

บทที่ 5

การติดตามผลการตรวจสอบลักษณะการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

บริเวณท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด

5.1 บทนำ

การติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะชายฝั่งของท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดเป็นส่วนหนึ่งของโครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้ดำเนินการติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

โดยในช่วงเดือนมกราคม-มิถุนายน 2567 โครงการได้นำส่งหนังสือเพื่อขอขยายระยะเวลาการส่งเล่มรายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการฯ ต่อหน่วยงานอนุญาต (กรมเจ้าท่า) ตามหนังสือเลขที่ อก 5103.3.1/2318 ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2567 (ภาคผนวก 9ข) ทั้งนี้โครงการมีแผนการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม ในระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2567 และจะรายงานให้ทราบในรายงานฉบับถัดไป

5.2 วัตถุประสงค์ของการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะชายฝั่ง

1) เพื่อรวบรวมข้อมูลสมุทรศาสตร์เบื้องต้น จากหุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ทางทะเลโดยใช้ข้อมูล SEA WATCH PROGRAM ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติโดยลักษณะข้อมูล ได้แก่ ความสูง และคาบเวลาของคลื่น ความเร็วและทิศทางของคลื่นบริเวณอ่าวระยอง

2) ศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงสัณฐานของชายฝั่ง โดยสำรวจการเคลื่อนย้ายของมวลทราย ลักษณะสัณฐานของชายหาด การทับถม การกรอก และการกัดเซาะของมวลทราย บริเวณท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดที่ได้รับผลกระทบของหลังฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เพื่อหาความแตกต่างซึ่งเป็นผลจากการกระทำของคลื่นมรสุม โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ LITPACK ในการคาดการณ์ของปริมาณมวลทราย

5.3 ขอบเขตการศึกษา

การสำรวจลักษณะการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยทำการตรวจวัดตัวแปร (Parameter) ต่างๆ แสดงขอบเขตการดำเนินงานดังตารางที่ 5.3-1 และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 5.3-2

ตารางที่ 5.3-1 ขอบเขตการสำรวจลักษณะการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง

อันดับ	ตัวแปร (Parameter)	ความถี่ในการตรวจวัด	สถานีตรวจวัด (สถานี)
1.	ข้อมูลสมุทรศาสตร์เบื้องต้น (Basic Oceanographic Data) - การเคลื่อนที่ของกระแสน้ำชายฝั่ง - ลักษณะของคลื่นในทะเล	ปีละ 2 ครั้ง	2 สถานี
2.	ข้อมูลลักษณะพื้นฐานของชายฝั่ง (Coastal Morphology Data) - การเคลื่อนย้ายของมวลทราย (Drifting of sand)	ปีละ 2 ครั้ง	สถานีตรวจวัดแต่ละสถานีห่างกันช่วงละไม่เกิน 500 เมตร เป็นระยะทางห่างจากโครงการออกไปทางด้านทิศตะวันตก และทิศตะวันออกของท่าเรือประมาณ 4 กิโลเมตร และ 7 กิโลเมตร ตามลำดับ
	- ลักษณะพื้นฐานของชายหาด (Beach Profile) - การทับถม การกรอก และการกัดเซาะของมวลทราย	ปีละ 2 ครั้ง (ตามฤดูมรสุม)	สถานีตรวจวัดแต่ละสถานีห่างกันช่วงละไม่เกิน 100 เมตร เป็นระยะทางห่างจากโครงการออกไปทางด้านทิศตะวันตก และทิศตะวันออกของท่าเรือประมาณ 4 กิโลเมตร และ 7 กิโลเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 5.3-2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

อันดับ	คุณภาพสิ่งแวดล้อม/ตัวแปร	วิธีการตรวจวัด/วิเคราะห์
1.	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง - ข้อมูลสมุทรศาสตร์เบื้องต้น - การเคลื่อนย้ายของมวลทราย - ลักษณะพื้นฐานของมวลชายหาด - การทับถม การกรอก และการกัดเซาะของมวลทราย	- เครื่องวัดกระแสน้ำ (Valeport Model 106) เครื่องวัดระดับน้ำ HOBO และเครื่องหยั่งน้ำ (Echo Sounder) - การวิเคราะห์ขนาดของเม็ดทราย (Sieve Analyst) ASTM-D421 และ D422 - การสำรวจลักษณะพื้นฐานของชายหาด (Beach Profile Survey) - ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์แสดงการเคลื่อนที่และการกัดเซาะชายฝั่ง LITPACK (Mathematical Model "LITPACK")

5.5 การดำเนินการสำรวจข้อมูลลักษณะพื้นฐานของชายฝั่ง

5.5.1 การศึกษาการเคลื่อนย้ายของมวลทราย (Drifting of Sand)

การศึกษาการเคลื่อนย้ายของมวลทราย (Drifting of Sand) โดยนำตัวอย่างตะกอนทรายไปร่อนผ่านตะแกรงเพื่อแยกขนาดของมวลทราย (Sieve Analyst) ตามวิธีมาตรฐานของ ASTM-D422 ข้อมูลผลการสำรวจที่ผ่านมาตั้งแต่ปี 2562 จนถึงปี 2566 โดยสามารถเปรียบเทียบได้ดังนี้

ปีที่สำรวจ	ขนาดตะกอนทราย (มิลลิเมตร)		ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	ทิศตะวันตก	ทิศตะวันออก	ทิศตะวันตก	ทิศตะวันออก
2562	<0.001-2.3	<0.001-1.6	0.75	0.46
2563	<0.001-2.5	<0.001-1.6	0.77	0.41
2564	<0.001-1.7	<0.001-1.4	0.70	0.47
2565	<0.001-1.5	<0.001-3.8	0.67	0.53
2566	<0.001-1.8	<0.001-2.0	0.69	0.41

5.5.2 การศึกษาลักษณะพื้นฐานของชายฝั่ง (Beach Profile)

1) ขอบเขตการศึกษา

ดำเนินการสำรวจระดับความลาดชันของชายหาด เพื่อนำข้อมูลไปจัดทำลักษณะ BEACH PROFILE พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณการเคลื่อนย้ายมวลทราย โดยทำการสำรวจตั้งแต่ชายฝั่งทะเลบริเวณแนวน้ำขึ้นสูงสุดลงไปในพื้นที่ในแนวเหนือ-ใต้ จนถึงระดับความลึกประมาณ -2 เมตร และต้องสำรวจข้อมูลระดับความลาดชันทุก ๆ ระยะทาง 5 เมตร

ขอบเขตของพื้นที่ที่จะต้องทำการสำรวจ คือ พื้นที่ด้านตะวันตก และด้านตะวันออกของท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด ตำบลมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง แสดงดังรูปที่ 5.5-2 โดยมีขอบเขตของพื้นที่ศึกษาดังนี้

1. พื้นที่ด้านตะวันตก จุดเริ่มต้นโครงการตั้งแต่ชายฝั่งทะเลที่เป็นเขตติดต่อกับท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด (บริเวณสำนักงานนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด) ไปทางด้านตะวันตก ระยะทางตามแนวชายฝั่งทะเลประมาณ 4 กิโลเมตร จุดสิ้นสุดของโครงการอยู่ที่บริเวณหาดน้ำริน
2. พื้นที่ด้านตะวันออก จุดเริ่มต้นโครงการตั้งแต่ชายฝั่งทะเลที่เป็นเขตติดต่อกับท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด (บริเวณปากคลองซากหามาก) ไปทางด้านตะวันออก ระยะทางตามแนวชายฝั่งทะเลประมาณ 7 กิโลเมตร จุดสิ้นสุดของโครงการอยู่ที่บริเวณหน้าโรงแรม พี.เอ็ม.วาย.



ข้อมูลที่รวบรวมจากผลสำรวจตั้งแต่ปี 2561 จนถึงปัจจุบันพบว่าผลสำรวจในแต่ละครั้งมีการเปลี่ยนแปลงของตะกอนทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยสามารถเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

ปีที่สำรวจ	พื้นที่ด้านตะวันตก (เฉลี่ย ลบ.ม/ตร.ม.)	พื้นที่ด้านตะวันออก (เฉลี่ย ลบ.ม/ตร.ม.)	หมายเหตุ
เมษายน 2561	-0.04	0.09	ค่าบวกหมายถึงการเพิ่มของตะกอน
ตุลาคม 2561	-0.06	-0.18	ค่าลบหมายถึงการลดลงของตะกอน
เมษายน 2562	-0.06	-0.15	
ตุลาคม 2562	0.09	0.12	
เมษายน 2563	0.08	0.03	
ตุลาคม 2563	0.02	0.00	
เมษายน 2564	0.00	0.05	
ตุลาคม 2564	0.11	0.01	
เมษายน 2565	-0.04	0.06	
ตุลาคม 2565	0.08	0.03	
พฤษภาคม 2566	-0.01	0.00	
ตุลาคม 2566	0.04	0.03	
รวม	0.21	0.09	

5.5.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

1) สาเหตุการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

อ่าวระยองก่อนการก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุดเกิดจากการกระทำของคลื่นจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือน พฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน ทำให้มีลักษณะเป็นอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ระหว่างโขดหินของหมู่เกาะนอกอ่าวสัตหีบทางด้านทิศตะวันตกและโขดหินเขาแหลมหญ้านอกอ่าวบ้านเพทางทิศตะวันออก โดยคลื่นที่สำคัญเป็นคลื่นที่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะพามวลทรายเคลื่อนตัวจากทิศตะวันตกไปทางตะวันออก ลักษณะการเคลื่อนตัวของมวลทรายในอ่าวระยอง เป็นอิทธิพลจากคลื่นลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติ จากผลการศึกษา โดยการทดสอบจาก ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของสถาบัน AIT เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะสัณฐานตามธรรมชาติของอ่าวระยอง จะเห็นได้ว่ามีสภาพเหมือนกันเมื่อมีคลื่นลมมากระทบชายหาดที่เป็นเส้นตรง เชื่อมต่อระหว่างโขดหินสองกอง จะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 และรูปที่ 3) อ่าวด้านตะวันตกมีลักษณะ เป็นส่วนโค้ง เกิดจากอิทธิพลของคลื่นจากทิศตะวันตกเฉียงใต้หักเห รอบหมู่เกาะนอกอ่าวสัตหีบ ส่วนปลายอ่าว ทางด้านตะวันออกเป็นเส้นตรง ตั้งฉากกับคลื่นจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ สภาพอ่าวระยองมีลักษณะ เข้าใกล้ สมดุล คือมีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งน้อย

เพราะคลื่นที่วิ่งเข้าหาฝั่งตั้งแต่สัปดาห์ถึงเขาแหลมหญ้า จะมีทิศทาง ตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง ทำให้มีทรายเคลื่อนตัวไปตามชายฝั่งน้อยมาก ตัวอย่างของอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ ในบริเวณใกล้เคียง ได้แก่อ่าวจอมเทียนที่อยู่ระหว่างโขดหินที่สัปดาห์และเขาพิทยา อ่าวพิทยาที่อยู่ระหว่างโขดหินที่พิทยาเหนือและใต้ และอ่าวบางละมุงที่อยู่ระหว่างโขดหินที่พิทยาใต้และเขาแหลมฉบัง ดังแสดง ไว้ในรูปที่ 4

เมื่อมีการสร้างท่าเรือมาบตาพุดในระยะที่ 1 จากเดือนตุลาคม พ.ศ. 2532 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2535 โครงสร้างท่าเรือจะปิดกั้นมวลทรายที่เคลื่อนตัวไปตามชายฝั่งจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก เป็นผลให้ ชายฝั่งออกทางตะวันตกของท่าเรือและชายฝั่งถูกกัดเซาะทางด้านตะวันออกของท่าเรือดังแสดงไว้ในรูปที่ 5 และเมื่อมีการขยายท่าเรือไปทางตะวันออกในระยะที่ 2 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1 ชายฝั่งถูกกัดเซาะทางด้านตะวันออกของท่าเรือเลื่อนไปตามแนวทางตะวันออกอีกประมาณ 1,500 เมตร โดยมีขนาดของการกัดเซาะเท่าเดิมดังแสดงไว้ในรูปที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าชายหาดที่ไกลกว่า 8,000 เมตรจากท่าเรือปัจจุบันไม่ถูกผลกระทบของการสร้างท่าเรือ แต่ยังคงได้รับอิทธิพลของคลื่นเหมือนก่อนการสร้างท่าเรือ

จากภาพถ่ายดาวเทียมวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2533 และวันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536 ระหว่างการก่อสร้างท่าเรือในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าเกาะสะเก็ดซึ่งอยู่ทางตะวันออกของท่าเรือสามารถช่วยยึดแนวชายหาดทางด้านตะวันออกไว้เป็นแนวเส้นตรง เมื่อพ้นอิทธิพลของเกาะสะเก็ดแล้ว ชายฝั่งทางตะวันออกจะถูกกัดเซาะมากขึ้น เว้าเข้าไปในแผ่นดิน อิทธิพลของกองหินนอกฝั่งหรือเกาะนอกฝั่งในการพอกพูนทรายด้านหลังกองหินหรือเกาะดูได้ในรูปที่ 8 และรูปที่ 9 คลื่นที่วิ่งผ่านกองหินนอกฝั่งหรือเกาะแล้วจะหักเหเข้าทางด้านหลังของเกาะทำให้ทรายมาทับถมบริเวณนี้เกิดการงอกของชายฝั่ง ลักษณะอิทธิพลของเกาะใกล้ชายฝั่งแบบนี้เป็นเช่นเดียวกับอิทธิพลของเกาะสะเก็ดที่ช่วยป้องกันแนวชายฝั่งทางด้านฝั่งตะวันออกของเกาะ

อ่าวระยองดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 มีลักษณะเป็นอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ขนาดใหญ่ จากสัปดาห์ถึงเขาแหลมหญ้าและมีอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ขนาดเล็กอีกด้วยจากหินโขงถึงเกาะสะเก็ด และบ้านพลางถึงหินโขง โดยอิทธิพลของโขดหินที่มีขนาดเล็กกว่า และหากสังเกตให้ดีจะเห็นอิทธิพลของเกาะสะเก็ดในการสะสมทรายให้ทับถมอยู่บริเวณสัปดาห์ถึงเกาะสะเก็ด ทำให้เส้นความลึกของน้ำ 5 เมตร อยู่นอกชายฝั่งในบริเวณนี้ แต่อยู่ติดชายฝั่งทางตะวันออกของเกาะสะเก็ดถึงเขาแหลมหญ้า

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเมื่อมีการสร้างท่าเรือมาบตาพุดดังกล่าวแล้วข้างต้นพบว่าทำให้ชายฝั่งออกทางตะวันตกของท่าเรือและชายฝั่งถูกกัดเซาะทางด้านตะวันออกของท่าเรือสามารถอธิบายได้อีกรูปแบบหนึ่ง โดยการเปรียบเทียบการสร้างท่าเรือเป็นการก่อสร้างกองหินหรือโขดหินที่บริเวณท่าเรือ การปรับตัวของชายฝั่งใหม่ก็ได้อผลเหมือนเดิมดังแสดงไว้ในรูปที่ 5 คือทางด้านตะวันตกเกิดการสะสมของทรายทำให้แนวชายฝั่งบริเวณปลายอ่าวตั้งฉากกับคลื่นที่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ แต่การปรับตัวของชายฝั่งทางด้านตะวันตกของท่าเรือเป็นไปได้ไม่มากเพราะถูกบังคับโดยหินโขงซึ่งเป็นโขดหินของอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ขนาดเล็ก ส่วนทางด้านตะวันออกชายฝั่งจะ

ปรับตัวใหม่โดยมีการทับถมบริเวณที่อยู่ติดท่าเรือโดยคลื่นที่หักเหจากปลายของโชติหินนำทรายมาบริเวณนี้ (Shadow zone) ส่วนชายฝั่งที่อยู่ทางตะวันออกของบริเวณนี้จะเกิดการกัดเซาะเพราะทรายตามชายฝั่งจะถูกกระแสน้ำจากคลื่นหัวแตกพัดพาออกไป

2) การดำเนินการติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

ในการติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดประจำปี 2566 มีการดำเนินการต่างๆ ดังมีรายละเอียดดังนี้

- การสำรวจฐานชายฝั่งบริเวณท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด โดยการสำรวจระดับชายหาดทั้งบนบกและใต้น้ำสองครั้ง โดยสำรวจออกไปจากแนวชายฝั่งจนถึงระดับความลึก 2.0 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะสำรวจครอบคลุมแนวชายหาด 4 กิโลเมตรทางตะวันตกของท่าเรือ และ 7 กิโลเมตรทางตะวันออกของท่าเรือ โดยมีจุดสำรวจระดับท้องทะเลแสดงในรูปที่ 10 ซึ่งแสดงจุดสำรวจในเดือนพฤษภาคม 2566 และ ตุลาคม 2566

- การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง โดยการใช้ข้อมูลสำรวจสองครั้งมาคำนวณการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งและสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพชายหาดอันเนื่องมาจากอิทธิพลของท่าเรือ และใช้ข้อมูลสำรวจทั้งสองครั้งร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอนาคตเพื่อประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นและหาแนวทางบรรเทาปัญหาไว้ล่วงหน้า

3) ผลการดำเนินการสำรวจฐานชายฝั่ง

ในการดำเนินการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดปี 2566 ได้มีการสำรวจลักษณะฐานชายฝั่งสองครั้ง โดยในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งครั้งแรกได้ทำการสำรวจแล้วเสร็จเมื่อเดือนพฤษภาคม 2566 รายละเอียดการสำรวจฐานชายฝั่ง แสดงในรายงานการสำรวจฐานชายฝั่งครั้งแรกประจำปี 2566 ส่วนการสำรวจการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งครั้งที่สองได้ทำการสำรวจแล้วเสร็จในเดือนตุลาคม 2566 รายละเอียดการสำรวจฐานชายฝั่ง แสดงในรายงานการสำรวจฐานชายฝั่งครั้งที่สองประจำปี 2566

ทางด้านฝั่งตะวันตกของท่าเรือ ได้ทำการสำรวจครอบคลุมระยะทางตามแนวชายฝั่ง 4 กิโลเมตร โดยทำการสำรวจทุกระยะ 100 เมตร รวมทั้งหมด 41 แนวสำรวจ โดยตั้งชื่อเป็น W1-W41 แนวสำรวจจะวางตัวในแนวเหนือใต้ และตำแหน่งเส้นแนวสำรวจแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 ส่วนทางด้านฝั่งตะวันออกของท่าเรือ ได้ทำการสำรวจครอบคลุมระยะทางตามแนวชายฝั่ง 7 กิโลเมตร โดยทำการสำรวจทุกระยะ 100 เมตร

รวมทั้งหมด 70 แนวสำรวจ โดยตั้งชื่อเป็น E1-E70 แนวสำรวจจะวางตัวในแนวเหนือใต้ และตำแหน่งเส้นแนวสำรวจแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2

แผนที่ความลึกน้ำของท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดสำรวจเมื่อเดือนพฤษภาคม 2566 และตุลาคม 2566 แสดงไว้ในรูปที่ 11 ส่วนรูปที่ 12 และรูปที่ 13 แสดงผลสำรวจความลึกน้ำเมื่อปี 2565 และ 2564 ตามลำดับ

4) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

4.1) การวิเคราะห์เบื้องต้นจากข้อมูลการสำรวจฐานชายฝั่ง

จากการเปรียบเทียบผลการสำรวจก่อนและหลังฤดูมรสุม มีเพียงการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยสลับไปมาระหว่างการยกและการลดลงของหาด รูปที่ 14 และรูปที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงชายหาดผ่านช่วงฤดูมรสุมในปี 2564 และ 2565 ส่วนรูปที่ 16 แสดงการเปลี่ยนแปลงระหว่างพฤษภาคม 2566 ถึง ตุลาคม 2566 พบการเปลี่ยนแปลงระดับไม่เกิน 0.5 เมตร สลับไปมาระหว่างทับถมเพิ่มและกัดเซาะท้องน้ำ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ไปมาของทรายในบริเวณใกล้เคียงกันไม่ถือว่าเป็นผลกระทบมาจากการมีท่าเรือ ดังนั้นจากผลการสำรวจจึงสรุปได้ว่าไม่พบการเปลี่ยนแปลงของชายหาดอย่างชัดเจนอันเนื่องมาจากท่าเรือมาบตาพุด นอกจากนี้ทางด้านตะวันออกของท่าเรือมีกองหินนอกฝั่งตลอดทั้งแนวไปจนถึงปากแม่น้ำระยอง ซึ่งจะช่วยในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งได้อีกชั้นหนึ่ง ส่วนบริเวณด้านตะวันออกของท่าเรือระหว่างคลองขากหมากกับกำแพงกันคลื่น ดังแสดงในรูปที่ 17 เป็นบริเวณที่ได้รับผลสืบเนื่องมาจากการเลี้ยวเบนของคลื่นผ่านบริเวณท่าเรือและเกาะสะเก็ดทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นจะมียศหลักจากตะวันออกไปตะวันตกและพัดพาตะกอนไปในทิศทางเดียวกัน ประกอบกับมีกำแพงกันคลื่นและการเพิ่มโครงสร้างดักทรายอื่นๆ ทางตะวันออกของพื้นที่นี้ทำให้ไม่มีตะกอนเคลื่อนที่มาเติมบริเวณนี้ในอดีตมีการเปลี่ยนแปลงแนวโค้งของหาดบริเวณนี้อยู่บ้างระหว่างการเพิ่มโครงสร้างในช่วงเวลาต่างๆ เช่นกำแพงกันคลื่น และการเพิ่มรอดักทรายและเชื่อมกันคลื่นนอกฝั่งทางตะวันออกของคลองตากวน อย่างไรก็ตามพบว่าหาดบริเวณนี้ปรับตัวเข้าสู่สมดุลแล้วตั้งแต่ช่วงปี 2557-2558 ดังแสดงในรูปที่ 17 ที่ไม่พบการกัดเซาะเพิ่มขึ้นอีก แม้จะพบว่าในภายหลังมีการทำทางลาดสำหรับนำเรือลงทะเลบริเวณจุดเริ่มต้นของกำแพงกันคลื่นในปี 2564 (ในรูปที่ 17) แต่โครงสร้างดังกล่าวมีความสอดคล้องกับแนวสมดุลของหาดจึงยังไม่พบผลกระทบต่อเนื่องจากทางลาดลงทะเลที่สร้างขึ้นใหม่ และจากผลสำรวจแนวชายหาดบริเวณนี้กับผลการศึกษาดูด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ก็ตรงกันว่า แนวชายหาดมีลักษณะโค้งที่มีความสมดุลแล้วจึงไม่เกิดการกัดเซาะเพิ่มขึ้น

4.2) การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง จะทำให้สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอนาคตได้ และทำให้ประเมินสถานการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า พร้อมทั้งสามารถหาแนวทางบรรเทาปัญหาได้ล่วงหน้าก่อนเหตุการณ์จริง

ในการศึกษานี้ ได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ LITPACK ที่พัฒนาขึ้นโดยสถาบันชลศาสตร์เดนมาร์ก (Danish Hydraulic Institute) เพื่อจุดประสงค์ ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของตะกอนทรายชายฝั่ง เนื่องจากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำ เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในระยะยาว แบบจำลองชุดนี้ใช้หลักการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของคลื่นเข้าสู่ฝั่งด้วยสมการอย่างง่ายซึ่งจะสามารถวิเคราะห์การยกตัวของคลื่นเนื่องจากการเคลื่อนที่เข้าสู่ที่ตื้น (Wave Shallowing) การหักเหของคลื่น (Wave Refraction) ส่วนการวิเคราะห์การเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางเช่นกองหินนอกฝั่งจะแยกการคำนวณต่างหาก จากนั้นจะนำผลการคำนวณคลื่นที่ได้มาคำนวณการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายชายฝั่ง และใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เนื่องจากแบบจำลองนี้ใช้วิธีการคำนวณคลื่นด้วยสมการพื้นฐานซึ่งใช้เวลาในการคำนวณน้อย ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงสามารถนำมาใช้คำนวณการเปลี่ยนแปลงชายหาดในระยะยาวได้ จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าแบบจำลอง LITPACK มีคุณสมบัติและความสามารถในการคำนวณใกล้เคียงกับแบบจำลอง GENESIS แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบบจำลอง LITPACK ได้เพิ่มเติมให้มีการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของคลื่นผ่านหน้าตัดชายฝั่งได้มากกว่าหนึ่งหน้าตัดซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็นแบบจำลองแบบกึ่งสองมิติ (Quasi 2D) จึงทำให้แบบจำลอง LITPACK สามารถนำมาวิเคราะห์ในบริเวณที่มีหน้าตัดตามขวางชายฝั่งที่ไม่สม่ำเสมอได้เร็วกว่าเมื่อเทียบกับการใช้แบบจำลอง GENESIS ร่วมกับ RCPWAVE ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของคลื่นเข้าสู่ฝั่งแบบ 2 มิติ

ข้อมูลที่ต้องใช้ในแบบจำลอง LITPACK เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแนวชายหาดประกอบไปด้วย

1. ตำแหน่งแนวชายฝั่งเริ่มต้น
2. ข้อมูลคลื่น
3. ข้อมูลหน้าตัดตามขวางแนวชายฝั่งที่ระยะต่างๆที่ถือเป็นตัวแทนของบริเวณใกล้เคียง
4. ข้อมูลตะกอนทรายในพื้นที่ ซึ่งข้อมูลที่สำคัญคือขนาดตะกอนทรายเฉลี่ย (D_{50})
5. ข้อมูลสิ่งก่อสร้างในพื้นที่ซึ่งจะประกอบไปด้วยตำแหน่ง ความทึบของโครงสร้าง

