของโครงการอยู่ และจะได้ดำเนินการก่อสร้างต่อไป

2.1.3 ควรพิจารณาวางโครงการและก่อสร้างอ่างเก็บน้ำตามลำน้ำสาขาต่าง ๆ ของแควน้อยตอนล่างบริเวณท้ายเขื่อนเก็บกักน้ำแควน้อย เพื่อจัดหาน้ำให้ราษฎรหมู่บ้านต่าง ๆ ในเขตอำเภอดันโบล จังหวัดพิษณุโลก พื้นที่ประมาณ 19,000 ไร่ สามารถทำการเพาะปลูกได้ตลอดปี นอกจากนี้ ยังจะช่วยบรรเทาอุทกภัยแก่พื้นที่เพาะปลูกบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ ดังกล่าวอีกด้วย

เพื่อเป็นการสนองพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ กรมชลประทานรับเป็นผู้ดำเนินการศึกษาโครงการเขื่อนแควน้อยต่อจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเมื่อ กุมภาพันธ์ 2535

และเมื่อเดือนกันยายน 2536 กรมชลประทานได้วางจ้างกลุ่มบริษัทที่ปรึกษาให้ทำการศึกษาทบทวนความเหมาะสม และผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการฯ ปัจจุบันกลุ่มบริษัทที่ปรึกษาได้ทำการศึกษาทบทวนความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการฯ แล้วเสร็จ

และเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ.2545 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เสด็จพระราชดำเนิน พร้อมด้วยสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ไปในพิธีน้อมเกล้าฯ ถวายโครงการปลูกป่าถาวรจำนวน 1 ล้านไร่ เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในวโรกาสทรงครองราชย์เป็นปีที่ 50 ในส่วนของบริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน) ณ พื้นที่ป่าชายเลนแปลงปลูกป่า FPT 29 และ 29/3 อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้พระราชทานพระราชดำริให้ นายสุวิทย์ คุณกิตติ รองนายกรัฐมนตรี ให้พิจารณาความเหมาะสมในการดำเนินการก่อสร้างโครงการเขื่อนแควน้อย อำเภอบัวชุม จังหวัดพิษณุโลก กรมชลประทานจึงได้วางแผนงานที่จะดำเนินการก่อสร้างโครงการเขื่อนแควน้อยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.พิษณุโลก ในปี พ.ศ.2546-2554 ระยะเวลาดำเนินการ 9 ปี โดยในปี พ.ศ.2546 จะขอใช้งบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและใช้งบประมาณปกติก่อสร้างโครงการในปีต่อ ๆ ไปจนแล้วเสร็จโครงการเขื่อนแควน้อยเป็นโครงการอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์ขนาดใหญ่ ประกอบด้วยเขื่อนปิดกั้นลำน้ำแควน้อย ที่อำเภอบัวชุม จังหวัดพิษณุโลก เพื่อส่งน้ำให้กับโครงการชลประทานริมแม่น้ำแควน้อยตอนล่าง ทั้งฝั่งขวาและฝั่งซ้าย โดยการปล่อยน้ำลงมาด้านท้ายน้ำของเขื่อน แล้วสร้างห้วงงานฝายทดน้ำในลำน้ำแควน้อยที่บ้านพญาแมน อำเภอบัวชุม จังหวัดพิษณุโลก เพื่อผันน้ำจากท้ายเขื่อนแควน้อยผ่านประตูระบายน้ำเข้าสู่คลองชลประทานทั้งด้านขวาและด้านซ้ายของห้วงงานฝาย ส่วนน้ำที่เหลือจะปล่อยให้ไหลผ่านฝายไปตามลำน้ำแควน้อย ลงลำน้ำน่านและแม่น้ำเจ้าพระยาไปยังพื้นที่เพาะปลูกโครงการชลประทานเจ้าพระยาตอนบน สำหรับใช้ในการเพาะปลูกในฤดูแล้งเพิ่มขึ้นต่อไป

น้ำที่ปล่อยมาท้ายน้ำยังสามารถช่วยเหลือโครงการชลประทานสูบน้ำด้วยไฟฟ้าของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน โดยเฉพาะบริเวณใกล้ห้วงงานฝายและเขื่อนได้อีกด้วย นอกจากนี้ช่วยบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ ชลประทานตอนล่างสองฝั่งแม่น้ำแควน้อย ตลอดจนถึงแม่น้ำวังทองบางส่วนและจะมีผลประโยชน์ด้านการส่งเสริมการท่องเที่ยว การประมงในอ่างเก็บน้ำ และการเพิ่มน้ำอุปโภค บริโภคในฤดูแล้งให้แก่ประชาชนในบริเวณใกล้เคียงได้ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้โครงการให้ประโยชน์ด้านกำลังไฟฟ้าได้อีก โดยติดตั้งกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า ซึ่งอาจจะติดตั้งพร้อมกับการสร้างเขื่อน หรือภายหลังก็ได้ตามความเหมาะสม

โดยลักษณะของเขื่อน ประกอบด้วย 3 เขื่อนติดต่อกัน ได้แก่ เขื่อนแควน้อย เขื่อนสันตะเคียน และเขื่อนปิดช่องเขาต่ำ (Saddle Dam) บนลำน้ำแควน้อย

## 2.2 พื้นที่เสี่ยงดินถล่มบริเวณไหล่เขา

กรมทางหลวงชนบท (2561) ได้อธิบายเกี่ยวกับพื้นที่เสี่ยงดินถล่มบริเวณไหล่เขา ดังนี้ ปัจจุบันเส้นทางที่ก่อสร้างบริเวณภูเขาจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดการพังทลายของเชิงลาด เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเชิงลาด ส่งผลกระทบโดยตรงต่อเสถียรภาพของดินในบริเวณนั้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดการพังทลายของเชิงลาดได้ โดยทั่วไปปัญหาการก่อสร้างถนน ในพื้นที่ภูเขาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ ปัญหาการพังทลายของเชิงลาดด้านดินตัด/หินตัด (Back Slope) และปัญหาการพังทลายของเชิงลาดด้านดินถม (Side Slope)

เชิงลาดด้านดินตัด/หินตัด (Back Slope) คือ เชิงลาดบริเวณไหล่เขาตามธรรมชาติหรือที่เกิดจากการก่อสร้างทางโดยการขุดตัดไหล่เขาธรรมชาติเดิมดังตัวอย่างภาพที่ 2.1 (ก) รูปแบบการทลายของเชิงลาดด้าน ดินตัด/หินตัด จะเป็นในลักษณะดินไหลเขาดลลงมาทับสายทางดังตัวอย่างภาพที่ 4 (ข)

เชิงลาดด้านดินถม (Side Slope) คือ เชิงลาดที่เกิดจากการก่อสร้างทางโดยการถมหรือตัดโครงสร้างคันทางขึ้นมาดังตัวอย่างภาพที่ 2.2 (ก) รูปแบบการทลายของเชิงลาดด้านดินถม จะเป็นในลักษณะ โครงสร้างทางที่ก่อสร้างบนเชิงลาดไหล่เขาเกิดการพังทลายเนื่องจากการขาดเสถียรภาพ ดังตัวอย่างภาพที่ 2.2 (ข)



(ก) การก่อสร้างเชิงลาดด้านดินตัด (Back slope) (ข) ตัวอย่างการพังทลายของเชิงลาดด้านดินตัด/หินตัด

ภาพ 2.1 ชนิดของเชิงลาดและลักษณะการเกิดดินถล่มบริเวณไหล่เขา กรณี Back Slope

(กรมทางหลวงชนบท, 2561)



(ก) การก่อสร้างเชิงลาดด้านดินถม (Side slope)

(ข) ตัวอย่างการพังทลายของเชิงลาดด้านดินถม

ภาพ 2.2 ชนิดของเชิงลาดและลักษณะการเกิดดินถล่มบริเวณไหล่เขา กรณี Side Slope  
(กรมทางหลวงชนบท, 2561)

### 2.3 การสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่าย (Photogrammetry)

กิตติศักดิ์ ศรีกลาง (2559) ได้อธิบายเกี่ยวกับการรังวัดด้วยภาพมีรายละเอียดดังนี้ เป็นการสำรวจรังวัดที่ใช้ภาพเป็นสื่อกลางในการรังวัด โดยมีการใช้ภาพบันทึกสิ่งปรากฏทางกายภาพบนภูมิประเทศอาณาบริเวณ อาคารสถานที่ หรือวัตถุที่สนใจจากนั้นทำการ จำลองแบบตามหลักการฉายของแสงด้วยวิธีทางกลไก เชิงทัศนหรือเชิงคณิตศาสตร์ทำให้สามารถที่จำลอง สถานการณ์เหมือนขณะที่บ้านที่ภาพได้ ซึ่งงานทางโฟโตแกรมเมตรีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

2.3.1) โฟโตแกรมเมตรีที่เกี่ยวกับการรังวัดภาพ (Metric photogrammetry) ซึ่งรวมการวัดอย่างละเอียดและการคำนวณ เพื่อให้ได้ขนาดของวัตถุ

2.3.2) โฟโตแกรมเมตรีที่เกี่ยวกับการแปลภาพ (Interpretation photogrammetry) ซึ่งเป็นการปฏิบัติเกี่ยวกับการตรวจรู้ (Recognition) และชี้จำแนก (Identification) วัตถุต่าง ๆ วิทยาการทางด้านนี้เริ่มจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายภาคพื้นดินหรือทางอากาศ ต่อมาได้ขยายรวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบอื่นๆ ที่บันทึกได้ แต่ภาพถ่ายก็ยังเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานอยู่ โดยในเอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการใช้ภาพถ่ายทางอากาศ ที่เกี่ยวกับการรังวัดภาพ เพื่อการทำแผนที่เท่านั้น

ชนิดของภาพถ่ายในงานทางโฟโตแกรมเมตรี แบ่งเป็นภาพที่ถ่ายจาก ภาคพื้นดิน (Terrestrial) และทางอากาศ (Aerial)

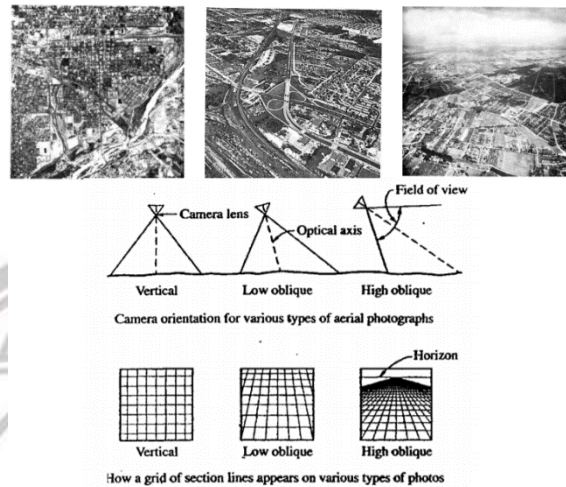
ภาพถ่ายภาคพื้นดิน ถ่ายด้วยกล้องที่อยู่บนพื้น (Ground – based cameras) ซึ่งมักจะทราบตำแหน่ง (position) และการเอียงตัว (orientation) ของกล้อง ทำให้เกิดสาขาของงานโฟโตแกรมเมตรี ที่เรียกว่า “Terrestrial Photogrammetry” เป็นการประยุกต์การรังวัดด้วยภาพที่มีการใช้เครื่องมือและดำเนินการรังวัดบนภาคพื้นดิน การรังวัดใช้กล้องที่มีขนาดเล็กลงเพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายในสนามได้สะดวก การรังวัดภาพพื้นดินนิยมใช้กับการทำแผนที่ภูมิประเทศที่ขอบเขตไม่กว้างขวางนัก แต่ภูมิประเทศซับซ้อน เช่น การทำแผนที่ของเหมืองเปิด การทำแผนที่ของภูมิประเทศที่เป็นเนินเขาและหุบเขา และอีกสาขา เรียกว่า

การสำรวจด้วยภาพระยะใกล้ (Close-range Photogrammetry) เป็นการรังวัดด้วยภาพที่ระยะระหว่างกล้องถ่ายรูปอยู่ไม่ห่างจากวัตถุที่จะรังวัดไม่มากนัก โดยทั่วไปจะจำกัดในระยะ 1 ถึง 100 เมตร นับแต่อดีตการใช้เทคโนโลยีการสำรวจด้วยภาพไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูง และต้องการความชำนาญในการทำงานเป็นสำคัญ ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และการประมวลผลภาพ (Image Processing) มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Digital Camera)

ภาพถ่ายทางอากาศ โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น ภาพตั้ง กับ ภาพเอียง

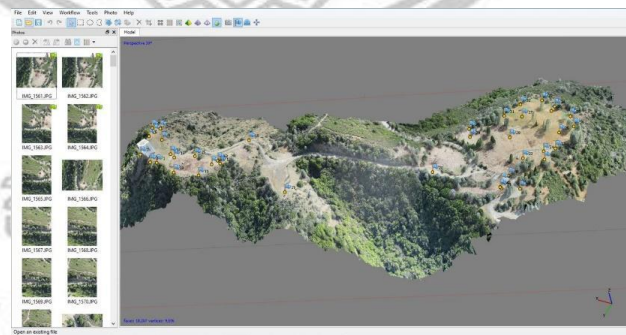
ภาพตั้ง (Vertical) คือ ภาพที่ถ่ายโดยให้แกนของกล้องอยู่ในแนวตั้งมากที่สุด ถ้าแกนของกล้องขณะถ่ายภาพอยู่ในแนวตั้งจริง ๆ ระนาบภาพจะขนานกับระนาบราบของพื้นหลักฐาน และภาพที่ได้เรียกว่า ตั้งจริง (Truly Vertical) ในการถ่ายภาพตั้ง เป็นการยากที่จะให้แกนของกล้องคงอยู่ในแนวตั้งจริง เนื่องจากสภาพอากาศ ทำให้เครื่องบินมีการเอียงในขณะที่ถ่ายภาพ ถ้าแกนของกล้องเอียงไปจากแนวตั้งเพียงเล็กน้อย ภาพที่ได้เรียกว่า ภาพเอียง (Tilt) ความเอียงของแกนกล้องนี้ปกติจะน้อยกว่า  $1^{\circ}$  และไม่เกิน  $3^{\circ}$  ในการทำงานบางครั้งก็ถือเอาภาพเอียงเป็นภาพตั้งจริง เครื่องมือที่มีความละเอียดถูกต้องและวิธีการในงานโฟโตแกรมเมตรี ได้รับการพัฒนาจนทำให้การใช้ภาพเอียงไม่ทำให้ความถูกต้องของงานที่ได้ลดลง

ภาพเอียง (Oblique) คือ ภาพที่ถ่ายโดยให้แกนของกล้องเอียงออกจากแนวตั้ง ภาพเอียงต่ำ (Low Oblique) จะไม่ปรากฏเส้นขอบฟ้า ส่วนภาพเอียงสูง (High Oblique) จะปรากฏแนวเส้นขอบฟ้า



ภาพ 2.3 ลักษณะการถ่ายภาพทางอากาศ  
(กิตติศักดิ์ ศรีกลาง, 2559)

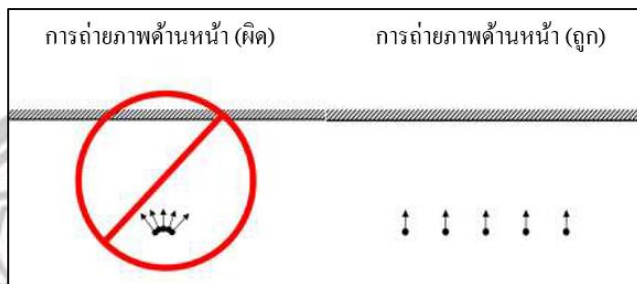
ความสามารถของซอฟต์แวร์ประมวลผลการรังวัดด้วยภาพถ่ายมีลักษณะใช้งานง่าย เช่น โปรแกรม Agisoft PhotoScan ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบสแตนด์อโลนที่ดำเนินการประมวลผล photogrammetric ของภาพดิจิทัลและสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ 3 มิติเพื่อใช้ในแอปพลิเคชัน GIS, เอกสารอาคารและโครงสร้างรวมถึงการวัดปริมาตร การใช้ในท้องถิ่น ซอฟต์แวร์เพื่อให้แน่ใจว่าการรักษาความปลอดภัยข้อมูลและการควบคุม คุณภาพของการส่งออกข้อมูล



ภาพ 2.4 ภาพหน้าจอของ Agisoft รูปถ่ายแต่ละรูปทางด้านซ้ายและมุมมอง 3 มิติที่มีพื้นผิวด้านขวา เครื่องหมายสีน้ำเงินแสดงถึงจุดควบคุมภาคพื้นดินที่กำหนดโดย RTK GPS ความแม่นยำสูงและลงทะเบียนในรุ่นสุดท้าย

(Aerotestra Inc, 2016)

เทคนิคการวางแผนการถ่ายภาพระยะใกล้ มีรายละเอียดดังนี้  
การถ่ายภาพควรมีรูปแบบ ดังภาพด้านล่างซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวคิดของการวางแผนถ่ายรูปที่เหมาะสม



ภาพ 2.5 การวางแผนถ่ายภาพที่เหมาะสม  
(Agisoft, 2016)

