



## รายงานการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของหญ้าทะเลด้วยอากาศยานไร้คนขับ  
(drone) กรณีศึกษาอ่าวบุญคง

Spatial changing of seagrass bed by drone;  
a case study Boonkong bay

ธงชัย นิตีรัฐสุวรรณ Thongchai Nitiratsuwan

พรเทพ วิรัชวงศ์ Pornthep Wirachwong

กฤตติกร แก้ววงศ์ศรี Kriddikorn Kaewwongsri

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2561

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่สนับสนุนทุนวิจัยนี้ นายประยูร ถิ่นแก้ว  
นางสาวพัชราวดี ชาติโรจน์ทร์ และนายวันชัย หลำขุน นักศึกษาสาขาวิชาการจัดการประมงและธุรกิจ  
สัตว์น้ำชั้นปีที่ 4 ที่เข้าร่วมเก็บข้อมูล



# การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของหญ้าทะเลด้วยอากาศยานไร้คนขับ (drone) กรณีศึกษา อ่าวบุญคง

ธงชัย นิตริรัฐสุวรรณ พรเทพ วิรัชวงศ์ และกฤติกร แก้ววงศ์ศรี

## บทคัดย่อ

หญ้าทะเลเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญในระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งทะเล การสำรวจแหล่งหญ้าทะเลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการจัดการแหล่งหญ้าทะเล โดรนนับว่าเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้ในการสำรวจแหล่งหญ้าทะเล จึงดำเนินการศึกษาการกระจายของหญ้าทะเลด้วยการนำโดรนรุ่น Mavic ถ่ายภาพความละเอียด 1.2 ล้านพิกเซลมาใช้ในการถ่ายภาพการกระจายของหญ้าทะเล และสร้างเป็นภาพแผนที่หญ้าทะเล ศึกษาการกระจายและการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเล โดยศึกษาหญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคง ต.ไม้ฝาด อ.สิเกา จ.ตรัง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 ถึงตุลาคม พ.ศ.2561 วิเคราะห์พื้นที่หญ้าทะเลด้วยสายตาจากภาพแผนที่ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

พบว่าการใช้โดรนขนาดเล็กถ่ายภาพมีปัจจัยที่ส่งผลต่อภาพที่ได้รับ เช่น กระแสลม แสง เป็นต้น ความสูงของการถ่ายภาพที่เหมาะสมคือ 80 เมตร ชนิดของหญ้าทะเลที่แสดงผลภาพได้ชัดเจนคือหญ้าชะเงาใบยาว (*Enhalus acoroides*) ซึ่งมีขนาดใหญ่เห็นได้อย่างชัดเจน แต่หญ้าทะเลชนิดที่มีขนาดเล็กไม่สามารถประเมินด้วยสายตาได้ หญ้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบุญคงพบกระจายบริเวณปากอ่าวใกล้กับทางเปิดออกสู่ทะเลซึ่งบริเวณนี้มีความลึกมากกว่าบริเวณอื่นของอ่าว รูปแบบการกระจายมีทั้งแบบเดี่ยว แบบกลุ่มธรรมชาติ และแบบกลุ่มที่มีระเบียบซึ่งเกิดจากการปลูก โดยมีพื้นที่รวม 1,325.57 ตารางเมตร หรือ 0.83 ไร่ หรือ ร้อยละ 0.63 ของพื้นที่ที่ทำการศึกษา สูดถ่ายหญ้าชะเงาใบยาวในช่วงหนึ่งปีที่ทำการศึกษา มีการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่น้อยมาก

คำสำคัญ: โดรน, แหล่งหญ้าทะเล, หญ้าชะเงาใบยาว, จังหวัดตรัง

# Spatial changing of seagrass bed by drone; a case study Boonkong bay

Thongchai Nitiratsuwan, Pornthep Wirachwong and Kriddikorn Kaewwongsri

## Abstract

Seagrass beds are important area in the coastal ecosystem. The survey of seagrass beds is essential for obtaining information to be used seagrass management. Drones are another tool that can be used to explore seagrass beds. Seagrass beds investigated with drone model Mavic with 1.2 megapixel resolution for seagrass distribution and seagrass mapping. This study was the seagrass distribution and seagrass dynamics in Boonkong bay, Sikao district, Trang province between November, 2017 and October, 2018. Analysis of seagrass area used an eyes from map by GIS program. Using a small drone to take a pictures, there were factors that affected image received, such as wind, light, etc. The optimum shooting height was 80 meters. The type of seagrass that clearly displayed the image was *Enhalus acoroides* with large and clearly visible. But small seagrasses cannot be assessed by sight. *E. acoroides* in the Boonkong bay spread out the estuary near the outlet to the sea. This area is deeper than other areas of the bay. The distribution pattern is single shoot, natural patch and regularity patch form plating. The total area of seagrass beds was 1,325.57 square meters or 0.83 rai or 0.63 percent of study area. During one year of study in *E. acoroides*, there is rarely area change.

Keyword: drone, seagrass bed, *Enhalus acoroides*, Trang province



## สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
การทบทวนวรรณกรรม	7
วิธีการวิจัย	33
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา	43
สรุปผลการศึกษา	79
เอกสารอ้างอิง	85



## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แนวคิดการวิจัยการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของแหล่งหญ้าทะเล โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ	2
2	การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลทางภาคใต้ของรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา	5
3	การกระจายของหญ้าทะเลแต่ละชนิดทางภาคใต้ของรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยการประมาณค่าในช่วง	5
4	การประเมินการกระจายของหญ้าทะเลชนิด <i>Posidonia oceanica</i> (L.) บริเวณอ่าว Lacco Ameno ประเทศอิตาลี	6
5	การประเมินแหล่งหญ้าทะเลจากภาพถ่ายดาวเทียม WorldView 2 ด้วยวิธี object-base image analysis (OBIA) และวิธี photo-interpretation	7
6	การเปรียบเทียบแหล่งหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่ง ประเทศเวียดนาม ของพ.ศ. 2539 กับพ.ศ.2558	7
7	แนวคิดในการดำเนินการวิจัย	8
8	พื้นที่ศึกษาอ่าวบุญคง ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง	9
9	จุดกำหนดการถ่ายภาพหญ้าทะเลระดับความสูง 40 เมตร ด้วยอากาศยานไร้คนขับจำนวน 3 จุด	12
10	รายละเอียดการถ่ายภาพหญ้าทะเลระดับความสูง 80 เมตร ด้วยอากาศยานไร้คนขับ	13
11	ภาพถ่ายทางอากาศที่มีคลื่นปกคลุมพื้นที่	13
12	ภาพถ่ายหญ้าชะเงาใบยาวที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ	14
13	ภาพถ่ายหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ	18
14	ภาพหญ้าใบมะกรูดที่ถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ	21
15	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560	25
16	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนธันวาคม พ.ศ.2560	26
17	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนมกราคม พ.ศ.2561	27
18	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2561	28
19	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนมีนาคม พ.ศ.2561	29
20	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนเมษายน พ.ศ.2561	30
21	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2561	31
22	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2561	32
23	แผนที่หญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2561	33

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	แผนที่ห้วยทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนกันยายน พ.ศ.2561	34
25	แผนที่ห้วยทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนตุลาคม พ.ศ.2561	35
26	แผนที่ห้วยทะเลบริเวณอ่าวบุญคงที่ถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับระดับความสูง 40 เมตร เดือนธันวาคม พ.ศ.2560	36
27	รูปแบบการกระจายของหญ้าชะเงาใบยาว	37
28	รูปแบบการกระจายของหญ้าชะเงาใบยาวจากภาพถ่ายด้วยโดรน	38
29	การกระจายของหญ้าชะเงาใบยาว บริเวณอ่าวบุญคง ต.ไม้ฝาด อ.สิเกา จ.ตรัง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560	39
30	การกระจายของหญ้าชะเงาใบยาว บริเวณอ่าวบุญคง ต.ไม้ฝาด อ.สิเกา จ.ตรัง เดือนธันวาคม พ.ศ.2561	40



## 1 บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

แหล่งหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศทางทะเลแหล่งหนึ่งที่มีความสำคัญในด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งหญ้าทะเลมีความหลากหลายของชนิด (species diversity) สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในแหล่งหญ้าทะเลประกอบด้วยกลุ่มพืช ได้แก่ หญ้าทะเล สาหร่ายที่เกาะอยู่บนใบหญ้าทะเล (epiphytic algae) และสาหร่าย (seaweed) ส่วนกลุ่มสัตว์ ได้แก่ โคฟีพอด ดอกไม้ทะเล ไส้เดือนทะเล ดาวทะเล ปากกาทะเล อีแปะทะเล เม่นทะเล ปลิงทะเล หอยฝาเดียว หอยสองฝา กุ้ง ปู ปลา และพะยูน ในจังหวัดตรังเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีแหล่งหญ้าทะเล แหล่งหญ้าทะเลในเขตอบอุ่นจะมีหญ้าขึ้นเพียงชนิดเดียว (monospecific florals) เป็นผืน แต่แหล่งหญ้าทะเลในจังหวัดตรังเป็นแหล่งหญ้าที่มีหญ้าทะเลหลายชนิดขึ้นปะปนกัน (multispecific florals) ส่งผลให้หญ้าแต่ละชนิดที่ขึ้นจึงมีเป็นผืนหญ้าของแต่ละชนิด (patch) และมีพื้นที่ว่างระหว่างรอยต่อของผืนหญ้าแต่ละชนิดโดยเฉพาะเขตตอนบนและตอนล่างของเขตน้ำขึ้นน้ำลง เช่น ผืนหญ้าของหญ้าใบมะกรูด ผืนหญ้าของหญ้าชะเงาใบพื้นเลื้อย ผืนหญ้าของหญ้าชะเงาใบยาว ผืนหญ้าของหญ้าเต่า โดยลักษณะกระจายของผืนหญ้าทะเลมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล (ฤดูร้อน ฤดูฝน) การเจริญเติบโตของผืนหญ้าแต่ละชนิดจะขึ้นกับลักษณะของพื้นผิวดิน (จุดที่เป็นแอ่ง จุดที่เป็นสัน) ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเลเชิงพื้นที่มีอยู่หลายวิธี โดยแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป การใช้เทคโนโลยีถ่ายภาพทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งหญ้าทะเล

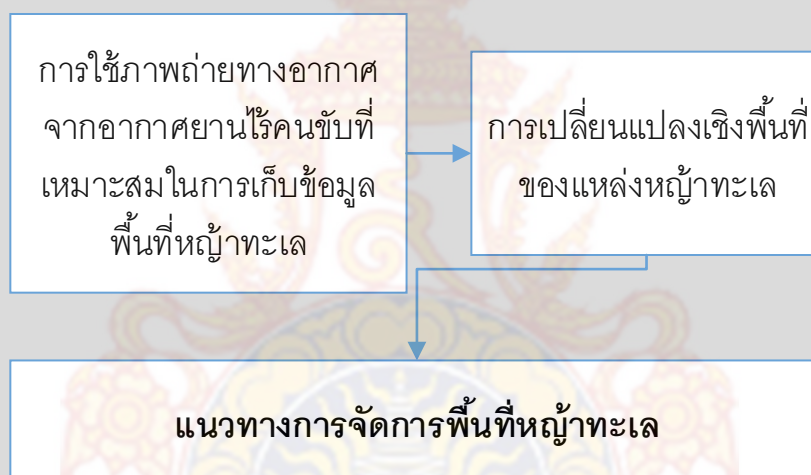
ปัจจุบันเทคโนโลยีการถ่ายภาพทางอากาศมีพัฒนาการก้าวหน้าเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ หรือ โดรน (drone) ที่ปัจจุบันมีความสามารถในการถ่ายภาพได้เป็นอย่างดี ภาพที่ได้มีรายละเอียดภาพค่อนข้างสูง ซึ่งหากนำมาปรับใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งหญ้าทะเลจะส่งผลให้ได้รับข้อมูลเชิงพื้นที่ของหญ้าที่ทันสมัยเป็นปัจจุบัน อีกทั้งการใช้อากาศยานไร้คนขับยังมีต้นทุนในการดำเนินการที่ต่ำ และยังใช้ทรัพยากรในการดำเนินการเก็บข้อมูลน้อย ตั้งแต่แรงงานที่ใช้ในการดำเนินการ อีกทั้งประหยัดทั้งงบประมาณและเวลาในการดำเนินการ เมื่อได้รับข้อมูลเชิงพื้นที่ของหญ้าทะเลแล้วสามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรหญ้าทะเล อันจะนำไปสู่การดูแลและฟื้นฟูทรัพยากรหญ้าทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาความเหมาะสมของภาพถ่ายทางอากาศในการประเมินพื้นที่หญ้าทะเล
- 1.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของหญ้าทะเล

## 1.3 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่คือ ภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (drone) มาใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของแหล่งหญ้าทะเล เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับมีความทันสมัยเป็นปัจจุบัน ข้อมูลภาพมีความถูกต้องแม่นยำสูง การเก็บข้อมูลมีค่าใช้จ่ายน้อยก่อให้เกิดความประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา ผลที่ได้รับสามารถนำมาใช้ในการจัดทำนโยบายในการบริหารจัดการแหล่งหญ้าทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ส่งผลให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แนวคิดการวิจัยการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของแหล่งหญ้าทะเล โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ



## 2 การทบทวนวรรณกรรม

หญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีความสำคัญทั้งในทางนิเวศวิทยาและทางเศรษฐกิจ ในแหล่งหญ้าทะเลจะมีพืชและสัตว์อาศัยอยู่มากกว่า 1,000 ชนิด หญ้าทะเลมีกำลังผลิตขั้นที่หนึ่ง (primary productivity) และขั้นที่สอง (secondary productivity) สูงจึงทำให้มีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมาก (Gillanders, 2006) องค์ประกอบที่สำคัญของห่วงโซ่อาหารในแหล่งหญ้าทะเลประกอบด้วยหญ้าทะเลและสาหร่ายที่อยู่บนหญ้า (epiphytic algae), สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่กินพืช (invertebrate mesograzers), สัตว์ที่กินเศษซากพืชซากสัตว์เป็นอาหาร (detritivores), สัตว์มีกระดูกสันหลังที่กินพืช, ผู้ล่าขนาดเล็กซึ่งกินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นอาหาร (small invertebrate-feeding predators) และ ผู้ล่าขนาดใหญ่ (large predators) โดยที่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่กินพืชเป็นตัวเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างผู้ผลิตเบื้องต้นกับผู้บริโภคระดับสูงในระบบนิเวศ ส่วนใหญ่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่กินพืชจะกินสาหร่ายที่อยู่บนหญ้าทะเลเป็นอาหาร (Valentine and Duffy, 2006)

แหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งผลิตที่มีกำลังผลิตมากแห่งหนึ่งของระบบนิเวศ โดยมีกำลังผลิตเฉลี่ย 961 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี, สาหร่ายขนาดใหญ่ มีกำลังผลิตเฉลี่ย 365 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี แนวปะการัง มีกำลังผลิตเฉลี่ย 292 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี (Duarte and Chiscano, 1999) อย่างไรก็ตามพืชที่เกาะอยู่บนหญ้าทะเล (epiphytes) ก็เป็นผู้ผลิตที่มีความสำคัญที่ทำให้แหล่งหญ้าทะเลมีกำลังผลิตสูง พืชที่เกาะอยู่บนหญ้าทะเลจะเป็นพวกสาหร่ายซึ่งจะเกาะอยู่ที่ผิวของส่วนบนที่โผล่พ้นดินของหญ้าทะเล (aboveground part) ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินขนาดเล็ก ไดอะตอม สาหร่ายขนาดใหญ่สีเขียว สีน้ำตาล และสีแดง นอกจากนี้ยังมีผู้ผลิตอื่นๆ ในแหล่งทะเล ได้แก่ สาหร่ายขนาดใหญ่บนพื้นท้องทะเล (benthic macroalgae) และแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ลอยอยู่ในน้ำ (Nakaoka, 2005) ได้การสำรวจความหนาแน่นของปลาที่อาศัยบริเวณพื้นท้องน้ำ (epibenthic fish) และ กุ้ง บริเวณปากแม่น้ำใน New Jersey พบว่า ปลาหนาแน่นสูงสุดในคลอง ขณะที่กุ้งมีความหนาแน่นสูงสุดในคลองแต่สูงกว่าในแหล่งหญ้าทะเล (*Zostera marina*) เล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามในคลองมีจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตน้อย แหล่งหญ้าทะเลมีปลาหนาแน่นกว่าแหล่งสาหร่ายขนาดใหญ่ (*Ulva lactuca*) แหล่งหญ้าทะเลและแหล่งสาหร่ายขนาดใหญ่มีความหนาแน่นของปลาและกุ้งมากกว่าพื้นที่บริเวณไม่มีพืชอยู่ (Sogard and Able, 1991)

แหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งอนุบาลของสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่ปลาต่างๆ จะอาศัยแหล่งหญ้าทะเลในระยะวัยอ่อนเพื่อหาอาหาร หรือเป็นที่หลบภัยจากผู้ล่า หลังจากนั้นจะเคลื่อนย้ายไปอยู่อาศัยที่อื่น ๆ เมื่อโตขึ้น การประเมินแหล่งที่อยู่ต่างๆ ว่าเป็นแหล่งอนุบาลของสัตว์น้ำหรือไม่นั้นไม่ใช่การพิจารณาเพียงแต่สัตว์น้ำวัยอ่อนใช้หรือจำนวนของสัตว์น้ำวัยอ่อนที่พบในแหล่งนั้น แต่จะต้องพิจารณาถึงการเจริญเติบโต การรอดตาย และสามารถเคลื่อนย้ายเข้าไปแหล่งที่อยู่ของตัวเต็มวัย (adult habitat) (Beck et al., 2001) ซึ่ง Heck et al. (2003) ได้ทบทวนเอกสารจำนวนมากกว่า 200 ฉบับ พบว่าหญ้าทะเลเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนที่สำคัญของสัตว์น้ำต่างๆ เนื่องจากสัตว์น้ำวัยอ่อนในแหล่งหญ้าทะเลมีความอุดมสมบูรณ์ การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายมากกว่าแหล่งอาศัยอื่นๆ เช่น salt marsh, oyster reef, แหล่งที่ไม่มีพืช

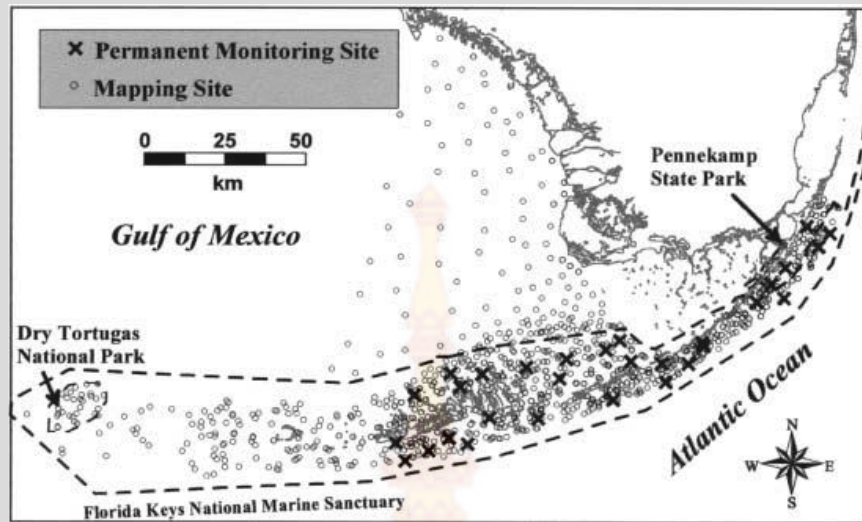


แหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทยมีความสำคัญเนื่องจากเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ทะเล รวมทั้งเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน พืชและสัตว์ในแหล่งหญ้าทะเล ได้แก่ สาหร่าย ปลา กุ้ง ปู หอย และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทยประกอบด้วยหญ้าหลายชนิด (multispecies beds) โดยพบในเขตน้ำขึ้นน้ำลงจนระดับความลึก 5 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหญ้า (Supanwanid and Lewmanomont, 2003) ประเทศไทยพบหญ้าทะเลจำนวน 12 ชนิด หญ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ *Enhalus acoroides* ขณะหญ้าที่พบได้ทั่วไป ทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน คือ *Halophila ovalis* (Lewmanomont et al., 1996) การศึกษาแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมพบว่า หญ้า *E. acoroides* อุดมสมบูรณ์ที่สุดพบได้ในเขตตื้นกว่าน้ำขึ้นน้ำลงและตอนล่างของเขตน้ำขึ้นน้ำลง ส่วนหญ้า *Halophila ovalis* และ *Thalassia hemprichii* พบมากบริเวณตอนบนของเขตน้ำขึ้นน้ำลง (Nakaoka and Supanwanid, 2000) การศึกษาการหมุนเวียนของธาตุอาหาร (nutrient dynamic) ในแหล่งหญ้าทะเลในจังหวัดตรัง บริเวณหาดปากเมง, บริเวณแหลมหยงหล้า, เกาะลิบง และหาดมดตะนอย พบว่า ฟอสฟอรัสในหญ้า *Cymodocea serrulata*, *H. ovalis* และ *E. acoroides* สูงขึ้นในฤดูร้อนเนื่องจากปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ (dissolved inorganic phosphorus) มีปริมาณมากในน้ำ ส่วนหญ้า *H. ovalis* ที่อยู่ในแหล่งใกล้ชุมชนจะได้รับธาตุอาหารในน้ำ (water column) มากกว่าในดิน (porewater in sediment) (Wirachwong and Holmer, 2010) ปลาที่พบในแหล่งหญ้าทะเลที่อุทยานหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง ซึ่งเป็นแหล่งหญ้าขนาดใหญ่มีจำนวนถึง 78 ชนิด มีปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ปลากะรัง ปลากะพง ปลากะบอก ปลาลัง เป็นต้น (สมหมาย, 2538) และพบลูกปลาวัยอ่อนจำนวน 30 ครอบครัว โดยที่ความอุดมสมบูรณ์ของลูกปลาวัยอ่อนในแหล่งหญ้ามีสูงกว่าพื้นที่ที่ไม่มีหญ้าทะเล (ธีระพงศ์, 2538)

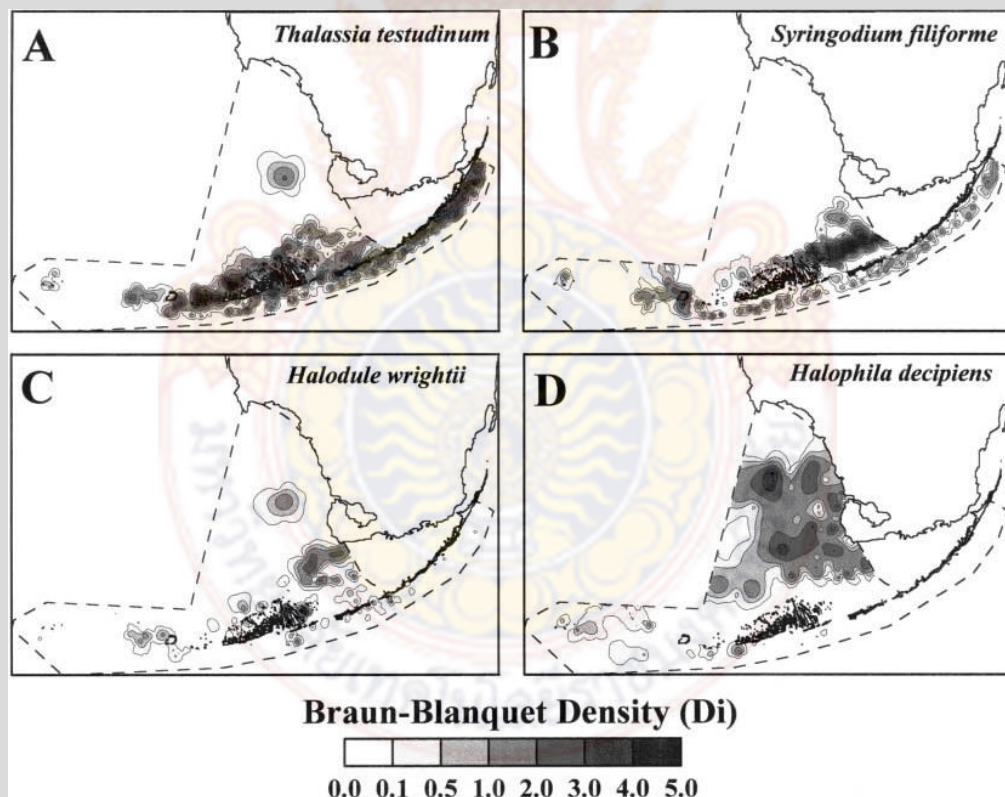
นอกจากนี้แหล่งหญ้าทะเลยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของเต่าและพะยูน โดยเฉพาะพะยูนใช้แหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งอาหาร (Supanwanid, 1996; Nakaoka and Aioi, 1999; Hines et al., 2005) และแหล่งสืบพันธุ์ ซึ่ง Adulyanukosol et al., 2007 ได้พบการจับคู่และการดูแลลูกพะยูนโดยพะยูนเพศเมีย นอกจากนี้แหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทยเป็นแหล่งทำการประมงที่สำคัญ โดยมีปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ปลาหมอตทะเล ปลากะพง ปลากะบอก นอกจากนี้ยังมีการทำประมงปูม้า และปลิงทะเล (Supanwanid and Lewmanomont, 2003)

การประเมินพื้นที่ของแหล่งหญ้าทะเลมีหลายวิธี เช่น การประเมินด้วยการประมาณค่าในช่วง (interpolation) และการประเมินด้วยภาพถ่ายดาวเทียม โดยมีรายละเอียดดังนี้

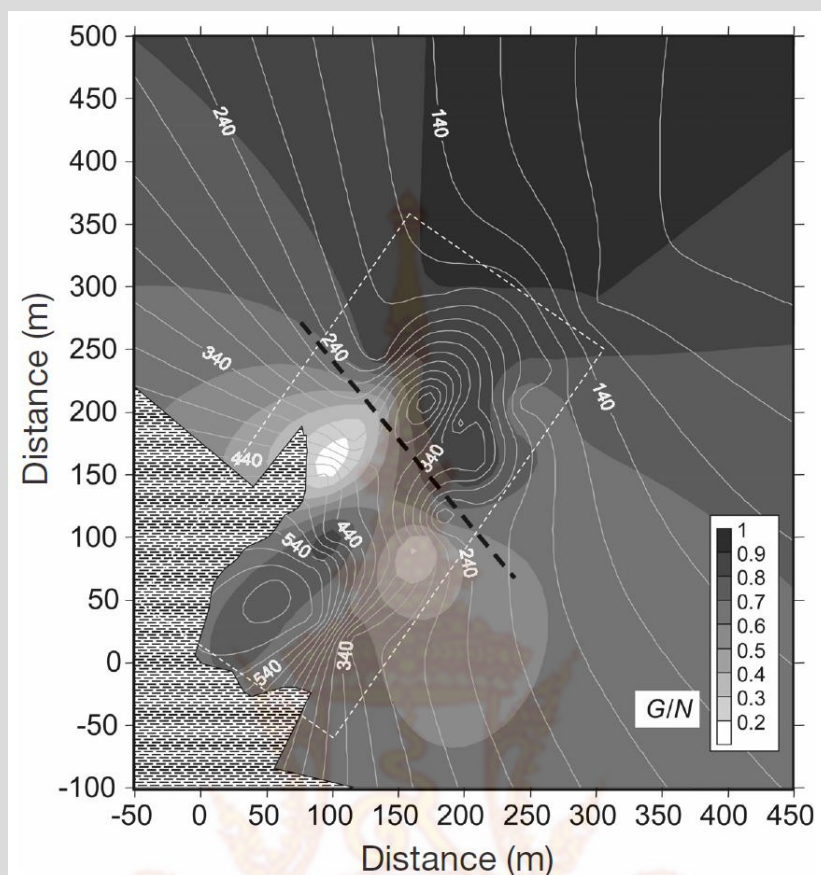
- 1) การประเมินพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลด้วยประมาณค่าในช่วง เช่น การประเมินหญ้าทะเลในภาคใต้ของรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยการสุ่มตัวอย่างจำนวน 874 จุด (ภาพที่ 2) ทำการประมาณค่าในช่วงการกระจายของหญ้าทะเลแต่ละชนิดด้วยวิธี kriging พบว่า หญ้าทะเลชนิด *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* และ *Halophila decipiens* ครอบคลุมพื้นที่ 6,400, 4,400, 3,000 และ 7,500 ตารางกิโลเมตร (Fourqurean et al., 2001) (ภาพที่ 3) การประเมินการกระจายของหญ้าทะเลชนิด *Posidonia oceanica* (L.) บริเวณอ่าว Lacco Ameno ประเทศอิตาลี (Migliaccio et al., 2005) (ภาพที่ 4) เป็นต้น



ภาพที่ 2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลทางภาคใต้ของรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา (Fourqurean et al., 2001)



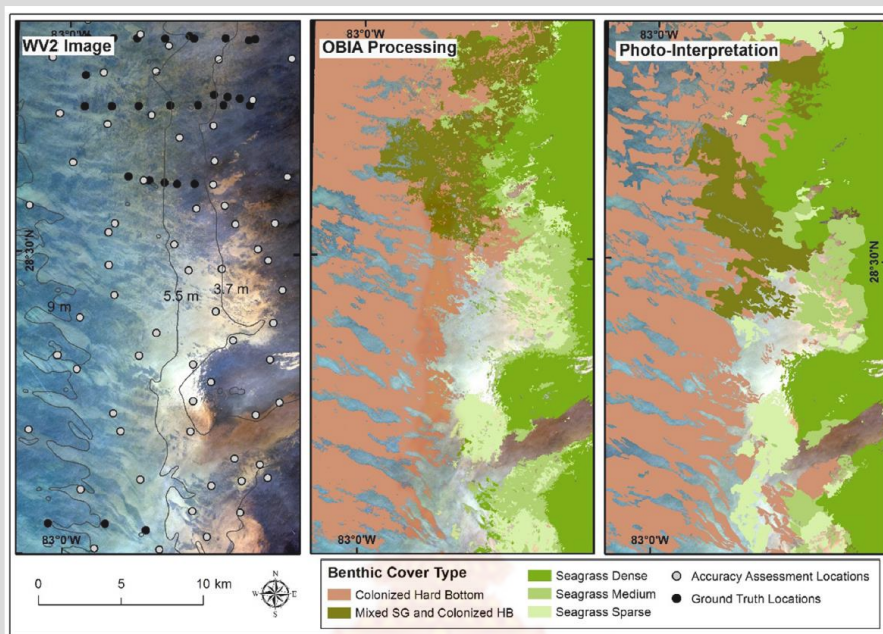
ภาพที่ 3 การกระจายของหญ้าทะเลแต่ละชนิดทางภาคใต้ของรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยการประมาณค่าในช่วง (Fourqurean et al., 2001)



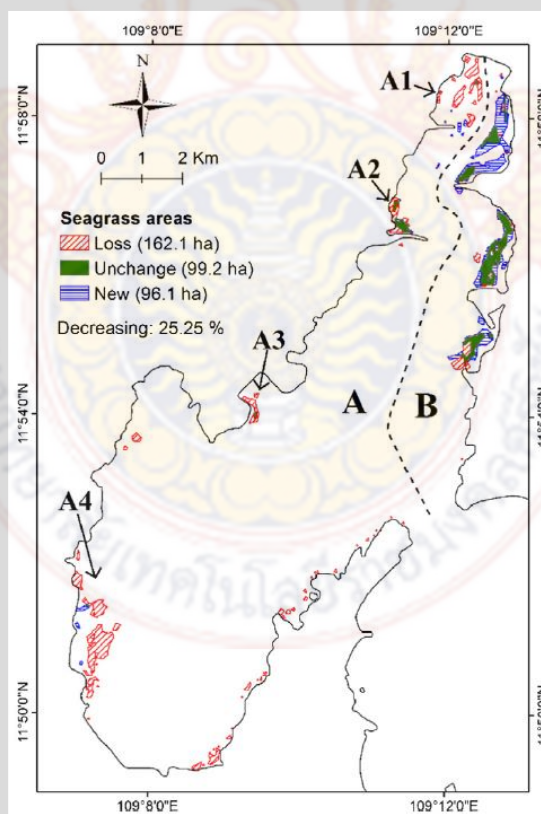
ภาพที่ 4 การประเมินการกระจายของหญ้าทะเลชนิด *Posidonia oceanica* (L.) บริเวณอ่าว Lacco Ameno ประเทศอิตาลี (Migliaccio et al., 2005)