โดยข้อมูลทั้งหมดจะนำไปใช้ในแบบจำลองย่อย LITSTP และ LITLINE โดยที่ LITSTP จะคำนวณปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายในแต่ละแนวหน้าตัดตามขวางชายฝั่ง และเก็บผลการคำนวณไว้ในฐานข้อมูล และหลังจากนั้นแบบจำลอง LITLINE จะใช้ข้อมูลปริมาณตะกอนทรายที่ได้มาทำการวิเคราะห์ก่อนหน้าร่วมกับข้อมูลตำแหน่งของแนวชายฝั่งและตำแหน่งของสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่อยู่ในพื้นที่เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของชายหาด ทั้งนี้ความถูกต้องของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลอง โดยต้องให้ความสำคัญกับหน้าตัดขวางชายฝั่งที่เลือกมาเป็นตัวแทนในแต่ละช่วงย่อยของแนวชายฝั่ง เพื่อให้หน้าตัดขวางชายฝั่งนั้นๆ เป็นตัวแทนของแนวชายฝั่งในบริเวณนั้นอย่างแท้จริง และในแบบจำลองจะมีสัมประสิทธิ์เพื่อใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองโดยจะเป็นสัมประสิทธิ์การเคลื่อนที่ของตะกอนทรายเนื่องจากคลื่น ทั้งนี้ค่าที่ปรับจะไม่แตกต่างจากค่ามาตรฐานมากนัก ดังนั้นการใช้งานแบบจำลองนี้จึงค่อนข้างที่จะไม่ต้องปรับเทียบมากนัก หากได้มีการเลือกข้อมูลนำเข้าแบบจำลองอย่างดีแล้ว

4.3) การใช้แบบจำลอง

ในการศึกษานี้ได้เตรียมข้อมูลแนวชายฝั่งที่สำรวจเมื่อตุลาคม 2547 มาใช้เป็นแนวชายฝั่งเริ่มต้นสำหรับการคำนวณ ซึ่งเป็นผลการสำรวจสองครั้งจากรายงานการติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมาบตาพุด 2547-2548 เนื่องจากมีการสำรวจที่ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด มาทำการปรับเทียบแบบจำลอง และใช้ข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งที่สำรวจในปีอื่นๆ มาสอบทานแบบจำลองที่ได้ปรับเทียบไว้อีกรอบ ข้อมูลคลื่นได้จากการรวบรวมมาจากทุนสมุทรศาสตร์ระยะของสภากิจแห่งชาติ ส่วนข้อมูลหน้าตัดตามขวางแนวชายฝั่งได้เลือกตัวแทนมา 7 แนว ซึ่งมีลักษณะเป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่ ตำแหน่งข้อมูลความลึกตามขวางแนวชายฝั่งในแบบจำลอง LITPACK แสดงในรูปที่ 18 โดยรูปตัดขวางชายฝั่งของฝั่งตะวันตกและตะวันออกของท่าเรือแสดงในรูปที่ 19 และรูปที่ 20 ตามลำดับ โดยทั้ง 7 แนวประกอบไปด้วย

W10500 m บ้านปลาเป็นตัวแทนที่ดีของสันฐานชายฝั่งระหว่างสัตหีบและบ้านปลาซึ่งเป็นหมู่บ้านชาวประมง

W05500 m บ้านน้ำตกอยู่ใกล้หินโข่ง ซึ่งเป็นตัวแทนที่ดีของสันฐานชายฝั่งบริเวณที่มีโขดหินและอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ขนาดเล็กระหว่างหินโข่งและเกาะสะเก็ด

W00500 m บริเวณที่มีการงอกของชายฝั่งมากที่สุดจากการก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุด

E00500 m หาดทรายทอง เป็นบริเวณที่มีการกัดเซาะของชายฝั่งมากที่สุด จากการก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุด

E05500 m เป็นบริเวณที่ถูกผลกระทบจากการสร้างท่าเรือไม่มากนักเนื่องจากเกาะสะเกิดเป็นตัวควบคุมอิทธิพลของคลื่นต่อชายฝั่งบริเวณนี้

E08000 m บริเวณ PMY Condominium บริเวณที่เลยจากผลกระทบของการก่อสร้างท่าเรือ

E13000 m บริเวณปากน้ำระยองที่มีผลกระทบจากการสร้างท่าเรือน้อยมาก และเป็นบริเวณปลายอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ที่ชายฝั่งเป็นแนวเส้นตรงตั้งฉากกับคลื่นที่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

เมื่อนำข้อมูลแนวชายฝั่งระหว่างปี 2547 และ 2548 ดังกล่าวข้างต้นประกอบกับข้อมูลสิ่งก่อสร้างกำบังคลื่นและขวางแนวการเคลื่อนที่ของทรายทำให้สามารถคำนวณแนวชายฝั่งในอนาคตของพื้นที่บริเวณนี้ได้ โดยผลการคำนวณแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งเพียงเล็กน้อย เป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในพื้นที่เป็นช่วงสั้นๆ และไม่ใช่ผลกระทบอันเนื่องมาจากท่าเรือ โดยผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแสดงไว้ในรูปที่ 21 ถึง รูปที่ 23 ส่วนรูปที่ 24 แสดงปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่งในช่วงเวลาเดียวกับการเปรียบเทียบแบบจำลอง ส่วนผลการสอบทานแบบจำลองเมื่อใช้แนวชายฝั่งจากการสำรวจในปี 2548 ถึง 2566 แสดงไว้ในรูปที่ 25 ถึงรูปที่ 75 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความถูกต้องสำหรับใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอนาคตในบริเวณนี้ได้

ผลจากแบบจำลองที่เปรียบเทียบแล้วสามารถคำนวณปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่งและพบว่าการเคลื่อนที่ของทรายไปทางตะวันออกสูงสุดประมาณ 17,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ปริมาณตะกอนชายฝั่งเฉลี่ยทั้งพื้นที่ศึกษาเคลื่อนที่ไปทางตะวันออกประมาณ 6,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ปริมาณทรายที่เคลื่อนที่เข้ามาสะสมในบริเวณพื้นที่ศึกษาเฉลี่ยปีละ 14,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะทำให้แนวชายหาดในพื้นที่ศึกษามีการทับถมของตะกอนทรายเฉลี่ยปีละ 0.75 ลูกบาศก์เมตร

ในส่วนของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ที่ปรึกษาใช้แบบจำลองที่เปรียบเทียบและสอบทานแล้วมาคำนวณแนวชายฝั่งในปี พ.ศ. 2586 (อนาคต 20 ปี) ในกรณีที่ไม่มีการสร้างสิ่งปลูกสร้างในทะเลเพิ่มเติม ผลการคำนวณแสดงในรูปที่ 76 ถึงรูปที่ 78 ซึ่งผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าในอีก 20 ปีข้างหน้า สำหรับฝั่งตะวันตก จะมีการงอกของชายหาดทางด้านตะวันตกหน้าพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายอยู่บ้าง และเนื่องจากชายหาดฝั่งนี้จะอยู่ระหว่างโขดหินโข่งบริเวณบ้านน้ำตก และเกาะสะเกิดทำให้แนวชายหาดอยู่ในภาวะสมดุลตั้งแต่ก่อนมีโครงสร้างท่าเรือมาบตาพุดอยู่แล้วดังนั้นการเปลี่ยนแปลงบริเวณนี้จะไม่มากหากไม่มีการเพิ่มโครงสร้างบริเวณแนวชายหาดที่มีขนาดใหญ่ ส่วนฝั่งตะวันออกของท่าเรือ บริเวณคลองขากหมากถึงกำแพงกันคลื่นที่เคยมีปัญหาการกัดเซาะ จะพบว่าแนวชายหาดในปัจจุบันเป็นแนวชายหาดที่เข้าสู่สมดุลของหาดในบริเวณนี้แล้ว จึงไม่พบการกัดเซาะเพิ่มเติมจากปัจจุบันอีก ดังนั้นแนวชายหาดตลอดทั้งแนวฝั่งตะวันออกจึงอยู่ในภาวะสมดุลแล้ว อย่างไรก็ตามพบว่าบริเวณจุดเริ่มต้นของกำแพงกันคลื่นมีการสร้างทางลาด

สำหรับการนำเรือลงน้ำของอู่ต่อเรือ (รูปที่ 79 และรูปที่ 80) โดยพบว่ามีโครงสร้างทางลาดลงน้ำที่มีแนวของโครงสร้างในน้ำสอดคล้องกับแนวหาดบริเวณที่เป็นโค้งเว้า และเบื้องต้นยังไม่พบว่าโครงสร้างดังกล่าวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายหาดบริเวณข้างเคียงที่ชัดเจน และจากลักษณะทางลาดลงน้ำที่สอดคล้องกับแนวหาดที่สมดุลผลคำนวณจากแบบจำลองเองก็ไม่พบว่าทางลาดดังกล่าวมีผลกระทบต่อชายหาดข้างเคียงด้วยเช่นกัน

จากการมีโครงการสร้างแนวเขื่อนกันคลื่นนอกฝั่งตั้งแต่บริเวณฝั่งตะวันออกของคลองตากวน หรือที่ตำแหน่งละติจูด 737,000 เมตรตะวันออก เป็นต้นไปจนประจวบกับแนวเขื่อนกันคลื่นบริเวณหาดแสงจันทร์ ดังแสดงในรูปที่ 81 แนวเขื่อนกันคลื่นนอกฝั่งที่เพิ่มนี้ส่งผลให้แนวชายฝั่งด้านหลังเขื่อนมีการงอกของชายหาด โดยที่ยังยอมให้ตะกอนทรายมีการเคลื่อนที่ต่อไปได้ ประกอบกับด้านตะวันออกของเขื่อนกันคลื่นที่จะสร้างมีแนวเขื่อนป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งอยู่แล้วโดยตลอดไปจนถึงบริเวณปากแม่น้ำระยองซึ่งจะมี Jetty ดักทรายไว้อีกชั้นหนึ่ง และทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายชายฝั่งสุทธิที่เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก ดังนั้นการสร้างเขื่อนกันคลื่นนอกฝั่งตั้งแต่คลองตากวนไปถึงหาดแสงจันทร์จะไม่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงที่อยู่ทางฝั่งตะวันตกของคลองตากวน

จากผลการคำนวณที่กล่าวไว้ข้างต้น แสดงให้เห็นว่า แนวชายหาดในภาพรวมของบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือเรียกได้ว่าแนวชายหาดได้ปรับตัวเกือบจะเข้าสู่สมดุลแล้ว โดยพบว่าหลังจากการสร้างท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดแล้วเสร็จ แนวชายหาดได้มีการปรับตัวเพื่อเข้าสู่สมดุลใหม่อย่างรวดเร็วในช่วงแรก และช้าลงเรื่อยๆ จนปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และอนุมานได้ว่าในอนาคตท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดจะไม่ส่งผลกระทบต่อแนวชายหาดบริเวณข้างเคียงอีก

5) สรุปผลการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

ผลจากทั้งการสำรวจและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่า มีการเปลี่ยนแปลงแนวชายหาดเพียงเล็กน้อยในบริเวณแคบๆ ทั้งนี้ไม่ใช่ผลกระทบอันเนื่องมาจากท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด และเมื่อใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวณแนวชายหาดในปี พ.ศ. 2586 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงแนวชายหาดเพียงเล็กน้อย สำหรับชายหาดฝั่งตะวันออกของท่าเรือ ส่วนฝั่งตะวันตกจะมีการสะสมของตะกอนเพิ่มขึ้นบริเวณติดกับท่าเรือ ซึ่งเป็นผลจากการที่ทิศทางการเคลื่อนที่ในพื้นที่นี้มีทิศไปทางตะวันออกแต่ไม่ส่งผลกระทบในทางลบต่อท่าเรือและพื้นที่ข้างเคียง ทั้งนี้สรุปจากภาพรวมการเปลี่ยนแปลงชายหาดบริเวณนี้ได้ว่าภายหลังจากมีท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด แนวชายหาดได้ปรับตัวเกือบเข้าสู่สมดุลแล้ว และถึงแม้จะมีการสร้างเขื่อนกันคลื่นนอกฝั่งทางทิศตะวันออกของท่าเรือมาบตาพุด ดังแสดงในรูปที่ 81 ตลอดทั้งแนวไปจนถึงปากแม่น้ำระยอง แต่เนื่องจากทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่งสุทธิจะเคลื่อนจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก บริเวณท่าเรือจึงไม่ได้รับผลกระทบใดๆ อย่างไรก็ตามแนวชายหาดในบริเวณนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ย่อยโดยตัวโครงสร้างจะบังคับให้เกิดการเลี้ยวเบนของคลื่นดังแสดงตัวอย่างคลื่นระหว่างเขื่อนกันคลื่นนอกฝั่งใน

ภาคผนวก ค และตัวอย่างการกระจายของคลื่นหลังเชื่อมกันคลื่นนอกฝั่งและการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำเนื่องจากคลื่นในรูปที่ 82 และทำให้ทรายมีการเคลื่อนที่จากช่องเปิดไปอยู่ด้านหลังเชื่อมกันคลื่นก่อให้เกิดสมดุย่อยของชายหาดระหว่างเชื่อมกันคลื่นนอกฝั่ง และจากภาพถ่ายทางอากาศจากโปรแกรม Google ก็แสดงให้เห็นแนวโค้งระหว่างเชื่อมกันคลื่นดังแสดงในรูปที่ 83 ทั้งนี้ยังถือว่าแนวหาดภาพรวมสำหรับพื้นที่นี้จะไม่มีการกัดเซาะรุนแรง

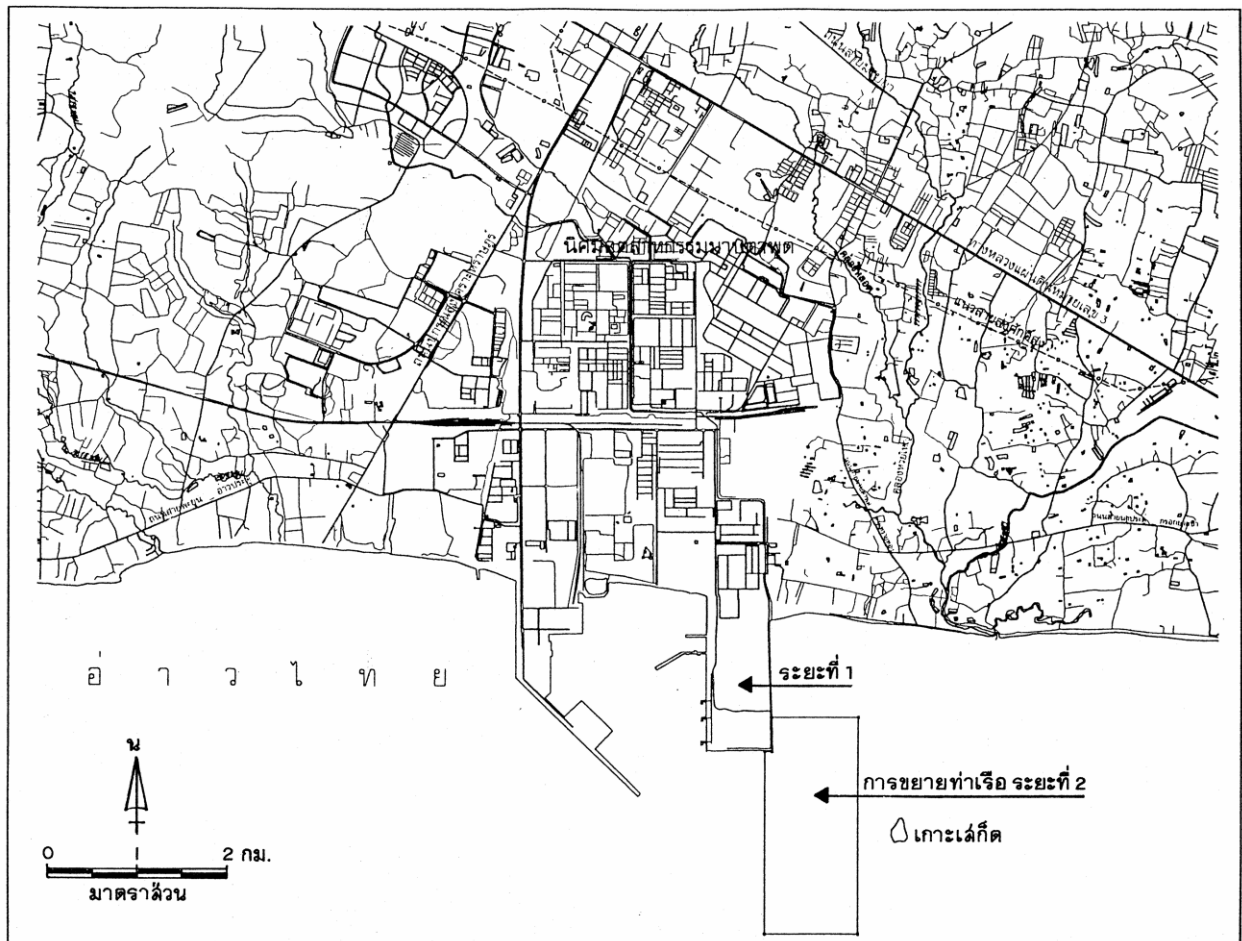
ตารางที่ 5.5-1 แนวสำรวจทางด้านตะวันตกของท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด

แนวสำรวจ	ตะวันออก (ม.)	แนวสำรวจ	ตะวันออก (ม.)
W1	731,470	W22	729,368
W2	731,374	W23	729,268
W3	731,273	W24	729,167
W4	731,171	W25	729,052
W5	731,070	W26	728,964
W6	730,973	W27	728,860
W7	730,868	W28	728,748
W8	730,770	W29	728,665
W9	730,670	W30	728,565
W10	730,573	W31	728,465
W11	730,471	W32	728,361
W12	730,370	W33	728,260
W13	730,256	W34	728,163
W14	730,170	W35	728,058
W15	730,065	W36	727,961
W16	729,965	W37	727,861
W17	729,869	W38	727,759
W18	729,771	W39	727,667
W19	729,668	W40	727,566
W20	729,575	W41	727,466
W21	729,467		

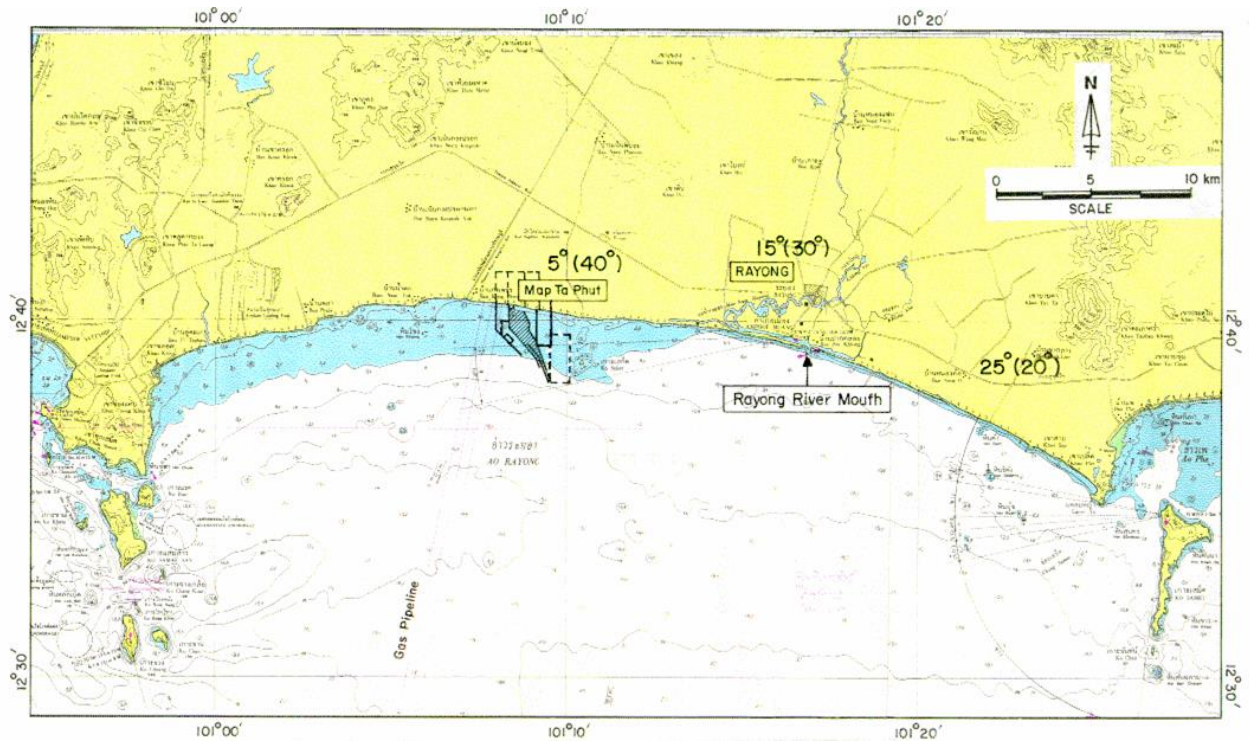


ตารางที่ 5.5-2 แนวสำรวจด้านตะวันออกของท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด

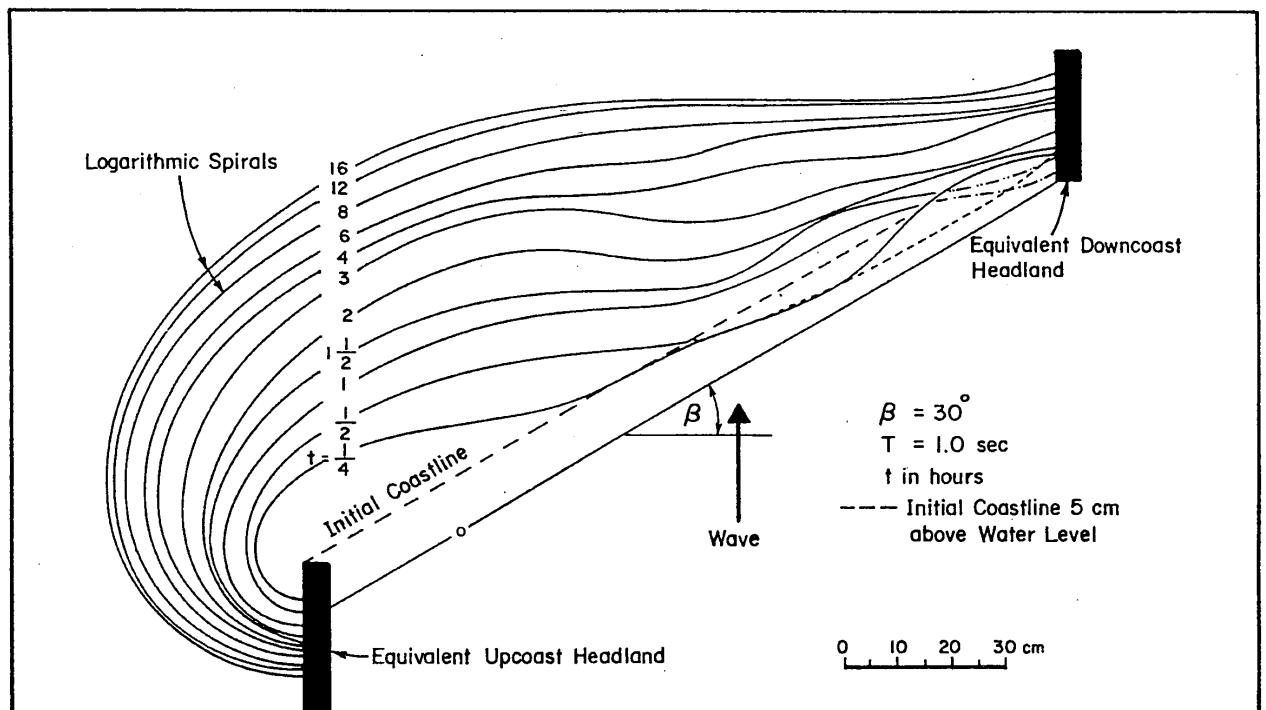
แนวสำรวจ	ตะวันออก (ม.)	แนวสำรวจ	ตะวันออก (ม.)	แนวสำรวจ	ตะวันออก (ม.)
E1	734,391	E25	736,823	E49	739,565
E2	734,473	E26	736,899	E50	739,656
E3	734,572	E27	737,063	E51	739,763
E4	734,669	E28	737,161	E52	739,870
E5	734,772	E29	737,251	E53	739,995
E6	734,857	E30	737,392	E54	740,103
E7	734,978	E31	737,468	E55	740,224
E8	735,071	E32	737,574	E56	740,347
E9	735,172	E33	737,663	E57	740,456
E10	735,272	E34	737,758	E58	740,580
E11	735,373	E35	737,843	E59	740,688
E12	735,472	E36	737,950	E60	740,811
E13	735,572	E37	738,066	E61	740,920
E14	735,671	E38	738,180	E62	741,037
E15	735,771	E39	738,291	E63	741,152
E16	735,872	E40	738,404	E64	741,268
E17	735,974	E41	738,513	E65	741,378
E18	736,076	E42	738,635	E66	741,495
E19	736,176	E43	738,742	E67	741,608
E20	736,275	E44	738,868	E68	741,725
E21	736,375	E45	738,961	E69	741,844
E22	736,474	E46	739,135	E70	741,973
E23	736,572	E47	739,307		
E24	736,676	E48	739,430		



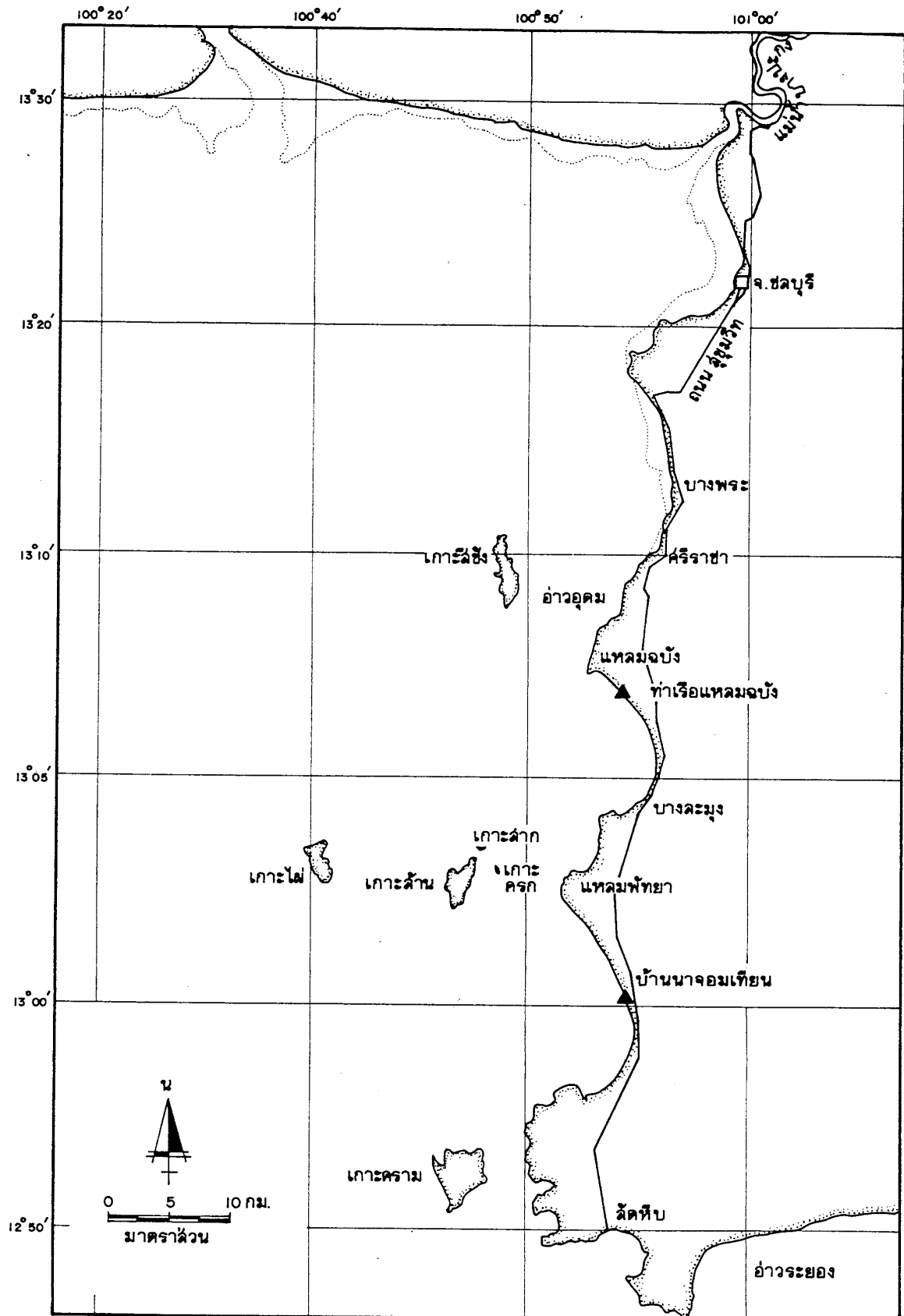
รูปที่ 1 แผนผังนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด



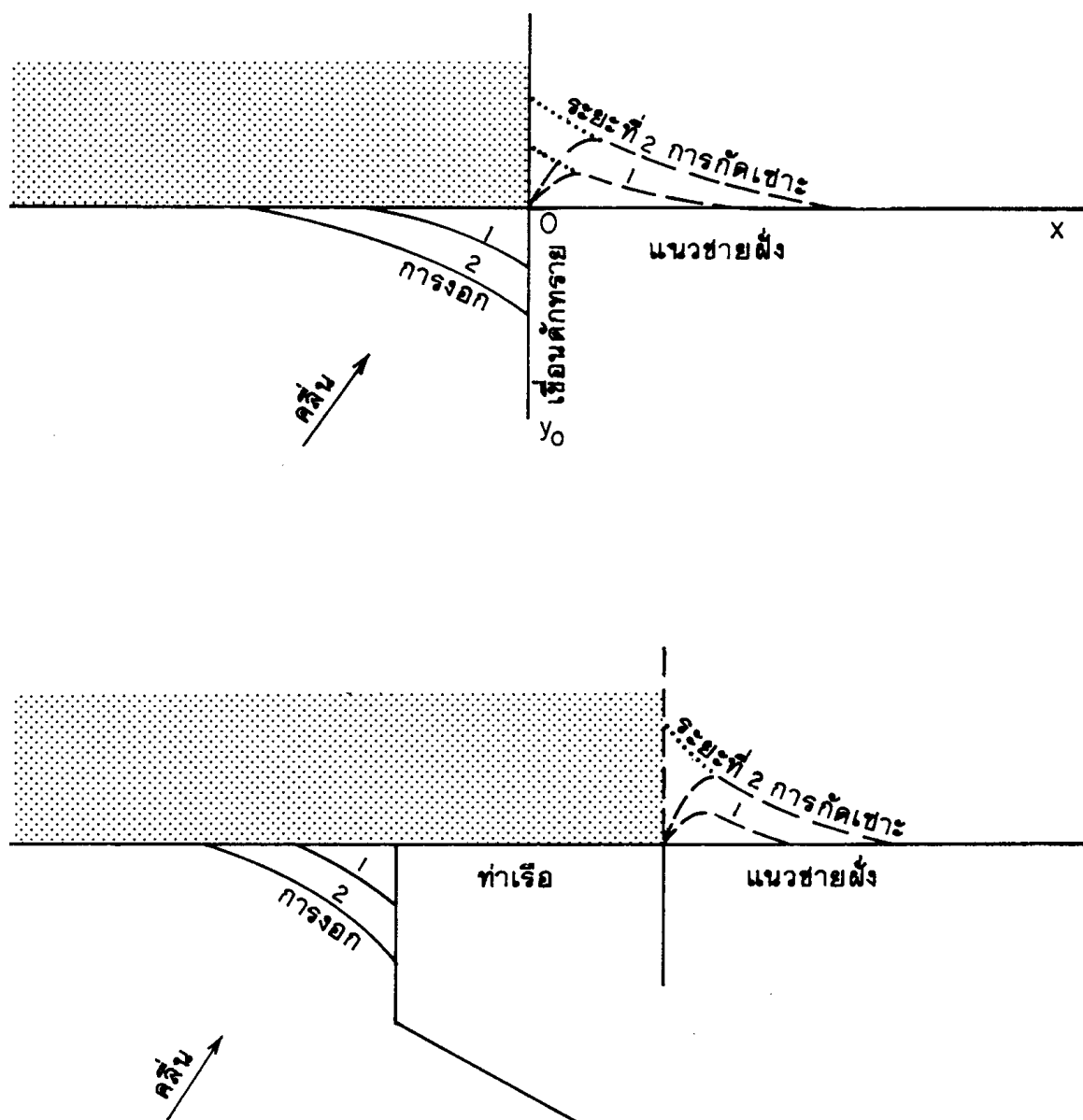
รูปที่ 2 อ่าวระยองรูปเสี้ยววงพระจันทร์



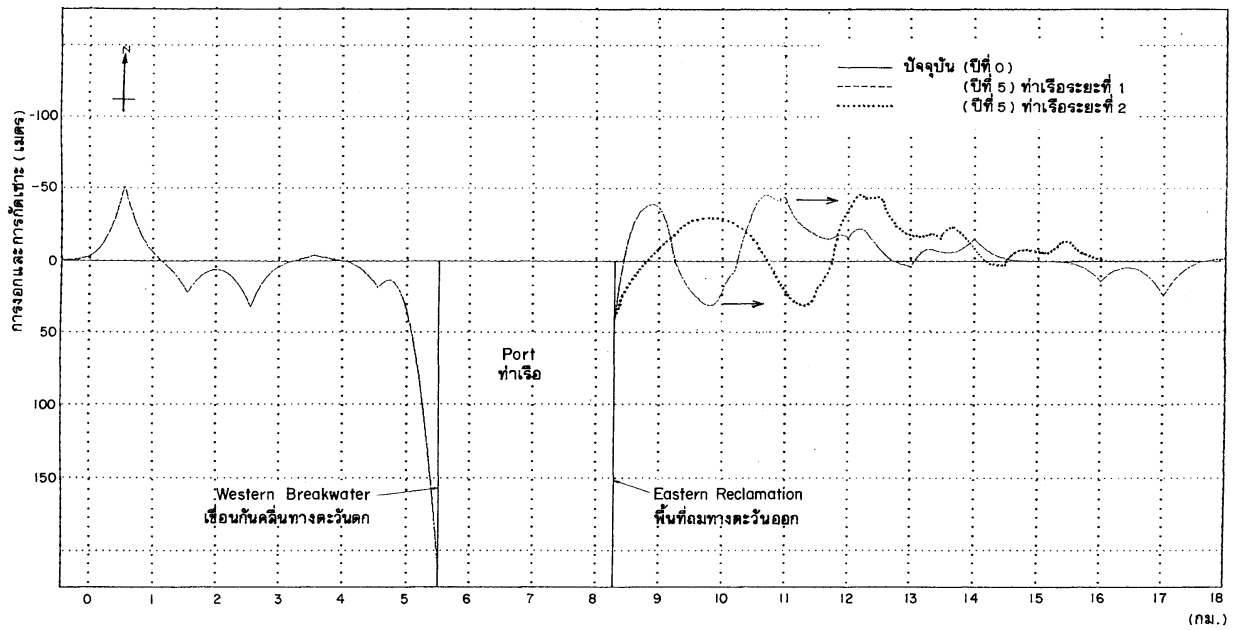
รูปที่ 3 การสร้างอ่าวเสี้ยววงพระจันทร์ในชั่วโมงต่างๆ โดยใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์



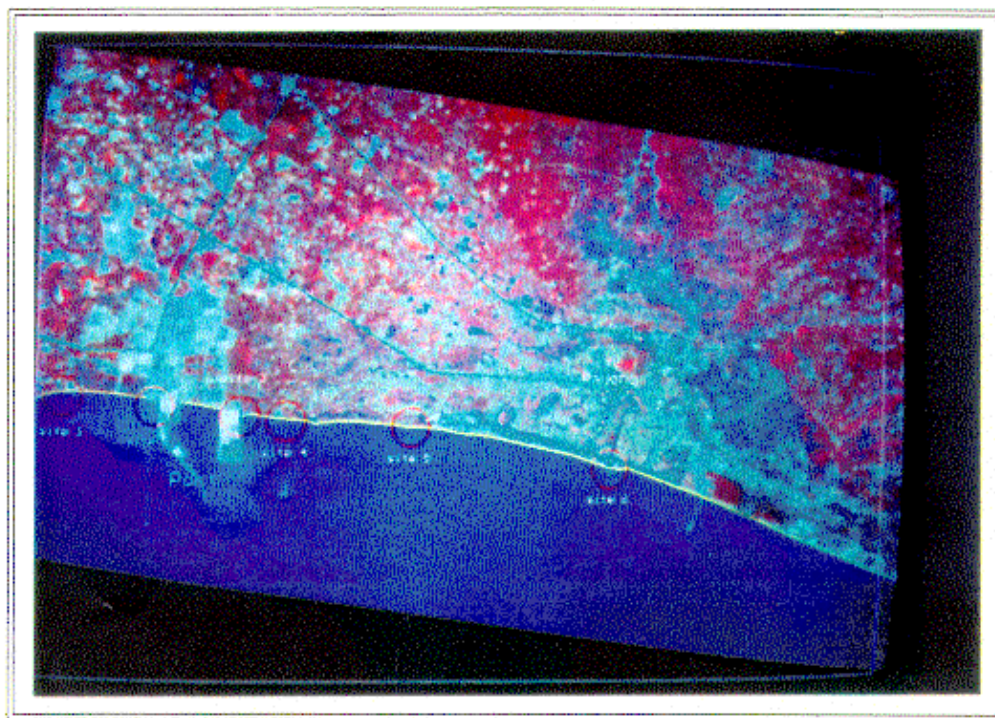
รูปที่ 4 รูปเสี้ยววงพระจันทร์ของอ่าวจอมเทียน อ่าวพิทยา และอ่าวบางละมุง



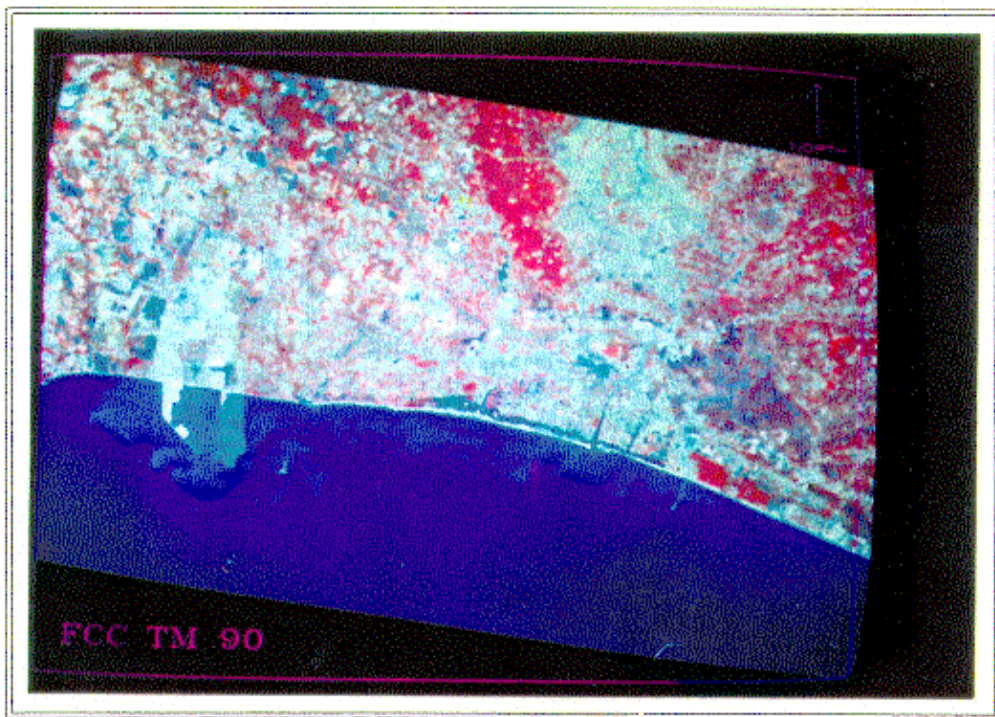
รูปที่ 5 การงอและการกักเซาะชายฝั่งจากการสร้างเขื่อนดักทรายและท่าเรือ



รูปที่ 6 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสัญญาณชายฝั่งจากการก่อสร้างท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด
(Mouchel, 1995)

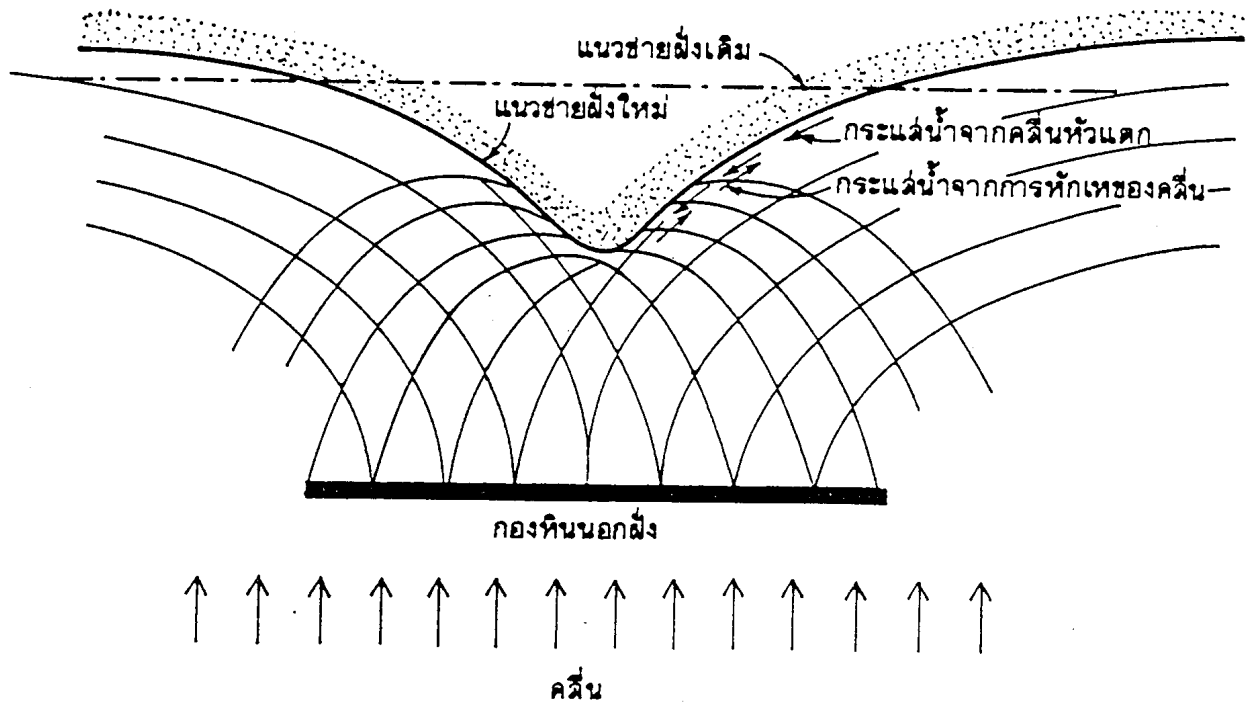


ถ่ายเมื่อพ.ศ. 2536

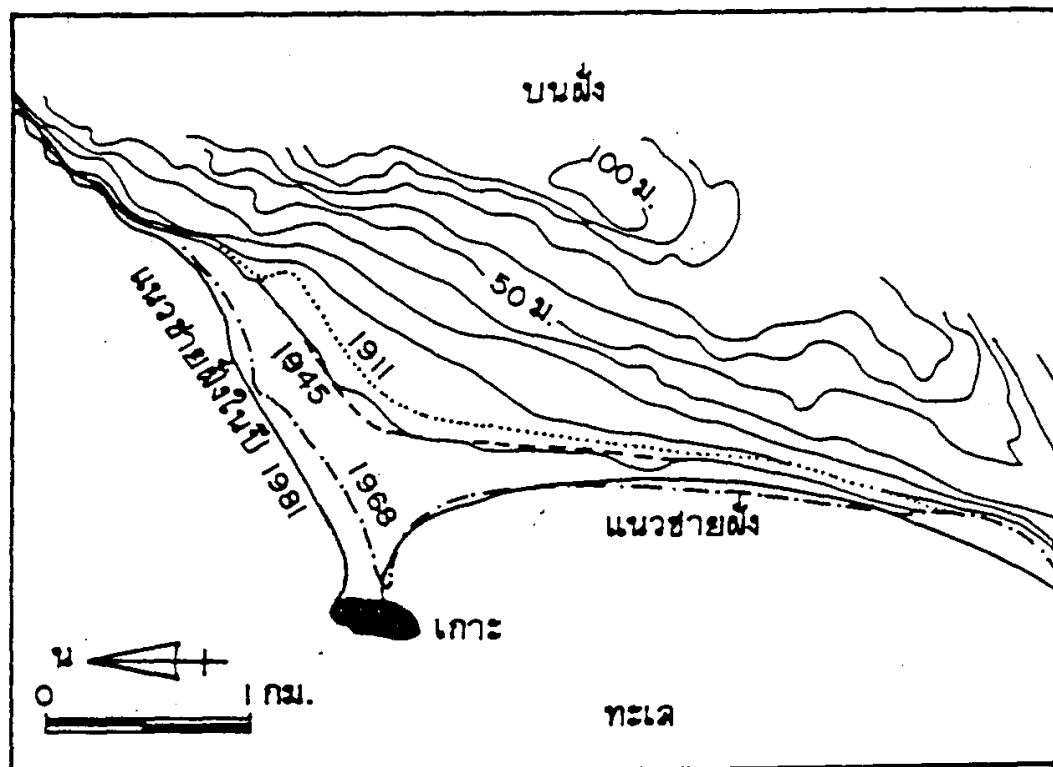


ถ่ายเมื่อพ.ศ. 2533

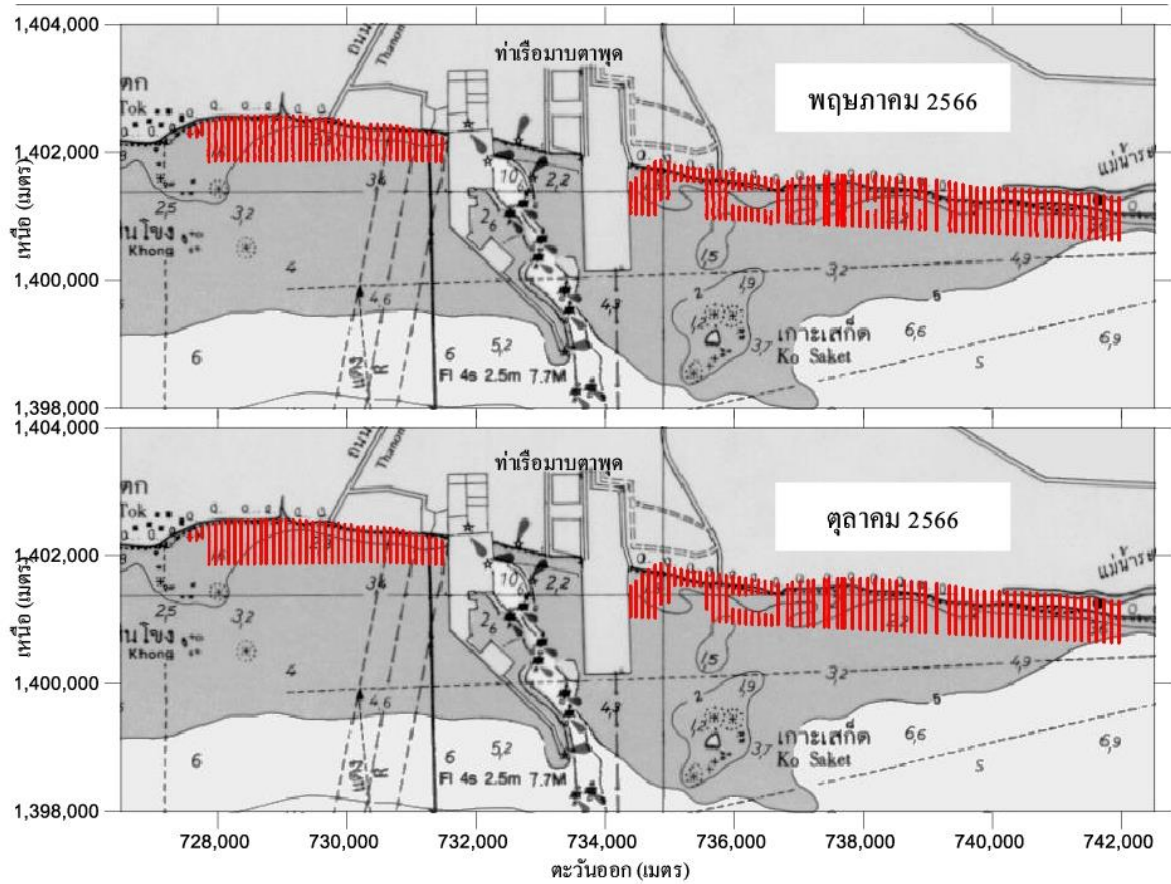
รูปที่ 7 ภาพถ่ายดาวเทียมระหว่างการก่อสร้างท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด



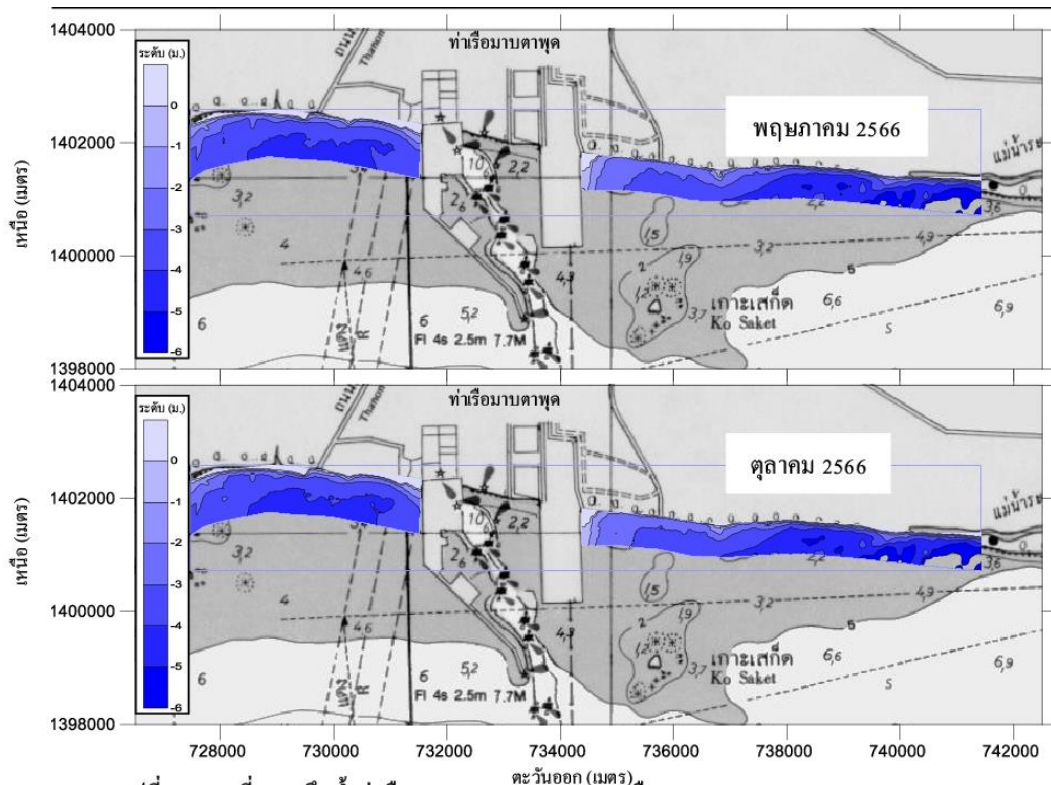
รูปที่ 8 การรอกของชายฝั่งบริเวณหลังกองหินนอกฝั่ง



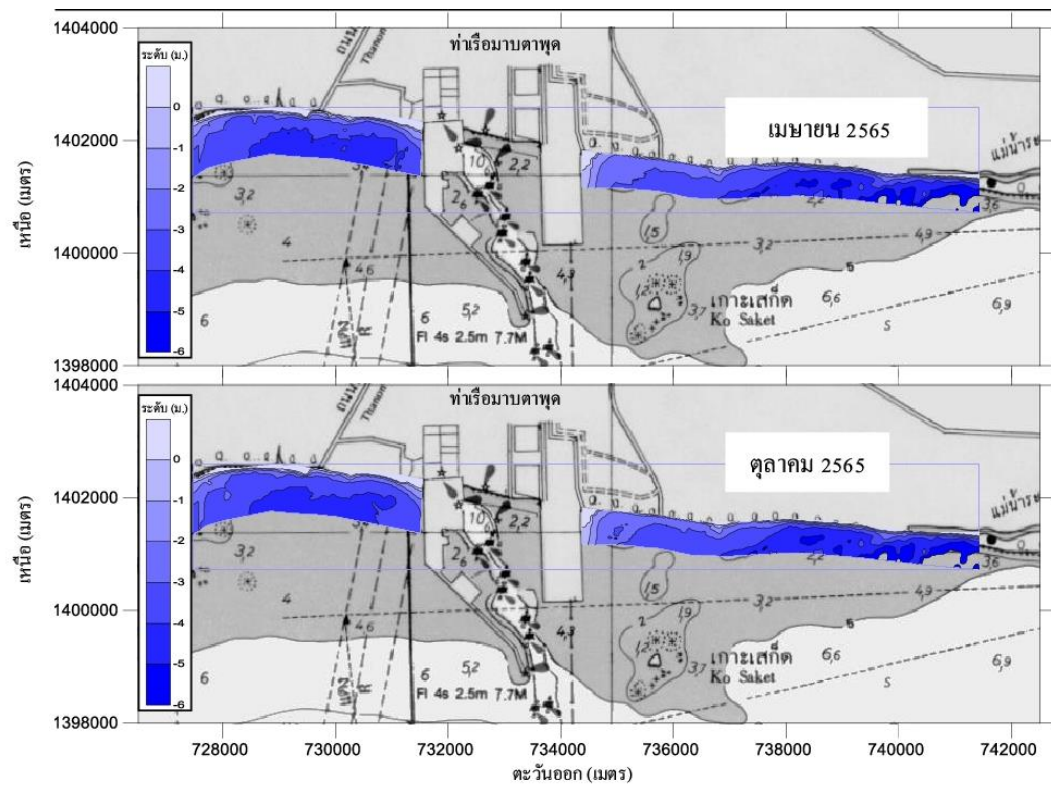
รูปที่ 9 การรอกของชายฝั่งบริเวณหลังเกาะไอโวจิมา ประเทศญี่ปุ่น (Shigemura et al. 1983)