Equipment and Shooting Scenarios (2019) ได้อธิบายเกี่ยวกับการวางแผนการถ่ายภาพที่เหมาะสม ดังนี้ เพื่อผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของการสร้างแบบจำลอง สิ่งที่จะรับประกันก็คือ การมีภาพซ้อนทับกันเพียงพอในชุดข้อมูล ในกรณีถ่ายภาพทางอากาศ ความต้องการในการซ้อนทับครั้งนี้ 60% ของด้านข้าง 80% ของด้านหน้า เป็นอย่างน้อย

ใส่ใจเกี่ยวกับชนิดของพื้นผิววัตถุ เพื่อสร้างเทคนิคในการหลีกเลี่ยงพื้นผิวที่มันวาว ยกตัวอย่างเช่น ต้องถ่ายขาของมนุษย์ ให้ใส่ถุงเท้าที่มีพื้นผิวละเอียดมาก่อน ถ้ากำหนดเป้าหมายเป็นรถยนต์ ให้หาแบ่งกระจายไปบางส่วน เพื่อลดความมันวาว เป็นสิบล้าง

ถ้าต้องสร้างแผนผังของพื้นผิว ต้องเตรียมการเป็นพิเศษ ก่อนที่จะทำการถ่ายภาพ ให้เหมือนตัวอย่างข้างต้น จำเป็นจะต้องมีภาพ 2 ชุด ของวัตถุเป้าหมายเดียวกัน อย่างแรกคือ พื้นผิวธรรมชาติของวัตถุนั้น และอย่างที่สอง คือมีการทาแป้ง หรืออื่น ๆ ซึ่งจุดสำคัญก็คือ ตำแหน่งกล้อง ของภาพทั้ง 2 ชุด ต้องมาจากตำแหน่งเดียวกัน

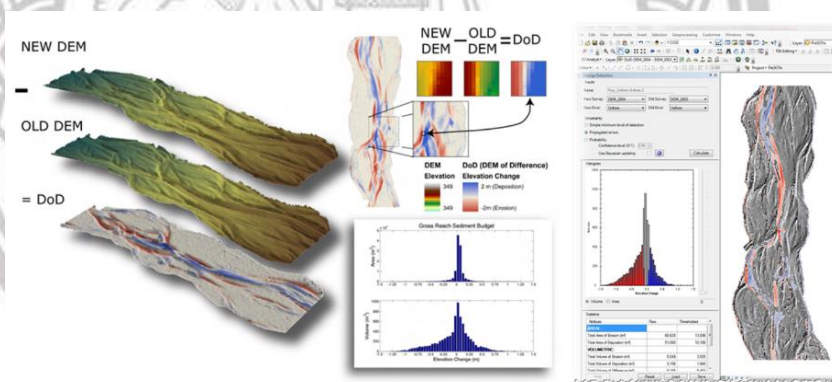
หากวางแผนจะทำการวัดใด ๆ ตามการสร้างใหม่ อย่างลิมสร้างเครื่องหมาย (marker) ด้วยระยะทางที่รู้อยู่แล้วบนวัตถุ อาจจะวางไม้บรรทัดไว้ภายในพื้นที่ถ่าย ในการถ่ายทางอากาศอาจต้องการจุดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์และ กระจายจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) (อย่างน้อย 10 จุด ทั่วทั้งพื้นที่) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพ และความแม่นยำเชิงเรขาคณิต และการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ แต่ Agisoft PhotoScan นั้น สามารถดำเนินการสร้างใหม่ และการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ได้ โดยไม่ต้องใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP)



## 2.3 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของธรณีสัณฐาน (Geomorphic change detection: GCD)

ESSA Technologies Ltd (2017) ได้อธิบายเกี่ยวกับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของธรณีสัณฐาน (Geomorphic change detection: GCD) ดังนี้ เป็นเทคนิคที่การเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการ geomorphic ของการสึกกร่อนและการทับถม ซึ่งมาจากการสำรวจภูมิประเทศเนื่องจากผลเชิงปริมาตร และพื้นที่ที่ชัดเจน จะทำให้ผลการตรวจหาการเปลี่ยนแปลงของธรณีสัณฐานเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งกลายเป็นเครื่องมือที่พบบ่อยมากขึ้นในการติดตามของแม่น้ำและในเฉพาะการติดตามการซ่อมแซม การใช้เทคนิคดังกล่าวในการแยกการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร เป็นความท้าทายที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในเนื่องจากการกระบวนการทางธรณีสัณฐาน จากการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นมาจากสัญญาณรบกวนและความไม่แน่นอน โดยธรรมชาติในแบบจำลองระดับความสูงของระบบดิจิทัล (ESSA Technologies Ltd , 2017)

GCD เป็นชุดเครื่องมือ GIS ที่ทำงานภายในซอฟต์แวร์ ESRI ArcGIS Desktop



ภาพ 2.6 แผนผังของแนวคิดพื้นฐาน LCD พร้อมกับภาพหน้าจอของอินเตอร์เฟซของผู้ใช้ (ESSA Technologies Ltd, 2017)

การตรวจสอบว่ารอยแตกเป็นแบบเคลื่อนตัวหรือหยุด มี 3 วิธี

Cpacacademy (2015) ได้อธิบายเกี่ยวกับการตรวจสอบว่ารอยแตก ดังนี้ ไม้บรรทัดเปรียบเทียบ (Crack comparator) วิธีที่ง่ายที่สุดในการวัดความกว้างรอยแตกด้วยไม้บรรทัด เปรียบเทียบที่ช่วงเวลา สม่ำเสมอเช่น ทุก ๆ วันหรือสัปดาห์ บันทึกความกว้างรอยแตกและ วันที่บันทึกควรวัดความ กว้างรอยแตกที่ตำแหน่งเดิมตลอดลากเส้นขวางผ่านรอย แตกเพื่อทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดทำเช่นเดียวกันนี้ 3-4 ตำแหน่งตลอดแนวรอยแตกหากเป็นกำแพงภายนอก ให้ใช้ปากกาทันน้ำหากความกว้างรอยแตกมากขึ้น แสดง ว่าเป็นรอยแตกเคลื่อนตัว

การใช้ปูนพลาสเตอร์วิธีที่ไม่แพงอีกวิธีคือการใช้ปูนพลาสเตอร์ปะติรอยแตกใช้น้ำร้อนผสมปูนเพื่อเร่งการแข็งตัวของปูนพลาสเตอร์บันทึกวันที่โปะปูนและตรวจสอบเป็นระยะ ๆ ว่ามีรอยแตกบนปูนพลาสเตอร์หรือไม่หากมีแสดงว่ารอยแตกเคลื่อนตัวเพื่อให้มั่นใจว่าปูนพลาสเตอร์ไม่ได้แตกเนื่องจากการหดตัวแบบแห้งให้ใช้วัสดุพลาสเตอร์แบบไม่หดตัว (Non-shrink)

อุปกรณ์สองชิ้นสำหรับติดตามรอยแตก (Two-piece crack monitor) สามารถนำมาใช้ติดตามการเคลื่อนตัวของรอยแตก ชิ้นหนึ่งของแผ่นพลาสติกจะมีเส้นขวางสีแดง อีกชิ้นหนึ่งมีเส้นตารางพร้อมทั้งตำแหน่งศูนย์ตรงกลาง อุปกรณ์สองชิ้นจะต่อกันด้วยเทปเพื่อให้ตำแหน่งของเส้น ขวางสีแดงบนชิ้นหนึ่งอยู่ตรงกับตำแหน่งศูนย์ของอีกชิ้น

ติดตั้งอุปกรณ์เฝ้าติดตามขวางรอยแตกโดยแต่ละด้านยึดติดกับกำแพงด้วย epoxy หรือกาวแข็งตัวเร็วหลังจากกาวบ่มตัวเสร็จ (ประมาณ 15 นาทีสำหรับกาวและ 24 ชั่วโมง สำหรับ epoxy) ตัดเทปที่ผูกชิ้นส่วน 2 ชิ้นออกและบันทึก ค่าเริ่มต้นหลังจากนั้นหากด้านใดด้านหนึ่งของรอยแตกเคลื่อน อีกด้านจะเคลื่อนด้วยเส้นขวางสีแดง (เดิมอยู่ที่ค่าเริ่มต้น) จะเคลื่อนจากเส้นตารางแสดงถึงการเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบและ แนวตั้ง ปริมาณและทิศทางของการเคลื่อนที่สามารถ สังเกตและบันทึกได้

ควรประเมินรอยแตกตั้งแต่เนิ่น ๆ ถ้ารอยแตกไม่ถูกตรวจสอบ ประเมินและซ่อมแซม (หากจำเป็น) รอยแตกอาจจะขยายจากขนาดสายตามองเห็น ไปสู่รอยแตกใหญ่จนน่าปวดหัว รอยแตกยิ่งกว้างโอกาสที่น้ำ, อากาศจะซึมเข้ากำแพงยิ่งมากและในที่สุดน้ำจะทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิมทำให้เกิดคราบหินปูน (efflorescence) และทำให้คอนกรีตแตกออก รอยแตกบางประเภทอาจทำให้กำแพงพังได้ ดังนั้นรอยแตกเป็นสัญญาณที่ไม่ควรมองข้าม

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง 3D Coordinate Measurement of Dam by Close-Range Photogrammetry (Shirkhani et al., 2017) อธิบายว่า ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมามีการใช้งานของ Photogrammetry ระยะใกล้แบบดิจิทัลเพิ่มมากขึ้น ในโครงการวิศวกรรมต่าง ๆ ด้วยการใช้กล้องความละเอียดสูงพร้อมกับการออกแบบเครือข่ายที่เหมาะสมการปรับเทียบกล้องและรวมถึงการปรับปรุงการวัดความแม่นยำสูงสามารถทำได้ ในบทความนี้ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้โฟโตแกรมเมตรีในการวัดพิกัดสามมิติของเขื่อนขนาดใหญ่ ในกรณีนี้เขื่อนกั้นน้ำลัน (245.7m x 62.8m) ชื่อ Marun ซึ่งตั้งอยู่ทางใต้ของอิหร่านซึ่งเป็นพื้นที่ของกรณีศึกษา โดยจุดเป้าหมายถูกติดตั้งไปที่ตัวเขื่อนและถ่ายภาพโดยใช้กล้องดิจิทัล ความละเอียดสูง (8 ล้านพิกเซล) การทดสอบต่าง ๆ ได้ดำเนินการเพื่อประเมินความสามารถของ Photogrammetry ในการ

วัด 3 มิติของจุดเป้าหมาย นอกเหนือจากข้อจำกัด ด้านสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์ทั้งหมดวิธีนี้ดี ผลการวิจัยพบว่า การทดลองมีความแม่นยำ 1.88 มิลลิเมตร ดังนั้นวิธีนี้สามารถใช้ในการตรวจสอบความผิดปกติใด ๆ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเนื่องจากสภาพที่ซับซ้อนและยากลำบากรอบ ๆ เชื่อนดังกล่าวจึงไม่สามารถใช้ Photogrammetry เพียงอย่างเดียวในการวัดจุดสามมิติของเชื่อน Photogrammetry สามารถนำมาใช้อย่างน้อยเมื่อรวมกับเทคนิคการสำรวจโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการวิเคราะห์ที่รวดเร็วและไม่จำเป็นต้องแม่นยำเกินไป



ภาพ 2.7 การรั่วไหลของเชื่อนมารัน  
(Shirkhani et al., 2017)



ภาพ 2.8 การติดตั้งและการถ่ายภาพเป้าหมาย (ก) เป้าหมายของการรั่วไหล,  
(ข) สำหรับการออกแบบเครือข่ายโฟโตแกรมเมทรี  
(Shirkhani et al., 2017)



ภาพ 2.9 จุดควบคุมภาคพื้นดินของการรั่วไหล  
(Shirkhani et al., 2017)



ลิขสิทธิ์

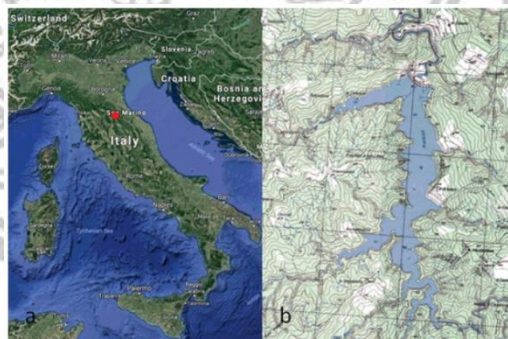
มี

ภาพ 2.10 การกำหนดการถ่ายภาพที่เหมาะสม ด้านบน : มุมมองทดสอบ  
ด้านล่าง : การออกแบบโครงข่ายที่ใช้สำหรับการทดสอบด้านหน้า

(Shirkhani et al., 2017)

All rights reserved

งานวิจัยเรื่อง Survey of the Ridracoli Dam: UAV-based photogrammetry and traditional topographic techniques in the inspection of vertical structures (Giulia et al., 2017) อธิบายว่า การตรวจสอบสภาพ เช่น เขื่อน มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบำรุงรักษาและเพื่อความปลอดภัยของประชากรท้ายน้ำ ความสามารถในการเข้าถึงที่ลดลงทั้งสำหรับความต้องการในการใช้งานและเวลา ซึ่งจำเป็นสำหรับการตรวจสอบด้วยวิธีการแบบดั้งเดิมคือการประเมินด้วยสายตานั่น ไม่สะดวกต่อการตรวจสอบโครงสร้างขนาดใหญ่ โดยนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ที่มาพร้อมกับกล้องประสิทธิภาพสูงช่วยให้สามารถครอบคลุมการถ่ายภาพอย่างรวดเร็วของระบบเขื่อนทั้งหมด นอกเหนือจากการวางตำแหน่งบนโครงสร้างของจุดควบคุมจำนวนมาก สำหรับการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ที่ต้องการและการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบยังต้องการแบบจำลองภูมิประเทศที่สำคัญ โดยสถานีรวมระบบกำหนดตำแหน่งทั่วโลกและเครื่องสแกนเลเซอร์ การวิเคราะห์เชิงเส้นและพื้นผิวแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำสูงของเทคนิคเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV) นี้เหมาะสำหรับการสำรวจโดยละเอียดเกี่ยวกับสถานะการอนุรักษ์ของวัสดุและการสร้างระบบเมตริกที่สมบูรณ์ของระบบเขื่อนและพื้นที่ใกล้เคียง งานปัจจุบันอธิบายการได้มาของ UAV เป็นอันดับแรกจากนั้นขั้นตอนแรกในการตรวจสอบความถูกต้องของ Pointcloud ของเขื่อนริดราโคลีเป็นเป้าหมายของการสำรวจที่ตั้งอยู่ในหมู่บ้านซานตาโซเฟียในภาคกลางของอิตาลี



ภาพ 2.11 (a) ตำแหน่งของเขื่อน Ridracoli, (b) ทะเลสาบที่สร้างขึ้นโดยมีเขื่อนขนาด 1: 500 ม.

