

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภา โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ

ตะวัน พลารักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

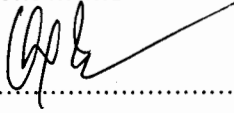
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ ตะวัน ผลราษฎร์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

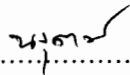
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกุล บูรณประทีปรัตน์)



.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

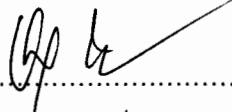
(ดร.กฤษณัยน์ เจริญจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



.....ประธาน

(ดร.นรุตม์ สุนทรานนท์)



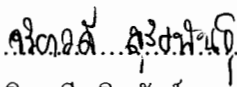
.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกุล บูรณประทีปรัตน์)



.....กรรมการ

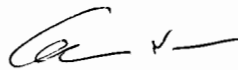
(ดร.กฤษณัยน์ เจริญจิตร)



.....กรรมการ

(ดร.จริยวดี สุริยพันธุ์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา



.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่ 19 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ประจำปี 2558 ของมหาวิทยาลัยบูรพา  
และเงินทุนสนับสนุนจากเงินทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประเภทบัณฑิตศึกษา  
ประจำปีงบประมาณ 2559 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกุล บูรณปรีดิ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะแนวทางที่ถูกต้องทั้งทางในการศึกษา และวิจัยตลอดจนช่วยเหลือสนับสนุนอุปกรณ์ในการศึกษา และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.กฤษณัยน์ เจริญจิตร อาจารย์ที่ปรึกษาพร้อมอาจารย์ประจำ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ ที่กรุณาให้ความรู้เกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ และประสบการณ์อีกมากมายทำให้สามารถทำงานวิจัยได้สำเร็จ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.นรุศม์ สุนทรานนท์ ที่ได้ให้คำปรึกษาทางในการถ่ายภาพสำรวจจนทำให้งานวิจัยสำเร็จมาได้ด้วยดีจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

งานวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ประจำปี 2558 ของมหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเงินสนับสนุนจากเงินทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2559 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) มา ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว เพื่อน ๆ และพี่ ๆ ทุกคนที่ให้อำนาจใจและสนับสนุน ผู้วิจัยเสมอมา คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแด่ บุษภักวี บูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ตะวัน ผลารักษ์

55910083: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก/ การสำรวจระยะไกล/ เส้นแนวชายฝั่งมาตรฐาน/  
เส้นการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

ตะวัน ผลารักษ์: การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภา  
โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (THE STUDY OF SHORELINE CHANGE AT BANGSAEN –  
WONNAPHA BEACH USING UNMANNED AERIAL VEHICLE) คณะกรรมการควบคุม  
วิทยานิพนธ์: อนุกุล บูรณประทีปรัตน์, Ph.D., กฤษณัยน์ เจริญจิตร, Ph.D. 134 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาดบาง  
แสน-วอนนภาโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก โดยได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 โซน ได้แก่  
โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน)  
และโซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) ภาพถ่ายรายละเอียดสูงแบบ RGB ที่ได้จาก  
อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก เริ่มทำการศึกษาดังแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558 ถึง เมษายน พ.ศ.  
2559 ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีค่าเฉลี่ยของค่า RMS  
errors ของภาพอยู่ที่  $X=1.055$  เมตร,  $Y=1.308$  เมตร และ  $Z=0.613$  เมตร จากนั้นนำภาพมา  
วิเคราะห์โดยสร้างเส้นขึ้นมา 2 เส้น คือ 1. เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง และ 2. เส้นแนวชายฝั่ง  
มาตรฐานเพื่อใช้เป็นเส้นอ้างอิง นำเส้นทั้ง 2 เส้นมาเปลี่ยนเป็นจุดที่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์และหา  
ระยะห่างระหว่างกัน ด้วยสมการ พบว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ  
กระแสน้ำเลียบฝั่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง และกิจกรรมของมนุษย์ ผลที่ได้จากการศึกษาคือ  
โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดเพิ่มขึ้นประมาณ +0.17 เมตร โซนที่  
2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) มีค่าเฉลี่ยความกว้างชายหาดลดลงประมาณ -0.72 เมตร โซนที่ 3  
(บริเวณวงเวียนบางแสน) มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดเพิ่มขึ้นประมาณ +2.80 เมตร และโซนที่  
4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดเพิ่มขึ้นประมาณ +0.17  
เมตร การใช้เทคโนโลยีรูปแบบใหม่เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทำให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ  
และเป็นพื้นฐานในการสำรวจชายฝั่งบางแสน-วอนนภาโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กต่อไป

55910083: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: SAMALL UNMANED AERIAL VEHICLE/ REMOTE SENSING/ BASELINE / SHORELINE CHANGES

TAWAN PHALARAK: THE STUDY OF SHORELINE CHANGE AT BANGSAEN – WONNAPHA BEACH USING UNMANNED AERIAL VEHICLE. ADVISORY

COMMITTEE: ANUKUL BURANAPRATHEPRAT, Ph.D., KITSANAI CHAROENJIT, Ph.D. 134 P. 2017.

The objective of this study is to evaluate shoreline changes in Bangsaen-Wonnapha beach using small unmanned aerial vehicle (sUAV). The shoreline was divided into 4 zones Zone 1 (Laem Thaen) , Zone 2 (Chaopho Saen), Zone 3 (Bangsaen Circle) and Zone 4 (Wonnapha beach). The RGB images were acquired from May 2015 to April 2016. The geometry was corrected by the combination of ground referencing and air-geotag from sUAV. The Average Root Mean Square errors in X, Y and Z directions were 1.055 m, 1.308 m and 0.613 m, respectively. The shoreline changes were estimated using the calculation of distances between the baselines and shorelines. Maximum seasonal shoreline changes occurred at Zone 3 (Bangsaen Circle), average width of the beach increased approximately +2.80 meter, while the minimum changes were observed at Zone 1 (Laem Thaen) and Zone 4 (Wonnapha beach), average width of the beach increased approximately +0.17 meter . The average beach width in Zone 2 (Chaopho Saen) was reduced by -0.72 meters. The very high resolution images from sUAV indicated significant advantages for shoreline change monitoring.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย.....	3
1.5 สมมติฐาน.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก.....	5
2.2 กระบวนการในการประมาณโครงสร้าง 3 มิติ .....	7
2.3 โฟโตแกรมเมตรี .....	7
2.4 องค์ประกอบพื้นฐานชายฝั่งทะเล .....	8
2.5 รูปแบบของชายหาด .....	10
2.6 วัฏจักร และการเปลี่ยนรูปแบบของแนวหาดทราย.....	11
2.7 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในประเทศไทย.....	12
2.8 พื้นที่การศึกษา .....	14
2.9 ภูมิประเทศของชายหาดบางแสน-วอนนภา.....	15
2.10 ลักษณะทางอุทกนิยมหาวิทยาลัยชายหาดบางแสน-วอนนภา.....	15
2.11 ลักษณะทางสมุทรศาสตร์ของชายหาดบางแสน-วอนนภา.....	16

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.12 ลักษณะทางนิเวศวิทยาของชายหาดบางแสน-วอนนภา.....	20
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	23
3.1 อุปกรณ์.....	23
3.2 ขั้นตอนการศึกษา.....	25
3.3 การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเพื่อใช้ในการวางแผนการบินและการสำรวจ...	26
3.4 การสำรวจ และเก็บข้อมูลภาคพื้นดิน.....	27
3.5 การถ่ายภาพทางอากาศโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก.....	27
3.6 การวางแผนการบินโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก .....	28
3.7 จุดควบคุมภาคพื้นดิน.....	31
3.8 การสังเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศและ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง แนวชายฝั่ง.....	32
4 ผลการวิจัย.....	35
4.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่บริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภา.....	35
4.2 ผลการสำรวจการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลพื้นที่บริเวณชายหาด บางแสน-วอนนภาทางภาคสนาม.....	35
4.3 ผลของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งที่ได้จากภาพถ่าย อากาศจากอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก.....	37
4.4 ผลการวิเคราะห์จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดของทั้ง 4 โซน.....	52
5 อภิปรายผล และสรุปผลการวิจัย.....	61
5.1 อภิปรายผล .....	61
5.2 สรุปผลการวิจัย.....	69
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	70
บรรณานุกรม.....	71



**สารบัญ (ต่อ)**

	หน้า
ภาคผนวก.....	75
ภาคผนวก ก.....	76
ภาคผนวก ข.....	125
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	134

ตารางที่	หน้า
3-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจชายฝั่งทะเล.....	23
3-2 ค่าที่ใช้ในการถ่ายภาพทางอากาศ และการวางแผนการบิน.....	31
4-1 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยต่อเดือน ค่า Standard Deviation (SD) และค่า RMS error ของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลใน โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น).	40
4-2 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยต่อเดือน ค่า Standard Deviation (SD) และค่า RMS error ของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลใน โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) .....	43
4-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยต่อเดือน ค่า Standard Deviation (SD) และค่า RMS error ของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลใน โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) .....	46
4-4 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยต่อเดือนค่า Standard Deviation (SD) และค่า RMS error ของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลใน โซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดอนนภา).....	49
4-5 ค่าเฉลี่ยความกว้างของแนวชายฝั่งในรอบ 12 เดือน.....	52

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
1-1	แผนผังวิทยานิพนธ์.....	4
2-1	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง ช่วงก่อนและหลังสถานการณ์ คลื่น รุนแรงในเดือนธันวาคม 2549.....	8
2-2	องค์ประกอบของบริเวณชายฝั่ง.....	9
2-3	หาดทรายแบบ Reflective.....	10
2-4	หาดทรายแบบ Intermediate.....	10
2-5	หาดทรายแบบ Dissipative .....	11
2-6	ช่วงที่คลื่นมีพลังมาก (ก) ช่วงที่คลื่นมีพลังงานน้อย (ข).....	12
2-7	ชายหาดบางแสน-วอนนภา.....	15
2-8	ลักษณะของมรสุมที่พัดผ่านอ่าวไทย.....	16
2-9	รูปแบบการเคลื่อนที่ของคลื่น.....	17
2-10	กระแสน้ำใกล้ฝั่ง .....	19
3-1	แผนผังขั้นตอนการศึกษา.....	26
3-2	ตัวอย่างการถ่ายภาพเพื่อสำรวจภาคสนาม.....	27
3-3	แผนการบินบริเวณแหลมแท่น.....	28
3-4	แผนการบินบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน.....	29
3-5	แผนการบินบริเวณวงเวียนบางแสน.....	29
3-6	แผนการบินบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา.....	30
3-7	ตัวอย่างจุดควบคุมที่มีในพื้นที่ศึกษา ยกตัวอย่างเช่นทางม้าลาย เส้นถนน.....	31
3-8	ตัวอย่างจุดควบคุมที่จัดทำขึ้น.....	31
3-9	การวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน.....	32
3-10	แนวชายหาดมาตรฐาน และแนวชายหาดที่มีการเปลี่ยนแปลง.....	34

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-1 ลักษณะรอยค้ำตะกอนทราย (Groin) บริเวณแหลมแท่นและหาดวอนนภา ถ่ายเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2558 .....	35
4-2 ลักษณะพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะบริเวณชายหาดบางแสน – วอนนภาในช่วงที่มีพายุฝน รุนแรงถ่ายเมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2558 .....	36
4-3 แนวต้นมะพร้าวที่ใช้เป็นแนวชายฝั่งมาตรฐาน.....	37
4-4 บริเวณทรายหายาบที่ใช้ลากเส้นการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง.....	38
4-5 การเปลี่ยนแปลงจากเส้นเป็นจุด.....	39
4-6 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดน้อยที่สุด.....	41
4-7 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดมากที่สุด.....	42
4-8 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดน้อยที่สุด.....	44
4-9 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างมากที่สุดของชายหาดมากที่สุด....	45
4-10 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดน้อยที่สุด.....	47
4-11 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดมากที่สุด.....	48
4-12 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะ หาดวอนนภา) เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาด น้อยที่สุด.....	50

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
4-13	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง โชนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะ หาดวอนนภา) เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาด มากที่สุด.....	51
4-14	ค่าเฉลี่ยของความกว้างชายฝั่งน้อยที่สุดใน โชนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น).....	53
4-15	จุดที่ 15 พิกัด $X=706072.874$ และ $Y= 1470911.4114$ มีค่าเฉลี่ยความกว้างของ ชายฝั่งน้อยที่สุด 7 เมตร.....	54
4-16	ค่าเฉลี่ยของความกว้างชายหาดที่น้อยที่สุดใน โชนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) ..	55
4-17	จุดที่ 45 ตั้งอยู่ที่พิกัด $X= 706594.8435$ และ $Y= 1470341.1031$ มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8 เมตร.....	56
4-18	ค่าเฉลี่ยของความกว้างชายฝั่งที่น้อยที่สุดใน โชนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน)...	57
4-19	จุดที่ 160 ตั้งอยู่ที่พิกัด $X= 707549.1352$ และ $Y = 1469170.3601$ มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4 เมตรต่อ.....	58
4-20	ค่าเฉลี่ยของความกว้างชายหาดที่น้อยที่สุดใน โชนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะ หาดวอนนภา).....	59
4-21	จุดที่ 42 ตั้งอยู่ที่พิกัด $X= 709549.1352$ และ $Y= 1489170.3601$ มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10 เมตร.....	60
5-1	หาดทรายช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ถ่ายเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2558.....	62
5-2	หาดทรายช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือถ่ายเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2558....	62
5-3	การสะสมของตะกอนทรายบริเวณรอยตัดทรายของพื้นที่แหลมแท่น ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ถ่ายเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2558.....	63
5-4	การสะสมของตะกอนทรายบริเวณรอยตัดทราย ของพื้นที่แหลมแท่น ช่วงมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ ถ่ายเมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2559.....	64

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
--------	------

5-5	การสะสมของตะกอนทรายบริเวณรอยตัดทรายของพื้นที่หาดวอนนภา ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ถ่ายเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2558.....	65
5-6	การสะสมของตะกอนทรายบริเวณรอยตัดทราย ของพื้นที่หาดวอนนภา ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559.....	66
5-7	กราฟค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	67
ผ-1	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่นเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558.....	77
ผ-2	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558.....	78
ผ-3	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558.....	79
ผ-4	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558.....	80
ผ-5	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนกันยายน พ.ศ. 2558.....	81
ผ-6	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558.....	82
ผ-7	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558.....	83
ผ-8	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนธันวาคม พ.ศ.2558.	84
ผ-9	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนมกราคม พ.ศ. 2559.....	85

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ผ-10	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนกุมภาพันธ์
	86

	พ.ศ. 2559.....	
ผ-11	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559.....	87
ผ-12	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนเมษายน พ.ศ. 2559.....	88
ผ-13	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558.....	89
ผ-14	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558.....	90
ผ-15	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558.....	91
ผ-16	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558.....	92
ผ-17	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนกันยายน พ.ศ. 2558.....	93
ผ-18	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558.....	94
ผ-19	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558.....	95
ผ-20	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	96
ผ-21	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนมกราคม พ.ศ. 2559.....	97

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ผ-22	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนกุมภาพันธ์	98

	พ.ศ. 2559.....	
ผ-23	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559.....	99
ผ-24	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนเมษายน พ.ศ. 2559.....	100
ผ-25	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558.....	101
ผ-26	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558.....	102
ผ-27	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558.....	103
ผ-28	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558.....	104
ผ-29	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนกันยายน พ.ศ. 2558.....	105
ผ-30	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558.....	106
ผ-31	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558.....	107
ผ-32	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	108
ผ-33	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนมกราคม พ.ศ. 2559.....	109

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ผ-34	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนกุมภาพันธ์	110



	พ.ศ. 2559.....	
ผ-35	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559.....	111
ผ-36	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสน เดือนเมษายน พ.ศ. 2559.....	112
ผ-37	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558.....	113
ผ-38	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558.....	114
ผ-39	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558.....	115
ผ-40	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558.....	116
ผ-41	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนกันยายน พ.ศ. 2558.....	117
ผ-42	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558.....	118
ผ-43	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558.....	119
ผ-44	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	120
ผ-45	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนมกราคม พ.ศ. 2559.....	121

### สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ผ-46	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา	122

	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559.....	
ผ-47	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559.....	123
ผ-48	เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนเมษายน พ.ศ. 2559.....	124

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีความยาวประมาณ 1,878 กิโลเมตร ลักษณะสำคัญของพื้นที่บริเวณแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยนั้นมีหลายรูปแบบ ได้แก่ หน้าผาหิน หาดหิน หาดทราย และหาดเลน ปัจจุบันพื้นที่ชายฝั่งทะเลนั้นถูกใช้ในกิจกรรมหลายด้าน ได้แก่ ใช้เป็นฐานเศรษฐกิจเพื่อผลิตสินค้าต่าง แหล่งพณิชยกรรม แหล่งท่องเที่ยว และพื้นที่อนุรักษ์ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552) เนื่องจากพื้นที่ชายฝั่งนั้นมีความสำคัญหลายด้านทำให้พื้นที่แนวชายฝั่งนั้นถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาตามแนวชายฝั่งนั้นมีผลในด้านลบ และด้านบวก

พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก เป็นผลมาจากปัจจัยทางธรรมชาติและการทำงานของมนุษย์ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่โดยปัจจัยทางธรรมชาติ ได้แก่ คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำ และลมมรสุมเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการพัดพาและเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่งทะเล การเปลี่ยนแปลงที่มีผลมาจากมนุษย์ ได้แก่ การพัฒนาพื้นที่ของประชาชนตามแนวชายฝั่งที่ไม่เหมาะสม เช่น การปรับถมพื้นที่ชายฝั่ง การก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่งไปกีดขวางกระแสน้ำ ทำให้ชายฝั่งทะเลเกิดการเปลี่ยนแปลง และพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลใหม่ตลอดเวลา โดยส่วนใหญ่จะมีผลให้ทำทรายหรือตะกอนชายฝั่งมีปริมาณลดลง ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นสาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชายฝั่งทะเล แสดงให้เห็นว่ามีแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมากถึง 112 แห่ง มีระยะทางรวมประมาณ 490 กิโลเมตร (สำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรชายฝั่งทะเล, 2550) ทำให้สูญเสียทรัพยากรที่ดิน ระบบสาธารณสุขโลก และสิ่งปลูกสร้างรวมถึงสภาพแวดล้อมชายฝั่งทะเล เช่น ชายหาด เนินทราย ป่าชายเลน และป่าชายหาด ส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่ และประเทศชาติ จึงเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องรับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพื่อฟื้นฟู และรักษาแนวชายฝั่งให้เข้าสู่ภาวะสมดุล

ชายหาดบางแสน-วอนนภา เป็นส่วนหนึ่งของชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีมีลักษณะของชายฝั่งเป็นหาดทรายยาวประมาณ 5 กิโลเมตร ตามธรรมชาติแล้ว ชายหาดบางแสน-วอนนภา มีการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งตามฤดูกาล โดยในช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรงจะเป็นช่วงที่ทรายถูกพัดออกจากชายฝั่ง และในช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรง ทรายก็จะถูกพัดกลับสู่ชายฝั่ง ในลักษณะที่สมดุลกันอย่างไรก็ดีในปัจจุบันชายหาดบางแสน-วอน

นภา ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชายฝั่งทะเล ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีการสร้างเขื่อนป้องกันคลื่นทำให้ชายหาดนั้นเปลี่ยนรูปแบบไป และความแปรปรวนของสภาพอากาศทำให้เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในบางบริเวณ ด้วยอัตราการกัดเซาะที่ 1-5 เมตรต่อปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2553)

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้วยการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ซึ่งเป็นการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันกันมาซ้อนทับเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในช่วงเวลาต่าง ๆ แต่เนื่องจากข้อมูลนั้นมีความละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) ได้อย่างชัดเจน และไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาในการถ่ายภาพในช่วงเวลาที่ต้องการได้ เนื่องจากได้รับผลกระทบจากเมฆที่ปกคลุมพื้นที่ศึกษาทำให้ไม่สามารถได้ภาพที่สมบูรณ์ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาทำการศึกษาพื้นที่ขนาดเล็กอย่างชายหาดบางแสน การสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Image) โดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก (small Unmanned Aerial Vehicle : sUAV) จึงเหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ได้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่มีความละเอียดสูง การนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการศึกษานี้ จะช่วยเพิ่มศักยภาพของการศึกษาผลจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบางแสนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการ และป้องกันผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลให้มีประสิทธิภาพอันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนและประเทศชาติต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อจัดทำแผนที่ชายหาดบางแสน-วอนนภาแบบรายละเอียดสูง โดยการประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก (sUAV)

1.2.2 เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายหาดบางแสน-วอนนภาในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม ปี 2558 ถึง เมษายน 2559

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ช่วยในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยใช้เทคโนโลยี ที่มีความก้าวหน้าลดต้นทุน และเวลาในการสำรวจ และการศึกษา

1.3.2 ได้ภาพถ่ายที่มีค่าพิกเซลน้อยกว่า 1 เมตร เป็นภาพถ่ายที่มีรายละเอียดสูง (Sub-meter on very high resolution)

1.3.3 ใช้เป็นข้อมูลการบริหารจัดการชายหาดบางแสน-วอนนภา

#### 1.4 ขอบเขตงานวิจัย

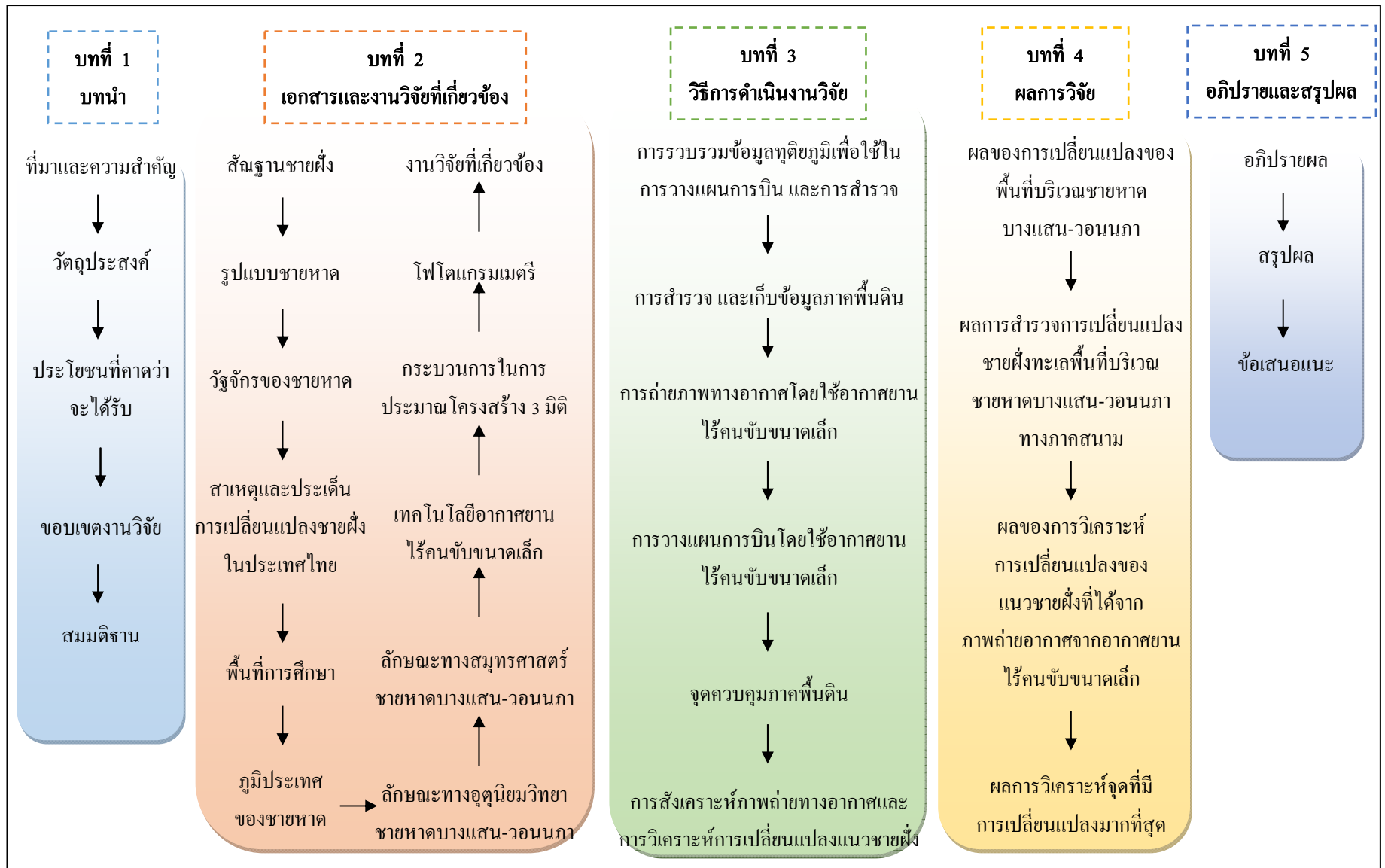
1.4.1 พื้นที่ศึกษาชายหาดบางแสน-วอนนภา มีความยาวประมาณ 4-5 กิโลเมตร

1.4.2 ช่วงเวลาบันทึกภาพ ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ปี 2558 ถึง เดือนเมษายน ปี 2559

ครอบคลุมช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และนอกช่วงมรสุม

#### 1.5 สมมติฐาน

เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กสามารถถ่ายภาพที่มีรายละเอียดสูง และติดตามการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในพื้นที่ชายหาดบางแสน-วอนนภาได้



ภาพที่ 1-1 แผนผังวิทยานิพนธ์

## บทที่ 2

### เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

ชายหาด (Beach) คือบริเวณที่เป็นแนวรอยต่อระหว่างแผ่นดิน และทะเล โดยทั่วไปจะเรียกว่า แนวชายฝั่งทะเล หรือชายทะเล จะพบได้ในแผ่นดินทวีป และหมู่เกาะ ชายหาดนั้นมีหลายแบบ แต่ที่พบเจอกันมากที่สุดคือหาดทราย ซึ่งเกิดจากการผุพังสึกกร่อนตามธรรมชาติของหิน โดยเฉพาะ หินทรายและหินแกรนิตจนกลายเป็นทรายและดิน ถูกพัดพาจากแม่น้ำลงสู่ทะเล จากนั้นตะกอนดิน และทรายจะถูกแยกจากกันโดยเกลียวคลื่น ส่วนที่เป็นดินจะตกตะกอนทับถมเป็นโคลนตมอยู่ บริเวณใกล้ปากแม่น้ำและงอกเป็นผืนแผ่นดินต่อไป ส่วนที่เป็นทรายซึ่งหนักและทนทานต่อการผุ กร่อนกว่าก็จมลง และสะสมเป็นพื้นทรายใต้ท้องทะเล โดยมีบางส่วนถูกคลื่นพัดพาเข้าสู่ฝั่งสะสม มากขึ้น จนเกิดเป็นแนวหาดทรายตามชายฝั่ง ซึ่งการสะสมตัวของแนวหาดทรายนั้นมีการ เปลี่ยนแปลงรูปแบบไปตามฤดูกาล กระแสน้ำ และกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้ชายหาดนั้นมีการ เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, ม.ป.ป.) การนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลเข้ามาช่วยศึกษาจะทำให้ลดทรัพยากรในหลายด้าน และได้ ข้อมูลที่รวดเร็วกว่าในอดีตที่มีการศึกษามา

#### 2.1 เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle) ถูกนำมาใช้ในหลายกิจกรรม ยกตัวอย่างเช่น ด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การสำรวจพื้นที่บริเวณต่าง ๆ และการจัดการภัย พิบัติ เป็นต้น โดยเฉพาะการนำมาถ่ายภาพทางอากาศ ปัจจุบันมีพัฒนาเทคโนโลยี และ Soft ware สำหรับประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจาก UAV อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กบันทึกภาพมุมสูงเพื่อช่วยในการสำรวจ และทำแผนที่จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่ม ประสิทธิภาพการทำงานให้มีความรวดเร็ว สามารถช่วยในการวิเคราะห์ วางแผนดำเนินงาน และ จัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ในหลายกิจกรรม และสามารถประยุกต์ร่วมกับ ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้

อากาศยานไร้คนขับ หรือ "UNMANNED AERIAL VEHICLE" คือ เครื่องบินที่ใช้กำลัง (Power) ขับเคลื่อน สามารถบินได้ด้วยระบบอัตโนมัติโดยไม่มีนักบินอยู่บนเครื่องบินแต่ควบคุม จากภาคพื้นดินที่อยู่ระยะไกล ผ่านระบบสื่อสารระหว่างตัวเครื่องบินกับสถานีภาคพื้นดิน (Ground Control Station) โดยมี Software สำหรับวางแผนเส้นทางการบิน (Auto Planning) ควบคุม การบิน (Flight Control) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานด้านต่าง ๆ ได้อาทิเช่น ด้านการ

สำรวจทรัพยากรน้ำ ป่าไม้ติดตามสถานการณ์ของพื้นที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากน้ำท่วม ดินถล่มหรือไฟป่า การถ่ายภาพทางอากาศ (Aerial Photo) เป็นต้น จากคำจำกัดความจะเห็นว่าลักษณะของหุ่นยนต์ อากาศยานจะกำหนดได้จากการออกแบบ การสร้างระบบต่าง ๆ ในอากาศยานไร้คนขับและระบบ สนับสนุนที่อยู่บนพื้นดิน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้มาจากความต้องการหลัก 5 ประการ คือ ระยะเวลาบิน ความเร็ว รัศมีทำการ ความสูง และน้ำหนักรวมสำหรับ โครงสร้างของอากาศยานมีหลายลักษณะคือ แบบเครื่องบินปีก (Airplane) เฮลิคอปเตอร์ (Helicopter) และรูปแบบอื่น ๆ เช่น พารามอเตอร์ บอลลูน และการนำอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) เป็นต้น ทั้งนี้อากาศยานไร้คนขับแต่ละชนิดนั้นก็จะมีคุณสมบัติเหมาะสมกับงานแต่ละประเภทแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ ความต้องการของผู้ใช้งาน สำหรับเครื่องบินปีกแบบ Fixed wing จะมีหลายขนาดสามารถเลือกได้ ตามระยะทาง และเวลาในการบิน สามารถบินร่อนเพื่อประหยัดพลังงานได้แต่ไม่สามารถบินอยู่กับ ที่ได้ส่วนเฮลิคอปเตอร์แบบ Rotor โดยทั่วไปมีขนาดเล็กกว่าแบบ Fixed wing ไม่สามารถบินร่อน ได้แต่บินอยู่กับที่ได้ และบอลลูน ซึ่งมีขนาดใหญ่สามารถลอยอยู่นิ่งได้ประหยัดพลังงาน แต่เคลื่อน ตัวช้า (ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ และขจิตพรรณ กฤตพลวิมาน, 2556)

### 2.1.1 องค์ประกอบหลักของอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

สำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับภัยพิบัติมีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วนด้วยกันคือ

2.1.1.1 โครงสร้างอากาศยานไร้คนขับ (UAV) อาจมีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน ตามภารกิจการใช้งาน

2.1.1.2 ระบบการบินที่ถ่ายภาพ (Photo System) อากาศยานไร้คนขับที่ทำหน้าที่สำรวจจะติดตั้งอุปกรณ์กล้องถ่ายภาพนิ่ง กล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหว เรดาร์กล้องอินฟราเรด (ตรวจจับความร้อน) หรืออุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพแบบต่างๆที่เหมาะสมกับการใช้งานได้

2.1.1.3 ระบบตรวจสอบและติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Monitoring System) การตั้งโปรแกรมการบินอัตโนมัติการบังคับด้วยวิทยุและโปรแกรมควบคุมการบินด้วยระบบ คอมพิวเตอร์จากพื้นดิน มี GPS เป็นตัวช่วยในการนำทางโดยแยกออกจากระบบควบคุมการบิน อัตโนมัติสามารถตรวจสอบการทำงานและตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ที่ส่งมาจาก UAV

2.1.1.4 ระบบเชื่อมต่อ และเก็บข้อมูล (Wave system / Data link and Storages System) ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างอากาศยานกับระบบควบคุม และสนับสนุน ส่งข้อมูลในย่าน ความถี่ เช่น ย่านความถี่ UHF ย่านความถี่ C-Band หรือไมโครเวฟ หรือข่ายอื่น ๆ เพื่อทำบันทึกภาพ และเพื่อนำมาวิเคราะห์ภายหลัง ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คือ แบบจำลองความสูงสามมิติ ภาพ แผนที่ ที่แสดงลักษณะภูมิประเทศที่เป็นพื้นผิวของโลกริเวณที่ทำการบันทึกภาพ และยังสามารถ



นำไปวิเคราะห์เพิ่มเติมให้แปรเป็นแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model หรือ DEM) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีแต่ข้อมูลระดับความสูง นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Terrain Model หรือ DTM) ที่แสดงถึงข้อมูลลักษณะของภูมิประเทศ เช่น ความชัน (Slope) การหันรับแสง (Aspect) หรือความสูงต่ำเชิงเงา (Shaded relief) เป็นต้น

## 2.2 กระบวนการในการประมาณโครงสร้าง 3 มิติ (Structure from Motion)

Structure from Motion (SfM) คือ กระบวนการในการสร้างโครงสร้าง 3 มิติ จาก ภาพ 2 มิติ โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมจะใช้การเคลื่อนที่ของกล้องเมื่อเคลื่อนที่แล้วสังเกตวัตถุรอบ ๆ ภาพที่ได้นั้นจะมีความคล้ายคลึงกันหลายภาพ คอมพิวเตอร์จะใช้จุดที่มีความคล้ายคลึงของภาพเพื่อสร้างโครงสร้าง 3 มิติ โดยใช้ คุณสมบัติ เช่น Corner points คุณสมบัติหนึ่งที่น่าจะใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ SIFT (Scale-invariant feature transform) โดยคุณสมบัติรูปพีระมิดถูกนำมาใช้สูงสุด Difference-of-Gaussians (DOG) ขั้นตอนแรกใน SIFT จะเป็นการหา Gradient direction เพื่อใช้ทำ Rotation-Invariant ใช้เป็นตัวอธิบายในการหมุนเพื่อให้พอดีต่อทิศทาง เครื่องตรวจจับทั่วไปที่ใช้คือ SURF (Speeded Up Robust Features) ใน SURF DOG จะถูกแทนที่ด้วย Hessian matrix ที่เป็นฐานของเครื่องตรวจจับรูปหยดน้ำใช้แทนการประเมินผลในรูปของกราฟความถี่ ของ gradient SURF computes ใช้รวมผลลัพธ์ของส่วนประกอบของ gradient และผลรวมของค่าสมบรูณ์ คุณสมบัติของการตรวจจับมาจากภาพทั้งหมดซึ่งมีความเข้ากัน หรือคู่กัน หนึ่งในอัลกอริทึมของการจับคู่ จะใช้การติดตามจากภาพหนึ่งไปยังภาพอื่น ๆ เพื่อสร้างเป็นแผนที่ หรือ ภาพ 3 มิติ (Fonstad, Dietrich, Courville, Jensen, & Carbonneau, 2013)

## 2.3 โฟโตแกรมเมตรี (Photogrammetry)

โฟโตแกรมเมตรี (Photogrammetry) โฟโตแกรมเมตรีเป็นการสำรวจด้วยภาพถ่ายซึ่งมีความหมายหลายความหมาย อาทิ สมาคมโฟโตแกรมเมตรี และการรับรู้จากระยะไกลแห่งอเมริกา (The American Society for Photo-grammetry and Remote Sensing : ASPRS) ได้ให้คำจำกัดความของโฟโตแกรมเมตรีหมายถึงศิลปวิทยาและเทคโนโลยีที่ได้มาซึ่งสารสนเทศที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับวัตถุทางกายภาพต่าง ๆ และสิ่งแวดล้อม ด้วยกรรมวิธีการบันทึก การวัดและการแปลตีความรูปถ่ายและรูปแบบของพลังงานการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าและปรากฏการณ์ในรูปแบบอื่น ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน ให้ความหมายว่า โฟโตแกรมเมตรีหมายถึงศาสตร์หรือศิลปะการทำแผนที่ภูมิประเทศจากรูปถ่ายทางอากาศที่ต้องอาศัยการปรับแก้หลายอย่าง ด้วยอุปกรณ์เครื่องมือที่สลับซับซ้อน ซึ่งการทำแผนที่ด้วยภาพถ่าย เป็นการทำให้แผนที่วิธีหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งช่วงก่อนและหลังสถานการณ์

คลื่นรุนแรงในเดือนธันวาคม 2549 ผลจากการศึกษา สรุปได้ว่า ภาพดาวเทียมสามารถนำมาใช้ในการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงบริเวณแนวชายฝั่งทะเลที่เกิดสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ดังภาพที่ 2-1 หากไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของการมีเมฆ หมอกปกคลุม (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ, 2552)



ภาพที่ 2-1 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง ช่วงก่อนและหลังสถานการณ์ คลื่นรุนแรงในเดือนธันวาคม 2549 (สุวรรณา ยวนานนท์, ม.ป.ป.)

## 2.4 องค์ประกอบพื้นฐานชายฝั่งทะเล

Robert and Robert (2002) กล่าวว่าแนวชายฝั่งทะเลเป็นพื้นที่แนวเชื่อมต่อระหว่างแผ่นดิน กับทะเล โดยสามารถแบ่งโครงสร้างพื้นฐานได้จากภาพที่ 2-2

**Offshore zone** หมายถึง บริเวณที่มีความลึกมาก ๆ จนกล่าวได้ว่าเป็น “พื้นที่น้ำลึก” ซึ่งพื้นที่น้ำลึกนี้จะต้องมีความลึกมากกว่า 0.5 เท่าของความยาวคลื่น เมื่อพื้นทะเลลึกมาก ๆ ความลึกจึงไม่มีอิทธิพลใด ๆ ต่อคลื่น

**Nearshore zone** หมายถึง พื้นที่ที่ติดกับ offshore zone เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ฝั่งมากขึ้น ความลึกจะค่อย ๆ น้อยลง ความลึกที่น้อยลงนี้จะส่งผลกระทบต่อคลื่น คลื่นจะสามารถสัมผัสถึงพื้นทะเลได้ ทำให้ความสูงของคลื่น ความเร็วคลื่น ความยาวคลื่น และทิศทางคลื่น เกิดการเปลี่ยนแปลงไป

**Breaker zone** หมายถึง พื้นที่ที่ติดกับ Transitional zone เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าใกล้ฝั่งมากขึ้น ความลึกจะยิ่งน้อยลง ทำให้ความสูงคลื่นเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่คลื่นต้องแตกตัว (Wave breaking)

**Surf zone** หมายถึง พื้นที่ถัดจาก Breaker zone คลื่นจะเคลื่อนที่ในรูปแบบช็อกก้อน หรือ

เรียกว่า Bore

**Swash zone** หมายถึง บริเวณหาด ที่คลื่นแตกตัวไหลขึ้นลงบริเวณชายหาด

**Beach berm** หมายถึง พื้นที่ที่ถัดจาก Swash zone พื้นที่นี้มีดินไม่ลุ่มลูกขึ้นปกคลุม

**Dune** หมายถึง เนินทรายที่อยู่ถัดขึ้นไปบนฝั่ง ชายหาดบางแห่งอาจมีหรือไม่มี Dune ก็ได้ บางครั้งเราอาจกำหนดบริเวณ Dune คือบริเวณบ้านเรือนหรือถนนที่ก่อสร้างอยู่ริมทะเล

**Longshore bar** หมายถึง บริเวณสันทรายที่ขนานไปกับแนวชายฝั่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้

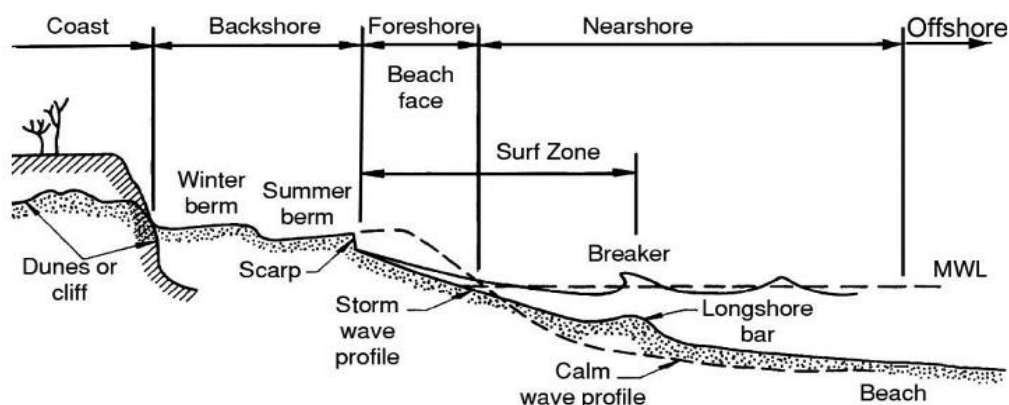
**Longshore trough** หมายถึง เป็นที่ลุ่มที่ขนานยาวตามเส้นเลียบชายฝั่งและมี Longshore bar ปรากฏขึ้นบ้าง บางครั้งจะอยู่ตรงจุดที่ต่ำที่สุดระหว่าง successive bar

**Inshore** หมายถึง บริเวณของชายหาดที่ขยายจาก Foreshore และพ้นจาก Breaker zone

**Foreshore** หมายถึง (หาดส่วนหน้า) เป็นส่วนที่มีความชันของชายหาดอยู่ระหว่าง berm crest (หรือไม่มี berm crest, จุดสูงสุดที่คลื่นซัดถึงเมื่อน้ำขึ้นสูงสุด) และจุดที่คลื่นซัดถึงเมื่อน้ำลงต่ำที่สุด คำนิยามนี้บ่อยครั้งที่มีความหมายตรงกันกับคำว่า beach face แต่โดยทั่วไปแล้วจะรวมอยู่ในส่วนนี้ด้วย ซึ่งบริเวณนี้จะประกอบด้วยหาดที่บางส่วนเป็นพื้นเรียบ ที่อยู่ต่ำกว่า beach face

**Scarp** หมายถึง จุดตัดในแนวโค้งของชายหาดจากการกัดกร่อนของคลื่น ซึ่งมีความสูงน้อยกว่าเมตร แม้ว่าจะพบตัวอย่างที่สูงที่สุด Scarp อาจอยู่บนสุดของหน้าหาดเมื่อมีการกัดกร่อนเกิดขึ้น แต่ Scarp ที่เก่าสามารถพบได้บริเวณ berm ซึ่งเป็นการก่อตัวระหว่างที่มีการกัดกร่อน

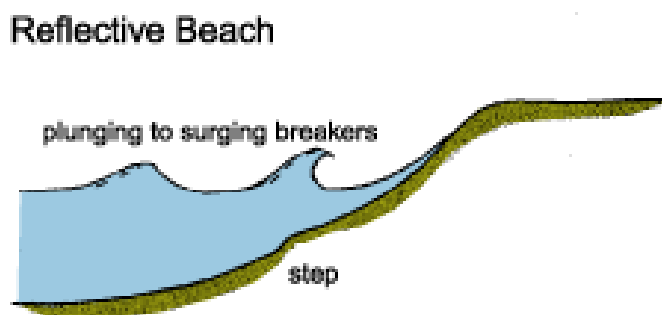
**Beach face** หมายถึง หน้าหาด มีความชันใกล้เคียงกับส่วนที่เป็นระนาบของชายหาดซึ่งอยู่ต่ำกว่า berm โดยปกติแล้วจะเป็นบริเวณที่รับสัมผัสกับคลื่นที่ซัดเข้ามา



ภาพที่ 2-2 องค์ประกอบของบริเวณชายฝั่ง (Sorensen, 2006)

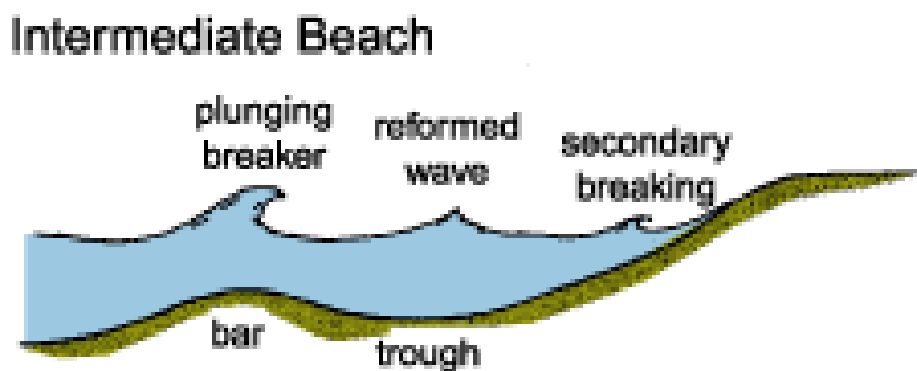
## 2.5 รูปแบบของชายหาด

2.5.1 หาดทรายแบบ Reflective มีลักษณะหน้าหาดแคบและลาดชัน มีตะกอนทรายหาดหยาบ ไม่มีเขตคลื่นหัวแตก และไม่มีสันดอนใกล้ชายทะเลดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 หาดทรายแบบ Reflective (Ktopkem, 2008)

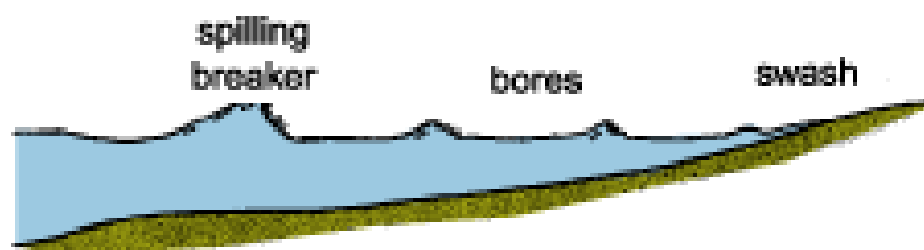
2.5.2 หาดทรายแบบ Intermediate เป็นชายหาดที่มีแนวร่องน้ำอยู่ระหว่างเนินทรายใต้น้ำ และแนวชายหาด ทำให้เกิดจุดคลื่นแตก 2 จุดดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 หาดทรายแบบ Intermediate (Ktopkem, 2008)

2.5.3 หาดทรายแบบ Dissipative เป็นหาดที่ราบและมีหน้าหาดกว้าง มีพิสัยระดับน้ำขึ้นลงแตกต่างกันในช่วงปานกลางถึงมาก มีที่ตื้นใต้น้ำ และมีเขตคลื่นหัวแตกกว้าง มีสันดอนชายทะเลใกล้ฝั่ง เกิดขึ้นในแนวขนานกับชายฝั่ง มีตะกอนทรายละเอียดเป็นส่วนใหญ่ ภาพที่ 2-5

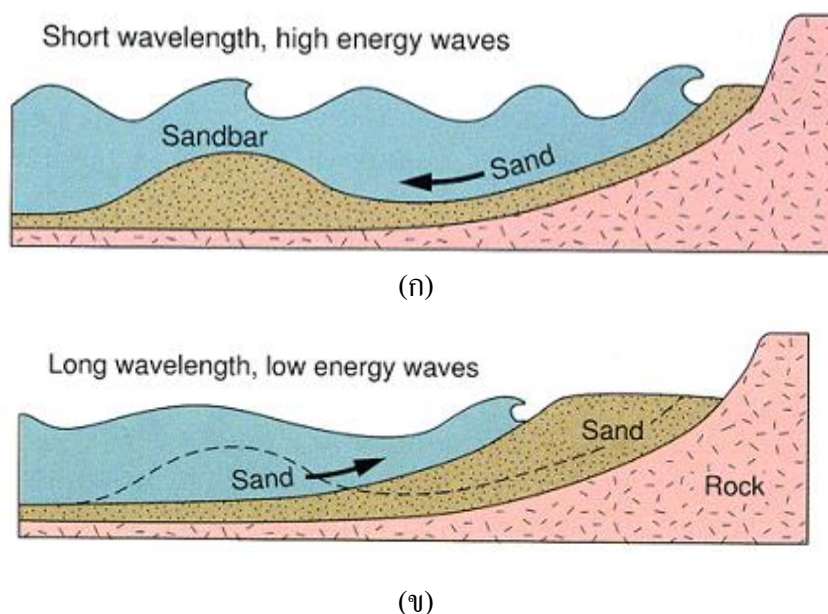
## Dissipative Beach



ภาพที่ 2-5 หาดทรายแบบ Dissipative (Ktopkem, 2008)

