สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

แนวความคิดและเหตุผล

แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์แทนการติดตามตรวจสอบปรากฏการณ์นั้นจริงๆ และเนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาไปมาก ทำให้คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น ทั้งมีความสะดวกและรวดเร็ว จึงได้นำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยเป็นเครื่องมือในการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล มีการนำเอาแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์มาช่วยในการอธิบายและทำนายรูปแบบการไหลเวียนของมวลน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ รวมทั้งลักษณะการเคลื่อนที่และการแพร่กระจายตัวของสารต่างๆ เช่น ตะกอนแขวนลอย แพลงก์ตอน น้ำมัน มลสาร เป็นต้น ทั้งนี้เพราะจะเป็นการประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณมากกว่าการออกสำรวจทางสมุทรศาสตร์ ที่ต้องมีการออกสำรวจตั้งสถานีเก็บตัวอย่างและตรวจวัดกระแสน้ำและแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ยังใช้ในการทำนายการแพร่กระจายของสารที่ยังไม่มีการแพร่กระจายจริง เป็นประโยชน์อย่างมากในการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

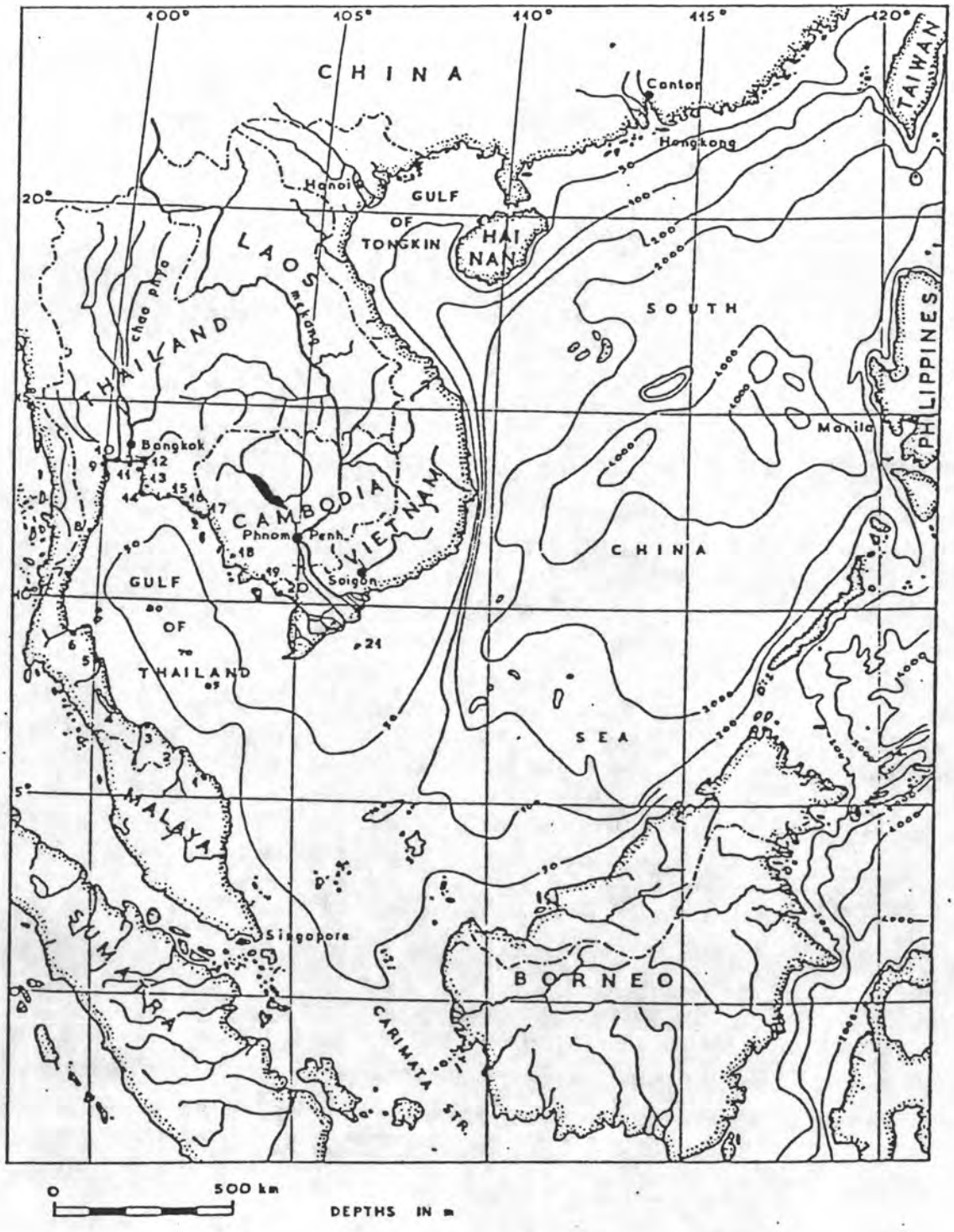
แนวความคิดเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำ มีความแตกต่างกันหลายแบบขึ้นอยู่กับประเด็นที่สนใจของนักวิชาการในและท่าน เช่น แบบจำลองบางเรื่องจะมีเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลาที่เปลี่ยนไป แต่บางแบบจำลองจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งในแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นแบบจำลองที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา และจะคำนึงเฉพาะการไหลเวียนที่เกิดจากอิทธิพลของกระแสลมและความแตกต่างของการแพร่กระจายของความหนาแน่นของน้ำทะเลที่เกิดจากการผสมผสานของน้ำทะเลกับน้ำจืดที่ไหลออกจากแม่น้ำสายสำคัญ 4 สายบริเวณอ่าวไทยตอนบน

คือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางปะกง ความหนาแน่นของน้ำทะเลนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเค็มของน้ำทะเล เนื่องจากอัตราเปลี่ยนแปลงของความเค็มของน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของน้ำมากกว่าอิทธิพลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและข้อจำกัดของแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงจะคำนึงถึงอิทธิพลเฉพาะความแตกต่างของความเค็มเท่านั้น

