

การติดตามและวิเคราะห์ความเค็มรุกตัวด้วยระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา ในช่วงพายุโซนร้อนปาบึก 2562

Monitor and Analyzing Salinity intrusion using Salinity Intrusion Forecast System in the Chao Phraya River During Tropical Pabuk 2019

ธีรพล เจริญสุข^{1,*} ศาภรณ์ เจตนาวณิช² วาทีน ธนาธารพร³ และ ปิยะมาลย์ ศรีสมพร⁴

^{1,2,3,4} สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เลขที่ 901 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

*; E-mail address: Theerapol.c@hii.or.th

บทคัดย่อ

ในปี พ.ศ. 2562 ที่ผ่านมามีประเทศไทยได้เผชิญพายุโซนร้อนปาบึก ที่มี ความรุนแรงในรอบ 2 ทศวรรษหลังจากพายุไต้ฝุ่นลินดาในปี พ.ศ. 2540 โดยพายุโซนร้อนปาบึกได้เคลื่อนตัวขึ้นฝั่ง บริเวณอำเภอปากพนัง จังหวัด นครศรีธรรมราช สร้างความเสียหายต่อพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยเป็น อย่างมาก แต่ในขณะเดียวกันอิทธิพลของพายุโซนร้อนปาบึกได้ส่งผล กระทบเป็นวงกว้าง ปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นอีกสถานที่ได้รับอิทธิพลของ คลื่นลมจากพายุโซนร้อนปาบึกส่งผลให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ทำให้ความ เค็มจากน้ำทะเลรุกตัวเข้าสู่บริเวณสถานีสูบน้ำผลิตน้ำประปาของการ ประปานครหลวง สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ได้ ติดตามสถานการณ์ความเค็มรุกตัวด้วยระบบติดตามและคาดการณ์ความ เค็มรุกตัว 7 วันล่วงหน้าในแม่น้ำเจ้าพระยา ร่วมกับระบบคาดการณ์คลื่น พายุซัดฝั่งและเตือนภัยล่วงหน้าในอ่าวไทย (Storm Surge Forecasting and Early Warning System in The Gulf of Thailand) ผลการ คำนวณคาดการณ์ความเค็มรุกตัวช่วงปากปล่องหน้า 1 วัน 2 วัน 3 วัน มีความ ถูกต้องอยู่ที่ 68% 55% และ 50% ผลการคาดการณ์ความเค็มรุกตัวอยู่ใน เกณฑ์ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวแม่น้ำ เจ้าพระยาเป็นสิ่งที่ท้าทายอย่างมาก ด้วยเนื่องจากการบริหารจัดการน้ำที่ เปลี่ยนแปลง อีกทั้งความไม่แน่นอนของผลการคาดการณ์อากาศและ คาดการณ์คลื่นพายุซัดฝั่งแล้วมีผลกระทบต่อระบบคาดการณ์ความเค็ม รุกตัว

คำสำคัญ: ความเค็มรุกตัว, พายุโซนร้อนปาบึก, ระบบคาดการณ์ความเค็ม รุกตัว, แม่น้ำเจ้าพระยา

Abstract

In 2019s, Thailand has encountered Tropical Storm Pabuk. Tropical Storm Pabuk is the latest severe storm in the past two decades since Typhoon Linda in 1997. On the afternoon of 4 January 2019, the storm overcame the Pak Phanang district of

Nakhon Si Thammarat, which affected the southern region of Thailand. It brought heavy rains and storm surges causing widespread along gulf of Thailand. Chao Phraya River Mouth is another place that has been influenced by the wind waves from the tropical storm Pabuk resulting in rising sea levels. In the Chao Phraya River, seawater salinity intrusion hits near the Metropolitan Waterworks Authority (MWA) pumping station, which provides fresh water for water supply. Hydro-Informatics Institute (HII) monitored salinity intrusion situation by 7 -day salinity intrusion forecasting system in Chao Phraya River and Storm Surge Forecasting and Early Warning System in the Gulf of Thailand. The accuracy of salinity forecasting 1 day, 2 days and 3 days are 68% 55% 50%, which is still acceptable. However, the salinity intrusion forecasting system in the Chao Phraya River is very challenging. Due to the changing water management, the uncertainty of weather forecasts and storm surge forecasting have an impact on the salinity intrusion forecasting.

Keywords: Salinity intrusion, Tropical Storm Pabuk, Salinity Intrusion Forecast System, Chao Phraya river

1. บทนำ

พายุฝนหรือพายุต่าง ๆ โดยนิยามของพายุ หมายถึง ปริมาณฝนตกหนัก ส่งผลกระทบให้เกิดน้ำท่วม น้ำป่าไหลหลาก ดินโคลนถล่มและคลื่นซัดฝั่งสร้างความเสียหายแก่ประชาชนเป็นอย่างมาก ตัวอย่างเช่น พายุโซนร้อนปาบึกส่งผลกระทบทำให้ปริมาณฝนตกหนักถึง 253 มม. ที่จังหวัด นครศรีธรรมราช ทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากเข้าท่วมพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ชุมพรและตรัง พายุโซนร้อนนี้ส่งผลทำให้ระดับน้ำทะเลหนุนสูงและคลื่นซัดฝั่งที่บริเวณอำเภอปากพนัง จังหวัด นครศรีธรรมราช แต่ในขณะเดียวกันอิทธิพลของพายุโซนร้อนปาบึกยังผลให้เกิดระดับน้ำทะเลในหนุนสูงบริเวณอ่าวไทย มีผลต่อเนื่องให้เกิด

