

การรุกรานความเค็มที่ส่งผลจากการเพิ่มคลองลัดในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง
**THE SALINITY INTRUSION EFFECTED FROM ADDITIONAL SHORTCUT
CANAL IN THE LOWER THACHIN RIVER**

ณัฐวุฒิ อินทบุต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ศูนย์สุพรรณบุรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

450 ต.ย่านยาว อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี 72130

Nuttawut Intaboot

Department of Civil Engineering, Suphanburi Campus,

Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology

Suvarnabhumi, 450 Yanyao, Samchuk District, Suphanburi 72130

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่ทำการศึกษาการรุกรานความเค็มในแม่น้ำท่าจีนหลังจากกรณีศึกษาการเพิ่มคลองลัดเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำในฤดูน้ำหลาก โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองการพัดพาและแพร่กระจายในการวิเคราะห์การรุกรานความเค็มตามความยาวในลำน้ำ ผลการศึกษาจากแบบจำลองการพัดพาและการแพร่กระจายพบว่าแม่น้ำท่าจีนมีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายเท่ากับ 400 ตารางเมตรต่อวินาที และจากกรณีศึกษาการเพิ่มคลองลัดจะส่งผลให้ความเค็มรุกเข้าไปในลำน้ำได้ไกลขึ้นกว่าเดิม และเพิ่มมากขึ้นในบริเวณตำแหน่งเดียวกัน การรุกรานความเค็มนี้มีมากในช่วงฤดูแล้งประมาณเดือนมกราคมถึงพฤษภาคมของทุกปี เพราะน้ำในแม่น้ำมีปริมาณน้อย ผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดมาตรการ และบริหารจัดการในการป้องกันผลกระทบในการรุกรานความเค็มของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในอนาคตต่อไปได้

คำสำคัญ: การรุกรานความเค็ม, การเพิ่มคลองลัด, แม่น้ำท่าจีน, ประสิทธิภาพการระบายน้ำ

ABSTRACT

This research was aimed to study the salinity intrusion in the Thachin River after case study of adding shortcut canal to increase the drainage efficiency during the flood season. The study was applied the advection and dispersion model in analyzing of salinity intrusion along the length of the river. The result of advection-dispersion model showed that the diffusion

coefficient calibrated was 400 square meters per second. The case study of the additional shortcut canal would result of salinity intrusion in the river was father than the former and increasingly in the same position. The salinity intrusion has very high in during the dry season from January to May every year because of the river has the low flow. Therefore, the results of this study can be applied to determine the measures and managed to prevent the salinity intrusion of the relevant agencies in the future.

KEYWORDS: Salinity Intrusion, Additional Shortcut Canal, Thachin River, Drainage Efficiency

1. บทนำ

แม่น้ำท่าจีนตอนล่างมักเกิดปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้งสร้างความเสียหายให้กับพื้นที่เกษตรกรรม และบ้านเรือนของประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่บริเวณแม่น้ำเป็นจำนวนมากและเป็นประจำทุกปี โดยปัญหาอุทกภัยดังกล่าวส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากการขาดประสิทธิภาพการระบายน้ำในพื้นที่ชุมชน และขาดประสิทธิภาพการระบายน้ำในแม่น้ำเอง เนื่องจากสภาพแม่น้ำท่าจีนตอนล่างมีความคดเคี้ยวไปมาอย่างมาก ทำให้การระบายน้ำออกสู่ทะเลเป็นไปอย่างล่าช้า ดังนั้นที่ผ่านมามีการศึกษาวิจัยถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำด้วยการเพิ่มคลองลัดในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง [1] ซึ่งพบว่าการเพิ่มคลองลัดในบริเวณที่มีความคดเคี้ยวของแม่น้ำจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำในแม่น้ำในช่วงฤดูน้ำหลากได้เป็นอย่างดี

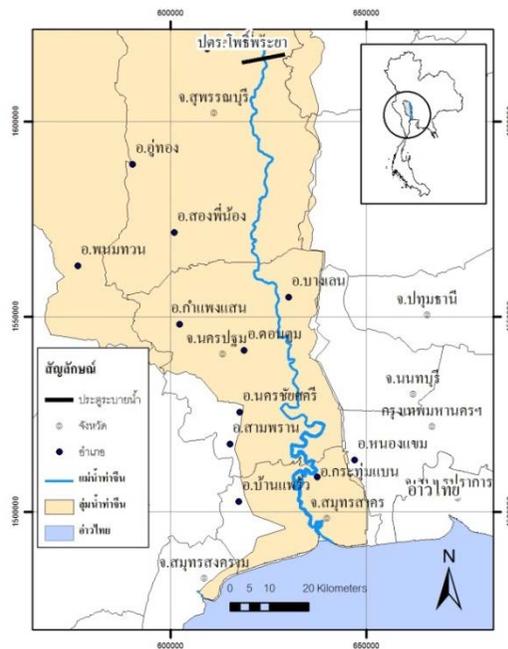
แต่อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูแล้งแม่น้ำท่าจีนมักประสบปัญหาในด้านต่างๆเช่น ความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ การขาดแคลนน้ำจืดสำหรับใช้ในการอุปโภค บริโภค และที่สำคัญการรุกคืบของน้ำเค็มเข้าไปตามลำน้ำท่าจีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคมของทุกปี และยิ่งนานวันยิ่งรุกคืบเข้าไปได้ไกลขึ้นซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายในภาคส่วนต่างๆเช่น ภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม และการผลิตน้ำประปา บริเวณสองฝั่งแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง โดยในการเพิ่มคลองลัดในแม่น้ำท่าจีนนั้นเป็นการช่วยเร่งระบายน้ำในฤดูน้ำหลาก แต่ในฤดูแล้งคลองลัดดังกล่าวกลับทำหน้าที่ช่วยเพิ่มผลของการรุกคืบความเค็มเข้าไปไกลขึ้นกว่าเดิม อีกทั้งในปัจจุบันการรุกคืบความเค็มนอกจากสาเหตุตามฤดูกาลแล้ว การทรุดตัวของแผ่นดินในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ก็ยังเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดการรุกคืบความเค็มเข้าไปในแม่น้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปัญหาดังกล่าวนับวันยิ่งทวีความรุนแรง และส่งผลกระทบต่อเกษตรกรในวงกว้าง [2]