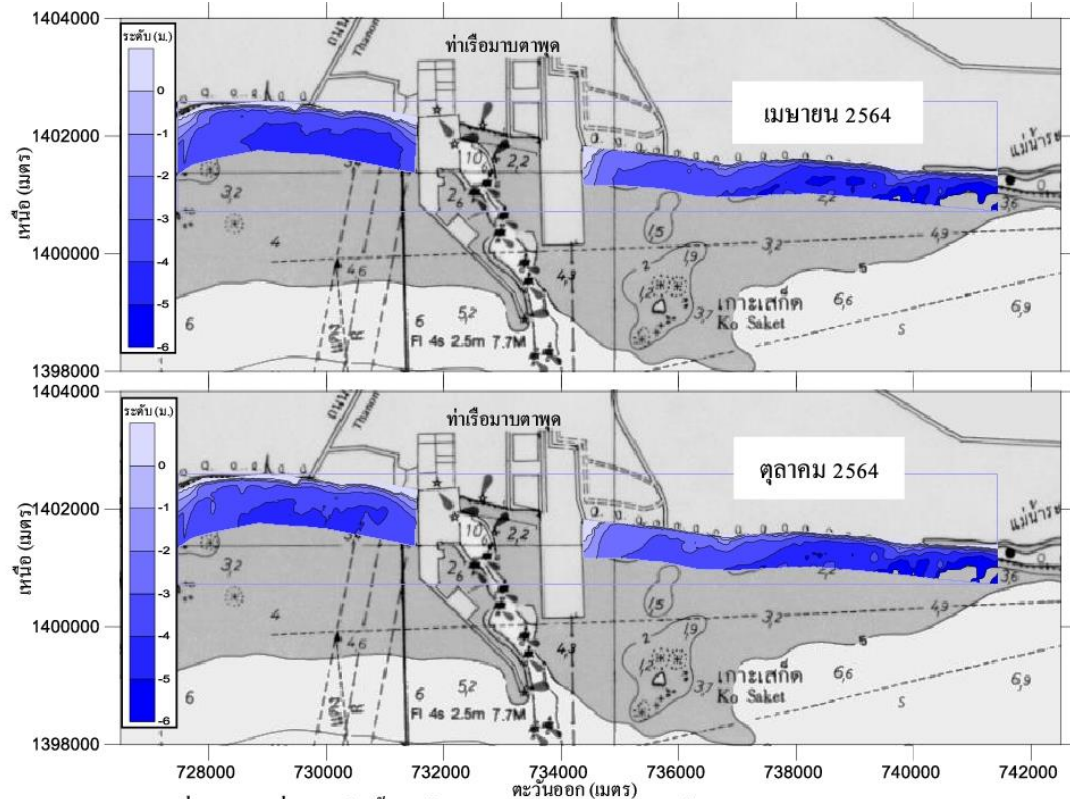
รูปที่ 10 แนวสำรวจระดับท้องทะเล



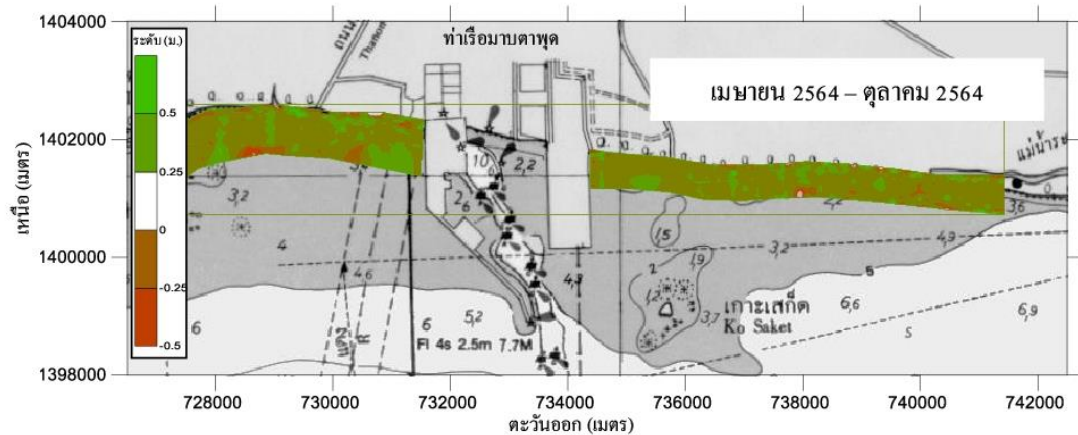
รูปที่ 11 แผนที่ความลึกน้ำท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดเดือนพฤษภาคม 2566 และตุลาคม 2566



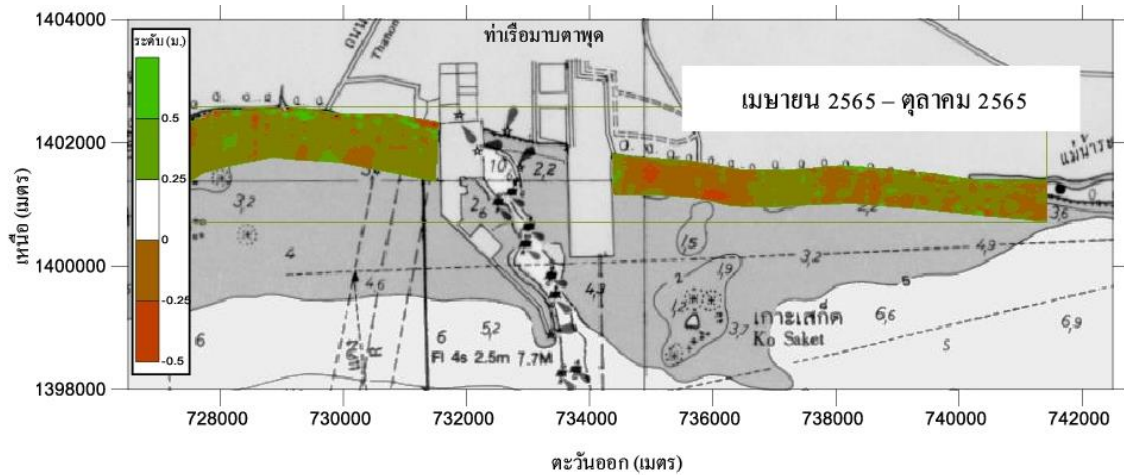
รูปที่ 12 แผนที่ความลึกน้ำท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดเดือนเมษายนและตุลาคม 2565



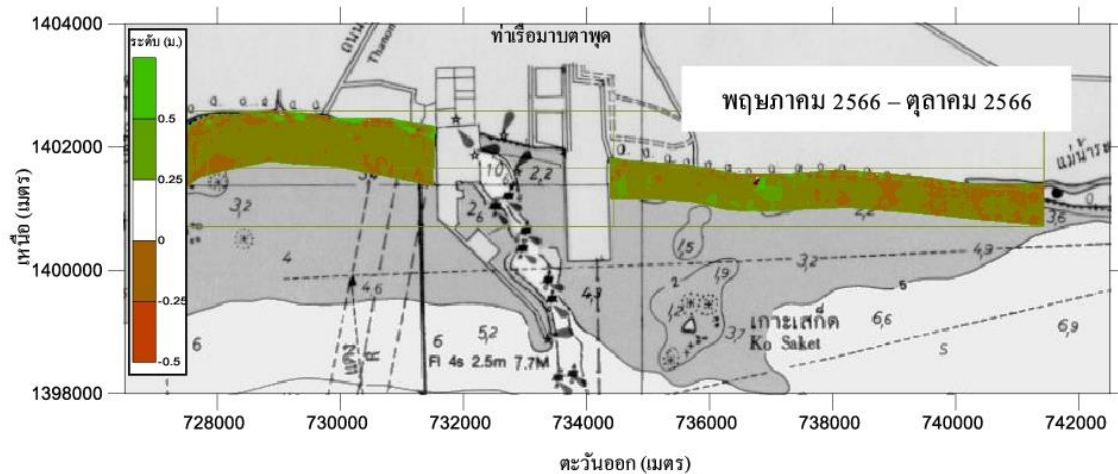
รูปที่ 13 แผนที่ความลึกน้ำท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดเดือนเมษายนและตุลาคม 2564



รูปที่ 14 แผนที่การเปลี่ยนแปลงความลึกน้ำท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดระหว่างปี 2564



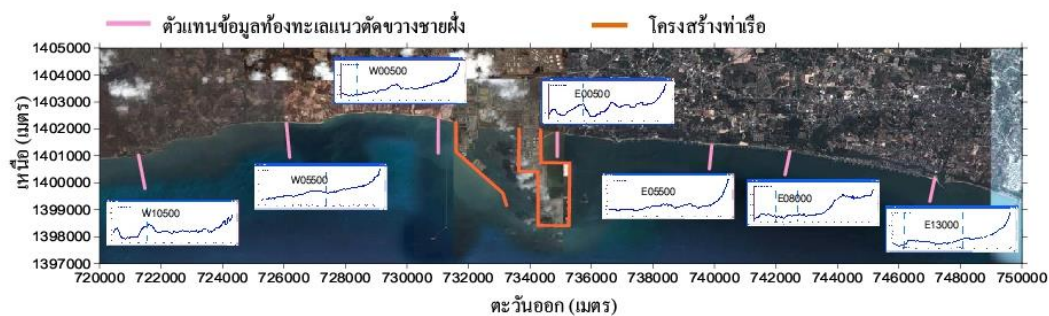
รูปที่ 15 แผนที่การเปลี่ยนแปลงความลึกน้ำท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดระหว่างปี 2565



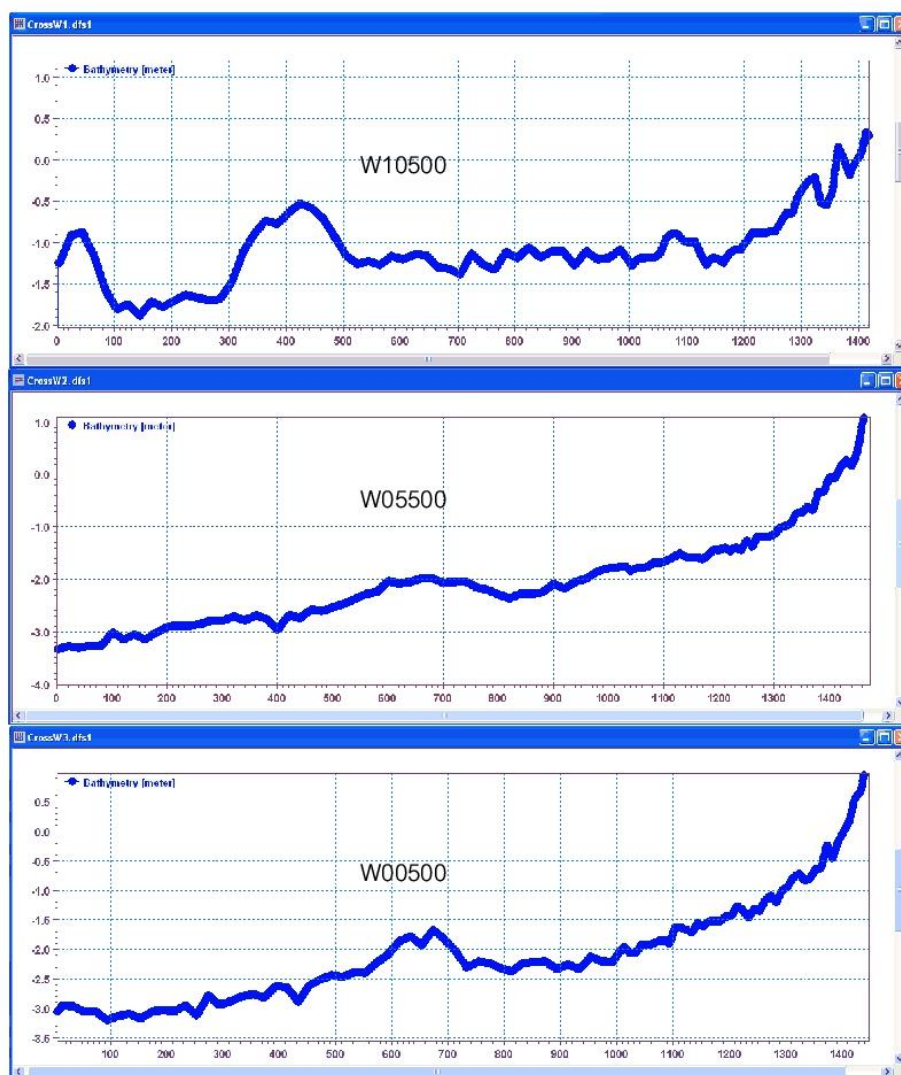
รูปที่ 16 แผนที่การเปลี่ยนแปลงความลึกน้ำท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดระหว่างปี 2566



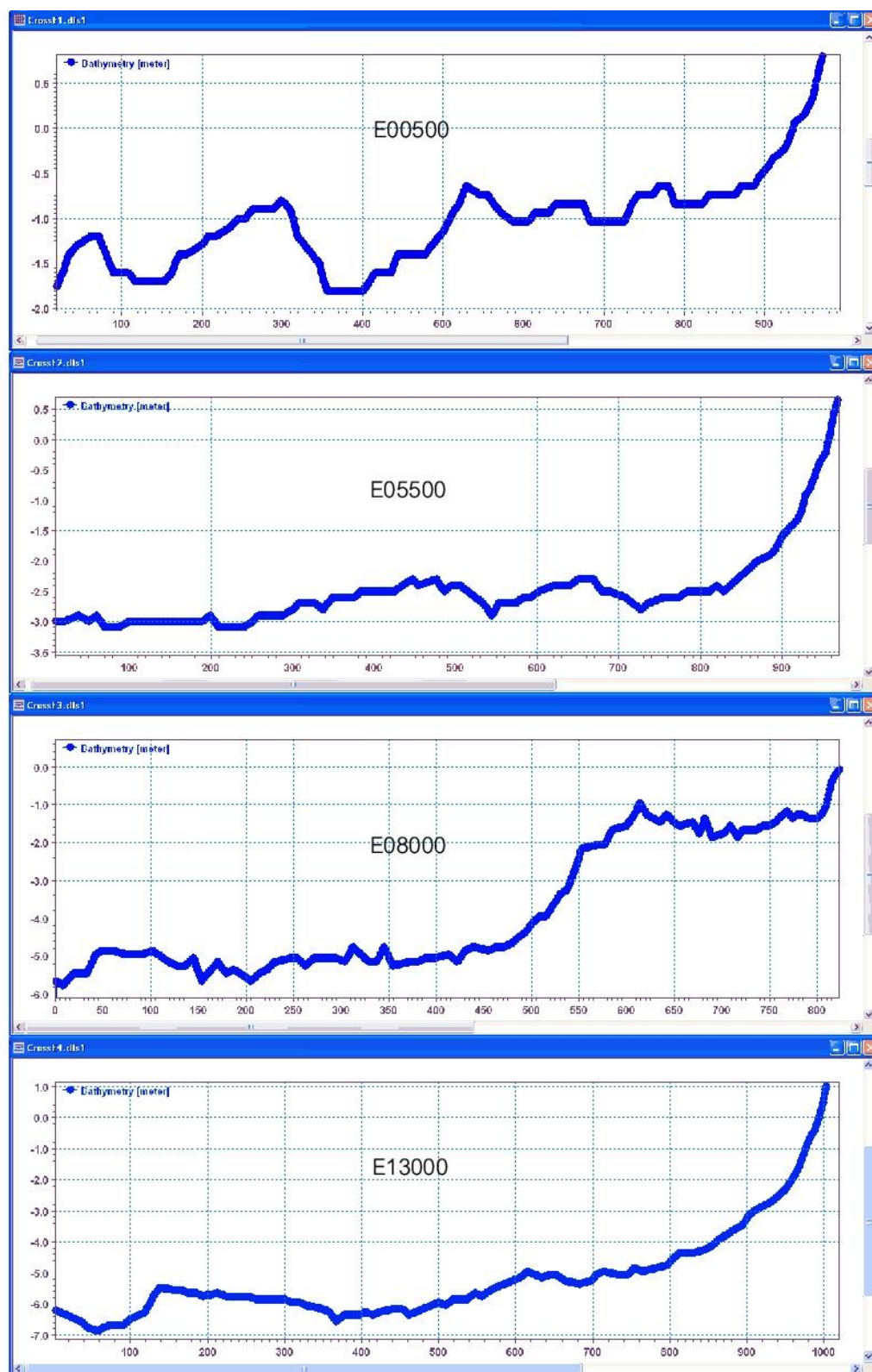
รูปที่ 17 ชายฝั่งด้านตะวันออกของท่าเรือมาบตาพุด ระหว่างคลองซากหมากและกำแพงกันคลื่น



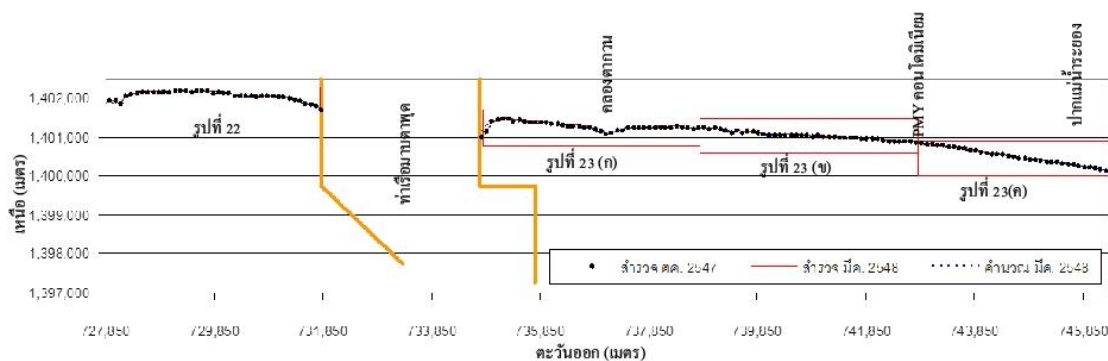
รูปที่ 18 แสดงตำแหน่งแนวตดขวางชายฝั่งทั้ง 7 ที่เป็นตัวแทนความลึกน้ำในแบบจำลอง LITPACK



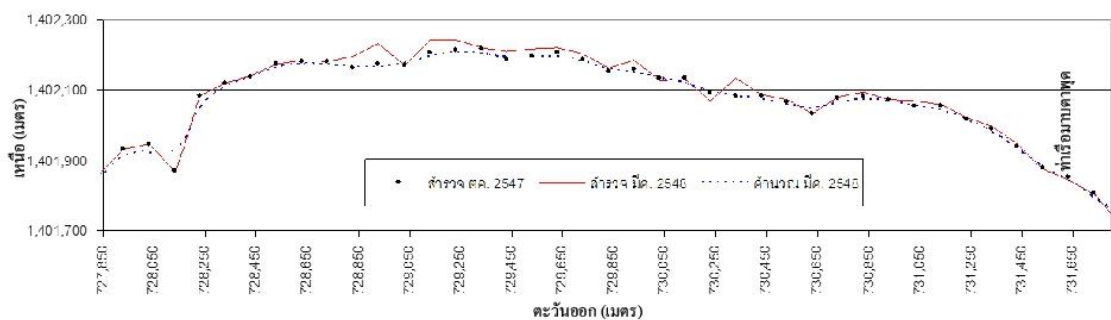
รูปที่ 19 แสดงแนวตดขวางชายฝั่งทั้ง 3 ที่เป็นตัวแทนความลึกน้ำในแบบจำลอง LITPACK (ฝั่งตะวันตก)



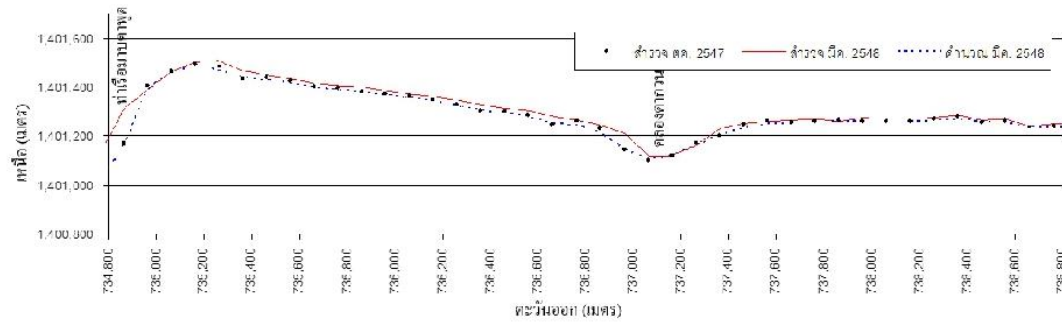
รูปที่ 20 แสดงแนวตัดขวางชายฝั่งทั้ง 4 ที่เป็นตัวแทนความลึกน้ำในแบบจำลอง LITPACK (ฝั่งตะวันออก)



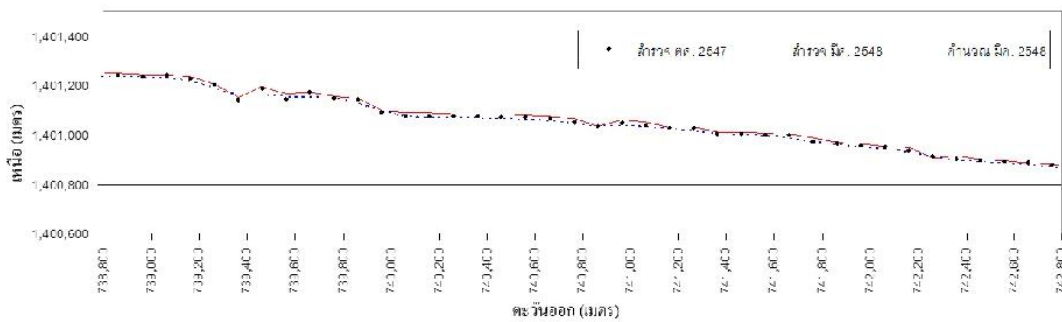
รูปที่ 21 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2547 ถึง 2548



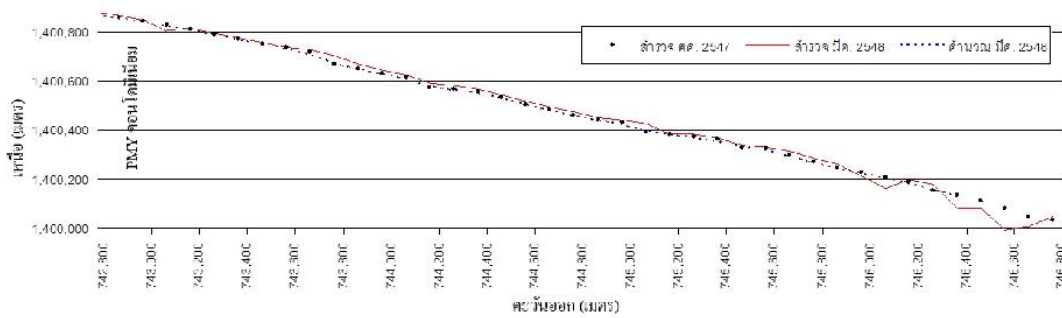
รูปที่ 22 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2547 ถึง 2548
(ฝั่งตะวันตก)



(ก)

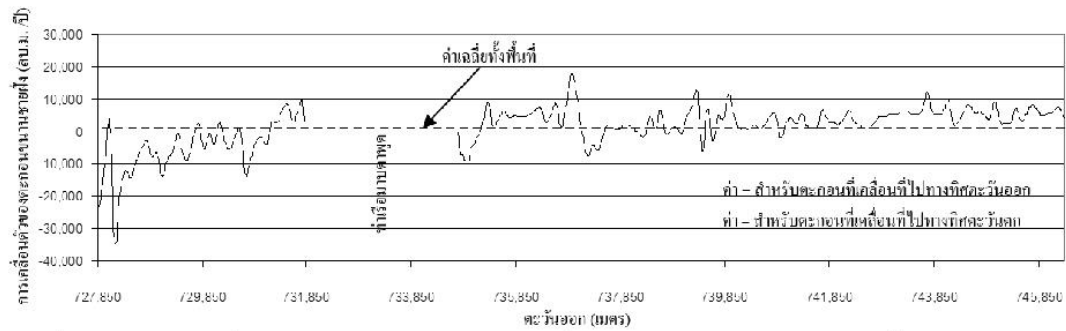


(ข)

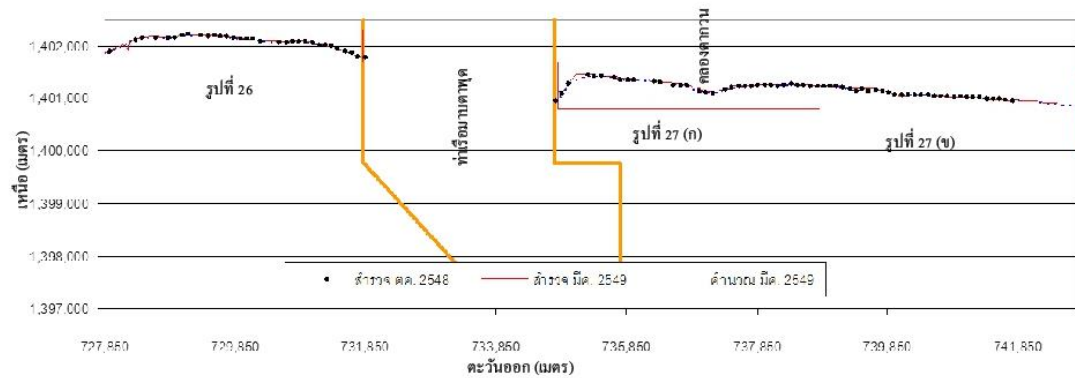


(ค)