ความเค็มรุกตัวจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่สถานีสูบน้ำผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวง

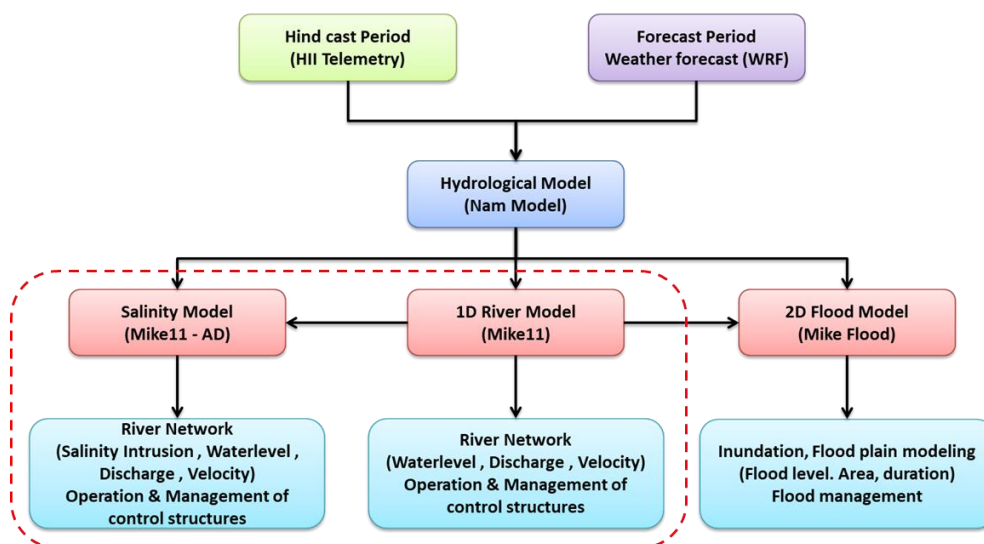
บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบติดตามและคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อใช้เป็นระบบปฏิบัติการจำลองความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยาครอบคลุมทุกน้ำขึ้นน้ำลง และคลื่นซัดฝั่ง เพื่อนำไปใช้ในการติดตามสถานการณ์และวิเคราะห์การคาดการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงพายุโซนร้อนปาบึก ซึ่งข้อมูลจากระบบคาดการณ์นำไปใช้สนับสนุนภารกิจของรัฐบาลในการแจ้งเตือนภัยในการผลิตน้ำประปา

2. ระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา

ระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา ประกอบด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE11-HD, Hydrodynamic Model) ทำหน้าที่จำลองการไหลในลำน้ำ 1 มิติ คำนวณอัตราการไหลและระดับน้ำแบบจำลองการพัดพาและการแพร่กระจาย (MIKE11-AD, Advection-Dispersion Model) [4] ทำหน้าที่จำลองการเคลื่อนที่ของมวลสารในลำน้ำ 1 มิติ โดยมี 2 ลักษณะ คือ การพัดพา (Advective Transport) เป็นการกระบวนการณ์เคลื่อนย้ายของมวลสารจากที่หนึ่ง โดยอิทธิพลการไหล และการแพร่กระจาย (Dispersion Transport) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลสารในลักษณะฟุ้งกระจายทุกทิศทาง เมื่อรวมกับการเคลื่อนที่ของทิศทางการไหลของน้ำจะเกิดกระบวนการแพร่กระจาย ในทิศทางการไหลของน้ำ

2.1 โครงสร้างระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา

โครงสร้างระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก คือ 1. แบบจำลองการคาดการณ์ฝน (Rainfall Forecast Model) 2. แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) 3. แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (River Model) 4. แบบจำลองการพัดพาและการแพร่กระจาย (Advection-Dispersion Model) ดังรูปที่ 1