## 2.6 วัฏจักร และการเปลี่ยนรูปแบบของแนวหาดทราย

การเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาด เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดจากระดับพลังงานคลื่น ที่แตกต่างกันทำให้เกิดวัฏจักรของชายหาด ในช่วงคลื่นมีพลังงานมากจะทำให้คลื่นนั้นมีขนาดใหญ่ เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ชนกับชายหาดจะทำให้คลื่นพัดทรายออกจากชายหาดลงไปในทะเลจำนวนมาก ทำให้ชายหาดราบ ส่วนในช่วงคลื่นมีพลังงานน้อยจะทำให้คลื่นนั้นมีขนาดเล็ก และมีความรุนแรงน้อยกว่าคลื่นนั้นจะพัดพาทรายจากทะเล เข้าสู่ฝั่ง จะทำให้เกิดสะสมตัวของตะกอนทราย และหาดทราย นั้นมีความลาดชันมากขึ้นดังภาพที่ 2-6 (Geocache Description, 2005)



ภาพที่ 2-6 ช่วงที่คลื่นมีพลังมาก (ก) ช่วงที่คลื่นมีพลังงานน้อย (ข) (Geocache Description, 2005)

## 2.7 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลเกิดขึ้นตลอดเวลาซึ่งเกิดจากคลื่น ลม กระแสน้ำ และกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายจากที่หนึ่งไปตกทับถมในอีกบริเวณหนึ่ง ทำให้แนวของชายฝั่งเดิมเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นบริเวณที่มีตะกอนทรายเคลื่อนเข้ามาน้อยกว่าปริมาณตะกอนทรายที่เคลื่อนออกไป เป็นสาเหตุที่มีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งชายฝั่ง หรือการกัดเซาะชายฝั่ง ซึ่งสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 สาเหตุหลักดังนี้

### 2.7.1 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยกระบวนการตามธรรมชาติ

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2553) ได้รายงานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยธรรมชาติ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นวัฏจักร และหมุนเวียนไปตามฤดูกาล ซึ่งปัจจัยที่ทางธรรมชาติที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งได้แก่ คลื่น กระแสน้ำ พายุ น้ำขึ้นน้ำลง และช่วงมรสุม

2.7.1.1 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งตามธรรมชาติในรอบปี เช่น การเคลื่อนที่ของตะกอนทรายแนวชายฝั่งทางด้านตะวันออกของอ่าวไทยมีปริมาตรทรายตามแนวชายฝั่งลดลงในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ทางด้านตะวันตกของอ่าวไทยมีปริมาณตะกอนทรายเพิ่มขึ้น เมื่อเข้าสู่ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ชายฝั่งด้านตะวันออกของอ่าวไทยจะมี

ปริมาณตะกอนทรายเพิ่มขึ้น

2.7.1.2 กระแสน้ำ และภาวะน้ำขึ้น-น้ำลงทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของตะกอนและมวลทรายบริเวณชายฝั่งอย่างต่อเนื่องซึ่ง สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของช่วงมรสุม และเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง

2.7.1.3 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยลักษณะทางกายภาพของชายฝั่งทะเลลักษณะของชายฝั่งที่ต่างกันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากความแตกต่างของหาดแต่ละประเภทก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน และที่สำคัญที่เห็นได้ชัดคือความลาดชันที่แตกต่างกันเป็นสาเหตุที่ทำความแรงคลื่นไม่เท่ากัน ยกตัวอย่างเช่นบริเวณที่มีความชันมากคลื่นจะมีความรุนแรงมากตะกอนทรายก็จะถูกพัดพาออกจากฝั่งปริมาณมาก แต่บริเวณที่ชายหาดมีความชันน้อยคลื่นก็จะมี ความรุนแรงน้อย ทำให้ตะกอนทรายถูกพัดพาออกจากฝั่งมีปริมาณน้อย

2.7.1.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก หรือที่เรียกว่าสภาวะ โลกร้อนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่งและปะการังสภาพอากาศแปรปรวน โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และอุณหภูมิ ที่ส่งผลกระทบต่อชายฝั่งทะเลทั่วโลกและอาจก่อให้เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอีกด้วย

## 2.7.2 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยกิจกรรมของมนุษย์

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2553) ได้รายงานการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์นั้นเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากมุ่งเน้นเพื่อจะพัฒนาแต่ด้านเศรษฐกิจ และสังคม โดยไม่คำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดกับพื้นที่แนวชายฝั่ง หรือการสร้างสิ่งปลูกสร้างเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง แต่กลับสร้างปัญหาให้กับพื้นที่ใกล้เคียง

2.7.2.1 การพัฒนาขนาดใหญ่ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล เช่น การสร้างท่าเรือน้ำลึก ถนนเลียบชายฝั่ง และถมทะเลเพื่อสร้างสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ในเขตนิคมอุตสาหกรรม เพื่อรองรับการพัฒนาและขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ

2.7.2.2 การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและชายฝั่ง ซึ่งเน้นการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อรองรับกิจกรรมการท่องเที่ยว เช่น สร้างโรงแรม ที่พัก เส้นทางคมนาคม เกิดการรुक้าเข้าไปแนวสันทรายชายฝั่ง ซึ่งเป็นส่วนที่ป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งตามธรรมชาติ

2.7.2.3 การสร้างเขื่อน ฝาย หรืออ่างเก็บน้ำต้นน้ำ โครงสร้างเหล่านี้มีผลให้ตะกอนที่ไหลตามแม่น้ำมาสะสมบริเวณปากแม่น้ำมีปริมาณลดลง ขาดตะกอนที่จะเติมทดแทนส่วนตะกอนเก่าที่ถูกพัดพาไปบริเวณอื่น โดยกระแสน้ำ ทำให้เกิดการกัดเซาะแนวชายฝั่งอย่างต่อเนื่อง

2.7.2.4 การบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าชายเลน เพื่อพัฒนาเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำป่าชายเลนมีความสำคัญหลายประการหนึ่งคือ ช่วยดักและตกตะกอน โคลนทำให้ เกิดดินงอกตามแนวชายฝั่ง และเป็นกำแพงป้องกันกระแสน้ำและกระแสนลมป้องกันการพังทลายของแนวชายฝั่งด้วย

2.7.2.5 การสูบน้ำบาดาล ทำให้เกิดการทรุดตัวของแผ่นดิน และจะมีส่วนให้การกัดเซาะชายฝั่งเกิดความรุนแรงมากขึ้น เช่น การกัดเซาะในพื้นที่อ่าวไทยตอนบน จากปัญหาการทรุดตัวเนื่องจากการสูบน้ำบาดาลเกินศักยภาพโดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพฯ และสมุทรปราการ

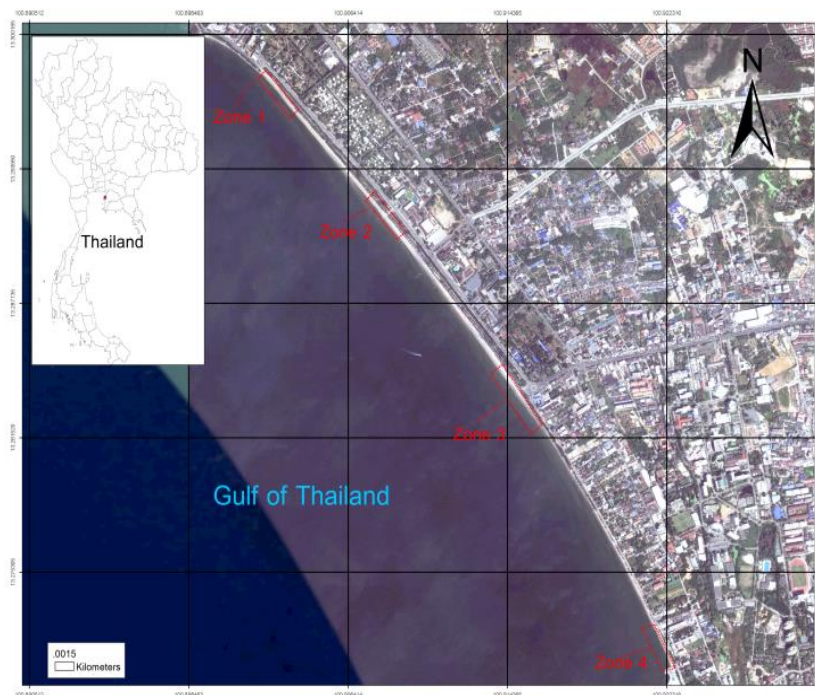
## 2.8 พื้นที่การศึกษา

ชายหาดบางแสน-วอนนภา มีความยาวของหาดประมาณ 4- 5 กิโลเมตร ตั้งอยู่ที่พิกัดละติจูดที่ 13.298430 องศา และลองจิจูดที่ 100.902170 องศา ถึง ละติจูดที่ 13.270699 องศา และลองจิจูดที่ 100.922609 องศา ในเขตเทศบาลตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี อยู่ห่างจากตัวเมืองชลบุรีประมาณ 10 กิโลเมตร ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 มีอาณาเขตติดต่อ คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ ตำบลอ่างศิลา
ทิศใต้	ติดต่อกับ ตำบลเหมือง
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ ตำบลเสม็ด และตำบลห้วยกะปิ
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ อ่าวไทย

พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายหาดทรายบางแสน-วอนนภาตั้งแต่บริเวณแหลมแท่นถึงสวนสาธารณะหาดวอนนภา โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 โซน ได้แก่ 1. บริเวณแหลมแท่น 2. บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน 3. วงเวียนบางแสน 4. สวนสาธารณะหาดวอน ดังภาพที่ 2-6





ภาพที่ 2-7 ชายหาดบางแสน-วอนนภา โดยแบ่งเป็น 4 โซนได้แก่ 1. บริเวณแหลมแท่น  
2. บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน 3. วงเวียนบางแสน 4. สวนสาธารณะหาดวอน

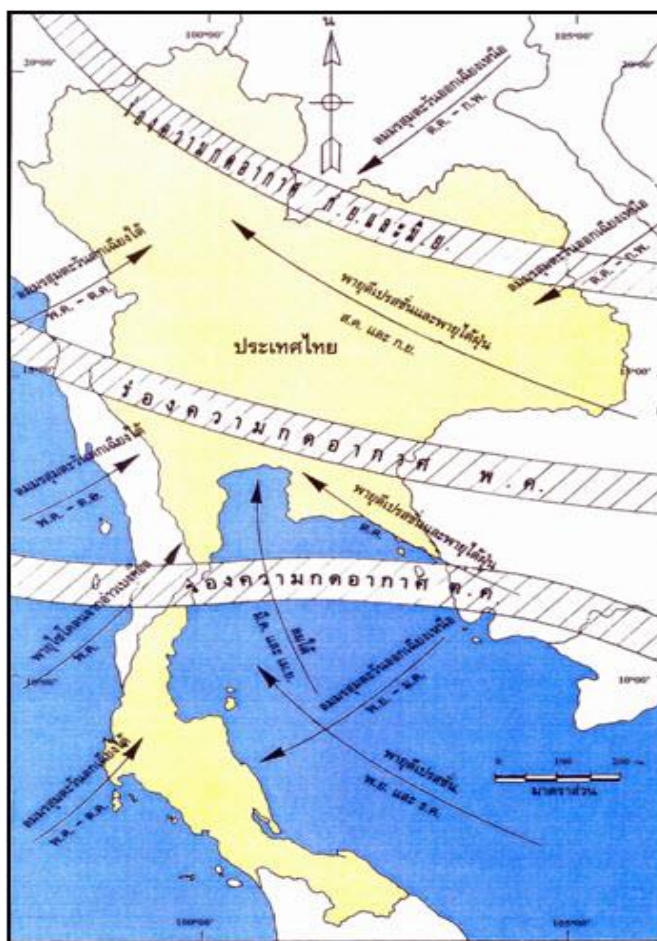
## 2.9 ภูมิประเทศของชายหาดบางแสน-วอนนภา

ภูมิประเทศหลังชายหาดมีลักษณะเป็น แนวสันทรายมีความลาดเอียงเข้าหาชายฝั่งทะเล จากทางด้านทิศตะวันออกไปสู่ด้านตะวันตก โดยมีความสูงเฉลี่ยจากน้ำทะเลปานกลาง ประมาณ 1-2 เมตร สันทรายบริเวณนี้เป็นสันหาดทรายเก่าหรือสันทรายน้ำทะเลเก่า (Old Beach Ridge or Old Marine Dune) เกิดจากการทับถมของตะกอน (ทราย) ซึ่งสลายตัว และถูกพัดพามาจากเขาหินแกรนิต ควอทไซต์ ที่อยู่บริเวณตำบลเหมือง เป็นแนวลาดเอียงมาจนถึงชายหาดบางแสน ดังนั้นบริเวณนี้จึงมีการระบายน้ำดี (สุวรรณา ภาณุตระกูล และคณะ, 2552)

## 2.10 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาชายหาดบางแสน-วอนนภา

ภูมิอากาศของหาดบางแสน-วอนนภาแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน โดยฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่ประมาณเดือนพฤษภาคมเดือนตุลาคม ฝนที่ตกในพื้นที่เป็นฝนที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ หรือในบางโอกาสจะเนื่องมาจากพายุไต้ฝุ่น และพายุโซนร้อน ที่ก่อตัวในทะเลจีนใต้ ส่วนฤดูร้อนจะเริ่มตั้งเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนเมษายน ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในระหว่างเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ และลมตะวันออกเฉียงใต้ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน ดังภาพที่ 2-8

ลักษณะของลมที่พัดผ่านจังหวัดชลบุรีหรือหาดบางแสนแบ่งออกได้ 3 ทิศทางด้วยกันคือ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกันยายน เป็นลมที่พัดมาจากทิศใต้ ส่วนในช่วงเดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม เป็นลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และในเดือนมกราคม เป็นลมที่พัดมาจากทิศ ตะวันออก (สุวรรณา ภาณุตระกูล และคณะ, 2552)



ภาพที่ 2-8 ลักษณะของมรสุมที่พัดผ่านอ่าวไทย (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2557)

## 2.11 ลักษณะทางสมุทรศาสตร์ของชายหาดบางแสน-วอนนภา

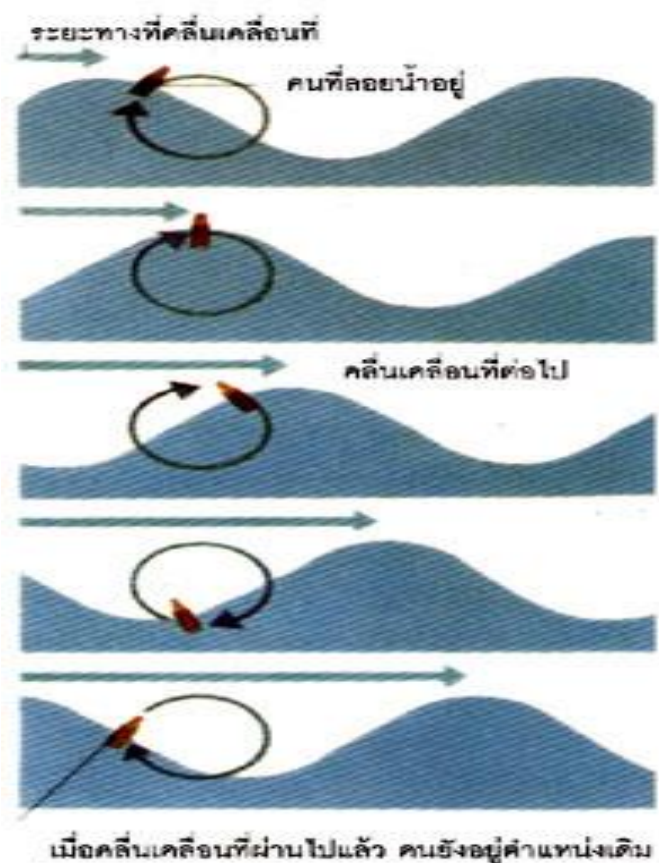
### 2.11.1 การขึ้นลงของน้ำทะเล

จากข้อมูลของสถานีตรวจวัดระดับน้ำเกาะสีชัง พบว่าลักษณะการขึ้นลงของน้ำทะเล บริเวณเกาะสีชังเป็นแบบน้ำเคี้ยว คือ น้ำขึ้น และลงวันละครั้ง จากสถิติการขึ้นลงของน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี มีค่าน้ำเฉลี่ยสูงสุด (Average Highest high water) + 1.55 เมตร และน้ำลงเฉลี่ยต่ำสุด (Average Lowest low water) - 2.26 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ปานกลาง เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงในรอบปี โดยที่เดือนธันวาคม เป็นเดือนที่มีระดับที่น้ำขึ้นสูงสุดถึง 1.5 เมตร จากน้ำทะเลปานกลาง (สุวรรณา ภาณุตระกูล และคณะ, 2552)

### 2.11.2 ลักษณะคลื่นบริเวณชายหาดบางแสน

คลื่นผิวน้ำ คลื่นประเภทนี้เป็นคลื่นช่วงสั้นที่เกิดขึ้นจากลม และมีความรุนแรงที่สามารถทำลายชายฝั่งได้ ความเร็วลมและขนาดคลื่นที่เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงกันยายนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะมีทิศทางพัดของลมเข้าหาฝั่ง เป็นช่วงที่มีคลื่นลมแรง คลื่นมีความสูงมาก ส่วนในช่วงระหว่างเดือนตุลาคมถึงมกราคม เป็นช่วงของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมพัดออกจากฝั่ง ด้วยบริเวณชายหาดบางแสนจะเป็นช่วงที่คลื่นลมสงบ รูปการเคลื่อนที่ของคลื่นดังภาพที่ 2-9 (สุวรรณา ภาณุตระกูล และคณะ, 2552)



ภาพที่ 2-9 รูปแบบการเคลื่อนที่ของคลื่น (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2557)

### 2.11.3 คลื่นแตก มี 3 ประเภท

#### 2.11.3.1 Spilling breakers

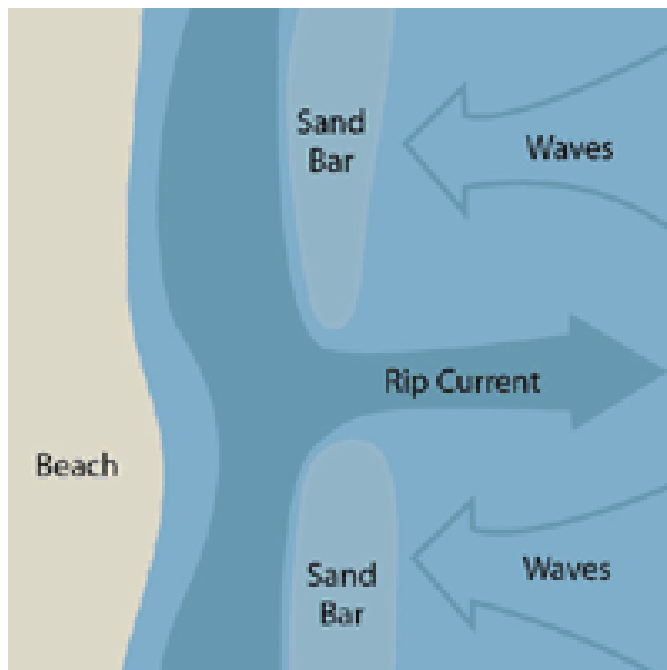
เป็นผลมาจากคลื่นที่มีความชันน้อย(คลื่น คาบยาว) เหนือชายหาดที่ลาดเอียงน้อย มันทำให้เกิดคลื่นแตกเป็นแถว ๆ กลิ้ง ไปสู่ชายหาด มันขนส่งน้ำอย่างค่อยเป็นค่อยไปสู่ชายหาด ระหว่างกลุ่มของคลื่นสูง มีกระแสน้ำรูปเห็ด (Rips Current) ไหลย้อนกลับสู่ทะเล ขนส่งน้ำออกไปจากชายหาดระหว่างกลุ่มคลื่นเดี่ยว ๆ เมื่อเราเข้าไปในกระแสน้ำรูปเห็ด อย่าพยายามว่ายน้ำ เพราะบ่อยครั้งกระแสน้ำแรงมาก ต้องว่ายน้ำขนานกับฝั่ง มุ่งตรงไปหาจุดที่คลื่นสูงสุด บริเวณนี้น้ำจะไหลไปสู่ฝั่ง กลุ่มคลื่นสูงลูกต่อ ๆ มาจะช่วยให้ท่านว่ายน้ำกลับเข้าฝั่งได้ง่าย แต่ถ้าจะนำเรือออกไปช่วย บริเวณกระแสน้ำรูปเห็ดจะช่วยพาเรือออกไปโดยเร็วสู่ท่าลี้ก (อัปสรสุดา ศิริพงษ์, 2548)

#### 2.11.3.2 Plunging breakers

เป็นผลมาจากคลื่นชันบนความลาดชันของชายหาดปานกลาง ความลาดชันของชายหาดไม่คงที่แต่เปลี่ยนไปตามน้ำขึ้นน้ำลง คลื่นแตกนี้อันตรายสำหรับนักว่ายน้ำ เพราะความแรงของมันเพิ่มขึ้นมากโดยกระแสน้ำไหลย้อนกลับ (backwash) จากคลื่นที่นำหน้ามาก่อน กระแสน้ำไหลย้อนกลับแรง ๆ ป้องกันไม่ให้คนดำน้ำเข้ามาในบริเวณคลื่นแตก (breaker zone) บ่อยครั้ง มีอันตรายที่เกาะกันหลวม ๆ กั้นทำให้ยืนตรง ๆ ไม่ได้ เพื่อที่จะออกไปอย่างปลอดภัย รอจนกว่ามีคลื่นเดี่ยว ๆ เข้ามา

#### 2.11.3.3 Surging breakers

เกิดที่ซึ่งความลาดชันชายหาดมากกว่าความชันของคลื่น คลื่นไม่โค้งและแตก แต่วิ่งขึ้น ไปสู่ชายหาด เกิดเป็นฟองและดันเป็นคลื่นขนาดใหญ่ บริเวณนี้ก็เป็นอันตรายแก่นักว่ายน้ำ เพราะน้ำที่เคลื่อนไหวยาวอย่างเร็วสามารถลากนักว่ายน้ำครูดไปบนก้อนหินได้เมื่อคลื่นแตก พลังงานถูกดูดกลืนและกลายเป็นความร้อน ชายหาดยังลาดชันน้อย พลังงานก็ยังถูกแปลงผันได้มากขึ้น หาดชันเช่น หาดหิน คลื่นไม่แตกมาก แต่มันสะท้อนกลับไปสู่ทะเลกระแสน้ำไหลกลับเป็นกระแส น้ำที่เกิดจากคลื่น ซึ่งมีการกลับทิศตาฤดูกาล ประกอบด้วยกระแสน้ำเลียบชายฝั่งและกระแสน้ำรูปเห็ด ซึ่งตั้งฉากกับฝั่ง ดังภาพที่ 2-10 (อัปสรสุดา ศิริพงษ์, 2548)



ภาพที่ 2-10 กระแสน้ำไหลฝุ้ง (MacMahan et al., 2011)

#### 2.11.3.4 กระแสน้ำ

ลักษณะของกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนหรือบริเวณหาดบางแสนเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal current) เป็นสำคัญ อิทธิพลจากลมจะมีน้อยโดยในช่วงน้ำขึ้น กระแสน้ำหน้าหาดบางแสน กระแสน้ำจะไหลขึ้นไปทางทิศเหนือ ส่วนในช่วงน้ำลง กระแสน้ำจะไหลลงไปทางทิศใต้ และปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงของลมมรสุมซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำเฉียงฝุ้ง ซึ่งในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสน้ำเฉียงฝุ้งจะไหลไปทางทิศใต้ของหาดบางแสน-วอนนภา แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำจะไหลไปทางทิศเหนือของหาด (อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, 2010)

## 2.12 ลักษณะทางนิเวศวิทยาของชายหาดบางแสน-วอนนภา

ระบบนิเวศของบริเวณชายหาดบางแสน – วอนนภานั้นได้รับอิทธิพลของคลื่นลม แล ประชากรสัตว์หน้าดินแสดงให้เห็นว่าหาดทรายบางแสน – วอนนภา จัดเป็นหาดทรายแบบ Intermediate คือ เป็นหาดที่มีเขตทรายแห้งแคบแต่ละเขตคลื่นแตกตัวกว้าง องค์ประกอบหลักของ ทรายเป็นทรายละเอียดถึงละเอียดมากเพราะได้รับอิทธิพลของคลื่นปานกลาง เป็นหาดที่มีความชุก ชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินสูงเมื่อเทียบกับหาดแบบอื่น หาดบางแสนนั้น มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจาก พัฒนา เช่น บริเวณแนวสันทรายหน้าหาด มีการก่อสร้างตกแต่ง ปลูกต้นไม้เสริม บริเวณหลังแนว สันทรายซึ่งเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง ด้านเหนือมีป่าชายเลนปรากฏอยู่บ้าง แต่ในปัจจุบันได้ถูกแผ้วถาง เป็นแห่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นบ้านเรือนที่อยู่อาศัย หรือโรงงานอุตสาหกรรม (สุวรรณ ภาณุตระกูล และคณะ, 2552)

## 2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Niethammer et al. (2012) อากาศยานไร้คนขับ (UAV) เป็นเครื่องมือที่ใช้ ทำแผนที่แผ่นดิน ถล่ม สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีความละเอียดที่สูง ภาพที่ถ่ายได้จาก UAV นำมาใช้ใน การสร้างภาพความถี่ยละเอียดสูงของดินถล่ม และข้อมูลของเชิงพื้นที่ผิวของหลาย พื้นที่ ความสามารถของภาพถ่ายที่ได้จาก UAV จะทำให้เห็นถึงรอยแยก รอยแตกของแผ่นดิน และ การเคลื่อนที่ของผิวดินจะถูกนำมาประเมิน และการประมวลผลภาพภายหลังด้วยวิธีการที่เหมาะสม สามารถนำไปวัดการเคลื่อนที่ในแนวนอน ภาพถ่ายพื้นผิวที่มีการเคลื่อนที่ในเดือนพฤษภาคม ปี 2007 และในเดือนตุลาคม ปี 2008 แสดงเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของแผ่นดินที่เกิดรอยแยกที่มี การกระจัดกระจายแตกต่างกัน เมื่อนำภาพทั้ง 2 ปีมาเปรียบเทียบกัน แสดงให้เห็นว่า UAV มี ความสามารถในการถ่ายภาพที่มีความละเอียดสูง และรวดเร็วต่อการประมวลผล

ฝ่ายพัฒนากระบวนการประยุกต์ภูมิสารสนเทศศูนย์พัฒนาภูมิสารสนเทศสำนักงานพัฒนา เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2554) ได้ทำการวิเคราะห์และประเมิน สถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่งในประเทศไทยโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมทั้งรายละเอียด ปานกลางและแบบรายละเอียดสูง รวมทั้งการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้การสำรวจจริงวัดด้วย DGPS/GPS การสำรวจภูมิประเทศข้อมูลลักษณะตะกอนชายฝั่งทะเลข้อมูลพื้นที่ท้องทะเล (bathymetric map) และข้อมูลทางสมุทรศาสตร์และนำมาจัดทำระบบฐานข้อมูลวิเคราะห์ การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ชายฝั่ง และแบบจำลองชายฝั่งด้วยเทคนิค Building Information Model (BIM) จากการศึกษาพบว่า ชายฝั่งทะเลทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามันในปี พ.ศ. 2551-2552 มี พื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากการกัดเซาะชายฝั่งประมาณ 11,291.52 ไร่และมีพื้นที่ทับถมเพิ่มขึ้น

ประมาณ 1,624.35 ไร่โดยจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งมากที่สุด 3 อันดับแรกคือจังหวัดปัตตานี 1,656.65 ไร่จังหวัดตราด 1,399.40 ไร่และจังหวัดนครศรีธรรมราช 1,124.89 ไร่ ส่วนจังหวัดที่มีพื้นที่ที่ทับถมเพิ่มขึ้นมากที่สุด 3 อันดับแรกคือจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 342.57 ไร่ จังหวัดชุมพร 302.45 ไร่และจังหวัดปัตตานี 158.72 ไร่สำหรับอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง 3 จังหวัดแรกที่สุดคือจังหวัดสมุทรปราการ 15.92 เมตรต่อปีจังหวัดสมุทรสาคร 9.94 เมตรต่อปีและกรุงเทพมหานคร 8.48 เมตรต่อปีส่วน 3 จังหวัดแรกที่มีอัตราการทับถมต่อปีมากที่สุดคือจังหวัดสมุทรปราการ 22.56 เมตรต่อปีกรุงเทพมหานคร 14.26 เมตรต่อปีและจังหวัดนครศรีธรรมราช 12.88 เมตรต่อปี

Mancini et al. (2013) ได้ใช้ภาพถ่ายความละเอียดสูงในการศึกษาสภาพแวดล้อมทางชายฝั่งทะเล รวมถึงการศึกษาระบบของชายฝั่ง โดยวิธีการในการศึกษาจะแบ่งเป็นภาคพื้นดินและทางอากาศ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศโดยใช้โมเดล Structure from Motion (SfM) เพื่อแสดงความสูงที่ต่ำของภาพ วิธีการนี้สามารถทำให้ได้ข้อมูลอย่างรวดเร็ว และสามารถทำได้ด้วยตนเอง สามารถสร้างข้อมูลสามมิติจากภาพถ่ายทางอากาศที่ไม่มีโครงสร้าง (unstructured aerial images) โดยเฉพาะใช้ในการสร้างจุดอ้างอิง และลำดับ Digital Surface Models (DSM) ที่มีรายละเอียดสูงของระบบชายหาดใน Marina di Ravenna (Italy) การใช้คุณภาพของชุดข้อมูลจาก UAV-SfM จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ออกมาวิเคราะห์ที่ภาพถ่ายทางอากาศมาเปรียบเทียบกับการสร้างจุดอ้างอิงด้วย ระบบ Terrestrial Laser Scanning (TLS) เพื่อหาค่าเฉลี่ยความแม่นยำในแนวนิ่ง คือ 0.05 m (RMS = 0.19 m) เมื่อนำการสำรวจแบบ UAV และ TLS เปรียบเทียบความแม่นยำ พบว่าการใช้ UAV เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่นำมาศึกษามากที่สุดเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีชนิดอื่น ๆ

อรอรสา ราจิตต์ และกาญจนา นาคะภากร (2557) ได้ทำการศึกษาการกัดเซาะชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรีและพิจารณาถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งตามฤดูกาลโดยหาอัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งระหว่างปี พ.ศ. 2544-2554 ใน 2 ช่วงฤดูคือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือผลการศึกษาพบว่าชายฝั่งทะเลจังหวัดเพชรบุรีถูกกัดเซาะระยะทางรวม 11,638 เมตรระยะทางแนวชายฝั่งที่มีอัตราการกัดเซาะรุนแรงมากกว่า 4 เมตรต่อปีรวมระยะทาง 3,700 เมตรแนวชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะมากที่สุดอยู่ในอำเภอบ้านแหลมที่ตำบลปากทะเลต่อเนื่องถึงตำบลบางแก้วเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ไม่มีแนวป้องกันเช่นป่าชายเลนหรือ โครงสร้างวิศวกรรมประกอบกับเป็นพื้นที่ตั้งอยู่ทางตอนบนเหนือแนวกำแพงหินทั้งส่วนชายฝั่งที่มีป่าชายเลนแนวชายฝั่งจะคงสภาพหรือมีการเพิ่มขึ้นซึ่งพบได้ในบริเวณที่เป็นหาดโคลนทั้งนี้ช่วงฤดูมรสุมที่แตกต่างกันไม่ได้ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งแต่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตะกอนทรายแนวชายหาดของพื้นที่

ศึกษาตล่องอย่างชัดเจน โดยพบการเพิ่มขึ้นของตะกอนทรายบริเวณชายหาดในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคม-กันยายน) และลดลงในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ตุลาคม-กุมภาพันธ์) พบการเพิ่มขึ้นของตะกอนทรายชายหาดบริเวณปากคลองที่ขนานชายฝั่งรวมถึงการเพิ่มขึ้นของตะกอนทรายด้านหลังเขื่อนกันคลื่นนอกชายฝั่งบริเวณหาดเจ้าสำราญอำเภอเมืองและหาดหน้าพระราชวังมฤคทายวันอำเภอชะอำแต่ละมีลักษณะเว้าแหว่งตามระยะห่างของเขื่อนกันคลื่น

Gomez, Hayakawa, and Obanawa (2014) ได้ใช้วิธีการ SfM ในการวิเคราะห์เพื่อสร้าง DSMs (Digital Surface Model) ได้อย่างแม่นยำและกว้างขวาง ซึ่งแทบไม่มีค่าใช้จ่าย โดยใช้ SfM ประยุกต์ใช้กับภาพถ่ายทางอากาศในอดีตของประเทศญี่ปุ่น ในลำดับที่ (1) แสดงถึงศักยภาพในการแยกสภาพภูมิประเทศและข้อมูลของพืช และ (2) ที่นำเสนอศักยภาพของการวิเคราะห์การวิวัฒนาการของ พื้นที่ตามลำดับเวลา SfM ถูกนำมาใช้ในภาพถ่ายทางอากาศสีขาว – ดำ และภาพสี ในปี 1966, 1976, 1996, 2006 และ 2013 โดยใช้ซอฟต์แวร์ Photocanpro นำภาพมามาร์ค เชื่อมกับจุด GPS ลำดับที่ 2 ตำแหน่งของกล้องและคำนวณ จุดอ้างอิงในรูปของ 3 มิติ และลำดับที่ 3 สร้างพื้นผิว 3 มิติ เพื่อวิเคราะห์ใน ซอฟต์แวร์ ArcGIS ผลที่ได้นั้นได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นที่น่าพอใจสำหรับการฟื้นฟู พื้นที่ทางธรณีวิทยาที่ผ่านมา ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลพื้นที่แม่น้ำในพื้นที่ภูเขาและภูเขาไฟ ซึ่งจะสามารถคำนวณความสูงของต้นไม้และคุณสมบัติของพืชขนาดใหญ่ จากภาพถ่ายทางอากาศ

Bemis et al. (2014) ได้นำการใช้เทคนิคภาพ 3 มิติ มาทำงานทางด้านสำรวจ ร่องน้ำ และหินเพื่อศึกษา โครงสร้างทางธรณีวิทยา ในการเก็บข้อมูลและประมวลผลจะใช้ภาพจากกล้อง DSLR ในการถ่ายภาพภาคพื้นดิน และนำไปเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จาก UAV ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถของ UAV ที่สามารถจัดทำแผนที่ดิจิทัลและข้อมูลของโครงสร้างมีความละเอียดสูง และใช้เวลาน้อยกว่าปกติที่ใช้ทำแผนที่แบบทั่วไป โดยใช้จุดอ้างอิงและพื้นผิวสัมผัส ที่มีหลายมิติ (x, y, z, point orientation, colour, texture) ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็น orthorectified photomosaics หรือ digital elevation models (DEMs) ได้ง่าย



## บทที่ 3



### วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลบางแสน-วอนนภาพระกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นแรกคือการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของพื้นที่ศึกษาเพื่อการวางแผนการสำรวจภาคสนามและการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศ จากนั้นทำการวางแผนสำรวจและบันทึกข้อมูลในภาคสนามเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการวิเคราะห์เชิงตำแหน่ง (GPS) และการรังวัดด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photography) และขั้นสุดท้ายคือการประเมินและสังเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายหาดของพื้นที่ศึกษา โดยประยุกต์แผนที่ทางอากาศรายละเอียดสูง ซึ่งวิธีการศึกษาประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้



#### 3.1 อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีดังนี้ Field notebook, GPS handheld, Drone (Unmanned Aerial Vehicle : UAV), Future boards, Tape, camera ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจชายฝั่งทะเล

รูปภาพอุปกรณ์	รายละเอียดอุปกรณ์
	<b>Phantom 3 Advanced</b> กล้องติดโดรนรุ่น Sony EXMOR 1/2.3” บินได้ไกล 2 กิโลเมตร
	<b>Canon D500</b> ความละเอียด 12 ล้านพิกเซล

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

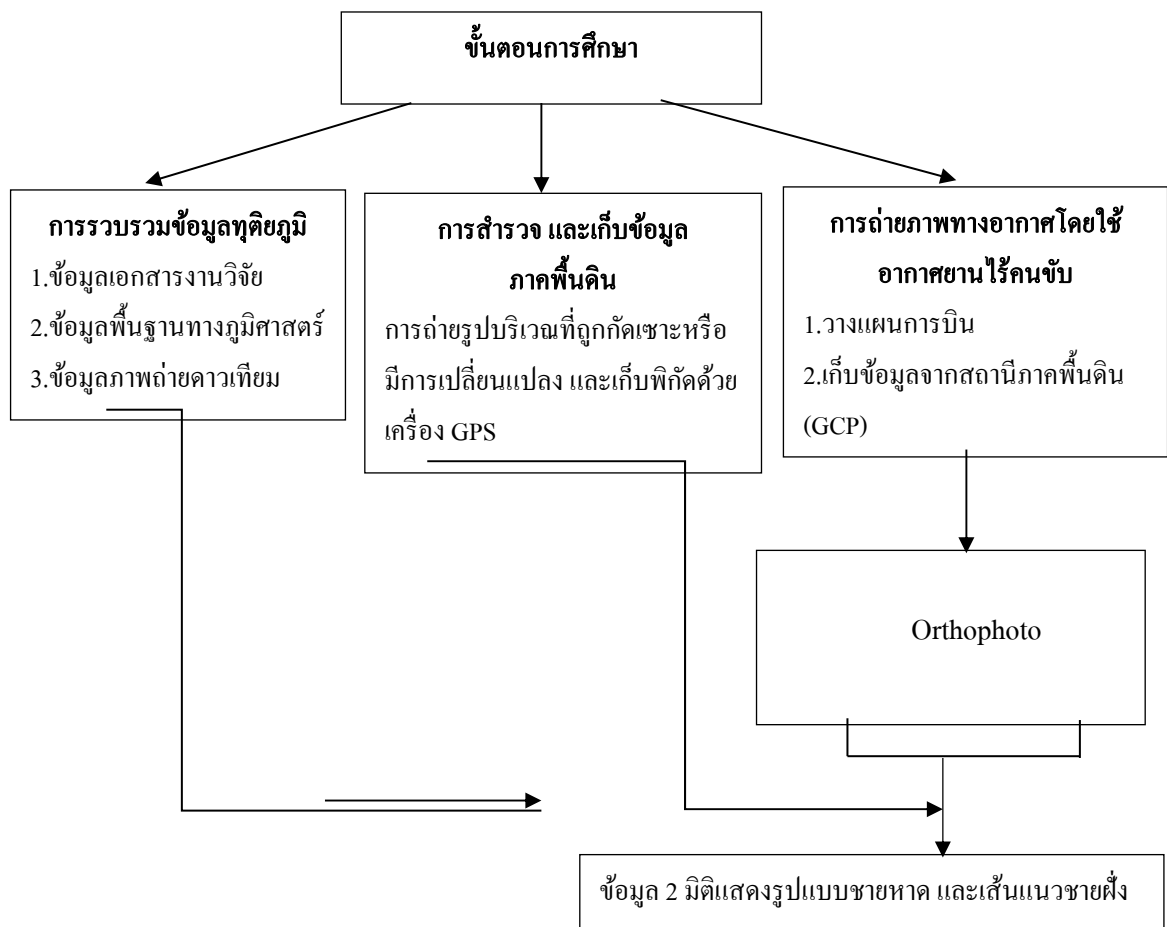
รูปภาพอุปกรณ์	รายละเอียดอุปกรณ์	
<b>Garmin USA eTrex 10 GPS handheld Yell blk</b>		
	Physical dimensions 2.1" x 4.0" x 1.3" (5.4 x 10.3 x 3.3 cm)	
	Display size, WxH 1.4" x 1.7" (3.6 x 4.3 cm); 2.2" diag (5.6 cm)	
	Display resolution, WxH 128 x 160 pixels	
	Display type transflective, monochrome	
	Weight 5 oz (141.7 g) with batteries	
	Battery 2 AA batteries (not included); NiMH or Lithium recommended	
Battery life 25 hours	<b>Field notebook</b>	
	ซีพียู Intel Core i3-5010U (2.1 GHz, 3 MB L3 Cache)	
	การ์ดจอ NVIDIA GeForce GT 930M (2GB GDDR3)	
	แรม 4 GB DDR3L	
	ฮาร์ดดิสก์ 1 TB 5400 RPM	
	หน้าจอ 14 inch (1366x768) HD	

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

รูปภาพอุปกรณ์	รายละเอียดอุปกรณ์
	<b>สมาร์ทโฟน</b>
	OS      Android OS, v5.0.2 (Lollipop), upgradable to v6.0 (Marshmallow)
	Chipset      HiSilicon Kirin 620
	CPU      Octa-core 1.2 GHz Cortex-A53
	GPU      Mali-450MP4
	<p style="text-align: center;"><b>DroneDeploy application</b></p> <p style="text-align: center;">ใช้ในการวางแผนการบินใช้คู่กับสมาร์ทโฟน ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android หรือ ios</p>

### 3.2 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายหาดบางแสน-วอนนภาในครั้งนี้แบ่งการสำรวจเป็น 4 ขั้นตอน การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ การสำรวจ การเก็บข้อมูลภาคพื้นดิน และการถ่ายภาพทางอากาศโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก แผนผังขั้นตอนการศึกษาดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนการศึกษา

### 3.3 การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเพื่อใช้ในการวางแผนการบิน และการสำรวจ

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายหาดบางแสน-วอนนภาและทะเลื่อนที่ของกระแสน้ำบริเวณพื้นที่ชายหาดบางแสน-วอนนภาได้แก่ ข้อมูลด้านเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้อมูลพื้นฐานทางภูมิศาสตร์ (GIS database) เป็นตัวช่วยในการสำรวจภาคสนาม เพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการสำรวจ โดยข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการสำรวจ คือ ฐานข้อมูลเส้นทางถนน (Road) ขอบเขตจังหวัดและอำเภอ (Admin boundary) ข้อมูลชั้นความสูง (DEM) และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth ปี 2011 ที่มาตราส่วน 1 : 50,000

### 3.4 การสำรวจ และเก็บข้อมูลภาคพื้นดิน

การสำรวจ และเก็บข้อมูลภาคพื้นดิน โดยใช้ เครื่อง GPS และกล้องถ่ายรูปเดินสำรวจตาม แนวหาด (Beach Ridge) หรือแนวต้นมะพร้าวที่แสดงถึงจุดสูงสุดที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลใน รอบปี เพื่อแสดงจุด หรือพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเล ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ตัวอย่างการถ่ายภาพเพื่อสำรวจภาคสนาม

### 3.5 การถ่ายภาพทางอากาศโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

การสำรวจและทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศในบริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภา ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญนั้น จำเป็นต้องใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กแบบหลายใบพัด (multi-rotor) ซึ่งมีความพิเศษคือ สามารถบินขึ้นลงในแนวดิ่งได้ เหมาะสำหรับพื้นที่แคบอย่างพื้นที่บริเวณ หาดทรายโดยระบบการบินของอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก จะทำการบินแบบอัตโนมัติ โดยวางแผนการบินผ่าน Application Dronedeploy ในสมาร์ตโฟน ซึ่งแนวการบินถ่ายภาพจะมีส่วน ซ้อนทับกันจะมีค่า Over lap 80% ค่า Side lap 60% รูปแบบของการบันทึกภาพแบบแนวดิ่ง ถ่ายภาพอย่างต่อเนื่องที่ และต้องมีการบันทึกให้ครอบคลุม และใช้สมการที่ 1 ในการคำนวณความ ละเอียดของจุดภาพเพื่อทำให้สามารถถ่ายภาพที่มีคุณภาพ โดยคำนวณจากคุณสมบัติของเซนเซอร์ที่ ติดไปกับอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้กล้องดิจิทัลเป็นเซนเซอร์ในการ สำรวจ ยี่ห้อกล้องที่ใช้คือ Sony รุ่น EXMOR รายละเอียดที่ใช้ในการคำนวณค่า  $GSD$  คือ ค่า Resolution :4000x3000 pixel, ค่า Focal length : 20 mm. และ ค่า Pixel size : 4.2  $\mu\text{m}$  ซึ่งนำมาใช้ในการคำนวณดัง (สมการ 1)

$$\frac{GSD}{pixelsize} = \frac{Altitude}{focal}$$

สมการที่ 1

โดยที่	<i>GSD</i>	คือ ตัวเลขระยะบอกขนาดความละเอียดของจุดภาพ cm/pixel
	<i>focal</i>	คือ ความยาวโฟกัสของเลนส์ (mm)
	<i>Altitude</i>	คือความสูงในการบิน (m)
	<i>pixelsize</i>	คือขนาดของจุดภาพ (μm)

### 3.6 การวางแผนการบินโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

การวางแผนการบินสำรวจพื้นที่นั้นจะเลือกเฉพาะพื้นที่ที่เป็นหาดทราย โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 โซน ได้แก่ บริเวณแหลมแท่น บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน บริเวณวงเวียนบางแสน บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา โดยพื้นที่ บริเวณแหลมแท่น บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน และ บริเวณวงเวียนบางแสน จะตั้งอยู่ในบริเวณชายหาดบางแสน ใน 3 โซนนี้ยาวประมาณ 500 เมตร ส่วนบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภาตั้งอยู่บริเวณชายหาดวอนนภาที่มีความยาวของแผนการบินสำรวจ ประมาณ 450 เมตร ดังภาพที่ 3-3, 3-4, 3-5 และ 3-6



ภาพที่ 3-3 แผนการบินบริเวณแหลมแท่น



ภาพที่ 3-4 แผนการบินบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน



ภาพที่ 3-5 แผนการบินบริเวณวงเวียนบางแสน



ภาพที่ 3-6 แผนการบินบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา

การวางแผนการบินนั้นจะถูกวางแผนผ่าน Application Dronedeploy ในสมาร์ตโฟน โดยมีค่า GSD เท่ากับ 4.5 เซนติเมตร การถ่ายภาพต่อเนื่องเท่ากับ 1 วินาที ต่อ 1 ภาพ ความสูงในการบินถ่ายภาพอยู่ที่ 80 เมตร ความเร็วในการบินประมาณ 4 เมตรต่อวินาที ค่า Front lap อยู่ที่ 80% และค่า Side lap อยู่ที่ 60% กล้องทำมุมถ่าย 90 องศาตั้งฉากกับพื้น โลก ข้อมูลการตั้งค่าในการวางแผนการบินดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ค่าที่ใช้ในการถ่ายภาพทางอากาศ และการวางแผนการบิน

Flight planning: Grid Flight plan  
of Dronedeploy application

GSD = 4.5

In track: 174 m.

cross: 130 m.