(สถาบันธรณีฟิสิกส์และภูเขาไฟแห่งชาติ, 2559)

Copyright by Naresuan University

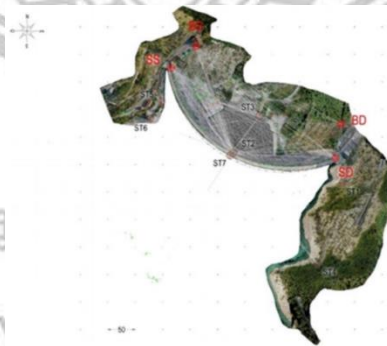
All rights reserved



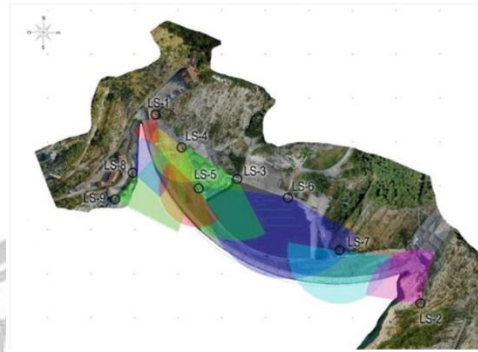
ภาพ 2.12 การวางตำแหน่งเครื่องหมาย (a) เครื่องหมายถูกนำไปวางใกล้กับรอยต่อ, (b) การประยุกต์ใช้เครื่องหมายด้านหน้าต้นน้ำ, (c) การใช้งานเครื่องหมายด้านปลายน้ำใกล้กับรากฐาน, (d) การใช้งานเครื่องหมายบนพื้นที่ที่อยู่ทางด้านซ้าย (Giuliaet et al., 2017)



ภาพ 2.13 พื้นผิวตาข่าย 3 มิติของทางถนนบนยอดเขื่อน (Giuliaet et al., 2017)



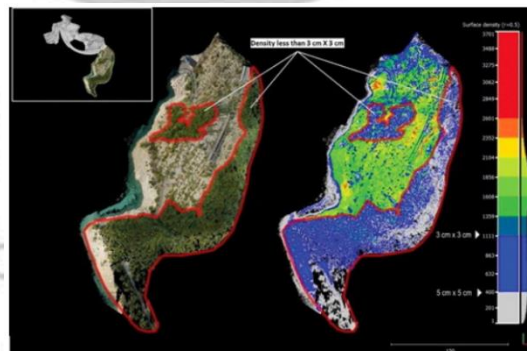
ภาพ 2.14 เครือข่าย Topographic: เครือข่ายแรกประกอบด้วยสี่จุดยอด (เช่น SS, BS, SD และ BD) และเครือข่ายที่สองประกอบด้วย 11 ฐานอื่น ๆ ซึ่งรวม 417 จุดที่ทำจากเครื่องหมายและจุดเหมือนจริงได้มาโดย สถานีทั้งหมด (Giuliaet et al., 2017)



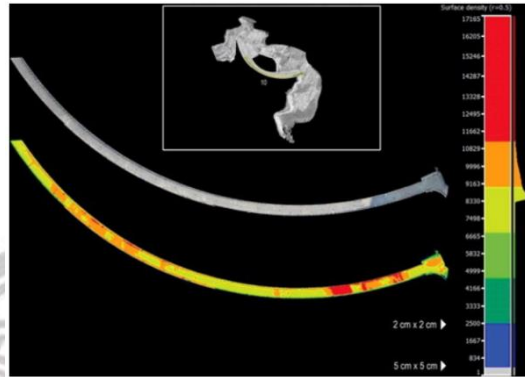
ภาพ 2.15 จุดที่ได้มาของเครื่องสแกนเลเซอร์และพื้นที่การวิเคราะห์ที่สอดคล้องกัน (Giuliaet et al., 2017)



ภาพ 2.16 การตรวจสอบความหนาแน่นเชิงพื้นที่ของ Point Cloud หนาแน่น (a) Pointcloud ของบล็อกคอนกรีตทางด้านขวาที่ได้รับจาก UAV, (b) Pointcloud ของระบบเขื่อนทั้งหมดที่ได้รับจาก UAV (Giuliaet et al., 2017)



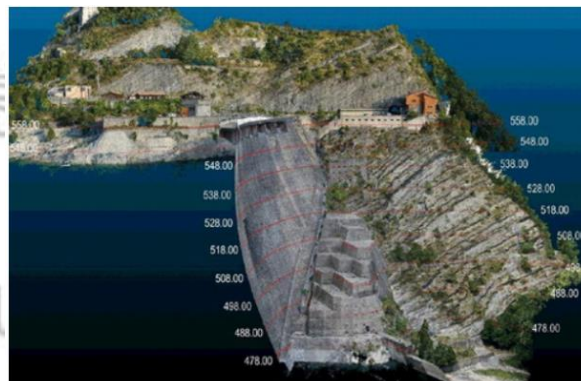
ภาพ 2.17 การวิเคราะห์ความหนาแน่นของจุดของบล็อก 7 นี้คือพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณและที่นี้ความหนาแน่นของคะแนนต่ำกว่าในส่วนอื่น ๆ เช่นชิ้นส่วนโครงสร้าง ความหนาแน่นของจุดต่ำกว่ากริดขนาด  $3 \times 3$  ซม. (Giuliaet et al., 2017)



ภาพ 2.18 การวิเคราะห์ความหนาแน่นของจุดของบล็อก 10 ในกรณีนี้ความหนาแน่นของจุดอยู่ที่เส้นตารางขนาด  $1 \times 1$  ซม. ชั้นส่วนโครงสร้างมีความหนาแน่นของจุดสูงกว่าที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณ (Giuliaet et al., 2017)

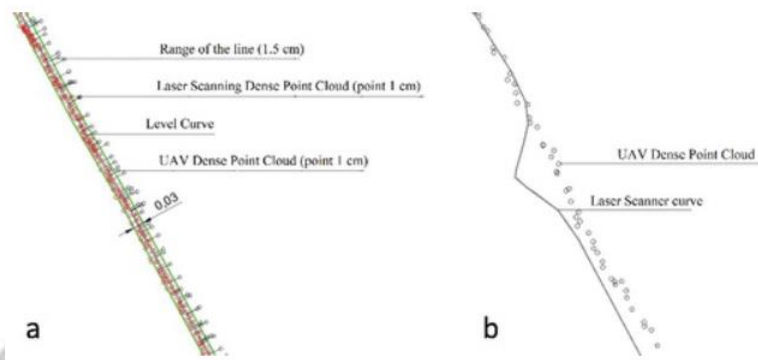


ภาพ 2.19 Planimetry ของจุดที่ได้รับ (จุดที่ได้รับและฐานการได้มาของเครื่องสแกนเลเซอร์) (Giuliaet et al., 2017)

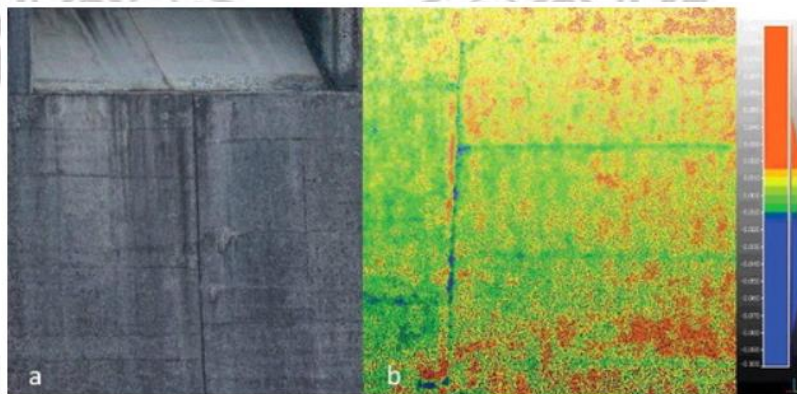


ภาพ 2.20 การวิเคราะห์ส่วนแนวอนบน Pointcloud ของ UAV (Giuliaet et al., 2017)

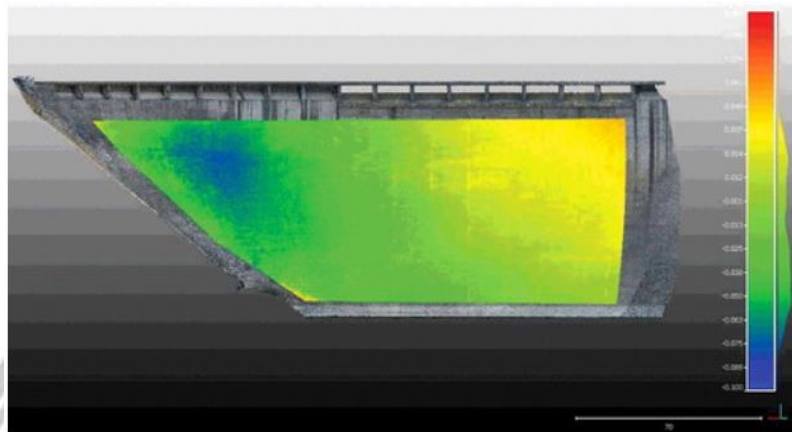




ภาพ 2.21 การตรวจสอบความถูกต้องของคลาวด์ UAV หนาแน่นโดยสายเลเซอร์สแกนเนอร์  
 (a) Pointcloud ที่ทับซ้อนกันโดยเครื่องสแกนเลเซอร์ (จุดระหว่างเส้นช่วง)  
 และโดย UAV (จุดที่อยู่นอกเส้น) กราฟระดับที่สอดคล้องที่สุดของเครื่องสแกนเลเซอร์และ  
 ช่องว่างของเครื่องสแกนเลเซอร์ขนาด 3 ซม. ก็ถูกรายงานเช่นกัน (b) การเปรียบเทียบระหว่างเลเซอร์  
 สแกนเนอร์กับเส้นโค้งระดับ UAV ใกล้เคียงการเปลี่ยนแปลงความโค้งอย่างรวดเร็ว  
 เทคนิค UAV ไม่สามารถจดจำการเปลี่ยนแปลง  
 (Giuliaet et al., 2017)



ภาพ 2.22 ภาพการเปรียบเทียบของเขื่อน Ridracoli (a) Point cloud จาก UAV ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง  
 เล็ก ๆ เช่น รอยต่อ สามารถรับรู้โดยข้อมูล RGB ที่เกี่ยวข้องกับจุดนั้น (b) การเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่าย  
 สแกนเนอร์เลเซอร์กับ Point cloud ของ UAV ของการเปลี่ยนแปลงความโค้งอย่างรวดเร็วของโครงสร้าง  
 เช่น โชนรอยต่อ ในกรณีนี้ความแตกต่างระหว่างเอนทิตีทั้งสองจะมากที่สุด  
 (Giuliaet et al., 2017)



ภาพ 2.23 การเปรียบเทียบพื้นผิวระหว่างตาข่ายสแกนเนอร์เลเซอร์กับคลาวด์จุดหนาแน่น UAV ของส่วนที่ขยายด้านหน้าปลายน้ำ ในกรณีนี้ความแตกต่างระหว่างเอนทิตีทั้งสองมีน้อยที่สุด (Giulia et al., 2017)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเรื่องการติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขา ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ โดยใช้ข้อมูลจากการถ่ายภาพจากกล้อง Smartphone, กล้องของบนอากาศยานไร้คนขับและการสำรวจด้วยเลเซอร์จากเครื่อง Terrestrial Laser Scanner (TLS) โดยใช้ซอฟต์แวร์ในการประมวลผล 2 ซอฟต์แวร์ เพื่อทำการประเมินและวิเคราะห์ศักยภาพภาพของการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ ในพื้นที่ศึกษาทางลาดไหล่เขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### 3.1.1 อุปกรณ์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูลมีดังนี้

##### 1) เครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม

- โทรศัพท์มือถือ (iPhone SE)



ภาพ 3.1 โทรศัพท์มือถือ (iPhone SE)

(Thitirath Kinaret, 2019)

- เครื่อง Terrestrial Laser Scanner (TLS) รุ่น Teledyne Optech Polaris TLS



ภาพ 3. 2 เครื่อง Terrestrial Laser Scanner (TLS)  
รุ่น Teledyne Optech Polaris TLS  
(teledyneoptech, 2019)

2) เครื่องมือในการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

- โปรแกรม Agisoft PhotoScan

เป็นซอฟต์แวร์แบบสแตนด์อโลนที่ประมวลผลภาพถ่าย หรือการรังวัดด้วยภาพ (photogrammetric) แบบดิจิทัล และสร้างข้อมูลแบบจำลองสามมิติ ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่นำไปใช้กับงาน GIS (Geographic Information Systems) งานจัดเก็บข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรม และการผลิตภาพถ่ายเทคนิคพิเศษ (visual effects) รวมไปถึงการวัดค่าของวัตถุระดับต่าง ๆ ในทางอ้อม

- โปรแกรม CloudCompare

เป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการข้อมูลพอยท์คลาวด์ที่สามารถดาวน์โหลดฟรี โดยวัตถุประสงค์หลังในการพัฒนาโปรแกรม CloudCompare นั้นคือการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแบบจำลองสามมิติที่มีความหนาแน่นสูง

### 3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลจาก Terrestrial Laser Scanner (TLS) ทางลาดไหล่เขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน ในปี พ.ศ.2562 และข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561 จากสำนักงานชลประทานที่ 3

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บภาพบริเวณทางลาดไหล่เขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก แล้วทำการวางแผนการถ่ายภาพ โดยตั้งเป้าหมายว่าจะเก็บภาพถ่ายโดยใช้กล้องถ่ายภาพจากโทรศัพท์มือถือ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2562 แล้วนำข้อมูลภาพที่ได้มาประมวลผลในโปรแกรม Agisoft PhotoScan เพื่อทำแบบจำลองสามมิติ จากนั้นทำการประเมินความถูกต้องและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองสามมิติ โดยโปรแกรม CloudCompare

### 3.4 การวางแผนการถ่ายภาพ

เนื่องจากทางลาดไหล่เขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อย มีลักษณะเป็นแนวยาว ดังนั้น เราจึงวางแผนการถ่ายภาพโดยถ่ายภาพขนานกับแนวเขื่อน (ตั้งรูปด้านล่าง) และเว้นระยะการถ่ายภาพ 5 เมตร เพื่อให้มีส่วน Overlap ซ้อนทับกันมากกว่า 60% สำหรับการสร้างแบบจำลองสามมิติ



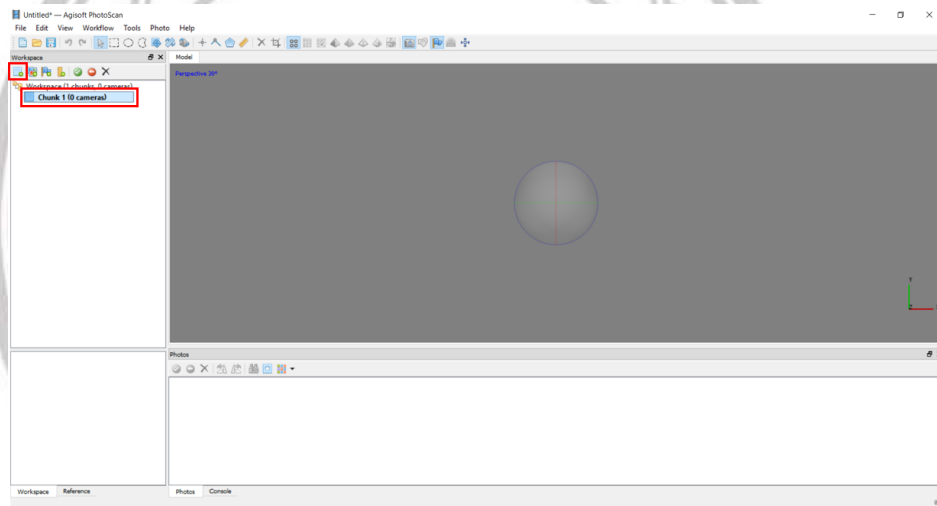
ภาพ 3.3 การวางแผนถ่ายรูปที่เหมาะสม  
(Agisoft, 2016)

### 3.5 การประมวลผลภาพถ่าย

การประมวลผลบน Agisoft PhotoScan ในขั้นตอนการประมวลผล จะมีขั้นตอนดังนี้

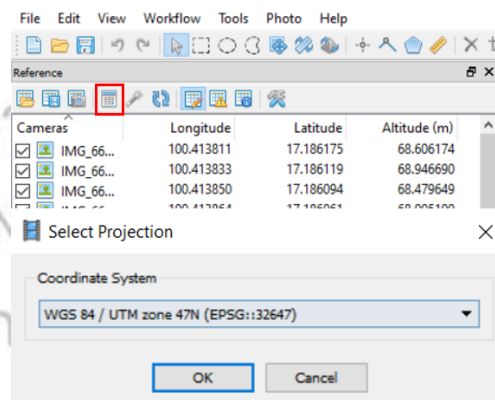
#### 3.5.1 การสร้างไฟล์งาน

1) ขั้นตอนแรกเปิดโปรแกรม Agisoft PhotoScan ขึ้นมาแล้วกดคำว่า add chunk เพื่อสร้างไว้เก็บรวบรวมภาพ จากนั้นคลิกขวาที่ chunk เพื่อ add photo นำข้อมูลภาพถ่ายจากโทรศัพท์มือถือ (iPhone SE) เข้ามา



ภาพ 3.4 การสร้าง chunk

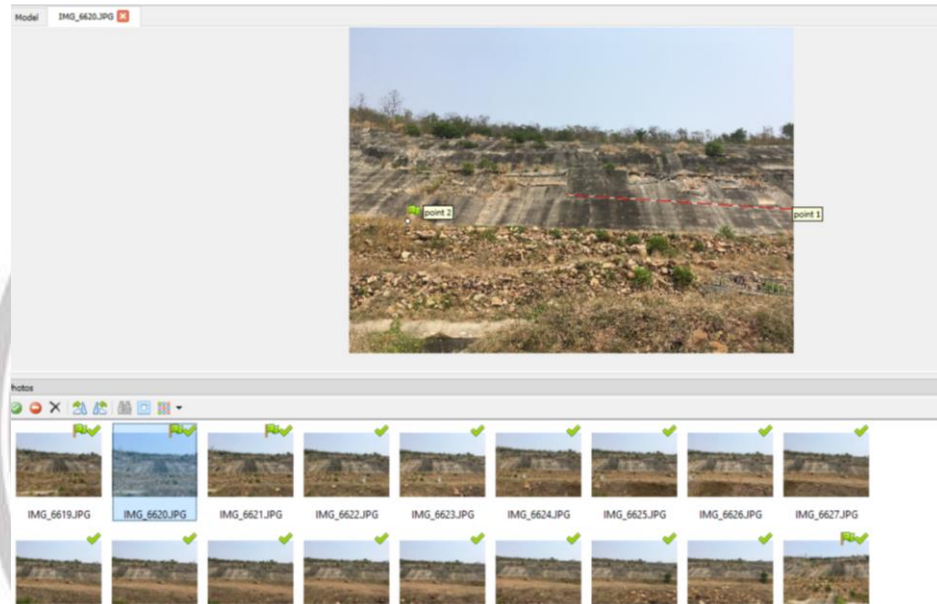
2) กำหนด Coordinate System ให้เป็น WGS 84 / UTM zone 47 (EPSG :: 32647)



