



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การประเมินประสิทธิผลของการแก้ไขปัญหาคัดเซาะชายฝั่งด้วยโครงสร้างและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่อ่าวทะเลและแนวชายฝั่งในพื้นที่นาร่อง บ้านขุนสมุทรจีน บริเวณอ่าวไทยตอนบน”



โดย ผศ.ดร.ปราโมทย์ ไชจิตุภกร และคณะ
สิงหาคม พ.ศ. 2555

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

หลักการและเหตุผล

อ่าวไทยตอนในเกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาเนื่องจากสาเหตุหลาย ๆ อย่างประกอบกัน อาทิเช่น การทรุดตัวของแผ่นดินจากการดูดน้ำบาดาลไปใช้เกินกว่าจะมีน้ำมาทดแทนได้ ปริมาณตะกอนจากแผ่นดินลดลงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์เมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำไว้ที่ต้นน้ำ การขุดลอกร่องน้ำแล้วนำตะกอนไปทิ้งทะเลเป็นการนำตะกอนออกจากชายฝั่ง เป็นต้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงป่าชายเลนเป็นนาุ้ง นาเลี้ยงปลาทำให้ชายฝั่งขาดปราการตามธรรมชาติในการลดแรงกัดเซาะจากคลื่นทำให้ชายฝั่งทะเลเกิดการถอยร่นอย่างรวดเร็ว จึงเกิดแนวคิดในการก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่งที่ช่วยลดแรงปะทะจากคลื่น เกิดสภาพน้ำนิ่งหลังแนวโครงสร้าง ทำให้ลดการกัดเซาะตะกอนท้องน้ำและช่วยให้ตะกอนแขวนลอยสามารถตกตะกอนได้ง่ายยิ่งขึ้น ช่วยในการสร้างเสถียรภาพของชายฝั่ง

โครงการที่ผู้วิจัย (ศ.ดร.ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล) ได้พัฒนาขึ้นนี้ได้รับเงินสนับสนุนการก่อสร้างจากจังหวัดสมุทรปราการ โครงสร้างเป็นเสาสามเหลี่ยมปักเป็นแนวเรียงซ้อนกันแบบสับหว่างจำนวน 3 แถว มีชื่อว่า “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” และดำเนินการนำร่องติดตั้งอยู่ที่ชายฝั่งบ้านชุมชนสมุทรจีน อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการขออนุญาตสิทธิบัตรไว้แล้ว และ สกว. ได้ให้ทุนศึกษาภายใต้โครงการ “การศึกษาบูรณาการเชิงพื้นที่เพื่อแก้ปัญหาหน้าทะเลกัดเซาะชายฝั่งสมุทรปราการ : กรณีศึกษานำร่องเพื่อการออกแบบ ณ บ้านชุมชนสมุทรจีน ต.แหลมฟ้าผ่า อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ” เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเขื่อนสลายกำลังคลื่น ผลการศึกษาในช่วงเวลา 2 ปี พบว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่น “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” ช่วยลดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณบ้านชุมชนสมุทรจีนลงได้ มีการเพิ่มขึ้นของตะกอนริมชายฝั่งโดยเฉพาะอนุภาคตะกอนขนาดเล็กประเภทดินเหนียว มีสาหร่ายที่มีเมือกจำพวกไดอะตอมและไซยาโนแบคทีเรียเกาะยึดหน้าดิน และเกิดความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพของพืชและสัตว์น้ำหลายชนิด

แม้กระนั้นก็ตาม ผลการศึกษายังไม่มีผลการประเมินประสิทธิภาพของเขื่อนในการสลายกำลังคลื่นที่เข้ามาจากทิศทางต่าง ๆ กัน และทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งตามฤดูกาลที่แน่ชัด ในการอธิบายประสิทธิภาพได้อย่างสมบูรณ์ในการสร้างความเชื่อมั่นของโครงสร้างฯ ที่พัฒนาขึ้นให้กับหน่วยงานของรัฐและประชาชนในวงกว้างได้ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ต้องการเพิ่มความแม่นยำข้อมูลยืนยันประสิทธิภาพของโครงสร้าง “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” และยกระดับความรู้ความเข้าใจการจัดการปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในการขยายผลต้นแบบและรูปแบบโครงสร้างไปดำเนินการในพื้นที่อื่น ๆ โดยเฉพาะอ่าวไทยตอนบนที่เป็นพื้นที่วิกฤตที่มีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งสูงสุดของประเทศ

วัตถุประสงค์

เพื่อติดตามและประเมินประสิทธิผลของการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งด้วยโครงสร้าง “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” ในพื้นที่นำร่องที่บ้านชุมชนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ โดยการวิเคราะห์การลดพลังงานคลื่นที่เคลื่อนตัวเข้าหาฝั่งและอัตราการสะสมตะกอนท้องน้ำบริเวณด้านหลังแนวเขื่อนกันคลื่น รวมทั้งศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท้องทะเลและแนวชายฝั่งในอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันตก

สมมุติฐานการวิจัย

คลื่นกัดเซาะทั้งท้องทะเลและชายฝั่งทะเล เชื้อนสลายกำลังคลื่นช่วยสลายพลังงานคลื่นและทำให้เกิดการสะสมของตะกอนด้านหลังเขื่อน ประสิทธิภาพของเชื้อนสลายกำลังคลื่นจึงขึ้นอยู่กับความสูงคลื่นและทิศทางที่คลื่นเคลื่อนตัวเข้ามา พลังงานคลื่นที่ลดลงทำให้เกิดการสะสมตัวของตะกอนท้องน้ำได้

พื้นที่ศึกษา

การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของท้องทะเล 3 แนว คือที่บ้านขุนสมุทรจีน บ้านบางปู จังหวัดสมุทรปราการ และบ้านพันท้ายนรสิงห์ จังหวัดสมุทรสาคร ส่วนพื้นที่ศึกษาอื่นๆ จะอยู่ในบริเวณด้านหน้าและด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นที่ชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

วิธีการศึกษาแยกตามกิจกรรม

การตรวจวัดความสูงและคาบคลื่น บริเวณด้านหน้าเขื่อน 1-3 จุด และด้านหลังเขื่อน 3 จุด ติดตั้งโปรแกรมเครื่องวัดคลื่นให้ตรวจวัดทุกๆ 1 วินาที ซึ่งมีหน่วยเก็บข้อมูลได้สูงสุด 11 ชั่วโมง ผูกเครื่องวัดคลื่นไว้กับลำไม้ไผ่แล้วนำไปปัก ณ จุดเก็บข้อมูลขณะน้ำเริ่มขึ้น วัดระยะห่างจากเซนเซอร์ของเครื่องมือถึงท้องน้ำ หลังจากเก็บข้อมูลครบตามเวลาที่ตั้งไว้ถ่ายข้อมูลจากเครื่องมือลงสู่คอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ความสูงคลื่นนัยสำคัญ คาบคลื่น ความยาวคลื่น และพลังงานคลื่น คำนวณทิศคลื่นจากทิศทางลมโดยเฉลี่ยทิศทางแบบเวกเตอร์ตลอดช่วงเวลาก่อนการเก็บข้อมูลคลื่น คำนวณความเร็วกระแสน้ำเหนือท้องน้ำราว 0.5-1 เมตร เพื่อประเมินความเร็ววิกฤตที่ทำให้ตะกอนท้องน้ำเกิดการฟุ้งกระจายขึ้นมาได้

การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอน ในพื้นที่ศึกษานำร่องบ้านขุนสมุทรจีน โดยติดตั้งไม้วัดระดับตะกอนถาวรให้ได้มาตรฐานซึ่งได้เดินระดับเพื่อหาจุดอ้างอิงของท้องน้ำเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลางของประเทศไทย การปักไม้วัดระดับน้ำจะวางเป็นโครงข่ายสี่เหลี่ยมประมาณ 20 จุด โดยตำแหน่งจุดปักไม้จะตรงกับตำแหน่งจุดตรวจวัดในโครงการก่อนหน้านั้น ใช้ระยะเวลาในการติดตั้งไม้วัดระดับท้องน้ำ สร้างหมุดหลักฐาน และถ่ายโยงระดับจากหมุดไปที่ไม้วัดระดับท้องน้ำแต่ละอันประมาณ 1 สัปดาห์ ทำการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนท้องน้ำที่จุดปักไม้ไผ่โดยดูจากสเกลที่ขีดไว้ที่ไม้บรรทัดใช้เวลาตรวจวัดประมาณ 1 วัน และวิเคราะห์ผลการตรวจวัดประมาณ 5 วัน นำเสนอข้อมูลในรูปของกราฟและตัวเลขระดับท้องน้ำในแต่ละเดือน

การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับการกัดเซาะคลื่นม้วนตัวเมื่อปะทะโครงสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่น “ขุนสมุทรจีน 49A2” โดยทำการสำรวจพื้นที่ศึกษา ค้นหาข้อมูลอ้างอิง สำรวจการเปลี่ยนแปลงระดับการกัดเซาะของคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้างด้วยเครื่องมือสำรวจจริงวัดชนิดละเอียดซึ่งจะได้ความลึกของร่องดินที่ฐานของเสาซึ่งถูกคลื่นกัดเซาะ นอกจากนี้จะต้องเดินระดับจากหมุดหลักฐานไปยังเสาเพื่อหาอัตราการทรุดตัวของเสาเขื่อน ทำการตรวจวัดปีละครั้งประมาณเดือนเมษายนในช่วงน้ำแห้งตอนกลางวันเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้สะดวก ใช้เวลาสำรวจครั้งละ 3 วัน และวิเคราะห์ข้อมูลอีกประมาณ 2 สัปดาห์ ข้อมูลที่ได้คือความลึกของร่องน้ำที่ฐานเสาและอัตราการทรุดตัวของเสากันคลื่น (เทียบกับระหว่างการตรวจวัด 2 ครั้งนี้ เพราะยังไม่เคยมีการศึกษาการทรุดตัวของเสามาก่อน)

การติดตามและตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท้องทะเลจากชายฝั่งออกไป 12 กิโลเมตร จำนวน 3 แถว คือที่บ้านขุนสมุทรจีน บ้านพันท้ายนรสิงห์ และบ้านบางปู จังหวัดสมุทรปราการ วิธีการสำรวจประกอบด้วย การสำรวจพื้นที่ศึกษา ค้นหาข้อมูลอ้างอิงในสนาม ตรวจวัดความลึกท้องทะเลด้วยเครื่องมือ digital echo sounder และบอกตำแหน่งด้วยเครื่อง DGPS ปีละ 1 ครั้ง วิเคราะห์ ประมวลผลและนำเสนอผลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับพื้นที่ท้องทะเลในรูปของกราฟ

การตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน โดยใช้เครื่องดักตะกอนที่ทำด้วยท่อพีวีซีตัดเป็นท่อนขนาดประมาณ 0.30 เมตร ประกอบกันเป็นโครงสร้างสี่เหลี่ยม เจาะรูที่กระบอกเพื่อดักตะกอน

แขวนลอยและตะกอนท้องน้ำจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก วางเครื่องดักตะกอนไว้ที่ท้องน้ำ ทั้งไว้ประมาณ 7 วัน จึงกู้เครื่องดักตะกอน นำมาวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและปริมาณในห้องปฏิบัติการต่อไป ทำการตรวจวัดปีละ 3 ครั้งในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนตุลาคม

การตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ ได้แก่ การไหลของน้ำ การแพร่กระจายของความเค็ม อุณหภูมิ และตะกอนแขวนลอย เป็นรายชั่วโมงบริเวณชายฝั่งทะเล โดยการตรวจวัด 2 ครั้ง (25 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน) ตามฤดูกาลหลักให้ตรงกับการติดตั้งเครื่องดักตะกอนแขวนลอยเพื่อให้ทราบสภาพทางสมุทรศาสตร์และการใช้ข้อมูลกระแสน้ำสำหรับเปรียบเทียบกับผลจากแบบจำลองเชิงตัวเลข เก็บข้อมูลครั้งละ 2 วันและวิเคราะห์ข้อมูลอีก 2 สัปดาห์ ข้อมูลที่ได้เป็นกราฟและตัวเลขการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ ในรอบวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง

การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อประเมินปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยตามฤดูกาล โดยการปรับขนาดช่องกริดแบบจำลองเชิงตัวเลขของการไหลเวียนน้ำในอ่าวไทยตอนบนให้เล็กลงเพื่อจำลองทิศทางการไหลของน้ำใกล้ฝั่งให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นรวมทั้งเพิ่มการไหลของน้ำท่าจากแม่น้ำหลัก 4 สายสู่อ่าวไทยตอนบน และวิเคราะห์คำนวณคลื่นจากข้อมูลลมที่สถานีสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยาแล้วนำข้อมูลกระแสน้ำและคลื่นมาคำนวณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยที่ฟุ้งกระจายจากท้องน้ำสำหรับปี พ.ศ.2552-2553 รวมทั้งตรวจสอบผลการคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยในปี พ.ศ.2549-2551 ด้วย

ผลการศึกษาแยกตามกิจกรรม

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่วิเคราะห์ในระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2553 จะเห็นได้ชัดเจนว่าในมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการมในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แตกต่างกันไปจากช่วงเวลาก่อนหน้าที่จะมีการสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่นค่อนข้างชัดเจน ส่วนลมในช่วงการเปลี่ยนฤดูมรสุมและช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทิศทางและความเร็วลมยังคงอยู่ในทิศทางคล้ายคลึงกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างเวลาเช่นเดียวกัน ส่วนผลกระทบจากพายุจรในช่วงหลังจากการสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่นนั้นยังไม่ได้รับผลกระทบเนื่องจากยังไม่มีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนผ่านพื้นที่ศึกษา

ความสูงและคาบคลื่นด้านหน้า/ด้านหลังเขื่อนกันคลื่น

ความสูงคลื่นนัยสำคัญบริเวณชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 – 0.5 เมตร โดยความสูงคลื่นจะมากในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนมีนาคมและเมษายนจนถึงช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประมาณเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ความเร็วลมโดยเฉลี่ยมากที่สุดในรอบปี ความสูงคลื่นมีค่าระหว่าง 0.1-0.5 เมตร ลิมิตของความสูงคลื่นมากที่สุดประมาณ 0.5 เมตร สำหรับพื้นที่ชายฝั่งที่มีความลึก 2-3 เมตรและความเร็วลมในระดับ 5 เมตรต่อวินาที หากคลื่นสูงกว่านี้จะเกิดการแตกตัว ความสูงคลื่นน้อยสุดในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนธันวาคม โดยมีค่าประมาณ 0.05 เมตร

คาบคลื่นอยู่ในช่วง 3-5.5 วินาที โดยสามารถแยกเป็นคลื่น Swell ซึ่งมีคาบคลื่นมากกว่า 5 วินาที และความยาวคลื่นมากกว่า 20 เมตร และคลื่นลม (Wind wave) ซึ่งมีคาบคลื่นและความยาวคลื่นน้อยกว่า 5 วินาที และ 20 เมตรตามลำดับ โดยรวมแล้วความสูงคลื่นค่อนข้างสัมพันธ์กับความเร็วลมในพื้นที่ แต่ในบางครั้งอาจตรวจวัดความสูงคลื่นนัยสำคัญได้ค่ามากแต่ความเร็วลมน้อย เนื่องจากเกิดคลื่น swell จากนอกชายฝั่งเคลื่อนตัวเข้ามาในพื้นที่ และบางครั้งลมที่ตรวจวัดมีความเร็วสูงแต่ความสูงคลื่นต่ำเนื่องจากลมไม่ได้พัดต่อเนื่องเป็นเวลานาน หรือลมพัดมาจากชายฝั่งซึ่งห่างจากแนวเขื่อนกันคลื่นไม่มาก คลื่นจากลมจึงยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างด้านหน้าและด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นจะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่าในช่วงที่ความสูงคลื่นมีค่ามาก ๆ ราว 0.3-0.5 เมตร และคลื่นเคลื่อนที่มาจากทิศใต้ตั้งฉากกับแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่น ความสูงคลื่นด้านหลังเขื่อนจะมีค่าน้อยกว่าด้านหน้าอย่างชัดเจน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากระยะทางในการพัฒนา

ตัวของคลื่น (Fetch length) ในอ่าวไทยมายังชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน ระยะทางมากที่สุดประมาณ 660 กิโลเมตร จากทิศใต้ ซึ่งทิศทางคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาจะตั้งฉากกับแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่นพอดี ทำให้เขื่อนมีประสิทธิภาพการสลายกำลังคลื่นดีที่สุดในช่วงที่มีคลื่นแรง

พลังงานศักย์ของคลื่นเปลี่ยนแปลงตามความสูงและทิศทางคลื่น โดยมีค่ามากที่สุดประมาณ $8 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ในช่วงคลื่นแรงและเคลื่อนตัวมาจากทิศใต้ สำหรับช่วงคลื่นลมสงบในเดือนธันวาคมพลังงานคลื่นน้อยมากจนเกือบเป็นศูนย์ ประสิทธิภาพของเขื่อนสลายกำลังคลื่นขึ้นอยู่กับความสูงคลื่นและชนิดของคลื่น โดยเขื่อนสามารถลดพลังงานศักย์คลื่นได้ 0-50 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่ความสูงคลื่นโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่า 0.2 เมตร หรือเป็นคลื่น swell ซึ่งมีคาบคลื่นมากกว่า 5 วินาทีและความยาวคลื่นยาว แต่เขื่อนจะไม่สามารถลดพลังงานศักย์คลื่นได้และพลังงานศักย์ด้านหลังเขื่อนอาจจะมากกว่าด้านหน้าเขื่อนได้ในช่วงที่ความสูงคลื่นน้อยสำคัญโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 0.2 เมตร และเป็นคลื่นชนิดคลื่นลม (wind wave) เนื่องจากคลื่นลมสามารถเกิดขึ้นได้อีกที่ด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นและยังส่งผลให้พลังงานคลื่นด้านหลังเขื่อนเพิ่มขึ้นอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามพลังงานคลื่นที่เกิดขึ้นในช่วงนี้มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงคลื่นแรง

การคำนวณความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำ (Bottom orbital velocity) เปลี่ยนแปลงตามความสูงคลื่นและความลึกน้ำเป็นหลัก คือ ในช่วงที่มีความสูงคลื่นมากจะทำให้ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำมีค่ามาก และความเร็วกระแสน้ำเป็นวงที่ท้องน้ำจะลดลงตามความสูงคลื่นที่ลดลง ความลึกน้ำที่ลดลงด้านหลังเขื่อนจะช่วยเพิ่มความสูงคลื่นให้มากขึ้นทำให้ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำด้านหลังเขื่อนเพิ่มขึ้นมากกว่าด้านหน้า แต่สำหรับคลื่นที่มีความสูงคลื่นโดยประมาณมากกว่า 0.35 เมตร จะถูกลดทอนความสูงคลื่นโดยเขื่อนสลายกำลังคลื่นจนส่งผลให้ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำด้านหลังเขื่อนน้อยกว่าด้านหน้าได้ ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำด้านหลังเขื่อนมีค่าอยู่ในช่วง 0.05-0.033 m/s อนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดเล็กลงกว่าทรายแป้งขนาดกลาง (Median silt) ซึ่งมีขนาดเล็กลงกว่า 0.0156 มิลลิเมตร สรุปได้ว่าอนุภาคส่วนใหญ่ด้านหลังเขื่อนไม่เกิดการกัดเซาะ ยกเว้นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าทรายแป้งหยาบ (Coarse silt) ที่มีขนาดตั้งแต่ 0.0156 มิลลิเมตรขึ้นไป ซึ่งเป็นเพียงองค์ประกอบเล็กน้อยของตะกอนด้านหลังแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่น

การสะสมตัวของตะกอนด้านหลังเขื่อนกันคลื่น

การติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนด้านหลังเขื่อนกันคลื่นพบว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีประสิทธิภาพในการหยุดยั้งการกัดเซาะชายฝั่งทะเล นอกจากนั้นยังช่วยเก็บเกี่ยวตะกอนให้มีการสะสมตัวบริเวณหลังเขื่อนโดยเฉลี่ยเดือนละ 1-3 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามเมื่อระดับตะกอนเพิ่มถึงระดับหนึ่งประมาณ 20-30 เซนติเมตรแล้วไม่พบการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอีก การเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนในช่วง 2 ปีหลังของโครงการวิจัยระยะที่ 2 มีค่าคงที่นั่นเป็นเพราะมีตะกอนบางส่วนได้ถูกลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดพาออกไปสู่นอกชายฝั่งโดยเฉพาะช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมและคลื่นบางส่วนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ยังสามารถทะลุผ่านช่องว่างของโครงสร้างขุนสมุทรจีนบริเวณปากร่องน้ำ ที่ทางโครงการวิจัยได้เว้นไว้สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างป้องกันในส่วนที่สอง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการก่อสร้างโครงสร้างส่วนที่สองที่ได้ออกแบบไว้แล้วในการจัดลธิขันธ์ โครงสร้างส่วนที่สองได้ออกแบบไว้สำหรับป้องกันไม่ให้ตะกอนเคลื่อนที่ออกนอกชายฝั่งเร็วเกินไปอีกทั้งเป็นการรักษาร่องน้ำตามธรรมชาติให้ประชาชนในพื้นที่สามารถใช้งานได้เป็นปกติ ซึ่งหากมีการก่อสร้างโครงสร้างส่วนที่สองตามแบบจำลองต้นแบบเสร็จสมบูรณ์ครบถ้วนจะทำให้ระดับการสะสมตัวตะกอนชายฝั่งบริเวณสถานีศึกษานำร่องบ้านขุนสมุทรจีนจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การสำรวจผลกระทบการกัดเซาะจากคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้าง (Scouring)

ผลการสำรวจการกัดเซาะฐานรากของเสาเขื่อนรวม 3 ครั้งพบว่าในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนของทุกปี การกัดเซาะโดยคลื่นม้วนตัวบริเวณฐานรากของเสาเข็มอยู่ที่ประมาณ 30-70 เซนติเมตร แต่ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี มีการพาตะกอน

บริเวณหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นมาสะสมบริเวณฐานรากของเสาเข็มประมาณ 20-50 เซนติเมตร จึงทำให้แนวเสาเข็มของเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีเสถียรภาพสูงมาก โดยเฉลี่ยทั้งปีของมรสุมทั้ง 2 ฤดูมีการกัดเซาะโดยคลื่นม้วนตัวบริเวณฐานของเสาเข็มประมาณ 10-20 เซนติเมตร การติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ท้องทะเลบริเวณฐานรากของเสาเข็มในอนาคตอาจจะไม่มีความจำเป็นจะมีการตรวจวัดอีกในอนาคต ข้อมูลการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณชายฝั่งในแต่ละฤดูกาลสามารถช่วยให้นักวิจัยนำมาปรับปรุงประสิทธิภาพของการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งและการเสริมตะกอนให้ชายฝั่งในอนาคตเพื่อป้องกันปัญหาผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตได้เป็นอย่างดี

การติดตามและตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท้องทะเล

จากผลการสำรวจระดับท้องน้ำตั้งแต่ชายฝั่งทะเลออกไป 12 กิโลเมตร จำนวน 3 แถว คือที่บ้านขุนสมุทรจีน บ้านพันท้ายนรสิงห์ และบ้านบางปู จังหวัดสมุทรปราการ 2 ครั้งในปี พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2553 เทียบกับแผนที่เดินเรือของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ พ.ศ. 2503 เป็นเวลา 48 ปี (พ.ศ. 2503-2551) พบการถอยร่นของแนวชายฝั่งในอัตราต่างๆ กัน นอกจากนี้ระดับท้องทะเลก็ลดลงไปด้วยโดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีระดับท้องน้ำลดลงไปค่อนข้างมาก นอกจากอิทธิพลของคลื่นแล้วน่าจะมีผลมาจากการบุกรุกป่าชายเลนมาเป็นบ่อกึ่ง-บ่อปลาทำให้คลื่นสะท้อนกลับรุนแรงขึ้น การทรุดตัวของแผ่นดิน และขาดตะกอนจากบกกสู่ทะเล เป็นต้น

จากการเปรียบเทียบพื้นที่ท้องทะเลของแนวสำรวจทั้ง 3 จุด ในระหว่างปีพ.ศ. 2551 ปีพ.ศ. 2553 และ ปีพ.ศ. 2555 พบว่าพื้นที่ท้องทะเลมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจนแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงเลยในบริเวณแนวสำรวจที่ 1 ในบริเวณพื้นที่บ้านคลองตำหรุ สำหรับแนวสำรวจที่ 2 ในบริเวณพื้นที่บ้านขุนสมุทรจีน พบว่ามีการกัดเซาะพื้นที่ท้องทะเลเพียงเล็กน้อยบริเวณพื้นที่ท้องทะเลบริเวณแนวสำรวจที่ 5-12 และข้อมูลแนวสำรวจที่ 3 ในบริเวณพื้นที่บ้านโคกขามพบการกัดเซาะพื้นที่ท้องทะเลเพียงเล็กน้อยบริเวณ 1 กิโลเมตรแรก ส่วนบริเวณอื่นๆ แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ท้องทะเลของอ่าวไทยตอนบนพบว่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ดังนั้นผลการตรวจวัดในปี พ.ศ. 2551 ปี พ.ศ. 2553 และ ปี พ.ศ. 2555 จึงแทบไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามอาจเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติ เช่น เกิดพายุพัดเข้ามาในพื้นที่ หรือน้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ท้องทะเลอ่าวไทยตอนบนอย่างเฉียบพลันได้

การตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง

การตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในโครงการนี้ได้ทำการตรวจวัดทั้งหมด 6 ครั้งโดยครอบคลุมทั้งฤดูมรสุมและช่วงเปลี่ยนฤดู โดยจะขอสรุปรวมเป็นในแต่ละฤดูกาลทั้ง 4 ช่วงดังนี้

ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ทำการตรวจวัดด้วยกัน 2 ครั้ง คือครั้งแรกในระหว่างวันที่ 12-18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 และครั้งที่สองระหว่างวันที่ 19-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 โดยในครั้งแรกทำการติดตั้งเครื่องตักตะกอน 2 สถานี ที่ 2 ระดับ พบว่าตะกอนแขวนลอยเกิดจากการที่คลื่นกว่นตะกอนท้องน้ำให้ฟุ้งกระจายขึ้นมา ยิ่งใกล้ฝั่งจะมีตะกอนท้องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมาได้มากขึ้น การเคลื่อนตัวสุทธิถูกพัดพาไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามอิทธิพลของกระแสน้ำเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสัดส่วนอนุภาคตะกอนส่วนใหญ่เป็นอนุภาคทรายแป้งรองลงมาเป็นอนุภาคดินเหนียว ส่วนอนุภาคทรายมีอยู่น้อย ส่วนการตรวจวัดครั้งที่สองได้ทำการติดตั้งเครื่องตักตะกอน 4 สถานี ที่ 3 ระดับ พบว่าการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเนื่องจากช่วงเวลาตรวจวัดครั้งที่ 2 นี้ทิศทางลมเริ่มมีการเปลี่ยนทิศทางโดยอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้เริ่มพัดแรงเข้ามาในช่วงการตรวจวัด ทำให้กระแสน้ำระดับบนมีการไหลไปในทิศทางดังกล่าว ส่วนการเคลื่อนตัวของตะกอนท้องน้ำพบว่าตะกอนสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งคาดว่ายังเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้กระแสน้ำที่ท้องน้ำยังมีทิศทางไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้อยู่ โดยมี

สัดส่วนของอนุภาคตะกอนดินเหนียวและสัดส่วนของอนุภาคทรายแบ่งเป็นส่วนใหญ่ ส่วนสัดส่วนของอนุภาคทรายนั้นมีสัดส่วนที่น้อยมากในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจากการเคลื่อนตัวของตะกอนในช่วงนี้ทำให้พอทราบว่ามี การเคลื่อนตัวของตะกอนเข้าไปสะสมตัวบริเวณด้านหลังเขื่อนน้อย โดยตะกอนจะไปสะสมตัวบริเวณด้านข้างวัดและด้านข้างสะพานวัดทางด้านตะวันตกมากกว่า

ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ได้ทำการตรวจวัดด้วยกัน 2 ครั้ง คือครั้งแรกในระหว่างวันที่ 25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พ.ศ. 2553 และครั้งที่สองระหว่างวันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554 โดยในครั้งแรกทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 4 สถานี ที่ 3 ระดับ พบว่าตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ไปทางทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันออก และจากการพิจารณาสัดส่วนของอนุภาคตะกอนพบว่าบริเวณใกล้ฝั่งจะมี สัดส่วนของดินเหนียวสูงและรองลงมาเป็นส่วนสัดส่วนของอนุภาคทรายแบ่ง แต่เมื่อไกลฝั่งออกไปปริมาณสัดส่วนดิน เหนียวจะค่อยๆลดลง และสัดส่วนอนุภาคทรายแบ่งจะค่อยๆเพิ่มขึ้น ส่วนสัดส่วนของอนุภาคทรายนั้นมีสัดส่วนที่ น้อยมากในพื้นที่ศึกษา สำหรับการตรวจวัดครั้งที่ 2 ทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 4 สถานี ที่ 3 ระดับ จากการ ตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในช่วงนี้พบว่าภาพรวมแล้วทิศทางการเคลื่อนตัวของ ตะกอนแขวนลอยมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ไปทางตะวันตกเฉียงเหนือซึ่งต่างจากการทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอน ในการตรวจวัดครั้งแรก เนื่องด้วยอิทธิพลจากตะกอนและกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่เข้ามาทางด้าน ตะวันออกมากกว่าช่วงการตรวจวัดครั้งแรก จึงทำให้การเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิเคลื่อนไปทางทิศตะวันตกเฉียง เหนือ ส่วนทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนท้องน้ำจะมีแนวโน้มนการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ ซึ่งเป็นผลมาจาก อิทธิพลของลมที่พัดมาจากทางทิศใต้ ส่วนปริมาณตะกอนในแต่ละระดับพบว่าตะกอนระดับบนจะน้อยกว่าตะกอน ระดับล่างเสมอ โดยแต่ละสถานีมีสัดส่วนอนุภาคตะกอนใกล้เคียงกับการตรวจวัดครั้งแรก ซึ่งจากการเคลื่อนที่ของ ตะกอนในการตรวจวัดทั้งสองครั้งในช่วงฤดูนี้ พอทำให้ทราบว่ามีการเคลื่อนตัวของตะกอนเข้าไปสะสมตัวบริเวณ ด้านหลังเขื่อนมากขึ้นโดยจะเคลื่อนตัวไปสะสมที่บริเวณด้านข้างวัดและบริเวณด้านข้างสะพานของวัดทางด้าน ตะวันออก

ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 1 ได้ทำการตรวจวัด 1 ครั้ง ในระหว่างวันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 โดยทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 3 สถานี ที่ 3 ระดับพบว่า การเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอน ท้องน้ำสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ เนื่องมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ จากการพิจารณาสัดส่วน อนุภาคตะกอนพบว่ามีส่วนสัดส่วนอนุภาคทรายแบ่งและอนุภาคดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่ ส่วนอนุภาคตะกอนทรายน้อย มาก ซึ่งจากการเคลื่อนที่ของตะกอนในการตรวจวัดในช่วงฤดูนี้ พอทำให้ทราบว่ามีการเคลื่อนตัวของตะกอนเข้าไป สะสมตัวบริเวณด้านหลังเขื่อนมากขึ้นโดยจะเคลื่อนตัวไปสะสมที่บริเวณด้านข้างวัดและบริเวณด้านข้างสะพานของ วัดทางด้านตะวันออก รวมถึงบริเวณใกล้ๆกับแนวป่าชายเลนฝั่งตะวันออกด้วย

ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 2 ได้ทำการตรวจวัด 1 ครั้ง ในระหว่างวันที่ 14 -21 ตุลาคม พ.ศ. 2554 โดยทำ การติดตั้งเครื่องดักตะกอน 4 สถานี ที่ 3 ระดับ พบว่าการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในช่วง เปลี่ยนฤดูนี้ มีการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดแรงเข้ามาในช่วงนี้ ร่วมกับอิทธิพลจากตะกอนและกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา ร่วม ด้วย โดยมีสัดส่วนอนุภาคอนุภาคทรายแบ่งเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นอนุภาคดินเหนียว ส่วนสัดส่วนอนุภาคทรายน มีน้อยมากในบริเวณนี้ ซึ่งจากการเคลื่อนตัวของตะกอนในช่วงนี้ทำให้พอทราบว่ามี การเคลื่อนตัวของตะกอนเข้าไป สะสมตัวบริเวณเดียวกับช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

การวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์

การไหลเวียนของน้ำเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและลมที่ผิวหน้า น้ำ กระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง เป็นแบบคลื่นนิ่ง (standing wave) และมีความเร็วต่ำเนื่องจากอยู่นอกอ่าว กระแสน้ำสุทธิเกิดจากอิทธิพลของลมเป็น หลัก จากการสำรวจทั้ง 2 ครั้งเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 มีลมพัดมาจากทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ทำให้

กระแสน้ำสุทธิไหลไปทางทิศตะวันออก ขณะที่กระแสน้ำสุทธิในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 ไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ โดยทิศทางของกระแสน้ำสุทธิสวนทางกับการเคลื่อนตัวของสุทธิของตะกอนแขวนลอยจากเครื่องดักตะกอน ความเค็มของน้ำประมาณ 30 psu ซึ่งเป็นคุณสมบัติของน้ำชายฝั่งทะเลที่มีน้ำท่าลงมาเจือจางเล็กน้อย สำหรับอุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยอุณหภูมิน้ำต่ำในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแล้วเพิ่มสูงขึ้นในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในเขตนํ้าตื้น (ไม่เกิน 8 เมตร) จะสัมพันธ์กับความสูง (พลังงาน) คลื่นอย่างชัดเจน สังเกตจากตะกอนแขวนลอยจากการสำรวจครั้งที่ 1 จะต่ำเพราะคลื่นไม่รุนแรงขณะที่ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในการสำรวจครั้งที่ 2 สูงเมื่อมีคลื่นรุนแรง

การประเมินปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยตามฤดูกาลด้วยแบบจำลองเชิงตัวเลข

การประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยรวมทั้งตะกอนท้องน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลโดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเริ่มต้นจากแบบจำลองเชิงตัวเลขของการไหลเวียนของน้ำในเนื่องมาจากน้ำขึ้นน้ำลงและลมที่ผิวหน้าในในพื้นที่อ่าวไทยตอนบนทั้งอ่าวโดยมีการตรวจสอบความถูกต้องของผลจากแบบจำลองเชิงตัวเลขด้วยข้อมูลการตรวจวัด 2 ครั้ง พบว่าแบบจำลองสามารถจำลองการไหลของน้ำได้ถูกต้อง ต่อมาทำนายคลื่นจากข้อมูลลมแล้วตรวจสอบความถูกต้องกับผลการตรวจวัดคลื่นจริงซึ่งจะเห็นได้ว่าคลื่นทำนายไม่ตรงกับผลการตรวจวัดด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น ตรวจวัดคลื่นได้เฉพาะคลื่นขนาดเล็ก หรือข้อมูลลมจากสถานีตรวจวัดอากาศอาจไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของลมในทะเล เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อได้ข้อมูลกระแสน้ำ คลื่น และขนาดอนุภาคตะกอนท้องน้ำก็สามารถประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนที่ฟุ้งมาจากท้องน้ำได้โดยใช้แบบจำลองอีกชุดหนึ่ง ผลการประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนที่ฟุ้งมาจากท้องน้ำบริเวณชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการในช่วงปี พ.ศ. 2549-2554 พบว่าการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิไปทางทิศตะวันออกเข้าหาปากร่องน้ำเจ้าพระยาในอัตราประมาณ 30,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับตัวเลขที่ทางบริษัท SEATEC เคยประเมินไว้ ทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสอดคล้องกับการไหลสุทธิของมวลน้ำบริเวณอ่าว เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของผลจากแบบจำลองจะต้องมีการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณชายฝั่งโดยหลักเลียงบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งทำให้ตะกอนท้องน้ำฟุ้งขึ้นมามากกว่าอิทธิพลของคลื่น+กระแสน้ำ

สรุปและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ ข้อมูลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่นสามารถลดกำลังคลื่นได้ดีหากเป็นคลื่นที่มีพลังงานมาก(ความสูงคลื่นมากหรือเคลื่อนที่ได้เร็ว)และเคลื่อนที่มาจากทิศใต้เข้ามาปะทะเขื่อน ประสิทธิภาพของเขื่อนสามารถลดพลังงานศักย์คลื่นได้สูงสุด 50 เปอร์เซ็นต์ อื่นๆเขื่อนจะไม่สามารถลดพลังงานคลื่นได้หากเกิดคลื่นด้านหลังเขื่อนเมื่อลมพัดมาจากทิศเหนือ

ประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่งคือเขื่อนสลายกำลังคลื่นสามารถดักตะกอนไว้ด้านหลังเขื่อนหรือไม่ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการสะสมตัวของตะกอนด้านหลังเขื่อนและจะเข้าสู่สมดุลงเมื่อขึ้นตะกอนเพิ่มขึ้นถึงระดับ 10-20 เซนติเมตร หากตะกอนมากกว่านี้จะถูกคลื่นและกระแสน้ำกัดเซาะออกไป ดังนั้นเขื่อนในสภาพปัจจุบันจะไม่สามารถทำให้ตะกอนสะสมด้านหลังเขื่อนจนสูงพ้นผิวน้ำได้จึงต้องมีการปรับปรุงเขื่อน เช่นก่อสร้างแนวเขื่อนให้ยาวออกไป ปิดทางเปิดด้านหน้าเขื่อน หรือปิดกั้นด้านข้างของพื้นที่ด้านหลังเขื่อนเพื่อช่วยดักตะกอนไม่ให้ไหลออกไป

ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการวิจัยในระยะต่อไป ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อการทดลองเติมตะกอนให้ชายฝั่งเนื่องจากสภาพรวมของชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยตอนบนตะกอนส่วนใหญ่ถูกกัดเซาะและตะกอนถูกพัดพาออกสู่ภายนอกชายฝั่งจำนวนมาก อีกทั้งตะกอนจากแม่น้ำสายต่างๆก็มีปริมาณแขวนลอยลดน้อยลงเนื่องมาจากผลกระทบของการสร้างเขื่อนบริเวณทางตอนบนของลุ่มน้ำ ทำให้ตะกอนบริเวณชายฝั่งไม่พอจึงมีการกัดเซาะตะกอนที่เป็นแผ่นดิน ดังนั้นนอกจากที่นักวิจัยจะทำการคิดค้นโครงสร้างที่ช่วยลดพลังงานคลื่นให้น้อยลงแล้วควรจะมีการทดลองเติมตะกอนให้ชายฝั่งโดยการสูบลูกตะกอนบางส่วนจากนอกชายฝั่งให้กลับเข้าสู่ระบบอีกครั้ง ทำให้ชายฝั่งไม่เกิดการกัด

เซาะเพิ่ม ผู้วิจัยมีความเห็นว่าประเทศไทยเราขาดงานวิจัยและการทดลองในพื้นที่เล็กๆที่ช่วยแก้ไขปัญหาคับคั่งที่เกิดขึ้นจริงในประเทศ งานแก้ไขปัญหาคัดเซาะชายฝั่งที่มีในปัจจุบันเรายังใช้แนวความคิดและวิธีการแบบเก่าๆ ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องพัฒนาความรู้ ความเข้าใจรวมถึงเทคโนโลยีใหม่ๆในการแก้ไขปัญหาคัดเซาะชายฝั่งโดยใช้ข้อมูลจากการวิจัยมาสนับสนุนการแก้ไขปัญหาระยะยาว

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การประเมินประสิทธิผลของการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งด้วยโครงสร้าง และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท่องเที่ยวและแนวชายฝั่งในพื้นที่นาร่อง บ้านขุนสมุทรจีน บริเวณอ่าวไทยตอนบน”

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ ไชจิตุภกร
ศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล
อาจารย์ บุศราศิริ ธนะ

สังกัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของคณะผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

บริเวณแก่งอ่าวไทยตอนบนเกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาด้วยสาเหตุหลาย ๆ ประการประกอบกัน อาทิเช่น การทรุดตัวของแผ่นดินจากการดูดน้ำบาดาลไปใช้เกินกว่าจะมีน้ำมาทดแทนได้ การลดลงของปริมาณตะกอนจากแผ่นดิน การเปลี่ยนแปลงป่าชายเลนเป็นนาุ้ง นาเลี้ยงปลาทำให้ชายฝั่งขาดปราการตามธรรมชาติในการลดแรงกัดเซาะจากคลื่นทำให้ชายฝั่งทะเลเกิดการถอยร่นอย่างรวดเร็ว เป็นต้น จึงเกิดแนวคิดในการก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่งหลากหลายรูปแบบที่ช่วยลดแรงปะทะจากคลื่น เกิดสภาพน้ำนิ่งหลังแนวโครงสร้าง ทำให้ลดการกัดเซาะตะกอนท้องน้ำและช่วยให้ตะกอนแขวนลอยสามารถตกตะกอนได้ง่ายยิ่งขึ้น ช่วยในการสร้างเสถียรภาพของชายฝั่ง

โครงการที่ผู้วิจัย (ศ.ดร.ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล) ได้พัฒนาขึ้นนี้ได้รับเงินสนับสนุนการก่อสร้างจากจังหวัดสมุทรปราการ โครงสร้างเป็นเสาสามเหลี่ยมปักเป็นแนวเรียงซ้อนกันแบบสลับห่างจำนวน 3 แถว มีชื่อว่า “ขุนสมุทรจีน 49A2” และดำเนินการนำร่องติดตั้งอยู่ที่ชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการขออนุญาตสิทธิบัตรไว้แล้ว และ สกว. ได้ให้ทุนศึกษาภายใต้โครงการ “การศึกษาบูรณาการเชิงพื้นที่เพื่อแก้ปัญหาหน้าทะเลกัดเซาะชายฝั่งสมุทรปราการ : กรณีศึกษานำร่องเพื่อการออกแบบ ณ บ้านขุนสมุทรจีน ต.แหลมฟ้าผ่า อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ” เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเขื่อนสลายกำลังคลื่น ผลการศึกษาในช่วงเวลา 2 ปี พบว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่น “ขุนสมุทรจีน 49A2” ช่วยลดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณบ้านขุนสมุทรจีนลงได้ มีการเพิ่มขึ้นของตะกอนริมชายฝั่งโดยเฉพาะอนุภาคตะกอนขนาดเล็กประเภทดินเหนียว มีสาหร่ายที่มีเมือกจำพวกไดอะตอมและไซยาโนแบคทีเรียเกาะยึดหน้าดิน และเกิดความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพของพืชและสัตว์น้ำหลายชนิด

แม้กระนั้นก็ตาม ผลการศึกษายังไม่มีผลการประเมินประสิทธิภาพของเขื่อนในการสลายกำลังคลื่นที่เข้ามาจากทิศทางต่าง ๆ กัน และทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งตามฤดูกาลที่แน่ชัด ในการอธิบายประสิทธิภาพได้อย่างสมบูรณ์ในการสร้างความเชื่อมั่นของโครงสร้างฯ ที่พัฒนาขึ้นให้กับหน่วยงานของรัฐและประชาชนในวงกว้างได้ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ต้องการเพิ่มความแม่นยำข้อมูลยืนยันประสิทธิภาพของโครงสร้าง “ขุนสมุทรจีน 49A2” และยกระดับความรู้ความเข้าใจการจัดการปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในการขยายผลต้นแบบและรูปแบบโครงสร้างไปดำเนินการในพื้นที่อื่นๆ โดยเฉพาะอ่าวไทยตอนบนที่เป็นพื้นที่วิกฤตที่มีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งสูงสุดของประเทศ

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG5230023

ชื่อโครงการ : การประเมินประสิทธิผลของการแก้ไขปัญหการกัดเซาะชายฝั่งด้วยโครงสร้างและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท้องทะเล และแนวชายฝั่งในพื้นที่นาร่อง บ้านชุมชนสมุทรจีน บริเวณอ่าวไทยตอนบน

ชื่อนักวิจัย : ปราโมทย์ โศจิสุภร¹, ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล¹, บุษราศิริ ธนะ¹

(¹คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

Email address : pramot.s@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : กันยายน 2553 – ตุลาคม 2555

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิผลของการแก้ไขปัญหการกัดเซาะชายฝั่งด้วยโครงสร้าง “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” ในพื้นที่นาร่องที่บ้านชุมชนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ โดยการวิเคราะห์การลดพลังงานคลื่น ที่เคลื่อนตัวเข้าหาฝั่งและอัตราการสะสมตะกอนท้องน้ำบริเวณด้านหลังแนวเขื่อนกันคลื่น และศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท้องทะเลและแนวชายฝั่งในอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันตก โดยมีสมมุติฐานว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่นช่วยสลายพลังงานคลื่นและทำให้เกิดการสะสมของตะกอนด้านหลังเขื่อน

ลักษณะทางอุทกนิยมีวิทยาระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2553 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เมื่อเทียบกับช่วงก่อนการสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่นค่อนข้างชัดเจนในช่วงดังกล่าวไม่มีพายุเคลื่อนผ่านเข้ามาในพื้นที่ศึกษาจึงไม่เกิดการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากพายุเขื่อนจะมีประสิทธิภาพในสลายกำลังคลื่นได้ดีที่สุดเมื่อคลื่นมีความสูง 0.3-0.5 เมตร และเคลื่อนที่มาจากทิศใต้ โดยสามารถลดพลังงานศักย์คลื่นได้มากที่สุดราว 50 เปอร์เซ็นต์ ตะกอนเกิดการสะสมตัวบริเวณหลังเขื่อนเฉลี่ยเดือนละ 1-3 เซนติเมตร แต่เมื่อระดับตะกอนเพิ่มขึ้นถึงระดับ 20-30 เซนติเมตรจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอีก การกัดเซาะฐานรากของเสาเขื่อนสลายกำลังคลื่นอยู่ที่ประมาณ 30-70 เซนติเมตร ซึ่งถือว่าแนวเสาเข็มของเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีเสถียรภาพสูงมาก ลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับพื้นที่ท้องทะเลเกิดขึ้นอย่างช้าๆ อย่างไรก็ตามอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ท้องทะเลอย่างเฉียบพลันได้หากเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติ เช่น เกิดพายุพัดเข้ามาในพื้นที่ หรือน้ำท่วม เป็นต้น ขนาดอนุภาค ปริมาณ และทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเปลี่ยนแปลงตามระดับความลึกและเวลาซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานคลื่น ทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิไปทางตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลัก การประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งโดยแบบจำลองเชิงตัวเลขในช่วงปี พ.ศ. 2549-2554 พบว่าการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิไปทางทิศตะวันออกเข้าหาปากร่องน้ำเจ้าพระยาในอัตราประมาณ 30,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสอดคล้องกับการไหลสุทธิของมวลน้ำบริเวณกันอ่าว

คำหลัก : ชุมชนสมุทรจีน 49A2, การลดพลังงานคลื่น, การสะสมของตะกอนท้องน้ำ, อ่าวไทยตอนบน

Abstract

Project Code : RDG5230023

Project Title : The Evaluation on the Effectiveness of Solving the Coastal Erosion by Hard Structure and Analysis of Coastal and Seabed Change at the Pilot Site : Ban Khun Samut Chin in the Upper Gulf of Thailand

Investigators : Sojisuorn P.¹, Jarupongsakul T.¹, Thana B.¹

(¹Faculty of Science, Chulalongkorn University)

Email address : pramot.s@chula.ac.th

Project Duration : September 2009 – October 2011

The purpose of this project is to evaluate the effectiveness of “Khun Samut Chin 49A2” pile structure in reducing incoming wave height & energy and promoting sediment deposition behind the structure. The main hypothesis is that this structure can reduce the incoming wave energy, hence increasing the chance of sediment particle deposition.