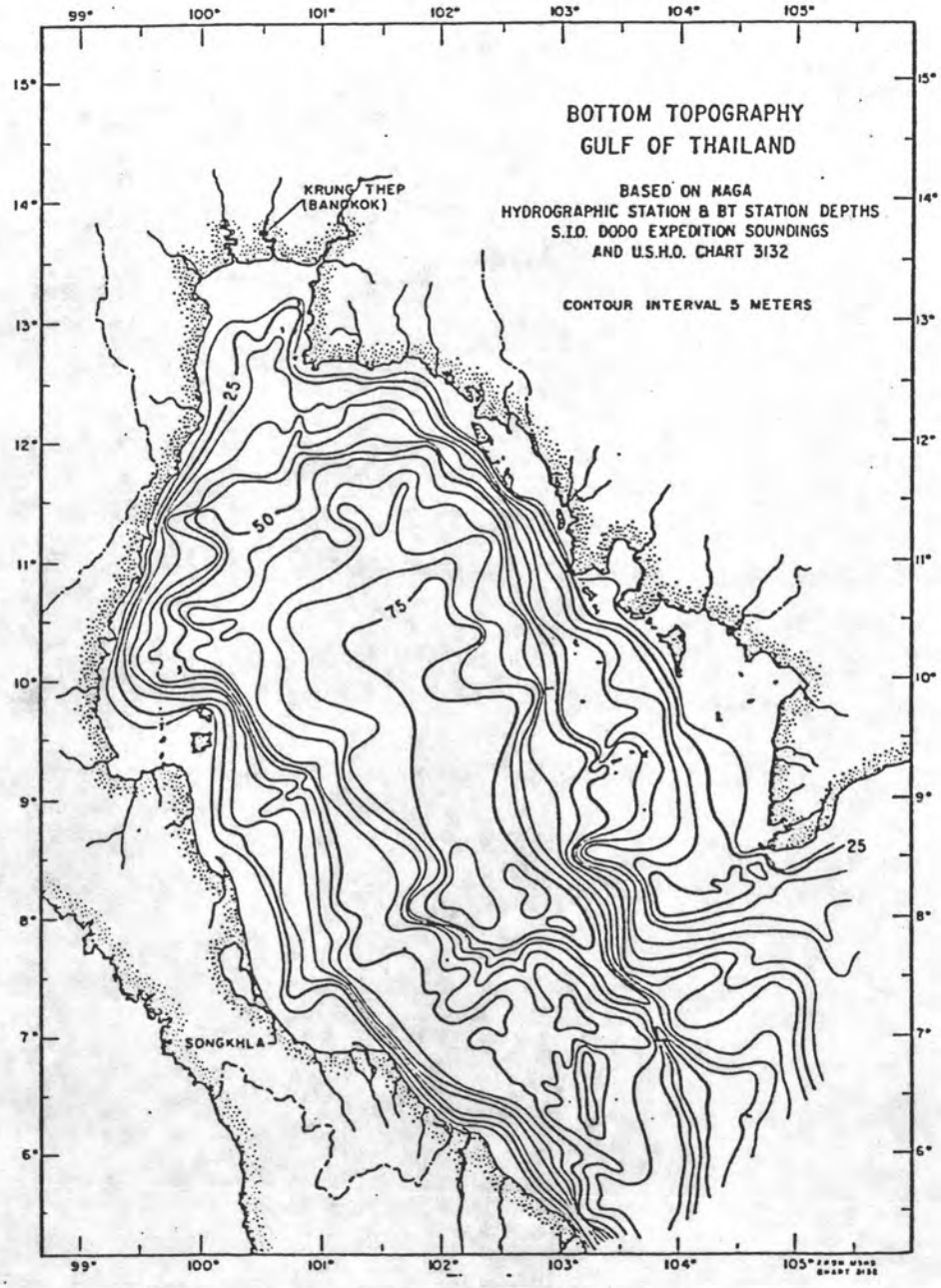
ความเป็นมาของปัญหา

อ่าวไทยตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของทะเลจีนใต้ อยู่ระหว่างละติจูด 1 องศา 30 ลิบดาเหนือกับ 13 องศา 30 ลิบดาเหนือ และลองติจูด 99 องศา 00 ลิบดาตะวันออกถึง 105 องศา 00 ลิบดาตะวันออก มีระยะความกว้างของปากอ่าวตั้งแต่ปลายแหลมมาลายูไปจนถึงปลายแหลมอินโดจีน ประมาณ 750 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 320,000 ตารางกิโลเมตร ความลึกเฉลี่ย 45 เมตร ความลึกมากสุดอยู่ระหว่าง 70 ถึง 85 เมตร ซึ่งอยู่บริเวณตอนกลางของอ่าว ลักษณะการแพร่กระจายของความลึกจะเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากชายฝั่งโดยจะมีสันดอนที่อยู่ระดับความลึก 55 เมตร เป็นตัวกั้นระหว่างอ่าวไทยกับทะเลจีนใต้ รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 1.1, 1.2 และ 1.3 บริเวณตอนบนของอ่าวไทยจะเป็นส่วนที่เรียกว่า อ่าวไทยตอนบน ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 12 องศา 40 ลิบดาเหนือ ถึง 13 องศา 30 ลิบดาเหนือ และลองติจูด 99 องศา 55 ลิบดาตะวันออกถึง 101 องศา 55 ลิบดาตะวันออก มีขนาด 100 x 100 ตารางกิโลเมตร ความลึกโดยเฉลี่ย 15 เมตร ซึ่งด้านตะวันออกจะมีความลึกมากกว่าด้านตะวันตก บริเวณนี้จะมีแม่น้ำใหญ่ไหลลงสู่อ่าวไทย เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำเพชรบุรี แม่น้ำปราณบุรี เป็นต้น ทำให้บริเวณนี้ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล จึงทำให้มีความเค็มเฉลี่ยต่ำกว่าบริเวณตอนล่างของอ่าว ดังแสดงในรูปที่ 1.4

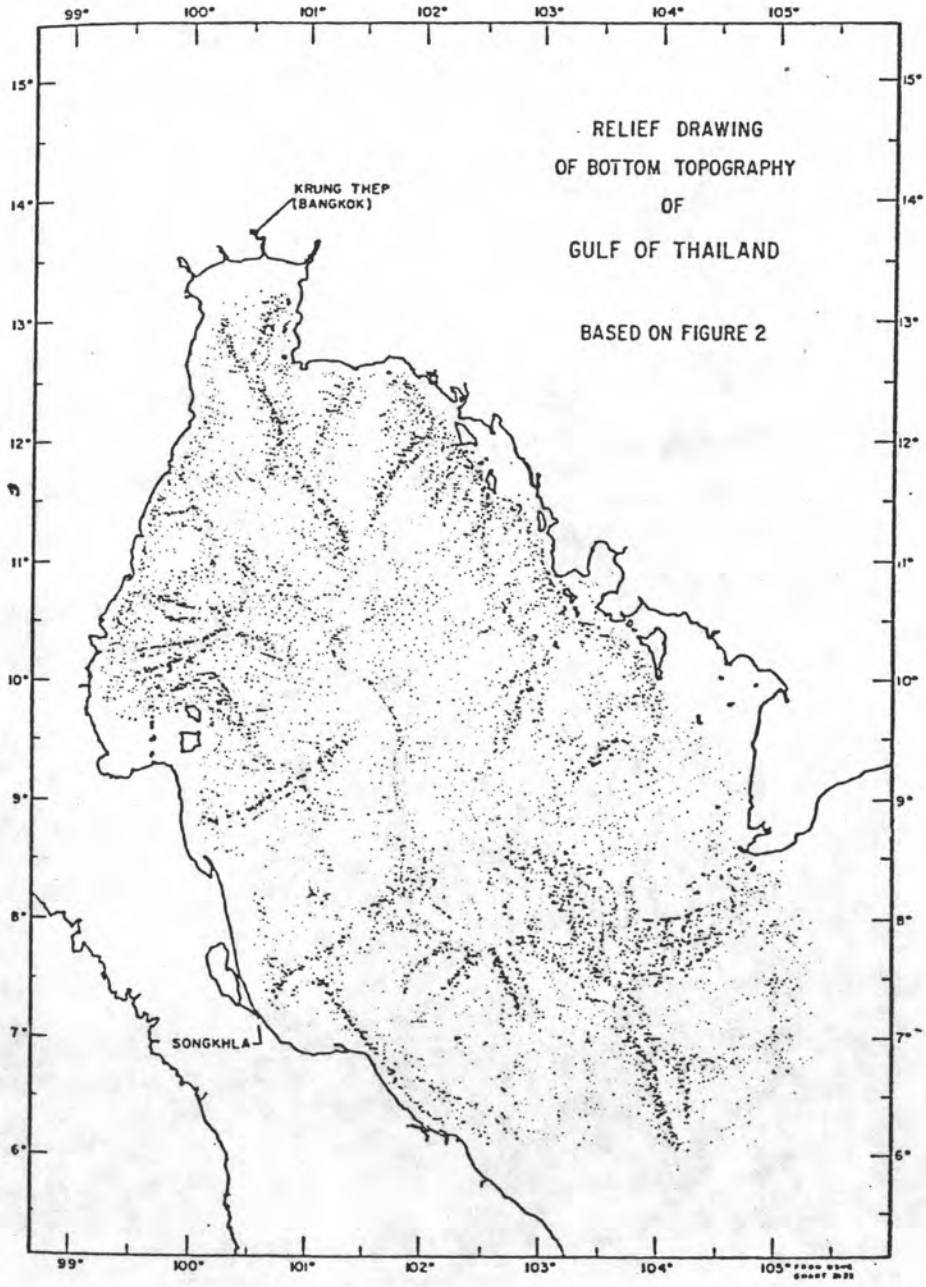
ลักษณะการขึ้นลงของน้ำบริเวณอ่าวไทยเป็นแบบผสม (Mix Tide) และมีความแตกต่างกันทั้งรูปแบบ และขนาดของน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณอ่าวไทยตอนบนกับอ่าวไทยตอนล่างลักษณะภูมิอากาศของอ่าวไทยอยู่ภายใต้ลมมรสุมซึ่งมีสองฤดู คือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในฤดูร้อนและมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาว ค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุดแต่ละวันที่วัดจากสถานีกรุงเทพเฉลี่ยในระยะ 4 ปี อยู่ในระดับ 2.24 เมตรต่อวินาที และค่าเฉลี่ยของความเร็วลมสูงสุดในแต่ละวัน



รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงที่ตั้งอ่าวไทย (NEDECO, 2507)



รูปที่ 1.2 แผนที่แสดงการกระจายของความลึกของอ่าวไทยทุก 5 เมตร (NAGA, 2517)