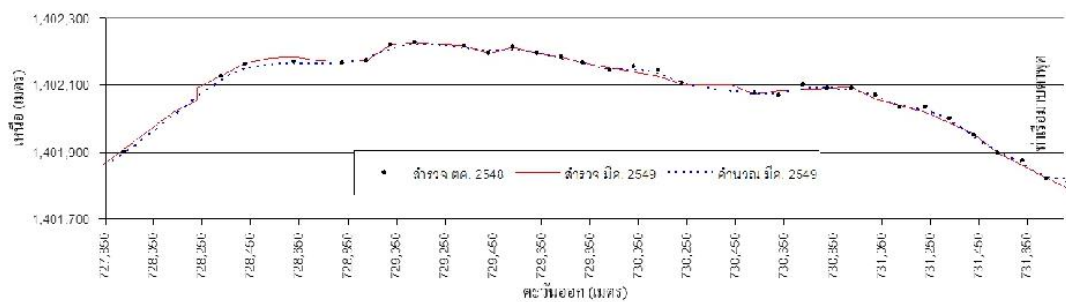
รูปที่ 23 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2547 ถึง 2548 (ฝั่งตะวันออก)



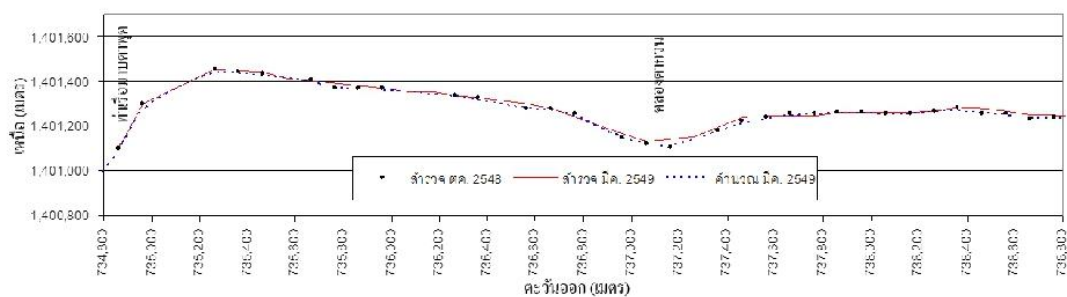
รูปที่ 24 ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนทรายขนานชายฝั่งรายปี ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2547 ถึง 2548



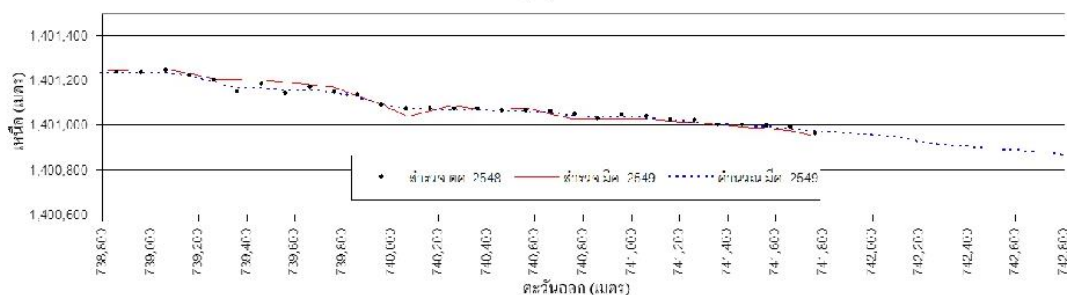
รูปที่ 25 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2548 ถึง 2549



รูปที่ 26 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2548 ถึง 2549 (ฝั่งตะวันตก)

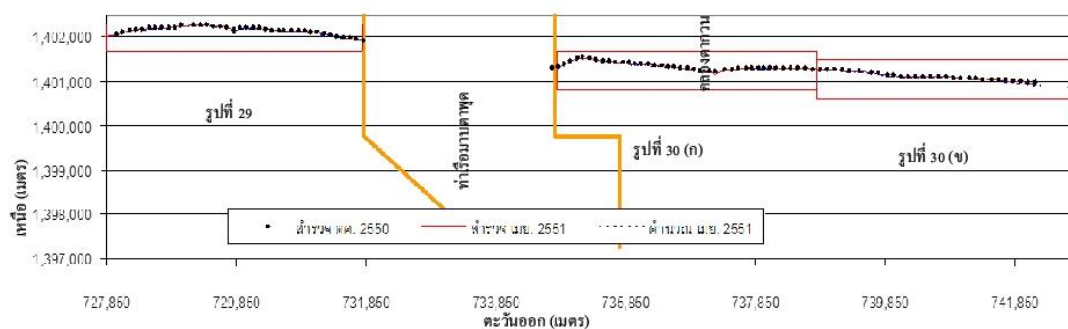


(ก)

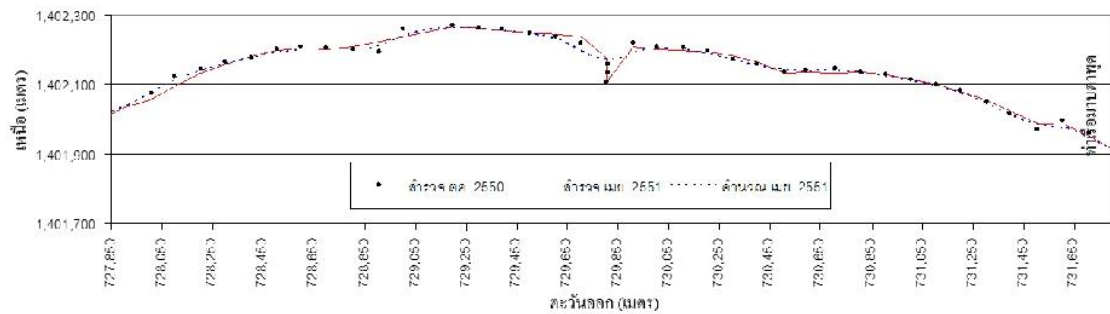


(ข)

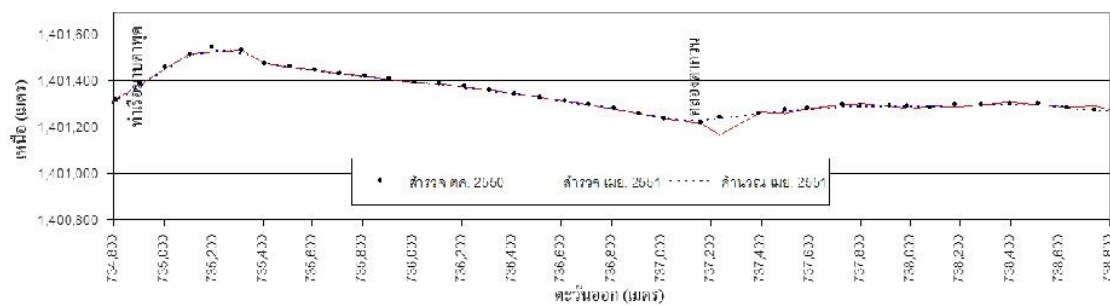
รูปที่ 27 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2548 ถึง 2549



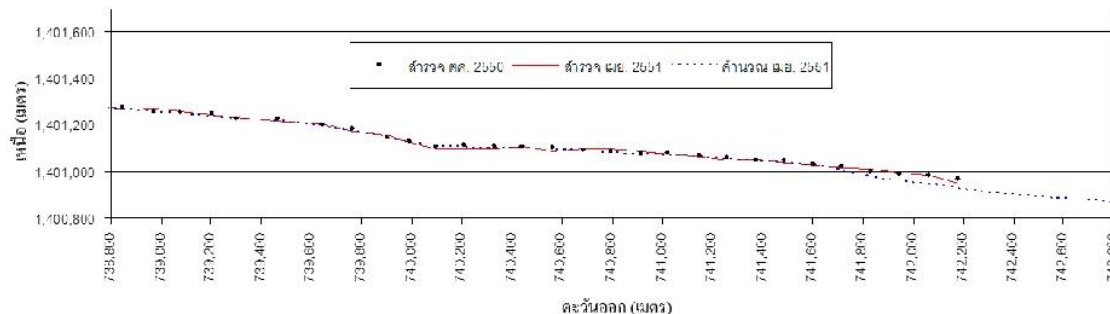
รูปที่ 28 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2550 ถึง 2551



รูปที่ 29 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2550 ถึง 2551 (ฝั่งตะวันตก)

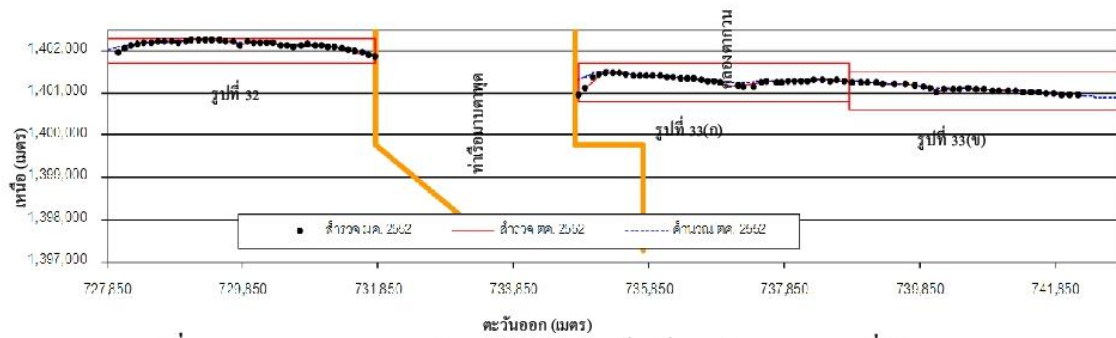


(ก)

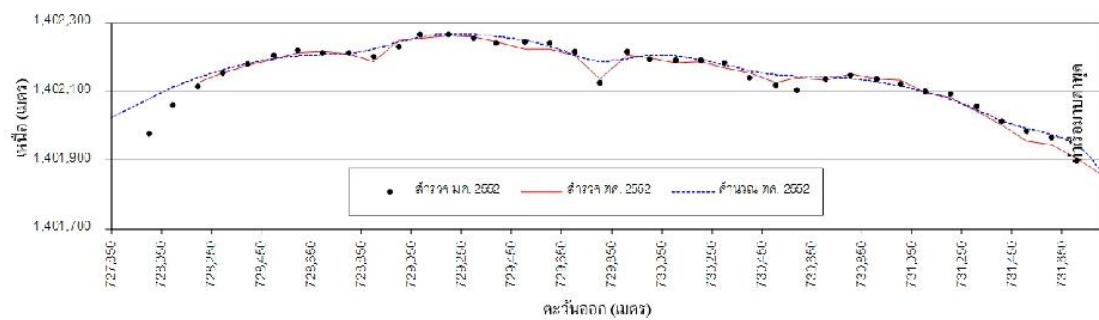


(ข)

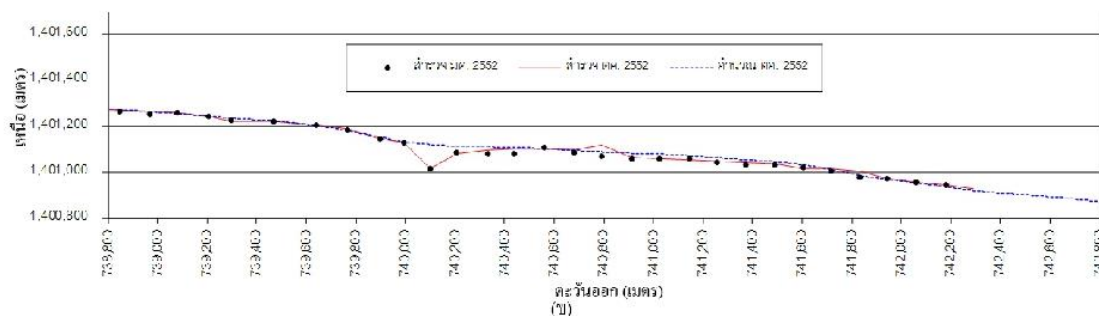
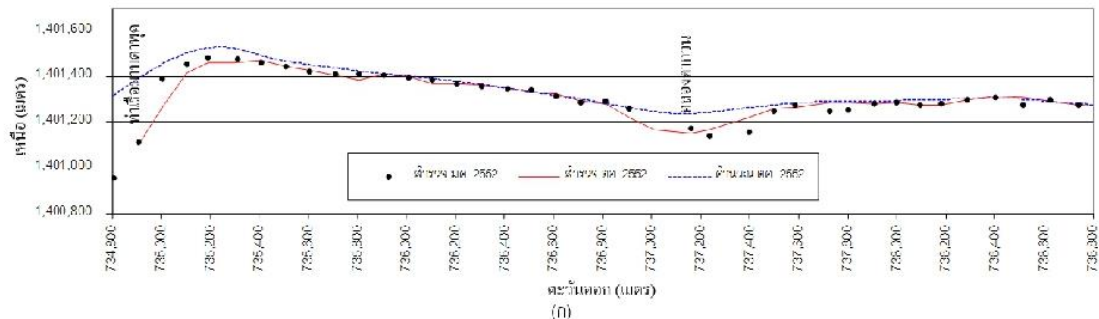
รูปที่ 30 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2550 ถึง 2551 (ฝั่งตะวันออก)



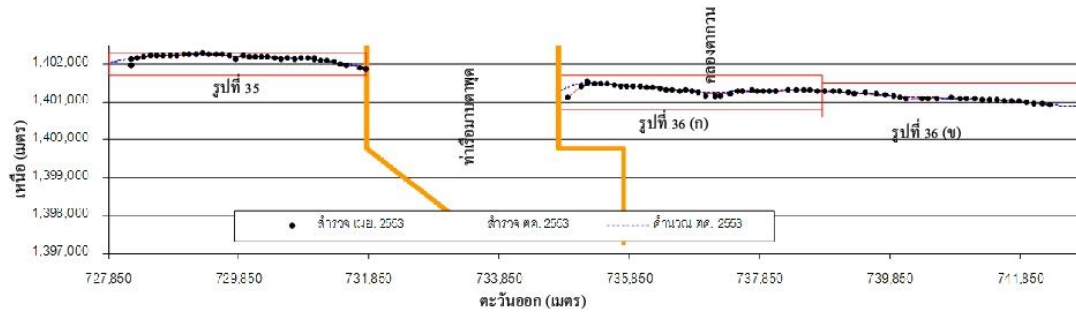
รูปที่ 31 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2552



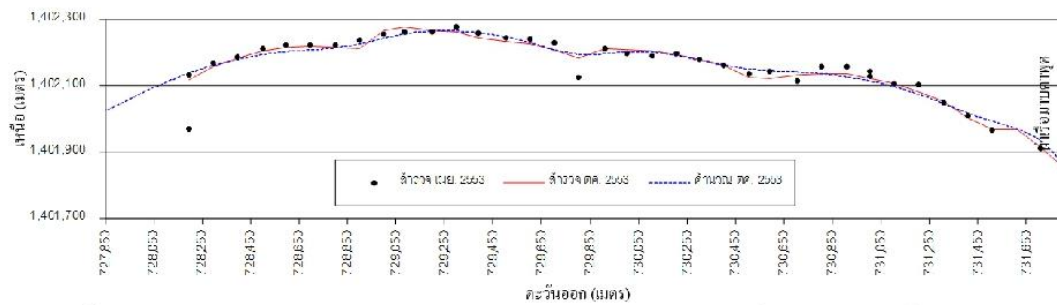
รูปที่ 32 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2552 (ฝั่งตะวันตก)



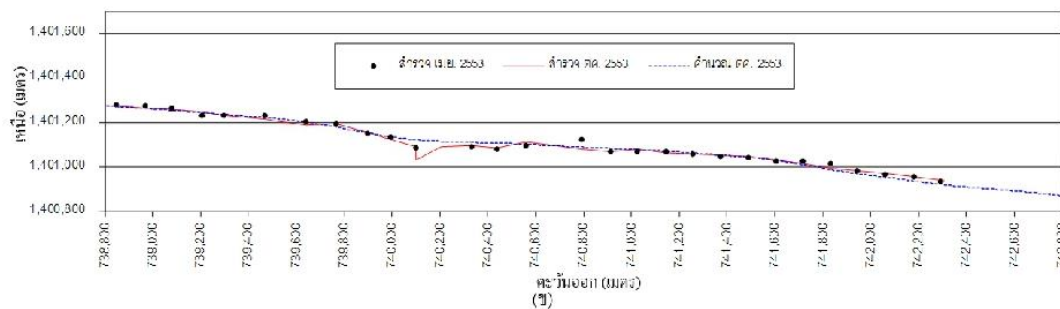
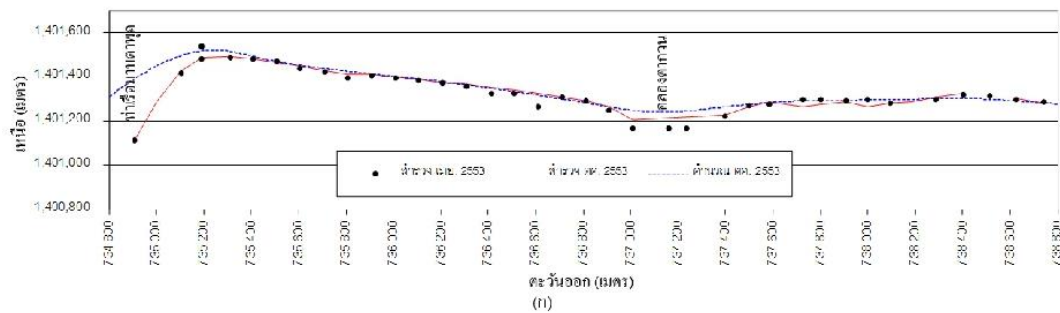
รูปที่ 33 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2552 (ฝั่งตะวันออก)



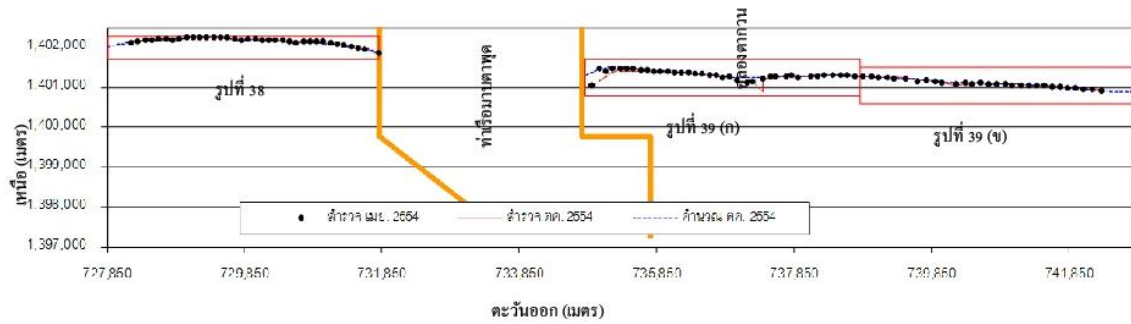
รูปที่ 34 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2553



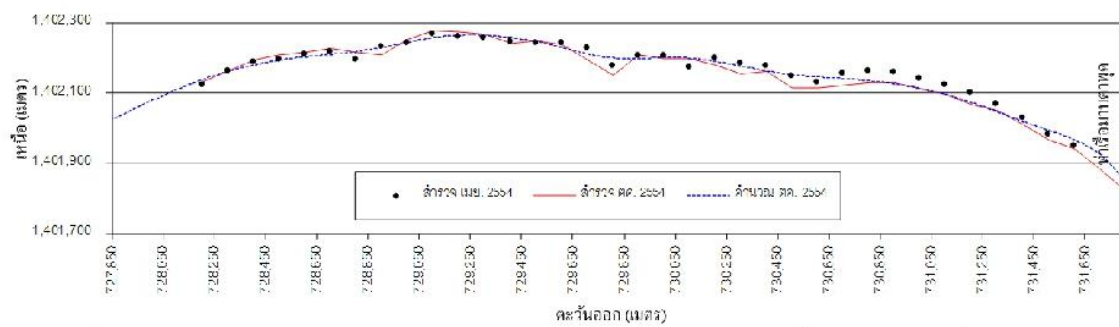
รูปที่ 35 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2553 (ฝั่งตะวันตก)



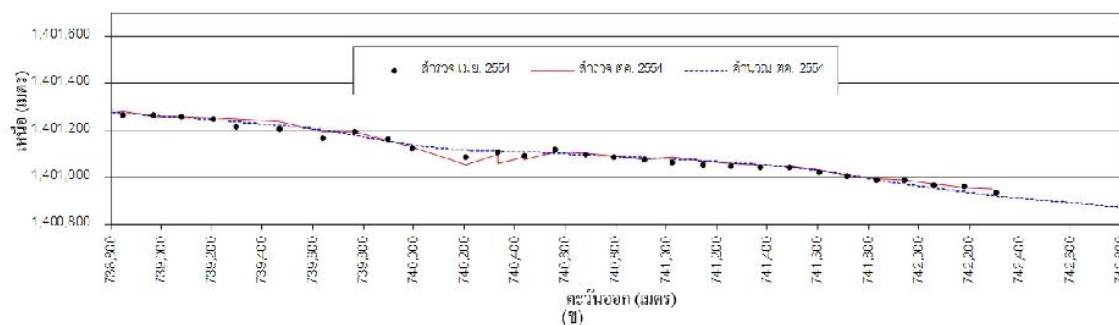
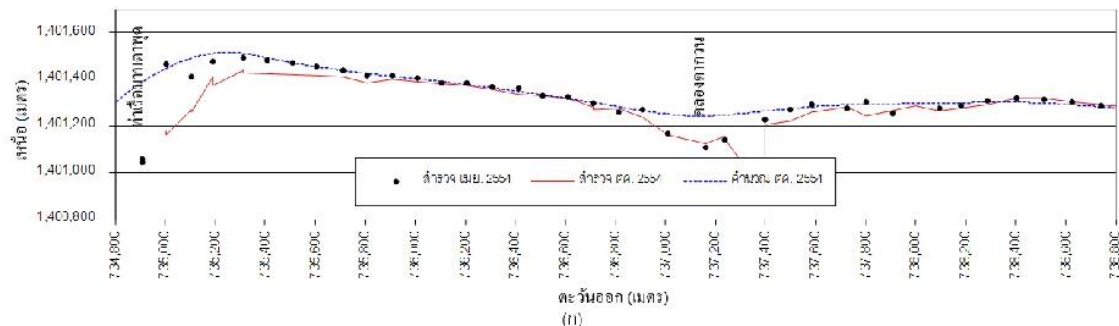
รูปที่ 36 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2553 (ฝั่งตะวันออก)



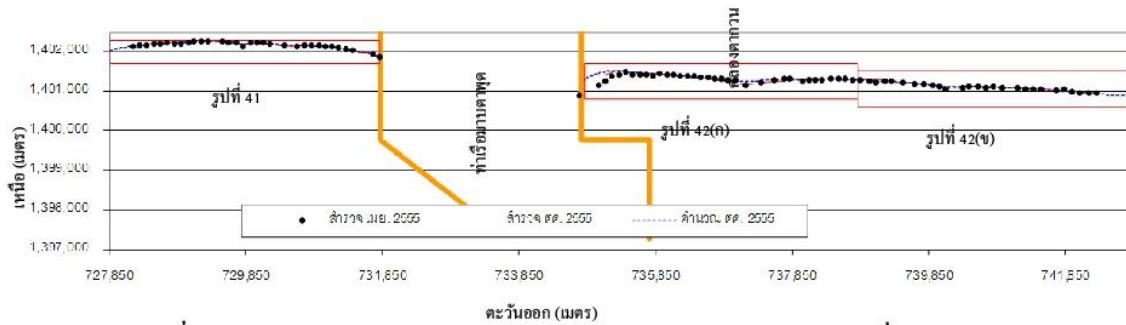
รูปที่ 37 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2554



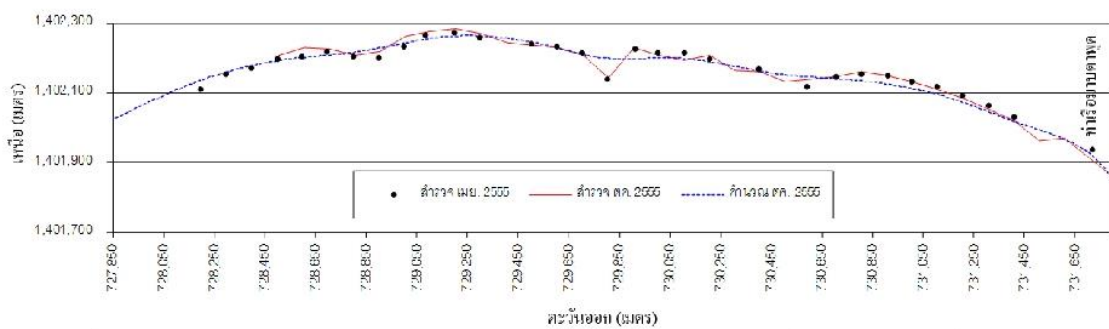
รูปที่ 38 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2554 (ฝั่งตะวันตก)