Analysis of meteorological data during 2006-2010 A.D. has shown that wind direction during the SW monsoon season has shifted toward southerly wind instead of southwesterly wind. Wind pattern during the NE monsoon season does not change from earlier study. There is no storm passing through the studied area during the study period. Analysis of significant wave height and wave energy in front of and behind the pile structure revealed that the structure is most effective when the incoming wave is about 0.3-0.5 m in height and the wave comes from the south. The structure can reduce the wave energy up to 50%. Measurement of sediment accumulation behind the pile structure has shown that sediment accumulation rate is about 1-3 cm per month. The accumulation stops once the accumulated sediment thickness is about 20-30 cm. Scouring at the base of the pile structure is found to be 30-70 cm. Base of this scouring depth, the pile structure is deemed stable (the lower end of the pile was pushed down 3-5 m below the seabed.). Depth survey of the bottom bathymetry during 2008, 2010 and 2012 reveals that the bottom depth changed very slowly. However, storm or flooding if ever happens would result in the abrupt change of the bottom topography. Measurement of suspended and bottom sediment transport has shown that particle size, amount and direction of sediment transport can change with sampling depth and with season. The net transport direction was northeastward. Estimation of suspended sediment and bed-load transport using the numerical models indicated the annual sediment transport of 30,000 m³/yr and the transport direction was eastward.

Keywords : Khun Samut Chin 49A2, Wave energy reduction, Sediment Accumulation, Upper Gulf of Thailand

สารบัญ

บทที่ 1 : บทนำ

- หลักการและเหตุผล 1-1
- วัตถุประสงค์ 1-1
- สมมุติฐานการวิจัย 1-2
- พื้นที่ศึกษา 1-2
- ขอบเขตการศึกษา 1-3
- รายละเอียดการดำเนินงานรวมทั้งวิธีการดำเนินการวิจัยและวิธีการเก็บข้อมูลในแต่ละกิจกรรม 1-4

บทที่ 2 : การศึกษาด้านอุทกนิยมนวิทยา

- วิธีการดำเนินงาน 2-1
- การวิเคราะห์ข้อมูลลม 2-1
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสม 2-4
- ข้อมูลอุณหภูมิจนเฉลี่ยรายวันและรายเดือน 2-5
- พายุจร 2-6

บทที่ 3 : การตรวจวัดความสูงคลื่น คาบคลื่น และการคำนวณความเร็วกระแสน้ำใกล้ท้องน้ำ

- วิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลคลื่น 3-1
- ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่น 3-3
- พลังงานคลื่น 3-4
- ความเร็วกระแสน้ำใกล้ท้องน้ำ 3-4

บทที่ 4 : การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอน

- การซ่อมหมุดวัดระดับพื้นท้องทะเล พร้อมทั้งเดินค่าระดับไปยังหมุดวัดระดับทุกอันในบริเวณพื้นที่ศึกษานำร่อง 4-1
- สรุปผลและข้อเสนอแนะ 4-3
- การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นท้องทะเลด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่น 4-3
- สรุปผลและข้อเสนอแนะ 4-6

บทที่ 5 : การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับการกัดเซาะของคลื่นม้วนตัวเมื่อปะทะโครงสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่น “ชุมชนทรูจีน 49A2”

- การสำรวจผลกระทบการกัดเซาะจากคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้าง (Scouring) 5-1
- สรุปผลและข้อเสนอแนะ 5-2

บทที่ 6 : การติดตามและตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพื้นท้องทะเล

- การตรวจวัดการกัดเซาะและทับถมตะกอนพื้นท้องทะเลของอ่าวไทยตอนบน 6-1
- สรุปผลและข้อเสนอแนะ 6-2

บทที่ 7 : การตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน

- วิธีการเก็บและวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอย 7-1
- ข้อมูลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน
ในวันที่ 12 -18 กุมภาพันธ์ 2553 7-4
- ข้อมูลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน
วันที่ 25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม 2553 7-5
- ข้อมูลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน
ในวันที่ 19-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 7-8
- ข้อมูลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน
ในวันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ.2554 7-11
- ข้อมูลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน
ในวันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554 7-13
- ข้อมูลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน
ในวันที่ 14-21 ตุลาคม พ.ศ. 2554 7-16
- สรุปผลและวิจารณ์ผลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง 7-19

บทที่ 8 : การตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์

- วิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์ 8-1
- เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ 8-2
- ลักษณะทางสมุทรศาสตร์ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 8-3
- ลักษณะทางสมุทรศาสตร์ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ 8-7

**บทที่ 9 : การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อประเมินปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอน
แขวนลอยตามฤดูกาล**

- บทนำ 9-1
- ทฤษฎี-วิธีการ 9-1
- การจำลองทิศทางและความเร็วกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน 9-4
- การจำลองทิศทางและความสูงคลื่นจากข้อมูลลม 9-14
- การจำลองอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่ง 9-16
- สรุปผลการศึกษา 9-24

บทที่ 10 : ความมีส่วนร่วมของชุมชนและการถ่ายทอดเทคโนโลยี 10-1

บทที่ 11 : บทสรุปและข้อเสนอแนะ

- สรุปผลจากการดำเนินโครงการ 11-1
- ข้อเสนอแนะ 11-2

ภาคผนวก ก

- การวิเคราะห์ข้อมูลคลื่น ก-2
- รูปกราฟและตารางการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่น ก-4

ภาคผนวก ข

- การวิเคราะห์ขนาดตะกอนด้วยวิธีการ Sieve analysis และ Pipette method ข-2
- พิกัดสถานที่ทำการตรวจวัดทิศทางและอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอย ข-4
- ข้อมูลจากการวิเคราะห์ขนาดตะกอน ข-5

ภาคผนวก ค

- ข้อมูลการตรวจวัดทางสมุทรศาสตร์ ค-2

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1	แผนที่แสดงขอบเขตอำเภอ จังหวัดสมุทรปราการ	1-2
รูปที่ 2.1	ทิศทางและความเร็วลมในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553	2-1
รูปที่ 2.2	Wind rose แสดงทิศทางและความเร็วลมช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	2-2
รูปที่ 2.3	ทิศทางและความเร็วลมในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553	2-2
รูปที่ 2.4	Wind rose แสดงทิศทางและความเร็วลมช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม	2-3
รูปที่ 2.5	ทิศทางและความเร็วลมในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553	2-3
รูปที่ 2.6	Wind rose แสดงทิศทางและความเร็วลมช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	2-4
รูปที่ 2.7	ปริมาณฝนสะสมรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553	2-4
รูปที่ 2.8	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553	2-5
รูปที่ 2.9	อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553	2-6
รูปที่ 2.10	อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน เปรียบเทียบในเดือนต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553	2-6
รูปที่ 2.11	แบบจำลองการหมุนของลมรอบพายุในทิศทางวนเข็มนาฬิกาและความเร็วลมที่สอดคล้องกับทิศทางเคลื่อนที่	2-7
รูปที่ 2.12	สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนที่ผ่านประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 – 2553	2-7
รูปที่ 2.13	พายุหมุนเขตร้อนขณะเคลื่อนที่ผ่านอ่าวไทยตอนบน	2-8
รูปที่ 3.1	หมุดสี่เหลี่ยมแสดงตำแหน่งสถานีวัดคลื่นโดยประมาณ โดยสถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานี 3 อยู่ด้านนอกเขื่อน และ สถานี 4 สถานีที่ 5 และสถานีที่ 6 อยู่ด้านในเขื่อน แถบสีขาวคือตำแหน่งเขื่อนกันคลื่น ด้านซ้ายบนคือวัดชุมชนสมุทรจีน (แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth)	3-2
รูปที่ 3.2	เครื่องวัดระดับน้ำที่สามารถนำมาใช้วัดคลื่น ยี่ห้อ Solinst รุ่น 3001	3-2
รูปที่ 3.3	เครื่องวัดระดับน้ำที่สามารถนำมาใช้วัดคลื่น ยี่ห้อ Global Water WL16	3-3
รูปที่ 3.4	ความสูงคลื่น (Wave height, m) และพลังงานคลื่น (Wave energy, $10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$) ทิศทางคลื่น (Wave direction, degree) และเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านพลังงานคลื่น (วงกลมสีดำ วงกลมสีเทา และวงกลมสีขาว คือจุดตรวจวัดคลื่นด้านหน้าเขื่อนจุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ตามลำดับ สามเหลี่ยม เครื่องหมายบวก และเครื่องหมายกากบาท คือจุดตรวจวัดคลื่นด้านหลังเขื่อนสถานีที่ 4 สถานีที่ 5 และสถานีที่ 6 ตามลำดับ)	3-5
รูปที่ 3.5	ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำ (Bottom orbital velocity, m/s) ความยาวคลื่น (Wave length, m) และคาบคลื่น (Wave period, second) (วงกลมสีดำ วงกลมสีเทา และวงกลมสีขาว คือจุดตรวจวัดคลื่นด้านหน้าเขื่อนจุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ตามลำดับ สามเหลี่ยม เครื่องหมายบวก และเครื่องหมายกากบาท คือจุดตรวจวัดคลื่นด้านหลังเขื่อนจุดที่ 4 จุดที่ 5 และจุดที่ 6 ตามลำดับ)	3-6
รูปที่ 3.6	ระยะทางในการพัฒนาตัวของคลื่น (Fetch length) ในบริเวณชายฝั่งบ้านชุมชนสมุทรจีน จ.สมุทรปราการ	3-8
รูปที่ 3.7	กราฟการกัดเซาะและตกตะกอนสำหรับอนุภาคตะกอนใดๆ ในรูปแสดงตัวอย่างอนุภาคตะกอนทรายขนาด 0.1 มิลลิเมตรจะเริ่มขยับตัวเมื่อความเร็วกระแสน้ำเกินกว่า A เซนติเมตรต่อวินาที และจะเคลื่อนที่ไปได้จนกว่าความเร็วจะลดลงต่ำกว่า C เซนติเมตรต่อ	3-9

	วินาทีซึ่งต่ำกว่า A (จาก Beer 1983)	
รูปที่ 4.1	แผนที่แสดงตำแหน่งหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรบริเวณพื้นที่นาร่องบ้านขุนสมุทรจีน	4-1
รูปที่ 4.2	หมุดตรวจวัดข้อมูลระดับตะกอนซึ่งทำจากวัสดุ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว 6-7 เมตร	4-2
รูปที่ 4.3	ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2549 จนถึงเดือนเมษายน 2551	4-6
รูปที่ 4.4	ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2551 จนถึงเดือนมีนาคม 2553	4-7
รูปที่ 4.5	ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2553 จนถึงเดือนพฤศจิกายน 2554	4-8
รูปที่ 4.6	ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2549 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2554	4-9
รูปที่ 4.7	กราฟแห่งแสดงระดับการสะสมตะกอนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลระดับ ตะกอนในพื้นที่ A พื้นที่ B และพื้นที่ C บริเวณบ้านขุนสมุทรจีน	4-10
รูปที่ 5.1	แสดงการกัดเซาะระดับพื้นที่ท้องน้ำบริเวณที่มีการติดตั้งโครงสร้างเสาสามเหลี่ยม “เชือกสลายกำลังคลื่น” จากคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้าง (Scouring)	5-2
รูปที่ 5.2	(ล่าง) แสดงผลการสำรวจระดับพื้นที่ท้องน้ำบริเวณที่มีการติดตั้งโครงสร้างเสาสามเหลี่ยม “เชือกสลายกำลังคลื่น” โดยทำการรังวัดชั้นรายละเอียดห่างจากแนวเสาเข็มสามเหลี่ยมข้าง ละ 10 เมตร ตลอดแนวเชือกสลายกำลังคลื่น (บน) แสดงข้อมูลภาพตัดขวางของพื้นที่ท้อง น้ำบริเวณที่มีการติดตั้งเชือกสลายกำลังคลื่นทุกๆ 40 เมตร โดยมีการเปรียบเทียบข้อมูลที่ มีการตรวจวัดไว้เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551, เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 และ เดือน มกราคม พ.ศ. 2555	5-3
รูปที่ 6.1	แสดงข้อมูลการตรวจวัดพื้นที่ท้องทะเลของอ่าวไทยตอนบนจำนวน 3 จุด	6-2
รูปที่ 7.1	รูปสังเขปของเครื่องดักตะกอนที่ทำจากเหล็กฉากและท่อพีวีซี (แบบ 2 ระดับ)	7-2
รูปที่ 7.2	รูปสังเขปของเครื่องดักตะกอนที่ทำจากเหล็กฉากและท่อพีวีซี (แบบ 3 ระดับ)	7-2
รูปที่ 7.3	รูปของเครื่องดักตะกอนที่ทำจากเหล็กฉากและท่อพีวีซี (แบบ 2 ระดับ)	7-3
รูปที่ 7.4	รูปของเครื่องดักตะกอนที่ทำจากเหล็กฉากและท่อพีวีซี (แบบ 3 ระดับ)	7-3
รูปที่ 7.5	จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1 และ 2 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.8 และ 1.3 กิโลเมตร ตามลำดับ	7-4
รูปที่ 7.6	จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1 - 4 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.3, 0.5, 0.85 และ 1.1 กิโลเมตร ตามลำดับ	7-6
รูปที่ 7.7	จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1, 2, 3, และ 4 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.5 กิโลเมตร, 0.95 กิโลเมตร, 1.67 กิโลเมตร และ 2.5 กิโลเมตร ตามลำดับ	7-9
รูปที่ 7.8	จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1-3 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.56, 1.67 และ 2.5 กิโลเมตร ตามลำดับ	7-11
รูปที่ 7.9	จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1-4 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.56, 0.95, 1.53 และ 2.25 กิโลเมตร ตามลำดับ	7-13

รูปที่ 7.10	จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1-4 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.5, 1.5, 2.17 และ 2.4 กิโลเมตร ตามลำดับ	7-16
รูปที่ 8.1	จุดตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ ห่างจากชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีนประมาณ 6 กิโลเมตร	8-1
รูปที่ 8.2	เครื่องมือสำรวจทางสมุทรศาสตร์	8-2
รูปที่ 8.3	ความเร็วและทิศทางลม ระดับน้ำ และกระแสน้ำตามความลึกที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการเมื่อวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	8-4
รูปที่ 8.4	การแพร่กระจายต่อเวลาและความลึกของค่าอุณหภูมิ น้ำ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความเป็นกรด-ด่าง ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีนเมื่อวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	8-5
รูปที่ 8.5	ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย จากการตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ในวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	8-7
รูปที่ 8.6	ความเร็วและทิศทางลม ระดับน้ำ และกระแสน้ำตามความลึกที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการเมื่อวันที่ 28 -29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	8-8
รูปที่ 8.7	การแพร่กระจายต่อเวลาและความลึกของค่าอุณหภูมิ น้ำ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีนเมื่อวันที่ 28 -29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	8-9
รูปที่ 8.8	ข้อมูลความเค็ม และอุณหภูมิ ไกล่ท้องน้ำ จากเครื่องวัดความเค็ม-อุณหภูมิ-ความลึกน้ำ Solinst LTC 3001 เมื่อวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ติดตั้งเครื่องมือไว้ใกล้ท้องน้ำ	8-10
รูปที่ 8.9	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	8-11
รูปที่ 8.10	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	8-12
รูปที่ 8.11	ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย จากการตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ในวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	8-12
รูปที่ 9.1	พื้นที่ศึกษาและความลึกน้ำในอ่าวไทยตอนบน	9-3
รูปที่ 9.2	ความเร็วและทิศทางของลมราย 3 ชั่วโมงเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดอากาศ 6 สถานีระหว่างปี พ.ศ. 2549-2554 (ค.ศ. 2006-2011)	9-5
รูปที่ 9.3	การเปรียบเทียบแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำกับข้อมูลการตรวจวัดที่ชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีนเมื่อวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	9-6
รูปที่ 9.4	การเปรียบเทียบแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำกับข้อมูลการตรวจวัดที่ชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีนเมื่อวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	9-7
รูปที่ 9.5	ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิในอ่าวไทยตอนบนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553)	9-8
รูปที่ 9.6	ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 1 (ฤดูร้อน) เมื่อเดือนมีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2553	9-9
รูปที่ 9.7	ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนพฤษภาคม – กันยายน พ.ศ. 2553	9-10
รูปที่ 9.8	ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิสำหรับช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 2 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	9-11
รูปที่ 9.9	ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิสำหรับช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2553	9-12
รูปที่ 9.10	ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิทั้งปี พ.ศ. 2553	9-13

รูปที่ 9-11	เปรียบเทียบความสูงคลื่นนัยสำคัญจากการคำนวณด้วยข้อมูลลม (แกนตั้ง) กับข้อมูลคลื่นที่ตรวจวัดจริง (แกนนอน ในปี พ.ศ. 2549, 2550, 2552, 2553 และ 2554 (รวม 572 ตัวอย่าง))	9-16
รูปที่ ก-1	ความเร็วและความเร่งในการหมุนเป็นวงของอนุภาคน้ำเนื่องจากคลื่น (บน) ส่วนประกอบคลื่น (ล่าง)	ก-4
รูปที่ ก-2	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมि ในวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2552	ก-5
รูปที่ ก-3	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2552	ก-6
รูปที่ ก-4	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552	ก-9
รูปที่ ก-5	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552	ก-10
รูปที่ ก-6	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2552	ก-13
รูปที่ ก-7	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2552	ก-14
รูปที่ ก-8	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2552	ก-16
รูปที่ ก-9	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2552	ก-19
รูปที่ ก-10	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2552	ก-20
รูปที่ ก-11	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2552	ก-21
รูปที่ ก-12	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ก-24
รูปที่ ก-13	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ก-25
รูปที่ ก-14	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ก-27
รูปที่ ก-15	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ก-30
รูปที่ ก-16	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ก-31
รูปที่ ก-17	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ก-32
รูปที่ ก-18	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2553	ก-35
รูปที่ ก-19	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ด้านหลังแนวเสา ในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2553	ก-36
รูปที่ ก-20	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2553	ก-38
รูปที่ ก-21	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2553	ก-41
รูปที่ ก-22	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553	ก-42
รูปที่ ก-23	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2553	ก-43
รูปที่ ก-24	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 9-10 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-46
รูปที่ ก-25	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 9-10 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-47
รูปที่ ก-26	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 9-10 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-49
รูปที่ ก-27	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 28-29 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-50
รูปที่ ก-28	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 28-29 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-51
รูปที่ ก-29	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 28-29 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-52
รูปที่ ก-30	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 28-29 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-53
รูปที่ ก-31	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 8-9 พฤษภาคม พ.ศ. 2553	ก-54
รูปที่ ก-32	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 8-9 พฤษภาคม พ.ศ. 2553	ก-55
รูปที่ ก-33	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 8-9 พฤษภาคม พ.ศ. 2553	ก-56
รูปที่ ก-34	พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 8-9 พฤษภาคม พ.ศ. 2553	ก-57
รูปที่ ก-35	ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 7-9 มิถุนายน พ.ศ. 2553	ก-58

- รูปที่ ก-113 ความเร็วและทิศทางลม ขณะตรวจวัดคลื่นครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 8 ข้อมูลจากสถานีน้ำร่องฯ ก-161
จ.สมุทรปราการ
- รูปที่ ก-114 ความเร็วและทิศทางลม ขณะตรวจวัดคลื่นครั้งที่ 9 ถึงครั้งที่ 15 ข้อมูลจากสถานีน้ำร่องฯ ก-162
จ.สมุทรปราการ
- รูปที่ ก-115 ความเร็วและทิศทางลม ขณะตรวจวัดคลื่นที่ 16 ถึงครั้งที่ 21 ข้อมูลจากสถานีน้ำร่องฯ ก-163
จ.สมุทรปราการ
- รูปที่ ก-116 ความเร็วและทิศทางลมขณะตรวจวัดคลื่นครั้งที่ 22 ถึงครั้งที่ 30 ข้อมูลจากสถานีน้ำร่องฯ ก-164
จ.สมุทรปราการ
- รูปที่ ก-117 ความเร็วและทิศทางลมขณะตรวจวัดคลื่นครั้งที่ 31 ถึงครั้งที่ 38 ข้อมูลจากสถานีน้ำร่องฯ ก-165
จ.สมุทรปราการ

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	เขตการปกครอง จังหวัดสมุทรปราการ	1-3
ตารางที่ 3.1	พิกัดจุดตรวจวัดคลื่น บริเวณชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ	3-1
ตารางที่ 3.2	พลังงานคลื่นจากการตรวจวัดทั้ง 38 ครั้ง และเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านพลังงาน	3-7
ตารางที่ 4.1	ข้อมูลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นที่ท้องทะเลด้านหลังเขื่อน สลายกำลังคลื่น	4-4
ตารางที่ 4.2	ความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลระดับตะกอนในพื้นที่ A พื้นที่ B และ พื้นที่ C บริเวณบ้านขุนสมุทรจีนตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2549 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2554	4-10
ตารางที่ 7-1	ตารางวันทำการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง	7-3
ตารางที่ 7-2	ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องตักตะกอน 2 เครื่อง 2 ระดับ	7-2
ตารางที่ 7-3	ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องตักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พ.ศ. 2553	7-7
ตารางที่ 7-4	ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องตักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 19-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554	7-10
ตารางที่ 7-5	ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องตักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2554	7-12
ตารางที่ 7-6	ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องตักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554	7-15
ตารางที่ 7-7	ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องตักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 14-21 ตุลาคม พ.ศ. 2554	7-17
ตารางที่ 8-1	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดในรอบวันของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดใน รอบ 25 ชั่วโมง บริเวณชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีนที่พิกัดโดยประมาณ 13°30'20.88" องศาเหนือ 100° 31' 57.36" องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 12 กุมภาพันธ์ เวลา 11:00 น. ถึงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เวลา 11:00 น.	8-6
ตารางที่ 8-2	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดในรอบวันของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดใน รอบ 25 ชั่วโมง ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน ห้วงวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 เวลา 12:30 – 12:30 น.	8-10
ตารางที่ 8-3	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	8-11
ตารางที่ 9.1	ตัวอย่างข้อมูลน้ำแบบฮาร์โมนิคของสถานีวัดระดับน้ำสัดหีบและหัวหินสำหรับต้นปี พ.ศ. 2459 (ค.ศ. 2006) ค่ามาตราหน้าที่ใช้ในแบบจำลองเชิงตัวเลขเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล จาก 2 สถานีนี้	9-4
ตารางที่ 9.2	ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนรวมและการเคลื่อนตัวสุทธิเป็นรายปีและตามฤดูกาล พร้อมทั้งทิศทางการเคลื่อนตัวบริเวณชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีน ระหว่างปี พ.ศ. 2549 - 2554	9-22

ตารางที่ ก-1	ค่า epsilon (E), $H_{1/3}/a_{rms}$ และ $H_{1/10}/a_{rms}$	ก-3
ตารางที่ ก-2	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2552 และ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552	ก-6
ตารางที่ ก-3	แสดงคาบคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงาน จากการตรวจวัดคลื่นในวันที่ 30 กันยายน พ.ศ.2552	ก-7
ตารางที่ ก-4	แสดงคาบคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงาน จากการตรวจวัดคลื่นในวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ.2552	ก-11
ตารางที่ ก-5	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 5 และ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2552	ก-15
ตารางที่ ก-6	แสดงคาบคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงาน จากการตรวจวัดคลื่นในวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ.2552	ก-17
ตารางที่ ก-7	แสดงคาบคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงาน จากการตรวจวัดคลื่นในวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ.2552	ก-22
ตารางที่ ก-8	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 12 และ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ก-26
ตารางที่ ก-9	แสดงคาบคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงาน จากการตรวจวัดคลื่นในวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2553	ก-28
ตารางที่ ก-10	แสดงคาบคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงาน จากการตรวจวัดคลื่นในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2553	ก-33
ตารางที่ ก-11	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 7 และ 29 มีนาคม พ.ศ. 2553	ก-37
ตารางที่ ก-12	แสดงคาบคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงาน จากการตรวจวัดคลื่นในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2553	ก-39
ตารางที่ ก-13	แสดงคาบคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงาน จากการตรวจวัดคลื่นในวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2553	ก-44
ตารางที่ ก-14	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 9-10 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-48
ตารางที่ ก-15	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 28-29 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-52
ตารางที่ ก-16	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 28-29 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-56
ตารางที่ ก-17	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 28-29 เมษายน พ.ศ. 2553	ก-59
ตารางที่ ก-18	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 23-25 มิถุนายน พ.ศ. 2553	ก-63
ตารางที่ ก-19	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 8-9 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	ก-68
ตารางที่ ก-20	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 18-20 กรกฎาคม พ.ศ. 2553	ก-73
ตารางที่ ก-21	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 10-12 สิงหาคม พ.ศ. 2553	ก-78
ตารางที่ ก-22	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 27-30 สิงหาคม พ.ศ. 2553	ก-82
ตารางที่ ก-23	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 1-3 กันยายน พ.ศ. 2553	ก-86

ตารางที่ ก-24	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 6-8 กันยายน พ.ศ. 2553	ก-90
ตารางที่ ก-25	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 13-15 กันยายน พ.ศ. 2553	ก-94
ตารางที่ ก-26	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 12-14 ตุลาคม พ.ศ. 2553	ก-98
ตารางที่ ก-27	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 26-29 ตุลาคม พ.ศ. 2553	ก-102
ตารางที่ ก-28	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 6-8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553	ก-106
ตารางที่ ก-29	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 20-22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553	ก-110
ตารางที่ ก-30	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 20-22 ธันวาคม พ.ศ. 2553	ก-114
ตารางที่ ก-31	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 30-31 มกราคม พ.ศ. 2554	ก-118
ตารางที่ ก-32	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 20-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554	ก-122
ตารางที่ ก-33	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 20-21 มีนาคม พ.ศ. 2554	ก-126
ตารางที่ ก-34	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 11-12 เมษายน พ.ศ. 2554	ก-130
ตารางที่ ก-35	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 26-27 เมษายน พ.ศ. 2554	ก-133
ตารางที่ ก-36	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 9-10 พฤษภาคม พ.ศ. 2553	ก-136
ตารางที่ ก-37	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 26-27 พฤษภาคม พ.ศ. 2554	ก-140
ตารางที่ ก-38	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 22-23 มิถุนายน พ.ศ. 2554	ก-144
ตารางที่ ก-39	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน – 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2554	ก-147
ตารางที่ ก-40	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 7 - 8 สิงหาคม พ.ศ. 2554	ก-151
ตารางที่ ก-41	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2554	ก-155
ตารางที่ ก-42	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2554	ก-159
ตารางที่ ข-1	ตารางเวลาและอุณหภูมิสำหรับการปีเปต	ข-3
ตารางที่ ข-2	ตารางขนาดอนุภาค Silt-clay Size	ข-3
ตารางที่ ข-3	ตารางพิกัดสถานีที่ทำการตรวจวัดในวันที่ 12-18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ข-4
ตารางที่ ข-4	ตารางพิกัดสถานีที่ทำการตรวจวัดในวันที่ 25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พ.ศ. 2553	ข-4
ตารางที่ ข-5	ตารางพิกัดสถานีที่ทำการตรวจวัดในวันที่ 19-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554	ข-4
ตารางที่ ข-6	ตารางพิกัดสถานีที่ทำการตรวจวัดในวันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2554	ข-4
ตารางที่ ข-7	ตารางพิกัดสถานีที่ทำการตรวจวัดในวันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554	ข-4
ตารางที่ ข-8	ตารางพิกัดสถานีที่ทำการตรวจวัดในวันที่ 14 -21 ตุลาคม พ.ศ. 2554	ข-5
ตารางที่ ข-9	ปริมาณตะกอนแขวนลอยจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกที่ความลึก 2 ระดับ จำนวน 2 แห่งด้วยกัน น้ำหนักตะกอนเป็นกรัมที่ผ่านช่องเปิดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	ข-5

	1 นิ้วในรอบ 6 วัน ตั้งแต่วันที่ 12-18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	
ตารางที่ ข-10	ปริมาณตะกอนแขวนลอยจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกที่ความลึก 3 ระดับ จำนวน 3 สถานีด้วยกัน น้ำหนักตะกอนเป็นกรัมที่ผ่านช่องเปิดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้วในรอบ 10 วัน ตั้งแต่วันที่ 25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พ.ศ. 2553	ข-6
ตารางที่ ข-11	ปริมาณตะกอนแขวนลอยจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกที่ความลึก 3 ระดับ จำนวน 3 สถานีด้วยกัน น้ำหนักตะกอนเป็นกรัมที่ผ่านช่องเปิดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้วในรอบ 8 วัน ตั้งแต่วันที่ 19-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554	ข-8
ตารางที่ ข-12	ปริมาณตะกอนแขวนลอยจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกที่ความลึก 3 ระดับ จำนวน 3 สถานีด้วยกัน น้ำหนักตะกอนเป็นกรัมที่ผ่านช่องเปิดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้วในรอบ 8 วัน ตั้งแต่วันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2554	ข-11
ตารางที่ ข-13	ปริมาณตะกอนแขวนลอยจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกที่ความลึก 3 ระดับ จำนวน 3 สถานีด้วยกัน น้ำหนักตะกอนเป็นกรัมที่ผ่านช่องเปิดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้วในรอบ 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554	ข-14
ตารางที่ ข-14	ปริมาณตะกอนแขวนลอยจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกที่ความลึก 3 ระดับ จำนวน 3 สถานีด้วยกัน น้ำหนักตะกอนเป็นกรัมที่ผ่านช่องเปิดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้วในรอบ 8 วัน ตั้งแต่วันที่ 14 -21 ตุลาคม พ.ศ. 2554	ข-17
ตารางที่ ค-1	ความเร็วและทิศทางการกระแสน้ำตามความลึกทุกๆ 20 นาที ตั้งแต่เวลา 11.00 น. ของวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ถึงเวลา 11.00 น. ของวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน	ค-2
ตารางที่ ค-2	ความเร็วและทิศทางการกระแสน้ำตามความลึกทุกๆ 20 นาที ตั้งแต่เวลา 11.00 น. ของวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ถึงเวลา 11.00 น. ของวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน	ค-4
ตารางที่ ค-3	ระดับความลึก อุณหภูมิ น้ำ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ความเร็วและทิศทางการไหล และระดับน้ำทุกต้นชั่วโมงตั้งแต่เวลา 11.00 น. ของวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ถึงเวลา 11.00 น. ของวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน	ค-6
ตารางที่ ค-4	ความเร็วและทิศทางการกระแสน้ำตามความลึกทุกๆ 20 นาที ตั้งแต่เวลา 12:20 น. ของวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึงเวลา 12:20 น. ของวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน	ค-10
ตารางที่ ค-5	ความเร็วและทิศทางการกระแสน้ำตามความลึกทุกๆ 20 นาที ตั้งแต่เวลา 12:20 น. ของวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึงเวลา 12:20 น. ของวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน	ค-12
ตารางที่ ค-6	ระดับความลึก อุณหภูมิ น้ำ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ความเร็วและทิศทางการไหล และระดับน้ำทุกต้นชั่วโมงตั้งแต่เวลา 12:20 น. ของวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึงเวลา 12:20 น. ของวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน	ค-14

บทที่ 1

บทนำ

หลักการและเหตุผล

อ่าวไทยตอนในเกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาเนื่องจากสาเหตุหลาย ๆ อย่างประกอบกัน อาทิเช่น การทรุดตัวของแผ่นดินจากการดูดน้ำบาดาลไปใช้เกินกว่าจะมีน้ำมาทดแทนได้ ปริมาณตะกอนจากแผ่นดินลดลงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์เมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำไว้ที่ต้นน้ำ การขุดลอกร่องน้ำแล้วนำตะกอนไปทิ้งทะเลเป็นการนำตะกอนออกจากชายฝั่ง เป็นต้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงป่าชายเลนเป็นนาุ้ง นาเลี้ยงปลาทำให้ชายฝั่งขาดปราการตามธรรมชาติในการลดแรงกัดเซาะจากคลื่นทำให้ชายฝั่งทะเลเกิดการถอยร่นอย่างรวดเร็ว จึงเกิดแนวคิดในการก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่งที่ช่วยลดแรงปะทะจากคลื่น เกิดสภาพน้ำนิ่งหลังแนวโครงสร้าง ทำให้ลดการกัดเซาะตะกอนท้องน้ำและช่วยให้ตะกอนแขวนลอยสามารถตกตะกอนได้ง่ายยิ่งขึ้น ช่วยในการสร้างเสถียรภาพของชายฝั่ง

โครงการที่ผู้วิจัย (ศ.ดร.ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล) ได้พัฒนาขึ้นนี้ได้รับเงินสนับสนุนการก่อสร้างจากจังหวัดสมุทรปราการ โครงสร้างเป็นเสาสามเหลี่ยมปักเป็นแนวเรียงซ้อนกันแบบสลับห่างจำนวน 3 แถว มีชื่อว่า “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” และดำเนินการนำร่องติดตั้งอยู่ที่ชายฝั่งบ้านชุมชนสมุทรจีน อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการขออนุญาตสิทธิบัตรไว้แล้ว และ สกว. ได้ให้ทุนศึกษาภายใต้โครงการ “การศึกษายุทธศาสตร์เชิงพื้นที่เพื่อแก้ปัญหาหน้าทะเลกัดเซาะชายฝั่งสมุทรปราการ : กรณีศึกษานำร่องเพื่อการออกแบบ ณ บ้านชุมชนสมุทรจีน ต.แหลมฟ้าผ่า อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ” เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเขื่อนสลายกำลังคลื่น ผลการศึกษาในช่วงเวลา 2 ปี พบว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่น “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” ช่วยลดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณบ้านชุมชนสมุทรจีนลงได้ มีการเพิ่มขึ้นของตะกอนริมชายฝั่งโดยเฉพาะอนุภาคตะกอนขนาดเล็กประเภทดินเหนียว มีสารอาหารที่มีเมือกจำพวกไดอะตอมและไซยาโนแบคทีเรียเกาะยึดหน้าดิน และเกิดความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพของพืชและสัตว์น้ำหลายชนิด

แม้กระนั้นก็ตาม ผลการศึกษายังไม่มีผลการประเมินประสิทธิภาพของเขื่อนในการสลายกำลังคลื่นที่เข้ามาจากทิศทางต่าง ๆ กัน และทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งตามฤดูกาลที่แน่ชัด ในการอธิบายประสิทธิภาพได้อย่างสมบูรณ์ในการสร้างความเชื่อมั่นของโครงสร้างฯ ที่พัฒนาขึ้นให้กับหน่วยงานของรัฐและประชาชนในวงกว้างได้ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ต้องการเพิ่มความแม่นยำข้อมูลยืนยันประสิทธิภาพของโครงสร้าง “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” และยกระดับความรู้ความเข้าใจการจัดการปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในการขยายผลต้นแบบและรูปแบบโครงสร้างไปดำเนินการในพื้นที่อื่น ๆ โดยเฉพาะอ่าวไทยตอนบนที่เป็นพื้นที่วิกฤตที่มีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งสูงสุดของประเทศ

วัตถุประสงค์

- เพื่อติดตามและประเมินประสิทธิผลของการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งด้วยโครงสร้าง “ชุมชนสมุทรจีน 49A2” ในพื้นที่นำร่องที่บ้านชุมชนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ โดยการวิเคราะห์การลดพลังงานคลื่น ที่เคลื่อนตัวเข้าหาฝั่งและอัตราการสะสมตะกอนท้องน้ำบริเวณด้านหลังแนวเขื่อนกันคลื่น
- เพื่อศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท้องทะเลและแนวชายฝั่งในอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันตก

สมมติฐานการวิจัย

คลื่นกัดเซาะทั้งท้องทะเลและชายฝั่งทะเล เชื้อนสลายกำลังคลื่นช่วยสลายพลังงานคลื่นและทำให้เกิดการสะสมของตะกอนด้านหลังเขื่อน ประสิทธิภาพของเชื้อนสลายกำลังคลื่นขึ้นอยู่กับความสูงคลื่น ทิศทางที่คลื่นเคลื่อนตัวเข้ามา และระดับน้ำ คลื่นม้วนตัวทำให้เกิดการกัดเซาะฐานรากของเขื่อนกันคลื่น การเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยจะขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสน้ำสุทธิตามฤดูกาล ในขณะที่พลังงานคลื่นจะเป็นตัวกำหนดปริมาณการกัดเซาะตะกอนจากท้องน้ำ



รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงขอบเขตอำเภอ จังหวัดสมุทรปราการ

พื้นที่ศึกษา

การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของท้องทะเล 3 แนว คือที่บ้านขุนสมุทรจีน บ้านบางปู จังหวัดสมุทรปราการ และบ้านพันท้ายนรสิงห์ จังหวัดสมุทรสาคร ส่วนพื้นที่ศึกษาอื่นๆ จะอยู่ในบริเวณด้านหน้าและด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นที่ชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

จังหวัดสมุทรปราการ ตั้งอยู่ปลายสุดของแม่น้ำเจ้าพระยาและด้านเหนือของอ่าวไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13 – 14 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 – 101 องศาตะวันออก นิยมเรียกว่า “เมืองปากน้ำ” ห่างจากกรุงเทพฯไปทางตะวันออกเฉียงใต้เป็นระยะทาง 25 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 1,004 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 627,557 ไร่ แนวชายฝั่งทะเลของจังหวัดสมุทรปราการมีความยาวประมาณ 47 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง

รูปที่ 1.1

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	กรุงเทพมหานคร (เขตราชบุรีบูรณะ และเขตพระโขนง)
ทิศใต้	ติดต่อกับ	อ่าวไทย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	กรุงเทพมหานคร (เขตบางขุนเทียน)

เขตการปกครอง

จังหวัดสมุทรปราการแบ่งเขตการปกครอง ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 เขตการปกครอง จังหวัดสมุทรปราการ

อำเภอ	ตำบล
เมือง	ปากน้ำ สำโรงเหนือ บางเมือง ท้ายบ้าน บางปูใหม่ แพรกษา บางโปรง บางปู บางด้วน บางเมืองใหม่ เทพารักษ์ ท้ายบ้านใหม่ แพรกษาใหม่
บางบ่อ	บางบ่อ บ้านระกาศ บางพลีน้อย บางเพรียง คลองด่าน คลองสวน เปรัง คลองนิมยตรา
บางพลี	บางพลีใหญ่ บางแก้ว บางปลา บางโฉลง ราชاتهเวะ หนองปรือ
พระประแดง	ตลาด บางฟุ้ง บางจาก บางครุ บางหญ้าแพรก บางหัวเสือ สำโรงใต้ บางยอ บางกะเจ้า บางน้ำผึ้ง บางกระสอบ บางกอบัว ทรงคนอง สำโรง สำโรงกลาง
พระสมุทรเจดีย์	นาเกลือ บ้านคลองสาน แหลมฟ้าผ่า ปากคลองบางปลากด ในคลองบางปลากด
บางเสาธง	บางเสาธง ศรีษะจรเข้ใหญ่ ศรีษะจรเข้ใหญ่

สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่ม ไม่มีภูเขา มีลำคลองหลายสายเพื่อใช้ในการเกษตร และคมนาคม มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกลางจังหวัดทำให้แยก พื้นที่ออกเป็นด้านตะวันตกและตะวันออก โดยทั่วไปแล้วลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดสมุทรปราการ สามารถแยกออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

- บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งสองฝั่ง ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มทั้งหมด แต่เดิมเหมาะแก่การทำนา ทำสวน และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่ปัจจุบันได้เปลี่ยนไปตามสภาพสภาวะเศรษฐกิจด้านอุตสาหกรรม และการขยายตัวของชุมชนเมืองทำให้พื้นที่เกษตรกรรมลดลงมาก
- บริเวณตอนใต้ใกล้ชายฝั่งทะเล น้ำทะเลท่วมถึงและพื้นดินเค็มจัดในฤดูแล้ง ลักษณะทางกายภาพของดินเป็นเลนเหลวลุ่มลึก เหมาะแก่การปลูกต้นจาก และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
- บริเวณที่ราบกว้างใหญ่ทางตอนเหนือและตะวันออก ซึ่งจะเป็นที่ราบลุ่มติดต่อกันตลอด มีคลองชลประทานหลายแห่ง เนื่องจากมีประตูสำหรับระบายและกักเก็บน้ำ อำนวยประโยชน์ในด้านการชลประทานเหมาะสมแก่การทำนา และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

สภาพภูมิอากาศ

จังหวัดสมุทรปราการ พื้นที่ทางทิศใต้ติดกับอ่าวไทย จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีฝนตกหนักในช่วงเดือนกันยายน - ตุลาคม ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำ ทำให้เกิดการก่อตัวของพายุไต้ฝุ่น และพายุโซนร้อนในทะเลจีนใต้ แต่โดยรวมแล้วอากาศเย็นสบายตลอดปี ไม่ร้อนจัดและไม่หนาวเย็น ความชื้นในอากาศสูง สภาพอากาศเป็นไปตามฤดูกาล คือ ฤดูร้อนเริ่มจากเดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม ฤดูฝน เริ่มจากเดือนมิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม ฤดูหนาว เริ่มจากเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์

ขอบเขตการศึกษา

ระยะที่ 1 (วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2552 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2553)

- การตรวจวัดคลื่นผิวน้ำและกระแสน้ำใกล้ท้องน้ำ 8 ครั้ง
- การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ครั้ง
- การตรวจวัดการไหลของน้ำ การแพร่กระจายของความเค็ม อุณหภูมิ และตะกอนแขวนลอยในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ครั้ง

- การติดตั้งไม้วัดระดับท้องทะเลพร้อมทั้งเดินระดับไปยังไม้วัดทุกอัน
- การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นท้องทะเลด้านหลังแนวเขื่อนกันคลื่น 6 ครั้ง
- การศึกษาการกัดเซาะ/ทับถมตะกอนในท้องทะเล 3 บริเวณ 1 ครั้ง

ระยะที่ 2 (วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2553)

- การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นท้องทะเลด้านหลังแนวเขื่อนกันคลื่น 6 ครั้ง
- การตรวจวัดคลื่นผิวน้ำและกระแสน้ำใกล้ท้องน้ำ 13 ครั้ง
- การตรวจวัดการไหลของน้ำ การแพร่กระจายของความเค็ม อุณหภูมิ และตะกอนแขวนลอยในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ 1 ครั้ง
- วิเคราะห์ข้อมูลอุทุนิยมวิทยาและพายุจรในระหว่างปี พ.ศ. 2549 - 2553
- การศึกษาการกัดเซาะ/ทับถมตะกอนในท้องทะเล 3 บริเวณ 1 ครั้ง
- การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ครั้ง

ระยะที่ 3 (วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2554)

- การตรวจวัดคลื่นผิวน้ำและกระแสน้ำใกล้ท้องน้ำ 9 ครั้ง
- การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ครั้ง
- การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยตลอดทั้งปีด้วยแบบจำลองเชิงตัวเลข

ระยะที่ 4

- การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอน และพื้นท้องทะเลด้านหลังแนวเขื่อนกันคลื่น 12 ครั้ง
- การศึกษาการกัดเซาะ/ทับถมตะกอนในท้องทะเล 3 บริเวณ 1 ครั้ง
- การตรวจวัดคลื่นผิวน้ำและกระแสน้ำใกล้ท้องน้ำ 8 ครั้ง
- การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนตุลาคม
- การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยทั้งปีด้วยแบบจำลองเชิงตัวเลข

รายละเอียดการดำเนินงานรวมทั้งวิธีการดำเนินการวิจัยและวิธีการเก็บข้อมูลในแต่ละกิจกรรม

- การตรวจวัดความสูงและคาบคลื่นบริเวณด้านหน้าเขื่อน 1-3 จุด และด้านหลังเขื่อน 3 จุด ติดตั้งโปรแกรมเครื่องวัดคลื่นให้ตรวจวัดทุกๆ 1 วินาที ซึ่งมีหน่วยเก็บข้อมูลได้สูงสุด 11 ชั่วโมง ผู้กเครื่องวัดคลื่นไว้กับลำไม้ไผ่แล้วนำไปปัก ณ จุดเก็บข้อมูลขณะน้ำเริ่มขึ้น วัดระยะห่างจากเซนเซอร์ของเครื่องมือถึงท้องน้ำ หลังจากเก็บข้อมูลครบตามเวลาที่ตั้งไว้ถ่ายข้อมูลจากเครื่องมือลงสู่คอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ความสูงคลื่นนัยสำคัญ คาบคลื่น ความยาวคลื่น และพลังงานคลื่น คำนวณทิศคลื่นจากทิศทางลมโดยเฉลี่ยทิศทางแบบเวกเตอร์ตลอดช่วงเวลาการเก็บข้อมูลคลื่น
- การคำนวณความเร็วกระแสน้ำเหนือท้องน้ำราว 0.5-1 เมตร เพื่อประเมินความเร็ววิกฤตที่ทำให้ตะกอนท้องน้ำเกิดการฟุ้งกระจายขึ้นมาได้ ทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลความสูงคลื่นนัยสำคัญ คาบคลื่น ความยาวคลื่น และความลึกน้ำ เฉลี่ยทุกๆ 1 ชั่วโมง
- การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนในพื้นที่ศึกษานำร่องบ้านขุนสมุทรจีน โดยติดตั้งไม้วัดระดับตะกอนถาวรให้ได้มาตรฐานซึ่งได้เดินระดับเพื่อหาจุดอ้างอิงของท้องน้ำเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลางของประเทศไทย การปักไม้วัดระดับน้ำจะวางเป็นโครงข่ายสี่เหลี่ยมประมาณ 20 จุด โดย

ตำแหน่งจุดปักไม้จะตรงกับตำแหน่งจุดตรวจวัดในโครงการก่อนหน้านั้น ใช้ระยะเวลาในการติดตั้งไม้วัดระดับท้องน้ำ สร้างหมุดหลักฐาน และถ่ายโยงระดับจากหมุดไปที่ไม้วัดระดับท้องน้ำแต่ละอัน ประมาณ 1 สัปดาห์ ทำการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนท้องน้ำที่จุดปักไม้ได้โดยดูจากสเกลที่ขีดไว้ที่ไม้บรรทัดใช้เวลาตรวจวัดประมาณ 1 วัน และวิเคราะห์ผลการตรวจวัดประมาณ 5 วัน นำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟและตัวเลขระดับท้องน้ำในแต่ละเดือน

- การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับการกัดเซาะคลื่นม้วนตัวเมื่อปะทะโครงสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่น “ขุนสมุทรจีน 49A2” โดยทำการสำรวจพื้นที่ศึกษา ค้นหาข้อมูลอ้างอิง สำรวจการเปลี่ยนแปลงระดับการกัดเซาะของคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้างด้วยเครื่องมือสำรวจรังวัดชนิดละเอียด ซึ่งจะได้ความลึกของร่องดินที่ฐานของเสาซึ่งถูกคลื่นกัดเซาะ นอกจากนี้จะต้องเดินระดับจากหมุดหลักฐานไปยังเสาเพื่อหาอัตราการทรุดตัวของเสาเขื่อน ทำการตรวจวัดปีละครั้งประมาณเดือนเมษายนในช่วงน้ำแห้งตอนกลางวันเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้สะดวก ใช้เวลาสำรวจครั้งละ 3 วัน และวิเคราะห์ข้อมูลอีกประมาณ 2 สัปดาห์ ข้อมูลที่ได้คือความลึกของร่องน้ำที่ฐานเสาและอัตราการทรุดตัวของเสาทั้งคลื่น (เทียบกับระหว่างการตรวจวัด 2 ครั้งนี้ เพราะยังไม่เคยมีการศึกษาการทรุดตัวของเสามาก่อน)
- การติดตามและตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท้องทะเลจากชายฝั่งออกไป 12 กิโลเมตร จำนวน 3 แถว คือที่บ้านขุนสมุทรจีน บ้านพันท้ายนรสิงห์ และบ้านบางปู จังหวัดสมุทรปราการ วิธีการสำรวจประกอบด้วย การสำรวจพื้นที่ศึกษา ค้นหาข้อมูลอ้างอิงในสนาม ตรวจวัดความลึกท้องทะเลด้วยเครื่องมือ digital echo sounder และบอกตำแหน่งด้วยเครื่อง DGPS ปีละ 1 ครั้ง วิเคราะห์ประมวลผลและนำเสนอผลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับพื้นที่ท้องทะเลในรูปแบบของกราฟ
- การตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอน โดยใช้เครื่องตักตะกอนที่ทำด้วยท่อพีวีซีตัดเป็นท่อนขนาดประมาณ 0.30 เมตร ประกอบกันเป็นโครงสร้างสี่เหลี่ยมเจาะรูที่กระบอกเพื่อตักตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำจากทิศเหนือ ได้ ตะวันออก วางเครื่องตักตะกอนไว้ที่ท้องน้ำ ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน จึงกู้เครื่องตักตะกอน นำมาวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและปริมาณในห้องปฏิบัติการต่อไป ทำการตรวจวัดปีละ 3 ครั้งในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนตุลาคม
- การตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ ได้แก่ การไหลของน้ำ การแพร่กระจายของความเค็ม อุณหภูมิ และตะกอนแขวนลอย เป็นรายชั่วโมงบริเวณชายฝั่งทะเล โดยการตรวจวัด 2 ครั้ง (25 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน) ตามฤดูกาลหลักให้ตรงกับการติดตั้งเครื่องตักตะกอนแขวนลอยเพื่อให้ทราบสภาพทางสมุทรศาสตร์และการใช้ข้อมูลกระแสน้ำสำหรับเปรียบเทียบกับผลจากแบบจำลองเชิงตัวเลข เก็บข้อมูลครั้งละ 2 วันและวิเคราะห์ข้อมูลอีก 2 สัปดาห์ ข้อมูลที่ได้เป็นกราฟและตัวเลขการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ในรอบวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง
- การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อประเมินปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยตามฤดูกาล โดยการปรับขนาดช่องกริดแบบจำลองเชิงตัวเลขของการไหลเวียนน้ำในอ่าวไทยตอนบนให้เล็กลงเพื่อจำลองทิศทางการไหลของน้ำใกล้ฝั่งให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นรวมทั้งเพิ่มการไหลของน้ำจากแม่น้ำหลัก 4 สายสู่อ่าวไทยตอนบน และวิเคราะห์คำนวณคลื่นจากข้อมูลลมที่สถานีสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยาแล้วนำข้อมูลกระแสน้ำและคลื่นมาคำนวณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยที่ฟุ้งกระจายจากท้องน้ำสำหรับปี พ.ศ.2552-2553 รวมทั้งตรวจสอบผลการคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยในปี พ.ศ.2549-2551 ด้วย

- การปฏิบัติการร่วมกับชาวบ้านและทีมวิจัยชุมชนในการเก็บข้อมูลสมุทรศาสตร์และสร้างการมีส่วนร่วมในการประเมินประสิทธิภาพของโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการประเมินประสิทธิภาพของโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งแก่ทีมวิจัยท้องถิ่น เริ่มตั้งแต่สาเหตุที่ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะ แนวคิด/โครงสร้างในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง การประเมินประสิทธิภาพของโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง การร่วมออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ร่วมสำรวจ/วิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจ การสรุปผลจากการสำรวจ และต้องเผยแพร่ผลการสำรวจให้ชุมชนได้รับทราบในรูปแบบของการจัดประชุมร่วมกับทีมวิจัยนิเวศวิทยาและสังคมศาสตร์ จัดประชุมวิจัยท้องถิ่นและเผยแพร่ข้อมูลทุกๆ 6 เดือน รวม 4 ครั้ง

บทที่ 2
การศึกษาด้านอุตุนิยมวิทยา
โดย
อาจารย์ บุศราศิริ ธนะ

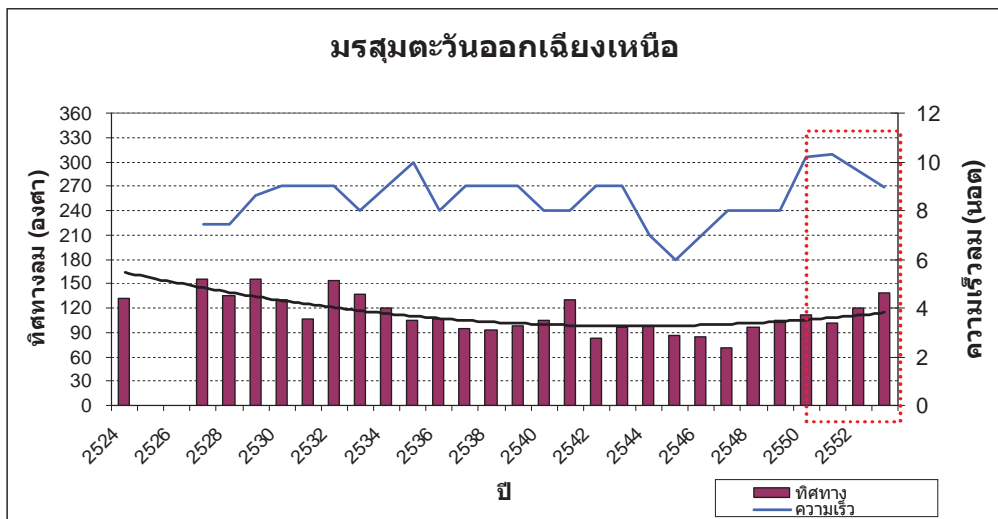
วิธีการดำเนินงาน

ได้ใช้ข้อมูลต่อเนื่องจากโครงการเดิมและข้อมูลเพิ่มเติมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง เดือนกันยายน 2553 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยาภายหลังจากมีการก่อสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่นบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ซึ่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ศึกษาได้แก่ ความเร็วและทิศทางลม ปริมาณฝน และอุณหภูมิ ที่สถานีน้ำร่อง ของกรมอุตุนิยมวิทยา

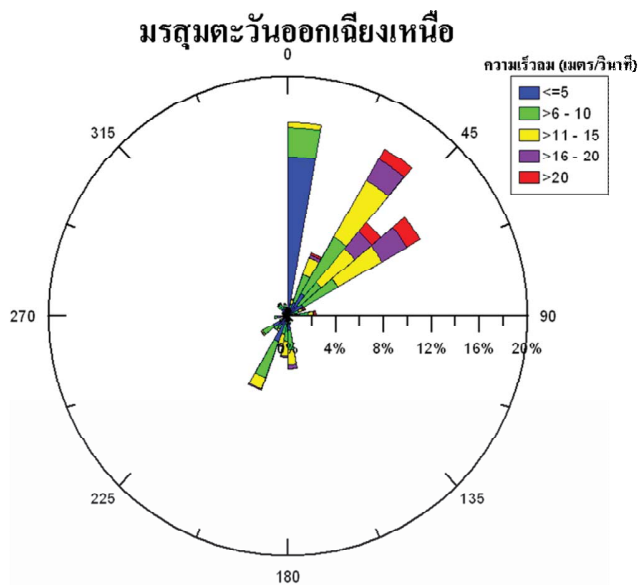
การวิเคราะห์ข้อมูลลม

ลมที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นลมที่ได้จากการตรวจวัดราย 3 ชั่วโมงในเวลา 07, 10, 13, 16 และ 19 นาฬิกา (ไม่มีการตรวจวัดในเวลากลางคืน) โดยแบ่งลมตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงฤดูมรสุม และได้หาค่าเฉลี่ยทั้งทิศทางและความเร็วลม และแสดงความเร็วและทิศทางลมจากข้อมูลทั้งหมดที่ตรวจวัดได้ในรูปแบบของ wind rose ดังนี้

- มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) จากการวิเคราะห์ข้อมูลลมช่วง 25 ปีแรกพบว่าการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมจากลมตะวันออกเฉียงใต้เป็นทิศตะวันออกเฉียงมากขึ้นในระยะเวลา 25 ปีที่ผ่านมาอย่างชัดเจน ส่วนในช่วงเวลาที่มีการประเมินประสิทธิภาพของเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมจากทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นตะวันออกเฉียงใต้มากขึ้น ในช่วงระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมาและความเร็วลมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 2.1 แนวโน้มของค่าเฉลี่ยทิศทางลมมากขึ้นนั้นหากพิจารณาองศาของลมจะได้ทิศทางที่มีทิศเคลื่อนจากด้านเหนือมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ชัดเจนจาก wind rose ว่ามีลมในทิศทางเหนือเคลื่อนเข้าสู่สถานี

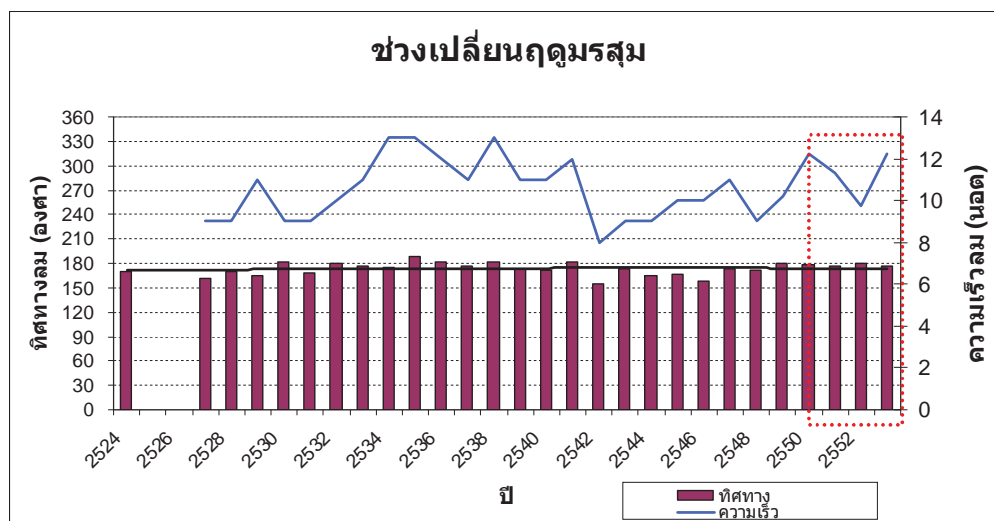


รูปที่ 2.1 ทิศทางและความเร็วลมในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553



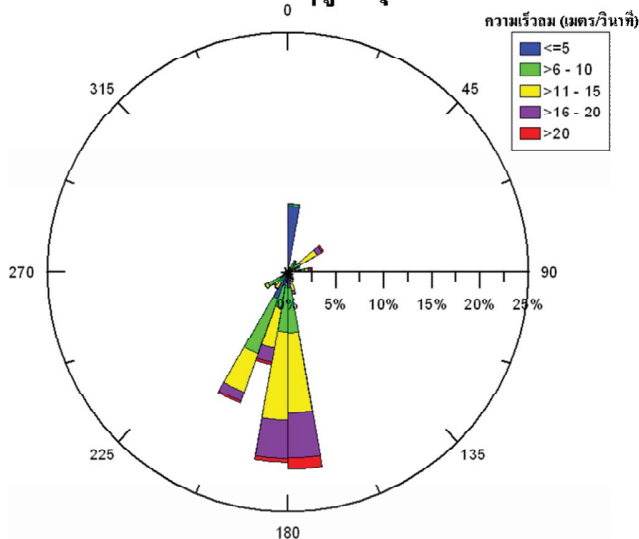
รูปที่ 2.2 Wind rose แสดงทิศทางและความเร็วลมช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

- ช่วงการเปลี่ยนฤดูมรสุม (กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) ในช่วงเวลาการเปลี่ยนฤดูมรสุมนั้นลมมีทิศใต้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งทิศทางลมในช่วงการเปลี่ยนฤดูยังคงคล้ายคลึงกับในอดีตที่ผ่านมา แต่ความเร็วลมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากช่วงปี พ.ศ. 2524 – 2548 ดังรูปที่ 2.3 และข้อมูล que แสดงโดย wind rose ก็สอดคล้องกันในทิศทางช่วงการเปลี่ยนฤดูยังคงเป็นทิศใต้เป็นส่วนใหญ่ (รูปที่ 2.4)



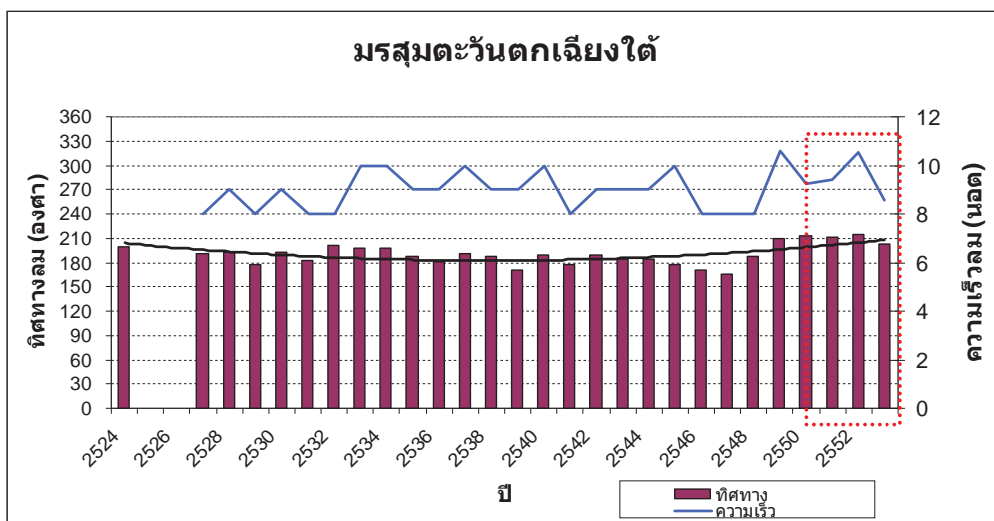
รูปที่ 2.3 ทิศทางและความเร็วลมในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553

ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม

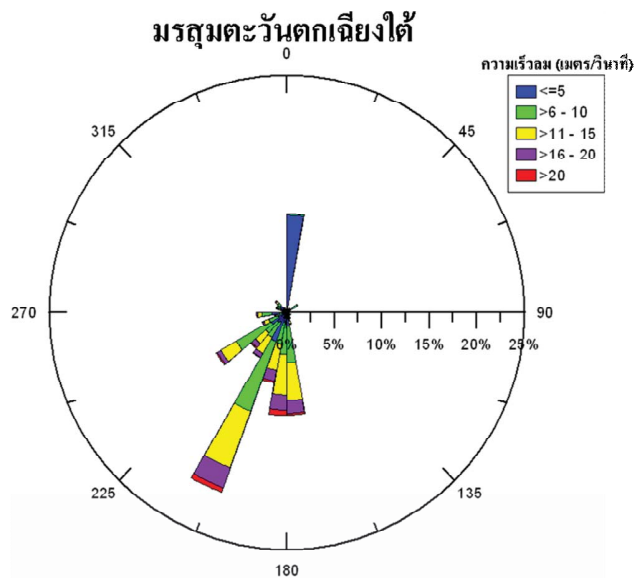


รูปที่ 2.4 Wind rose แสดงทิศทางและความเร็วลมช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม

- มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) ในทำนองเดียวกันกับช่วงการเปลี่ยนฤดูมรสุม ในช่วงของฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางจากทิศใต้เป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้ ค่อนมาทางใต้เป็นส่วนใหญ่ ส่วนความเร็วลมไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ดังรูปที่ 2.5 สอดคล้องกับการแสดงผลด้วย wind rose ทิศทางส่วนใหญ่เป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้ค่อนมาทางใต้เป็นส่วนใหญ่และมีข้อมูลประมาณ 30% ที่มีลมใต้ โดยมีความผิดปกติของลมเป็นลมเหนืออยู่เป็นบางเวลา (ดังรูปที่ 2.6)



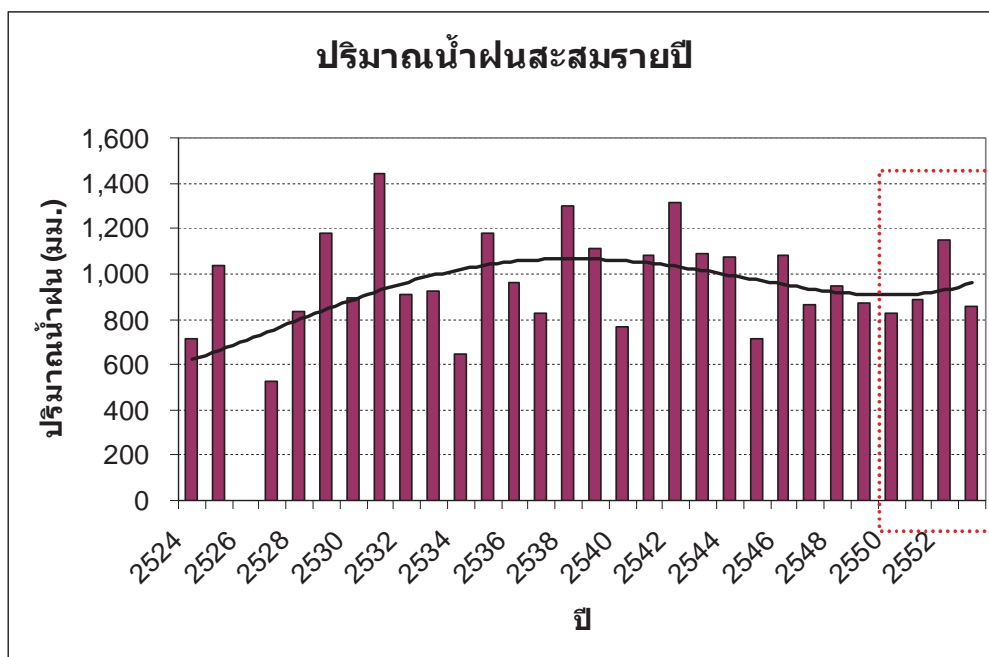
รูปที่ 2.5 ทิศทางและความเร็วลมในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553



รูปที่ 2.6 Wind rose แสดงทิศทางและความเร็วลมช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

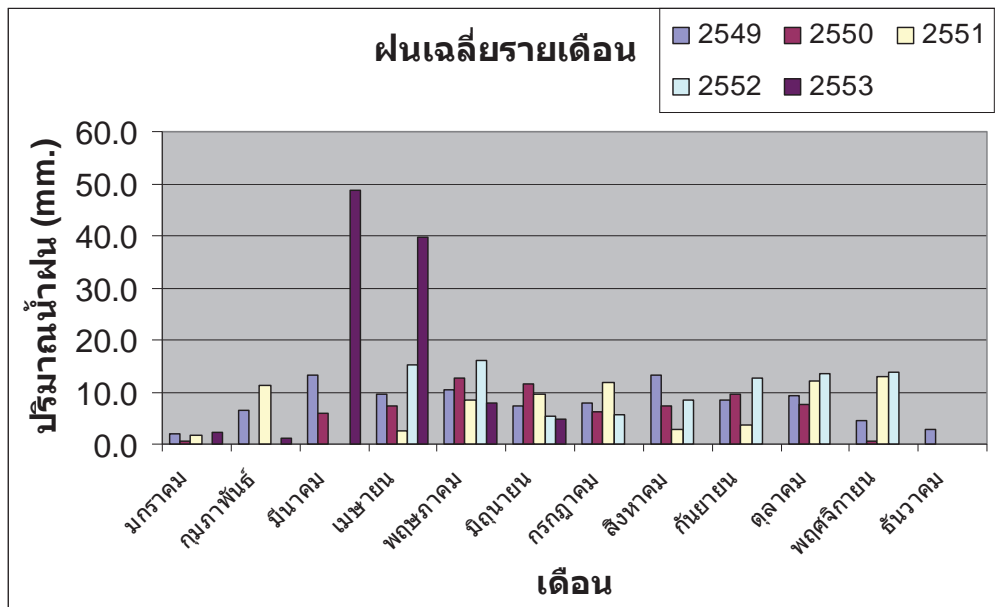
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสม

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ยังคงน้อยกว่าในช่วงก่อนปี พ.ศ. 2549 ยกเว้น ปี พ.ศ. 2552 ที่มีปริมาณน้ำฝนสะสมสูงกว่าในปีอื่น ๆ ของช่วงเวลาการประเมิน ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ปริมาณฝนสะสมรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553

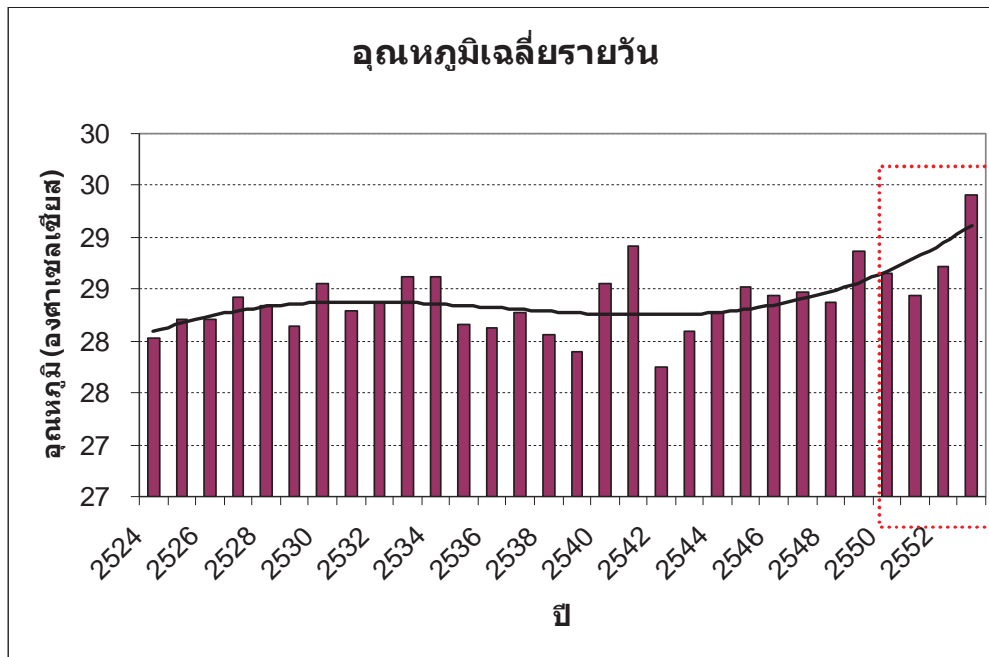
จากการศึกษาข้อมูลในอดีตพบว่าปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีมากกว่า 800 มิลลิเมตร โดยปริมาณฝนสูงสุดในปี พ.ศ. 2531 ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีสูงกว่า 1,400 มิลลิเมตรต่อปี และมีการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงที่ศึกษา แต่ในช่วง 4 ปีสุดท้ายจนถึงปัจจุบันปริมาณน้ำฝนรายปีมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่องจากช่วงระยะเวลา 3 ปีสุดท้ายก่อนช่วงการประเมินผลกระทบ โดยมีเพียงปี พ.ศ. 2552 มีค่าปริมาณน้ำฝนรายปีมากกว่า 1,100 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งจากข้อมูลฝนรายเดือน (รูปที่ 2.8) พบว่าในปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในช่วงต้นและช่วงปลายของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ หากพิจารณาปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553 พบว่าในเดือนมีนาคมและเมษายน ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณฝนสูงกว่าในช่วงเวลาเดียวกันของปีอื่น ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งช่วงดังกล่าวเป็นช่วงของการเปลี่ยนฤดูมรสุม



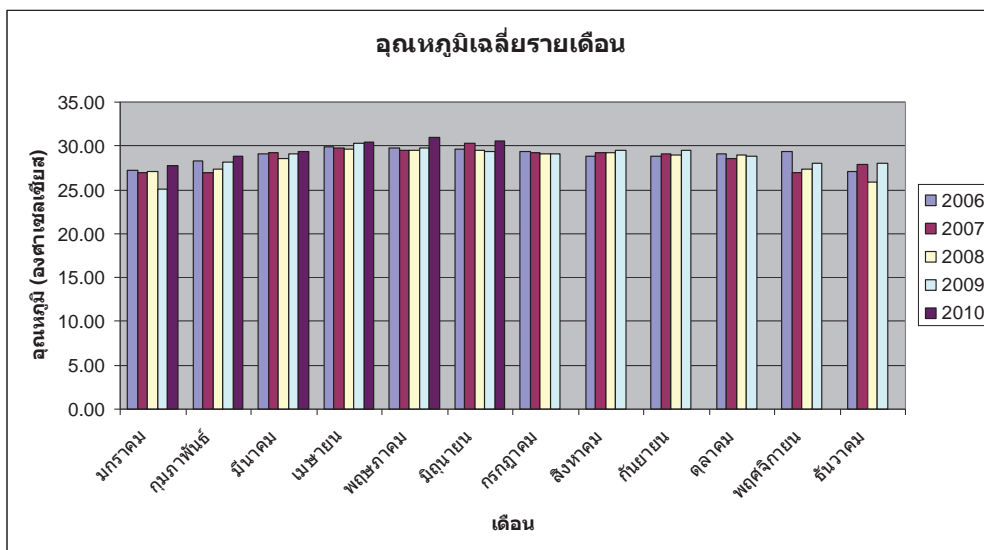
รูปที่ 2.8 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553

ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันและรายเดือน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน พบว่าในช่วงที่ทำการประเมินประสิทธิภาพของเขื่อนสลายกำลังคลื่น ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553 นั้นอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันสูงขึ้นกว่าในอดีตที่ผ่านมาอย่างชัดเจน (รูปที่ 2.9) และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือนของปีต่าง ๆ ข้อมูลในปี พ.ศ. 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปีอื่น ๆ ในทุก ๆ เดือนเช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553

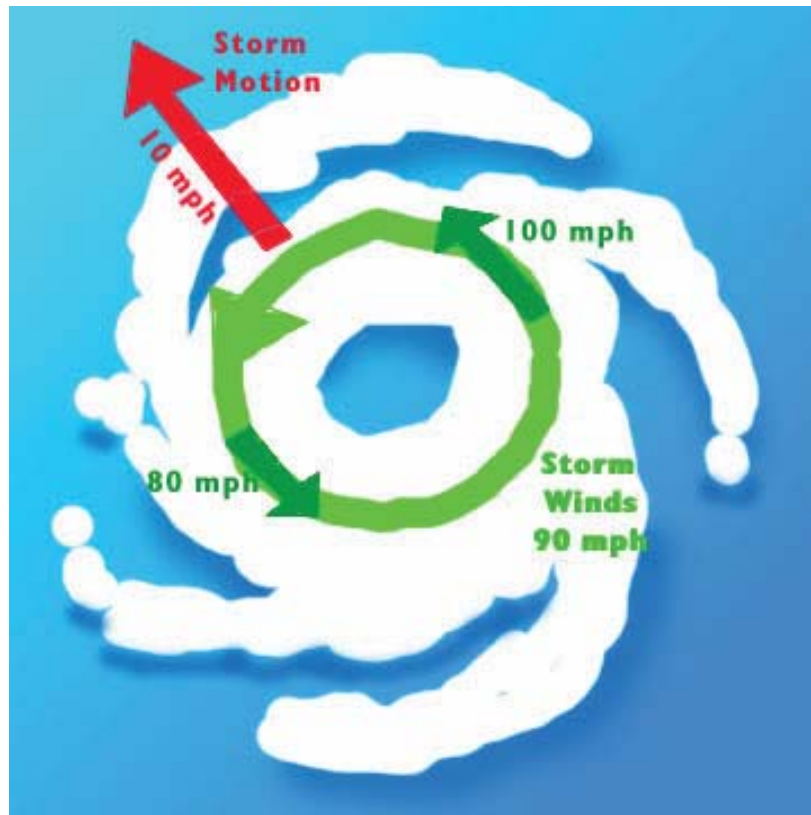


รูปที่ 2.10 อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน เปรียบเทียบในเดือนต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2553

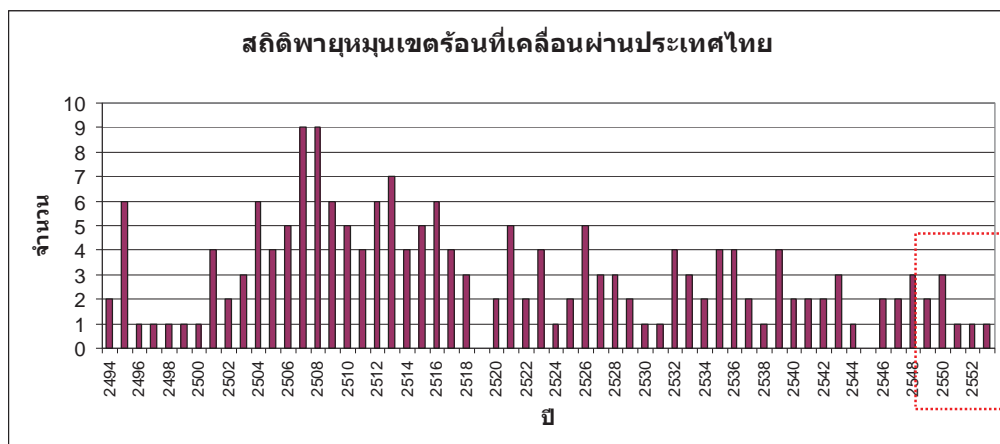
พายุจร

ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2553 มีพายุเพียงลูกเดียวเคลื่อนที่ผ่านภาคใต้ตอนบนในปี พ.ศ. 2549 ส่วนในปีอื่น ๆ มีเพียงพายุที่เคลื่อนที่ผ่านประเทศไทยตอนบนและอ่อนกำลังลงในที่สุด แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้จะไม่พายุจรเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ศึกษาหรือพื้นที่ใกล้เคียง แต่การหมุนเวียนของลมรอบศูนย์กลางพายุที่อ่อนกำลังลงในบริเวณประเทศไทยตอนบนยังส่งผลกระทบต่อลักษณะคลื่นลมในบริเวณอ่าวไทยได้เช่นเดียวกัน ลักษณะการหมุนเวียนของลมรอบศูนย์กลางพายุที่เคลื่อนที่ผ่านประเทศไทยนั้น ลมจะมีการหมุนเวียนรอบศูนย์กลางในทิศทวนเข็มนาฬิกา ซึ่ง

ความเร็วลมที่ส่งผลกระทบต่อคลื่นลมในทะเลมีความสอดคล้องกับทิศทาง การเคลื่อนตัวด้วย ดังรูป รูปที่ 2.11 ลมที่มีความรุนแรงมากที่สุดในบริเวณทางด้านหน้าหัวขวามือของทิศทาง การเคลื่อนที่

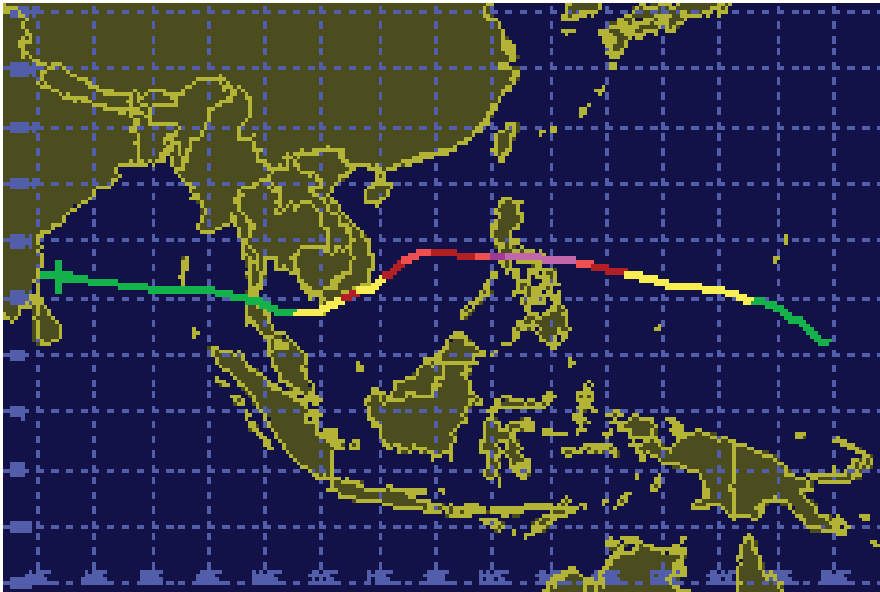


รูปที่ 2.11 แบบจำลองการหมุนของลมรอบพายุในทิศทางเข็มนาฬิกา และความเร็วลมที่สอดคล้องกับทิศทาง การเคลื่อนที่



รูปที่ 2.12 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนที่ผ่านประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 – 2553

หากพิจารณาจำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2594 – 2553 เห็นได้ชัดเจนว่า จำนวนของพายุหมุนเขตร้อนในระหว่างปี พ.ศ. 2504 – 2517 มีความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย 4-6 ลูกต่อปี และสูงที่สุดในปี 2507 และ 2508 มีจำนวนสูงที่สุด 9 ลูก แต่ในช่วงเวลาที่ทำการประเมินประสิทธิภาพเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนผ่านพื้นที่ประเทศไทยน้อยกว่าในช่วงเวลาอื่น ๆ ดังนั้นผลกระทบต่อคลื่นลมทะเลเนื่องจากลมที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อนก็จะน้อยด้วยเช่นกัน ดังได้กล่าวมาข้างต้นแล้วว่ามีเพียงปี พ.ศ. 2549 ที่มีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนที่ผ่านภาคใต้ตอนบน ซึ่งส่งผลกระทบต่อลักษณะคลื่นลมในทะเล ดังรูปที่ 2.12 ในช่วงที่พายุเคลื่อนที่จะทำให้เกิดลมพัดในทิศพัดออกจากชายฝั่งและทิศทางเข้าสู่ฝั่ง ดังได้อธิบายไว้แล้วข้างต้น ตามรูปที่ 2.11 แต่อย่างไรก็ตามความแรงของพายุขณะเคลื่อนที่ผ่านอ่าวไทยมีความแรงในระดับพายุดีเปรสชัน (ดังรูปที่ 2.13) เท่านั้น



รูปที่ 2.13 พายุหมุนเขตร้อนขณะเคลื่อนที่ผ่านอ่าวไทยตอนบน

สรุป

จากข้อมูลอุตุวิทยามาตรฐานที่วิเคราะห์ในระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2553 จะเห็นได้ชัดเจนว่าในมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แตกต่างไปจากช่วงเวลาก่อนหน้าที่จะมีการสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่นค่อนข้างชัดเจน ส่วนลมในช่วงการเปลี่ยนฤดูมรสุมและช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทิศทางและความเร็วลมยังคงอยู่ในทิศทางคล้ายคลึงกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างเวลาเช่นเดียวกัน ส่วนผลกระทบจากพายุจรในช่วงหลังจากการสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่น ได้รับผลกระทบน้อยมากเนื่องจากจำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนผ่านอ่าวไทยตอนบนมีน้อยมาก

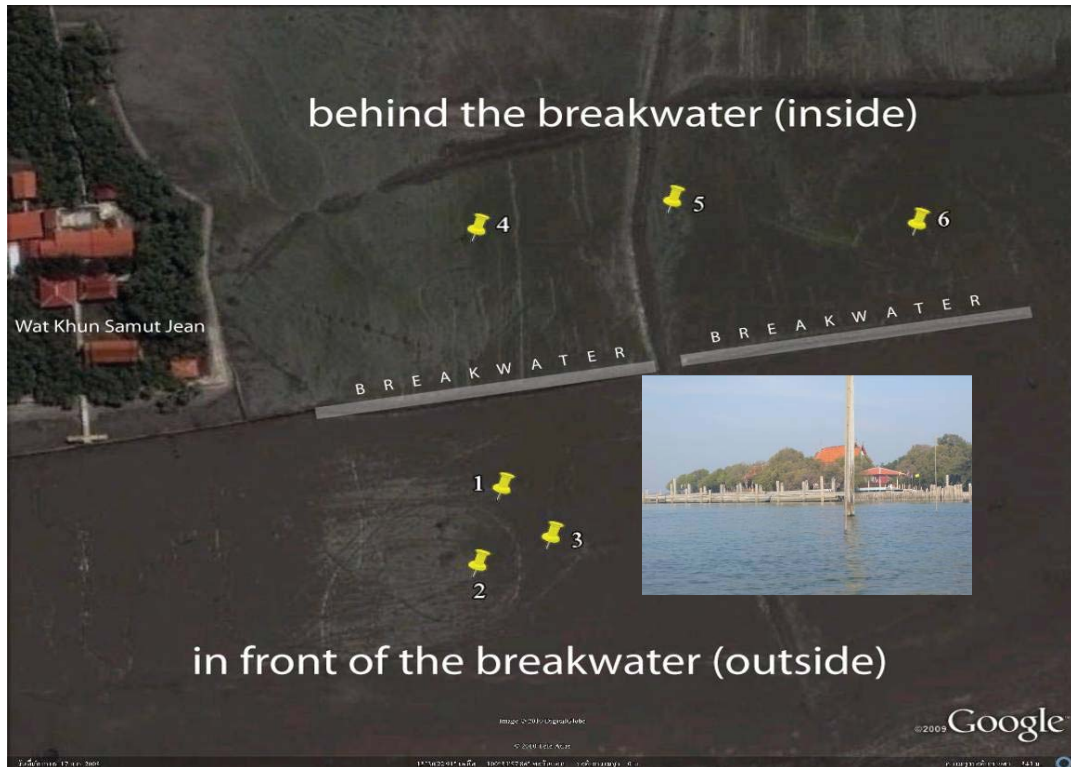
บทที่ 3
การตรวจวัดความสูงคลื่น คาบคลื่น และการคำนวณความเร็วกระแสน้ำใกล้ท้องน้ำ
 โดย
ผศ.ดร.ปราโมทย์ โสจิศุภร

วิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลคลื่น

การตรวจวัดคลื่นด้านหน้าและหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นจะใช้เครื่องวัดคลื่น 4-6 ตัวผูกติดกับลำไม้ไผ่ลำละ 1 เครื่อง ทำการปักไม้ไผ่ที่ด้านหน้าและด้านหลังแนวเขื่อนตามพิกัดจุดตรวจวัดใน **ตารางที่ 3.1** และแผนที่จุดตรวจวัดใน **รูปที่ 3.1** ใช้เครื่องวัดคลื่นยี่ห้อ Solinst รุ่น 3001 (**รูปที่ 3.2**) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ทุกๆ 1 วินาที และเครื่องวัดคลื่นยี่ห้อ Global Water WL16 (**รูปที่ 3.3**) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ทุก 2 วินาที เมื่อสิ้นสุดการตรวจวัดทำการถ่ายข้อมูลลงเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแยกข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงออกจากข้อมูลคลื่นโดยใช้วิธี moving average แล้วนำข้อมูลคลื่นมาทำการคำนวณหาความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นโดยใช้วิธี parametric method (**Silvester, 1974**) นำความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นที่ได้มาคำนวณหาความยาวคลื่นและความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่น (wave orbital velocity) ที่ท้องน้ำ (**ภาคผนวก ก**) และวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นแบบฮาร์โมนิก (**Khandekar 1989, Wells 1986**) เพื่อจำแนกพลังงานคลื่นตามความถี่และคำนวณพลังงานรวมของคลื่น หลังจากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลความเร็วและทิศทางของลม ที่สถานีน้ำร่องซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับทิศทางคลื่นใช้การสังเกตด้วยสายตาและประเมินจากทิศทางลม

ตารางที่ 3.1 พิกัดจุดตรวจวัดคลื่น บริเวณชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ตำแหน่ง	ละติจูด	ลองจิจูด
หน้าเขื่อน 1	13° 30' 20.80" N	100° 31' 56.50" E
หน้าเขื่อน 2	13° 30' 20.60" N	100° 31' 56.70" E
หน้าเขื่อน 3	13° 30' 21.70" N	100° 31' 56.70" E
หลังเขื่อน 4	13° 30' 24.60" N	100° 31' 57.30" E
หลังเขื่อน 5	13° 30' 25.10" N	100° 31' 25.10" E
หลังเขื่อน 6	13° 30' 25.30" N	100° 32' 02.40" E



รูปที่ 3.1 หมุดสีเหลืองแสดงตำแหน่งสถานีวัดคลื่นโดยประมาณ โดยสถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานี 3 อยู่ด้านนอกเขื่อน และ สถานี 4 สถานีที่ 5 และสถานีที่ 6 อยู่ด้านในเขื่อน แถบสีขาวคือตำแหน่งเขื่อนกันคลื่น ด้านซ้ายบนคือวัดขุนสมุทรจีน (แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth)



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดระดับน้ำที่สามารถนำมาใช้วัดคลื่น ยี่ห้อ Solinst รุ่น 3001



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดระดับน้ำที่สามารถนำมาใช้วัดคลื่น ยี่ห้อ Global Water WL16

ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่น

ความสูงคลื่นนัยสำคัญบริเวณชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 – 0.5 เมตร โดยความสูงคลื่นจะมากในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนมีนาคมและเมษายนจนถึงช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประมาณเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ความเร็วลมโดยเฉลี่ยมากที่สุดในรอบปี ความสูงคลื่นมีค่าระหว่าง 0.1-0.5 เมตร ลิมิตของความสูงคลื่นมากที่สุดประมาณ 0.5 เมตร สำหรับพื้นที่ชายฝั่งที่มีความลึก 2-3 เมตรและความเร็วลมในระดับ 5 เมตรต่อวินาที หากคลื่นสูงกว่านี้จะเกิดการแตกตัว หลังจากนั้นความสูงคลื่นจะค่อยๆ ลดลงแต่อาจจะเพิ่มมากขึ้นได้ในช่วงที่ฝนตกหนักและลมพัดแรง ความสูงคลื่นน้อยสุดในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนธันวาคม โดยมีค่าประมาณ 0.05 เมตร (รูปที่ 3.4 และภาคผนวก ก) คาบคลื่นอยู่ในช่วง 3-5.5 วินาที โดยสามารถแยกเป็นคลื่น Swell ซึ่งมีคาบคลื่นมากกว่า 5 วินาที และความยาวคลื่นมากกว่า 20 เมตร (จุดแบ่งระหว่าง swell กับ wind wave ยังไม่ชัดเจน ในที่นี้เป็นมาตรฐานการแบ่งของผู้วิจัยเอง) และคลื่นลม (Wind wave) ซึ่งมีคาบคลื่นและความยาวคลื่นน้อยกว่า 5 วินาที และ 20 เมตรตามลำดับ (รูปที่ 3.5 และภาคผนวก ก) โดยรวมแล้วความสูงคลื่นค่อนข้างสัมพันธ์กับความเร็วลมในพื้นที่ แต่ในบางครั้งอาจตรวจวัดความสูงคลื่นนัยสำคัญได้ค่ามากแต่ความเร็วลมน้อย เนื่องจากเกิดคลื่น swell จากนอกชายฝั่งเคลื่อนตัวเข้ามาในพื้นที่ และบางครั้งลมที่ตรวจวัดมีความเร็วสูงแต่ความสูงคลื่นต่ำเนื่องจากลมไม่ได้พัดต่อเนื่องเป็นเวลานาน หรือลมพัดมาจากชายฝั่งซึ่งห่างจากแนวเขื่อนกันคลื่นไม่มาก คลื่นจากลมจึงยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างด้านหน้าและด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นจะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่าในช่วงที่ความสูงคลื่นมีค่ามาก ๆ ราว 0.3-0.5 เมตร และคลื่นเคลื่อนที่มาจากทิศใต้ตั้งฉากกับแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่นความสูงคลื่นด้านหลังเขื่อนจะมีค่าน้อยกว่าด้านหน้าอย่างชัดเจน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากระยะทางในการพัฒนาตัวของคลื่น (Fetch length) ในอ่าวไทยมายังชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน (รูปที่ 3.6) ระยะทางมากที่สุดประมาณ 660 กิโลเมตร จากทิศใต้ ซึ่งทิศทางที่คลื่นเคลื่อนตัวเข้ามาจะตั้งฉากกับแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่นพอดี ทำให้เขื่อนมีประสิทธิภาพการสลายกำลังคลื่นดีที่สุดในช่วงที่มีคลื่นแรง

ในทางตรงกันข้ามช่วงที่ความสูงคลื่นโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 0.2 เมตร ความสูงคลื่นด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นจะมีค่าไม่แตกต่างจากด้านหน้ามากนักหรืออาจมากกว่าด้านหน้าเล็กน้อยไม่เกิน 0.02 เมตร ความสูงคลื่นที่เพิ่มขึ้นสามารถเกิดได้จากหลายปัจจัยเสริมกัน คือ ปัจจัยแรกแนวเขื่อนหินทิ้งของวัดขุนสมุทรจีนสะท้อนคลื่นกลับมาโดยเฉพาะคลื่นที่เคลื่อนที่มาจากทิศตะวันออกทำให้เกิดการเสริมกันของยอดคลื่นด้านหลังแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่น ปัจจัยที่สองคือลมที่พัดเหนือผิวน้ำถ่ายเทพลังงานลงสู่ผิวน้ำเกิดการพัฒนาตัวของคลื่นด้านหลังแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่น ปัจจัยที่สามคือความลึกน้ำด้านหลังเขื่อนซึ่งน้อยกว่าด้านหน้าส่งผลให้ฐานคลื่นเสียดทานกับท้องน้ำ

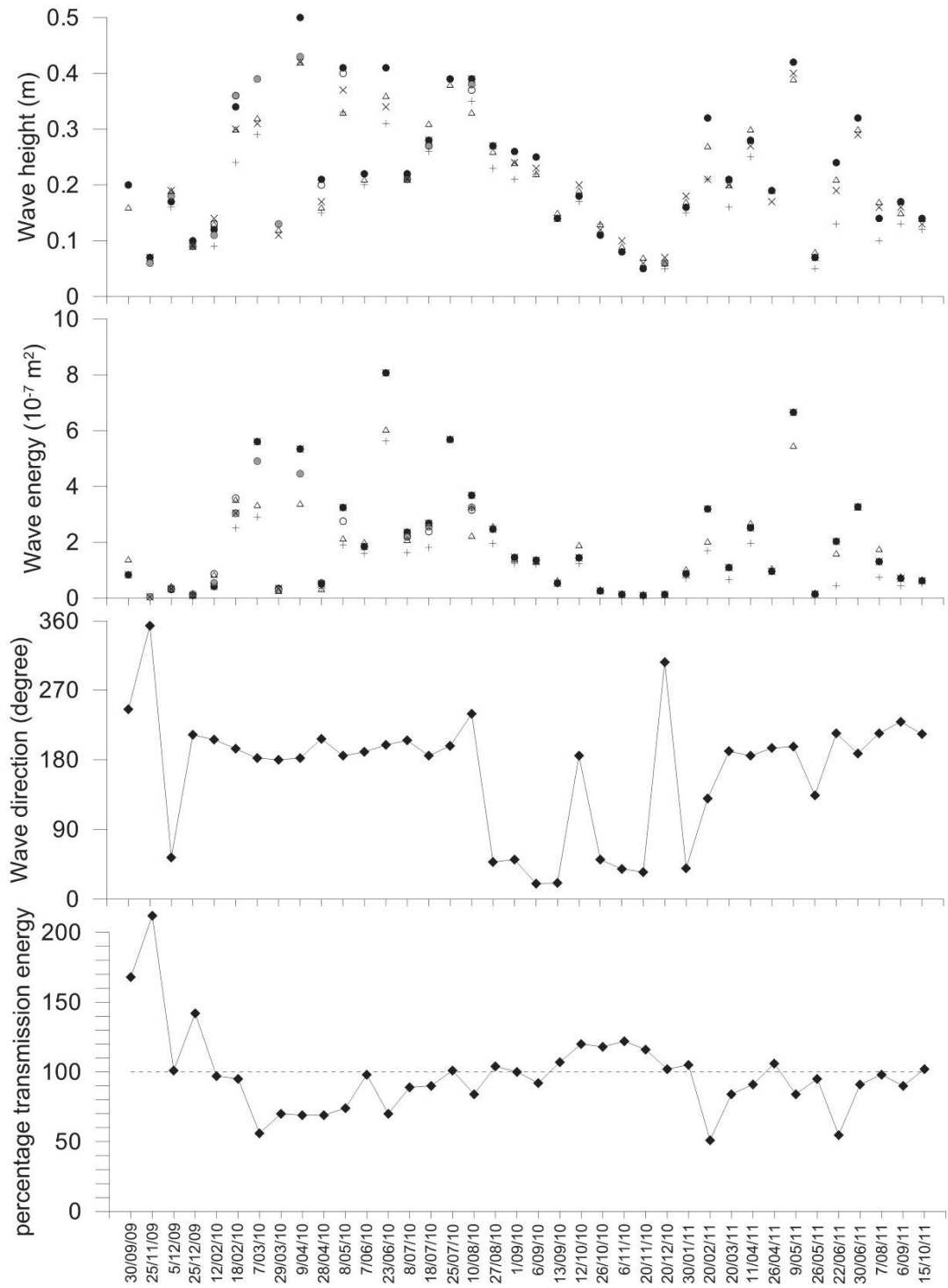
มากขึ้นความสูงคลื่นจึงเพิ่มขึ้น ในบางครั้งความสูงคลื่นอาจเพิ่มขึ้นมากจนเกิดเป็นคลื่นหัวแตกทั้งด้านหน้าและด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่น ยกเว้นบริเวณร่องน้ำซึ่งมีความลึกน้ำใกล้เคียงด้านหน้าเขื่อนความสูงคลื่นจะน้อยกว่าด้านหน้าเขื่อนเสมอ และปัจจัยสุดท้ายคือด้านขวาสุดของแนวเขื่อนเกิด End-effect กล่าวคือเสาสวมเหลี่ยมสร้างคลื่นเพิ่มขึ้นมาอีกแล้วคลื่นเคลื่อนที่เข้าไปด้านหลังเขื่อนและเกิดการเสริมกันของคลื่นทำให้ความสูงคลื่นเพิ่มมากขึ้น

