บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากอดีตจนถึงปัจจุบันเมืองใหญ่ๆ ที่สำคัญต่างๆ มักจะตั้งอยู่บนพื้นที่ที่ติดต่อกับแม่น้ำ หรือพื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่มีการเจริญเติบโต หรือกำลังพัฒนา ทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน จะใช้พื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเลเป็นสถานที่ขนถ่ายสินค้า หรือเป็นที่ตั้งของศูนย์นิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่กำลังพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลให้เป็นประโยชน์ในลักษณะนี้เช่นกัน

พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำที่ตั้งอยู่ตามแนวชายฝั่งทะเลก็เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากว่าปากแม่น้ำใช้เป็นทางเข้าออกระหว่างแม่น้ำและทะเลในการเดินเรือประเภทต่าง ๆ อาทิ เช่น การเดินเรือของชาวประมง การเดินเรือโดยสารและการเดินเรือสินค้า ฯลฯ และโดยธรรมชาติแล้วปากแม่น้ำยังเป็นจุดระบายปริมาณน้ำจากพื้นที่รับ น้ำออกสู่ทะเลด้วย ซึ่งสามารถช่วยในการป้องกันน้ำหลากพื้นที่บริเวณด้านเหนือน้ำ แต่ทว่าพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำที่ติดต่อกับทะเลมักจะประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาภายใต้อิทธิพลของมรสุมต่าง ๆ ที่พาดผ่านมา ซึ่งก่อให้เกิดคลื่นทะเล ตะกอนชายฝั่ง กระแสน้ำชายฝั่ง การไหลจากแม่น้ำ และตะกอนแม่น้ำ ฯลฯ อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ในการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ จะทำการศึกษาหาเกณฑ์การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการตกตะกอนในร่องน้ำกรุงเทพฯ โดยใช้ข้อมูลกระแสน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา และคลื่นจากอ่าวไทยตอนบนที่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ โดยเลือกพื้นที่บริเวณร่องน้ำกรุงเทพฯ เป็นพื้นที่ศึกษาสืบเนื่องจากว่าพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำนี้เป็นพื้นที่เดินเรือที่สำคัญสำหรับกรุงเทพฯ

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1) ศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ และอุทกศาสตร์บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่เกี่ยวข้องกับการตกตะกอน
2) ศึกษาข้อมูลปริมาณตะกอน และอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำกรุงเทพฯ
3) ศึกษาและประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้คำนวณหาอัตราการตกตะกอนในบริเวณร่องน้ำกรุงเทพฯ
4) หาเกณฑ์การกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ ที่เหมาะสมในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อประมาณอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำกรุงเทพฯ

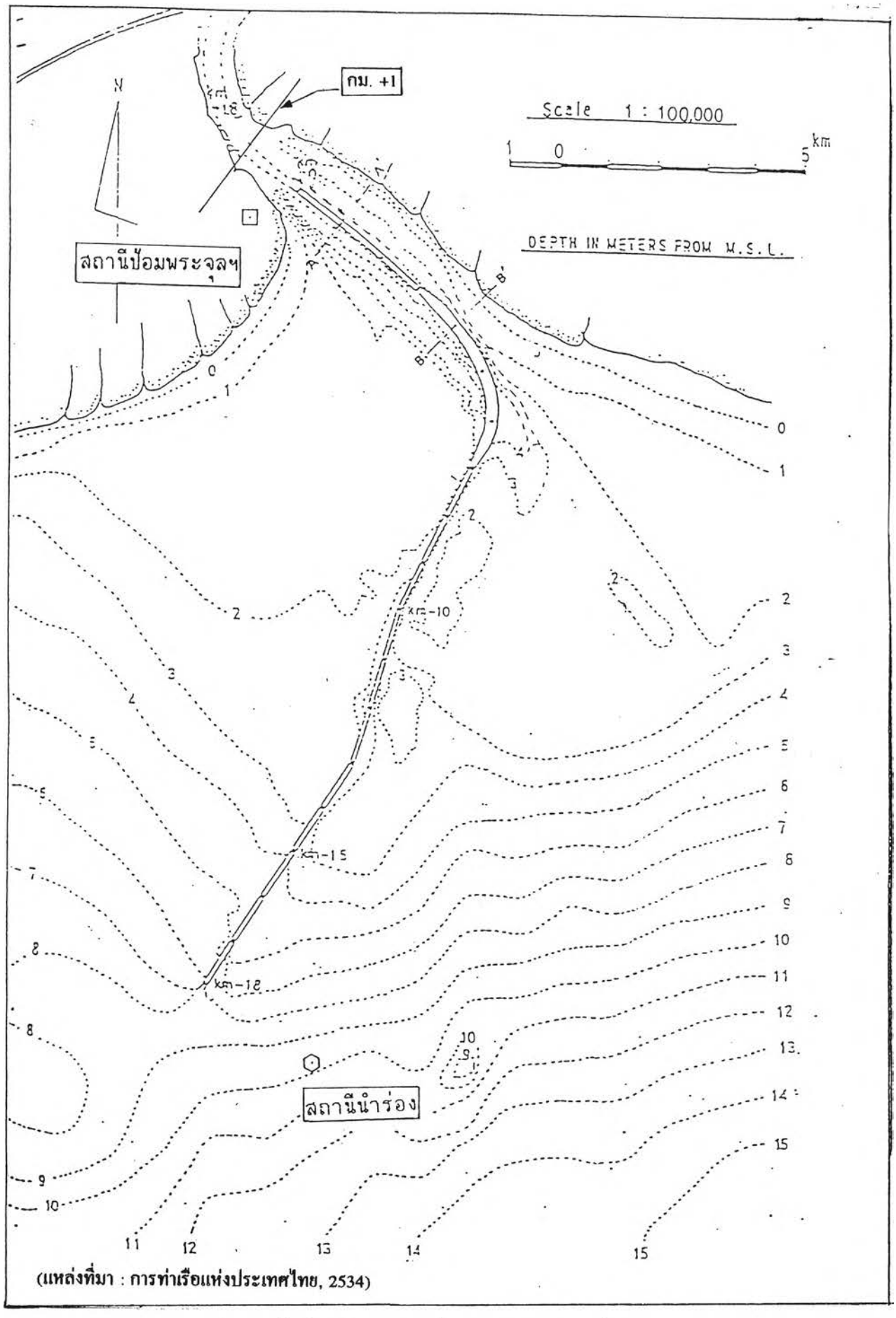
1.3 ขอบข่ายการศึกษา

1) พื้นที่ทำการศึกษา ได้แก่ ร่องน้ำกรุงเทพฯ ตั้งแต่ กม. ที่ 0 บริเวณป้อมพระจุลฯ ไปจนถึง กม.ที่ 18 ดูรูปที่ 1.1

2) ข้อมูลสภาพทางชลศาสตร์ และอุทกศาสตร์ ที่นำมาใช้ ได้แก่ ปริมาณการไหลของน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา ข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่สถานีวัดป้อมพระจุลฯ และที่สถานีนำร่อง (Pilot Station) ข้อมูลลมที่สถานีนำร่อง ข้อมูลระดับความลึกท้องน้ำจากแผนที่ร่องน้ำกรุงเทพฯ และ ข้อมูลปริมาณการขุดลอก ซึ่งมีข้อมูลตามตารางที่ 1.1

3) แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ ได้แก่ แบบจำลองคำนวณกระแสน้ำ แบบจำลองคำนวณคลื่น และแบบจำลองคำนวณการฟุ้งกระจายและการตกตะกอน

4) พารามิเตอร์ที่สำคัญในแบบจำลองคำนวณการฟุ้งกระจายและตกตะกอนคือ ค่า Settling Velocity (W_f) และ ค่า Diffusion Constant (α_c)