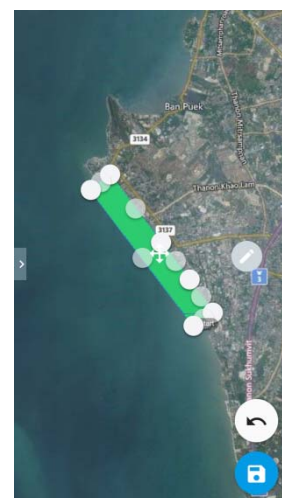
Interval Photo shooting : 1 sec/photo

Altitude: 80

front lap 80%, Side lap: 60%

Nadir viewing captured 90 degree

File .jpg





### 3.7 จุดควบคุมภาคพื้นดิน

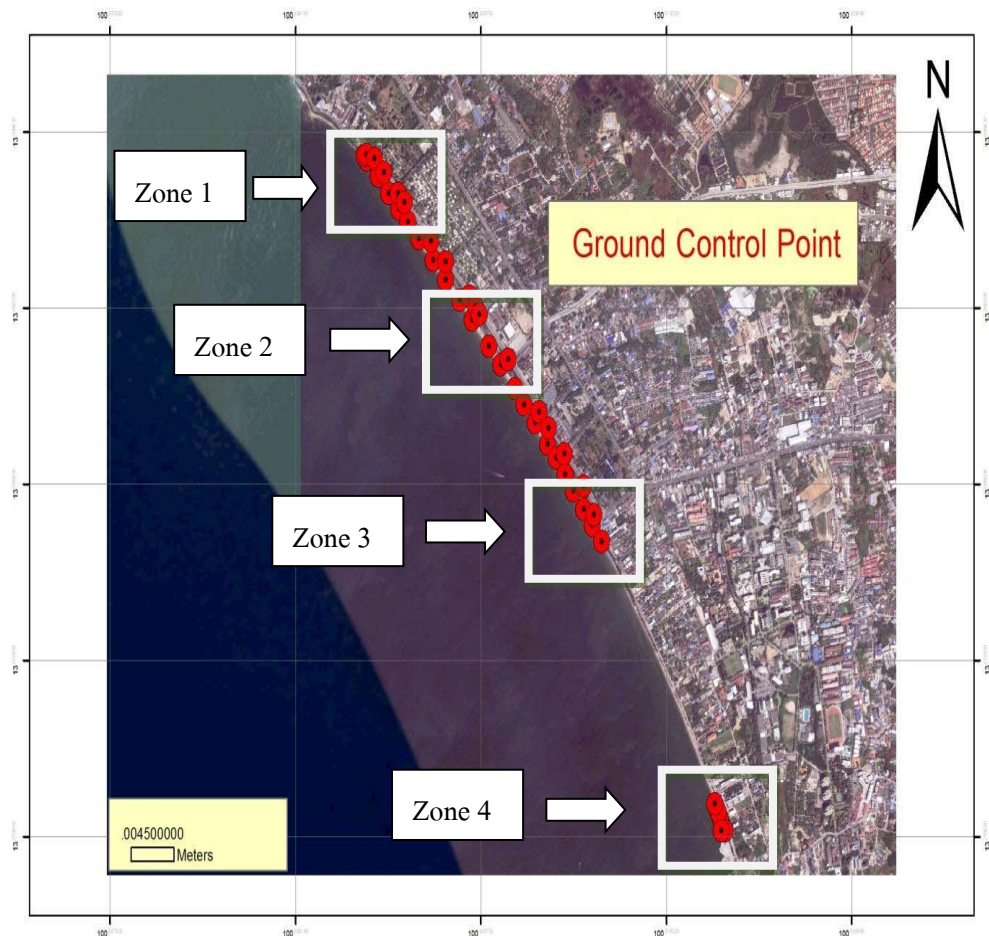
การจัดทำสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point) โดยใช้เครื่อง GPS แบบ Handheld เช่น มุมถนน เสาไฟฟ้า เสาเอร์บอร์ด ที่ได้จัดทำเป็นจุด GCP เป็นต้น เพื่อเก็บข้อมูล ความสูง และพิกัดใช้เป็นจุดอ้างอิงกับภาพถ่ายทางอากาศ ดังภาพที่ 3-7, 3-8 และ 3-9



ภาพที่ 3-7 ตัวอย่างจุดควบคุมที่มีในพื้นที่ศึกษา ยกตัวอย่างเช่นทางม้าลาย เส้นถนน



ภาพที่ 3-8 ตัวอย่างจุดควบคุมที่จัดทำขึ้น



ภาพที่ 3-9 การวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน

### 3.8 การสังเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศและ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

ในขั้นต้นดำเนินการสังเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับโดยประยุกต์วิธีการ SfM ผ่านโปรแกรม Pix4D Mapper Pro (non-commercial software version) เพื่อใช้ในปรับแก้ภาพ (Image calibration) การจัดเรียงภาพ image alignment การสร้างจุดภาพ point cloud ภาพ orthomosaic การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของชายหาดโดยใช้การลากเส้นแบ่งแนวชายหาดแบบผู้เชี่ยวชาญ (On screen digitization) โดยแบ่งเป็น 2 เส้นคือเส้นแนวชายหาดมาตรฐานโดยกำหนดจากแนวต้นไม้พุ่มพุ่ม และเส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายหาดดังภาพที่ 3-10 โดยใช้ค่าความแตกต่างของค่าพลังงานการสะท้อนแสงของวัตถุ ที่สะท้อนจากทรายเปียก ทรายแห้ง และลักษณะความแตกต่างของทรายหยาบ ทรายละเอียด (Texture) ของภาพ 2 มิติ หรือภาพ orthomosaic) จากนั้นนำเส้นแนวชายฝั่งทั้ง 2 เส้นมาเปลี่ยนเป็นจุด (Point) นำมาวัดความห่าง

ระหว่างจุดชายหาดมาตรฐาน และจุดแนวชายหาดที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยใช้สมการ Euclidean Distance method (สมการ 2) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยสูงสุดของแนวชายหาดที่มีการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 4 โซน ค่าสูงสุด และค่าต่ำของแนวชายหาดของการเปลี่ยนแปลงทั้ง 4 โซน โดยใช้สมการในการหาค่าเฉลี่ยความกว้างของแนวชายฝั่งตั้ง (สมการ 3)

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad \text{สมการที่ 2}$$

โดยที่  $d$  คือค่าความกว้างระหว่างจุดแนวชายหาดมาตรฐาน และจุดแนวชายหาดที่มีการเปลี่ยนแปลง (m)  
 $x_1$  คือค่าละติจูดของจุดแนวชายหาดมาตรฐาน (m)  
 $y_1$  คือค่าลองจิจูดของจุดแนวชายหาดมาตรฐาน (m)  
 $x_2$  คือค่าละติจูดของจุดแนวชายหาดที่มีการเปลี่ยนแปลง (m)  
 $y_2$  คือค่าลองจิจูดของจุดแนวชายหาดที่มีการเปลี่ยนแปลง (m)

$$y = (a - x) + (b - x) \quad \text{สมการที่ 3}$$

3

โดยที่  $y$  คือค่าการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาด (m)  
 $x$  คือค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาด (m)  
 $a$  คือค่าเฉลี่ยสูงสุดของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาด (m)  
 $b$  คือค่าเฉลี่ยต่ำสุดของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาด (m)



ภาพที่ 3-10 แนวชายหาดมาตรฐาน และแนวชายหาดที่มีการเปลี่ยนแปลง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่บริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภา

การสำรวจเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาดบางแสน-วอนนภา เป็นระยะทางประมาณ 4-5 กิโลเมตร โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 โซน ได้แก่ โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) โซนที่ 2 (บริเวณเจ้าพ่อแสน) โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) โซนที่ 4 (บริเวณหาดทรายที่ติดกับสวนสาธารณะหาดวอน) ในแต่ละพื้นที่นั้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ และธรรมชาติทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง การศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งการสำรวจ ออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การสำรวจทางภาคสนาม และการสำรวจจากภาพถ่ายทางอากาศที่มีรายละเอียดสูงที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

#### 4.2 ผลการสำรวจการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลพื้นที่บริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภาทางภาคสนาม

ในการสำรวจทางภาคสนามนั้น จะใช้วิธีการเดินสำรวจโดยเริ่มสำรวจจากโซนแหลมแท่น ไปจนถึงโซนสวนสาธารณะหาดวอนนภา พร้อมกับใช้กล้องถ่ายภาพเพื่อบันทึกภาพการเปลี่ยนแปลงในภาคสนามจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดแนวชายหาดบางแสน-วอนนภา พบว่าในเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2558 ในโซนแหลมแท่น และโซนหาดวอนนภา มีสร้างรอดักตะกอนทราย (Groyn) ดังภาพที่ 4-1



บริเวณแหลมแท่น

บริเวณหาดวอนนภา

ภาพที่ 4-1 ลักษณะรอดักตะกอนทราย (Groyn) บริเวณแหลมแท่นและหาดวอนนภา  
ถ่ายเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2558

ในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2558 ซึ่งเข้าสู่ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ หรือฤดูฝน ในช่วงนั้นได้เกิดพายุรุนแรงในพื้นที่ชายหาดบางแสน-วอนนภา ทำให้แนวชายหาดนั้นถูกกัดเซาะในหลายพื้นที่ ได้แก่ โชนแหลมแท่น โชนวงเวียนบางแสน และโชนหาดวอนนภา โดยพบว่ามีต้นมะพร้าวล้ม และแนวฟุตบาทพังหลายจุดดังภาพที่ 4-2



ต้นมะพร้าวล้มบริเวณแหลมแท่น

แนวฟุตบาทที่ถูกกัดเซาะบริเวณแหลมแท่น



แนวฟุตบาทที่ถูกกัดเซาะ  
บริเวณวงเวียนบางแสน

แนวฟุตบาทที่ถูกกัดเซาะบริเวณหาดวอนนภา

ภาพที่ 4-2 ลักษณะพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะบริเวณชายหาดบางแสน – วอนนภาในช่วงที่มีพายุฝนรุนแรง  
ถ่ายเมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2558

### 4.3 ผลของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งที่ได้จากภาพถ่ายอากาศจากอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลจากภาพถ่ายทางอากาศ โดยการจำแนกเส้นแนวชายฝั่งด้วยสายตามนุษย์ โดยแบ่งเส้นแนวชายฝั่งทะเลออกเป็น 2 เส้น ได้แก่ เส้นแนวชายฝั่งมาตรฐาน และเส้นแนวชายฝั่งที่มีการเปลี่ยนแปลง

4.3.1 เส้นแนวชายฝั่งมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้แนวต้นไม้มะพร้าวซึ่งเป็นรอยต่อของหาดทราย และสิ่งปลูกสร้างที่อยู่หลังแนวต้นไม้มะพร้าว เป็นแนวชายฝั่งทะเลมาตรฐาน

4.3.2 เส้นการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งจะใช้พื้นที่ที่เป็นทรายหยาบ เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงน้อยที่สุด ดังภาพที่ 4-3 และภาพที่ 4-4



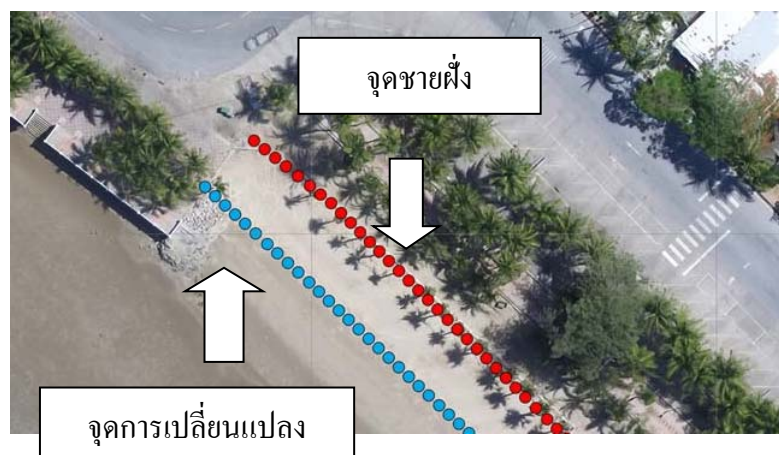
ภาพที่ 4-3 แนวต้นไม้มะพร้าวที่ใช้เป็นแนวชายฝั่งมาตรฐาน



ภาพที่ 4-4 บริเวณทรายหายาบที่ใช้ลากเส้นการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

นำข้อมูลเส้นแนวชายฝั่งมาตรฐาน และเส้นแนวชายฝั่งที่มีการเปลี่ยนแปลง ของทุกโซน มาวัดระยะห่างในด้านกว้างของหาด การที่จะวัดค่าได้นั้นจำเป็นต้องแปลงจากข้อมูลเส้นให้เป็น ข้อมูลจุดดังภาพที่ 4-5 ซึ่งแต่ละจุดจะห่างกัน 2 เมตร จะได้ข้อมูลจุด 250 จุด ใน 3 โซน ได้แก่ โซน แหลมแทน โซนศาลเจ้าพ่อแสน โซนวงเวียนบางแสน และได้ข้อมูล 49 จุดใน โซนสวนสาธารณะ หาดวอนนภา จากนั้นนำข้อมูลที่แปลงเป็นจุดระหว่างจุดแนวชายฝั่งมาตรฐาน และจุดแนวชายฝั่ง ที่มีการเปลี่ยนแปลง มาวัดระยะห่างกันของจุด 2 จุด จะแสดงให้เห็นว่าในรอบ 1 ปี พื้นที่ ความกว้างของหาดแต่ละเดือนมีค่าต่ำสุด สูงสุด และค่าเฉลี่ยอยู่ที่เท่าไร และทำให้ทราบถึงจุด ที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยสังเกตจากจุดที่แปลงจากเส้นการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง เข้าใกล้จุดที่แปลงมาจากเส้นแนวชายฝั่งมาตรฐาน แสดงว่าจุดนั้นมีการเปลี่ยนแปลงมาก





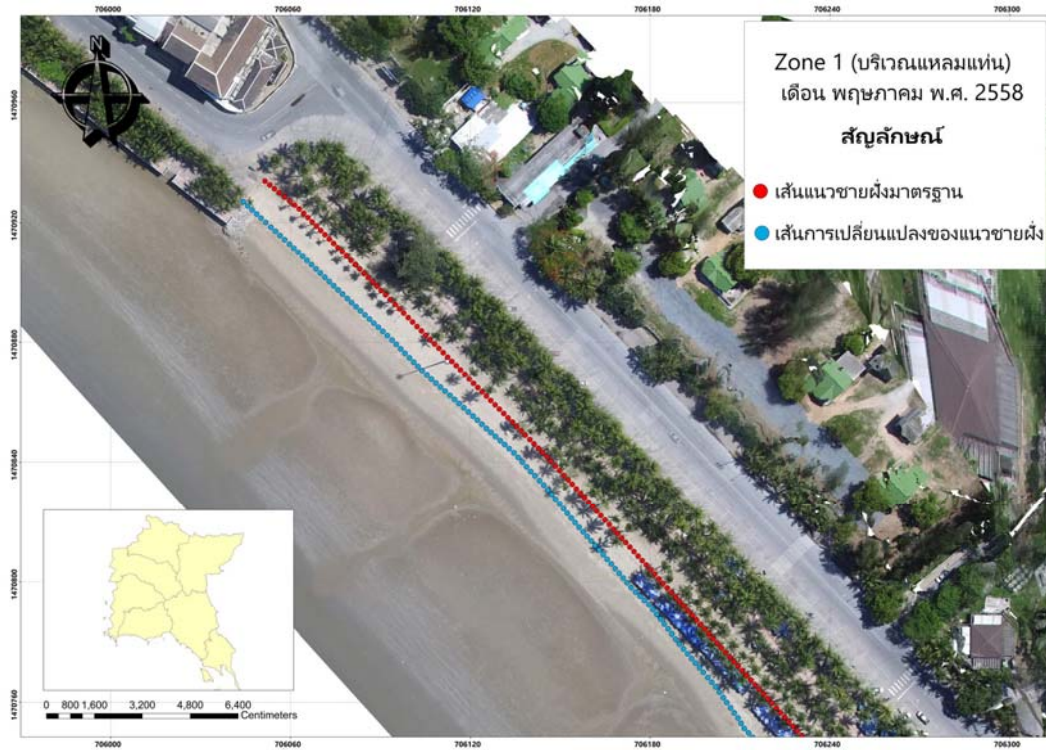
ภาพที่ 4-5 การเปลี่ยนแปลงจากเส้นเป็นจุด

ผลจากการติดตามถ่ายภาพชายหาดบางแสน-วอนนภาพทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย Root Mean Square Error (RMS error) ของทั้ง 12 เดือน 4 โชน อยู่ที่  $X = 1.308$  เมตร,  $Y = 1.055$  เมตร และ  $Z = 0.613$  เมตร และข้อมูลความสูงของสิ่งปลูกสร้างที่วิเคราะห์ได้จากภาพ Digital Surface Model (DSM) เป็นโมเดลที่วิเคราะห์ความสูงโดยรวมสิ่งที่ปกคลุมบนผิวโลกบริเวณที่เป็นพื้นที่ต่ำ เช่น หาดทราย ถนนจะมีสีดำ และแนวต้นไม้พุ่ม และตึก จะเป็น สีขาว จากนั้นนำภาพถ่ายทางอากาศ และจุดแนวชายฝั่ง ไปวัดระยะห่างระหว่างจุดแนวชายฝั่งมาตรฐาน และจุดแนวการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ปี 2558 ถึงเมษายนปี 2559 พบว่าในพื้นที่ทั้ง 4 โชนมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

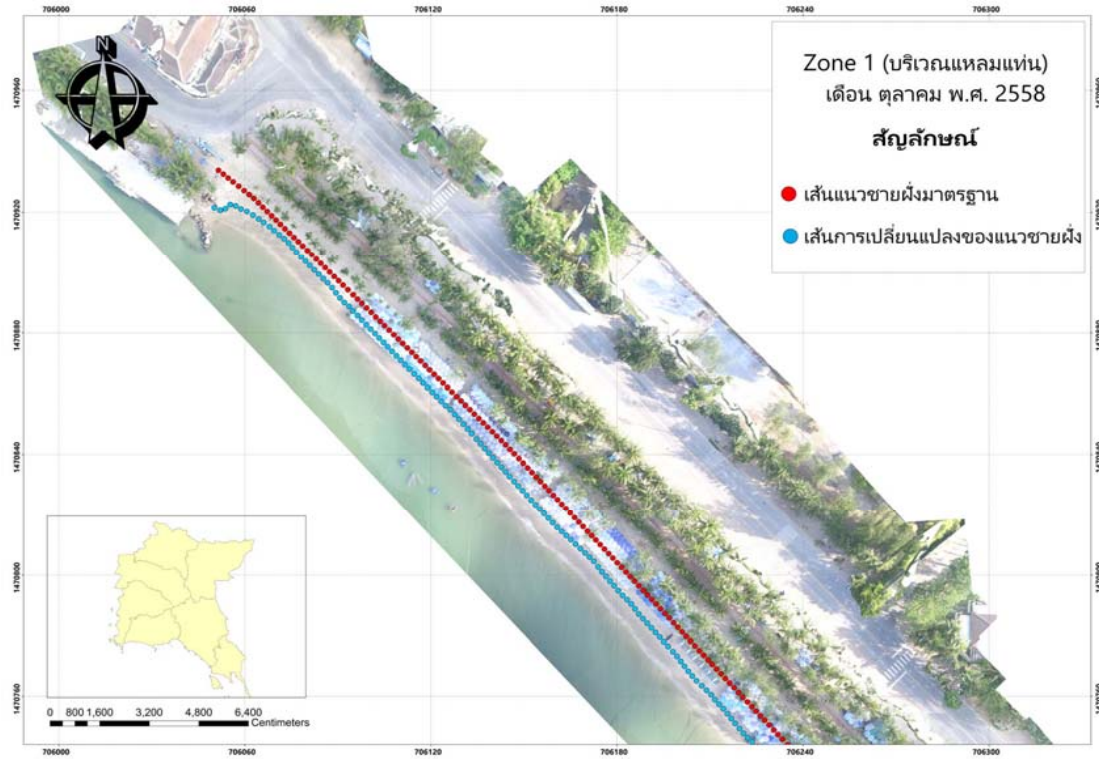
โชนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่แนวชายฝั่งจากภาพถ่ายทางอากาศโดยอากาศไร้คนขับขนาดเล็ก พบว่าพื้นที่ชายหาดมีความกว้าง ระหว่างแนวชายฝั่งมาตรฐาน และแนวชายฝั่งที่มีการเปลี่ยนแปลงจากรางที่ 4-1 พบว่า แนวชายฝั่งทะเลมีความกว้างน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม ปี 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ 12.5 เมตร และมีค่า SD อยู่ที่  $\pm 1.51$  ดังภาพที่ 4-6 และมีความกว้างมากที่สุดอยู่ในเดือนตุลาคม ปี 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 14.2 เมตรและมีค่า SD อยู่ที่  $\pm 1.95$  ดังภาพที่ 4-7

ตารางที่ 4-1 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยต่อเดือน ค่า Standard Deviation (SD) และค่า RMS error  
ของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลใน โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น)

เดือน	ค่าต่ำสุด (เมตร)	ค่าสูงสุด (เมตร)	ค่าเฉลี่ยต่อ เดือน (เมตร)	SD	RMS error (เมตร)		
					X	Y	Z
พฤษภาคม	8.7	16.1	12.5	1.51	1.432	1.8	1.0
มิถุนายน	9.2	15.4	12.8	1.82	1.634	1.8	1.1
กรกฎาคม	6.1	14.7	12.9	1.73	0.621	1.0	0.6
สิงหาคม	5.6	15.7	13.5	2.24	1.334	1.5	0.8
กันยายน	10	17.9	13.6	2.55	0.723	1.1	0.6
ตุลาคม	5.6	15.8	14.2	1.95	1.021	1.0	0.8
พฤศจิกายน	6.4	19.0	13.9	2.64	1.623	1.8	1.0
ธันวาคม	2.4	12.4	12.7	3.13	4.244	1.8	0.9
มกราคม	5.4	17.2	13.5	2.72	2.611	1.1	1.5
กุมภาพันธ์	5.7	16.3	13.3	3.13	3.811	2.0	1.3
มีนาคม	9.2	17.3	13.1	2.45	3.622	1.6	0.5
เมษายน	10	16.4	12.7	2.03	4.534	1.322	1.3



ภาพที่ 4-6 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดน้อยที่สุด

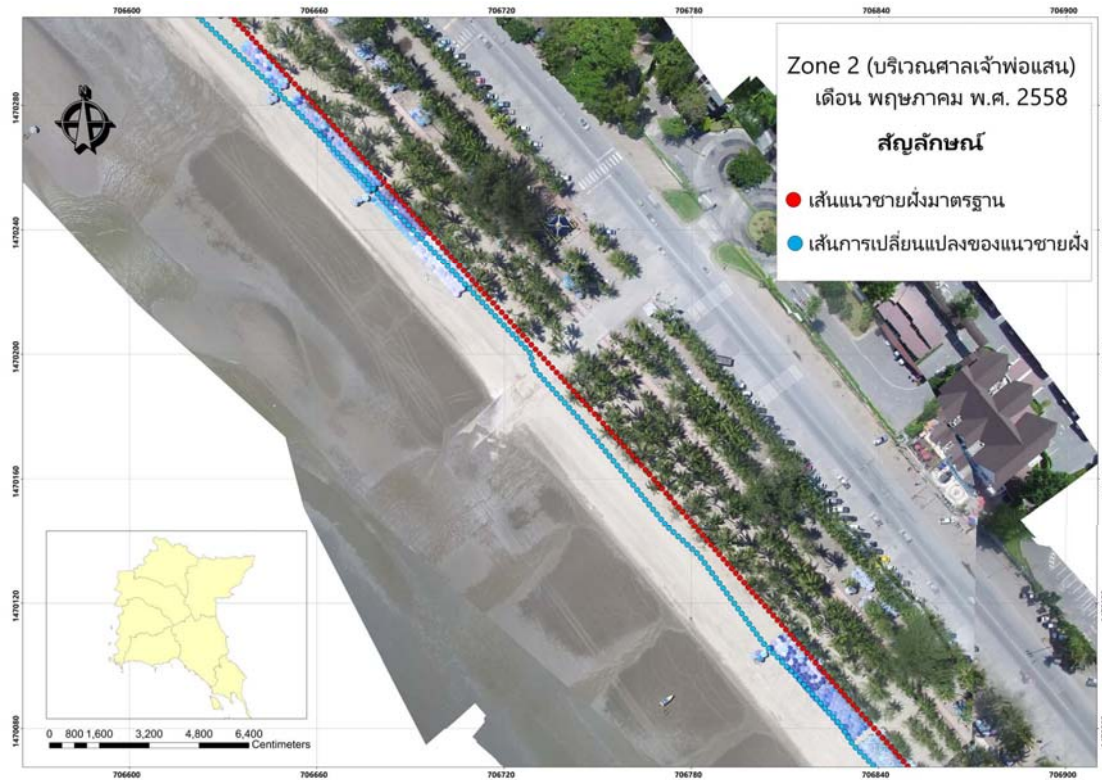


ภาพที่ 4-7 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแทน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดมากที่สุด

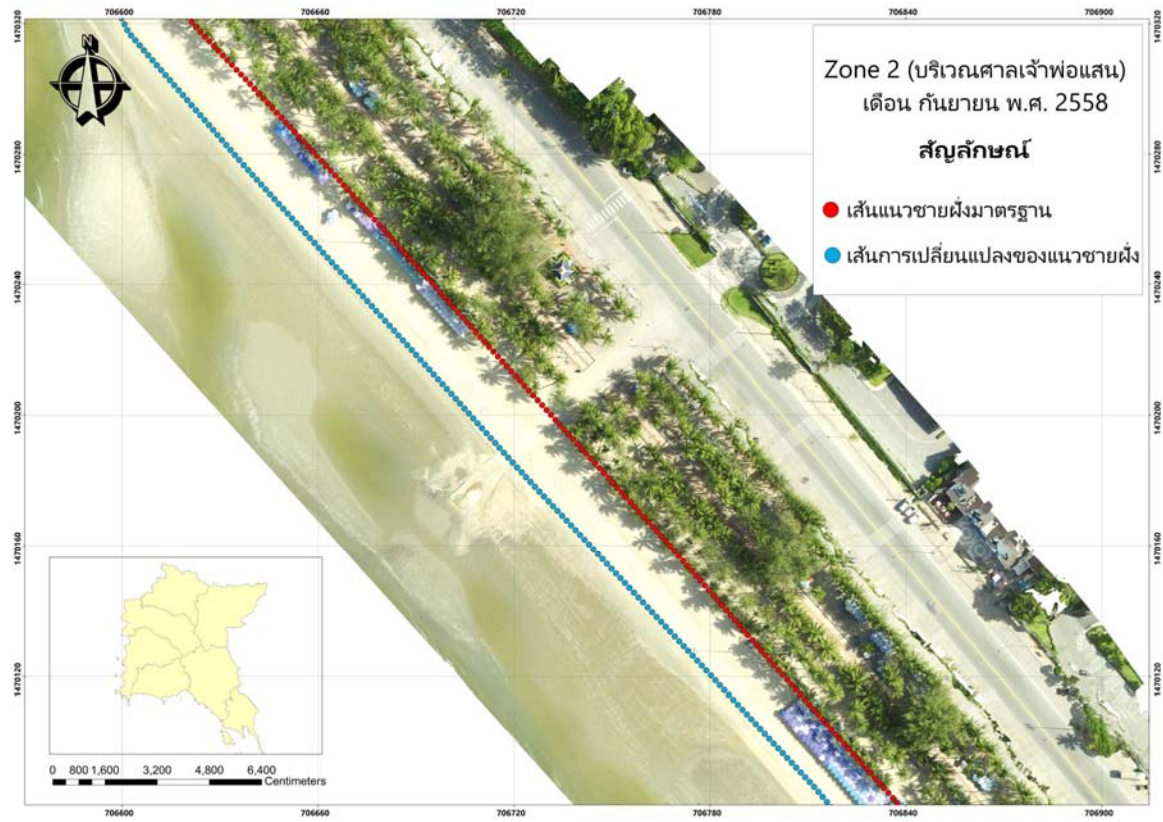
โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) เป็นบริเวณที่มีสร้างทางสำหรับนำเรือลงทะเลเป็นทาง  
 ปูน ขึ้นลงไปในทะเล พบว่าพื้นที่ชายฝั่งที่มีความกว้างระหว่างแนวชายฝั่งมาตรฐาน และแนวชายฝั่ง  
 ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากตารางที่ 4-2 พบว่าแนวชายฝั่งที่มีค่าเฉลี่ยความกว้างน้อยที่สุดในเดือน  
 พฤษภาคม ปี 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ 6 เมตรและมีค่า SD อยู่ที่ 1.98 ดังภาพที่ 4-8 และมีความกว้างมาก  
 ที่สุดในเดือนกันยายน ปี 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 17 เมตรและมีค่า SD อยู่ที่ 2.23 ดังภาพที่ 4-9

ตารางที่ 4-2 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยต่อเดือน ค่า Standard Deviation (SD) และค่า RMS error  
 ของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลใน โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน)

เดือน	ค่าต่ำสุด (เมตร)	ค่ามากที่สุด (เมตร)	ค่าเฉลี่ย ต่อเดือน (เมตร)	SD	RMS error (เมตร)		
					X	Y	Z
พฤษภาคม	2.1	9.8	6	1.98	1.789	1.123	1.113
มิถุนายน	4.2	9.7	7	1.33	1.659	1.56	1.888
กรกฎาคม	7.9	15	10.8	2.04	1.104	1.238	1.767
สิงหาคม	9.2	16.2	13.5	1.70	1.691	2.036	0.59
กันยายน	12.9	18.9	17	1.68	1.126	1.235	0.567
ตุลาคม	6.7	14.1	12	2.25	1.006	1.435	0.567
พฤศจิกายน	10.5	18.5	16.6	2.23	1.695	1.174	1.683
ธันวาคม	11.3	13.8	12.6	0.61	4.219	2.432	1.384
มกราคม	9.8	16.4	14.2	2.10	2.675	1.194	1.583
กุมภาพันธ์	5.8	16.1	11.5	3.64	3.057	1.538	0.949
มีนาคม	7.3	14.4	11.5	2.46	6.474	2.388	4.736
เมษายน	5.3	14.4	9.7	2.58	3.582	1.604	3.573



ภาพที่ 4-8 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดน้อยที่สุด



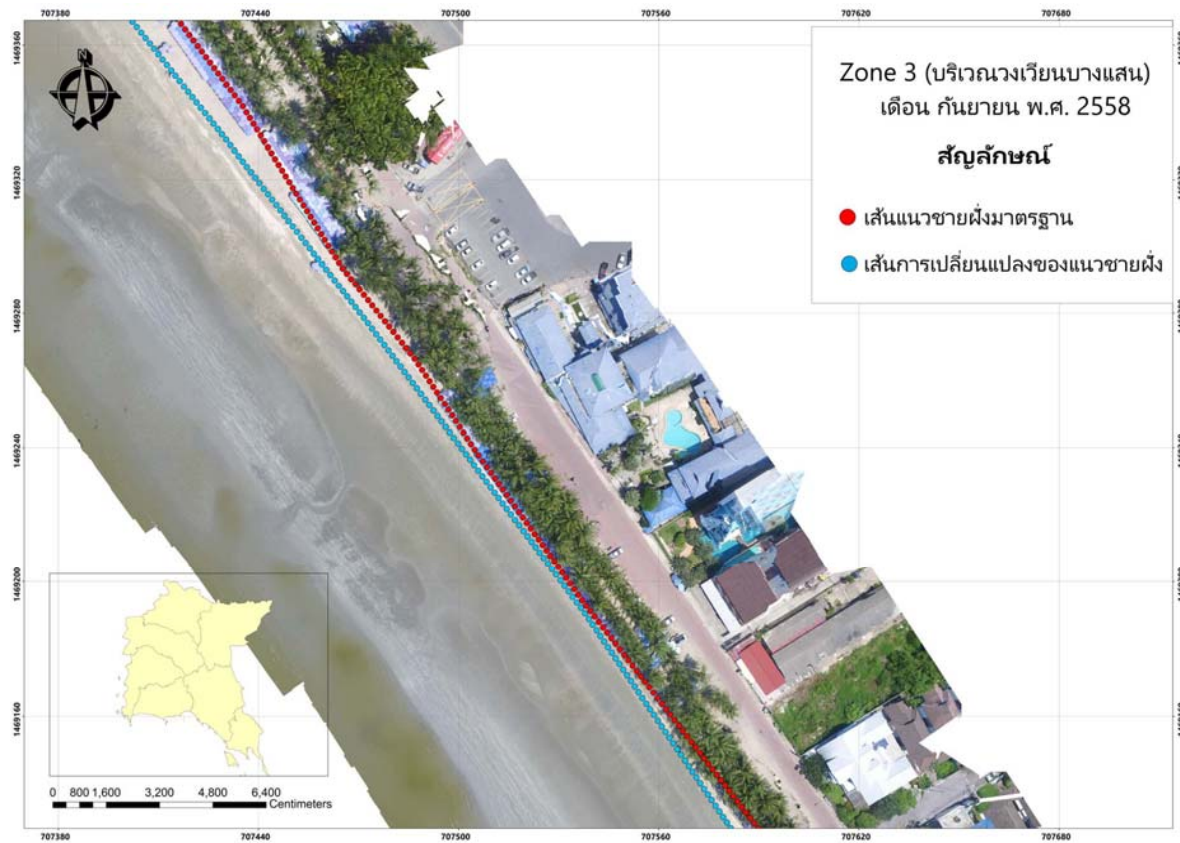
ภาพที่ 4-9 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างมากที่สุดของชายหาดมากที่สุด

โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) เป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างหาดทรายของฝั่งบางแสน และกำแพงกันคลื่นของหาดวอนนภา พบว่าพื้นที่ชายฝั่งมีความกว้างระหว่างแนวชายฝั่งมาตรฐาน และแนวชายฝั่ง ที่มีการเปลี่ยนแปลงการเปลี่ยนแปลงจากตารางที่ 4-3 พบว่าแนวชายฝั่งที่มีค่าเฉลี่ย ความกว้างน้อยที่สุดเดือนกันยายน ปี 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ 6.5 เมตรและมีค่า SD อยู่ที่  $\pm 3.67$  ดังภาพที่ 4-10 กว้างมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2559 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.9 เมตรและมีค่า SD อยู่ที่  $\pm 6.08$  ดังภาพที่ 4-11

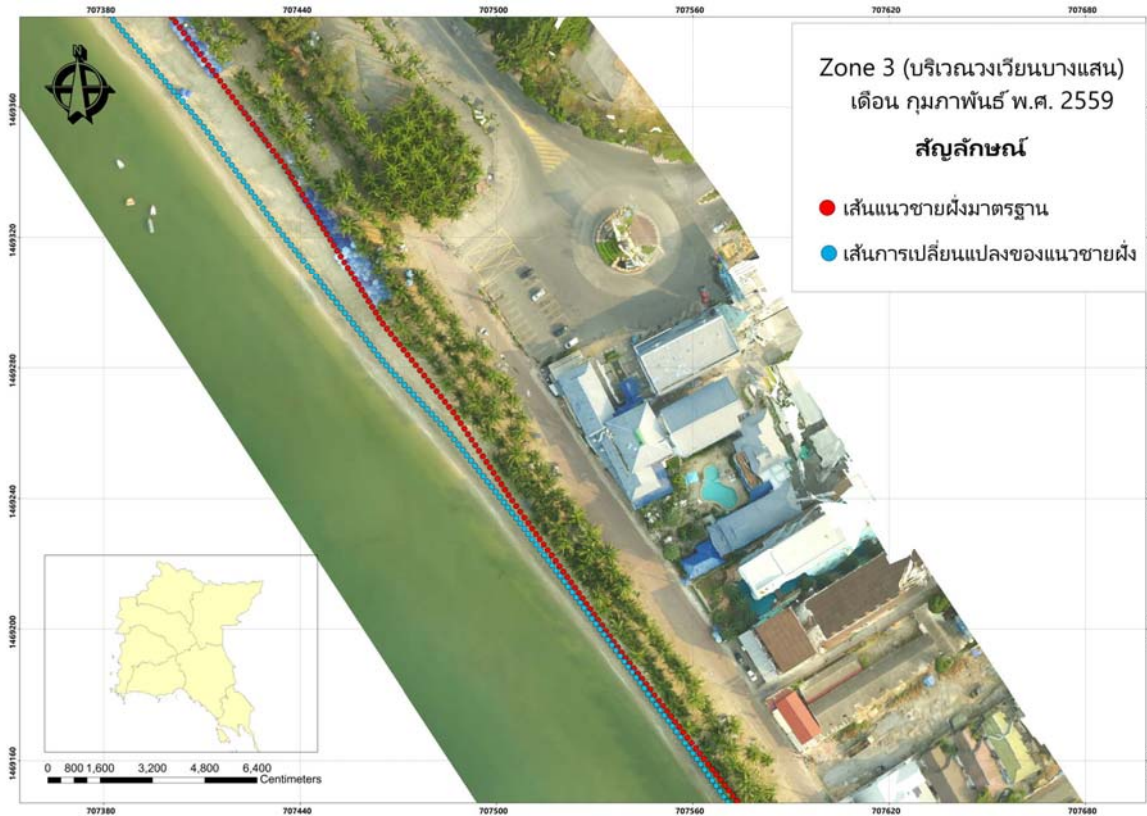
ตารางที่ 4-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยต่อเดือน ค่า Standard Deviation (SD) และค่า RMS error ของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลในโซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน)

เดือน	ค่าต่ำสุด (เมตร)	ค่ามากที่สุด (เมตร)	ค่าเฉลี่ย ต่อเดือน (เมตร)	SD	RMS error (เมตร)		
					X	Y	Z
พฤษภาคม	3.4	20.7	8.9	3.25	2.546	1.844	1.658
มิถุนายน	1.6	16.1	7.2	4.37	2.659	1.958	1.858
กรกฎาคม	1.8	16.8	7.3	3.15	0.884	1.176	1.069
สิงหาคม	2.6	18	7.6	3.61	1.467	2.091	2.271
กันยายน	4.7	25.3	6.5	3.67	1.127	1.565	1.201
ตุลาคม	2.6	14.9	6.5	4.07	1.071	1.595	1.016
พฤศจิกายน	3.1	13.2	10.1	3.09	2.707	1.832	2.000
ธันวาคม	2.6	13.8	8.3	2.24	4.29	2.358	1.488
มกราคม	1.6	13.3	11.1	6.58	3.707	1.822	1.900
กุมภาพันธ์	2.3	13.4	11.9	6.08	3.357	2.781	0.661
มีนาคม	2.3	9.7	11.7	5.41	4.231	2.634	0.490
เมษายน	4.9	12.7	7.5	5.08	3.815	1.269	1.189





ภาพที่ 4-10 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดน้อยที่สุด



ภาพที่ 4-11 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดมากที่สุด

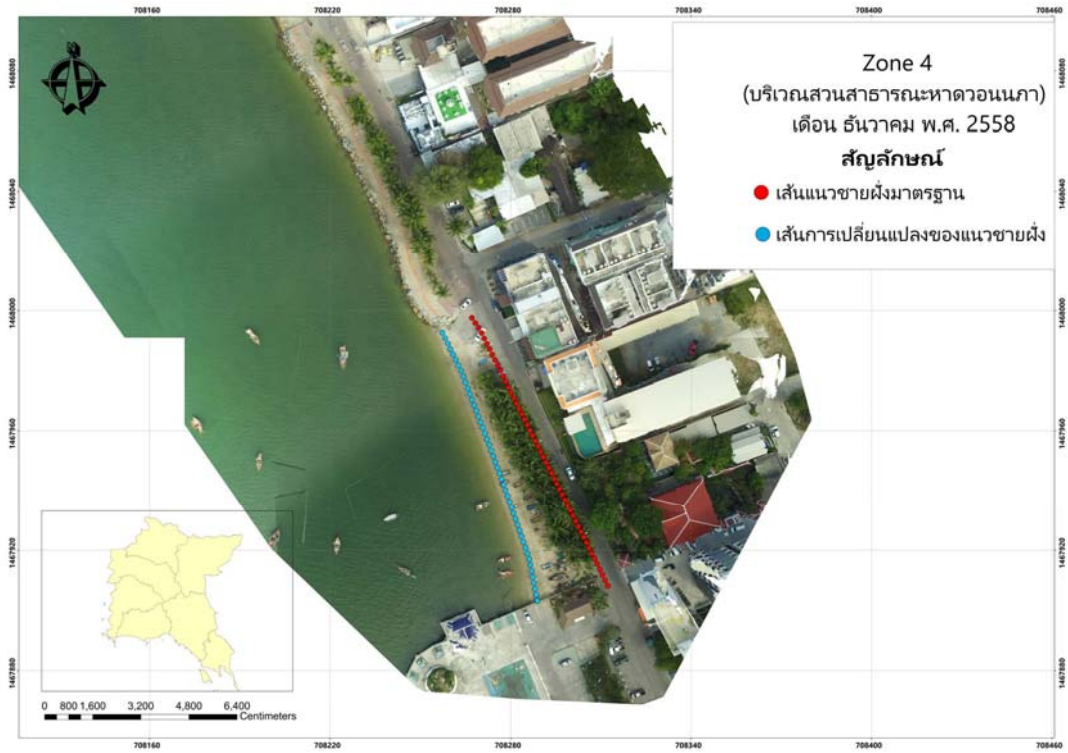
โซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) เป็นพื้นที่หาดทรายที่เป็นส่วนติดต่อกับแนวกำแพงกันคลื่น และสวนสาธารณะหาดวอนนภา พบว่าพื้นที่ชายฝั่งมีความกว้างระหว่างแนวชายฝั่งมาตรฐาน และแนวชายฝั่งที่มีการเปลี่ยนแปลงดังตารางที่ 4-4 พบพื้นที่ชายฝั่งทะเลมีความกว้างน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ 9.1 เมตรและมีค่า SD อยู่ที่  $\pm 1.44$  ดังภาพที่ 4-12 และมีความกว้างมากที่สุดอยู่ในเดือน ธันวาคมปี พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 15.4 เมตรและมีค่า SD อยู่ที่  $\pm 3.08$  ดังภาพที่ 4-13

ตารางที่ 4-4 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยต่อเดือน ค่า Standard Deviation (SD) และค่า RMS error ของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลในโซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา)

เดือน	ค่าต่ำสุด (เมตร)	ค่ามากที่สุด (เมตร)	ค่าเฉลี่ย ต่อเดือน (เมตร)	SD	RMS error (เมตร)		
					X	Y	Z
พฤษภาคม	13.6	20.3	15.1	1.67	2.325	1.759	1.255
มิถุนายน	10.25	23.1	12	3.03	2.549	1.888	1.325
กรกฎาคม	10.5	16.5	11.7	1.44	0.504	0.699	0.526
สิงหาคม	11.3	19.1	14.4	2.39	1.184	1.029	0.964
กันยายน	9.4	20.9	12.5	3.12	1.277	1.759	0.883
ตุลาคม	7.5	19.1	11.8	3.34	1.277	1.849	0.988
พฤศจิกายน	8.6	19.1	12.2	3.20	2.895	1.363	1.125
ธันวาคม	14	21.5	15.4	3.08	2.895	1.999	0.655
มกราคม	3.5	19.7	13.1	5.01	3.551	1.563	1.205
กุมภาพันธ์	2.6	19.3	12.2	5.34	3.066	1.866	1.922
มีนาคม	15.8	21.9	12.4	1.62	4.720	2.443	2.133
เมษายน	9.9	17.3	11.9	1.83	1.066	1.966	1.372



ภาพที่ 4-12 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง โซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดอนนภา) เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายฝั่งน้อยที่สุด



ภาพที่ 4-13 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง โซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดอนนงกา) เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดมากที่สุด

นำค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งของทั้ง 4 โซน โดยเลือกค่าเฉลี่ยมากที่สุด ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด และค่าเฉลี่ยของทั้ง 12 เดือน มาคำนวณตามสมการที่ 3 เพื่อหาค่าเฉลี่ยความกว้างของแนวชายฝั่งในรอบ 12 เดือน พบว่า โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) มีพื้นที่ชายหาดเพิ่มขึ้น ประมาณ +0.17 เมตรต่อปี โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) มีพื้นที่ชายหาดลดลง ประมาณ -0.72 เมตรต่อปี โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) มีพื้นที่ชายหาดเพิ่มขึ้น ประมาณ +2.80 เมตรต่อปี และโซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) มีพื้นที่ชายหาดเพิ่มขึ้น ประมาณ +1.30 เมตรต่อปี ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยความกว้างของแนวชายฝั่งในรอบ 12 เดือน

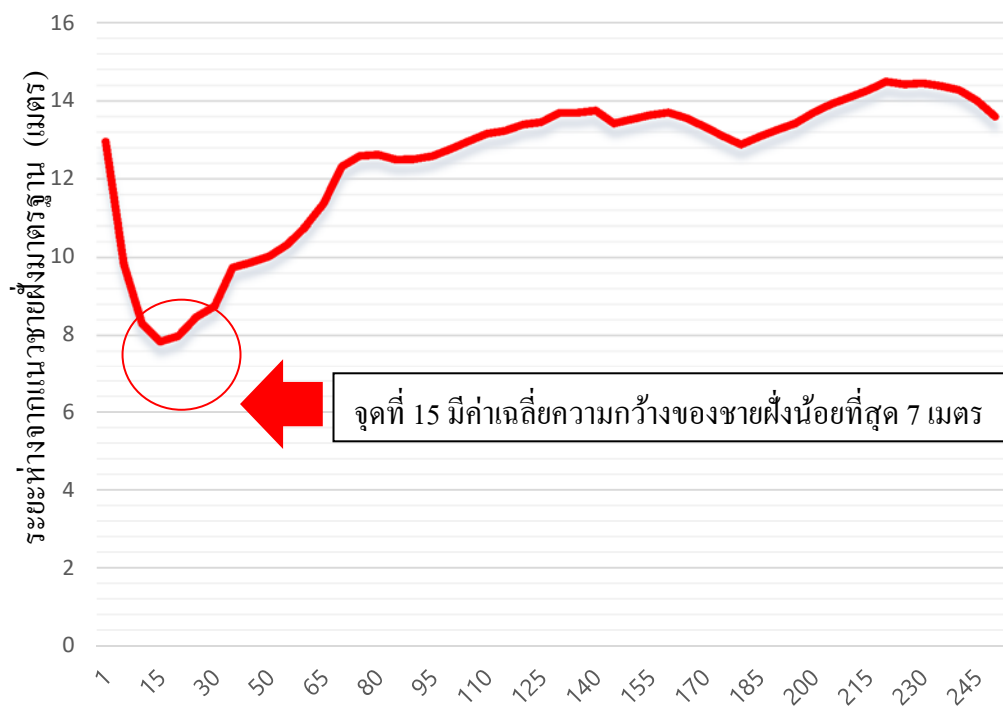
โซน	ค่าเฉลี่ยความกว้างแนวชายฝั่งในรอบ 12 เดือน
โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น)	+0.17
โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน)	-0.72
โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน)	+2.80
โซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา)	+1.30

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์จุดที่มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงความกว้างของชายหาดน้อยที่สุดของทั้ง 4 โซน

นำข้อมูลจุดของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ของทั้ง 4 โซนมาหาจุดที่มีความกว้างของชายหาดน้อยที่สุดในรอบ 1 ปี โดยแบ่งเป็น โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) 250 จุด โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าบางแสน) 250 จุด โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) 250 จุด และโซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) 49 จุด

โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) มีจำนวนจุดของแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง 250 จุด โดยพบว่าจุดที่ 15 ตั้งอยู่ที่พิกัด  $X=706072.874$  และ  $Y=1470911.4114$  มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7 เมตร ดังภาพที่ 4-22 และภาพที่ 23

ค่าเฉลี่ยจุดที่มีความกว้างน้อยที่สุดของแนวการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง  
โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น)