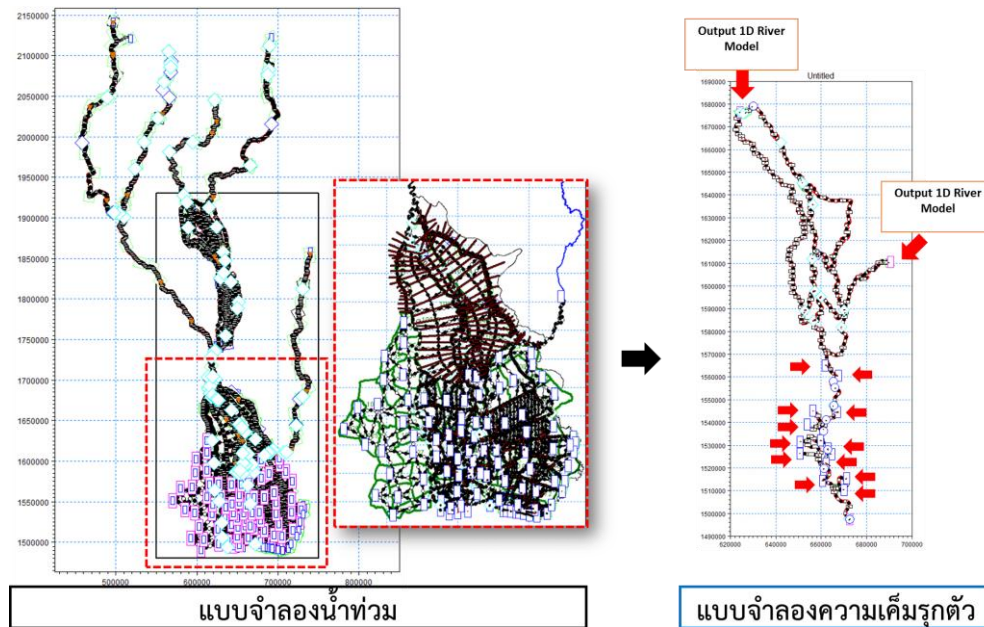


รูปที่ 1 โครงสร้างระบบคาดการณ์แบบจำลอง

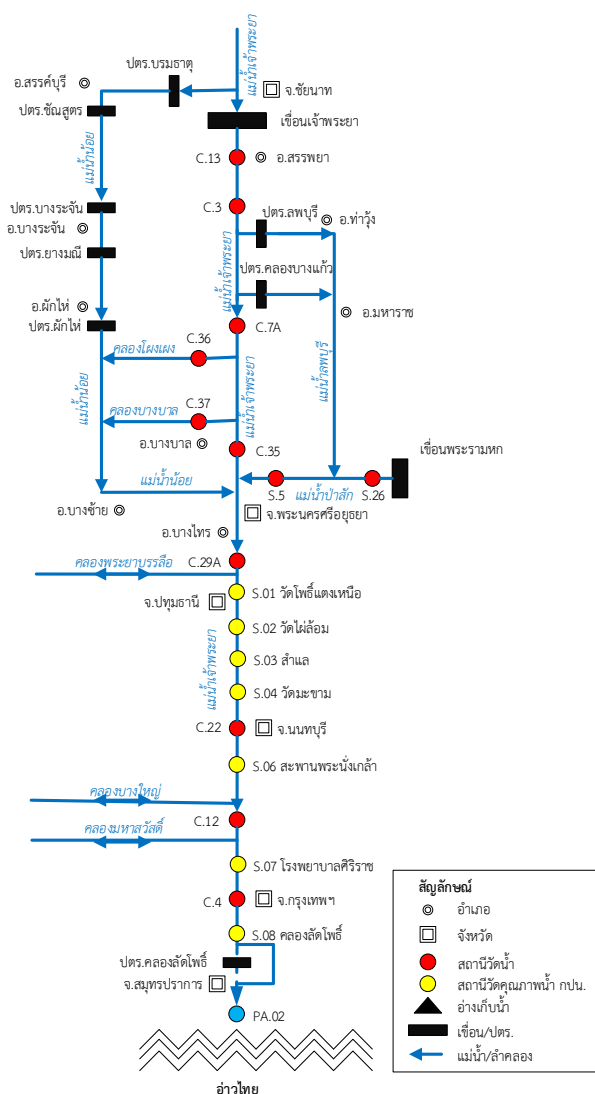
ขั้นตอนการทำงานของระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัว จะอยู่ภายใต้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS) [2-3] โดยแบบจำลองทั้งหมดจะถูกเชื่อมโยงเข้ากับฐานข้อมูลและข้อมูลตรวจวัดอัตโนมัติแบบ real time ด้วยโปรแกรม MIKE CUSTOMISED บนคอมพิวเตอร์โครงข่ายแบบ Client-server ภายใต้ DSS environment โดยจะมีส่วนเพิ่มเติม คือ ระบบแบบจำลองความเค็มรุกตัว จะนำผลการคำนวณปริมาณน้ำท่า ปริมาณการระบายน้ำและระดับน้ำจากแบบจำลองคาดการณ์น้ำท่วมลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นข้อมูลนำเข้าสู่การจำลองความเค็มรุกตัวต่อไป และดังรูปที่ 2 และนำค่าพารามิเตอร์จากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำและการเกษตรของแม่น้ำเจ้าพระยา [4] มาปรับปรุงและพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมกับระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา

2.2 ขอบเขตแบบจำลองความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา

ขอบเขตแบบจำลองความเค็มรุกตัวได้กำหนดครอบคลุมแม่น้ำเจ้าพระยาตั้งแต่เขื่อนเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำป่าสักตั้งแต่เขื่อนพระรามหกบรรจบแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำน้อยตั้งแต่ประตูระบายน้ำบรมธาตุบรรจบแม่น้ำเจ้าพระยา ขอบเขตด้านข้างใช้ข้อมูลการระบายน้ำตามประตูระบายน้ำต่าง ๆ และขอบเขตท้ายน้ำใช้ระดับน้ำทะเลคาดการณ์ด้วยวิธี Harmonic Analysis ดังรูปที่ 3



