



การประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ  
The risk assessment of physical roads using UAV photogrammetry



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยรัตนโกสินทร์

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรัตนโกสินทร์  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิศาสตร์  
พฤศจิกายน 2563  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยรัตนโกสินทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง “การประเมินความเสี่ยง ลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ” ( The risk assessment of physical roads using UAV photogrammetry ) นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร เห็นสมควร รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....  
พจปรีชา ชาติบุรี

(อาจารย์ ดร.พจปรีชา ชาติบุรี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....  


(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์

.....  


(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี “การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ” สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ในการให้ข้อมูล คำปรึกษาแนะนำ ที่มีประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พลปรีชา ชิตบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ บุญพล มีไชโย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ความรู้อันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติม จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและเป็นผู้สนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมาและขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษาและช่วยแนะนำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จิตติวัฒน์ ตันนามน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ
<b>ผู้วิจัย</b>	นาย จิตติวัฒน์ ตันนามน
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ดร.พลปรีชา ชิตบุรี
<b>ประเภทสารนิพนธ์</b>	วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2563
<b>คำสำคัญ</b>	อุบัติเหตุทางถนน, ความปลอดภัยทางถนน, การสำรวจด้วยภาพถ่าย, อากาศยานไร้คนขับ

### บทคัดย่อ

อุบัติเหตุทางถนนเป็นสาเหตุสำคัญหนึ่งที่น่ามาสู่ความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความปลอดภัยทางถนนเป็นหนึ่งในหัวใจสำคัญของการช่วยป้องกันเกิดอุบัติเหตุทางถนน ดังนั้นการประเมินความเสี่ยงของลักษณะกายภาพทางถนนจึงเป็นงานที่มีความสำคัญต่อการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ เพื่อลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน โดยจะทำการสำรวจเก็บข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับด้วย DJI Phantom 4 Pro ที่ระดับความสูงบินเหนือพื้นดิน 50 เมตร และ 70 เมตร จากนั้นทำการประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติและนำผลที่ได้มาประเมินลักษณะทางกายภาพถนนด้วยสายตาดูด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape ผลจากการวิจัยพบว่า การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติของถนนที่ระดับความสูงบิน 50 และ 70 เมตรมีความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกัน ซึ่งแบบจำลองสามมิติที่ได้มีความถูกต้องอยู่ในระดับเดซิเมตร ส่วนการประเมินความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติพบว่า ความครบถ้วนแบบจำลองสามมิติจากที่ระดับความสูงบิน 50 เมตร มีความสมบูรณ์มากกว่าจากที่ระดับความสูงบิน 70 เมตร สำหรับการประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพถนนจากแบบจำลองสามมิติพบว่า การกำหนดความเร็วที่เหมาะสมต่อความโค้งถนนควรไม่เกิน 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามคำแนะนำด้านความปลอดภัยทางถนน ดังนั้นการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับสามารถถูกนำไปใช้กับการตรวจสอบอย่างเบื้องต้นของความปลอดภัยถนนทางกายภาพเพื่อการจัดทำแนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

**Title** The risk assessment of physical roads using UAV photogrammetry  
**Author** Jittiwat Tonnamon  
**Advisor** Polpreecha Chidburee  
**Academic Paper** Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2020  
**Keywords** Road accident, Road safety, Photogrammetry, Unmanned aerial vehicle (UAV)

### Abstract

Road accidents are one of a serious cause that pose a threat to human life and economic loss. In particular, road safety is one of the keys to help prevent road accident. Thus, the risk assessment of physical roads is very important for road safety audits. This research aims to study the three-dimensional model reconstruction for the risk assessment of the physical conditions along the road using UAV photogrammetry in order to help reduce the process of data collection by road inspector. Image acquisition for UAV photogrammetry was taken using DJI Phantom 4 Pro at 50 and 70 m of flight attitude from the ground. Then, the imagery from UAV was processed using Agisoft Metashape to generate a 3D model and evaluate the physical conditions of the road by visualization. The research results found that for the accuracy assessment of the 3D models of the road obtained from a flight attitude at 50 and 70 meters, the errors were insignificantly different. Both models could provide accuracy in decimeter-level. However, the completeness of the 3D model obtained from a UAV flight attitude at 50 meters had more than from at 70 meters. For the risk assessment of physical roads from the 3D model, the optimal speed limits on the curve should be 40 km/hr following a guiding device on road safety. Therefore, UAV photogrammetry can be utilized to initially investigate physical road safety for providing guidelines for road safety improvement to the relevant agencies.

## สารบัญ

บทที่	หน้า
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย .....	2
1.3 ความสำคัญของงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ .....	3
1.5.1 การรังวัดด้วยภาพ (Photogrammetry).....	3
1.5.2 แบบจำลองสามมิติ (3D model).....	4
1.5.4 ถนนปลอดภัย .....	4
1.5.3 การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน .....	4
1.6 กรอบความคิดงานวิจัย.....	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	6
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	7
2.1 สาเหตุของอุบัติเหตุจากรถทางบก.....	7
2.1 ปัจจัยทางกายภาพด้านถนนที่ เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจากรถ.....	7
2.1.1 ความกว้างของผิวจราจร .....	7
2.1.2 ความกว้างไหล่ทาง.....	8
2.1.3 ระยะมองเห็นในทางโค้งแนวราบ .....	8
2.1.4 ระยะมองเห็นในทางโค้งแนวตั้ง.....	8
2.1.5 แนวทางราบ .....	8
2.1.6 แนวทางตั้ง.....	8
2.1.7 ช่องจราจร .....	8
2.1.8 อุปกรณ์กั้นข้างทาง .....	8

2.1.9 เครื่องหมายจราจร.....	8
2.1.10 ป้ายจราจรและสัญญาณไฟจราจร.....	9
2.2 รายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับถนนโค้ง.....	9
2.2.1 แนวทางและรูปตัดของถนน.....	9
2.2.2 ป้ายจราจร.....	9
2.2.3 เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง.....	9
2.2.4 สภาพอันตรายข้างทาง.....	10
2.2.5 พื้นถนน.....	10
2.2.6 ไฟฟ้าส่องสว่าง.....	10
2.3 การลงพื้นที่ตรวจสอบภาคสนาม ณ จุดอันตราย.....	10
2.4 กิจกรรมสำหรับการลงพื้นที่การตรวจสอบภาคสนาม.....	10
2.4.1 การจัดทำแบบร่าง.....	11
2.4.2 การสำรวจลักษณะเฉพาะของบริเวณอันตราย.....	11
2.4.3 การถ่ายภาพ.....	11
2.4.4 การทดลองเดินทางผ่านบริเวณอันตราย.....	11
2.4.5 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ทางภาคสนาม.....	12
2.4.6 การสำรวจปริมาณจราจร.....	12
2.4.7 การวัดความเร็ว.....	12
2.4.8 การเขียนบรรยายรายละเอียด.....	12
2.4.9 การศึกษาความขัดแย้งของการจราจร.....	12
2.5 ประโยชน์ของการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน.....	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	20
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	20
3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม.....	20

3.1.2 เครื่องมือในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล.....	21
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	22
3.3 การวางแผนการถ่ายภาพและเก็บข้อมูลภาพ.....	23
3.4 การประมวลผลข้อมูลภาพด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	24
3.4.1 การประมวลผลภาพในโปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	24
3.5 การประเมินความถูกต้องและความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติ.....	28
3.5.1 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ.....	28
3.5.2 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของความครบถ้วนของแบบจำลองที่ความสูงบิน 50 และ 70 เมตร.....	28
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	29
3.7.1 การประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับ.....	29
3.7.2 การคำนวณหารัศมีโค้งด้วยโปรแกรม ArcGIS.....	29
3.7.3 การจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน.....	32
ผลการศึกษาวิจัย.....	33
4.1 การเก็บข้อมูลภาพด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ.....	33
4.1.2 การเก็บข้อมูลภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ.....	33
4.1.2 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	33
4.2 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	34
4.3 ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องทางราบและทางตั้งของแบบจำลองสามมิติที่ระดับความสูงบิน 50 และ 70 เมตร.....	36
4.4 ผลลัพธ์การเปรียบเทียบของความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติที่ความสูงบิน 50 และ 70 เมตร..	37
4.5 ผลการวิเคราะห์จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับ.....	38
4.6 ข้อจำกัดของอากาศยานไร้คนขับ.....	39
4.7 การคำนวณรัศมีโค้งเบื้องต้นเพื่อนำไปคำนวณย้อนกลับหาความเร็วในการออกแบบถนน.....	40
4.8 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัย.....	41
สรุป และ อภิปรายผล.....	42



5.1	สรุปผลการดำเนินงาน.....	42
5.2	อภิปรายผลการวิจัย .....	43
5.3	ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน.....	43
1.	สภาพอากาศ.....	43
2.	การจราจร.....	43
5.4	ข้อเสนอแนะ .....	44
	บรรณานุกรม .....	45
	ภาคผนวก .....	47
	ประวัติผู้วิจัย .....	50



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
 Copyright by Naresuan University  
 All rights reserved

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 สรุปผลการคำนวณการรังวัดด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับ.....	35
ตารางที่ 2 ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องทางราบและทางตั้งของแบบจำลองสามมิติ ที่ระดับความสูงบิน 50 เมตร และ 70 เมตร.....	36



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 1.1 ถนนโค้งบริเวณทางเข้าสำนักงานอธิการบดี.....	2
ภาพที่ 1.2 แผนที่ถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร .....	3
ภาพที่ 1.3 กรอบความคิดงานวิจัย.....	5
ภาพที่ 2.1 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา.....	14
ภาพที่ 2.2 ตำแหน่งการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน.....	15
ภาพที่ 2.3 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา.....	16
ภาพที่ 2.4 พื้นที่ศึกษาวิจัย.....	17
ภาพที่ 2.5 การจำลองสร้างสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุ.....	18
ภาพที่ 2.6 การวางแผนการบินและการตั้งค่าการซ้อนทับกันของภาพ.....	19
ภาพที่ 2.7 ตำแหน่งการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน.....	19
ภาพที่ 3.1 อากาศยานไร้คนขับ DJI PHANTOM 4.....	20
ภาพที่ 3.2 จุดควบคุมภาพ.....	21
ภาพที่ 3.3 โปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	21
ภาพที่ 3.4 แอปพลิเคชัน Pix4Dcapture.....	22
ภาพที่ 3.5 โปรแกรม ArcGIS.....	22
ภาพที่ 3.6 การวางแผนการบินแบบ Double Grid.....	23
ภาพที่ 3.7 การวางจุดควบคุมภาพพร้อมวัดระยะระหว่างจุดควบคุมภาพ.....	24
ภาพที่ 3.4 การนำเข้าข้อมูลภาพ.....	24
ภาพที่ 3.5 การกำหนดจุดควบคุมภาพ.....	25
ภาพที่ 3.6 การกำหนดระยะห่างระหว่างจุดควบคุมภาพ.....	25
ภาพที่ 3.7 ผลลัพธ์การ Align photo.....	26
ภาพที่ 3.8 ผลลัพธ์การ Build Dense Cloud.....	26
ภาพที่ 3.9 ผลลัพธ์การ Build Texture.....	27
ภาพที่ 3.10 ผลลัพธ์การ Orthomosaic.....	27
ภาพที่ 3.11 การวัดจากพื้นที่จริงและวัดจากแบบจำลองสามมิติ.....	28
ภาพที่ 3.12 ความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติทางราบและทางตั้ง.....	29
ภาพที่ 3.13 ภาพ Orthomosaic จากโปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	29

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 3.14 การนำเข้าภาพ Orthomosaic.....	30
ภาพที่ 3.15 การสร้าง Polygon.....	30
ภาพที่ 3.16 การวาดวงกลมเพื่อนำไปคำนวณรัศมีโค้ง.....	31
ภาพที่ 3.17 การวัดระยะเพื่อนำไปคำนวณรัศมีโค้ง.....	31
ภาพที่ 4.1 ชุดข้อมูลภาพที่ระดับความสูงบิน 50 เมตร.....	33
ภาพที่ 4.2 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพที่ความสูงบิน 70 เมตร.....	34
ภาพที่ 4.3 ก.ผลลัพธ์ Point Cloud (ก) ความสูงบิน 50 เมตร และ (ข) 70 เมตร.....	34
ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติ.....	37
ภาพที่ 4.5 แบบจำลองสามมิติที่ระดับความสูงบิน 50 เมตร.....	38
ภาพที่ 4.6 เครื่องมือวัดความเด่นชัดของเครื่องฉายรังสี.....	39
ภาพที่ 4.7 ความสว่างของแสงไฟฟ้า.....	39
ภาพที่ 4.8 ภาพ Orthomosaic จากโปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	40
ภาพที่ 4.9 ผลลัพธ์คำนวณหารัศมีโค้งเบื้องต้นในโปรแกรม ArcGIS.....	40
ภาพที่ 4.10 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัย.....	41
ภาพที่ 5.1 สภาพการจราจรของพื้นที่ศึกษา.....	43
ภาพที่ 5.2 รายละเอียดทางดิ่งของแบบจำลองสามมิติไม่ครบถ้วน.....	43

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

อุบัติเหตุทางถนนเป็นส่วนหนึ่งของการเสียชีวิตและทรัพย์สินนำมาซึ่งความเสียหายแก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งอุบัติเหตุจราจรยังเป็นปัญหาต่อการคมนาคมเกิดปัญหาการจราจรติดขัด การขนส่งล่าช้า ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาอย่างมากมาย สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนนั้นเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น เกิดจากความประมาทของผู้ขับขี่ เกิดจากปัญหาของตัวรถ และส่วนหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนมาจากจุดเสี่ยงที่มีอยู่บนท้องถนน เช่น ถนนที่มีผิวถนนไม่เรียบ ถนนเป็นหลุมเป็นบ่อ ถนนมีสิ่งกีดขวางทัศนวิสัย ถนนมีจุดมุมมืด แสงสว่างน้อย และ ถนนที่มีลักษณะเป็นทางโค้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและชัดเจน จึงต้องมีกระบวนการค้นหาปัญหา เพื่อหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ดังนั้นการออกสำรวจจึงเป็นสิ่งสำคัญ

ปัจจุบันการตรวจสอบเจ้าหน้าที่จะใช้วิธีการลงพื้นที่สำรวจ อุปกรณ์ที่เจ้าหน้าที่ใช้ในการสำรวจคือ เทปวัด และ กล้องถ่ายรูปในการบันทึกภาพ โดยจะได้ผลลัพธ์เป็นแบบสองมิติ ในการลงพื้นที่ตรวจสอบ ถ้าเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่จะทำให้ใช้ เวลา แรงงาน เป็นจำนวนมากในการออกสำรวจภาคสนาม ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการรังวัดด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับ (UAV photogrammetry) โดยผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติ โดยอาศัยการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติเพื่อที่จะให้แบบจำลองสามมิติมีความถูกต้องและนำไปใช้ได้จริงและนำแบบจำลองสามมิติมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของถนนเพื่อหาประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาความปลอดภัยทางถนนแบบจำลองสามมิตินี้จะเข้ามาค้นหาปัญหาของถนนที่เป็นจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ได้ง่ายมากขึ้น และยังประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและไม่ส่งผลกระทบต่อจราจรขณะตรวจสอบ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อประเมินความเสี่ยงของอุบัติเหตุบนท้องถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งจะให้เห็นประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นความปลอดภัยทางถนนได้อย่างเด่นชัดขึ้น สามารถชี้ให้เห็นถึงปัญหาของความปลอดภัย ว่ามีปัจจัยหรือลักษณะใดที่จะส่งผลกระทบต่อ การเกิดอุบัติเหตุ โดยใช้ถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นกรณีศึกษา ผลจากการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อวางแผนปรับปรุงความปลอดภัยบริเวณถนนดังกล่าวต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อประยุกต์ใช้การรังวัดด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับสำหรับการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุจราจร

## 1.3 ความสำคัญของงานวิจัย

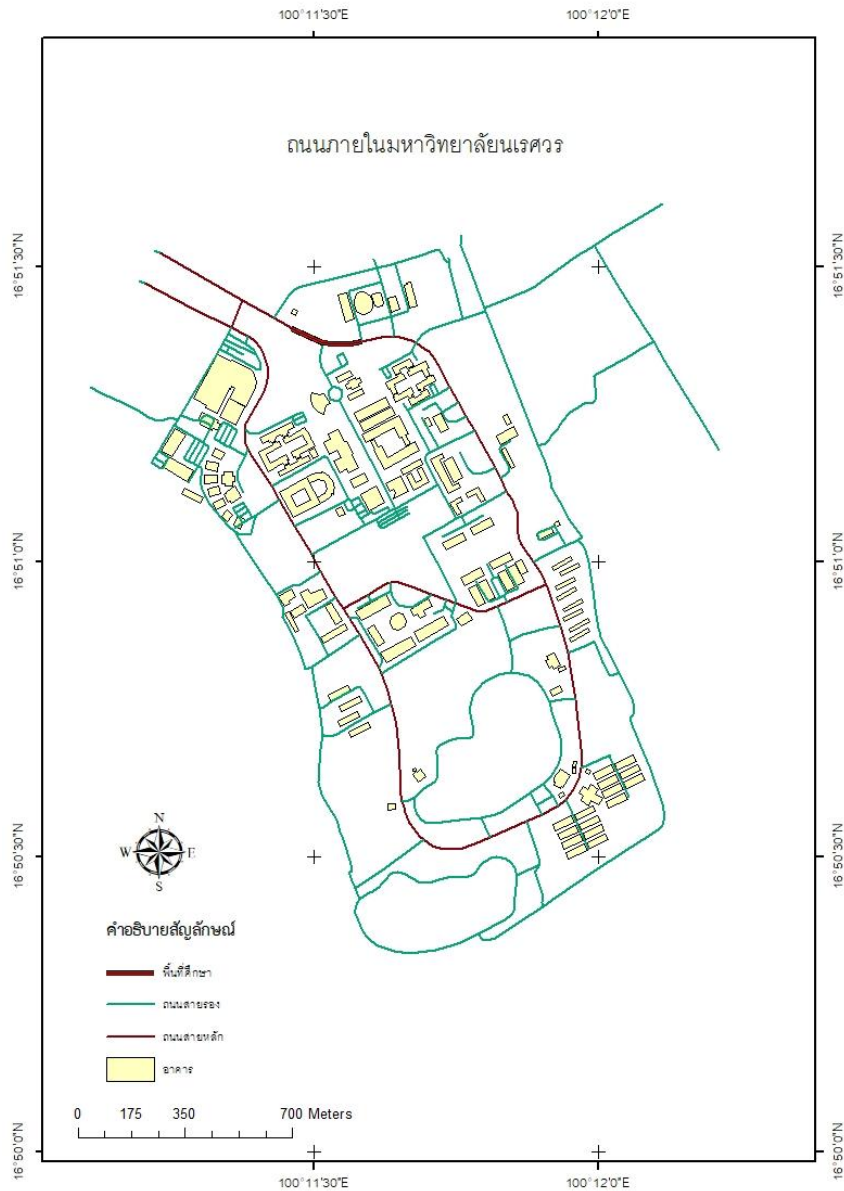
การวิเคราะห์และตรวจสอบแบบจำลองสามมิติของถนนโค้งบริเวณทางเข้าตึกอธิการบดีมหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ เพื่อทำประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตการศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนน บริเวณถนนโค้งทางเข้าสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพที่ 1.1 ถนนโค้งบริเวณทางเข้าสำนักงานอธิการบดี



ภาพที่ 1.2 แผนที่ถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

### 1.5.1 การรังวัดด้วยภาพ (Photogrammetry)

คือ ศาสตร์และเทคโนโลยีหนึ่งสำหรับการสำรวจรังวัด เพื่อทำแผนที่และผลิตเป็นข้อมูลภูมิสารสนเทศ การรังวัดด้วยภาพจะใช้ภาพเป็นสื่อกลางในการรังวัด ภาพ ที่ใช้เป็นสื่อกลางในการบันทึกสิ่งปกคลุมและสิ่งปรากฏทางกายภาพบนพื้นผิวภูมิประเทศ สิ่งที่ปกคลุม และปรากฏบนภูมิประเทศเป็นไปตามลักษณะของการใช้ที่ดิน อาณาบริเวณ อาคารสถานที่หรือวัตถุที่ สนใจ ภาพของสิ่งเหล่านั้นจะไปปรากฏในลักษณะจำลองแบบ

ตามหลักการฉายของแสงด้วยวิธีทางกลไก เชิงทัศน หรือเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถจำลองสถานการณ์เหมือนขณะที่ยังบันทึกภาพได้

### 1.5.2 แบบจำลองสามมิติ (3D model)

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, (2555) ได้กล่าวว่าการสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D-model reconstruction) เป็นการสร้างรูปทรงหรือรูปร่างแบบสามมิติ โดยการกำหนดจุดต่าง ๆ และเชื่อมโยงจุดด้วยเส้นตรง เพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างรูปทรงสามมิติอาจทำได้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรม ในกรณีที่รูปทรงเป็นแบบสมมาตร หรือรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงที่ประกอบขึ้นจากรูปทรงเรขาคณิตมาประกอบกัน หากเป็นรูปทรงที่ไม่สมมาตร หรือมีรายละเอียดมาก ก็จำเป็นต้องกำหนดจุดต่าง ๆ และลากเส้นต่อจุดเองด้วยผู้วาดภาพที่เชี่ยวชาญ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับใบหน้าและศีรษะมนุษย์ จำเป็นต้องกำหนดจุดเป็นจำนวนมากในหลักหมื่น เมื่อลากเส้นตรงต่อจุดเชื่อมโยงเป็นรูปใบหน้าและศีรษะในสามมิติ รูปทรงที่ได้เสมือนเกิดจากรูปสามเหลี่ยม หรือรูปสี่เหลี่ยม หรือรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) มาเรียงต่อ ๆ กันเป็นแบบเส้นโครง (wire-frame) สำหรับรูปใบหน้า และศีรษะมนุษย์ อาจมีจำนวนรูปหลายเหลี่ยมในหลักพัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของการสร้างแบบจำลอง ในปัจจุบัน การสร้างแบบจำลองสามมิติอาจทำได้จากการใช้เครื่องกราดสามมิติ เพื่อกราดรูปทรงจริงสามมิติ เช่น ใบหน้านมนุษย์ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลรูปหลายเหลี่ยมที่ได้ยังคงไม่สมบูรณ์ จึงต้องใช้ผู้วาดภาพด้วยคอมพิวเตอร์มาปรับแต่งข้อมูลที่อาจไม่ถูกต้อง ซึ่งคงต้องใช้เวลามาก

### 1.5.4 ถนนปลอดภัย

กาญจนา ทองทั่ว และคณะ, (2555) ได้กล่าวถึงความหมายของถนนปลอดภัยคือ สภาวะที่ผู้คนในสังคม ผู้ใช้รถใช้ถนน (ผู้ขับขี่ ผู้โดยสาร คนเดินเท้า) ไม่ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงได้รับอันตรายจากการสัญจรหรือจราจรทางถนน มากมายตลอดเวลา โดยมีตัวเลขสถิติการบาดเจ็บและการเสียชีวิตจากการสัญจรหรือจราจรทางถนน ในระดับที่น้อยและควบคุมได้โดยโครงสร้าง ระบบ การบริหารจัดการต่าง ๆ แต่ก็มีเชื่อว่าไม่มี อุบัติเหตุทางถนน ไม่มีการบาดเจ็บและการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนเลย หลักการด้านความปลอดภัยพยายามมุ่งเน้นให้ผู้ขับขี่ คนเดินเท้า ผู้ใช้รถใช้ถนนอื่น ๆ มีทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีมี ความรับผิดชอบต่อการขับขี่รถ และผลที่จะเกิดขึ้นตามมาต่อส่วนรวม (กาญจนา ทองทั่ว และคณะ, 2555)

### 1.5.3 การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

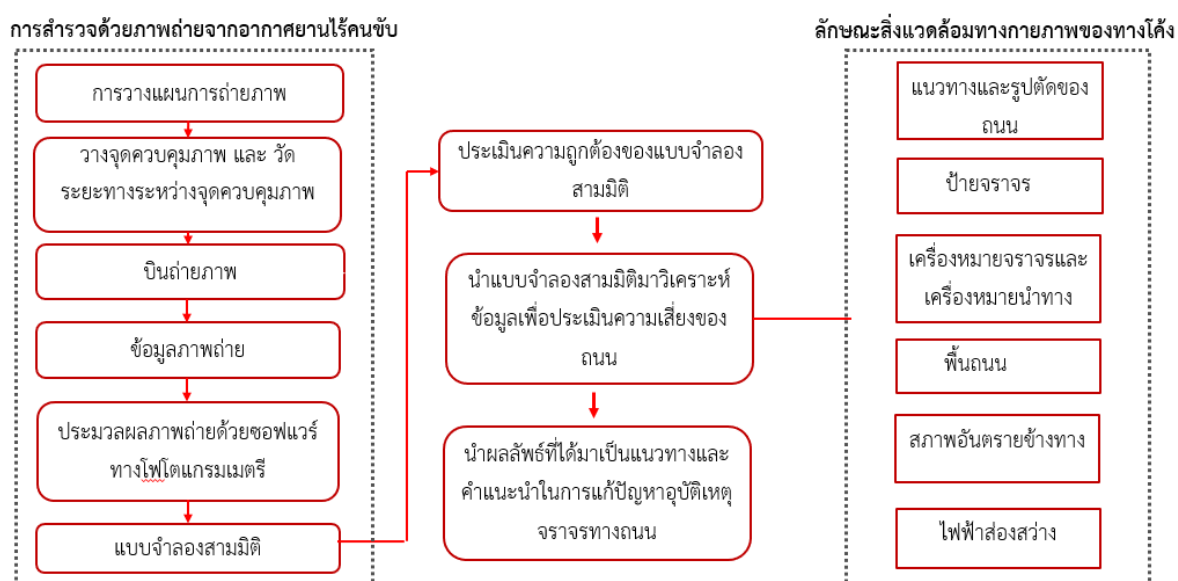
ชัยเทพ พรสาครวิเศษ, (2558) ได้กล่าวถึงความหมายของการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit) คือ การตรวจสอบโครงการด้านถนนหรือจราจรอย่างเป็นทางการ ซึ่งการตรวจสอบนี้จะครอบคลุมถึงโครงการหรือถนนที่มีอยู่แล้ว โครงการที่กำลังก่อสร้าง หรือโครงการที่อยู่ในระหว่างการออกแบบ โดยผู้ตรวจสอบจะรายงานถึงศักยภาพในการเกิดอุบัติเหตุและความปลอดภัยในการทำงานของโครงการถนนดังกล่าว



การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนจะช่วยให้เห็นประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางถนนให้เด่นชัดขึ้น และทำให้ ความปลอดภัยทางถนน มีความสำคัญเท่ากับปัจจัยอื่น ๆ ในการออกแบบถนน ในกรณีของถนนที่ใช้งานอยู่แล้วการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนจะช่วยให้เห็นปัญหาความปลอดภัย ซึ่งถ้าได้รับการแก้ไขจะทำให้ถนนดังกล่าวปลอดภัยขึ้นสำหรับผู้ใช้งาน

## 1.6 กรอบความคิดงานวิจัย

กรอบแนวคิดงานวิจัยดังแสดงในภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 กรอบความคิดงานวิจัย

ซึ่งจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กระบวนการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับจะเริ่มจากการวางแผนการถ่ายภาพด้วยแอปพลิเคชัน Pix4Dcapture แบบ double Grid สำหรับ 3D mapping
3. ทำการวางจุดควบคุมภาพในพื้นที่สำรวจเพื่อให้แบบจำลองสามมิติมีความถูกต้อง และ บินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ DJI Phantom 4
4. นำข้อมูลภาพมาประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ
5. ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ โดยการวัดจากพื้นที่จริงและวัดจากแบบจำลองสามมิติ

6. นำแบบจำลองสามมิติมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทาร์ศมีโค้งด้วยโปรแกรม ArcGIS เพื่อนำไปประเมินความเสี่ยงของถนนจากลักษณะทางกายภาพของทางโค้ง จาก แนวทางและรูปตัดของถนน ป้ายจราจร เครื่องหมายนำทาง สภาพน้ำขัง สภาพอันตรายข้างทาง ไฟฟ้าส่องสว่าง
7. นำผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นแนวทางและคำแนะนำในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุจราจรทางถนน

### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลสำหรับการค้นหาปัญหาของพื้นที่ เพื่อช่วยวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน และคำแนะนำสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

## บทที่ 2

### เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนที่เป็นจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดของประเด็นต่าง ๆ ไว้ดังนี้

#### 2.1 สาเหตุของอุบัติเหตุจราจรทางบก

กาญจนา ทองทั่ว และคณะ, (2555) ได้พิจารณาถึงสาเหตุของอุบัติเหตุและการขับรถตามกฎหมายจราจร โดยถ่วงแท้แล้วปรากฏว่าอุบัติเหตุจราจรทางบกไม่ได้เกิดจากเคราะห์กรรมแต่อย่างใด แต่เกิดจากพฤติกรรมหรือการกระทำของคนเป็นส่วนใหญ่ซึ่งพอสรุปสาเหตุได้ดังนี้คือ

1. สาเหตุจากบุคคลคนขับรถเช่น ขับโดยประมาท, ขับรถเร็ว, ขับรถขณะมีเมามา, ใช้โทรศัพท์ ขณะขับรถ, คนเดินถนนและข้ามถนน เช่น ไม่ข้ามถนนตรงทางม้าลายหรือสะพานลอย, ข้ามตัดหน้ารถระยะกระชั้นชิด
2. สาเหตุจากรถเช่น การนำรถที่อุปกรณ์บกพร่องมาใช้ในทาง เช่น เบรก, ไฟสัญญาณ, กระจกส่องหลัง, ที่ปิดน้ำฝน
3. สาเหตุจากทางและเครื่องหมายสัญญาณ เช่น บริเวณทางแยก, ทางโค้ง, ทางชำรุด, เครื่องหมายสัญญาณชำรุด
4. สาเหตุจากธรรมชาติเช่น ฝนตกหนัก, หมอกลงจัด เป็นต้น

#### 2.2 ปัจจัยทางกายภาพด้านถนนที่ เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจราจร

พ.ต.ท.วินิจฉัย พินิจศักดิ์, (2556) ได้กล่าวว่าถนนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบการจราจร หากถนนมีการออกแบบที่ไม่ได้มาตรฐานตามหลักวิศวกรรม หรือมีสภาพชำรุดบกพร่อง ขาดการตรวจสอบและบำรุงรักษาที่ดี อาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุจราจรได้ ครัง โดยปัจจัยด้านถนนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจราจรประกอบด้วย

