



สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
THE THAILAND RESEARCH FUND

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการการวิจัยและพัฒนาเพื่อ
เพิ่มประสิทธิภาพของการกู้ภัยพิบัติทางทะเล
(Improvement of Search and
Rescue Mission in The Ocean)

โดย

ดร.ธวัช วีรัตติพงศ์ และคณะ

15 มกราคม 2545

รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการการวิจัยและพัฒนาเพื่อ
เพิ่มประสิทธิภาพของการกู้ภัยพิบัติทางทะเล
(Improvement of Search and Rescue Mission in The Ocean)

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร.ธวัช วัชรติพงศ์	Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology
2. น.อ.สอง เอกมหาชัย	กรมอุทกศาสตร์
3. ผศ.ดร.สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4. ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. น.อ.อานนท์ วายวานนท์	กรมอุทกศาสตร์
6. นางกนกพร อัมพวัน	สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ
7. น.ท.บงกช สโมสร	กรมอุทกศาสตร์
8. น.ท.ประกอบ สุขสมัย	กรมยุทธการทหารเรือ
9. น.ต.พินัย จินชัย	กรมอุทกศาสตร์
10. นายบุญสืบ สุขทัศน์	การสื่อสารแห่งประเทศไทย
11. น.ต.ยุทธนา สังข์ปรีชา	กรมเจ้าท่า
12. น.ท.ธานีศย์ การสูงเนิน	กรมอุทกศาสตร์
13. ร.อ.วิริยะ เหลืองอร่าม	กรมอุทกศาสตร์
14. ร.ท.สุธนต์ สีสกุล	กรมอุทกศาสตร์
15. นายธีรพัฒน์ เกษมพรรณราย	กรมอุตุนิยมวิทยา
16. Dr. Paul May	Fleet Numerical and Meteorological and Oceanography Center (FNMOC), US Navy
17. Mr. Paul Wittmann	Fleet Numerical and Meteorological and Oceanography Center (FNMOC), US Navy

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณโครงการ SEAWATCH ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้อนุญาตให้ใช้ข้อมูลจากหุ่นลอยเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากโมเดล คณะวิจัยขอขอบคุณ ทบวงมหาวิทยาลัยที่ได้อุดหนุนค่าเดินทางสำหรับหัวหน้าโครงการเพื่อเดินทางจากประเทศสหรัฐอเมริกา มาร่วมทำงานกับทีมงานวิจัยของประเทศไทย คณะวิจัยขอขอบคุณ กระทรวงกลาโหม ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ได้อนุเคราะห์ให้ข้อมูลพยากรณ์อากาศจาก Meteorological Environmental Library ทุกวัน ตลอดช่วง 2 ปี ของการทำงาน และให้ต่อไปอีกในอนาคต และต้องขอขอบคุณ กองทัพเรือของประเทศไทยที่ได้อนุญาตให้ใช้เรือหลวงสุกข์ เพื่อการทดสอบในทะเล 2 ครั้ง

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่เห็นความสำคัญและอุดหนุนโครงการการวิจัยและพัฒนา

(2)

การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของการกู้ภัยพิบัติทางทะเล

ธวัช วรรตติพงษ์

Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology

ทีมงานจาก FNMOC, กรมอุทกศาสตร์, สำนักงานคณะกรรมการ
ป้องกันอุบัติภัยแห่งชาติ, การสื่อสารแห่งประเทศไทย, กรมเจ้าท่า, มหาวิทยาลัย-
สงขลานครินทร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

โครงการการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกู้ภัยพิบัติทางทะเล
ได้เสร็จสิ้นการทำงานเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2545 รวมเวลาทำการวิจัย 2 ปี โดยผลงาน
ที่ได้จากโครงการนี้ ถูกนำไปใช้งานจริงเป็นประจำทุกวัน ที่กองพยากรณ์อากาศ
กรมอุทกศาสตร์ และได้ใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไปสำหรับอาจารย์และนิสิตของภาควิชา
วิทยาศาสตร์ทางทะเลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งถือได้ว่าถูกต้องตามจุดประสงค์หลัก
ของ สกว. ที่ต้องการให้ผลงานวิจัยถูกนำไปใช้งานจริงอย่างถาวร เป็นประโยชน์ต่อสังคม
และการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต

ผลงานหลักของโครงการนี้พอจะสรุปได้ดังนี้

1. การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารและการประสานงานของการกู้ภัยพิบัติทางทะเล

ทีมงานได้สรุปหัวข้อที่จะต้องแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน โดยมีแผนที่จะนำเรื่องเสนอต่อบอร์ดของคณะกรรมการป้องกันอุบัติภัยแห่งชาติเพื่อพิจารณาสั่งการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับไปดำเนินการต่อไป

ผู้ปฏิบัติการ นอกจากนี้หัวข้อที่เสนอได้ผ่านการเห็นชอบ จากผู้บริหาร ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร และการกู้ภัยพิบัติทางทะเลด้วย

สิ่งที่จะนำเสนอมีดังต่อไปนี้

1.1 เสนอให้เพิ่มระบบสื่อสารที่ RCC (Rescue Coordination Center) ของกรมการบินพาณิชย์อีก 1 ระบบ คือ ระบบ SES (Ship Earth Station) ซึ่งเป็นการติดต่อระหว่างเรือกับสถานีภาคพื้นดินที่ RCC โดยผ่านทางดาวเทียม Innmarsat ทั้งนี้เนื่องจากปัจจุบันนี้ การสื่อสารระหว่าง RCC กับเรือยังไม่สามารถติดต่อได้โดยตรง ต้องผ่านตัวกลางอื่น ทำให้ล่าช้าในการแจ้งเหตุ และค้นหาช่วยเหลือผู้ประสบภัย (ดูรายละเอียดที่หัวข้อ 2.6.2.1)

1.2 ทีมงานและผู้ปฏิบัติการมีความเห็นสอดคล้อง และสนับสนุนโครงการจัดตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียม COSPAS-SARSAT เพื่อถ่ายทอด และรับสัญญาณที่ส่งจากเรือประสบภัย ที่ใช้เครื่องส่ง EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon) นอกจากนี้ ยังสามารถรับสัญญาณจากเครื่องบินที่ประสบภัยในทะเลด้วย (ดูรายละเอียดที่หัวข้อ 2.6.2.2) โครงการนี้กำลังดำเนินการโดยกรมการบินพาณิชย์ กระทรวงคมนาคม

1.3 เสนอให้ขยายพื้นที่เฝ้าฟังการแจ้งเหตุเรือประสบภัยทางด้านชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งปัจจุบันนี้ยังขาดอยู่โดยทีมงานมีความเห็นว่า ควรจะจัดตั้งสถานีที่จังหวัดภูเก็ต เพราะจะครอบคลุมพื้นที่ค้นหาได้อย่างทั่วถึง อีกทั้งจังหวัดภูเก็ตยังเป็นท่าเรือที่สำคัญที่มีเรือขนส่งสินค้า, เรือท่องเที่ยว และเรือสำราญ (ดูรายละเอียดข้อ 2.6.2.3)

1.4 ในช่วงที่มีการออกเรือและเครื่องบินไปค้นหาและกู้ภัยในทะเล จะมีหลายหน่วยงาน เข้ามาร่วมปฏิบัติการ เช่น กองทัพเรือ, กองตำรวจน้ำ และกรมเจ้าท่า เป็นต้น จากผลการประชุมร่วมของทีมวิจัย และผู้ปฏิบัติการ มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ควรจะเสนอให้กองทัพเรือเป็นผู้มีอำนาจในการสั่งการ ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการ (on scene commander) ต่อทุกหน่วยที่ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้น

1.5 เสนอให้กรมประมงโทรเลข ส่งข้อมูลของเรือเดินทะเลในเขตน่านน้ำไทย (ชื่อเรือ, ประเภท และขนาดของเรือ, รหัส, สัญชาติของเรือและอื่น ๆ) ให้แก่ RCC และหน่วยที่ปฏิบัติการกู้ภัย

1.6 เสนอแผนผังการดำเนินงาน และระบบการสั่งการที่เป็นขั้นตอนสำหรับ RCC โดยเริ่มตั้งแต่ได้รับสัญญาณแจ้งเหตุไปจนถึงการแจ้งเหตุไปยังหน่วยปฏิบัติการ และการรายงานต่อผู้บังคับบัญชาระดับสูงที่รับผิดชอบ

2. การพัฒนาโมเดลเพื่อการพยากรณ์ตำแหน่งวัตถุที่ลอยตามกระแสน้ำ

2.1 การคัดเลือกและพัฒนาโมเดลเพื่อใช้งานในเขตประเทศไทย งานของโครงการนี้ไม่ได้มีแผนที่จะพัฒนาโมเดลใหม่เนื่องจากต้องใช้งบประมาณ, เวลา และบุคลากรเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีความไม่แน่นอนสูงมาก ดังนั้นทีมงานได้เสาะหาโมเดลที่กำลังใช้งานแบบ operational และได้ผลเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง ที่สำคัญมากก็คือ สามารถขอ source code มาเพื่อดัดแปลงใช้งานได้ฟรี หลังจากได้ศึกษาอยู่ 5 โมเดล ทีมงานได้ตกลงเลือก POM (princeton Ocean Model) มาพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อใช้งานในเขตประเทศไทย และเพื่อทำการวิจัยเพิ่มเติมต่อไป สาเหตุที่เลือก POM เนื่องจากเป็นโมเดลที่ใช้ได้ทั้งทะเลเปิด, เขตอ่าวและเขตน่านน้ำตื้น ซึ่งเหมาะกับอ่าวไทย และทะเลอันดามัน POM ได้ถูกนำมาใช้งานจริงมากกว่า 20 ปี ใน 60 ประเทศ และมี official registered user 1000 ท่าน ที่สำคัญมากคือสามารถขอ source code มาได้ฟรี และมีผู้เชี่ยวชาญทางด้าน POM มาร่วมในทีมงานด้วย การพัฒนา POM เพื่อให้ใช้ได้กับเมืองไทยได้สำเร็จเรียบร้อยในช่วง 6 เดือนแรกของการทำงานและได้ถูกนำมาใช้ศึกษา วิจัย และปรับแต่งตลอดช่วงการทำงานของโครงการนี้