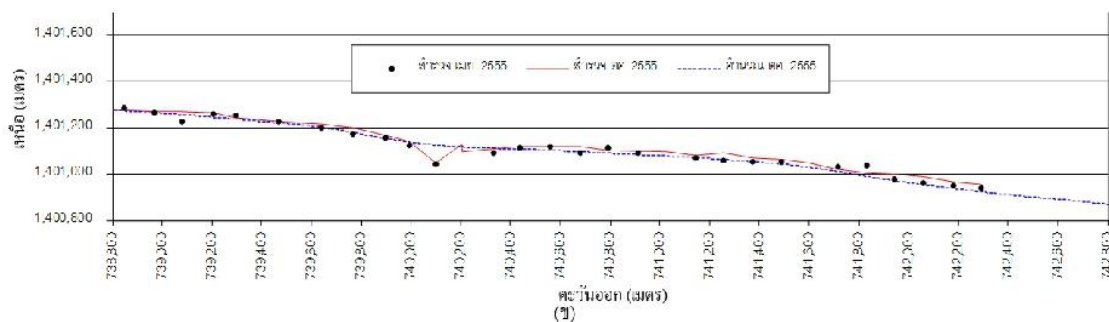
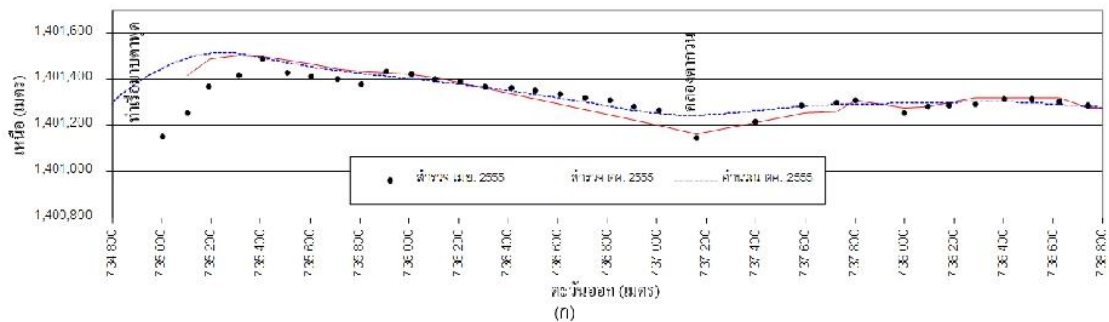
รูปที่ 39 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2554 (ฝั่งตะวันออก)



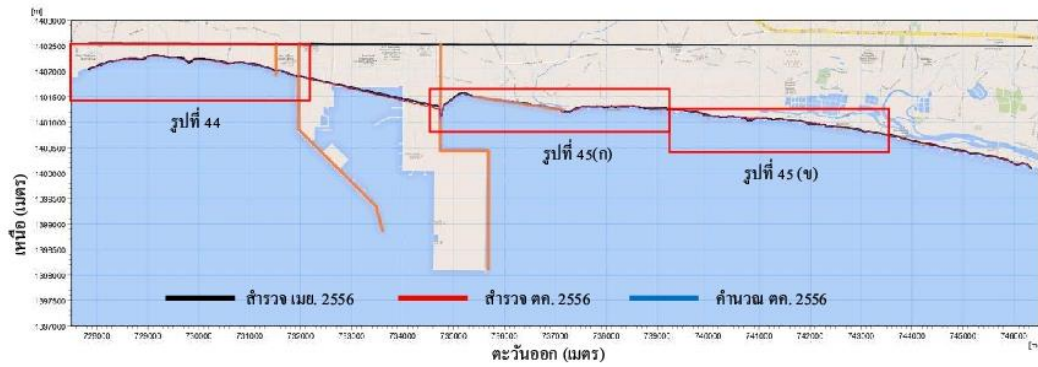
รูปที่ 40 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2555



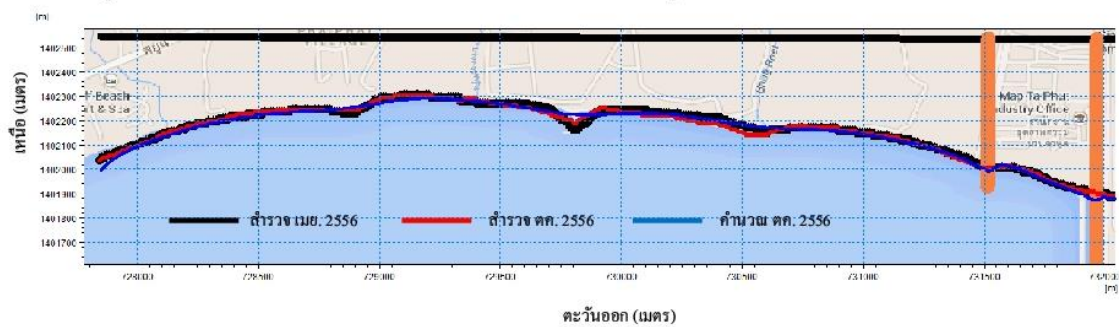
รูปที่ 41 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2555 (ฝั่งตะวันตก)



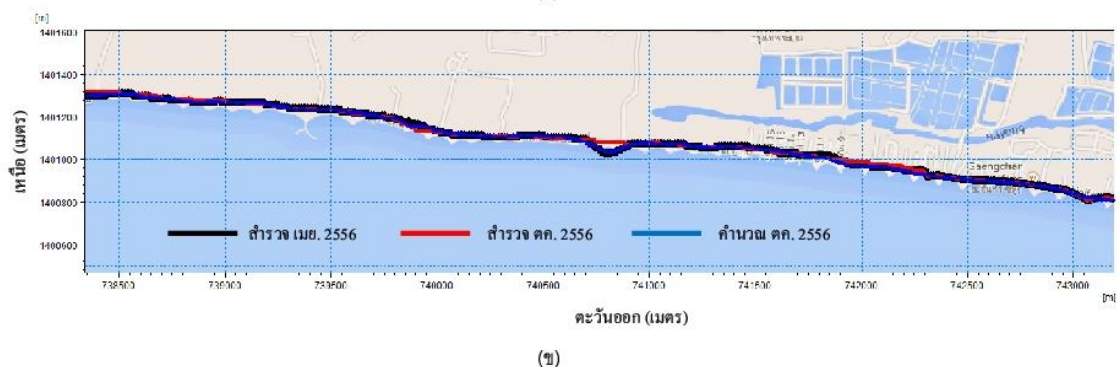
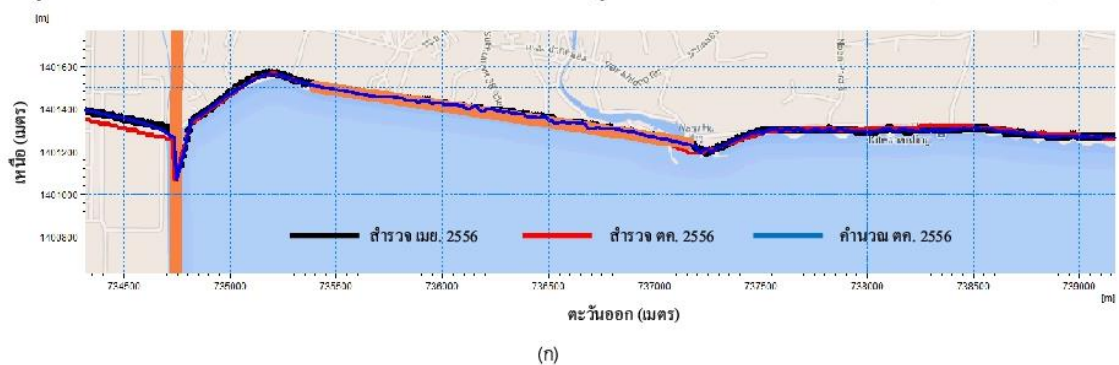
รูปที่ 42 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2555 (ฝั่งตะวันออก)



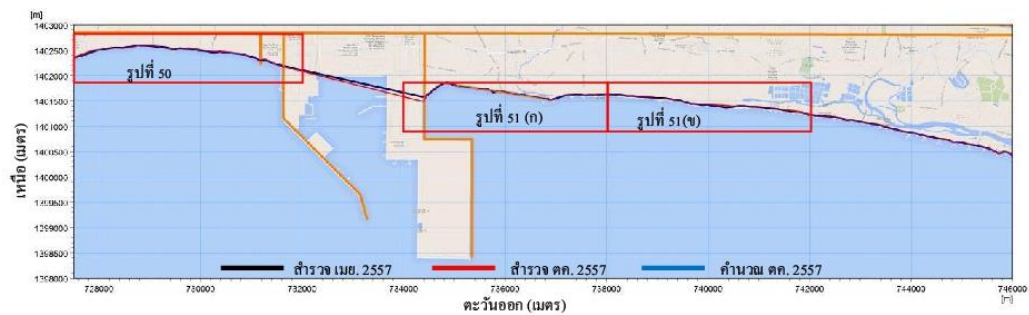
รูปที่ 43 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2556



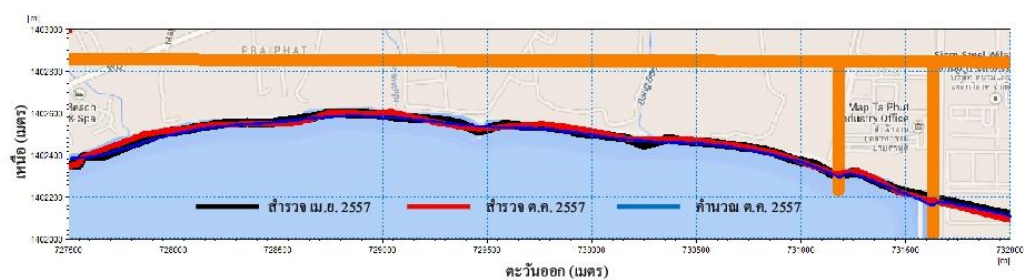
รูปที่ 44 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2556 (ฝั่งตะวันตก)



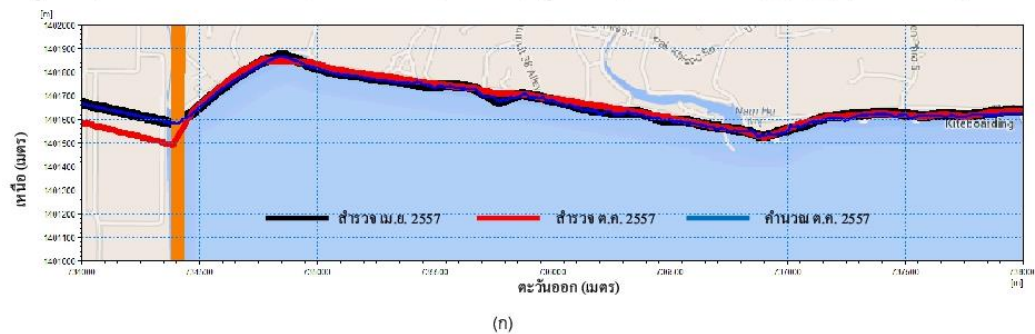
รูปที่ 45 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2556 (ฝั่งตะวันออก)



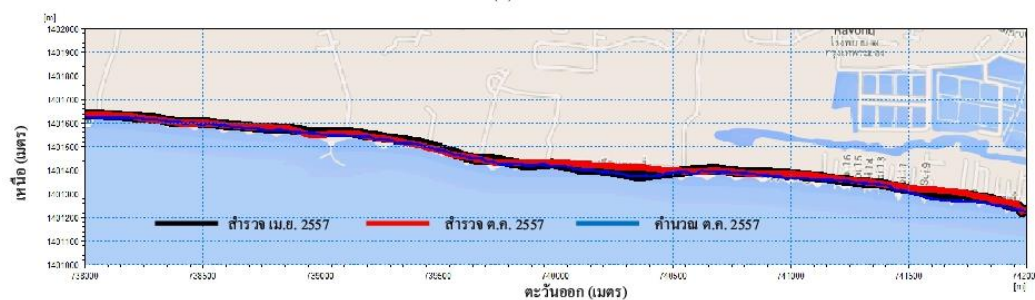
รูปที่ 46 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2557



รูปที่ 47 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2557 (ฝั่งตะวันออก)

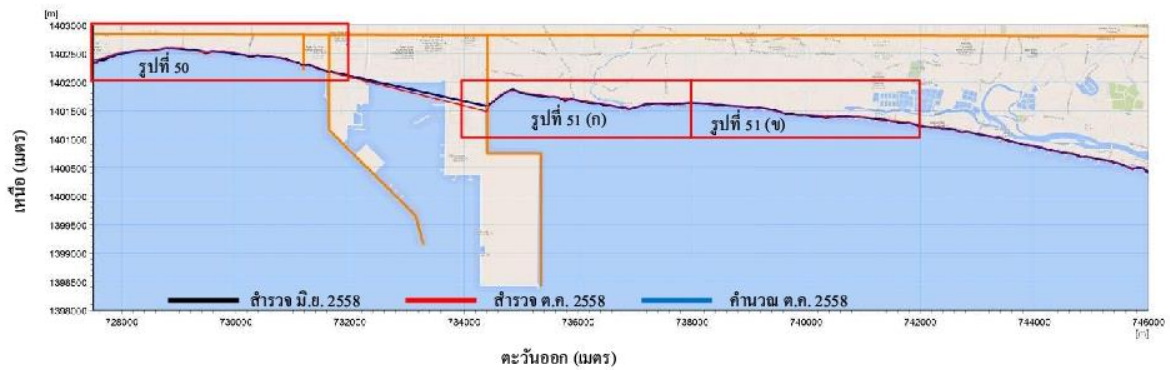


(ก)

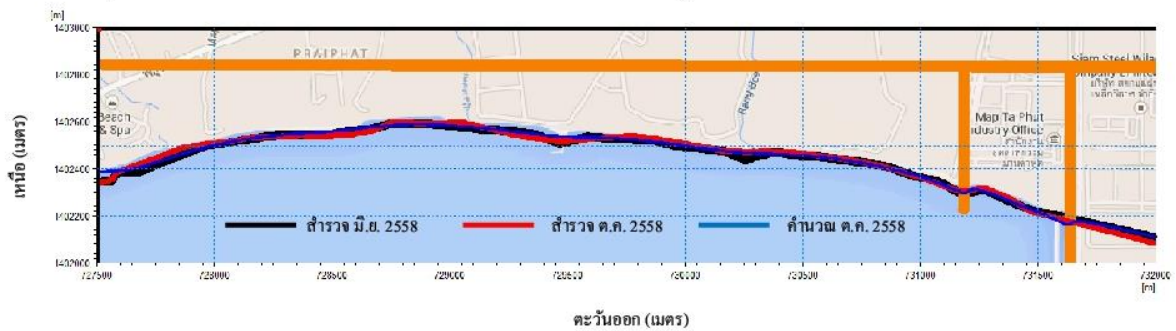


(ข)

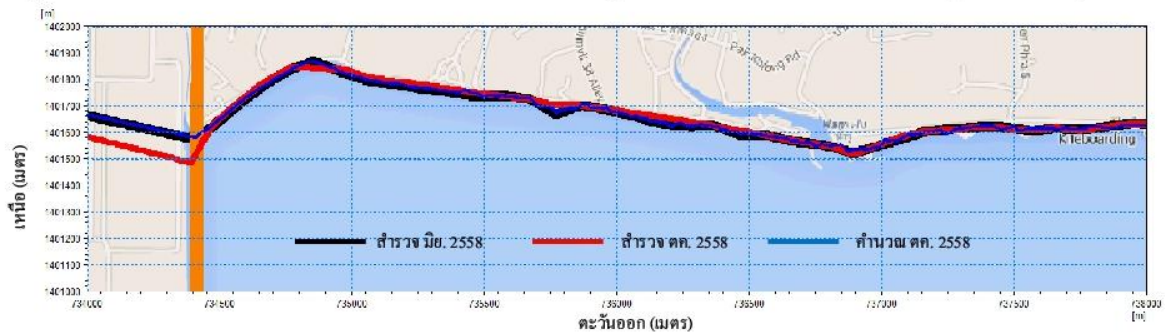
รูปที่ 48 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2557 (ฝั่งตะวันออก)



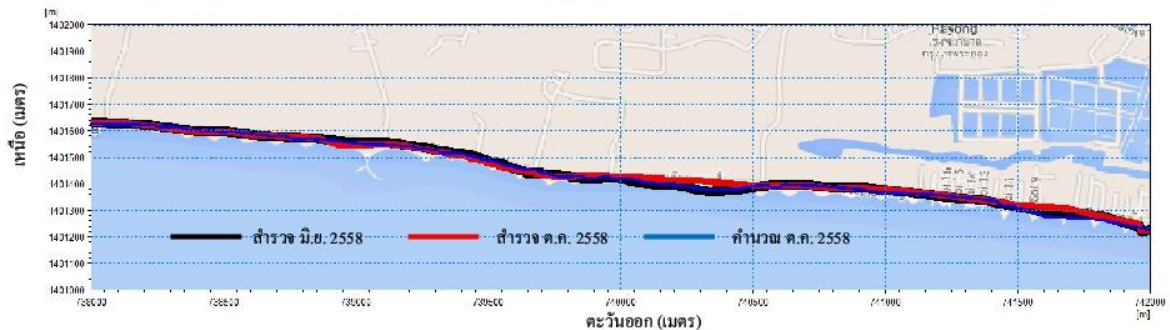
รูปที่ 49 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2558



รูปที่ 50 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2558 (ฝั่งตะวันตก)

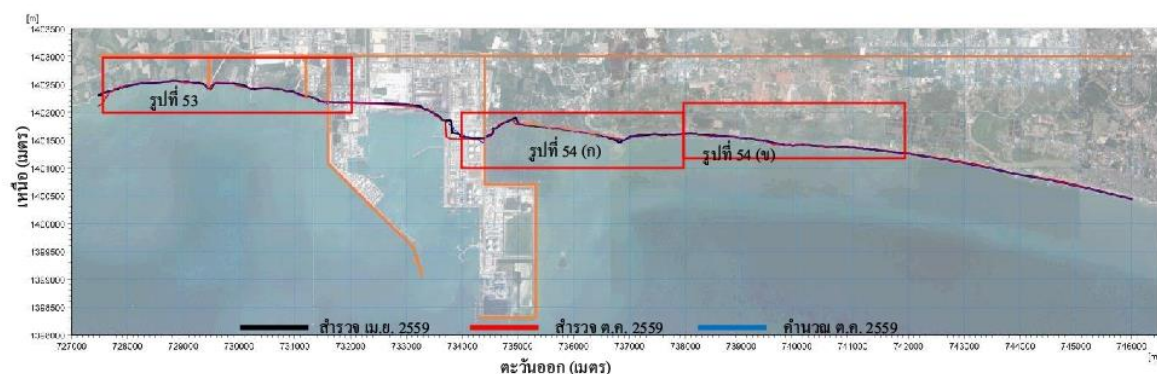


(ก)

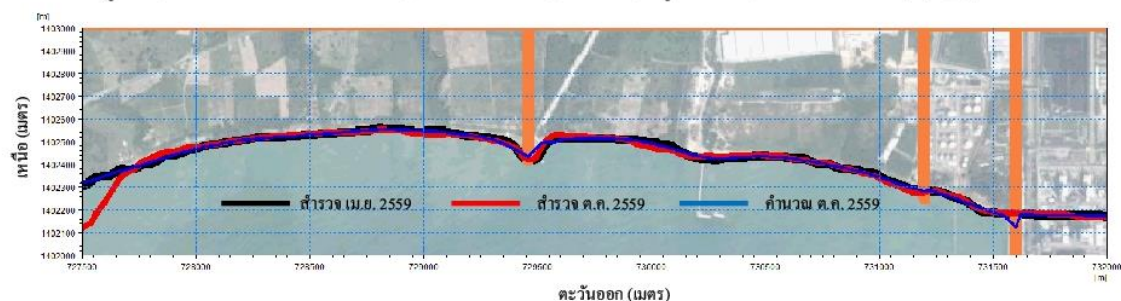


(ข)

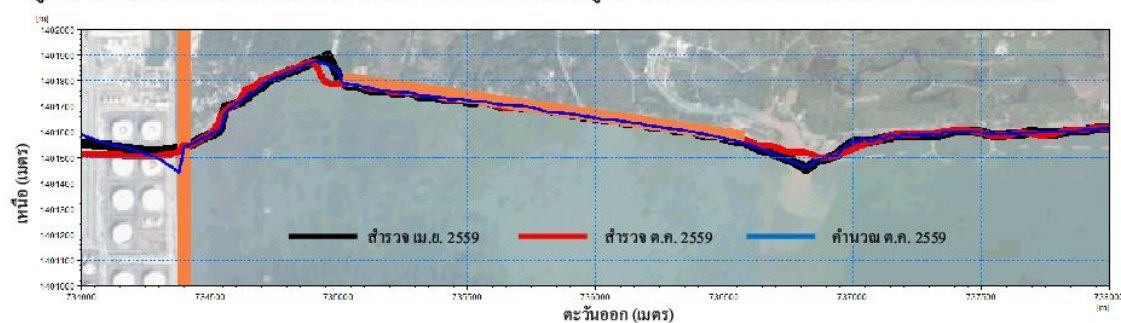
รูปที่ 51 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2558 (ฝั่งตะวันออก)



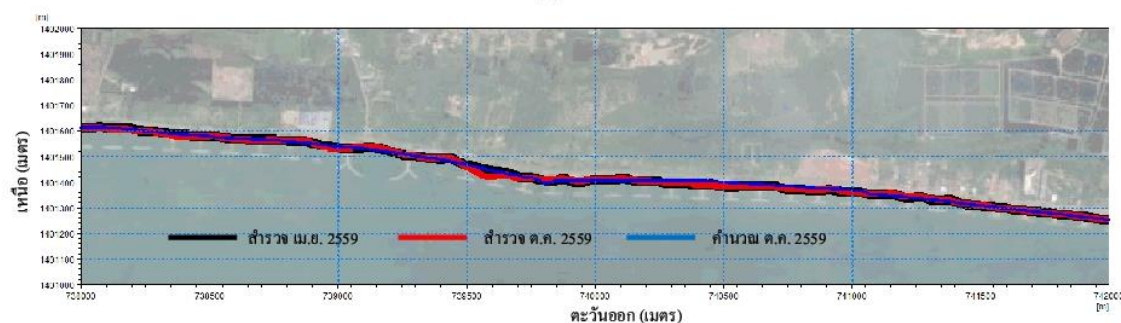
รูปที่ 52 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2559



รูปที่ 53 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2559 (ฝั่งตะวันตก)

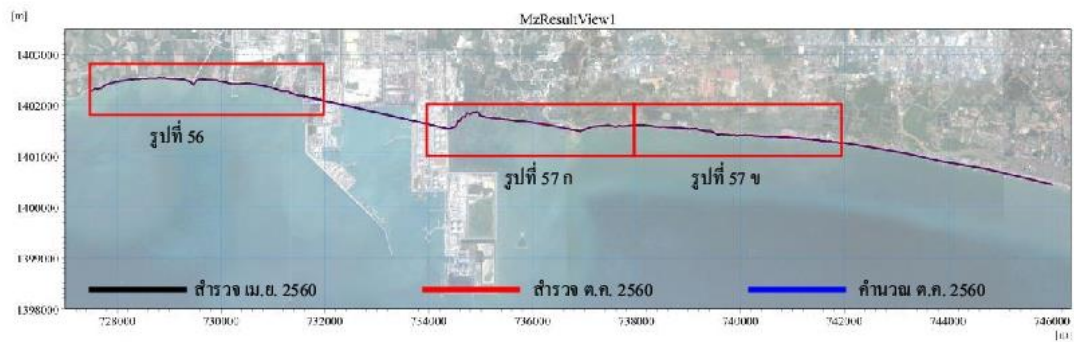


(ก)

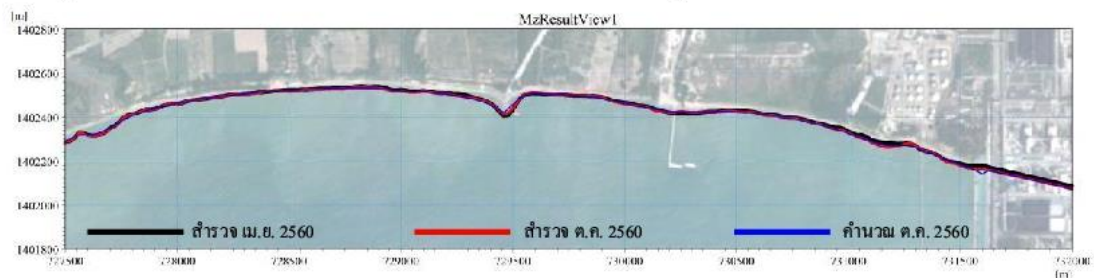


(ข)

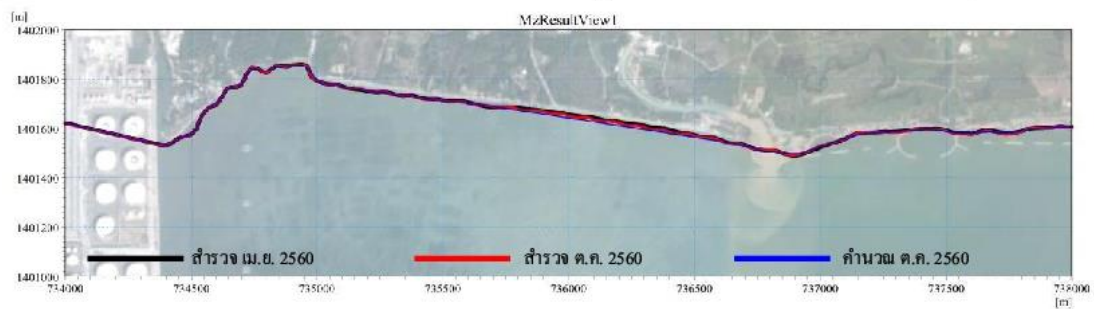
รูปที่ 54 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2559 (ฝั่งตะวันออก)



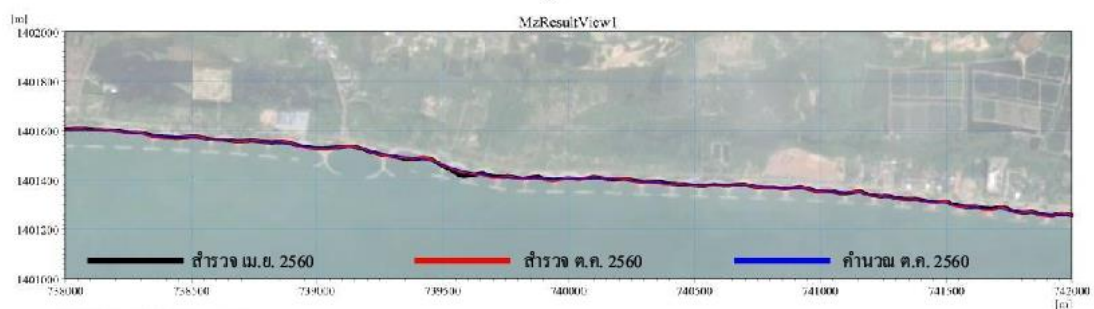
รูปที่ 55 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2560



รูปที่ 56 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2560 (ฝั่งตะวันตก)