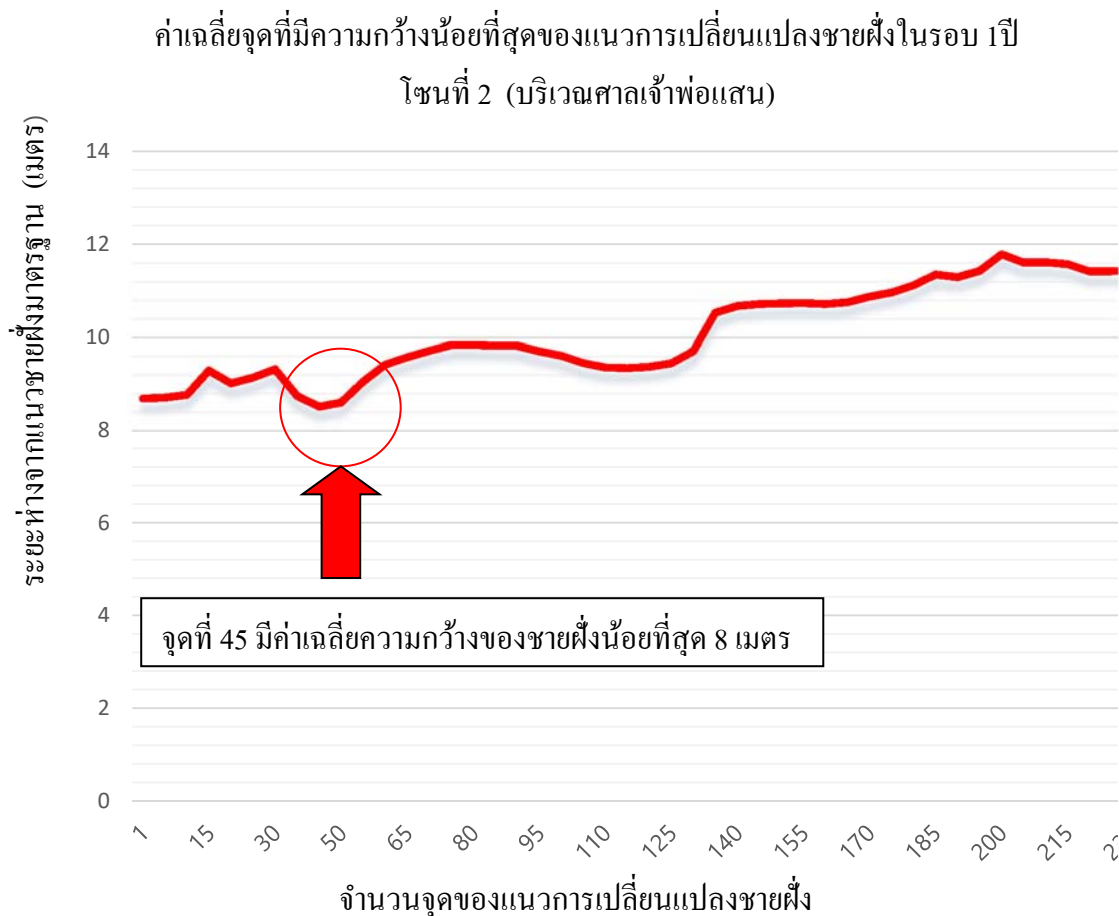
ภาพที่ 4-14 ค่าเฉลี่ยของความกว้างชายฝั่งน้อยที่สุด ในโซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น)



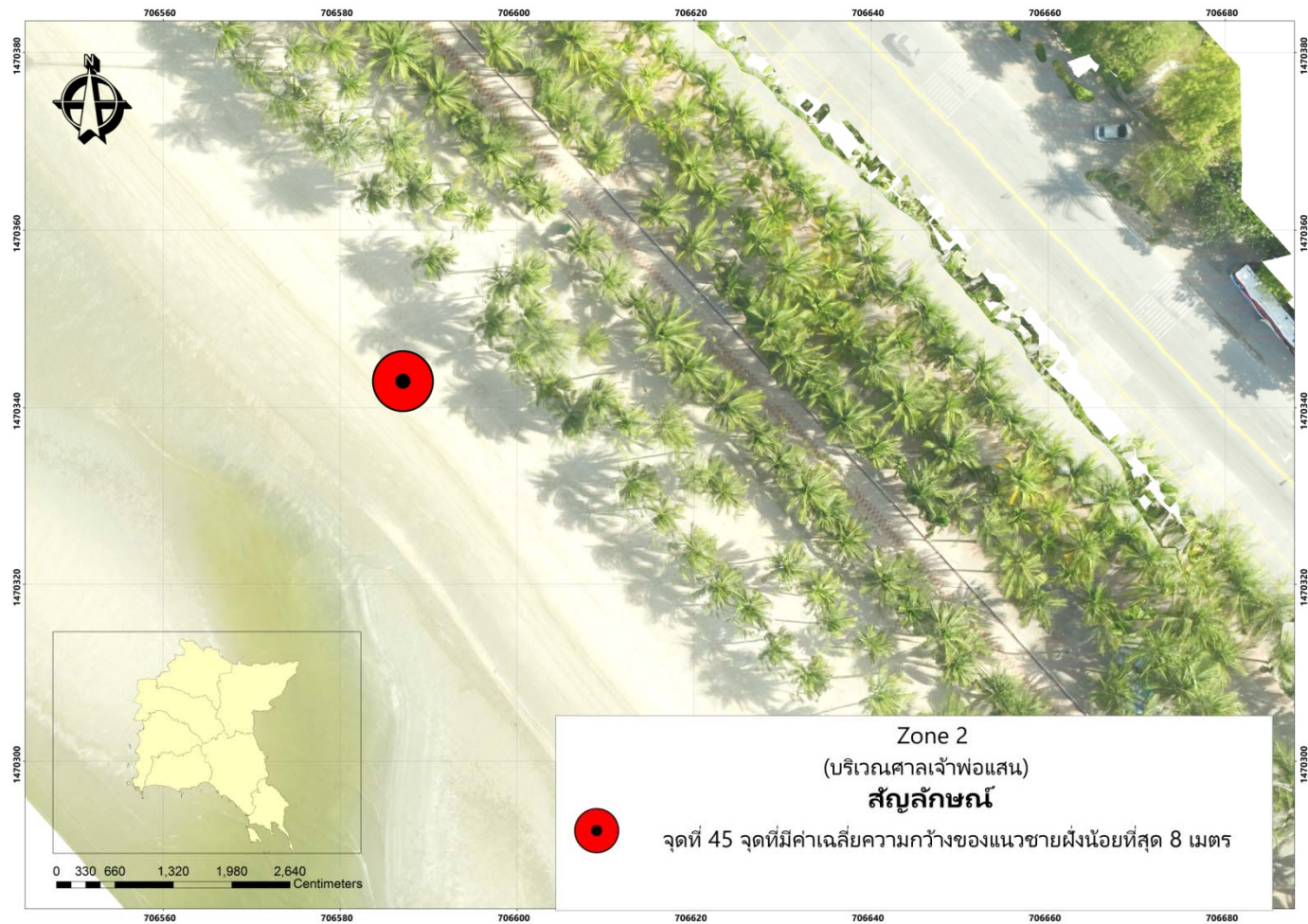
ภาพที่ 4-15 จุดที่ 15 พิกัด X=706072.874 และ Y= 1470911.4114 มีค่าเฉลี่ยความกว้างของชายฝั่ง  
น้อยที่สุด 7 เมตร



โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) มีจำนวนจุดของแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง 250 จุด โดยพบว่าจุดที่ 45 ตั้งอยู่ที่พิกัด  $X=706594.8435$  และ  $Y=1470341.1031$  มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8 เมตร ดังภาพที่ 4-24 และภาพที่ 4-25

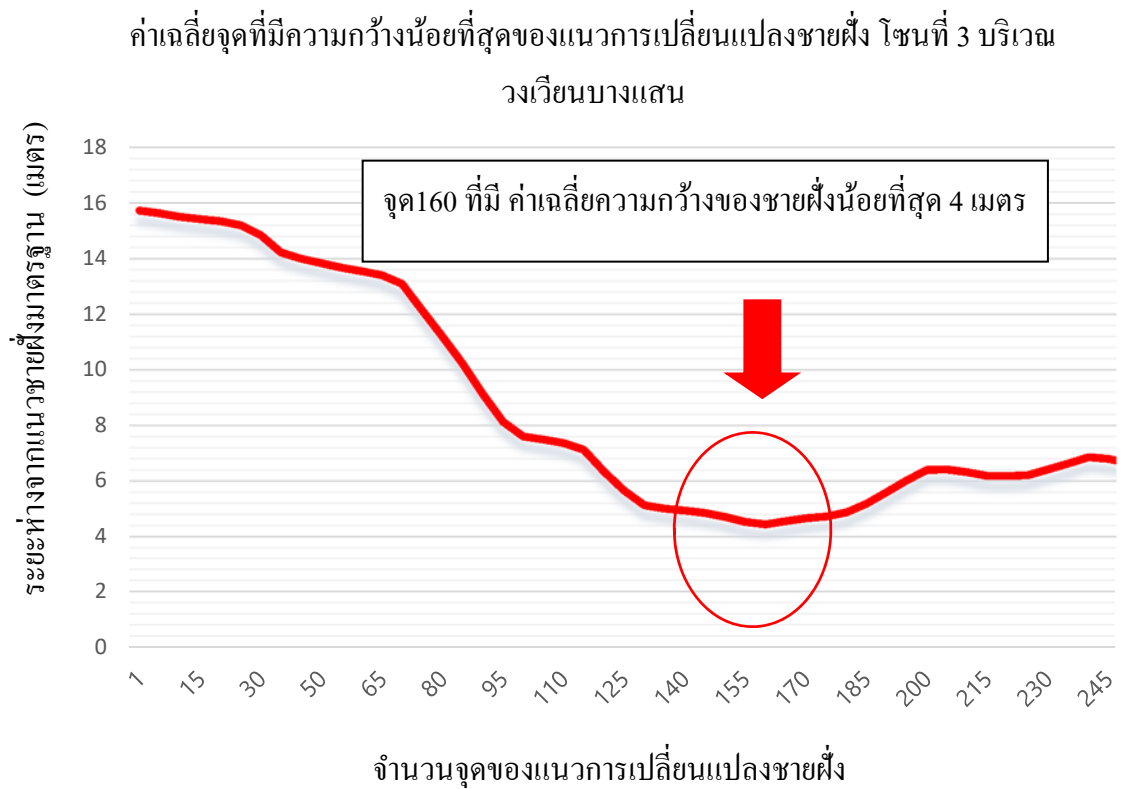


ภาพที่ 4-16 ค่าเฉลี่ยของความกว้างชายหาดที่น้อยที่สุดในโซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน)

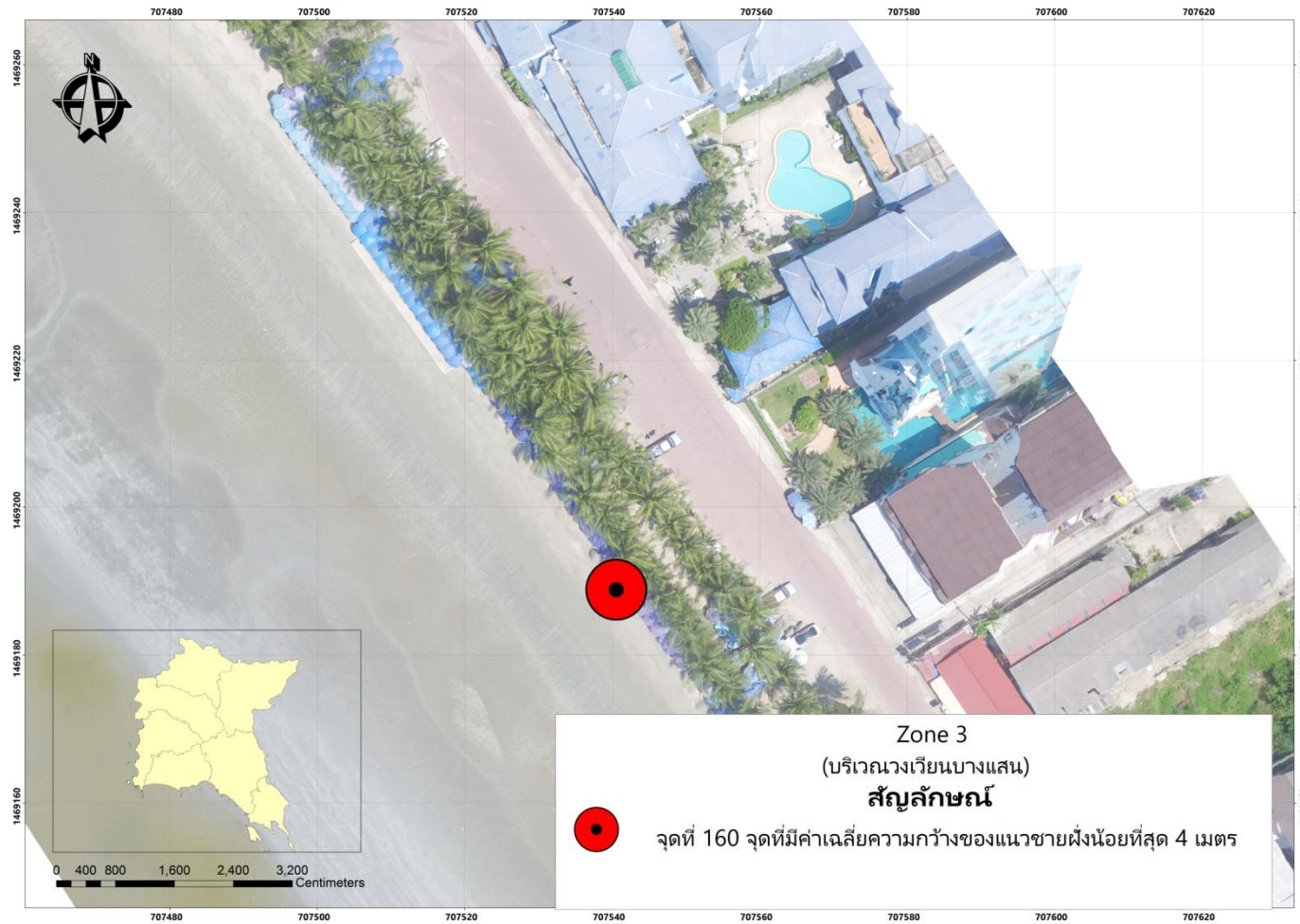


ภาพที่ 4-17 จุดที่ 45 ตั้งอยู่ที่พิกัด  $X= 706594.8435$  และ  $Y= 1470341.1031$  มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8 เมตร

โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) มีจำนวนจุดของแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง 250 จุด โดยพบว่าจุดที่ 160 ตั้งอยู่ที่พิกัด  $X=707549.1352$  และ  $Y=1469170.3601$  มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4 เมตร ดังภาพที่ 4-26 และภาพที่ 4-27



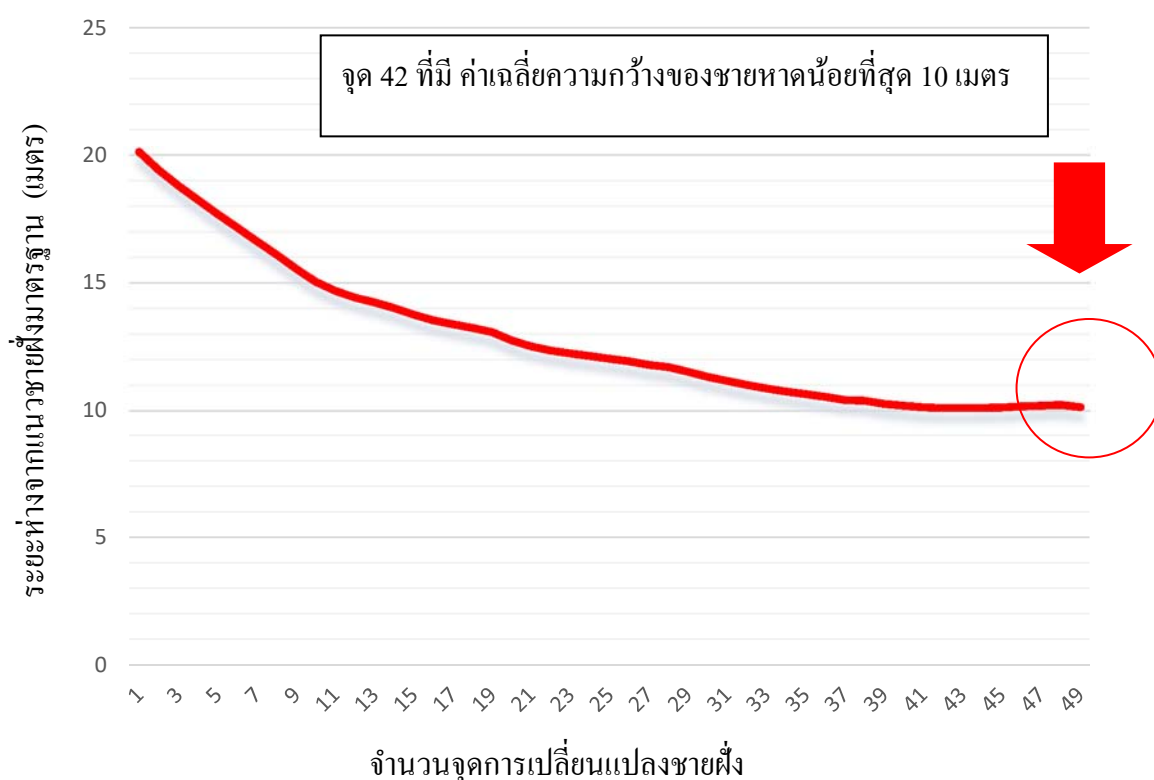
ภาพที่ 4-18 ค่าเฉลี่ยของความกว้างชายฝั่งที่น้อยที่สุด ในโซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน)



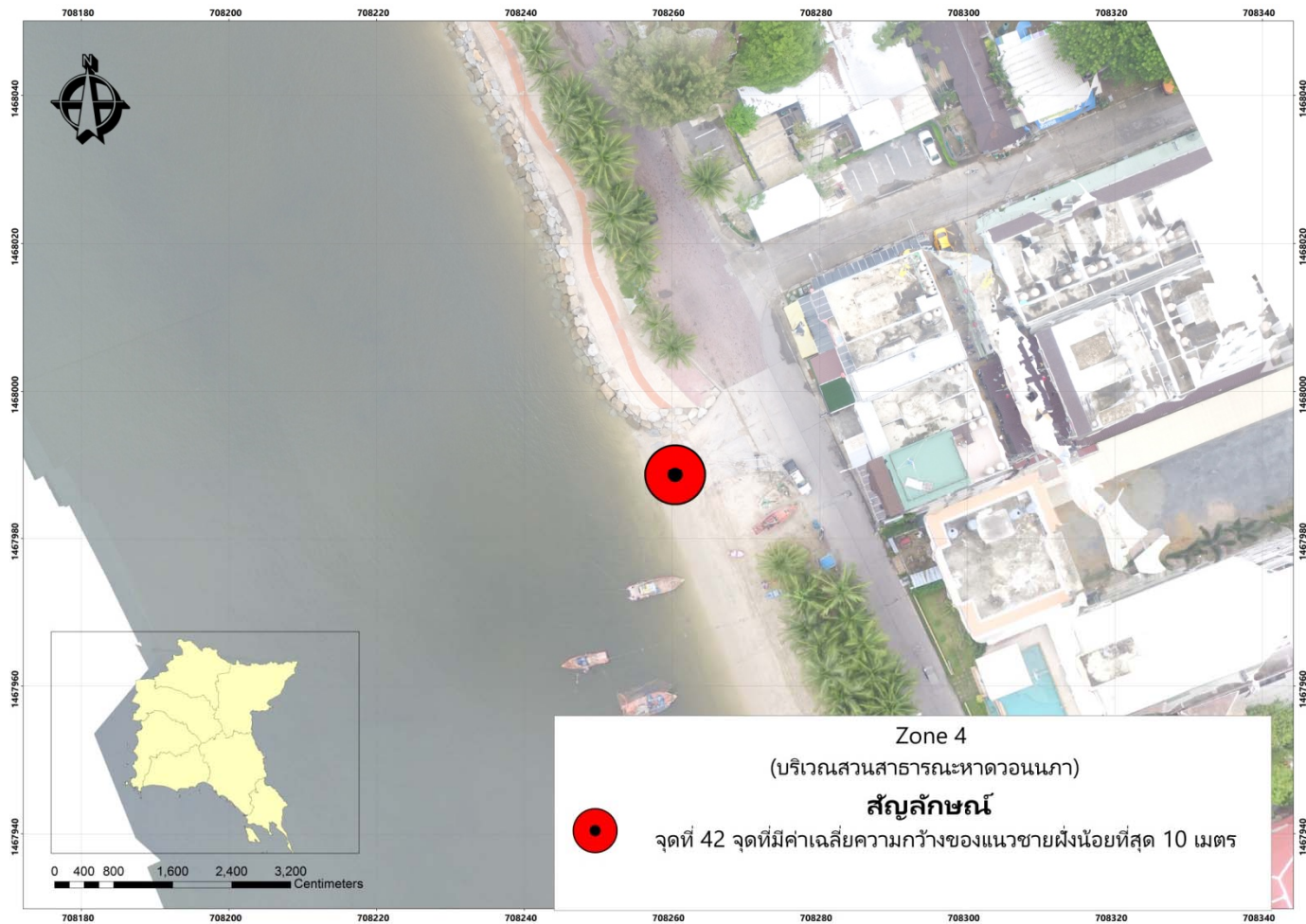
ภาพที่ 4-19 จุดที่ 160 ตั้งอยู่ที่พิกัด X= 707549.1352 และ Y = 1469170.3601 มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4 เมตร

โซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) มีจำนวนจุดของแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง 49 จุด โดยพบว่าจุดที่ 42 ตั้งอยู่ที่พิกัด  $X=709549.1352$  และ  $Y=1489170.3601$  มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10 เมตร ดังภาพที่ 4-28 และภาพที่ 4-29

ค่าเฉลี่ยจุดที่มีความกว้างน้อยที่สุดของแนวการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง โซนที่ 4  
บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา



ภาพที่ 4-20 ค่าเฉลี่ยของความกว้างชายหาดที่น้อยที่สุดในโซนที่ 4  
(บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา)



ภาพที่ 4-21 จุดที่ 42 ตั้งอยู่ที่พิกัด X= 709549.1352 และ Y= 1489170.3601 มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10 เมตร



## บทที่ 5

### อภิปรายผล และสรุปผลการวิจัย

#### 5.1 อภิปรายผล

##### 5.1.1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชายหาดบางแสน-วอนนภา

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบางแสน-วอนนภา ในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งพบว่าชายหาดบริเวณบางแสนวอนนภาที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมีอยู่ 2 ปัจจัยหลักคือ ปัจจัยจากธรรมชาติ และปัจจัยจากมนุษย์

5.1.1.1 ปัจจัยจากธรรมชาติ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายหาดบางแสนวอนนภา ที่ได้แก่ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และการไหลของกระแสน้ำเลียบฝั่ง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ชายหาดบางแสน-วอนนภาจะมีรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไป โดยบริเวณสันทรายจะมีลักษณะราบ ซึ่งเกิดจากคลื่นลมที่มีความแรง ที่ได้พัดพาทรายออกจากฝั่ง และเห็นแนวร่องน้ำเลียบฝั่งได้อย่างชัดเจน ส่วนในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นช่วงที่คลื่นลมสงบทำให้มีตะกอนทรายมาสะสมบริเวณหาดทราย และมีสันทรายชันเป็นแนวยาว (Geocache Description, 2005) การเคลื่อนที่ของกระแสน้ำชายฝั่งในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ นั้นไม่เหมือนกัน โดยการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำเลียบฝั่งในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำน้ำเลียบฝั่งจะเคลื่อนที่จากทิศใต้ บริเวณหาดวอนนภา เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ บริเวณแหลมแท่น และในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสน้ำจะเคลื่อนที่จากทิศเหนือ เคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ ของชายหาด (อนุกุล บูรณประทีปรัตน์, 2010) การเคลื่อนที่ของกระแสน้ำจะพัดพาตะกอนทรายไปสะสมในบริเวณชายหาดซึ่งเกิดขึ้นอย่างเป็นวัฏจักร ดังภาพที่ 5-1 และภาพที่ 5-2





ภาพที่ 5-1 หาดทรายช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้  
ถ่ายเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ 5-2 หาดทรายช่วงมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ  
ถ่ายเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2558

5.1.1.2 ปัจจัยจากมนุษย์ จากเนื้อหาในบทนำที่กล่าวว่าชายหาดบางแสน-วอนนภา นั้นเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง รัฐจึงได้มีการสร้างสิ่งปลูกสร้างเพื่อรองรับนักท่องเที่ยว เช่น การสร้างลานสาธารณะที่ยื่นลงไปในทะเลบริเวณที่ติดกับ โซน 1 (บริเวณแหลมแท่น) และสร้าง สวนสาธารณะติดกับโซนที่ 4 (บริเวณหาดวอนนภา) ในช่วงก่อน และระหว่างการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ทางภาครัฐได้มีการสร้างสิ่งปลูกสร้างเพิ่มเติมเพื่อรักษาแนวชายฝั่ง โดยสิ่งปลูกสร้างที่มีมาก่อนการศึกษาคือแนวกำแพงหินทิ้งเพื่อใช้ในการกันคลื่นบริเวณหาดวอนนภา และ สิ่งที่ภาครัฐได้สร้างระหว่างการศึกษาที่พบนั้นคือแนวรอดักทราย (Groin) ซึ่งปลูกสร้างทั้งหมดที่อยู่ บริเวณชายฝั่งบางแสน-วอนนภานั้นอาจสร้างผลกระทบในทางลบกับชายฝั่งบางแสน ยกตัวอย่าง เช่นการสร้างสวนสาธารณะ หรือลานสาธารณะที่ยื่นลงไปในทะเลอาจไปขวางการเคลื่อนที่ของ ตะกอนทราย และเปลี่ยนแปลงการไหลของกระแสน้ำเรียบฝั่ง ผลที่เกิดขึ้นกับกำแพงกันคลื่น บริเวณหาดวอนนภาที่พบในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับแนวกำแพง กันคลื่นจะมีความรุนแรง มากกว่าคลื่นที่ปะทะกับแนวหาดทราย และพบการทรุดตัวของแนว พุดบาทและถนนบริเวณกำแพงกันคลื่นดังภาพที่ 4-2 ผลที่เกิดจากการสร้างรอดักทราย หรือเขื่อน ดักทรายคือ ทรายที่จะสมเพียงฝั่งเดียวของรอดักทราย ทำให้พื้นที่อีกฝั่งของรอดักทรายเกิดการกัดเซาะ ดังภาพที่ 5-3, ภาพที่ 5-4, ภาพที่ 5-5 และภาพที่ 5-6



ภาพที่ 5-3 การสะสมของตะกอนทรายบริเวณรอดักทรายของพื้นที่แหลมแท่น  
ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ถ่ายเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ 5-4 การสะสมของตะกอนทรายบริเวณรอดักทราย ของพื้นที่แหลมแท่น  
ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ถ่ายเมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2559



ภาพที่ 5-5 การสะสมของตะกอนทรายบริเวณรอดักทรายของพื้นที่หาดวอนนภา  
ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ถ่ายเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2558

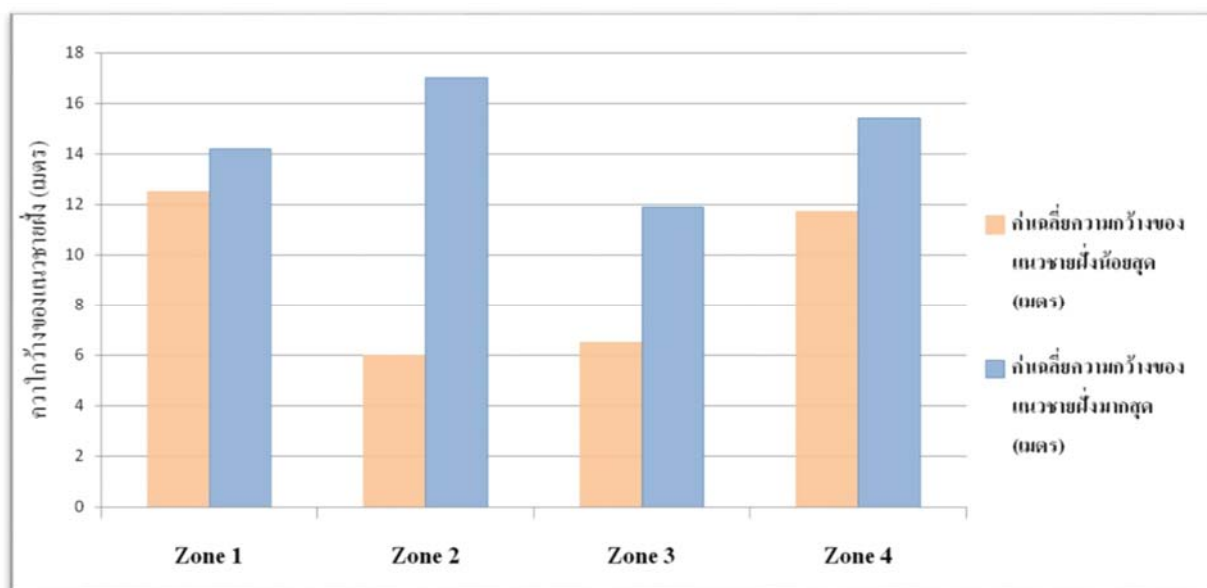


ภาพที่ 5-6 การสะสมของตะกอนทรายบริเวณรอดักทราย ของพื้นที่หาดวอนนภา ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

### 5.1.2 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบางแสนวอนนภา

การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบางแสน – วอนนภาพบว่าชายหาดนั้นได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม และกระแสน้ำเลียบฝั่ง ทำให้แนวการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเปลี่ยนไปในแต่ละเดือน โดยโซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) หน้าหาดนั้นมีความกว้างน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 เป็นช่วงที่ยังไม่ได้มีการสร้างรอดักทราย และยังไม่เข้าสู่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ค่าเฉลี่ยความกว้างของหน้าหาดมีความกว้างมากที่สุด มีผลมาจากรอดักทรายนั้นถูกสร้างขึ้นแล้ว และเข้าสู่ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำไหลจากทางทิศใต้ของหาดเคลื่อนเข้าสู่โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) พื้นที่โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) มีความกว้างของชายหาดน้อยที่สุดในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558 และในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ค่าเฉลี่ยของชายหาดมีความกว้างมากที่สุด โดยสอดคล้องกับพื้นที่ใน โซนที่ 1 เนื่องจากพื้นที่โซนที่ 2 เป็นทางผ่านของตะกอนก่อนจะไปถึงพื้นที่โซนที่ 1 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 พื้นที่โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) เป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างหาดบางแสนที่เป็นหาดทราย กับหาดวอนนภาที่เป็นกำแพงกันคลื่น เป็นพื้นที่ทางผ่านของตะกอนทรายเหมือนกับพื้นที่ โซนที่ 2 โดยค่าเฉลี่ยความกว้างของหาดในโซนที่ 3 มีความกว้างน้อยที่สุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ซึ่งในช่วงนั้นตรง

กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และกระแสน้ำจะเคลื่อนที่ไปยังโซนที่ 2 และโซนที่ 1 ทำให้บริเวณโซนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเดือนอื่น แต่ในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งตรงกับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสน้ำนั้นเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ ทำให้ค่าเฉลี่ยของความกว้างหาดทรายนั้นมีค่าสูงสุดในเดือนนี้ พื้นที่ในโซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) เป็นหาดทรายที่ชาวประมงในพื้นที่ใช้จอด และเป็นหาดทรายที่อยู่ระหว่างแนวกำแพงกันคลื่น และสวนสาธารณะที่ยื่นลงไปในทะเล ค่าเฉลี่ยความกว้างของชายหาดในโซนที่ 4 นั้นแนวชายหาดนั้นกว้างน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 เป็นช่วงต้นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำเลยบฝั่งนั้นเคลื่อนที่ไปทางโซนที่ 1 บริเวณแหลมแท่น ส่วนในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 เข้าสู่ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำเลยบฝั่งนั้นไหลกลับมาทางโซนที่ 4 ทำให้ในช่วงมีชายหาดมีการสะสมของตะกอนมากกว่าในช่วงอื่น



ภาพที่ 5-7 กราฟค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

### 5.1.3 การสำรวจการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) นั้นเข้ามามีบทบาทอย่างมากในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ประหยัด และใช้คนในการสำรวจน้อยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยวิเคราะห์แทน มนุษย์มากขึ้น เหมาะกับพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเข้ามาติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในรูปแบบรายปี หรือรายเดือน สามารถถ่ายภาพได้พื้นที่กว้าง แต่เทคโนโลยีดาวเทียมนั้นเหมาะในการใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่กว้าง ระดับจังหวัด หรืออำเภอ และคุณภาพของภาพถ่ายนั้นมีความละเอียดต่ำ ไม่สามารถ

เลือกเวลาที่ถ่ายได้ จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายหาดบางแสน-วอนนภา ซึ่งมีความยาวเพียง 4-5 กิโลเมตร ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีชนิดใหม่ที่ เรียกว่า อากาศยานไร้คนขับ (UAV) แต่เดิมนั้นถูกใช้แต่ในด้านการทหาร แต่ได้มีการนำมาพัฒนาให้มีขนาดเล็กลง หรือเรียกว่า อากาศไร้คนขับขนาดเล็ก (sUAV) และเหมาะกับหลายกิจกรรม ได้แก่ งานวิจัย งานด้านบันเทิง เป็นต้น การนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กมาช่วยในการศึกษา การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูง (Ierodiaconou, Schimel, & Kennedy, 2016)

จากการนำมาใช้ในการศึกษาในครั้งนี้พบว่า อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กสามารถเลือกเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ตามต้องการ เช่น ช่วงเวลาน้ำขึ้น น้ำลง ช่วงเวลาที่นักท่องเที่ยวน้อย และสามารถแยกรายละเอียดของทรายได้ เช่น ความชื้นของทราย สีของทราย ความแตกต่างระหว่างทรายละเอียด และทรายหยาบ มีข้อมูลที่มีคุณภาพมากกว่าภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรอร สารจิตต์ และกาญจนา นาคะภากร (2557) ที่ทำวิจัยการกัดเซาะชายฝั่งโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการศึกษา และพบข้อจำกัดของภาพถ่ายดาวเทียมที่ไม่สามารถแยกความชื้นของทราย สีของทราย และความแตกต่างระหว่างทรายละเอียด และทรายหยาบได้

#### 5.1.4 ข้อจำกัดในการสำรวจโดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กในการสำรวจชายฝั่งทะเลบางแสน-วอนนภา

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในบริเวณชายหาดบางแสนวอนนภานั้นเป็นครั้งแรกที่นำอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กเข้ามาใช้ในการสำรวจ โดยระหว่างการสำรวจนั้นมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ในช่วงเริ่มการสำรวจระบบการบินแบบอัตโนมัติ ของอากาศยานไร้คนขับนั้นยังไม่สามารถใช้งานได้ทำให้ภาพถ่ายนั้นจะมีแสงที่สว่างเกินไป แบทเตอรีนั้นมีจำนวนจำกัดสามารถบินได้เพียง 10 – 13 นาทีต่อรอบทำให้ไม่สามารถบินได้ครบทั้งชายหาดในครั้งเดียว และทำให้ภาพที่ถ่ายนั้นขาดไปบางช่วงทำให้ต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้น และกล้องที่ติดกับอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กนั้นเป็นกล้องที่ถ่ายได้ในเวลากลางวันเท่านั้นทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลในเวลากลางคืนได้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวน้ำจะลงช่วงกลางคืนทำให้ขาดข้อมูลน้ำลงต่ำสุดในช่วงนั้น อีกปัญหาที่พบคือช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรง บริเวณหาดบางแสนวอนนภานั้นจะมีลมแรงและฝนตกทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ และเนื่องจากบริเวณหาดบางแสน-วอนนภา เป็นแหล่งท่องเที่ยวทำให้มีนักท่องเที่ยวจำนวนมากในช่วงวันเสาร์ และวันอาทิตย์ จะไม่สามารถสำรวจในช่วงเวลานี้ได้เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดอุบัติเหตุกับนักท่องเที่ยว

## 5.2 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบางแสน-วอนนภา โดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กเพื่อถ่ายภาพทางอากาศสามารถสรุปผลได้ดังนี้

### 5.2.1 สรุปผลการใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กเพื่อถ่ายภาพ และติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

การใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กในการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศเพื่อนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาด พบว่าอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กนั้นมีประสิทธิภาพมากในการสำรวจการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง และกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดแนวชายฝั่ง ภาพถ่ายทางอากาศที่นำไปทำแผนที่นั้นมีความละเอียดสูงมากมีค่าความละเอียดอยู่ที่ 4.5 เซนติเมตร ต่อ 1 พิกเซล ซึ่งมีความละเอียดมากกว่าภาพถ่ายดาวเทียมนอกเหนือจากการติดตามภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ยังสามารถบันทึกภาพปรากฏการณ์แพลงตอนน้ำ ซึ่งการใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กนั้นสามารถบันทึกได้ทั้งภาพนิ่ง และวิดีโอ ทำให้เห็นการกิจกรรมต่าง ๆ ได้ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการถ่ายภาพชายฝั่งอย่างยิ่ง

### 5.2.2 การศึกษากการเปลี่ยนแปลงของเส้นแนวชายฝั่ง

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 ครอบคลุม 2 ช่วงมรสุมคือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือชายหาดมีความยาว 4-5 กิโลเมตร โดย แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 โซนหลักได้แก่ โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) โซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) พบว่า โซนที่ 1 (บริเวณแหลมแท่น) มีค่าเฉลี่ยความกว้างของหาดน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.5 เมตรต่อเดือน และมีค่าเฉลี่ยความกว้างของหาดมากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 14.2 เมตรต่อเดือน โซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน) มีค่าเฉลี่ยความกว้างของหาดน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6 เมตรต่อเดือน และมีค่าเฉลี่ยความกว้างของหาดมากที่สุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 17 เมตรต่อเดือน โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสน) มีค่าเฉลี่ยความกว้างของหาดน้อยที่สุดในเดือน กันยายน พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.5 เมตรต่อเดือน และมีค่าเฉลี่ยความกว้างของหาดมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.9 เมตรต่อเดือน และ โซนที่ 4 (บริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา) อัตราเฉลี่ยความกว้างของหาดน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.7 เมตรต่อเดือน และมีอัตราเฉลี่ยความกว้างของหาดมากที่สุดในเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 15.4 เมตรต่อเดือน ซึ่งในแต่ละพื้นที่นั้นมีอัตราการขยายตัวของ



ความกว้างชายฝั่ง โดยโซนที่ 2 (บริเวณศาลเจ้าพ่อแสน)นั้นมีอัตราการสะสมของแนวหาดทราย น้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $-0.72$  เมตรต่อปี ส่วนในพื้นที่โซนอื่นชายฝั่งนั้นมีอัตราการสะสมตัวของ ตะกอนเพิ่มขึ้นโดยพื้นที่ที่มีอัตราเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ โซนที่ 3 (บริเวณวงเวียนบางแสนแสน) มี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $+2.80$  เมตรต่อปี ลองลงมาคือพื้นที่ใน โซนที่ 4 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของตะกอนทราย เฉลี่ยอยู่ที่  $+1.30$  เมตร และ โซนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของตะกอน อยู่ที่  $+1.30$  เมตรต่อปี

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ควรเก็บข้อมูลในช่วงเวลา เช้าเนื่องแสงแดดไม่สว่างเกินไป ลมในช่วงเช้าสงบกว่าในช่วงบ่าย

5.3.2 ควรบินถ่ายภาพให้สูงกว่า 100 เมตรเนื่องจากบริเวณชายหาดนั้นมีลมแรงทำให้ ต้นไม้บริเวณชายหาดนั้นเคลื่อนไหวตลอดเวลาเมื่อนำภาพถ่ายทางอากาศไป ใช้จะได้ภาพที่ไม่ดีต่อ ภาพทำแผนที่ยาก

5.3.3 ในการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้เครื่อง GPS ที่มีความแม่นยำสูง เช่นเครื่อง GPS RTK เพื่อให้ค่า GCP มีความถูกต้องในระดับเซนติเมตร และภาพมีความคลาดเคลื่อนน้อย

5.3.4 ควรพัฒนาเทคนิคในการจำแนกแนวชายฝั่งให้มีมาตรฐานมากขึ้น เพื่อเป็นต้นแบบ ที่จะนำไปใช้ศึกษาในพื้นที่อื่นต่อไป

5.3.5 นอกจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วยภาพถ่ายทางอากาศแล้ว ควรนำ การศึกษาปัจจัยเรื่องการเคลื่อนของกระแสน้ำ และกระแสนลมเข้ามาใช้ประกอบการศึกษาด้วยเพื่อ เพิ่มความถูกต้องของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

5.3.6 ในการศึกษาในครั้งต่อไปควรเพิ่มความถี่ในการถ่ายภาพทางอากาศ เพื่อให้ได้ ข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง และความถูกต้องมากขึ้น

## บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2552). *รายงานคุณภาพสิ่งแวดล้อม*. วันที่ค้นข้อมูล 23 สิงหาคม 2557, เข้าถึงได้จาก [http://backup.eng.psu.ac.th/~psomboon/geoweb/070802dmcr\\_report1.doc](http://backup.eng.psu.ac.th/~psomboon/geoweb/070802dmcr_report1.doc).
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2553). *สาเหตุและประเด็นปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง*. วันที่ค้นข้อมูล 23 สิงหาคม 2557, เข้าถึงได้จาก <http://www.dmcr.go.th/marinecenter/erosion-lesson2.php>.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2557). *การประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการสำรวจชายฝั่งทะเล*. กรุงเทพฯ: คลาสสิกสแกน.
- เกษรจำปา. (2555). *การใช้อากาศยานไร้คนบังคับขนาดเล็กเพื่อช่วยในการสำรวจตรวจสอบพื้นที่และทำแผนที่พื้นที่ประสบภัยพิบัติ (Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for disaster monitoring and mapping)*
- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. (ม.ป.ป.). *สภาพแวดล้อมระบบนิเวศหาดทราย*. วันที่ค้นหาข้อมูล 2 มิถุนายน 2558, เข้าถึงได้จาก [http://www.sci.psu.ac.th/chm/biodiversity/beach\\_envi.html](http://www.sci.psu.ac.th/chm/biodiversity/beach_envi.html).
- ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ และจิตพรธม กฤตพลวิมาน. (2556). *เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2556* (หน้า 20), นนทบุรี: อิมแพ็ค ฟอรั่ม เมืองทองธานี.
- ฝ่ายพัฒนากระบวนการประยุกต์ภูมิสารสนเทศศูนย์พัฒนาภูมิสารสนเทศสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2554). *การวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่งในประเทศไทย โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระยะที่ 2 (ปี 2554)*. วันที่ค้นหาข้อมูล 2 พฤษภาคม 2558, เข้าถึงได้จาก [http://ocean.gistda.or.th/prg/imagDocument/research\\_thai/erosion.pdf](http://ocean.gistda.or.th/prg/imagDocument/research_thai/erosion.pdf).
- พรรณรดา สังข์เกิด. (2545). *ความเปลี่ยนแปลงความชันตามฤดูกาลของหาดวอนนภาจังหวัดชลบุรี*. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาคศึกษาริศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิภูษิต มั่นทะจิตร. (2544). *นิเวศวิทยาของหาดทรายชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย*. คณะวิทยาศาสตร์จังหวัดชลบุรี.
- สำนักงานนโยบาย และแผนสิ่งแวดล้อม. (2536). *การจัดทำแผนการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี*. กรุงเทพฯ

- สุกัญญา คิวงุณ. (2555). *ภาพถ่ายทางอากาศ*. วันที่ค้นหาข้อมูล 10 กรกฎาคม 2558, เข้าถึงได้จาก [http://sukanyageo29.blogspot.com/2012/06/blog-post\\_3462.html](http://sukanyageo29.blogspot.com/2012/06/blog-post_3462.html).
- สำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรชายฝั่งทะเล. (2550). *การสำรวจพื้นที่การกักเซาะชายฝั่งในฤดูมรสุม บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกตั้งแต่จังหวัดชุมพรถึงจังหวัดปัตตานี*. วันที่ค้นหาข้อมูล 9 ตุลาคม 2557, เข้าถึงได้จาก <http://dmcr2014.dmcr.go.th/bookRead.php?WP=rQujZz01q09ZxT25Mo7o2OO0ETyWrTZo7o3Q>.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). *ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- สิทธิพร เกลิมพงศ์พิพัฒน์, คัมภีร์ ชีระเวช และวีระศักดิ์ ปรีภษา. (2014). การทำแผนที่เสาไฟฟ้าแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคนิคเอสเอฟเอ็ม. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5*, 1-11.
- สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์. (2556). *เสถียรภาพของชายฝั่งคืออะไร*. วันที่ค้นหาข้อมูล 4 มิถุนายน 2558, เข้าถึงได้จาก <https://www.gotoknow.org/posts/537494>.
- สุวรรณา ภาณุตระกูล, นรินรัตน์ คงจันทร์ตรี, เผชญิ โชค จินตเสถณี, วิภูษิต มัชจิตร, สมถวิล จริตควร, วันศุกร์ เสนานานู และกเชนทร เกลิมวัฒน์. (2552). *ฟื้นฟูระบบนิเวศหาดทราย ชายฝั่งทะเลบางแสน จังหวัดชลบุรี ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ปี 2552*.
- สุวรรณา ยวนานนท์. (ม.ป.ป.). *ย่างก้าว... ชาวภาพถ่าย*. วันที่ค้นหาข้อมูล 10 กรกฎาคม 2558, เข้าถึงได้จาก <http://kromchol.rid.go.th/survey/photo/publish/photogrammetrist.pdf>.
- สุวลักษณ์ สาธมนัสพันธุ์. (2554). *การจัดการชายฝั่ง: การบูรณาการสู่ความยั่งยืน*. นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อดุลย์ เบ็ญนุ้ย และพยอม รัตนมณี. (2550). *เอกสารส่วนที่ 1/3 การกักเซาะชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย*. วันที่ค้นหาข้อมูล 10 กรกฎาคม 2558, เข้าถึงได้จาก [http://eic.wu.ac.th/Data\\_Download/ResearchA2.pdf](http://eic.wu.ac.th/Data_Download/ResearchA2.pdf).
- อนุกุล บูรณประทีปรัตน์. (2010). การเปลี่ยนแปลงในวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงของกระแสน้ำ อุณหภูมิ และความเค็มของน้ำทะเล บริเวณแหลมแท่น จังหวัดชลบุรี ในช่วง 2 ฤดูมรสุม. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 15(2), 67-75.
- อัปสรสุดา ศิริพงศ์. (2548). *กระบวนการทางมหาสมุทร*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อรอรสา ราจิตต์ และกาญจนา นาคะภากร. (2557). *การประยุกต์ภูมิสารสนเทศสำหรับสถานการณ์การกัดเซาะของชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี. ทัศนะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.*
- อุไรวรรณ คีรีทอง. (2555). *ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS).* วันที่ค้นหาข้อมูล 4 กรกฎาคม 2558, เข้าถึงได้จาก <https://yingpew103.wordpress.com/2013/.../ระบบระบุตำแหน่งบนพื้น>.
- Bemis, S. P., Micklethwaite, S., Turner, D., James, M. R., Akciz, S., Thiele, S. T., & Bangash, H.A. (2014). Ground-based and UAV-Based photogrammetry: A multi-scale, highresolution mapping tool for structural geology and paleoseismology. *Journal of Structural Geology, 69*, 163-178.
- Benemann, A. (2013). *Ground control station for android devices.* Retrieved July 6, 2015, from <http://diydrone.com/profiles/blogs/droidplanner-ground-control-station-for-android-devices>.
- Fonstad, M. A., Dietrich, J. T., Courville, B. C., Jensen, J. L., & Carbonneau, P. E. (2013). Topographic structure from motion: a new development in photogrammetric measurement. *Earth Surface Processes and Landforms, 38-4*, 421-430.
- Geocache Description. (2005). *Seasonal Beach Sand Cycles - Crystal Cove.* Retrieved May 28, 2015, from [http://www.geocaching.com/geocache/GCPFR9\\_seasonal-beach-sand-cycles-crystal-cove](http://www.geocaching.com/geocache/GCPFR9_seasonal-beach-sand-cycles-crystal-cove).
- Gomez, C., Hayakawa, Y., & Obanawa, H. (2015). A study of Japanese landscapes using structure from motion derived DSMs and DEMs based on historical aerial photographs: New opportunities for vegetation monitoring and diachronic geomorphology. *Geomorphology, article in press.*
- Ierodiaconou D., Schimel A., & Kennedy D. (2016) *A new perspective of storm bite on sandy beaches using Unmanned Aerial Vehicles.* Annals in Geomorphology. doi:10.1127/zfg\_suppl/2016/0024
- Ktopkem. (2008). *Beach types.* Retrieved May 28, 2015, from [http://www.coastalwiki.org/wiki/File:Beach\\_types.JPG](http://www.coastalwiki.org/wiki/File:Beach_types.JPG).