พลังงานคลื่น

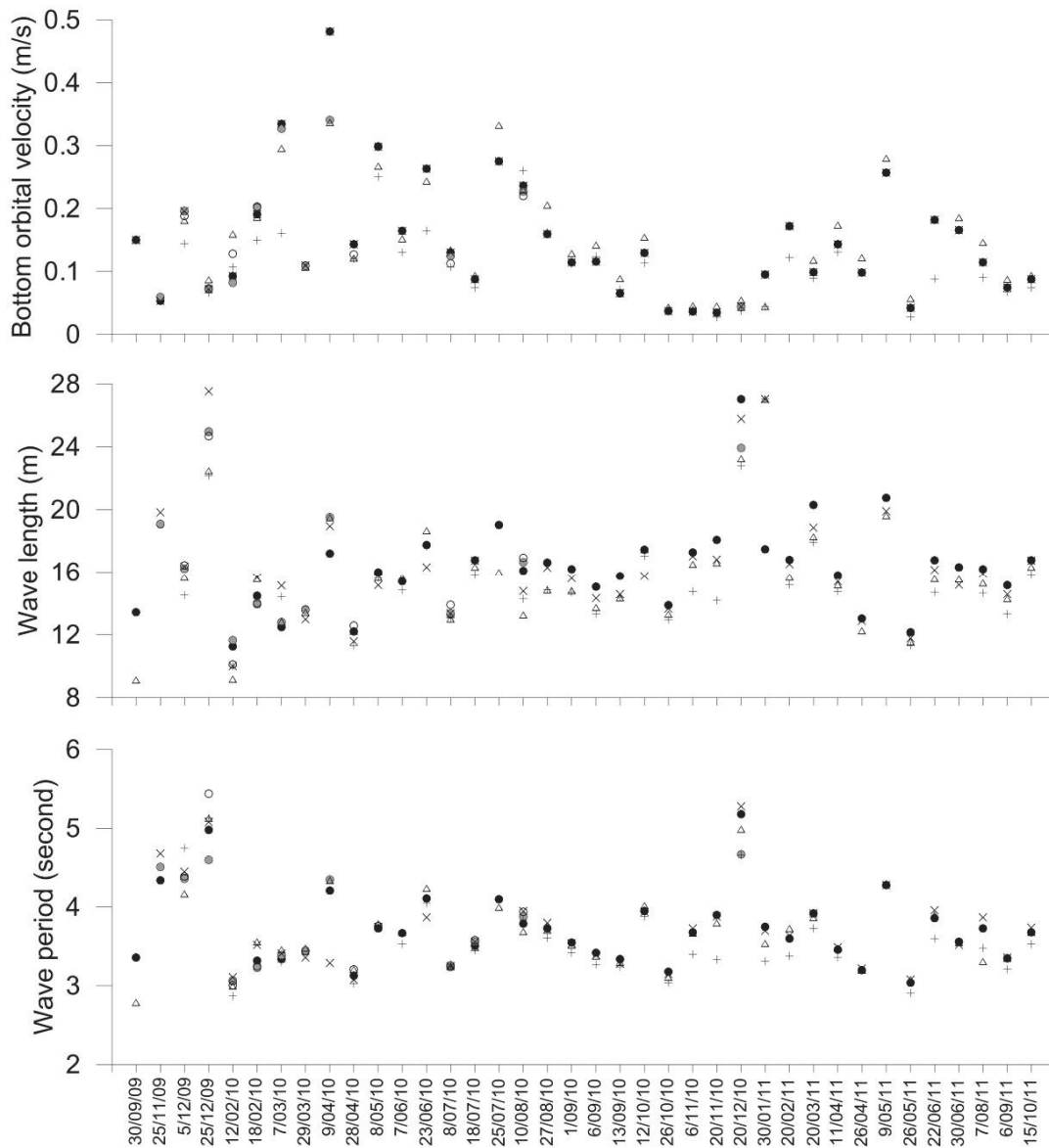
พลังงานรวมของคลื่นเปลี่ยนแปลงตามความสูงและทิศทางการเคลื่อนที่ โดยมีความมากที่สุดประมาณ 8×10^{-7} m²/s ในช่วงคลื่นแรงและเคลื่อนตัวมาจากทิศใต้ สำหรับช่วงคลื่นลมสงบในเดือนธันวาคมพลังงานคลื่นน้อยมากจนเกือบเป็นศูนย์ ประสิทธิภาพของเขื่อนสลายกำลังคลื่นขึ้นอยู่กับความสูงคลื่นและชนิดของคลื่น โดยเขื่อนสามารถลดพลังงานศักย์คลื่นได้ 0-50 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่ความสูงคลื่นโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่า 0.2 เมตร หรือเป็นคลื่น swell ซึ่งมีคาบคลื่นมากกว่า 5 วินาทีและความยาวคลื่นยาว แต่เขื่อนจะไม่สามารถลดพลังงานศักย์คลื่นได้และพลังงานศักย์ด้านหลังเขื่อนอาจจะมากกว่าด้านหน้าเขื่อนได้ในช่วงที่ความสูงคลื่นน้อยสำคัญโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 0.2 เมตร และเป็นคลื่นชนิดคลื่นลม (wind wave) เนื่องจากคลื่นลมสามารถเกิดขึ้นได้อีกที่ด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นและยังส่งผลให้พลังงานคลื่นด้านหลังเขื่อนเพิ่มขึ้นอีกด้วย (รูปที่ 3.4 และตารางที่ 3.2) แต่อย่างไรก็ตามพลังงานคลื่นที่เกิดขึ้นในช่วงนี้มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงคลื่นแรง

ความเร็วกระแสน้ำใกล้ท้องน้ำ

จากรูปที่ 3.5 ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำ (Bottom orbital velocity) เปลี่ยนแปลงตามความสูงคลื่นและความลึกน้ำเป็นหลัก คือ ในช่วงที่มีความสูงคลื่นมากจะทำให้ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำมีค่ามาก และความเร็วกระแสน้ำเป็นวงที่ท้องน้ำจะลดลงตามความสูงคลื่นที่ลดลง ความลึกน้ำที่ลดลงด้านหลังเขื่อนจะช่วยเพิ่มความสูงคลื่นให้มากขึ้นทำให้ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำด้านหลังเขื่อนเพิ่มขึ้นมากกว่าด้านหน้า แต่สำหรับคลื่นที่มีความสูงคลื่นโดยประมาณมากกว่า 0.35 เมตร จะถูกลดทอนความสูงคลื่นโดยเขื่อนสลายกำลังคลื่นจนส่งผลให้ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำด้านหลังเขื่อนน้อยกว่าด้านหน้าได้ ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำด้านหลังเขื่อนมีค่าอยู่ในช่วง 0.05-0.033 m/s อนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่าทรายแป้งขนาดกลาง (Median silt) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 0.0156 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 3.7 จึงสรุปได้ว่าอนุภาคส่วนใหญ่ด้านหลังเขื่อนไม่เกิดการกัดเซาะ ยกเว้นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าทรายแป้งหยาบ (Fine silt) ที่มีขนาดตั้งแต่ 0.0156 มิลลิเมตรขึ้นไป ซึ่งเป็นเพียงองค์ประกอบเล็กน้อยของตะกอนด้านหลังแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่น



รูปที่ 3.4 ความสูงคลื่น (Wave height, m) และพลังงานคลื่น (Wave energy, $10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$) ทิศทางคลื่น (Wave direction, degree) และเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านพลังงานคลื่น (วงกลมสีดำ วงกลมสีเทา และวงกลมสีขาว คือจุดตรวจวัดคลื่นด้านหน้าเขื่อนจุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ตามลำดับ สามเหลี่ยม เครื่องหมายบวก และเครื่องหมายกากบาท คือจุดตรวจวัดคลื่นด้านหลังเขื่อนสถานีที่ 4 สถานีที่ 5 และสถานีที่ 6 ตามลำดับ)



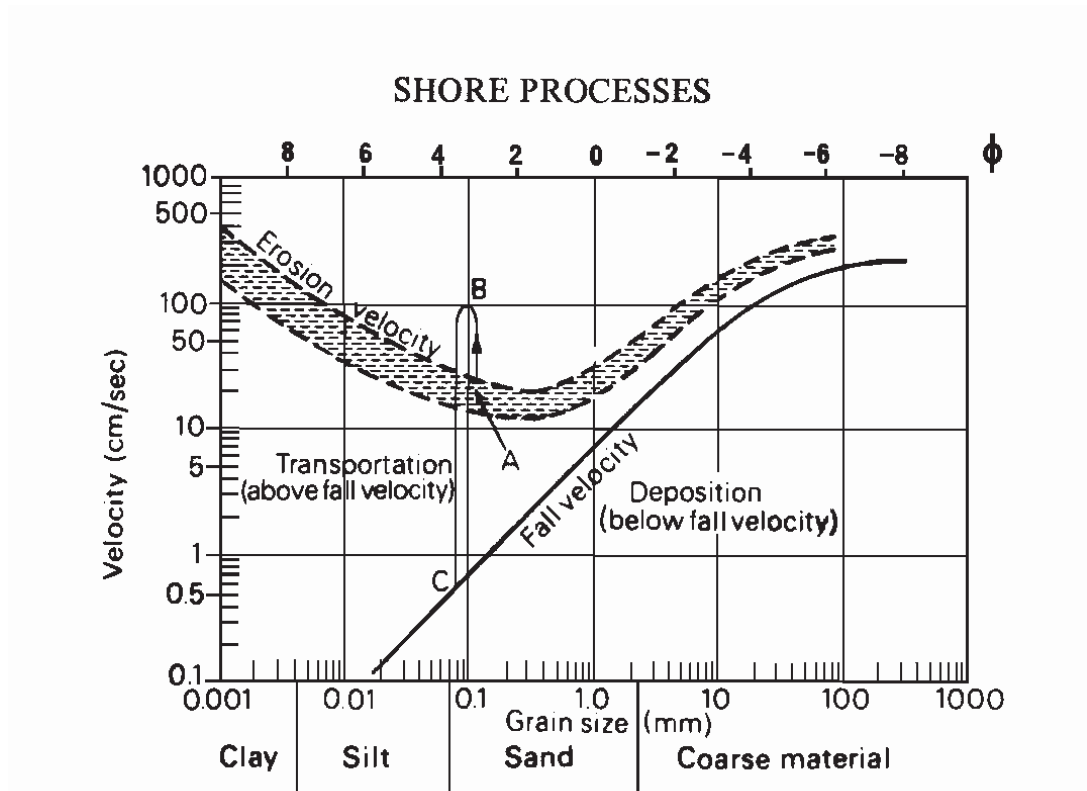
รูปที่ 3.5 ความเร็วกระแสน้ำเป็นวงเนื่องจากคลื่นที่ท้องน้ำ (Bottom orbital velocity, m/s) ความยาวคลื่น (Wave length, m) และคาบคลื่น (Wave period, second) (วงกลมสีดำ วงกลมสีเทา และวงกลมสีขาว คือจุดตรวจวัดคลื่นด้านหน้า เชื่อนจุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ตามลำดับ สามเหลี่ยม เครื่องหมายบวก และเครื่องหมายกากบาท คือจุดตรวจวัดคลื่นด้านหลัง เชื่อนจุดที่ 4 จุดที่ 5 และจุดที่ 6 ตามลำดับ)

ตารางที่ 3.2 พลังงานคลื่นจากการตรวจวัดทั้ง 38 ครั้ง และเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านพลังงาน

วัน/เดือน/ปี	พลังงานคลื่นรวม ($\times 10^{-7}$ เมตร ²)						% การส่งผ่านพลังงาน
	หน้าเขื่อน 1	หน้าเขื่อน 2	หน้าเขื่อน 3	หลังเขื่อน 4	หลังเขื่อน 5	หลังเขื่อน 6	
30 ก.ย. 52	0.83	-	-	1.39	-	-	168
25 พ.ย. 52	0.05	0.04	-	-	-	0.10	212
5 ธ.ค. 52	0.33	0.36	0.31	0.43	0.33	0.25	101
25 ธ.ค. 52	0.10	0.14	0.10	0.12	0.13	0.25	142
12 ก.พ. 53	0.42	0.55	0.87	0.84	0.40	0.57	97
18 ก.พ. 53	3.05	3.03	3.58	3.53	2.51	3.15	95
7 มี.ค. 53	5.61	4.91	-	3.35	2.91	2.60	56
29 มี.ค. 53	0.35	0.30	-	0.27	-	0.20	70
9-10 เม.ย. 53	5.35	4.46	-	3.39	-	3.34	69
28-29 เม.ย. 53	0.51	-	0.54	0.33	0.34	0.41	69
8-9 พ.ค. 53	3.24	-	2.76	2.15	1.89	2.62	74
7-9 มิ.ย. 53	1.84	-	-	2.01	1.60	-	98
23-25 มิ.ย. 53	8.07	-	-	6.04	5.63	5.22	70
8-9 กค. 53	2.36	2.23	2.19	2.10	1.62	2.33	89
18-20 ก.ค. 53	2.68	2.56	2.38	2.70	1.81	2.31	90
25-26 ก.ค. 53	5.68	-	-	5.72	-	-	101
10-12 ส.ค. 53	3.68	3.26	3.16	2.24	3.19	3.06	84
27-30 ส.ค. 53	2.47	-	-	2.58	1.96	3.16	104
1-3 ก.ย. 53	1.46	-	-	1.39	1.25	1.75	100
6-8 ก.ย. 53	1.36	-	-	1.31	1.22	1.24	92
13-15 ก.ย. 53	0.53	-	-	0.65	0.49	0.56	107
12-14 ต.ค. 53	1.44	-	-	1.91	1.24	2.00	120
26-29 ต.ค. 53	0.26	-	-	0.30	0.31	0.32	118
6-8 พ.ย. 53	0.13	-	-	0.17	0.13	0.18	122
20-22 พ.ย. 53	0.09	-	-	0.14	0.06	0.13	116
20-22 ธ.ค. 53	0.13	-	-	0.13	0.08	0.18	102
30-31 ม.ค. 54	0.87	-	-	1.03	0.71	1.01	105
20-21 ก.พ. 54	3.20	-	-	2.03	1.70	1.18	51
20-21 มี.ค. 54	1.09	-	-	1.09	0.66	1.00	84
11-12 เม.ย. 54	2.52	-	-	2.69	1.96	2.28	91
26-27 เม.ย. 54	0.96	-	-	1.07	-	0.95	106
9-10 พ.ค. 54	6.66	-	-	5.47	-	5.74	84
26-27 พ.ค. 54	0.15	-	-	0.20	0.08	0.16	95
22-23 มิ.ย. 54	2.03	-	-	1.61	0.45	1.27	54.8
30 มิ.ย.-1ก.ค. 54	3.27	-	-	3.26	-	2.67	91
7-8 ส.ค. 54	1.31	-	-	1.77	0.74	1.37	98
6 ก.ย. 54	0.71	-	-	0.78	0.43	0.71	90
15 ต.ค. 54	0.62	-	-	0.67	0.52	0.70	102



รูปที่ 3.6 ระยะทางในการพัฒนาตัวของคลื่น (Fetch length) ในบริเวณชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน จ.สมุทรปราการ



รูปที่ 3.7 กราฟการกัดเซาะและตกตะกอนสำหรับอนุภาคตะกอนใดๆ ในรูปแสดงตัวอย่างอนุภาคตะกอนทรายขนาด 0.1 มิลลิเมตรจะเริ่มขยับตัวเมื่อความเร็วกระแสน้ำเกินกว่า A เซนติเมตรต่อวินาที และจะเคลื่อนที่ไปได้จนกว่าความเร็วจะลดลงต่ำกว่า C เซนติเมตรต่อวินาทีซึ่งต่ำกว่า A (จาก Beer 1983)

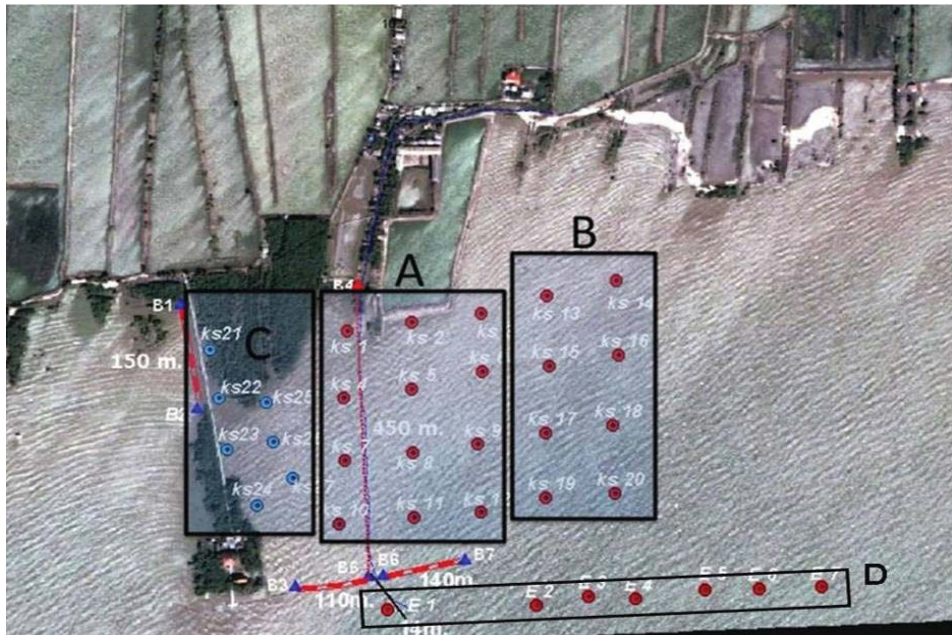
เอกสารอ้างอิง

- Beer, T. 1983. Environmental Oceanography, An Introduction to the Behavior of Coastal Waters. Pergamon Press. 262 pp.
- Holthuijsen, L. H. 2007. Waves in oceanic and coastal waters. Cambridge University Press. 387 pp.
- Khandekar, M.L. 1989. Operational analysis and prediction of ocean wind waves. Coastal and Estuarine Studies No. 33 Springer-Verlag. 214 pp.
- Silvester, R. 1974. Coastal Engineering 1. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York. 457 pp.
- Wells, Neil. 1986. The atmosphere and ocean: a physical introduction. Taylor & Francis Ltd. 347 pp.

บทที่ 4
การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงตะกอน
โดย
ศ.ดร.ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล

การซ่อมหมุดวัดระดับพื้นที่ท้องทะเล พร้อมทั้งเดินค่าระดับไปยังหมุดวัดระดับทุกอันในบริเวณพื้นที่ศึกษานำร่อง

ตามที่โครงการวิจัยการกัดเซาะชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีน ซึ่งได้รับการสนับสนุนการวิจัยจาก สกว. ในระยะที่ 1 (ปี 2549-2551) ได้ออกแบบการติดตั้งหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรไว้บริเวณพื้นที่ศึกษานำร่องทั้งสิ้น 34 จุด โดยแบ่งเป็น 4 พื้นที่ย่อย ได้แก่พื้นที่ย่อย A ซึ่งอยู่หลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นโดยตรง มีทั้งสิ้น 12 หมุดวัดระดับตะกอน พื้นที่ย่อย B ซึ่งได้รับอิทธิพลของเขื่อนสลายกำลังคลื่น ช่วยบังคลื่นลมด้านข้าง ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีทั้งสิ้น 8 หมุดวัดระดับตะกอน พื้นที่ย่อย C ซึ่งได้รับอิทธิพลของวัดขุนสมุทรวาาสและเขื่อนสลายกำลังคลื่นบังลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ให้ มีทั้งสิ้น 7 หมุดวัดระดับตะกอน และพื้นที่ย่อย D ซึ่งอยู่ด้านหน้าเขื่อนสลายกำลังคลื่นบริเวณแนวเสาไฟฟ้าเดิม มีทั้งสิ้น 7 หมุดวัดระดับตะกอน ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรในระยะแรกได้ทำจากท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1½ นิ้ว ตอกฝังลงในชั้นดินอ่อนปานกลางที่มีความลึกประมาณ 3.5-5.0 เมตร โผล่พ้นผิวดินประมาณ 1-2 เมตร และติดตั้งธงแสดงเครื่องหมายไว้เพื่อให้นักวิจัยท้องถิ่นและชาวประมงมองเห็นอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงตำแหน่งหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรบริเวณพื้นที่นำร่องบ้านขุนสมุทรจีน



รูปที่ 4.2 หมุดตรวจวัดข้อมูลระดับตะกอนซึ่งทำจากวัสดุ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว 6-7 เมตร

โดยหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรในพื้นที่โซน A, B และ D จำนวน 27 จุด ได้ทำการติดตั้งในวันที่ 27 กรกฎาคม 2549 ตั้งแต่เริ่มโครงการในระยะแรกก่อนมีการก่อสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่น ส่วนหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรอีก 7 จุด ในพื้นที่โซน C ได้มีการติดตั้งหลังจากการก่อสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่นเสร็จ ในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2550 ซึ่งการตรวจวัดระดับการสะสมตัวตะกอนสุทธิได้มีการวัดทั้งหมด 27 จุด เป็นประจำทุกเดือนโดยที่มนักวิจัยชุมชนบ้านขุนสมุทรจีน ยกเว้นหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรในพื้นที่โซน D ซึ่งมีระดับน้ำขึ้นสูงเกือบตลอดเวลา จึงไม่สามารถวัดระดับตะกอนได้อย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องทำการยกเลิกการตรวจวัดในเวลาต่อมา

การศึกษาวิจัยโครงการชุมชนสมุทรจีนในระยะที่ 1 (ปี 2549-2551) ปัญหาหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรในพื้นที่โซน A, B, และ C จำนวน 27 จุด ซึ่งได้ทำการติดตั้งในทะเลและใช้งานเป็นเวลานาน 2 ปีกว่า วัสดุที่ทำด้วยท่อ PVC ซึ่งมีอายุการใช้งานไม่นาน ทำให้หมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรบางจุดมีการชำรุดเสียหาย การวัดระดับตะกอนในพื้นที่น้ำร่องจึงไม่สามารถวัดระดับตะกอนได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องติดตั้งซ่อมหมุดวัดระดับตะกอนแบบถาวรทั้ง 27 จุด โดยทำการเปลี่ยนวัสดุจากท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง $1\frac{1}{2}$ นิ้ว เป็นท่อเหล็กแป๊ปขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ความยาวเท่าเดิม พร้อมกับการเดินคาร์ระดับไปยังหมุดวัดระดับตะกอนทุกตัว ตั้งแต่วันที่ 27 พฤศจิกายน 2552 เสร็จเรียบร้อย ทำให้โครงการวิจัยการกัดเซาะชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีนในระยะที่ 2 (พศ.2552-2554) สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนได้ทั้ง 27 จุดได้อย่างต่อเนื่องอีกครั้งหนึ่ง ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2552 เป็นต้นมา

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การเปลี่ยนวัสดุที่ทำด้วยท่อ PVC เป็นท่อเหล็กแป๊ปทำให้อายุการใช้งานยาวนานขึ้น ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมท่อที่หลุดหายไปและสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนได้อย่างต่อเนื่อง หลังจากปรับปรุงวัสดุหุ้มวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนท้องน้ำแล้วได้นักวิจัยท้องถิ่นตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนเป็นรายเดือนต่อไป นักวิจัยท้องถิ่นจะทำการตรวจสอบสภาพวัสดุของหุ้มวัดตะกอนทุกตัวพร้อม ๆ กับมีการวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนอย่างต่อเนื่อง หากเกิดการแตกหักหรือสูญหายก็จะรีบแจ้งนักวิจัยและดำเนินการซ่อมได้ทันที

การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นที่ท้องทะเลด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่น

จากการติดตั้งไม้วัดระดับตะกอนแบบถาวรไว้ในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 34 จุด โดยแบ่งเป็น 4 พื้นที่ย่อย ได้แก่ พื้นที่ย่อย A ซึ่งอยู่หลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นโดยตรงจำนวน 12 จุด พื้นที่ย่อย B ซึ่งได้รับอิทธิพลของเขื่อนสลายกำลังคลื่นช่วยบังคลื่นลมด้านข้างช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จำนวน 8 จุด พื้นที่ย่อย C ซึ่งได้รับอิทธิพลของวัดขุนสมุทราวาสและเขื่อนสลายกำลังคลื่นบังลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จำนวน 7 จุด และพื้นที่ย่อย D ซึ่งอยู่ด้านหน้าเขื่อนสลายกำลังคลื่นบริเวณแนวเสาไฟฟ้าเดิมจำนวน 7 จุด มีการตรวจวัดระดับตะกอนที่จุดตรวจวัดทุกจุดเป็นรายเดือนต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันระยะเวลาทั้งสิ้น 5 ปี 3 เดือน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการประเมินประสิทธิผลของการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งด้วยโครงสร้างขุนสมุทรจีน จึงได้มีการนำข้อมูลตรวจวัดในโครงการวิจัยการกัดเซาะชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีน ซึ่งได้รับการสนับสนุนการวิจัยจาก สกว. ในระยะที่ 1 (ปี 2549-2551) มาเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์การทับถมของดินตะกอนในพื้นที่โครงการต่อไป

จากตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นที่ท้องทะเลด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่น ตั้งแต่โครงการวิจัยในระยะแรก (สิงหาคม 2549 ถึง กันยายน 2551) และข้อมูลการวัดระดับตะกอนต่อเนื่องจนถึงเดือนพฤศจิกายน 2554 ซึ่งครอบคลุมงานวิจัยในระยะที่ 2 (กันยายน 2552 ถึง สิงหาคม 2554)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นที่ห้องทะเลด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่น

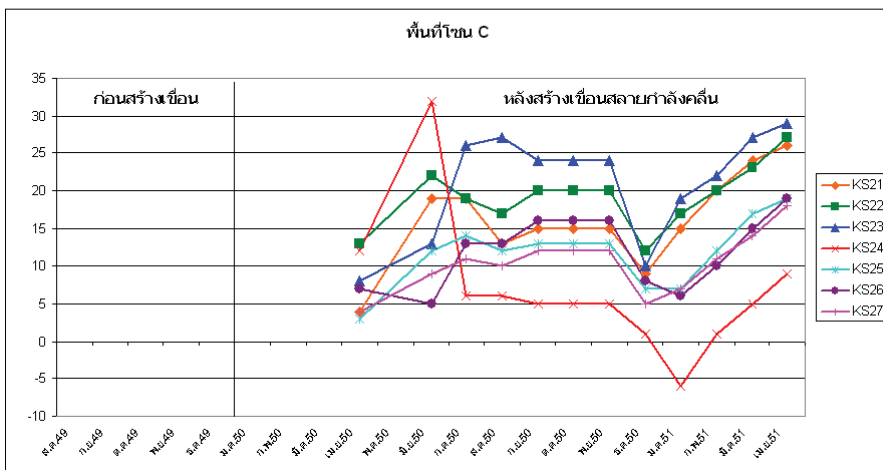
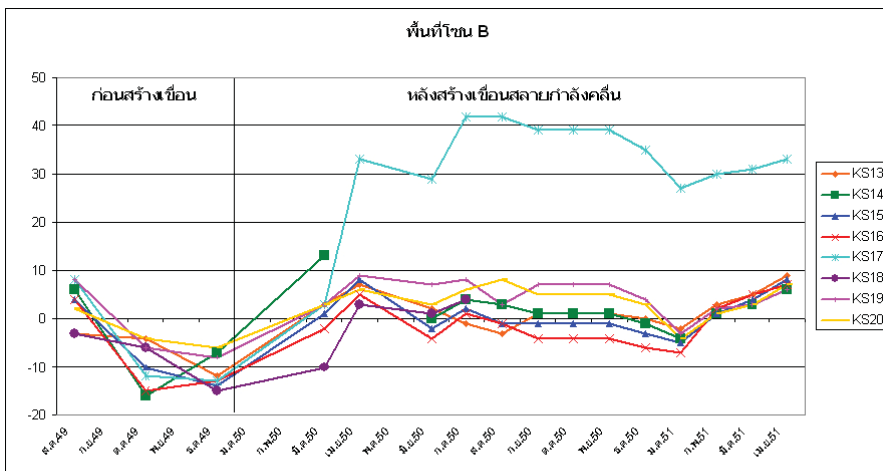
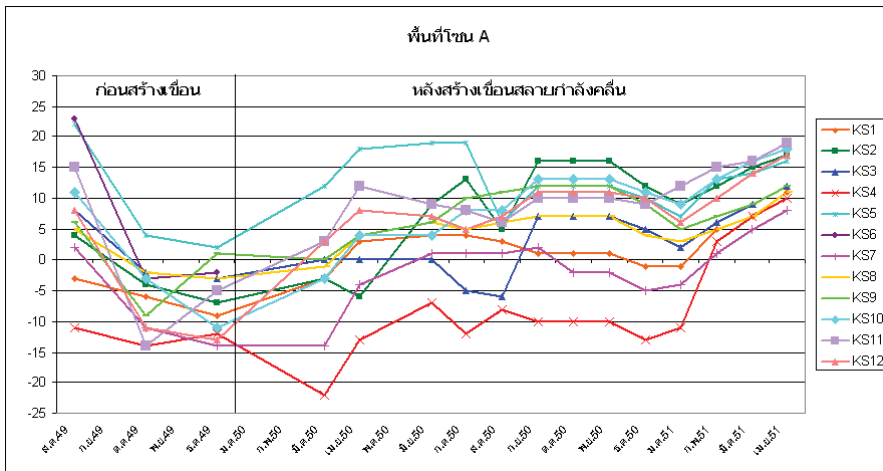
ปี	เดือน	วัน	KS1	KS2	KS3	KS4	KS5	KS6	KS7	KS8	KS9	KS10	KS11	KS12	KS13	KS14	KS15	KS16	KS17	KS18	KS19	KS20	KS21	KS22	KS23	KS24	KS25	KS26	KS27	
49	8	27	-3	4	8	-11	22	23	2	5	6	11	15	8	-3	6	4	4	8	-3	8	2								
49	10	28	-6	-4	-2	-14	4	-3	-11	-2	-9	-3	-14	-11	-4	-16	-10	-15	-12	-6	-6	-4								
49	12	27	-9	-7	-3	-12	2	-2	-14	-3	1	-11	-5	-13	-12	-7	-14	-13	-13	-15	-8	-6								
50	1	31	เริ่มติดตั้งเขื่อนสลายกำลังคลื่น "อนุสมพรหิน 49A2"																											
50	3	10	-3	-3	0	-22	12		-14	-1	0	-3	3	3	3	13	1	-2	3	-10	3	3								
50	4	11	3	-6		-13	18		-4	4	4	4	12	8	7		8	5	33	3	9	6	4	13	8	12	3	7	4	
50	6	8	4	9	0	-7	19		1	6	6	4	9	7	2	0	-2	-4	29	1	7	3	19	22	13	32	12	5	9	
50	7	9	4	13	-5	-12	19		1	5	10	8	8	5	-1	4	2	1	42	4	8	6	19	19	26	6	14	13	11	
50	8	6	3	5	-6	-8	6		1	6	11	8	6	7	-3	3	-1	-1	42		3	8	13	17	27	6	12	13	10	
50	9	9	1	16	7	-10	12		2	7	12	13	10	11	1	1	-1	-4	39		7	5	15	20	24	5	13	16	12	
50	10	10	1	16	7	-10	12		-2	7	12	13	10	11	1	1	-1	-4	39		7	5	15	20	24	5	13	16	12	
50	11	12	1	16	7	-10	12		-2	7	12	13	10	11	1	1	-1	-4	39		7	5	15	20	24	5	13	16	12	
50	12	10	-1	12	5	-13	10		-5	4	9	11	9	10	0	-1	-3	-6	35		4	3	9	12	10	1	7	8	5	
51	1	8	-1	9	2	-11	7		-4	3	5	9	12	6	-2	-4	-5	-7	27		-3	-4	15	17	19	-6	7	6	7	
51	2	11	5	12	6	3	13		1	5	7	13	15	10	3	1	1	2	30		2	1	20	20	22	1	12	10	11	
51	3	12	7	15	9	7	14		5	7	9	16	16	14	5	3	4	5	31		3	3	24	23	27	5	17	15	14	
51	4	16	11	17	12	10	16		8	11	12	18	19	17	9	6	8	7	33		6	7	26	27	29	9	19	19	18	
51	5	29	14	13	6	8	20		5	9	10	21	16	9	4	3	5	4			6	5	18	21	28	14	16	14	16	
51	6	30	4	7	1	-5	24		4	10	24	20	15	12	3	1	-1	-5			6	1	9	14	22	12	18	19	17	
51	7	26	8	0	0	-3	20		4	9	20	18	13	11	3	2	-2	-7			5	2	7	19	25	13	14	16	15	
51	8	29	2	4	0	-2	20		4	7	17	17	12	10	2	2	-1	-6			5	1	6	18	24	11	14	15	13	
51	9	30	2	13	12	-5	19		-1	11	15	16	12	9	1	2	-2	-8			3	-1	11	16	21	-5	12	13	11	
51	10	29	2	13	11	-7	19		-3	12	13	14	11	8	2	1	-1	-7			1	-1	11	14	20	-4	10	11	10	
51	11	30	2	15	10	-7	18		-3	10	12	15	10	8	1	-1	-2	-8			1	2	10	12	17	-5	8	10	8	
51	12	29	2	16	10	-8	17		-3	11	10	13	8	7	1	-2	-4	-7			-2	-4	9	10	14	-6	8	11	7	
52	1	30	1	15	9	-6	16		-2	10	11	12	8	5							7	10	13	-5	6	12	8			
52	2	27	3	16	11	-4	16		-1	12	10	13	7	8																
52	3	30	9	18	12	-3	17		2	13	11	14	8	9																
52	4	28	12	21	15	-2	18		3	14	13	14	9	11																
52	5	30	12	11	15	-1	19		5	14	15	21	10	13																
52	6	29	15		17	3	20		7	15	15	22	12	15																
52	7	30	17		16	4	21		9	19	17	22	13	16																
52	11	31	17		17	2	19		3	20	17	18	12	14																
52	12	30	15	25	14	-2	20	10	2	20	15	14	9	8	12	11	18	17	18	8	10	9	13	8	14	-2	10	20	7	
53	1	28	14	23	13	-4	19	10	2	19	13	13	9	6	11	10	16	16	18	7	8	7	11	18	13	-3	8	17	5	
53	2	26	15	21	14	-3	19	12	2	17	12	12	9	7	13	12	15	16	17	8	9	6	13	19	13	-1	9	15	4	

ปี	เดือน	วัน	KS1	KS2	KS3	KS4	KS5	KS6	KS7	KS8	KS9	KS10	KS11	KS12	KS13	KS14	KS15	KS16	KS17	KS18	KS19	KS20	KS21	KS22	KS23	KS24	KS25	KS26	KS27
53	3	30	17	22	15	-2	20	13	5	17	13	12	10	9	14	15	18	18	18	9	9	7	15	21	17	3	11	18	6
53	4	28	19	22	16	-1	22	15	7	18	13	12	12	10	15	17	21	21	19	9	10	9	17	24	20	3	12	21	8
53	5	30	23	21	17	1	23	17	8	19	13	13	14	12	16	20	24	24	19	10	10	10	20	27	24	5	13	24	10
53	6	29	26	23	19	2	25	18	10	20	15	14	14	13	18	23	27	26	20	11	11	12	22	29	27	7	15	26	12
53	7	31	28	25	20	4	27	19	12	21	17	15	16	15	19	25	29	28	21	12	13	14	24	32	30	10	16	27	13
53	8	26	23	20	6	-5	25	17	11	19	16	9	11	15	18	21	16	32	17	10	11	18	19	28	25	-2	10	24	13
53	9	29	20	19	5	-5	25	13	10	17	16	8	11	14	18	20	16	31	15	10	10	17	19	26	24	-2	9	24	13
53	10	27	19	19	6	-4	24	13	9	17	15	8	12	13	17	20	15	31	14	10	9	16	19	25	22	-2	7	23	13
53	11	29	19	18	8	-4	24	12	10	16	15	6	10	14	17	19	15	30	13	9	10	15	18	22	23	-3	7	22	13
53	12	30	18	19	6	-5	22	13	10	18	17	6	9	15	19	20	18	31	13	11	12	15	19	23	21	-2	7	22	14
54	1	31	19	20	9	-3	23	17	13	22	20	8	11	18	23	23	22	35	15	14	15	19	22	24	18	-1	5	18	19
54	2	25	19	22	10	-1	23	16	14	24	20	10	13	19	21	24	26	37	16	17	18	24	24	27	21	2	6	20	20
54	3	27	22	26	14	2	27	17	17	25	22	14	16	19	22	26	31	39	19	19	24	30	26	29	25	4	7	21	23
54	4	26	23	28	17	4	28	17	18	19	24	17	19	20	25	27	34	40	20	21	27	33	28	32	27	7	8	23	24
54	5	30	11	18	9	-5	22	12	9	11	8	28	6	3	17	10	20	24	6	10	20	29	5	21	14	1	2	11	10
54	6	29	11	18	9	-5	22	12	9	11	8	28	6	3	17	10	20	24	6	10	20	29	5	21	14	1	2	11	10
54	7	29	10	16	9	-5	21	12	9	9	9	25	5	3	17	1													

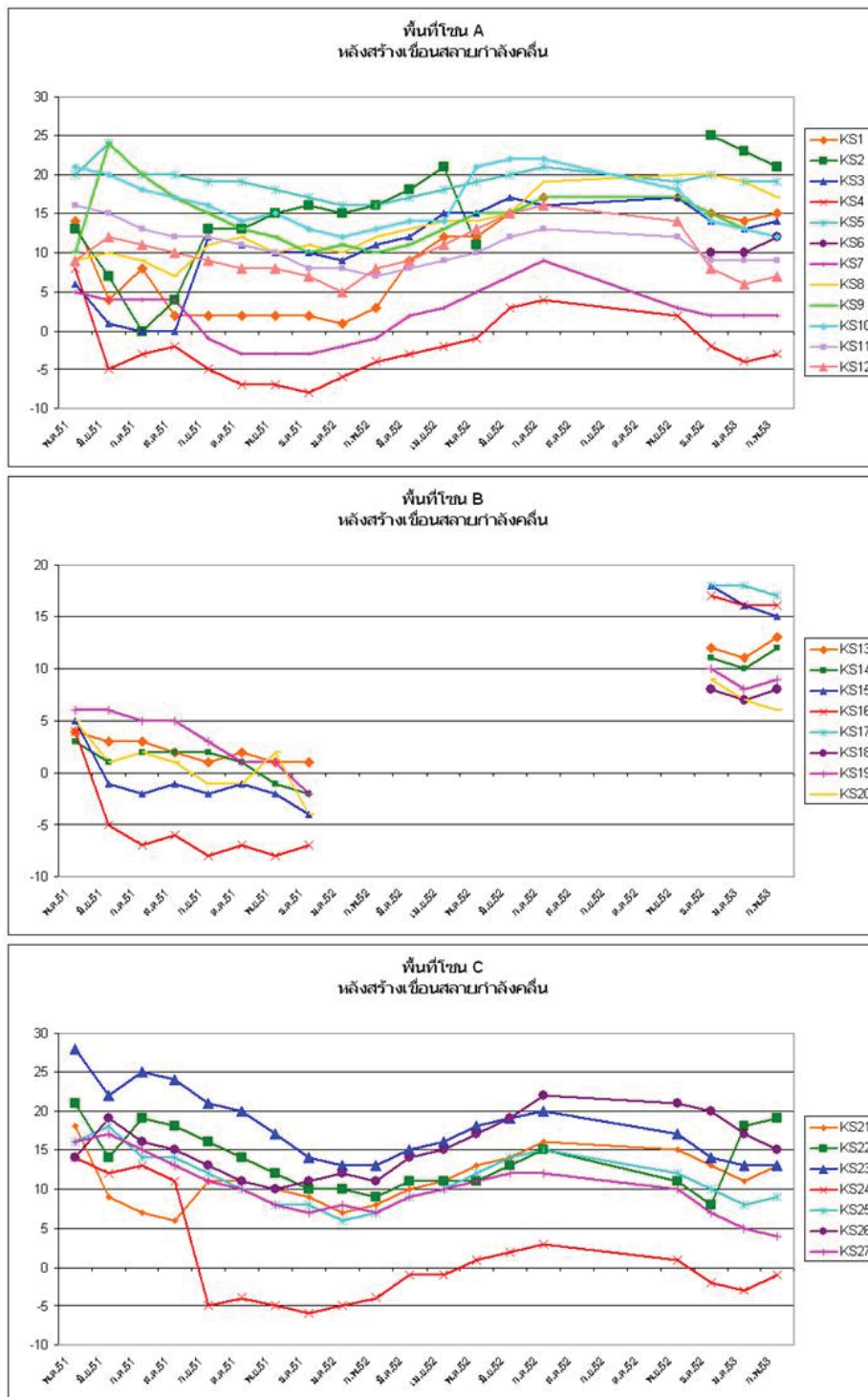
รูปที่ 4.3 แสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งในพื้นที่โครงการนาร่องในช่วง 6 เดือนแรกก่อนมีการติดตั้งเขื่อนสลายกำลังคลื่นตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 พบว่าทั้งในพื้นที่โซน A และ B ระดับตะกอนมีการสะสมตัวลดลงประมาณ 30 เซนติเมตร หรือโดยเฉลี่ยลดลงเดือนละ 3-5 เซนติเมตร สำหรับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งในช่วง 1 ปีแรกหลังจากมีการติดตั้งเขื่อนสลายกำลังคลื่นตั้งแต่เดือนมีนาคม 2550 ถึงเดือนมีนาคม 2551 พบการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนสะสมตัวเพิ่มมากขึ้นในทุกพื้นที่ทั้งโซน A, B และ C โดยเฉพาะข้อมูลการเพิ่มขึ้นของตะกอนในพื้นที่โซน A ที่อยู่แนวป้องกันของเขื่อนสลายกำลังคลื่นโดยตรงพบว่ามีการเพิ่มขึ้นถึง 40-70 เซนติเมตร ในพื้นที่โซน C ที่อยู่บริเวณด้านข้างของเขื่อนสลายกำลังคลื่นด้านข้างของวัดชุมชนสมุทรवासก็มีการเพิ่มขึ้นของระดับตะกอนอีกประมาณ 20-30 เซนติเมตร และในส่วนของพื้นที่โซน B ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ด้านข้างของแนวป้องกันเขื่อนสลายกำลังคลื่นก็มีการเพิ่มขึ้นของระดับตะกอนชายฝั่งประมาณ 10-15 เซนติเมตร

รูปที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นที่ท้องทะเลด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่น ซึ่งได้จากการตรวจวัดตะกอนเป็นประจำประมาณเดือนละ 1 ครั้ง ในพื้นที่ย่อยโซน A, B, และ C พบว่าในภาพรวมการสะสมตัวของตะกอนในช่วงตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2553 การสะสมตัวของตะกอนหลังจากโครงการเริ่มมาเป็นเวลา 3 ปี ในทุกพื้นที่ย่อยโซน A, B, และ C มีการเพิ่มขึ้นของตะกอนค่อนข้างคงที่โดยพื้นที่ A มีระดับตะกอนเพิ่มขึ้น 5-18 เซนติเมตร พื้นที่ B มีระดับตะกอนเพิ่มขึ้น 3-10 เซนติเมตร และพื้นที่ C มีระดับตะกอนเพิ่มขึ้น 8-15 เซนติเมตร ยกเว้นหมู่วัดระดับตะกอนที่ KS27 ที่มีระดับตะกอนลดลงตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 ซึ่งอาจจะมาจากสาเหตุการสร้างเขื่อนหินทิ้งรอบตัววัดชุมชนสมุทรवास ทำให้คลื่นมีการปะทะตัวเขื่อนและเกิดการมันตัวของคลื่นทำให้ตะกอนมีการกัดเซาะมากขึ้น สาเหตุของการสะสมตัวของตะกอนบริเวณพื้นที่นาร่องบ้านชุมชนสมุทรจีนมีลักษณะคงที่ เนื่องมาจากยังมีตะกอนบางส่วนถูกลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และพาตะกอนออกสู่นอกชายฝั่ง ดังนั้น หากบริเวณบ้านชุมชนสมุทรจีนมีการสร้างโครงสร้างส่วนที่ 2 คือ โครงสร้างกันตะกอนปากร่องน้ำ จะทำให้ตะกอนมีการสะสมตัวเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ไร่ก็ตามจากข้อมูลการตรวจวัดระดับตะกอนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของเขื่อนสลายกำลังคลื่นสามารถช่วยลดยังการกัดเซาะชายฝั่งทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

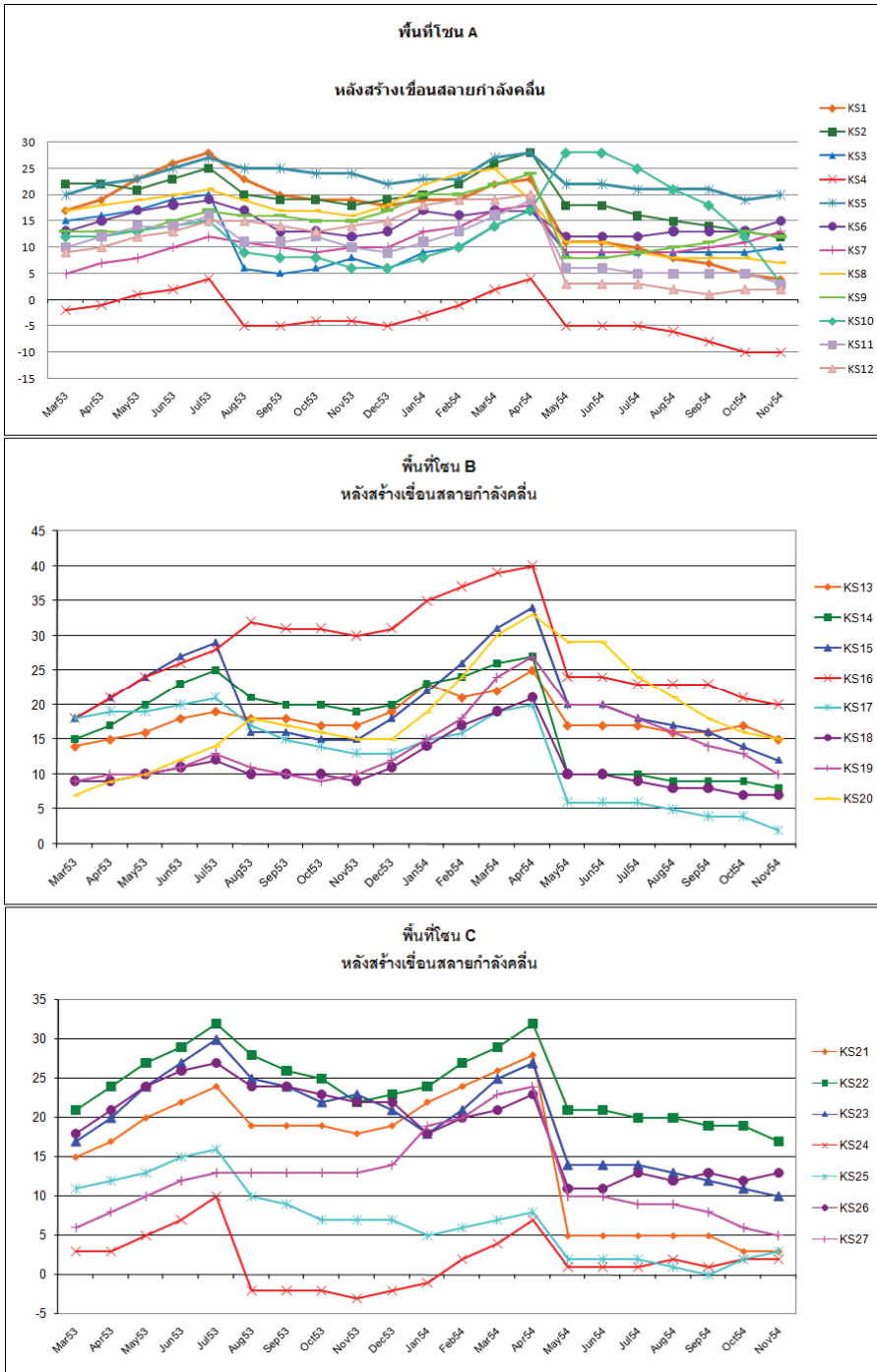
รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนและพื้นที่ท้องทะเลด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นในช่วงเดือนมีนาคม 2553 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2554 ข้อมูลจากการตรวจวัดตะกอนในทุกพื้นที่ย่อยโซน A, B, และ C มีการเพิ่มขึ้นของตะกอนค่อนข้างคงที่ จากข้อมูลการตรวจวัดระดับตะกอนในช่วง 2 ปี 3 เดือนของโครงการวิจัยระยะที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีประสิทธิภาพมากสามารถช่วยลดยังการกัดเซาะชายฝั่งทะเลได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นยังช่วยเก็บเกี่ยวตะกอนให้มีการสะสมตัวบริเวณหลังเขื่อนในทุกพื้นที่ทั้ง A, B, และ C โดยเฉลี่ยเดือนละ 1-3 เซนติเมตร



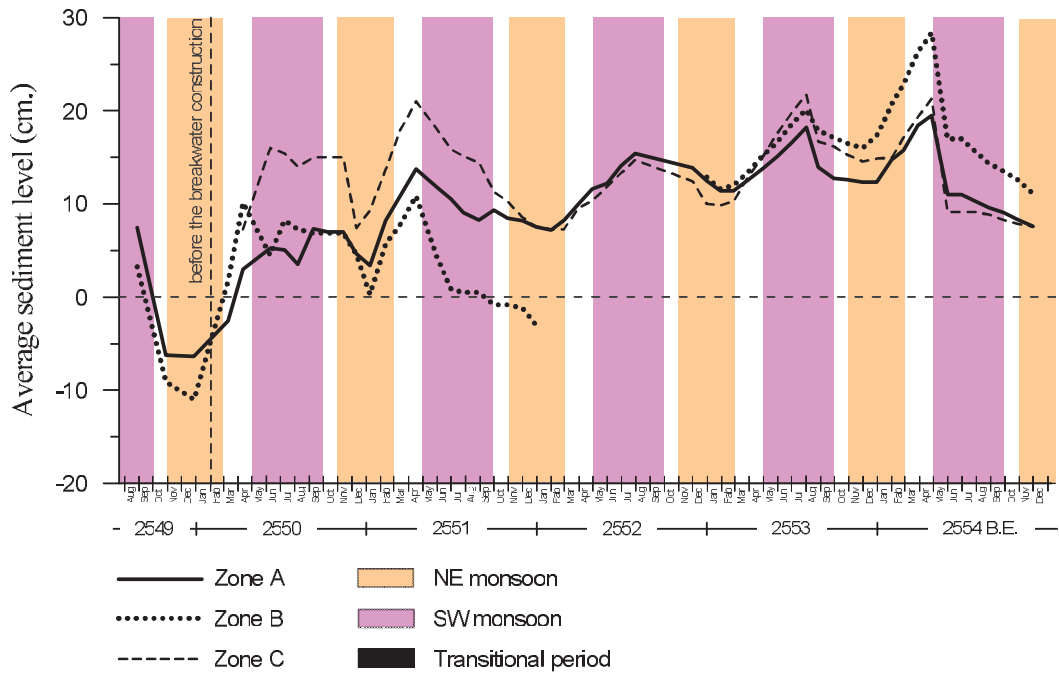
รูปที่ 4.3 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2551



รูปที่ 4.4 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 จนถึงเดือนมีนาคม 2553 พ.ศ.