รูปที่ 1.3 แผนที่แสดงภูมิประเทศของพื้นท้องทะเลของอ่าวไทย

(NAGA, 2517)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เท่ากับ 20.08 เมตรต่อวินาที

ค่าเฉลี่ยของความเค็มของน้ำทะเลในอ่าวไทย อยู่ในช่วงระหว่าง 28 และ 34 ส่วนในพัน ซึ่งบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีความเค็มต่ำกว่าตอนล่าง เนื่องจากอิทธิพลของน้ำจากแม่น้ำต่างๆ และบริเวณที่มีความเค็มต่ำที่สุดในบริเวณอ่าวไทยตอนบนอยู่ทางตะวันตกของอ่าวบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง

อุณหภูมิเฉลี่ยของมวลน้ำในอ่าวไทยจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของมวลน้ำในทะเลใกล้เคียง โดยเฉลี่ย อุณหภูมิที่ผิวหน้าน้ำจะมีค่าเท่ากับ 27 องศาเซลเซียสในฤดูหนาว และมีค่าเท่ากับ 30 องศาเซลเซียสในฤดูร้อน และอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนใกล้ชายฝั่งจะมีค่าสูงกว่าคือ ในฤดูหนาวจะเท่ากับ 29 องศาเซลเซียส และในฤดูร้อนเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส

เนื่องมีการใช้ประโยชน์จากอ่าวไทยในหลายๆ ด้าน เช่น การประมง การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง การท่องเที่ยว การคมนาคมและขนส่ง รวมทั้งการใช้อ่าวไทยเป็นบริเวณทิ้งของเสียอาจจะเป็นการทิ้งโดยตรงหรือทิ้งไหลผ่านลงสู่อ่าวไทยตามแม่น้ำสายต่างๆ ซึ่งการที่จะนำมาในการใช้ประโยชน์สูงสุดของอุตสาหกรรมในประเภทต่างๆ และที่สำคัญเกี่ยวกับการประเมิน ติดตามตรวจสอบและการควบคุมผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของทะเลที่จะหรืออาจจะเกิดขึ้นได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางสมุทรศาสตร์หลายอย่างและที่สำคัญก็คือ ลักษณะการเคลื่อนไหวหรือการไหลเวียนของมวลน้ำตลอดเวลา และทุกๆ บริเวณ ซึ่งลักษณะการไหลเวียนของมวลน้ำในอ่าวไทยทั้งหมดนั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่ก็มีการทำการศึกษาการไหลเวียนของมวลน้ำในอ่าวไทยในหลายรูปแบบ เช่น การสำรวจทางสมุทรศาสตร์ โดยการใช้เรือสำรวจตั้งสถานีตรวจวัดกระแสน้ำ การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ แต่ผลยังมีผลลัพธ์ที่แตกต่างกันตามความคิดของผู้วิจัยในแต่ละท่านและผลการวิจัยส่วนใหญ่นั้นเน้นหนักเกี่ยวกับการหาการไหลเวียนของมวลน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนบนมากกว่าบริเวณอ่าวไทยทั้งหมด ซึ่งพอที่จะสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องได้ ดังนี้

บริษัทเนดิโก (NEDECO) (2507) ได้ทำการศึกษาเพื่อการวางแผนการขุดร่องน้ำเพื่อการเดินเรือบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งได้รายงานเกี่ยวกับการไหลเวียนของน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ระบุว่า กระแสลมทำให้เกิดความเค้นเฉือน (Shear Stress) บริเวณผิวหน้าน้ำทำให้มวลน้ำเคลื่อนที่ไปกับลม ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อน้ำในที่ตื้นมากกว่าน้ำในที่ลึกและลมที่พัดจากทิศเหนือและทิศตะวันออกจะทำให้เกิดการไหลเวียนแบบทวนเข็มนาฬิกา ลมที่พัดจากทิศตะวันตกและทิศใต้

จะทำให้เกิดการไหลเวียนแบบตามเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 1.5 และ 1.6 โดยเปรียบเทียบกับการแพร่กระจายความเค็มบริเวณอ่าวไทยตอนบน

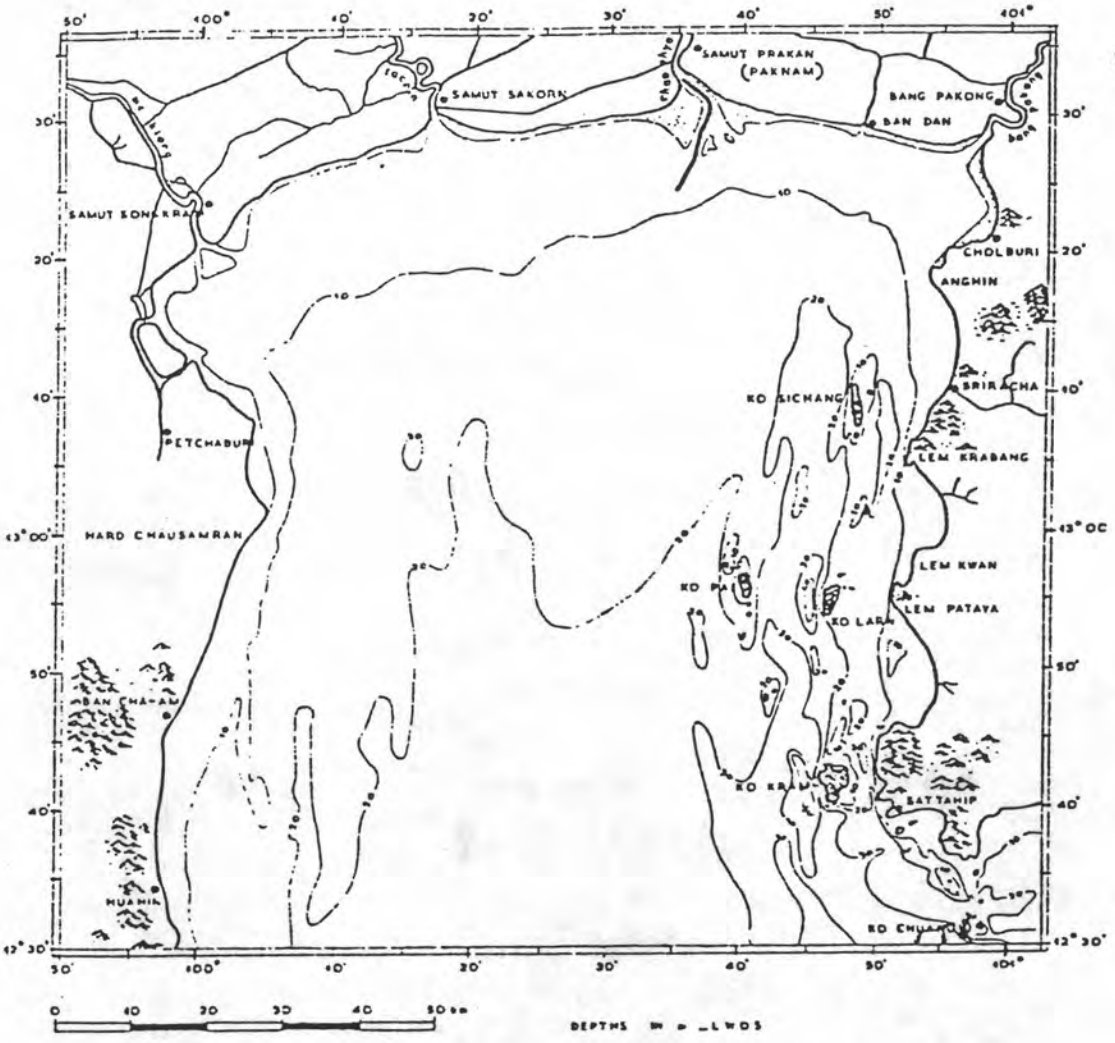
รายงานสำรวจของโครงการนาคา (NAGA Report) (2517) ได้ทำการสำรวจและรายงานเกี่ยวกับลักษณะทางสมุทรศาสตร์ของน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ ได้สรุปและให้คำอธิบายเกี่ยวกับการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทย ว่าระหว่างมรสุมที่จะมาจากทิศใต้ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน การไหลเวียนจะเป็นแบบตามเข็มนาฬิกาและในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคมที่มรสุมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ การไหลเวียนจะเป็นแบบทวนเข็มนาฬิกา ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนเป็นช่วงมรสุมสงบ ดังแสดงในรูปที่ 1.7 และ 1.8