##### 2.2.1 ความกว้างของผิวจราจร

ความกว้างของผิวจราจรระหว่าง 3.40-3.70 เมตร เป็นความกว้างที่เหมาะสมที่สุด สำหรับถนนขนาด 2 ช่องจราจรบริเวณนอกเมือง ทั้งนี้เนื่องจากมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำและมีความสมดุลระหว่างการไหลของกระแสจราจรกับความปลอดภัยต่อการจราจรมากที่สุด ส่วนถนนที่มีผิวจราจรกว้างน้อยกว่า 3.00 เมตร นั้นมีอิทธิพลทำให้เกิดอุบัติเหตุจราจรที่มีรถเกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งคันในอุบัติเหตุแต่ละ

### 2.2.2 ความกว้างไหล่ทาง

ไหล่ทางหรือพื้นที่ด้านข้างของผิวทางที่อยู่ด้านนอกทั้งสองข้างและยังมิได้จัดทำเป็นทางเท้า นั้น มีผลต่อความปลอดภัยในการจราจร โดยไหล่ทางชนิดที่ไม่ปูผิวทาง จะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าชนิดที่ปูผิวทางอย่างชัดเจน สัดส่วนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน

### 2.2.3 ระยะเวลามองเห็นในทางโค้งแนวราบ

โดยระยะที่ปลอดภัยนั้นมีความสำคัญอย่างมาก สำหรับการควบคุมการขับขี่ยานพาหนะให้ได้รับความปลอดภัย

### 2.2.4 ระยะเวลามองเห็นในทางโค้งแนวตั้ง

โดยระยะเวลามองเห็นในทางโค้งแนวตั้งบนทางหลวงที่มี ข้อจำกัดของระยะมองเห็นที่ปลอดภัยที่บริเวณทางโค้งแบบคว่ำ (Crest Curve) จะมีความถี่ต่อ การเกิดอุบัติเหตุถึงร้อยละ 52 ของทางโค้งแบบหงาย (Sag Curve)

### 2.2.5 แนวทางราบ

ประกอบด้วยส่วนที่เป็นทางตรงและทางโค้ง การออกแบบทางโค้งนั้นมี ความสำคัญต่อความ สะดวกสบายของผู้ขับขี่เป็นอย่างมากซึ่งจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ คือ รัศมีความโค้ง (Radius of Curve) มุมเปลี่ยนแนว (Deflection Angle of Curve) การยกโค้ง (Super Elevation) และการขยายผิวทาง ในทางโค้ง (Widening)

### 2.2.6 แนวทางตั้ง

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ความลาดชันถนน (Grades) และ ทางโค้งตั้ง (Vertical Curve) โดยทั่วไปแล้ว ทางโค้งตั้งแบบหงาย (Sag Curve) จะมีปัญหาด้าน ระยะเวลามองเห็นปลอดภัยไม่มากนัก ในขณะที่ทางโค้งตั้งแบบคว่ำ (Crest Curve) จะมีระยะเวลาการมองเห็นที่ปลอดภัยกว่า

### 2.2.7 ช่องจราจร

คืออย่างช่องทางเดินรถ ที่จัดแบ่งสำหรับการเดินรถ

### 2.2.8 อุปกรณ์กั้นข้างทาง

คืออุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อป้องกันมิให้รถที่เกิดอุบัติเหตุวิ่งออกนอกถนน โดยทั่วไปจะติดตั้งไว้บริเวณที่เป็นจุดเสี่ยงอันตราย

### 2.2.9 เครื่องหมายจราจร

คือเครื่องมือบอกข้อมูลด้านการห้าม การเตือน และการแนะนำที่ สำคัญสำหรับผู้ขับขี่รถใช้ถนนเพื่อช่วยให้การขับขี่มีความปลอดภัยมากขึ้น

### 2.2.10 ป้ายจราจรและสัญญาณไฟจราจร

คือเครื่องมือที่ช่วยบอกข้อมูลด้านการห้าม การ บังคับ การเตือน และการแนะนำที่สำคัญสำหรับผู้ขับขี่ถนน

## 2.3 รายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับถนนโค้ง

กรมทางหลวงชนบท, (2558) ได้กล่าวไว้ในคู่มือหลักด้านความปลอดภัยงานทางว่า การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน มิใช่การตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ตามรายการตรวจสอบระบุไว้เท่านั้น เนื่องจากรายการตรวจสอบเป็นเพียงเอกสารแนะแนวทาง ไม่ได้เป็นการกำหนดตายตัว คณะผู้ตรวจสอบจะต้องใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ ตลอดจนดุลยพินิจและความเข้าใจของตนเองในการตรวจสอบโครงการด้วย ซึ่งรายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับถนนโค้งมีดังนี้

### 2.3.1 แนวทางและรูปตัดของถนน

1. การมองเห็นและระยะการมองเห็น
2. ความเร็วในการออกแบบ
3. การจำกัดความเร็ว
4. การแซง
5. ความเข้าใจแนวเส้นทางของผู้ขับขี่
6. ความกว้าง
7. ไหล่ทาง
8. ลาดหลังทาง
9. ลาดคันทาง
10. การระบายน้ำ

### 2.3.2 ป้ายจราจร

1. ประเด็นป้ายทั่วไป
2. การมองเห็นป้ายจราจร
3. เสาดติดตั้งป้ายจราจร

### 2.3.3 เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง

1. เส้นจราจร
2. หลักนำทางและเป้าสะท้อนแสง
3. อุปกรณ์เตือนและอุปกรณ์นำทางโค้ง
4. แถบชะลอความเร็ว

5. รวากันอันตราย
6. การมองเห็นรวากันอันตรายและรั้ว

### 2.3.4 สภาพอันตรายข้างทาง

1. เขตปลอดภัยกีดขวางข้างทาง

### 2.3.5 พื้นถนน

1. สภาพผิวถนน
2. สภาพความต้านทานการลื่นไถล
3. สภาพน้ำขังบนผิวถนน

### 2.3.6 ไฟฟ้าส่องสว่าง

1. ปัญหาทั่วไปของไฟฟ้าส่องสว่าง

## 2.4 การลงพื้นที่ตรวจสอบภาคสนาม ณ จุดอันตราย

ชัยเทพ สาครวิเศษ, (2559) ได้กล่าวว่าการลงพื้นที่ตรวจสอบสถานที่เกิดอุบัติเหตุภาคสนามเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะการเกิดอุบัติเหตุว่าตรงกับสภาพจริงของถนน บริเวณนั้นหรือไม่ การตรวจสอบภาคสนามจะดำเนินการหลังจากที่กำหนดแล้วว่าบริเวณใดเป็นบริเวณอันตราย โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุหรือการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งอื่น เช่น จากเจ้าหน้าที่แขวงทาง เจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือ ผู้รับเหมาก่อสร้างงานทาง การตรวจสอบภาคสนาม มีเหตุผลสำคัญ 3 ประการ คือ

1. เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น
2. ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติเหตุกับลักษณะกายภาพของถนนและ สภาพแวดล้อม
3. ระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ในกรณีที่ข้อมูลอุบัติเหตุไม่เพียงพอ การตรวจสอบภาคสนามต้องครอบคลุม รายละเอียดมากยิ่งขึ้นโดยต้องเน้นไปที่การตรวจสอบพฤติกรรมจราจรที่อันตราย และความสัมพันธ์ ระหว่างพฤติกรรมดังกล่าวกับลักษณะกายภาพของถนนและสภาพแวดล้อม

## 2.5 กิจกรรมสำหรับการลงพื้นที่การตรวจสอบภาคสนาม

ชัยเทพ สาครวิเศษ, (2559) ได้กล่าวว่าการตรวจสอบภาคสนามควรดำเนินการหลายๆ ครั้ง ในสภาพภูมิอากาศและ ทัศนวิสัยต่าง ๆ ซึ่งเหมือนกับขณะที่เกิดอุบัติเหตุขึ้น การตรวจสอบควรจะทำโดยการการขับรถ หรือเดิน รวมทั้งหากมีการใช้รถจักรยานในกระแสรถจักรยานก็ควรจะทำลองขี่รถจักรยานผ่านบริเวณอันตรายนั้น ซึ่งมีวิธีการดังนี้

### 2.5.1 การจัดทำแบบร่าง

แบบร่าง (อาจใช้หลายแผนได้ถ้าจำเป็น) โดยทั่วไปจะใช้เพื่อแสดงรายละเอียด ทางแนวราบ หรือถ้าจำเป็นอาจใช้แสดงรายละเอียดทางแนวดิ่งด้วย ในการเขียนแบบร่างช่วงถนน (Road Sections) อาจใช้มาตราส่วนความยาวแตกต่างจากความกว้าง เพื่อให้มีพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับแสดงรายละเอียดที่ ต้องการ แบบร่างบริเวณช่วงถนนประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้ ความกว้างของคันทาง, ความกว้างของช่องจราจร, ความกว้างของไหล่ทาง, ความกว้างของเกาะกลางช่องทางจักรยานหรือคนเดินเท้าราวกันอันตราย (Guard rails) , กำแพง (Barriers) , รั้ว (Fences) , หลัคนำทาง (Delineator Posts) , ป้ายจราจร, เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง , ปุ่มเครื่องหมายจราจร (Road Studs), ไฟฟ้าแสงสว่าง, ทางเชื่อมส่วนบุคคล, อุปกรณ์จราจรอื่น, สิ่งกีดขวาง, ชนิดของผิวทาง (คันทาง/ไหล่ทาง) ในกรณีที่มีแบบก่อสร้างแล้วเสร็จ (As built) สามารถนำมาปรับใช้ร่วมกับรายละเอียดในแบบร่างได้

### 2.5.2 การสำรวจลักษณะเฉพาะของบริเวณอันตราย

ช่วงถนน (Road Sections) ทางแยก (Intersections) คุณภาพของถนน และอุปกรณ์จราจรต่าง ๆ ที่ไม่สามารถแสดงรายละเอียดไว้ใน แบบร่าง จะต้องทำการตรวจสอบและบันทึกไว้เพิ่มเติม เช่น ป้ายจราจรบดบังสายตา ป้ายจราจรมองเห็นไม่ชัดเจน (กลางวัน/กลางคืน) เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางชำรุด สภาพการมองเห็น แนวนำทาง (จากตำแหน่งการมองของผู้ใช้ทาง) คุณภาพของผิวทาง การยกโค้ง (Super elevation) แสงที่รบกวนหรือแยงตา ทางเข้าออกที่ไม่มีการควบคุม

### 2.5.3 การถ่ายภาพ

ภาพถ่ายบริเวณอันตรายที่ต้องการจะต้องถ่ายจากตำแหน่งมีมุมมอง หรือระดับ สายตาของผู้ขับขี่ ได้แก่ ตำแหน่งที่อยู่สูงจากผิวจราจรประมาณ 1 เมตร และควรถ่ายภาพตามที่ จำเป็น เช่น ทุก 100 เมตร สำหรับกรณีที่สภาพการมองเห็นไม่ดี การถ่ายภาพให้ถ่ายทั้งสองทิศทาง ของการจราจรในกรณีที่เป็นช่วงถนน โดยเน้นที่สภาพการมองเห็นเป็นสำคัญ ในกรณีที่เป็นทางแยกให้ ถ่ายภาพทุกด้านของขาทางแยก ทั้งทิศทางที่เข้าสทางแยกและออกทางแยก โดยควรจะถ่ายภาพที่ ระดับ 1 เมตร สูงจากผิวจราจรซึ่งสอดคล้องกับระดับสายตาของผู้ขับขี่ และเน้นที่สภาพการมองเห็น เป็นสำคัญเช่นกัน บริเวณใกล้ทางแยกควรจะถ่ายภาพเพื่อเก็บรายละเอียดให้มากขึ้น รวมทั้งควร ถ่ายภาพสิ่งก่อสร้างหรือวัตถุใดก็ตามที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ

### 2.5.4 การทดลองเดินทางผ่านบริเวณอันตราย

การขับรถผ่านบริเวณอันตรายจะช่วยให้เห็นข้อบกพร่องจากมุมมองของผู้ใช้ทางและ ควรจะกระทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้สามารถเก็บรายละเอียดที่จำเป็นได้อย่างครบถ้วน ผู้ตรวจสอบ ควรขับรถไปในทิศทางเดียวกัน และมีลักษณะพฤติกรรมขับรถเหมือนกับกรณีที่เคยเกิดอุบัติเหตุขึ้น และจะเป็นการดียิ่งขึ้นหาก การตรวจสอบเป็นเสมือนผู้ใช้ทางปกติ ทำให้ผู้ตรวจสอบทราบถึงความคิด และความรู้สึกของผู้ใช้ทาง ซึ่งข้อมูล

ในส่วนนี้มีความสำคัญเท่าเทียมกับข้อมูลทางด้านวิศวกรรมจราจร นอกจากนี้ ผู้ตรวจสอบควรจะต้องเดินผ่านบริเวณที่จะตรวจสอบในทุก ๆ ทิศทาง

### 2.5.5 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ทางภาคสนาม

ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ทาง ในการตรวจสอบจะทำการบันทึกพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้องของผู้ใช้ทาง การฝ่าฝืนกฎจราจร การใช้ความเร็วเกินกำหนด ฯลฯ โดยมีตัวอย่างพฤติกรรมของผู้ใช้ทางที่ควรทำการบันทึก ได้แก่ แนวการเคลื่อนของยานพาหนะผ่านบริเวณอันตราย แนวการเลี้ยวหรือหลบรถของยานพาหนะ ตำแหน่งที่ผู้ขับขี่จักรยานยนต์หยุดรถคอยสัญญาณไฟเขียว ตำแหน่งที่รถยนต์หยุดคอยสัญญาณไฟเขียว ตำแหน่งที่คนเดินเท้าข้ามถนน ผู้ใช้ทางปฏิบัติตามเครื่องหมายหรือป้ายจราจรหรือไม่ มีการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรหรือไม่(ทั้งรถและคนข้ามีทาง) มีการขับรถซึ่งโดยประมาทหรือไม่ มีพฤติกรรมหลีกเลี่ยงเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุหรือไม่ เช่น การเบรกกะทันหัน หรือ หักหลบรถ ฯลฯ)

### 2.5.6 การสำรวจปริมาณจราจร

ควรจะมีการรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรจากฐานข้อมูลด้านจราจรที่มี อยู่ กรณีที่ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลหรือต้องการข้อมูลที่ทันสมัย จะต้องทำการสำรวจ ให้มีการสำรวจควรจะทำติดต่อกันหลายสัปดาห์แต่หากไม่สามารถดำเนินการได้ต้องทำการสำรวจ ปริมาณจราจรอย่างน้อยอยู่ 1 วัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จะต้องสามารถใช้แทนปริมาณจราจรของทั้งสัปดาห์ ใน การสำรวจควรกระทำในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน แยกปริมาณจราจร ตามทิศทางของการจราจรและประเภทของยานพาหนะ