รูปที่ 4.5 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 จนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน

ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2549 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2554

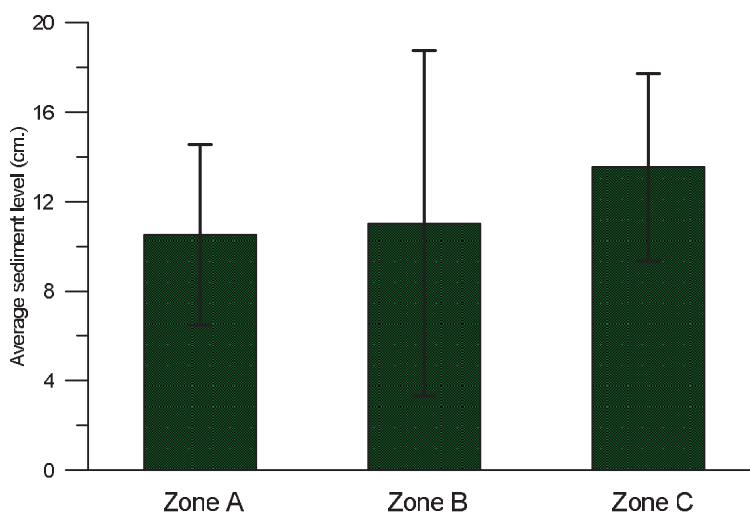
รูปที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับตะกอนในแต่ละโซนในช่วงปี พ.ศ. 2549 – 2554 จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของระดับตะกอนพบว่าตะกอนที่องน้ำจะเกิดการสะสมตัวในช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือถึงช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ (เดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงพฤษภาคมหรือกรกฎาคมโดยประมาณ) เนื่องจากในช่วงนี้เป็นช่วงที่ระดับน้ำทะเลลดลงต่ำสุดในรอบปีและลดลงต่ำสุดในตอนกลางวันทำให้ชั้นตะกอนไหลพันน้ำและได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์เกิดการคายน้ำซึ่งช่วยให้การอัดตัวของอนุภาคตะกอนแน่นขึ้น (compaction) ชั้นตะกอนจึงมีความแข็งแรงและสามารถเกิดการสะสมตัวของตะกอนที่องน้ำได้ สำหรับการกัดเซาะจะเกิดขึ้นในช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ถึงช่วงกลางของฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนมิถุนายนถึงมกราคมโดยประมาณ) ทั้งนี้ระดับน้ำทะเลในช่วงดังกล่าวค่อนข้างสูงชั้นตะกอนจึงจมอยู่ใต้น้ำเกือบตลอดเวลาทำให้ชั้นตะกอนอ่อนนุ่มมากขึ้นผนวกกับความรุนแรงของคลื่นในช่วงที่ฝนตกทำให้ตะกอนที่องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมาในมวลน้ำและการพัดพาตะกอนไปยังบริเวณอื่นโดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ อย่างไรก็ตามผลการตรวจวัดระดับตะกอนอาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่นๆ ในพื้นที่นอกเหนือจากปัจจัยที่ได้เสนอไปข้างต้น เนื่องจากในพื้นที่ดังกล่าวมีการประกอบกิจกรรมของมนุษย์มากมาย เช่น โครงสร้างป้องกันชายฝั่งอื่นๆ การคราดลอกหนองแครง การติดตั้งอวนดักเคย และการใช้เรือเข้าออกร่องน้ำของประชาชนในพื้นที่ เป็นต้น

ค่าเฉลี่ยระดับตะกอนที่สะสมในพื้นที่โซน A, B และ C (สำหรับเฉพาะ 44 เดือนที่มีข้อมูลครบทุกพื้นที่) เท่ากับ 10.5, 11.0 และ 13.5 ซม. ตามลำดับ (ดูตารางที่ 4.2 และรูป 4.7) โซน B มีการสะสมตัวของตะกอนมากกว่าโซน A เล็กน้อยแต่ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยก็มากเช่นกัน การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับตะกอนที่สะสมในแต่ละพื้นที่โดยการทดสอบค่าเฉลี่ยของระดับตะกอนที่สะสมทีละคู่ (paired t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับตะกอนในพื้นที่ A และพื้นที่ B ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่าเฉลี่ยของระดับตะกอนในพื้นที่ C แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าเฉลี่ยของระดับตะกอนในพื้นที่ A และพื้นที่ B ที่ระดับความเชื่อมั่น 90

เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าพื้นที่โซน C ได้ผลเชิงบวกจากพื้นที่วัดและเขื่อนสลายกำลังคลื่นช่วยกำบังคลื่นจึงเกิดการสะสมตะกอนได้มากกว่าโซน A ซึ่งอยู่หลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นโดยตรง ผลการทดสอบลำดับการสะสมของตะกอนเฉลี่ยโดยใช้ระเบียบวิธีของทูกี้ดับบลิว (Tukey's W procedure) พบว่าการสะสมตะกอนเฉลี่ยในพื้นที่โซน C มีค่าระดับตะกอนสูงกว่าพื้นที่ A และ B อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนระดับการสะสมตะกอนในพื้นที่ A และ B ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งผลการทดสอบสอดคล้องกับผลจากการทดสอบเป็นคู่ ถึงแม้พื้นที่โซน C จะอยู่ด้านหลังแนวเสาสามเหลี่ยมและมีวัดชุมชนสมุทรवासช่วยป้องกันคลื่นพื้นที่ใกล้กับแนวเขื่อนหินทิ้งของวัดชุมชนสมุทรवासยังคงถูกกัดเซาะเนื่องจากแรงกระแทกของคลื่นกับแนวเขื่อนหินทิ้ง เช่นระดับตะกอนในจุดตรวจวัด KS24 ซึ่งมีระดับตะกอนต่ำกว่าจุดสำรวจอื่นๆ ในพื้นที่ C ก่อนข้างมาก แต่สำหรับจุดตรวจวัด KS25 เป็นร่องน้ำจากบ่อเลี้ยงหอยซึ่งไหลผ่านแนวป้ายชายเลนลงมาถึงทำให้ระดับตะกอนต่ำกว่าจุดตรวจวัดอื่นๆ สำหรับพื้นที่ A และพื้นที่ B ถึงแม้จะไม่มีความแตกต่างของระดับตะกอนแต่เมื่อพิจารณาจากความแปรปรวนของข้อมูลระดับตะกอนจะพบว่าในพื้นที่ B จะมีความแปรปรวน/ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน/พิสัยของระดับตะกอนมากกว่า A ก่อนข้างมาก (ตารางที่ 4.2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ A ซึ่งอยู่ด้านหลังของแนวเสาสามเหลี่ยมมีเสถียรภาพและความมั่นคงของพื้นที่ทะเลมากกว่าพื้นที่ B ซึ่งอยู่ด้านข้างของแนวเสาสามเหลี่ยม

ตารางที่ 4.2 ระดับการสะสมตะกอนเฉลี่ย ความแปรปรวน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและพิสัยของข้อมูลระดับตะกอนในพื้นที่ A พื้นที่ B และพื้นที่ C บริเวณบ้านชุมชนสมุทรจีน

	พื้นที่ A	พื้นที่ B	พื้นที่ C
ระดับการสะสมตะกอนเฉลี่ย	10.5	11.0	13.5
ความแปรปรวน	16.2	59.7	17.6
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.0	7.7	4.2
พิสัย	22.0	31.4	14.4



รูปที่ 4.7 กราฟแท่งแสดงระดับการสะสมตะกอนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลระดับตะกอนในพื้นที่ A พื้นที่ B และพื้นที่ C บริเวณบ้านชุมชนสมุทรจีน

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลการตรวจวัดระดับตะกอนหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นในช่วงโครงการวิจัยระยะที่ 1 และการวิจัยระยะที่ 2 (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2554) ซึ่งรวมระยะเวลาการติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนทั้งสิ้น 5 ปี 3 เดือน แสดงให้เห็นว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีประสิทธิภาพมากสามารถหยุดยั้งการกัดเซาะชายฝั่งทะเลได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นยังช่วยเก็บเกี่ยวตะกอนให้มีการสะสมตัวบริเวณหลังเขื่อนในทุกพื้นที่ทั้ง A, B, และ C โดยเฉลี่ยเดือนละ 1-3 เซนติเมตร โดยเฉพาะพื้นที่ C อยู่หลังวัดชุมชนสมุทราวาสช่วยกำบังคลื่นทำให้การสะสมตะกอนมากกว่าพื้นที่ B และ C อย่างไรก็ตามข้อมูลจากการศึกษาได้บ่งชี้ว่าเขื่อนสลายกำลังคลื่นนี้สามารถทำให้มีการสะสมตัวของตะกอนชายฝั่งเพิ่มมากขึ้นได้ก็จริงแต่เมื่อระดับตะกอนเพิ่มถึงระดับหนึ่ง ประมาณ 20-30 เซนติเมตรแล้วไม่พบการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอีก การเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนในช่วง 2 ปีหลังของโครงการวิจัยระยะที่ 2 มีค่าคงที่นั่นเป็นเพราะมีตะกอนบางส่วนได้ถูกลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดพาออกไปสู่นอกชายฝั่ง โดยเฉพาะช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมและคลื่นบางส่วนในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ยังสามารถทะลุผ่านช่องว่างของโครงสร้างชุมชนสมุทรวาสบริเวณปากร่องน้ำ ที่ทางโครงการวิจัยฯ ได้เว้นไว้สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างป้องกันในส่วนที่สอง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการก่อสร้างโครงสร้างส่วนที่สองที่ได้ออกแบบไว้แล้วในการจดสิทธิบัตร โครงสร้างส่วนที่สองได้ออกแบบไว้สำหรับป้องกันไม่ให้ตะกอนเคลื่อนที่ออกนอกชายฝั่งเร็วเกินไปอีกทั้งเป็นการรักษาร่องน้ำตามธรรมชาติให้ประชาชนในพื้นที่สามารถใช้งานได้เป็นปกติ ซึ่งหากมีการก่อสร้างโครงสร้างส่วนที่สองตามแบบจำลองต้นแบบเสร็จสมบูรณ์ครบถ้วนจะทำให้ระดับการสะสมตัวตะกอนชายฝั่งบริเวณสถานีศึกษานำร่องบ้านชุมชนสมุทรวาสจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการวิจัยในระยะต่อไป ควรมีการศึกษาวิจัยในขั้นต่อไปเพื่อการทดลองเติมตะกอนให้ชายฝั่งเนื่องจากภาพรวมของชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยตอนบนตะกอนส่วนใหญ่ถูกกัดเซาะและตะกอนถูกพัดพาออกสู่อกชายฝั่งจำนวนมาก อีกทั้งตะกอนจากแม่น้ำสายต่างๆ ก็มีปริมาณแขวนลอยลดน้อยลงเนื่องมาจากผลกระทบของการสร้างเขื่อนบริเวณทางตอนบนของลุ่มน้ำ ทำให้ตะกอนบริเวณชายฝั่งไม่พอจึงมีการกัดเซาะตะกอนที่เป็นแผ่นดิน ดังนั้นนอกจากที่นักวิจัยจะทำการคิดค้นโครงสร้างที่ช่วยลดพลังงานคลื่นให้น้อยลงแล้วควรมีการทดลองเติมตะกอนให้ชายฝั่งโดยการสูบน้ำตะกอนบางส่วนจากนอกชายฝั่งให้กลับเข้าสู่ระบบอีกครั้ง ทำให้ชายฝั่งไม่เกิดการกัดเซาะเพิ่ม ผู้วิจัยมีความเห็นว่าประเทศไทยเราขาดงานวิจัยและการทดลองในพื้นที่เล็กๆ ที่ช่วยแก้ไขปัญหาพิบัติภัยที่เกิดขึ้นจริงในประเทศ งานแก้ไขปัญหการกัดเซาะชายฝั่งที่มีในปัจจุบันเรายังใช้แนวความคิดและวิธีการแบบเก่าๆ ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องพัฒนาความรู้ ความเข้าใจรวมถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหการกัดเซาะชายฝั่งโดยใช้ข้อมูลจากการวิจัยมาสนับสนุนการแก้ไขปัญหาระยะยาว

บทที่ 5
การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับการกัดเซาะของคลื่นม้วนตัว
เมื่อปะทะโครงสร้างเขื่อนสลายกำลังคลื่น “ขุนสมุทรจีน 49A2”
โดย
ศ.ดร.ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล

การสำรวจผลกระทบการกัดเซาะจากคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้าง (Scouring)

การสำรวจการกัดเซาะบริเวณฐานรากของเสาเข็ม (รูปที่ 5.1) ซึ่งเกิดจากผลกระทบของคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้าง (Scouring) ได้จากการทำการรังวัดชั้นรายละเอียดห่างจากแนวเสาเข็มข้างละ 10 เมตรและมีข้อมูลภาพถ่ายทางของพื้นที่บริเวณที่มีการติดตั้งเขื่อนสลายกำลังคลื่นทุกๆ 20 เมตรโดยมีการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจไว้ในปี พ.ศ. 2551 ปี พ.ศ.2553 และปี พ.ศ. 2555 การสำรวจระดับพื้นที่บริเวณที่มีการติดตั้งโครงสร้างเสาสามเหลี่ยม “เขื่อนสลายกำลังคลื่น” โดยทำการรังวัดชั้นรายละเอียดห่างจากแนวเสาเข็มสามเหลี่ยมข้างละ 10 เมตร ตลอดแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่น รูปที่ 5.2 แสดงข้อมูลภาพถ่ายทางของพื้นที่บริเวณที่มีการติดตั้งเขื่อนสลายกำลังคลื่นทุกๆ 20 เมตร โดยมีการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีการตรวจวัดไว้เมื่อเดือนสิงหาคม 2551 จะเห็นได้ว่าการตรวจวัดในเดือนสิงหาคม 2551 นั้นเป็นเดือนที่ได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พื้นที่ของบริเวณเขื่อนสลายกำลังคลื่นได้รับผลกระทบจากคลื่นที่เข้ามาในมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้เกิดการกัดเซาะบริเวณฐานเสาเข็มเป็นแนวร่องลึก 30-70 เซนติเมตร แต่จากการตรวจวัดในเดือนพฤศจิกายน 2553 ซึ่งเป็นเดือนที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปรากฏว่าคลื่นที่เกิดจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นตัวพาตะกอนบริเวณหลังเขื่อนมาสะสมตัวมากขึ้นทำให้ร่องที่เกิดจากการกัดเซาะโดยคลื่นม้วนตัว (Scouring) มีตะกอนเพิ่มขึ้น 20-50 เซนติเมตร ดังนั้นข้อมูลจากการสำรวจตรวจวัดทั้ง 2 ครั้ง ทำให้ทีมคณะผู้วิจัยมั่นใจได้ว่าแนวเสาเข็มเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีความเสถียรมาก การกัดเซาะบริเวณฐานเสาเข็มของเขื่อนสลายกำลังคลื่นที่เกิดจากคลื่นม้วนตัว (Scouring) อยู่ในระดับที่ไม่น่าเป็นห่วง เพราะทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบยอมให้มีการกัดเซาะโดยคลื่นม้วนตัวได้ไม่เกิน 2 เมตร

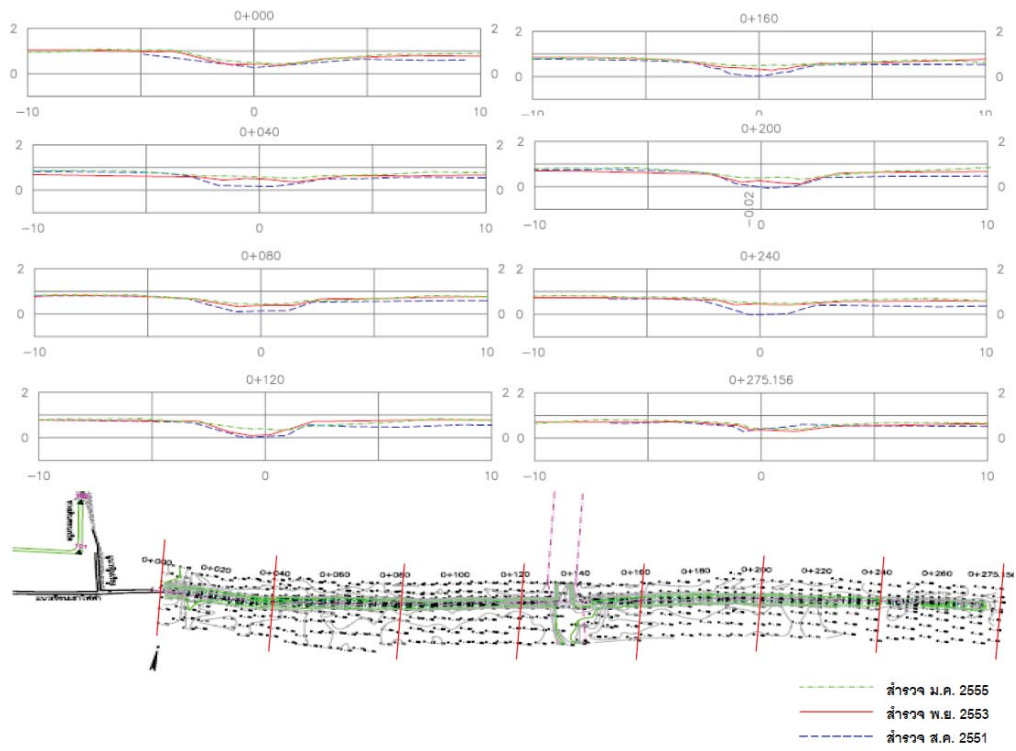
ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจการเปลี่ยนแปลงระดับพื้นที่ของทะเลบริเวณที่มีการติดตั้งโครงสร้างเสาสามเหลี่ยมอีกครั้งในเดือน มกราคม 2555 ซึ่งเป็นช่วงเกือบจะเป็นปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อเป็นการทดสอบข้อมูลที่ได้ออกจากการสำรวจในครั้งที่แล้ว (เดือนพฤศจิกายน 2553) รูปที่ 5.2 แสดงข้อมูลยืนยันแน่นอนว่า ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือได้พาตะกอนจากบริเวณหลังเขื่อนเข้ามาทำให้ระดับการกัดเซาะจากคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้าง (Scouring) ในบริเวณที่มีการติดตั้งโครงสร้างเสาสามเหลี่ยมลดลง 5-10 เซนติเมตรดังนั้นเสถียรภาพของโครงสร้างเสาสามเหลี่ยมจึงมีความคงทนแข็งแรง



รูปที่ 5.1 แสดงการกัดเซาะระดับพื้นท้องน้ำบริเวณที่มีการติดตั้งโครงสร้างเสาสามเหลี่ยม “เชื่อมสลายกำลังคลื่น” จากคลื่นม้วนตัวปะทะโครงสร้าง (Scouring)

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการสำรวจทั้ง 3 ครั้งพบว่าในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนของทุกปี การกัดเซาะโดยคลื่นม้วนตัวบริเวณฐานรากของเสาเข็มอยู่ที่ประมาณ 30-70 เซนติเมตร แต่ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี มีการพาตะกอนบริเวณหลังเชื่อมสลายกำลังคลื่นมาสะสมบริเวณฐานรากของเสาเข็มประมาณ 20-50 เซนติเมตร จึงทำให้แนวเสาเข็มของเชื่อมสลายกำลังคลื่นมีเสถียรภาพสูงมาก โดยเฉลี่ยทั้งปีของมรสุมทั้ง 2 ฤดูมีการกัดเซาะโดยคลื่นม้วนตัวบริเวณฐานของเสาเข็มประมาณ 10-20 เซนติเมตร การติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นท้องทะเลบริเวณฐานรากของเสาเข็มในอนาคตอาจจะไม่มี ความจำเป็นจะมีการตรวจวัดอีกในอนาคต ข้อมูลการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณชายฝั่งในแต่ละฤดูกาลสามารถช่วยให้นักวิจัยนำมาปรับปรุงประสิทธิภาพของการป้องกันกัดเซาะชายฝั่งและการเสริมตะกอนให้ชายฝั่งในอนาคต เพื่อป้องกันปัญหาผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตได้เป็นอย่างดี



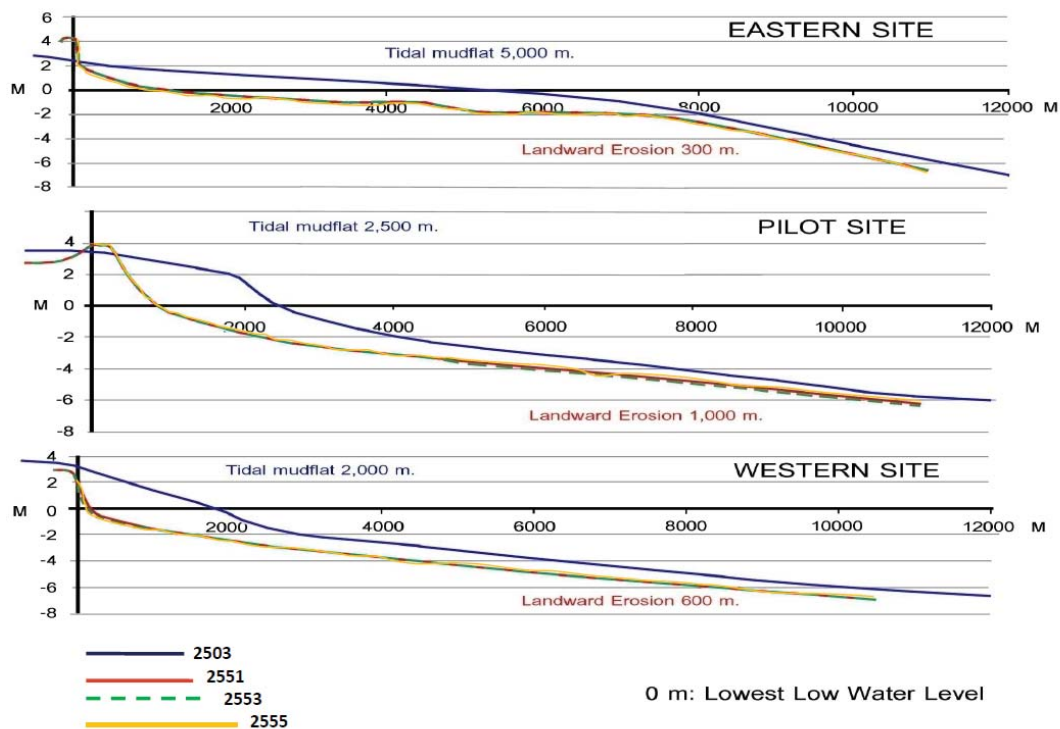
รูปที่ 5.2 (ล่าง) แสดงผลการสำรวจระดับพื้นที่ถนนบริเวณที่มีการติดตั้งโครงสร้างเสาสามเหลี่ยม “เขื่อนสลายกำลังคลื่น” โดยทำการรังวัดชั้นรายละเอียดห่างจากแนวเสาเข็มสามเหลี่ยมข้างละ 10 เมตร ตลอดแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่น (บน) แสดงข้อมูลภาพตัดขวางของพื้นที่ถนนบริเวณที่มีการติดตั้งเขื่อนสลายกำลังคลื่นทุกๆ 40 เมตร โดยมีการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีการตรวจวัดไว้เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551, เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 และ เดือนมกราคม พ.ศ. 2555

บทที่ 6
การติดตามและตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ท้องทะเล
โดย
ศ.ดร.ธวัช ญารพงษ์สกุล

การตรวจวัดการกัดเซาะและทับถมตะกอนพื้นท้องทะเลของอ่าวไทยตอนบน

การศึกษากัดเซาะและการสะสมตัวของตะกอนพื้นท้องทะเลของอ่าวไทยตอนบนได้จากการสำรวจโดยใช้เครื่องมือหยั่งน้ำลึกด้วยคลื่นเสียงสะท้อน (Echo Sounding Method) โดยทำการสำรวจทั้งหมด 3 แนว เป็นระยะทางจากชายฝั่งแต่ละแนวออกไปในทะเลประมาณ 12 กิโลเมตร โดยทำการบันทึกทุก 1 วินาที ของความลึกน้ำและค่าพิกัดโดย GPS แนวที่ 1 ทำการสำรวจในบริเวณบ้านคลองตำหรุ ต.บางปู จ.สมุทรปราการ, แนวที่ 2 ทำการสำรวจในบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน ต.แหลมฟ้าผ่า จ.สมุทรปราการ และแนวที่ 3 ทำการสำรวจในบริเวณบ้านโคกขาม ต.พันท้ายนรสิงห์ จ.สมุทรสาคร โดยจะทำการวิเคราะห์และประมวลผลการเปลี่ยนแปลงระดับพื้นท้องทะเลเทียบกับผลการศึกษาที่ทำไว้ในโครงการระยะที่ 1

รูปที่ 6.1 แสดงข้อมูลการตรวจวัดพื้นท้องทะเลของอ่าวไทยตอนบนจำนวน 3 จุด เปรียบเทียบกับพื้นที่ท้องทะเลของกรมอุทกศาสตร์ทหารเรือปี พ.ศ. 2503 จากข้อมูลเปรียบเทียบพื้นท้องทะเลของแนวสำรวจทั้ง 3 จุด ระหว่างปี พ.ศ. 2503 กับ พ.ศ. 2551 (ช่วงเวลาประมาณ 48 ปี) พบว่า พื้นท้องทะเลบริเวณบ้านคลองตำหรุ ต.บางปู จ.สมุทรปราการ ได้ถูกกัดลึกลงไปประมาณ 2 เมตร โดยพบว่าเมื่อประมาณ 48 ปีที่แล้ว ในขณะที่มีระดับน้ำลงต่ำสุด พื้นที่ชายฝั่งทะเลบ้านคลองตำหรุมีชายหาดโคลนโผล่พ้นน้ำประมาณ 5 กิโลเมตร แต่ในปี พ.ศ. 2551 ในขณะที่มีระดับน้ำลงต่ำสุด เรากลับพบชายหาดโคลนเพียง 1 กิโลเมตร ดังนั้นผลของการกัดเซาะพื้นท้องทะเลในช่วง 48 ปีที่ผ่านมา ทำให้ชายหาดโคลนบริเวณบ้านคลองตำหรุหดสั้นลงไปประมาณเกือบ 4 กิโลเมตร ส่วนข้อมูลการสำรวจในแนวที่ 2 บริเวณบ้านขุนสมุทรจีน พบว่า พื้นท้องทะเลถูกกัดลึกลงไปประมาณ 4 เมตร และทำให้ชายหาดโคลนหดสั้นลงไปประมาณ 1.5 กิโลเมตร ภายในระยะเวลา 48 ปีที่ผ่านมา และข้อมูลในแนวสำรวจที่ 3 บริเวณบ้านโคกขาม พบว่า พื้นท้องทะเลถูกกัดลึกลงไปประมาณ 2 เมตร และทำให้ชายหาดโคลนหดสั้นลงไปประมาณ 1.75 กิโลเมตร ทำให้ขณะเวลาน้ำลงต่ำสุดบริเวณบ้านโคกขามมีชายหาดโคลนโผล่เพียง 250 เมตรเท่านั้น



รูปที่ 6.1 แสดงข้อมูลการตรวจวัดพื้นที่ท้องทะเลของอ่าวไทยตอนบนจำนวน 3 จุด

จากข้อมูลเปรียบเทียบพื้นที่ท้องทะเลของแนวสำรวจทั้ง 3 จุด ในระหว่างปีพ.ศ. 2551 ปีพ.ศ. 2553 และ ปีพ.ศ. 2555 พบว่าพื้นที่ท้องทะเลมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจนแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงเลยในบริเวณแนวสำรวจที่ 1 ในบริเวณพื้นที่บ้านคลองตำหรุ สำหรับแนวสำรวจที่ 2 ในบริเวณพื้นที่บ้านขุนสมุทรจีน พบว่ามีการกัดเซาะพื้นที่ท้องทะเลเพียงเล็กน้อยบริเวณพื้นที่ท้องทะเลบริเวณแนวสำรวจที่ 5-12 และข้อมูลแนวสำรวจที่ 3 ในบริเวณพื้นที่บ้านโคกขามพบการกัดเซาะพื้นที่ท้องทะเลเพียงเล็กน้อยบริเวณ 1 กิโลเมตรแรก ส่วนบริเวณอื่นๆ แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ 6.1

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ท้องทะเลของอ่าวไทยตอนบนพบว่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ดังนั้นผลการตรวจวัดในปี พ.ศ. 2551 ปี พ.ศ. 2553 และ ปี พ.ศ. 2555 จึงแทบไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามอาจเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติ เช่น เกิดพายุพัดเข้ามาในพื้นที่ หรือน้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ท้องทะเลอ่าวไทยตอนบนอย่างเฉียบพลันได้ จากข้อมูลการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องทะเลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 จนถึงปีพ.ศ. 2555 ทั้ง 3 แนวพบว่าการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องทะเลส่วนใหญ่เกิดในช่วง 0 ถึง 3 กิโลเมตรห่างจากชายฝั่ง ดังนั้นหากเราทำการสุบพื้นตะกอนจากบริเวณห่างจากชายฝั่งตั้งแต่ 3 กิโลเมตรเป็นต้นไป จึงไม่น่าจะมีผลกระทบต่อกรกัดเซาะบริเวณชายฝั่ง จึงมีความเป็นไปได้ในการนำตะกอนดินโคลนจากบริเวณนอกชายฝั่งตั้งแต่ 3 กิโลเมตรเป็นต้นไปนำมาเสริมชายหาดบริเวณหาดโคลนของอ่าวไทยตอนบนที่ประสบปัญหาการกัดเซาะอย่างรุนแรงต่อไป

บทที่ 7
การตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอย
โดย
ผศ.ดร.ปราโมทย์ โสจิศุภกร

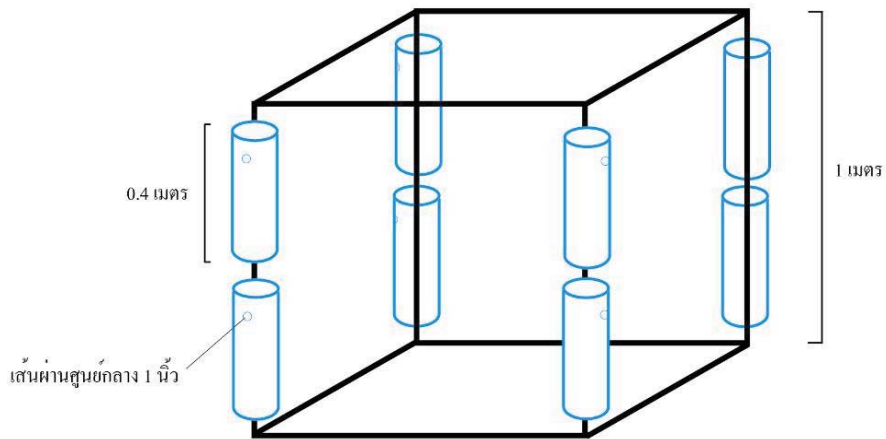
การเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งเกิดจากอิทธิพลของกระแสน้ำหรืออิทธิพลของคลื่นอย่างเดียว หรือทั้งคลื่นและกระแสน้ำรวมกัน เมื่อตะกอนเคลื่อนที่แล้วอาจจะแบ่งการเคลื่อนที่ออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่เคลื่อนที่บริเวณพื้นท้องน้ำ (bed-load or surface creep) และส่วนที่แขวนลอยในน้ำ (suspended load)

โดยลักษณะทั่วไปนั้นกระบวนการชายฝั่งจะคอยควบคุมสมดุลการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งให้อยู่ในสมดุลของมันเสมอ โดยเขตน้ำตื้นชายฝั่งทะเลได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่น ลม และน้ำขึ้นน้ำลงที่มากกระทำอย่างต่อเนื่อง เสถียรภาพของชายฝั่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณและกระบวนการทับถมของตะกอนที่สมดุลระหว่างปริมาณตะกอนที่ไหลเข้าและไหลออกตามแนวชายฝั่ง ทำให้ชายฝั่งอยู่ในสภาพ “สมดุลพลวัต (dynamic equilibrium)” ดังนั้นการพิจารณารูปร่างหรือการเปลี่ยนแปลงใดๆของชายฝั่ง จะต้องมองในภาพรวมของแต่ละรอบปี ไม่ใช่เพียงช่วงใดช่วงหนึ่ง ในการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณชายฝั่งนั้นส่วนใหญ่จะได้รับอิทธิพลจากทั้งกระแสน้ำและคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าทำมุมกับชายฝั่งจะก่อให้เกิดกระแสน้ำชายฝั่ง ซึ่งจะพัดพาตะกอนให้เคลื่อนที่ไปตามแนวชายฝั่ง โดยมีการเคลื่อนที่สุทธิไปตามทิศทางของกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง อนุภาคที่ถูกพัดพาไปจะเป็นทั้งแบบตะกอนแขวนลอย (suspended load) และตะกอนท้องน้ำ (bed load) ตะกอนแขวนลอยบริเวณชายฝั่งส่วนมากเกิดจากความปั่นป่วนจากการแตกตัวของคลื่น (โดยไม่รวมตะกอนที่พัดพามากับกระบวนการของทางน้ำ ในกรณีที่มีบริเวณนั้นอยู่ใกล้กับปากแม่น้ำหรือการกัดเซาะจากชายฝั่ง) ดังนั้นในบริเวณที่คลื่นแตกตัวจะมีการฟุ้งของตะกอนใกล้ท้องน้ำบางส่วนขึ้นมาแขวนลอยในมวลน้ำ โดยที่ปริมาณตะกอนระดับบนจะน้อยกว่าตะกอนระดับล่างเสมอ โดยความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยจากท้องน้ำถึงผิวน้ำจะลดลงแบบเอกโปเนนเชียล ส่วนตะกอนที่มีน้ำหนักมากที่เหลือนจะเคลื่อนที่ไปบนพื้นท้องทะเลตามทิศทางของกระแสน้ำสุทธิที่ท้องน้ำ กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นทั่วชายฝั่ง

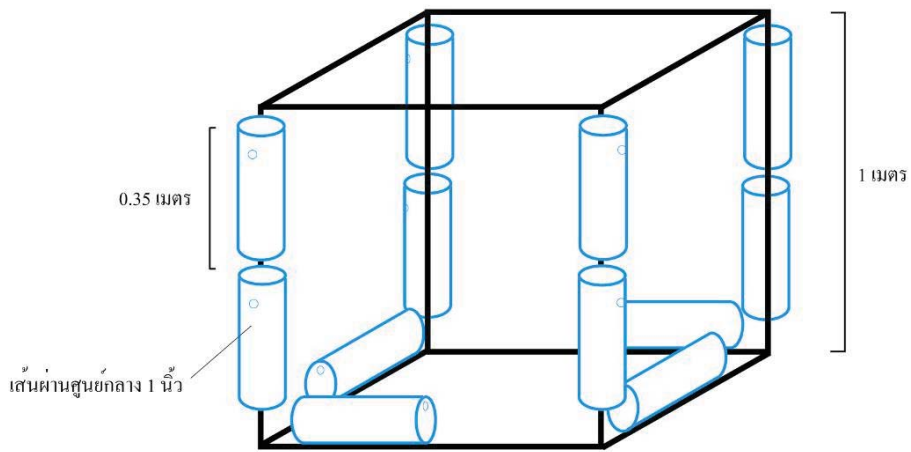
สำหรับบริเวณที่ทำการศึกษานั้นเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับปากแม่น้ำเจ้าพระยาจึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำส่วนใหญ่จึงพัดพามาจากปากแม่น้ำ และในพื้นที่เองก็มีตะกอนแขวนลอยที่เกิดจากการฟุ้งกระจายขึ้นมาเนื่องจากอิทธิพลของคลื่นด้วย จึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำบริเวณดังกล่าวมีค่อนข้างหนาแน่น ในการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอย จะพยายามทำการตรวจวัดให้ครอบคลุมทั้งช่วงฤดูมรสุมและช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม โดยการตรวจวัดตะกอนแขวนลอย จะอธิบายดังต่อไปนี้

วิธีการเก็บและวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอย

ใช้เครื่องดักตะกอน (รูปที่ 7.1 และ 7.2) ที่ทำด้วยท่อพีวีซีตัดเป็นท่อนขนาดประมาณ 0.3 - 0.4 เมตร ประกอบกันเป็นโครงสร้างสี่เหลี่ยม ด้านละ 2 หรือ 3 ระดับความลึก โดยใช้เหล็กฉากเป็นโครงสร้างเพื่อติดตั้งท่อพีวีซี เจาะรูกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้วที่ด้านข้างด้านบนกระบอก 1 จุดเพื่อดักตะกอนแขวนลอยจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกตามลำดับ รูเปิดของกระบอกชั้นล่างจะอยู่เหนือระดับพื้นดินประมาณ 0.5 เมตร ส่วนรูเปิดของกระบอกชั้นบนอยู่เหนือระดับพื้นดินประมาณ 0.9 เมตรวางเครื่องดักตะกอนไว้ที่ท้องน้ำประมาณ 1 สัปดาห์ นำตะกอนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี Sand sieve analysis และ Pipette method หลังจากนั้นคำนวณอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนโดยการวิเคราะห์แบบเวกเตอร์



รูปที่ 7.1 รูปสังเขปของเครื่องดักตะกอนที่ทำจากเหล็กฉากและท่อพีวีซี (แบบ 2 ระดับ)



รูปที่ 7.2 รูปสังเขปของเครื่องดักตะกอนที่ทำจากเหล็กฉากและท่อพีวีซี (แบบ 3 ระดับ)



รูปที่ 7.3 รูปของเครื่องดักตะกอนที่ทำจากเหล็กฉากและท่อพีวีซี (แบบ 2 ระดับ)



รูปที่ 7.4 รูปของเครื่องดักตะกอนที่ทำจากเหล็กฉากและท่อพีวีซี (แบบ 3 ระดับ)

ตารางที่ 7.1 ตารางวันทำการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง

ลำดับ	วันที่ การตรวจวัด	จำนวนสถานีตรวจวัด	หมายเหตุ
1	12-18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	2 สถานี 2 ระดับ	
2	25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พ.ศ. 2553	4 สถานี 3 ระดับ	สถานีที่ 3 หาย
3	19-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554	4 สถานี 3 ระดับ	สถานีที่ 4 หาย
4	26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2554	3 สถานี 3 ระดับ	
5	7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554	4 สถานี 3 ระดับ	สถานีที่ 1 หาย
6	14 -21 ตุลาคม พ.ศ. 2554	4 สถานี 3 ระดับ	สถานีที่ 2 หาย

การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในระหว่างวันที่ 12 -18 กุมภาพันธ์ 2553

ทำการวางเครื่องดักตะกอนไว้ที่ท้องน้ำห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.8 และ 1.3 กิโลเมตรจากชายฝั่งทะเล (รูปที่ 7.5) เครื่องดักตะกอนตัวในขณะติดตั้งอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 2 เมตร ส่วนเครื่องดักตะกอนตัวนอกอยู่ต่ำกว่าระดับประมาณ 2.5 เมตร เครื่องดักตะกอนจมน้ำตลอดเวลาอยู่เป็นเวลา 6 วัน ระหว่างวันที่ 12 ถึง 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เมื่อเก็บกู้เครื่องดักตะกอนขึ้นมาแล้วทำการถ่ายตะกอนในกระบอกลงถุงพลาสติกเพื่อนำกลับไปวิเคราะห์หาปริมาณและขนาดอนุภาคตะกอนและปริมาณโดยวิธี sieve analysis และ Pipette method (ภาคผนวก ข)



รูปที่ 7.5 จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1 และ 2 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.8 และ 1.3 กิโลเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากตารางที่ ข-9 ภาคผนวก ข แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในแต่ละกระบอกจากแต่ละทิศทางใน 2 ระดับ เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่าตะกอนแขวนลอยมีองค์ประกอบอนุภาคทรายแป้งประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ มีอนุภาคทรายและอนุภาคดินเหนียวเพียงเล็กน้อย ยกเว้นกระบอกกลางทางทิศตะวันตกของเครื่องดักตะกอนใกล้ฝั่งซึ่งมีอนุภาคดินเหนียวประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ อนึ่งเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายในเครื่องดักตะกอนไกลฝั่งจะมากกว่าในเครื่องดักตะกอนใกล้ฝั่งโดยเป็นตะกอนทรายขนาดเล็กสีน้ำตาลซึ่งไม่ทราบที่มา เมื่อพิจารณาปริมาณตะกอนพบว่าตะกอนระดับบนจะน้อยกว่าตะกอนระดับล่างเสมอ ซึ่งแสดงว่าตะกอนแขวนลอยชายฝั่งเกิดจากการฟุ้งกระจายของตะกอนพื้นท้องน้ำตามอิทธิพลของกระแสน้ำและคลื่นและจากนั้นอนุภาคตะกอนที่ฟุ้งขึ้นมาจะตกลงสู่ท้องน้ำอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยจะสูงบริเวณใกล้ท้องน้ำแล้วค่าลดลงตามระยะทางจากท้องน้ำถึงผิวน้ำ ตามทฤษฎีแล้วความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยจากท้องน้ำถึงผิวน้ำจะลดลงแบบเอกโปเนนเชียลและมีปริมาณตะกอนในกระบอกชั้นบนอยู่ในช่วง 16.8 – 47.7 กรัม ขณะที่ปริมาณตะกอนในกระบอกชั้นล่างอยู่ในช่วง 34.5 – 69.9 กรัมโดยปริมาณตะกอนแขวนลอยมากๆ เคลื่อนมาจากทิศเหนือ ใต้ และตะวันออก ปริมาณตะกอนแขวนลอยในกระบอกระดับบนจากเครื่องดักตะกอนใกล้ฝั่งจะมีพอๆ กัน ส่วนปริมาณตะกอนในกระบอก

ระดับล่างของเครื่องดักตะกอนไกล่ฝิ่งจะมากกว่าเครื่องดักตะกอนไกล่ฝิ่ง เมื่อคำนวณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิ (ตารางที่ 7.2) พบว่าตะกอนแขวนลอยเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกก่อนไปทางใต้ อาจจะบ่งบอกได้ว่ากระแสหน้าสุทธิไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และคลื่นทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนท้องน้ำไกล่ฝิ่งแล้วตะกอนแขวนลอยนี้จะถูกพัดพาออกนอกชายฝั่งในช่วงฤดูกาลนี้

ตารางที่ 7.2 ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องดักตะกอน 2 เครื่อง 2 ระดับ