- MacMahan, J., Reniers, A., Brown, J., Brander, R., Thornton, E., Stanton, T., Brown, J., & Carey, W. (2011). An introduction to rip currents based on field observations. *Journal of Coastal Research*, 27, 3-6.
- Mancini, F., Dubbini, M., Gattelli, M., Stecchi, F., Fabbri, S., & Gabbianelli, G. (2013). Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for High-Resolution Reconstruction of Topography: The Structure from Motion Approach on Coastal Environments. *Remote Sensing*, 5, 6880-6898.
- Niethammer, U., James, M. R., Rothmund, S., Travelletti, J., & Joswig, M. (2012). UAV-based remote sensing of the Super-Sauze landslide: Evaluation and results. *Engineering Geology*, 128, 2-11.
- Robert, G. D., & Robert, A. D. (2002). Coastal process. The press syndicate of the university of cambride: United kingdom.
- Sorensen R. M. (2006). Basic Coastal Engineering. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Springer Science+Business Media.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพถ่ายหาดบางแสน

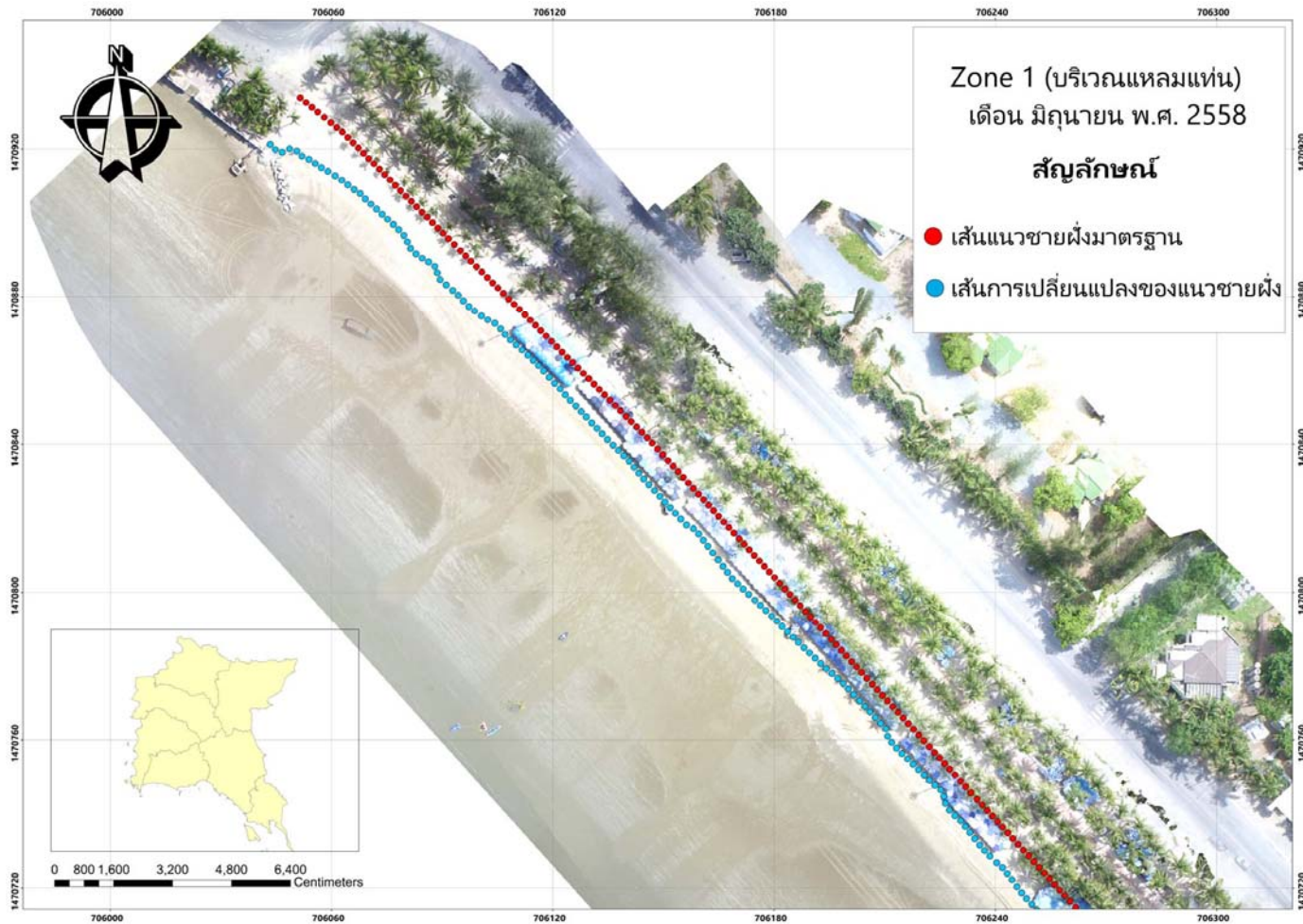
ภาคผนวก ข

งานวิชาการที่เผยแพร่

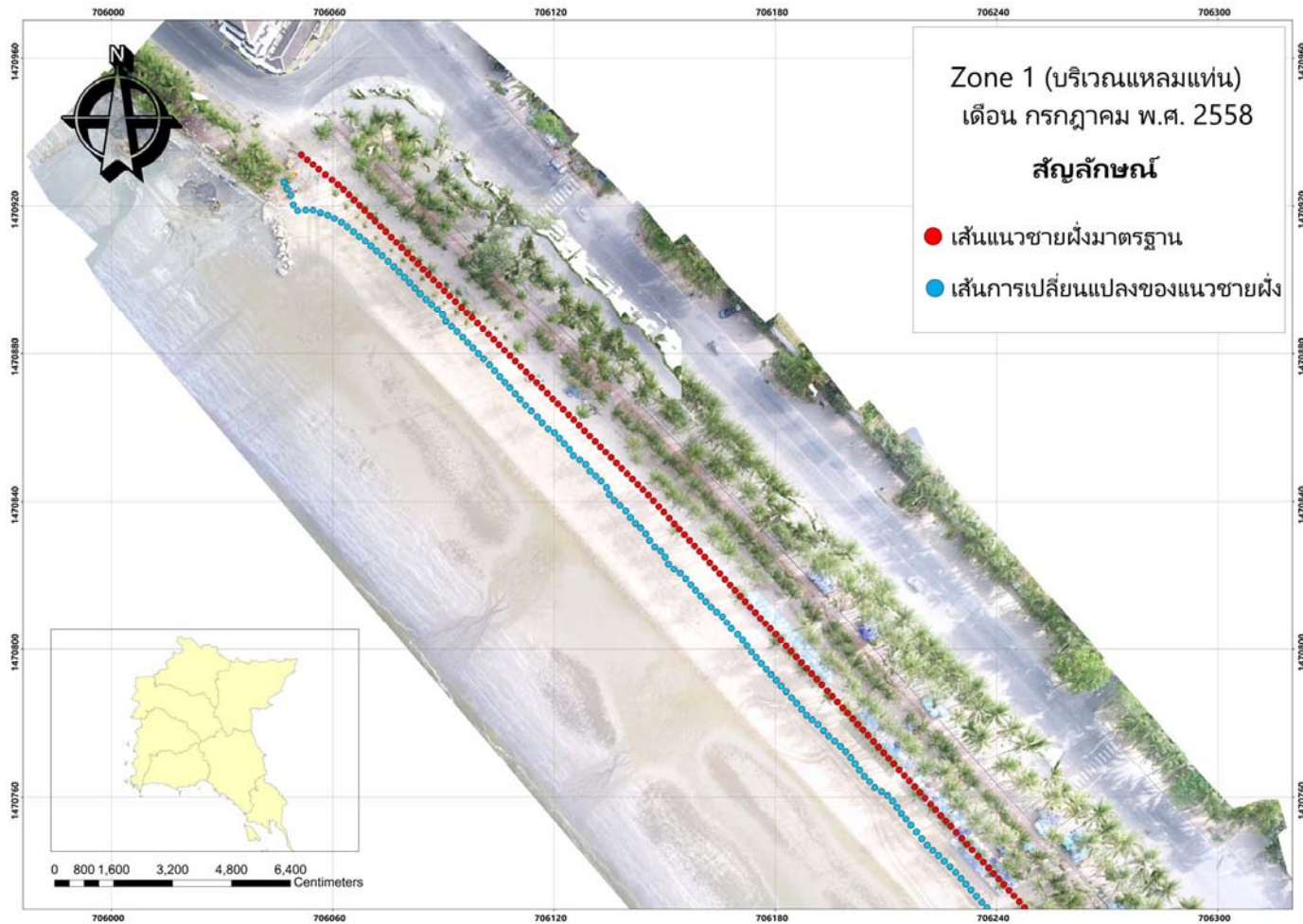




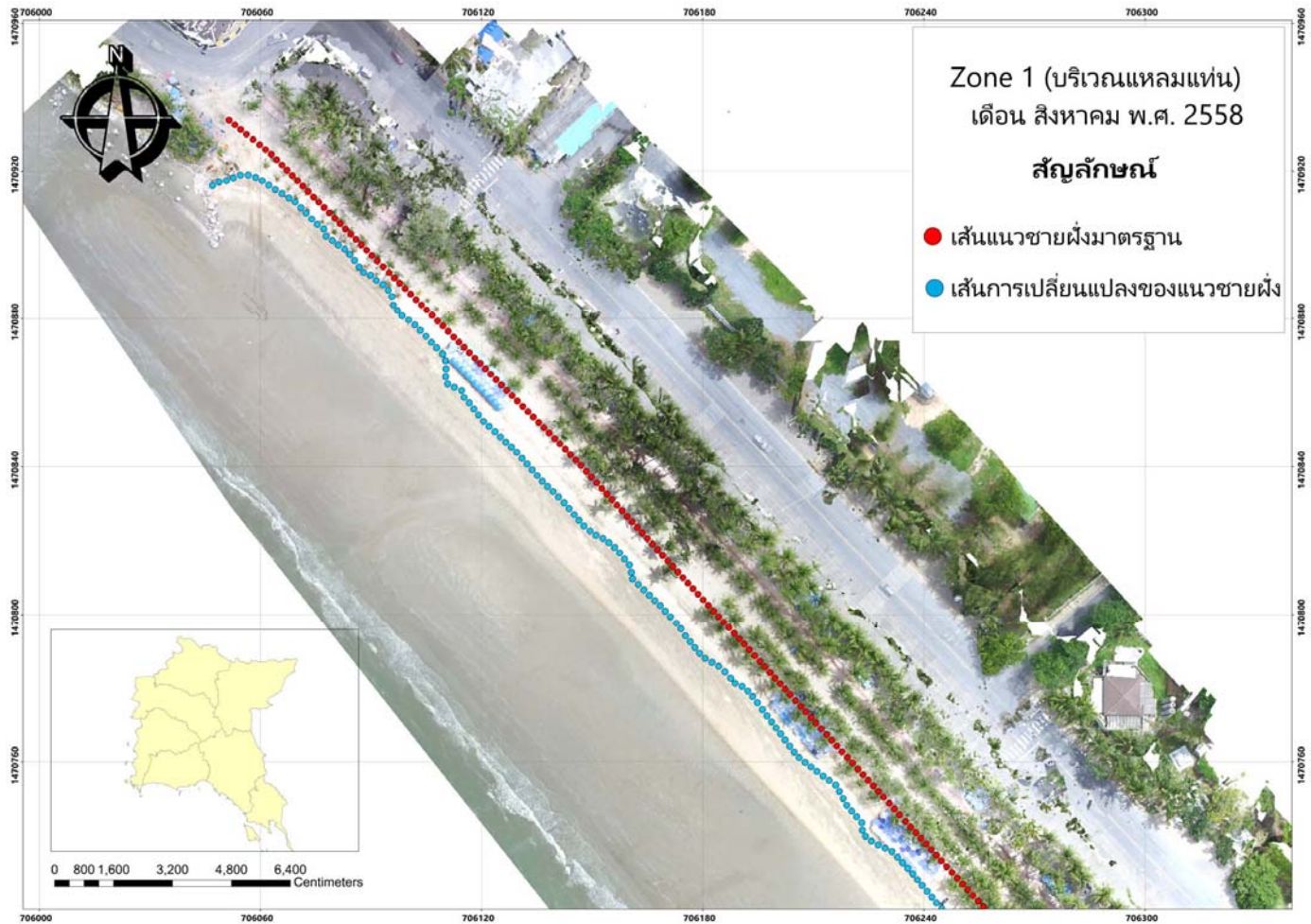
ภาพที่ ผ-1 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558



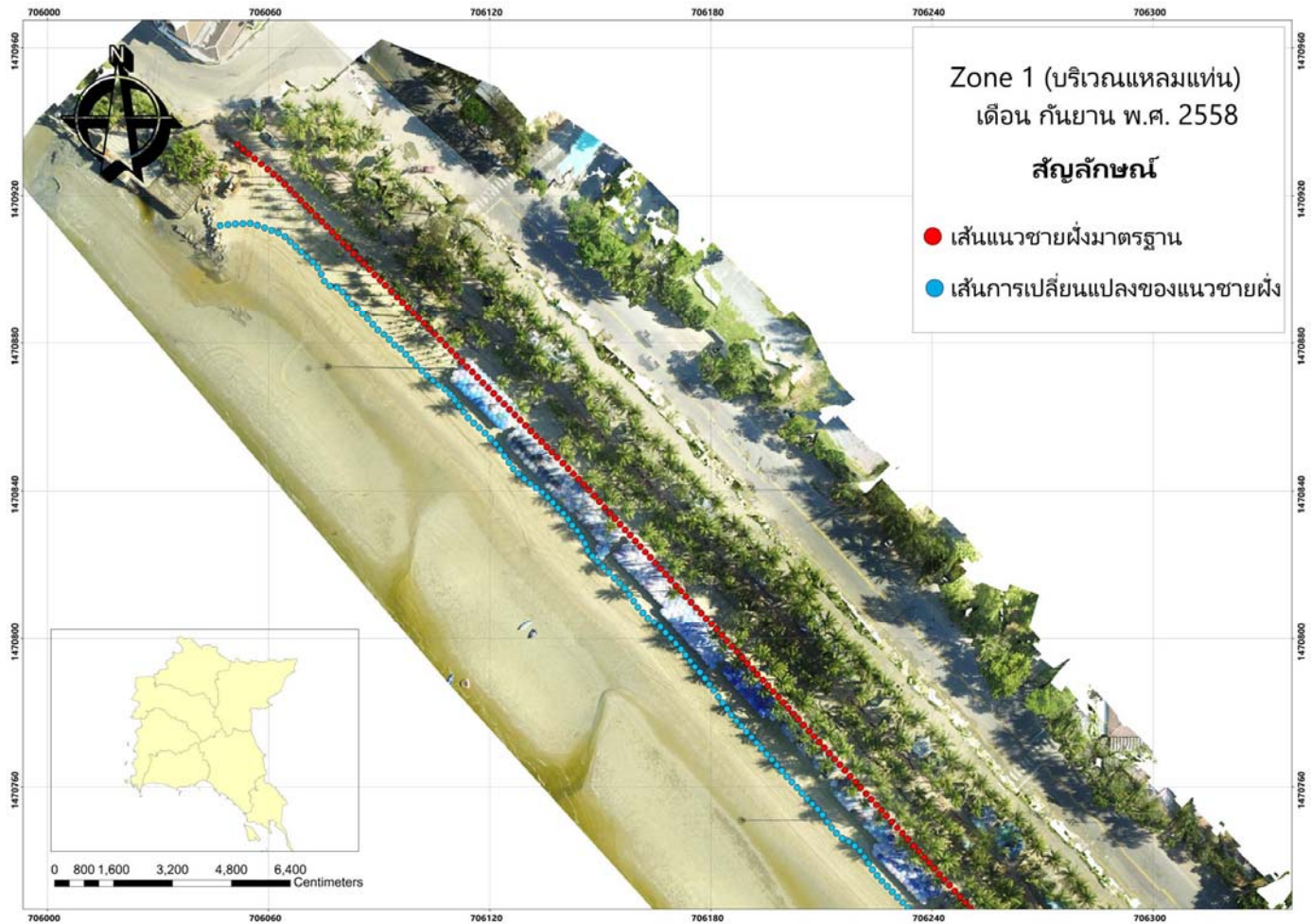
ภาพที่ ผ-2 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแทน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558



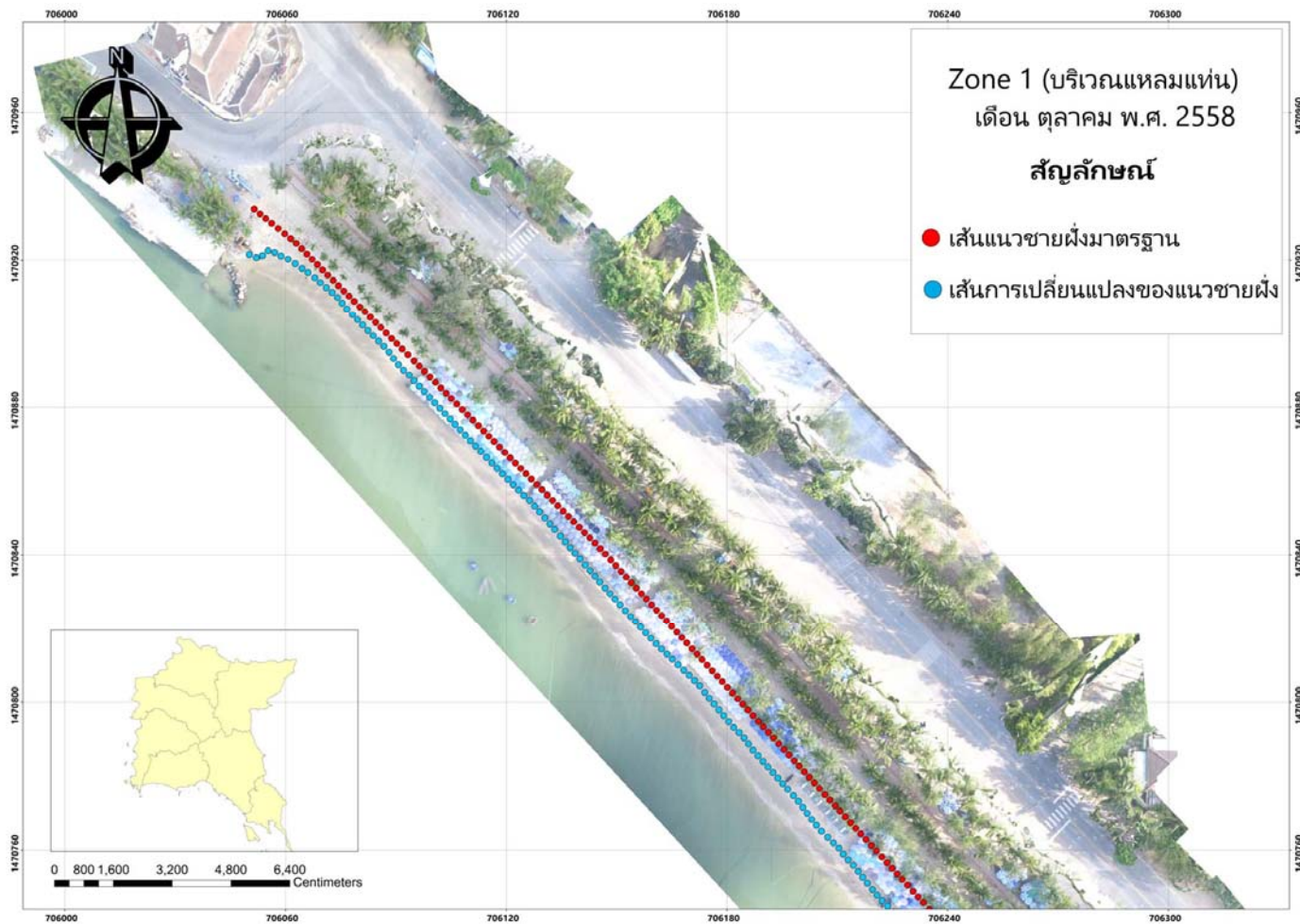
ภาพที่ ผ-3 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558



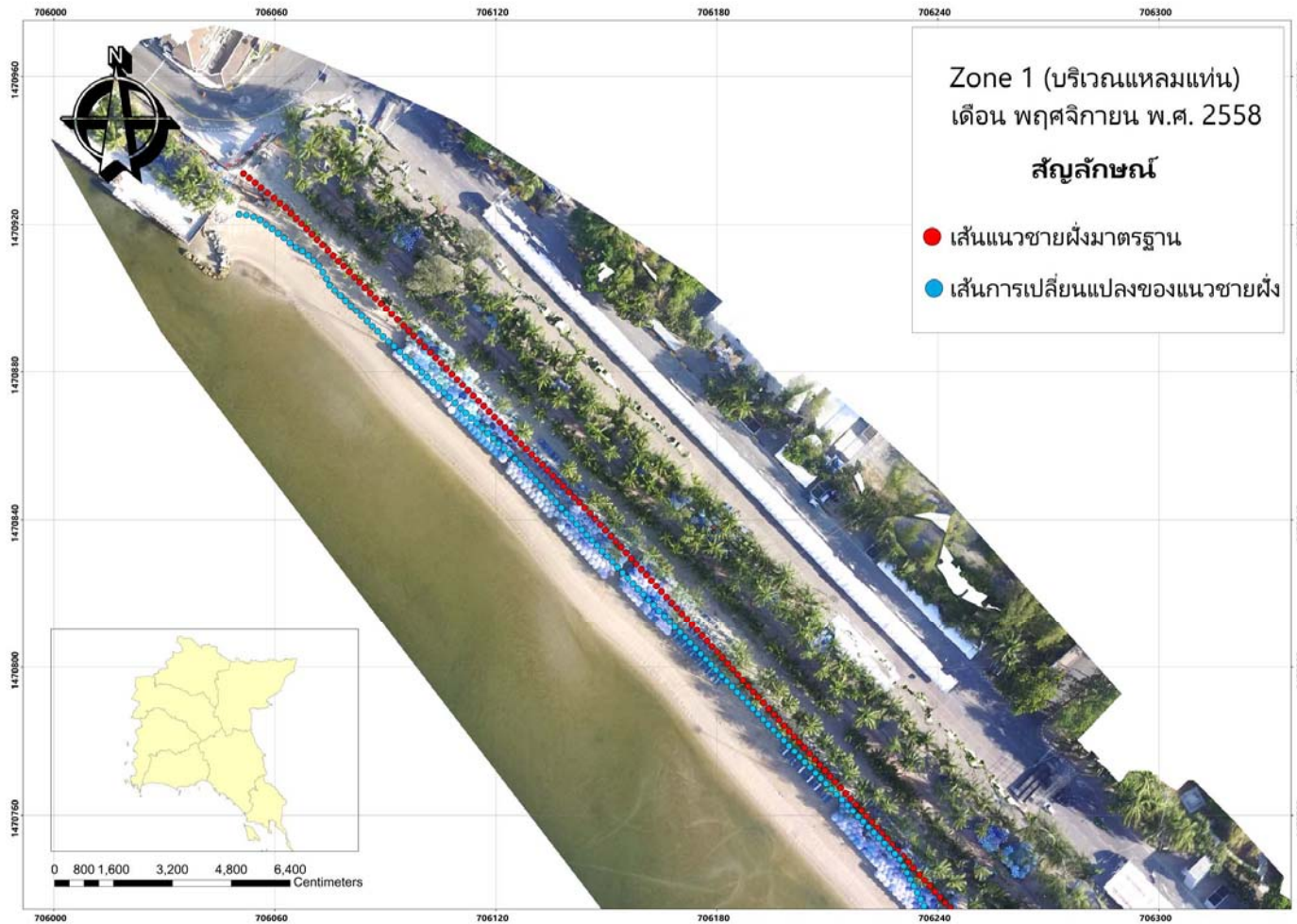
ภาพที่ ผ-4 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแทน เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558



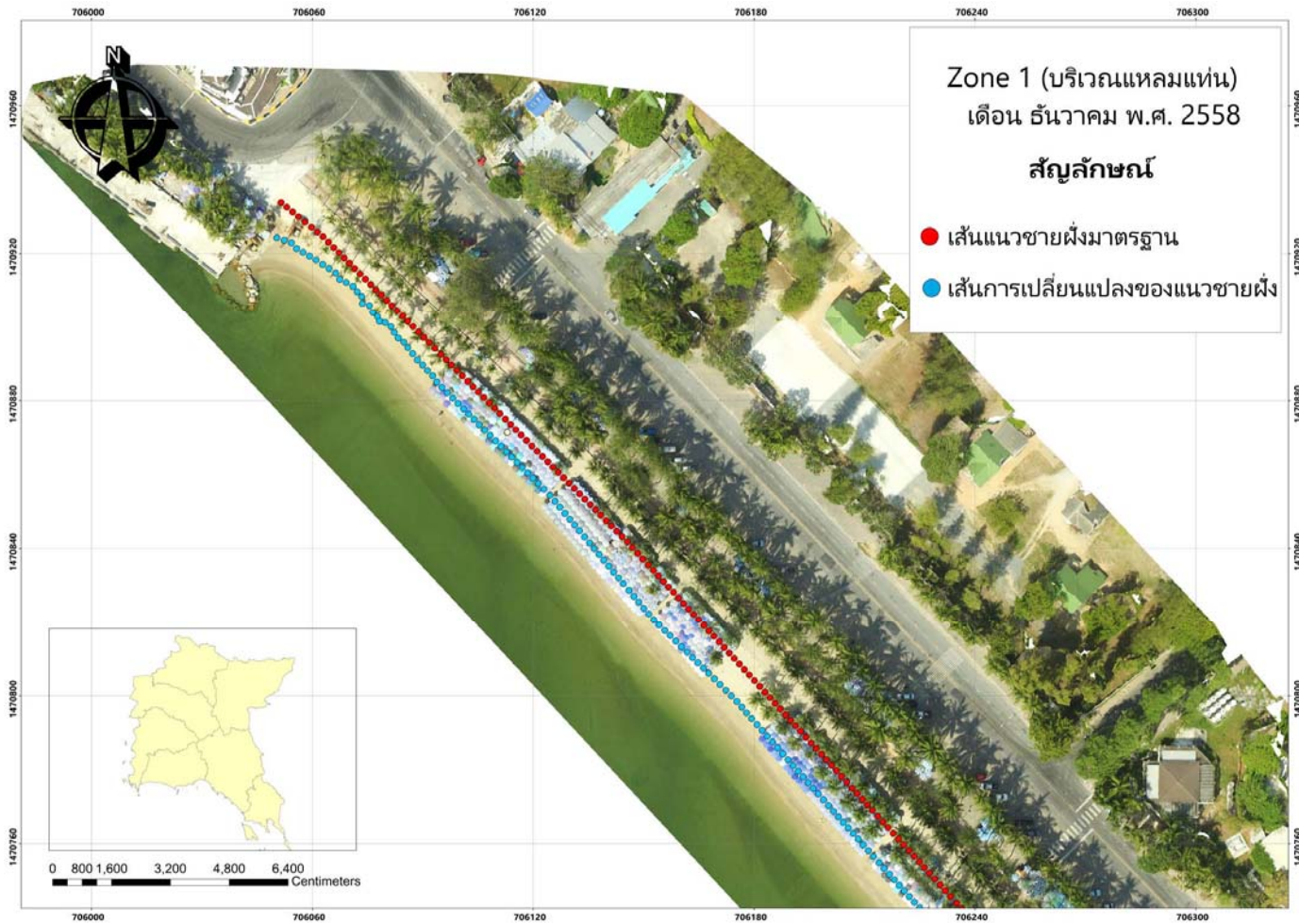
ภาพที่ ๕-5 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนกันยายน พ.ศ. 2558



ภาพที่ ผ-6 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

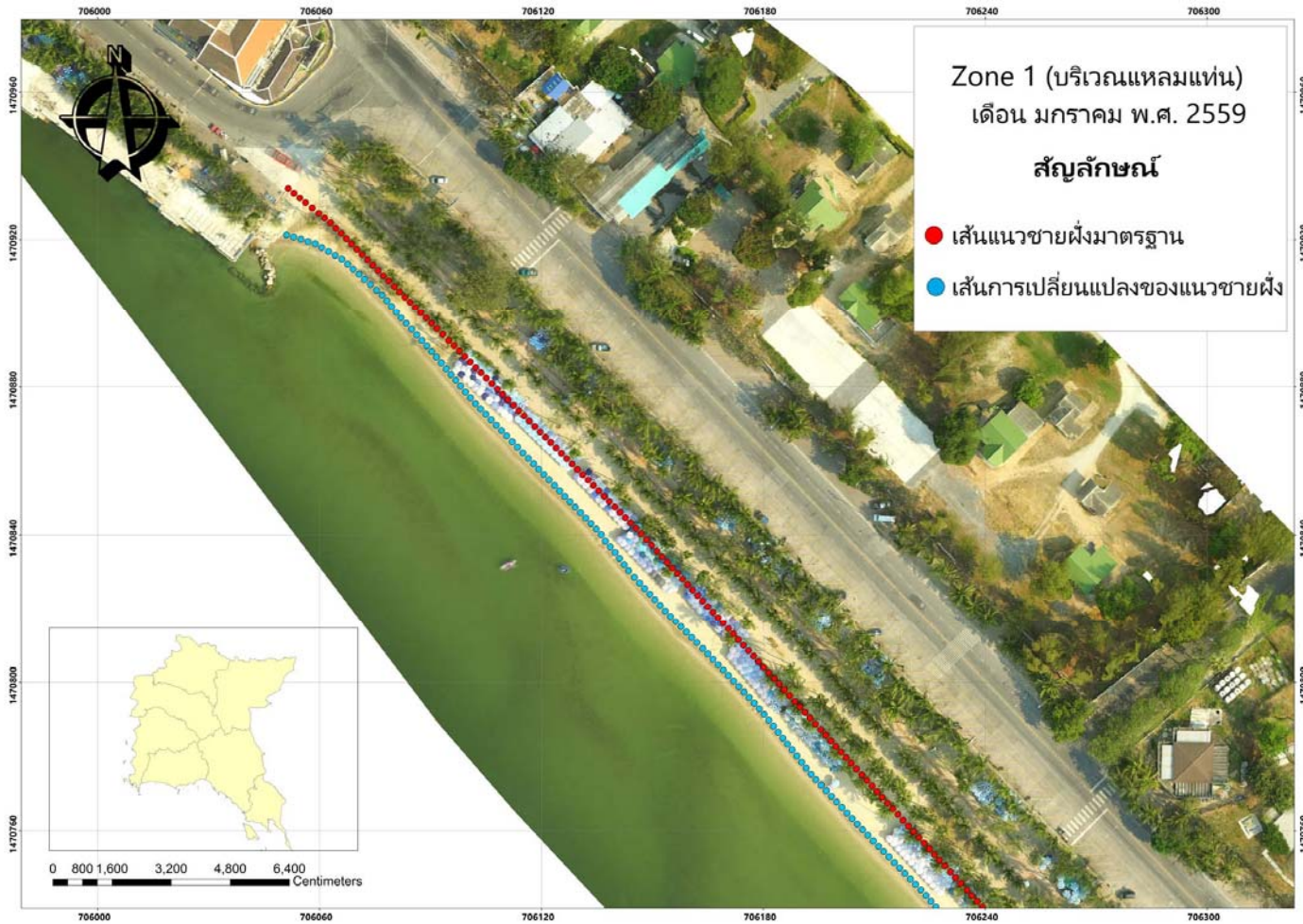


ภาพที่ ผ-7 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

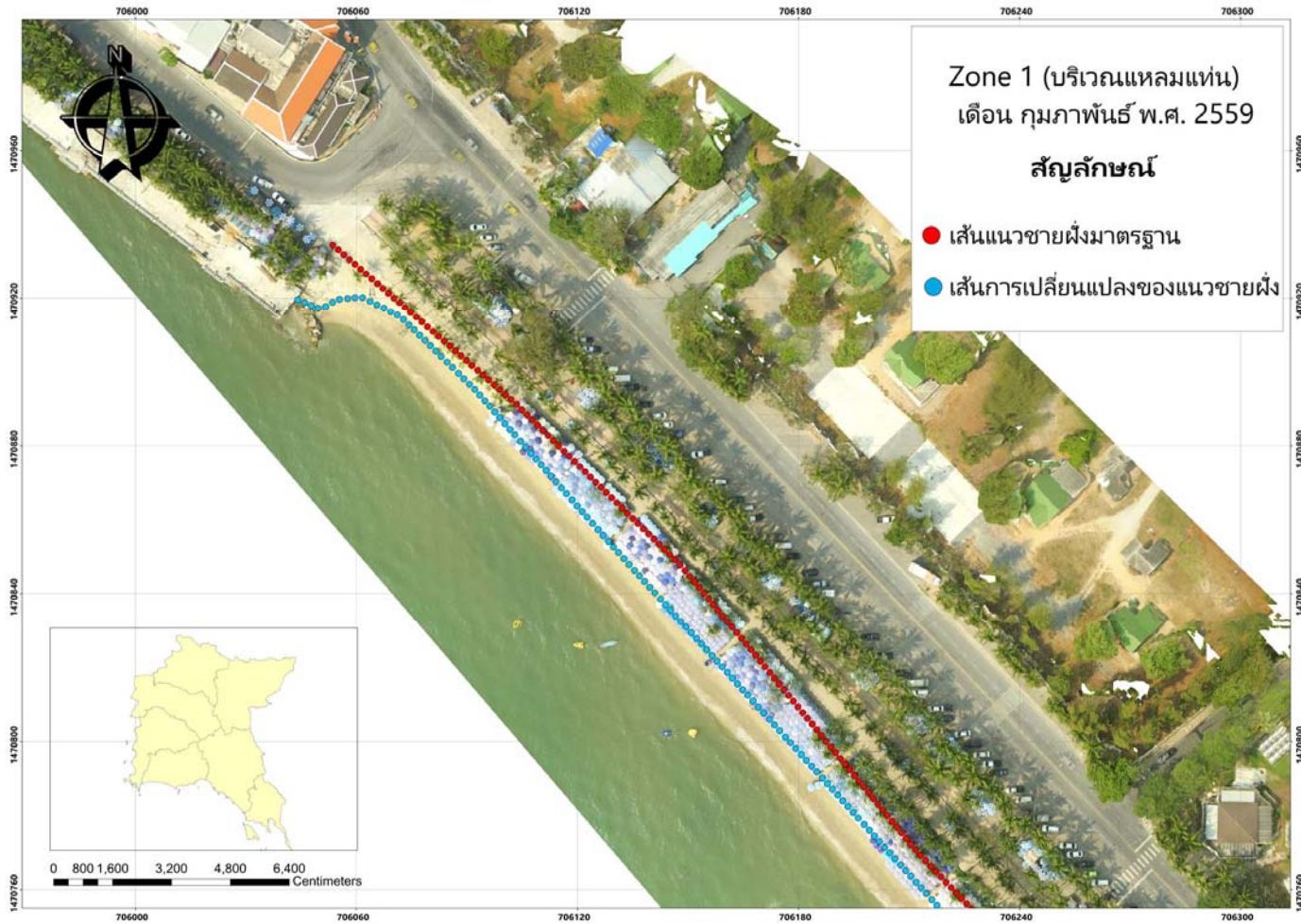


ภาพที่ ผ-8 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแทน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

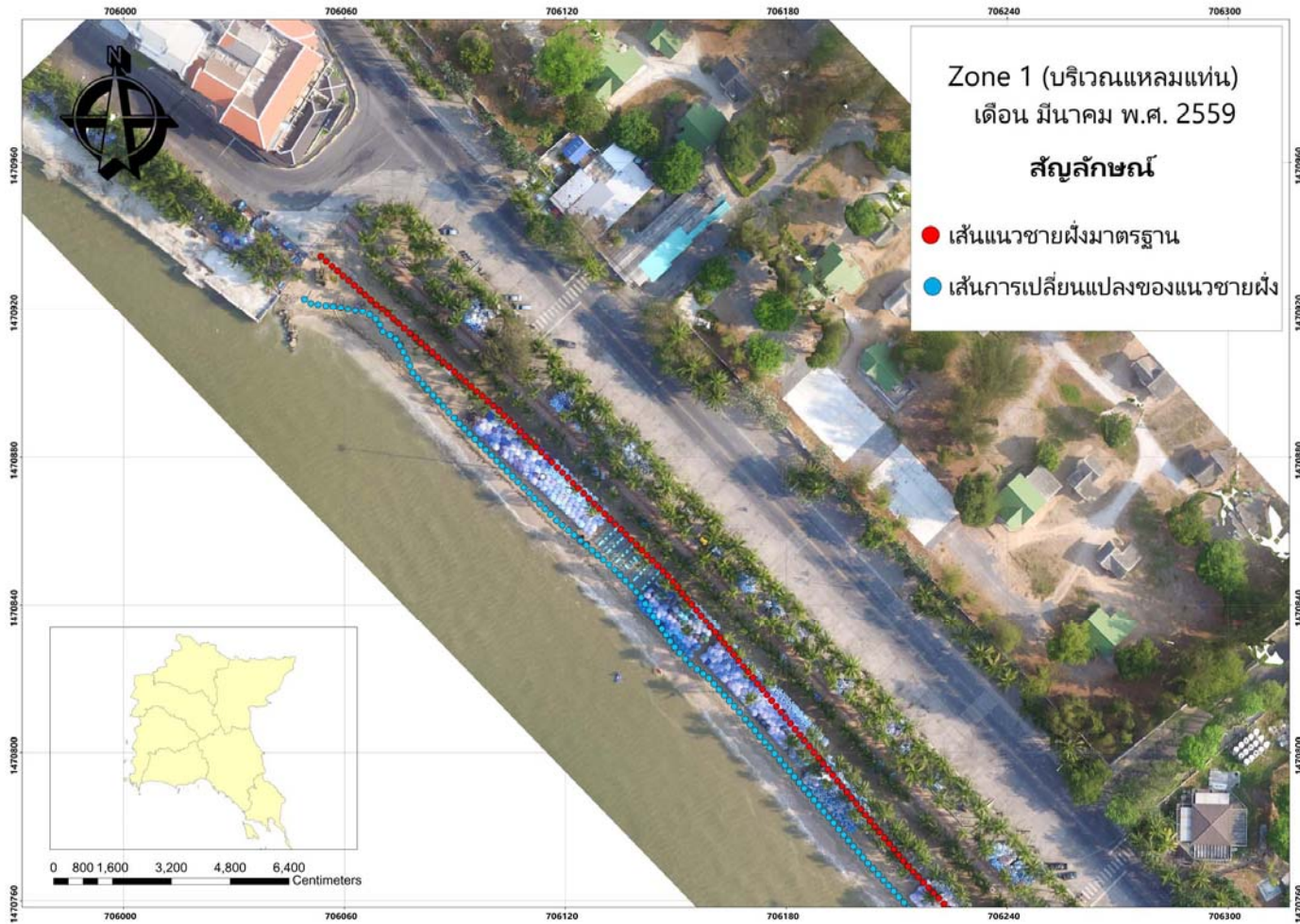




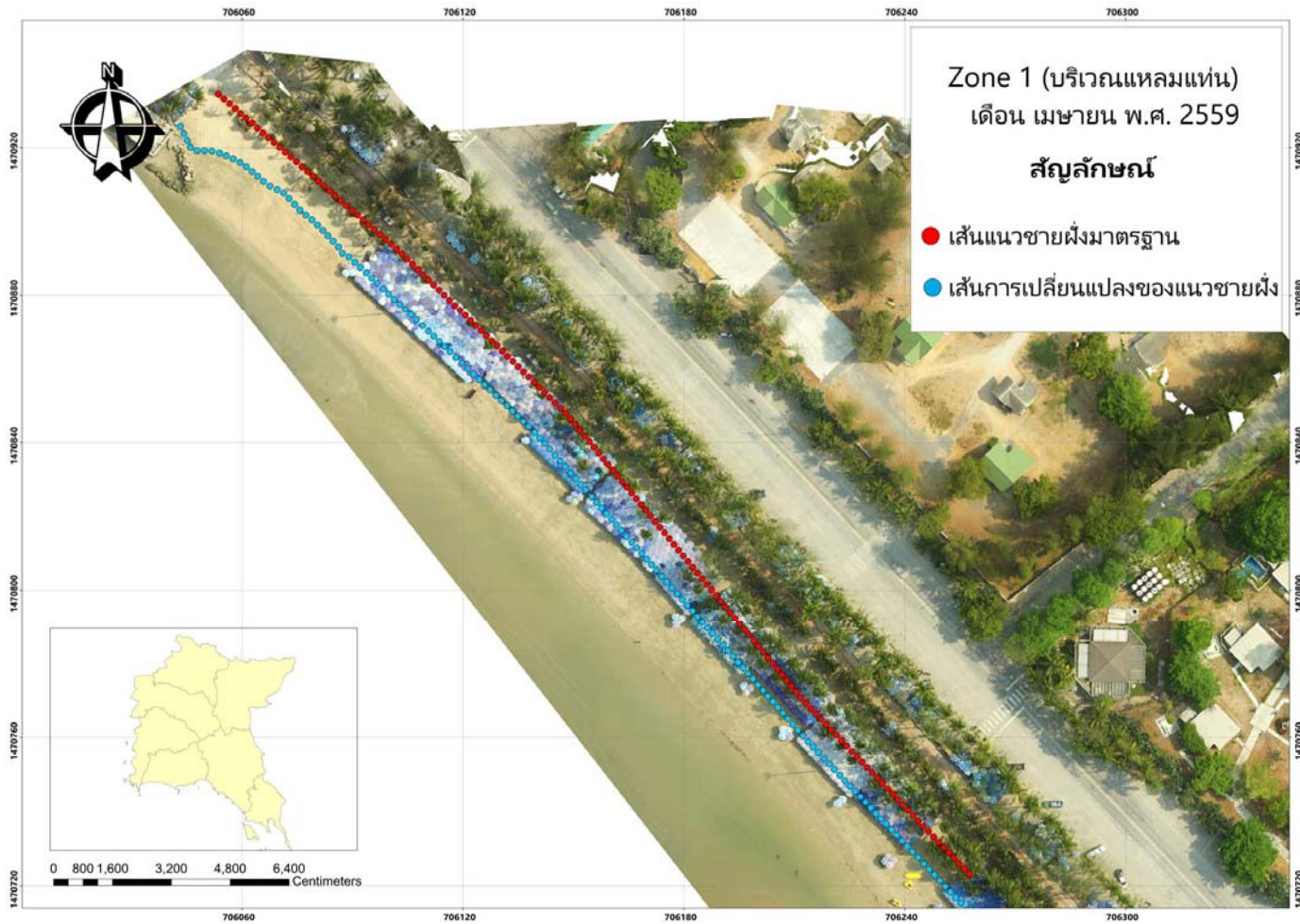
ภาพที่ ๘-9 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



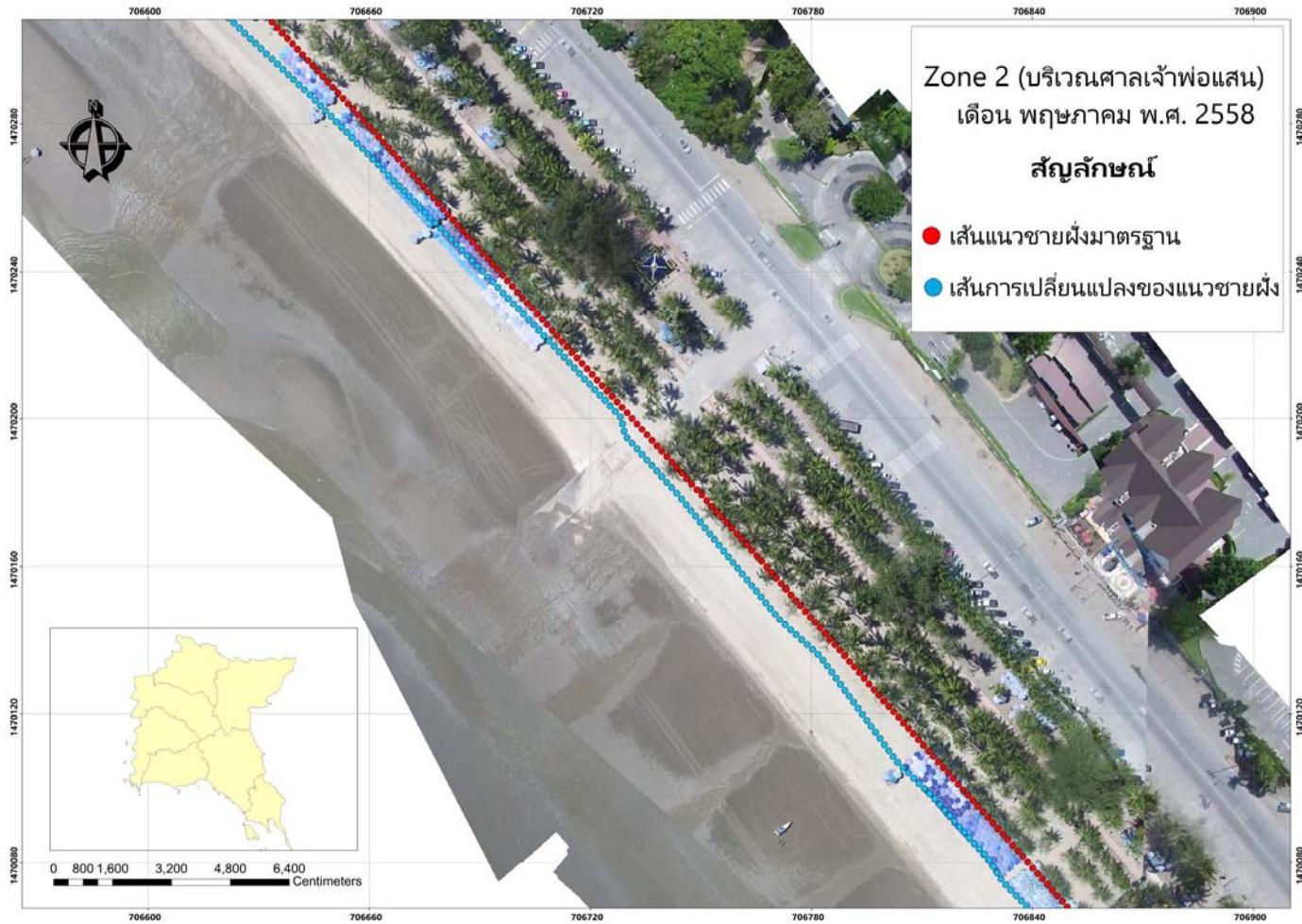
ภาพที่ ผ-10 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