ภาพ 3.5 การกำหนด Coordinate System

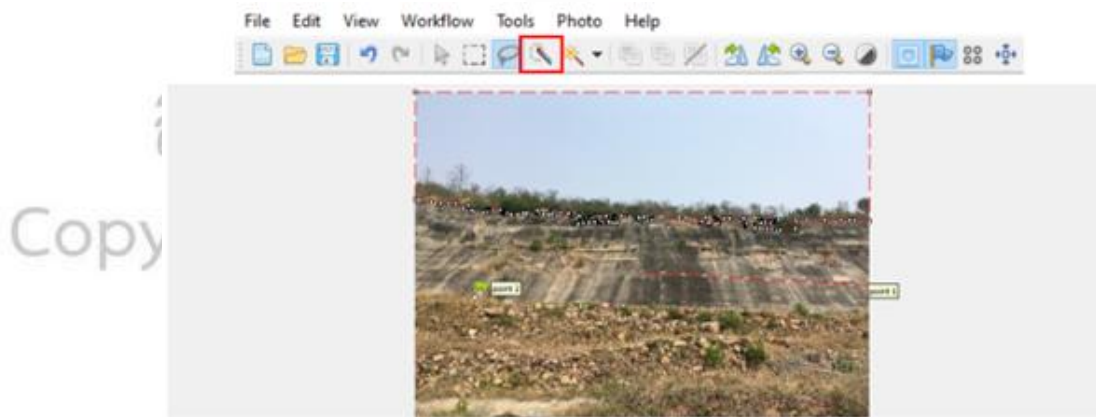
### 3.5.2 Adding Masks

1) ดับเบิลคลิกที่รูปภาพที่เราต้องการกันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้ เพื่อปรับปรุงผลลัพธ์ของ Point Cloud



ภาพ 3.6 ภาพก่อนการกันพืชที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้

2) เลือก Intelligent Scissors ดังรูป จากนั้น กันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้ในภาพ



ภาพ 3.7 การเลือกเครื่องมือ Intelligent Scissors เพื่อกันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้

คลิกขวา เลือก Add Selection

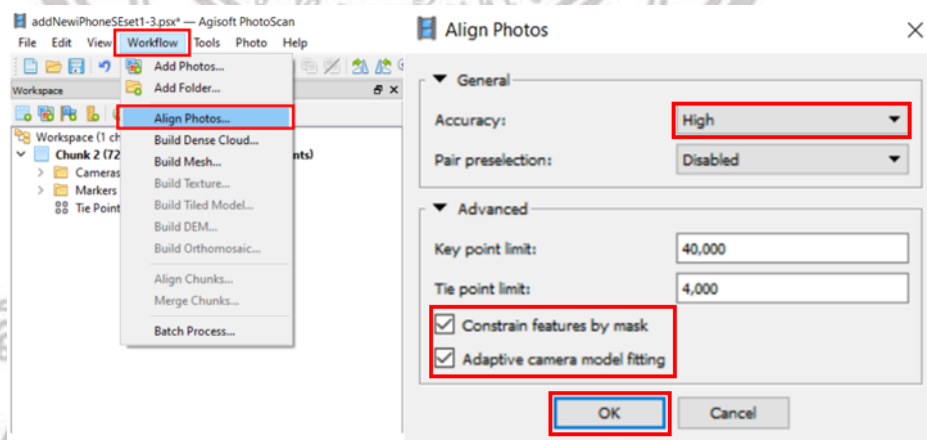


ภาพ 3.8 การเลือก Add Selection

ทำซ้ำให้ครบทุกภาพที่ต้องการกันพื้นที่

3.5.3 Align Photo: เป็นการนำภาพมาจัดเรียงแล้วเลือกเอาจุดของภาพที่เหมือนกันมาสร้างโมเดล

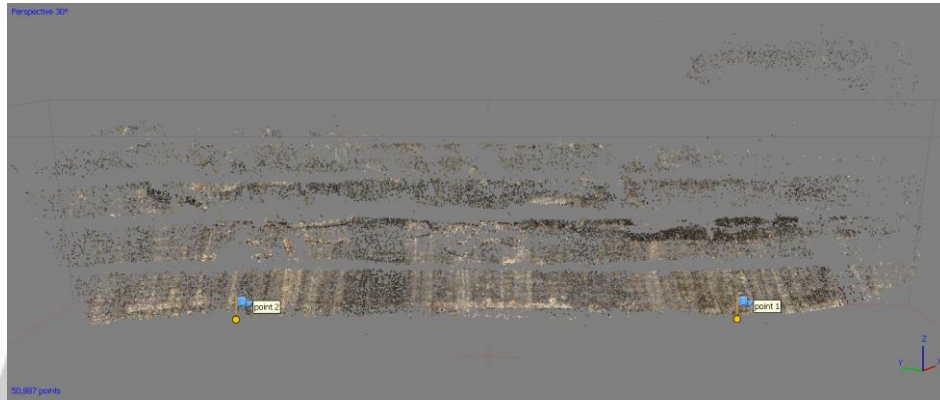
ไปที่ workflow โดยจะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนต่างๆ เริ่มตั้งแต่ Align Photo จะมีตัวหนังสือสีดำ แล้วตัวอื่นๆ เป็นสีเทา หมายความว่า เราต้องทำการ โพรเซส Align Photo ให้เสร็จก่อนถึงจะทำขั้นตอนถัดไป



ภาพ 3.9 การเลือกการประมวลผลของ Align Photo และ ภาพการประมวลผล Align Photo แบบ High

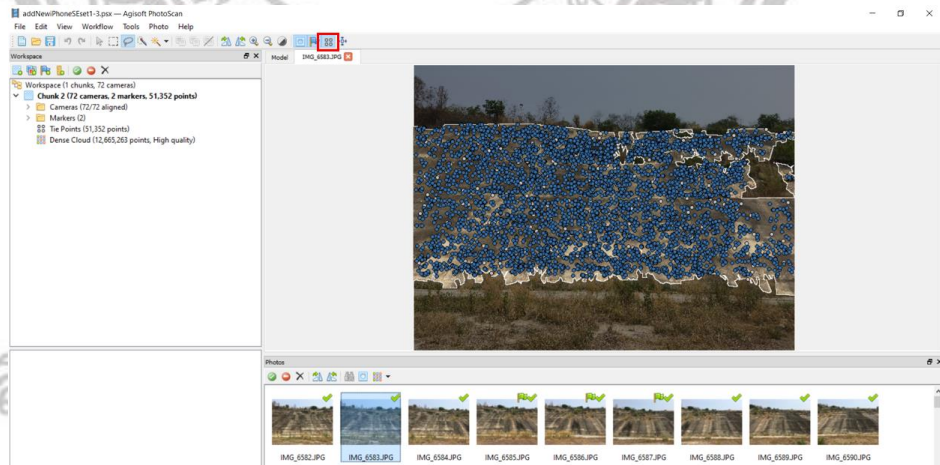


โดยขั้นตอนนี้จะขั้นตอนการนำภาพมาจัดเรียงแล้วเลือกเอาจุดของภาพที่เหมือนกันมาสร้างโมเดล



ภาพ 3.10 ภาพการประมวลผล Align Photo แบบ High

แล้วเมื่อดูที่รูปภาพจะสังเกตเห็นว่า Point Cloud จะอยู่บนพื้นที่ที่เราต้องการ ซึ่งจะทำให้เราได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น โดยคลิกที่ View Point

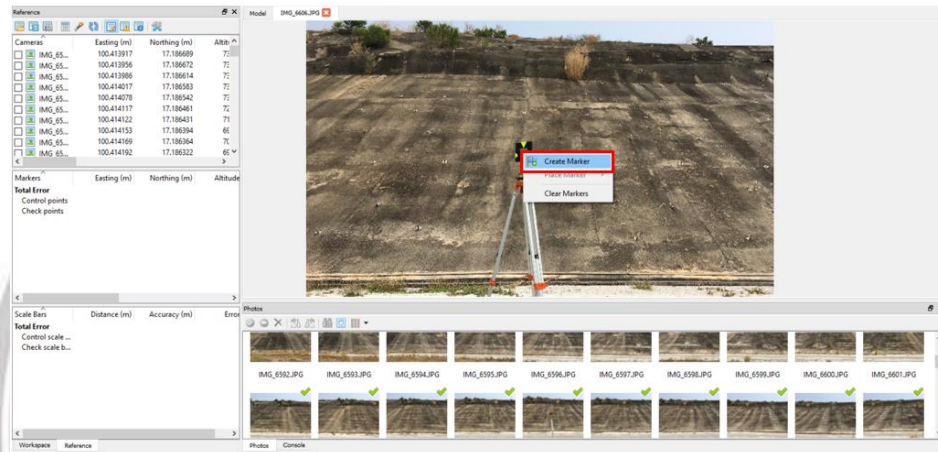


ภาพ 3.11 ภาพ Point Cloud ที่ได้จากการประมวลผล Align Photo แบบ High

All rights reserved

### 3.5.4 Georeferencing: การอ้างอิงพิกัดภาคพื้นดินให้กับแบบจำลองสามมิติ

เลือกภาพที่วางจุด Ground Control Point : GCP แล้วกำหนดจุดให้ครบทุกจุดที่วางไว้แต่ละตำแหน่ง โดยคลิกขวาแล้วเลือก Create Marker

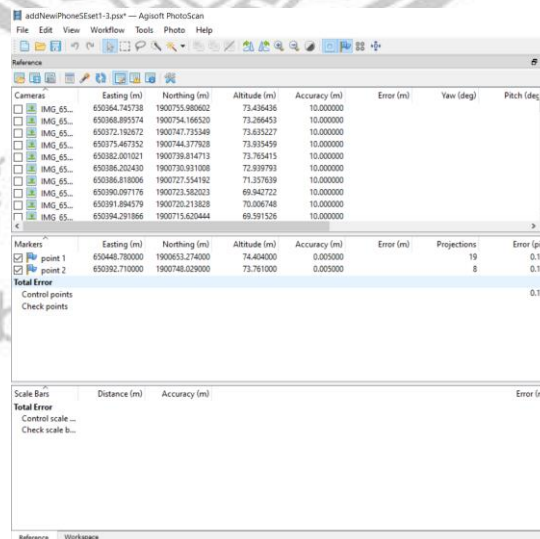


ภาพ 3.12 การวางจุด Ground Control Point : GCP

กำหนดพิกัดและความสูงของแต่ละจุด ดังนี้

Point 1 :           Grid-E = 650448.78   Grid-N = 1900653.274           Altitude = 74.404

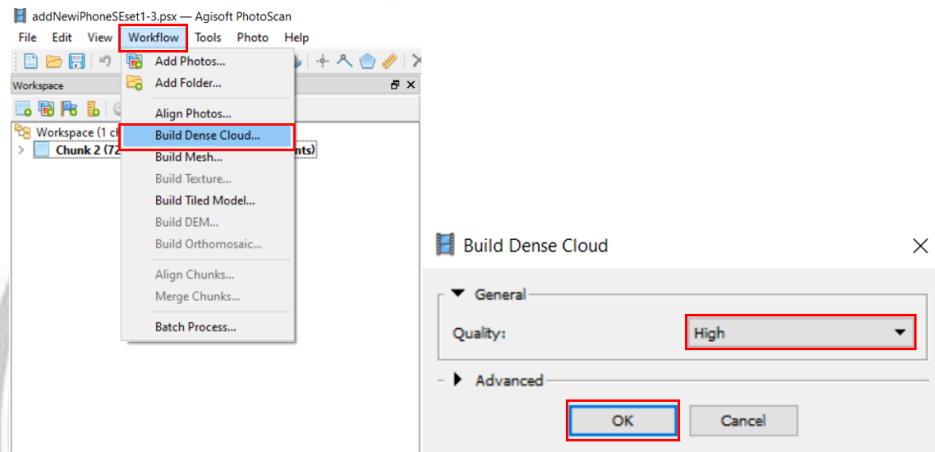
Point 2 :           Grid-E = 650392.71   Grid-N = 1900748.029           Altitude = 73.761



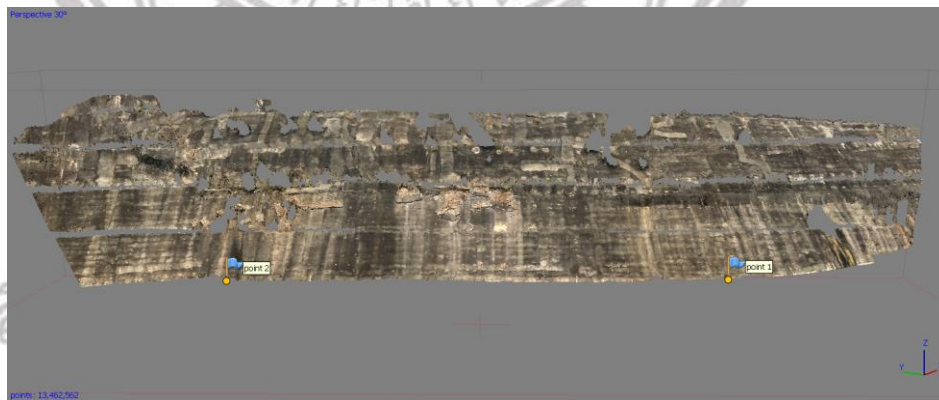
ภาพ 3.13 การกำหนดค่าพิกัดและความสูงของ GCP

3.5.5 Dense Cloud: เพิ่มจำนวนจุดของ point cloud ให้มากขึ้นก่อนที่จะไปสร้างพื้นผิว

ไปที่ Work Flow จะทำขั้นตอน Dense Cloud ก่อน เพื่อเพิ่มจำนวนจุดของ tile point ให้มากขึ้นก่อนที่จะไปสร้างพื้นผิวในขั้นตอน Mesh



ภาพ 3.14 การเลือกการประมวลผลของ Dense Cloud และภาพการประมวลผล Dense Cloud แบบ High



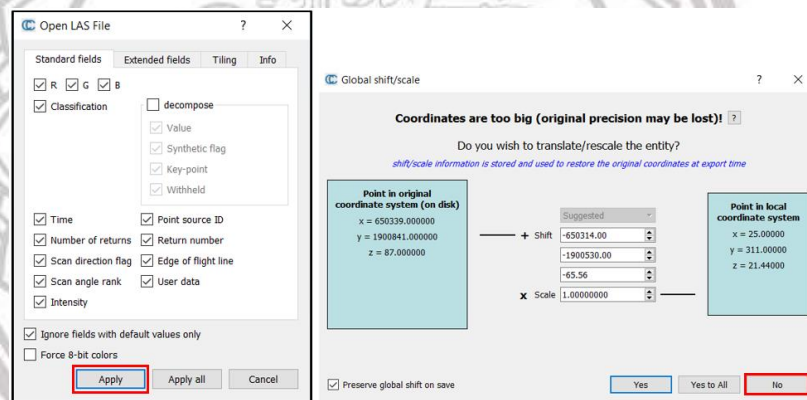
ภาพ 3.15 ภาพการประมวลผล Dense Cloud แบบ High

จากนั้นนำ Point Cloud ที่ได้ไปประเมินความถูกต้องและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง โดยใช้เครื่องมือ cloud-to-cloud บนโปรแกรม CloudCompare

### 3.6 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ

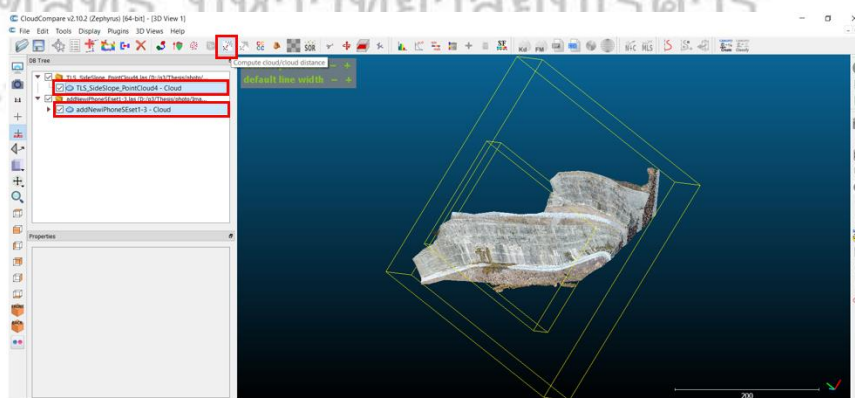
การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิตินี้ จะใช้โปรแกรม Cloud Compare โดยการนำ Point Cloud จาก Terrestrial Laser Scanner (TLS) ที่มีประสิทธิภาพสูงและแม่นยำ เปรียบเทียบกับแบบจำลองสามมิติจากการถ่ายภาพโดยกล้องถ่ายภาพจากโทรศัพท์มือถือ เพื่อทำการประเมินความถูกต้องและวิเคราะห์ศักยภาพของการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้

3.6.1 เปิดไฟล์ข้อมูลที่ต้องการประเมิน 2 ข้อมูล โดยจะเปรียบเทียบกับ Terrestrial Laser Scanner (TLS) ระหว่างแบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks กับแบบจำลองสามมิติที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking)



ภาพ 3.16 ภาพการนำข้อมูลเข้าและการกำหนดพิกัด

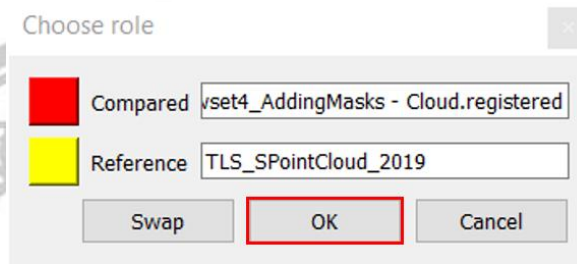
3.6.2 เลือกข้อมูลทั้ง 2 ข้อมูล จากนั้นไปที่ เครื่องมือ Tools > Distances > Cloud / Cloud Dist.