### 2.5.7 การวัดความเร็ว

การวัดความเร็วจะต้องเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อที่จะได้เห็นการกระจายและ ความสัมพันธ์ของความเร็วกับช่วงเวลาและปริมาณจราจร สำหรับทางแยกควรจะทำการวัดความเร็ว ทุกทิศทางของขาทางแยก สำหรับช่วงถนนให้ทำการวัดความเร็วบริเวณตำแหน่งที่สนใจ ข้อมูล ความเร็วที่ได้ควรจะสามารถแยกได้ตามประเภทของยานพาหนะ นอกจากนี้ ควรจะทำการวัด ความเร็วเฉลี่ยในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนซึ่งมีการจราจรคับคั่ง โดยการจับเวลาที่ใช้จริงในการทดลองขับรถ ผ่านช่วงถนนนั้น ๆ

### 2.5.8 การเขียนบรรยายรายละเอียด

การเขียนบรรยายรายละเอียดเกี่ยวกับบริเวณอันตราย ปัญหาของผู้ใช้ทางที่สังเกต พบจากการตรวจสอบ จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดมาตรการแก้ไขต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความปลอดภัย

### 2.5.9 การศึกษาความขัดแย้งของการจราจร

การศึกษาความขัดแย้งของการจราจรเป็นวิธีการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ทาง ซึ่ง สามารถนำมาใช้เสริมได้ในบางกรณีโดยเฉพาะเมื่อข้อมูลอุบัติเหตุไม่เพียงพอหรือไม่มีข้อมูล หลักการ สำคัญของวิธีการนี้คือ จะ



จำแนกและบันทึกเหตุการณ์ที่ผู้ขับขี่พยายามหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ (เกือบจะชนกัน) โดยพิจารณาจากความหวาดหวัหรือใกล้เคียงที่จะเกิดอุบัติเหตุตามเกณฑ์ที่กำหนด ความขัดแย้งของการจราจร หมายถึงเหตุการณ์ที่ผู้ขับขี่หรือผู้ใช้ทางอย่างน้อย 2 ราย เคลื่อนเข้าหากันและมีแนวโน้มที่จะเกิดการชนกันขึ้น หากไม่มีผู้หนึ่งผู้ใดพยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดอุบัติเหตุโดย การเบรกระงับ การหักหลบรถ ฯลฯ

ผู้ที่สำรวจโดยใช้วิธีการนี้จะต้องผ่านการฝึกอบรมโดยเฉพาะ เพื่อให้ทราบว่า 1. เหตุการณ์ใดที่เรียกว่าเหตุการณ์ที่หวาดหวัหรือเกือบจะเกิดอุบัติเหตุอย่างมีที่ 2. วิธีการประมาณความเร็วของยานพาหนะที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ อย่างไร 3. วิธีการประมาณระยะห่างจากจุดที่คาดว่าจะเกิดการชนกัน ที่ได้ อย่างไร การศึกษาความขัดแย้งของการจราจร เหมาะสมสำหรับใช้ศึกษาบริเวณทางแยกที่มี ปริมาณจราจรมีที่และมีความเร็วของการจราจรไม่เกิน 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ข้อดีของวิธีการนี้คือ ทำให้สามารถเห็นถึงปัญหาหรือสถานการณ์ด้านความปลอดภัยในบริเวณอันตรายโดยใช้ระยะเวลา ค่อนข้างสั้น วิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษากี่อื่น

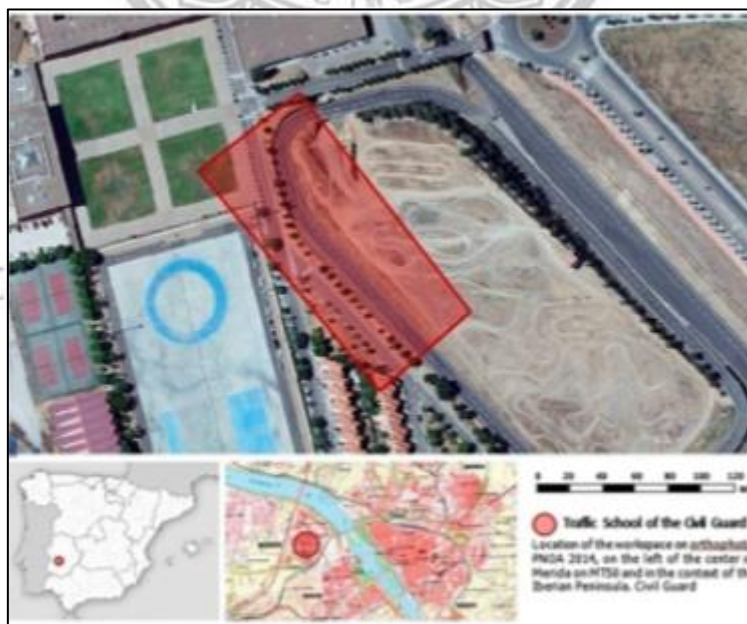
## 2.6 ประโยชน์ของการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

ชัยเทพ สาครวิเศษ, (2559) ได้กล่าวว่าการป้องกันอุบัติเหตุทางถนนให้บังเกิดผลดีนั้น จะต้องมีการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนงานป้องกันและแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประโยชน์ของการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนมีดังนี้

1. ถนนที่ออกแบบใหม่จะมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น
2. ลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุในโครงข่ายถนนโดยรวม
3. ลดการบาดเจ็บและเสียชีวิต
4. ยกระดับความสำคัญของความปลอดภัยทางถนนให้เท่าเทียมกับปัจจัยอื่น ๆ ในการออกแบบ
5. ทำให้ผู้ออกแบบและผู้เกี่ยวข้องกับการออกแบบคำนึงผู้ใช้ถนนทุกประเภท
6. ช่วยลดค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดขึ้นกับประเทศชาติ ซึ่งรวมถึงความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินจากอุบัติเหตุ จากการหยุดชะงักของจราจร และการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ

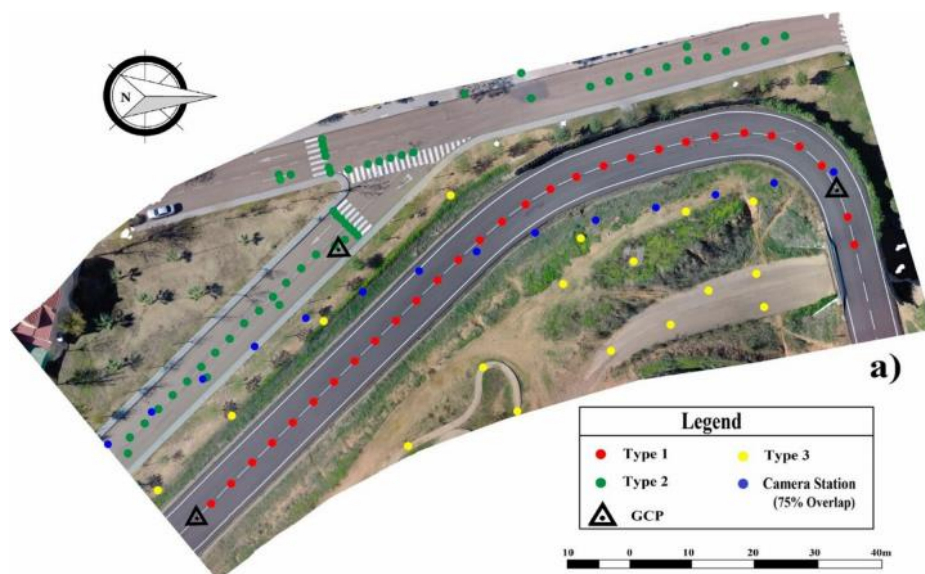
## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Pérez et al., (2019) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Accuracy and effectiveness of orthophotos obtained from low cost UASs video imagery for traffic accident scenes documentation ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับอุบัติเหตุทางถนนจากการรังวัดด้วยภาพโดยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) วัตถุประสงค์คือ จำลองพื้นที่และจำลองเหตุการณ์ชั่วคราวเพื่อสร้างสมมติฐานของการเกิดอุบัติเหตุที่มาจากสภาพแวดล้อมทางกายภาพของถนน โดย กรณีศึกษาที่ โรงเรียนฝึกขับรถในประเทศสเปน ดังภาพที่ 2.1 ซึ่งวิธีการเดิมในการเก็บข้อมูลจากถนนที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจะทำการออกสำรวจโดยตรงคือการใช้ตลับเมตรมาวัดในจุดเกิดเหตุและทำการถ่ายภาพซึ่งใช้เวลามากในการเก็บข้อมูล งานวิจัยนี้จึงใช้วิธีการรังวัดด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับ เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองสามมิติและนำแบบจำลองสามมิติมาประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง ผลจากการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองพบว่ามีความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองอยู่ที่ระดับหน่วยเดซิเมตร ซึ่งจะทำให้การรังวัดด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับสามารถวัดตำแหน่งของระยะทางต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องโดยไม่ต้องลงพื้นที่วัดจากเทปวัด จึงสรุปได้ว่าวิดีโอจากอากาศยานไร้คนขับเหมาะสมที่จะใช้สำหรับการศึกษาการเกิดอุบัติเหตุจากถนน เนื่องจากวิธีการดังกล่าวสามารถทำให้เก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและไม่ส่งผลกระทบต่อกรจราจรในเวลาออกสำรวจ



ภาพที่ 2.1 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

(Pérez et al., 2019)



ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งการวางจุดควบคุมภาพภาคพื้นดิน  
(Pérez et al., 2019)

โดยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติให้อยู่ในระดับหน่วยเดซิเมตร เพื่อที่จะช่วยประหยัดเวลาในการลงสำรวจพื้นที่ของเจ้าหน้าที่เพื่อทำการเก็บข้อมูล และ นำเอาการรังวัดด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับมาทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางถนน เพื่อหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน

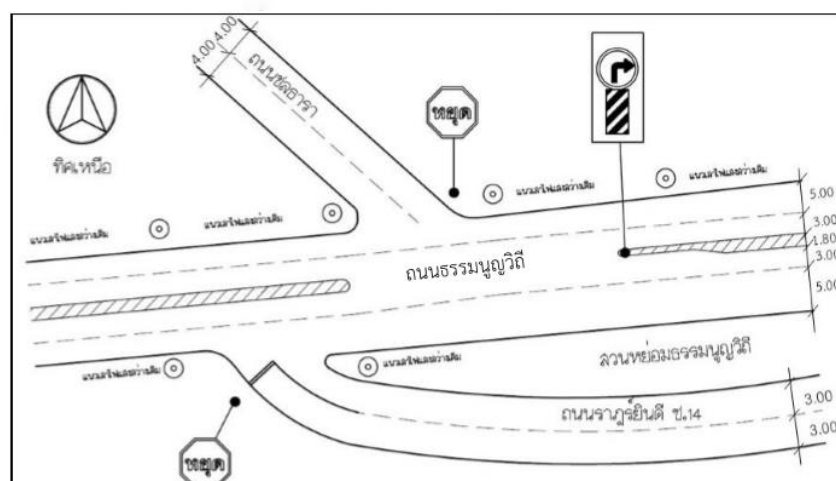
ภูวดล พลศรีประดิษฐ์ (2019) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการจุดเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุทางถนนชุมชนเขตเมือง : กรณีศึกษาชุมชนโคราชคฤหาสน์ทอง ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือศึกษาเกี่ยวกับการค้นหาและจัดการกับจุดเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุเพื่อป้องกันและลดอุบัติเหตุที่จะเกิดบนท้องถนน โดยมีขั้นตอนการวิจัยคือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนของกระบวนการค้นหาปัญหา โดยการสำรวจจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในชุมชน, วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหาจุดเสี่ยงและกำหนดแนวทางในการจัดการเบื้องต้น , ร่างแผนที่ชุมชนเพื่อแสดงจุดเสี่ยงในชุมชน , ทบทวนวิเคราะห์จุดเสี่ยงอันตรายและออกแบบการแก้ไขปรับปรุงจุดเสี่ยงร่วมกันอีกครั้ง และขั้นตอนที่ 2 คือ กระบวนการจัดการจุดเสี่ยง โดยจะแบ่งเป็น จุดเสี่ยงที่ชุมชนสามารถจัดการได้เอง เช่น ตัดแต่งต้นไม้ที่บังถนน ทำความสะอาดถนน และ จุดเสี่ยงที่ชุมชนไม่สามารถจัดการแก้ไขได้ต้องส่งเรื่องให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาจัดการ เช่น การติดตั้งไฟส่องสว่าง การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร และ ป้ายเตือนต่าง ๆ ผลจากการวิจัยพบว่า จุดเสี่ยงที่พบภายในชุมชนมี 10 จุด แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ คือ มีผิวถนนไม่เรียบ ขรุขระ เป็นคลื่น ถนนเป็นหลุมเป็นบ่อ เป็นทางสี่แยก เป็นทางสามแยก ถนนมีสิ่งกีดขวางทัศนวิสัย ถนนมี

จุดมุมมืด แสงสว่างน้อย และ ถนนมีลักษณะเป็นทางโค้ง ทั้งนี้มีการวิเคราะห์ถึงศักยภาพของชุมชนในการจัดการจุดเสี่ยง โดยมีจุดเสี่ยงที่จัดการได้เองจำนวน 4 จุด และส่งเรื่องให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำนวน 4 จุด

โดยหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในด้านกระบวนการค้นหาปัญหาของวิจัยเรื่องนี้เพราะว่ามีลักษณะการลงพื้นที่สำรวจลักษณะทางกายภาพของถนนที่เป็นจุดเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังศึกษา

ชัยเทพ สาครวิเศษ (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง แนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน : กรณีศึกษาแยกสวนหย่อมธรรมณูญวิถิ เทศบาลนครหาดใหญ่ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงความปลอดภัย โดยใช้ทางแยกสวนหย่อม ธรรมณูญวิถิเป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้นำหลักการการแก้ไขจุดอันตราย และหลักการการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนมาประยุกต์ใช้ โดยผลของการศึกษา พบว่าพื้นที่ศึกษามีความบกพร่องทางกายภาพที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุง กล่าวคือสภาพของปัญหาเกิดจากแนวของถนนชลธาราที่ บรรจบกับแนวของถนนธรรมณูญวิถิไม่ตั้งฉากกัน ส่งผลให้รถที่มาจากถนนชลธาราที่ต้องการเลี้ยวขวา เพื่อเข้าสู่ถนนธรรมณูญวิถิไปทางทิศตะวันตกเฉียงด้วยความลำบาก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ทางถนนบ่อยครั้ง นอกจากสาเหตุดังกล่าวแล้วยังมีอีกหลายสาเหตุที่ได้ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้า ส่องสว่างไม่เพียงพอในเวลากลางคืน มีรถโดยสารขนาดใหญ่จอดบริเวณใกล้ทางแยก แนวเสาไฟฟ้ารูก ล้ำผิวการจราจร และอุปกรณ์ควบคุมการจราจรมีไม่เพียงพอ เป็นต้น

โดยหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในด้านกระบวนการค้นหาปัญหาของวิจัยเรื่องนี้เพราะว่ามีลักษณะการลงพื้นที่สำรวจลักษณะทางกายภาพของถนนที่เป็นจุดเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังศึกษา

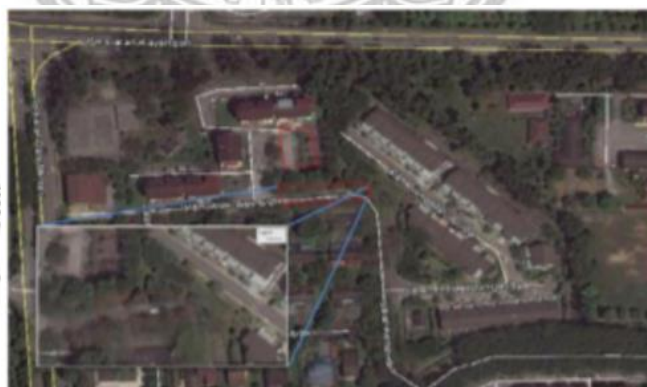


ภาพที่ 2.2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

(ชัยเทพ สาครวิเศษ ,2016)

Osman et al., (2016) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง 3D accident reconstruction using low-cost imaging technique งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบเหตุการณ์ของการเกิดอุบัติเหตุจราจรโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการถ่ายภาพระยะใกล้ (CRP) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาสถานการณ์ของการเกิดอุบัติเหตุจราจรโดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพระยะใกล้ โดยมีพื้นที่ศึกษาพื้นที่ในการจำลองสถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนที่ลานจอดรถ โดยการนำรถจักรยานยนต์และรถยนต์มาจำลองสร้างสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุ ปัจจุบันในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอุบัติเหตุบนท้องถนนเจ้าหน้าที่ตำรวจจะใช้การวัดเทปในการเก็บข้อมูล ซึ่งจะทำให้ใช้เวลานานและส่งผลกระทบต่อการทำงานของจราจรขณะตรวจสอบงานวิจัยนี้จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคการถ่ายภาพระยะใกล้ เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองสามมิติและนำแบบจำลองสามมิติมาประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองพบว่าอยู่ในระดับหน่วยเดซิเมตร ดังนั้นวิธีการนี้ซึ่งจะช่วยให้เจ้าหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลในที่เกิดเหตุได้อย่างรวดเร็ว ในการวัดวัตถุจากแบบจำลองสามมิติในที่เกิดอุบัติเหตุจราจรโดยไม่ต้องลงพื้นที่จริง

โดยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติให้อยู่ในระดับหน่วยเดซิเมตร เพื่อที่จะให้แบบจำลองสามมิติมีความถูกต้องและนำไปใช้ได้จริงในการช่วยลดเวลาในการลงสำรวจพื้นที่ของเจ้าหน้าที่เพื่อทำการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 2.3 พื้นที่ศึกษาวิจัย

(Osman et al., 2016)

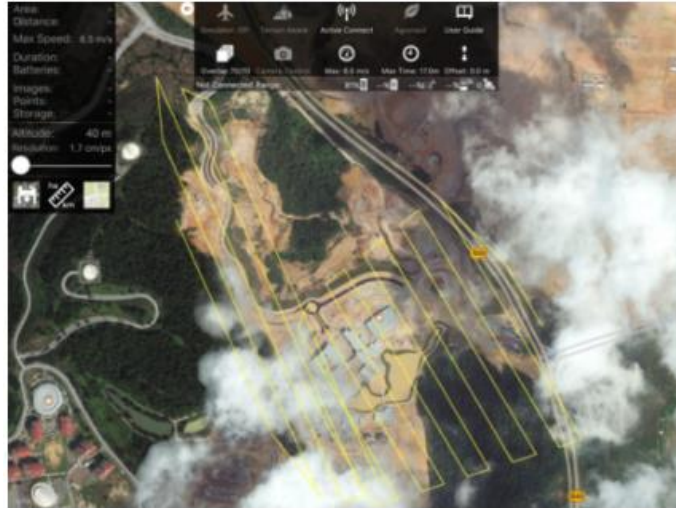


ภาพที่ 2.4 การจำลองสร้างสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุ

(Osman et al., 2016)

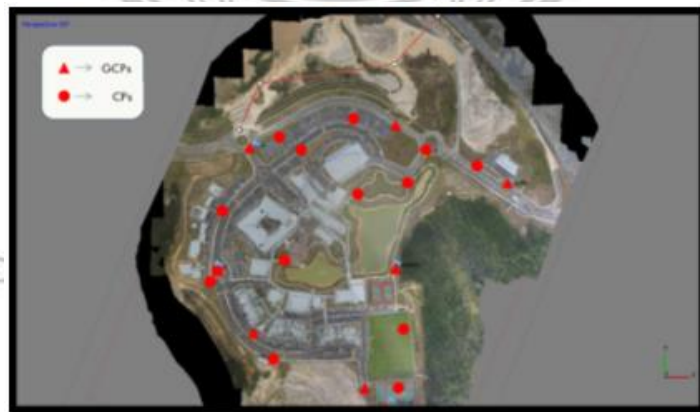
Zulkipli et al., (2018) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Multirotor UAV-Based Photogrammetric Mapping for Road Design เนื่องจากประเทศที่พัฒนาแล้วการเติบโตของอุตสาหกรรมยานยนต์และเศรษฐกิจที่มาพร้อมกันทำให้ต้องเผชิญกับค่าใช้จ่ายที่สูงในการบำรุงรักษาเส้นทางและออกแบบเส้นทางสำหรับการขนส่งทางหลวง ในการจัดการด้านการตรวจสอบความปลอดภัย และออกแบบถนนเพื่อลดการเกิดและความรุนแรงของอุบัติเหตุจราจร ซึ่งแต่เดิมกระบวนการด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนจะมีงบประมาณที่สูงเนื่องจากในการเก็บข้อมูลภูมิประเทศที่จะสามารถครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม เรดาร์ ไกลดาร์ การสำรวจที่ดิน เพื่อให้ได้ข้อมูลภูมิประเทศที่มีความแม่นยำสูง ที่จะมีความสำคัญต่อการตรวจสอบความปลอดภัยและการออกแบบถนน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อที่จะเสนอวิธีการใหม่ในการเก็บข้อมูลภูมิประเทศเพื่อออกแบบถนนและตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนโดยใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Phantom 3 Professional ในการเก็บข้อมูลภาพเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติวิเคราะห์ข้อมูล ในการเก็บข้อมูลภาพจะมีการวางจุดควบคุมภาพภาคพื้นดินเพื่อที่จะให้แบบจำลองสามมิติมีความถูกต้องแม่นยำ หลังจากนั้นการเก็บข้อมูลภาพโดยอากาศยานไร้คนขับจะต้องมีการวางแผนแนวการบินให้ครอบคลุมขนาดของพื้นที่การศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ในการวางแผนการบิน โดยทั่วไปภาพถ่ายทางอากาศควรซ้อนทับกันอย่างน้อย 80% และด้านข้างอย่างน้อย 60% ในการเก็บข้อมูลภาพครั้งได้จำนวน 122 ภาพ ที่ความสูงในการบิน 148 เมตร หลังจากนั้นจะนำภาพที่ได้ไปประมวลผลภาพถ่ายด้วยซอฟต์แวร์ Agisoft Photoscan จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์และประเมินข้อมูล เพื่อหาค่าความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลองโดยการหาคำนวนค่า RMSE ผลจากวิเคราะห์พบว่ายิ่งค่า RMSE ได้น้อยเท่าใดความแม่นยำก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น

โดยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในการวางแผนการบินในการถ่ายภาพทางอากาศที่จะมีการตั้งค่าอากาศยานไว้คนขับเก็บข้อมูลภาพที่มีการซ้อนทับกันอย่างน้อย 80% และด้านข้างอย่างน้อย 60% และการวางจุดควบคุมภาพทางภาคพื้นดินให้แบบจำลองสามมิติมีความถูกต้องแม่นยำ



ภาพที่ 2.5 การวางแผนการบินและการตั้งค่าการซ้อนทับกันของภาพ

(Zulkipli et al., 2018)



ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งการวางจุดควบคุมภาพภาคพื้นดิน

(Zulkipli et al., 2018)

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ โดยใช้ข้อมูลจากกล้องบนอากาศยานไร้คนขับ โดยใช้โปรแกรมในการประมวลผล 2 โปรแกรม และแอปพลิเคชัน 2 แอปพลิเคชัน เพื่อทำการประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพของถนนโค้งบริเวณทางเข้าสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดวิธีการดำเนินงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น 2 ประเภทได้แก่

##### 3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม

1. อากาศยานไร้คนขับ DJI PHANTOM 4



ภาพที่ 3.1 อากาศยานไร้คนขับ DJI PHANTOM 4

(<https://store.dji.com>)

2. ตะปูคอนกรีต
3. ค้อน
4. เทปวัด
5. จุดควบคุมภาพ

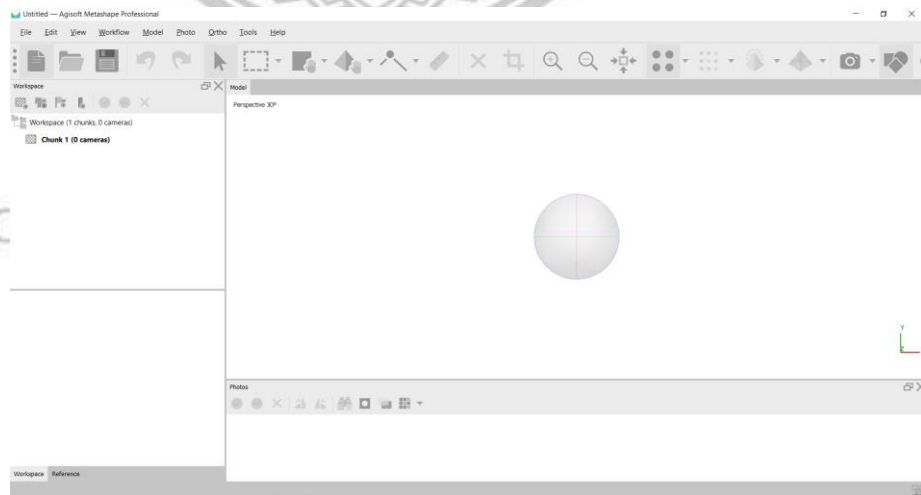




ภาพที่ 3.2 จุดควบคุมภาพ

### 3.1.2 เครื่องมือในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

1. โปรแกรม Agisoft Metashape Professional เป็นซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพถ่าย หรือ การรังวัดด้วยภาพ (photogrammetric) แบบดิจิทัล และสร้างข้อมูลแบบจำลองสามมิติ ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่นำไปใช้กับงาน GIS (Geographic Information Systems) งานจัดเก็บข้อมูลมรดกทาง วัฒนธรรม และการผลิตภาพถ่ายเทคนิคพิเศษ (visual effects) รวมไปถึงการวัดค่าของ วัตถุระดับต่าง ๆ ในทางอ้อม



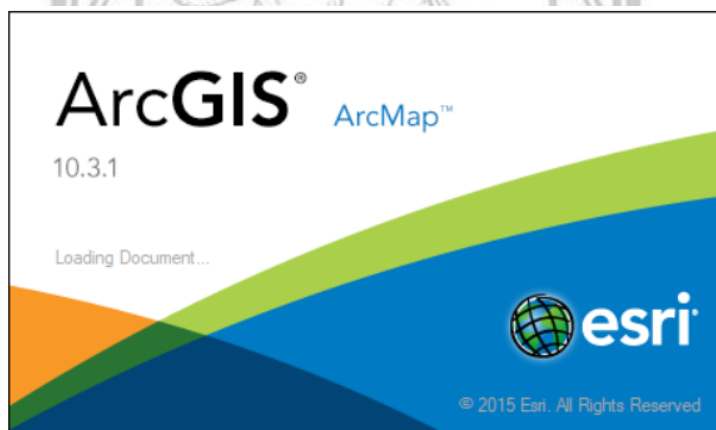
ภาพที่ 3.3 โปรแกรม Agisoft Metashape Professional

2. DJI GO 4 แอปพลิเคชันสำหรับการตั้งค่าอากาศยานไร้คนขับ
3. Pix4Dcapture แอปพลิเคชันสำหรับการวางแผนการบิน และการตั้งค่าต่าง ๆ ของกล้องบนอากาศยานไร้คนขับ



ภาพที่ 3.4 แอปพลิเคชัน Pix4Dcapture

4. ArcGIS เป็นชุดโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ชุดโปรแกรมหนึ่ง เพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ



ภาพที่ 3.5 โปรแกรม ArcGIS  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

### 3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บภาพบริเวณถนนโค้งบริเวณทางเข้าตึกอธิการบดี มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยตั้งเป้าหมายว่าจะทำการถ่ายภาพโดยอากาศยานไร้คนขับ โดยมีวางแผนการถ่ายภาพด้วย Pix4Dcapture แบบ double Grid สำหรับ 3D mapping แล้วนำข้อมูลภาพที่ได้มาประมวลผลในโปรแกรม Agisoft Metashape Professional เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติขึ้นมา จากนั้นทำการนำข้อมูลที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับมาหาค่ารัศมีโค้งจากโปรแกรม ArcGIS เพื่อนำไปประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพของถนนตามแบบฟอร์มการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

### 3.3 การวางแผนการถ่ายภาพและเก็บข้อมูลภาพ

ก่อนการบินถ่ายภาพทางอากาศเพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพดีและสอดคล้องตามวัตถุประสงค์และมีแนวทางการปฏิบัติงานด้านโฟโตแกรมเมตรี (Photogrammetry) ที่ชัดเจน จำเป็นต้องมีการวางแผนการบิน (Flight plan) ด้วยความรอบคอบและถูกต้องเพื่อที่จะได้ทำการเก็บข้อมูลภาพพื้นที่ศึกษาวิจัยได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ โดยการเก็บข้อมูลภาพโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กยี่ห้อ DJI PHANTOM 4 ความละเอียดของการถ่ายภาพหนึ่ง 20 ล้านพิกเซล ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากการบินสำรวจจะมีนามสกุลไฟล์ .JPG โดยทำการวางแผนการบินสำรวจที่ความสูง 2 ระดับคือ ที่ระดับความสูง 50 เมตร และ 70 เมตร จากภาคพื้นดินเพื่อที่จะประเมินความถูกต้องและความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติ โดยให้มีส่วนซ้อนทับกันของภาพ (Overlap) ร้อยละ 80 และส่วนเกยของภาพ (Sidlap) ร้อยละ 70 ใช้เส้นทางการบินแบบ Double Grid ซึ่งจะเป็นการบินถ่ายภาพเป็นเส้นตรงไปกลับสลับกันไปมา 2 แนวตัดขวางกันเพื่อให้ได้ส่วนซ้อนทับกันของภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3.6 และทำการตั้งค่ามุมกล้องเอียงที่  $45^{\circ}$  ในการบินสำรวจได้ทำการวางจุดควบคุมภาพบนภาคพื้นดินจำนวน 6 จุด พร้อมวัดระยะระหว่างจุดควบคุมภาพเพื่อให้แบบจำลองสามมิติมีความถูกต้อง จากการบินสำรวจเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2563 ที่ความสูง 50 เมตร ได้ข้อมูลภาพถ่าย 228 ภาพ และความสูง 70 เมตร ได้ข้อมูลภาพถ่าย 144 ภาพ