2.2 การพยากรณ์ตำแหน่งของวัตถุที่ลอยไปตามกระแสน้ำ

โปรแกรม POM จะคำนวณขนาดและทิศทางของกระแสน้ำ เนื่องจากผลของลมในการคำนวณตำแหน่งวัตถุ ทีมงานได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อคำนวณตำแหน่งวัตถุที่ลอยไปตามกระแสน้ำ โดยใช้ค่ากระแสน้ำที่ได้จาก POM ใส่เข้าไป ทีมงานได้พัฒนาโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยในปีแรกของโครงการและได้นำมาใช้ในงานวิจัยและใช้งานจริงจนถึงปัจจุบันนี้ ในการพยากรณ์ตำแหน่งวัตถุ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศ (ข้อมูลพยากรณ์ลม) เป็นข้อมูล INPUT เพื่อ RUN โปรแกรม POM เพื่อให้ได้ผลเป็นข้อมูลพยากรณ์กระแสน้ำ ซึ่งจะนำเอาไปใส่ในโปรแกรมคำนวณตำแหน่งเพื่อพยากรณ์ตำแหน่งวัตถุที่ลอยตามกระแสน้ำต่อไป สิ่งสำคัญในส่วนนี้ก็คือ ข้อมูลพยากรณ์อากาศมีความสลับซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ ในประเทศไทยมีโมเดลคำนวณกระแสน้ำ, คำนวณตำแหน่งอยู่หลายโมเดล แต่ไม่มีโมเดลใดที่ RUN ใช้งานจริงทุกวัน โดยใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศเหมือนอย่างโมเดลที่ทำอยู่ในโครงการนี้ ทีมงานของโครงการนี้ได้ทำการติดตั้งระบบที่ download ข้อมูลพยากรณ์อากาศ โดยอัตโนมัติ มาใช้งานจริงทุกวัน โดยเรา download จากฐานข้อมูล MEL (Master Environmental Library) ของกระทรวงกลาโหม ประเทศสหรัฐอเมริกา ในอนาคต ทีมงานจะขอความร่วมมือจากกรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศ เพื่อขอใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศจากเครื่อง supercomputer ซึ่งเชื่อมีความละเอียดและถูกต้องมากกว่าข้อมูลที่ได้จาก MEL

2.3 การศึกษาการเคลื่อนตัวของวัตถุเนื่องจากผลของน้ำขึ้น-น้ำลง

เนื่องจาก POM จะคำนวณการเคลื่อนตัวของวัตถุเนื่องจากลมเพียงอย่างเดียว แต่ในความเป็นจริงแล้ว น้ำขึ้นน้ำลงจะมีผลให้วัตถุเคลื่อนตัวไปมาเป็นคาบด้วย ทีมงานได้ทำการศึกษาการเคลื่อนตัวของวัตถุเนื่องจากผลของน้ำขึ้น-น้ำลง ตามบริเวณต่างๆ ของอ่าวไทย และทะเลอันดามันเรียบร้อยแล้ว (ดูรายละเอียดได้ที่หัวข้อ 3.4 Tides) โดยค่าที่ได้นี้จะนำไปรวมทาง vector กับค่าที่คำนวณได้จาก POM จากผลของการทดสอบลอยทุ่นในเขตอ่าวไทยทั้ง 2 ครั้ง ซึ่งยังไม่เคยมีใครทำมาก่อนในอดีต ทีมงานได้ค้นพบที่ยังมี FACTOR ตัวอื่น (ขณะนี้ยังไม่ทราบแน่ชัดคืออะไร) ที่มีผลต่อการไหลวนของกระแสน้ำในอ่าวไทย และทำให้ผลที่วัดได้แตกต่างจากที่คำนวณไว้ ในช่วงที่ไม่มีลม ส่วนนี้จะต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

3. การทดลองในทะเล การเปรียบเทียบข้อมูลและการปรับแต่งโมเดล

ทีมงานได้ทำ simulation ในอ่าวไทย 2 ครั้ง คือในช่วงเดือนกรกฎาคม 2544 และเดือนธันวาคม 2544 โดยใช้เรือสำรวจและวิจัยของกองทัพเรือ ชื่อเรือหลวงสุครี มีระวางขับน้ำ 1400 ตัน ยาว 62.7 เมตร กว้าง 11.5 เมตร จุดประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวัดตำแหน่งของทุ่นที่ลอยไปตามกระแสน้ำ กับค่าที่คำนวณได้ ผลการเปรียบเทียบของการทดลองครั้งแรก พบว่า ทิศทางการเคลื่อนที่ที่วัดได้ และที่คำนวณมีผลใกล้เคียงกันมาก ส่วนระยะทางการเคลื่อนที่ ผลที่คำนวณโดยทีมงานที่อเมริกาใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ แต่ผลที่คำนวณโดยทีมงานไทย น้อยกว่าค่าที่วัดได้ประมาณ 4 เท่า (ดูรายละเอียดที่หัวข้อ 5.2.1) ขณะนี้ทีมงานทั้งสองทีมกำลังค้นหาและแก้ไขโปรแกรม เชื่อว่าคงจะสำเร็จในไม่ช้านี้ ส่วนการทดลองในอ่าวไทยครั้งที่สอง เนื่องจากช่วงที่ทำการทดลองคลื่นลมสงบมาก ทำให้ผลของกระแสน้ำมาจากน้ำขึ้น-น้ำลง เป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม ทีมงานได้ค้นพบ FACTOR ตัวอื่นที่มีผลต่อกระแสน้ำ ซึ่งยังไม่ทราบแน่ชัดว่าคืออะไร และคงต้องทำการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต (ดูรายละเอียดที่หัวข้อ 5.2.2)

4. การติดตั้ง WAM โมเดล และฝึกอบรมให้ทีมงานที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานของโครงการนี้ได้ขยายต่อไปที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยมีทีมงานของ ดร. ศุภชัย ตั้งใจตรง มาร่วมในงานของโครงการนี้ด้วย และได้รับอนุมัติจากสกว. ให้เริ่มเข้าทำงานเมื่อวันที่ 1 พ.ค.2544 การขยายงานครั้งนี้ จัดทำโดยไม่ต้องเพิ่มงบประมาณของโครงการ จุดประสงค์หลักก็คือ ต้องการขยายขอบเขตการใช้งานของ WAM โมเดล (ต่อไปอาจจะรวมถึง POM โมเดลด้วย) ไปที่มหาวิทยาลัย เพื่อให้อาจารย์และนักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาวิจัยโมเดลที่เป็นของจริงและสามารถเอาไปใช้งานจริงได้ ปัจจุบันนี้มี 2 มหาวิทยาลัย คือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทีมงานได้ทำ workshop ที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้ทำการติดตั้ง WAM program ทั้งระบบอย่างถาวรที่นั่น และฝึกอบรมการใช้งานต่ออาจารย์และนักศึกษาของภาควิชานี้ โดยการทำ workshop ได้เสร็จสิ้น เมื่อ

วันที่ 15 มิถุนายน 2544 โครงการนี้มีแผนที่จะสนับสนุนให้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นผู้ให้ข้อมูล WAM ให้คำปรึกษาต่อ end user ต่าง เช่น UNOCAL, กรมประมง และ กรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น (ดูรายละเอียดได้ที่หัวข้อ 6.1)

5. กิจกรรมอื่นๆ

5.1 การเข้ามามีส่วนร่วมกับเหตุการณ์การช่วยเหลือและค้นหาผู้ประสบภัยทางทะเลจริง ของกองทัพเรือ

เมื่อ 26 พ.ค.2544 กรณีเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ของกองทัพเรือตกในทะเลขณะปฏิบัติการให้ความช่วยเหลือเรือประมง เป็นเหตุให้เจ้าหน้าที่ประจำเครื่องบินกู้ภัยเสียชีวิต 5 นาย รอด 1 นาย และค้นหาไม่พบ 1 นาย คณะวิจัยฯ ได้ดำเนินการคำนวณและพยากรณ์การเคลื่อนที่ของนักบินที่ยังหาศพไม่พบ ส่งผลที่ได้จากการคำนวณให้กับกองเรือยุทธการซึ่งเป็นหน่วยงานที่ได้รับคำสั่งจากกองทัพเรือให้ออกค้นหาศพนักบินดังกล่าว ผลจากการคำนวณ แม้ว่ากองเรือยุทธการจะได้นำไปใช้งานจริง แต่ก็ไม่สามารถค้นพบศพนักบินตามเวลาที่คำนวณได้ เนื่องจากเป็นครั้งแรกที่โครงการฯ ได้มีส่วนร่วมทำให้ความพร้อมในการคำนวณล่าช้าด้วยยังขาดประสบการณ์ อีกทั้งตัวนักบินที่เสียชีวิตได้หลุดออกจากเครื่องไปพร้อมเก้าอี้ เป็นเหตุให้ไม่เกิดการลอยตัวของวัตถุบริเวณผิวน้ำ อย่างไรก็ตามก็ได้มีการค้นพบศพนักบินในเวลาต่อมา ซึ่งตำแหน่งที่ค้นพบไม่ห่างไปจากแนวผลของการคำนวณมากนัก