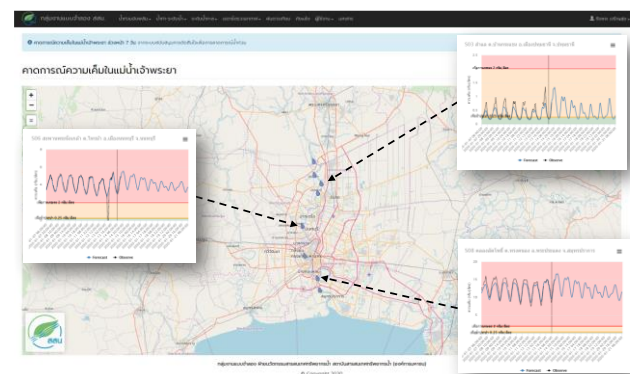
รูปที่ 2 ขอบเขตแบบจำลองความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา



รูปที่ 3 ขอบเขตแบบจำลองความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา

2.3 ระบบการแสดงผล

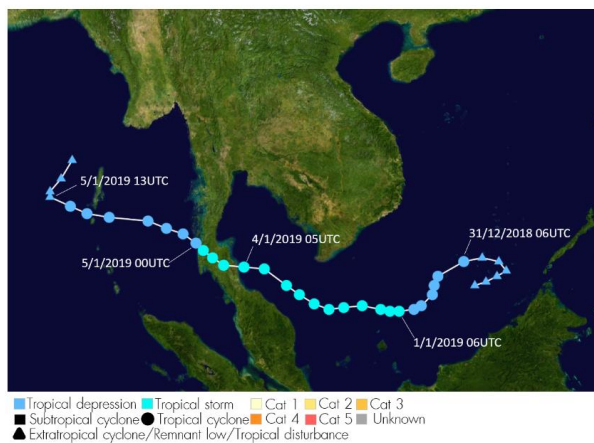
ระบบการแสดงผล (Broadcasting) เป็นการนำเสนอข้อมูลจากการตรวจวัดจริง และข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และคาดการณ์จากแบบจำลองความเค็มรุกตัว โดยการจัดเตรียมรูปแบบการนำเสนอจะทำงานบนระบบ Dashboard ซึ่งสามารถเลือกข้อมูลที่จะนำเสนอและกำหนดรูปแบบการแสดงผลในรูปแบบของ web-based เพื่อให้สะดวกต่อการติดตามสถานการณ์ ซึ่งการทำงานทั้งหมดรวมถึงการอัปเดตข้อมูลตรวจวัดต่าง ๆ จะถูกตั้งโปรแกรมแบบอัตโนมัติ ทำให้การนำเสนอข้อมูลมีความรวดเร็ว ทันต่อสถานการณ์



รูปที่ 4 การนำเสนอผ่านเว็บไซต์ด้วยระบบ Dashboard

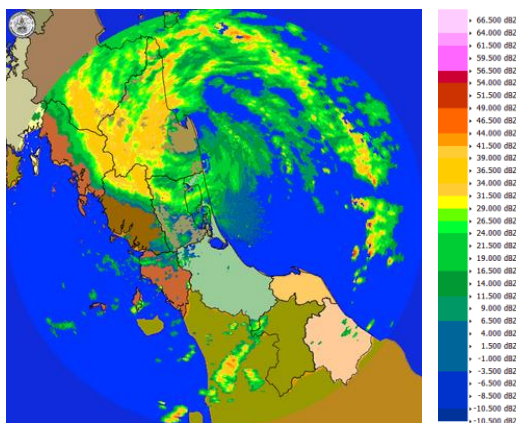
3. การติดตามและคาดการณ์สถานการณ์ ในช่วงพายุโซนร้อนปาบึก

พายุโซนร้อน “ปาบึก” (PABUK) ก่อตัวขึ้นจากหย่อมความกดอากาศต่ำบริเวณทะเลจีนใต้ตอนล่าง เมื่อวันที่ 31 ธันวาคม 2561 และมีทิศทางเคลื่อนตัวมาทางทิศตะวันตกมุ่งเข้าสู่อ่าวไทยตอนล่าง โดยอิทธิพลของพายุเริ่มส่งผลทำให้เกิดฝนตกเพิ่มขึ้นบริเวณภาคใต้ตอนล่างตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม 2562 และได้เคลื่อนขึ้นฝั่ง ดังรูปที่ 5 ในขณะที่ความแรงของพายุอยู่ในระดับพายุโซนร้อน ในช่วงเที่ยงของวันที่ 4 มกราคม 2562 ดังรูปที่ 6 และต่อมาได้เคลื่อนตัวเข้าปกคลุมบริเวณจังหวัดพังงาพร้อมกับการกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันในช่วงเช้าของวันที่ 5 มกราคม 2562 ก่อนที่จะเคลื่อนตัวลงทะเลอันดามันไปในวันเดียวกัน



ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/2019_Pacific_typhoon_season