ภาพที่ 3.6 การวางแผนการบินแบบ Double Grid



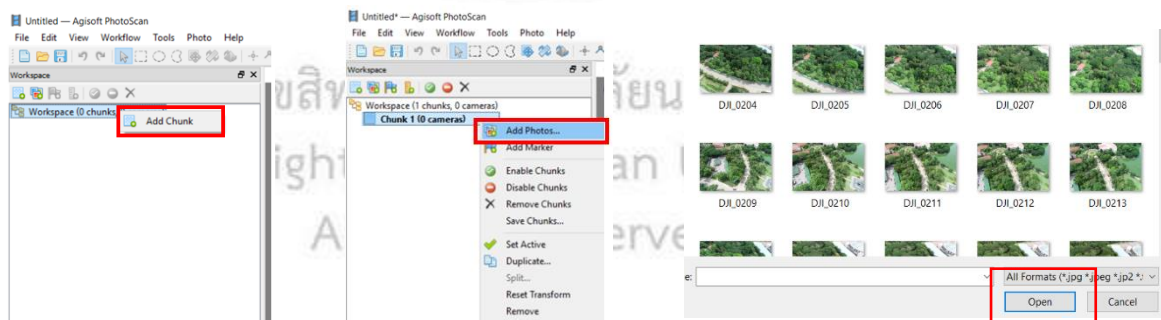
ภาพที่ 3.7 การวางจุดควบคุมภาพพร้อมวัดระยะระหว่างจุดควบคุมภาพ

### 3.4 การประมวลผลข้อมูลภาพด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

ในการประมวลผลข้อมูลมีวิธีการดังต่อไปนี้

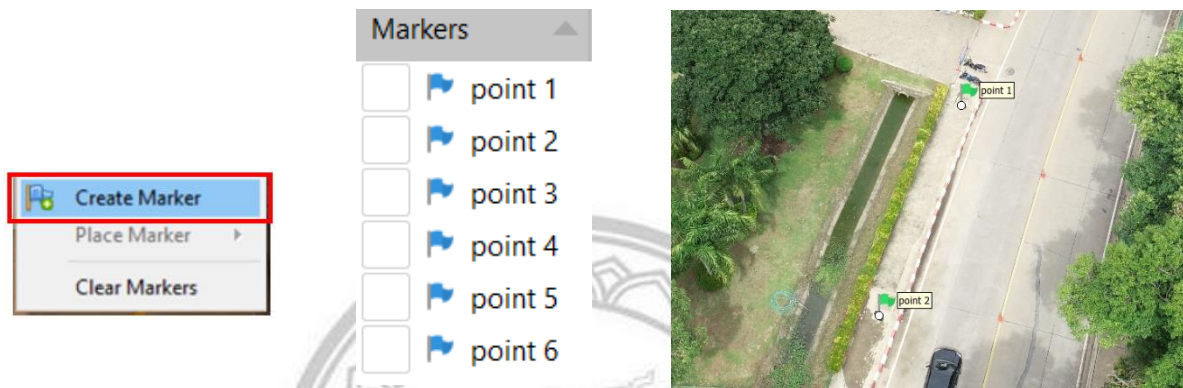
#### 3.4.1 การประมวลผลภาพในโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

1. เปิดโปรแกรม Agisoft Metashape Professional > คลิกขวาที่ workflow > add chunk > คลิกขวาที่ chunk1 > add photo เพื่อนำเข้าภาพข้อมูลภาพ และตั้งค่าพิกัดภาพเป็นแบบ WGS 84 / UTM Zone 47 N (EPSG::32647)



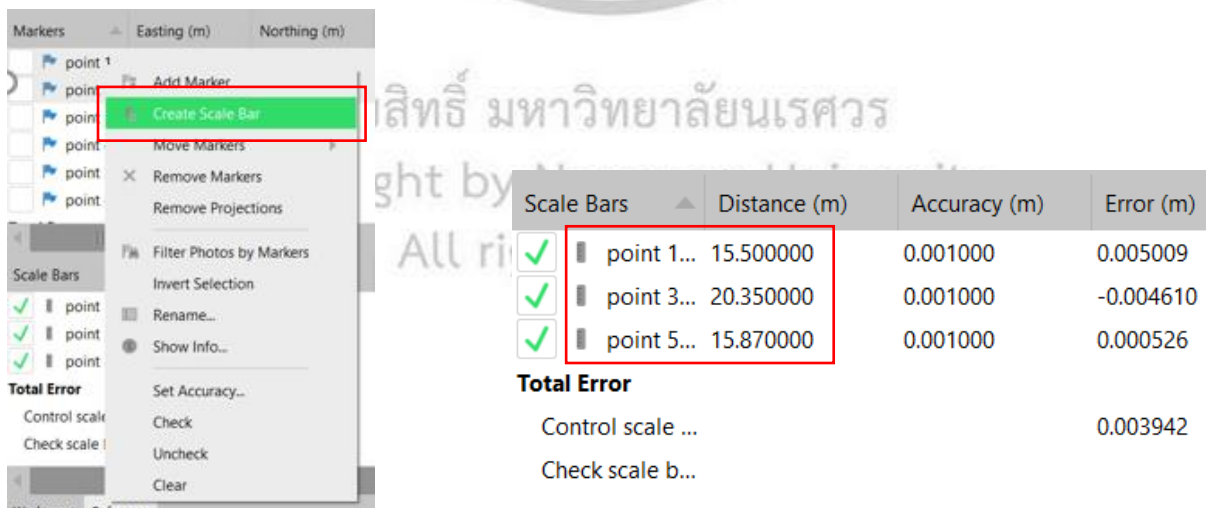
ภาพ 3.4 การนำเข้าข้อมูลภาพ

2. คลิกขวาที่ภาพ เลือก Create Marker > กำหนด point ในภาพให้ครบถ้วนตามที่ได้วางจุดควบคุมทางภาคพื้นดินไว้



ภาพที่ 3.5 การกำหนดจุดควบคุมภาพ

3. คลิกขวาที่ point เลือก Create Scale Bar > กำหนดระยะห่างระหว่างจุดควบคุมภาพเพื่อให้แบบจำลองสามมิติมีขนาดที่ถูกต้อง



ภาพที่ 3.6 การกำหนดระยะห่างระหว่างจุดควบคุมภาพ

4. คลิกที่ Workflow > เลือก Align photo > Accuracy: เลือก High  
Align photo คือ การจัดเรียงรูปภาพ และนำจุดที่เหมือนกันของภาพแต่ละภาพเพื่อมาสร้างเป็นแบบจำลอง



ภาพที่ 3.7 ผลลัพธ์การ Align photo

5. คลิกที่ Workflow > เลือก Build Dense Cloud > Accuracy: เลือก Medium > OK  
Build Dense Cloud คือ การเพิ่มจำนวนจุด Point Cloud ให้มากขึ้นก่อนจะนำไปสร้างพื้นผิว



ภาพที่ 3.8 ผลลัพธ์การ Build Dense Cloud

6. คลิกที่ Workflow > เลือก Build Texture > Accuracy: เลือก Medium > OK  
Build Texture นำพื้นสีของภาพมาใส่ในแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองมีความสมจริง  
และมีความละเอียดของสีเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 3.9 ผลลัพธ์การ Build Texture

7. ทำการ Build Orthomosaic โดยเลือก Workflow > Build Orthomosaic เพื่อที่จะนำ  
ภาพ Orthomosaic ไปคำนวณหารัศมีโค้งเบื้องต้น



ภาพที่ 3.10 ผลลัพธ์การ Orthomosaic

8. ทำการประมวลผลภาพถ่ายด้วยวิธีการเดียวกันทั้ง 2 ระดับการบิน

### 3.5 การประเมินความถูกต้องและความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติ

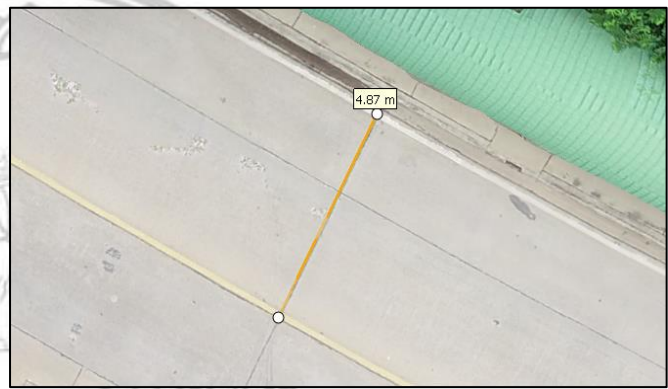
#### 3.5.1 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ

การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติในแนวราบและแนวตั้งโดยการวัดขนาดจากพื้นที่จริง – ขนาดจากแบบจำลองสามมิติ ดังแสดงในภาพที่ 3.16 โดยวัดจาก ความกว้างของช่องจราจร ความยาวของช่องจราจร และ ความสูงของหลังคาทางเดิน ทั้งหมดอย่างละ 10 ค่า เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของแบบจำลองสามมิติกับพื้นที่จริง ซึ่งจะหาได้จากสูตรดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^A)^2}{n}}$$



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.11 การวัดจากพื้นที่จริง (ก) และวัดจากแบบจำลองสามมิติ (ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

#### 3.5.2 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของความครบถ้วนของแบบจำลองที่ความสูงบิน 50 และ 70 เมตร

ทำการเปรียบเทียบความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติด้วยการประเมินด้วยสายตาของความสูงบิน ทั้ง 2 ระดับ ดังแสดงในภาพที่ 3.17 เพื่อทำการประเมินความครบถ้วนสมบูรณ์ของแบบจำลองสามมิติ เพื่อนำไปใช้ในการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยจะประเมินความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติทั้งทางราบและทางตั้ง





ภาพที่ 3.12 ความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติทางราบ (ก) และทางตั้ง (ข)

### 3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.7.1 การประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับ

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยกายภาพตามคู่มือหลักด้านความปลอดภัยงานทาง กรมทางหลวงชนบท โดยจะทำการวิเคราะห์ในเรื่องของ แนวทางและรูปตัดของถนน ป้ายจราจร เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง สภาพอันตรายข้างทาง พื้นถนน ไฟฟ้าส่องสว่าง โดยใช้ข้อมูลจากผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายบนโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

#### 3.7.2 การคำนวณหารัศมีโค้งด้วยโปรแกรม ArcGIS

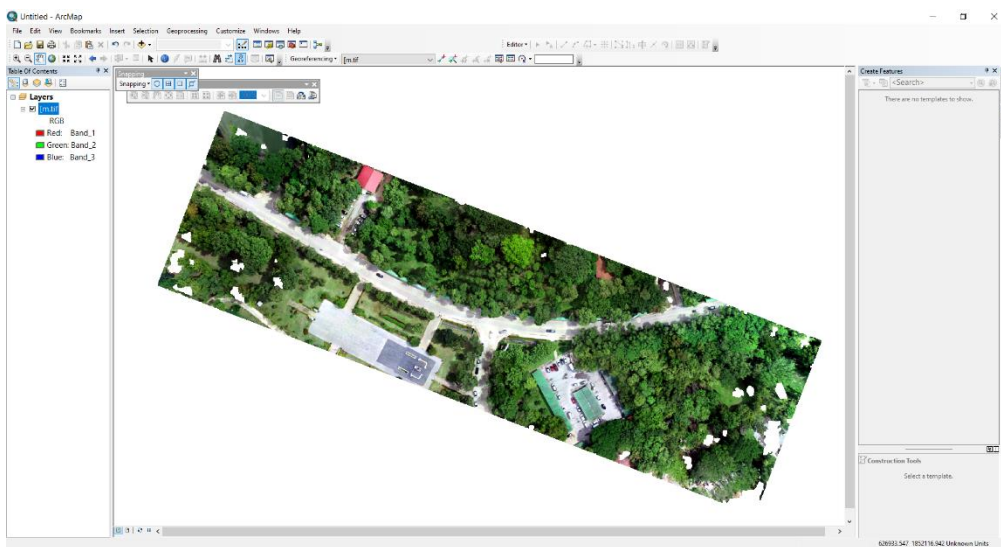
ทำการคำนวณหารัศมีโค้งเพื่อหาความเร็วที่เหมาะสมสำหรับถนนเส้นนี้ด้วยโปรแกรม ArcGIS โดยการนำภาพ Orthomosaic จากโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

1. ทำการ Export Orthomosaic จากโปรแกรม Agisoft Metashape Professional โดยการคลิกที่ File > Export > Export Orthomosaic เพื่อที่จะนำภาพ Orthomosaic ไปคำนวณหารัศมีโค้งด้วยโปรแกรม ArcGIS



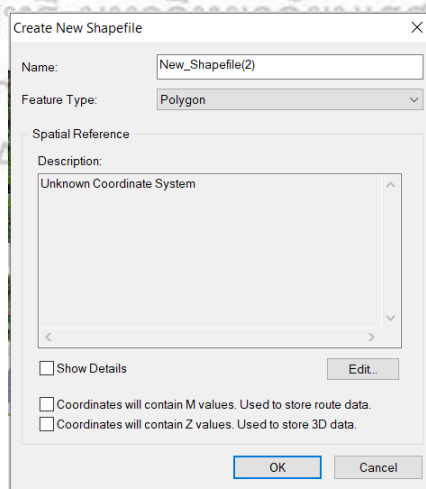
ภาพที่ 3.13 ภาพ Orthomosaic จากโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

2. ทำการเปิดโปรแกรม ArcGIS และทำการนำเข้าภาพ Orthomosaic เข้ามาที่โปรแกรม ArcGIS โดยเลือกที่ Catalog > ลากภาพ Orthomosaic ที่เราเก็บไว้เข้ามาที่หน้าการทำงานของ ArcGIS



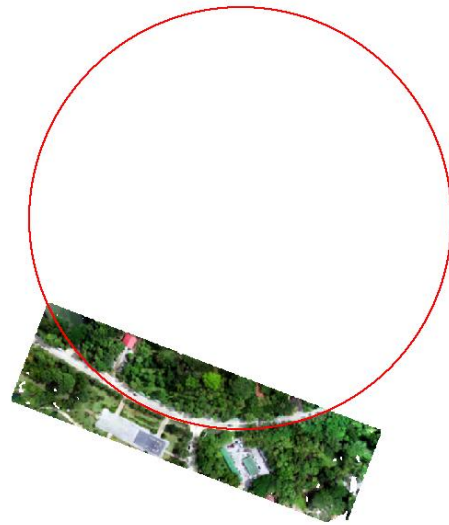
ภาพที่ 3.14 การนำเข้าภาพ Orthomosaic

3. ทำการสร้าง Polygon เพื่อสร้างวงกลมสำหรับการคำนวณรัศมีโค้งเบื้องต้น โดยเลือก Catalog > New > Shapefile > Create new Shapefile > Feature Type > Polygon จากนั้นสร้าง Polygon วงกลมขึ้นมาบริเวณถนนโค้ง