ผลของการร่วมทดลองปฏิบัติการในครั้งนี้เป็นที่น่าพอใจยิ่ง แม้ว่าจะไม่ประสบผลสำเร็จตามที่คาด แต่เป็นบทเรียนที่ทำให้โครงการฯ สามารถเรียนรู้จากเหตุการณ์จริงและนำข้อบกพร่องต่างๆ มาพัฒนาระบบการคำนวณที่ครบถ้วนและรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นการประชาสัมพันธ์ให้กองทัพเรือ ได้ทราบถึงศักยภาพของโครงการฯ และส่งผลให้กองทัพเรือได้ตระหนักว่าต้องมีหน่วยงานในกองทัพเรือ ที่สามารถช่วยเหลือการค้นหาผู้ประสบภัยทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยเทคโนโลยีมาช่วยดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพประหยัดเวลาและงบประมาณในการออกค้นหาและช่วยเหลือได้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม และหากเกิดเหตุการณ์ขึ้นอีกจะสามารถขอรับการสนับสนุนได้ ณ ที่ใด

5.2 คณะผู้วิจัยได้รับเชิญจากคณะกรรมการป้องกันอู่ติภัยแห่งชาติ (กปอ.) ให้เข้าร่วมเสนอโครงการฯ และผลที่จะได้รับจากโครงการฯ ในที่ประชุมใหญ่ ทำเนียบรัฐบาล โดยมี ฯพณฯ รองนายกรัฐมนตรี ดร.ไตรรงค์ สุวรรณคีรี เป็นประธานการประชุม เมื่อ 3 พ.ย.2543 ผลจากการนำเสนอในครั้งนั้น ได้รับความสนใจจากคณะกรรมการเป็นอย่างมาก มีหัวหน้าส่วนราชการต่างๆ ชักถามหลังเลิกประชุมหลายหน่วยงาน เช่น ผู้ว่าราชการจังหวัด หัวหน้าสำนักงานและหน่วยงานต่างๆ ที่เป็นกรรมการ

5.3 นำเสนอโครงการฯ ในการจัดนิทรรศการแสดงความก้าวหน้าของกรมอุทกศาสตร์ เนื่องในวันคล้ายวันสถาปนากรมอุทกศาสตร์ เมื่อ 16 ม.ค.2544 ที่กรมอุทกศาสตร์ พระราชวังเดิม กรุงเทพมหานคร มีคณะนายทหารชั้นผู้ใหญ่ และข้าราชการของกองทัพเรือ เป็นจำนวนมากให้ความสนใจ

5.4 คณะอาจารย์และนักศึกษาปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 20 คน เข้าเยี่ยมชมและศึกษาระบบการกำโมเดล WAM และ POM ที่กองอุทกนิคมวิทยา สัตหีบ ชลบุรี โดยมี ดร.สุกิจชัย ตั้งใจตรง และ ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา เป็นหัวหน้าคณะ

5.5 ได้รับพระราชทานพระบรมราชวโรกาส ให้ถวายการบรรยายแก่ สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามมกุฎราชกุมาร ในหัวข้อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ของกรมอุทกศาสตร์ในการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล ณ ที่ทำการใหม่ กรมอุทกศาสตร์ บางนา เมื่อ 26 พ.ย.2544 โดยมีผู้บัญชาการทหารเรือ และเจ้ากรมอุทกศาสตร์ เข้าร่วมรับฟังการบรรยายด้วย ใช้เวลาบรรยายต่อหน้าพระพักตร์ 20 นาที และทรงมีพระราชวินิจฉัยอีก 10 นาที เป็นที่พอพระราชหฤทัย

รหัสโครงการ : RDG43-3-0010
 ชื่อโครงการ : การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกู้ภัยพิบัติทางทะเล
 ชื่อนักวิจัย : ธวัช วีรคติพงศ์, Jet Propulsion Laboratory และทีมงานจาก FNMOC, กรมอุทกศาสตร์, สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ, กรมการbinพาณิชย์, กรมเจ้าท่า, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 e-mail address : watt.veruttipong@jpl.nasa.gov
 ระยะเวลาโครงการ : มกราคม 2543 – มกราคม 2545

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกู้ภัยพิบัติทางทะเลได้ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว งานหลักของโครงการนี้มีอยู่ 2 ประการคือ 1) การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารและการประสานงาน และ 2) การเพิ่มประสิทธิภาพของการค้นหาโดยการพัฒนาโมเดลที่สามารถพยากรณ์ตำแหน่งของวัตถุที่ลอยไปตามกระแสน้ำ ในส่วนของระบบการสื่อสารและการประสานงานได้ทำการศึกษาระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และจัดให้มีการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดกับกลุ่มผู้ที่ปฏิบัติงานทางด้านนี้ จนได้ข้อเสนอแนะที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารและการประสานงานเพื่อการกู้ภัยพิบัติทางทะเล และทีมงานมีแผนที่จะรวบรวมข้อเสนอแนะเหล่านี้นำเสนอต่อคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ (กปอ.) เพื่อรับทราบและพิจารณาสั่งการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับไปปฏิบัติต่อไป

ในส่วนของการพัฒนาโมเดลเพื่อใช้ในการพยากรณ์ ตำแหน่งของวัตถุที่ลอยตามกระแสน้ำนั้น ได้ทำการศึกษา 5 โมเดล และได้คัดเลือกมา 1 โมเดล คือ POM (Princeton Ocean Model) มาใช้งานในการทำวิจัยนี้ เนื่องจาก POM เป็นโมเดลที่ใช้ได้ทั้งทะเลเปิด, เขตอ่าว และเขตน่านน้ำตื้น ซึ่งเหมาะกับอ่าวไทย และทะเลอันดามัน POM ได้ถูกนำมาใช้งานจริงมากกว่า 20 ปี ใน 60 ประเทศ และมี official register user 1,000 ท่าน การพัฒนา POM เพื่อให้ใช้ได้กับเขตของประเทศไทยได้ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว และได้นำ POM ไปใช้ในการคำนวณกระแสน้ำและตำแหน่งของวัตถุลอยตามกระแสน้ำ ในการทดสอบโมเดล ได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่คำนวณได้ กับข้อมูลที่วัดได้จากทุ่นลอย และที่วัดได้จากการทดลองลอยทุ่นในอ่าวไทย ซึ่งผลการเปรียบเทียบส่วนใหญ่ใกล้เคียงกันพอที่จะยอมรับและนำไปใช้งานจริงได้

โมเดลที่ได้จากการวิจัยนี้ได้ถูกนำไปใช้งานจริงเป็นประจำทุกวันที่กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ และได้ใช้สำหรับการศึกษา และวิจัยต่อไป สำหรับอาจารย์ และนิสิตของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำหลัก : การกู้ภัยพิบัติทางทะเล, POM, กระแสน้ำ, ตำแหน่งวัตถุลอยตามน้ำ

Project Code : RDG43-3-0010
Project Title : Improvement of Search and Rescue Mission in The Ocean
Investigators : Tawat Veruttipong, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology and team member from FNMOC, Hydrological Department, Prince Songkla of University, Chulalongkorn University, Harbor Department, National Safety Council of Thailand
e-mail address : watt.veruttipong@jpl.nasa.gov
Project Duration : January 2000 – January 2002.

Abstract

The two-year project to improve the search and rescue (S&R) mission in the ocean is complete. There *were two major* tasks in this R&D project: (1) improvement of the S&R communication system and coordination plan, and (2) development of an ocean model to forecast the location of an object drifting with the current. For the communication system and coordination plan, the structure and details of existing systems have been carefully investigated. A meeting, conducted with personnel responsible for the search and rescue task, resulted in a number of specific recommendations. There is a plan to submit the completed list of recommendations to the Board of National Disaster Prevention Committee for final approval.

For the ocean current forecast model development, five ocean models were investigated- The Princeton Ocean Model (POM) was selected because of its applicability to open ocean and shallow water regions. This model is well suited to forecasting currents in the Gulf of Thailand and Andaman Sea. It has been used for both research and operational forecasts for more than 20 years and has over 1000 users in nearly 60 countries. Modifications to the generic POM program for the Gulf of Thailand and Andaman Sea are complete and ocean current forecasts from POM are being used to calculate the trajectory of objects floating in the water.

The ocean model was tested and calibrated with measured data from existing buoys and from two simulated drifter experiments in the Gulf of Thailand. Agreement between calculated and measured data is within acceptable levels and will improve with further measurements and calibration. The POM model developed by this project for the Gulf of Thailand and Andaman Sea is now used operationally at the Hydrological Department, Royal Thai Navy. It will also be used for research and study in the Marine Science Department, Chulalongkorn University.