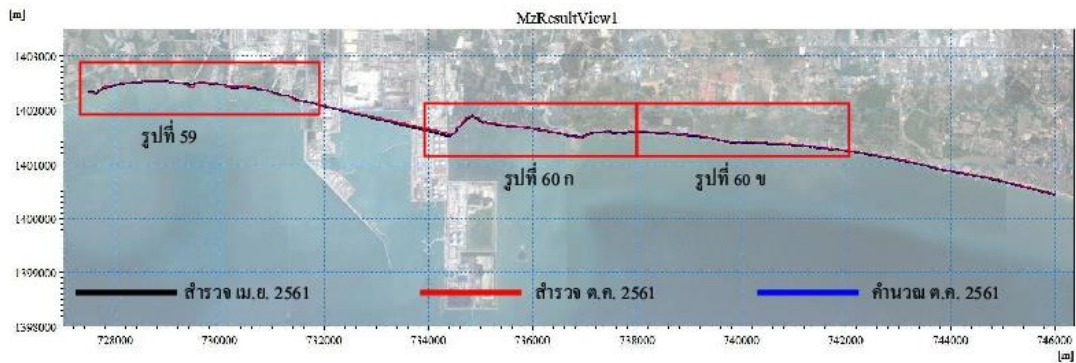


(ก)

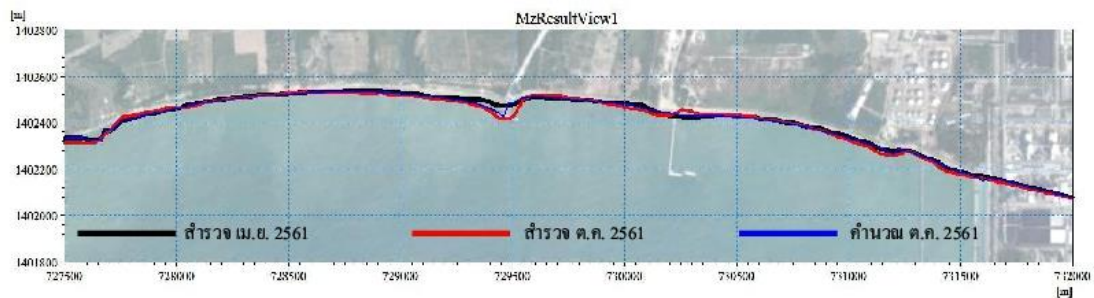


(ข)

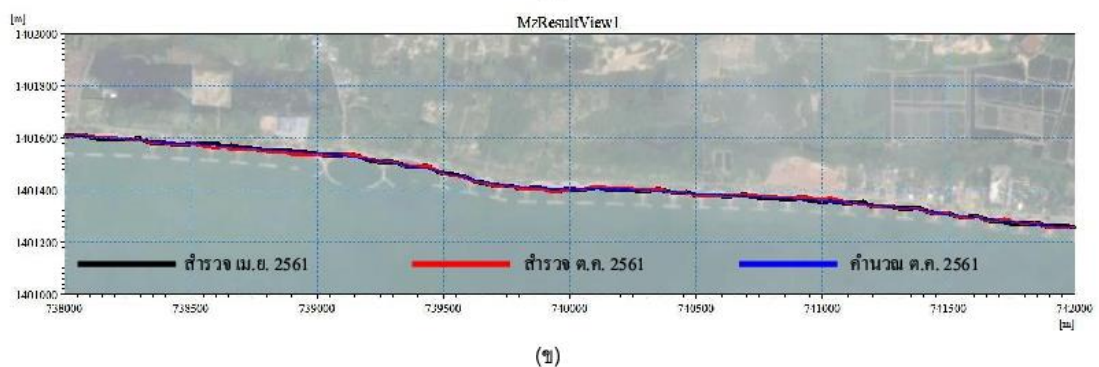
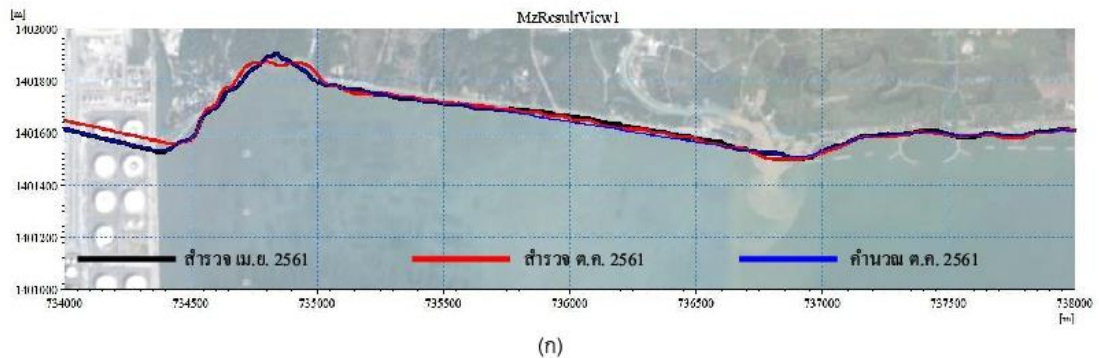
รูปที่ 57 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2560 (ฝั่งตะวันออก)



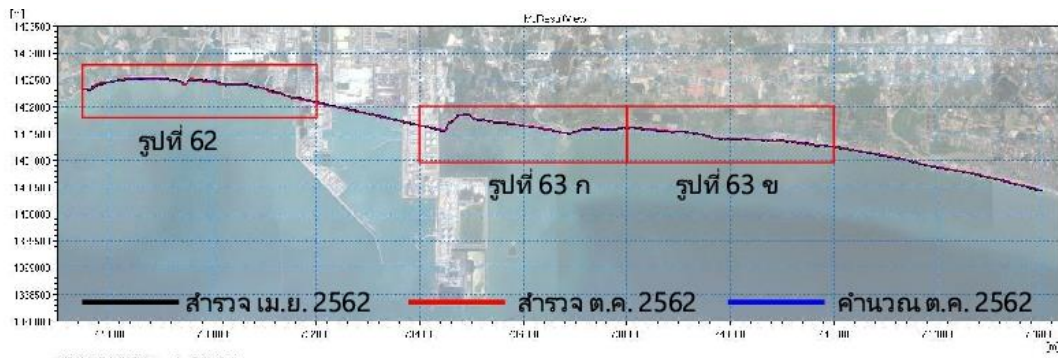
รูปที่ 58 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2561



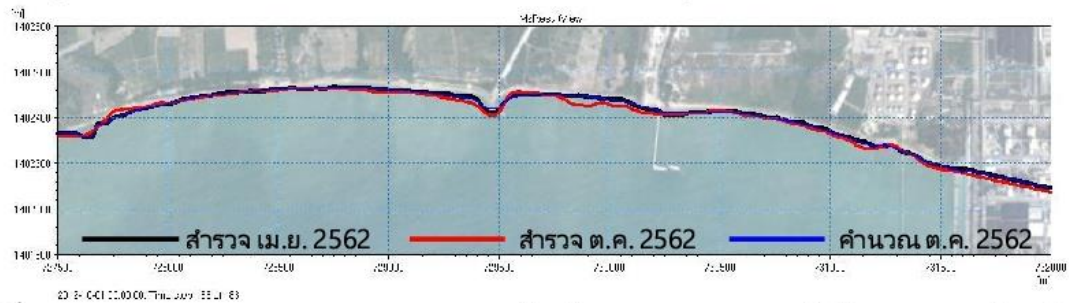
รูปที่ 59 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2561 (ฝั่งตะวันตก)



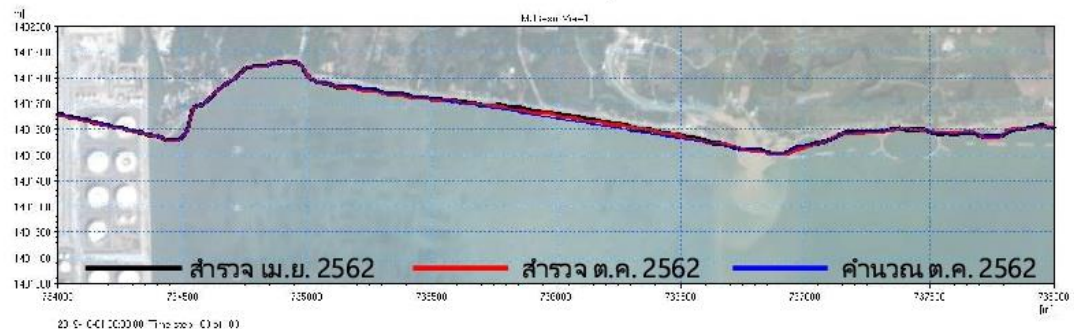
รูปที่ 60 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2561 (ฝั่งตะวันออก)



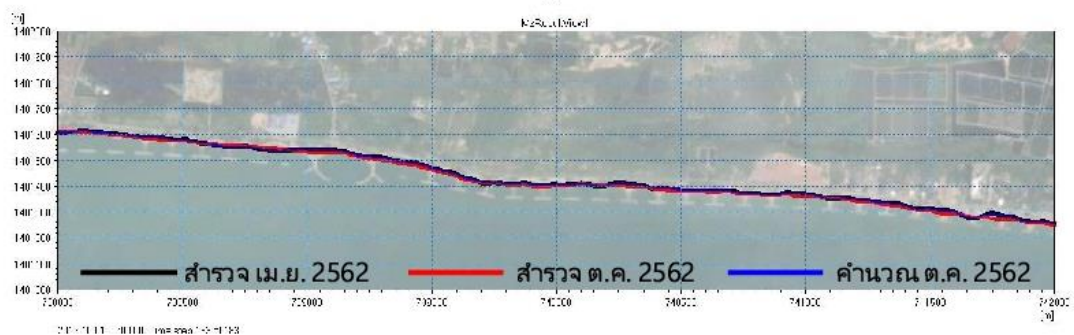
รูปที่ 61 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2562



รูปที่ 62 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2562 (ฝั่งตะวันตก)

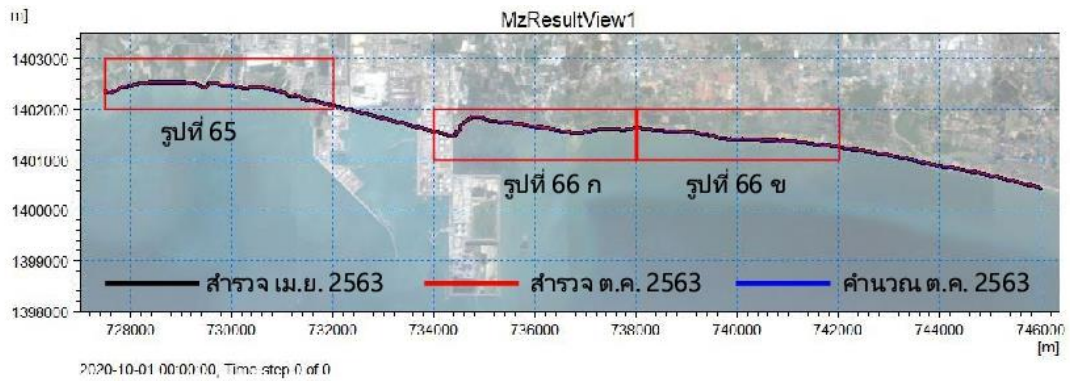


(ก)

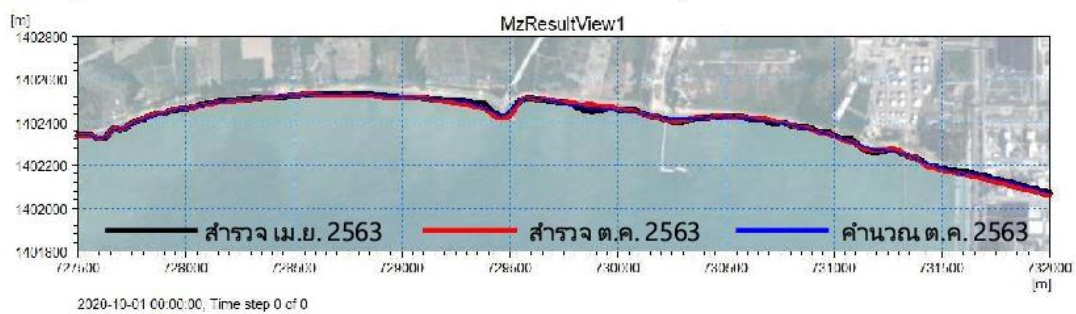


(ข)

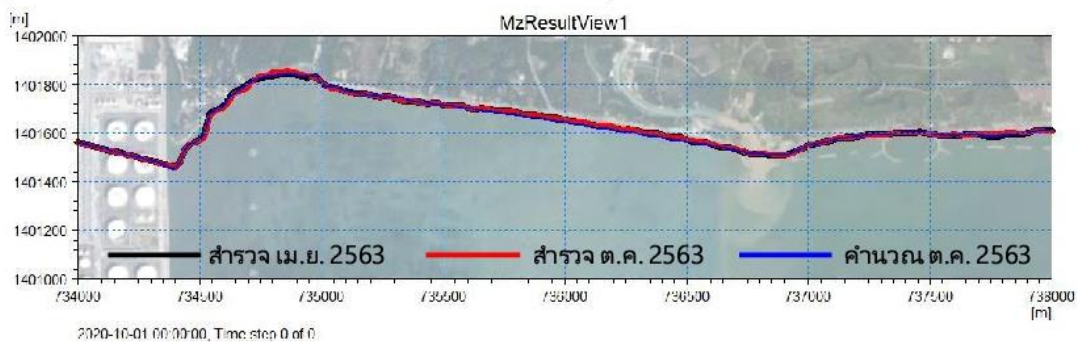
รูปที่ 63 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2562 (ฝั่งตะวันออก)



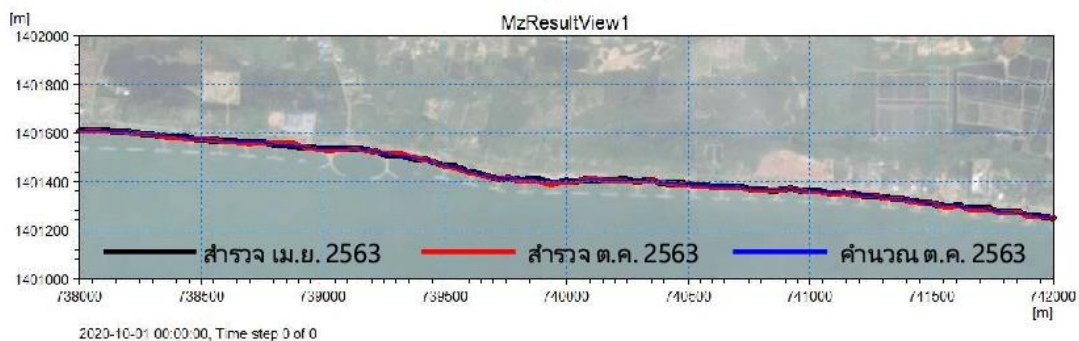
รูปที่ 64 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2563



รูปที่ 65 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2563 (ฝั่งตะวันตก)

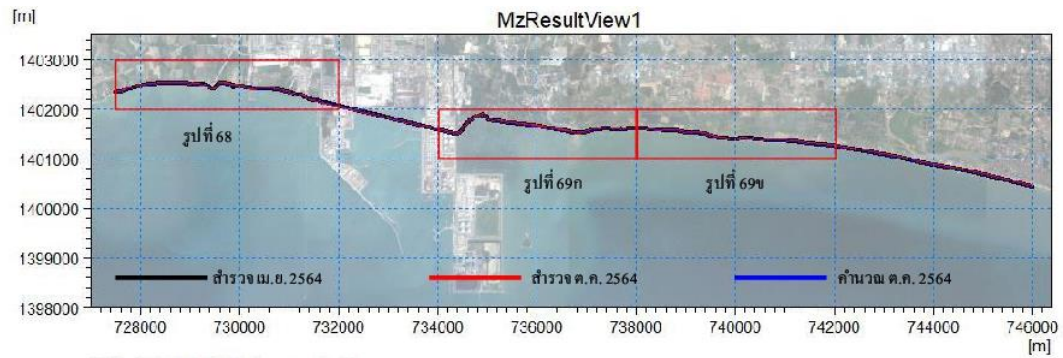


(ก)



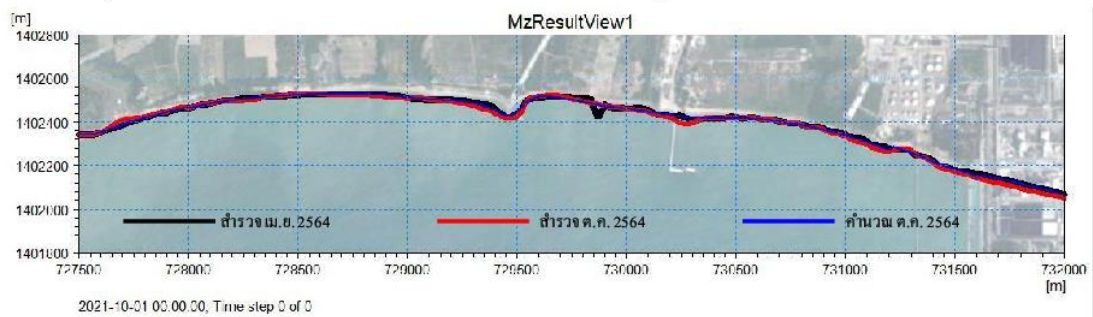
(ข)

รูปที่ 66 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2563 (ฝั่งตะวันออก)



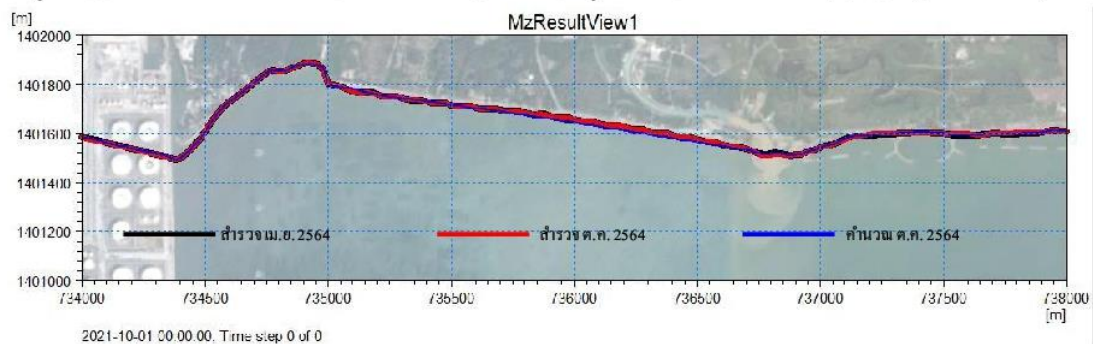
2021-10-01 00:00:00, Time step 0 of 0

รูปที่ 67 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2564



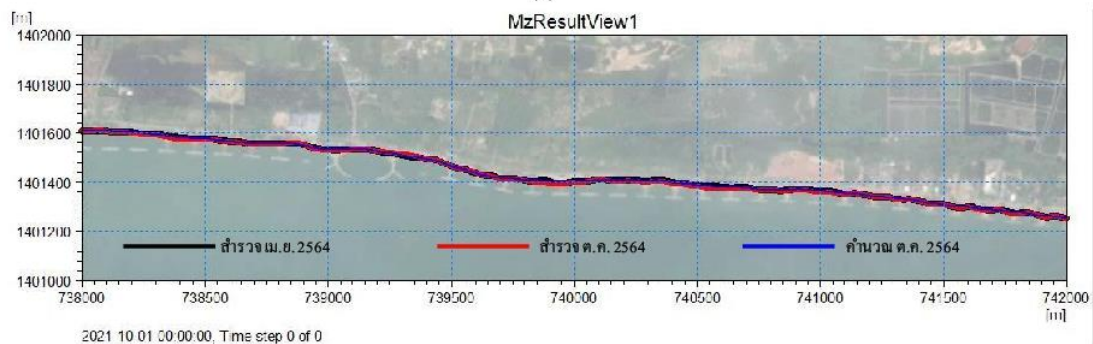
2021-10-01 00:00:00, Time step 0 of 0

รูปที่ 68 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2564 (ฝั่งตะวันตก)



2021-10-01 00:00:00, Time step 0 of 0

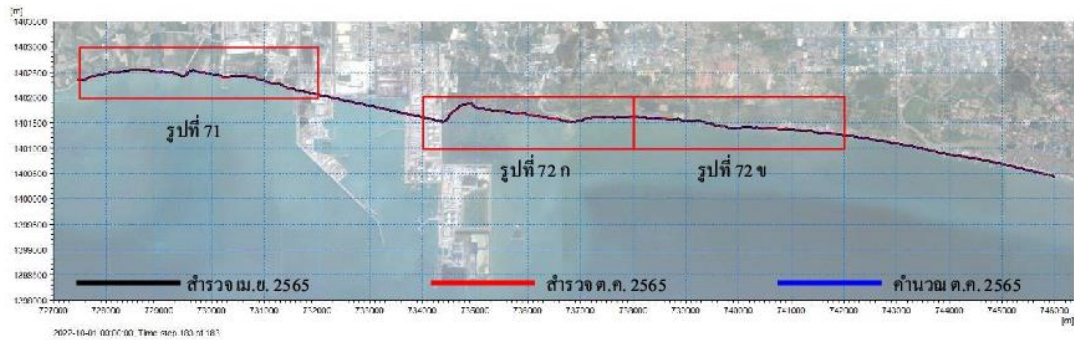
(ก)



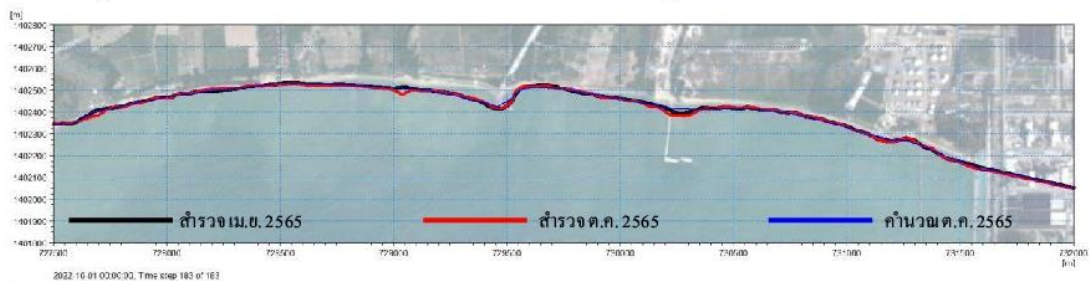
2021 10 01 00:00:00, Time step 0 of 0

(ข)

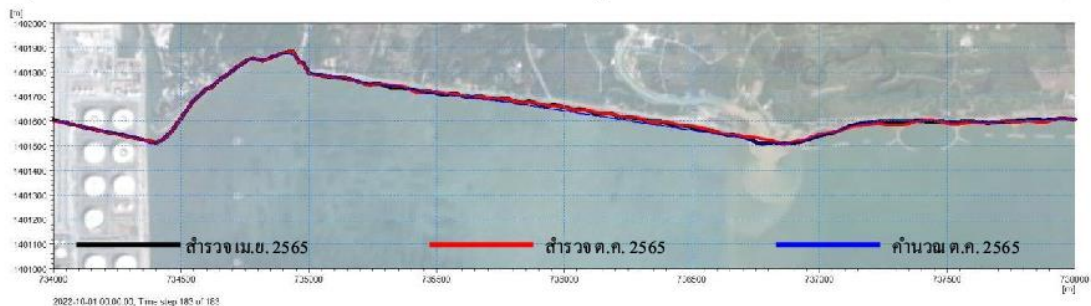
รูปที่ 69 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2564 (ฝั่งตะวันออก)



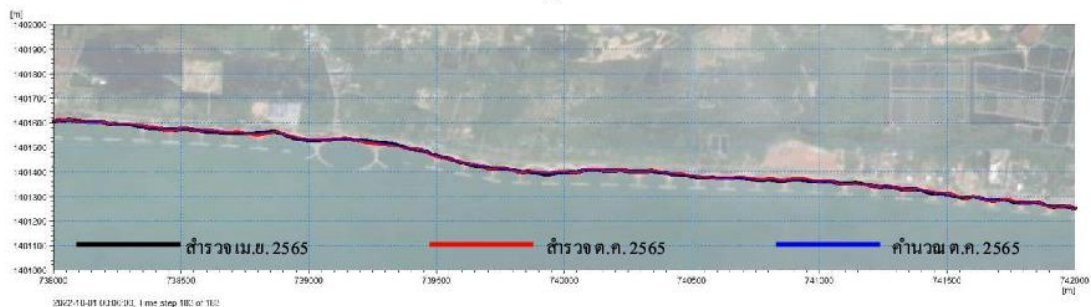
รูปที่ 70 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2565



รูปที่ 71 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2565 (ฝั่งตะวันตก)

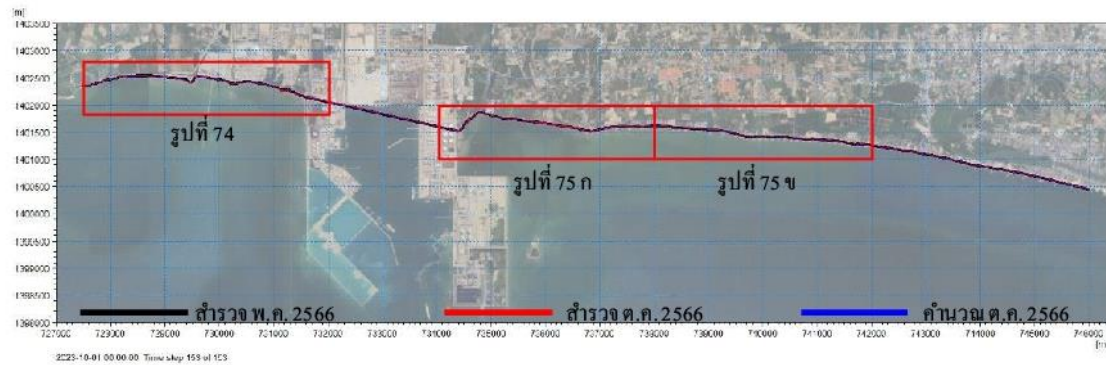


(ก)

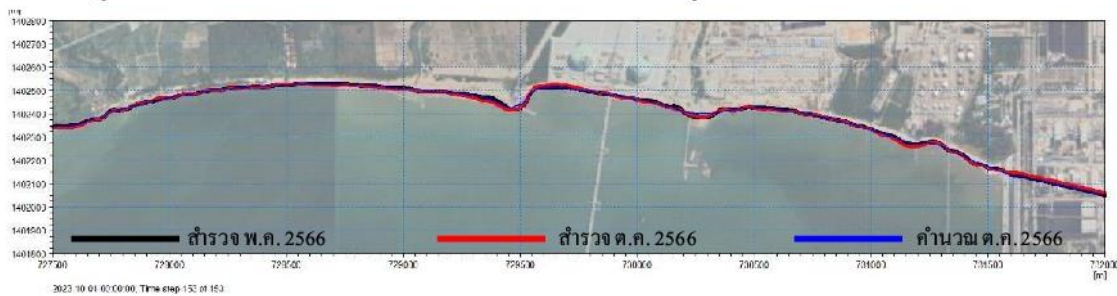


(ข)