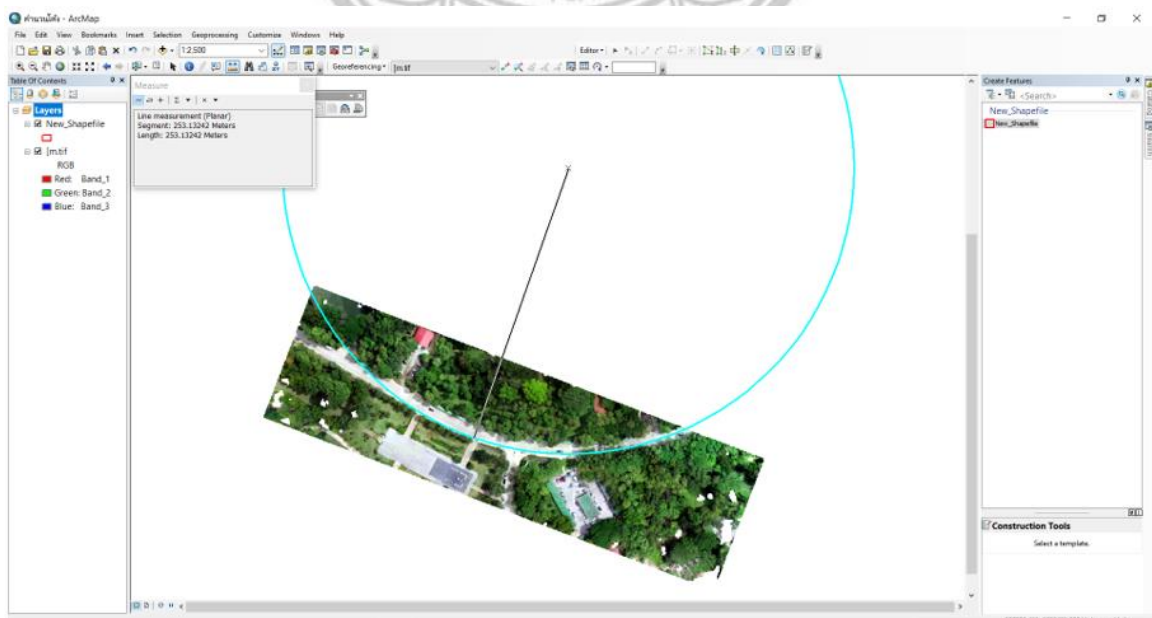
ภาพที่ 3.15 การสร้าง Polygon

4. ทำการวาดวงกลม โดยเลือก Editor > Strat Editing > Circle > แล้วทำการวาดวงกลมขึ้นมาให้เต็มโค้งเพื่อที่จะนำไปคำนวณรัศมีโค้ง



ภาพที่ 3.16 การวาดวงกลมเพื่อนำไปคำนวณรัศมีโค้ง

5. ทำการคำนวณรัศมีโค้ง โดยการ คลิกที่วงกลมเพื่อให้โปรแกรมแสดงจุดกึ่งกลางของโค้ง > กดวัดระยะ > วัดจากขอบของวงกลม > ไปหาจุดกึ่งกลางของโค้ง



ภาพที่ 3.17 การวัดระยะเพื่อคำนวณรัศมีโค้ง

### 3.7.3 การจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน

เมื่อได้ผลลัพธ์การประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนมาแล้ว จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

## บทที่ 4

### ผลการศึกษาวิจัย

จากที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 เพื่อให้งานวิจัยนี้เป็นไปตามจุดประสงค์ในบทนี้จึงเป็นการนำผลของการเก็บรวบรวมข้อมูล ประมวลผลข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการเปรียบเทียบข้อมูลดังต่อไปนี้

#### 4.1 การเก็บข้อมูลภาพด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

โดยมีวิธีการดังนี้

##### 4.1.2 การเก็บข้อมูลภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ

โดยมีการเก็บข้อมูลภาพที่ระดับความสูงบิน 50 เมตร และ 70 เมตร โดยอากาศยานไร้คนขับ DJI Phantom4 เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2563

##### 4.1.3 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม Agisoft Metashape Professional

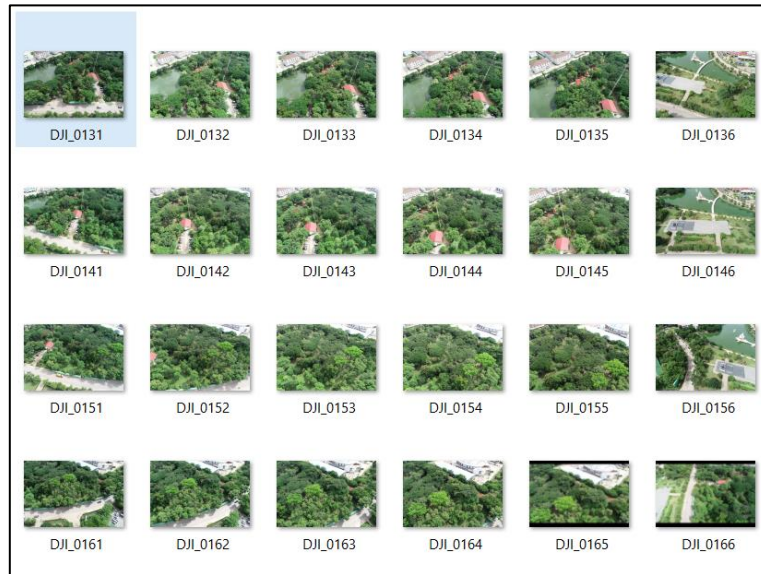
ทำการประมวลผลภาพตามขั้นตอนการประมวลผลในบทที่ 3 ชุดข้อมูลภาพความสูงบิน 50 เมตร



ภาพที่ 4.1 ชุดข้อมูลภาพที่ระดับความสูงบิน 50 เมตร

จากการบินสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับ เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2563 จากการวางแผนการบินแบบ Double Grid ที่ความสูงบิน 50 เมตร ได้ข้อมูลภาพจำนวน 228 ภาพ

### ชุดข้อมูลภาพความสูงบิน 70 เมตร



ภาพที่ 4.2 ชุดข้อมูลภาพที่ระดับความสูงบิน 70 เมตร

จากการบินสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับ เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2563 จากการวางแผนการบินแบบ Double Grid ที่ความสูงบิน 70 เมตร ได้ข้อมูลภาพจำนวน 144 ภาพ



(ก)

(ข)

ภาพที่ 4.3 ก.ผลลัพธ์ Point Cloud (ก) ความสูงบิน 50 เมตร และ (ข) 70 เมตร

## 4.2 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับของพื้นที่ศึกษาวิจัย สามารถแสดงผลลัพธ์ของการประมวลผลดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณการรังวัดด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับ

ความสูงบิน (เมตร)	ระยะเวลาในการประมวลผล Align Photo (นาที)	ระยะเวลาในการประมวลผล Build Dense Cloud (นาที)	จำนวน Tie Points (จุด)	จำนวน Point Cloud (จุด)	ความคลาดเคลื่อนของการกำหนดขนาดแบบจำลองสามมิติจากระยะระหว่างจุดควบคุมภาพ (เมตร)
					ควบคุมภาพ
50	32.9	72.18	290,543	38,003,915	0.003
70	22.05	28.57	172,336	11,739,442	0.013

จากข้อมูลในตาราง ที่ความสูงบิน 50 เมตรมีรูปภาพที่นำไปประมวลผลจำนวน 228 ภาพ ซึ่งจากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional ในขั้นตอนการจัดเรียงรูปภาพ (Align Photo) มีระยะเวลาในการประมวลผลที่ 32.9 นาที และได้จำนวน Tie Point จำนวน 290,543 Point มีความคลาดเคลื่อนของการกำหนดขนาดแบบจำลองสามมิติจากระยะระหว่างจุดควบคุมภาพอยู่ที่ 0.003 เมตร และต่อจากนั้นจะทำการเพิ่มจำนวนจุด Point Cloud ให้มากขึ้นก่อนจะนำไปสร้างพื้นผิว (Build Dense Cloud) ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาการประมวลผลมากกว่าการจัดเรียงรูปภาพ (Align Photo) ซึ่งมีระยะเวลาในการประมวลผลคือ 72.18 นาที มีจำนวน Point Cloud จำนวน 38,003,915 Point มีความคลาดเคลื่อนของการกำหนดขนาดแบบจำลองสามมิติจากระยะระหว่างจุดควบคุมภาพอยู่ที่ 0.013 เมตร และที่ความสูงบิน 70 เมตรมีรูปภาพที่นำไปประมวลผลจำนวน 144 ภาพ ซึ่งจากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional ในขั้นตอนการจัดเรียงรูปภาพ (Align Photo) มีระยะเวลาในการประมวลผลที่ 22.05 นาที และได้จำนวน Tie Point จำนวน 172,336 จุด มีความคลาดเคลื่อนของการกำหนดขนาดแบบจำลองสามมิติจากระยะระหว่างจุดควบคุมภาพอยู่ที่ 0.013 เมตร และต่อจากนั้นจะทำการเพิ่มจำนวนจุด Point Cloud ให้มากขึ้นก่อนจะนำไปสร้างพื้นผิว (Build Dense Cloud) ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาการประมวลผลมากกว่าการจัดเรียงรูปภาพ (Align Photo) ซึ่งมีระยะเวลาในการประมวลผลคือ 28.57 นาที มีจำนวน Point Cloud

จำนวน 11,739,442 จุด มีความคลาดเคลื่อนของการกำหนดขนาดแบบจำลองสามมิติจากระยะระหว่างจุดควบคุมภาพอยู่ที่ 0.013 เมตร

จากตารางสามารถประเมินได้ว่าที่ความสูงบิน 50 เมตร แบบจำลองสามมิติมีรายละเอียดความครบถ้วนสมบูรณ์มากกว่าที่ความสูงบิน 70 เมตร

#### 4.3 ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องทางราบและทางตั้งของแบบจำลองสามมิติที่ระดับความสูงบิน 50 และ 70 เมตร

จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับของพื้นที่ศึกษาวิจัย สามารถแสดงผลของการประมวลผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความถูกต้องทางราบและทางตั้งของแบบจำลองสามมิติที่ระดับความสูงบิน 50 และ 70 เมตร

ความสูงบิน	ความกว้างของช่องจราจร		ความยาวของช่องจราจร		ความสูงของหลังคาทางเดิน	
	Mean (m)	RMSE (m)	Mean (m)	RMSE (m)	Mean (m)	RMSE (m)
50	0.02	0.01	0.02	0.07	0.08	0.36
70	0.02	0.02	0.03	0.08	0.15	0.67

จากตารางผลการวัดความถูกต้องทางราบและทางตั้งของแบบจำลองสามมิติในพื้นที่จริงด้วยเทปวัดระยะกับแบบจำลองสามมิติ พบว่า ที่ความสูงบิน 50 เมตร และ 70 เมตร มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางราบใกล้เคียงกันและน้อยกว่า 10 เซนติเมตร ซึ่งทำการประเมินจาก ความกว้างของช่องจราจรและความยาวของช่องจราจร ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางตั้งซึ่งทำการประเมินจากความสูงของหลังคาทางเดินมีค่ามากกว่า 10 เซนติเมตร ทั้ง 2 ระดับความสูงบิน ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติที่ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางตั้งจะมากกว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางราบ ซึ่งอาจเกิดจากการบิดบังของต้นไม้ทำให้การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติทางตั้งมีค่าความคลาดเคลื่อนมาก



#### 4.4 ผลลัพธ์การเปรียบเทียบของความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติที่ความสูงบิน 50 และ 70 เมตร

จากการประเมินด้วยสายตาพบว่าความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติทางราบมีความครบถ้วนใกล้เคียงกัน ทั้ง 2 ระดับการบิน ส่วนความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติทางตั้งพบว่าที่ความสูงบิน 50 เมตร แบบจำลองสามมิติมีความครบถ้วนสมบูรณ์มากกว่า เพราะฉะนั้นผู้วิจัยจึงทำการเลือกแบบจำลองสามมิติที่ความสูงบิน 50 เมตรมาประเมินลักษณะทางกายภาพของถนน ส่วนสาเหตุที่ทำให้รายละเอียดความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติทางตั้งไม่ครบถ้วน เป็นเพราะว่าเกิดความบังของต้นไม้ขณะทำการเก็บข้อมูลภาพ



ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติ

#### 4.5 ผลการวิเคราะห์จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับ

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลองสามมิติที่ความสูงบิน 50 เมตร ดังภาพที่ 4.6 เพราะมีรายละเอียดความครบถ้วนสมบูรณ์ของแบบจำลองสามมิติมากกว่า โดยทำการประเมินตามแบบหลักการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน กรมทางหลวงชนบท โดยได้คำปรึกษาและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ซึ่งได้ผลดังนี้



ภาพที่ 4.5 แบบจำลองสามมิติที่ระดับความสูงบิน 50 เมตร

จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนดังกล่าวแล้วพบว่า ที่บริเวณถนนดังกล่าวมีการติดตั้งอุปกรณ์นำความปลอดภัยที่สำคัญแล้วบางส่วน เช่น เส้นแบ่งจราจรบริเวณทางโค้ง เส้นขอบทางบริเวณทางโค้ง สัญลักษณ์ห้ามจอดบริเวณทางโค้ง เสาไฟฟ้าส่องสว่าง และอุปกรณ์นำความปลอดภัยบางส่วนยังไม่ได้รับการติดตั้ง เช่น ป้ายเตือนทางโค้ง ป้ายเตือนทางสามแยก ราวกันอันตราย แถบชะลอความเร็ว ป้ายบอกความเร็วที่เหมาะสมต่อการเข้าโค้ง หลัคนำทางและป้ายสะท้อนแสง และพบว่า ที่ส่วนกลางของถนนโค้งมีทางแยกเข้าสำนักงานอธิการบดี ซึ่งผิดหลักการออกแบบถนนทางวิศวกรรมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ถนนเส้นนี้ไม่ปลอดภัย และจากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับพบว่า บางอย่างไม่สามารถตรวจสอบได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 4.6

#### 4.6 ข้อจำกัดของอากาศยานไร้คนขับ

จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับพบว่า บางอย่างไม่สามารถตรวจสอบได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของอากาศยานไร้คนขับต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการวัดค่า เช่น การยกโก้คัง ความเด่นชัดและการสะท้อนแสงของป้ายจราจรและเส้นจราจร ดังภาพที่ 4.7 ประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์ นำความปลอดภัย สภาพพื้นผิวถนน สภาพด้านทานการลื่นไถล สภาพน้ำขังบนถนน ปัญหาทั่วไปของไฟฟ้าส่องสว่าง ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.6 เครื่องมือวัดความเด่นชัดของเครื่องหมายจราจร  
(<https://www.siamintercorp.co.th>)



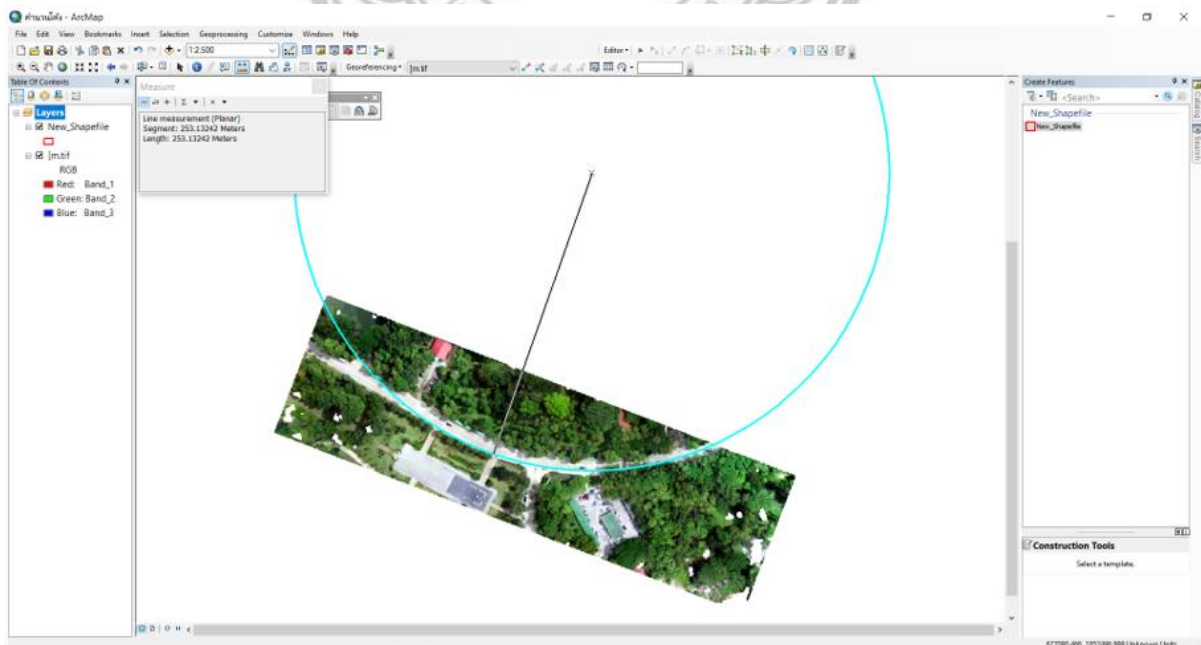
ภาพที่ 4.7 ความสว่างของแสงไฟฟ้า  
(<https://www.catdumb.com>)