Keywords : search and rescue in the ocean, POM, ocean current, trajectory of floating object

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(1)
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	(2)
บทคัดย่อ	(9)
Abstract	(10)
สารบัญ	(11)
สารบัญรูป	(13)
1. บทนำ	1
2. ระบบการสื่อสารและการประสานงาน	5
2.1 กฎระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล	6
2.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล	9
2.3 การจัดระบบงานการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลของประเทศไทย	11
2.4 การติดต่อสื่อสารในการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล	14
2.5 ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการสื่อสารและประสานงานการค้นหา และช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล	23
2.6 ข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเล	25
3. ทฤษฎีแบบจำลองคณิตศาสตร์ของ Princeton Ocean Model (POM)	40
3.1 สมการควบคุมการไหลเวียนของน้ำในทะเล	40
3.2 การหาคำตอบเชิงตัวเลข (Numerical technique)	44
3.3 การประยุกต์แบบจำลอง POM กับอ่าวไทยและทะเลอันดามัน	45
3.4 การศึกษาการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของ tides	49
3.5 การใช้โซนค้นหา (search zone)	53
3.6 สรุปการประมาณพื้นที่ค้นหาวัตถุเนื่องจากอิทธิพลของน้ำลง	55

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. การพัฒนาและทดสอบความถูกต้องของ POM	76
4.1 การดำเนินการที่ผ่านมา	76
4.2 การออกตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลด้วยหุ่นลอยในทะเล	100
4.3 การนำ POM ใช้ในการปฏิบัติงานจริง	107
5. References	140
6. ภาคผนวก	141
6.1 An Ocean Forecast Model for the Gule of Thailand and Andaman Sea	141
6.2 การประยุกต์แบบจำลองคลื่น WAM	155
6.3 บทความสำหรับการเผยแพร่	170
6.4 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์	172
6.5 ตารางเปรียบเทียบกิจกรรม (ตามแผน) ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน) และผลการดำเนินงาน	175

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งดาวเทียม	30
รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงความถี่ C-Band และ L-Band	32
รูปที่ 3 แสดงตำแหน่งและพื้นที่ครอบคลุมของดาวเทียม Inmasat	33
รูปที่ 4 กระแสน้ำจากหุ่นสมุทรศาสตร์สถานีหัวหินระหว่างวันที่ 1-11 พฤศจิกายน 2540	47
รูปที่ 5 FIR high pass filter ของข้อมูลในรูปที่ 1	
รูปที่ 6 เปรียบเทียบการคำนวณของ POM กับข้อมูลกระแสน้ำจากหุ่นสมุทรศาสตร์ในรูปที่ 5	48
รูปที่ 7 ขอบเขตของแบบจำลองกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทยโดยมี open boundary อยู่ระหว่างปลายแหลมญวนถึงชายฝั่ง จ.นราธิวาส	50
รูปที่ 8a การพยากรณ์ความเร็วกระแสน้ำช่วงน้ำขึ้น	51
รูปที่ 8b การพยากรณ์ความเร็วกระแสน้ำช่วงน้ำลง	52
รูปที่ 9a การประมาณพื้นที่ค้นหา zone 4 และ 2	54
รูปที่ 9b การประมาณพื้นที่ค้นหากรณี tide เคลื่อนที่เป็นวงรี	54
รูปที่ 10a เปรียบเทียบผลการคำนวณระดับน้ำกับมาตราน้ำกรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ	56
รูปที่ 10b เปรียบเทียบผลการคำนวณระดับน้ำกับมาตราน้ำกรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ	57
รูปที่ 11a รูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง	58
รูปที่ 11b รูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง	59
รูปที่ 11c รูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง	60
รูปที่ 12a ระยะการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในโซนที่ 4 และ 2 (หน่วยเป็นกิโลเมตร)	61

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 12b ระยะการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในโซนที่ 1 และ 3 (หน่วยเป็นกิโลเมตร)	62
รูปที่ 13a ระยะการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในโซนที่ 4 และ 2 (หน่วยเป็นกิโลเมตร)	63
รูปที่ 13b ระยะการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในโซนที่ 1 และ 3 (หน่วยเป็นกิโลเมตร)	64
รูปที่ 14 The sigma coordinate system	65
รูปที่ 15 Model grid for the Gulf of Thailand and Andaman Sea	66
รูปที่ 16 Mean Wind March	67
รูปที่ 17 Mean Wind May	68
รูปที่ 18 Wind Stresses for 28 March 2000	69
รูปที่ 19 Currents on 29 March 2000	70
รูปที่ 20 Free Surface on 29 March 2000	71
รูปที่ 21 Surface Current on 16 March 2000	72
รูปที่ 22 Particle Paths in March 2000	73
รูปที่ 23 Wind Stress on 31 May 2000	74
รูปที่ 24 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่าง ทูนนครศรีธรรมราชและ POM	83
รูปที่ 25 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่าง ทูนเกาะเต่า และ POM	84
รูปที่ 26 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทูนเพชรบุรี และ POM	85
รูปที่ 27 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทูนเกาะเต่า และ POM	87

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 28 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ระหว่างหุ่นภูเก็ต และ POM	88
รูปที่ 29 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ระหว่างหุ่นระยอง และ POM	90
รูปที่ 30 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ระหว่างหุ่นหัวหิน และ POM	91
รูปที่ 31 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ระหว่างหุ่นเกาะช้าง และ POM	92
รูปที่ 32 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ระหว่างหุ่นเกาะช้าง และ POM	94
รูปที่ 33 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ระหว่างหุ่นหัวหิน และ POM	95
รูปที่ 34 ผลการเปรียบเทียบกระแสน้ำจาก POM และจากหุ่นสภาวิจัยฯ ที่ทำการฟิลเตอร์แล้ว	96
รูปที่ 35 ผลการเปรียบเทียบกระแสน้ำจาก POM และจากหุ่นสภาวิจัยฯ ที่ทำการฟิลเตอร์แล้ว	97
รูปที่ 36 ผลการเปรียบเทียบกระแสน้ำจาก POM และจากหุ่นสภาวิจัยฯ ที่ทำการฟิลเตอร์แล้ว	98
รูปที่ 37 จุดที่พบนักบินเปรียบเทียบกับจุดที่โมเดลพยากรณ์	99
รูปที่ 38 ทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นลอยตรวจกระแสน้ำ	101
รูปที่ 39 เปรียบเทียบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นลอยและวัตถุจากโมเดล	102
รูปที่ 40 เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นลอยตัวตรวจกระแสน้ำ	103
รูปที่ 41 เปรียบเทียบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นลอย และอาการขึ้น-ลงของระดับน้ำทำนาย	104

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 42 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของหุ่นลอยตรวจกระแสน้ำ และวัตถุจากโมเดล	105
รูปที่ 43 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของหุ่นลอยตรวจกระแสน้ำ และวัตถุจากโมเดล	106
รูปที่ 44 การปฏิบัติเมื่อนำโมเดลมาใช้งานจริงแบบ Operational	107
รูปที่ 45 Currents on 1 June 2000	153
รูปที่ 46 Free Surface on 1 June 2000	154
การประยุกต์แบบจำลองคลื่น WAM	
รูปที่ 1 แบบจำลองคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางในการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีบทบาทสูงขึ้นจนนับเป็นเสาที่สามในการค้าวิชาการด้านนี้ไว้ให้สมดุล	157
รูปที่ 2 โหมดของการใช้ WAM ในการเรียนการสอน	158
รูปที่ 3 โหมดของการใช้ WAM ในการทำโครงการ วิทยานิพนธ์	159
รูปที่ 4 โหมดของการใช้ WAM เพื่อสนับสนุนกิจกรรมวิชาการของนิสิต	160
รูปที่ 5 โหมดของการใช้ WAM ในการบริการข้อมูลแก่กลุ่มบริษัทอุตสาหกรรมแก๊สและน้ำมันในอ่าว	162
รูปที่ 6 โหมดของการใช้ WAM ในการบริการข้อมูลแก่เรือประมงต่างๆ	163
รูปที่ 7 โหมดของการใช้ WAM ในการบริการข้อมูลแก่กิจการท่องเที่ยวทางทะเล	164

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
แผ่นภาพที่ 1 แบบจำลอง WAM กับการหาลักษณะประจำของคลื่นใน แต่ละฤดูกาล	166
แผ่นภาพที่ 2 แบบจำลอง WAM (fine grid) กับการพยากรณ์คลื่นใน เดือนพฤษภาคม	167
แผ่นภาพที่ 3 แบบจำลอง WAM (fine grid) กับการพยากรณ์คลื่นใน เดือนธันวาคม	168
แผ่นภาพที่ 4 เปรียบเทียบผลของแบบจำลองซึ่งพิจารณาระหว่าง fine grid กับ coarse grid	169