สุภัทร วงศ์วิเศษสมใจ (2519) ได้รายงานเรื่องกระแสน้ำและผลต่อการแพร่ - กระจายของสารแขวนลอยในอ่าวไทยตอนบนว่า ลมทำให้เกิดกระแสน้ำที่ผิวหน้าน้ำมีขนาด 3 เปอร์เซ็นต์ ของความเร็วลมและในอ่าวไทยตอนบนจะมีกระแสน้ำเกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำ (Slope Current) การไหลจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกา เมื่อลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียง-เหนือและการไหลจะมีทิศทวนเข็มนาฬิกาเมื่อลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

ถาวร พงศ์พิพัฒน์ (2521) ได้รายงานเกี่ยวกับลักษณะการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยตอนบน โดยวิธีการตรวจวัดกระแสน้ำจากเรือสำรวจสมุทรศาสตร์ 2 ลำ อย่างต่อเนื่องรวม 8 สถานี ในระยะเวลา 4 วัน พ.ศ. 2516 ได้สรุปผลการตรวจวัดว่ากระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบนเป็นแบบ Tidal Stream มีลักษณะการไหลเป็นแบบเข้าออก (Linear) ไม่แสดงการไหลเวียนในแบบหมุน (Rotational Current) กระแสลมมีผลเพียงเล็กน้อยในทางทำให้กระแสน้ำเบี่ยงเบนไปแต่ไม่ถึง 45 องศา

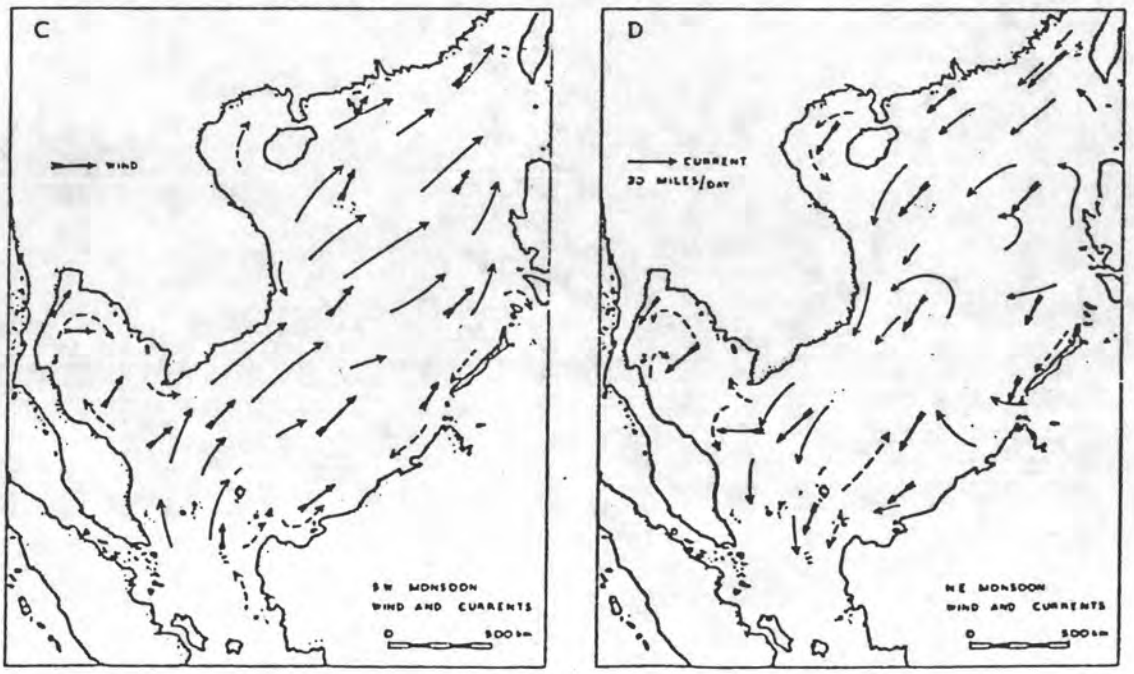
คงวัฒน์ นิละศรี (2522) ได้ตรวจวัดกระแสน้ำจากเรือสำรวจสมุทรศาสตร์ และรายงานว่าทิศทางของกระแสน้ำที่ผิวหน้าน้ำจะมีทิศเบี่ยงเบนไปทางขวามือของกระแสลมเป็นมุม 55 องศา และจะเบนมากขึ้นเมื่อความลึกของน้ำมากกว่านี้ เป็นไปตามทฤษฎีกระแสน้ำที่เกิดจากลมของเอกแมน (Wind Driven Current, Ekman, 1905)

คงวัฒน์ นิละศรี (2524) ได้สร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์แบบง่ายๆ โดยการกำหนดรูปอ่าวของอ่าวไทยเป็นรูปสี่เหลี่ยมและมีระดับความลึกเดียว แสดงกระแสน้ำที่เกิดจากอิทธิ-พลของลมในอ่าวไทย แต่ผลลัพธ์ได้ไม่ชัดเจนนัก



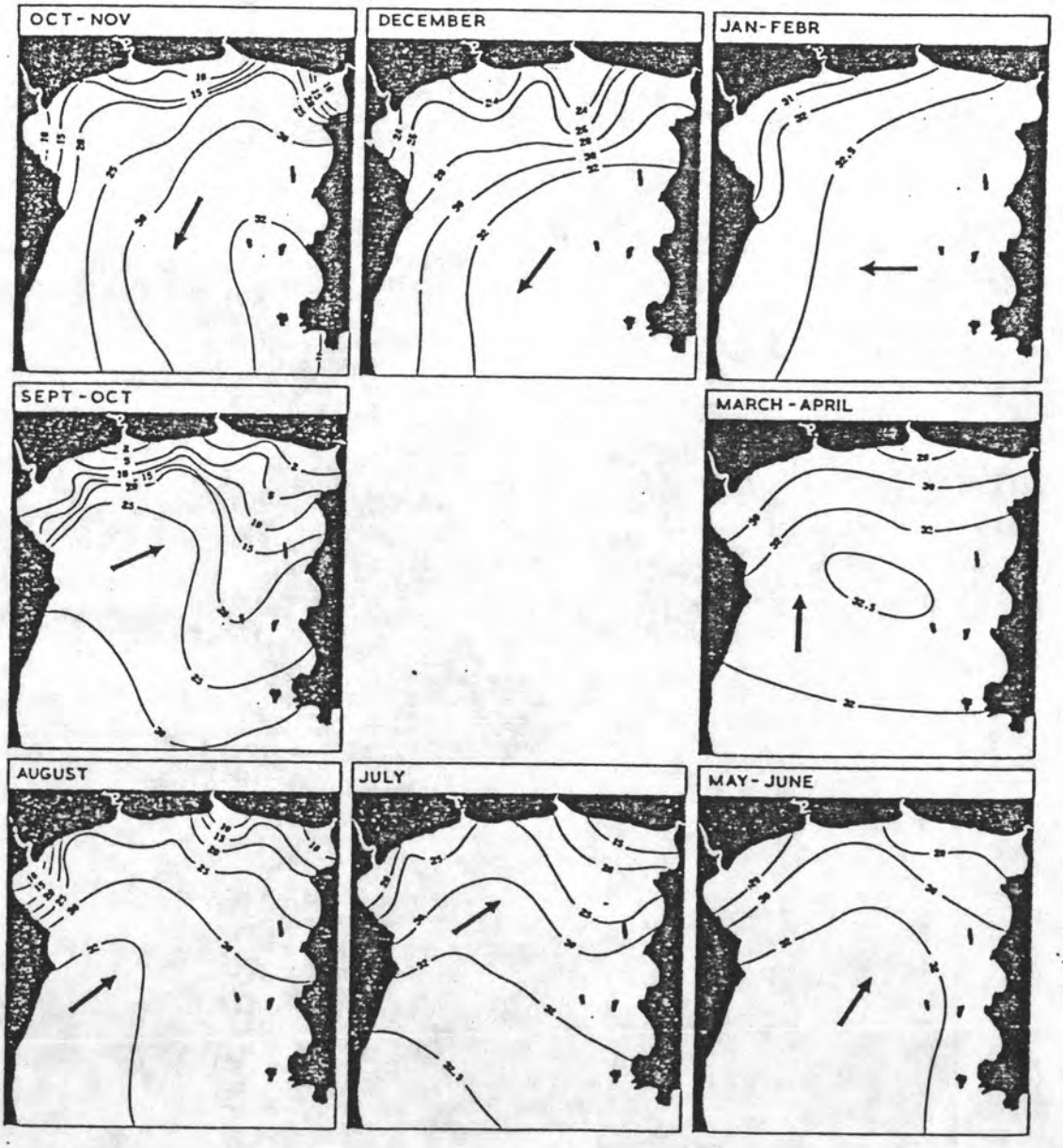
รูปที่ 1.4 แผนที่แสดงการกระจายของความลึกของอ่าวไทยตอนบนทุก 10 เมตร