รูปที่ 5 เส้นทางพายุปาบึก



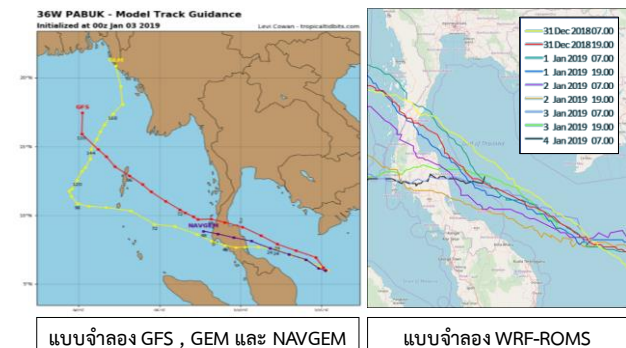
ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

รูปที่ 6 ภาพเรดาร์สังขลา วันที่ 4 มกราคม 2562

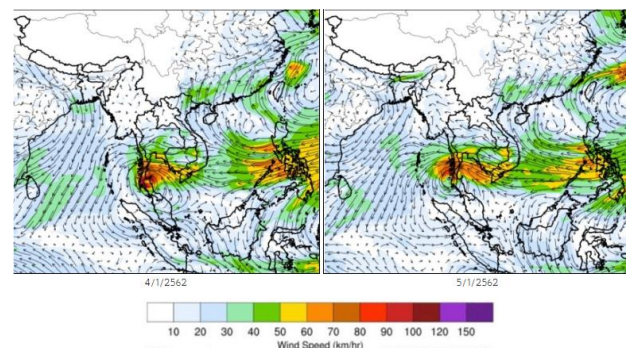
การติดตามสถานการณ์ในช่วงพายุโซนร้อนปาบึก สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) ได้เริ่มติดตามตั้งแต่วันที่ 25 ธันวาคม 2561 พบการก่อตัวของพายุปาบึก และทำการเฝ้าระวังรวมถึงการแจ้งเตือนไปยังหน่วยงานต่าง ๆ จนสิ้นสุดเหตุการณ์ดังกล่าว

3.1 การคาดการณ์สภาพอากาศ

ในช่วงพายุโซนร้อนปาบึก สสน. ได้ติดตามการเคลื่อนตัวของพายุด้วยแบบจำลองคาดการณ์สภาพอากาศ WRF-ROMS ที่ สสน. ได้พัฒนาขึ้นร่วมกับแบบจำลองคาดการณ์สภาพอากาศอื่น ๆ ได้แก่ แบบจำลองคาดการณ์อากาศของสหรัฐอเมริกา Global Forecast System (GFS) แบบจำลองคาดการณ์สภาพอากาศ Navy Global Environmental Model (NAVDEM) แบบจำลองคาดการณ์สภาพอากาศ Global Environmental Multiscale Model (GEM) รวมถึงแบบจำลองคาดการณ์สภาพอากาศ WRF จากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังรูปที่ 7 เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเคลื่อนตัวของพายุโซนร้อนปาบึก และเฝ้าติดตามสถานการณ์อย่างใกล้ชิด ผลคาดการณ์สภาพอากาศของแต่ละแบบจำลองไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะเคลื่อนตัวผ่านภาคใต้ของประเทศไทย และมีโอกาสที่จะขึ้นฝั่งบริเวณจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราชและสงขลา จากผลคาดการณ์ความเร็วของลมจากแบบจำลอง WRF-ROMS พบว่า วันที่ 4 – 5 มกราคม 2562 ส่งผลกระทบลมแรงบริเวณบริเวณอ่าวไทย ดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 ผลคาดการณ์เส้นทางการเคลื่อนตัวของพายุโซนร้อนปาบึกด้วยแบบจำลองคาดการณ์อากาศต่าง ๆ

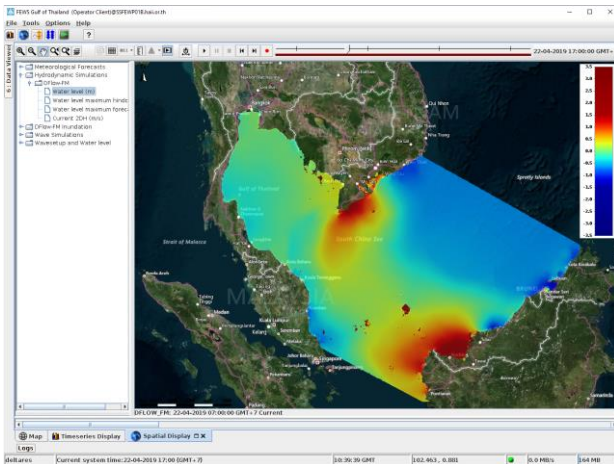


ที่มา : คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ

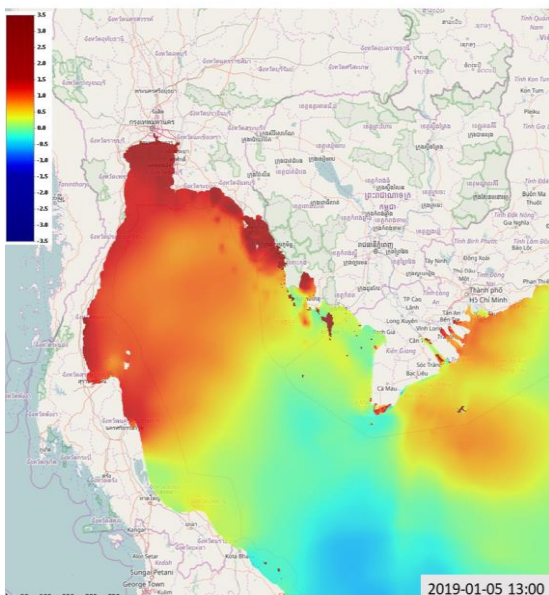
รูปที่ 8 ผลคาดการณ์ความเร็วของลมพายุโซนร้อนปาบึกจากแบบจำลอง WRF-ROMS