1. บทนำ

ภัยพิบัติทางทะเลในเขตอ่าวไทยและทะเลอันดามันเกิดขึ้นทุกปี บางครั้งทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก เช่น เรือท้องเกี้ยวล่มในทะเล หรือก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำมันรั่วจากเรือบรรทุกน้ำมัน ปัจจุบันการท้องเกี้ยวทางทะเลกำลังได้รับความนิยมมากขึ้น ประกอบกับการขนส่งทางทะเลซึ่งรวมถึงเรือสินค้า และเรือบรรทุกน้ำมันมีจำนวนและขนาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากที่มีอุบัติเหตุของเรือบรรทุกน้ำมันและเรือท้องเกี้ยวล่ม โดยมีผู้เสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องของประเทศได้ให้ความสนใจและร่วมประชุมวางแผนจัดระบบการกู้ภัยทางทะเลขึ้นอย่างจริงจังเมื่อปี 2541 จากผลการประชุมร่วมกับหน่วยงานที่รับผิดชอบทางด้านนี้ได้รับทราบว่าผู้ปฏิบัติการทางด้านนี้ มีความต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานทั้งระบบและที่สำคัญอีกอย่างคือ ต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานให้มากขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดโครงการนี้ขึ้นมา เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติการ และเพื่อที่จะนำผลงานจากโครงการนี้ไปใช้ในทางปฏิบัติจริง และช่วยเสริมให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับไปขยายงานให้เจริญเติบโตไปอีกในอนาคต

จุดประสงค์ของการทำวิจัยและพัฒนาของโครงการนี้ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้งานจริงกับการปฏิบัติงานในสนามเพื่อช่วยเพิ่มขีดความสามารถและเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานทั้งระบบของการกู้ภัยพิบัติทางทะเล การทำงานวิจัยและพัฒนาของโครงการนี้จะทำอย่างเป็นระบบและทำแบบครบวงจร ผลงานที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำมาใช้งาน Operational ได้ ผู้ร่วมทีมงานนอกจากจะเป็นผู้มีคุณวุฒิจากสถาบันการศึกษาแล้วจะมีผู้ทำงานวิจัยที่เป็นกลุ่มของ USER ที่ต้องการใช้ผลงานวิจัยนี้อยู่แล้ว กลุ่มนักวิจัยที่สำคัญมากอีกกลุ่มหนึ่งจะเป็นทีมจากต่างประเทศที่มีประสบการณ์ทางด้านนี้ มี Connection มีข้อมูล และมี Computer Program ที่สามารถร่วมทำงานกับทีมเมืองไทย เพื่อสนับสนุนให้งานสำเร็จได้ตามกำหนดเวลาและในราคาที่ถูกลง แผนการดำเนินงานจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ งานทางด้านระบบสื่อสารและการประสานงาน งานทางด้าน

การใช้โมเดลเพื่อการพยากรณ์และงานทางด้านการทดสอบในสนาม โดยรายละเอียดของการดำเนินงานมีดังนี้

1. ระบบการสื่อสารและการประสานงาน งานทางด้านนี้เริ่มด้วยการศึกษา ระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันรวมถึงกฎข้อบังคับต่างๆ จากนั้นจะเริ่มพัฒนาระบบปัจจุบัน หรือสร้างระบบใหม่ que คิดว่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานและการประสานงาน ให้ดีขึ้น โดยการพัฒนาระบบนี้จะทำร่วมกันอย่างใกล้ชิดตั้งแต่ต้นกับ user หรือ ผู้ที่ปฏิบัติการทั้งในสนามและผู้ที่อยู่ส่วนกลาง ความเห็นและข้อวิพากษ์วิจารณ์จากผู้ปฏิบัติการมีความสำคัญมาก เพราะระบบที่ปรับปรุงใหม่จะต้องได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานจริงๆ ว่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน

2. โมเดลและการพยากรณ์ จุดประสงค์หลักของงานทางด้านโมเดลและการพยากรณ์ คือการสร้างขีดความสามารถในการพยากรณ์การเคลื่อนตัวของวัตถุที่ลอยไปตามกระแสน้ำ โดยวัตถุที่นี้อาจจะเป็นเรือที่อับปาง เรือยาง คนที่ลอยตามน้ำและรวมถึงคราบน้ำมัน เนื่องจากงานทางด้านการกู้ภัยทางทะเล หน่วยที่ออกไปปฏิบัติการกู้ภัยในทะเล มีความจำเป็นต้องทราบถึงสภาพภูมิอากาศและคลื่นลมในทะเล ดังนั้นโมเดล และ Computer Program ต่างๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์ความสูงคลื่น กระแสนม และกระแสน้ำ มีความจำเป็นที่ต้องใช้ในโครงการนี้ Computer Program ที่ใช้ในการ RUN โมเดลของความสูงคลื่นและโมเดลของกระแสนมบนผิวน้ำ ได้มีการศึกษาและติดตั้งใช้งานเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นงานที่เกี่ยวกับโมเดลของความสูงคลื่นและกระแสนมจะเป็นเพียงแค่นำเข้าไปรวมกันเป็นระบบเดียวกันกับ program อื่น

โมเดลหลักของโครงการนี้ นอกเหนือจากโมเดลดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คือโมเดลที่ใช้ในการพยากรณ์กระแสน้ำ และพยากรณ์ตำแหน่งของวัตถุที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ และลอยไปตามกระแสน้ำ ประเทศไทยมีโมเดลกระแสน้ำสำหรับในเขตอ่าวไทยและทะเลอันดามันอยู่หลายโมเดล อย่างไรก็ตาม เรายังไม่มีโมเดลใช้งานแบบ Operational

นอกจากนี้เรายังไม่มี Model ที่ทดลอง RUN โดยใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศจริงๆ และได้ทำการ calibration และ validate ติดต่อกันเป็นเวลาหลายเดือน

เนื่องจากโครงการนี้หวังผลเพื่อให้มีการใช้งานจริงๆ แบบ Operational โดยมีการพยากรณ์ใน 3-5 วัน ข้างหน้า และการพยากรณ์ย้อนหลังด้วย ดังนั้น Software Program ที่ใช้ในการ RUN โมเดลของกระแสน้ำและโมเดลการหาตำแหน่งจะต้องสามารถ modify เพื่อให้สามารถอ่านข้อมูล input จากข้อมูลพยากรณ์อากาศได้ และจำเป็นต้องทำการ calibrate และ validate เป็นเวลาประมาณหนึ่งปีก่อนที่จะได้รับการยอมรับและนำไปใช้งานจริงๆ ได้ ดังนั้นโครงการนี้จึงมีแผนที่จะนำโมเดลใหม่ที่ใช้แบบ Operational อยู่ต่างประเทศในขณะนี้ และเป็นที่ยอมรับในเรื่องของความแม่นยำ สิ่งที่สำคัญมากก็คือเราจะต้องสามารถได้รับมอบและเป็นเจ้าของ source code โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย หรือเสียในราคาสูงมาก สิ่งที่ทำให้เราสามารถดัดแปลง program ตามที่เราต้องการและสามารถใช้งานต่อไปได้เรื่อยๆ หรือมอบต่อให้หน่วยงานอื่นได้โดยไม่ต้องเสียเงินค่า royalty fee และค่า software maintenance cost ส่วนที่สำคัญมากที่จะช่วยให้งานสำเร็จได้ก็คือ มีทีมงานที่มี hand-on experience จากอเมริกามาร่วมอยู่ในทีมงานด้วย เพื่อทำการฝึกอบรมและทำงานร่วมกับทีมงานไทย นอกจากนี้ทีมงานอเมริกา จะช่วยเสาะหาและส่งข้อมูลทางด้านสภาพอากาศ ช่วยหา program อื่น เช่น program ที่ใช้ทำ post processing และ program ที่ใช้ display output ต่างๆ เป็นต้น

โมเดลที่ใช้คำนวณกระแสน้ำในทะเล ปัจจุบันนี้มีอยู่หลายโมเดล แต่มีอยู่เพียงไม่กี่โมเดลที่เหมาะสมและสามารถนำมาใช้งานได้แบบ operational ที่เมืองไทย ตัวอย่างเช่น coastal model ที่ใช้ US coastal engineer จะเหมาะสำหรับงานที่อยู่ใกล้ฝั่งทะเล และ software เหล่านี้ จะต้องเสียเงินค่าซื้อ software สูงมาก Deep ocean model บางอัน เช่น GFDL Modular Ocean Model เป็น model ที่ได้ทดสอบแล้วว่าทำงานไม่ดีเท่าที่ควร จะเหลืออยู่สามโมเดลที่ทำการพิจารณา คือ Princeton Ocean Model (POM), Sigma Coordinate Rutgers University Model (SCRUM) และ Thermodynamic Ocean Prediction System (TOPS)

โมเดลของกระแสน้ำและโมเดลการคำนวณหาตำแหน่งที่จะพิจารณานำมาใช้ในโครงการนี้ คือ POM (Princeton Ocean Model) ปัจจุบันนี้ มีผู้ใช้ POM อยู่ประมาณ

40 ประเทศ และมี official registered user ถึง 418 ท่าน โมเดลนี้ได้ develop ขึ้นมาเมื่อ 12 ปีแล้ว และได้รับการทดสอบและใช้งานจริงเป็นเวลามากกว่า 8 ปี program ที่ RUN โมเดลนี้ สามารถคำนวณกระแสน้ำและ pollution dispersion โดยสามารถทำงานได้ทั้ง open sea, near shore รวมทั้งบริเวณที่เป็น shallow water ด้วย ซึ่งใช้ได้ดีสำหรับอ่าวไทย เราสามารถขอ source code และ manual ของ program นี้ได้โดยไม่ต้องเสียเงิน และสามารถนำมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับงานของเราได้ ข้อเสียของ program POM ก็คือ เป็นโมเดลที่ complex และใช้ CPU time ค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามถ้าเราใช้ RUN ใน บริเวณจำกัด เช่น ในเขตอ่าวไทย รวมทะเลจีนใต้และรวมทะเลอันดามัน CPU time จะไม่สูงมาก (เมื่อใช้เครื่อง high-end PC) เชื่อว่าสามารถใช้งาน operational ได้