ภาพ 3.17 ภาพการเปรียบเทียบข้อมูล

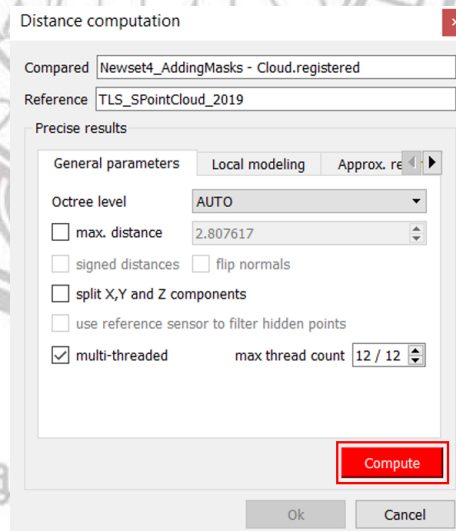
3.6.3 จะให้กำหนดลักษณะของแต่ละข้อมูล ดังนี้

- Compared (ข้อมูลเปรียบเทียบ) = Newset4\_Adding Masks
- Reference (ข้อมูลอ้างอิง) = TLS\_SPointCloud\_2019

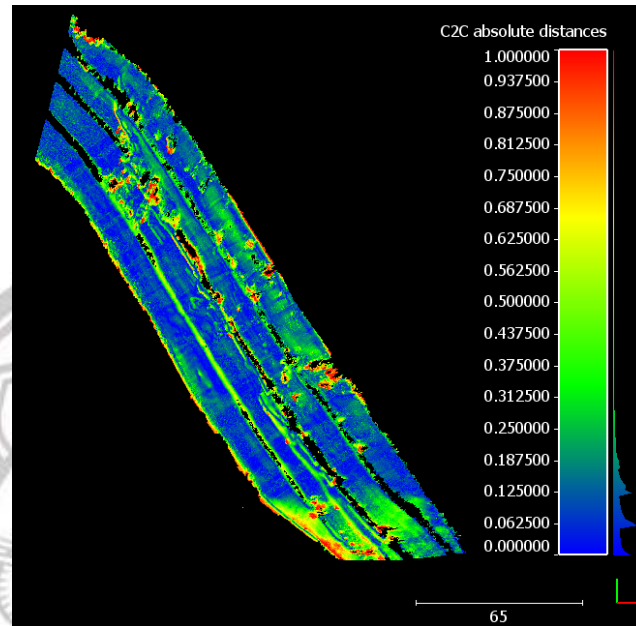


ภาพ 3.18 การกำหนดลักษณะของแต่ละข้อมูล

พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณ



ภาพ 3.19 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณ



ภาพ 3.20 ภาพการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ข้อมูล พร้อมแสดงค่าความต่างของข้อมูล 2 ข้อมูล

### 3.7 การวิเคราะห์การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง

จะทำการเปรียบเทียบจากการเก็บข้อมูล 2 ช่วงเวลา เพื่อตรวจหาการเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหลเขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน จากเครื่องมือ Cloud-to-Cloud โดยจะใช้โปรแกรม Cloud Compare ในการวิเคราะห์แบบจำลองนี้

3.7.1 เปิดแบบจำลอง 2 แบบจำลองที่ต้องการเปรียบเทียบกัน โดยข้อมูลจาก การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง แบบจำลองสามมิติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ. 2561 และ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks ในปี พ.ศ.2562

3.7.2 การเปรียบเทียบข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ cloud-to-cloud ทำซ้ำข้อ 3.6.2 และกำหนดลักษณะของแต่ละข้อมูล ดังนี้

- Compared (ข้อมูลเปรียบเทียบ) = แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks ในปี พ.ศ.2562

- Reference (ข้อมูลอ้างอิง) = แบบจำลองสามมิติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561

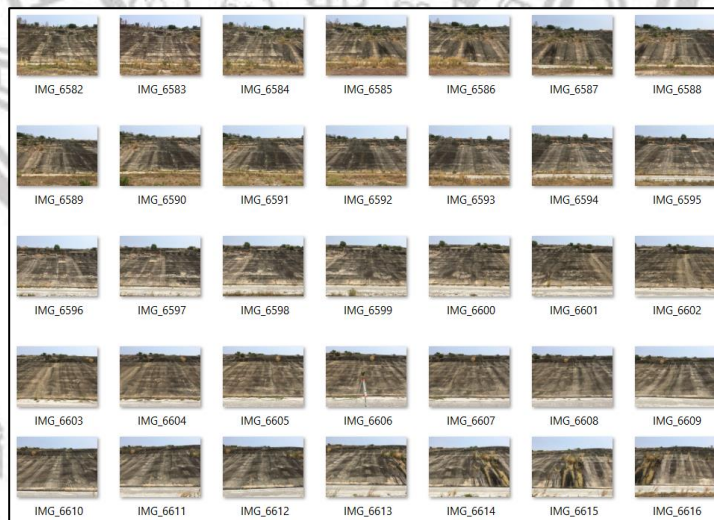
## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ศึกษาและทดลองข้อมูลตามกระบวนการ เทคนิคและขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้โปรแกรมที่กล่าวมาในงานวิจัยบทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ได้นำเทคนิคและกระบวนการต่างๆมาปรับใช้ในงานวิจัยในหัวข้อการติดตามสภาพทางลาดไหล่เขา ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ ผลการศึกษาทางลาดไหล่เขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน ต.คันไ้ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก ดังนี้

#### 4.1 การทดสอบการประมวลผลภาพถ่ายที่ระยะต่างๆ

ข้อมูลภาพถ่ายทางลาดไหล่เขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน ที่ได้จากการถ่ายภาพในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 โดยเป็น 3 ชุดภาพ แต่ละชุดจะมีความต่างกันคือ ระยะห่างระหว่างทางลาดไหล่เขากับจุดถ่ายภาพ ดังนี้



ภาพ 4.1 ภาพถ่ายชุดที่ 1 ระยะ 13 เมตร จำนวน 35 ภาพ



ภาพ 4.2 ภาพถ่ายชุดที่ 2 ระยะ 33 เมตร จำนวน 18 ภาพ

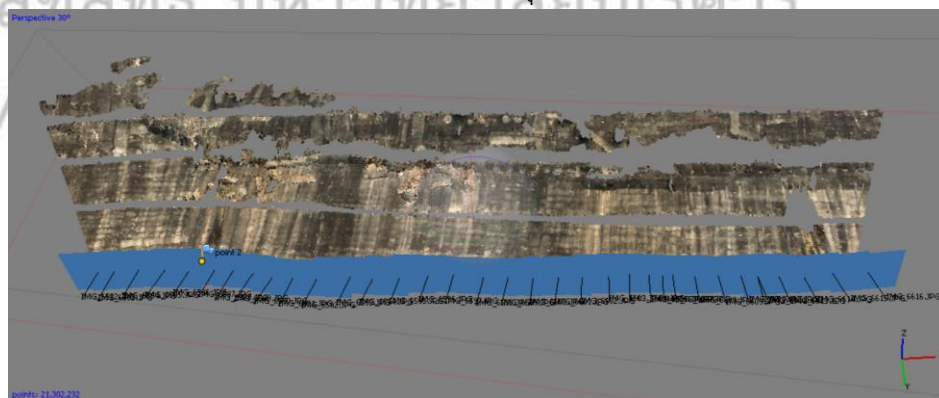


ภาพ 4.3 ภาพถ่ายชุดที่ 3 ระยะ 50 เมตร จำนวน 19 ภาพ

#### ผลการประมวลผลภาพ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม Agisoft PhotoScan จากการถ่ายภาพโดยกล้องมือถือ iPhone SE เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2562

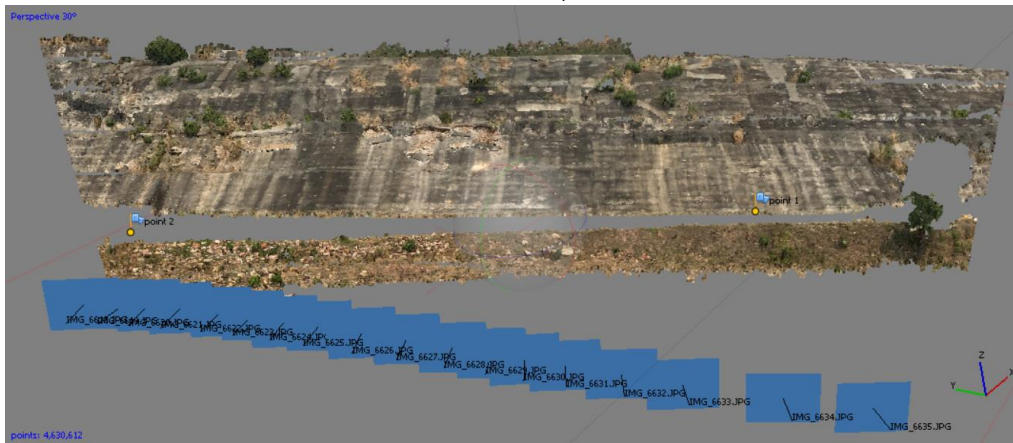
#### 4.1.1 แบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายชุดที่ 1 ระยะ 13 เมตร จำนวน 35 ภาพ



ภาพ 4.4 ภาพแบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายชุดที่ 1 จำนวน 35 ภาพ แบบ High

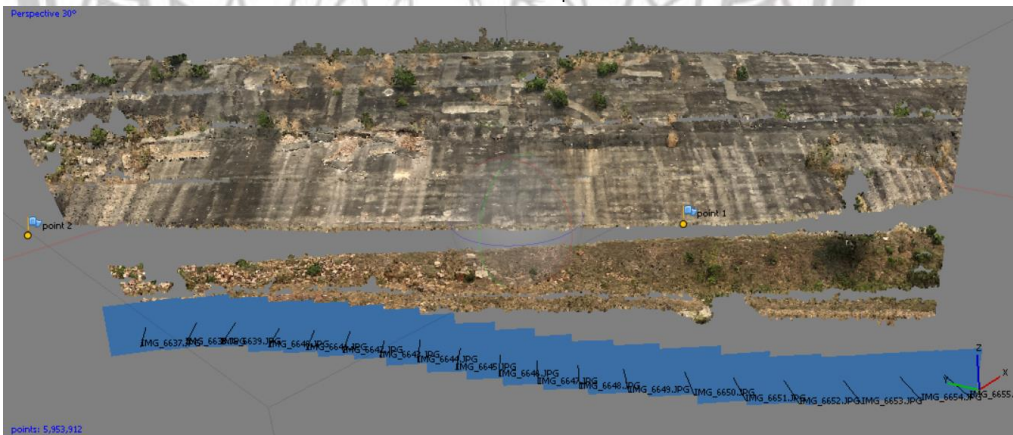


#### 4.1.2 แบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายชุดที่ 2 ระยะ 33 เมตร จำนวน 18 ภาพ



ภาพ 4.5 ภาพแบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายชุดที่ 2 จำนวน 18 ภาพ แบบ High

#### 4.1.3 แบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายชุดที่ 3 ระยะ 50 เมตร จำนวน 19 ภาพ



ภาพ 4.6 ภาพแบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่าย 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ แบบ High

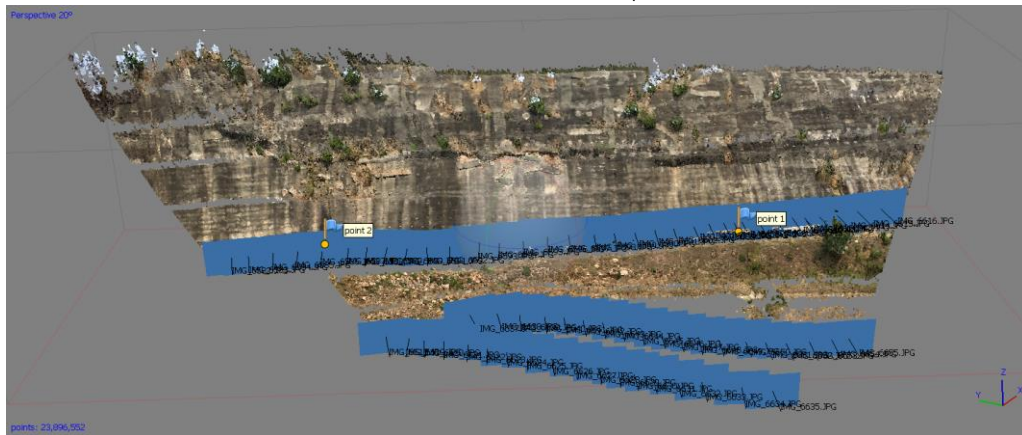
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

จะเห็นได้ว่า แบบจำลองทั้ง 3 ชุด เกิดช่องว่างจำนวนมาก เนื่องจากภาพที่ให้มีจำนวนภาพที่น้อยเกินไปทำให้มีส่วนซ้อนทับน้อย จึงทำให้แบบจำลองนี้เกิดช่องว่างจำนวนมาก เราจึงนำชุดภาพถ่ายทั้ง 3 ชุด มารวมกันแล้วทำการประมวลผลอีกครั้ง ได้ผลลัพธ์ดังนี้

All rights reserved

#### 4.1.4 แบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายทั้ง 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ



ภาพ 4.7 ภาพแบบจำลองทางลาดไหล่เขา จากภาพถ่ายทั้ง 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ แบบ High

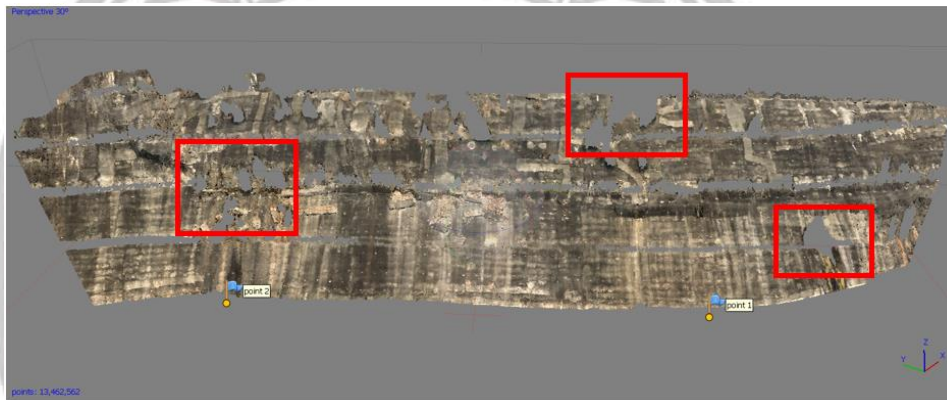
เมื่อเทียบกับแบบจำลองทั้ง 4 ชุด จะได้ตารางแสดงรายละเอียด Point Cloud ของแต่ละชุดดังนี้  
ตาราง 1 ตารางแสดงรายละเอียด Point Cloud ของแต่ละชุด

Dataset	Cameras (Photos)	Distance (Meter)	Tie points (Points)	RMS reprojection error	Max reprojection error	Effective overlap	Point Cloud (Points)
1	35	13	29,116 of 33,949	0.128 (0.667 pix)	0.389 (24.350 pix)	2.505	21,710,169
2	18	33	14,819 of 16,353	0.180 (0.890 pix)	0.545 (29.985 pix)	4.541	4,630,612
3	19	50	16,697 of 18,270	0.186 (0.854 pix)	0.560 (18.525 pix)	4.265	5,954,108
4	72	13, 33, 50	44,293 of 54,860	0.176 (1.069 pix)	0.534 (28.162 pix)	4.604	23,896,552

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลชุดที่ 4 มีการสร้างและใช้จำนวนจุด Tie point เป็นจำนวนมาก มีการซ้อนทับของรูปภาพที่มาก และมีจำนวน Point Cloud มากกว่าข้อมูลชุดอื่น ดังนั้น แบบจำลองที่จะใช้ในการประเมินความถูกต้องและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนต่อไปคือ แบบจำลองชุดที่ 4 ใช้ภาพทั้งหมด 72 ภาพ

#### 4.2 การทดสอบการประมวลผล Adding Masks บริเวณที่เป็นพืช

จากผลลัพธ์ของแบบจำลองสามมิติจากภาพทั้งหมด 72 ภาพ ซึ่งมีบริเวณของพืชหรือต้นไม้อยู่ด้วย อาจจะทำให้การประเมินความถูกต้องและการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่คลาดเคลื่อนได้ เราจึงทำการกันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้ เพื่อปรับปรุงผลลัพธ์ของ Point Cloud โดยใช้เครื่องมือ Adding Masks บนโปรแกรม Agisoft PhotoScan ผลลัพธ์ที่ได้จากการกันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้ Point Cloud จะไม่อยู่ในพื้นที่ที่กันไว้ ทำให้แบบจำลองที่ได้ไม่มีพืชหรือต้นไม้อยู่

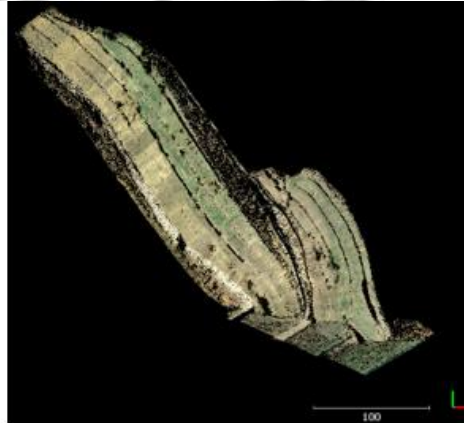


ภาพ 4.8 แบบจำลองที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks จากภาพถ่าย 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ

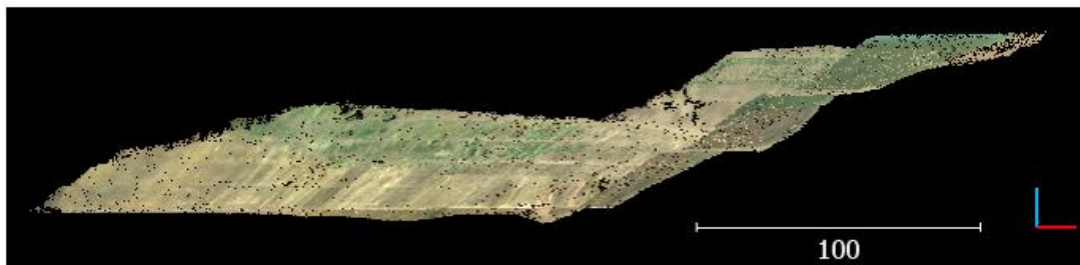


ภาพ 4.9 แบบจำลองที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking) จากภาพถ่าย 3 ชุด จำนวน 72 ภาพ

ดังนั้น แบบจำลองที่จะใช้ในการประเมินความถูกต้องและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนต่อไปคือ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks จากภาพที่ 4.10 จะเป็น Point Cloud แบบจำลองสามมิติ Terrestrial Laser Scanner (TLS) ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2562 จากบริษัท จีไอเอส จำกัด ใช้ในการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ



ด้านหน้า



ด้านข้าง

ภาพ 4.10 Point Cloud ของแบบจำลองสามมิติ Terrestrial Laser Scanner (TLS)

ในปี พ.ศ.2561

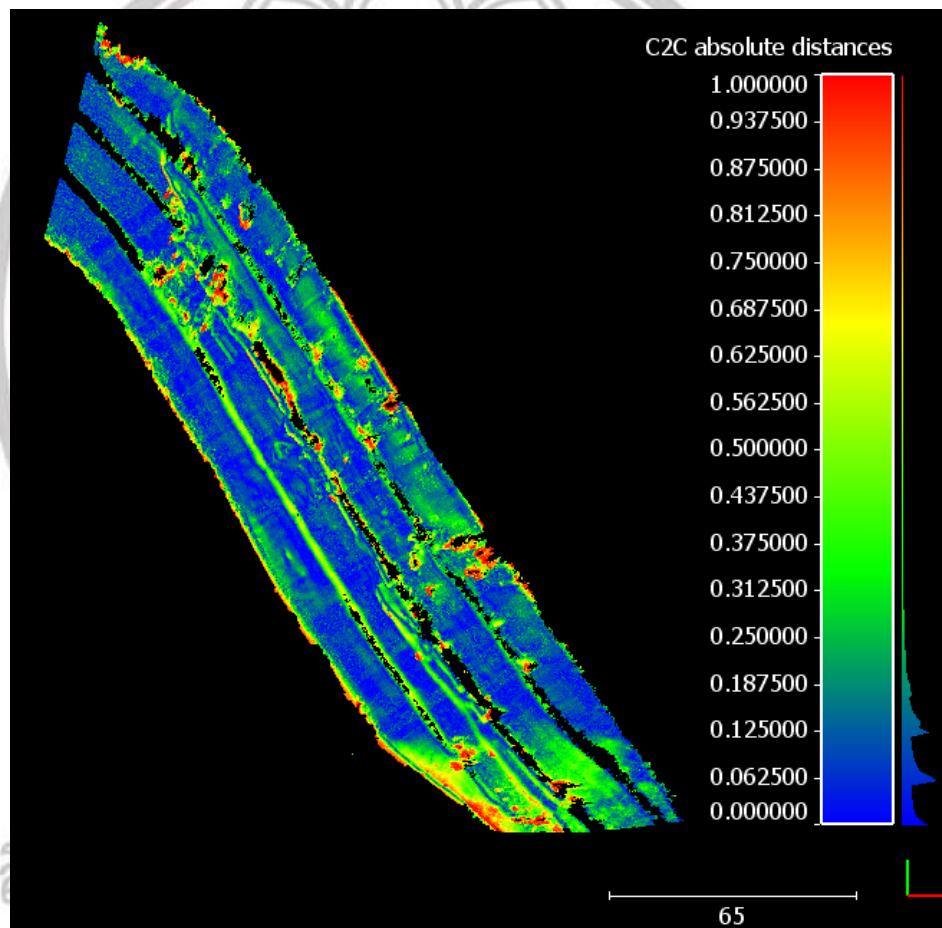
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks กับแบบจำลองที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking) โดยใช้เครื่องมือ cloud-to-cloud บนโปรแกรม CloudCompare

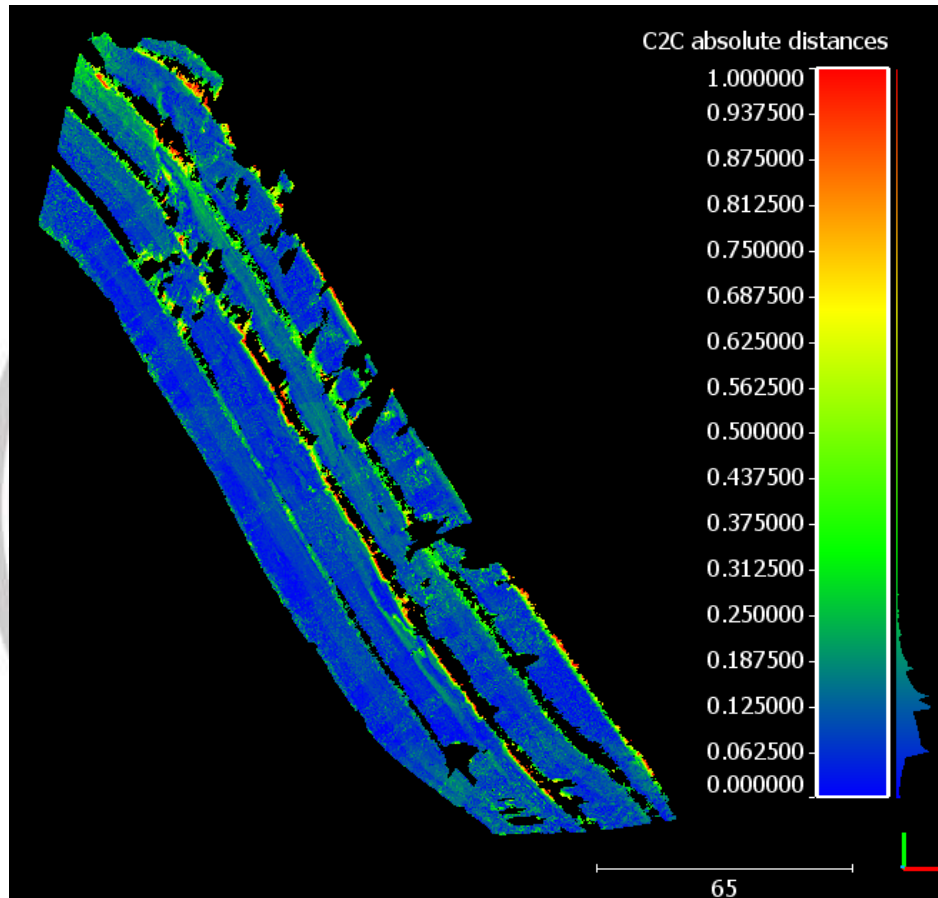
ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง Terrestrial Laser Scanner (TLS) และ แบบจำลองที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking)



ภาพ 4.11 ภาพการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง Terrestrial Laser Scanner (TLS) และ แบบจำลองที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking)

All rights reserved

ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง Terrestrial Laser Scanner (TLS) และ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks



ภาพ 4.12 ภาพการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง Terrestrial Laser Scanner (TLS) และ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks

ตาราง 2 ตารางแสดงค่าทางสถิติของการประเมินความถูกต้อง

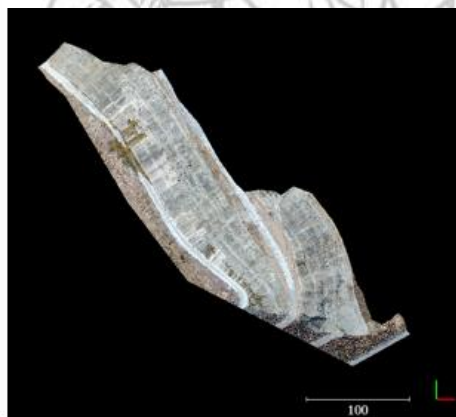
ระหว่าง แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks กับแบบจำลองที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking) เมื่อเปรียบเทียบกับ Terrestrial Laser Scanner (TLS)

Method	Mean (m)	std.dev. (m)
No Masking	0.168	0.178
Adding Masks	0.128	0.075

จากการศึกษานี้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความถูกต้องของการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้แบบ Adding Masks มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.128 เมตร และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.075 เมตร ในขณะที่การประมวลผลปกติแบบ No Masking มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.168 เมตร และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.178 เมตร จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนแบบ Adding Masks มีค่าน้อยกว่าแบบ No Masking ซึ่งการที่ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยลง ความถูกต้องของแบบจำลองก็ยิ่งมากขึ้น สรุปได้ว่า แบบจำลองสามมิติที่มีความถูกต้องมากกว่าคือ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks

#### 4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขา

จากภาพจะเป็น Point Cloud แบบจำลองสามมิติ จากอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในเดือนเมษายน พ.ศ.2561 จากสำนักงานชลประทานที่ 3 แบบจำลองสามมิติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV)



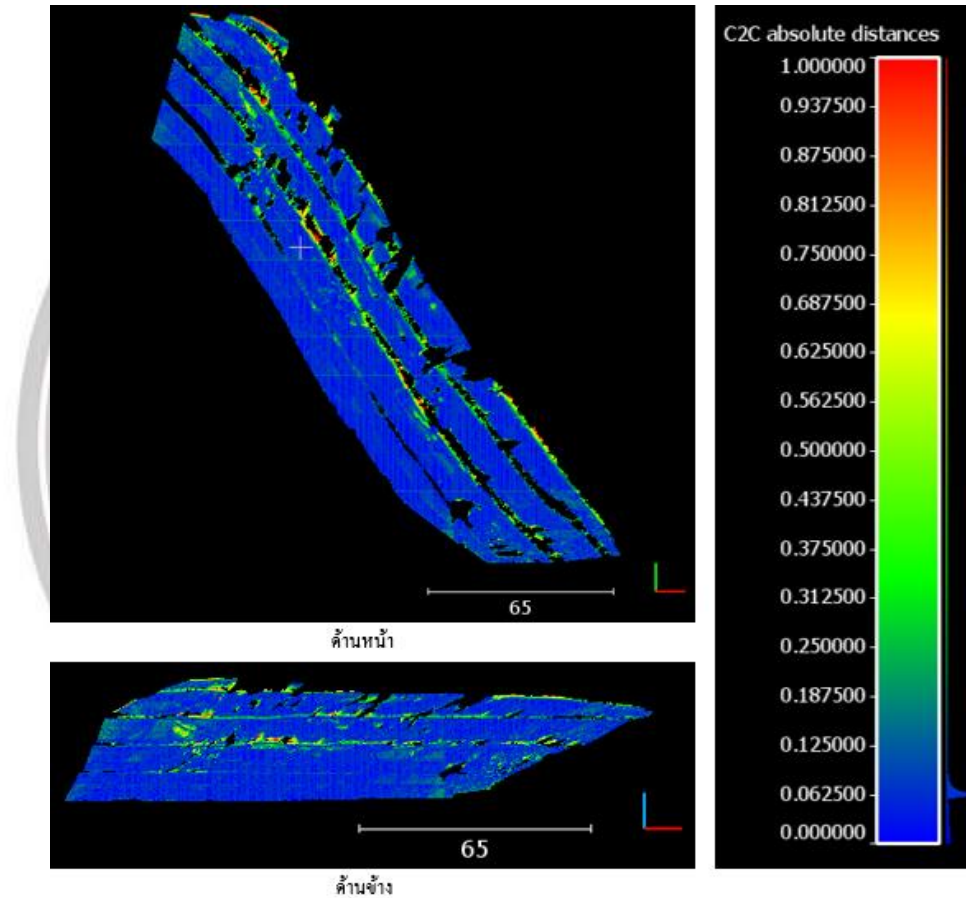
ด้านหน้า



ด้านข้าง

ภาพ 4.13 รูป Point Cloud ของ อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง แบบจำลองสามมิติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561 และ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks ในปี พ.ศ.2562 ด้วยเครื่องมือ cloud-to-cloud บนโปรแกรม CloudCompare

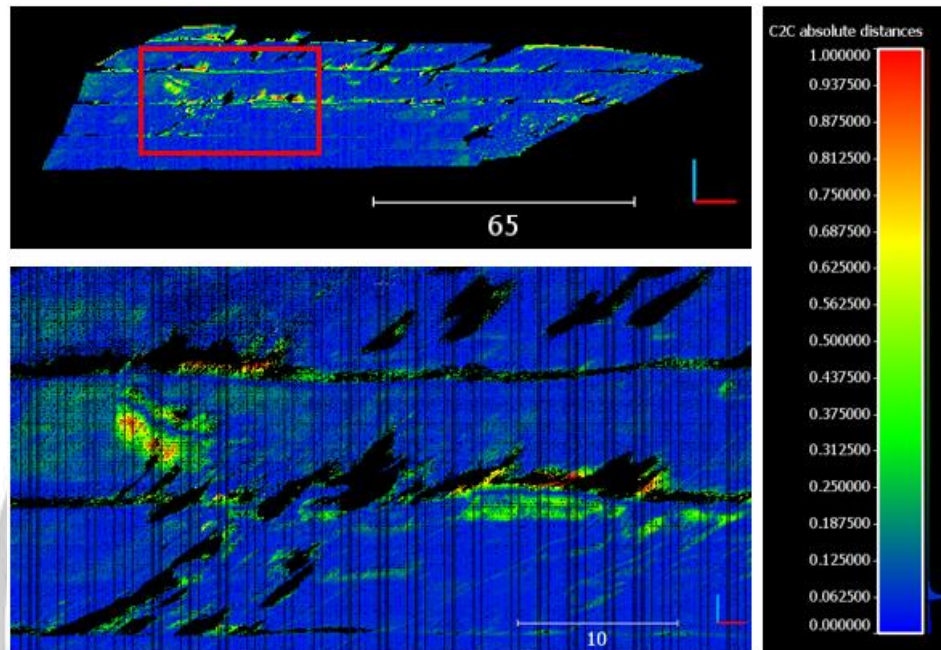


ภาพ 4.14 ภาพการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองสามมิติ ระหว่าง แบบจำลองสามมิติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561 และ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks ในปี พ.ศ.2562

Copyright by Naresuan University

All rights reserved





ภาพ 4.15 ภาพจุดที่เปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขา ระหว่าง แบบจำลองสามมิติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561 และ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks ในปี พ.ศ.2562

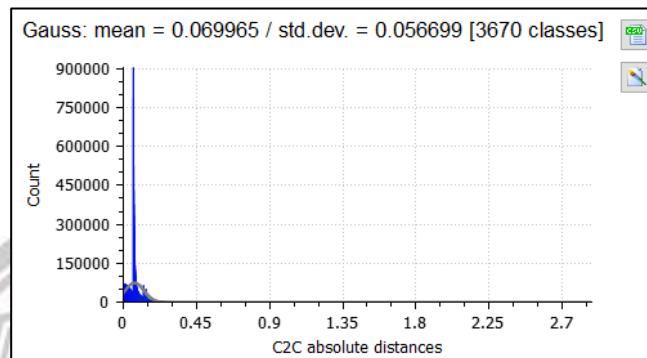
ตาราง 3 ตารางแสดงค่าทางสถิติของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขา

ระหว่าง อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561 และ จากการถ่ายภาพโดยกล้องถ่ายภาพจากโทรศัพท์มือถือ Adding Masks ในปี พ.ศ.2562

Data	Mean (m)	std.dev. (m)
แบบจำลองสามมิติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561 และ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks ในปี พ.ศ.2562	0.070	0.057

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาพ 4.16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทางลาดไหล่เขา ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.070 เมตร และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.057 เมตร ดังนั้นจึงมีการตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ในบริเวณดังกล่าว

ลิขสิทธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## บทที่ 5

### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยในบทที่ 4 ของผลการดำเนินการวิจัย ในหัวข้อการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพของทางลาดไหล่เขา ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะการศึกษา ได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การทดสอบการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ จากการประมวลผลภาพถ่ายที่ระยะต่างๆ