3.2 การคาดการณ์คลื่นพายุซัดฝั่ง

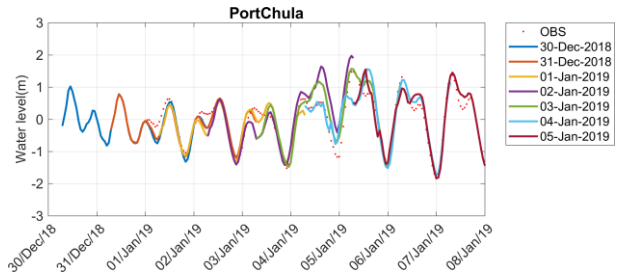
การคาดการณ์คลื่นพายุซัดฝั่ง เป็นผลการคาดการณ์จากระบบคาดการณ์คลื่นพายุซัดฝั่งและเตือนภัยล่วงหน้าในอ่าวไทย (Storm Surge Model) [5] ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการ Flood Early Warning System (FEWS) ดังรูปที่ 9 ที่ใช้แบบจำลอง Delft3D FM จำลองระดับน้ำขึ้นน้ำลงและระดับน้ำยกด้วยอิทธิพลของลมหรือ surge และแบบจำลอง SWAN เพื่อจำลองความสูงคลื่น โดยนำผลการคาดการณ์อากาศจากหัวข้อที่ 3.1 มาเป็นข้อมูลนำเข้าในการจำลองระดับน้ำทะเล ผลของการคาดการณ์ระดับน้ำทะเลด้วยระบบคาดการณ์คลื่นพายุซัดฝั่งและเตือนภัยล่วงหน้าในอ่าวไทยเปรียบเทียบกับ สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า พบว่ามีระดับน้ำทะเลหนุนสูงบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาในวันที่ 5 มกราคม 2562 ดังรูปที่ 10 ความถูกต้องของการคาดการณ์ระดับน้ำทะเล ณ สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า [5] มีค่าความสอดคล้องและความแม่นยำเป็นอย่างดี R^2 เท่ากับ 0.82 (รูปที่ 11) และความถูกต้องของการคาดการณ์ระดับน้ำทะเลในช่วง 3 วันล่วงหน้า อยู่ที่ 67% 63% และ 54% ตามลำดับ [1]



รูปที่ 9 ระบบปฏิบัติการ FEWS [5]



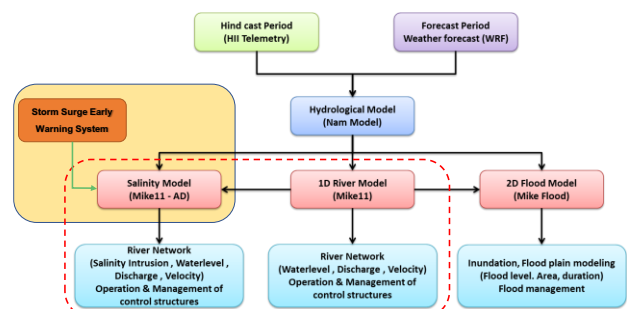
รูปที่ 10 ผลการคาดการณ์ระดับน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย วันที่ 5 มกราคม 2562



รูปที่ 11 ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำ สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า

3.3 การคาดการณ์ความเค็มรุกตัว

ระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา ได้ทำการจำลองความเค็มรุกตัว ณ เวลา 6.00 น. ทุกวันโดยใช้ขอบเขตด้านท้ายน้ำ เป็นระดับน้ำทะเลคาดการณ์ด้วยวิธี Harmonic Analysis ซึ่งจะไม่สามารถจำลองระดับน้ำทะเลหนุนที่เกิดจากคลื่นลมแรง (Surge) แต่ในขณะที่อิทธิพลของพายุโซนร้อนปายักได้ส่งผลกระทบให้เกิดคลื่นซัดฝั่งเป็นบริเวณกว้างรวมถึงบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาดังหัวข้อที่ 3.2 ระบบคาดการณ์ความเค็มจึงนำผลการคาดการณ์ระดับน้ำทะเลจากระบบคาดการณ์คลื่นพายุซัดฝั่งและเตือนภัยล่วงหน้าในอ่าวไทย (Storm Surge Model) มาเป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำ (รูปที่ 12) จำลองความเค็มรุกตัว ณ เวลา 14.00 น. เพื่อติดตามความเค็มรุกตัวในช่วงพายุปายักหรือช่วงที่เกิดคลื่นซัดฝั่ง