12 - 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ติดตั้งไกล่ฝิ่ง	ติดตั้งไกล่ฝิ่ง
กระบอกระดับบน	30.87 กรัม / 269 องศา 8.0 กก./ตร.ม./วัน	12.9 กรัม / 267 องศา 3.3 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับล่าง	408.13 กรัม / 207 องศา 105.4 กก./ตร.ม./วัน	30.94 กรัม / 260 องศา 8.0 กก./ตร.ม./วัน

สรุปผลการดำเนินงาน

ข้อมูลจากเครื่องดักตะกอนแขวนลอยพบว่าตะกอนแขวนลอยเกิดจากการที่คลื่นกวนตะกอนท้องน้ำให้ฟุ้งกระจายขึ้นมา ยิ่งไกล่ฝิ่งจะมีตะกอนท้องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมาได้มากขึ้น การเคลื่อนตัวสุทธิถูกพัดพาไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามอิทธิพลของกระแสหน้าเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทำให้ในฤดูกาลนี้การสะสมตะกอนบริเวณด้านหลังเขื่อนมีน้อย แต่ตะกอนจะไปสะสมตัวบริเวณด้านตะวันตกของข้างวัดและด้านข้าง ๆ สะพานวัดมากขึ้นแต่ยังไม่สามารถคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งตามฤดูกาลได้เนื่องจากตรวจวัดตะกอนเพียง 2 ระดับและ 2 จุดเท่านั้น

การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในวันที่ 25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม 2553

วิธีการ

ทำการวางเครื่องดักตะกอนทั้งหมด 4 สถานี ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.3 กิโลเมตร, 0.5 กิโลเมตร, 0.85 กิโลเมตร และ 1.1 กิโลเมตรจากชายฝั่งทะเล โดยมี 1 สถานีติดตั้งอยู่ด้านในเขื่อนสลายกำลังคลื่น และอีก 3 สถานีติดตั้งนอกเขื่อนตั้งแต่ด้านหน้าวัดชุมชนสมุทรवासห่างออกไป (รูปที่ 7.6) วางเครื่องดักตะกอนอยู่เป็นเวลา 10 วัน ระหว่างวันที่ 25 กรกฎาคม ถึง 3 สิงหาคม พ.ศ. 2553

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากตารางที่ ข-10 ภาคผนวก ข แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในแต่ละกระบอกจากแต่ละทิศทาง โดยการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งในครั้งนี้ มีเครื่องดักตะกอนสถานีที่ 3 หายไปก่อนการเก็บกู้ จึงทำให้เหลือข้อมูลตะกอนเพียง 3 สถานี คือสถานีที่ 1 , สถานีที่ 2 และสถานีที่ 4

เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบที่มีความแตกต่างระหว่างสถานีและแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก สถานีที่ 1 เป็นสถานีที่ติดตั้งอยู่ด้านหลังแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่นและเป็นสถานีที่ไหลพื้นน้ำในช่วงน้ำลงต่ำสุด เมื่อทำการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดประมาณ 58 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแป้งรองลงมาประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นได้ทำการคำนวณทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิ พบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนและระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 55 องศาโดยมีอัตราการ



รูปที่ 7.6 จุดติดตั้งเครื่องตักตะกอน จุดที่ 1 - 4 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.3, 0.5, 0.85 และ 1.1 กิโลเมตรตามลำดับ

เคลื่อนตัวประมาณ 1.06 กก./ตร.ม./วันและ 7.75 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ส่วนตะกอนระดับล่างมีทิศทางเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 108 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 15.88 กก./ตร.ม./วัน เมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้วตั้งตารางที่ 7.3 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 90 องศา ในอัตรา 22.46 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้ที่ทำให้เกิดกระแสน้ำเรียบชายฝั่งไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ไปทางปากแม่น้ำเจ้าพระยา) เมื่อไหลเรียบชายฝั่งผ่านมาเจอกับตัวอาณาเขตพื้นที่วัดสมุทรवास (มีแนวหินและกำแพงเขื่อนสลายกำลังคลื่นเป็นแนวกับบัง) ทำให้การไหลของกระแสน้ำเมื่อผ่านเขตกำแพงวัดและกำแพงเขื่อนสลายกำลังคลื่นมาแล้ว มีการเบนของทิศทางกระแสน้ำเข้าไปด้านข้างวัด จึงทำให้การไหลของกระแสน้ำบริเวณนั้นไหลเข้ามาทางตะวันออกเฉียงใต้และตะวันออก และอาจจะยังได้รับอิทธิพลจากตะกอนที่ไหลมากับทางน้ำจากหมู่บ้านร่วมกับตะกอนที่ฟุ้งกระจายขึ้นมาจากการสัญจรทางเรือของชาวบ้านในหมู่บ้านนั้นด้วย

สถานีที่ 2 เป็นสถานีที่อยู่บริเวณหน้าวัดชุมชนสมุทรवास โดยเป็นบริเวณที่อยู่นอกแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่นออกมา เมื่อทำการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดประมาณ 52 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแป้งประมาณ 46 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการคำนวณทิศทางเคลื่อนที่ของตะกอนสุทธิ พบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนมีทิศทางเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 343 องศา โดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 3.18 กก./ตร.ม./วัน ส่วนตะกอนระดับกลางและระดับล่างมีทิศทางเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 215 องศา โดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 19.20 กก./ตร.ม./วันและ 7.81 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ เมื่อคำนวณการเคลื่อนที่สุทธิรวมทั้ง 3 ระดับตั้ง ตารางที่ 7.3 พบว่าตะกอนไหลเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณ 223 องศา ในอัตรา 25.23 กก./ตร.ม./วัน เมื่อเทียบกับสถานีที่ 1 พบว่าสัดส่วนของอนุภาคแต่ละชนิดมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณตะกอนในแต่ละระดับแตกต่างกัน โดยตะกอนระดับบนและระดับกลางของสถานีที่ 2 นั้นมีมากกว่าสถานีที่ 1 อาจจะเป็นผลมาจาก สถานีที่ 1 โผล่พ้นน้ำในช่วงน้ำลงต่ำสุด จึงทำให้การสรุปผล

การเคลื่อนตัวของตะกอนของสถานีที่ 1 นั้นอาจจะไม่ค่อยถูกต้อง แต่สำหรับตะกอนบริเวณท้องน้ำนั้น สถานีด้านในเขื่อนมีการเคลื่อนย้ายมากกว่าด้านหน้าเขื่อน ซึ่งเป็นผลมาจากบริเวณติดตั้งเครื่องตักตะกอนของสถานีที่ 1 เวลาน้ำลงน้ำจะท่วมกระบอกระดับล่างอยู่เล็กน้อยทำให้ตะกอนในช่วงนี้มีความหนาแน่น และรวมกับอิทธิพลของกระแส น้ำที่เบนเข้ามาทำให้การเคลื่อนย้ายมีมากกว่าบริเวณด้านหน้าเขื่อน แต่สำหรับทิศทางการไหลนั้นแตกต่างกัน เนื่องจากจากสถานีที่ 1 มีสิ่งกีดขวางการไหลของกระแสน้ำ

สถานีที่ 4 เป็นสถานีที่อยู่ห่างออกมาจากฝั่งมากที่สุดประมาณ 1.1 กิโลเมตร เมื่อทำการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอนพบว่าสัดส่วนอนุภาคทรายแป้งมีสัดส่วนมากที่สุดประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์และสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวมีสัดส่วนรองลงมาประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายมีสัดส่วนน้อยที่สุดประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคำนวณการเคลื่อนที่ของตะกอนสุทธิ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 310 องศา โดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.58 กก./ตร.ม./วัน ส่วนตะกอนระดับกลางและระดับล่างมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 230 และ 194 องศา โดยมีอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนประมาณ 3.59 กก./ตร.ม./วัน และ 32.74 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ เมื่อคำนวณการเคลื่อนที่สุทธิรวมทั้ง 3 ระดับพบว่าตะกอนไหลเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณ 198 องศา ในอัตรา 35.48 กก./ตร.ม./วัน เมื่อเปรียบเทียบกับสถานีที่ 1 และ 2 พบว่า สัดส่วนของอนุภาคทรายแป้งมีมากกว่าสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียว และทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนมีทิศทางใกล้เคียงกับสถานีที่ 2 แต่ปริมาณตะกอนในแต่ละระดับมีปริมาณน้อยกว่าทุกระดับ

ตารางที่ 7.3 ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องตักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พ.ศ. 2553

	สถานี 1 (0.3 กม.)	สถานี 2 (0.5 กม.)	สถานี 4 (1.1 กม.)
กระบอกระดับบน	5.36 กรัม / 53 องศา 1.06 กก./ตร.ม./วัน	15.42 กรัม / 343 องศา 3.18 กก./ตร.ม./วัน	2.95 กรัม / 309 องศา 0.58 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับกลาง	39.31 กรัม / 58 องศา 7.75 กก./ตร.ม./วัน	97.30 กรัม / 220 องศา 19.20 กก./ตร.ม./วัน	18.21 กรัม / 230 องศา 3.59 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับล่าง	80.50 กรัม / 108 องศา 15.88 กก./ตร.ม./วัน	39.59 กรัม / 192 องศา 7.81 กก./ตร.ม./วัน	165 กรัม / 194 องศา 32.74 กก./ตร.ม./วัน
สุทธิ (กค. 2553)	113.85 กรัม / 91 องศา 22.46 กก./ตร.ม./วัน	127.83 กรัม / 223 องศา 25.23 กก./ตร.ม./วัน	179.81 กรัม / 199 องศา 35.48 กก./ตร.ม./วัน

สรุปผลการดำเนินงาน

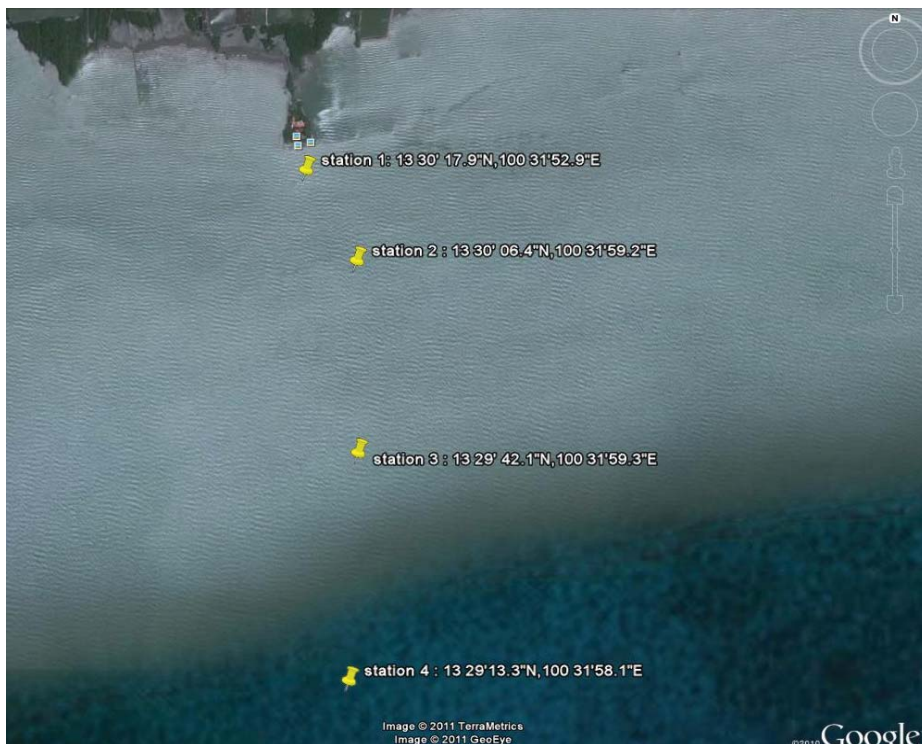
โดยภาพรวมแล้วตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันออก ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ยกเว้นบริเวณด้านหลังเขื่อน ตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เนื่องจากผลของการเลี้ยวเบนของคลื่นและการเบนทิศทางของกระแสน้ำ ซึ่งคาดว่าทำให้ตะกอนมีการเคลื่อนตัวไปสะสมที่บริเวณด้านข้างวัดและบริเวณด้านข้างสะพานของวัดด้านตะวันออก แต่ไม่สามารถบอกอัตราการสะสมตัวของตะกอนได้ และจากการพิจารณาสัดส่วนของอนุภาคตะกอนพบว่าบริเวณใกล้ฝั่งจะมีสัดส่วนของดินเหนียวสูงและรองลงมาเป็นสัดส่วนของอนุภาคทรายแป้ง แต่เมื่อไกลฝั่งออกไปปริมาณสัดส่วนดินเหนียวจะค่อยๆลดลง และสัดส่วนอนุภาคทรายแป้งจะค่อยๆ

เพิ่มขึ้น ส่วนสัดส่วนของอนุภาคทรายนั้นมีสัดส่วนที่น้อยมากในพื้นที่ศึกษา และในการตรวจวัดตะกอนในครั้งนี้ เครื่องดักตะกอนสถานีที่ 3 สูญหายไปก่อนการเก็บกู้ จึงทำให้ข้อมูลการเคลื่อนตัวของตะกอนตามระยะห่างจากฝั่งขาดหาย จึงทำให้การประเมินปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวหน้าตัดของชายฝั่งไม่ค่อยสมบูรณ์

การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในวันที่ 19-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

วิธีการ

วางเครื่องดักตะกอนไว้ที่ท้องน้ำห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.5 กิโลเมตร, 0.95 กิโลเมตร, 1.67 กิโลเมตร และ 2.5 กิโลเมตรจากชายฝั่งทะเล (รูปที่ 7.7) วางเครื่องดักตะกอนอยู่เป็นเวลา 8 วัน ระหว่างวันที่ 19 - 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554



รูปที่ 7.7 จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1, 2, และ 4 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.5 กิโลเมตร, 0.95 กิโลเมตร, 1.67 กิโลเมตร และ 2.5 กิโลเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากตารางที่ ข-11 ภาคผนวก ข แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในแต่ละกระบอกจากแต่ละทิศทาง โดยการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งในครั้งนี้ มีเครื่องดักตะกอนสถานีที่ 4 หายไปก่อนการเก็บกู้ จึงทำให้เหลือข้อมูลตะกอนเพียง 3 สถานี คือสถานีที่ 1 , สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3

เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีค่าความแตกต่างระหว่างสถานีและแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก สถานีที่ 1 เป็นสถานีที่ติดตั้งอยู่ด้านในสุด ติดตั้งอยู่บริเวณหน้าวัดชุมชนสมุทรทราวาสและอยู่นอกแนวเขื่อนสลวยกำลังคลื่น โดยอยู่ห่างจากฝั่งออกมาประมาณ 500 เมตร เมื่อทำการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วน

อนุภาคดินเหนียวประมาณ 49 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแบ่งประมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนและระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 206 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 6.97 กก./ตร.ม./วันและ 7.79 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าช่วงที่ทำการตรวจวัดตะกอนอาจจะมีลมตะวันตกเฉียงใต้พัดแรงเข้ามาทำให้ตะกอนแขวนลอยมีการเคลื่อนที่สุทธิในทิศทางดังกล่าว ส่วนตะกอนระดับล่างยังมีทิศทางตามทางทิศของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออยู่โดยมีทิศทางประมาณ 53 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 30.07 กก./ตร.ม./วันซึ่ง และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.4 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 63 องศา ในอัตรา 16.58 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่ยังมีอิทธิพลอยู่ในช่วงนี้ และสถานีที่ 1 นี้เป็นจุดที่อยู่ใกล้ฝั่งอิทธิพลของคลื่นจึงทำให้การฟุ้งกระจายของตะกอนท้องน้ำมีมากกว่าสถานีที่ห่างฝั่งออกไป

สถานีที่ 2 ติดตั้งอยู่ห่างออกมาจากฝั่งประมาณ 1 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่า สัดส่วนอนุภาคทรายแบ่งมีมากที่สุดประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ และ สัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนและระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 279 และ 263 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 2.91 กก./ตร.ม./วันและ 8.71 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าช่วงที่ทำการตรวจวัดตะกอนอาจจะมีลมตะวันตกเฉียงใต้พัดแรงเข้ามาทำให้ตะกอนแขวนลอยมีการเคลื่อนที่สุทธิในทิศทางดังกล่าว ส่วนตะกอนระดับล่างมีทิศทางเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 117 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 61.48 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้กระแสน้ำที่ท้องน้ำยังมีทิศทางไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้อยู่ และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.4 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 124 องศา ในอัตรา 51.81 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่ยังมีอิทธิพลอยู่ในช่วงนี้

สถานีที่ 3 ติดตั้งอยู่บริเวณห่างจากฝั่งประมาณ 1.67 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่า สัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแบ่งประมาณ 47 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนและระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 231 และ 213 องศา โดยอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.96 กก./ตร.ม./วัน และ 2.72 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าช่วงที่ทำการตรวจวัดตะกอนอาจจะมีลมตะวันตกเฉียงใต้พัดแรงเข้ามาทำให้ตะกอนแขวนลอยมีการเคลื่อนที่สุทธิในทิศทางดังกล่าว ส่วนตะกอนระดับล่างมีทิศทางเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 38 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 10.15 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้กระแสน้ำที่ท้องน้ำยังมีทิศทางไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้อยู่ และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.4 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 38 องศา ในอัตรา 6.49 กก./ตร.ม./วัน และสัดส่วนของอนุภาคตะกอนสถานีที่ 3 มีสัดส่วนใกล้เคียงกับสถานีที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำกับสถานีที่ 1 และสถานีที่ 2 พบว่าปริมาณตะกอนมีน้อยกว่าทั้งสองสถานีในทุกะดับ ซึ่งสถานีนี้ได้รับอิทธิพลจากคลื่นน้อยกว่าสถานีอื่น ทำให้การฟุ้งของตะกอนจึงมีน้อยกว่าสถานีใกล้เคียง

ตารางที่ 7.4 ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องดักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 19-27 กุมภาพันธ์ 2554

	สถานี 1 (0.5 กม.)	สถานี 2 (0.95 กม.)	สถานี 3 (1.67 กม.)
กระบอกระดับบน	28.29 กรัม / 209 องศา 6.97 กก./ตร.ม./วัน	11.81 กรัม / 280 องศา 2.91 กก./ตร.ม./วัน	3.92 กรัม / 231 องศา 0.97 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับกลาง	31.60 กรัม / 204 องศา 7.79 กก./ตร.ม./วัน	35.29 กรัม / 263 องศา 8.71 กก./ตร.ม./วัน	11.02 กรัม / 213 องศา 2.72 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับล่าง	121.89 กรัม / 53 องศา 30.07 กก./ตร.ม./วัน	249.25 กรัม / 117 องศา 61.48 กก./ตร.ม./วัน	41.15 กรัม / 38 องศา 10.15 กก./ตร.ม./วัน
สุทธิ (กพ. 2554)	67.21 กรัม / 63 องศา 16.57 กก./ตร.ม./วัน	210.03 กรัม / 124 องศา 51.81 กก./ตร.ม./วัน	26.34 กรัม / 38 องศา 6.49 กก./ตร.ม./วัน

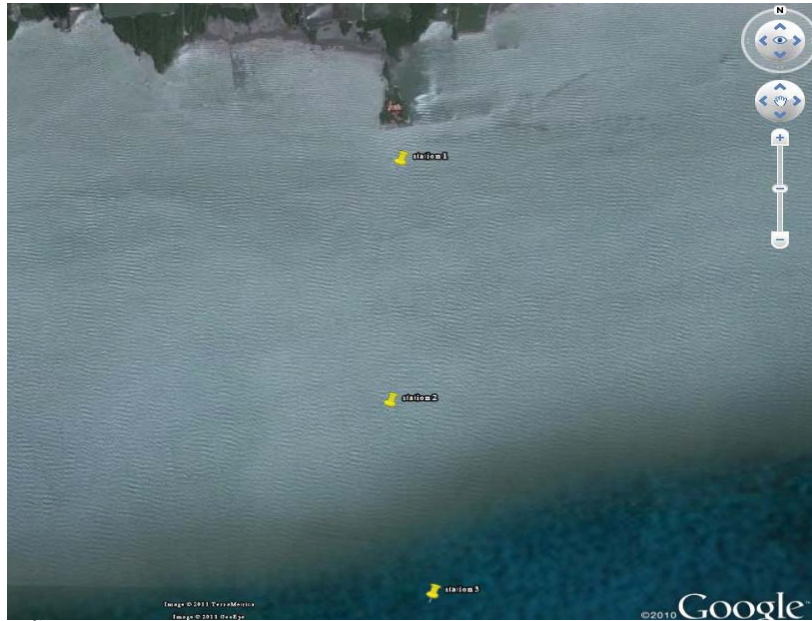
สรุปผลการดำเนินงาน

จากการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยพบว่าตะกอนสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อาจเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้พัดแรงเข้ามาในช่วงการตรวจวัด ทำให้กระแสน้ำระดับบนมีการไหลไปในทิศทางดังกล่าว ส่วนการเคลื่อนตัวของตะกอนที่องน้ำพบว่าตะกอนสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้กระแสน้ำที่องน้ำยังมีทิศทางไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้อยู่ และจากการพิจารณาสัดส่วนของอนุภาคตะกอนพบว่ามีส่วนของดินเหนียวและสัดส่วนของอนุภาคทรายแบ่งมีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนสัดส่วนของอนุภาคทรายนั้นมีส่วนที่น้อยมากในพื้นที่ศึกษา และในการตรวจวัดตะกอนในครั้งนี้ เครื่องดักตะกอนสถานีที่ 4 สูญหายไปก่อนการเก็บกู้ จึงทำให้ข้อมูลการเคลื่อนตัวของตะกอนตามระยะห่างจากฝั่งขาดหาย จึงทำให้การประเมินปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวหน้าตัดของชายฝั่งไม่ค่อยสมบูรณ์

การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนที่องน้ำด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในวันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ.2554

วิธีการ

วางเครื่องดักตะกอนไว้ที่ตอไม้ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.56 กิโลเมตร, 1.67 กิโลเมตร, และ 2.50 กิโลเมตร จากชายฝั่งทะเล (รูปที่ 7.8) วางเครื่องดักตะกอนอยู่เป็นเวลา 8 วัน ระหว่างวันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ.2554



รูปที่ 7.8 จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1-3 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.56, 1.67 และ 2.5 กิโลเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากตารางที่ ข-12 ภาคผนวก ข แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในแต่ละกระบอกจากแต่ละทิศทาง เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบที่มีความแตกต่างระหว่างสถานีและแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก สถานีที่ 1 เป็นสถานที่ติดตั้งอยู่ด้านในสุด ติดตั้งอยู่บริเวณหน้าวัดชุมชนสมุทรทราวาสและอยู่นอกแนวเขื่อนสายกำลังคลื่น โดยอยู่ห่างจากฝั่งออกมาประมาณ 500 เมตร เมื่อทำการวิเคราะห์หิขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแป้งประมาณ 69 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 335 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 2.65 กก./ตร.ม./วันและตะกอนระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 162 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 4.07 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ส่วนตะกอนระดับล่างมีทิศทางเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 50 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 27.93 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่า การเคลื่อนตัวของตะกอนระดับบนและระดับกลางอาจจะเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ที่พัดเข้ามาในช่วงนี้ ส่วนการเคลื่อนตัวของตะกอนระดับล่างนั้น ไม่ทราบแน่ชัด แต่ที่คาดเดานั้น คิดว่าช่วงนี้มีการปล่อยน้ำจากวังหอยออกมามาก ลมสุ่คลงซึ่งมีทิศทางใกล้เคียงกับทิศทางที่ตะกอนเคลื่อนตัวเข้ามา และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.5 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 52 องศา ในอัตรา 27.16 กก./ตร.ม./วัน น่าจะมีเหตุผลตามที่กล่าวมา

สถานีที่ 2 ติดตั้งอยู่ห่างออกมาจากฝั่งประมาณ 1.6 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคทรายแป้งมีมากที่สุดประมาณ 58 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 39 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 259 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.25 กก./ตร.ม./วัน และตะกอนระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทาง

ทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 341 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 1.04 กก./ตร.ม./วัน ส่วนตะกอนระดับล่างมีทิศทางการเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 147 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 8.7 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว **ดังตารางที่ 7.5** พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 147 องศา ในอัตรา 7.87 กก./ตร.ม./วัน

สถานีที่ 3 ติดตั้งอยู่บริเวณห่างจากฝั่งประมาณ 2.5 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่า มีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 34 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแป้งประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนและระดับล่างมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศใต้ประมาณ 183 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.14 กก./ตร.ม./วัน และ 8.02 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ส่วนตะกอนระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 110 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.59 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่า การเคลื่อนตัวของตะกอนระดับบนและระดับล่างเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ ส่วนตะกอนระดับกลางยังไม่ทราบแน่ชัดเกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของตะกอน เนื่องจากมีทิศทางการเคลื่อนตัวต่างออกไป และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว **ดังตารางที่ 7.5** พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศใต้ประมาณ 180 องศา ในอัตรา 8.34 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ที่ยังมีอิทธิพลในช่วงนี้ และสัดส่วนของอนุภาคตะกอนสถานีที่ 3 มีสัดส่วนใกล้เคียงกับสถานีที่ 1 และสถานีที่ 2 แต่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำน้อยกว่าทั้งสองสถานีในทุกๆระดับ เพราะว่าสถานีนี้ได้รับอิทธิพลจากคลื่นน้อยกว่าสถานีอื่น ทำให้การฟุ้งของตะกอนจึงมีน้อยกว่าสถานีใกล้เคียง

ตารางที่ 7.5 ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องตักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม 2554

	สถานี 1 (0.56 กม.)	สถานี 2 (1.67 กม.)	สถานี 3 (2.5 กม.)
กระบอกระดับบน	10.74 กรัม / 336 องศา 2.65 กก./ตร.ม./วัน	1.02 กรัม / 259 องศา 0.25 กก./ตร.ม./วัน	0.59 กรัม / 184 องศา 0.15 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับกลาง	16.49 กรัม / 162 องศา 4.07 กก./ตร.ม./วัน	4.22 กรัม / 341 องศา 1.04 กก./ตร.ม./วัน	2.4 กรัม / 110 องศา 0.59 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับล่าง	113.23 กรัม / 49.51 องศา 27.93 กก./ตร.ม./วัน	35.26 กรัม / 147 องศา 8.7 กก./ตร.ม./วัน	32.49 กรัม / 184 องศา 8.01 กก./ตร.ม./วัน
สุทธิ (เม.ย. 2554)	110.12 กรัม / 52 องศา 27.16 กก./ตร.ม./วัน	31.92 กรัม / 146 องศา 7.87 กก./ตร.ม./วัน	33.83 กรัม / 180 องศา 8.35 กก./ตร.ม./วัน

สรุปผลและแผนการดำเนินงานขั้นต่อไป

จากการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในช่วงนี้พบว่าตะกอนสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ คาดว่าเนื่องมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ โดยมีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทรายแป้งเป็นส่วนใหญ่ และเนื่องจากช่วงนี้คลื่นไม่รุนแรงมากทำให้การฟุ้งกระจายของอนุภาคขนาดใหญ่ขึ้นมาในมวลน้ำน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่ฟุ้งกระจายอยู่ในมวลน้ำ

การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในวันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554

วิธีการ

วางเครื่องดักตะกอนไว้ที่ท้องน้ำห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.56 กิโลเมตร, 0.95 กิโลเมตร, 1.53 กิโลเมตร และ 2.25 กิโลเมตรจากชายฝั่งทะเล (รูปที่ 7.9) วางเครื่องดักตะกอนอยู่เป็นเวลา 7 วัน ระหว่างวันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554



รูปที่ 7.9 จุดติดตั้งเครื่องดักตะกอน จุดที่ 1-4 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.56, 0.95, 1.53 และ 2.25 กิโลเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากตารางที่ ข-13 ภาคผนวก ข แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในแต่ละกระบอกจากแต่ละทิศทาง โดยการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งในครั้งนี้ มีเครื่องดักตะกอนสถานีที่ 1 หายไปก่อนการเก็บกู้ จึงทำให้เหลือข้อมูลตะกอนเพียง 3 สถานี คือสถานีที่ 2 , สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4

เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามี ความแตกต่างระหว่างสถานีและแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก สถานีที่ 2 เป็นสถานีที่ติดตั้งอยู่บริเวณหน้าวัดชุมชนสมุทรทราวาส โดยอยู่ห่างจากฝั่งออกไปประมาณ 1 กิโลเมตร เมื่อทำการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 31 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแป้งประมาณ 67 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทาง

ของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 216 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.46 กก./ตร.ม./วัน และระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 151 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 1.06 กก./ตร.ม./วัน ส่วนตะกอนระดับล่างมีทิศทางการเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 166 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 7.79 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจวัดในฤดูเดียวกันกับการตรวจวัดครั้งที่ 2 ซึ่งจุดติดตั้งสถานีที่ 2 นี้อยู่ตำแหน่งใกล้เคียงกับสถานีที่ 4 ของการตรวจวัดครั้งที่ 2 และพบว่า การตรวจวัดครั้งนี้มีทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนที่มีการเคลื่อนที่เข้ามาทางด้านตะวันออกเฉียงใต้มากขึ้น ทำให้การเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิเคลื่อนที่เข้ามาทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ จากการพิจารณาคาดว่าเป็นได้รับอิทธิพลมาจากตะกอนและกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.6 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 167 องศา ในอัตรา 9.00 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่า เป็นไปตามเหตุผลที่กล่าวมานี้

สถานีที่ 3 ติดตั้งอยู่ห่างออกมาจากฝั่งประมาณ 1.5 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคทรายแป้งมีมากที่สุดประมาณ 52 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 47 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนและระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 167 องศา โดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.09 กก./ตร.ม./วัน และ 0.57 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าได้รับอิทธิพลมาจากตะกอนและกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลเข้ามาทางด้านตะวันออกเฉียงใต้เช่นกัน นอกเหนือจากลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ แต่สำหรับตะกอนระดับล่างมีทิศทางการเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 240 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 18.33 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งมีทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนที่ต่างจากสถานีที่ 2 และสถานีที่ 4 ซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้ที่ทำให้กระแสน้ำที่ท้องน้ำยังมีทิศทางไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้อยู่ แต่อาจจะคาดเดาได้ว่าบริเวณท้องน้ำใกล้กับสถานีนี้ มีสิ่งกีดขวางทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ทำให้ได้รับอิทธิพลจากปากแม่น้ำน้อยกว่าสถานีอื่น และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.6 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 238 องศา ในอัตรา 18.53 กก./ตร.ม./วัน

สถานีที่ 4 ติดตั้งอยู่บริเวณห่างจากฝั่งประมาณ 2.25 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 52 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแป้ง 43 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทราย 4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนและระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 105 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.24 กก./ตร.ม./วัน และ 1.37 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ซึ่งคาดว่า ช่วงที่ทำการตรวจวัดตะกอนได้รับอิทธิพลมาจากตะกอนและกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลเข้ามาทางด้านตะวันออกเฉียงใต้มากขึ้น ส่วนตะกอนระดับล่างมีทิศทางการเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศใต้ประมาณ 182 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 27.64 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้ที่ทำให้กระแสน้ำที่ท้องน้ำยังมีทิศทางไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือพอๆกับที่ได้รับอิทธิพลจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.6 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศใต้ประมาณ 178 องศา ในอัตรา 28.05 กก./ตร.ม./วัน และหากพิจารณาสัดส่วนของอนุภาคตะกอนสถานีที่ 4 มีสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียวมากขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นอนุภาคดินเหนียวที่มาจากปากแม่น้ำ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำกับสถานีที่ 2 พบว่าปริมาณตะกอนมีปริมาณใกล้เคียงกันในทุกๆระดับ ซึ่งอาจจะพอสรุปคร่าวๆว่าสถานีที่อยู่ห่างจากฝั่งออกมามากนั้น การได้รับอิทธิพลจากคลื่นที่กวาดเอาตะกอนฟุ้งขึ้นมาจะน้อยกว่าสถานีที่อยู่ใกล้ฝั่ง แต่จะได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำและตะกอนจากปากแม่น้ำที่เข้ามาทางด้านตะวันออกเฉียงใต้มากกว่าสถานีใกล้ฝั่ง

ตารางที่ 7.6 ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องดักตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554

	สถานี 2 (0.5 กม.)	สถานี 3 (0.95 กม.)	สถานี 4 (1.67 กม.)
กระบอกระดับบน	1.6 กรัม / 215 องศา 0.45 กก./ตร.ม./วัน	0.33 กรัม / 167 องศา 0.09 กก./ตร.ม./วัน	0.88 กรัม / 107 องศา 0.25 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับกลาง	31.60 กรัม / 204 องศา 7.79 กก./ตร.ม./วัน	2.03 กรัม / 167 องศา 0.57 กก./ตร.ม./วัน	4.86 กรัม / 104 องศา 1.37 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับล่าง	3.78 กรัม / 151 องศา 1.06 กก./ตร.ม./วัน	65 กรัม / 240 องศา 18.32 กก./ตร.ม./วัน	98.06 กรัม / 182 องศา 27.64 กก./ตร.ม./วัน
สุทธิ (สค. 2554)	27.64 กรัม / 166 องศา 7.79 กก./ตร.ม./วัน	65.73 กรัม / 238 องศา 18.53 กก./ตร.ม./วัน	99.5 กรัม / 178 องศา 28.05 กก./ตร.ม./วัน

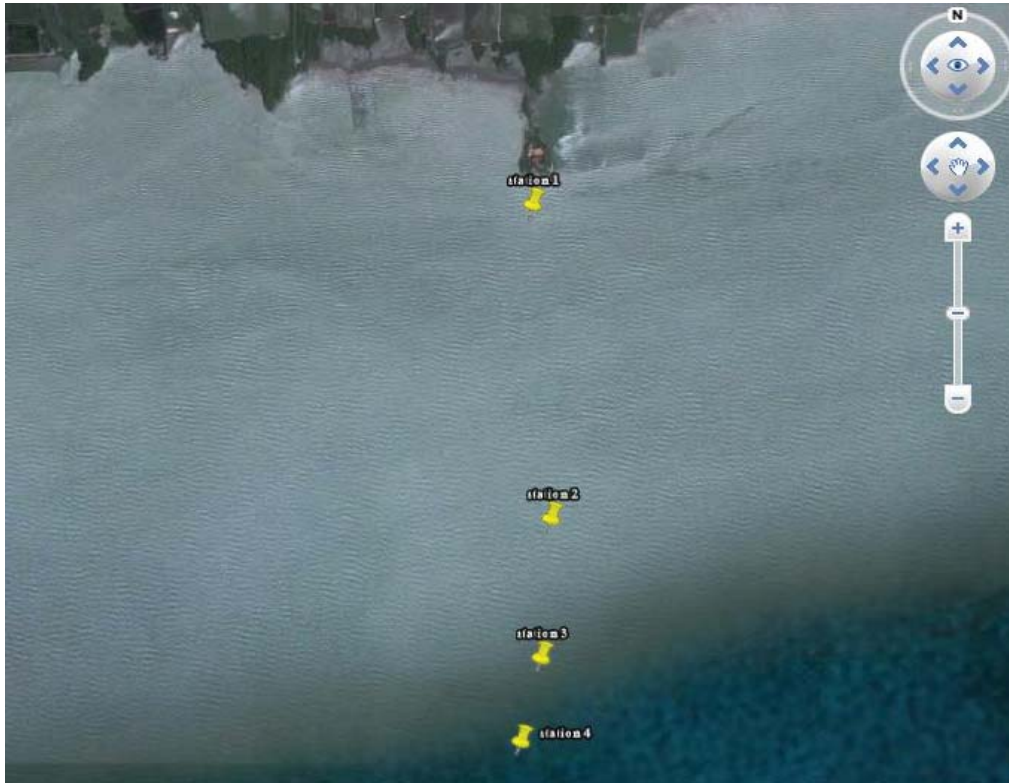
สรุปผล

จากการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในช่วงนี้พบว่าภาพรวมแล้วทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ไปทางตะวันตกเฉียงเหนือเนื่องด้วยอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนท้องน้ำจะมีแนวโน้มการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ คาดว่าเป็นผลมาจากอิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงและจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนปริมาณตะกอนในแต่ละระดับพบว่าตะกอนระดับบนจะน้อยกว่าตะกอนระดับล่างเสมอ โดยแต่ละสถานีมีสัดส่วนอนุภาคทรายแบ่งเป็นส่วนใหญ่รองลงมาเป็นอนุภาคดินเหนียวแต่ยกเว้นสถานีที่ 4 (ห่างจากฝั่ง 2.25 กม.) มีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวมากกว่า ซึ่งคาดว่าสัดส่วนดินเหนียวที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากตะกอนจากปากแม่น้ำ

การตรวจวัดปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำด้วยเครื่องดักตะกอนในบริเวณชายฝั่งในวันที่ 14-21 ตุลาคม พ.ศ. 2554

วิธีการ

วางเครื่องดักตะกอนไว้ที่ท้องน้ำห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.5 กิโลเมตร, 1.5 กิโลเมตร 2.17 กิโลเมตร และ 2.4 กิโลเมตรจากชายฝั่งทะเล (รูปที่ 7.10) วางเครื่องดักตะกอนอยู่เป็นเวลา 7 วัน ระหว่างวันที่ 14 - 21 ตุลาคม พ.ศ. 2554



รูปที่ 7.10 จุดติดตั้งเครื่องตักตะกอน จุดที่ 1-4 ห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.5, 1.5, 2.17 และ 2.4 กิโลเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากตารางที่ ข-14 ภาคผนวก ข แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในแต่ละกระบอกจากแต่ละทิศทาง โดยการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งในครั้งนี้ มีเครื่องตักตะกอนสถานีที่ 2 หายไปก่อนการเก็บกู้ จึงทำให้เหลือข้อมูลตะกอนเพียง 3 สถานี คือสถานีที่ 1 , สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4

เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีความแตกต่างระหว่างสถานีและแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก สถานีที่ 1 เป็นสถานีที่ติดตั้งอยู่ด้านในสุด ติดตั้งอยู่บริเวณหน้าวัดขุนสมุทรราวาสและอยู่นอกแนวเขื่อนสลายกำลังคลื่น โดยอยู่ห่างจากฝั่งออกมาประมาณ 500 เมตร เมื่อทำการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 39 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแป้งประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบนมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 157 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.04 กก./ตร.ม./วันและตะกอนระดับกลางมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 202 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.87 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งคาดว่าช่วงที่ทำการตรวจวัดตะกอนในช่วงนี้มีทิศทางของลมผันผวน ทำให้การเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอยสุทธิในระดับบนและระดับกลางมีทิศทางต่างกันก็อาจจะเป็นผลมาจากลมใต้และลมตะวันออกเฉียงใต้แรงเข้ามา ส่วนตะกอนระดับล่างมีทิศทางเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 22 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 37.71 กก./ตร.ม./วันซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากอิทธิพลของตะวันออกเฉียงเหนือที่มีอิทธิพลมากในช่วงนี้ทำให้กระแสน้ำที่ท่อน้ำยังมีทิศทางไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้อยู่ และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.7 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 22 องศา ในอัตรา 36.82 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งเป็นผลมาจาก

อิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่เข้ามาอิทธิพลในเดือนนี้ และสถานีที่ 1 นี้เป็นจุดที่อยู่ใกล้ฝั่งอิทธิพลของคลื่น จึงทำให้การฟุ้งกระจายของตะกอนท้องน้ำมีมากกว่าสถานีที่ห่างฝั่งออกไป

สถานีที่ 3 ติดตั้งอยู่ห่างออกมาจากฝั่งประมาณ 2 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคทรายแป้งมีมากที่สุดประมาณ 64 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทรายประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบน ระดับกลางและระดับล่างมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 38 องศา มีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.04 กก./ตร.ม./วัน, 0.23 กก./ตร.ม./วัน และ 16.12 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าช่วงที่ทำการตรวจวัดตะกอนได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออกเฉียงเหนือที่เริ่มพัดแรงเข้ามาพร้อมกับอิทธิพลของกระแสน้ำและตะกอนที่ไหลมาจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.7 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 39 องศา ในอัตรา 16.39 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือและอิทธิพลจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา

สถานีที่ 4 ติดตั้งอยู่บริเวณห่างจากฝั่งประมาณ 2.4 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนอนุภาคทรายแป้ง 66 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนอนุภาคทราย 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณทิศทางของตะกอนสุทธิพบว่าเปลี่ยนแปลงตามระดับชั้น โดยตะกอนระดับบน ระดับกลางและระดับล่างมีทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 83, 80 และ 66 องศาโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.16 กก./ตร.ม./วัน, 0.09 กก./ตร.ม./วัน และ 11.27 กก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าช่วงที่ทำการตรวจวัดตะกอนได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออกเฉียงเหนือที่เริ่มพัดแรงเข้ามาพร้อมกับอิทธิพลของกระแสน้ำและตะกอนที่ไหลมาจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา และเมื่อเฉลี่ยข้อมูลทั้ง 3 ระดับแล้ว ดังตารางที่ 7.7 พบว่าตะกอนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 65 องศา ในอัตรา 11.41 กก./ตร.ม./วัน ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่เข้ามาอิทธิพลมากในช่วงนี้ และสัดส่วนของอนุภาคตะกอนสถานีที่ 4 มีสัดส่วนใกล้เคียงกับสถานีที่ 3 แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำกับสถานีที่ 1 พบว่าปริมาณตะกอนมีน้อยกว่าในทุกๆระดับ แต่มีปริมาณใกล้เคียงกับสถานีที่ 3 ซึ่งสถานีที่ 3 และสถานีที่ 4 นี้ได้รับอิทธิพลจากคลื่นน้อยกว่าสถานีด้านใน ทำให้การฟุ้งของตะกอนจึงมีน้อยกว่าสถานีใกล้ฝั่ง

ตารางที่ 7.7 ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิจากเครื่องวัดตะกอน 3 เครื่อง 3 ระดับ รวมทั้งสรุปข้อมูลจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 14-21 ตุลาคม 2554

	สถานี 1 (0.5 กม.)	สถานี 3 (2.17 กม.)	สถานี 4 (2.40 กม.)
กระบอกระดับบน	0.15 กรัม / 157 องศา 0.04 กก./ตร.ม./วัน	0.13 กรัม / 33 องศา 0.03 กก./ตร.ม./วัน	0.58 กรัม / 83 องศา 0.16 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับกลาง	3.09 กรัม / 202 องศา 0.87 กก./ตร.ม./วัน	0.82 กรัม / 42 องศา 0.23 กก./ตร.ม./วัน	0.34 กรัม / 80 องศา 0.09 กก./ตร.ม./วัน
กระบอกระดับล่าง	133.78 กรัม / 22 องศา 37.71 กก./ตร.ม./วัน	57.19 กรัม / 39 องศา 16.12 กก./ตร.ม./วัน	39.98 กรัม / 66 องศา 11.27 กก./ตร.ม./วัน
สุทธิ (ตค. 2554)	131 กรัม / 22 องศา 36.82 กก./ตร.ม./วัน	58.14 กรัม / 39 องศา 16.39 กก./ตร.ม./วัน	40.48 กรัม / 65 องศา 11.41 กก./ตร.ม./วัน

สรุปผลการดำเนินงาน

จากการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมพบว่า ตะกอนสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้คาดว่าเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดแรงเข้ามาในช่วงนี้ ร่วมกับกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาร่วมด้วย โดยมีสัดส่วนอนุภาคอนุภาคทรายแบ่งเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นอนุภาคดินเหนียว ส่วนสัดส่วนอนุภาคทรายมีน้อยมากในบริเวณนี้

สรุปผลและวิจารณ์ผลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง

การตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในโครงการนี้ได้ทำการตรวจวัดทั้งหมด 6 ครั้งโดยครอบคลุมทั้งฤดูมรสุมและช่วงเปลี่ยนฤดู โดยจะขอสรุปรวมเป็นในแต่ละฤดูกาลทั้ง 4 ช่วงดังนี้

ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ทำการตรวจวัดด้วยกัน 2 ครั้ง คือครั้งแรกในระหว่างวันที่ 12-18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 และครั้งที่สองระหว่างวันที่ 19-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 โดยในครั้งแรกทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 2 สถานี ที่ 2 ระดับ พบว่าตะกอนแขวนลอยเกิดจากการที่คลื่นกวนตะกอนท้องน้ำให้ฟุ้งกระจายขึ้นมา ยิ่งใกล้ฝั่งจะมีตะกอนท้องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมาได้มากขึ้น การเคลื่อนตัวสุทธิถูกพัดพาไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามอิทธิพลของกระแสน้ำเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสัดส่วนอนุภาคตะกอนส่วนใหญ่เป็นอนุภาคทราย แบ่งรองลงมาเป็นอนุภาคดินเหนียว ส่วนอนุภาคทรายมีอยู่น้อย ส่วนการตรวจวัดครั้งที่สองได้ทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 4 สถานี ที่ 3 ระดับ พบว่าการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากช่วงเวลาตรวจวัดครั้งที่ 2 นี้ทิศทางลมเริ่มมีการเปลี่ยนทิศทางโดยอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้เริ่มพัดแรงเข้ามาในช่วงการตรวจวัด ทำให้กระแสน้ำระดับบนมีการไหลไปในทิศทางดังกล่าว ส่วนการเคลื่อนตัวของตะกอนท้องน้ำพบว่าตะกอนสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งคาดว่ายังเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้กระแสน้ำที่ท้องน้ำยังมีทิศทางไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้โดยมีสัดส่วนของอนุภาคตะกอนดินเหนียวและสัดส่วนของอนุภาคทรายแบ่งเป็นส่วนใหญ่ ส่วนสัดส่วนของอนุภาคทรายนั้นมีสัดส่วนที่น้อยมากในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจากการเคลื่อนตัวของตะกอนในช่วงนี้ทำให้พอทราบว่ามี การเคลื่อนตัวของตะกอนเข้าไปสะสมตัวบริเวณด้านหลังเขื่อนน้อย โดยตะกอนจะไปสะสมตัวบริเวณด้านข้างวัดและด้านข้างสะพานวัดทางด้านตะวันตกมากกว่า

ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ได้ทำการตรวจวัดด้วยกัน 2 ครั้ง คือครั้งแรกในระหว่างวันที่ 25 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พ.ศ. 2553 และครั้งที่สองระหว่างวันที่ 7-14 สิงหาคม พ.ศ. 2554 โดยในครั้งแรกทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 4 สถานี ที่ 3 ระดับ พบว่าตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันออก และจากการพิจารณาสัดส่วนของอนุภาคตะกอนพบว่าบริเวณใกล้ฝั่งจะมีสัดส่วนของดินเหนียวสูงและรองลงมาเป็นส่วนอนุภาคทรายแบ่ง แต่เมื่อไกลฝั่งออกไปปริมาณสัดส่วนดินเหนียวจะค่อยๆลดลง และสัดส่วนอนุภาคทรายแบ่งจะค่อยๆเพิ่มขึ้น ส่วนสัดส่วนของอนุภาคทรายนั้นมีสัดส่วนที่น้อยมากในพื้นที่ศึกษา สำหรับการตรวจวัดครั้งที่ 2 ทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 4 สถานี ที่ 3 ระดับ จากการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในช่วงนี้พบว่าภาพรวมแล้วทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ไปทางตะวันตกเฉียงเหนือซึ่งต่างจากการทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนในการตรวจวัดครั้งแรก เนื่องด้วยอิทธิพลจากตะกอนและกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่เข้ามาทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนท้องน้ำจะมีแนวโน้มการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมที่พัดมาจากทางทิศใต้ ส่วนปริมาณตะกอนในแต่ละระดับพบว่าตะกอนระดับบนจะน้อยกว่าตะกอนระดับล่างเสมอ โดยแต่ละสถานีมีสัดส่วนอนุภาคตะกอนใกล้เคียงกับการตรวจวัดครั้งแรก ซึ่งจากการเคลื่อนที่ของ