3. การทดสอบโมเดลและการทดสอบในสนาม การทดสอบโมเดลจะทำ เฉพาะ โมเดลกระแสน้ำและโมเดลที่ให้หาตำแหน่งของ object เนื่องจากโมเดลอื่นได้ทำการทดสอบแล้ว การทดสอบที่สำคัญอีกอย่างคือการเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าที่วัดได้จากทุ่นลอย จาก gauge ของเครื่องวัด และจากข้อมูลจากดาวเทียม การทดสอบ โมเดลและ Calibration จะทำต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 1 ปี

หลังจากที่ได้มีการ RUN โมเดล และเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าที่วัด ได้พร้อมกับการ Calibrate โมเดลจนเป็นที่ยอมรับแล้ว ทีมงานจะเตรียมทดสอบขั้นสุดท้าย คือ การ simulation โดยจะทำการปล่อยทุ่นลอย ให้ลอยตัวไปตามกระแสน้ำเป็นเวลา หลายวัน โดยจะมีอุปกรณ์ติดตาม track ตำแหน่งของ object ที่ปล่อยให้ลอยตามน้ำนี้ อย่างใกล้ชิด เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้

2. ระบบการสื่อสารและการประสานงาน

การกู้ภัยพิบัติทางทะเลหรือการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเลเป็นภารกิจของศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ที่เกิดขึ้นตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2521 ซึ่งเป็นไปตามอนุสัญญาระหว่างประเทศ ว่าด้วยการค้นหาและช่วยเหลือทางทะเล ปี ค.ศ.1979 (International Convention on Maritime Search and Rescue 1979) และเพื่อเป็นการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพในการกู้ภัยพิบัติทางทะเลของประเทศไทย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จึงให้การสนับสนุนทุนในการวิจัยและพัฒนาระบบและวิธีการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกู้ภัยพิบัติทางทะเล ได้แก่ ระบบการประสานงานและการสื่อสารในการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย การศึกษาการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำ และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลมและกระแสน้ำในทะเลบริเวณรอบอ่าวไทย เพื่อพัฒนาโมเดล POM Ocean Model) ช่วยในการพยากรณ์ตำแหน่งที่จะเข้าทำการค้นหาอากาศยานหรือเรือที่ประสบภัยได้ใกล้เคียงตำแหน่งจริงมากที่สุดและใช้เวลาในการค้นหาน้อยที่สุด ทั้งนี้เพื่อจะได้ทำการช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้อย่างรวดเร็วและลดความสูญเสียให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเลได้ทำการศึกษาวิจัย จนสามารถสรุปวิธีการที่น่าจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเล กล่าวได้คือ การจัดให้มีระบบการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลที่ครอบคลุมทุกขั้นตอน การปรับปรุงประสิทธิภาพการสื่อสารโดยใช้ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม SES for RCC (Ship Earth Station for Rescue Co-ordination Center) และการตั้งสถานี COSPAS-SARSAT การขยายพื้นที่เฝ้าฟังการแจ้งเหตุเรือประสบภัยด้านฝั่งมหาสมุทรอินเดีย การเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเลด้วยโมเดล POM เหล่านี้เป็นต้น

ทั้งนี้ เนื่องด้วยความอนุเคราะห์ข้อคิดเห็น ข้อมูล และความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กองทัพเรือ กรมเจ้าท่า กรมการบินพาณิชย์ การสื่อสารแห่งประเทศไทย

ไทย กองตำรวจน้ำ สำนักงานคณะกรรมการป้องกันอุบัติเหตุแห่งชาติ และกรมประมง โครงการฯ นี้จึงสามารถศึกษาวิจัยและพัฒนาสำเร็จลงได้ในที่สุด

2.1 กฎ ระเบียบ ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล

2.1.1 กฎ ระเบียบ ข้อบังคับระหว่างประเทศ

2.1.1.1 อนุสัญญาว่าด้วยกฎข้อบังคับระหว่างประเทศเพื่อป้องกันเรือโคลนกันทะเล ปี 1972 (Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea – COLREG 1972)

2.1.1.2 อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการค้นหาและช่วยเหลือทางทะเล ปี 1979 (International Convention on Maritime Search and Rescue 1979 – SAR 1979)

2.1.1.3 อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยความปลอดภัยแห่งชีวิตในทะเล ปี 1974 และพิธีสาร ปี 1978 (International Convention for the Safety of Life at Sea 1974 (SOLAS 1974) and the Protocol of 1978)

2.1.1.4 อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานการฝึกอบรม การออกประกาศนียบัตร และการเข้ายามของคนประจำเรือ ปี 1978 (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers 1978 - STCW 1978)

2.1.1.5 อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยองค์การดาวเทียมทางทะเลระหว่างประเทศ ปี 1976 (Convention on the International Maritime Satellite Organization - INMARSAT 1976)

2.1.2 ข้อบังคับระหว่างประเทศ

สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union, ITU) ได้ออกข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะของอุปกรณ์การสื่อสาร การใช้งาน

ความถี่และความถี่ที่ใช้ในระบบการสื่อสารที่เป็นสากลสำหรับประเทศที่เป็นสมาชิกจำนวนกว่า 189 ประเทศ ซึ่งประเทศไทยได้เข้าเป็นสมาชิกของ ITU โดยมอบหมายให้กรมไปรษณีย์โทรเลขมีหน้าที่กำหนดการใช้ความถี่ให้กับหน่วยงานต่างๆ ภายในประเทศให้สอดคล้องกับข้อบังคับของ ITU

2.1.3 กฎระเบียบ ข้อบังคับของประเทศไทย

2.1.3.1 พระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ.2456 : มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมและกำกับดูแลในเรื่องของการใช้ประโยชน์ในที่สาธารณะทางน้ำร่วมกันให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อย และมีความปลอดภัยในเรื่องของการเดินเรือ มาตรฐานของเรือที่จะนำมาใช้ การทิ้งสิ่งปฏิกูลลงในแหล่งน้ำ และการปฏิบัติตามพันธกรณีเกี่ยวกับเรื่องการเดินเรือระหว่างประเทศกับเรือที่เดินอยู่ในน่านน้ำไทย

2.1.3.2 พระราชบัญญัติป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน พ.ศ.2522 : มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการเตรียมการและเตรียมความพร้อมในเรื่องการป้องกัน บรรเทา และให้ความช่วยเหลือแก่ประชาชนในกรณีที่เกิดเหตุอันเนื่องมาจากสาธารณภัย ภัยทางอากาศ หรือการก่อวินาศกรรม

2.1.3.3 พระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498 : มีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการย่านความถี่วิทยุ การตรวจวิทยุโทรคมนาคม การใช้วิทยุโทรคมนาคม ให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของประเทศ

2.1.3.4 ข้อบังคับของคณะกรรมการการบินพลเรือน ฉบับที่ 12 เรื่องการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานที่ประสบภัย ออกตามพระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ. 2497 : มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดขอบเขตการดำเนินการให้ความช่วยเหลืออากาศยานที่ประสบภัย การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบดำเนินการและการปฏิบัติเมื่อเกิดภัย เพื่อให้มีระบบการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.3.5 ข้อตกลงว่าด้วยการค้นหาและช่วยเหลือภายในประเทศ : มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดให้มีการวางแผนการค้นหาและช่วยเหลือ การประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ในการส่งอากาศยาน เรือ ยานพาหนะอื่นใด อุปกรณ์ในการค้นหา

และช่วยเหลืออื่นๆ หรือขอใช้บริการสื่อสารเพื่อปฏิบัติการกักกันหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย ทั้งนี้โดยเป็นไปตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2521 ให้จัดตั้งคณะกรรมการแห่งชาติในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย และศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย โดยมีกรมการบินพาณิชย์ กระทรวงคมนาคม เป็นหน่วยงานรับผิดชอบในการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยทั้งบนบกและในทะเล

2.1.4 ขอบเขตพื้นที่การค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลของประเทศไทย

2.1.4.1 ด้านมหาสมุทรแปซิฟิก

1. แลต 11 องศา 37.0 ลิปดาเหนือ ลอง 102 องศา 55.0 ลิปดาตะวันออก
2. แนวชายฝั่งระหว่างเส้นเขตแดนของประเทศไทยกับประเทศกัมพูชา
3. แลต 10 องศา 00.0 ลิปดาเหนือ ลอง 102 องศา 15.0 ลิปดาตะวันออก
4. แลต 09 องศา 30.0 ลิปดาเหนือ ลอง 103 องศา 45.0 ลิปดาตะวันออก
5. แลต 07 องศา 00.0 ลิปดาเหนือ ลอง 103 องศา 45.0 ลิปดาตะวันออก
6. แลต 06 องศา 15.0 ลิปดาเหนือ ลอง 102 องศา 15.0 ลิปดาตะวันออก
7. แนวชายฝั่งระหว่างเส้นเขตแดนของประเทศไทยกับประเทศมาเลเซีย