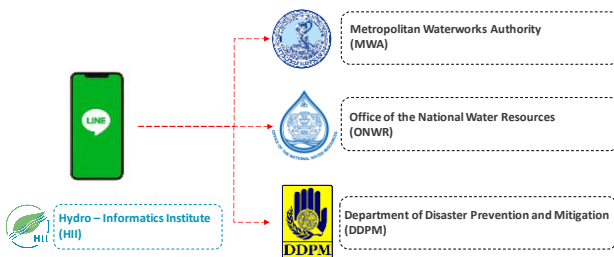
รูปที่ 12 โครงสร้างระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัว

3.4 การแจ้งเตือน

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน. ได้ติดตามสถานการณ์พายุปายักอย่างใกล้ชิด และสนับสนุนข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์และการตัดสินใจให้แก่สำนักทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทช.) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การประสานครหลวงและกรมป้องกันภัยและบรรเทาสาธารณภัย ให้เฝ้าระวังความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยาในวันที่ 5 มกราคม 2562 ที่แม่น้ำเจ้าพระยาได้รับอิทธิพลคลื่นซัดฝั่งจากพายุโซนร้อนปายัก ดังรูปที่ 13 และได้ทำการแจ้งเตือนในช่องทางของ Line Application ดังรูปที่ 14



รูปที่ 13 ผลการคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา
ณ วันที่ 4 มกราคม 2562



รูปที่ 14 การเชื่อมต่อในช่องทางของ Line Application

4. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

หลังจากเหตุการณ์พายุโซนร้อนปาบึก ได้ทำการรวบรวมข้อมูลความเค็มที่ตรวจวัด จากการประปานครหลวง เพื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณความเค็มจากแบบจำลอง จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีสำแล สถานีสะพานพุทธยอดฟ้า และสถานีโรงไฟฟ้าพระนครใต้ ผลการเปรียบเทียบในช่วงพายุปาบึก ระหว่างวันที่ 3 – 7 มกราคม 2562 ดังรูปที่ 15-17 กราฟแสดงค่าความเค็มตรวจวัดเปรียบเทียบผลการจำลองความเค็มในวันคาดการณ์ต่าง ๆ มีความสอดคล้องและมีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ ความถูกต้องของการคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในช่วง 3 วันข้างหน้าอยู่ที่ 68%, 55% และ 50% ตามลำดับ

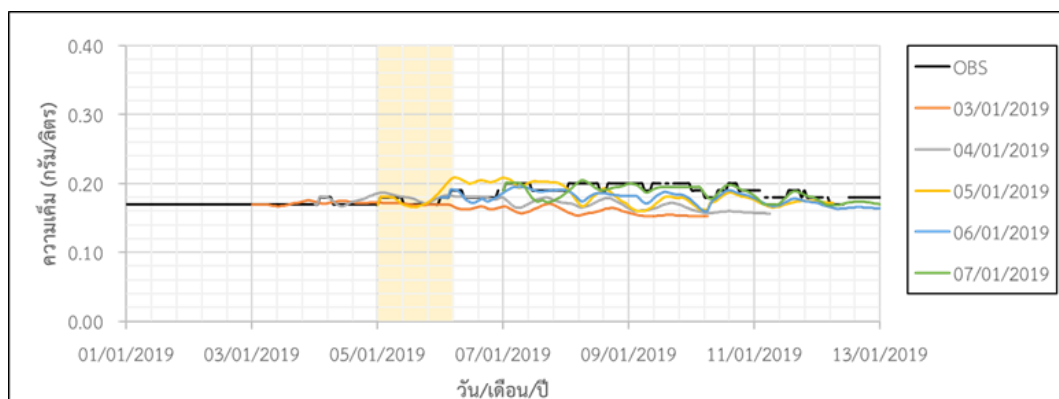
5. บทสรุป

ระบบคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยาที่พัฒนาขึ้น ระบบปฏิบัติการจำลองความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยาครอบคลุมทุกน้ำขึ้นน้ำลง และคลื่นซัดฝั่งซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณความเค็มในช่วงพายุปาบึกให้ผลอยู่ที่ระดับที่น่าพอใจ ความถูกต้องของการคาดการณ์ในช่วง 3 วันข้างหน้าอยู่ในช่วง 68%, 55% และ 50% ตามลำดับ

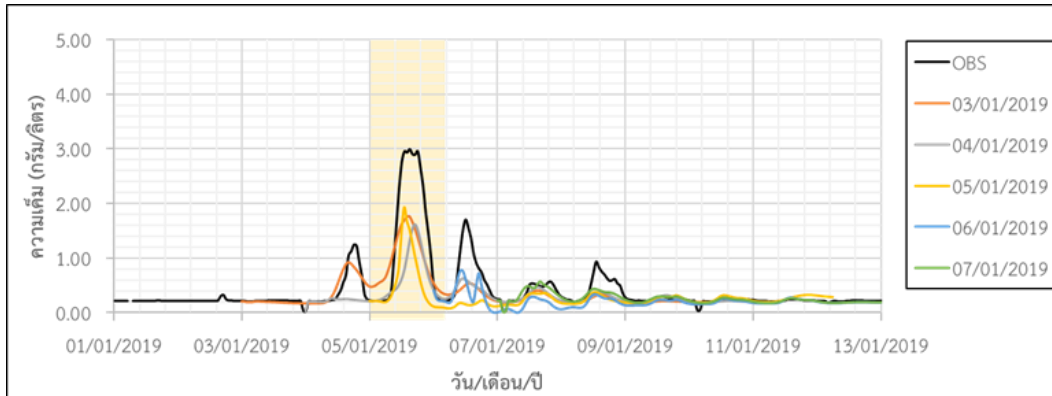
ระบบติดตามและคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา ที่พัฒนาขึ้นเป็นระบบเป็นระบบที่ยืดหยุ่นเป็นอย่างมากสามารถปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ได้ทันอย่างท่วงที อย่างไรก็ตามการคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นสิ่งที่ท้าทายอย่างมาก เนื่องจากผลกระทบจากการบริหารจัดการน้ำที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน รวมถึงผลคาดการณ์จากแบบจำลองคู่ควบระหว่างบรรยากาศและมหาสมุทร (WRF-ROM) และแบบจำลองคลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm Surge model) ล้วนแล้วส่งผลกระทบต่อความเค็มรุกตัวในแม่น้ำ

กิตติกรรมประกาศ

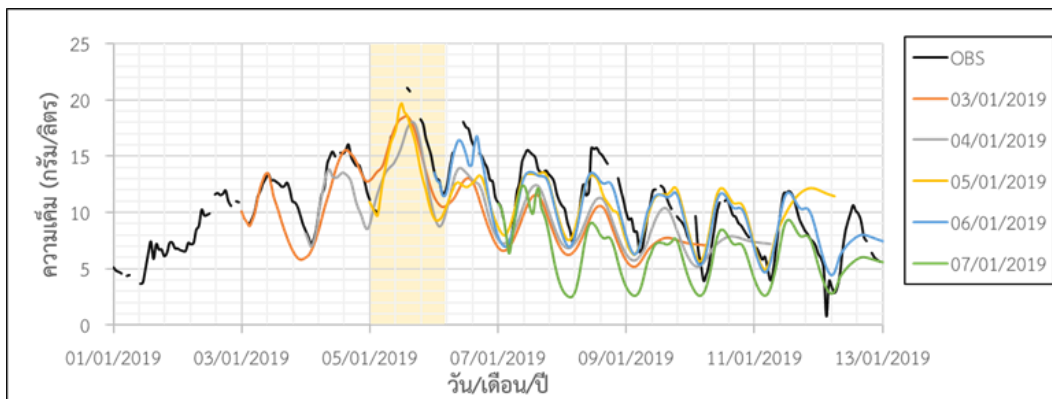
สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ขอขอบคุณสำนักทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทช.) กรมอุตุนิยมวิทยา กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ การประปานครหลวง กรมป้องกันภัยและบรรเทาสาธารณภัย และกรมชลประทาน ที่อนุเคราะห์สนับสนุนข้อมูลในการพัฒนาระบบติดตามและคาดการณ์ความเค็มรุกตัวในแม่น้ำเจ้าพระยา



รูปที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความเค็ม ณ สถานีสำแล



รูปที่ 16 ผลการเปรียบเทียบความเค็ม ณ สถานีสะพานพุทธยอดฟ้า



รูปที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความเค็ม ณ สถานีโรงไฟฟ้าพระนครใต้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chettanawanit, K., Thanathanphon, W., Luangdilok, N., Sisomphon, P. (2019). Early Warning System for Storm surge and Inundation in the Gulf of Thailand During the Tropical Storm Pabuk (2019), AOGS 16th Annual Meeting, Singapore, 28 Jul - 2 Aug 2019
- [2] ปิยะมัลย์ ศรีสมพร, สถิตย์ จันทร์ทิพย์, สุรเจตส์ บุญญารุณเนตร และ รอยล จิตรดอน (2556). การพัฒนาระบบแบบจำลองและระบบช่วยการตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์การไหลและพยากรณ์น้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยา, การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18, เชียงใหม่, 8-10 พฤษภาคม 2556, หน้า 45 – 52.
- [3] วาทีน ธนาธารพร, สถิต จันทร์ทิพย์ และ ปิยะมัลย์ ศรีสมพร (2557). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อบริหารจัดการอุทกภัยในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล, การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, ขอนแก่น, 14-16 พฤษภาคม 2557
- [4] สุนารี เสือทุ่ง และ สนิษ วงษา (2558). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำและการเกษตรของแม่น้ำเจ้าพระยา. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20, ชลบุรี, 8-10 กรกฎาคม 2558
- [5] วาทีน ธนาธารพร, ณรงค์ฤทธิ์ เหลืองดิลก, คชาภรณ์ เจตนาวณิชย์ และ ปิยะมัลย์ ศรีสมพร (2562). การติดตามและวิเคราะห์สถานการณ์ระดับน้ำทะเลด้วยระบบคาดการณ์คลื่นพายุซัดฝั่งและเตือนภัยล่วงหน้าในอ่าวไทยในช่วงพายุโซนร้อนปาบึก. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24, อุตรดิตถ์, 10-12 กรกฎาคม 2562