ตะกอนในการตรวจวัดทั้งสองครั้งในช่วงฤดูนี้ พอทำให้ทราบว่ามีการเคลื่อนตัวของตะกอนเข้าไปสะสมตัวบริเวณด้านหลังเขื่อนมากขึ้นโดยจะเคลื่อนตัวไปสะสมที่บริเวณด้านข้างวัดและบริเวณด้านข้างสะพานของวัดทางด้านตะวันออก

ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 1 ได้ทำการตรวจวัด 1 ครั้ง ในระหว่างวันที่ 26 เมษายน – 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 โดยทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 3 สถานี ที่ 3 ระดับพบว่า การเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ เนื่องมาจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ จากการพิจารณาสัดส่วนอนุภาคตะกอนพบว่ามีสัดส่วนอนุภาคทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่ ส่วนอนุภาคตะกอนทรายมีน้อยมาก ซึ่งจากการเคลื่อนที่ของตะกอนในการตรวจวัดในช่วงฤดูนี้ พอทำให้ทราบว่ามีการเคลื่อนตัวของตะกอนเข้าไปสะสมตัวบริเวณด้านหลังเขื่อนมากขึ้นโดยจะเคลื่อนตัวไปสะสมที่บริเวณด้านข้างวัดและบริเวณด้านข้างสะพานของวัดทางด้านตะวันออกรวมถึงบริเวณใกล้ๆกับแนวป่าชายเลนฝั่งตะวันออกด้วย

ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 2 ได้ทำการตรวจวัด 1 ครั้ง ในระหว่างวันที่ 14 -21 ตุลาคม พ.ศ. 2554 โดยทำการติดตั้งเครื่องดักตะกอน 4 สถานี ที่ 3 ระดับ พบว่าการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำในช่วงเปลี่ยนฤดูนี้ มีการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดแรงเข้ามาในช่วงนี้ ร่วมกับอิทธิพลจากตะกอนและกระแสน้ำจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาร่วมด้วย โดยมีสัดส่วนอนุภาคอนุภาคทรายแป้งเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นอนุภาคดินเหนียว ส่วนสัดส่วนอนุภาคทรายมีน้อยมากในบริเวณนี้ ซึ่งจากการเคลื่อนตัวของตะกอนในช่วงนี้ทำให้พอทราบว่า มีการเคลื่อนตัวของตะกอนเข้าไปสะสมตัวบริเวณเดียวกับช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

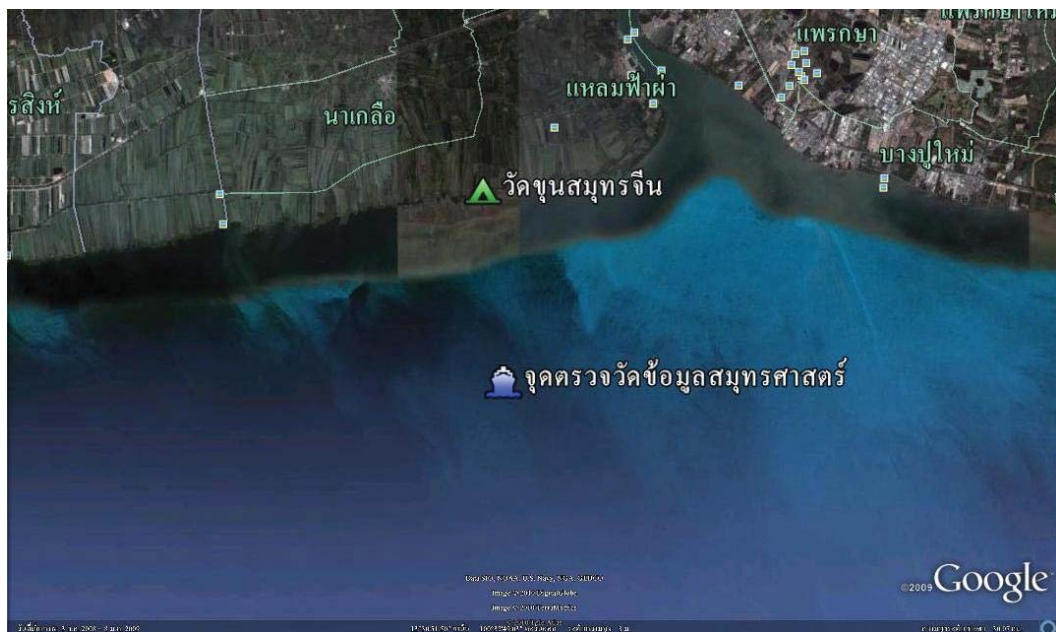
เอกสารอ้างอิง

- Dyer KR. 1986. Coastal and estuarine sediment dynamics. John Wiley; Chichester
- McManus J. 1988. Grain size determination and interpretation. In Techniques in Sedimentology, Tucker M (ed.). Blackwell: Oxford; 63–85.
- Mudroch, A., & Bourbonniere, R.A. (2000). Sediment preservation, processing, and storage. In Mudroch, A., & MacKnight, S.D. (Ed.), *CRC Handbook of Techniques for Aquatic Sediments Sampling*. (pp. 131-169)

บทที่ 8
การตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์
โดย
ผศ.ดร.ปราโมทย์ โสจิศุภร

วิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์

การตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์เป็นการตรวจวัดการไหลของน้ำ การแพร่กระจายของความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำทะเล ระดับน้ำทะเล ตะกอนแขวนลอย และความเร็วและทิศทางลมเป็นรายชั่วโมงรวมทั้ง 25 ชั่วโมง ทำการตรวจวัดในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ วันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 และช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 บริเวณชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีนที่พิกัดโดยประมาณ $13^{\circ}30'20.88''$ องศาเหนือ $100^{\circ}31'57.36''$ องศาตะวันออก (รูปที่ 8.1) ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตรงกับการติดตั้งเครื่องดักตะกอนแขวนลอย (ระหว่างวันที่ 12 – 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553) ใช้เรือประมงอวนรุนขนาดความยาวประมาณ 30 เมตรในการออกสำรวจ วิธีการสำรวจเป็นไปตามวิธีการของ Kjerfve (1979)



รูปที่ 8.1 จุดตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ ห่างจากชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีนประมาณ 6 กิโลเมตร

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์

- Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP, รูปที่ 8.2) ใช้สำหรับตรวจวัดข้อมูลกระแสน้ำเฉลี่ยทุก 15 นาที ตลอด 25 ชั่วโมง ติดตั้งเครื่อง ADCP ไว้ที่ท้องน้ำ เครื่องมือจะทำการเก็บข้อมูลกระแสน้ำโดยแบ่งเป็นระดับความลึก โดยระดับความลึกชั้นแรกจะเริ่มที่ 2 เมตรจากตัวเครื่องและระดับถัดไปจะวัดทุก 1 เมตร
- Echo Sounder ใช้วัดความลึกน้ำเป็นรายชั่วโมงก่อนการใช้เครื่อง YSI Multi-Probe เพื่อกระยะไม่ให้เซนเซอร์ลงลึกถึงชั้นตะกอนท้องน้ำ
- เครื่องวัดความเร็วลมใช้สำหรับวัดความเร็วลมทุก 1 ชั่วโมง โดยเป็นค่าเฉลี่ย 13 วินาที
- เข็มทิศ ใช้วัดทิศทางลมทุก 1 ชั่วโมงพร้อมกับการวัดความเร็วลม
- YSI Multi-Probe ใช้สำหรับตรวจวัดข้อมูลการแพร่กระจายของความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำทะเล ทุก 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 25 ชั่วโมงโดยทำการตรวจวัดที่ 0.5 เมตร และทุก 1 เมตร จากผิวน้ำทะเล
- กระจบอกเก็บน้ำ ใช้สำหรับเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย



ADCP (RD Workhorse Sentinel)



Multi-probe (YSI model 6000)



Depth-sounder (Hondex)



Wind-meter (Skymate)

รูปที่ 8.2 เครื่องมือสำรวจทางสมุทรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลกระแสน้ำ โหลดข้อมูลจากเครื่อง ADCP และนำมาแปลงให้อยู่ในรูปของโปรแกรม Microsoft Excel แสดง ความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำ ความความลึกและเวลา ทำการตัดข้อมูลกระแสน้ำที่บริเวณผิวน้ำในช่วงเวลาที่ระดับน้ำลดลงต่ำกว่าระดับการเก็บข้อมูลโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำจากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ หลังจากนั้นนำมาพล็อตกราฟโดยโปรแกรม Grapher 8 โดยแสดงผลในรูปของกราฟเวกเตอร์ซึ่ง

จะทำให้เห็นความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำตามเวลาและระดับความลึก การวิเคราะห์ข้อมูลความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความเป็นกรด-ด่างจากเครื่อง YSI Multi-Probe นำข้อมูลมาตีลงในโปรแกรม Microsoft Excel ตามเวลาและระดับความลึก นำข้อมูลมาพล็อตเป็นชั้นคอนทัวร์โดยโปรแกรม Surfer 9 การวิเคราะห์ข้อมูลลมทำเช่นเดียวกับข้อมูลกระแสน้ำ ข้อมูลตัวเลขจากการสำรวจแสดงไว้ในภาคผนวก ค

ลักษณะทางสมุทรศาสตร์ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

จุดตรวจวัดมีน้ำลึกประมาณ 5-7 เมตร ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงในพื้นที่เป็นแบบน้ำผสม ขณะสำรวจเป็นช่วงน้ำเกิดมีเรณูน้ำประมาณ 2.5 เมตร จากเวกเตอร์กระแส (รูปที่ 8.3) จะพบการไหลเวียนของน้ำเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำเนื่องจากลม โดยจะเห็นกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงชัดเจนในน้ำชั้นล่าง (ตั้งแต่ 3 เมตรลงไป) ขนาดความเร็วของกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงประมาณ 0.27 เมตรต่อวินาที น้ำไหลขึ้นไปทางทิศเหนือและน้ำไหลลงไปที่ทิศใต้ (ตารางที่ 8.1) สำหรับน้ำระดับบนจะได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำเนื่องจากลมได้ทำให้น้ำไหลไปทางทิศเหนือก่อนไปทางตะวันออกเล็กน้อย ขนาดความเร็วกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำเนื่องจากลมรวมกันได้ค่าสูงสุดประมาณ 0.6 เมตรต่อวินาที คลื่นลมที่ผิวน้ำทำให้ความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำใกล้ผิวน้ำเกิดความแปรปรวน กระแสน้ำสุทธิไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (74 องศา) ด้วยความเร็วเฉลี่ย 0.06 เมตรต่อวินาที

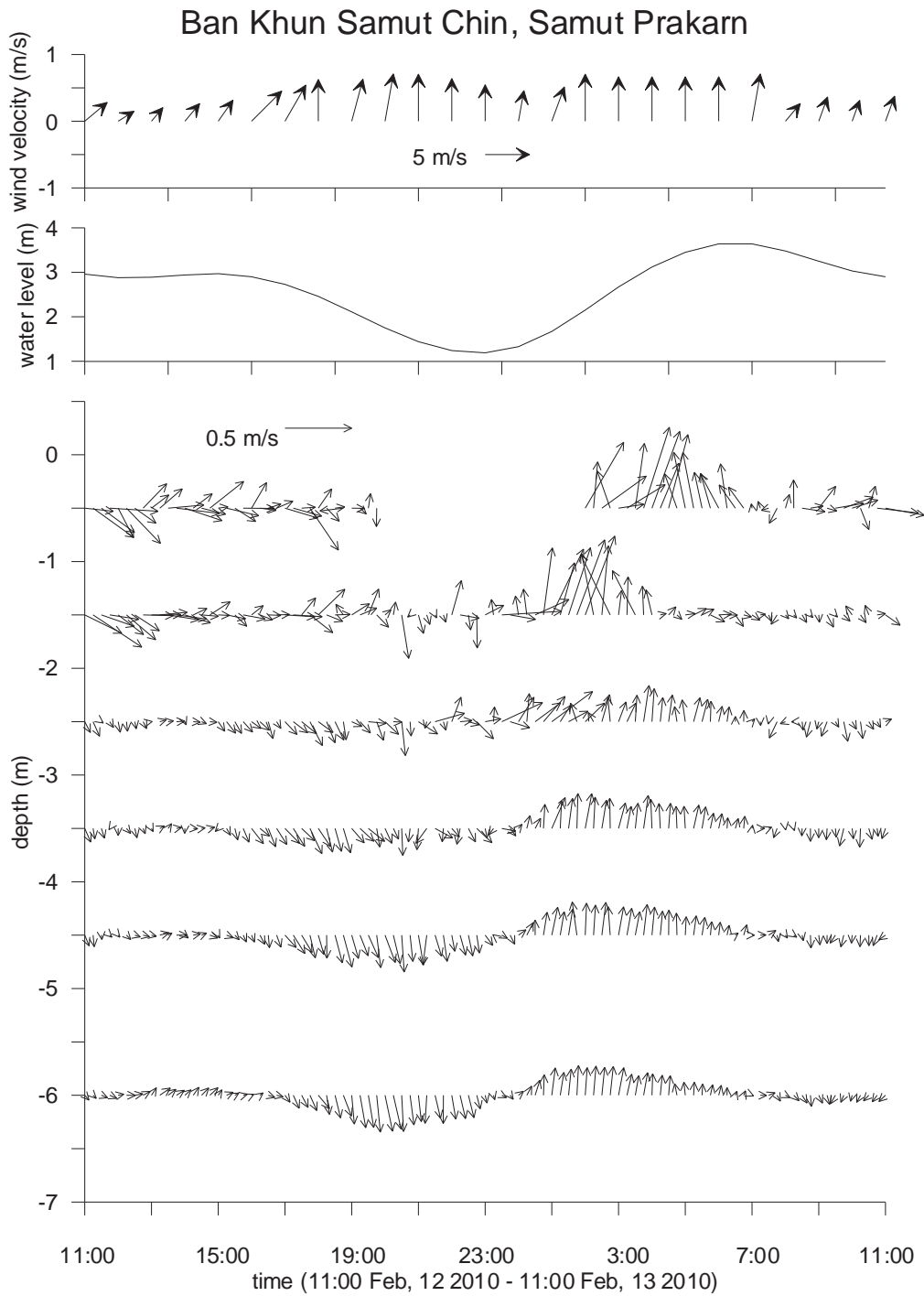
อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 26.55-28.98 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 28.05 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำชั้นบนอุ่นขึ้นในช่วงบ่ายเมื่อได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์แต่ค่าอุณหภูมิมิถึงเกิน 29 องศาเซลเซียสเพราะช่วงฤดูหนาว น้ำในระดับล่างมีอุณหภูมิต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาที่สำรวจ (รูปที่ 8.4)

ความเค็มมีค่าระหว่าง 28.19-31.18 psu ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 29.96 psu ความเค็มเปลี่ยนแปลงตามมวลน้ำที่เคลื่อนที่ผ่านจุดสำรวจ ช่วงน้ำลงมีมวลน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเคลื่อนเข้ามาทำให้ความเค็มลดลงเหลือ 29 psu ขณะที่น้ำด้านล่างเป็นน้ำชายฝั่งจึงทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นตามความลึก ช่วงน้ำขึ้นเป็นมวลน้ำชายฝั่งมวลเดียวทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นและมีค่าคงที่ตลอดความลึกน้ำ (รูปที่ 8.4)

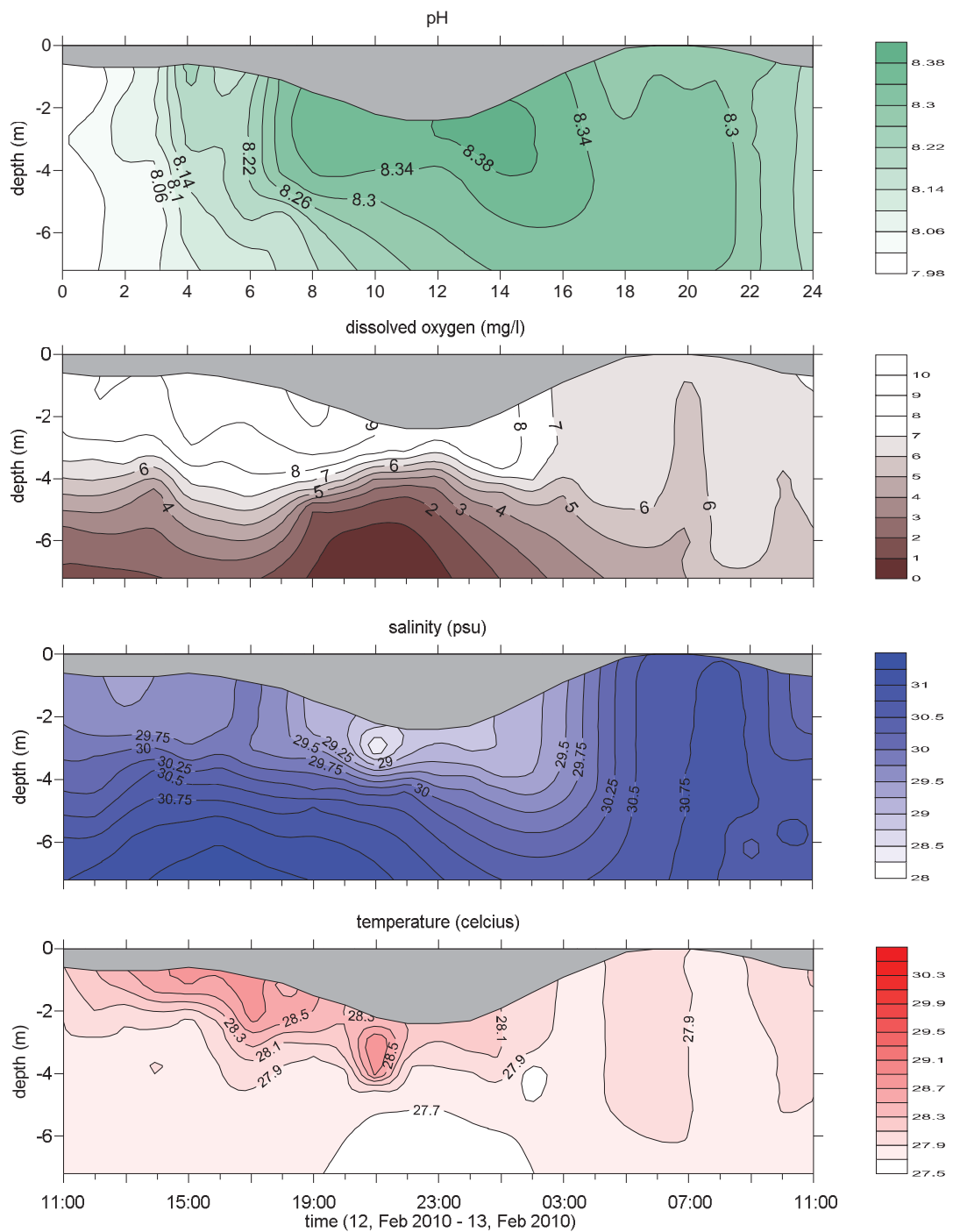
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลมีค่าระหว่าง 2.13-10.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 7.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนในน้ำชั้นบนสูงเกินจุดอิ่มตัวเนื่องจากคลื่นหัวแตก น้ำแตกฟองทำให้ออกซิเจนในอากาศละลายในน้ำได้มากขึ้น ปริมาณออกซิเจนในน้ำระดับล่างช่วงน้ำลงมีค่าต่ำจนถึง 2 มิลลิกรัมต่อลิตรใกล้ท้องน้ำซึ่งถึงจุดวิกฤติต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำ แสดงว่ามีซากสารอินทรีย์ในมวลน้ำในปริมาณสูง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่วงน้ำขึ้นซึ่งเป็นมวลน้ำชายฝั่งมีค่าสูงตลอดความลึกน้ำแสดงว่าคุณภาพน้ำชายฝั่งยังอยู่ในสภาพที่ดี (รูปที่ 8.4)

ค่า pH ของน้ำทะเลมีค่าระหว่าง 7.99- 8.4 มีค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ ค่า pH ต่ำในช่วงเริ่มสำรวจและค่าสูงสุดเมื่อน้ำลงเต็มที่หลังจากนั้นค่า pH ลดลงอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งแสดงว่าน้ำกร่อยจากแม่น้ำเจ้าพระยามีค่า pH สูงกว่าน้ำทะเลชายฝั่ง (รูปที่ 8.4)

จากรูปที่ 8.5 แสดงความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยสุทธิ (Total suspended solid) ในขณะตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ในวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยมีค่าประมาณ 0.5-4 mg/l ซึ่งมีค่าน้อยมากเนื่องจากคลื่นไม่รุนแรงขณะออกสำรวจเก็บข้อมูล และความเร็วกระแสน้ำยังไม่มากพอที่จะกวาดตะกอนท้องน้ำให้ฟุ้งขึ้นมา



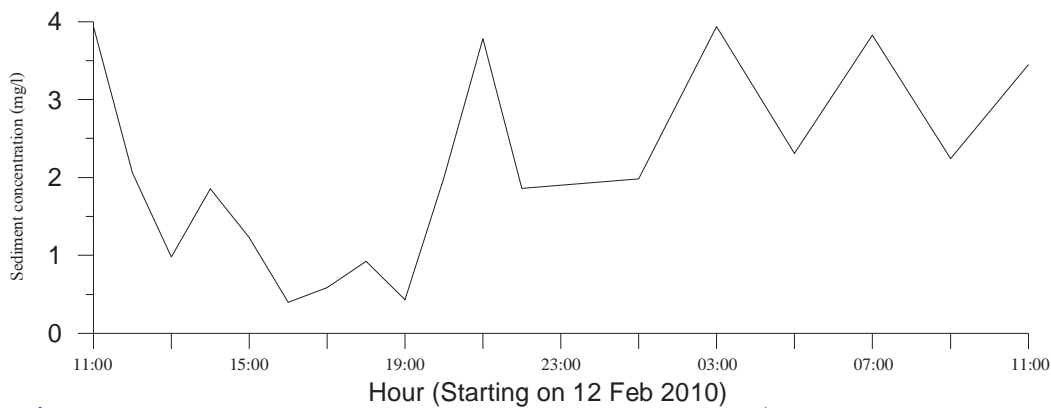
รูปที่ 8.3 ความเร็วและทิศทางลม ระดับน้ำ และกระแสน้ำตามความลึกที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการเมื่อวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553



รูปที่ 8.4 การแพร่กระจายต่อเวลาและความลึกของค่าอุณหภูมิ น้ำ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความเป็นกรด-ด่าง ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีนเมื่อวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

ตารางที่ 8.1 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดในรอบวันของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง บริเวณชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีนที่พิกัดโดยประมาณ 13°30'20.88" องศาเหนือ 100° 31' 57.36" องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 12 กุมภาพันธ์ เวลา 11:00 น. ถึงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2553 เวลา 11:00 น.

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	2.0 / 4.0 / 5.4
ทิศทางลม (องศา)	180 - 238 องศา
กระแสน้ำไหลลงสูงสุด	0.38 เมตร/วินาที ทิศ 146 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นสูงสุด	0.64 เมตร/วินาที ทิศ 18 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.06 เมตร/วินาที ทิศ 74 องศา
อุณหภูมิผิวน้ำ (องศาเซลเซียส)	26.55 / 28.05 / 28.98
ความเค็ม (psu)	28.19/ 29.96/ 31.18
DO (mg/l)	2.13 / 7.04 / 10.3
pH	7.99 / 8.26 / 8.4



รูปที่ 8.5 ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย จากการตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ในวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

ลักษณะทางสมุทรศาสตร์ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

จุดตรวจวัดมีความลึกน้ำประมาณ 5-8 เมตร ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงในพื้นที่เป็นแบบน้ำผสม ขณะสำรวจเป็นช่วงน้ำเกิดมีเรณัจน้ำประมาณ 3 เมตร จากเวกเตอร์กระแสน้ำ (รูปที่ 8.6) จะพบการไหลเวียนของน้ำเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำเนื่องจากลม โดยจะเห็นกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงชัดเจนในน้ำชั้นล่าง(ตั้งแต่ 3 เมตรลงไป) ขนาดความเร็วของกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงประมาณ 0.13 เมตรต่อวินาที ขณะน้ำขึ้นกระแสน้ำไหลจากทิศใต้ไปทางทิศเหนือก่อนไปทางตะวันตกเล็กน้อยและขณะน้ำลงกระแสน้ำไหลลงจากทิศเหนือไปทางทิศใต้ก่อนไปทางทิศตะวันตกเล็กน้อย (ตารางที่ 8.2) สำหรับน้ำระดับบนจะได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำเนื่องจากลมได้ทำให้น้ำไหลไปทางทิศเหนือก่อนไปทางตะวันตกเล็กน้อย ขนาดความเร็วกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำเนื่องจากลมรวมกันได้ค่าสูงสุดประมาณ 0.38 เมตรต่อวินาที คลื่นลมที่ผิวน้ำทำให้ความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำใกล้ผิวน้ำเกิดความแปรปรวน กระแสน้ำสุทธิไหลไปทางทิศตะวันตก (289.1 องศา) ด้วยความเร็วเฉลี่ย 0.04 เมตรต่อวินาที

อุณหภูมิหน้ามีค่าอยู่ในช่วง 29.15 - 30.33 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 29.51 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหน้าชั้นบนอุ่นขึ้นในช่วงบ่ายเมื่อได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยมีค่า 30 องศาเซลเซียส น้ำในระดับล่างมีอุณหภูมิต่ำกว่าด้านบน แต่ในช่วงกลางคืนอุณหภูมิหน้ามีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 29.5 องศาเซลเซียส เนื่องจากไม่ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์และลมพัดแรงมากทำให้มวลน้ำผสมผสานกันดี (รูปที่ 8.7) อุณหภูมิหน้าค่อนข้างสูงส่วนหนึ่งมาจากอยู่ในเขตน้ำตื้นชายฝั่งซึ่งมีการสะสมความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์แล้วยังได้รับความร้อนจากน้ำหล่อเย็นจากโรงไฟฟ้าในแม่น้ำเจ้าพระยาอีกด้วย

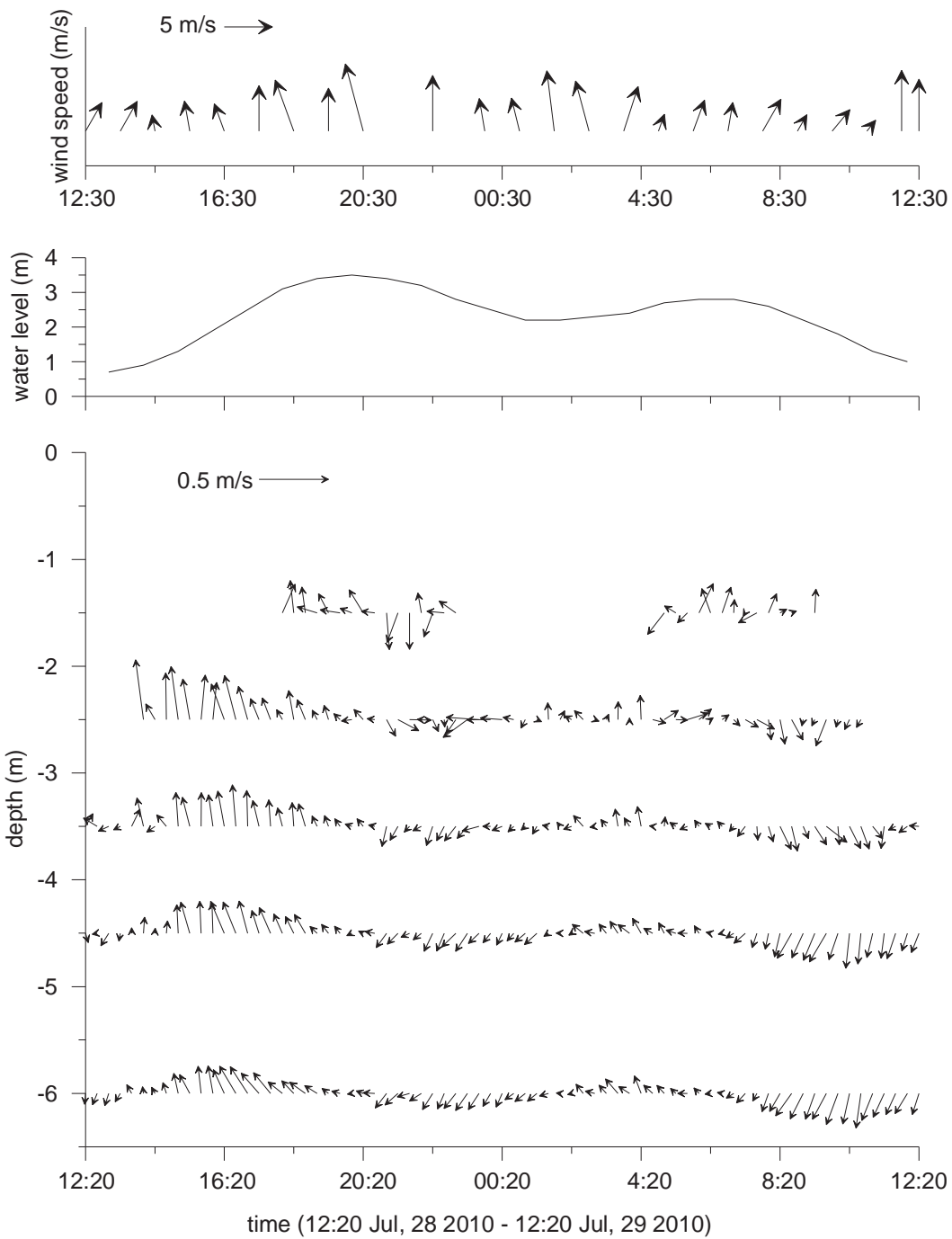
ความเค็มมีค่าระหว่าง 29.2 - 31.33 psu ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 30.82 psu ในช่วง 12:30 - 16:30 น. ความเค็มของมวลน้ำชั้นกลางมีค่าน้อยกว่ามวลน้ำชั้นบนและชั้นล่างประมาณ 1 psu หลังจากนั้นเมื่อลมแรงขึ้นทำให้คลื่นแรงมากขึ้นผนวกกับกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงทำให้เกิดการผสมผสานของมวลน้ำ ในช่วงน้ำลง (3 ชั่วโมงท้ายของการเก็บข้อมูล) มวลน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเคลื่อนเข้ามาในมวลน้ำชั้นบนทำให้ความเค็มลดลงเหลือ 29.5 psu ในขณะที่น้ำตื้นล่างเป็นน้ำชายฝั่งจึงทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นตามความลึก (รูปที่ 8.7)

รูปที่ 8.8 แสดงความเค็มและอุณหภูมิหน้าใกล้ท้องน้ำจากเครื่องวัด Solinst LTC 3001 Junior ค่าความเค็มเป็นค่าที่คำนวณจากความนำไฟฟ้าและอุณหภูมิ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าตรวจวัดที่ได้จากเครื่องวัด YSI Multiprobe พบว่าอุณหภูมิหน้าจากเครื่อง LTC สูงกว่าจากเครื่อง multiprobe ราว 1 องศาเซลเซียส ส่วนค่าความเค็มต่ำกว่าจากเครื่อง multiprobe ราว 0.7 psu ซึ่งจะต้องทำการปรับเทียบ calibrate เครื่องมือเพื่อให้ได้ผลการตรวจวัดที่ถูกต้อง

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลมีค่าระหว่าง 4.51 - 11.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 6.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนในน้ำชั้นบนสูงเกินจุดอิ่มตัวเนื่องจากคลื่นหัวแตก น้ำแตกฟองทำให้ออกซิเจนในอากาศละลายในน้ำได้มากขึ้น โดยจะสังเกตได้เจนในช่วงที่มีลมแรงๆ จะทำให้เกิดคลื่นแรงตามมา ทำให้มีปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่ามากตามไปด้วย ปริมาณออกซิเจนในน้ำระดับล่างช่วงน้ำนิ่งจะมีค่าต่ำจนถึง 4.51 มิลลิกรัมต่อลิตรใกล้ท้องน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่วงน้ำขึ้นซึ่งเป็นมวลน้ำชายฝั่งมีค่าสูงตลอดความลึกน้ำแสดงว่าคุณภาพน้ำชายฝั่งยังอยู่ในสภาพที่ดี (รูปที่ 8.7)

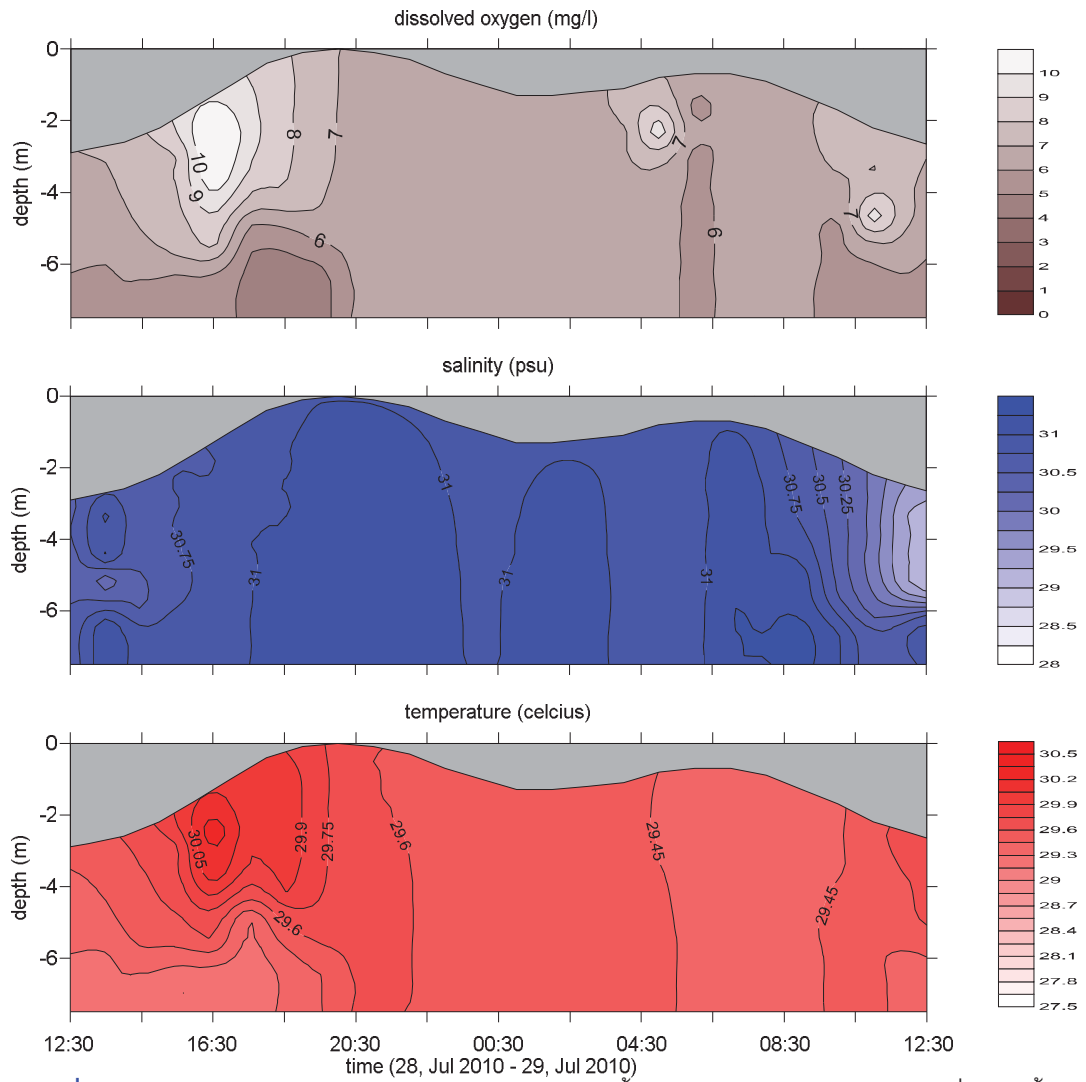
จากรูปที่ 8.9 และตารางที่ 8.3 ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นมีค่าสัมพันธ์กัน เมื่อความสูงคลื่นนัยสำคัญมีค่ามากคาบคลื่นจะมีค่ามากตามไปด้วย ในช่วงที่ความเร็วลมมีค่ามาก (เวลาประมาณ 19:00-21:00 น.) ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ในช่วงเวลาดังกล่าวมวลน้ำมีการผสมผสานกันดีตลอดทั้งคอลัมน์ ซึ่งสังเกตได้จากข้อมูลความเค็ม อุณหภูมิ และออกซิเจนละลาย (รูปที่ 8.7) จากการสังเกตด้วยสายตาคลื่นลูกใหญ่มีความสูงมากกว่า 0.5 เมตร ความสูงคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ย 0.3 เมตรและมีคาบคลื่นเฉลี่ยราว 5 วินาที คาบคลื่นบ่งบอกว่าคลื่นที่ตรวจวัดเป็นคลื่นแบบ swell ซึ่งเกิดจากลมในทะเลบริเวณอื่นแล้วเคลื่อนที่เข้ามาในพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาจากพลังงานคลื่น (รูปที่ 13) พบว่าคลื่นที่มีพลังงานศักย์สูงมีคาบคลื่นในช่วง 5-7 วินาที จะมีพลังงานมากที่สุด พลังงานศักย์สุทธิต่ำกว่า $2.37 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

รูปที่ 8.11 ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยสุทธิ (Total suspended solid) ในขณะตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ในวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยมีค่ามาถึง 78 mg/l ซึ่งสัมพันธ์กับช่วงที่มีความสูงคลื่นนัยสำคัญมาก (ประมาณ 0.5 เมตร) โดยความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำน้อยมากเนื่องจากในช่วงที่ความเร็วกระแสน้ำมีค่ามาก เวลา 16:20 วันที่ 28 กรกฎาคม และ 10:20 วันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 มีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยเพียง 30 และ 10 mg/l ตามลำดับ



Ban Kun Samut Chin, Samutprakarn

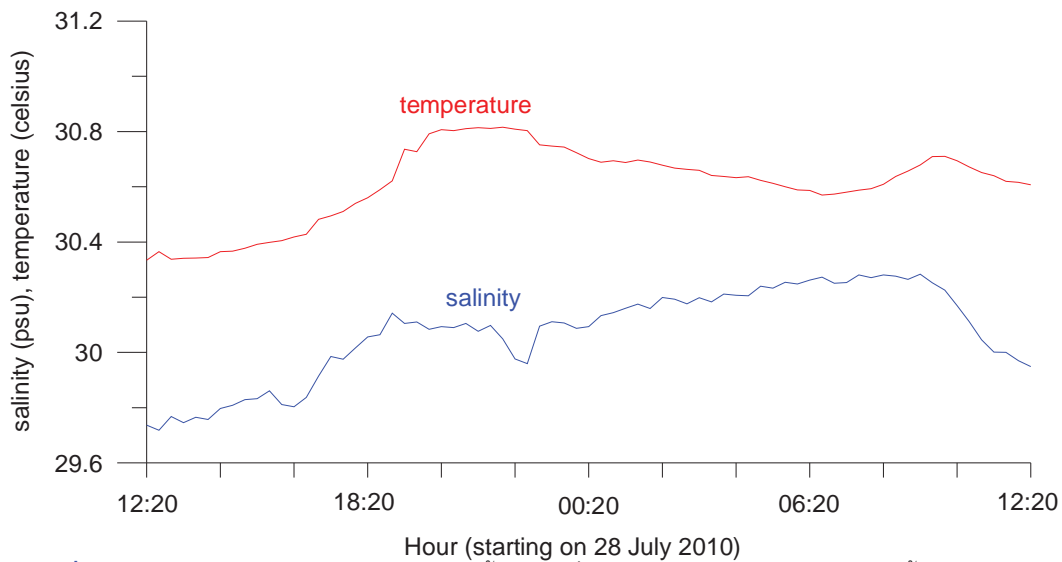
รูปที่ 8.6 ความเร็วและทิศทางลม ระดับน้ำ และกระแสน้ำตามความลึกที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการเมื่อวันที่ 28 -29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553



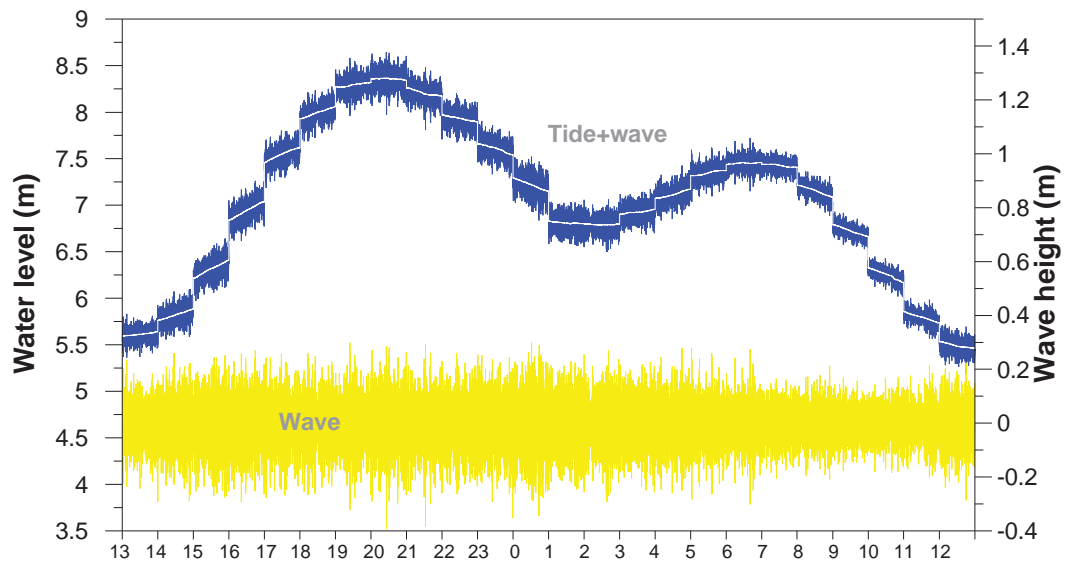
รูปที่ 8.7 การแพร่กระจายต่อเวลาและความลึกของค่าอุณหภูมิ น้ำ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ
 ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีนเมื่อวันที่ 28 -29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553

ตารางที่ 8.2 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด ในรอบวันของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง ที่จุดสำรวจนอกชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน ในวันที่ 28-29 กรกฎาคม 2553 เวลา 12:30 – 12:30 น.