การประเมินด้วยภาพถ่ายดาวเทียม เช่น การประเมินหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่ง Spring รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม WorldView 2 วิเคราะห์พื้นที่หญ้าทะเลด้วยวิธี object-base image analysis (OBIA) และวิธี photo-interpretation (Baumstark et al., 2017) (ภาพที่ 5) การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat TM/ETM+/OLI ประเมินการเปลี่ยนแปลงของแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าว Cam Ranh ประเทศเวียดนาม พ.ศ.2539 กับ พ.ศ.2558 พบว่าหญ้าทะเลลดร้อยละ 25 จากการพัฒนาชายฝั่งและการสร้างสิ่งก่อสร้าง (Chen et al., 2016) (ภาพที่ 6) ซึ่งในแต่ละวิธีนั้นมีข้อดีและเสียแตกต่างกันไป เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียมต้องผ่านการประมวลผลก่อนการนำมาใช้ ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้รับใช้เวลานานกว่าจะนำมาใช้ได้ อีกทั้งเวลาที่ดาวเทียมผ่านยังพื้นที่ที่ต้องการอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาประเมินหญ้าทะเล เช่น ผ่านในช่วงเวลาน้ำขึ้น สุดท้ายภาพถ่ายดาวเทียมยังมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง





ภาพที่ 5 การประเมินแหล่งหญ้าทะเลจากภาพถ่ายดาวเทียม WorldView 2 ด้วยวิธี object-base image analysis (OBIA) และวิธี photo-interpretation (Baumstark et al., 2017)



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบแหล่งหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่ง ประเทศเวียดนาม ของพ.ศ.2539 กับพ.ศ. 2558 (Chen et al., 2016)

### 3 วิธีการวิจัย

#### 3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการเก็บข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีแนวคิดในการดำเนินการวิจัยด้วยการศึกษากำหนดการนำภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับมาใช้ถ่ายภาพพื้นที่ที่มีหญ้าทะเล โดยถ่ายภาพหญ้าทะเลในระดับความสูงที่แตกต่างกันเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดระดับความสูงที่เหมาะสมทั้งความชัดเจนของภาพหญ้าทะเลที่ได้รับและสอดคล้องกับประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับในการถ่ายภาพหญ้าทะเลที่จะได้รับภาพหญ้าทะเลที่เหมาะสมที่สุด เมื่อกำหนดความสูงในการถ่ายภาพที่ได้นำมากำหนดจุดการถ่ายภาพเพื่อให้ภาพที่ได้มีความครอบคลุมพื้นที่และมีความชัดเจนของภาพของทั้งพื้นที่ศึกษา ดำเนินการเข้าพื้นที่ถ่ายภาพพื้นที่หญ้าทะเลทุกเดือน นำภาพถ่ายที่ได้เข้าสู่โปรแกรมต่อภาพเพื่อสร้างเป็นภาพแผนที่ทางอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด นำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเข้าสู่โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ดำเนินการวิเคราะห์พื้นที่หญ้าทะเล และวิเคราะห์ขนาดพื้นที่เพื่อทราบถึงรูปแบบการกระจายของหญ้าทะเล และการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเล (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 แนวคิดในการดำเนินการวิจัย

### 3.2 พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในอ่าวบุญคง ต.ไม้ฝาด อ.สิเกา จ.ตรัง ตั้งอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทยติดกับทะเลอันดามัน โดยกั้นอ่าวอยู่ทางทิศใต้ติดกับป่าชายเลนพื้นที่ท้องน้ำบริเวณนี้เป็นโคลน ด้านทิศเหนือเปิดออกสู่ทะเลอันดามัน ทิศตะวันออกและตะวันตกติดกับภูเขา (ภาพที่ 8) ลักษณะพื้นที่ท้องน้ำมี 3 รูปแบบ ประกอบด้วย ดินเลนอยู่ด้านกั้นอ่าวติดกับป่าชายเลน โคลนปนทรายอยู่ตอนกลางของอ่าว และทรายอยู่ตอนบนของอ่าว อ่าวบุญคงเป็นพื้นที่ที่อยู่ในช่วงการขึ้นลงของน้ำ (ความสูง 2 เมตร ถึงระดับน้ำลึก 1 เมตร จากระดับน้ำทะเลที่ลดต่ำสุด) (จงชัย และคณะ, 2557)



ภาพที่ 8 พื้นที่ศึกษาอ่าวบุญคง ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (Google earth, 2017)

### 3.3 การศึกษาการใช้ภาพถ่ายทางอากาศที่เหมาะสมเพื่อประเมินแหล่งหญ้าทะเล

บริเวณอ่าวบุญคง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) ดำเนินการถ่ายภาพในช่วง 4 – 5 ค่ำ ในช่วงเช้าที่มีน้ำลดต่ำสุด เก็บข้อมูลเดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 10 เดือน

2) การถ่ายภาพ ดำเนินการถ่ายภาพทางอากาศในอ่าวบุญคงโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (drone) ยี่ห้อ DJI รุ่น Mavic Pro ซึ่งมีกล้องถ่ายภาพที่มีคุณลักษณะของเลนส์ ดังนี้ FOV ( Field Of View ) 78.8° 28 mm ( 35 mm format equivalent ) f/2.2 Distortion < 1.5% Focus from 0.5 m to ∞ และภาพที่ถ่ายมีความละเอียดของภาพ 4000x3000 พิกเซล

3) การถ่ายภาพหญ้าทะเลในแต่ละระดับความสูงจากพื้น 20, 40, 60, 80, 100, 150 และ 200 เมตร เพื่อทดสอบภาพหญ้าทะเลที่ได้รับในแต่ละระดับความสูง โดย

3.1) การเลือกภาพถ่ายจากระดับความสูงที่ถ่ายภาพแล้วสามารถแสดงชนิดหญ้าทะเลได้ดีที่สุด



3.2) การเลือกภาพถ่ายที่แสดงลักษณะการปกคลุมของหม้อทะเลที่สามารถครอบคลุมพื้นที่ของหม้อทะเลได้ดีที่สุด

3.3) กำหนดระดับความสูงของการถ่ายภาพหม้อทะเลที่แสดงภาพหม้อทะเลได้ความเหมาะสม และสอดคล้องกับศักยภาพของอากาศยานไร้คนขับ

4) การกำหนดระยะห่างการถ่ายภาพเพื่อนำมาจัดทำเป็นแผนที่หม้อทะเล โดยภาพมีความเหลื่อมอย่างน้อยร้อยละ 50 ของภาพทั้งหมด

5) การนำภาพถ่ายที่ได้ทำการสร้างภาพแผนที่ด้วยโปรแกรม Drone Deploy รุ่นทดลองใช้ (trial version)

### 3.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของแหล่งหม้อทะเล บริเวณอ่าวบุญคง อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง

มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1) การดำเนินการเก็บข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ พร้อมทำการเก็บข้อมูลภาคสนามของหม้อทะเล ในระหว่าง 14 – 1 ค่ำ ในช่วงกลางวันที่มีน้ำลงต่ำสุด เก็บข้อมูลเดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 10 เดือน

2) การถ่ายภาพทางอากาศโดยใช้ผลการศึกษาภาพถ่ายทางอากาศที่เหมาะสมเพื่อประเมินแหล่งหม้อทะเล บริเวณอ่าวบุญคง อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง จาก 5)

3) การนำภาพถ่ายที่ได้เข้าสู่โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ทำการปรับพิกัด (rectification)

4) ดำเนินการสร้างข้อมูลด้วยการดิจิไทซ์ (digitize) การกระจายของหม้อทะเลในพื้นที่อ่าวบุญคง จำแนกตามชนิด เป็นรูปหลายเหลี่ยม (polygon) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จัดทำข้อมูลหม้อทะเลในแต่ละชนิดเป็นพื่น (patch)

5) วิเคราะห์ขนาดของพื้นที่ที่มีหม้อทะเลแต่ละชนิด (ตารางเมตร) และสัดส่วนของพื้นที่ของหม้อทะเลบริเวณอ่าวบุญคง (ร้อยละ) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

## 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา

### 4.1 การใช้ภาพถ่ายทางอากาศที่เหมาะสมเพื่อประเมินแหล่งหญ้าทะเล บริเวณอ่าวบุญคง อำเภอลิเกา จังหวัดตรัง

1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการถ่ายภาพทางอากาศ ประกอบด้วย

1.1) อากาศยานไร้คนขับ

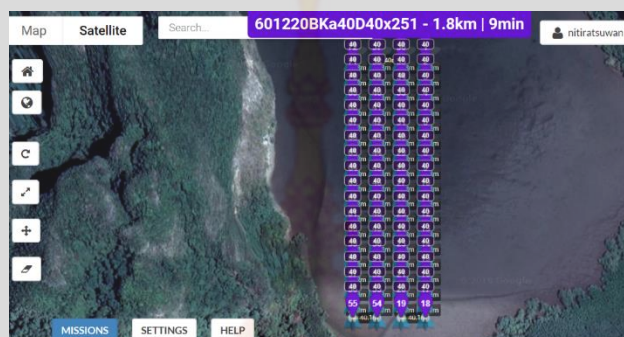
1.1.1) ระยะเวลาการบินถ่ายภาพ ซึ่งขึ้นกับความสามารถของแหล่งพลังงานที่อากาศยานไร้คนขับใช้ เช่น ความสามารถของแบตเตอรี่ Mavic Pro แต่ละก่อนใช้ได้ระยะเวลาการบิน 21 นาที แต่ในการใช้งานจริงพบว่าใช้ระยะเวลาในการบินไม่ควรเกินเพียง 16 นาที เนื่องจากในพื้นที่จริงมีปัจจัยเรื่องกระแสลมอันส่งผลให้อากาศยานต้องใช้พลังงานมากกว่าปกติ อีกทั้งการเสื่อมของแบตเตอรี่เองหากใช้มานานก็จะส่งผลให้ระยะเวลาในการบินสั้นลง

1.1.2) ระดับความสูงที่กฎหมายอนุญาตให้อากาศยานไร้คนขับที่ติดกล้องถ่ายภาพทำการบินได้สูงสุดคือ 200 เมตร

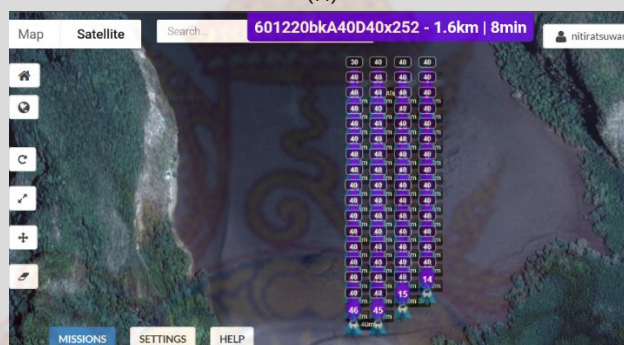
1.1.3) ความสามารถของกล้องถ่ายภาพที่ติดกับอากาศยานไร้คนขับ ในอดีตมีรายละเอียดและประสิทธิภาพต่ำ ปัจจุบันกล้องถ่ายภาพมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ส่งผลให้ภาพถ่ายที่ได้รับมีความละเอียดมากขึ้น แต่ยังพบปัญหาภาพบางภาพที่ได้รับไม่ชัดส่งผลให้การนำมาต่อภาพไม่ดีเท่าที่ควร

1.2) โปรแกรมที่ใช้ในการบังคับอากาศยานไร้คนขับรุ่นที่นำมาใช้เป็นของบริษัท DJI ซึ่งมีโปรแกรม DJI GO ติดตั้งในสมาร์ทโฟน แต่โปรแกรมนี้ไม่สามารถใช้ waypoint เพื่อใช้ในการบังคับอากาศยานไร้คนขับให้หยุดเพื่อถ่ายภาพได้ จึงใช้โปรแกรม Litchi โดยมีค่าสมัครใช้โปรแกรม 800 บาท ที่สามารถสร้าง way point เพื่อบังคับอากาศยานไร้คนขับให้หยุดเพื่อถ่ายภาพได้ และสามารถทำการวางแผนการบินจากคอมพิวเตอร์แล้วโหลดเข้าสู่สมาร์ทโฟนได้ โดยในการศึกษาคครั้งนี้ใช้การถ่ายภาพใน 2 ระดับความสูงคือ 40 และ 80 เมตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1) ระดับความสูง 40 เมตร กำหนดจุดถ่ายภาพจำนวน 156 จุด โดยมีระยะห่างในการถ่ายภาพ 40x25 เมตร ต้องแบ่งการถ่ายภาพออกเป็น 3 ชุด โดยชุดแรก ชุดที่สอง และสามใช้เวลาในการบิน 9, 8 และ 3 นาที เวลาในการเก็บข้อมูลจริงพบว่าใช้เวลาดำเนินการประมาณ 30-40 นาที ซึ่งใช้แบตเตอรี่ที่มีพลังงานร้อยละ 100 ประมาณ 2 ก้อน (ภาพที่ 9)



(ก)



(ข)

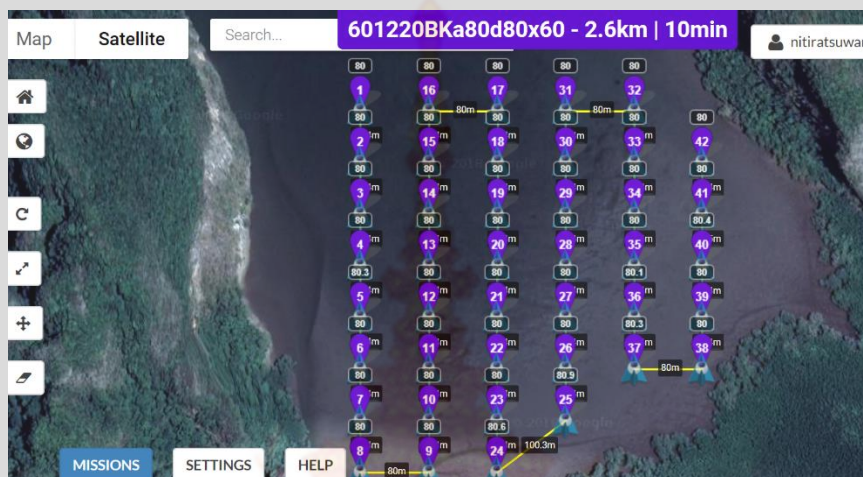


(ค)

ภาพที่ 9 จุดกำหนดการถ่ายภาพห้วยทะเลระดับความสูง 40 เมตร ด้วยอากาศยานไร้คนขับ จำนวน 3 ชุด (ก รายละเอียดของจุดถ่ายภาพในการบินครั้งที่หนึ่ง, ข รายละเอียดของจุดถ่ายภาพในการบินครั้งที่สอง และ ค รายละเอียดของจุดถ่ายภาพในการบินครั้งที่สาม)



1.2.2) ระดับความสูง 80 เมตร กำหนดจุดถ่ายภาพจำนวน 42 จุด โดยมีระยะห่างในการถ่ายภาพ 80x60 เมตร ซึ่งจะใช้เวลาในการบินเท่ากับ 10 นาที ในการเก็บข้อมูลจริงพบว่าใช้เวลาดำเนินการประมาณ 12-13 นาที ซึ่งจะใช้แบตเตอรี่ที่มีพลังงานร้อยละ 100 ประมาณ 1 ก้อน (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 รายละเอียดการถ่ายภาพพญาทะเลระดับความสูง 80 เมตร ด้วยอากาศยานไร้คนขับ