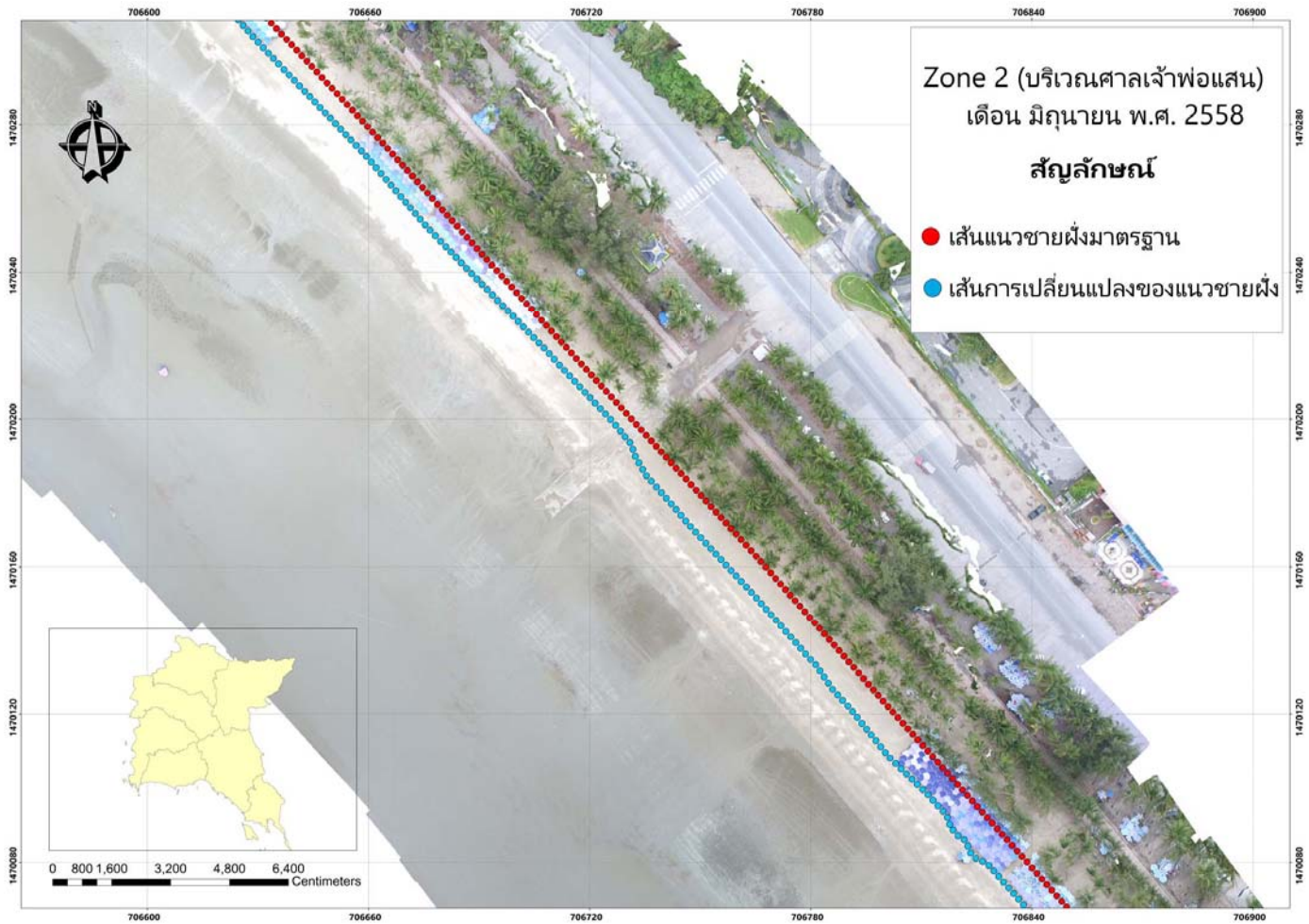
ภาพที่ ผ-11 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแทน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



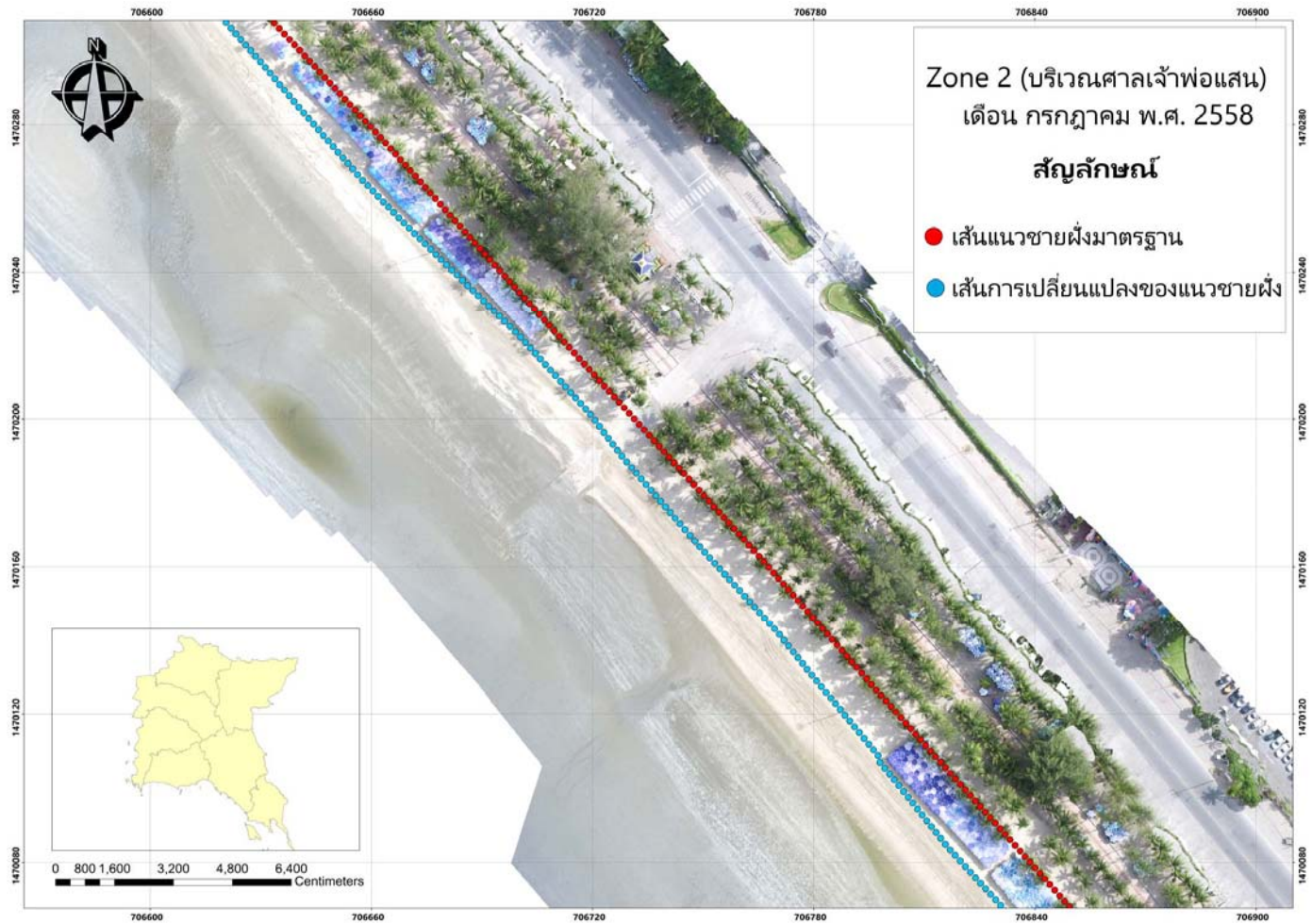
ภาพที่ ผ-12 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น เดือนเมษายน พ.ศ. 2559



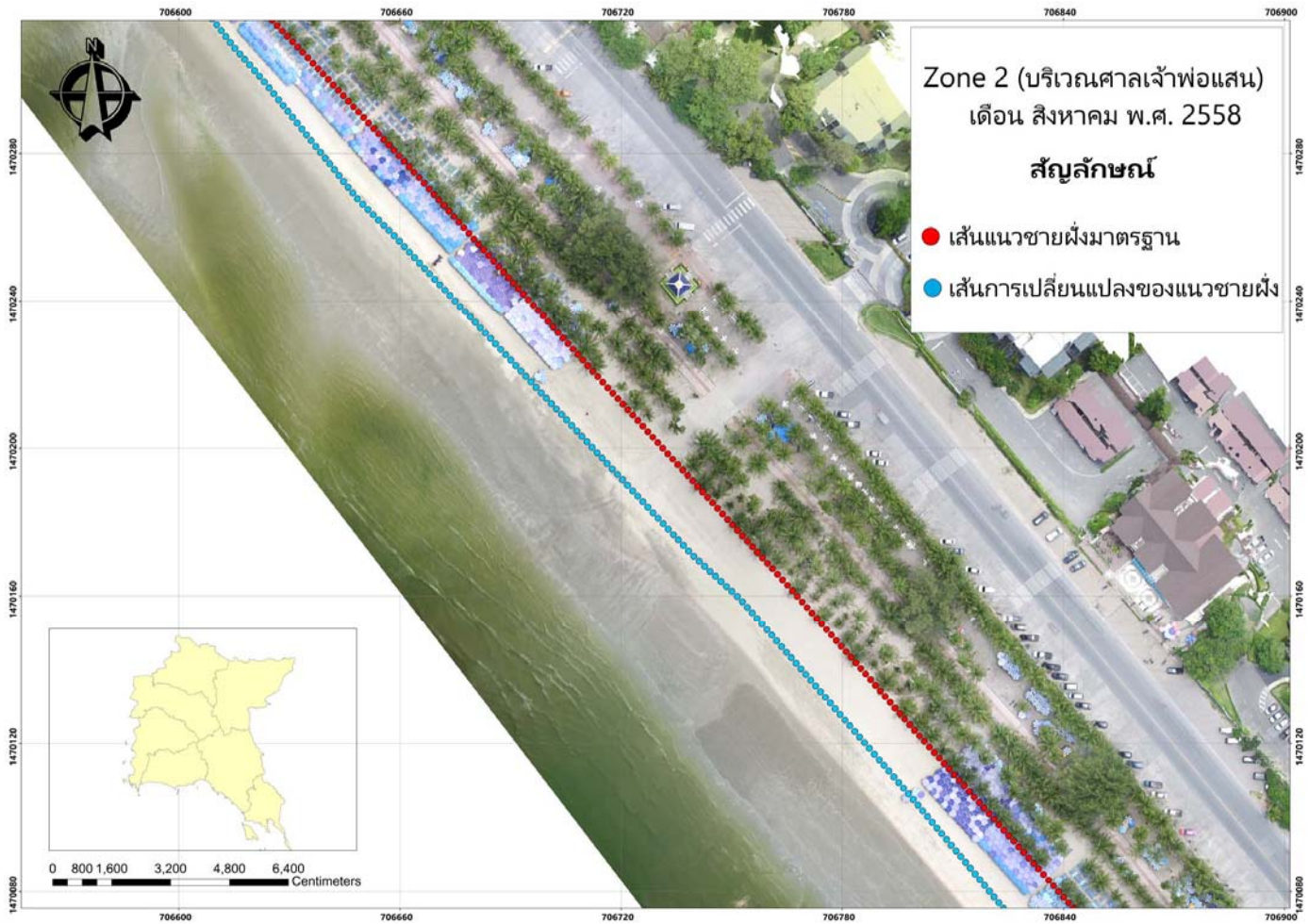
ภาพที่ ผ-13 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ ผ-14 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

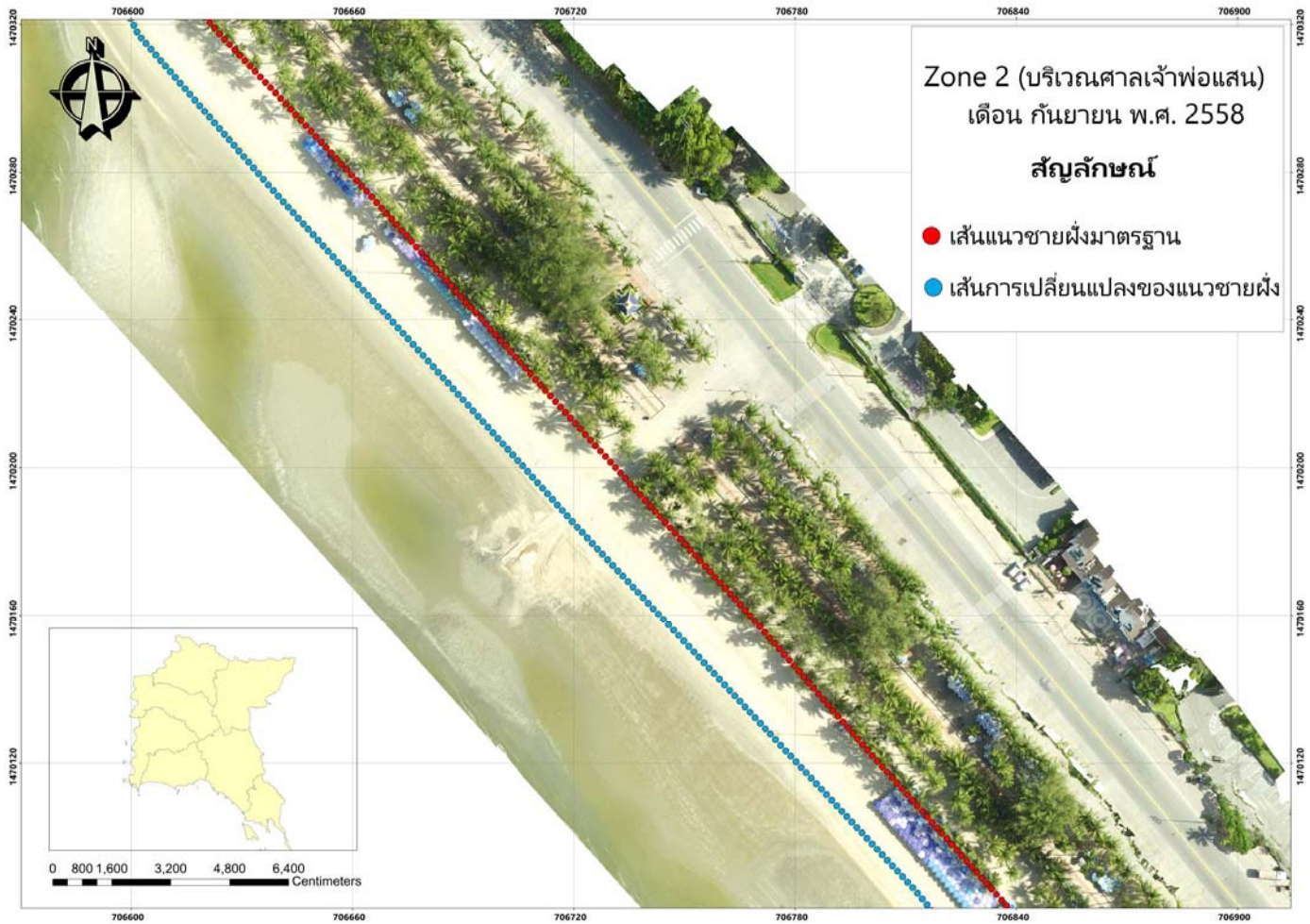


ภาพที่ ผ-15 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

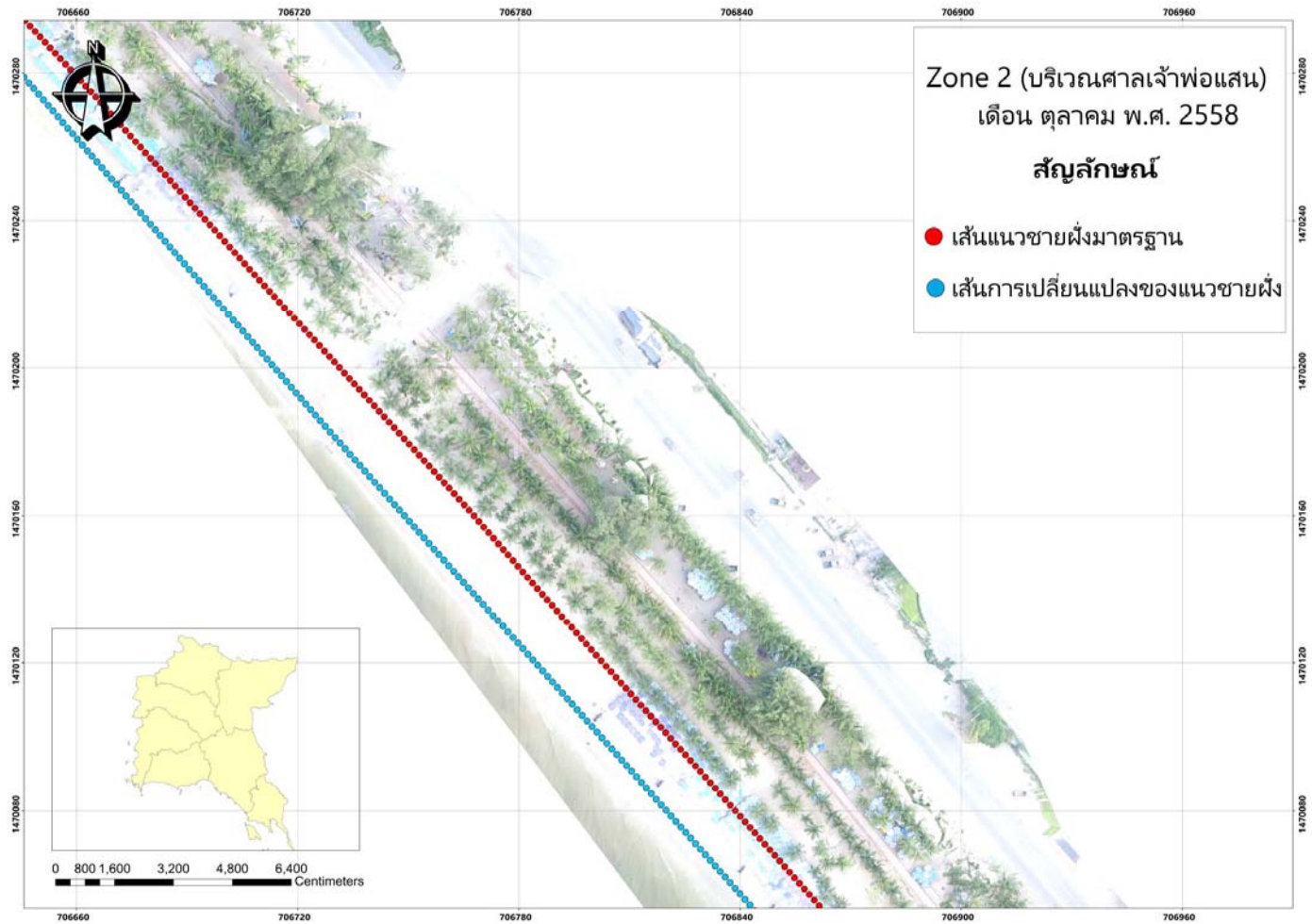


ภาพที่ ผ-16 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

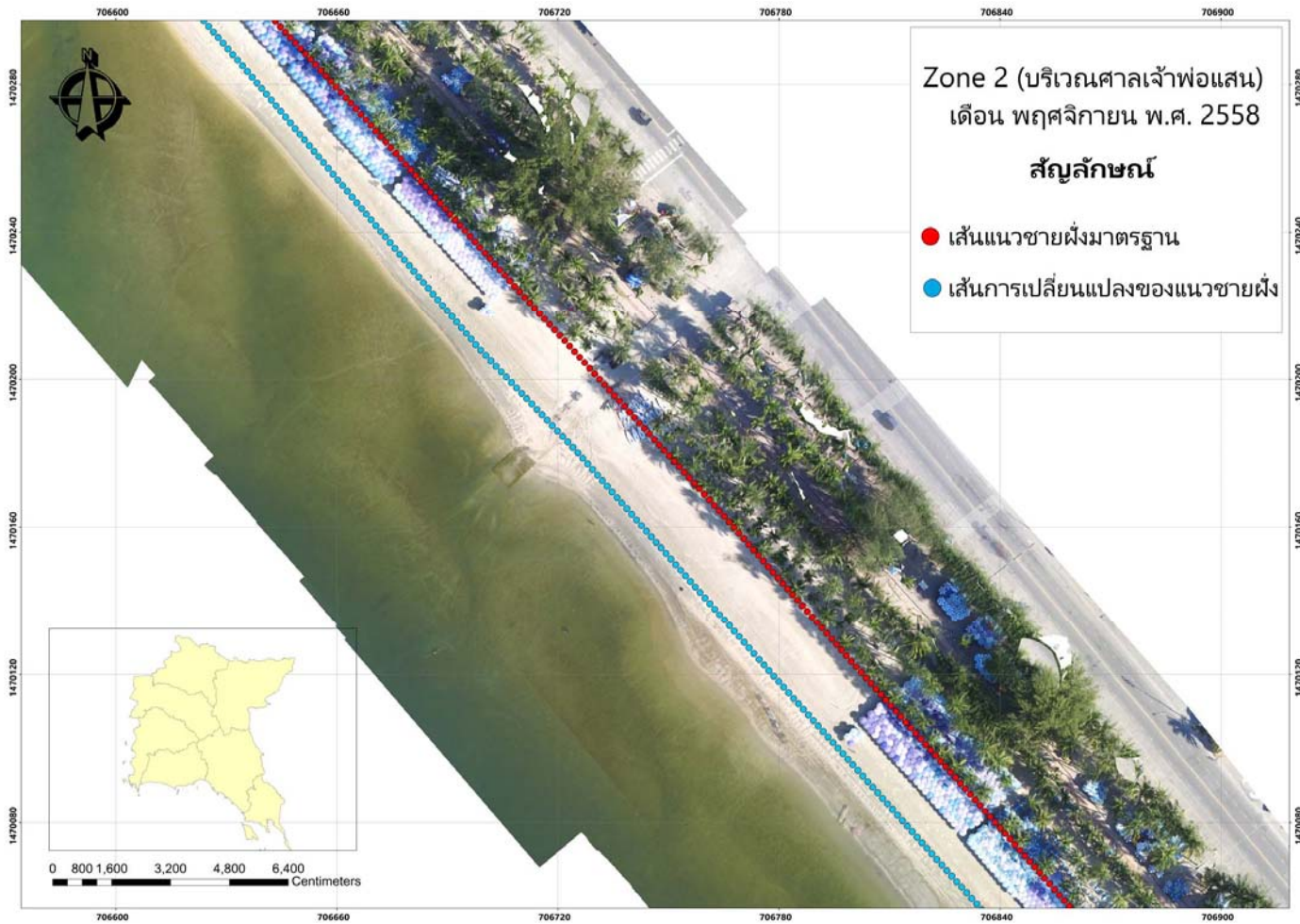




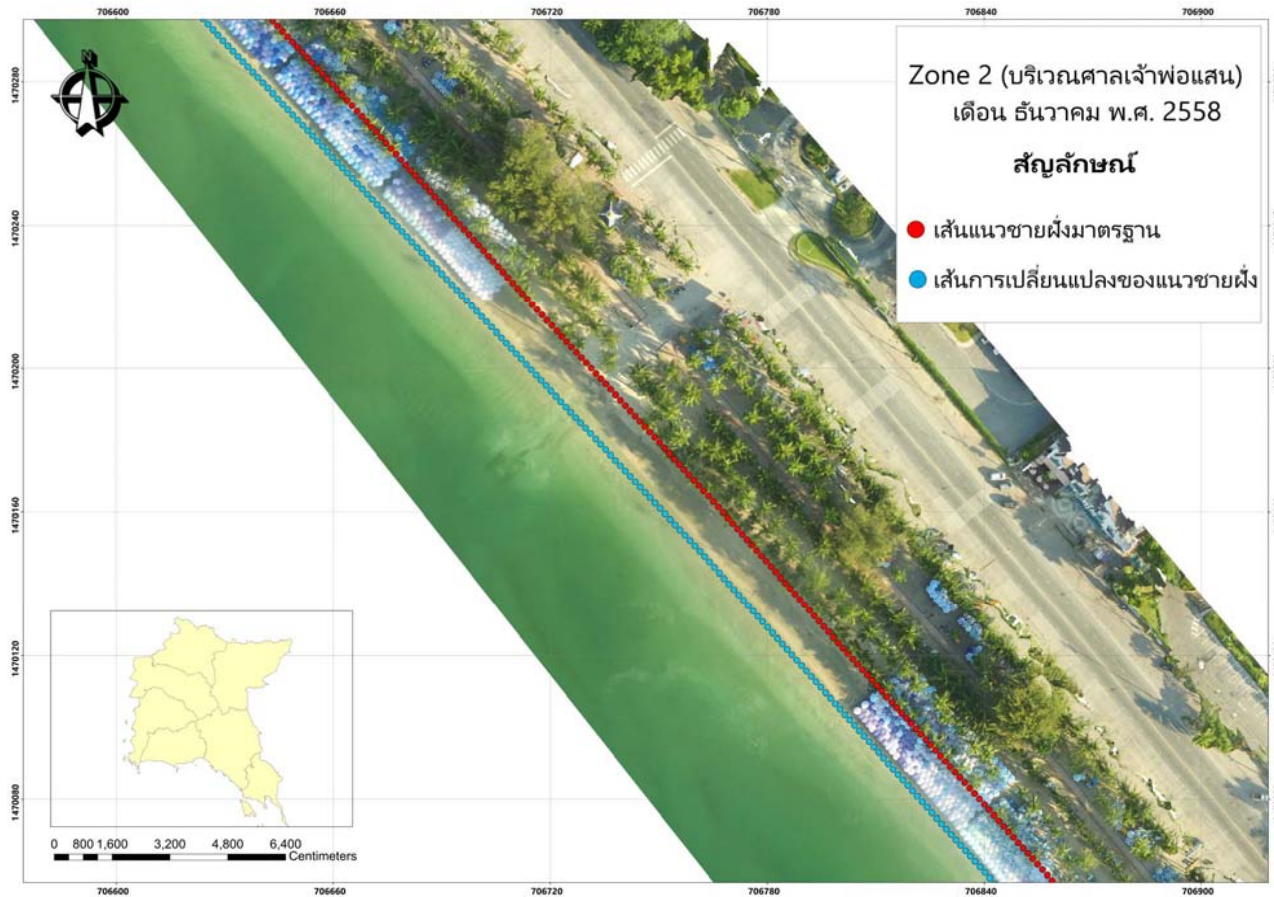
ภาพที่ ผ-17 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนกันยายน พ.ศ. 2558



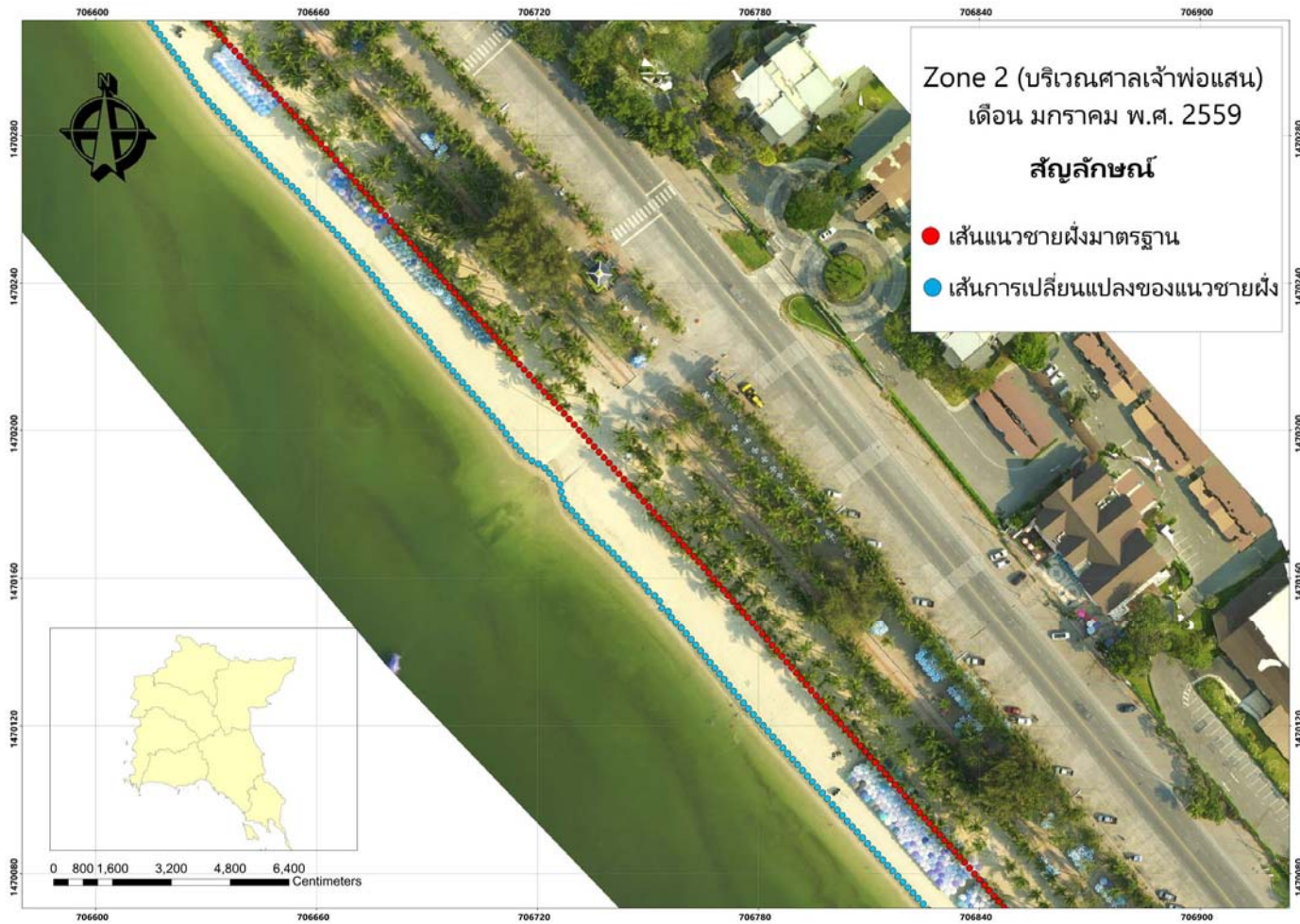
ภาพที่ ผ-18 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558



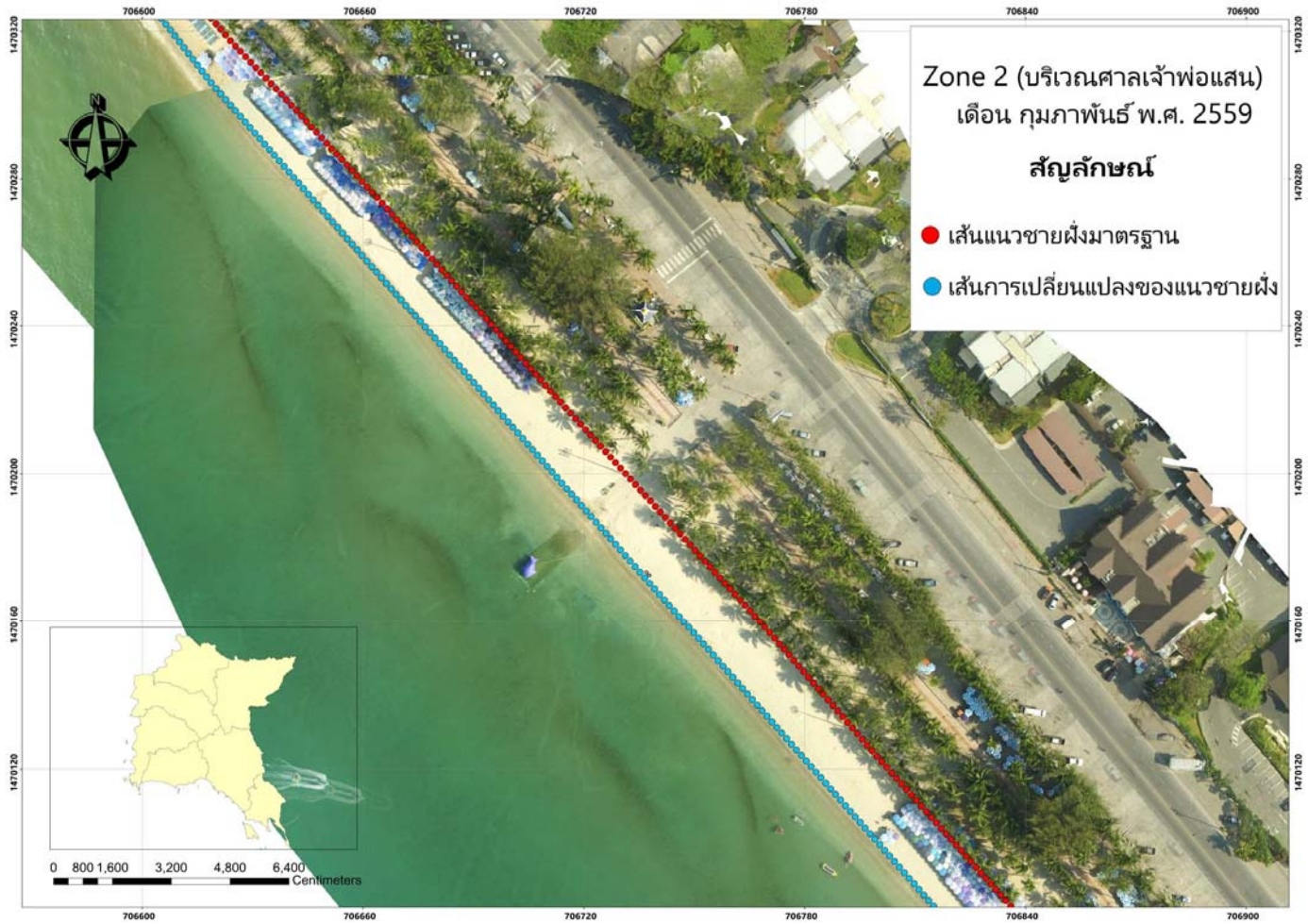
ภาพที่ ผ-19 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558



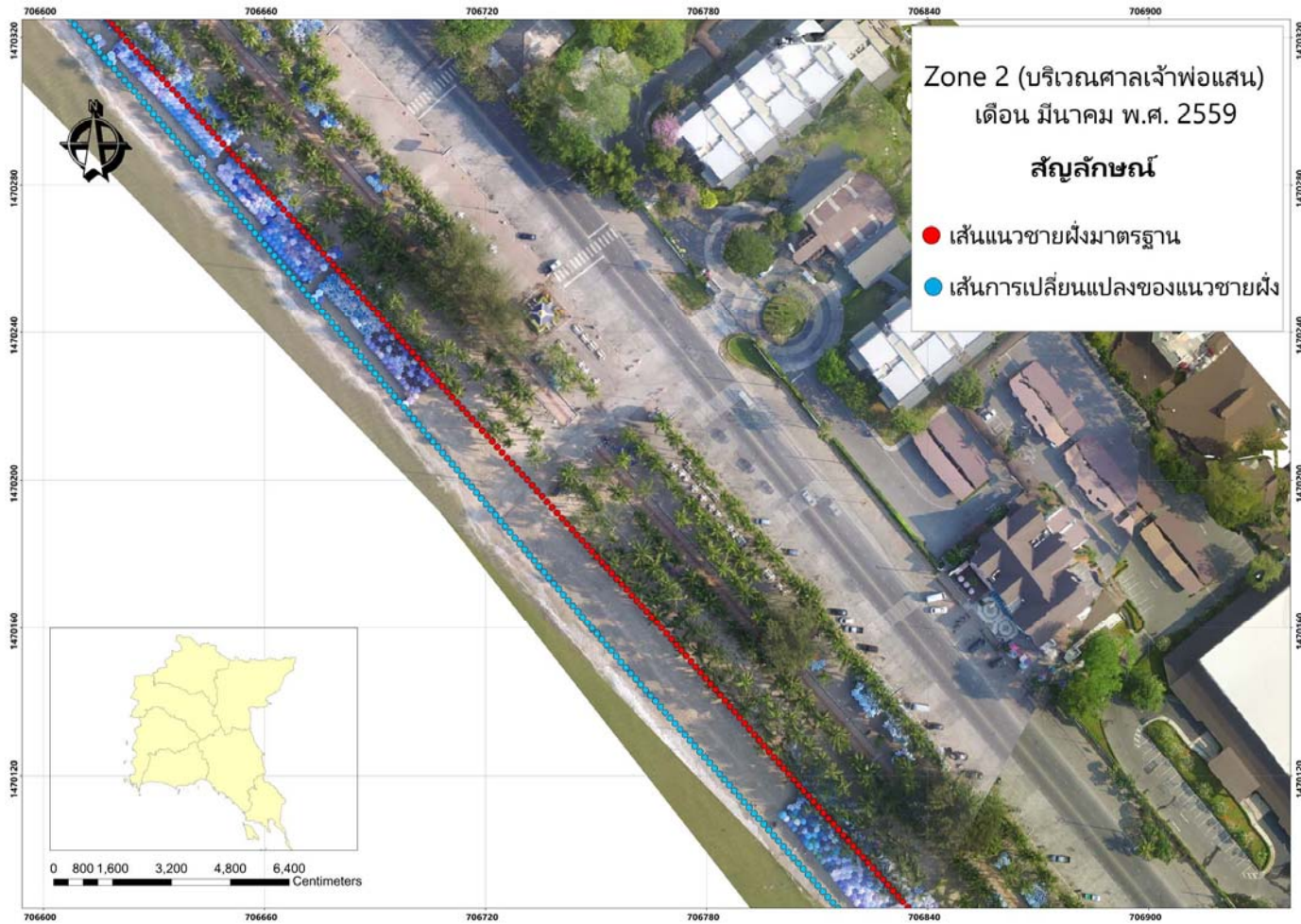
ภาพที่ ผ-20 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558



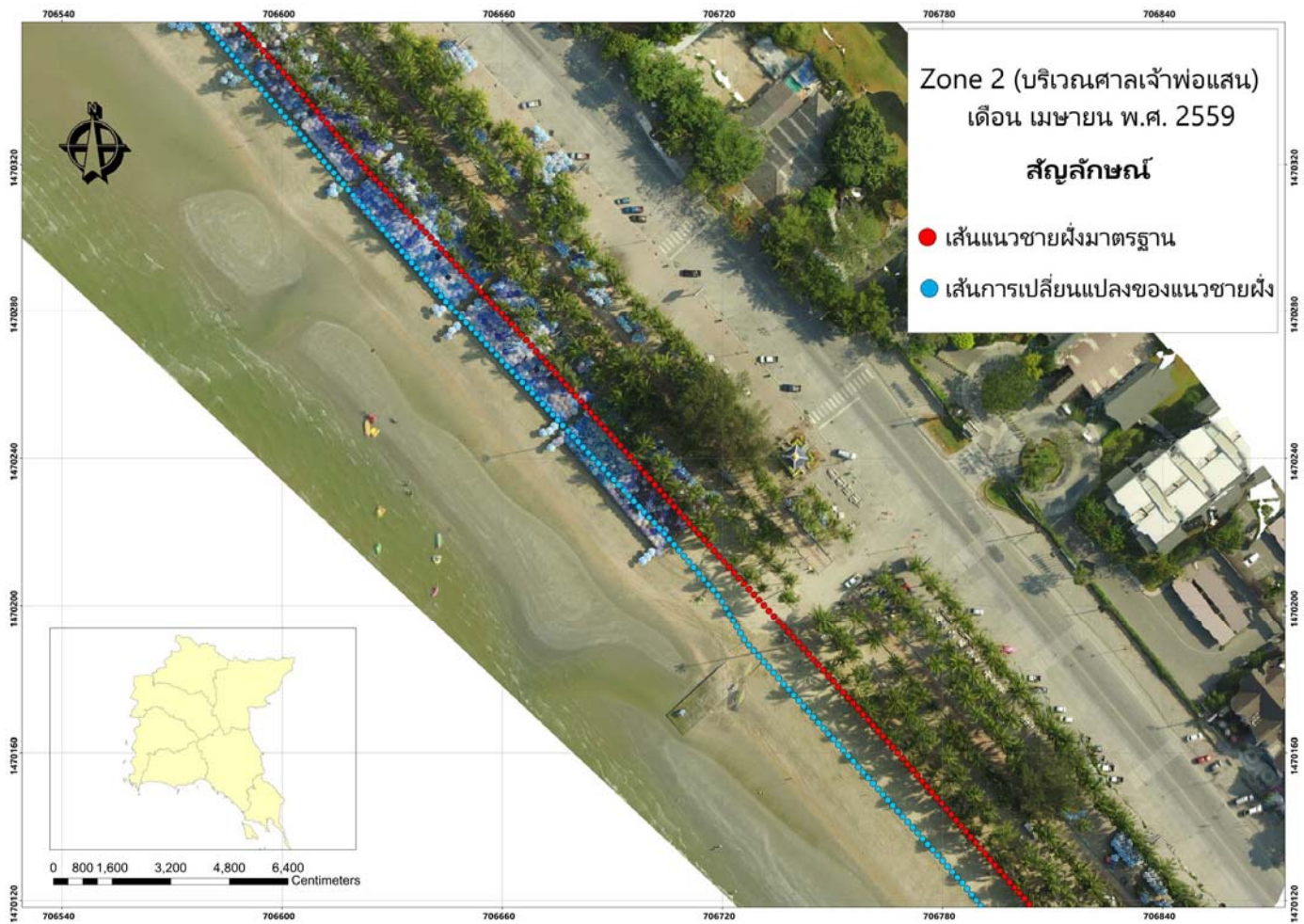
ภาพที่ ผ-21 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



ภาพที่ ผ-22 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

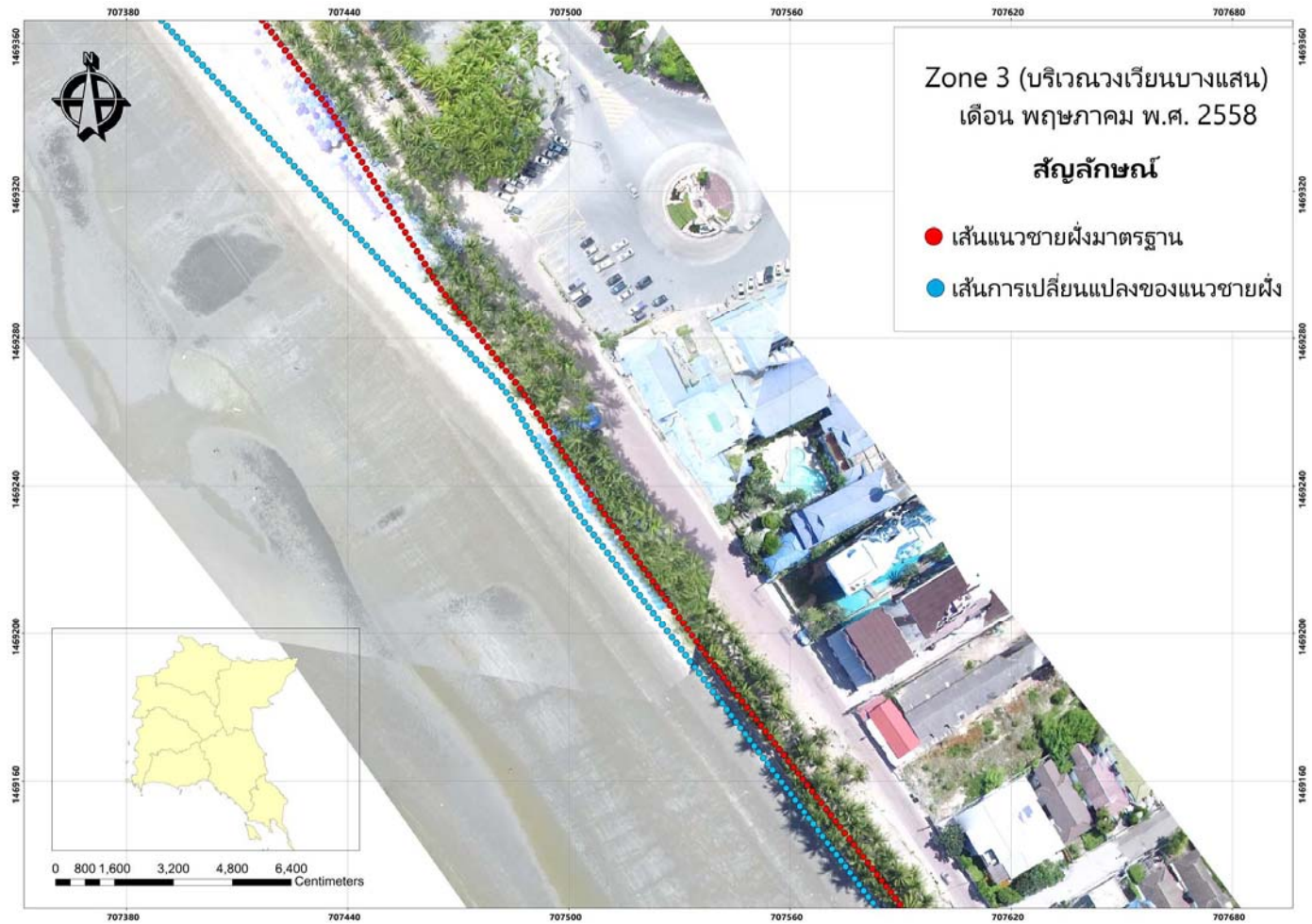


ภาพที่ ผ-23 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



ภาพที่ ผ-24 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณศาลเจ้าพ่อแสน เดือนเมษายน พ.ศ. 2559

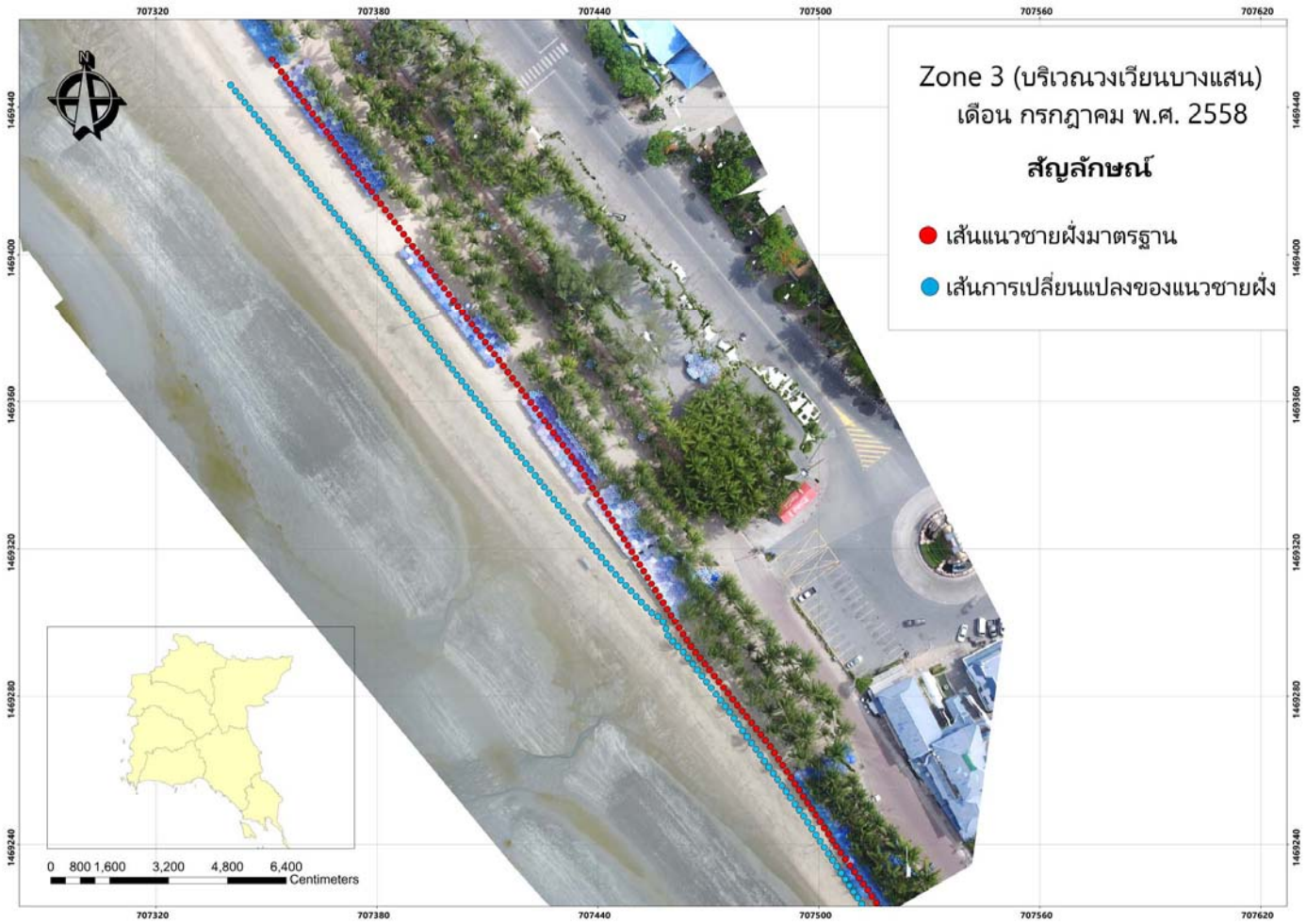




ภาพที่ ผ-25 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ ผ-26 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558