(NEDECO, 2507)

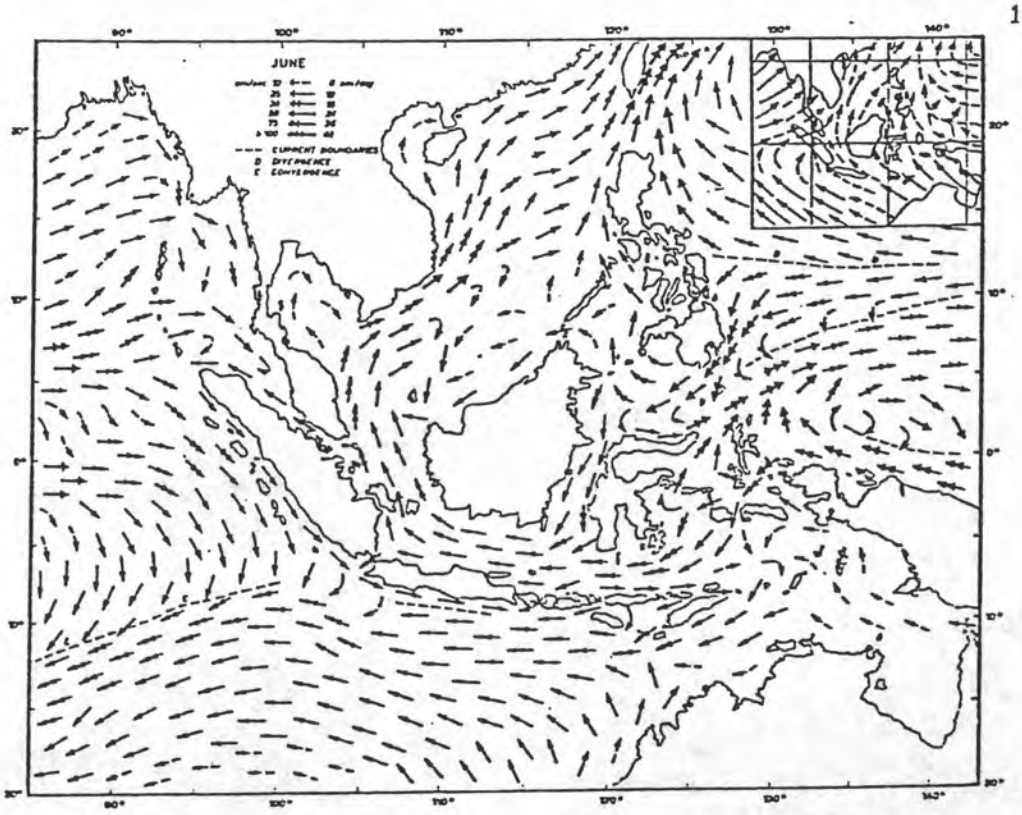


รูปที่ 1.5 แผนผังแสดงรายงานผลของเนดิโก (2507) เปรียบเทียบการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

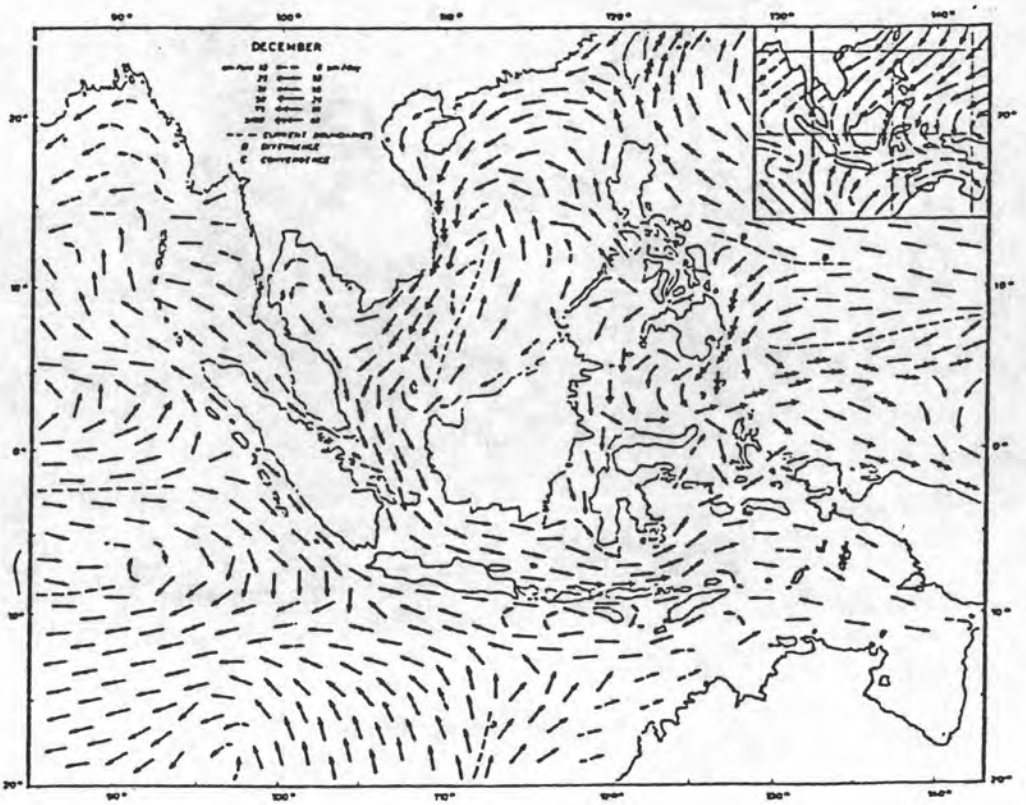
(NEDECO, 2507)



รูปที่ 1.6 แผนผังแสดงรายงานผลของเนดิโก (2507) เปรียบเทียบลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มและทิศทางลม (NEDECO, 2507)



รูปที่ 1.7 รายงานผลของนาคา (2517) การไหลเวียนของน้ำที่ผิวหน้าน้ำที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในเดือนกรกฎาคม (NAGA, 2517)



รูปที่ 1.8 รายงานผลของนาคา (2517) การไหลเวียนของน้ำที่ผิวหน้าน้ำที่เกิดจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในเดือนธันวาคม (NAGA, 2517)

ต่อมา เจษฎา จิราภรณ์ และปราโมทย์ เจี่ย (2525) ได้ทำการศึกษาการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยตอนบน โดยได้สร้างหุ่นจำลองรูปอ่าวไทยตอนบนลักษณะเป็นแบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางลมกับทิศทางของกระแสน้ำโดยมีสมมุติฐานว่า ลักษณะรูปร่างและความลึกของอ่าวไทยเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการไหลเวียนของน้ำและทำการทดลองโดยทำการเป่าลมไปบนผิวหน้าน้ำในแบบจำลองในทิศทางต่างๆกัน และทำการสังเกตผลของการไหลเวียนที่เกิดขึ้น ซึ่งผลการทดลองพบว่าทิศทางกระแสลมให้ความสัมพันธ์กับการไหลเวียนของน้ำสอดคล้องตามสมมุติฐานตามที่ตั้งไว้ และผลการไหลเวียนที่ได้จากหุ่นจำลองพบว่าเมื่อมีกระแสลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้จะเกิดการไหลเวียนในทิศทวนเข็มนาฬิกา และกระแสลมพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือการไหลเวียนจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกา ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ สุภัทร วงศ์วิเศษสมใจ (2519)