1.2) เวลาในการเก็บถ่ายภาพพญาทะเลบริเวณชายฝั่ง

1.2.1) เวลาที่ใช้ต้องเป็นเวลากลางวันเท่านั้น เนื่องจากหากเป็นเวลากลางคืนจะไม่มีแสงสว่างส่งผลให้ไม่สามารถถ่ายภาพได้

1.2.2) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลต้องเป็นช่วงที่น้ำลงเต็มที่เพื่อให้พื้นที่พญาทะเลไม่มีน้ำเนื่องจากหากมีน้ำก็จะเกิดคลื่นในน้ำส่งผลให้ภาพถ่ายพญาทะเลที่ได้รับไม่ชัดเจน (ภาพที่ 11) จากการเก็บข้อมูลพบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมคือ ช่วงขึ้น 4-5 ค่ำ ช่วงเช้าเวลา 6.30-8.00 น. โดยพื้นที่อ่าวบุญคงเป็นช่วงเวลาน้ำลง



ภาพที่ 11 ภาพถ่ายทางอากาศที่มีคลื่นปกคลุมพื้นที่

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการถ่ายภาพหญ้าทะเลด้วยอากาศยานไร้คนขับคือ ช่วงเช้า เนื่องจากมีกระแสลมไม่แรง ส่วนช่วงบ่ายพบว่าในพื้นที่ชายฝั่งบริเวณอ่าวบุญคงมีกระแสลมค่อนข้างแรงส่งผลให้กล้องถ่ายภาพสั่นทำให้ภาพถ่ายที่ได้รับขาดความคมชัด

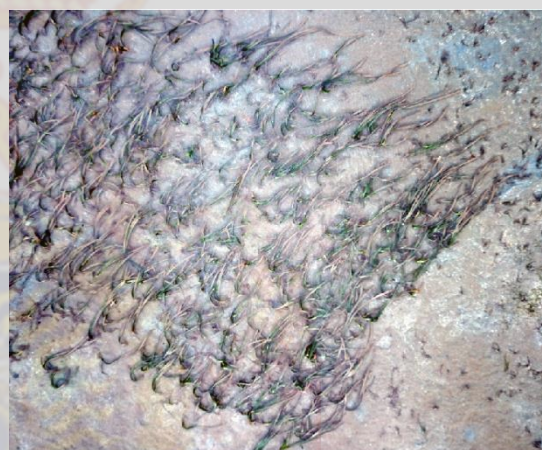
2) ภาพของหญ้าทะเลในแต่ละระดับความสูงของการถ่ายภาพ

ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งหญ้าทะเลออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

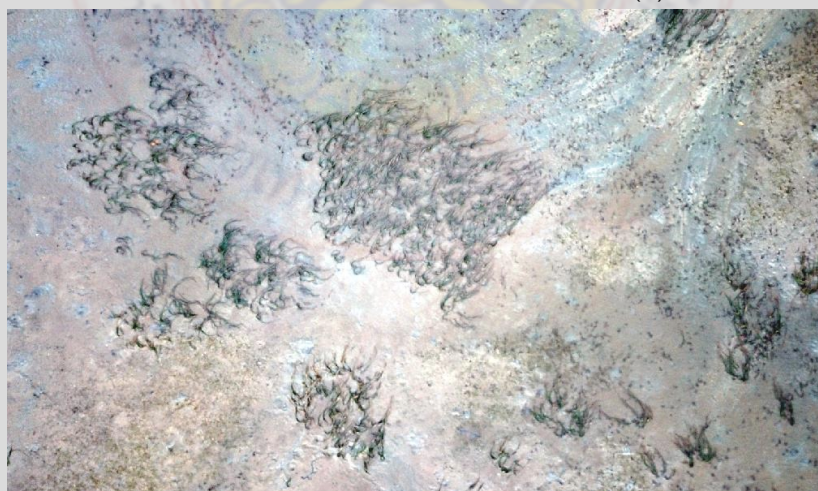
2.1) หญ้าทะเลที่มีขนาดใหญ่ หญ้าทะเลที่มีขนาดใหญ่ในบริเวณอ่าวบุญคงคือ หญ้าชะเงาใบยาว (*Enhalus acoroides*) ภาพหญ้าทะเลที่นำเข้าสู่โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ พบว่าภาพที่ถ่ายจากระดับความสูง 1 เมตรมีความคมชัดมาก โดยเห็นลักษณะของใบหญ้าได้อย่างชัดเจน ส่วนระดับความสูง 20 เมตรความคมชัดของภาพหญ้าทะเลลดลงแต่ยังคงเห็นลักษณะของใบหญ้าได้อย่างชัดเจน ที่ระดับความสูง 40 เมตรใบหญ้าทะเลมีความชัดลดลงแต่ยังคงเห็นเป็นลักษณะของใบหญ้าทะเล ส่วนระดับความสูง 80 เมตรภาพของใบหญ้าทะเลยังมีความชัดเห็นเป็นลักษณะใบยาว (ภาพที่ 12)



(ก)



(ข) 9 เมตร



(ค) 20 เมตร

ภาพที่ 12 ภาพถ่ายหญ้าชะเงาใบยาวที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ





(ง) 40 เมตร



(จ) 60 เมตร



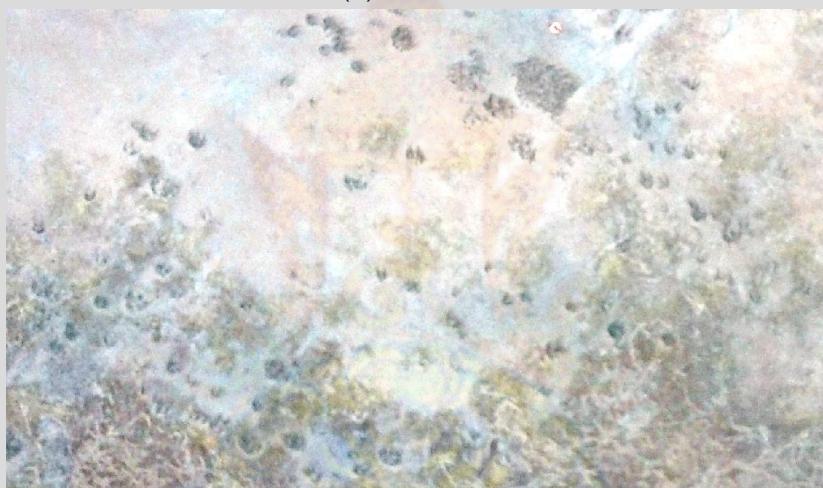
(ฉ) 80 เมตร

ภาพที่ 12 (ต่อ) ภาพถ่ายห้วงอากาศของป่าไม้ที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ

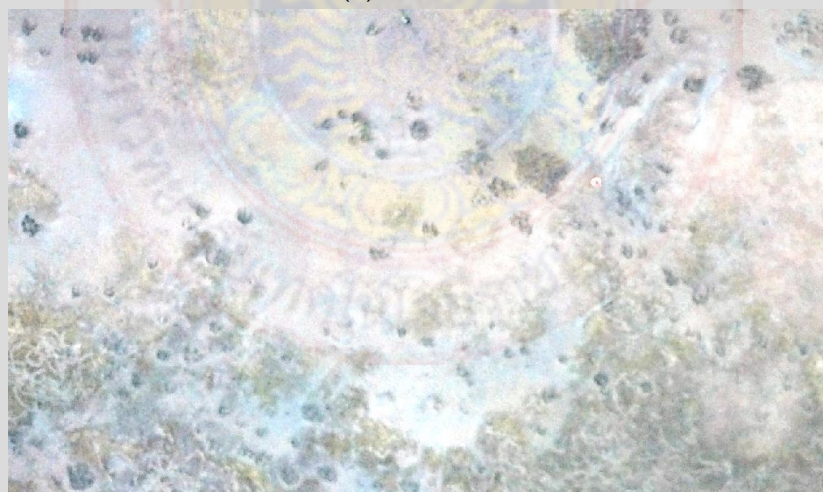




(ซ) 100 เมตร

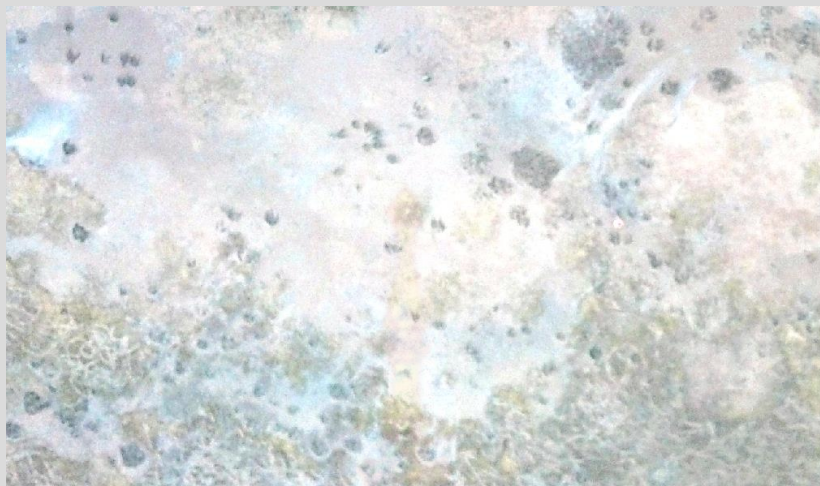


(ช) 120 เมตร

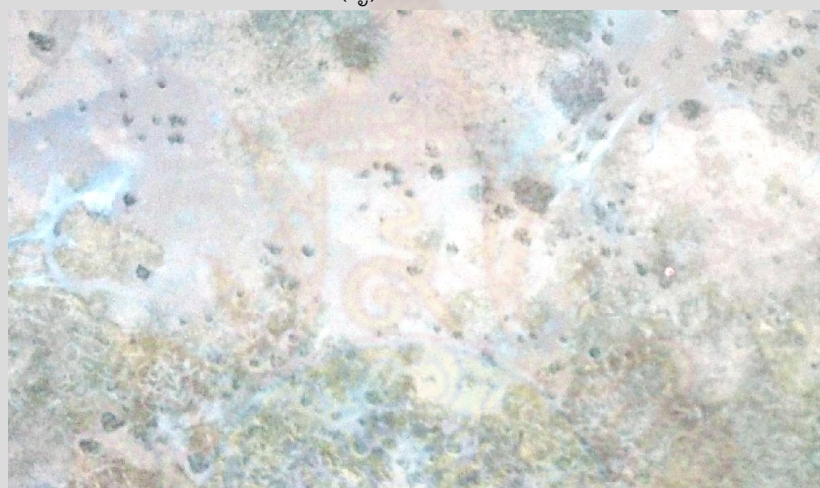


(ฅ) 140 เมตร

ภาพที่ 12 (ต่อ) ภาพถ่ายห้วยชะเงาไวยาวที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ



(ณ) 160 เมตร



(ณ) 180 เมตร



(ณ) 200 เมตร

ภาพที่ 12 (ต่อ) ภาพถ่ายห้วยชะเงาไวยาวที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ



2.2) หญ้าทะเลที่มีขนาดกลาง ในพื้นที่อ่าวบุญคงพบหญ้าทะเลใบสั้นประกอบด้วย หญ้าเต่า (*Thalassia hemprichii*) และ หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล (*Cymodocea rotundata*) ภาพถ่ายหญ้าทะเลชนิดหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลที่รับจากการถ่ายภาพในระดับความสูงต่างๆ พบว่า ระดับความสูง 1 เมตรภาพมีความคมชัดสามารถเห็นใบหญ้าได้อย่างชัดเจนจนถึงระดับความสูง 20 เมตร เมื่อระดับความสูง 30 เมตรความคมชัดของใบหญ้าลดลงเป็นอย่างมาก ที่ระดับความสูง 40 เมตรเห็นใบหญ้าไม่ชัดเจน และระดับความสูง 60 เมตรไม่สามารถแยกชนิดหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลได้ (ภาพที่ 13)



(ก) 1 เมตร



(ข) 5 เมตร

ภาพที่ 13 ภาพถ่ายหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ

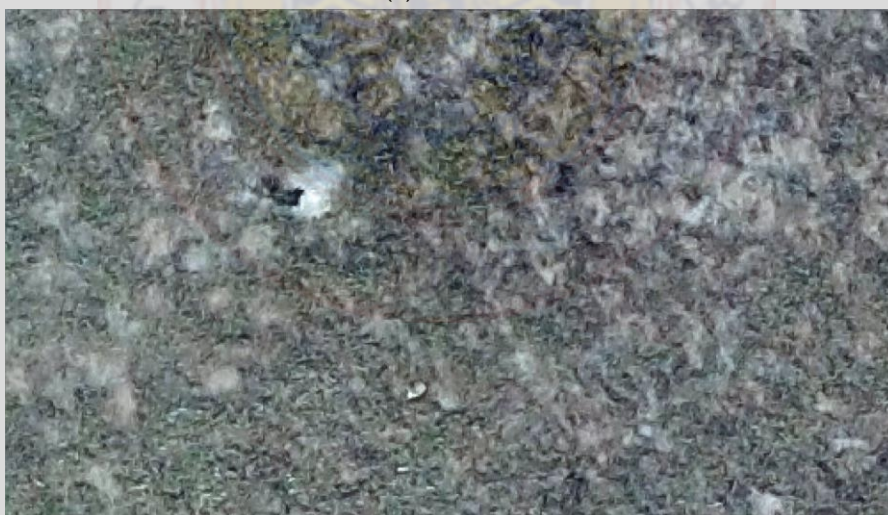




(ค) 10 เมตร

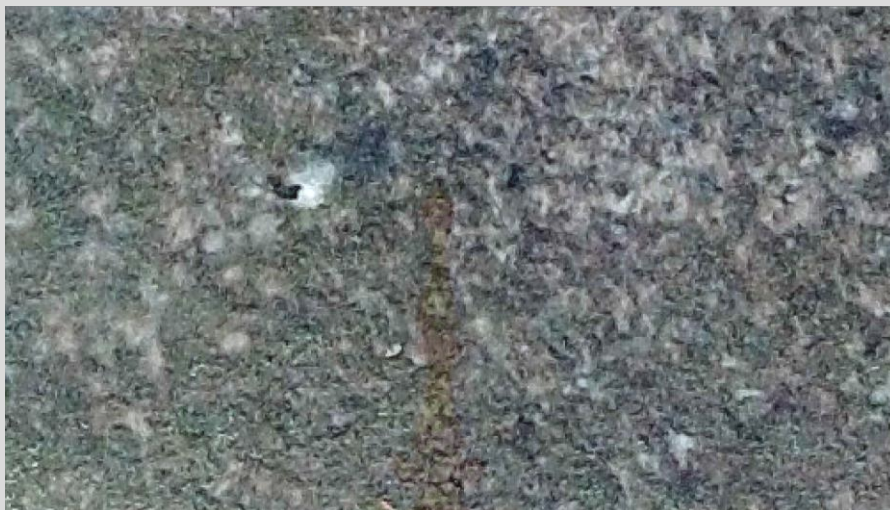


(ง) 20 เมตร



(จ) 30 เมตร

ภาพที่ 13 (ต่อ) ภาพถ่ายหญาชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ



(ฉ) 40 เมตร



(ช) 60 เมตร

ภาพที่ 13 (ต่อ) ภาพถ่ายหุบผาชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ



2.3) หญ้าไบมะกรูด พื้นที่อ่าวบุญคงพบหญ้าไบมะกรูดเป็นหย่อมขนาดใหญ่ แต่ภาพที่ได้จากการถ่ายภาพทางอากาศด้วยโดรนไม่สามารถจำแนกได้ตั้งแต่ระดับความสูง 5 เมตร โดยภาพถ่ายในระดับความสูง 1 เมตรยังเห็นได้ แต่ในระดับความสูง 5 เมตร จำแนกด้วยสายตาได้ยากมาก เมื่อถ่ายภาพในระดับที่ 20 เมตร ขึ้นไปพบว่าไม่สามารถจำแนกหญ้าไบมะกรูดได้แล้ว (ภาพที่ 14) เนื่องจากลักษณะใบของหญ้าไบมะกรูดมีขนาดเล็ก อีกทั้งมีลักษณะลำต้นที่ราบไปกับพื้นโคลน และในหลายครั้งพบว่ามิโคลนปกคลุมใบส่งผลให้มีสีของใบไม่เด่นชัด