(แหล่งที่มา : การท่าเรือแห่งประเทศไทย, 2534)

รูปที่ 1.1 พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและร่องน้ำกรุงเทพฯ

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและแหล่งของข้อมูล

ข้อมูล	พ.ศ.	แหล่งข้อมูล
ปริมาณการไหลรายวัน		
เขื่อนเจ้าพระยา ม.เจ้าพระยา	2514-2534	กรมชลประทาน
เขื่อนพระรามหก ม.ป่าสัก	2514-2534	กรมชลประทาน
ประตูระบายน้ำ ผักไห่ ม.น้อย	2514-2534	กรมชลประทาน
ปากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณ กม.+1	2513-2519	การท่าเรือแห่งประเทศไทย
ค่าระดับน้ำรายชั่วโมง		
สถานีป้อมพระจุลฯ	2525-2534	การท่าเรือแห่งประเทศไทย
สถานีนำร่อง	2525-2534	การท่าเรือแห่งประเทศไทย
สถานีสัตหีบ	2525-2534	กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ
สถานีเกาะหลัก	2525-2534	กรมเจ้าท่า
สถานีเกาะสีชัง	2525-2534	กรมเจ้าท่า
สถานีปากแม่น้ำท่าจีน	2525-2534	กรมเจ้าท่า
สถานีปากแม่น้ำบางปะกง	2525-2534	กรมเจ้าท่า
สถานีปากแม่น้ำแม่กลอง	2525-2534	กรมเจ้าท่า
ค่าความเร็วลมราย 3 ชั่วโมง		
สถานีนำร่อง	2527-2534	กรมอุตุนิยมวิทยา
สถานีตรวจวัดอากาศสุขุมวิท	2525-2533	กรมอุตุนิยมวิทยา
แผนที่ร่องน้ำกรุงเทพฯ	2534	การท่าเรือแห่งประเทศไทย
ข้อมูลปริมาณการขุดลอกรายเดือน	2525-2534	การท่าเรือแห่งประเทศไทย
ปริมาณตะกอนแขวนลอย		
ปากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณ กม. +1	2513-2519	การท่าเรือแห่งประเทศไทย

1.4 การศึกษาที่ผ่านมา

1. 4.1 การศึกษาในต่างประเทศ

Bakker (1968) เสนอแบบจำลองคณิตศาสตร์ Two Line เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเมื่อมีเขื่อนกันทราย (Groyne) เกิดขึ้น เส้น Two Line ประกอบด้วย Beach Line และ Inshore line จากการศึกษาพบว่า เขื่อนกันทรายทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นเกิดคาบเวลาสั้นของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในบริเวณใกล้เขื่อนกันทราย และเกิดการกัดเซาะหลัง Groyne Bakker et al. (1970) พัฒนา Computer Program สำหรับ Two Line Model โดยรวมการเลี้ยวเบนของคลื่น เนื่องจาก Groyne ด้วย

Price, Tomtinson และ Willis (1972) ได้ทำการศึกษาแบบจำลอง One Line Shoreline Model โดยใช้สมการต่อเนื่อง และ Total Sediment Transport ของหลักการ Komar (1969) พบว่าแบบจำลองดังกล่าวสามารถแสดงการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง (Longshore Transport) ได้เป็นอย่างดี

Le Blond (1972) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่าง สองหัวหาด (Head land) ซึ่งลักษณะของแบบจำลองจะเป็นแบบ One Line สมการการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนต่อปริมาณการเคลื่อนที่ของปริมาณน้ำในบริเวณใกล้ชายฝั่ง สำหรับการทำนายการเปลี่ยนแปลงใช้หลักการของ Longnet-Higgin (1970) แต่อย่างไรก็ตาม การทำนายการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่ง พบว่า ไม่สามารถทำนายในช่วงระยะยาวได้ และผลที่ได้ยังไม่ถูกต้องมากนัก

Price (1978) ได้พัฒนาจาก One line Shoreline Model เป็น Two line Shoreline Model ซึ่งสามารถทำให้ทราบทั้งการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่งและแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง

Drogos (1981) ได้ทำการพัฒนาของ Price เป็น N-Line Shore Line Model โดยการใช้แผนที่สภาพท้องน้ำมาพิจารณา พบว่า แบบจำลองสามารถแสดง Longshore และ Offshore Sediment Transport และการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งได้ดี

Perlin et al. (1983) ได้เสนอแบบจำลองคณิตศาสตร์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง N-line เมื่อมีเขื่อนกันทราย (Jetty) เกิดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลเงื่อนไขลักษณะของคลื่น(Wave Condition) และสภาพลักษณะของพื้นท้องน้ำ (Bathymetry) ผลที่ได้แสดงอยู่ในลักษณะ 2 มิติ ทำให้รู้ถึง Long Shore และ Offshore Transport และการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

ได้โดยไม่กระทบต่อสภาพชายฝั่งรอบข้าง แต่ในแบบจำลองนี้การเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวตั้งฉากกับชายฝั่งใช้แบบจำลองของ Swart (1974) แทนของ Bakker

Deguchi (1988) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองเป็นรูป 3 มิติ ของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง โดยพิจารณาถึง Suspended Load และ Bed Load ทำให้ทราบถึง Longshore และ Offshore Sediment Transport และการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่ง แต่อย่างไรก็ตามวิธีการของ Deguchi ยังมีขีดจำกัด เช่น ขนาดของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับความลาดชันของท้องน้ำและช่วงระยะเวลาการทำนาย

Sawaragi et al. (1991) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวณหาลักษณะการตกตะกอนในทางน้ำเดินเรือที่มีสาเหตุมาจากการพัดพาของคลื่นและกระแสน้ำ กระบวนการตื้นเขินของทางน้ำถูกอธิบายในลักษณะ 2 มิติ ของคลื่นและกระแสน้ำกระทำในบริเวณทางน้ำในทิศทางจริง ในแบบจำลองใช้สมการ Two Dimentinal Advection - Diffusion Equation เพื่อประมาณค่า Settling Flux ของ Nonequilibrium Suspended Sediment และในการคำนวณใช้วิธี 6 - Point Method และ Split Operator Approach พบว่า ขบวนการตื้นเขินของทางน้ำสามารถคำนวณโดยแบบจำลองนี้ได้

1.4.2 การศึกษาในประเทศ

Fuh (2520) การศึกษา tide และ tidal current ในอ่าวไทยโดยใช้วิธี implicit และ explicit finite difference เปรียบเทียบผลที่ได้กับวิธีของ Taylor (2463) และการเคลื่อนที่ของ Kelvin Wave 2 ลูกเข้าหากัน จากทิศทางตรงข้ามกัน และหาความสัมพันธ์ระหว่าง harmonic constituent ของ tide และ tidal current เพื่อนำมาทำนาย tidal current โดยใช้ข้อมูลของ tide และ tidal current จำนวนน้อย ๆ โดยได้ทดสอบทำนาย tidal current ที่อ่าวสัตหีบ

Suphat Vongvissesomjai, Anat Arbhabhirama และ Fuh (2521) ศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำมันที่หกในอ่าวไทยตอนบนโดยใช้ Hydrodynamic Model แบบ 2 มิติ ในแนวราบด้วยวิธี Finite Difference ทำนายการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ จากข้อมูลระดับน้ำซึ่งทำนายโดยกรมอุทกศาสตร์ฯ เพื่อเป็นข้อมูลใช้ใน Oil Slick Model ทำนายการเคลื่อนที่ของน้ำมัน

Winai Liengchalernsit (2522) ศึกษาการแพร่กระจายของสารต่าง ๆ ในอ่าวไทยตอนบนโดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 2 มิติในแนวราบด้วยวิธี Finite Element พบว่า การแพร่กระจายของสารต่าง ๆ ในอ่าวไทยตอนบนเกิดจากการพาของกระแสน้ำเป็นหลัก แต่ไม่ได้ทำการทดสอบผลการคำนวณกับข้อมูลวัดจริงในสนาม เนื่องจากขาดข้อมูลที่เชื่อถือได้

แพร่กระจายของสารต่าง ๆ ในอ่าวไทยตอนบนเกิดจากการพาของกระแสน้ำเป็นหลัก แต่ไม่ได้ทำการทดสอบผลการคำนวณกับข้อมูลวัดจริงในสนาม เนื่องจากขาดข้อมูลที่เชื่อถือได้

พิสิทธิ ธีระดิลก และสหัส หมื่นเล็ก (2522) ได้ศึกษาหาสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำโกลก ซึ่งทำการศึกษาสภาพธรณีวิทยาบริเวณปากแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงของแหลมทรายที่ขวางปากแม่น้ำและการสะสมของตะกอนทรายบริเวณปากแม่น้ำ โดยการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศ และได้สรุปว่าการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำเกิดจากการสะสมของตะกอน ซึ่งมาจากแม่น้ำต่าง ๆ

สุนทร เตชะวิจิตรไพศาล (2522) ได้ทำการศึกษาลักษณะกายภาพของปากแม่น้ำระยอง โดยทำการศึกษาวิเคราะห์คลื่นตะกอนชายฝั่งปริมาณการไหลและเสถียรภาพปากแม่น้ำ จากการศึกษาพบว่าปากแม่น้ำระยองไม่มีเสถียรภาพ

เอกวิทย์ แต้ (2529) ได้ศึกษาลักษณะคลื่นกระแสน้ำ และตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง โดยอาศัยข้อมูลคลื่นที่วัดในทะเลจีนใต้จากเรือสังเกตุการณ์ของสำนักงานอุตุนิยมวิทยาของอังกฤษ พบว่า การเคลื่อนที่ของตะกอนแนวชายฝั่งมีแนวโน้มการกัดเซาะสูญเสียตะกอนโดยเฉลี่ยตลอดแนวชายฝั่ง 40 กม.

กีรติ ลีวัจนกุล (2531) ศึกษาปัญหาการแพร่ของน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา โดยพยายามหาความสัมพันธ์ของปริมาณความเค็มกับการขึ้นลงของระดับน้ำและอัตราการไหลจากแม่น้ำ ทั้งจากข้อมูลวัดจริงและแบบจำลองไฟไนท์เอเลเมนท์แบบ 1 มิติ เพื่อหาแนวทางในการควบคุมปริมาณความเค็มโดยใช้น้ำจืดเข้าไล่จากข้อมูลวัดจริงในสนามสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเค็มมากที่สุดและระยะทางแพร่ไกลสุดของน้ำเค็ม กับอัตราการไหลจากแม่น้ำขณะน้ำขึ้นสูงสุดที่สมุทรปราการ สำหรับแบบจำลองไฟไนท์เอเลเมนท์ สามารถทำนายค่าความเค็มจากการแพร่ได้ดีพอสมควรและจากค่าคำนวณสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเค็มสูงสุดและต่ำสุดกับระยะทางจากสมุทรปราการ

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ (2533) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการไหลของน้ำทะเล โดยใช้วิธี Finite Element แก้สมการ Two Dimensional Vertically Averaged Hydrodynamic ทำการทดสอบแบบจำลองและคำนวณหาลักษณะการไหลของน้ำทะเลในบริเวณ English Channel และ Southen North Sea โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำและกระแสน้ำที่มีการวัดจริงในสนามและจัดเตรียมโดย University of Grenoble and the Dutch Public Words and Water Control Department

วิฑูรย์ โชคเฉลิมวัฒน์ (2533) ศึกษาลักษณะของกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำขึ้นน้ำลงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์วิธีไฟไนท์

ประกอบ คือ M_2 , S_2, O_1และ K_1 ลักษณะของระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนมีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงน้อยที่สุดที่บริเวณปากอ่าว

1.5 แนวทางการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ มีแนวทางการวิจัยดังนี้ (ดูรูปที่ 1.2 ประกอบ)

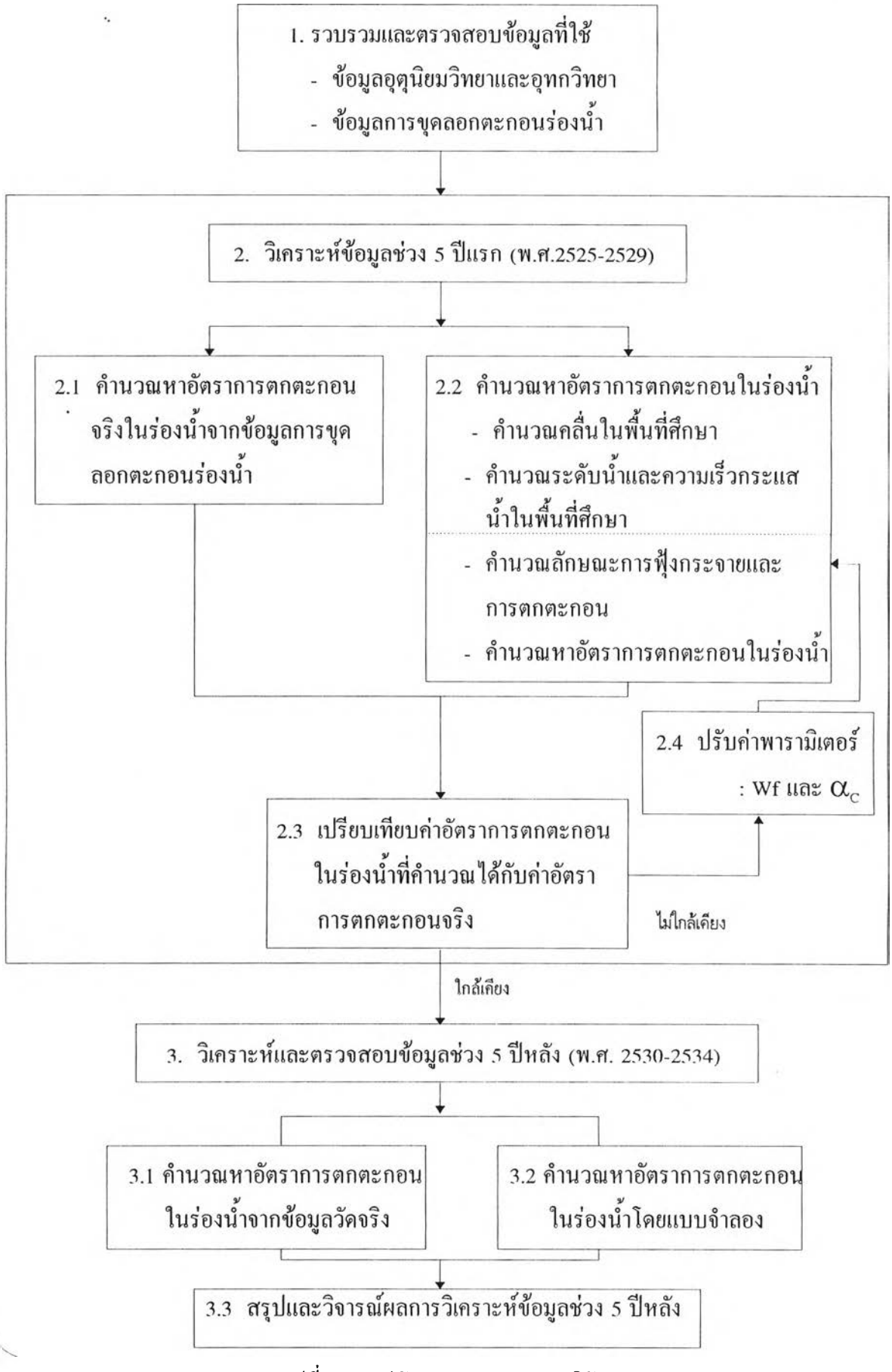
1. รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นที่นำมาใช้ในการวิจัย ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นมีดังนี้
   - ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และ อุทกวิทยา คือ ข้อมูลลม ข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำลง และข้อมูลปริมาณการไหล
   - ข้อมูลการขุดลอกตะกอนร่องน้ำ
2. วิเคราะห์ข้อมูลช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก (ตั้งแต่ปีพ.ศ.2525-2529) หาข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนตัวแทนของข้อมูลช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้
   2.1 คำนวณหาอัตราการตกตะกอนจริงในร่องน้ำรายเดือน จากข้อมูลการขุดลอกตะกอนร่องน้ำ
   2.2 คำนวณหาอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายเดือน ตามขั้นตอนดังนี้
      - คำนวณคลื่นน้ำลึกเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ศึกษา หาค่าเฉลี่ยความสูง คาบเวลา และทิศทางและทิศทางของคลื่นโดยพิจารณาแบ่งการหาค่าเฉลี่ยออกเป็น 3 ช่วง ตามช่วงทิศทาง คือ คลื่นช่วงทิศตะวันออก (มุม 90°-100°) คลื่นช่วงทิศใต้ (มุม 151°- 210°) และ คลื่นช่วงทิศตะวันตก (มุม 210°- 270°)
      - คำนวณระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำ ตัวแทนของแต่ละเดือน
      - คำนวณลักษณะการฟุ้งกระจายและการตกตะกอนเฉลี่ยรายชั่วโมง
      - คำนวณหาอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำเฉลี่ยรายเดือน
   2.3 เปรียบเทียบค่าอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำที่คำนวณได้ กับค่าอัตราการตกตะกอนจริง
   2.4 ปรับค่าพารามิเตอร์ คือ Settling Velocity และ Diffusion Constant เพื่อหาค่าที่เหมาะสม
3. ทำการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่หาได้โดยใช้ข้อมูลช่วง 5 ปีหลัง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2530-2534) เริ่มจากการคำนวณหาข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนตัวแทนของแต่ละเดือนในช่วงปีดังกล่าว
   3.1 คำนวณหาอัตราการตกตะกอนจริงในร่องน้ำรายเดือน จากข้อมูลการขุดลอกตะกอนร่องน้ำ

3.1 คำนวณหาอัตราการตกตะกอนจริงในร่องน้ำรายเดือน จากข้อมูลการขุดลอกตะกอนร่องน้ำ

3.2 คำนวณหาอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายเดือน ตามขั้นตอนดังนี้

- คำนวณคลื่นเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ศึกษา หาค่าเฉลี่ยความสูง คาบเวลา และทิศทางของคลื่น โดยพิจารณาแบ่งการหาค่าเฉลี่ยออกเป็น 3 ช่วง ตามช่วงทิศทาง คือ คลื่นช่วงทิศตะวันออก (มุม 90°-100°) คลื่นช่วงทิศใต้ (มุม 151°- 210°) และ คลื่นช่วงทิศตะวันตก (มุม 210°- 270°)
- คำนวณระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำ ตัวแทนของแต่ละเดือน
- คำนวณลักษณะการฟุ้งกระจายและการตกตะกอนเฉลี่ยรายชั่วโมง
- คำนวณหาอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำเฉลี่ยรายเดือน

3.3 สรุปและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงทดสอบ 5 ปีหลัง และผลการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่หาได้



รูปที่ 1.2 รูปผังแสดงแนวทางการวิจัย