ปราโมทย์ โศจิศุภร (2527) ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากลมในอ่าวไทยตอนบน ในรูปแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณลักษณะการไหลเวียนของน้ำในสภาวะที่คงที่ ภายใต้สภาวะของน้ำทะเลที่มีความหนาแน่นคงที่ ไม่มีการไหลเข้าของน้ำจากแม่น้ำสายต่างๆ โดยกำหนดความลึกของน้ำตามลักษณะภูมิประเทศของพื้นท้องทะเลในอ่าวไทยตอนบน จากผลการศึกษาวิจัยพบว่าทิศทางการไหลของน้ำที่ทิศเบนไปทางขวาตามแรงโคริโอลิส สอดคล้องกับการศึกษาของ คงวัฒน์ นิละศรี แต่ในบางจุดมีการเบี่ยงเบนของทิศทางกระแสน้ำไปทางซ้ายทั้งนี้เนื่องจากรูปร่างภูมิประเทศของอ่าวไทย ลักษณะการเบี่ยงเบนจะเพิ่มมากขึ้นตามความลึกและจะมีขนาดลดลง แต่ผลการวิจัยไม่แสดงลักษณะของการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยตอนบนได้อย่างชัดเจน และไม่สอดคล้องกับรายงานของเนดิโก (2507) นาคา (2517) และของ สุภัทร วงศ์วิเศษสมใจ (2519)

จากรายงาน เอกสารต่างๆ ที่ได้สำรวจและอ้างถึงนี้ จะพบว่ายังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนเกี่ยวกับลักษณะการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทย ผลการศึกษาที่ได้รับจากแบบจำลองหรือหุ่นจำลองที่สร้างขึ้นยังให้ผลลัพธ์ที่ไม่สอดคล้องกัน การตรวจวัดทางสมุทรศาสตร์ในภาคสนามจริงเพื่อหาลักษณะการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยอย่างแท้จริงนั้น ขณะนี้ยังไม่อาจสามารถกระทำได้ ผู้วิจัยจึงได้พยายามสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทยขึ้นเป็นแบบจำลอง 3 มิติ โดยให้มีความละเอียดซับซ้อนที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น โดยมีสมมุติฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์เหมือนการวิจัยของ ปราโมทย์ โศจิศุภร (2527) และจะ

เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของน้ำที่เกิดจากน้ำที่ไหลออกจากแม่น้ำสายต่างๆ รวม 4 สาย คือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางปะกง ซึ่งจะต้องเพิ่มเกี่ยวกับสมการของการแพร่กระจายของความเค็มของน้ำทะเลและต้องมีการเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมการเคลื่อนที่ของน้ำ (Equation of Motion) รวมถึงสมการการคงที่และสมการการต่อเนื่องของมวลน้ำ (Conservative of mass and Continuity Equation) และในแบบจำลองที่จะสร้างขึ้นนี้จะเน้นถึงสภาวะขอบเขต (Boundary Condition) โดยพยายามสร้างและควบคุมสภาวะให้ใกล้เคียงความเป็นจริงให้มากที่สุด โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะเขียนขึ้นนี้จะพยายามใช้วิธีเขียนที่ง่าย โครงสร้างและรายละเอียดไม่ซับซ้อนเป็นลำดับที่ง่ายแก่การทำความเข้าใจหรือการดัดแปลงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. เขียนโปรแกรมและประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทย
2. เปรียบเทียบผลลัพธ์กับข้อมูลที่มีอยู่หรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นก่อนหน้านี้

ขั้นตอนในการทำการวิจัย

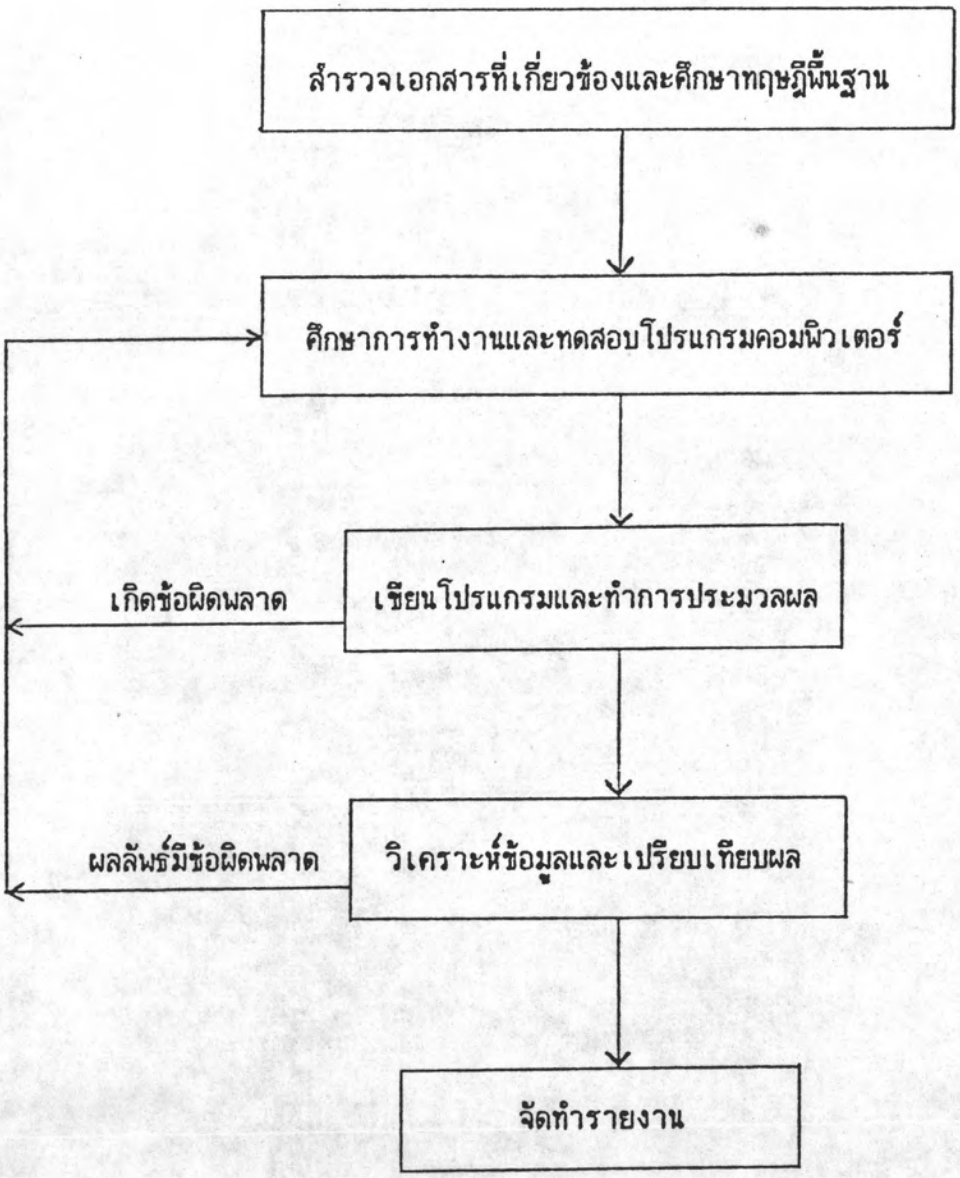
รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 1.9

1. สำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องและศึกษาทฤษฎีพื้นฐาน

ในขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลเท่าที่จะค้นคว้าได้ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องเพื่อช่วยในการเสนอหัวข้อวิทยานิพนธ์และเป็นข้อมูลสำคัญในการทำรายงานวิทยานิพนธ์ในภายหลัง

2. ศึกษาการทำงานและทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ใน 2 ระดับคือ



รูปที่ 1.9 ขั้นตอนการวิจัย

2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Microcomputer)

ซึ่งจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิท เช่นทั่วไป โดยจะทำการเขียนและทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยภาษาเบสิค (BASIC) ซึ่งจะเริ่มจากโปรแกรมที่มีขนาดเล็กภายใต้สถานการณ์ที่ง่ายและมีความซับซ้อนน้อย หรือทำการทดสอบเฉพาะส่วนหนึ่งส่วนใดของโปรแกรมก่อน แล้วจึงจะทำการพัฒนาโปรแกรมให้มีความสามารถใช้ได้กับสถานการณ์ที่ต้องการในการวิจัย

2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเมนเฟรม (Computermainframe)