#### 4.7 การคำนวณรัศมีโค้งเบื้องต้นเพื่อนำไปคำนวณย้อนกลับหาความเร็วในการออกแบบถนน

โดยการนำภาพ Orthomosaic จากโปรแกรม Agisoft Metashape Professional ดังแสดงในภาพที่ 4.9 ไปคำนวณหารัศมีโค้งเบื้องต้นในโปรแกรม ArcGIS ดังแสดงในภาพที่ 4.10 ความยาวรัศมีโค้งของถนนเส้นนี้ประมาณ 250 เมตร ดังนั้นความเร็วที่เหมาะสมสำหรับถนนเส้นนี้ตามหลักการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนคือไม่เกิน 60 กิโลเมตร / ชั่วโมง แต่เนื่องจากพื้นที่ศึกษาวิจัยอยู่ในมหาวิทยาลัยจึงมีความเร็วที่เหมาะสมสำหรับถนนเส้นนี้คือไม่เกิน 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



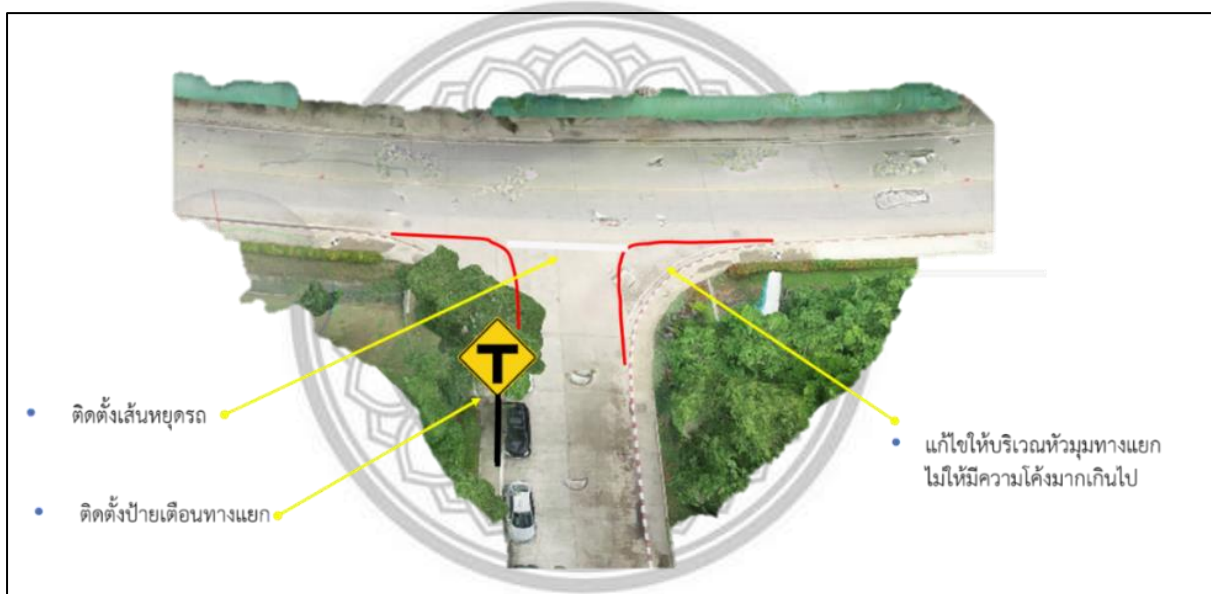
ภาพที่ 4.8 ภาพ Orthomosaic จากโปรแกรม Agisoft Metashape Professional



ภาพที่ 4.9 ผลลัพธ์คำนวณหารัศมีโค้งเบื้องต้นในโปรแกรม ArcGIS

#### 4.8 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัย

จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับเพื่อประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงปัญหาความปลอดภัยของถนนดังกล่าว ว่าถ้าได้รับการแก้ไขจะทำให้ถนนดังกล่าวปลอดภัยขึ้นสำหรับผู้ใช้ จากผลการศึกษาวินิจฉัยพบว่าควรปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนที่เส้นทางรองบริเวณทางออกสำนักงานอธิการบดี โดยจะทำการปรับปรุงความปลอดภัยโดยการ ติดตั้งเส้นหยุดรถที่บริเวณทางแยก ติดตั้งป้ายเตือนก่อนถึงทางแยก และ แก้ไขบริเวณหัวมุมทางแยกไม่ให้ความโค้งมากเกินไป ดังแสดงในภาพที่ 4.11 โดยได้รับคำปรึกษาและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน



ภาพที่ 4.10 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัย

ลิขสิทธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## บทที่ 5

### สรุป และ อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในบทที่ 4 ของการดำเนินวิจัยการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับ สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย อุปสรรคและข้อเสนองานวิจัยได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วย การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 50 เมตร และ 70 เมตร พบว่า ค่าความถูกต้องทางราบมีค่าใกล้เคียงกันโดยเฉพาะทางราบ คือ 0.01 และ 0.02 เมตร แต่จากการประเมินความถูกต้องทางตั้งพบว่ามีความคลาดเคลื่อนของความสูงของแบบจำลองสามมิติที่ใช้ความสูงบิน 70 เมตร มากกว่า 50 เมตร คือ 0.67 เมตร และ 0.36 เมตร ตามลำดับ การประเมินความครบถ้วนจากแบบจำลองสามมิติด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 50 เมตร และ 70 เมตร ยังขาดรายละเอียดของแบบจำลองสามมิติโดยเฉพาะภาคพื้นดิน ซึ่งเกิดจากการบดบังของต้นไม้

การประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับของถนนเส้นนี้พบว่า ถนนเส้นนี้ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่สำคัญบางส่วน เช่น เส้นแบ่งช่องทางจราจร สัญลักษณ์ห้ามจอด บริเวณทางโค้ง เส้นขอบทาง และบางส่วนยังไม่ได้รับการติดตั้ง เช่น แถบชะลอความเร็ว ป้ายเตือนทางโค้ง ป้ายเตือนทางแยก และที่บริเวณส่วนกลางของโค้งพบว่ามีทางแยกเข้าสำนักงานอธิการบดีซึ่งผิดหลักการออกแบบถนนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ถนนเส้นนี้ไม่ปลอดภัย และพบว่าอากาศยานไร้คนขับมีข้อจำกัดบางอย่างที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ เช่น การวัดค่าการสะท้อนแสงของอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ การหาค่าการยกโค้ง การวัดความสว่างของแสงไฟฟ้าเวลาค่ำ ซึ่งต้องใช้เครื่องมือพิเศษสำหรับการวัดค่า ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยของถนนเส้นนี้คือ ควรมีการปรับปรุงความปลอดภัยบริเวณเส้นทางรองที่ออกมาจากสำนักงานอธิการบดี โดยควรที่จะทำการ ติดตั้งเส้นหยุดบริเวณทางแยก ติดตั้งป้ายเตือนก่อนถึงทางแยก และแก้ไขบริเวณหัวโค้งไม่ให้มีความโค้งมากเกินไป

การสร้างแบบจำลองสามมิติด้วย การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับช่วยให้ประหยัดเวลา และ แรงงาน ในการสำรวจพื้นที่ภาคสนามสำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำเสนอแนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนในรูปแบบของภาพเสมือนจริงจากแบบจำลองสามมิติ

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยของ Pérez et al (2019) ที่ได้นำอากาศยานไร้คนขับไปเก็บข้อมูลภาพและนำไปประมวลผลภาพผ่านโปรแกรม Agisoft Metashape Professional และนำแบบจำลองสามมิติไปประเมินความถูกต้อง ผลจากการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับหน่วยเดซิเมตร ซึ่งผลที่ได้จากการรังวัดด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับสามารถวัดตำแหน่งของระยะทางต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องโดยไม่ต้องลงพื้นที่วัดจากเทปวัด ซึ่งความสอดคล้องกับผลการศึกษาของผู้วิจัย ที่ได้นำแบบจำลองสามมิติมาประเมินความถูกต้อง ผลจากการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสามมิติอยู่ใน ระดับหน่วยเดซิเมตร

ในส่วนของกระบวนการค้นหาปัญหาและจัดการกับจุดเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ก็มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภูวดล พลศรีประดิษฐ์ (2019) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการจุดเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุทางถนนชุมชนเขตเมือง : กรณีศึกษาชุมชนโคราชคฤหาสน์ทอง ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา วัดอุปสรรคของงานวิจัยนี้คือศึกษาเกี่ยวกับการค้นหาและจัดการกับจุดเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุเพื่อป้องกันและลดอุบัติเหตุที่จะเกิดบนท้องถนน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของกระบวนการค้นหาปัญหาของลักษณะทางกายของถนนที่เป็นจุดเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ

ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลก็มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยเทพ สาครวิเศษ (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง แนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน: กรณีศึกษาแยกสวนหย่อมธรรมนุญวิถี เทศบาลนครหาดใหญ่ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงความปลอดภัย โดยใช้ทางแยกสวนหย่อม ธรรมนุญวิถีเป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้นำหลักการการแก้ไขจุดอันตราย และหลักการการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนมาประยุกต์ใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของ หลักการการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน และหลักการการแก้ไขจุดอันตราย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

## 5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

### 1. สภาพอากาศ

ในการลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาพเนื่องจากระยะเวลาการเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงฤดูฝนทำให้สภาพอากาศมีฝนตกบ่อยครั้ง ทำให้ต้องลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาพหลายครั้ง

### 2. การจราจร

สภาพการจราจรในขณะที่ลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาพและประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติมีการจราจรที่หนาแน่นตลอดทั้งวัน ดังภาพที่ 5.1 ซึ่งเป็นปัญหาต่อการทำงาน



ภาพที่ 5.1 สภาพการจราจรของพื้นที่ศึกษา

#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับพบว่าความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติทางดิ่งยังขาดรายละเอียดทางดิ่งอีกมาก ดังภาพที่ 5.2 ซึ่งเป็นผลมาจากการบดบังของต้นไม้ ซึ่งมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคืออาจจะมีการเก็บข้อมูลภาพทางภาคพื้นดิน เพื่อให้แบบจำลองสามมิติมีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น



ภาพที่ 5.2 รายละเอียดทางดิ่งของแบบจำลองสามมิติไม่ครบถ้วน





ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

### บรรณานุกรม

- กาญจนา ทองทั่ว และคณะ. (2555). โครงการ กระบวนการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย ทางถนนของ นักศึกษาและชุมชนรอบ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ระยะที่ 1
- วินิจฉัย พินิจศักดิ์. (2556). ปัญหาและอุปสรรคของเจ้าหน้าที่ตำรวจในการปฏิบัติตามนโยบายการ ป้องกันอุบัติเหตุจราจรในจังหวัดเชียงใหม่ ช่วงเทศกาลปี ใหม่ พ.ศ. 2556.
- กรมทางหลวงชนบท. (2560). คู่มือหลักด้านความปลอดภัยงานทาง
- Pérez, J. A., Gonçalves, G. R., Rangel, J. M. G., & Ortega, P. F. (2019). Accuracy and effectiveness of orthophotos obtained from low cost UASs video imagery for traffic accident scenes documentation. *Advances in Engineering Software*, 132, 47-54.
- ภูวดล พล ศรี ประดิษฐ์. (2019). การ จัดการจุดเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุทางถนนชุมชนเขตเมือง: กรณีศึกษา ชุมชนโคราชคฤหาสน์ทอง ตำบล ในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัด นครราชสีมา-Risk Point Management of Road Accident in Urban Area: Case Study in Korat Karuehadthong Community, Nai Muang Sub-district, Muang NakhonRatchasima District, Nakhon Ratchasima Province. *วารสาร วิจัย และ พัฒนาด้านสุขภาพสำนักงาน สาธารณสุข จังหวัด นครราชสีมา*, 4(1), 66-76.
- ชัยเทพ สาคกรวิเศษ. *แนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน: กรณีศึกษาแยกส่วนห้วยอม ธรรมณูญวิธีเทศบาลนครหาดใหญ่* (Doctoral dissertation, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- Zulkipli, M. A., & Tahar, K. N. (2018). Multirotor UAV-Based Photogrammetric Mapping for Road Design. *International Journal of Optics*, 2018.
- Osman, M. R., & Tahar, K. N. (2016). 3D accident reconstruction using low-cost imaging technique. *Advances in engineering software*, 100, 231-237.



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved



ลงพื้นที่เก็บข้อมูล



ลงพื้นที่เก็บข้อมูล



ลงพื้นที่เก็บข้อมูล



ลงพื้นที่เก็บข้อมูล



รับคำปรึกษาและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน



รับคำปรึกษาและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	จิตติวัฒน์ ต้นนามน
วัน เดือน ปี เกิด	05 เมษายน 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	125 ม.5 ต.ตงมูลเหล็ก อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2560 -ปัจจุบัน	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2553 - 2558	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษา(วิทย์-คณิต) โรงเรียนเพชรพิทยาคม อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
พ.ศ. 2547 - 2552	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาล 1 (บ้านในเมือง) อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

## กิจกรรมที่เข้าร่วม

- 1) โครงการ ค่ายภูมิศาสตร์ อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อ.นครไทย จ.พิษณุโลก ประจำปีการศึกษา 2560
- 2) โครงการ อบรมเผยแพร่องค์ความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยาและการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการวิเคราะห์สภาพอากาศ โดย กรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดพิษณุโลก

## ประสบการณ์ทำงาน

- 1) เป็นสถาปนิกของคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำหน้าที่ในฝ่ายพยาบาล ในปีการศึกษา 2561 และทำหน้าที่ในฝ่ายสวัสดิการ ในปีการศึกษา 2562
- 2) จัดทำแผนที่ภาษีโรงเรือนและที่ดิน สำรวจและนำเข้าข้อมูลประเภทอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ภายใต้บริษัท กราฟเมติกซ์ จำกัด
- 3) จำแนกประเภทของอาคาร และสิ่งปลูกสร้าง สำหรับจัดทำแผนที่ภาษีโรงเรือน ภายใต้บริษัท กราฟเมติกซ์ จำกัด

## รางวัลที่ได้รับ

- 1) โครงการคนดี มีคุณธรรม สร้างสรรค์สังคม เพื่อส่งเสริมและยกย่องเยาวชนตัวอย่าง ประจำปี 2558