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสามารถนำภาพถ่ายหญ้าไบมะกรูดมาใช้ในการดูรอยกินหญ้าของพะยูนได้ ซึ่งให้เห็นว่าพะยูนใช้แหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งอาหาร (Supanwanid, 1996; Nakaoka and Aioi, 1999; Hines et al., 2005) (ภาพที่ 14)



(ก) 1 เมตร



(ข) 5 เมตร

ภาพที่ 14 ภาพหญ้าไบมะกรูดที่ถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ





(ค) 10 เมตร



(ง) 20 เมตร



(จ) 30 เมตร

ภาพที่ 14 (ต่อ) ภาพห้วงป่าใบมะกรูดที่ถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ





(ฉ) 40 เมตร



(ช) 60 เมตร



(ซ) 80 เมตร

ภาพที่ 14 (ต่อ) ภาพหุบเขาไบมะกรุตที่ถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับระดับความสูงต่างๆ

ชนิดของหญ้าทะเลจากการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาชนิดและการกระจายของหญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคง พ.ศ.2556 ด้วยการเดินรอบพื้นที่ที่มีหญ้าทะเล รายงานพื้นที่หญ้าทะเลทั้งหมด 0.07 ตารางกิโลเมตร (46 ไร่) หญ้าทะเลมีลักษณะการกระจายของหญ้าชนิดต่างๆ ปะปนกันไม่ได้มีลักษณะการแบ่งเป็นแปลงหญ้าที่แตกต่างกัน โดยหญ้าทะเลชนิดที่เด่น คือ หญ้าใบมะกรูด (*Halophila ovalis*) รองลงมา คือ หญ้าเต่า (*Thalassia hemprichii*) และหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล (*Cymodocea rotundata*) นอกจากนี้มีหญ้าอื่น ๆ ที่มีปริมาณน้อย ได้แก่ ชะเงาใบฟันเลื่อย (*C. serrulata*), หญ้าชะเงาใบยาว (*Enhalus acoroides*) (ธงชัย และคณะ, 2557)

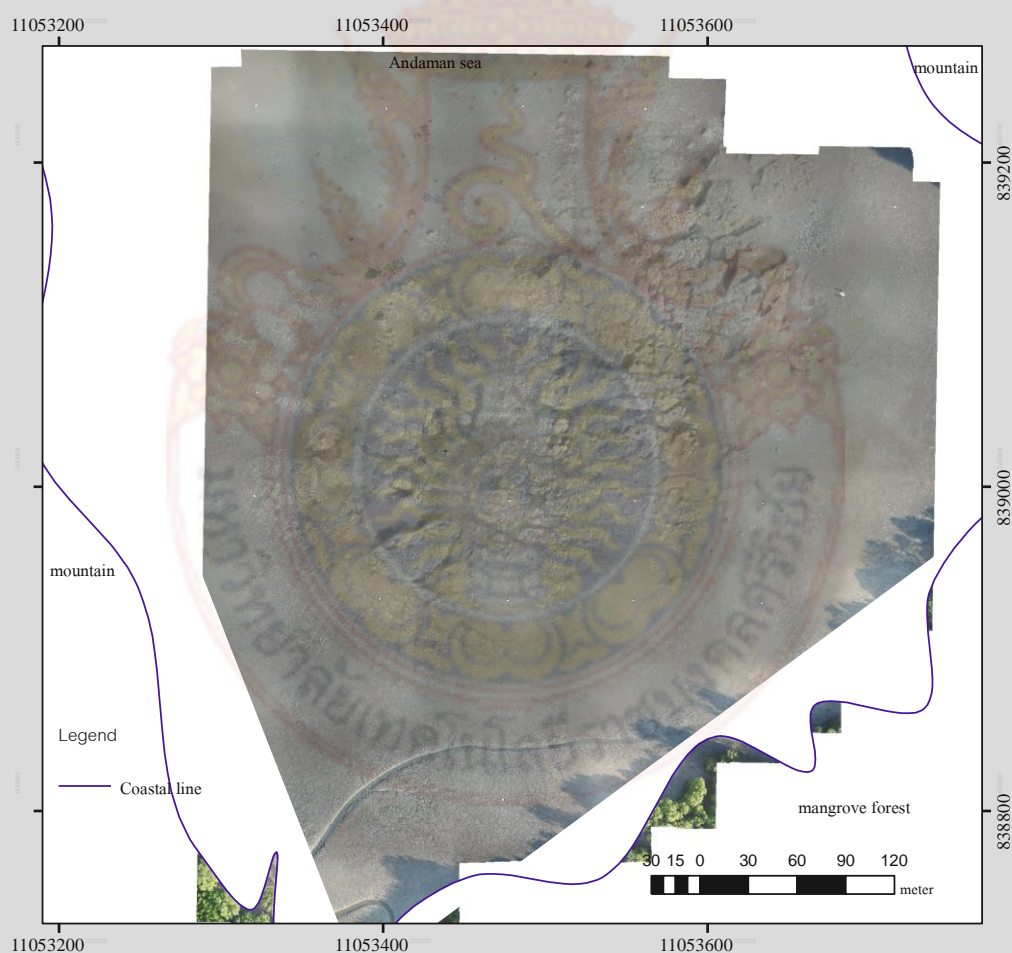


## 2) โปรแกรมที่ใช้ในการต่อภาพแผนที่ห้วยทะเล

การศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรม DroneDeploy รุ่น Free trial สามารถใช้งานได้ 14 วัน แต่หากต้องการใช้ในรุ่น Pro ใช้งานได้ 1 เดือน ต้องเสียเงินค่าสมัคร 83 ดอลลาร์สหรัฐ (DroneDeploy, 2018)

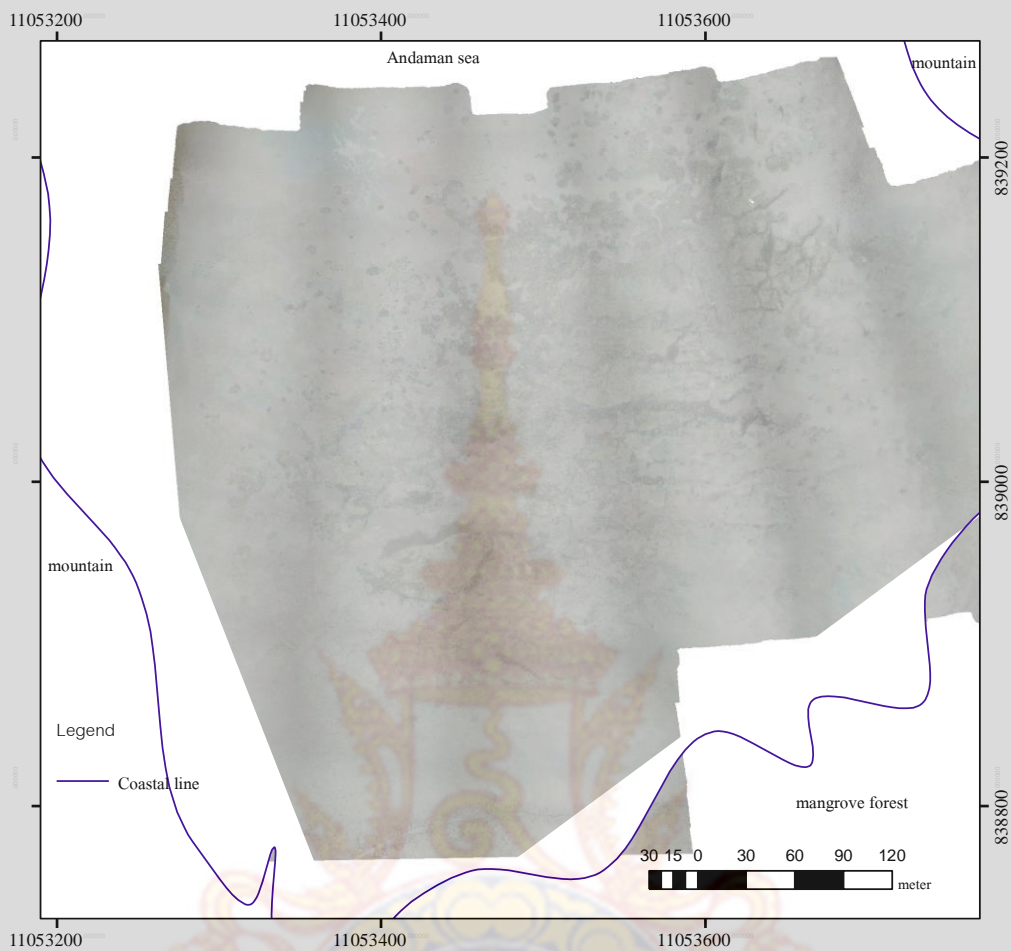
ภาพถ่ายทางอากาศของห้วยทะเลบริเวณอ่าวบุญคงด้วยอากาศยานไร้คนขับระดับความสูง 80 เมตร ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 ที่นำมาประกอบเป็นภาพแผนที่พื้นที่อ่าวบุญคงด้วยโปรแกรม DroneDeploy ผลการประมวลผลภาพแผนที่ที่มีความสมบูรณ์ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560, มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน สิงหาคม กันยายน และตุลาคม พ.ศ.2561 แต่ในเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม พ.ศ.2561 ภาพแผนที่ที่ได้ไม่สมบูรณ์ และในเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 ภาพแผนที่ที่ได้รับมีความบิดเบี้ยวของภาพ (ภาพที่ 15-25)

ภาพแผนที่ห้วยทะเลในอ่าวบุญคงเมื่อนำเข้าสู่โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ต้องนำมาทำการปรับแก้พิกัดภูมิศาสตร์ก่อน (geo-rectification) เพื่อให้ภาพแผนที่มีความถูกต้องเชิงพื้นที่

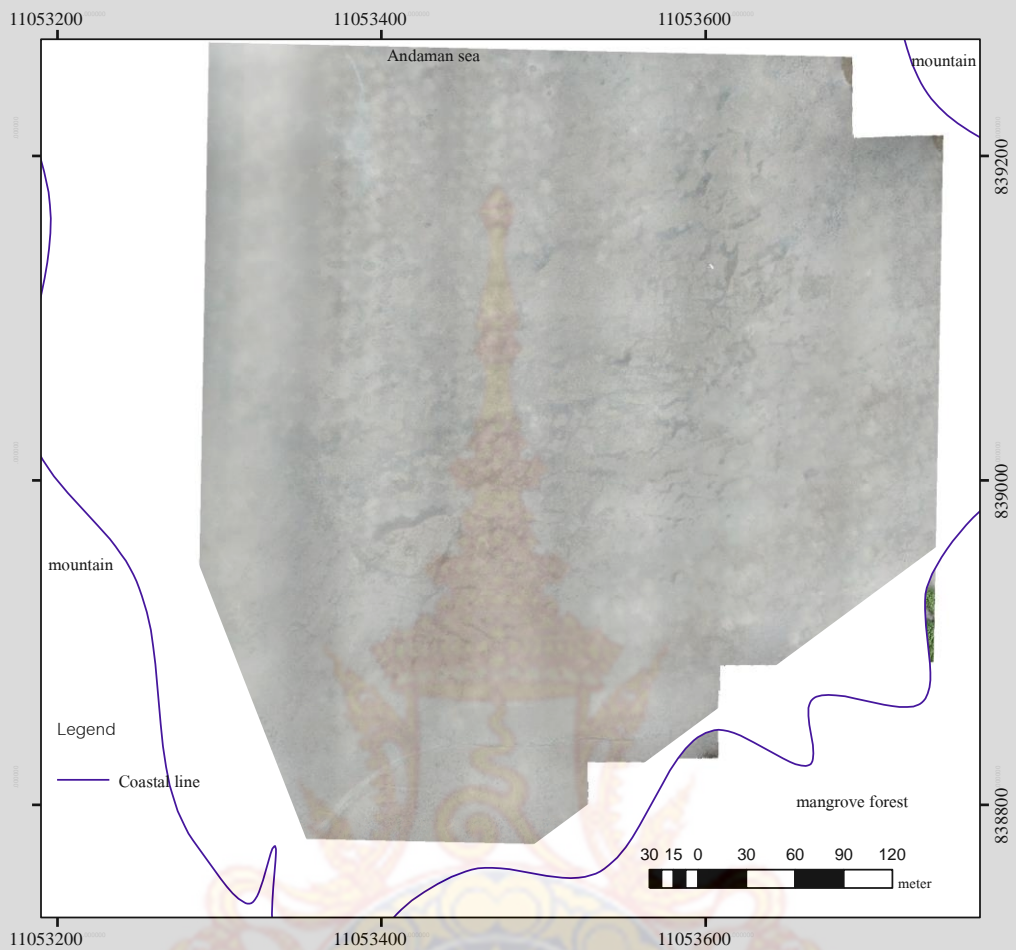


ภาพที่ 15 แผนที่ห้วยทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560



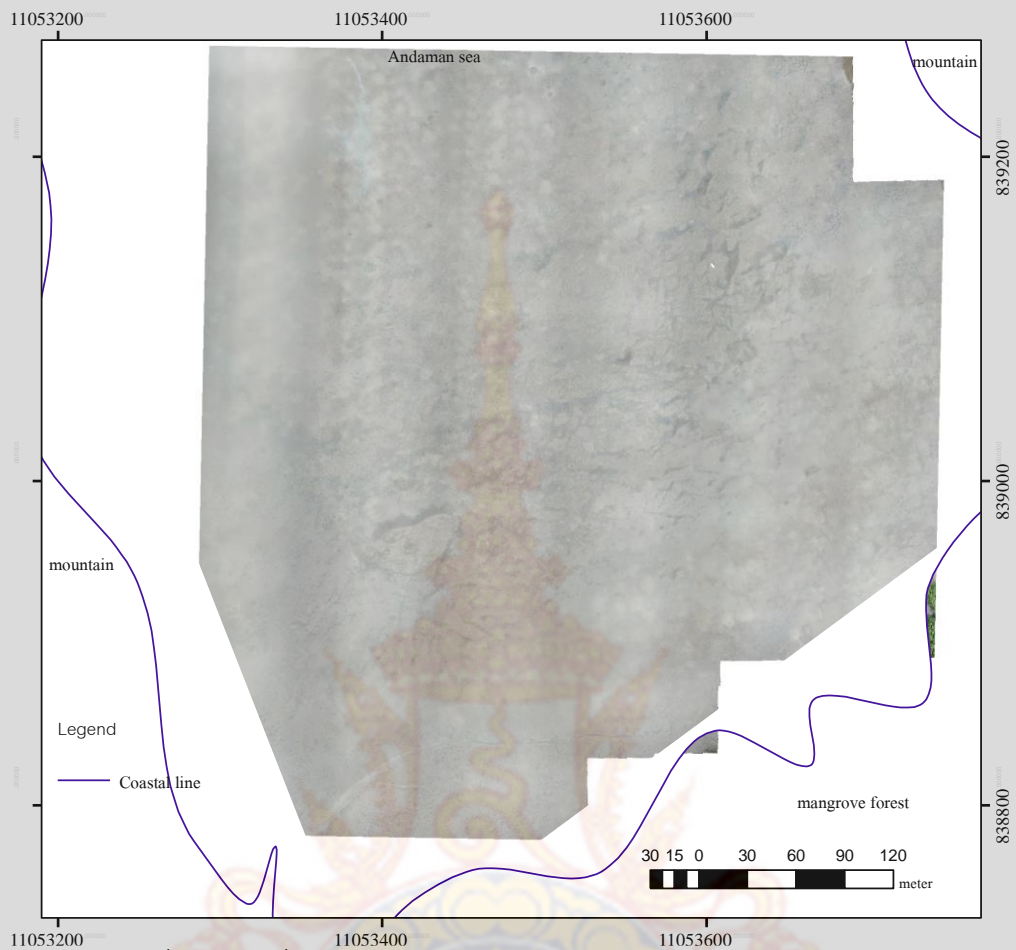


ภาพที่ 16 แผนที่หมู่บ้านทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนธันวาคม พ.ศ.2560