เมื่อทำการศึกษาภายใต้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กจนกระทั่งได้ลักษณะของโปรแกรมที่สมบูรณ์แล้ว จึงจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมของแบบจำลองทั้งหมดลงสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม โดยจะใช้ภาษาฟอร์แทรน (FORTRAN) ทั้งนี้เพราะโปรแกรมที่สมบูรณ์นั้นจะมีตัวแปรที่ต้องใช้ในการคำนวณและต้องการเนื้อที่ในหน่วยความจำเป็นจำนวนมาก และลักษณะในการสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณหาผลลัพธ์สุดท้ายของโปรแกรม ณ สภาวะที่คงที่ (Steady state)นั้นจะต้องใช้เวลาในการทำการประมวลผลนานมาก ซึ่งถ้าทำการประมวลผลด้วยเครื่องเมนเฟรมจะสามารถทำการประมวลผลโปรแกรมที่ใหญ่กว่าและรวดเร็วกว่ามาก เครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรมที่ผู้วิจัยใช้ในการวิทยานิพนธ์นี้เป็นเครื่องไอบีเอ็ม รุ่น 3031-004 ภายใต้ระบบควบคุมการทำงานที่เรียกว่า "MUSIC" ของสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การเขียนโปรแกรมและประมวลผล

เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในทางปฏิบัติของวิทยานิพนธ์นี้ และใช้เวลามากที่สุด เพราะเวลาที่ใช้ไปนั้นจะเป็นการเขียนโปรแกรมและทดสอบทำการประมวล ซึ่งจะต้องมีการแก้ไขหลายครั้ง หรืออาจจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมขึ้นใหม่ทั้งหมด หรือบางครั้งต้องเขียนโปรแกรมขึ้นทดสอบการทำงานของโปรแกรมในแต่ละส่วนที่คิดว่าจะมีปัญหา แม้ว่าผู้วิจัยจะสร้างโปรแกรมขึ้นมาโดยมีสมมุติฐานใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ปราโมทย์ โศจิศุภร (2527) แต่เนื่องจากมีการเพิ่มเติมสภาวะขึ้นหลายอย่าง ทำให้สมการพื้นฐานตั้งต้นมีความซับซ้อนและการแก้สมการเปลี่ยนไป ผู้วิจัยจึงต้องทำการศึกษาและเขียนโปรแกรมขึ้นใหม่ทั้งหมด โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ก่อนทำการเขียนโปรแกรม รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 1.10

3.2 แผนผังโปรแกรม รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 1.11

ในการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจในโครงสร้างของโปรแกรมที่จะเขียนขึ้น ผู้วิจัยได้วางแผนตามรูปที่ 1.11

3.3 การเขียนโปรแกรม

สำหรับโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นจะเป็นไปตามแผนผังของโปรแกรมที่กำหนดขึ้น แต่จะมีส่วนที่ละเอียดเพิ่มขึ้นจากแต่ลักษณะวิธีการคำนวณ ซึ่งรายละเอียดของโปรแกรมจริงจะอยู่ในภาคผนวก และขั้นตอนต่างๆ ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3

3.4 การประมวลผลโปรแกรม รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 1.12

อนึ่งในการประมวลผลของโปรแกรมแบบจำลองของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย ภายใต้พื้นที่ของอ่าวไทยทั้งหมดพบว่าผลลัพธ์ของการแพร่กระจายตัวของค่าความเห็นของน้ำทะเลยังไม่สามารถเห็นได้โดยชัดเจน ทั้งนี้เนื่องมาจากขนาดของกริดแต่ละกริดนั้นมีขนาดที่ใหญ่โตมาก หรือหากทำให้มีความละเอียดสูงขึ้นคือ เพิ่มจำนวนกริดให้มากยิ่งขึ้น ก็พบว่าเวลาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการประมวลผลโปรแกรมนั้นนานมากจนไม่อาจจะทำได้ ผู้วิจัยจึงได้เขียนโปรแกรมแบบจำลองเฉพาะอ่าวไทยตอนบนและประมวลผลเพิ่มเติมขึ้น เพื่อให้แสดงผลลัพธ์การแพร่กระจายตัวของความเค็มของน้ำทะเลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4. วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบผลลัพธ์

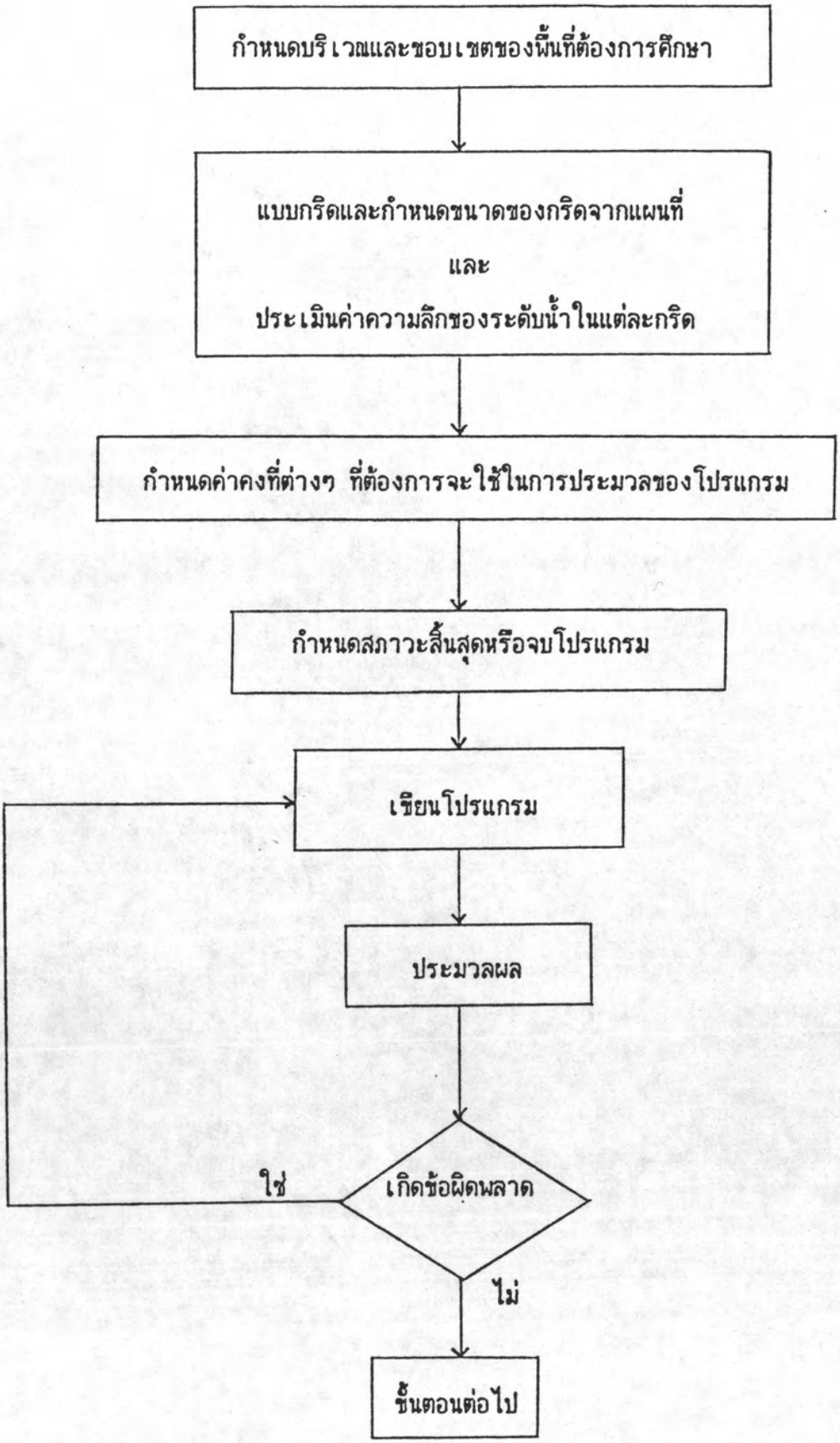
โดยนำข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้มาเขียนกราฟการกระจายตัวของค่าความเร็วกระแสน้ำทั้งในแนวแกนตั้งและแกนนอน และการกระจายตัวของความเร็วในแต่ละระดับความลึก โดยจะทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