2.4.1.2 ด้านมหาสมุทรอินเดีย

1. แนวชายฝั่งระหว่างเส้นเขตแดนของประเทศไทยกับประเทศพม่า
2. แลต 10 องศา 00.0 ลิปดาเหนือ ลอง 96 องศา 30.0 ลิปดาตะวันออก
3. แลต 07 องศา 19.0 ลิปดาเหนือ ลอง 98 องศา 00.0 ลิปดาตะวันออก
4. แลต 06 องศา 30.0 ลิปดาเหนือ ลอง 99 องศา 30.0 ลิปดาตะวันออก
5. แนวชายฝั่งระหว่างเส้นเขตแดนของประเทศไทยกับประเทศมาเลเซีย

2.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล

2.2.1 กรมการบินพาณิชย์ กระทรวงคมนาคม : ในฐานะศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย เป็นไปตามอนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการ ค้นหาและช่วยเหลือทางทะเล ปี 1979 (International Convention on Maritime Search and Rescue 1979 – SAR 1979) ซึ่งรัฐภาคีจะต้องดำเนินการแก้ไขกฎหมาย ภายในประเทศเพื่อให้มีการร่วมมือและประสานงานระหว่างรัฐชายฝั่งที่เป็นภาคีอนุสัญญาในการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.2.2 กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม : ในฐานะที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระวังภัย ตามความตกลงว่าด้วยความร่วมมือในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย มีหน้าที่ปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยในทะเล และรับ-ส่งข่าว ติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลผู้รายงานข่าวกับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์

2.2.3 การสื่อสารแห่งประเทศไทย กระทรวงคมนาคม : ในฐานะที่เป็นหน่วยระวังภัย ตามความตกลงว่าด้วยความร่วมมือในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย มีหน้าที่รับ-ส่งข่าว ติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลผู้รายงานข่าวกับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์

2.2.4 กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : ในฐานะที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระวังภัย ตามความตกลงว่าด้วยความร่วมมือในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย มีหน้าที่ปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยในทะเล และรับ-ส่งข่าว ติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลผู้รายงาน

ข่าวกับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์

2.2.5 กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง : ในฐานะที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระงับภัย ตามความตกลงว่าด้วยความร่วมมือในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย มีหน้าที่ปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยในทะเล และรับ-ส่งข่าว ติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลผู้รายงานข่าวกับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์

2.2.6 กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม : ในฐานะที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระงับภัย ตามความตกลงว่าด้วยความร่วมมือในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย มีหน้าที่ปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยในทะเล และรับ-ส่งข่าว ติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลผู้รายงานข่าวกับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์

2.2.7 กองตำรวจน้ำ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ : ในฐานะที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระงับภัย ตามความตกลงว่าด้วยความร่วมมือในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย มีหน้าที่ปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยในทะเล และรับ-ส่งข่าว ติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลผู้รายงานข่าวกับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์

2.3 การจัดระบบงานการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลของประเทศไทย

2.3.1 ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย (Rescue Co-ordination Centre : RCC) มีหน้าที่

- 2.3.1.1 กำหนดแผนการค้นหาและช่วยเหลือ
- 2.3.1.2 หาข่าวเกี่ยวกับอากาศยานและเรือที่ประสบภัย
- 2.3.1.3 หาข่าวอากาศในกรณีที่อากาศยานหรือเรือประสบภัยทางทะเล
- 2.3.1.4 หาตำแหน่งของอากาศยานหรือเรือซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับที่เกิดเหตุ อุบัติภัย และร้องขอให้อากาศยานหรือเรือดังกล่าวเตรียมพร้อมในการค้นหาและช่วยเหลือ หรือเฝ้าดู เฝ้าฟังวิทยุเพื่อติดตามอากาศยานหรือเรือที่ประสบภัยนั้น
- 2.3.1.5 กำหนดพื้นที่ที่จะทำการค้นหา และพิจารณาเลือกใช้เครื่องอำนวยความสะดวกในการค้นหาและช่วยเหลือ ตลอดจนวิธีการค้นหา
- 2.3.1.6 ติดต่อประสานงานกับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือของประเทศข้างเคียง
- 2.3.1.7 ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือแก่เจ้าหน้าที่ของหน่วยค้นหาและช่วยเหลือต่างๆ ก่อนที่จะออกปฏิบัติการค้นหา และรับแจ้งรายงานจากเจ้าหน้าที่ของหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ
- 2.3.1.8 ประเมินค่ารายงานทั้งหมดที่ได้รับจากหน่วยและแหล่งข่าวต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ปรับปรุงแผนการค้นหาและช่วยเหลือ
- 2.3.1.9 ร้องขอให้หน่วยค้นหาและช่วยเหลือจัดนำเครื่องยังชีพ ไปทิ้งให้ผู้รอรับการช่วยเหลือ
- 2.3.1.10 บันทึกการปฏิบัติงานค้นหาและช่วยเหลือตั้งแต่เริ่มค้นหาจนกระทั่งเลิกการค้นหา
- 2.3.1.11 การแจ้งข่าวเมื่อพบเห็นอากาศยานหรือเรือประสบภัย

2.3.2 หน่วยระวังภัย (Alerting Post) มีหน้าที่ รับ-ส่งข่าว ติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลผู้รายงานข่าวอากาศยานและเรือประมงกับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย หน่วยงานราชการที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยระวังภัย ประกอบด้วย

2.3.2.1 กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม ทำหน้าที่รายงานข่าวการพยากรณ์สภาพดินฟ้าอากาศ และกระแสคลื่นลมในทะเลให้แก่เรือเดินทะเลต่างๆ ได้รับทราบล่วงหน้า

2.3.2.2 กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ทำหน้าที่รายงานข่าวการพยากรณ์สภาพดินฟ้าอากาศ และกระแสคลื่นลมในทะเลให้แก่เรือเดินทะเลต่างๆ ได้รับทราบล่วงหน้า

2.3.2.3 การสื่อสารแห่งประเทศไทย กระทรวงคมนาคม ทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารกับเรือเดินทะเล ให้บริการติดต่อสื่อสาร และเฝ้าฟังสัญญาณฉุกเฉินจากเรือด้วยระบบ GMDSS และรายงานให้ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยทราบทันที หรือติดต่อสื่อสารไปยังเรือเดินทะเลอื่นที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณที่เกิดเหตุให้ทราบและเข้าค้นหาและช่วยเหลือในเบื้องต้นก่อนเท่าที่ความสามารถของเรือจะกระทำได้ และรายงานสถานการณ์ให้ทราบเป็นระยะเพื่อประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือต่อไป

2.3.2.4 กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารกับเรือประมงทั้งในและนอกน่านน้ำไทย ในกรณีที่อากาศยานและเรือประสบภัยทางทะเล เรือประมงที่ประสบเหตุจะช่วยติดตามสถานการณ์และรายงานมายังสถานีวิทยุประมงชายฝั่งที่ใกล้ที่สุด และสถานีวิทยุประมงชายฝั่งดังกล่าวรายงานให้ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยทราบทันที หรือติดต่อสื่อสารไปยังเรือประมงหรือเรือเดินทะเลอื่นที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณที่เกิดเหตุให้ทราบและเข้าค้นหาและช่วยเหลือในเบื้องต้นก่อนเท่าที่ความสามารถของเรือจะกระทำได้ และรายงานสถานการณ์ให้ทราบเป็นระยะเพื่อประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือต่อไป

2.3.2.5 กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม ทำหน้าที่เป็นหน่วยระวังภัย โดยมีศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยของกรมเจ้าท่าตามภูมิภาคต่างๆ

ในกรณีที่อากาศยานและเรือประมงทางทะเล ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยของกรมเจ้าท่าจะทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารระหว่างฝั่งกับอากาศยานหรือเรือที่ประสบภัย และรายงานสถานการณ์ให้ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ ทราบเป็นระยะเพื่อประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือต่อไป

2.3.3 หน่วยค้นหาและช่วยเหลือ (Search and Rescue Unit) มีหน้าที่ปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือกรณีอากาศยานและเรือประมง โดยดำเนินการตามแผนการค้นหาของศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ และต้องทำการฝึกซ้อม ตลอดจนบำรุงรักษายานพาหนะ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้สำหรับการใช้งานดังกล่าวอยู่เสมอ หน่วยงานราชการที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ ประกอบด้วย

2.3.3.1 กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม ได้แก่ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพเรือ (ศปท.ทร.) กองเรือยุทธการ (กร.) กองบินทหารเรือ กองเรือยุทธการ (กบร.กร.) และหน่วยเฉพาะกิจกองทัพเรือ ทำหน้าที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระวังภัย มีหน้าที่รับ-ส่งข่าว ติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลที่แจ้งรายงานอากาศยานและเรือที่ประสบภัย และรายงานผลการปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือ กับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ พร้อมทั้งจัดทำแจ้งเจ้าหน้าที่อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ ออกปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือจนกว่าจะเสร็จสิ้นภารกิจ

2.3.3.2 กองตำรวจน้ำ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ได้แก่ ศูนย์ปฏิบัติการกองกำลังการ 1-5 และเรือตรวจการณ์ ทำหน้าที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระวังภัย มีหน้าที่ในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยทางน้ำและทางทะเลในเขตน่านน้ำไทย รับแจ้งข่าวสาร ติดต่อประสานงานและติดตามข่าวสารเกี่ยวกับการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย ตลอดจนให้การสนับสนุนการปฏิบัติการของหน่วยราชการอื่นเมื่อได้รับการร้องขอตามขีดความสามารถ