การทดสอบการประมวลผลบนโปรแกรม Agisoft PhotoScan จากการถ่ายภาพโดยกล้องมือถือ iPhone SE เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2562 ได้ภาพทั้งหมด 3 เซต โดยแต่ละเซต มีจำนวนรูปคือ 35 18 19 ภาพ แต่ละเซตจะต่างกันที่ระยะเฉลี่ยของการถ่ายภาพ คือ 13, 33 และ 50 เมตร ตามลำดับ จากนั้นทำการประมวลผลบนโปรแกรม Agisoft PhotoScan พบว่า แบบจำลองแต่ละเซตที่ได้ มีจำนวน Point Cloud และพื้นที่ Overlap ที่น้อย ทำให้แบบจำลองแต่ละเซตเกิดช่องว่างจำนวนมาก เราจึงนำภาพทั้งหมดมารวมกัน 72 ภาพ ทำการประมวลผลอีกครั้ง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ มีจำนวน Point Cloud จำนวนมาก และมีพื้นที่ Overlap ที่มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบ แบบจำลองแต่ละเซต ดังตารางที่ 1 ตารางแสดงรายละเอียด Point Cloud ของแต่ละเซต สรุปได้ว่า ข้อมูลชุดที่ 4 มีการสร้างและใช้จำนวนจุด Tie Point เป็นจำนวนมาก มีการซ้อนทับของรูปภาพที่มาก และมีจำนวน Point Cloud มากกว่าข้อมูลชุดอื่น ดังนั้นแบบจำลองสามมิติที่จะใช้ในการประเมินความถูกต้องและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนต่อไปคือแบบจำลองชุดที่ 4 โดยใช้ภาพถ่ายจากหลากหลายระยะรวม ๆ กัน ซึ่งใช้ภาพทั้งหมดจำนวน 72 ภาพ

5.1.2 การทดสอบการประมวลผล Adding Masks ของภาพถ่ายในบริเวณที่มีพืชปกคลุม

จากผลลัพธ์ของแบบจำลองสามมิติจากภาพทั้งหมด 72 ภาพ ซึ่งมีพืชหรือต้นไม้อยู่ด้วย อาจจะทำให้การประเมินความถูกต้องและการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่คลาดเคลื่อนได้ เราจึงทำการกันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้ เพื่อปรับปรุงผลลัพธ์ของ Point Cloud โดยใช้เครื่องมือ Adding Masks บนโปรแกรม CloudCompare ผลลัพธ์ที่ได้จากการกันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้ Point Cloud จะไม่อยู่ในพื้นที่ที่กันไว้ ทำให้แบบจำลองสามมิติที่ได้ไม่มีพืชหรือต้นไม้อยู่

จากนั้นทำการประเมินความถูกต้องระหว่างแบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks กับแบบจำลองที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking) มาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีความแม่นยำสูง

กว่าด้วยการสำรวจจาก Terrestrial Laser Scanner (TLS) โดยใช้เครื่องมือ cloud-to-cloud บนโปรแกรม CloudCompare ผลลัพธ์ที่ได้ เมื่อเปรียบเทียบค่าสถิติ No Masking มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.168 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.178 เมตร และแบบ Adding Masks มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.128 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.075 เมตร จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนแบบ Adding Masks มีค่าน้อยกว่าแบบ No Masking ซึ่งการที่ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยกว่า ความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติก็ยิ่งมากขึ้น ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองสามมิติที่มีความถูกต้องมากกว่า คือ แบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks ของภาพถ่ายในบริเวณที่มีพืชปกคลุม

### 5.1.3 การวิเคราะห์การติดตามของการเปลี่ยนแปลง

จากการวิเคราะห์การติดตามของการเปลี่ยนแปลงระหว่างแบบจำลองสามมิติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในปี พ.ศ.2561 และแบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks บริเวณที่มีพืชปกคลุม ในปี พ.ศ.2562 ด้วยเครื่องมือ cloud-to-cloud บนโปรแกรม CloudCompare ผลลัพธ์ที่ได้ ค่าทางสถิติมีค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.070 เมตร และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.057 เมตร จึงสรุปได้ว่า มีการตรวจพบสภาพการเปลี่ยนแปลงของทางลาดไหล่เขามีค่าเฉลี่ยโดยรวมเปลี่ยนแปลงไป 0.070 เมตร

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยของ Shirkhani et al. (2017) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง 3D Coordinate Measurement of Dam by Close-Range Photogrammetry โดยการใช้เทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ (Close-Range Photogrammetry) จากการเก็บภาพถ่ายโดยใช้กล้องดิจิทัล เพื่อประเมินความสามารถของ Photogrammetry ผลการวิจัยพบว่ามีความแม่นยำ 1.88 มิลลิเมตร และงานวิจัยของ Giulia et al. (2017) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง Survey of the Ridracoli Dam: UAV-based photogrammetry and traditional topographic techniques in the inspection of vertical structures ซึ่งในงานวิจัยนี้ การตรวจสอบด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม คือ การประเมินด้วยสายตานั้น ไม่สะดวกต่อการตรวจสอบโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ โดยการนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ที่มาพร้อมกับกล้องประสิทธิภาพสูงช่วยให้สามารถครอบคลุมการถ่ายภาพอย่างรวดเร็วของระบบเขื่อนทั้งหมด และนอกจากนี้ยังใช้เครื่องสแกน

เลเซอร์ช่วยวิเคราะห์พื้นที่ การวิเคราะห์เชิงเส้นและพื้นผิวแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำสูงของเทคนิคเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV)

แต่จากงานวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้การสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ จากกล้องถ่ายภาพบนโทรศัพท์ smartphone ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำได้ง่ายและสะดวกในการพกพา เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานชลประทาน เช่น ทางลาดไหล่เขา ที่ให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองสามมิติที่ได้นั้นมีความละเอียดถูกต้องในระดับเซนติเมตร โดยใช้ข้อมูลจากการถ่ายภาพจากโทรศัพท์มือถือ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แม้ว่ายังไม่แม่นยำเหมือนกับวิธีการสำรวจรังวัดด้วย laser scanning แต่จากประโยชน์ดังกล่าวในงานวิจัยสามารถประยุกต์ใช้วิธีการสำรวจรังวัดที่มีต้นทุนได้ต่ำกว่าโดยเฉพาะเครื่องมือ, อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล ที่ได้ไปประเมินและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้

จากผลการประเมินความถูกต้องของการสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ จากกล้องถ่ายภาพบนโทรศัพท์ smartphone มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.128 เมตร และผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างแบบจำลองสามมิติ มีค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.070 เมตร ดังนั้นงานวิจัยนี้ สามารถประยุกต์ใช้การติดตามสภาพทางลาดไหล่เขา ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานชลประทาน อันเป็นแนวทางในการตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสภาพทางลาดไหล่เขาได้อย่างง่ายและสะดวก

### 5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 เนื่องจากพื้นที่ที่ศึกษาเป็นพื้นที่ธรรมชาติทำให้มีพืชหรือต้นไม้อยู่ด้วย ซึ่งทำให้เราไม่สามารถควบคุมพืชหรือต้นไม้ได้



ภาพ 5.1 ทางลาดไหล่เขาทำยเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน

5.3.2 เมื่อประมวลผลในโปรแกรม Agisoft PhotoScan แบบจำลองที่ได้ที่ได้จะมีพีชหรือต้นไม้ อยู่ด้วย ซึ่งอาจจะทำให้การประเมินความถูกต้องและการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่คลาดเคลื่อนได้



ภาพ 5.2 แบบจำลองสามมิติของทางลาดไหลเขาทำยเชื่อมแควน้อยบำรุงแดน

#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

ควรตรวจสอบสภาพอากาศทุกครั้ง ก่อนลงพื้นที่จริง และควรตรวจสอบสิ่งกีดขวางก่อนการถ่ายภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

### บรรณานุกรม

กลุ่มบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท. (2561). แนวทางการตรวจสอบและประเมินความเสี่ยง กรณีดินถล่ม. สืบค้นเมื่อ 03 มีนาคม 2562, จาก [http://maintenance.drr.go.th/sites/maintenance.drr.go.th/files/Manual\\_RM\\_08086\\_1.pdf](http://maintenance.drr.go.th/sites/maintenance.drr.go.th/files/Manual_RM_08086_1.pdf)

Agisoft. (2006). Image Capture Tips: Equipment and Shooting Scenarios. Retrived March 19, 2019, from <https://www.agisoft.com/support/tips-tricks/>.

Buffi, G., Manciola, P., Grassi, S., Barberini, M., & Gambi, A. (2017). Survey of the Ridracoli Dam: UAV-based photogrammetry and traditional topographic techniques in the inspection of vertical structures. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(2), 1562-1579.

Countrygirl. (2551). เชื้อนแควน้อย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.พิษณุโลก. Retrived March 16, 2019, from <http://oknation.nationtv.tv/blog/print.php?id=345411>.

Danielgm. (2006). CloudCompare. Retrived March 19, 2019, from <https://www.danielgm.net/cc/>.

Shirkhani et al. (2017). 3D Coordinate Measurement of Dam by Close Range Photogrammetry. Retrived April 02, 2019, from [https://www.researchgate.net/publication/267726829\\_3D\\_Coordinate\\_Measurement\\_of\\_Dam\\_by\\_Close\\_Range\\_Photogrammetry](https://www.researchgate.net/publication/267726829_3D_Coordinate_Measurement_of_Dam_by_Close_Range_Photogrammetry).

Sohn, H. G., Lim, Y. M., Yun, K. H., & Kim, G. H. (2005). Monitoring crack changes in concrete structures. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 20(1), 52-61.

All rights reserved





ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาคผนวก ก

การลงพื้นที่สำรวจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ลงพื้นที่เก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา ทางลาดไหล่เขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดพิษณุโลก

- ติดต่อประสานงานกับผู้อำนวยการ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแควน้อยบำรุงแดน เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลพื้นที่ศึกษา



- ลงพื้นที่เก็บข้อมูล





ลิขสิทธิ์  
Copyright  
University



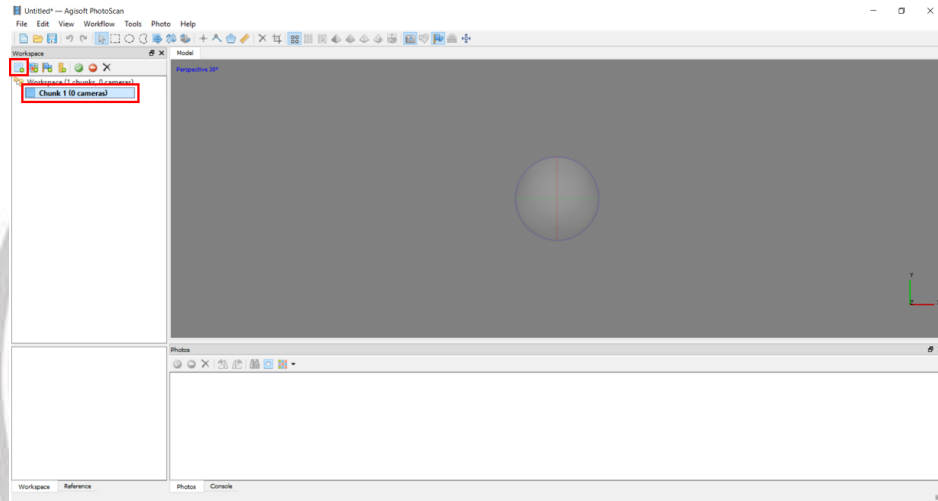
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

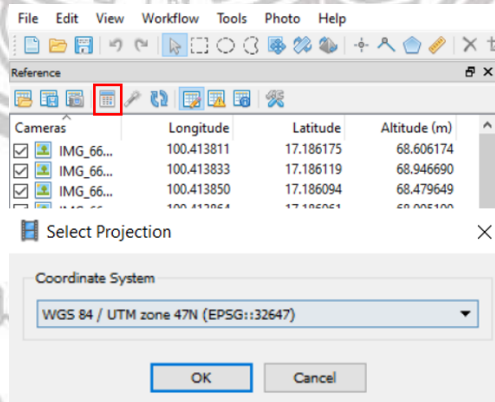
All rights reserved

## 1. การสร้างไฟล์งาน

ขั้นตอนแรกเปิดโปรแกรม Agisoft PhotoScan ขึ้นมาแล้วกดคำว่า add chunk เพื่อสร้างไว้เก็บรวบรวมภาพ จากนั้นคลิกขวาที่ chunk เพื่อ add photo นำข้อมูลภาพถ่ายจากโทรศัพท์มือถือ (iPhone SE) เข้ามา

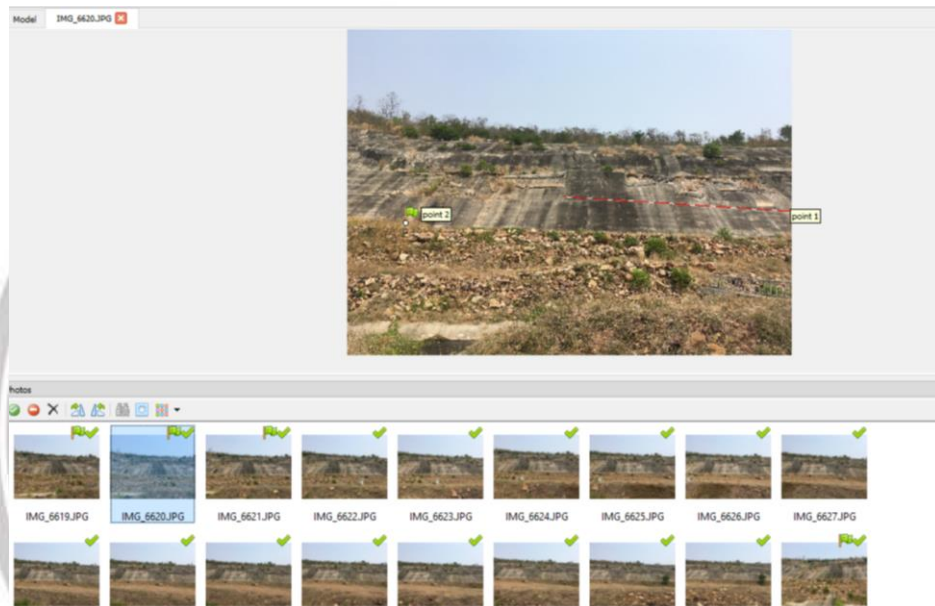


กำหนด Coordinate System ให้เป็น WGS 84 / UTM zone 47 (EPSG :: 32647)



## 2. Adding Masks

ดับเบิลคลิกที่รูปภาพที่เราต้องการกันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้ เพื่อปรับปรุงผลลัพธ์ของ Point Cloud



เลือก Intelligent Scissors ดังรูป จากนั้น กันพื้นที่ที่อยู่บนพืชหรือต้นไม้ในภาพ



Copy

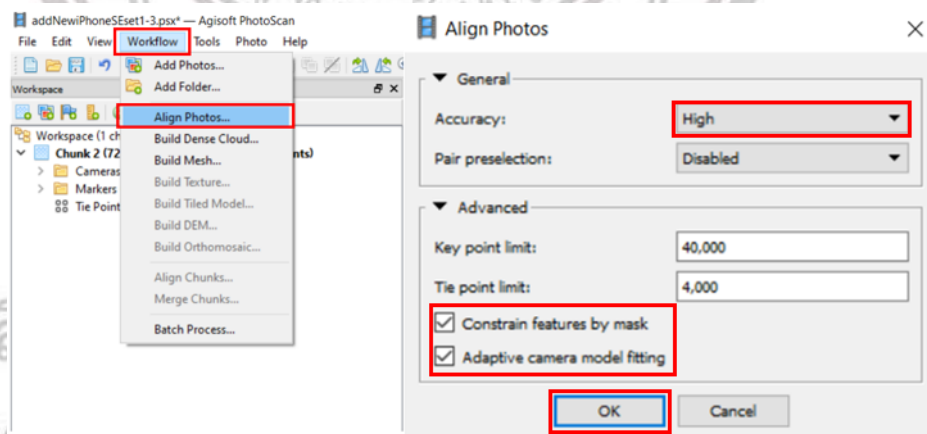
คลิกขวา เลือก Add Selection



ทำซ้ำให้ครบทุกภาพที่ต้องการกันพื้นที่

3. Align Photo: เป็นการนำภาพมาจัดเรียงแล้วเลือกเอาจุดของภาพที่เหมือนกันมาสร้างโมเดล

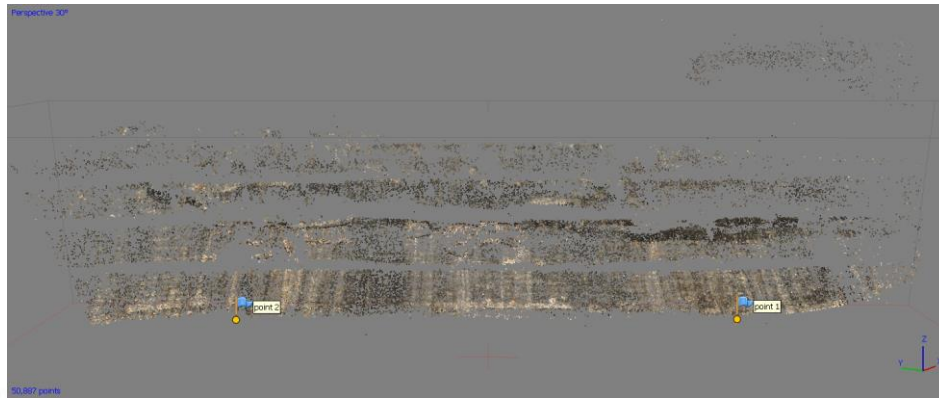
ไปที่ workflow โดยจะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนต่างๆ เริ่มตั้งแต่ Align Photo จะมีตัวหนังสือสีดำ แล้วตัวอื่นๆ เป็นสีเทา หมายความว่า เราต้องทำการ โพรเซส Align Photo ให้เสร็จก่อนถึงจะทำขั้นตอนถัดไป