4.1 ความถูกต้องของการทำงานและผลลัพธ์ของโปรแกรมแบบจำลองที่เขียนขึ้น

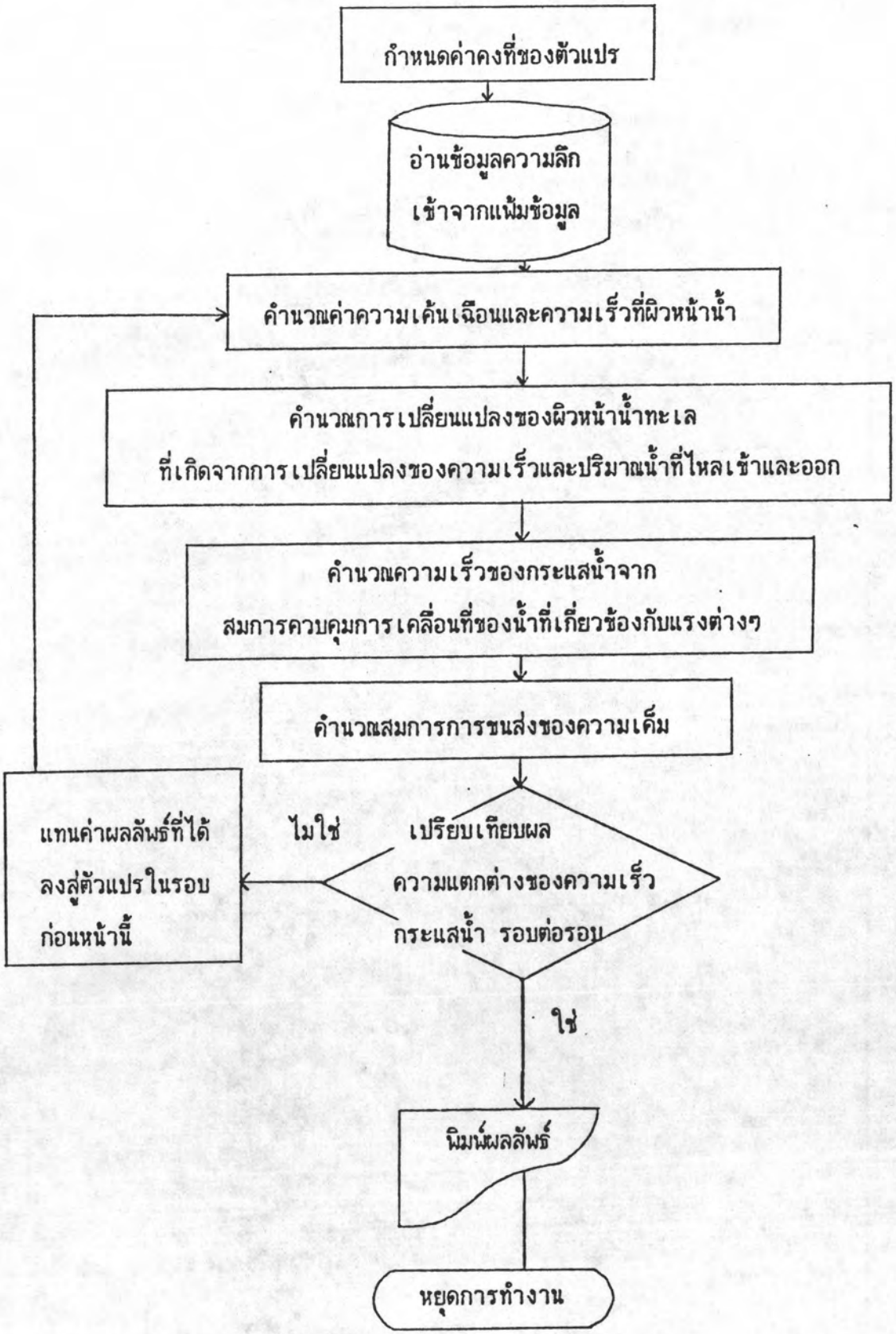
4.2 โครงสร้างและลักษณะการกระจายตัวของความเร็วของน้ำที่ได้จากแบบจำลองทั้งในอ่าวไทยและอ่าวไทยตอนบน

4.3 โครงสร้างลักษณะการแพร่กระจายตัวของความเค็มของน้ำทะเลทั้งในอ่าวไทยและอ่าวไทยตอนบน

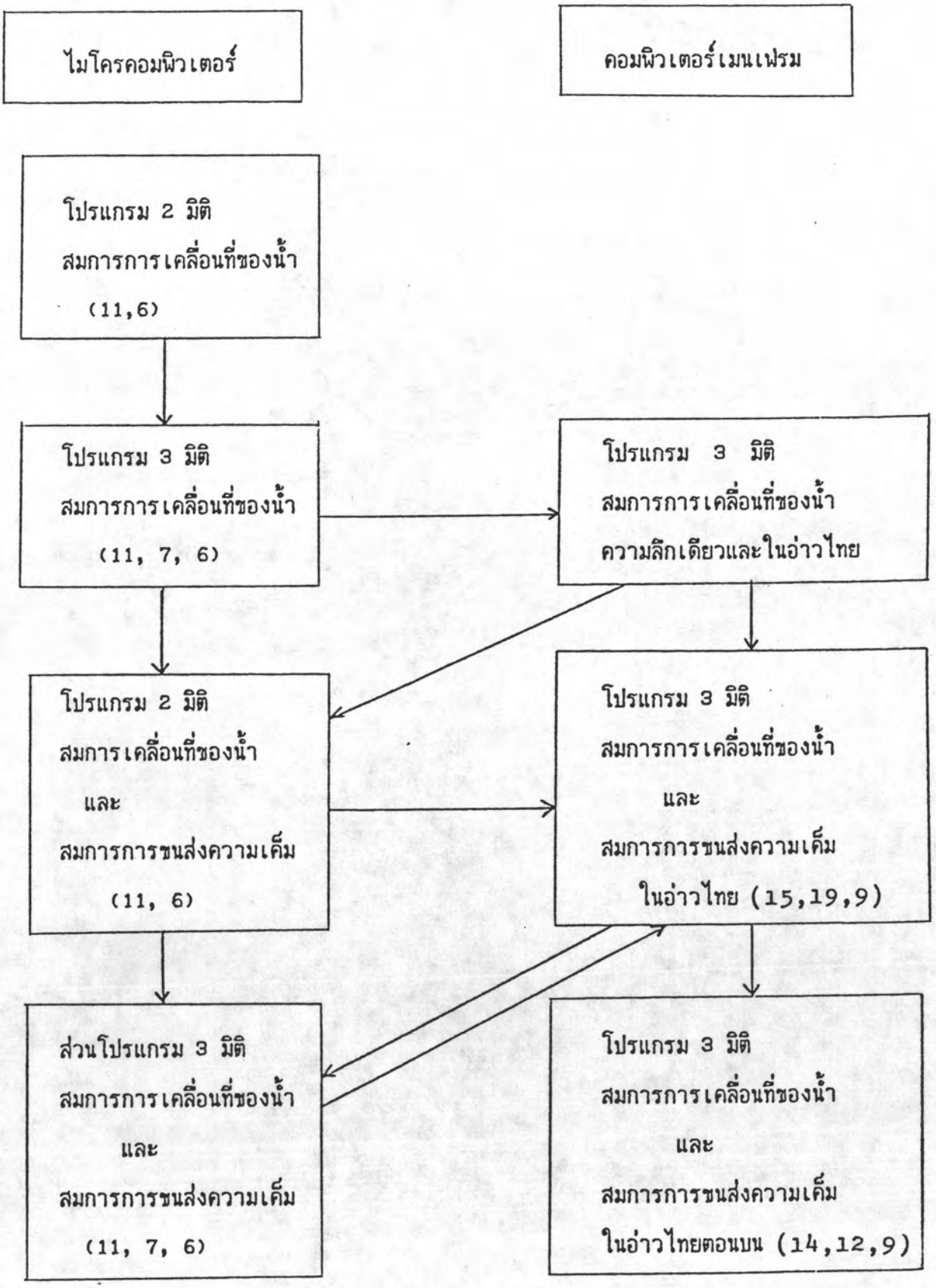
15666



รูปที่ 1.10 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลก่อนการเขียนโปรแกรม



รูปที่ 1.11 แผนผังการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 1.12 ขั้นตอนการประมวลผลโปรแกรมต่างๆ

4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของการไหลเวียนของน้ำและการแพร่กระจายตัวของความเค็ม ระหว่างในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

4.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดกับข้อมูลหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาก่อนหน้าการวิจัยนี้

5. จัดทำรายงาน