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่ศึกษาการรุกคืบความเค็มในแม่น้ำท่าจีนทั้งในก่อนและหลังเพิ่มคลองลัด เพื่อให้ทราบถึงพื้นที่และผลกระทบที่เกิดขึ้นกับประชาชนริมสองฝั่งแม่น้ำ โดย

ประยุกต์แบบจำลองคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์การแพร่กระจายความเค็มตามความยาวลำน้ำและการรुक้าของความเค็มในแม่น้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำและเป็นข้อมูลในการศึกษาถึงความเหมาะสมของโครงการขุดคลองลัดในแม่น้ำท่าจีนด้วย

2. พื้นที่ศึกษา

แม่น้ำท่าจีนจัดว่าเป็นแม่น้ำสายเดี่ยว (single branch) ที่ไหลผ่านลุ่มน้ำท่าจีน โดยแม่น้ำมีความลาดชันในตอนต้นและราบเรียบในตอนล่าง เพราะมีสภาพภูมิประเทศเป็นลักษณะราบลุ่ม ลาดเทจากเหนือลงใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา สวนผลไม้ สวนผัก และบ่อปลา มีพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) และป่าชายเลนอยู่ประปรายบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึง (ดังแสดงในรูปที่ 1)

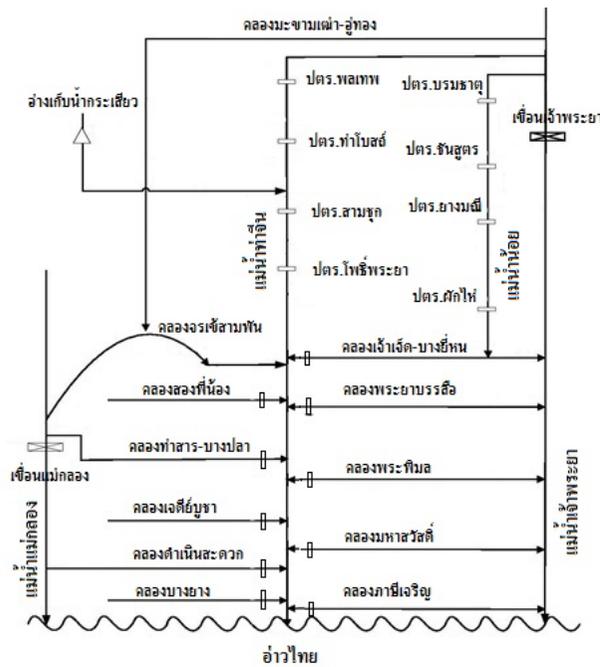


รูปที่ 1 แม่น้ำท่าจีน และพื้นที่ศึกษา

แม่น้ำท่าจีนที่ใช้ในการศึกษาเริ่มตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมืองจังหวัดสุพรรณบุรี ลงมาจนถึงปากแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รวมระยะทาง 202 กิโลเมตร โดยมีแหล่งน้ำหลักมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา และยังทำหน้าที่เปรียบเสมือนคลองส่งน้ำสายใหญ่สายหนึ่งของโครงการให้กับเกษตรกรในลุ่มน้ำท่าจีน โดยระบบโครงข่ายหรือการไหลของแม่น้ำจะเริ่มต้นจากการรับน้ำมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดชัยนาทไหลผ่านลงมาบรรจบกับลำน้ำกระเสียวในเขต อำเภอสามชูก จังหวัดสุพรรณบุรี โดยที่แม่น้ำท่าจีนทำหน้าที่เป็นทั้งคลองส่งน้ำและระบายน้ำ โดยมีประตูระบายน้ำ

หลักกลางแม่น้ำ 4 แห่ง เพื่อทำหน้าที่บริหารจัดการน้ำให้กับโครงการชลประทานต่าง ๆ โดยประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเป็นประตูระบายน้ำตัวสุดท้ายที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำในแม่น้ำให้มีความเพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรทางตอนล่างของแม่น้ำ

พื้นที่ส่วนล่างซีกตะวันตกของลุ่มน้ำท่าจีนมีอาณาเขตติดต่อกับลุ่มน้ำแม่กลอง มีแม่น้ำแม่กลองเป็นแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำท่าจีนที่จัดสรรน้ำให้กับโครงการชลประทานในลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง โดยมีเขื่อนแม่กลองซึ่งเป็นเขื่อนทดน้ำให้กับพื้นที่ดังกล่าว และยังช่วยผันน้ำจากแม่น้ำแม่กลองมาสู่แม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูแล้ง (ดังแสดงในรูปที่ 2)



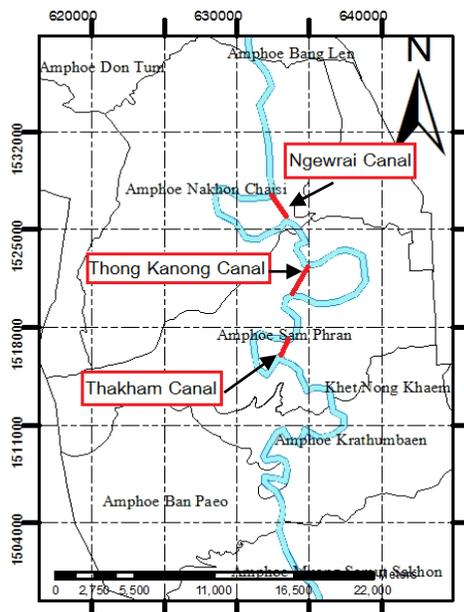
รูปที่ 2 โครงข่ายการไหลของน้ำในลุ่มน้ำท่าจีน

3. การเพิ่มคลองลัดเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำในแม่น้ำ

จากปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในหลายๆพื้นที่ ส่งผลให้มีโครงการหรือวิธีการในการช่วยลดหรือบรรเทาปัญหาดังกล่าว โดยโครงการที่สำคัญคือโครงการขุดคลองลัดในแม่น้ำเพื่อช่วยเร่งระบายน้ำในแม่น้ำในฤดูน้ำหลาก ซึ่งถือว่าเป็นโครงการที่สำคัญยิ่งเพราะพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ได้ทรงมีพระราชดำริให้มีการพัฒนาคลองลัดโพธิ์ ในแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงที่มีความคดเคี้ยวรวมระยะทาง 18 กิโลเมตร ให้สั้นลงเหลือประมาณ 600 เมตร เพื่อใช้เป็นคลองลัดในการระบายน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในฤดูน้ำหลาก [3] และสอดคล้องกับการศึกษาของ Takebayashi และคณะ [4] ได้ทำการศึกษาการระบายน้ำของแม่น้ำที่มีลักษณะราบเรียบและมีความคดเคี้ยวในแม่น้ำเจ้าพระยา

โดยใช้แบบจำลองทางตัวเลข ซึ่งการศึกษาได้จำลองเพิ่มคลองลัดในบริเวณลำน้ำที่มีการคดเคี้ยว จากผลการจำลองพบว่ากรณีลักษณะของแม่น้ำที่มีความคดเคี้ยวการเพิ่มคลองลัดจะส่งผลให้ระดับน้ำในแม่น้ำลดลง ประสิทธิภาพการระบายน้ำเพิ่มขึ้น และยังช่วยลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วม บริเวณที่ราบลุ่มได้ ดังนั้นโครงการเพิ่มคลองลัดในแม่น้ำมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำให้กับแม่น้ำได้ และยังสอดคล้องกับผลของการเพิ่มคลองลัดต่างๆทั่วโลกเช่น ในยูโกสลาเวีย โรมาเนีย และฮังการี เป็นต้น ซึ่งประเทศต่างๆเหล่านี้ได้ทำการขุดคลองลัดเป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในการช่วยเร่งระบายน้ำในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดน้ำท่วม [5]

ดังนั้น ญัฐวุฒิ [1] ได้ศึกษาถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำในแม่น้ำท่าจีนโดยนำหลักการพัฒนาคลองลัดดังกล่าวนี้มาใช้ในการช่วยเร่งระบายน้ำในฤดูน้ำหลาก เพราะบริเวณตอนล่างของแม่น้ำท่าจีนมีความคดเคี้ยวเป็นอย่างมาก โดยทำการเพิ่มคลองลัด 3 ตำแหน่ง ประกอบไปด้วย 1) คลองจิวราย ต.จิวราย อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม 2) คลองทรงคะนอง ต.ทรงคะนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม 3) คลองท่าข้าม ต.ท่าข้าม อ.สามพราน จ.นครปฐม (ดังแสดงในรูปที่ 3) และผลการศึกษาการระบายน้ำของแม่น้ำท่าจีนตอนล่างในกรณีทั้งก่อนและหลังการเพิ่มคลองลัดพบว่า คลองลัดทำหน้าที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำได้เป็นอย่างดีระดับน้ำลดลงอย่างมาก ซึ่งจะช่วยไม่ให้เกิดน้ำล้นตลิ่งท่วมพื้นที่ของเกษตรกรในพื้นที่ราบลุ่มของแม่น้ำท่าจีน และยังช่วยเพิ่มการระบายน้ำมากขึ้นกว่าเดิม อีกทั้งยังพบว่าหน้าตัดคลองลัดที่ออกแบบตามหลักการที่ดีที่สุดทางชลศาสตร์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำในแม่น้ำได้เป็นอย่างมาก



รูปที่ 3 ตำแหน่งในการศึกษาโครงการเพิ่มคลองลัดในแม่น้ำท่าจีน [1]

4. การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่ส่งผลต่อการรุกล้ำความเค็ม

ในการศึกษาบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำพบว่าคุณภาพน้ำและความเค็มของน้ำในแม่น้ำมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการรุกล้ำของน้ำเค็มจากมหาสมุทรเข้าไปในแม่น้ำ ซึ่งการรุกล้ำของน้ำเค็มนี้จะขึ้นอยู่กับ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่บริเวณปากแม่น้ำ โดยในปัจจุบันระดับน้ำทะเลทั่วโลกได้มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นผลจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปรากฏการณ์ El Niño-Southern Oscillation (ENSO) ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน การขยายตัวของน้ำทะเลเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นของมหาสมุทร และปริมาณน้ำที่ไหลลงมหาสมุทรเนื่องจากธารน้ำแข็งขั้วโลกและภูเขา น้ำแข็งเกิดการละลาย [6] ยิ่งไปกว่านั้น การเคลื่อนที่ทางตั้งของแผ่นดินในบริเวณที่ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสำรวจข้อมูลจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลด้วย [7]

ในส่วนของประเทศไทยพบว่าระดับน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่ค่อนข้างสูง [3] ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวได้มีการสูบน้ำบาดาลมาใช้เป็นจำนวนมากทำให้แผ่นดินบริเวณนี้เกิดการทรุดตัวจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนของระดับน้ำทะเลอย่างมากเพราะเนื่องจากสถานีวัดระดับน้ำจะเกิดการทรุดตัวไปด้วย [8] จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ปริมาณความเค็มในแม่น้ำมีการรุกล้ำเพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษาของ Nguyen et al. [9] พบว่าปริมาณความเค็มจะสัมพันธ์กับปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำ กล่าวคือถ้าในช่วงการไหลต่ำ (low flow) จะทำให้ค่าความเค็มแพร่เข้าไปในแม่น้ำได้ไกลขึ้น และถ้าอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำมีปริมาณมากจะทำให้ค่าความเค็มน้อยลงหรือค่าความเค็มแพร่เข้าไปในแม่น้ำได้น้อยลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลก็จะส่งผลกระทบต่อ การรุกล้ำความเค็มเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน และยิ่งไปกว่านั้นการเพิ่มคลองลัดเพื่อช่วยเร่งระบายน้ำในฤดูน้ำหลากจะส่งผลกระทบต่อ การรุกล้ำความเค็มในฤดูแล้งให้เพิ่มขึ้นตามลำน้ำได้อีกด้วย

5. ทฤษฎีและเครื่องมือที่ใช้

5.1 แบบจำลองการพัดพาและแพร่กระจาย (MIKE 11-AD, Advection-Dispersion Model)

แบบจำลองการพัดพาและแพร่กระจายนั้น สามารถอธิบายถึงกลไกการเคลื่อนที่ของมวลสารในลำน้ำ โดยสามารถอธิบายได้ใน 2 ลักษณะคือการพัดพา (Advective or Convective Transport) เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายของมวลสารจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยอิทธิพลการไหลของน้ำ ทิศทางการเคลื่อนที่กับทิศทางการไหล และการแพร่กระจาย (Dispersive transport) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลสารในลักษณะฟุ้งกระจายทุกทิศทาง เมื่อรวมกับการเคลื่อนที่ของทิศทางการไหลของน้ำจะเกิดกระบวนการการแพร่กระจาย (dispersion) ในทิศทางการไหลของน้ำ

ในการจำลองการเคลื่อนย้ายมวลสารในลำน้ำจะใช้หลักของกฎทรงมวล และคิดการไหลเป็นแบบ 1 มิติ โดยจะต้องใช้ข้อมูล อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัดการไหล และรัศมีชลศาสตร์ ที่ได้จากอุทกพลศาสตร์ สมการพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณดังแสดงในสมการที่ (1) [10]

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_f \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + C_s \cdot q \quad (1)$$

โดยที่ C คือความเข้มข้น (มวล/ปริมาตร), D_f คือ สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (ตารางเมตร/วินาที), A คือพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ (ตารางเมตร), K คือสัมประสิทธิ์การย่อยสลาย (วินาที⁻¹), C_s คือ Source / Sink Concentration (มวล/ปริมาตร), q คืออัตราการไหลด้านข้างต่อหน่วยความยาวลำน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที), t คือช่วงเวลาระหว่างหน้าตัดลำน้ำ (วินาที), x คือระยะระหว่างหน้าตัดลำน้ำ (เมตร)

5.2 สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion Coefficient)

การพิจารณาการแพร่กระจายของมวลสารในลำน้ำ จะพิจารณาตามความยาวของลำน้ำเป็นสิ่งสำคัญ โดยค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายเป็นฟังก์ชันของความเร็วการไหลเฉลี่ย (Mean Flow Velocity) ซึ่งอาศัยหลักการแพร่กระจายของ Fick (Fick Diffusion Law) โดยค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายสามารถคำนวณได้จากสมการในรูปทั่ว ๆ ไปดังสมการที่ (2)

$$D_f = fv^{ex} \quad (2)$$

เมื่อ D_f คือสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (m^2/s), f คือแฟคเตอร์การแพร่กระจาย, v คือความเร็วการไหล (m/s), ex คือค่าคงที่ยกกำลัง (Dimensionless Exponent)

ถ้า $ex = 0$ แล้ว ความเร็วของการไหลจะไม่มีอิทธิพลต่อความเร็วการแพร่กระจาย และหน่วยของแฟคเตอร์การแพร่กระจาย (f) จะเป็นตารางเมตรต่อวินาที (m^2/s)

ถ้า $ex = 1$ แล้ว ความเร็วของการไหลจะเป็นฟังก์ชันแบบเส้นตรงกับสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย และหน่วยของแฟคเตอร์การแพร่กระจาย (f) จะเป็นเมตร (m)

6. วิธีการ และขอบเขตการศึกษา

การศึกษากำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ลงมาจนถึงปากแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รวมระยะทาง 202 กิโลเมตร สำหรับการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการจัดทำ

แบบจำลอง ประกอบด้วยข้อมูลอัตราการไหล และระดับน้ำรายวันที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ในปี พ.ศ. 2555-2558 จากกรมชลประทาน, รูปตัดขวางลำน้ำซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 209 รูปตัด ซึ่งรวบรวมได้ในปี พ.ศ. 2545 จากกรมชลประทาน, ข้อมูลระดับน้ำทะเลที่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนรายชั่วโมงในปี พ.ศ. 2555-2558 จากกรมเจ้าท่า, ข้อมูลอัตราการไหลและระดับน้ำรายวันที่สถานีวัดน้ำท่า T1 (กม.117) ซึ่งตั้งอยู่ที่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมในปี พ.ศ. 2555-2558 จากกรมชลประทาน โดยขั้นตอนการศึกษาสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) สร้างแบบจำลองการพัดพาและการแพร่กระจายเพื่อทำการหาสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายที่เหมาะสมในลำน้ำ โดยจะใช้ข้อมูลความเค็มในแม่น้ำในปี พ.ศ. 2558 มาทำการเปรียบเทียบซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะต้องให้ค่าที่ดีที่สุดทางสถิติที่ใช้ในการตัดสินใจ โดยจะทำการเปรียบเทียบจนกระทั่งค่าความเค็มที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าจากข้อมูลเก็บสำรวจ แบบจำลองพิจารณาปริมาณการไหลรายวันที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเป็นขอบเขตเงื่อนไขด้านเหนือน้ำ และการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำเป็นขอบเขตเงื่อนไขด้านท้ายน้ำ ส่วนค่าความเค็มบริเวณปากแม่น้ำกำหนดให้เป็นค่าความเค็มของน้ำทะเลที่ได้จากการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษในปีพ.ศ. 2558 ซึ่งมีค่าความเค็มสูงสุดที่บริเวณปากแม่น้ำเท่ากับ 21.4 ppt ทั้งนี้เนื่องจากน้ำทะเลในบริเวณดังกล่าวได้รับอิทธิพลของน้ำจืดที่ไหลลงสู่ปากแม่น้ำ

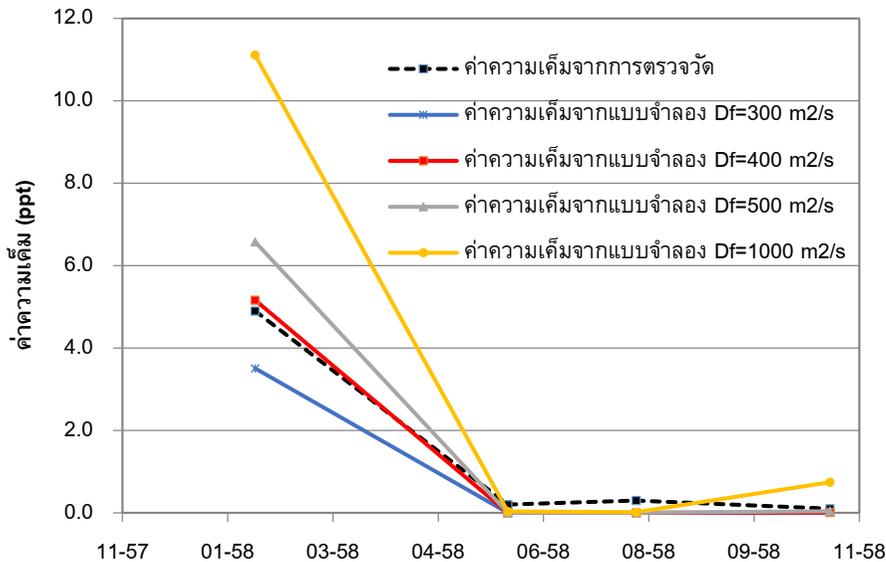
2) วิเคราะห์การพัดพาและแพร่กระจายในส่วนของความเค็มตามความยาวของลำน้ำ โดยพิจารณาวิเคราะห์ทั้งสองกรณี คือ การรुक้าความเค็มในลำน้ำเดิมก่อนเพิ่มคลองลัด และการรुक้าความเค็มในลำน้ำหลังเพิ่มคลองลัดทั้ง 3 ตำแหน่ง

3) ทำการเปรียบเทียบระยะทางในการรुक้าความเค็มตามความยาวของลำน้ำ ทั้งก่อนและหลังการเพิ่มคลองลัด โดยจะพิจารณาค่าความเค็มในลำน้ำเป็นค่าความเค็มเริ่มต้นที่ส่งผลกระทบต่อการเกษตรซึ่งจะอยู่ที่ 0.05 ppt [11] และสรุปผลการเปรียบเทียบ พร้อมทั้งระบุช่วงเวลาที่มีการรुक้าสูงสุด

7. ผลการศึกษาและวิจารณ์

7.1 การเปรียบเทียบแบบจำลอง

การเปรียบเทียบแบบจำลอง MIKE11-AD จะใช้ข้อมูลค่าความเค็มที่ได้จากการสำรวจที่สถานี TC04 (กม.186) ของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งตั้งอยู่ที่ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ซึ่งมีระยะทางห่างจากปากแม่น้ำ 16 กิโลเมตร มาทำการเปรียบเทียบกับค่าความเค็มที่ได้จากแบบจำลองโดยการแปรผันค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (D_f) ในช่วง 300-1000 m^2/s ซึ่งผลการศึกษาพบว่าค่า D_f ที่เหมาะสมกับแม่น้ำท่าจีนมีค่าเท่ากับ 400 m^2/s ซึ่งจะให้ค่าที่ดีที่สุดทางสถิติที่ใช้ในการตัดสินใจ ได้แก่ R^2 , NSE, และ RMSE, เท่ากับ 0.9987, 0.9875, และ 0.2274 ppt ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 4

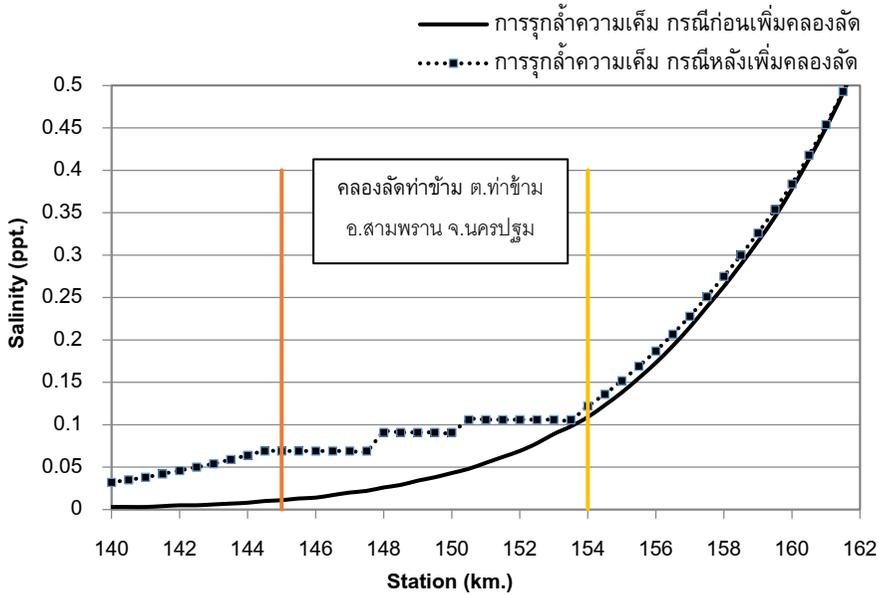


รูปที่ 4 เปรียบเทียบความเค็มที่สถานี TC04 ที่ได้จากแบบจำลองกับการตรวจวัด

7.2 การรुक้าความเค็มตามความยาวของลำน้ำ

จากการวิเคราะห์การรुक้าความเค็มจะพิจารณาทำการวิเคราะห์ทั้งก่อนและหลังเพิ่มคลองลัดในแม่น้ำ โดยในการเพิ่มคลองลัดจะพิจารณาหน้าตัดของคลองลัดเป็นหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีความกว้างของผิวคลอง 23.1 เมตร ความกว้างของท้องคลอง 11.55 เมตร และลึก 10 เมตรทั้ง 3 ตำแหน่ง ซึ่งเป็นคลองลัดที่ได้รับการออกแบบตามหน้าตัดที่ดีที่สุดทางชลศาสตร์ [1]

ผลการศึกษาพบว่าค่าความเค็มในแม่น้ำที่เริ่มส่งผลกระทบต่อการเกษตรหรือกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชก่อนการเพิ่มคลองลัดจะอยู่ที่บริเวณ กม.150.5 หรือประมาณ 51.5 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ หรืออยู่พื้นที่ ต.บางช้าง อ.สามพราน จ.นครปฐม ส่วนหลังจากการเพิ่มคลองลัดค่าความเค็มดังกล่าวจะอยู่ที่บริเวณ กม.142.5 หรือประมาณ 59.5 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ หรืออยู่พื้นที่ ต.ยายชา อ.สามพราน จ.นครปฐม หรือค่าความเค็มรุกเข้าไปไกลขึ้น 8 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5 และตารางที่ 1



รูปที่ 5 การรูล้ำความเค็มทั้งก่อนและหลังเพิ่มคลองลัดในแม่น้ำท่าจีน

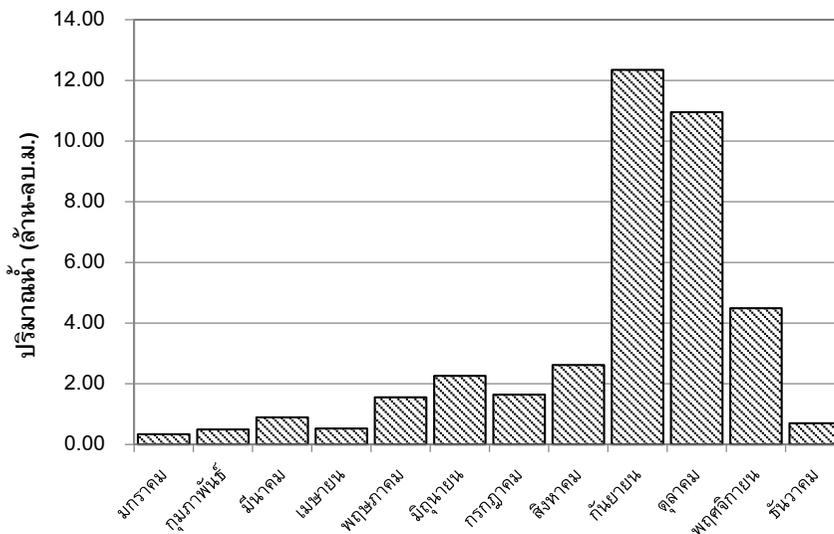
ตารางที่ 1 สถานที่บริเวณการรูล้ำความเค็มในแม่น้ำท่าจีน

กรณีศึกษา	การรูล้ำความเค็มที่ส่งผลกระทบต่อเกษตรกร (0.05 ppt)		
	สถานี (กม.)	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม.)	สถานที่
ก่อนการเพิ่มคลองลัด	150.5	51.5	ต.บางช้าง อ.สามพราน จ.นครปฐม
หลังการเพิ่มคลองลัด	142.5	59.5	ต.ยายชา อ.สามพราน จ.นครปฐม

จากผลวิเคราะห์การรูล้ำความเค็มในแม่น้ำท่าจีนพบว่า การเพิ่มคลองลัดจะส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มการเคลื่อนที่ของความเค็มในลำน้ำให้รุกเข้าไปไกลมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศต่าง ๆ และรวมถึงการนำน้ำไปใช้ในการอุปโภคบริโภค โดยในกรณีก่อนการเพิ่มคลองลัดแม่น้ำท่าจีนถูกความเค็มรูล้ำเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี เพราะสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณปากแม่น้ำที่เกิดจากการใช้น้ำบาดาล และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเอง [12] และในกรณีหลังจากการศึกษาการเพิ่มคลองลัดเพื่อช่วยในการระบายน้ำในฤดูน้ำหลาก คลองลัดดังกล่าวทำหน้าที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำได้เป็นอย่างดี [1] แต่อย่างไรก็ตามผลที่ตามมาในฤดูแล้งกลับส่งผลให้ปริมาณความเค็มในแม่น้ำเพิ่มขึ้นในบริเวณเดียวกัน และความเค็มที่เริ่มส่งผลกระทบต่อประชาชนก็รุกเข้าไปไกลขึ้นด้วยเช่นกัน

7.3 ช่วงเวลาของการรุกร้ำความเค็ม

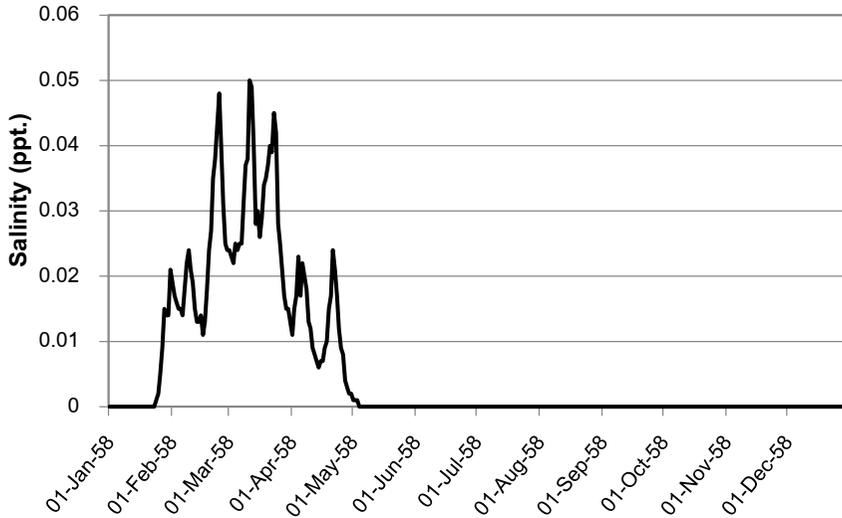
จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำท่าจีนพบว่า ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีน้อยมาก ส่งผลกระทบให้แม่น้ำประสบปัญหาในด้านต่าง ๆ รวมถึงการรุกร้ำความเค็มตามความยาวของลำน้ำ ทั้งนี้ปริมาณน้ำท่าที่ไหลอยู่ในแม่น้ำท่าจีนนั้นได้ถูกควบคุมโดยประตูบังคับน้ำตั้งแต่ต้นแม่น้ำมาโดยตลอดโดยจะมีประตูระบายน้ำพลเทพ เป็นอาคารบังคับน้ำที่จะกำหนดค่าปริมาณน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาให้ไหลเข้าสู่แม่น้ำท่าจีนตามจำนวนที่ต้องการ นอกจากนั้นในช่วงถัดมาก็ยังมีประตูบังคับน้ำอีก 3 แห่ง คือ ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ประตูระบายน้ำสามชุก และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา เมื่อพิจารณาข้อมูลปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนในปัจจุบันที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ซึ่งเป็นประตูระบายน้ำตัวสุดท้ายที่ควบคุมอัตราการไหลในแม่น้ำท่าจีน พบว่าในช่วงฤดูแล้ง (ม.ค. ถึง มิ.ย.) น้ำต้นทุนที่แม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาณน้อย ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในแม่น้ำท่าจีน เพราะในช่วงดังกล่าวส่งผลให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนลดต่ำลง เกิดการขาดแคลนน้ำจืดและประสบปัญหาการรุกร้ำความเค็ม ในช่วงเวลาดังกล่าวด้วย โดยปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนที่ ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในแม่น้ำท่าจีน พบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนของทุกปีจะเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำในแม่น้ำน้อยประกอบกับระดับน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้การรุกร้ำความเค็มตามความยาวของลำน้ำมีปริมาณมากในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณค่าความเค็มในกม.142.5 หลังจากการเพิ่มคลองลัด ซึ่งเป็น

จุดเริ่มต้นของผลกระทบจากการรุกรานความเค็ม พบว่าช่วงเวลาของการรุกรานความเค็มที่ส่งผลกระทบต่อเกษตรกร (0.05 ppt) จะอยู่ในช่วงกลางเดือนมีนาคม ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ช่วงเวลาการรุกรานความเค็มในแม่น้ำที่กม.142.5 หลังจากการเพิ่มคลองลัด

จากรูปที่ 7 ช่วงเวลาการรุกรานความเค็มจะเกิดในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม เพราะเป็นช่วงฤดูแล้ง น้ำในแม่น้ำมีปริมาณน้อยแต่พอหลังจากนั้นเมื่อน้ำในแม่น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณความเค็มลดลง ดังนั้นเมื่อปริมาณน้ำในแม่น้ำเพิ่มขึ้นความเค็มจะถูกผลักดันให้ไปอยู่ใกล้ปากแม่น้ำเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ ณัฐวุฒิ [12] ที่ได้ศึกษาถึงมาตรการในการป้องกันความเค็มในแม่น้ำโดยผันน้ำในแม่น้ำแม่กลองให้มาช่วยขับไล่ความเค็มในแม่น้ำท่าจีนเพื่อลดผลกระทบความเค็มร้อนจากการรุกรานความเค็มดังกล่าว และจากการขึ้น-ลงของค่าความเค็มในแต่ละวันนั้นเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำ เพราะการวิเคราะห์เป็นการจำลองสภาพอุทกพลศาสตร์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีการพิจารณาสภาพเงื่อนไขท้ายน้ำเป็นการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลรายชั่วโมง ส่งผลให้ค่าความเค็มที่เพิ่มขึ้นและลดลงสัมพันธ์กับการขึ้น-ลงของระดับน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำด้วย

8. สรุปผลการศึกษา

โครงการเพิ่มคลองลัดในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำ แต่คลองลัดนี้เองจะส่งผลกระทบต่อกรรุกรานความเค็มในแม่น้ำเพิ่มมากขึ้นในฤดูแล้ง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าค่าความเค็มในแม่น้ำที่เริ่มส่งผลกระทบต่อเกษตรกรหรือกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งก่อน

และหลังการเพิ่มคลองลัดจะอยู่ที่บริเวณ กม.150.5 หรือประมาณ 51.5 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ และบริเวณ กม.142.5 หรือประมาณ 59.5 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ ตามลำดับ หรืออยู่ที่ ต.บางช้าง อ.สามพราน จ.นครปฐม และพื้นที่ ต.ยายชา อ.สามพราน จ.นครปฐม ตามลำดับ หรือค่าความเค็มรุกเข้าไปไกลขึ้น 8 กิโลเมตรจากเดิม และจากการเปรียบเทียบค่าความเค็มในบริเวณจุดเดียวกันพบว่าค่าความเค็มจะเพิ่มมากขึ้นหลังจากการเพิ่มคลองลัด การรुकค่าความเค็มที่เพิ่มมากขึ้นมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณปากแม่น้ำที่เกิดจากการใช้น้ำบาดาล และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเอง ดังนั้นคลองลัดในช่วงฤดูแล้งเป็นส่วนช่วยให้ความเค็มรุกเข้าไปได้ไกลขึ้นตามความยาวของลำน้ำ

นอกจากผลกระทบต่อภาคการเกษตรแล้วการรुकค่าความเค็มที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรม และการผลิตน้ำประปาด้วย เพราะเนื่องจากปริมาณความเค็มที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาต้องมีค่าไม่เกิน 0.025 ppt จึงไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อผู้ใช้น้ำประปา ถ้ามากกว่า 0.025 ppt จะส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมผลิตสี ผลิตเหล็ก ภาคการแพทย์ แต่ยังใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ จนถึงค่าความเค็มไม่เกิน 0.05 ppt [13] ดังนั้นค่าความเค็มที่เริ่มส่งผลกระทบต่อ การอุปโภคบริโภคเป็นค่าความเค็มที่เริ่มส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรด้วย

การรुकค่าความเค็มจะรุกเข้าไปไกลขึ้นในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม เพราะเป็นช่วงฤดูแล้งน้ำในแม่น้ำมีปริมาณน้อยเนื่องจากน้ำต้นทุนที่แม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาณน้อย และจากการวิเคราะห์ปริมาณค่าความเค็มในกม.142.5 หลังจากการเพิ่มคลองลัด ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของผลกระทบจากการรुकค่าความเค็ม พบว่าช่วงเวลาของการรुकค่าความเค็มที่ส่งผลกระทบต่อ การเกษตร (0.05 ppt) จะอยู่ในช่วงกลางเดือนมีนาคม และการขึ้น-ลงของค่าความเค็มในแต่ละวัน เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำ ซึ่งค่าความเค็มที่เพิ่มขึ้นและลดลงจะสัมพันธ์กับการขึ้น-ลงของระดับน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการตีพิมพ์จากสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และได้รับการสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในการทำศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ด้วย

References

- [1] Nuttawut Intaboot. (2016). "Drainage Efficiency of the Shortcut Canal with the Optimal Cross-Sectional Shape in the Lower Thachin River". **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**. Vol. 35. issue 2. (In Thai)

- [2] Nuttawut Intaboot and Wisuwat Taesombat (2014). "Longitudinal Salinity Intrusion and Dispersion along the Thachin River Due to Sea Level Rise". **Journal of Science and Technology**. Vol. 3. No. 2. (In Thai)
- [3] Parinya Kamolsin and Kanya Inkliang. (2013). **Project study of drainage efficiency in Lad Pho Canal and Chaopahya River nearby after the Lad Pho Canal project**. Royal Irrigation Department. (In Thai)
- [4] Takebayashi, H. Vannarat, S. and Tomkratoke, S. (2014). "Increase Method of Drainage Discharge of Inundated Water in Low Flat Land Considering Bed Deformation Characteristics". **6th International Conference on Flood management**. Sao Paulo Brazil.
- [5] Mitchell, B. and Kicosev, S. (1998). "Geographical and Economic Influences on the Colonization of the Banat". **Geographica Pannonica**. No. 2: 20-25.
- [6] Cazenave, A. Lombard, A. and Llovel, W. (2008). "Present-day sea level rise: A synthesis". **Geoscience**. pp 761-770.
- [7] Fenoglio-Marc, L. Braitenberg, C. and Tunini, L. (2011). "Sea level variability and trends in the Ariatic Sea in 1993-2008 form tide gauge satellite altimetry". **Physics and Chemistry of the Earth**. pp 47-58.
- [8] Department of Groundwater Resources. (2012). **Survey and study of subsidence of the earth as a system in crisis groundwater**. Ministry of Natural Resources and Environment. Bangkok. (In Thai)
- [9] Nguyen, A. D., Savenije, H. H. G., Pham, D. N., and Tang, D. T., (2007). "Using salt intrusion measurements to determine the freshwater discharge distribution over the branches of a multi-channel estuary: The Mekong Delta case". **Journal of Estuarine Coastal and Shelf Science**. pp 433-445.
- [10] Yuwaret V. (2007). **Water Quality Investigation in the Upper Ping River by an Application of the MIKE 11 Model**. M.Eng thesis. Kasetsart University. Bangkok.
- [11] Patthra Pengthamkeerati. (1998). **Calibration of Mathematical Model MIKE 11 for Prediction of Water Quality in Lower MaeKlong River**. Master thesis. Chulalongkorn University. Bangkok. (In Thai)

- [12] Nuttawut Intaboot and Wisuwat Taesombat (2014). "A Study on Salinity Intrusion and Control Measure in the ThaChin River". **Research and Development Journal**. Vol.25 issue 4. (In Thai)
- [13] Royal Irrigation Department. (2014). **Report of summarized the situation of saltwater intrusion and measures to reduce the impact**. Office of Water Management and Hydrology. Royal Irrigation Department. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ณัฐวุฒิ อินทบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ศูนย์
 สุพรรณบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 เทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ 450 หมู่6 ต.ย่านยาว อ.สามชุก จ.
 สุพรรณบุรี 72130 โทรศัพท์ 0899109781 โทรสาร 035434014 E-mail:
 nuttawut_took@hotmail.com งานวิจัยที่สนใจ: การศึกษาสภาพอุทก
 พลศาสตร์และการไหลในลำน้ำเปิด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
 Flood and Droughts control, Costal Engineering, Flood and Droughts
 prediction, และการใช้น้ำของพืช