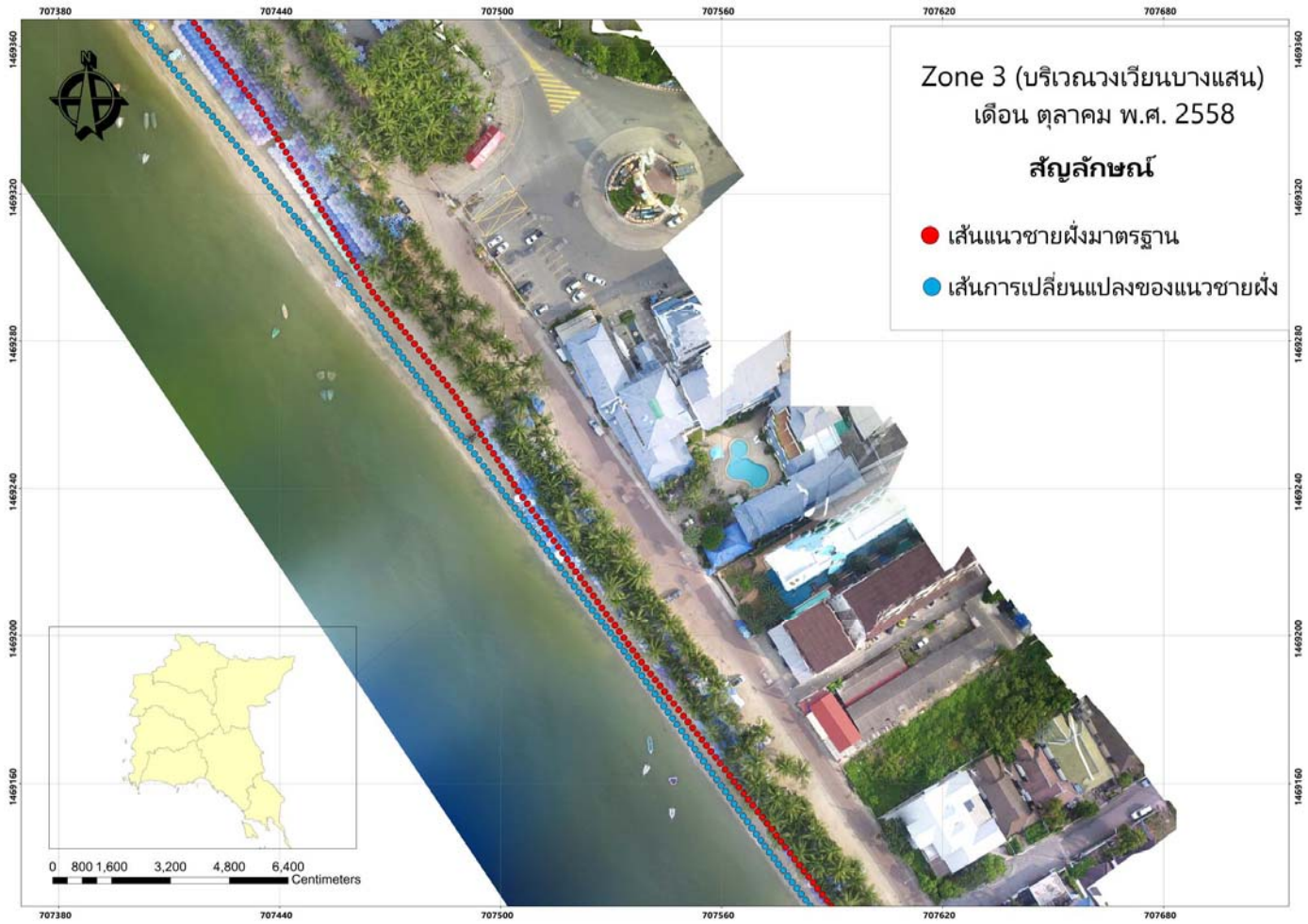
ภาพที่ ผ-27 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558



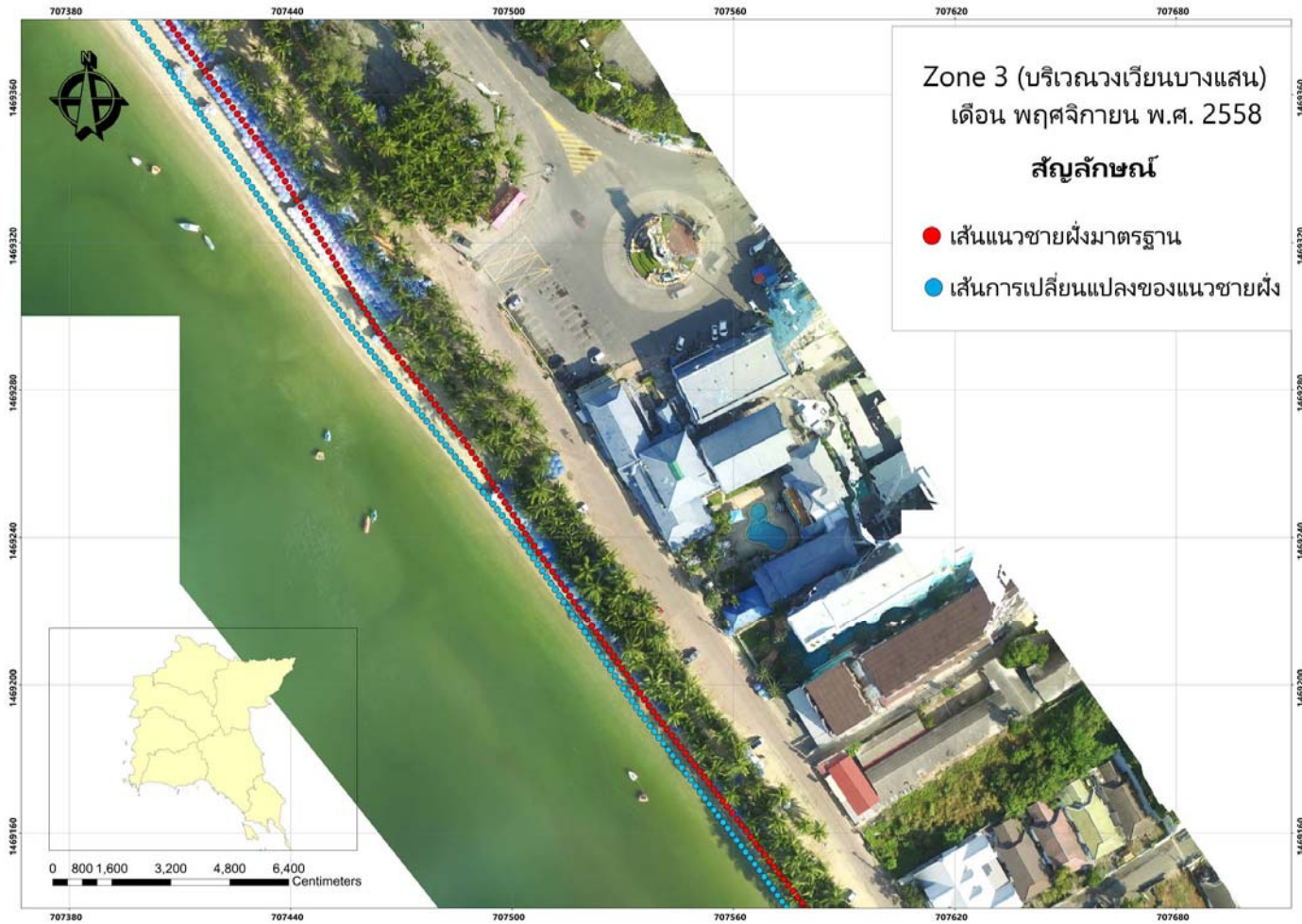
ภาพที่ ผ-28 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558



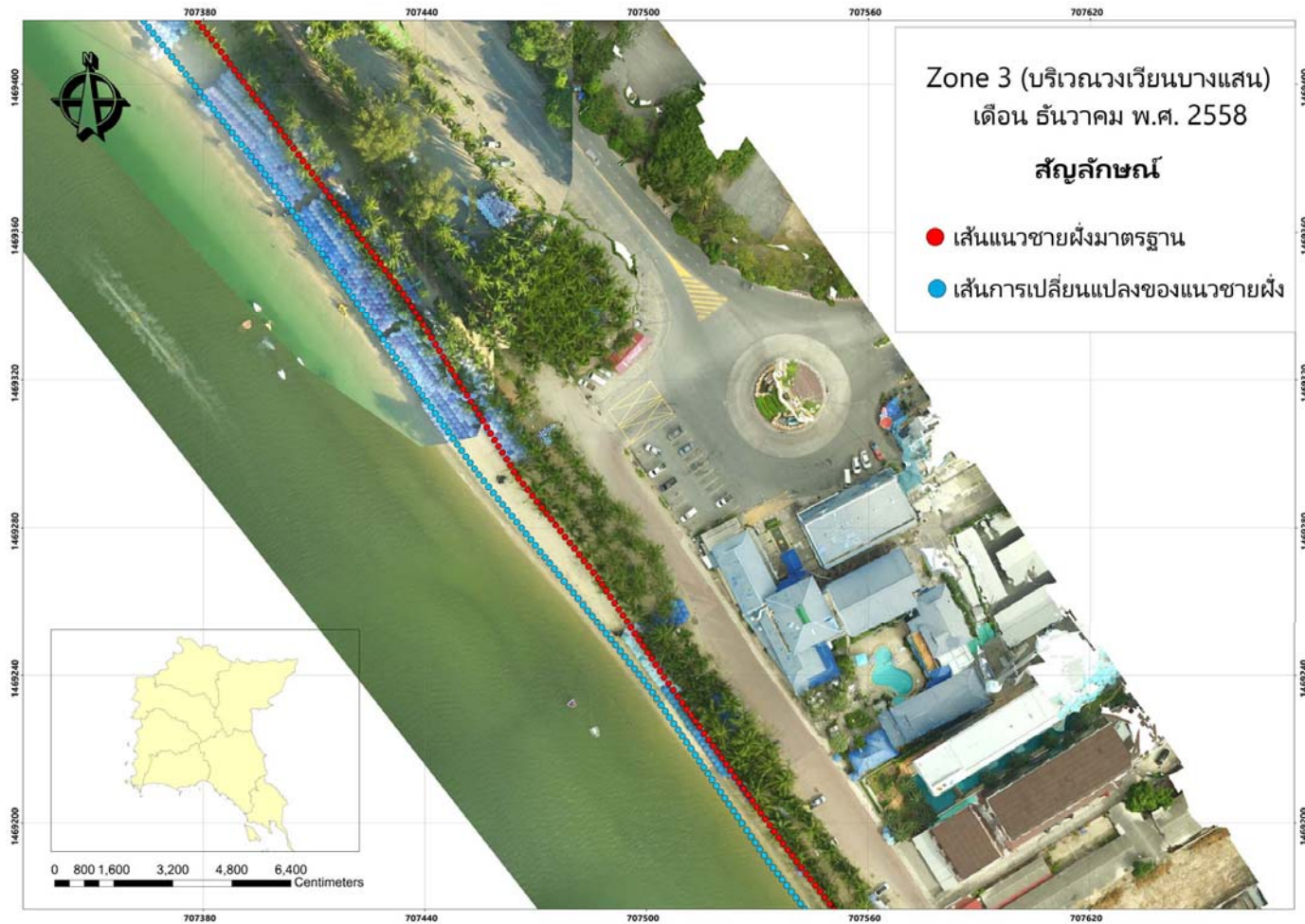
ภาพที่ ผ-29 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนกันยายน พ.ศ. 2558



ภาพที่ ผ-30 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

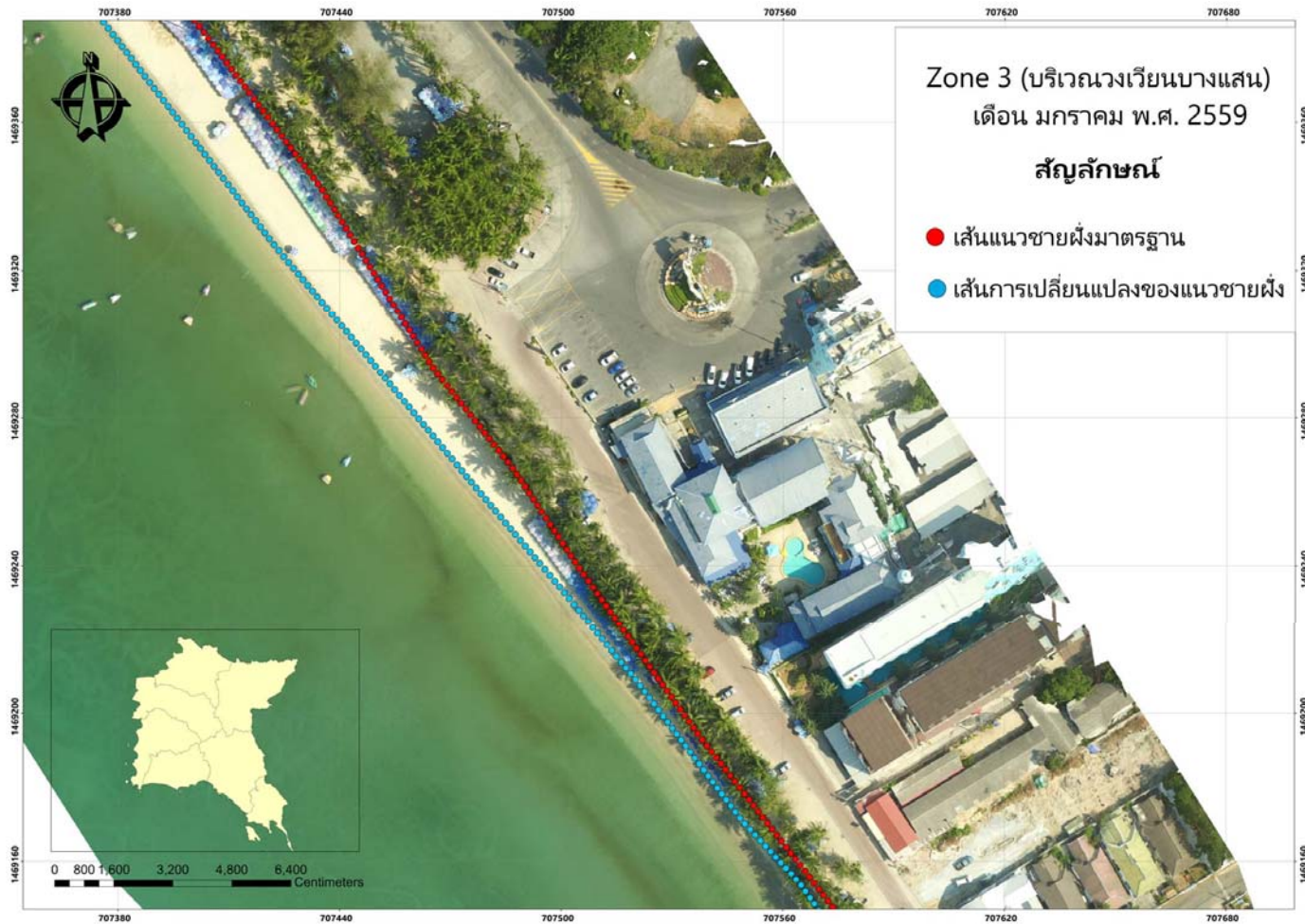


ภาพที่ ผ-31 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

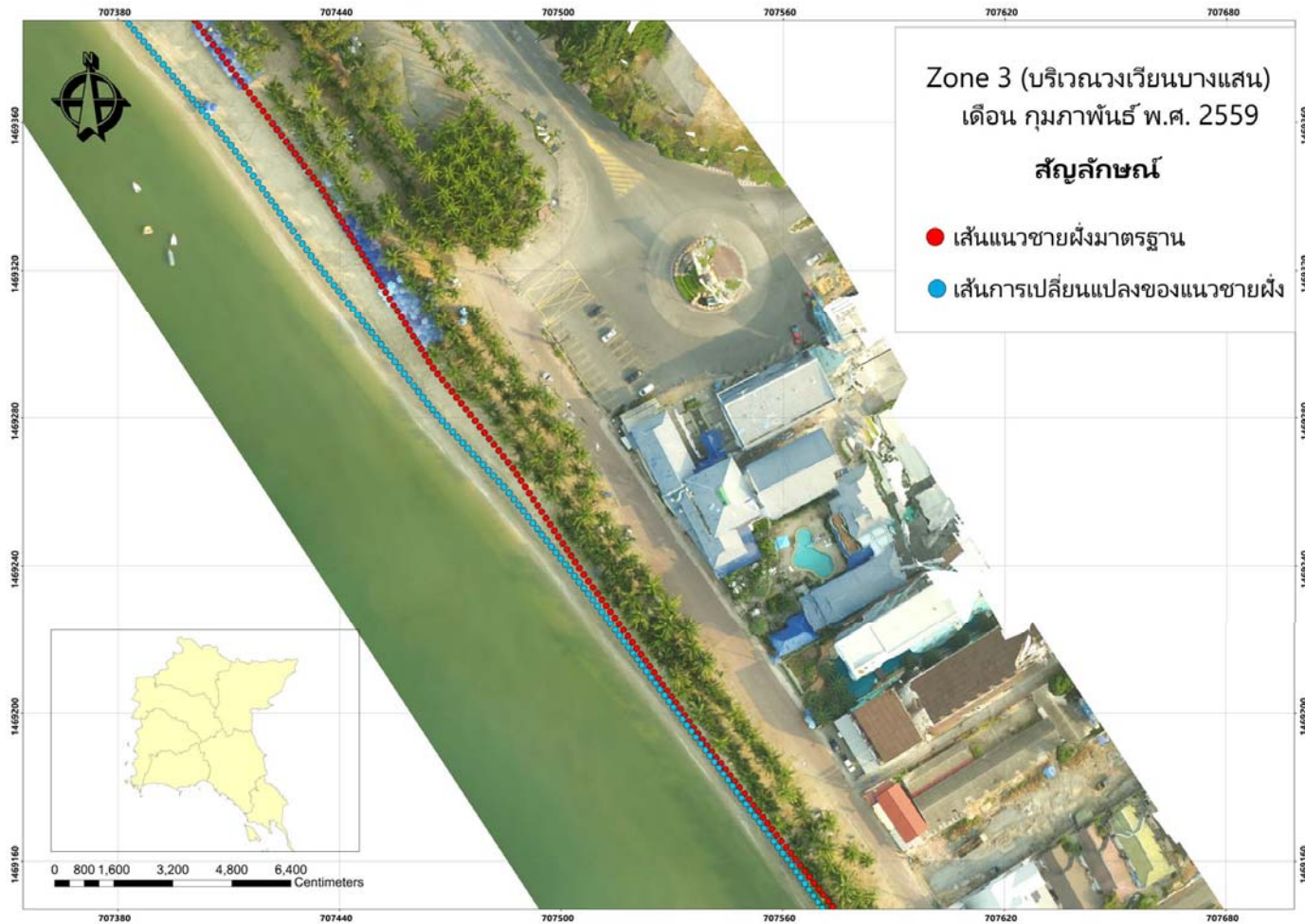


ภาพที่ ผ-32 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

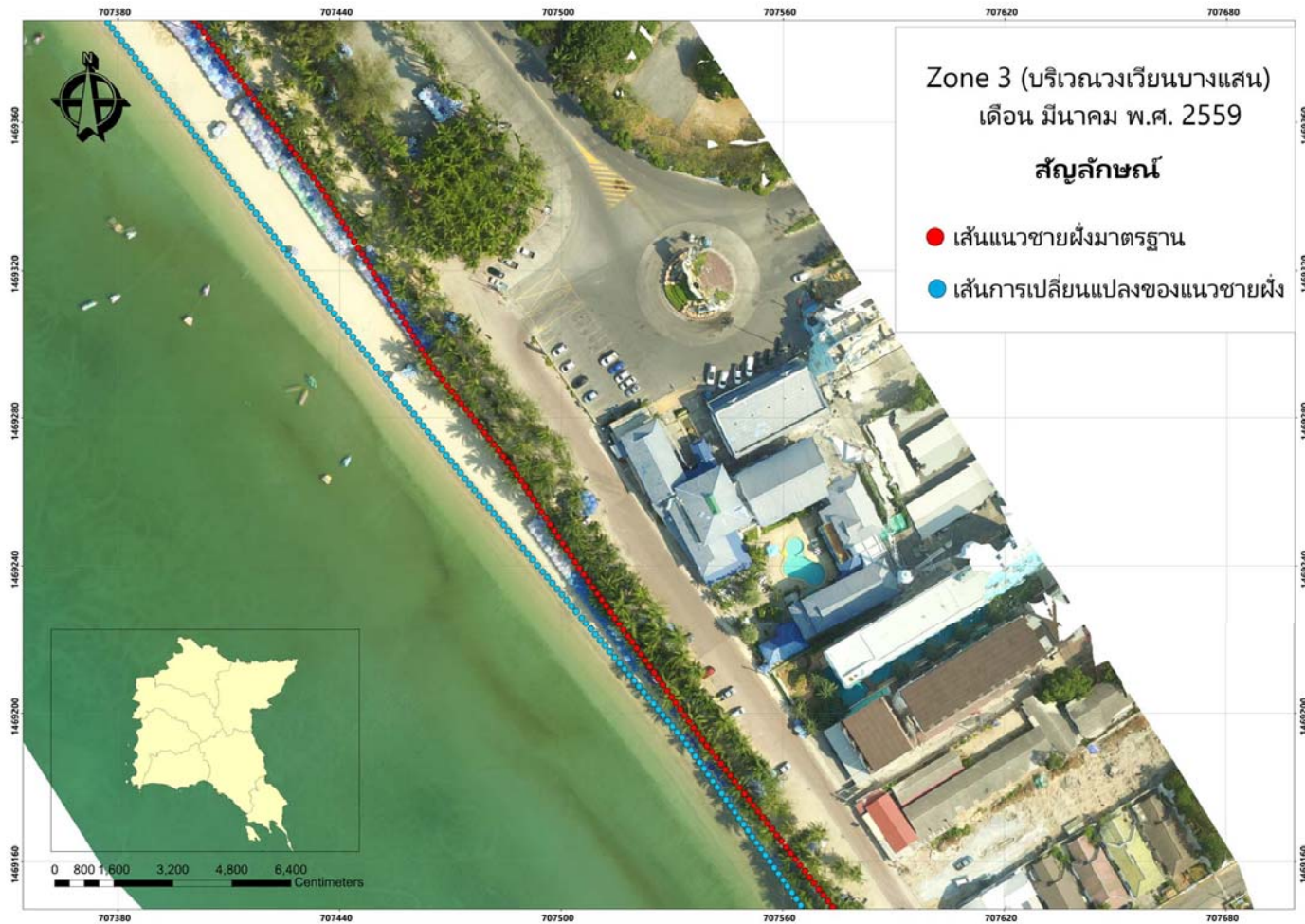




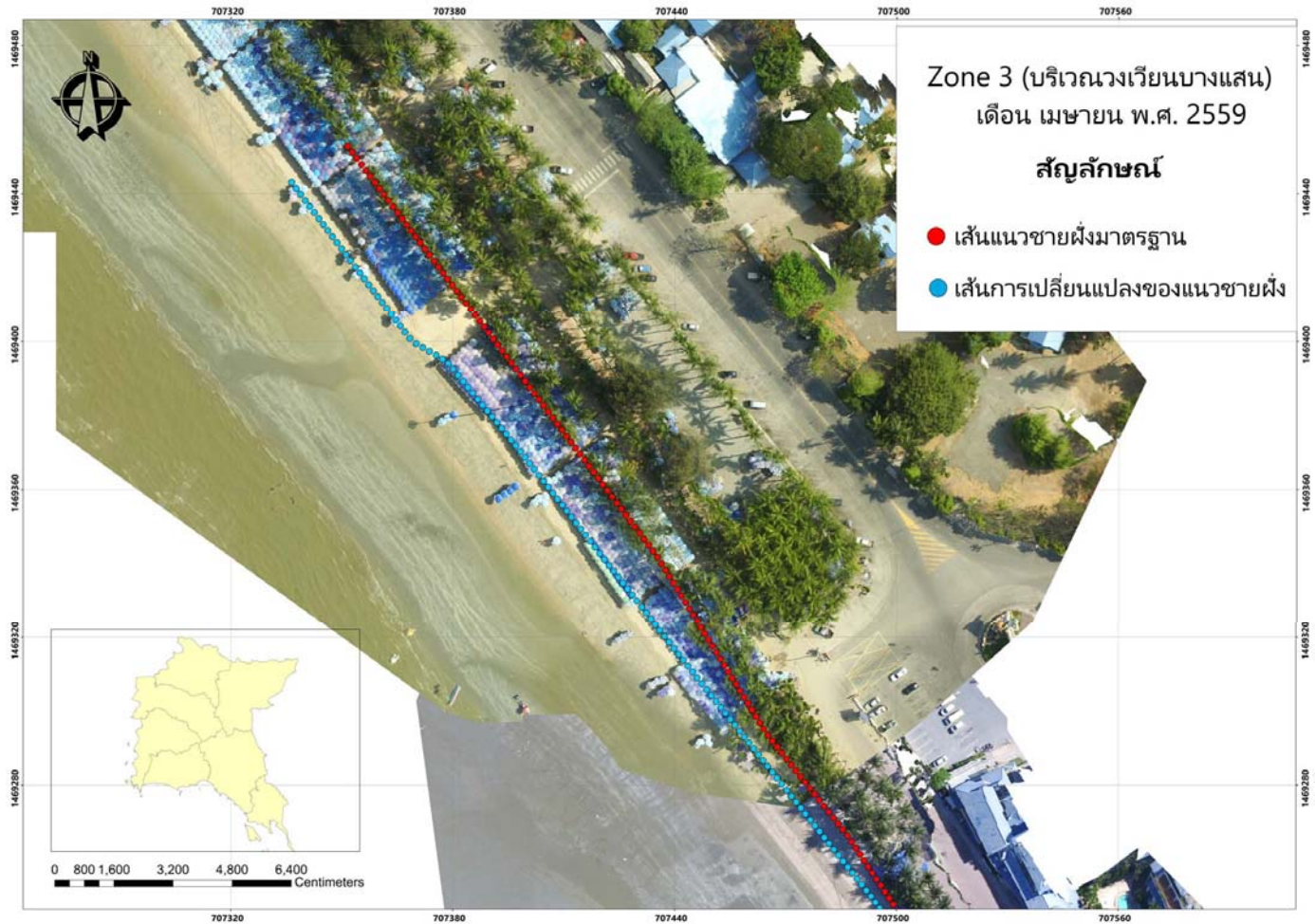
ภาพที่ ผ-33 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนมกราคม พ.ศ. 2560



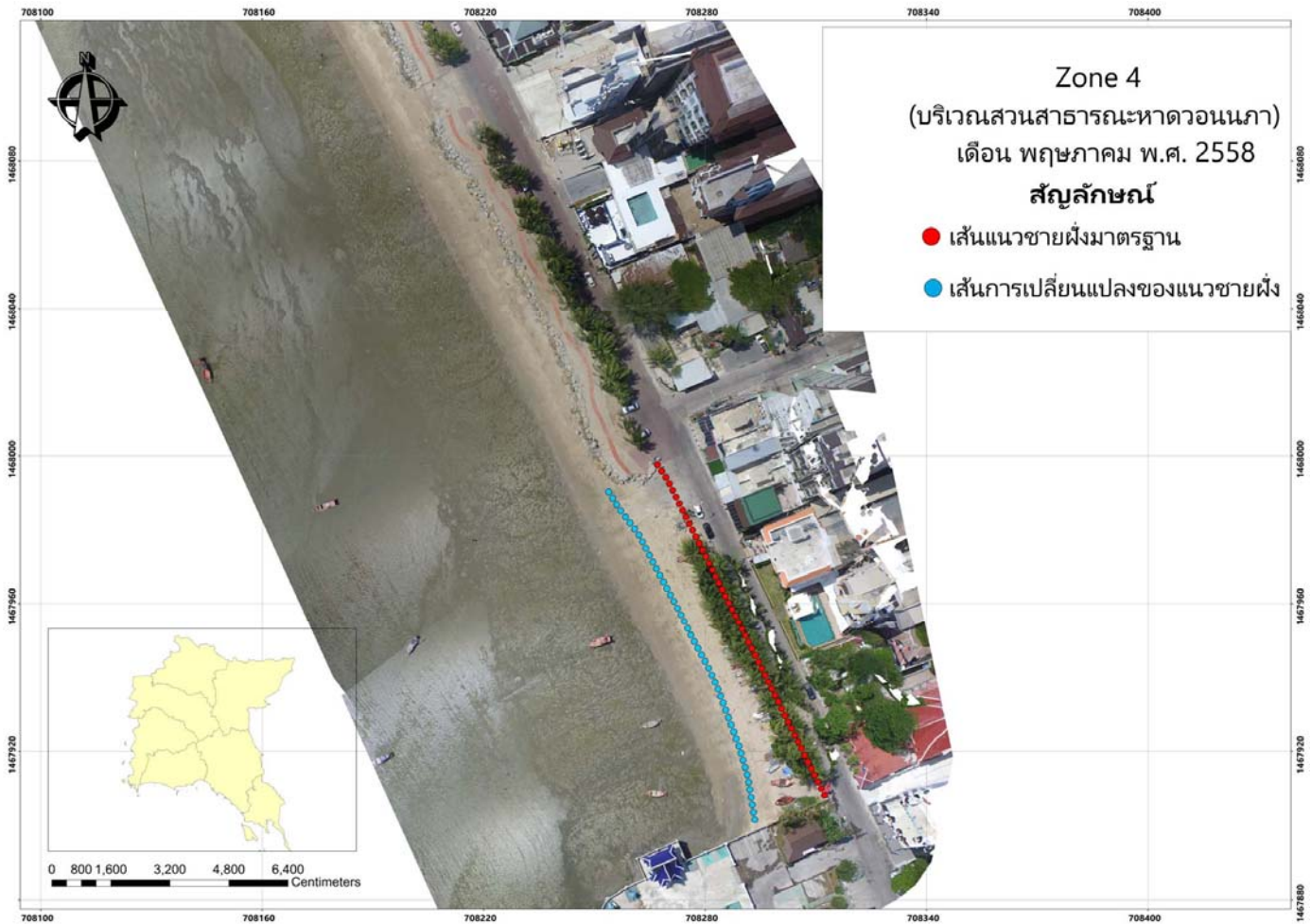
ภาพที่ ผ-34 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560



ภาพที่ ผ-35 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560



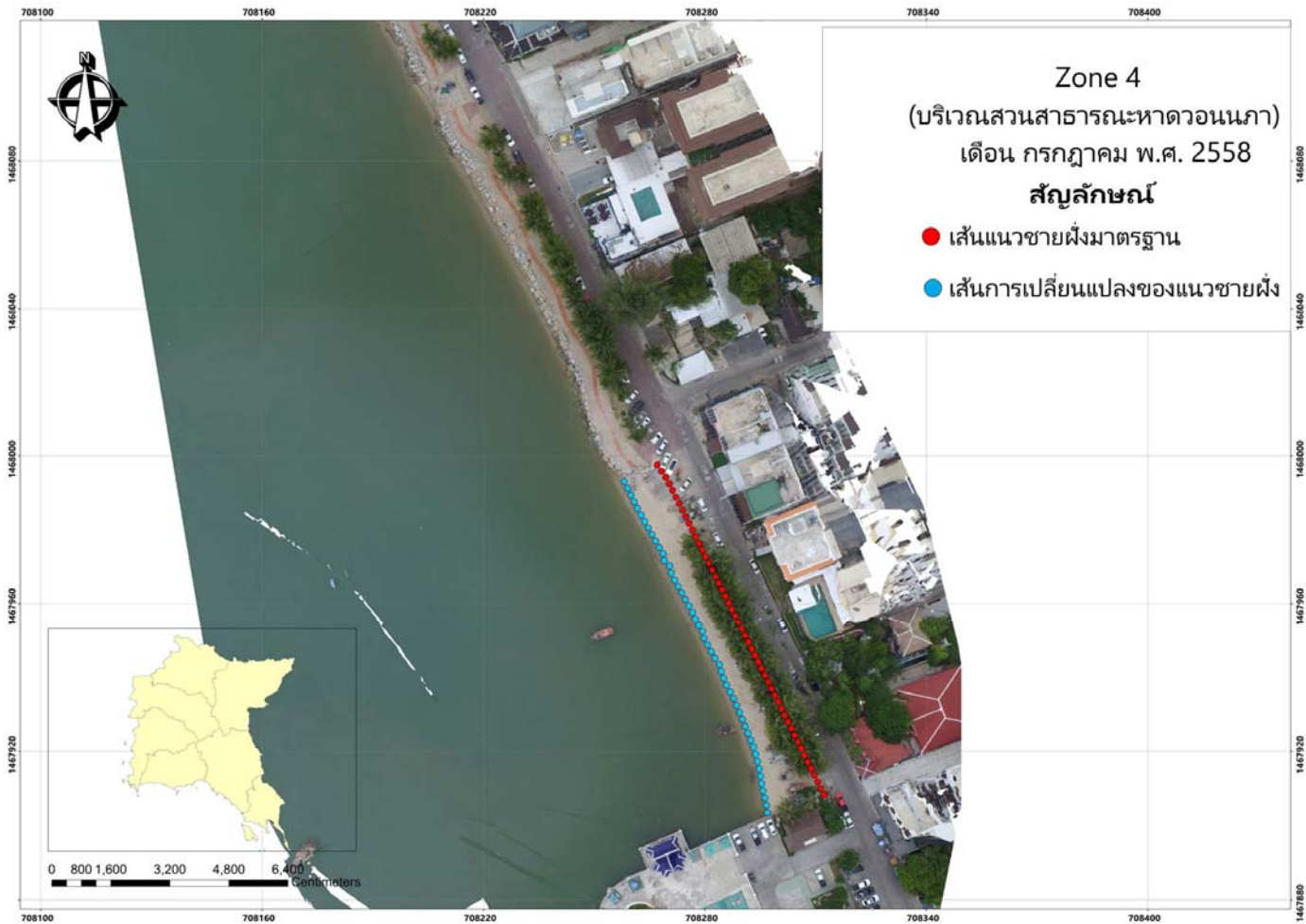
ภาพที่ ผ-36 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนบางแสนเดือนเมษายน พ.ศ. 2560



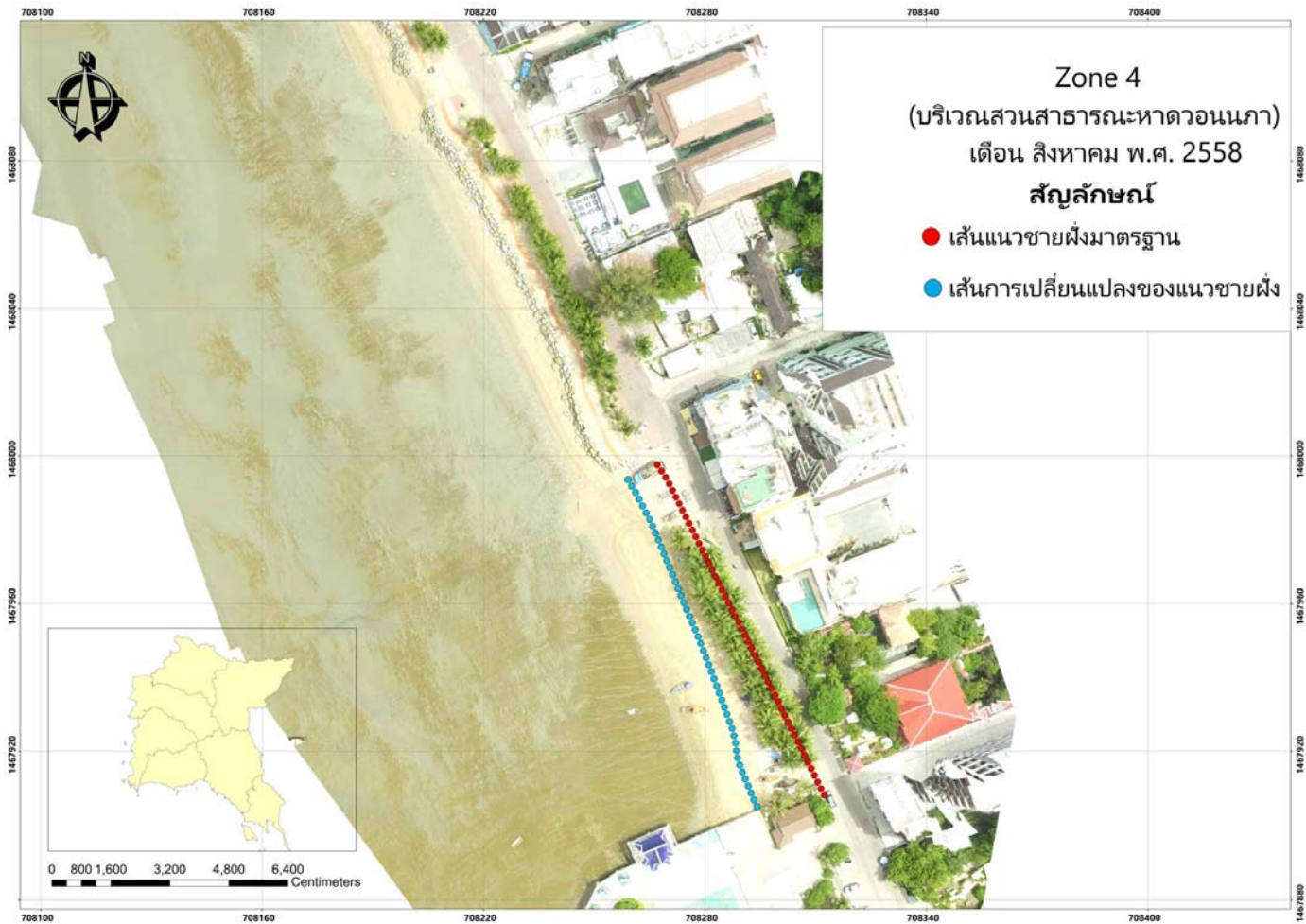
ภาพที่ ผ-37 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ ผ-38 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนกา เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

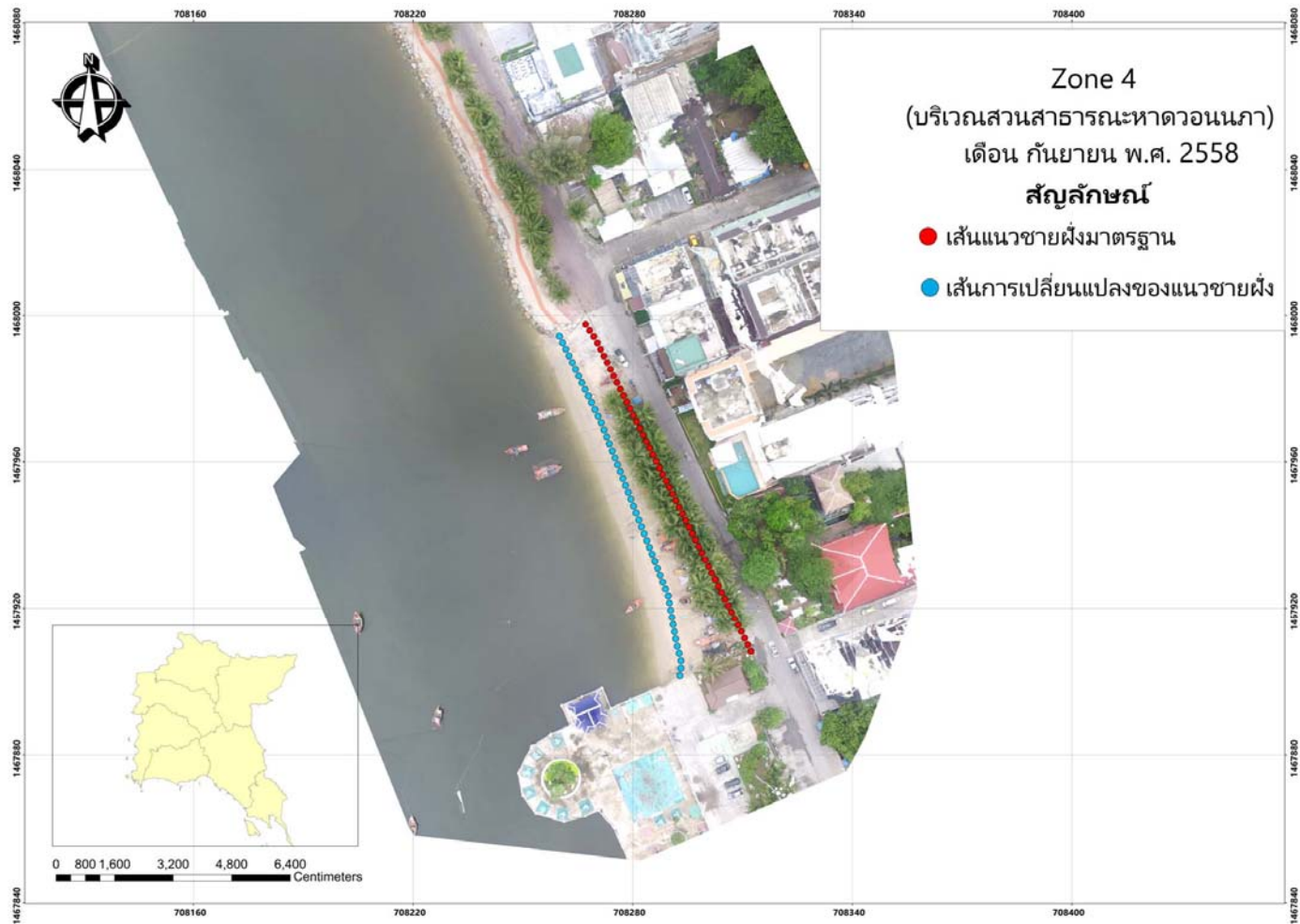


ภาพที่ ผ-39 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

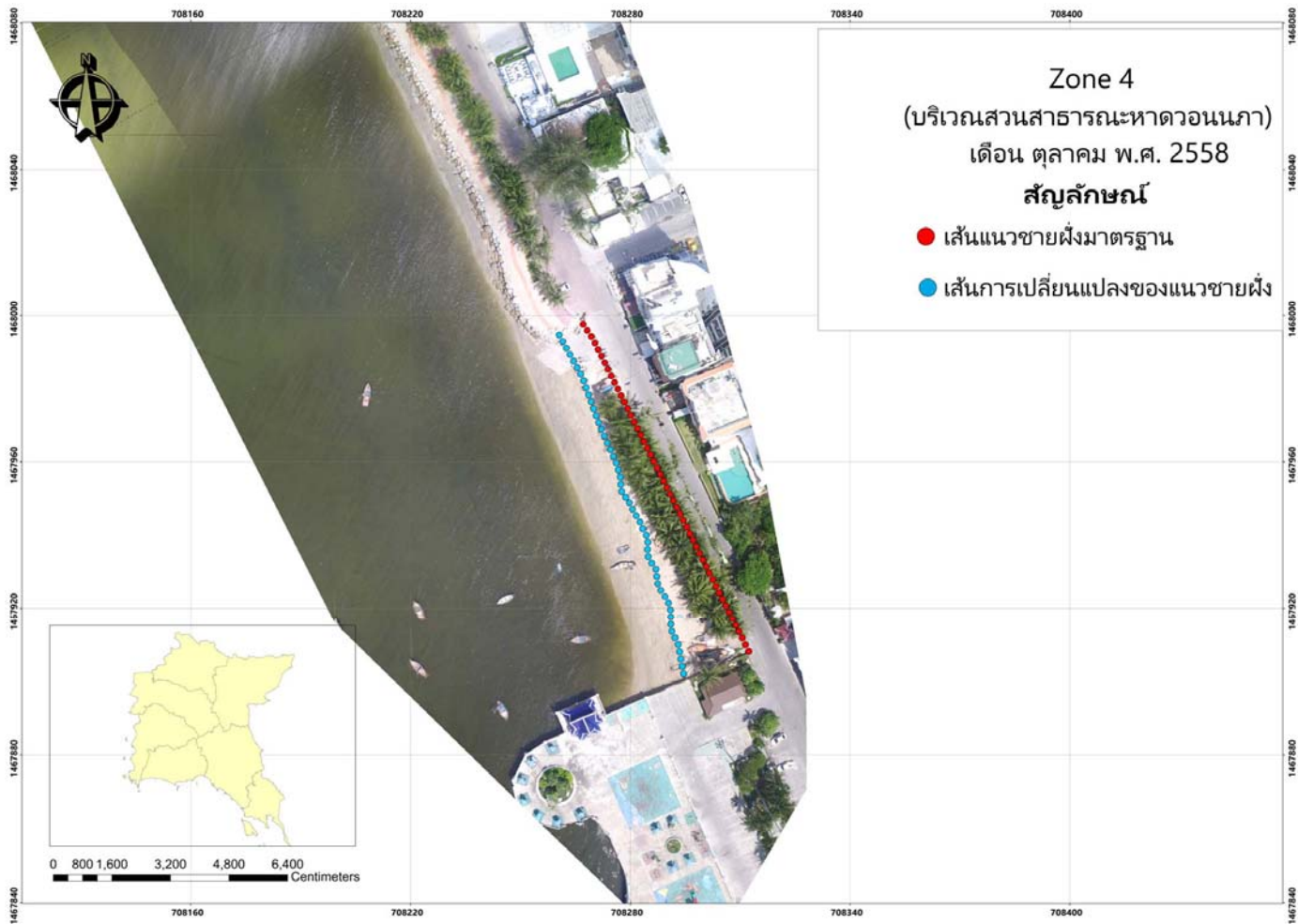


ภาพที่ ผ-40 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณวงเวียนสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