ภาพที่ 17 แผนที่หน้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนมกราคม พ.ศ.2561

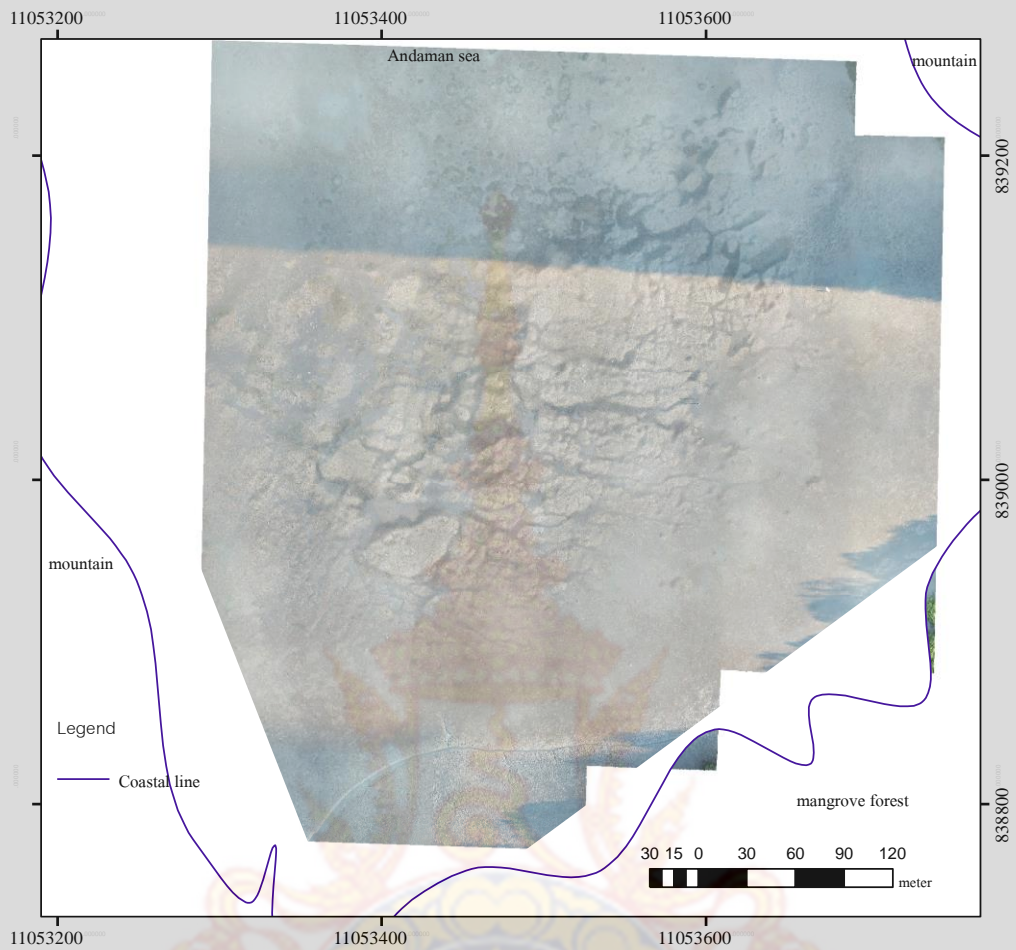




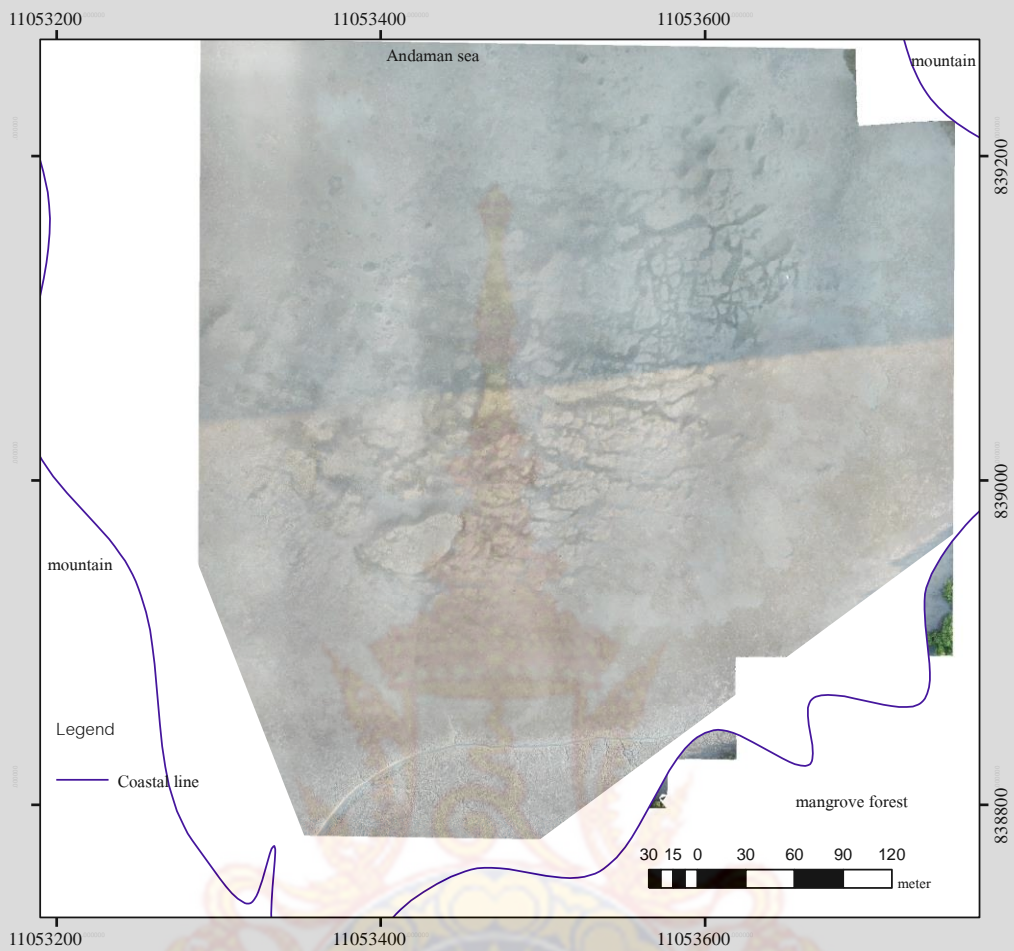
ภาพที่ 18 แผนที่ห้วยทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2561





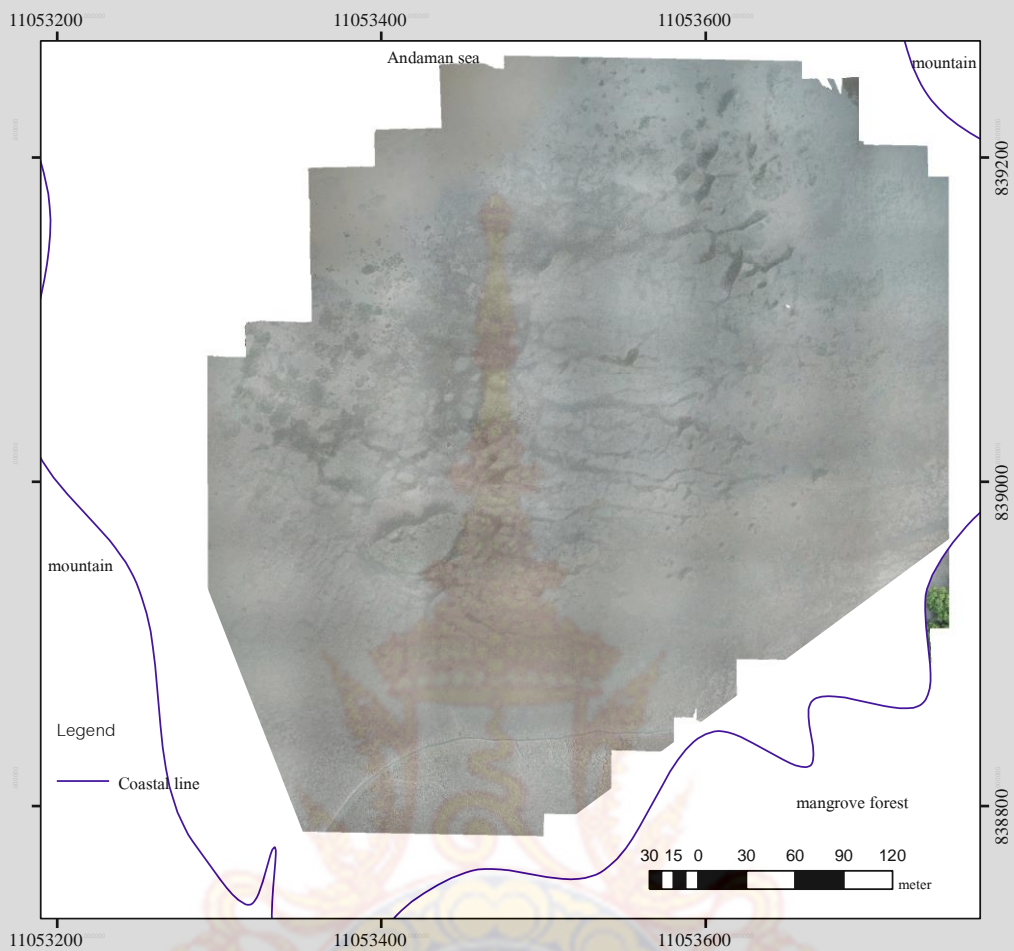


ภาพที่ 19 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนมีนาคม พ.ศ.2561



ภาพที่ 20 แผนที่หมู่บ้านทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนเมษายน พ.ศ.2561

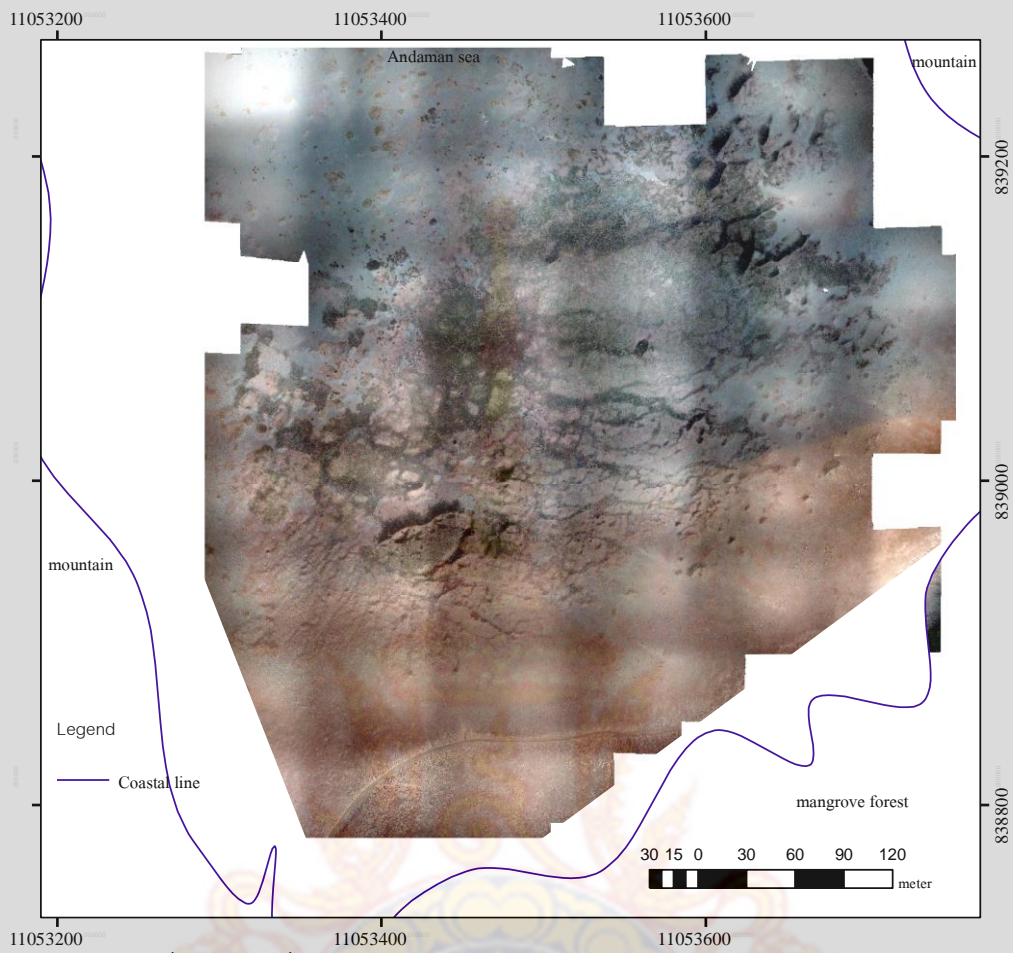




ภาพที่ 21 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2561

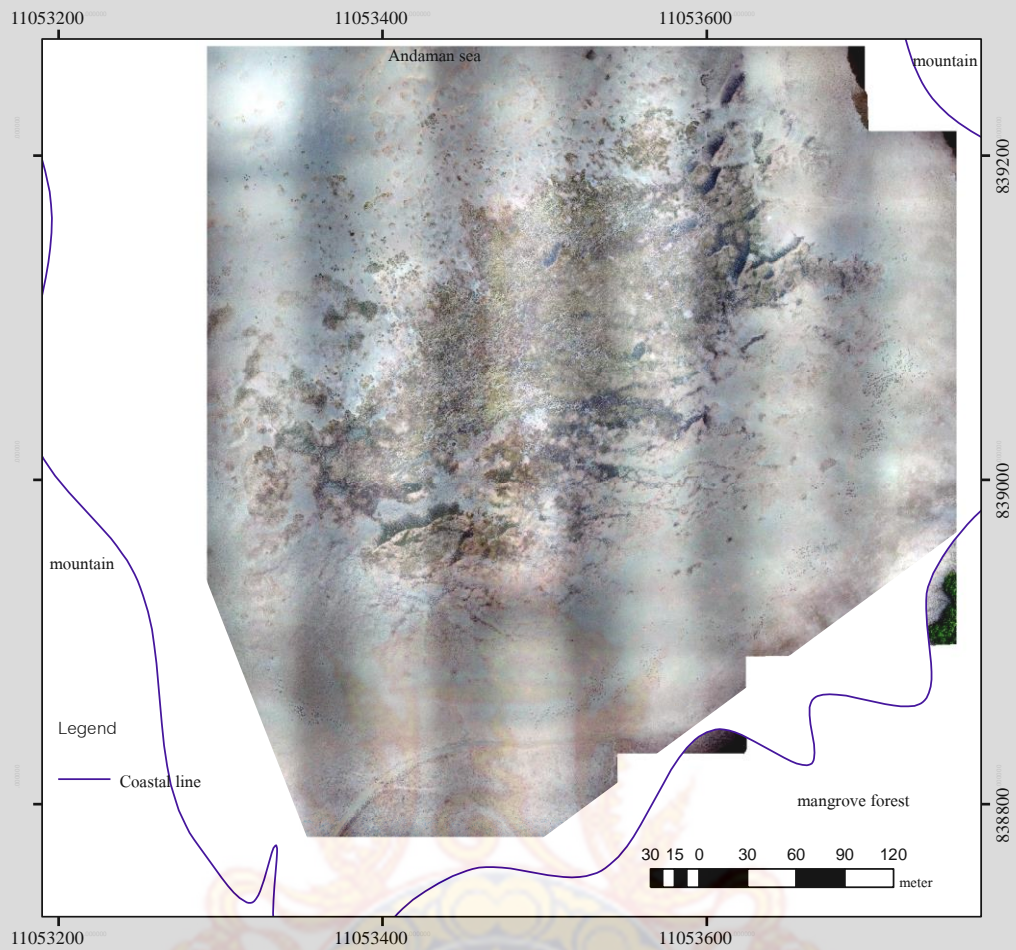






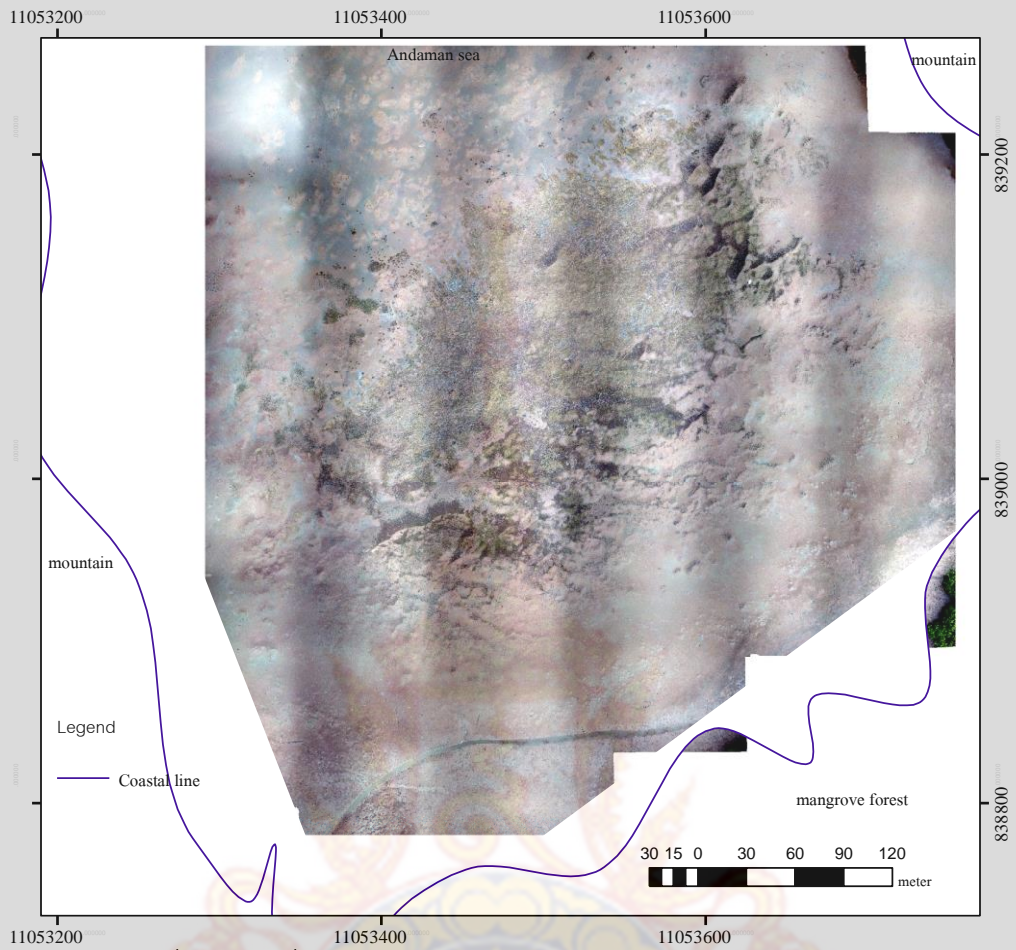
ภาพที่ 22 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2561





ภาพที่ 23 แผนที่หน้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2561

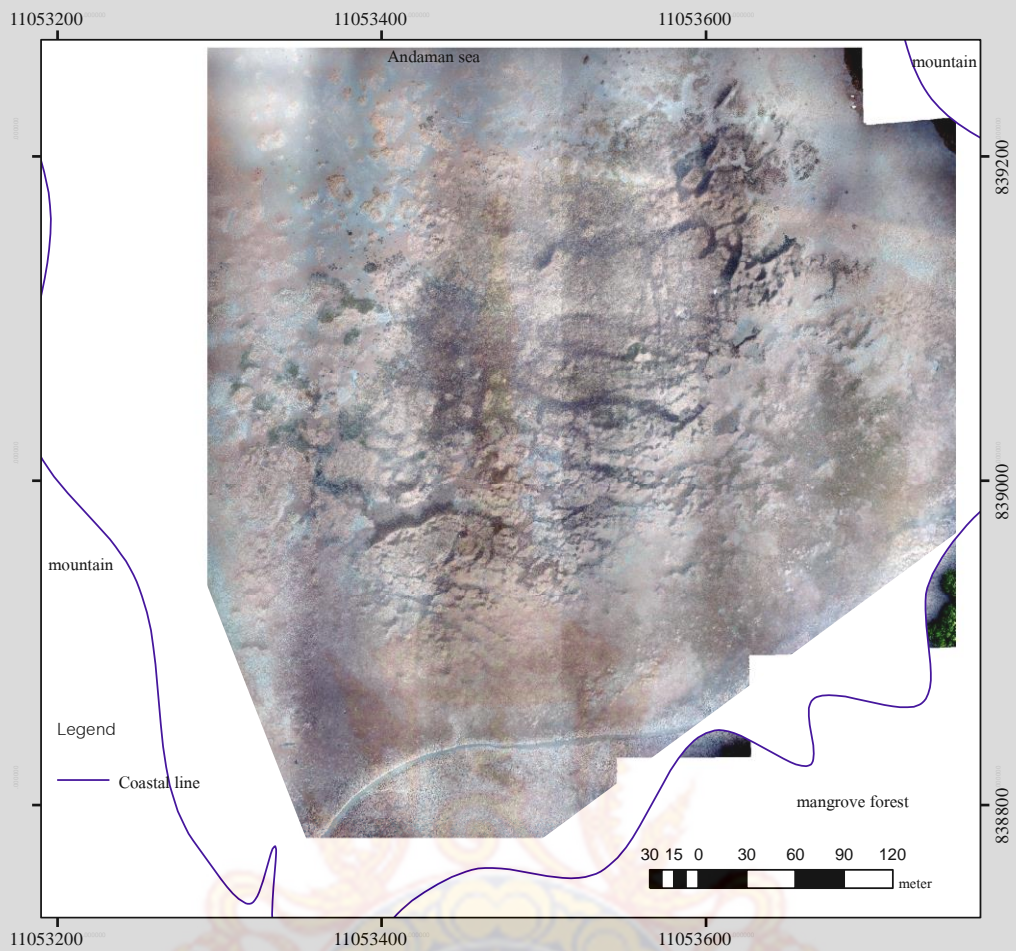




ภาพที่ 24 แผนที่ห้วยทะเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนกันยายน พ.ศ.2561



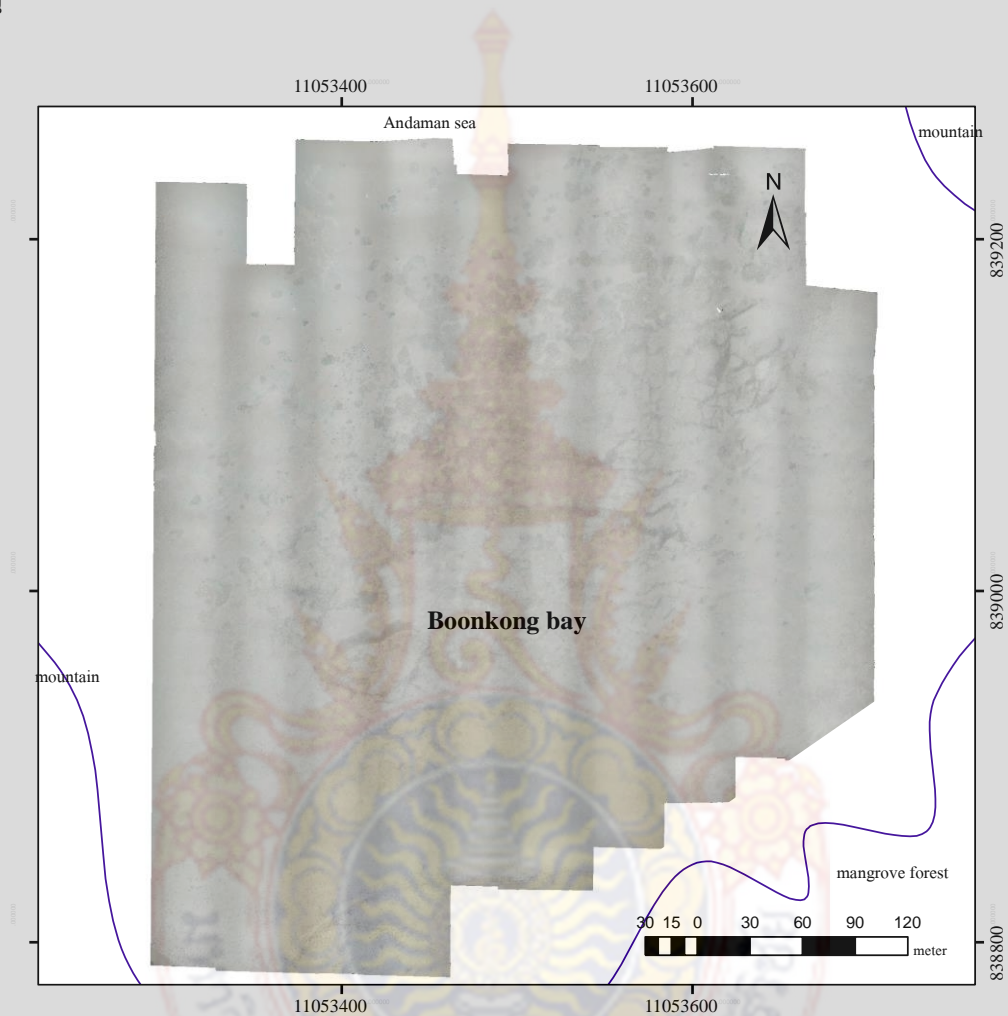




ภาพที่ 25 แผนที่ภาพถ่ายเลบริเวณอ่าวบุญคงในเดือนตุลาคม พ.ศ.2561



ส่วนภาพแผนที่ที่ถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับระดับความสูง 40 เมตร ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 พบว่ามีรายละเอียดใกล้เคียงกับการถ่ายภาพที่ระดับความสูง 80 เมตร แต่การถ่ายภาพใน ระดับความสูง 40 เมตรต้องใช้ศักยภาพของอากาศยานไร้คนขับเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะแบตเตอรี่ 2 ก้อน



ภาพที่ 26 แผนที่หิ้ง้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคงที่ถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับระดับความสูง 40 เมตร เดือนธันวาคม พ.ศ.2560

#### 4.2 การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของแหล่งหญ้าทะเล บริเวณอ่าวบุญคง อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง

1) การกระจายของหญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคง อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง จากภาพแผนที่ที่ดำเนินการถ่ายภาพระดับความสูง 80 เมตร พบว่าชนิดของหญ้าที่สามารถนำมาวิเคราะห์การกระจายด้วยสายตาได้คือ หญ้าชะเงาใบยาว เนื่องจากเป็นหญ้าที่มีขนาดใหญ่ ใบมีความยาว 70-100 เซนติเมตร ส่วนหญ้าทะเลชนิดที่มีขนาดเล็กไม่สามารถจำแนกด้วยสายตาได้ ส่วนหญ้าทะเลขนาดกลาง เช่น หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล หญ้าเต่า และหญ้าทะเลขนาดเล็ก เช่น หญ้าใบมะกรูด ไม่สามารถวิเคราะห์ได้เนื่องจากภาพแผนที่ได้ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ อีกทั้งการถ่ายภาพหญ้าทะเลระดับความสูง 40 เมตรไม่แตกต่างจากการถ่ายภาพระดับความสูง 80 เมตร

แต่หากสามารถถ่ายภาพแบบ multispectral ซึ่งเป็นภาพที่ผ่านการถ่ายด้วยกล้องถ่ายภาพที่ติดตั้ง DIY plant analysis filter kit เข้าไปแทน RGB filter ของกล้องตัวเดิม จะสามารถนำภาพที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีวัดพรรณพืช (NDVI) ซึ่งสามารถบอกความสมบูรณ์ของพืช (อริญชัย และคณะ, 2561) ซึ่งอาจนำมาประยุกต์ใช้กับการสำรวจหญ้าทะเลได้

การกระจายของหญ้าชะเงาใบยาวแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ประกอบด้วย

1.1) การกระจายแบบต้นเดี่ยวๆ กระจายตัวแบบไม่มีระเบียบ และยังพบขึ้นอยู่ร่วมกับหญ้าทะเลชนิดอื่น

1.2) การกระจายแบบกลุ่มธรรมชาติ กระจายตัวอยู่เป็นกลุ่มๆ หลายต้นไม่เป็นระเบียบ ส่วนใหญ่อยู่ในแอ่งน้ำเล็กๆ เมื่อน้ำลง

1.3) การกระจายแบบกลุ่มที่เป็นระเบียบเกิดจากการปลูก แต่อาจมีช่องว่างระหว่างต้นบ้าง (ภาพที่ 27 และ 28)