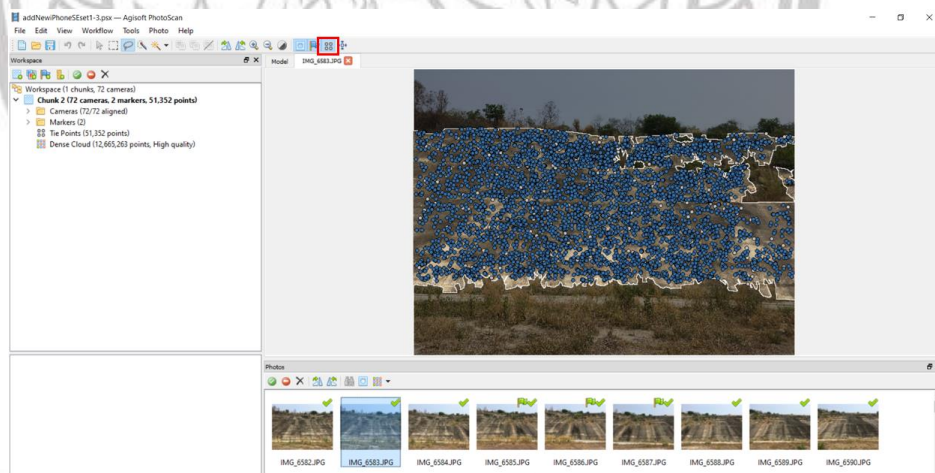
Copyright by Mahachulalongkornrajavidyalaya University  
All rights reserved



ภาพการประมวลผล Align Photo แบบ High



เมื่อดูที่รูปภาพจะสังเกตได้ว่า Point Cloud จะอยู่บนพื้นที่ที่เราต้องการ ซึ่งจะทำให้เราได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น โดยคลิกที่ View Point



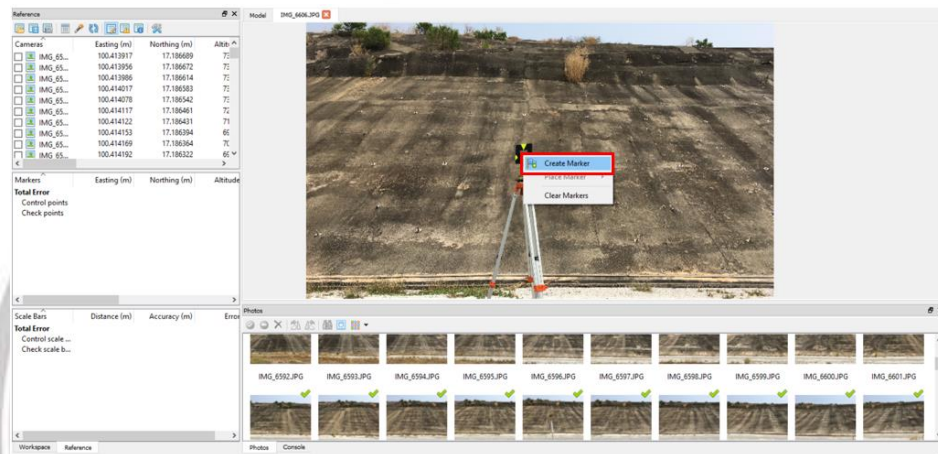
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

#### 4. Georeferencing: กระบวนการกำหนดพิกัดภาคพื้นดินให้กับแบบจำลอง

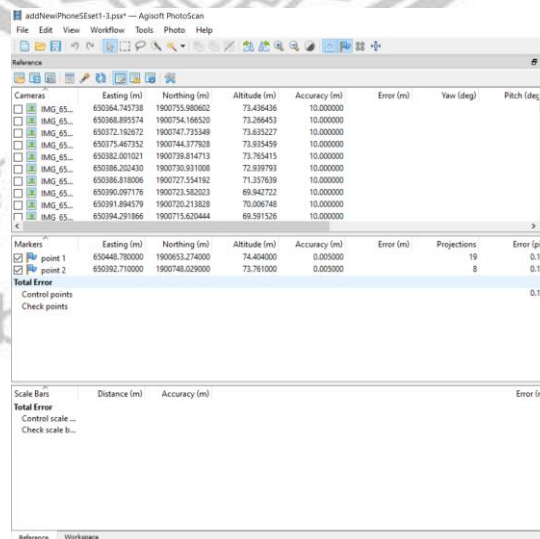
เลือกภาพที่วางจุด Ground Control Point : GCP แล้วกำหนดจุดให้ครบทุกจุดที่วางไว้แต่ละตำแหน่ง โดยคลิกขวาแล้วเลือก Create Marker



กำหนดพิกัดและความสูงของแต่ละจุด ดังนี้

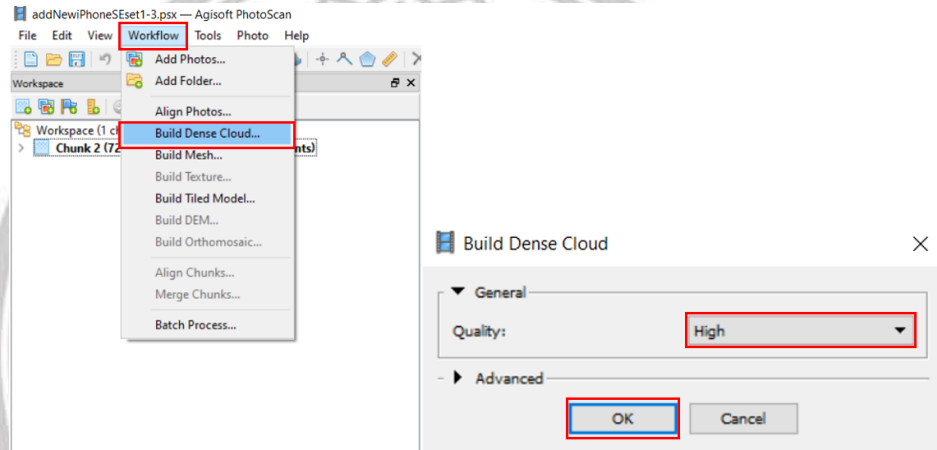
Point 1 :           Grid-E = 650448.78   Grid-N = 1900653.274    Altitude = 74.404

Point 2 :           Grid-E = 650392.71   Grid-N = 1900748.029    Altitude = 73.761

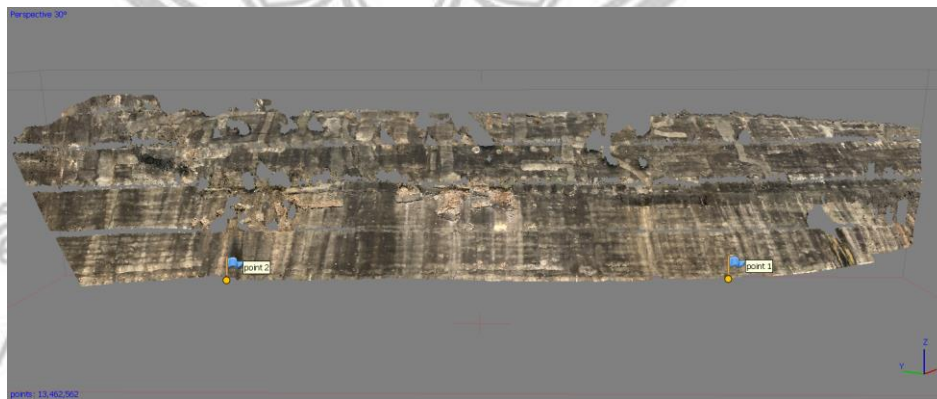


5. Dense Cloud: เพิ่มจำนวนจุดของ point cloud ให้มากขึ้นก่อนที่จะไปสร้างพื้นผิว

ไปที่ Work Flow จะทำขั้นตอน Dense Cloud ก่อน เพื่อเพิ่มจำนวนจุดของ tile point ให้มากขึ้นก่อนที่จะไปสร้างพื้นผิวในขั้นตอน Mesh



แบบจำลองสามมิติของทางลาดไหล่เขาในบริเวณท้ายเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก



All rights reserved

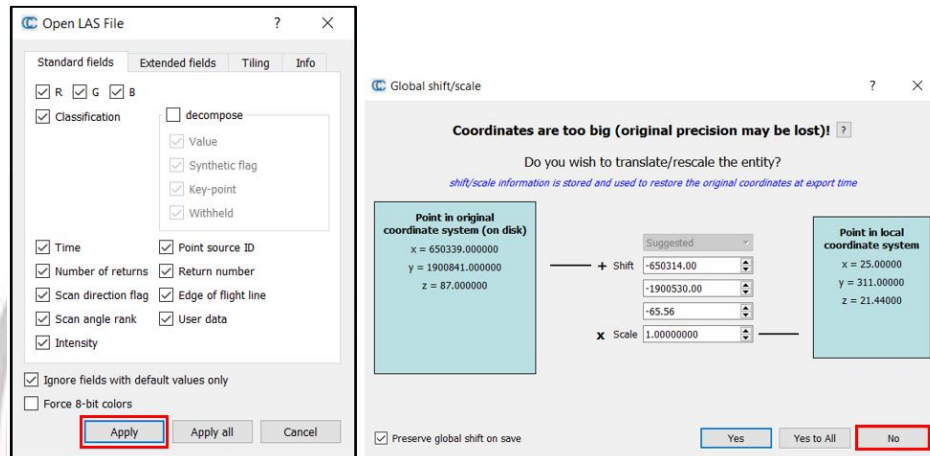


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

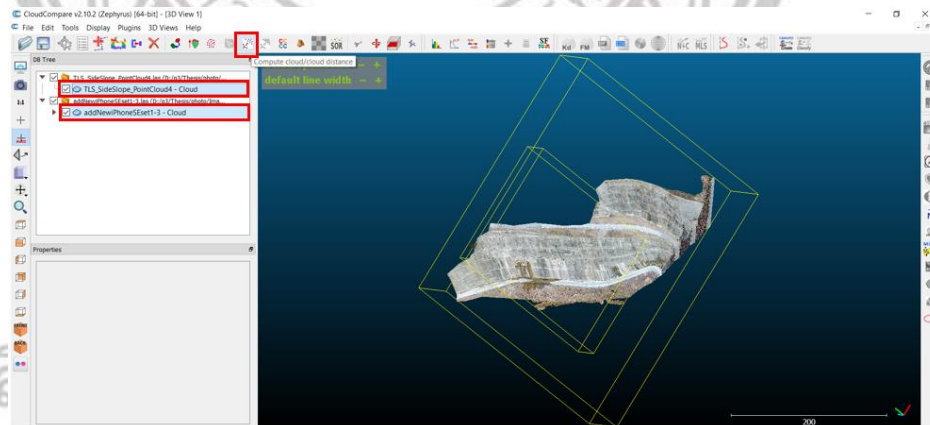
Copyright by Naresuan University

All rights reserved

1. เปิดไฟล์ข้อมูลที่ต้องการประเมิน 2 ข้อมูล โดยจะเปรียบเทียบกับ Terrestrial Laser Scanner (TLS) ระหว่างแบบจำลองสามมิติที่ปรับแก้ด้วยเครื่องมือ Adding Masks กับแบบจำลองสามมิติที่ไม่ได้ทำการปรับแก้ (No Masking)



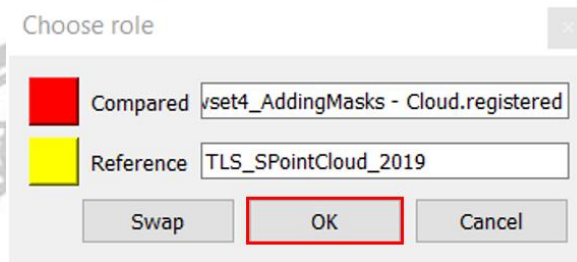
2. เลือกข้อมูลทั้ง 2 ข้อมูล จากนั้นไปที่ เครื่องมือ Tools > Distances > Cloud / Cloud Dist.



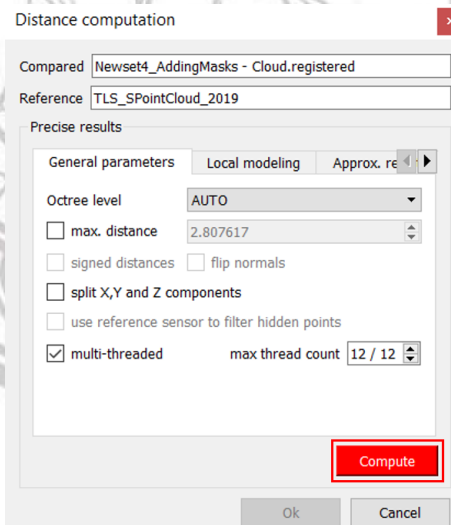
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

3. จะให้กำหนดลักษณะของแต่ละข้อมูล ดังนี้

- Compared (ข้อมูลเปรียบเทียบ) = Newset4\_Adding Masks
- Reference (ข้อมูลอ้างอิง) = TLS\_SPointCloud\_2019



พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณ

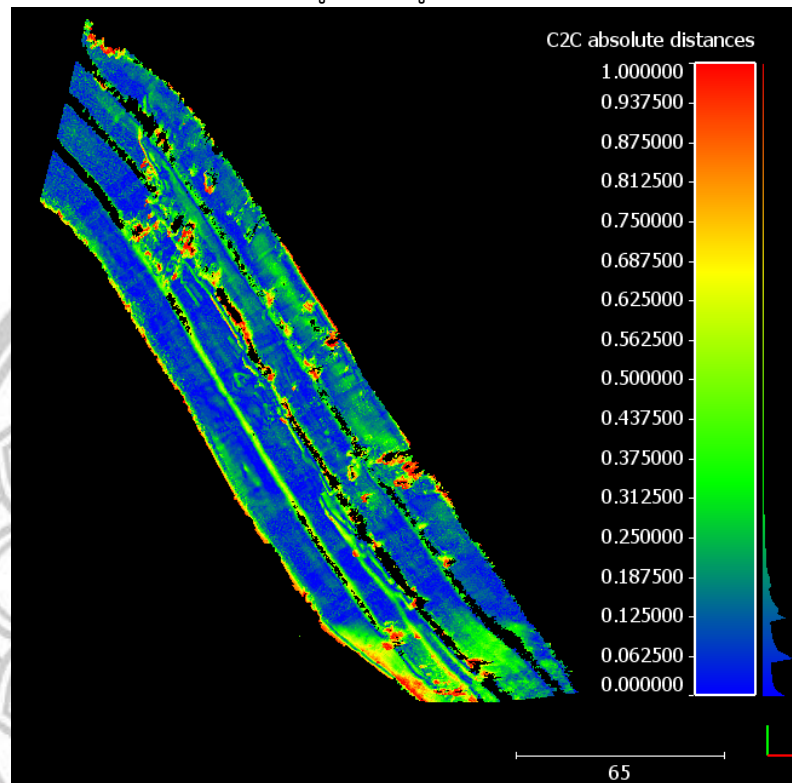


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ข้อมูล พร้อมแสดงค่าความต่างของข้อมูล 2 ข้อมูล



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



## ประวัติผู้วิจัย

- ชื่อ-สกุล**                      กนกวรรณ มะโนไธสง
- วัน เดือน ปี เกิด**            9 กุมภาพันธ์ 2541
- ที่อยู่ปัจจุบัน**                64 หมู่ 5 ตำบลร่องฟอง อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ 54000
- ประวัติการศึกษา**
- พ.ศ.2559 – ปัจจุบัน          วท.บ.(ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร เกรดเฉลี่ย 2.57
- พ.ศ. 2553 – 2558              ระดับมัธยมศึกษา (วิทย์-คณิต) โรงเรียนถิ่นโกลาสวิทยา ตำบลบ้านถิ่น อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ 54000 เกรดเฉลี่ย 3.12
- พ.ศ. 2547 – 2552              ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านร่องฟอง ตำบลร่องฟอง อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ 54000
- กิจกรรมที่เข้าร่วม**
- 1) เข้าร่วมกิจกรรมค่ายภูมิศาสตร์นเรศวร ครั้งที่ 37 ประจำปีการศึกษา 2561 ณ.บ้านห้วยทรายเหนือ ตำบลห้วยเฮี้ย อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก
  - 2) เข้าร่วมอบรม OpenStreetMap Contribution by JOSM วันที่ 9 เมษายน 2562 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย OSGeoTH
- ประสบการณ์การทำงาน**
- 1) จัดทำแผนที่ภาษีโรงเรือนและที่ดิน สำรวจและนำเข้าข้อมูลประเภทอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ภายใต้บริษัท กราฟเมติกซ์ จำกัด
  - 2) จำแนกประเภทของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ภายใต้บริษัท แมพพ้อยท์เอเชีย (ประเทศไทย)
  - 3) เป็นสถาปนากลางขององค์การนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำหน้าที่ในฝ่ายพยาบาล ในปีการศึกษา 2560 และทำหน้าที่ในฝ่ายสวัสดิการ ในปีการศึกษา 2561

รางวัลที่ได้รับ

รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 1 โครงการประกวดดนตรีโฟล์คของ คณะเกษตรศาสตร์  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปีการศึกษา 2561



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved