หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

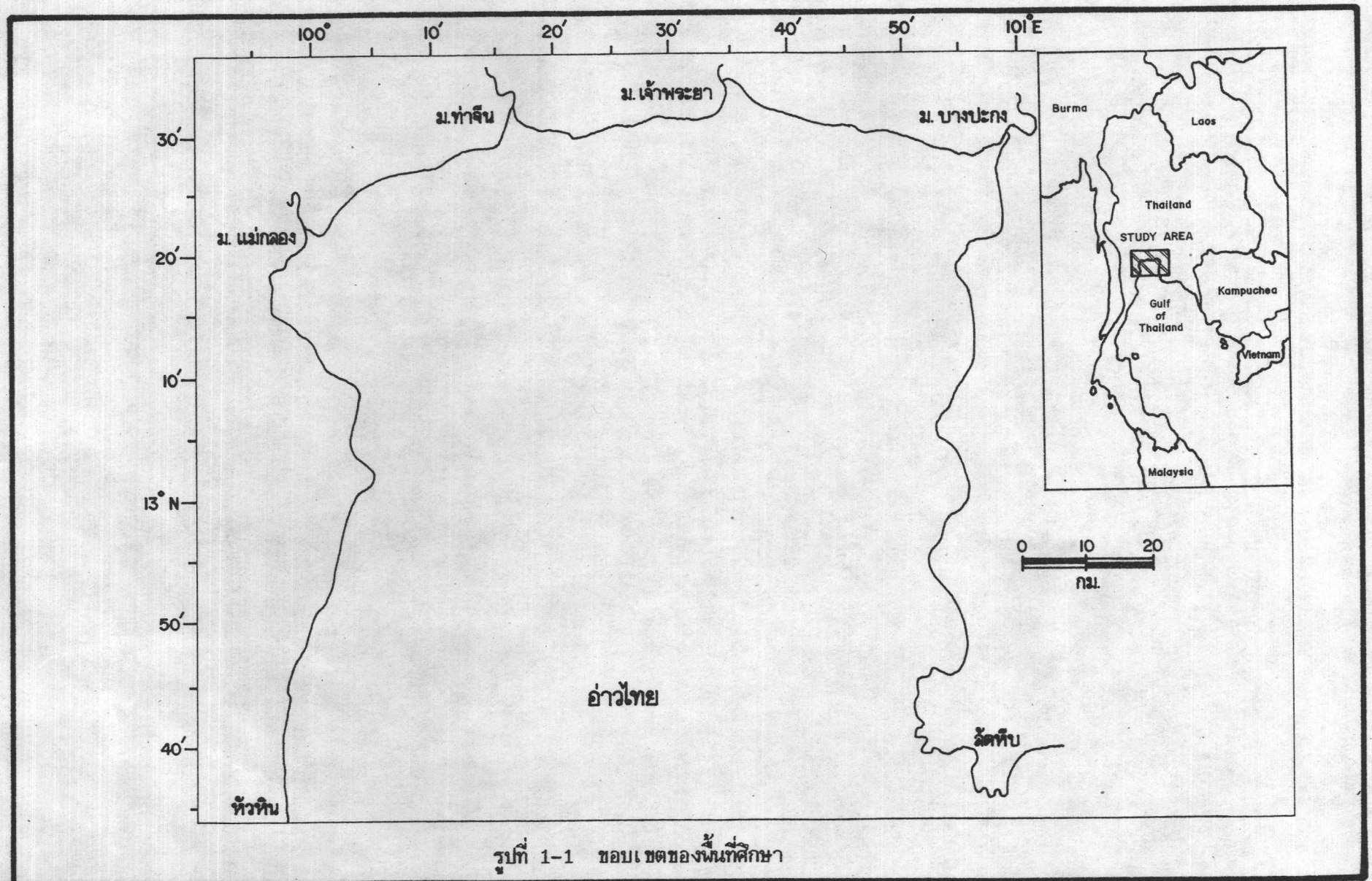
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อ่าวไทยตอนบนมีลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 100 x 100 กม. มีความลึกเฉลี่ยประมาณ 15 เมตร ความลึกของน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากทางทิศเหนือไปทางทิศใต้ โดยมีความลึกสูงสุดประมาณ 45-50 เมตร ที่บริเวณปากอ่าวใกล้สัตหีบ ด้านทิศเหนือเป็นชายฝั่งของที่ราบภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งมีแม่น้ำสำคัญ 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง ไหลลงสู่อ่าวไทยตอนบนนี้ (รูปที่ 1-1) โดยทั่วไปลักษณะของน้ำทะเลจะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นลงทำให้เกิดการไหลของน้ำทะเล ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ การเคลื่อนที่ที่สัมพัทธ์กัน และแรงดึงดูดระหว่างกันของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ การหมุนรอบตัวเองของโลก คลื่นที่เกิดจากแรงลม ลักษณะทางภูมิอากาศ ความหนาแน่นของน้ำทะเลที่แตกต่างกัน รวมทั้งลักษณะทางภูมิศาสตร์ ของท้องทะเลและชายฝั่ง การไหลของน้ำทะเลทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของพลังงานและมวลสารต่าง ๆ เช่นการเคลื่อนที่ของทราย และตะกอนของบริเวณชายฝั่ง การนำพาอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของน้ำทะเล การกระจายของสสารต่าง ๆ ที่ไหลลงมาในทะเล รวมทั้งการเคลื่อนที่ของแพลงตอน หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ซึ่งเป็นอาหารพื้นฐานที่สำคัญของสัตว์น้ำในทะเล จะเห็นได้ว่าการไหลของน้ำทะเล มีผลต่อสิ่งต่าง ๆ ทั้งบริเวณชายฝั่งและในทะเล

ในปัจจุบัน การขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศที่มุ่งไปทางด้านอุตสาหกรรม ส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ของเขตอุตสาหกรรมและชุมชน ในบริเวณที่ราบภาคกลางและทางชายฝั่งด้านตะวันออก รวมทั้งโครงการท่าเรือน้ำลึกซึ่งกำลังมีการก่อสร้างเพิ่มขึ้นบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกนี้ เป็นผลให้มีการเดินเรือขนส่งสินค้าผ่านอ่าวไทยตอนบนมากขึ้นทุกปี ในขณะที่ชายฝั่งด้านทิศตะวันออกและตะวันตกมีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวสูง โดยมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศสนใจมาท่องเที่ยวเป็นจำนวนมากตลอดทั้งปี นอกจากนี้ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของประชาชนในพื้นที่โดยรอบ กิจกรรมต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนี้ สามารถส่งผลกระทบถึงกันได้โดยกระแสน้ำทะเลเป็นตัวนำพาไป หรือกระแสน้ำทะเลเป็นตัวการที่ทำให้เกิด เช่น การแพร่กระจายของสสารต่าง ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม ไปสู่แหล่งท่องเที่ยวหรือสัตว์น้ำ การเคลื่อนที่ของตะกอนและทรายทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของแนวชายฝั่ง เป็นต้น

การศึกษาถึงลักษณะของกระแสน้ำทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนบนจึงมีความสำคัญ โดยจะเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาโครงการต่าง ๆ เช่น การกระจายของสสารจากบริเวณหนึ่งไปสู่บริเวณอื่น ๆ ลักษณะของโครงสร้างต่าง ๆ ในทะเล การเปลี่ยนแปลงลักษณะของแนวชายฝั่ง



รูปที่ 1-1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

เส้นทางการเดินเรือ รวมไปถึง การประมง การท่องเที่ยว และการรักษาสภาพแวดล้อม

ในการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ จะทำการศึกษาถึงลักษณะของกระแสน้ำทะเลที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง (tidal effect) กระแสลมและการไหลของน้ำจากแม่น้ำสายต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) และวิเคราะห์ลักษณะของกระแสน้ำในแต่ละเดือน

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

การศึกษาวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ

1) เพื่อนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์หา ลักษณะกระแสน้ำทะเล
2) เพื่อวิเคราะห์กระแสน้ำทะเล และระดับน้ำ ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยของน้ำขึ้นน้ำลง (tidal effect) กระแสลม และการไหลของน้ำจากแม่น้ำสายต่าง ๆ
3) เพื่อสรุปหาลักษณะกระแสน้ำทะเลรายเดือนในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

1.3 ขอบข่ายการศึกษา

ขอบข่ายของการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ มีดังนี้ คือ

1) พื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ บริเวณอ่าวไทยตอนบนทั้งหมด โดยมีขอบเขตเป็นชายฝั่งทางด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ส่วนทางด้านทิศใต้มีขอบเขตเป็นทะเลอยู่ระหว่าง อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
2) ลักษณะกระแสน้ำจะพิจารณา ความเร็ว และทิศทางของกระแสน้ำในวันที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง สูงสุด ปานกลาง และต่ำสุดของแต่ละเดือนตลอดปี
3) แบบจำลองที่ใช้เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแนวราบ 2 มิติ ซึ่งใช้วิธี Finite Element ในการแก้สมการ Partial Differential ของการไหล โดยพิจารณารวมอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง (tidal effect) กระแสลม และการไหลของน้ำจากแม่น้ำสายต่าง ๆ

1.4 การศึกษาที่ผ่านมา

การศึกษาที่ผ่านมาในอดีต สามารถแบ่งออกได้เป็นการศึกษาในต่างประเทศ และการศึกษาภายในประเทศ คือ

1.4.1 การศึกษาในต่างประเทศ

Richard และ Stevens (1973) ศึกษาการไหลวนของน้ำเนื่องจากแรงลมในทะเลสาบ โดยใช้วิธี finile element แก้สมการของการไหลที่มีกำลังมากกว่าหนึ่ง (higher order) และใช้ curved element boundaries (isoparametric elements) เปรียบเทียบกับผลจากการคำนวณของสมการกำลังหนึ่ง ที่ทะเลสาบ Ontario ปรากฏว่าได้ความถูกต้องสูงกว่า แต่มีความยุ่งยากในการคำนวณมากกว่า ซึ่งควรจะหาจุดที่เหมาะสมของกำลัง (order) ของสมการที่จะใช้

Brebbia และ Patridge (1976) ศึกษาลักษณะของกระแสน้ำและ storm surges ด้วยวิธี finite element ทั้งแบบ implicit และ explicit แก้สมการ two-dimensional vertically averaged hydrodynamic โดยใช้เอเลเมนท์รูปสามเหลี่ยม 6 nodes และมีการเปลี่ยนแปลงค่า chezy coefficient ในระหว่างการคำนวณ

Yokata และ Namerikawa (1979) ศึกษาการไหล เนื่องจากผลของการขึ้นลงของน้ำ ด้วยวิธี implicit finite element แก้สมการ two-dimensional vertically averaged hydrodynamic โดยใช้เอเลเมนท์รูปสามเหลี่ยม และทำการคำนวณกระแสน้ำที่ H bay

Koutitas และ Connor (1982) ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการไหลเนื่องจากผลของลม น้ำขึ้นน้ำลง และ density gradient ใน 3 มิติ โดยใช้วิธีผสมระหว่างวิธี finite element และ fractional step โดยแบ่ง domain เป็น 1-D finite element ในแนวดิ่ง และ 2-D finite element ในแนวราบ ซึ่งช่วยให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณ และพื้นที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ น้อยกว่าการใช้วิธี 3-D finite element โดยตรง

Malcolm และ Charles (1983) ศึกษาการไหลของน้ำทะเลในพื้นที่ Long lsland Sound, Block lsland Sound, Rhode lslang Sound และ Buzzards Bay โดยใช้สมการ two-dimensional vertically averaged hydrodynamic แก้สมการโดยใช้ Leendertse's multi-operational finite difference scheme ทำการ calibrate โดยหาค่า bottom friction และ bottom topography ที่เหมาะสม ผลจากการคำนวณพบว่า ลักษณะการไหลวนของน้ำทะเลขึ้นอยู่กับลักษณะของ tidal wave ในขณะที่ bottom friction และ topography มีความสำคัญรองลงมา

Thabet , Verboom และ Akkerman (1985) เสนอรายงานการใช้ two dimensional tidal models ในบริเวณท่าเรือ คือ การเลือกใช้ขนาดของ grid size และขอบเขตของพื้นที่ศึกษา ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ลักษณะรูปร่างและท้องน้ำ รวมทั้งลักษณะทางโครงสร้างและขนาดของท่าเรือ ส่วนที่สำคัญส่วนอื่นที่ต้องตัดสินใจเลือก คือ การใช้ boundary condition นอกจากนี้ผลการศึกษาที่สำคัญในการศึกษาท่าเรือ คือ การหมุนวน ในแนวราบ

(horizontal eddies) ทำให้ต้องพิจารณาการใช้ convective และ turbulent diffusion term ที่อยู่ในสมการพื้นฐานเป็นพิเศษ ซึ่งในบางกรณีอาจต้องใช้ term ที่ซับซ้อนมากกว่าธรรมดา เช่น k-e model มาร่วมในสมการที่เกี่ยวข้อง

Lawrence และ Ralph (1987) ศึกษาการไหลเวียนของน้ำและการเคลื่อนที่ของความเค็มในบริเวณ Suisan Bay ซึ่งเป็น partially mixed embayment โดยใช้วิธี finite differnce แบบ ADI ในการแก้สมการ hydrodynamic แบบ 2 มิติ ในแนวราบ และใช้วิธี Eulerian-Lagrangian ในการแก้สมการ salt transport พบว่า ผลของความแตกต่างระหว่างความเค็มในแนวราบและความเร็วลม มีผลอย่างมากต่อการไหลวนของน้ำใน Suisan Bay

Kawachi (1987) ศึกษาการไหลวนของน้ำใน Nakaumi-Shinjiko Estuarine Basin โดยใช้สมการ two-dimensional vertically averaged hydrodynamic แก้สมการด้วยวิธี finite element เพื่อทำการหาค่า bottom roughness height และ momentum diffusivity ของ basin ก่อนที่จะมีการปิดกั้นทางเข้าออกของน้ำทะเล เพื่อทำเป็นทะเลสาบน้ำจืด พบว่า ค่าโดยประมาณของ bottom roughness height d = Ø.1 เมตร และค่า momentum diffusivity มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง $K = 1Ø^{-3}$ m^2/sec ถึง 1 m^2/sec ซึ่งผลจากการคำนวณนี้ จะนำไปใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของพื้นที่ศึกษานี้ หลังจากที่มีการปิดกั้นทางเข้าออกของน้ำทะเล

1.4.2 การศึกษาภายในประเทศ

Fuh (1977) ศึกษา tide และ tidal current ในอ่าวไทย โดยใช้วิธี implicit และ explicit finite difference เปรียบเทียบผลที่ได้กับวิธีของ Taylor (192Ø) 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 Vongvisessomjai , Anat Arbhabhirama และ Fuh (1978) ศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำมันที่หกในอ่าวไทยตอนบนโดยใช้ hydrodynamic model แบบ 2 มิติในแนวราบด้วยวิธี finite difference ทำนายการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ จากข้อมูลระดับน้ำซึ่งทำนายโดยกรมอุทกศาสตร์ฯ เพื่อเป็นข้อมูลใช้ใน oil slick model ทำนายการเคลื่อนที่ของน้ำมัน

Winai Liengchalernsit (1979) ศึกษาการแพร่กระจายของสารต่าง ๆ ในอ่าวไทยตอนบนโดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 2 มิติในแนวราบด้วยวิธี finite element พบว่า การแพร่กระจายของสารต่าง ๆ ในอ่าวไทยตอนบน เกิดจากการพาของกระแสน้ำเป็นหลัก แต่ไม่ได้ทำการทดสอบผลการคำนวณกับข้อมูลวัดจริงในสนามเนื่องจากขาดข้อมูลที่เชื่อถือได้

คงวัฒน์ นีละศรี (2524) วิเคราะห์ข้อมูลกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน ซึ่งทำการตรวจวัดโดย กรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ จำนวน 8 สถานี ระหว่างวันที่ 16 มีนาคม ถึง 10 เมษายน 2522 เป็นข้อมูลรายชั่วโมง จำนวน 25 ชั่วโมง พบว่า กระแสน้ำในบริเวณนี้ มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการขึ้นลงของน้ำ และผลของลมฝ่ายใต้ที่มีกำลังค่อนข้างแรง ทำให้กระแสน้ำที่บริเวณผิวน้ำมีทิศทางเฉียงไปในแนวทิศทางของลม ซึ่งอาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ storm surge บริเวณชายฝั่งด้านทิศเหนือ และมีผลต่อการถ่ายเทมวลของน้ำทะเล (total mass transportation)

Wu (1986) ศึกษาลักษณะการไหลวนของน้ำทะเล และการแพร่กระจาย ของสารในทะเล โดยใช้วิธี finite element แบบ 2 มิติ ในแนวราบ โดยทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับค่าวัดจริงในสนามที่บริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของเกาะภูเก็ต

Santi Charuskumchornkul (1988) ศึกษาการไหลวนของน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และท่าเรือแหลมฉบัง ด้วยวิธี Alternative Direction Implicit Finite Difference ในการแก้สมการ two-dimensional vertically averaged hydrodynamic โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำในปี 1982, 1983 เพื่อหา harmonic constituent จำนวน 4 ตัวคือ M_2, S_2, K_1 และ O_1 นำมาใช้เป็น boundary condition และ model calibration โดยไม่คำนึงถึงผลของลมและ density gradient หลังจากนั้นทำการทดสอบเปรียบเทียบผลการคำนวณ กับข้อมูลกระแสน้ำรายชั่วโมง จำนวน 8 สถานี ซึ่งทำการตรวจวัดโดยกรมอุทกศาสตร์ ทหารเรือ ในเดือนเมษายน พ.ศ.2516 พบว่า ลักษณะของแม่น้ำและแนวชายฝั่งมีผลต่อกระแสน้ำในบริเวณปากแม่น้ำและใกล้ชายฝั่ง

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ (2533) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการไหลของน้ำทะเล โดยใช้วิธี finite element แก้สมการ two-dimensional vertically averaged hydrodynamic ทำการทดสอบแบบจำลอง และคำนวณหาลักษณะการไหลของน้ำทะเลในบริเวณ English Channel และ Southern North Sea โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำและกระแสน้ำที่มีการวัดจริงในสนามและจัดเตรียมโดย University of Grenoble and the Dutch Public Works and Water Control Department

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ได้มีการศึกษาถึงลักษณะการไหลวนของน้ำทะเล โดยใช้สมการ two-dimensional vertically averaged hydrodynamic ในกรณีที่พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็น well mixed shallow water โดยใช้ทั้งวิธี finite difference และ finite element ทั้งในต่างประเทศและในประเทศ ซึ่งวิธี finite element สามารถคำนวณค่าตัวแปรบริเวณ boundary ได้ถูกต้องกว่า และสามารถดัดแปลง model ไปใช้ในพื้นที่อื่นได้ง่าย แต่มีความซับซ้อนและใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าวิธี finite difference สำหรับในอ่าวไทยตอนบน ได้มีผู้ทำการศึกษาผลของแม่น้ำและลักษณะแนวชายฝั่งที่มีต่อการไหลวนของน้ำทะเล โดยใช้วิธี finite difference และใช้ข้อมูลระดับน้ำในการกำหนด boundary condition จำนวน 2 ปี

สำหรับ การศึกษานี้ จะเป็นการศึกษาถึงลักษณะการไหลวนของน้ำทะเล โดยใช้วิธี finite element และใช้ข้อมูลระดับน้ำที่ยาวนานขึ้น

1.5 การดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษามีรายละเอียดดังนี้ คือ

1) ศึกษาทฤษฎีด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ชลศาสตร์ สมุทรศาสตร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วิธี Finite Element และเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2) รวมรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ข้อมูลทางชลศาสตร์ ข้อมูลลมและแผนที่ท้องน้ำจากหน่วยงานและเอกสารต่าง ๆ
3) วิเคราะห์น้ำขึ้น น้ำลงโดยวิธี Harmonic Analysis เพื่อหาค่า Harmonic Constituent ที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
4) คำนวณปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) กับข้อมูลที่มีการวัดจริงในพื้นที่ศึกษา
5) คำนวณหากระแสน้ำทะเลในพื้นที่ศึกษา โดยใช้แบบจำลองที่ได้ทำการปรับเทียบแล้ว
6) ทำการวิเคราะห์ลักษณะกระแสน้ำทะเลในพื้นที่ศึกษา
7) สรุปและจัดทำรายงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินการศึกษาครั้งนี้ คือ

1. ได้ทราบถึงลักษณะกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบน
2. ผลการคำนวณที่ได้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาถึงปรากฏการณ์อื่น ๆ เช่น การกัดเซาะและตกตะกอน การออกแบบและบำรุงรักษาท่าเรือและโครงสร้างในทะเล รวมทั้งการแพร่กระจายของสสารต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนได้ต่อไป
3. เรียนรู้ถึงทฤษฎีทางด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ชลศาสตร์ สมุทรศาสตร์ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาการไหลในแนวราบแบบ 2 มิติ