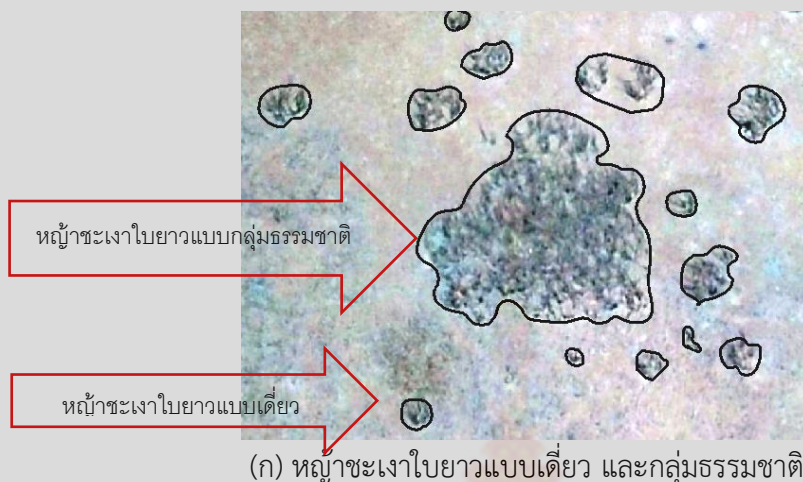
(ก) หญ้าชะเงาใบยาวแบบเดี่ยว



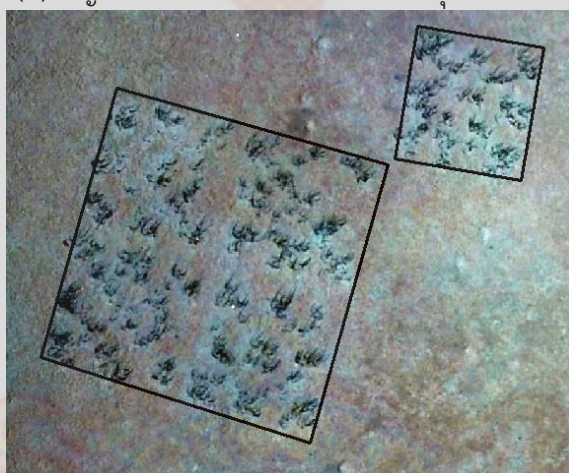
(ข) หญ้าชะเงาใบยาวแบบกลุ่มธรรมชาติ

ภาพที่ 27 รูปแบบการกระจายของหญ้าชะเงาใบยาว





(ก) หน้าชะเงาใบยาวแบบเดี่ยว และกลุ่มธรรมชาติ



(ข) หน้าชะเงาใบยาวแบบกลุ่มที่เป็นระเบียบ

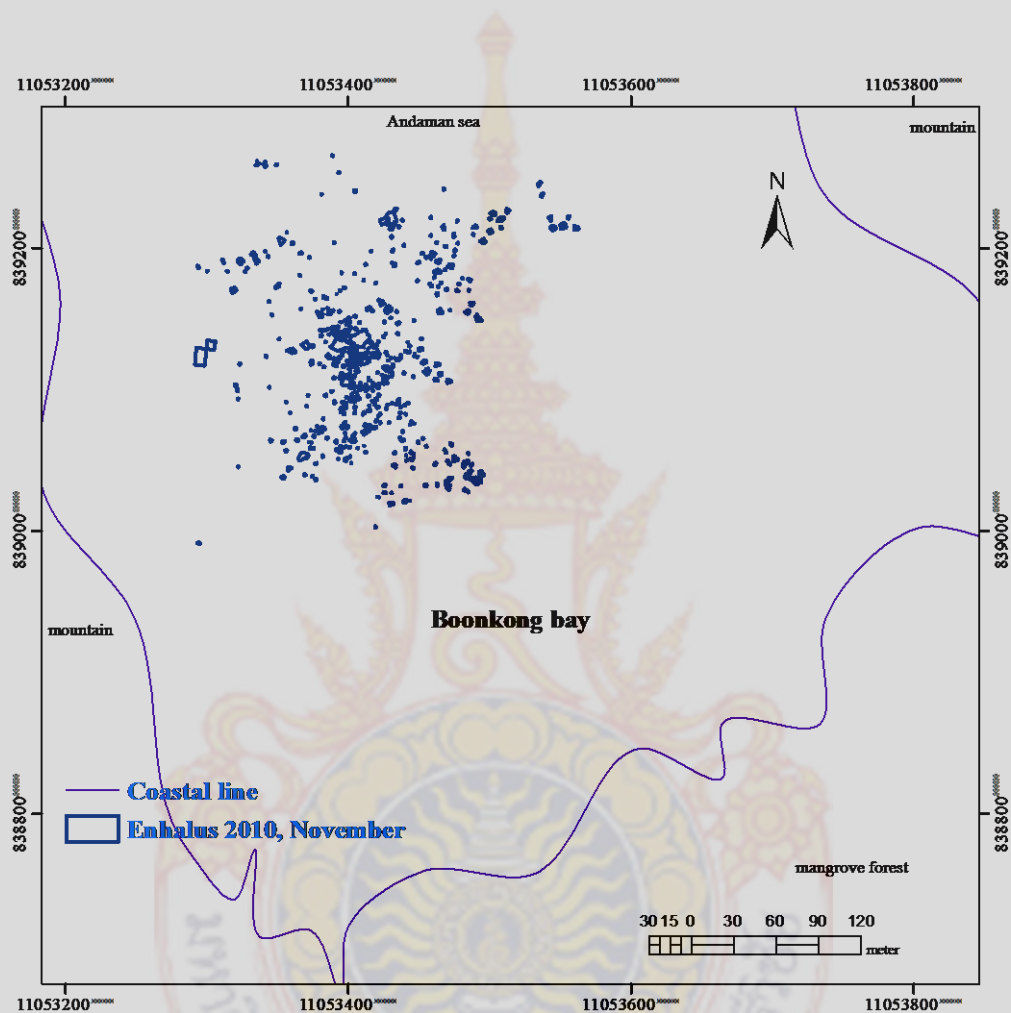
ภาพที่ 28 รูปแบบการกระจายของหน้าชะเงาใบยาวจากภาพถ่ายด้วยโดรน

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 พบหน้าชะเงาใบยาวพบกระจายอยู่บริเวณใกล้ปากอ่าว บึงคองทางออกสู่ทะเลอันดามัน กระจายมายังกลางอ่าว (ภาพที่ 29) เนื่องจากพื้นที่นี้มีความลึกของน้ำ มากกว่าบริเวณอื่นๆ โดยพื้นที่ที่มีหน้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบึงคองทั้งหมด 1,325.57 ตารางเมตร หรือ 0.83 ไร่ หรือ ร้อยละ 0.63 ของพื้นที่ที่ทำการศึกษา (พื้นที่ศึกษา 131.25 ไร่)

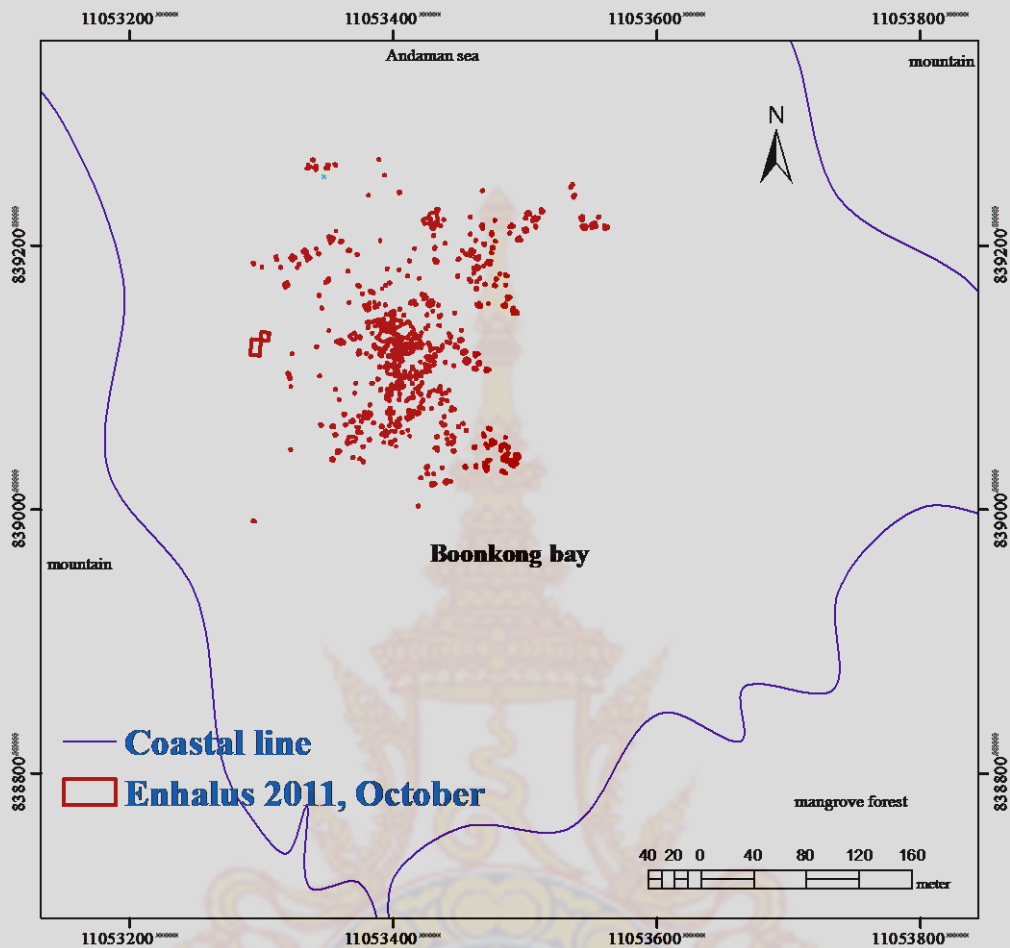
หน้าชะเงาใบยาวในพื้นที่อ่าวบึงคองในปัจจุบันเพิ่มขึ้นจากพ.ศ.2557 (ธงชัย และคณะ, 2557) จากกลุ่มที่มีการกระจายแบบมีระเบียบที่ยังไม่พบในอดีต เนื่องจากในช่วงหลังพ.ศ.2557 มีการจัดกิจกรรมการปลูกหน้าชะเงาใบยาวเพื่อฟื้นฟูพื้นที่หน้าชะเงาใบยาวในอ่าวบึงคอง

การกระจายของหน้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบึงคองพบได้ตั้งแต่บริเวณที่มีน้ำขึ้นน้ำลง ต่างจากรายงานของการศึกษาแหล่งหน้าชะเงาใบยาวบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมที่พบหน้า *E. acoroides* ในเขตต่ากว่าน้ำขึ้นน้ำลงและตอนล่างของเขตน้ำขึ้นน้ำลง (Nakaoka and Supanwanid, 2000) อาจเกิดจากการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ใช้ช่วงที่น้ำลงต่ำสุดทำให้พบหน้าชะเงาใบยาวบริเวณเหนือ น้ำลงต่ำสุด

2) การเปลี่ยนแปลงของหญ้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบุญคงเปรียบเทียบในช่วงระยะเวลาหนึ่งปีจากเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 กับเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 พบว่าหญ้าชะเงาใบยาวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 29 การกระจายของหญ้าชะเงาใบยาว บริเวณอ่าวบุญคง ต.ไม้ฝาด อ.สีเกา จ.ตรัง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560



ภาพที่ 30 การกระจายของหญ้าชะเงาใบยาว บริเวณอ่าวบุญคง ต.ไม้ฝาด อ.สีเกา จ.ตรัง เดือน ธันวาคม พ.ศ.2561



## 5 สรุปผลการศึกษา

### 5.1 ความเหมาะสมของภาพถ่ายทางอากาศในการประเมินพื้นที่หญ้าทะเล

การใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กถ่ายภาพหญ้าทะเลเพื่อนำมาจัดทำเป็นแผนที่หญ้าทะเลสามารถนำมาใช้ได้โดยเฉพาะหญ้าชะเงาใบยาวซึ่งเป็นหญ้าทะเลที่มีขนาดใหญ่ แต่ไม่เหมาะสมกับการถ่ายภาพหญ้าทะเลที่มีขนาดเล็ก โดยระดับความสูงที่เหมาะสมกับการถ่ายภาพหญ้าทะเลคือ 80 เมตร เนื่องจากยังเห็นหญ้าชะเงาใบยาวได้ชัดเจน หากทำการถ่ายภาพในระดับที่ต่ำกว่านี้ภาพที่ได้รับคุณภาพไม่แตกต่างกันแต่ต้องเพิ่มศักยภาพของอากาศยานไร้คนขับด้วยการเพิ่มแบตเตอรี่เพื่อให้ถ่ายภาพได้นานขึ้น อีกทั้งในการถ่ายภาพยังมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง เช่น สภาพอากาศ ความแรงของกระแสลม แสงที่ส่องมายังแหล่งหญ้า การขึ้นลงของน้ำทะเล

### 5.2 การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของหญ้าทะเลในแต่ละเดือน

การกระจายของหญ้าชะเงาใบยาวพบกระจายบริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนมาทางทิศใต้ ครอบคลุมมาถึงบริเวณกลางอ่าว โดยพื้นที่ที่มีหญ้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบุญคงทั้งหมด 1,325.57 ตารางเมตร หรือ 0.83 ไร่ หรือ ร้อยละ 0.63 ของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

หญ้าชะเงาใบยาวปีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยในช่วงหนึ่งปีที่ศึกษา (พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงตุลาคม พ.ศ.2561) หญ้าชะเงาใบยาวไม่พบการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่



## 6 เอกสารอ้างอิง

- ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, พรเทพ วิรัชวงศ์, กัญย์สินี พันธุ์นิชดำรง และจันทร์สว่าง งามผ่องใส. 2557. ศักยภาพการเพิ่มผลผลิตปูม้าช่วงปล่อยและหลังปล่อยบริเวณหญ้าทะเลเพื่อชุมชนประมง (ต่อเนืองปีที่ 2). รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, ตรัง.
- ธีระพงศ์ ดั่งดี. 2538. การจำแนกชนิดและการแพร่กระจายของปลาไว้อ่อนในแนวหญ้าทะเล บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 178 หน้า.
- สมหมาย เจนกิจการ. 2538. นิเวศวิทยาของปลาในแนวหญ้าทะเล บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 134 หน้า.
- อริญชัย คำไป, อานนท์ อรุณเดช, เศรษฐา ตั้งค้ำวานิช และสุรเชษฐ์ กานต์ประชา. 2561. การตรวจสอบความสมบูรณ์ต้นข้าวในแปลงนาโดยใช้โดรน. น. 21-24. ใน การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 10. 26-29 มิถุนายน พ.ศ.2561 ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือตอนล่าง วังจันทร์วิเวกรวิวิ พิษณุโลก.
- Adulyanukosol, K., Thongsukdee, S., Hara, T., Arai, N. and Tsuchiya, M., 2007. Observations of dugong reproductive behavior in Trang Province, Thailand: further evidence of intraspecific variation in dugong behavior. *Mar. Biol.* 151, 1887-1891.
- Baumstark, R., Duffey, R. and Pu, R. 2017. Mapping seagrass and colonized hard bottom in Springs Coast, Florida using WorldView-2 satellite imagery. *Est. Coast. Shelf Sci.* 181 :83-92.
- Beck, M.W., Heck, K.L., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M., Halpern, B., Hays, C.G., Hoshino, K., Minello, T.J., Orth, R.J., Sheridan, P.F. and Weinstein, M.P., 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *Bioscience* 51, 633-641.
- Chen, C.F., Lau, V.K., Chang, N.B., Son, N.T., Tong, P.H.S. and Chiang S.H. 2016. Multi-temporal change detection of seagrass beds using integrated Landsat TM/ETM+/OLI imageries in Cam Ranh Bay, Vietnam. *Ecol. Inform.* 35:43–54.
- DroneDeploy. Unlimited Drone Mapping. Aviable <https://www.dronedeploy.com/pricing.html>. 27 Sep 2018
- Duarte, C.M. and Chiscano, C.L., 1999. Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquat. Bot.* 65, 159-174.
- Fourqurean, L.W., Willsie, A., Rose, C.D. and Rutten, L.M. 2001. Spatial and temporal pattern in seagrass community composition and productivity in south Florida. *Mar. Biol.* 138: 341-354.

- Gillanders, B.M., 2006. Seagrasses, fish, and fisheries. In: Larkum, A.W.D., Orth, R.J. and Duarte, C.M. (Eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Springer, pp. 503-536.
- Heck, K.L., Hays, G. and Orth, R.J., 2003. Critical evaluation of the nursery role hypothesis for seagrass meadows. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 253, 123-136.
- Hines, E.M., Adulyanukosol, K. and Duffus, D., 2005. Dugong (*Dugong dugon*) abundance along the Andaman Coast of Thailand. *Mar. Mam. Sci.* 21, 536-549.
- Lewmanomont, K., Deetae, S. and Srimanobhas, V., 1996. Seagrasses of Thailand. In: Kuo, J., Phillips, R.C., Walker, D.I. and Kirkman, H. (Eds.), *Seagrass biology: Proceedings of an international workshop*. Sciences University of Western Australia, Nedlands, Western Australia, pp. 21-26.
- Migliaccio, M., Martino, F.D., Silvestre, F. and Procaccini, G. 2005. Meadow-scale genetic structure in *Posidonia oceanica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 304:55-65.
- Nakaoka M., 2005. Plant-animal interactions in seagrass beds: ongoing and future challenges for understanding population and community dynamics. *Popul. Ecol.* 47, 167-177.
- Nakaoka, M. and Aioi, K., 1999. Growth of seagrass *Halophila ovalis* at dugong trails compared to existing within-patch variation in a Thailand intertidal flat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 184, 97-103.
- Nakaoka, M. and Supanwanid, C., 2000. Quantitative estimation of the distribution and biomass of seagrass at Haad Chao Mai National Park, Trang Province, Thailand. *Kasetsart Univ. Res. Bull.* 22, 10-22.
- Short, F.T. and Duarte, C.M., 2001. Methods for the measurement of seagrass growth and production. In: Short, F.T., Cole, R.G. (Eds.), *Global seagrass research methods*, Elsevier, pp 155-182.
- Sogard, S.M. and Able, K.W., 1991. A comparison of eelgrass, sea lettuce macroalgae, and marsh creeks as habitats for epibenthic fishes and decapods. *Est. Coast. Shelf Sci.* 33, 501-519.
- Supanwanid, C., 1996. Recovery of the seagrass *Halophila ovalis* after grazing by dugong. In: Kuo, J., Phillips, R.C., Walker, D.I., Kirkman, H. (Eds.), *Seagrass biology: Proceedings of an international workshop*. Sciences University of Western Australia, Nedlands, Western Australia, pp. 315-318.
- Supanwanid, C. and Lewmanomont, K., 2003. The seagrasses of Thailand. In: Green, E.P., Short, F.T. (Eds.), *World atlas of seagrasses*. The University of California Press, pp. 144-151.



Valentine, J.F. and Duffy, J.E., 2006. The central role of grazing in seagrass ecology. In: Larkum, A.W.D., Orth, R.J. and Duarte, C.M. (Eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Springer, pp. 463-501.

Wirachwong, P. and Holmer, M., 2010. Nutrient dynamics in 3 morphological different tropical seagrasses and their sediments. *Aquat. Bot.* 93, 170-178.