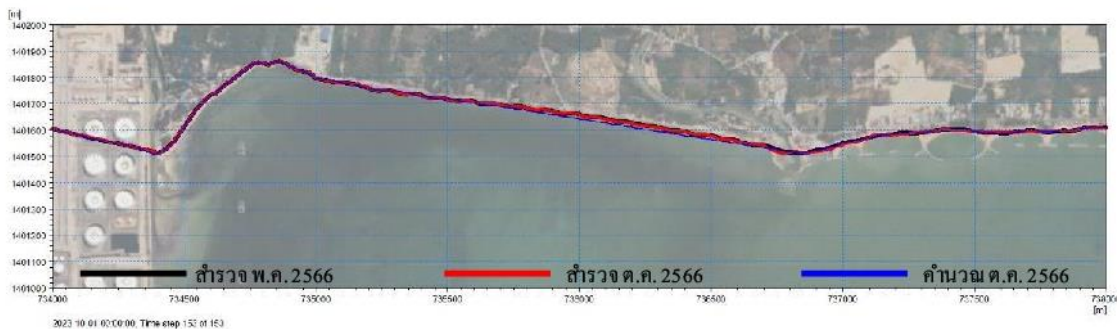
รูปที่ 72 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2565 (ฝั่งตะวันออก)



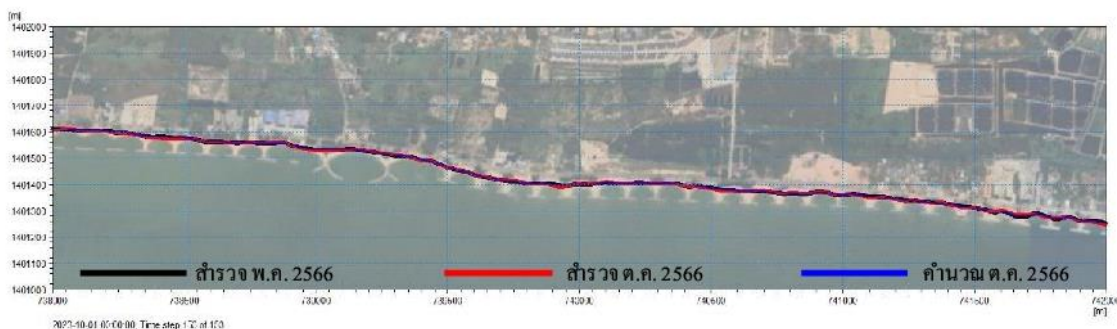
รูปที่ 73 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2566



รูปที่ 74 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2566 (ฝั่งตะวันตก)

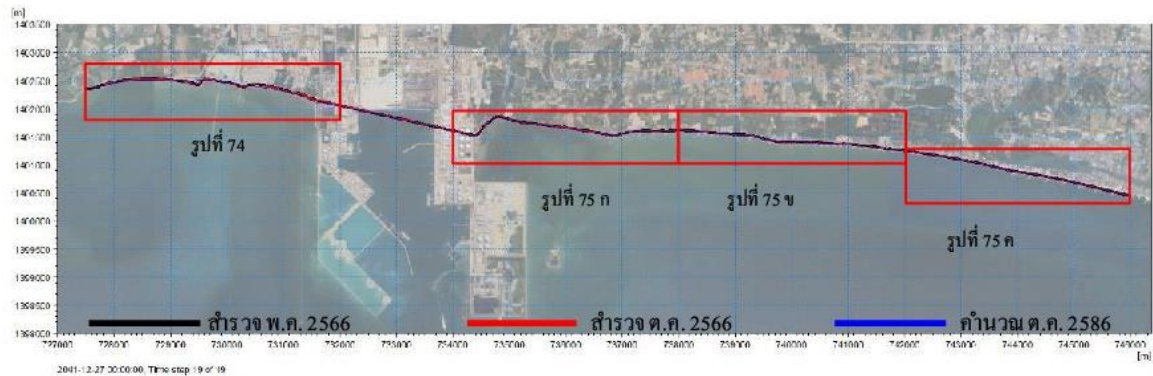


(ก)

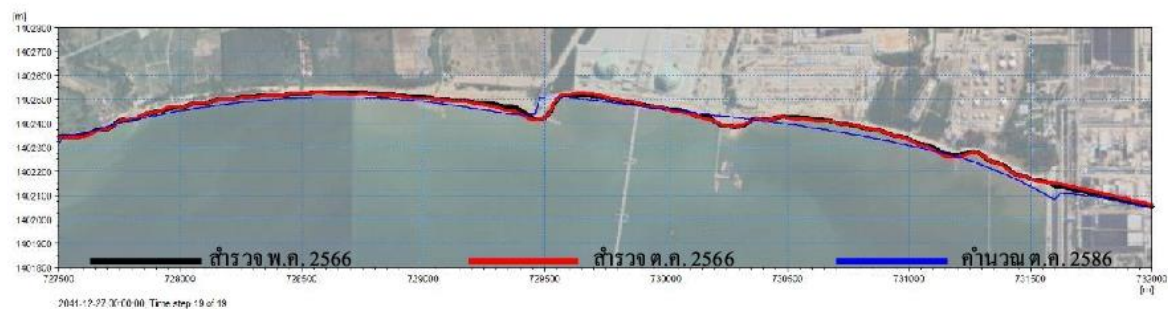


(ข)

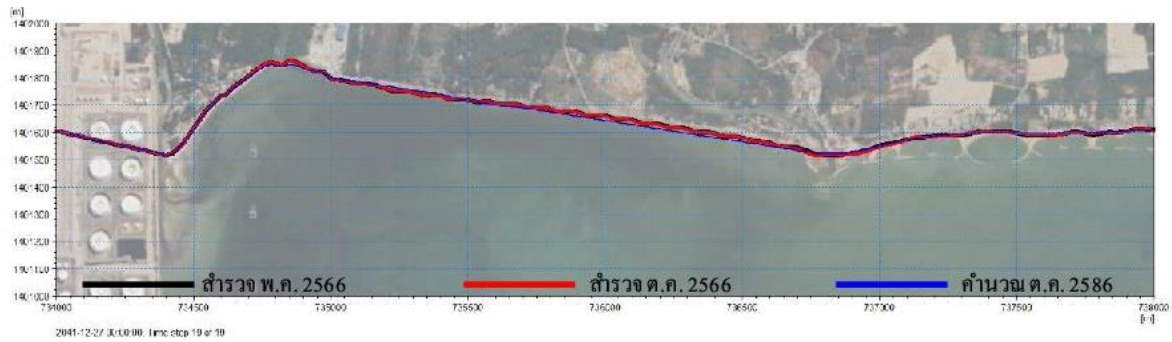
รูปที่ 75 ผลการสอบทานแบบจำลอง LITPACK ด้วยข้อมูลสำรวจแนวชายฝั่งปีพ.ศ. 2566 (ฝั่งตะวันออก)



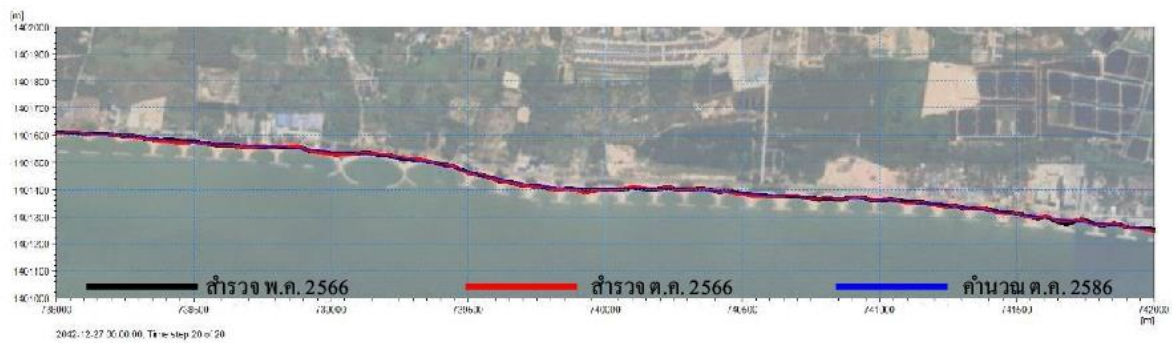
รูปที่ 76 ผลการใช้แบบจำลอง LITPACK คำนวณแนวชายฝั่งในปีพ.ศ. 2586



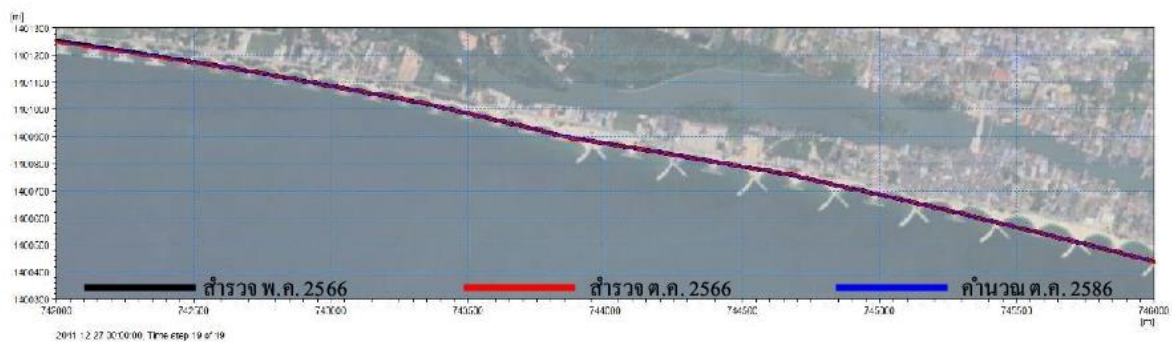
รูปที่ 77 ผลการใช้แบบจำลอง LITPACK คำนวณแนวชายฝั่งในปีพ.ศ. 2586 (ฝั่งตะวันตก)



(ก)

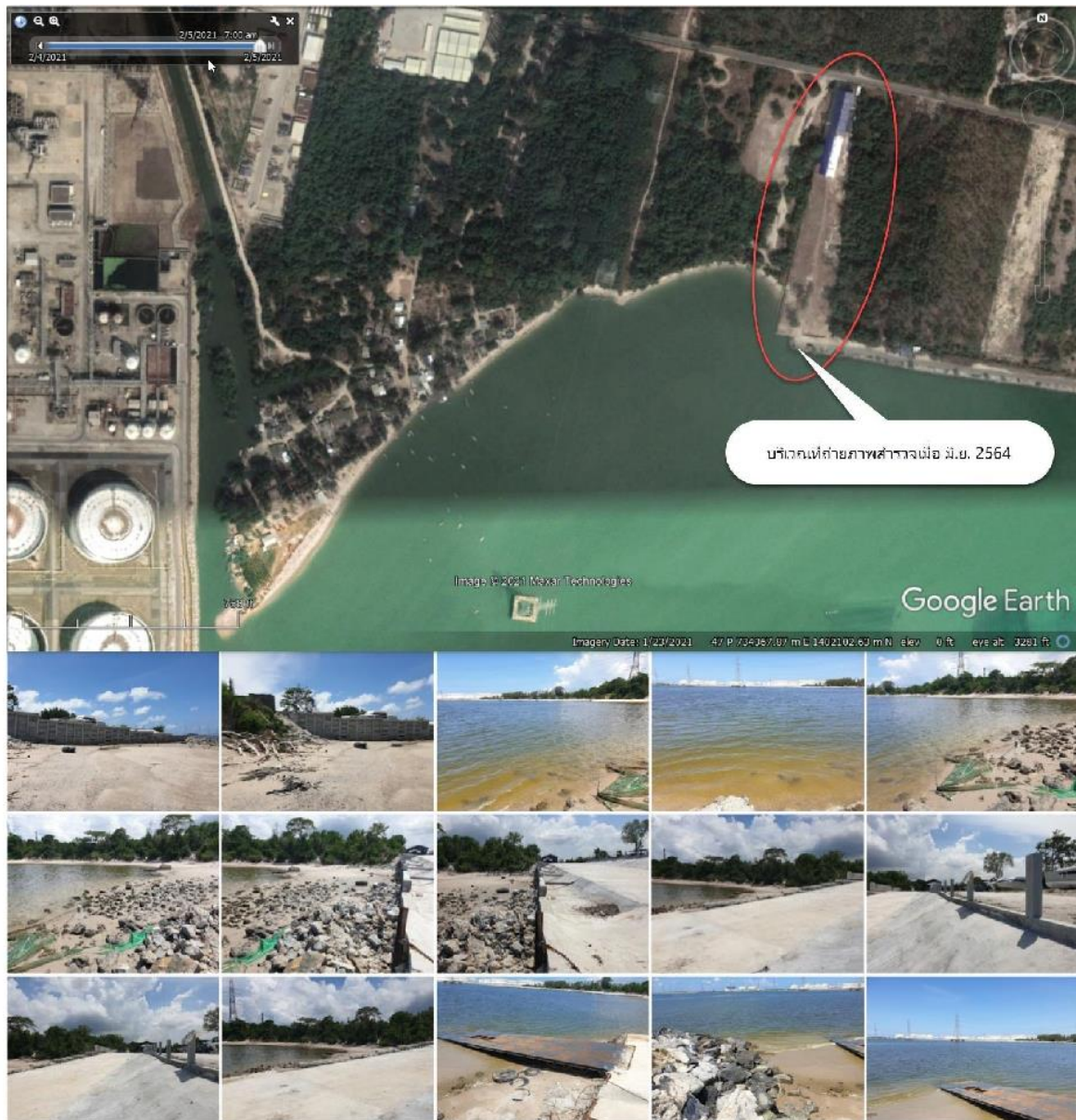


(ข)

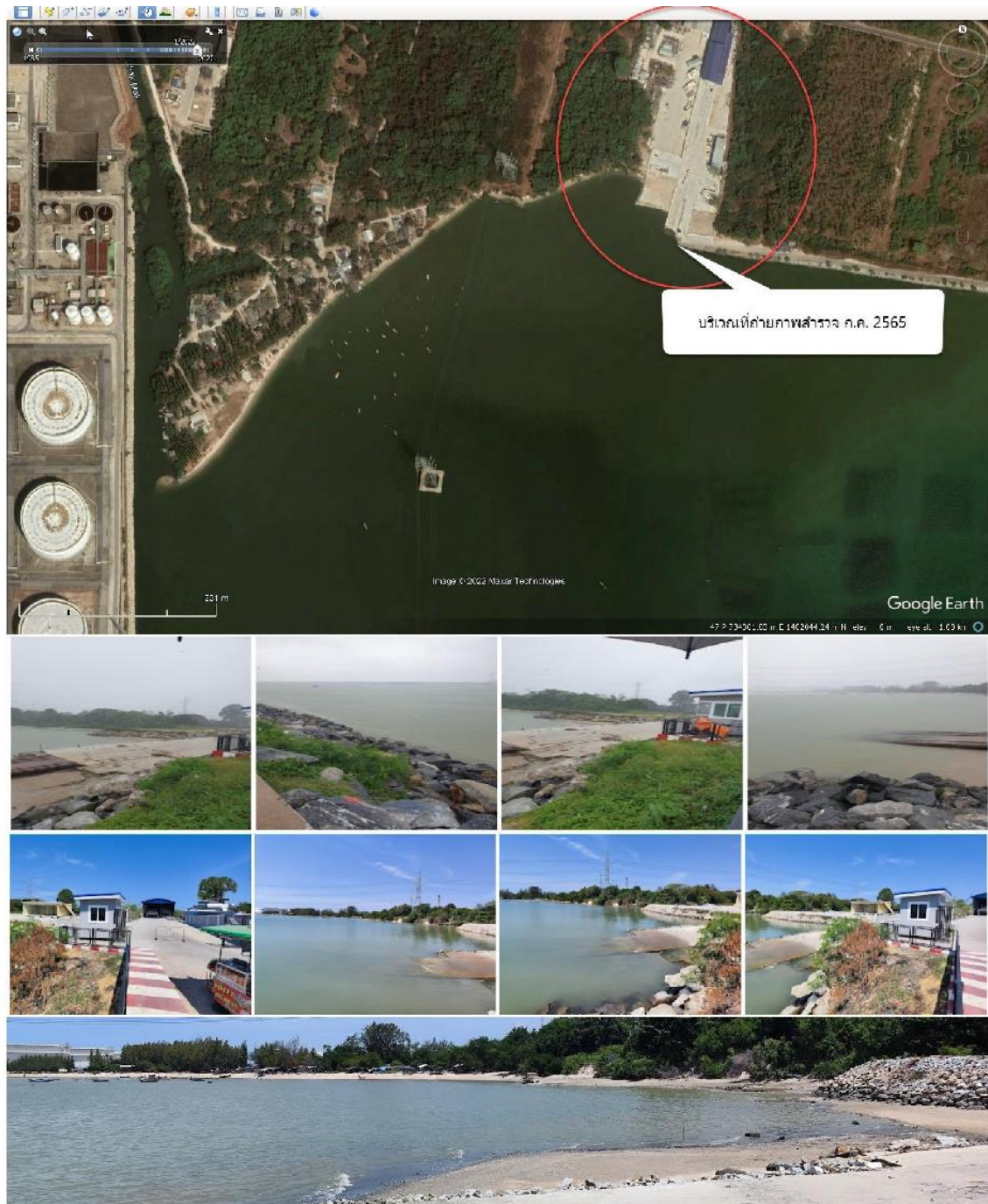


(ค)

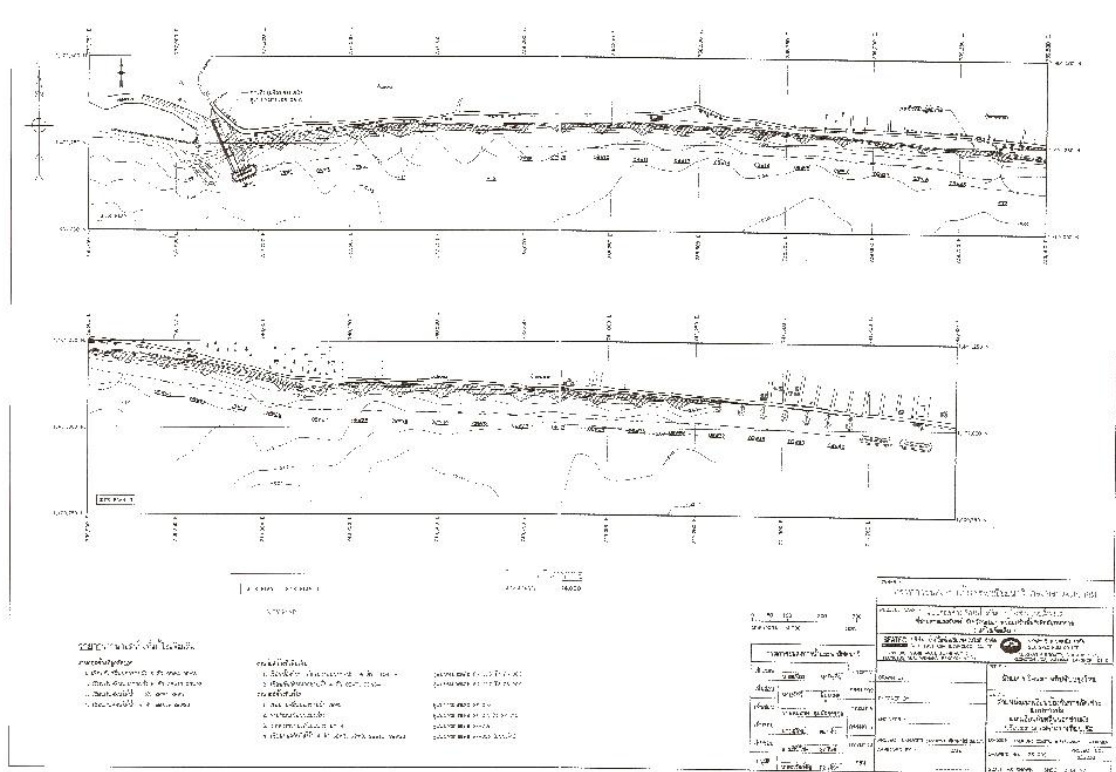
รูปที่ 78 ผลการใช้แบบจำลอง LITPACK คำนวณแนวชายฝั่งในปีพ.ศ. 2586 (ฝั่งตะวันออก)



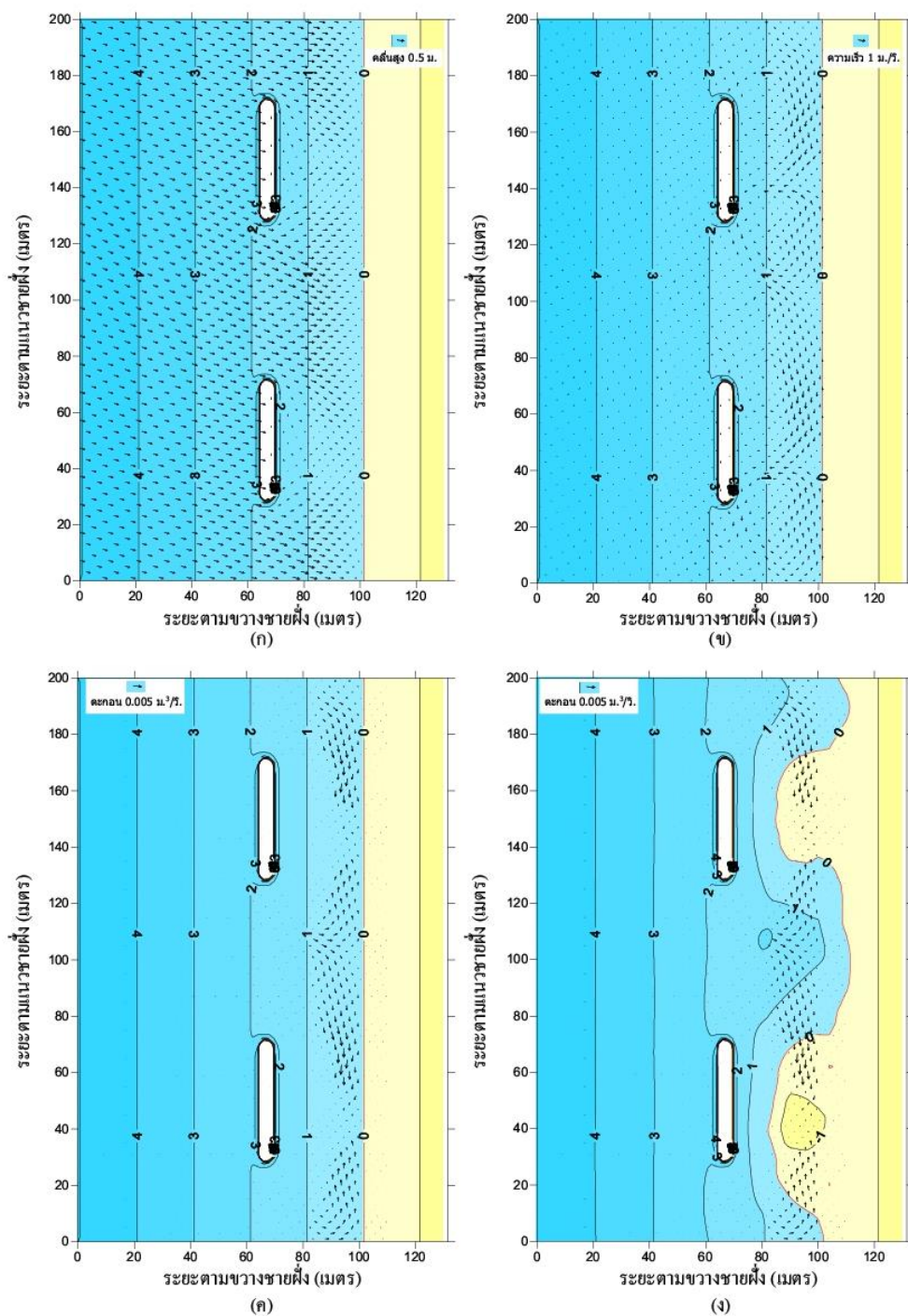
รูปที่ 79 ทางลาดสำหรับการนำเรือลงน้ำของอู่ต่อเรือบริเวณคันทางของกำแพงกันคลื่น ฝั่งตะวันออกของคลอง
ซากหมาก (รูปบนเป็นภาพถ่ายทางอากาศจาก Google Earth เมื่อ ก.พ. 2564 ส่วนภาพล่างเป็นรูปจากการสำรวจ
พื้นที่เมื่อ มิ.ย. 2564)



รูปที่ 80 ทางลาดสำหรับการนำเรือลงน้ำของอู่ต่อเรือบริเวณต้นทางของกำแพงกันคลื่นฝั่งตะวันออกของคลอง
ชากหมาก (รูปบนเป็นภาพถ่ายทางอากาศจาก Google Earth เมื่อ ม.ค. 2565 ถัดมาเป็นรูปจากการสำรวจพื้นที่เมื่อ
ก.ค. 2565 ส่วนรูปเล็กแถวกลางเป็นรูปจากการสำรวจพื้นที่เมื่อ 4 ม.ค. 2566 และรูปล่างสุดจากการสำรวจเมื่อ 15
ก.ค. 2566)



รูปที่ 81 แนวก่อสร้างเขื่อนป้องกันกีดขวางชายฝั่งทะเลที่ชายหาดแสงจันทร์ จังหวัดระยอง พร้อมปรับพื้นที่เพื่อสันหนาทหาร



รูปที่ 82 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของชายหาดหลังเขื่อนกันคลื่นนอกฝั่ง

(ใช้ความสูงคลื่นน้ำลึก 0.5 ม. และความเร็วลม 6.5 วิ. ทำมุม 20 องศา เป็นเวลา 2 เดือน (ก) การเสียวเบนของคลื่น (ข) กระแสน้ำชายฝั่งเนื่องจากคลื่น (ค) การเคลื่อนที่ของตะกอน (ง) ชายหาดที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการมีเขื่อนกันคลื่น)



ก



ข



ค

รูปที่ 83 ผลจากแนวก่อสร้างเขื่อนป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเลที่ชายหาดแสงจันทร์ จังหวัดระยอง พร้อมปรับพื้นที่เพื่อสันหนการ