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	2.3 / 4.25 / 6.7
ทิศทางลม (องศา)	160 - 220 องศา
กระแสน้ำไหลลงสูงสุด	0.254 เมตร/วินาที ทิศ 185.9 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นสูงสุด	0.435 เมตร/วินาที ทิศ 352.5 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.04 เมตร/วินาที ทิศ 289.1 องศา
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	29.15 / 29.51 / 30.33
ความเค็ม (psu)	29.21/ 30.82/ 31.33
DO (mg/l)	4.51 / 6.55 / 11.67
ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	3.25 / 21.86 / 78.18



รูปที่ 8.8 ข้อมูลความเค็ม และอุณหภูมิ ไกล่ท้องน้ำ จากเครื่องวัดความเค็ม-อุณหภูมิ-ความลึกน้ำ Solinst LTC 3001 เมื่อวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ติดตั้งเครื่องมือไว้ใกล้่ท้องน้ำ



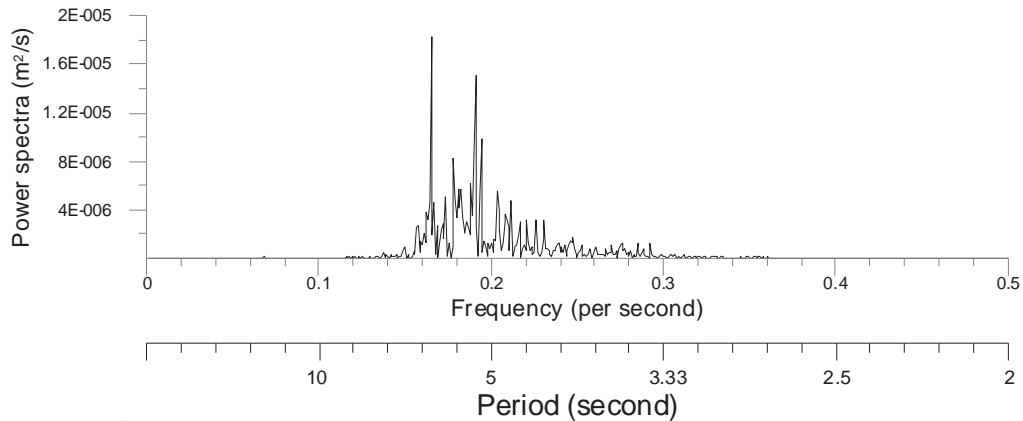
Hour (Starting on 28 July 2010)

รูปที่ 8.9 ข้อมูล คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง และอุณหภูมิ ในวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553

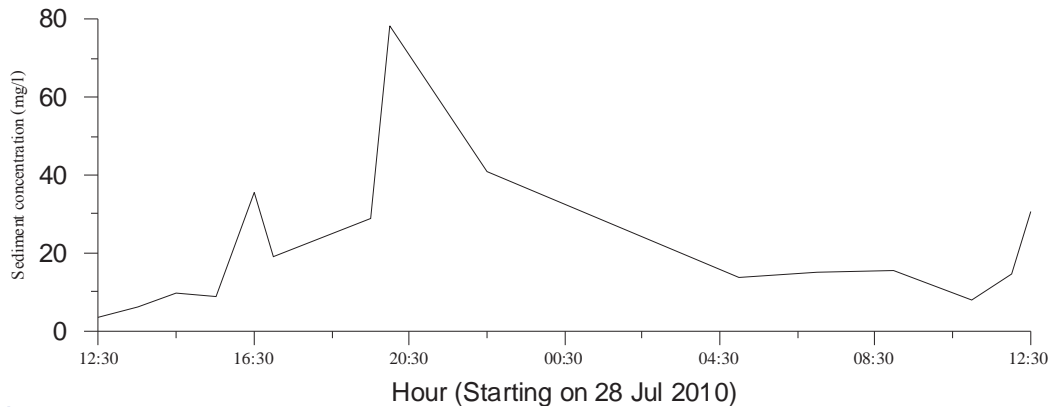
ตารางที่ 8.3 ความสูงคลื่นที่สำคัญและคาบคลื่นจากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553

วันที่	เวลา	ความสูงคลื่น ที่สำคัญ (m)	คาบคลื่น (s)	วันที่	เวลา	ความสูงคลื่น ที่สำคัญ (m)	คาบคลื่น (s)
28/07/53	13:10	0.2795	3.54	29/07/53	01:10	0.3184	4.03
28/07/53	14:10	0.3264	4.13	29/07/53	02:10	0.3314	4.19
28/07/53	15:10	0.337	4.26	29/07/53	03:10	0.3048	3.86
28/07/53	16:10	0.3454	4.37	29/07/53	04:10	0.3199	4.04
28/07/53	17:10	0.3377	4.27	29/07/53	05:10	0.3257	4.12
28/07/53	18:10	0.3302	4.18	29/07/53	06:10	0.3192	4.05
28/07/53	19:10	0.357	4.52	29/07/53	07:10	0.2262	2.86
28/07/53	20:10	0.3883	4.91	29/07/53	08:10	0.2445	3.09
28/07/53	21:10	0.3668	4.63	29/07/53	09:10	0.2071	2.62
28/07/53	22:10	0.3305	4.18	29/07/53	10:10	0.2185	2.77
28/07/53	23:10	0.3595	4.55	29/07/53	11:10	0.2423	3.07
29/07/53	00:10	0.3905	4.95	29/07/53	12:10	0.2921	3.69
เฉลี่ย		0.3323	4.79				

Fourier Transform on measured waves on 28-29 July 2010



รูปที่ 8.10 พลังงานคลื่น เทียบกับความถี่ และคาบคลื่น ในวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553



ที่ 8.11 ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย จากการตรวจวัดข้อมูลสมุทรศาสตร์ในวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553

สรุปผลการดำเนินงาน

การไหลเวียนของน้ำเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและลมที่ผิวหน้าน้ำ กระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงมีความเร็วต่ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบคลื่นนิ่ง (standing wave) กระแสน้ำสุทธิเกิดจากอิทธิพลของลมเป็นหลัก จากการสำรวจทั้ง 2 ครั้งเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 มีลมพัดมาจากทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ทำให้กระแสน้ำสุทธิไหลไปทางทิศตะวันออก ขณะที่กระแสน้ำสุทธิในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 ไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ โดยทิศทางของกระแสน้ำสุทธิสวนทางกับการเคลื่อนตัวสุทธิของตะกอนแขวนลอยจากเครื่องดักตะกอน ความเค็มของน้ำประมาณ 30 psu ซึ่งเป็นคุณสมบัติของน้ำชายฝั่งทะเลที่มีน้ำท่าลงมาเจือจางเล็กน้อย สำหรับอุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยอุณหภูมิน้ำต่ำในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแล้วเพิ่มสูงขึ้นในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในเขตน้ำตื้น (ไม่เกิน 8 เมตร) จะสัมพันธ์กับความสูง (พลังงาน) คลื่นอย่างชัดเจน สังเกตจากตะกอนแขวนลอยจากการสำรวจครั้งที่ 1 จะต่ำเพราะคลื่นไม่รุนแรงขณะที่ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในการสำรวจครั้งที่ 2 สูงเมื่อมีคลื่นรุนแรง

บทที่ 9
การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อประเมินปริมาณ
และทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยตามฤดูกาล
โดย
ผศ.ดร. ปราโมทย์ ไชยจิตรกร

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าหากคลื่นเข้าปะทะชายฝั่งเป็นมุมเอียงจะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่ง ปริมาณการเคลื่อนตัวของมวลตะกอนขึ้นกับความรุนแรงของคลื่นและอุปสงค์ของอนุภาคตะกอนที่พอจะเคลื่อนที่ไปกับกระแสน้ำหรือลิ่งไปตามท้องน้ำได้ ตัวอย่างของการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งเช่นการเคลื่อนที่ของตะกอนจากใต้ขึ้นเหนือเลียบบ่ออ่าวไทยฝั่งตะวันตกซึ่งเกิดจากคลื่นลมช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีตะกอนมาปิดร่องน้ำจนต้องมีการขุดลอกปากร่องน้ำทุกปีเพื่อให้เรือสามารถแล่นเข้าออกร่องน้ำได้

สำหรับบริเวณกันอ่าวไทยตอนบนวางตัวอยู่ในแนวตะวันออก-ตะวันตกก็สามารถเกิดการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งด้วยคลื่นจากทิศตะวันตกเฉียงใต้โดยแหล่งที่มาของตะกอนมาจากแม่น้ำสำคัญ 4 สายที่ใหญ่ลงสู่กันอ่าวไทยตอนบน (คือแม่น้ำแม่กลอง ท่าจีน เจ้าพระยา และบางปะกงจากชายไปขวาตามลำดับ) การตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยสามารถกระทำได้ในช่วงเวลาสั้นๆ ไม่สามารถประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งได้ตลอดทั้งปี ในทางวิศวกรรมจึงประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งอย่างคร่าวๆ ด้วยสูตรเอมไพริคัลซึ่งใช้ความสูงและทิศทางคลื่นเป็นตัวแปรตั้งต้น บริษัท SEATEC (พ.ศ. 2539) ได้คาดคะเนปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนสุทธิทั้งปีที่กันอ่าวไทยไว้ที่ 79,000 ลบ.ม./ปี ซึ่งยังไม่มีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันตัวเลขนี้

ในโครงการศึกษาประสิทธิภาพของแนวเขื่อนกันคลื่นซึ่งทำจากเสาสามเหลี่ยมที่บ้านขุนสมุทรจีนได้ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขของการไหลเวียนของน้ำพร้อมกับแบบจำลองทำนายคลื่นจากลมมาประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยตามแนวชายฝั่งในช่วงปี พ.ศ. 2549-2550 ผลการคำนวณพบว่าตะกอนเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันในทุกฤดูกาลถึงแม้ว่าลมจะเปลี่ยนทิศทางตามฤดูกาล เหตุผลสำคัญที่ตะกอนเคลื่อนไปในทิศทางเดียวกันทุกช่วงฤดูคือทิศทางน้ำสุทธิไหลไปในทิศตะวันตกตลอดทั้งปี ในการศึกษาครั้งนี้จึงต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของผลจากแบบจำลองเชิงตัวเลขด้วยข้อมูลกระแสน้ำ ตรวจสอบความถูกต้องของคลื่นทำนายก่อนที่จะประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่ง นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบผลการคำนวณกับข้อมูลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนตามฤดูกาลอีกด้วย

ทฤษฎี-วิธีการ

การไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยตอนบนเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและลมเป็นหลัก เฉพาะบริเวณใกล้ปากแม่น้ำจึงจะได้รับอิทธิพลจากน้ำท่าด้วย เนื่องจากการตรวจวัดกระแสน้ำต้องใช้งบประมาณและแรงงานค่อนข้างสูง ในทางปฏิบัติจึงไม่มีการตรวจวัดกระแสน้ำโดยตรงอย่างต่อเนื่องในทะเล มีการตรวจวัดกระแสน้ำเป็นจุดๆ ในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างท่าเทียบเรือหรือโครงสร้างป้องกันกีดขวางชายฝั่งซึ่งจะให้สภาพการไหลเวียนของน้ำในช่วงเวลาที่ตรวจวัดและใช้เป็นข้อมูลในการปรับแต่งแบบจำลองเชิงตัวเลขของการไหลเวียนของน้ำ

การประเมินความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำอย่างต่อเนื่องตามแนวชายฝั่งจำต้องอาศัยแบบจำลองเชิงตัวเลข ในที่นี้จะใช้แบบจำลองการไหลเวียนของน้ำแบบ 2 มิติในแนวราบ กระแสน้ำในแบบจำลองเกิดจากอิทธิพลของระดับน้ำขึ้นลง และลมมรสุม ค่ากระแสน้ำที่ได้เป็นกระแสน้ำเฉลี่ยตลอดความลึกน้ำ สมการที่ควบคุมคือสมการ

โมเมนต์เป็นแบบไม่เสถียร (unsteady) คือความเร็วแปรตามเวลาและประกอบด้วยตัวแปรความเร่งจากการที่ความเร็วเปลี่ยนแปลงตามตำบลที่ (field acceleration terms) ผลจากแรงโคลิโอส (Coriolis effect) แรงดันจากระดับน้ำที่ต่างระดับน้ำ (pressure term) แรงเสียดทานจากท้องทะเล (friction term) และแรงเฉือนจากลม (wind stress) สมการโมเมนต์ในแนวแกน x และ y เมื่อใช้นิยามของ Blumberg (1977) และ Kjerfve *et al.*, (1988) ตามระบบพิกัดฉากมือขวา (right-handed Cartesian co-ordinate) จะเขียนได้ดังนี้

$$\frac{\partial uH}{\partial t} + \frac{\partial u^2 H}{\partial x} + \frac{\partial uvH}{\partial y} - fvH + gH \frac{\partial \eta}{\partial x} = \tau_x^w - ku(u^2 + v^2)^{1/2} \quad 9.1$$

$$\frac{\partial vH}{\partial t} + \frac{\partial uvH}{\partial x} + \frac{\partial v^2 H}{\partial y} + fuH + gH \frac{\partial \eta}{\partial y} = \tau_y^w - kv(u^2 + v^2)^{1/2} \quad 9.2$$

โดยที่ u คือ ความเร็วในแนวแกน x

v คือ ความเร็วในแนวแกน y

t คือ เวลา

H คือ ความลึกน้ำในขณะนั้น

f คือ Coriolis parameter ซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงตามค่าละติจูด

g คือ แรงโน้มถ่วงโลก

k คือ bottom friction coefficient ซึ่งแปรผันโดยตรงกับค่า Manning's n ซึ่งเป็นค่า

สัมประสิทธิ์แสดงขนาดของแรงต้านทานการไหลของน้ำจากพื้นท้องน้ำและริมฝั่ง

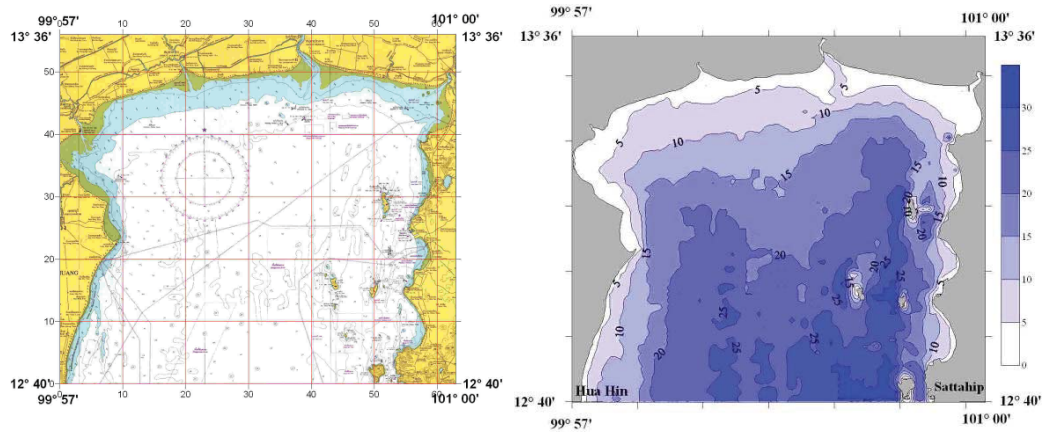
η คือ ค่าระดับผิวน้ำจากระดับน้ำปานกลาง

τ คือ แรงเฉือนที่เกิดจากลมที่ผิวหน้าน้ำ

สมการความต่อเนื่องใช้แทนสมการการสมดุลของมวลน้ำในกรณีเขตน้ำตื้นซึ่งความหนาแน่นของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงตามแรงดันของมวลน้ำที่เพิ่มขึ้นตามความลึกของน้ำ สมการความต่อเนื่องเขียนได้ดังนี้

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial uH}{\partial x} + \frac{\partial vH}{\partial y} = 0 \quad 9.3$$

การประยุกต์ใช้แบบจำลองการไหลเวียนของน้ำจะต้องใช้ข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงที่ขอบเขตเปิดของแบบจำลองจากสถิติบึงชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ และใช้ความเร็วลมเฉลี่ย 5 สถานี (น้ำร่อง สัตหีบ แหลมฉบัง เพชรบุรี และชุมพร) ขับเคลื่อนการไหลเวียนของน้ำ พื้นที่ศึกษาของแบบจำลองครอบคลุมทั้งอ่าวไทยตอนบน ใช้กริดสี่เหลี่ยมที่มีจำนวนช่องกริด 63 x 56 ช่องกริดในแนวแกน x และ y ตามลำดับ ขนาดช่องกริดของ 1821x1849 เมตร พื้นที่โมเดลครอบคลุมพื้นที่น้ำประมาณ 9,134 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 9.1) ความลึกน้ำได้จากแผนที่ของกรมอุทกศาสตร์ หมายเลข 001 โมเดลมีขอบเขตเปิดที่เป็นน้ำ (open boundary) ทางด้านล่างซึ่งต่อกับอ่าวไทย



รูปที่ 9.1 พื้นที่ศึกษาและความลึกน้ำในอ่าวไทยตอนบน

แบบจำลองการไหลเวียนของน้ำถูกบังคับด้วยการขึ้นลงของระดับน้ำตามอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง จากการวิเคราะห์แบบฮาร์โมนิกของข้อมูลระดับน้ำทำนายที่สถานีสี่ตึกซึ่งตั้งอยู่ทางขวามือของปากอ่าวไทยตอนบนและสถานีหัวหินซึ่งอยู่ทางซ้ายมือของปากอ่าวไทยตอนบนในเริ่มต้นตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) นำค่าเฉลี่ยของทั้งสองสถานีมาใช้เป็นค่าเริ่มต้นที่ขอบเขตเปิดด้านล่างของอ่าวไทยตอนบน องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง (tidal constituents) ที่สำคัญรวม 8 ตัว คือ K_1 , O_1 , P_1 , Q_1 , M_2 , N_2 , S_2 , และ K_2 (ดูตารางที่ 9.1) ชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสมที่มีน้ำเดี่ยวเด่น (ยอดน้ำขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด 1 คู่ภายใน 1 วันและมียอดน้ำขึ้นสูงกับยอดน้ำลงต่ำซึ่งค่าไม่แตกต่างกันมากอีก 1 คู่ภายในวันเดียวกัน) พิสัยน้ำเกิด (มีความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นสูงสุดกับลงต่ำสุดมาก) ประมาณ 2 เมตรและพิสัยน้ำตาย (มีความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นสูงสุดกับลงต่ำสุดไม่มาก) ต่ำกว่า 1 เมตร

ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานท้องน้ำ (Manning's n) สำหรับท้องน้ำโดยทั่วไปเท่ากับ 0.025 แล้วเพิ่มมากขึ้นจนถึง 0.09 เพื่อให้แบบจำลองเกิดความเสถียรเมื่อคำนวณไปตามขั้นเวลา (time step) ที่ใช้ในการคำนวณกระแสน้ำเท่ากับ 36 วินาที ในการหารูปแบบการไหลเวียนของน้ำตามฤดูกาลจะต้องเฉลี่ยกระแสน้ำในแต่ละจุดตามฤดูกาลในที่นี่จะแบ่งเวลาใน 1 ปีเป็น 4 ฤดูดังนี้

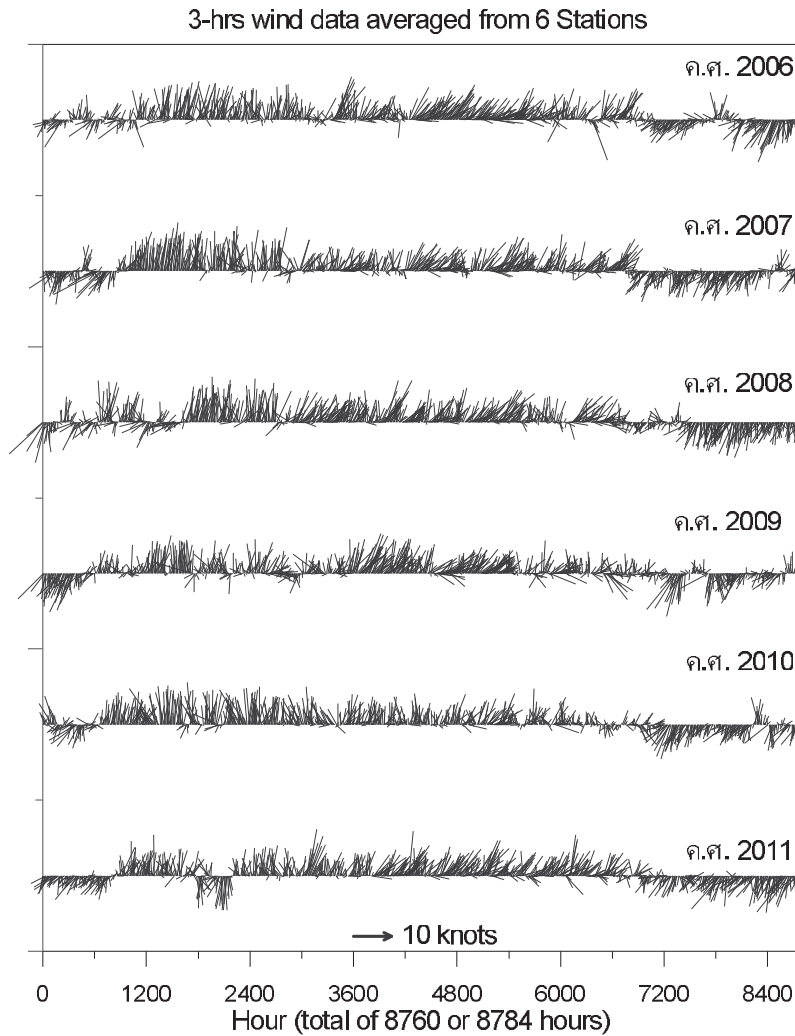
- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ | ระหว่างเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ |
| ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม ครั้งที่ 1 | ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน |
| ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ | ระหว่างเดือนพฤษภาคม – กันยายน |
| ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม ครั้งที่ 2 | ระหว่างเดือนตุลาคม |

ตารางที่ 9.1 ตัวอย่างข้อมูลน้ำแบบฮาร์โมนิกของสถานีวัดระดับน้ำสัดหีบและหัวหินสำหรับต้นปี พ.ศ. 2459 (ค.ศ. 2006) ค่ามาตราหน้าที่ใช้ในแบบจำลองเชิงตัวเลขเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจาก 2 สถานีนี้

องค์ประกอบน้ำ สถานีหัวหิน	แอมพลิจูด (เมตร)	เฟส (องศา)	โหนด แพค เตอร์	(v_0+u) (องศา)
M ₂	0.355	135.04	0.9637	328.962
N ₂	0.053	101.75	0.9637	5.841
S ₂	0.158	202.24	1.0000	349.927
O ₁	0.396	119.36	1.1810	325.433
K ₁	0.615	159.68	1.1118	3.982
K ₂	0.071	182.45	1.3134	187.796
P ₁	0.193	158.46	1.0000	344.738
Q ₁	0.079	101.67	1.1810	2.348
องค์ประกอบน้ำ สถานีสัดหีบ	แอมพลิจูด (เมตร)	เฟส (องศา)		(v_0+u) (องศา)
M ₂	0.283	121.48	0.9637	330.763
N ₂	0.051	90.89	0.9637	7.678
S ₂	0.125	179.96	1.0000	351.764
O ₁	0.329	103.78	1.1810	326.352
K ₁	0.531	164.19	1.1118	4.900
K ₂	0.038	177.99	1.3134	189.633
P ₁	0.175	158.17	1.0000	345.657
Q ₁	0.062	86.89	1.1810	3.266

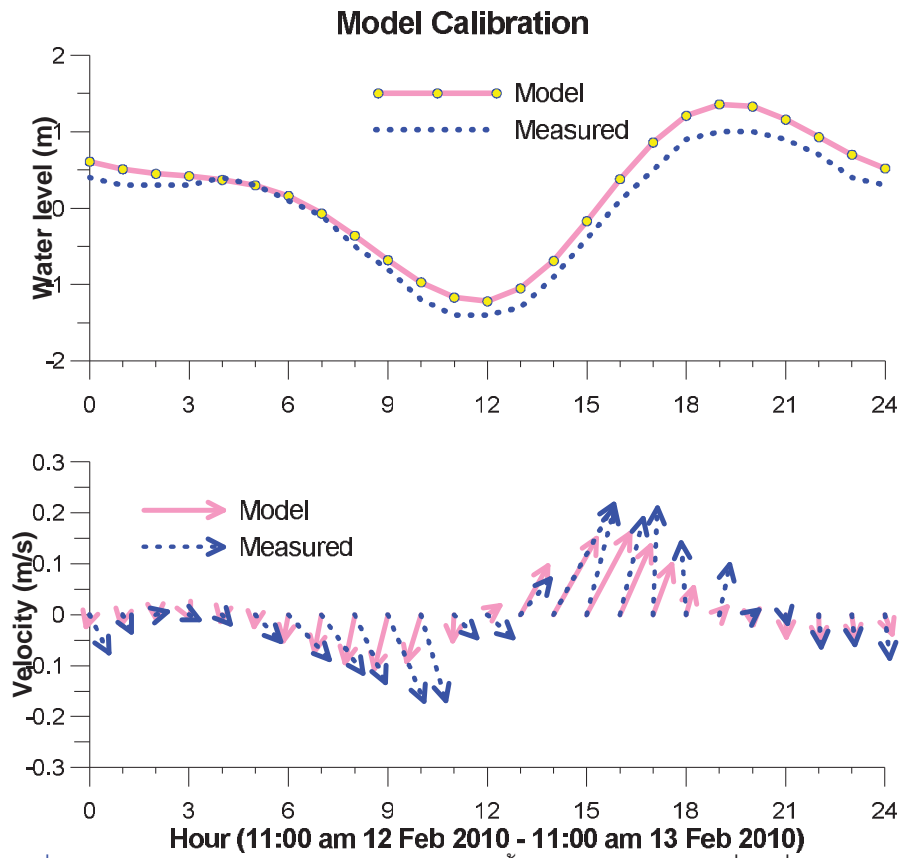
การจำลองทิศทางและความเร็วกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน

ในเบื้องต้นได้จำลองการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงสำหรับปี พ.ศ. 2549 – 2554 โดยใช้ข้อมูลลมตรวจวัดทุก 3 ชั่วโมงที่สถานีตรวจวัดอากาศรอบอ่าวไทยตอนบน 6 สถานี (รูปที่ 9.2) พบว่าลมเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่าลมที่สถานีนำร่องกว่า 1 เท่าตัว ในแบบจำลองจึงต้องเพิ่มความเร็วเป็น 2 เท่าเพื่อให้เห็นอิทธิพลของลมต่อการไหลเวียนของน้ำสุทธิในอ่าวไทยตอนบนอย่างชัดเจน ค่าเฉลี่ยของลมในแต่ละปีมีค่าราว 4 นอต ถือว่าลมในอ่าวไทยตอนบนไม่รุนแรงในทุกฤดูกาล ความเร็วและทิศทางลมเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในช่วงเดือนมีนาคมถึงกันยายนซึ่งตรงกับช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 1 กับฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีลมพัดมาจากทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้เป็นหลัก และจะมีลมจากทิศเหนือแทรกเข้ามาเป็นครั้งคราว ในช่วงเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ซึ่งตรงกับช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 2 และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลักแต่ก็มีลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้หรือลมใต้แทรกเข้ามาเป็นช่วง ๆ ได้เช่นกัน

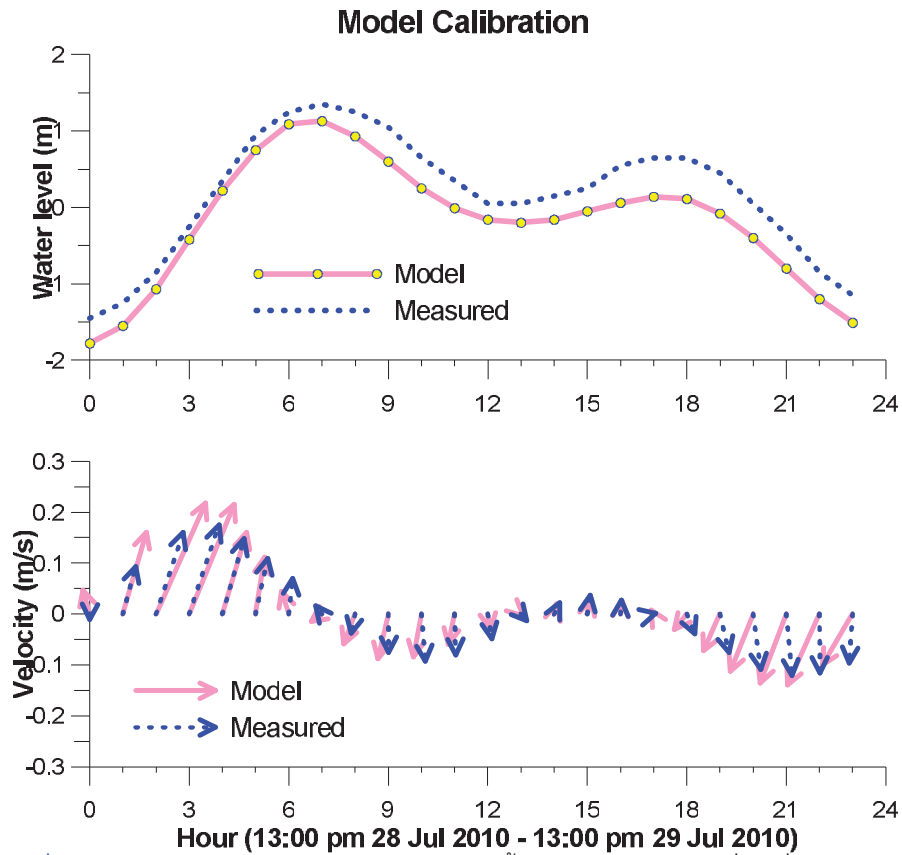


รูปที่ 9.2 ความเร็วและทิศทางของลมราย 3 ชั่วโมงเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดอากาศ 6 สถานีระหว่างปี พ.ศ. 2549-2554 (ค.ศ. 2006-2011)

ในการจำลองการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยจะต้องมีการเปรียบเทียบผลการจำลองกระแสน้ำกับข้อมูลการตรวจวัดจริงจากการสำรวจตามโครงการนี้จำนวน 2 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 9.3 และ 9.4 ในรูปที่ 9.3 เป็นการเปรียบเทียบกับผลการสำรวจเมื่อวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2553 พบว่าเมื่อใช้ค่าน้ำขึ้นน้ำลงเฉลี่ยทำให้ระดับน้ำของแบบจำลองเชิงตัวเลขมีเฟสตรงกับระดับน้ำทำนาย ความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองจะต่ำกว่าข้อมูลตรวจวัดเล็กน้อย ความแตกต่างของทิศทางและความเร็วกระแสน้ำขึ้นกับความผันแปรขององค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงรวมทั้งการปรับความลึกน้ำในแบบจำลองเชิงตัวเลข สำหรับการปรับเทียบกับผลการสำรวจในวันที่ 28-29 กรกฎาคม 2553 ตามรูปที่ 9.4 ให้ผลเช่นเดียวกับการตรวจวัดในวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2553 โดยสรุปแล้วแบบจำลองเชิงตัวเลขสามารถจำลองการไหลเวียนของน้ำได้ในอ่าวไทยตอนบนได้ หากจะให้เฟสของระดับน้ำที่ขอบเขตเปิดของแบบจำลองและความลึกน้ำรวมทั้งรูปร่างขอบฝั่งจะทำให้ผลจากแบบจำลองใกล้เคียงผลการตรวจวัดมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 9.3 การปรับเทียบแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำกับข้อมูลการตรวจวัดที่ชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน เมื่อวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

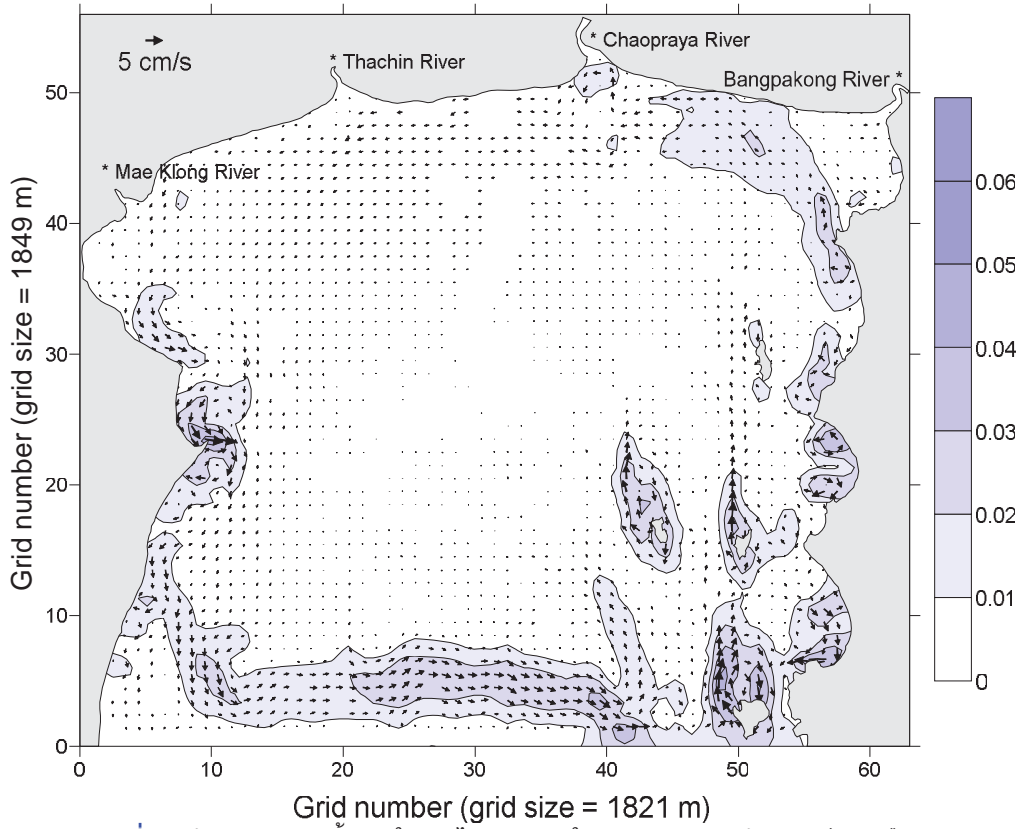


รูปที่ 9.4 การเปรียบเทียบแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำกับข้อมูลการตรวจวัดที่ชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน เมื่อวันที่ 28-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2553

สำหรับการศึกษาการไหลเวียนของน้ำเฉลี่ยตามฤดูกาลในปี พ.ศ. 2553 ปรากฏในรูปที่ 9.5-9.9 กระแสน้ำสุทธิต่อวันในอ่าวไทยตอนในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมวลน้ำจะไหลไปทางทิศตะวันตกด้วยความเร็วเฉลี่ย 5 เซนติเมตรต่อวินาที (รูปที่ 9.5 และ 9.9) กระแสน้ำสุทธิช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคมจะแรงกว่าช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ซึ่งสัมพันธ์กับลมพัดแรงและค่อนข้างสม่ำเสมอช่วงปลายปีมากกว่าช่วงต้นปี มวลน้ำในอ่าวมีแนวโน้มที่จะไหลเวียนแบบทวนเข็มนาฬิกา ระดับน้ำกลางอ่าวไทยตอนบนจะต่ำกว่าบริเวณชายฝั่งราว 5 เซนติเมตร กระแสน้ำสุทธิทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนบนค่อนข้างซับซ้อนเนื่องจากมีเกาะกีดขวางทางไหลของน้ำทำให้เกิดร่องน้ำลึกด้านข้างเกาะต่างๆ ชายฝั่งเว้าแหว่งเป็นอ่าวหลายอ่าวต่อเนื่องกันไปทำให้เกิดกระแสน้ำหมุนวนที่ปากอ่าว กระแสน้ำที่ปากอ่าวไหลไปทางทิศตะวันออกซึ่งเกิดมีขอบเขตเปิดที่ปากอ่าว ในสภาพจริงกระแสน้ำจะไหลเลียบฝั่งลงไปทางใต้

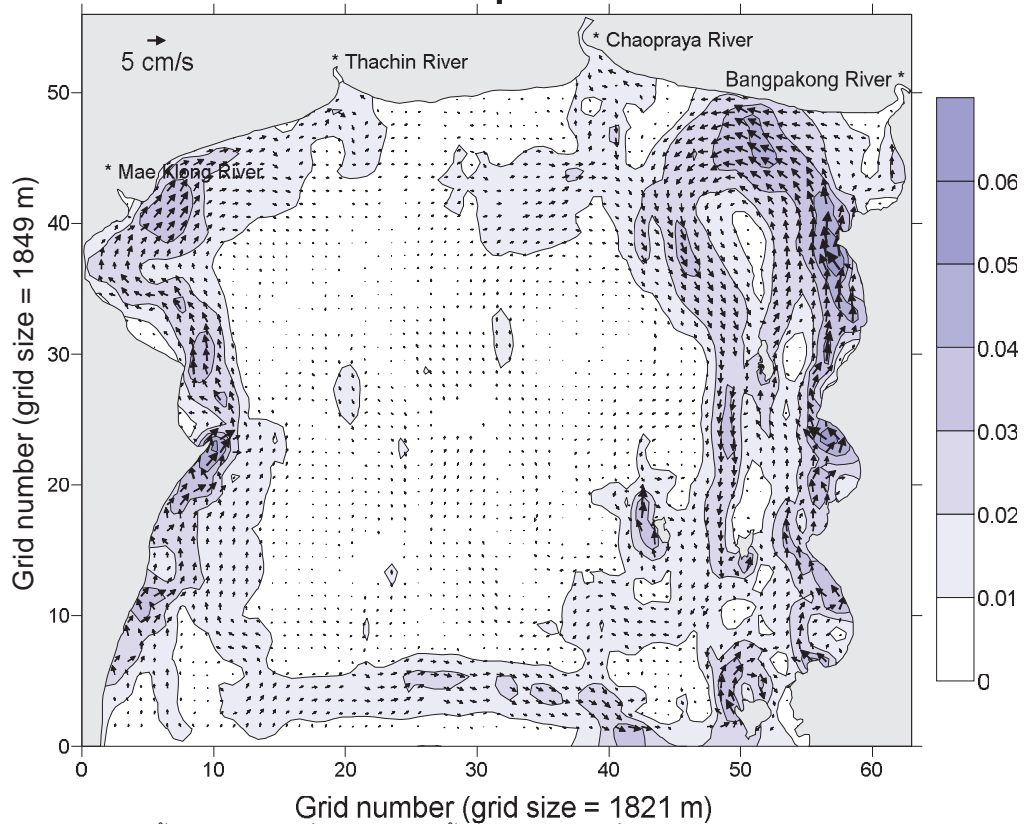
รูปที่ 9.6 แสดงความเร็วกระแสน้ำสุทธิในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมซึ่งเป็นฤดูร้อนของประเทศไทยในเดือนมีนาคม – เมษายน พ.ศ. 2549 ลมเด่นเป็นลมจากทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้ก่อนไปทางใต้ กระแสลมต้นน้ำไหลเลียบฝั่งทั้งสองด้านเข้าไปที่ก้นอ่าว ขนาดความเร็วกระแสน้ำสุทธิราว 5 เซนติเมตรต่อวินาที มวลน้ำจากฝั่งตะวันตกและตะวันออกเฉียงไหลเลียบชายฝั่งกันอ่าวไทยตอนบนมาปะทะกันบริเวณตรงกลางทำให้ความเร็วกระแสน้ำเป็นศูนย์เกิดกระแสน้ำหมุนวนทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนบนเนื่องจากมีเกาะและร่องน้ำลึกสลับกันไป

Eulerian residual current Jan. - Feb. 2010



รูปที่ 9.5 ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิในอ่าวไทยตอนบนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
(เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553)

Eulerian residual current Mar. - Apr. 2010



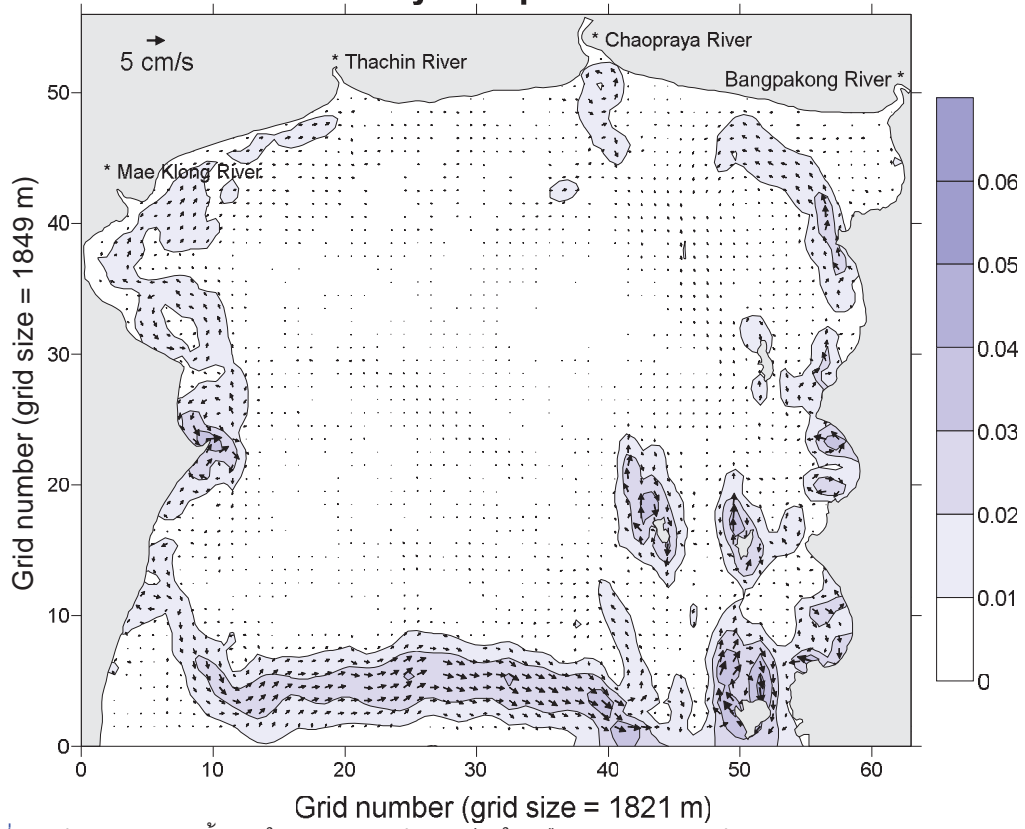
รูปที่ 9.6 ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 1 (ฤดูร้อน) เมื่อเดือนมีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2553

รูปที่ 9.7 แสดงตัวอย่างของกระแสน้ำสุทธิสำหรับฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือน พฤษภาคม - กันยายน พ.ศ. 2553 รูปแบบการไหลของน้ำใกล้เคียงกับสภาพที่เกิดขึ้นในเดือนมีนาคม-เมษายน 2553 เนื่องจากว่าลมพัดมาจากทิศใต้เช่นเดียวกันแต่ความเร็วลมต่ำกว่าจึงทำให้กระแสน้ำสุทธิต่ำไปด้วย สำหรับการไหลของน้ำในเดือนพฤษภาคม-กันยายน 2554 ซึ่งลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นหลักจะพบว่าที่กันอ่าว น้ำไหลจากฝั่งตะวันตกไปฝั่งตะวันออกด้วยความเร็วสุทธิกว่า 5 เซนติเมตรต่อวินาที

รูปที่ 9.8 แสดงตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งถือเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 2 เนื่องจากระยะเวลาค่อนข้างสั้นเพียงเดือนเดียวและทิศทางลมแปรปรวนจึงทำให้รูปแบบการไหลเวียนของน้ำในเดือนตุลาคมไม่ชัดเจน ความเร็วของกระแสน้ำสุทธิต่ำมากในระดับ 1-2 เซนติเมตรต่อวินาที

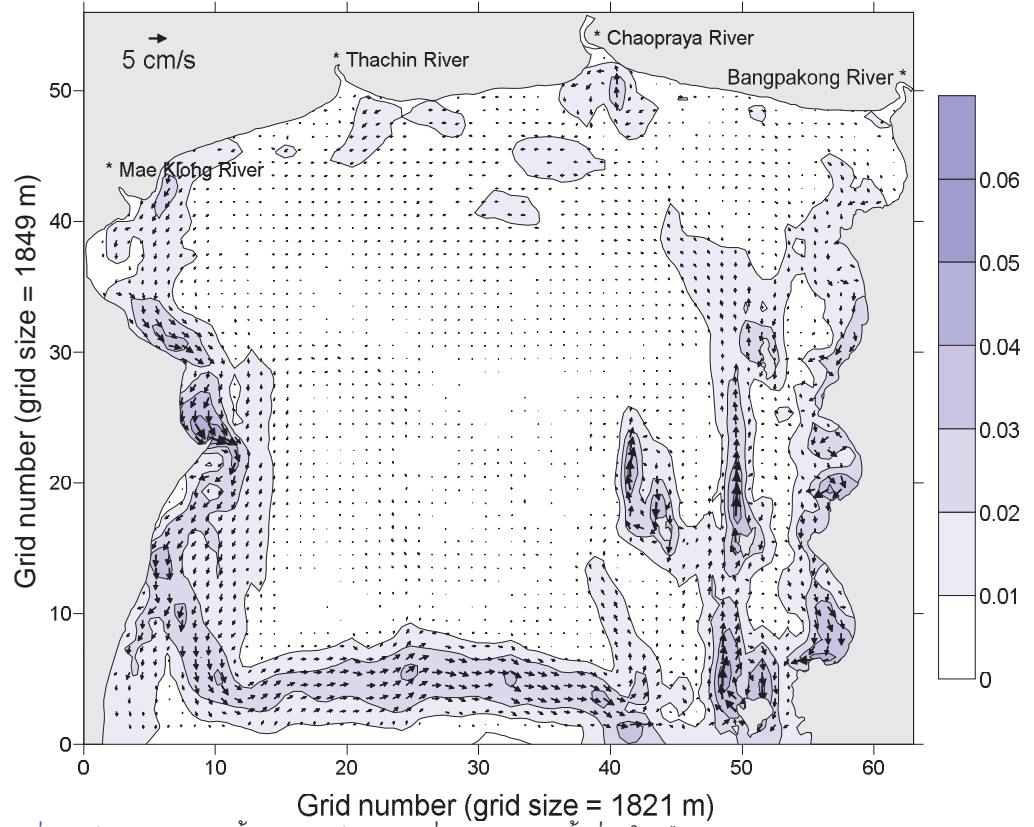
รูปที่ 9.10 แสดงกระแสน้ำสุทธิทั้งปี พ.ศ. 2553 ไม่พบการหมุนเวียนของน้ำรอบอ่าวไทยตอนบน เนื่องจากกระแสน้ำช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หักล้างกับกระแสในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำต่ำใกล้ศูนย์ ยกเว้นกระแสที่ใกล้เกาะ อ่าว หรือแหลมซึ่งเกิดกระแสหมุนวน สำหรับผลทั้งปีจาก พ.ศ. 2550-2553 ไม่พบการหมุนเวียนของกระแสรอบอ่าวไทยตอนบนเช่นกัน โดยสรุปแล้วกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงร่วมกับกระแสน้ำเนื่องจากลมทั้งปีไม่ก่อให้เกิดกระแสน้ำสุทธิ (residual current) ภายในอ่าวไทยซึ่งจะทำให้การแพร่กระจายของสารละลายหรือแขวนลอยบริเวณกันอ่าวไหลออกสู่อ่าวไทยตอนล่างได้ช้า

Eulerian residual current May. - Sep. 2010



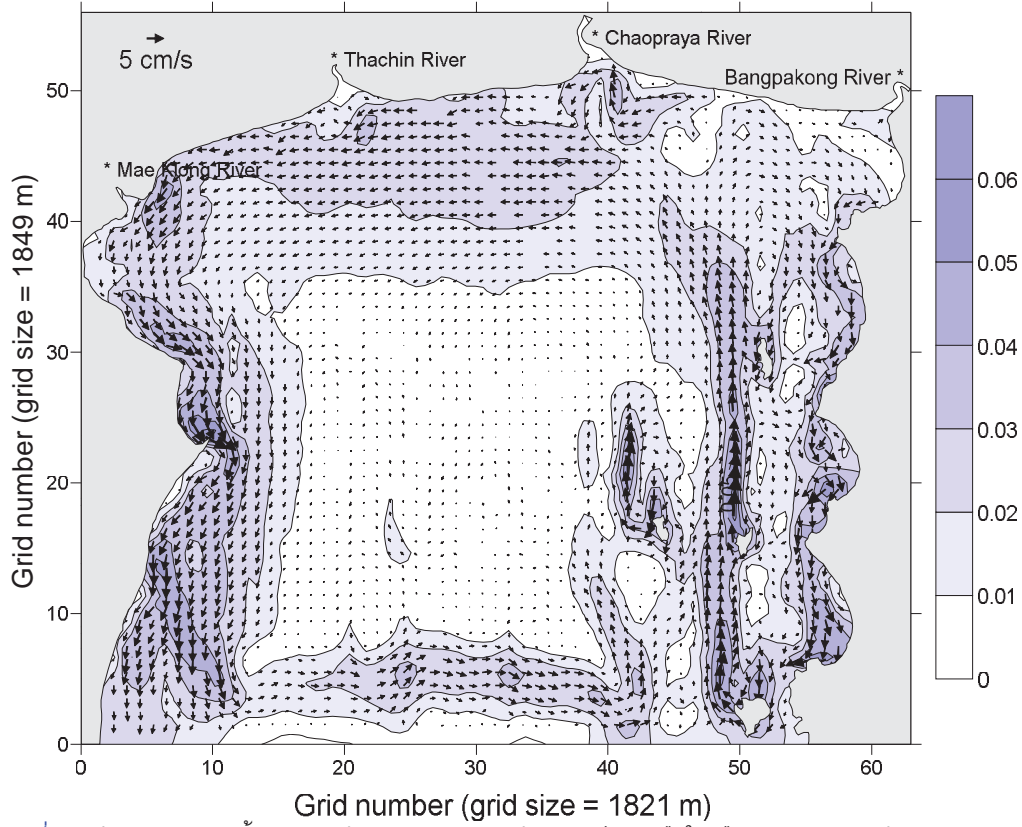
รูปที่ 9.7 ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนพฤษภาคม – กันยายน พ.ศ. 2553

Eulerian residual current Oct 2010



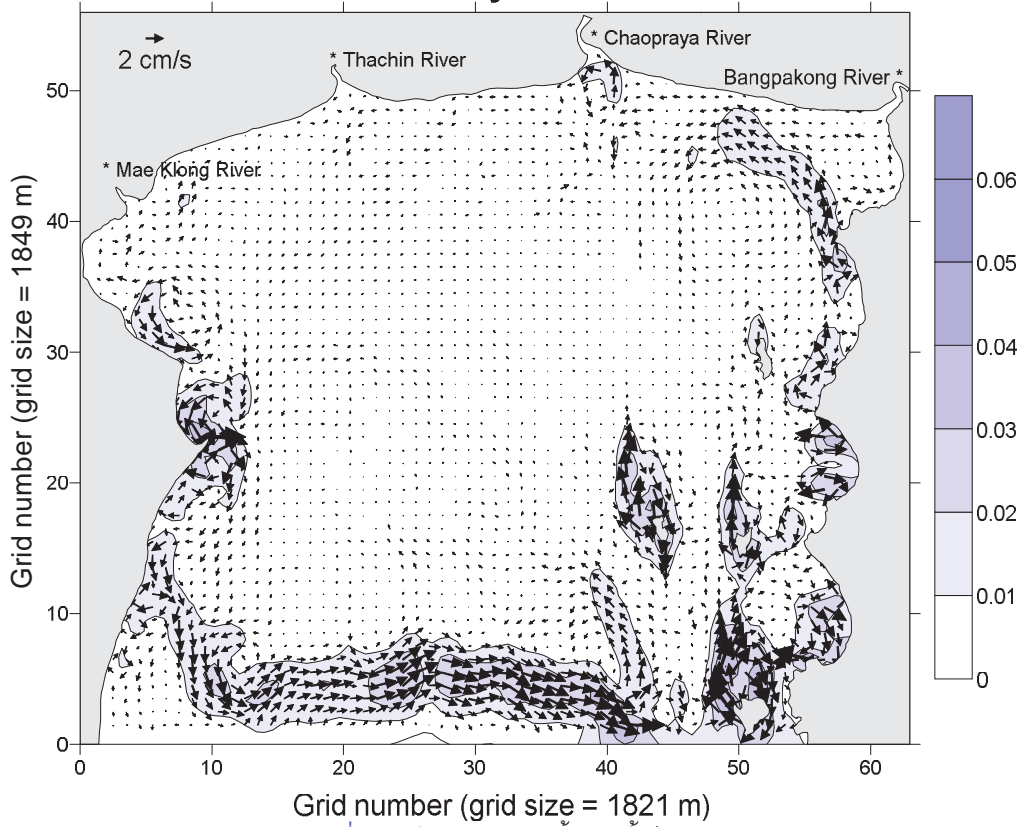
รูปที่ 9.8 ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิสำหรับช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 2 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

Eulerian residual current Nov. - Dec. 2010



รูปที่ 9.9 ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิตามกริดสำหรับช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2553

Eulerian residual current Yearly 2010



รูปที่ 9.10 ตัวอย่างกระแสน้ำสุทธิทั้งปี พ.ศ. 2553