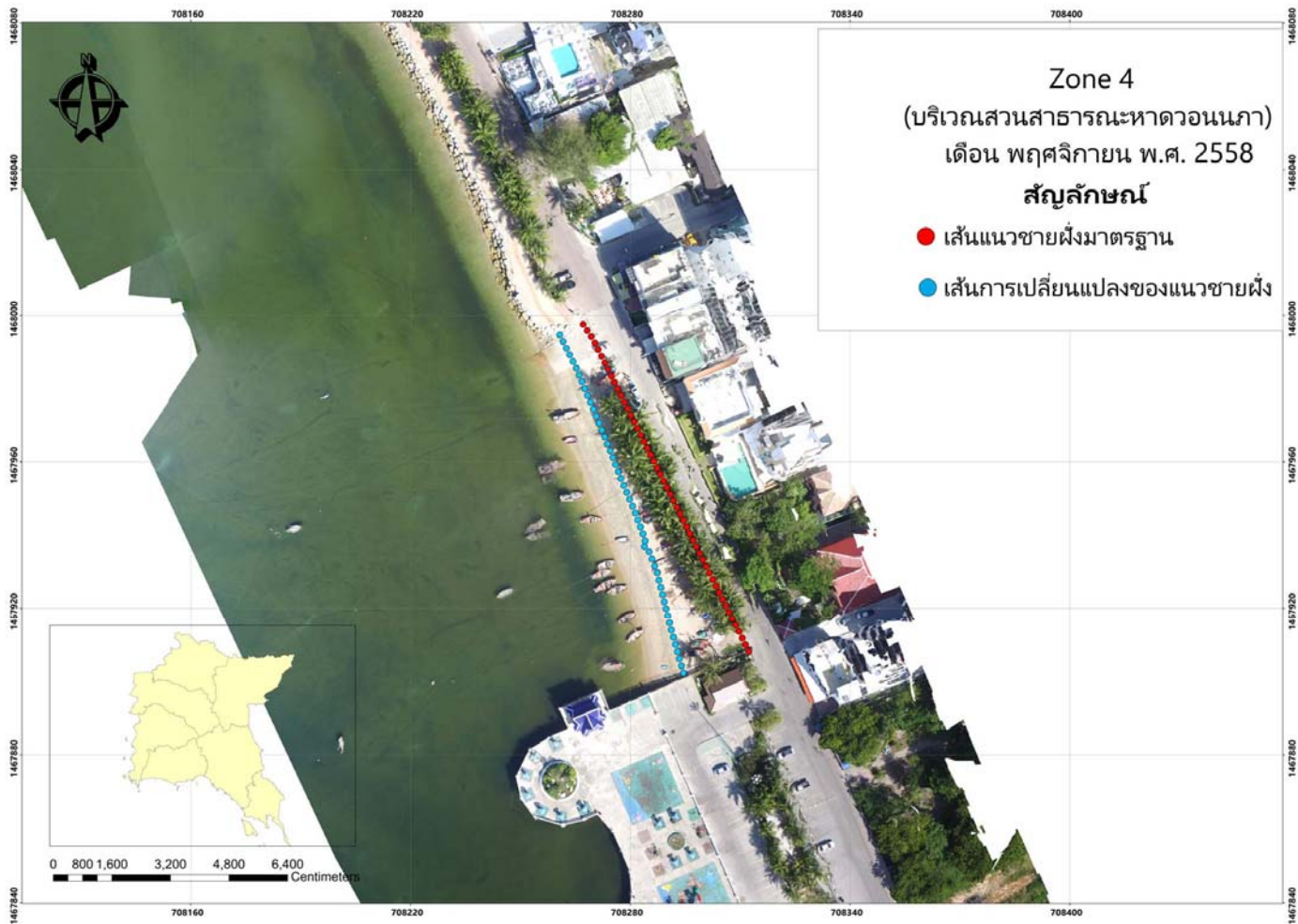




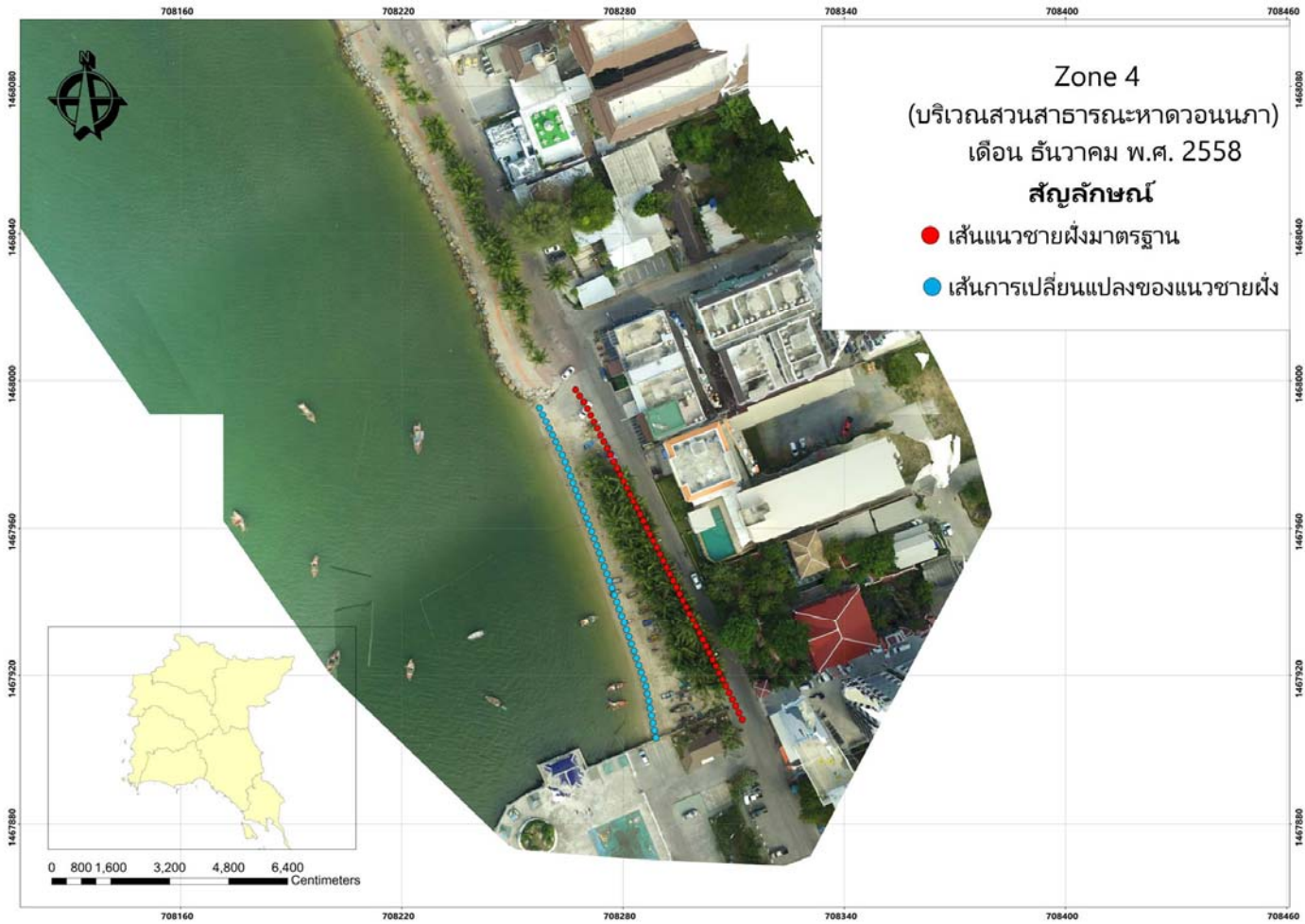
ภาพที่ ผ-41 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนกันยายน พ.ศ. 2558



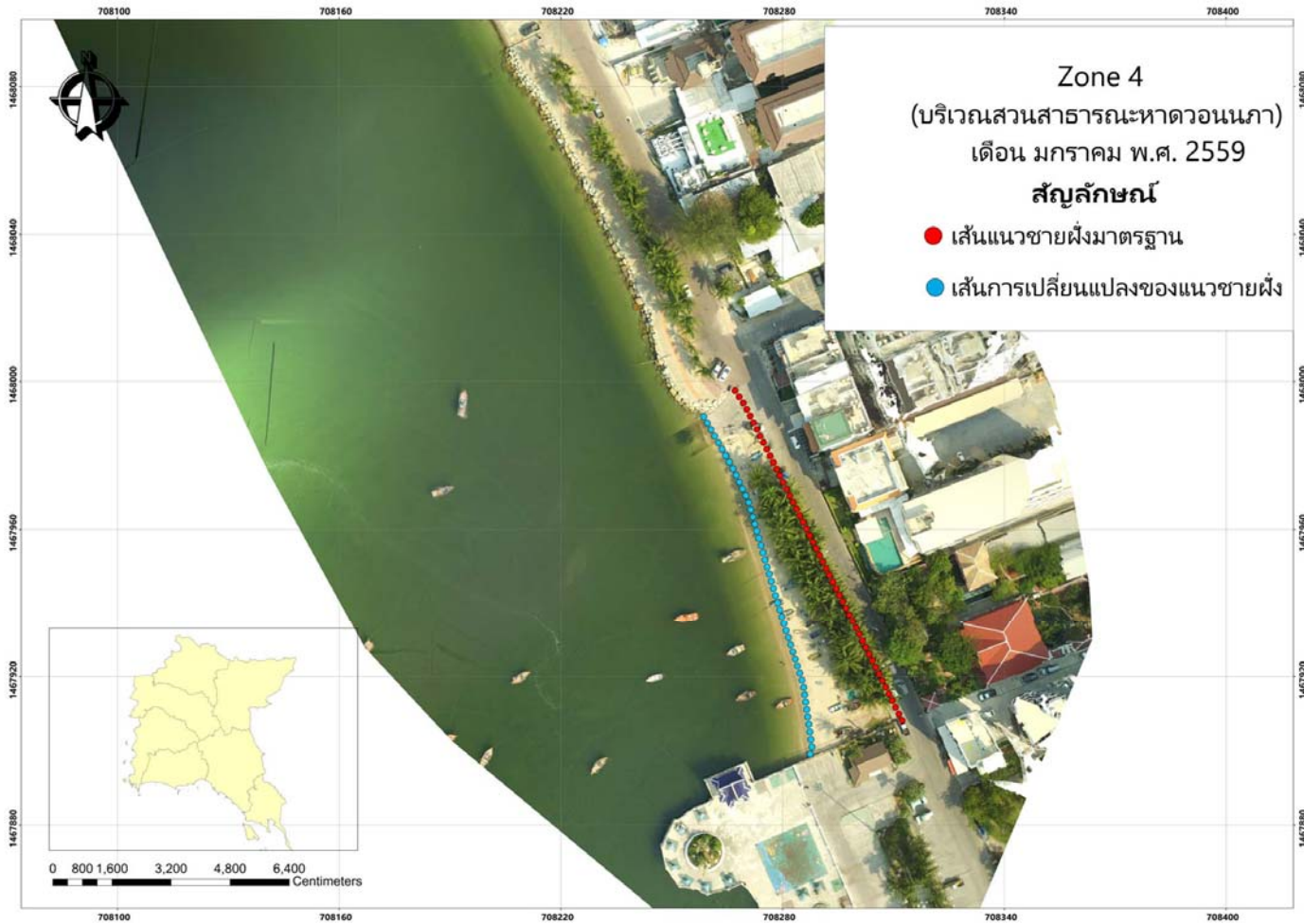
ภาพที่ ผ-42 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558



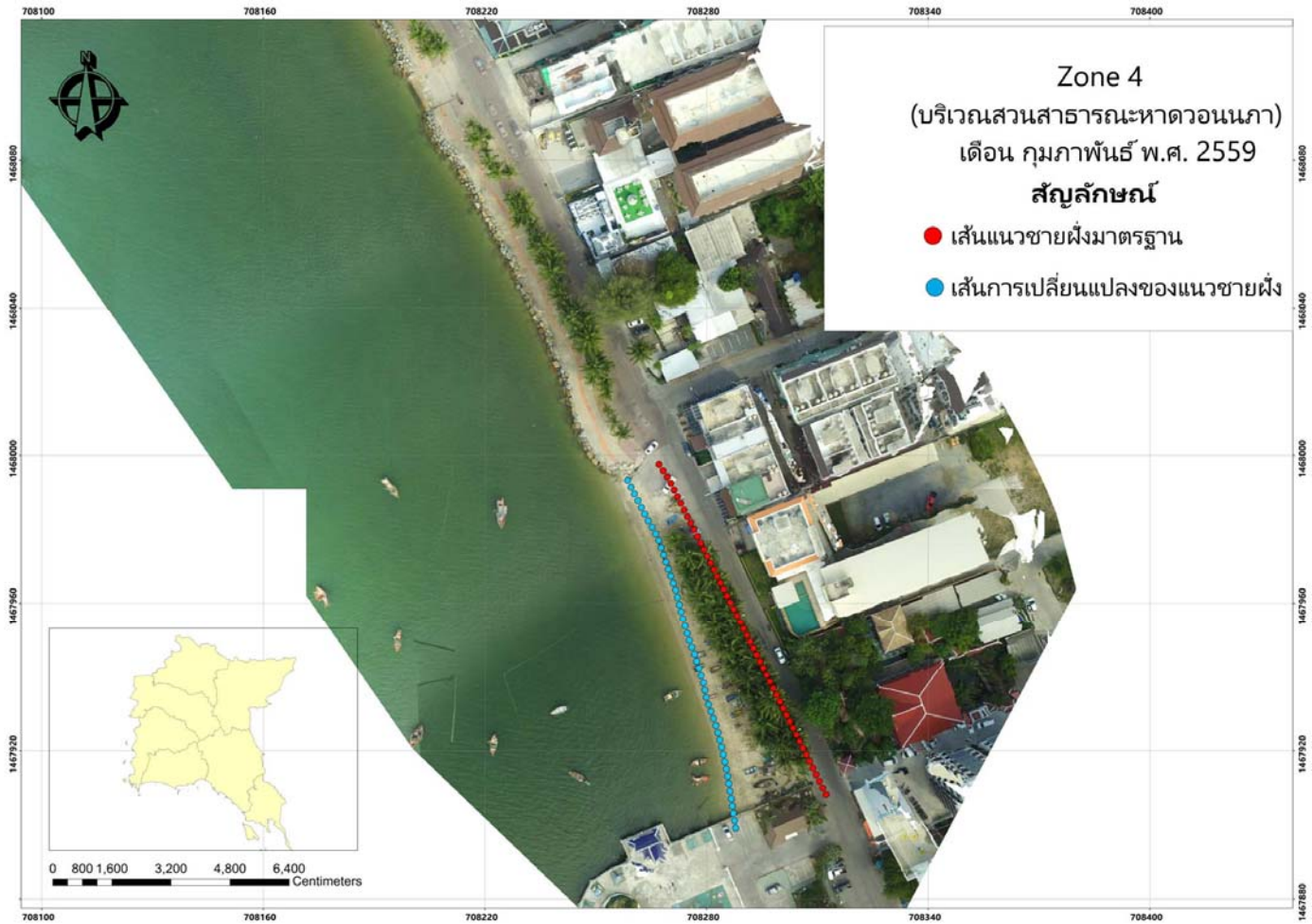
ภาพที่ ผ-43 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558



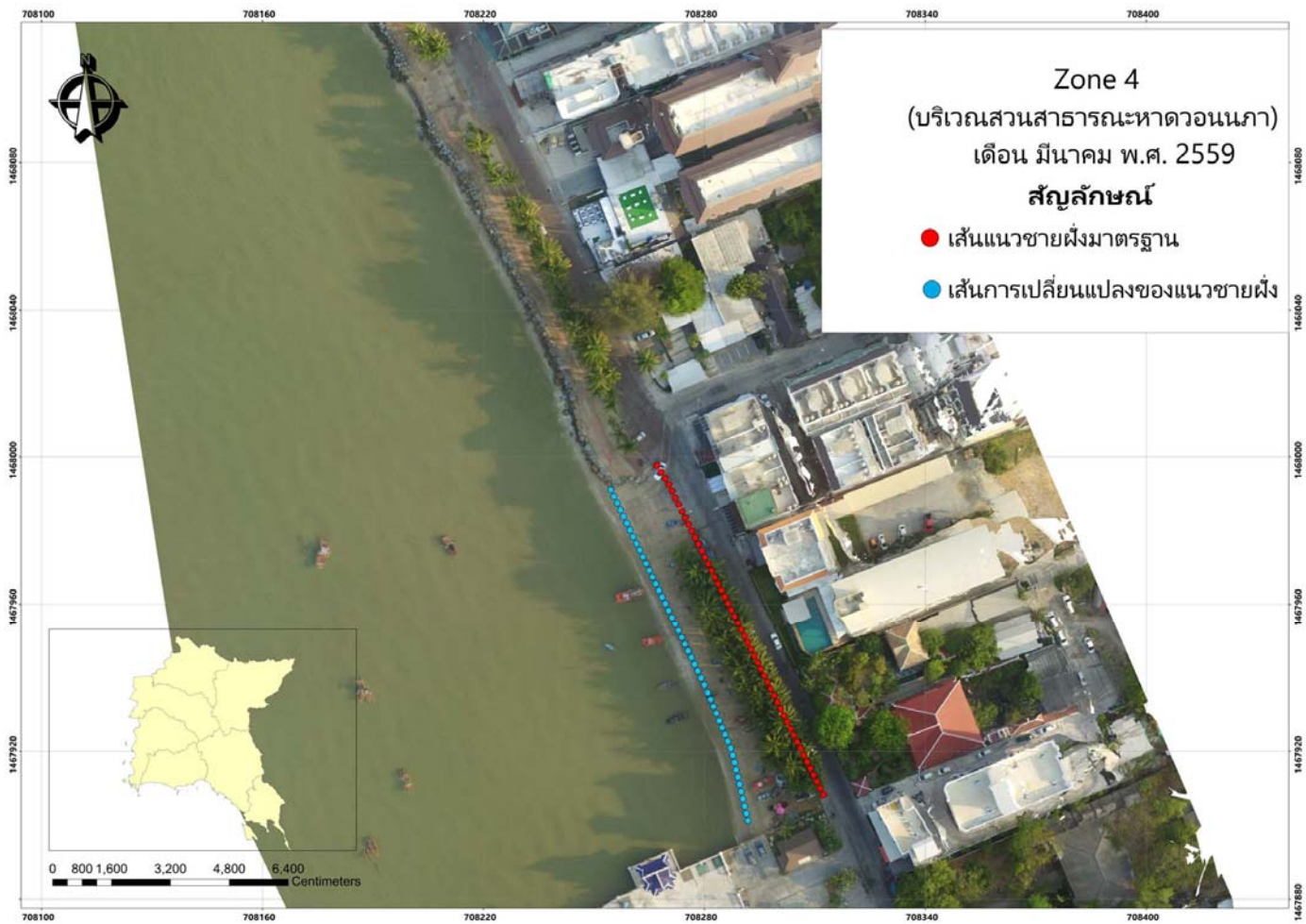
ภาพที่ ผ-44 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนภา เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558



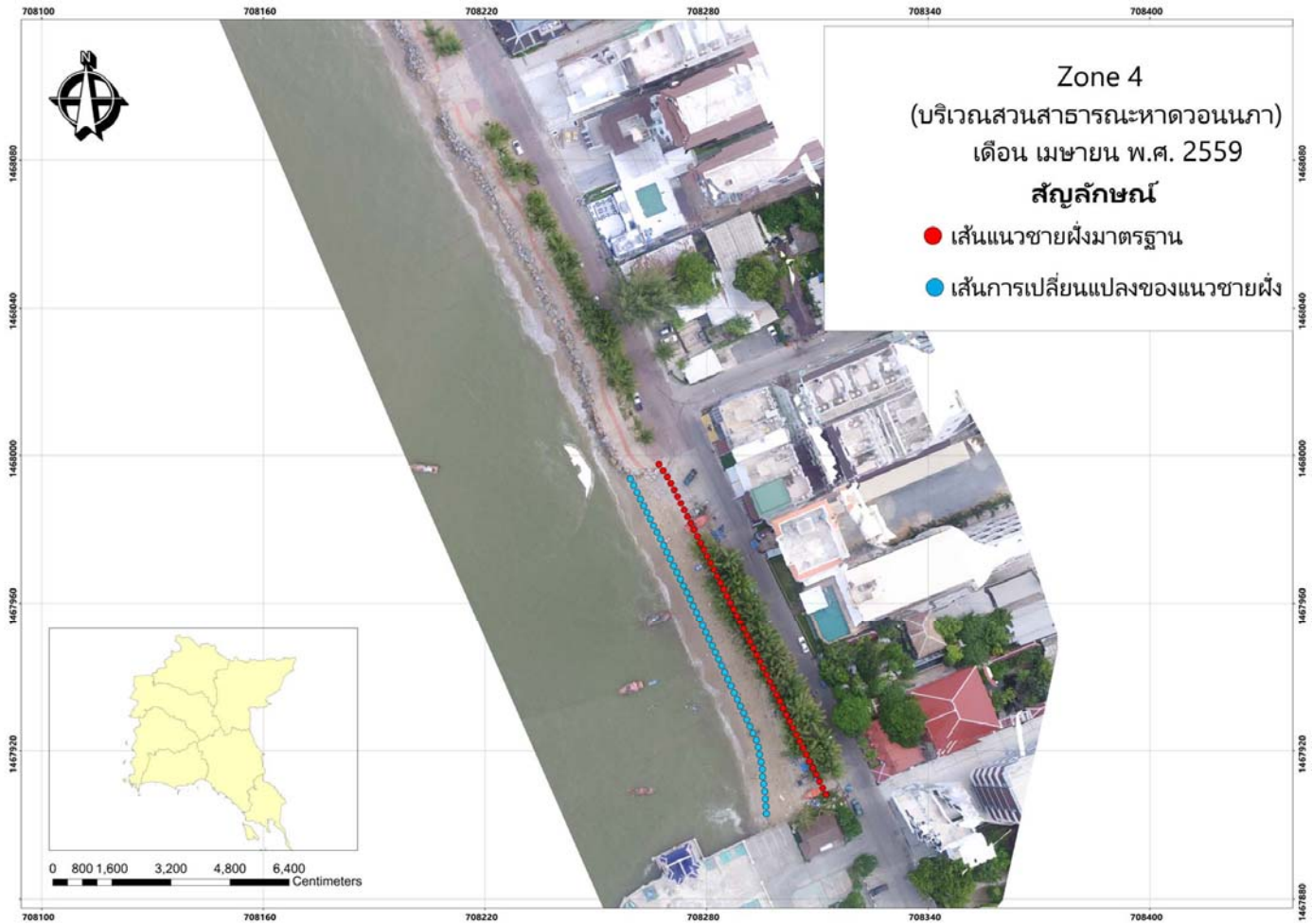
ภาพที่ ผ-45 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนงกา เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



ภาพที่ ผ-46 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนกา เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



ภาพที่ ผ-47 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนกา เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



ภาพที่ ผ-48 เส้นแนวการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณสวนสาธารณะหาดวอนนกา เดือนเมษายน พ.ศ. 2559





ภาคผนวก ข

งานวิชาการที่เผยแพร่

# Shoreline Changes at Bangsaen-Wonnapha Beach Estimated Using Unmanned Aerial Vehicle

Tawan Phalarak<sup>a\*</sup>, Anukul Buranapratheprat<sup>b</sup>, Kitsanai Charoenjit<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Environmental Science Program, Faculty of Science, Burapha University, Thailand

<sup>b</sup>Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Thailand

<sup>c</sup>Faculty of Geoinformatics, Burapha University, Thailand

## Abstract

The objective of this study is to evaluate shoreline changes in Bangsaen-Wonnapha beach using small unmanned aerial vehicle (sUAV). The shoreline was divided into 4 zones including Zone 1 (Laem Thaen), Zone 2 (Chaopho Saen), Zone 3 (Bangsaen Circle) and Zone 4 (Wonnapha beach). The RGB images were acquired from duration of May 2015 to April 2016. The geometry was corrected by the combination of ground referencing and air-geotag from sUAV. The Average RMS errors in X, Y and Z directions were 1.055 m, 1.308 m and 0.613 m, respectively. The shoreline changes were estimated using the calculation of distances between the baseline and shorelines. Maximum seasonal shoreline changes occurred at Zone 3 (Bangsaen Circle) while the minimum changes were observed at Zone 2 (Chaopho Saen) and Zone 1 (Laem Thaen). The very high resolution images from sUAV indicated significant advantages for shoreline change monitoring.

## 1. Introduction

Bangsean-Wonnapha beach is a popular tourist attraction in Chonburi province. This beach covers shoreline around 5 kilometers. Coastal erosion, caused by human activities and weather variability, is considered to be a serious problem in this area nowadays. Severely land eroding rate along the shoreline is reportedly around 1- 5 meters/year [1].

Ground survey for monitoring shoreline changes is much costly. On the other hand, the capability of satellite imageries is limited by the low spatial and temporal resolutions and cloud cover. Missing data in inter-tidal zone is unavoidable [1]. Although, the combination of both methods becomes an approach for monitoring shoreline changes, the

application of small Unmanned Aerial Vehicle (sUAV) has greatly alternative advantage. This state-of-art technology provides sub-meter spatial resolution and overcomes the limit of temporal image obtaining [2]. The objective of this study is to apply sUAV for the estimation of shoreline changes at Bangsaen-Wonnapha beach in 2015 and 2016.

## 2. Methodology

The methodology is divided into 4 steps (Figure 1) including integrating secondary data, ground surveys and data collection, photogrammetry using sUAV, and 2-dimensional data processing for shoreline changes.

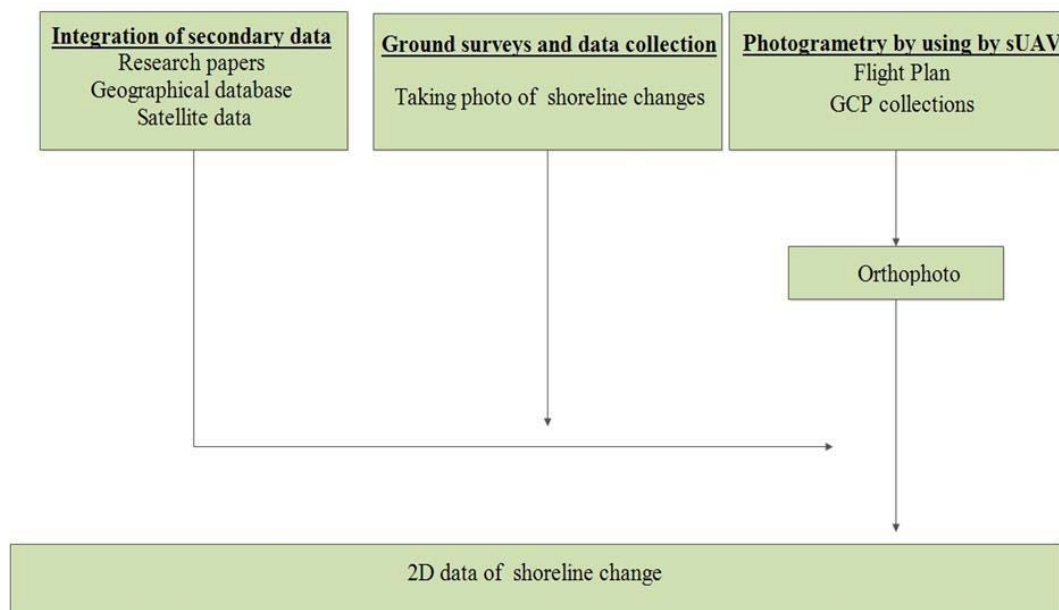


Figure 1: Working processes for estimating shoreline changes

\*Corresponding Author:  
E-mail address:

### 2.1 Study Area

Bangsaen-Wonnapha beach (Figure 2), located from latitude 13.298430° N and longitude 100.902170° E to latitude 13.270699° N and longitude 100.922609° E, is a part of Sean-sook Sub-district, Chonburi. It is approximately situated around 10 km

from Chonburi city to the south. The beach length of approximately 5 km is divided into four studied zones including Zone 1 (Laem Thaen), Zone 2 (Chaopha Saen), Zone 3 (Bangsaen Circle) and Zone 4 (Wonnapha beach). They are all shown in Figure 2.



Figure 2: Bangsaen-Wonnapha beach

### 2.2 Secondary data

This study uses GIS database for the analysis of shoreline changes of Bangsaen - Wonnapha beach. The secondary GIS database obtained from National Spatial Data Infrastructure (NSDI) [4] is used for field exploration, accuracy and precision assessments of the surveys. The used spatial data include roads, the district boundaries, Digital Elevation Model (DEM) and satellite images from Google Earth on scale 1: 50,000 in 2011.

### 2.3 Field surveys

GPS and digital camera are used for ground surveys. The virtual sea line on the maximum level was referenced by using natural positions of the coconut row along the beach. Ground images captured with geotag are digitally linked to GPS recorded position by using time-matching technique.

### 2.4 The aerial photography using sUAV

Aerial coastal surveys are conducted by using the grid flight plans applied on sUAV. Photogrammetry and computer vision techniques are used for orthomosaic image processing. The image

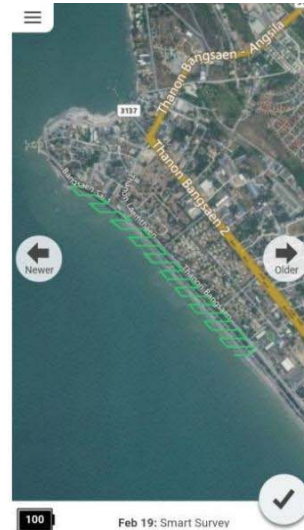
overlaps are determined as front and side laps of 80% and 65%, respectively, at 80 m altitude above ground level (Table 1). The spatial resolution of the aerial images can be estimated based on Equation 1. The sUAV system used in this study is Vertical Take Off (VTOL) by the and Landing Quadrotor X platform of DJI Phantom 3 advance equipped with a calibrated Sony EXMOR 1/2.3 digital camera. Technical specifications of sUAV system are also depicted in Table 1 shown the technical specifications of the sUAV system. The survey routes are fixed by using an aerial orthophoto and image acquisition rate is automatically set to one shot per second.

$$\frac{GSD}{pixelsize} = \frac{Altitude}{focal} \quad (1)$$

Here *GSD* is Ground Sample Distance or resolution per pixel (cm/pixel); *focal* is focal length of the camera (mm); *Altitude* is the altitude of the flight (m); *pixelsize* is image size of camera (μm).

**Table 1:** sUAV and its specification flight plan and an example of flight route applied on orthoimage

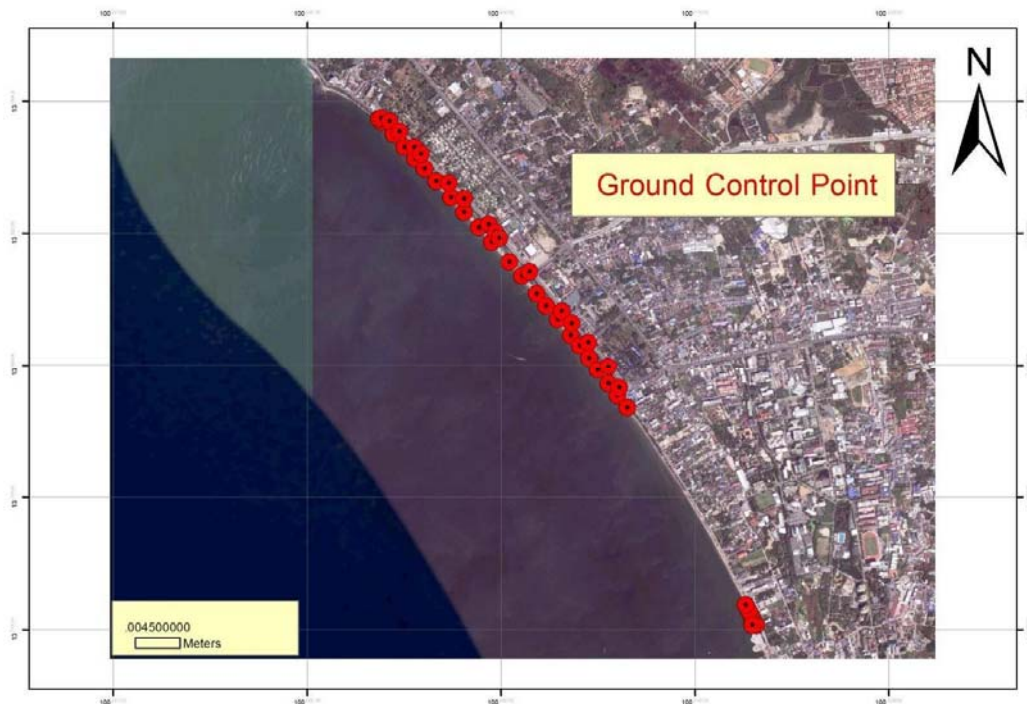
sUAV type: DJI Phantom 3 advance Camera spec: Sony EXMOR 1/2.3”	Flight planning: Grid Flight plan of Dronedeploy application GSD = 4.5 In track: 174 m. cross:130 m. Interval Photo shooting : 1 sec/photo Altitude: 80 front lap 80%, Side lap: 65% Nadir viewing captured 90 degree
--	--



**2.5 Ground control point (GCP)**

GCPs are fixed by using a handheld GPS device to the corner of streets, power poles and

placed future boards. A total of 80 GCP points using UTM 1984 coordinates are assigned as indicated in Figure 3 and Figure 4.



**Figure 3:** Ground control points



Figure 4: Working on ground control references

### 2.6 Synthesis and analysis of aerial photographs of the coastline

The images taken from sUAV are processed by using the Structure from Motion technique (SfM) [2] implemented on Pix4D Mapper Pro (non-commercial software version) for image calibration, image alignment, point cloud generation and orthomosaic and DSM mapping. The shoreline changes are computed by using GIS technique. 2D analysis is conducted based on manual digitization for generating reference baseline and shoreline as shown in Figure 5. Digitized line features are then converted to point features, and the distances

between the coastlines and the baseline are calculated to investigate shoreline changes by using the Euclidean Distance method (Equation 2).

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2)$$

Here  $d$  is the distance between the reference point and the turning point of the beach (m);  $x_1$  is the latitude of the reference point;  $x_2$  is The latitude of the changing shoreline beach (m),  $y_1$  is The longitude of the reference point;  $y_2$  is the change of the longitude of shoreline beach (m).



Figure 5: Baseline and Shoreline

### 3. Results and Discussions

The results of shoreline changes at Bangsean-Wonnapha beach by using sUAV photography from May 2015 to April 2016 are reported as monthly-averaged distances between the baseline and shoreline in each zone as shown in Figure 2. The monthly-averaged widths of shoreline in Zone 1 (Laem Thaen), shown in Table 2 and Figure 6, are largest in October 2015 (14.2 m) and smallest in May 2015 (12.5 m). Largest monthly-averaged width in Zone 2 (Chaopho Saen) occurs in September 2015 (17 m) while the smallest is in May

2015 (6 m) (Table 3 and Figure 7). Shoreline in Zone 3 (Bangsaen Circle) shows maximum monthly-averaged width in February 2016 (11.9 m) and the minimum in September 2015 (6.5 m) (Table 4 and Figure 8). Zone 4 (Wonnapha beach) presents widest and narrowest averaged shoreline widths in December 2015 (17.4 m) and January 2015 (9.1 m), respectively (Table 5 and Figure 9). sUAV provides high spatial and temporal resolutions of shoreline details such as sand colors wetness and dryness,

which are very useful for shoreline mapping independent to ebb or flood tidal periods. Satellite remote sensed data still cannot distinguish those shoreline details [6]. The study of shoreline changes at Bangsaen-Wonnapha beach using sUAV can reveal the seasonal shoreline changes, probably influenced by both natural environments and human activities. Maximum seasonal shoreline changes occur at Zone 3 (Bangsaen Circle) because this areas is smaller than the others.

Sand accumulation occurs during the southwest monsoon because this is the endpoint of northward longshore sand transport [7] and groin can help keeping sand in this area. The shoreline width is shrunk during the northeast monsoon when the beach sand is transported southward to other areas. Minimum seasonal changes are observed in Zone 2 (Chaophu Saen), and Zone 1 (Laem Thaen). Zone 2 is where the beach sand is just transported pass to other areas while the beach system in Zone 1 is area locates in the northern end of the beach where seawall and temporary groin were installed. Shoreline in both areas become stable with a little yearly accumulation. Some error may be resulted from beach nourishment

by the local government where coastal erosion occurs.

Some limitations by using sUAV for shoreline change assessment are discussed. The first one is related to short battery life. Each battery set can be used for just a 12 minutes flight. Therefore a number of batteries are required for aerial surveys to cover the study areas each time. The second limitation belongs to coincidence between tidal periods and light energy source. Aerial photo needs to be taken during ebb tidal periods in daytime in order to capture clear sand colors and textures used as shoreline references. Last limitation may be related to safety issues because the study area is sometime so crowded with tourists especially during weekend. sUAV needs to be operated very carefully during that time.

This is just the first report of our observations to monitor shoreline changes at Bangsaen-Wonnapha beach using sUAV. Necessary information such as current data, Real Time Kinematic (RTK) data and 3D elevation data are required for further analysis to provide better understanding in shoreline changes and coastal erosion problems in this area.

**Table 2:** Average shoreline changes at Zone 1 (Laem Thaen)

Months	Minimum (meter)	Maximum (meter)	Monthly average (meter)	RMS error (meter)		
				X	Y	Z
May	8.7	16.1	12.5	1.484	1.895	1.012
June	9.2	15.4	12.8	1.685	1.859	1.16
July	6.1	14.7	12.9	0.659	1.032	0.622
August	5.6	15.7	13.5	1.329	1.588	0.840
September	10	17.9	13.6	0.078	1.113	0.631
October	5.6	15.8	14.2	1.078	1.071	0.831
November	6.4	19.0	13.9	1.675	1.894	1.083
December	2.4	12.4	12.7	4.25	1.819	0.932
January	5.4	17.2	13.5	2.675	1.194	1.583
February	5.7	16.3	13.3	3.862	2.017	1.373
March	9.2	17.3	13.1	3.642	1.637	0.563
April	10	16.4	12.7	4.529	1.359	1.317

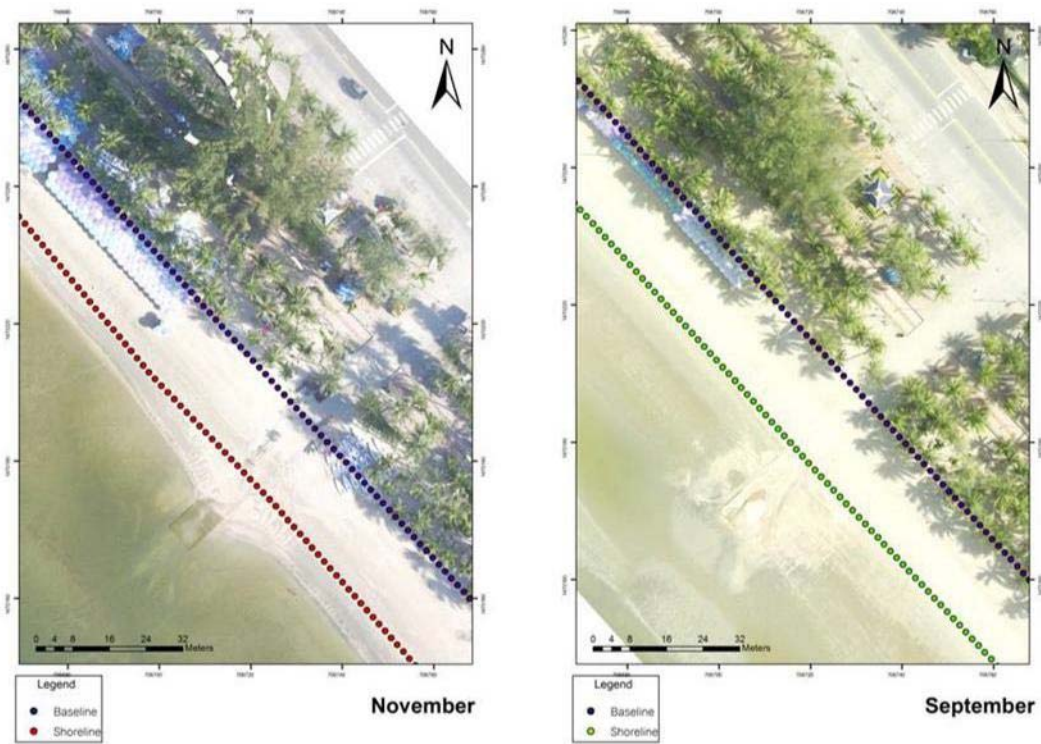


**Figure 6:** Shoreline mapping at Zone 1 (Laem Thaen)  
 Blue points are baseline, red points and green points are shoreline

**Table 3.** Average shoreline changes at Zone 2 (Chaopho Saen)

Months	Minimum (meter)	Maximum (meter)	Monthly average (meter)	RMS error (meter)		
				X	Y	Z
May	2.1	9.8	6	1.789	1.123	1.113
June	4.2	9.7	7	1.659	1.56	1.888
July	7.9	15	10.8	1.104	1.238	1.767
August	9.2	16.2	13.5	1.691	2.036	0.59
September	12.9	18.9	17	1.126	1.235	0.567
October	6.7	14.1	12	1.006	1.435	0.567
November	10.5	18.5	16.6	1.695	1.174	1.683
December	11.3	13.8	12.6	4.219	2.432	1.384
January	9.8	16.4	14.2	2.675	1.194	1.583
February	5.8	16.1	11.5	3.057	1.538	0.949
March	7.3	14.4	11.5	6.474	2.388	4.736
April	5.3	14.4	9.7	3.582	1.604	3.573





**Figure 7:** Shoreline mapping at Zone 2 (Chaopho Saen)  
 Blue points are baseline, red points and green points are shoreline

**Table 4.** Average shoreline changes at Zone 3 (Bangsaen Circle)

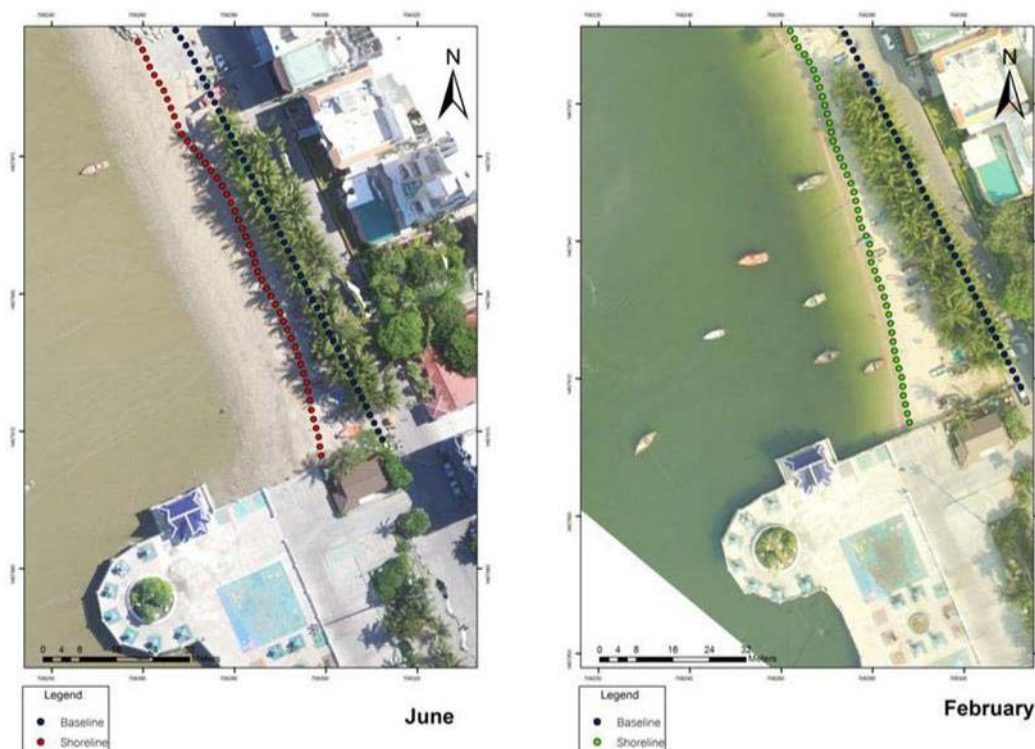
Months	Minimum (meter)	Maximum (meter)	Monthly average (meter)	RMS error (meter)		
				X	Y	Z
May	3.4	20.7	8.9	2.546	1.844	1.658
June	1.6	16.1	7.2	2.659	1.958	1.858
July	1.8	16.8	7.3	0.884	1.176	1.069
August	2.6	18	7.6	1.467	2.091	2.271
September	4.7	25.3	6.5	1.127	1.565	1.201
October	2.6	14.9	6.5	1.071	1.595	1.016
November	3.1	13.2	10.1	2.707	1.832	2.000
December	2.6	13.8	8.3	4.29	2.358	1.488
January	1.6	13.3	11.1	3.707	1.822	1.900
February	2.3	13.4	11.9	3.357	2.781	0.661
March	2.3	9.7	11.7	4.231	2.634	0.490
April	4.9	12.7	7.5	3.815	1.269	1.189



**Figure 8:** Shoreline mapping at Zone 3 (Bangsaen Circle)  
 Blue points are baseline, red points and green points are shoreline

**Table 5:** Average shoreline changes at Zone 4 (Wonnapha beach)

Months	Minimum (meter)	Maximum (meter)	Monthly average (meter)	RMS error (เมตร)		
				X	Y	Z
May	13.6	20.3	15.1	2.325	1.759	1.255
June	10.25	23.1	12	2.549	1.888	1.325
July	10.5	16.5	11.7	0.504	0.699	0.526
August	11.3	19.1	14.4	1.184	1.029	0.964
September	9.4	20.9	12.5	1.277	1.759	0.883
October	7.5	19.1	11.8	1.277	1.849	0.988
November	8.6	19.1	12.2	2.895	1.363	1.125
December	14	21.5	15.4	2.895	1.999	0.655
January	3.5	19.7	13.1	3.551	1.563	1.205
February	2.6	19.3	12.2	3.066	1.866	1.922
March	15.8	21.9	12.4	4.720	2.443	2.133
April	9.9	17.3	11.9	1.066	1.966	1.372



**Figure 9:** Shoreline mapping at Zone 4 (Wonnapha beach) Blue points are baseline, red points and green points are shoreline

#### 4. Conclusion

This study successfully applied sUAV to estimate seasonal shoreline changes in Bangsaen-Wonnapha beach. A great advantage is that it can be used for continuous data collection in a wide area. This technique can help researchers reduce costs, time and labour compared to intensive ground survey. Maximum seasonal shoreline changes occur at Zone 3 (Bangsaen Circle), while the minimum changes are observed in Zone 2 (Chaophu Saen) and Zone 1 (Laem Thaen). The study also reveals that the seasonal shoreline changes may be related both to natural environments and human activities.

#### 5. Acknowledgement

This research was partly funded by The National Research Council of Thailand (NRCT).

#### 6. References

- [1] Department of Marine and Coastal Resources. 2014. The application of geographic information technology to explore the coast. classic scan.
- [2] Mancini, F., Dubbini, M., Gattelli, M., Stecchi, F., Fabbri, S. & Gabbianelli, G. (2013). Using unmanned aerial vehicles (UAV) for high-resolution reconstruction of topography: The structure from motion approach on coastal environments. *Remote Sensing*, 5, 6880-6898.
- [3] Niethammer, U., James, M. R., Rothmund, S., Travelletti, J. & Joswig, M. (2012). UAV-based remote sensing of the Super-Sauze landslide: Evaluation and results. *Engineering Geology*, 128, 2–11.
- [4] Thailand spatial data infrastructure. National Spatial Data Infrastructure (NSDI). Retrieved May 1, 2015, from Geo-Informatics and Space Technology Development Agency Web site <http://thaisdi.gistda.or.th/>
- [5] Robert, G. D. & Robert, A. D. 2002. Coastal process. In : The press syndicate of the university of cambridge: United kingdom. Sorensen, R. M. . 3<sup>rd</sup> ed: *Basic Coastal Engineering*. New York: Springer Science+Business.
- [6] Sarajit, O. & Nakhapakorn, K. 2014. Geo-information application for coastal erosion situation, Phetchaburi province. Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya, Phuttamonthon, Nakhonpathom.
- [7] Buranapratheprat, A., Suntra-Rachun, P., Jintasacanee, P. & Chantapa Paibulkichakul, B. Seasonal variations in wave-induced current at Bangsaen beach in 2004 - 2005. (In preparation).