2.3.3.3 กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทำหน้าที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระวังภัย มีหน้าที่ในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยทางน้ำและทางทะเลในเขตน่านน้ำไทย รับแจ้งข่าวสาร ติดต่อประสานงาน และติดตามข่าวสารเกี่ยวกับการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย ตลอดจนให้การสนับสนุนการปฏิบัติการของหน่วยราชการอื่นเมื่อได้รับการร้องขอตามขีดความสามารถ

2.4 การติดต่อสื่อสารในการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล

2.4.1 ระบบการติดต่อสื่อสารเพื่อการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

2.4.1.1 ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างฝั่งกับเรือ หรือเรือกับฝั่ง

- สำหรับเรือที่เดินทางระหว่างประเทศ เป็นระบบการติดต่อสื่อสารเพื่อการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยที่กำหนดโดยองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization , IMO) ซึ่งกำหนดให้เรือสินค้าที่มีขนาดบรรทุกตั้งแต่ 1,600 ตันกรอสขึ้นไป ทุกลำต้อง

- ติดตั้งเครื่องรับส่งวิทยุโทรเลข ย่านความถี่ปานกลาง (MF)
- ติดตั้งเครื่องรับส่งวิทยุโทรศัพท์ ย่านความถี่ปานกลาง (MF)
- ติดตั้งเครื่องรับส่งวิทยุโทรศัพท์ ความถี่สูงมาก (VHF)

และเรือสินค้าที่มีขนาดบรรทุกตั้งแต่ 300 ตันกรอส แต่ไม่ถึง 1,600 ตันกรอส ทุกลำต้อง

- ติดตั้งเครื่องรับส่งวิทยุโทรศัพท์ ย่านความถี่ปานกลาง (MF)
- ติดตั้งเครื่องรับส่งวิทยุโทรศัพท์ ความถี่สูงมาก (VHF)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2533 IMO ได้แก้ไขอนุสัญญา SOLAS เพื่อพัฒนาระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างฝั่งกับเรือเดินทะเลให้ทันสมัย สะดวกและเชื่อถือได้ในการติดต่อสื่อสารแจ้งเหตุอันตราย โดยระบบใหม่ชื่อว่า Global Maritime Distress and

Safety System : GMDSS บังคับให้เรือสินค้าที่มีขนาดบรรทุกตั้งแต่ 300 ตันกรอส กับเรือโดยสารที่บรรทุกคนเกินกว่า 12 คนขึ้นไป จะต้องดำเนินการติดตั้งระบบ GMDSS นี้

ระบบ GMDSS เป็นระบบที่ออกแบบเพื่อให้ผู้ประสบภัยได้รับความช่วยเหลือจากศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือเรือประสบภัยในทะเลเป็นลำดับแรก โดยเรือที่เดิน -ทางระหว่างประเทศจะต้องให้การสนับสนุนตามที่ฝั่งร้องขอ และในกรณีที่ฝั่งไม่สามารถติดต่อกับเรือที่ประสบภัยได้ เรือที่อยู่ใกล้จะต้องดำเนินการให้ความช่วยเหลือเรือที่ประสบภัยโดยทันที ดังนั้น การเตือนภัยจึงมีโอกาสประสบผลสำเร็จสูงและใช้เวลาในการเตือนภัยสั้น การตอบรับเร็ว และทำให้การค้นหาและช่วยเหลือเรือประสบภัยประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้น

ระบบ GMDSS มีการแบ่งพื้นที่ในการสื่อสารออกเป็น 4 พื้นที่ด้วยกัน คือ

- ◆ พื้นที่ A1 (Area A1) อยู่ภายในขอบข่ายของสถานีชายฝั่งด้วยระบบ VHF DSC (20-30 ไมล์ทะเล)

- ◆ พื้นที่ A2 (Area A2) อยู่ภายในขอบข่ายของสถานีชายฝั่งด้วยระบบ MF DSC (100-150 ไมล์ทะเล)

- ◆ พื้นที่ A3 (Area A3) อยู่ภายในขอบข่ายของสถานีระบบสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดิน ซึ่งจะเลือกติดต่อสื่อสารด้วย Inmarsat หรือระบบ HF DSC ก็ได้ (ไม่รวมพื้นที่ A1 และ A2)

- ◆ พื้นที่ A4 (Area A4) พื้นที่ในทะเลที่เหลือ นอกเหนือจากพื้นที่ A1 , A2 และ A3 คือ บริเวณที่อยู่เลยเส้นรุ้งที่ 70 องศาเหนือ และ 70 องศาใต้ ซึ่งเป็นบริเวณขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ใช้การติดต่อสื่อสารด้วยระบบ HF DSC

เรือที่อยู่ในพื้นที่ A3 และ A4 จะส่งสัญญาณเตือนภัยระหว่างเรือต่อเรือ ที่ความถี่ 8414.5 kHz และเรือต่อฝั่งโดยระบบการเรียกแบบแยกคลื่น HF โดยใช้ตัวเลข (MF Digital Selective Calling System –HF DSC) หรือระบบ EPIRB (Emergency Positioning Indication Radio Beacon)

เรือที่อยู่ในพื้นที่ A2 จะส่งสัญญาณเตือนภัยระหว่างเรือต่อเรือ และเรือต่อฝั่งที่ความถี่ 2187.5 kHz

เรือที่อยู่ในพื้นที่ A1 จะส่งสัญญาณเตือนภัยระหว่างเรือต่อเรือ และเรือต่อฝั่งที่ความถี่ 156.525 MHz ใช้ระบบการเรียกแบบแยกคลื่นโดยใช้ตัวเลข VHF DSC

นอกจากนี้ IMO ยังกำหนดให้มีระบบช่วยให้ข้อมูลเพื่อความปลอดภัยในการเดินเรือ และแจ้งตำแหน่งเรือประสบภัยอีกด้วย คือ

1) การส่งข้อมูลของสถานีฝั่งเกี่ยวกับข่าวอากาศ ประกาศชาวเรือ และข้อมูลความปลอดภัยในการเดินเรือด้วยระบบ NAVTEX ที่ความถี่ 518 kHz เรือที่ติดตั้งเครื่องรับนี้สามารถรับได้ในรัศมี 300 กิโลเมตร และหากอยู่บนอรัศมีสามารถรับข้อมูลผ่านดาวเทียม Inmarsat ด้วยระบบ Enhanced Group Calling : EGC ทั้งด้านที่เกี่ยวกับความปลอดภัยด้วย Safety NET และข่าวสารทางธุรกิจด้วย Fleet NET

2) เครื่องส่งสัญญาณแจ้งตำแหน่งฉุกเฉิน (Emergency Positioning Indication Radio Beacon : EPIRB) ซึ่งเรือจะเลือกใช้ EPIRB 406 MHz ของ COSPAS-SARSAT หรือ L-band Satellite EPIRB 1.6 GHz ของ Inmarsat ก็ได้ แต่ EPIRB ของ COSPAS-SARSAT จะใช้ได้ ทุกจุดทั่วโลก ส่วน EPIRB ของ Inmarsat ใช้ได้ภายในเส้นรุ้งที่ 70 องศาเหนือและ 70 องศาใต้เท่านั้น EPIRB ทั้งสองชนิดนี้จะลอยน้ำได้ และสามารถส่งสัญญาณได้นานถึง 48 ชั่วโมง

3) Search and Rescue Radar Transponder : SART 9 GHz เป็นอุปกรณ์ประจำเรือ ซึ่งอนุสัญญา SOLAS ได้บังคับให้เรือที่อยู่ในบังคับต้องติดตั้งเครื่อง SART ที่ทำให้ Radar ของเรือที่ค้นหาได้รู้จุดและทิศทางที่จะเข้าช่วยเหลือผู้ประสบภัย เพราะ SART จะส่งสัญญาณที่มองเห็นได้บนจอเรดาร์ เป็นจุดไปปลา (Line of Blip Code) SART จะส่งสัญญาณได้นาน 96 ชั่วโมง

4) วิทยุมือถือในย่านความถี่เคลื่อนที่ทางน้ำ (Maritime band) ซึ่งมีช่องความถี่ 1-28 และ 60-88 คือ ความถี่ 156-163 MHz

● สำหรับเรือที่เดินทางในประเทศ ระบบการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยถูกกำหนดโดยกรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องการดูแลความปลอดภัยของเรือและการเดินเรือในน่านน้ำไทย อาศัยอำนาจตามมาตรา 163 ของพระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ. 2456 เพื่อบังคับให้เรือที่จะจดทะเบียนเป็นเรือไทยต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดดังกล่าวเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการ

ใช้งาน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย ก็คือ เรื่องการบังคับให้ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยชีวิตและวิทยุสำหรับการติดต่อสื่อสาร

2.4.1.2 ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างฝั่งกับฝั่ง การติดต่อสื่อสารหรือการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในประเทศไทย มีด้วยกันหลายระบบ ได้แก่ โทรศัพท์ โทรสาร โทรเลข วิทยุ และเครือข่ายวิทยุ ซึ่งแต่ละหน่วยงานต่างกำหนดวิธีการใช้ที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมกับการปฏิบัติงานของตน ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานกลางในการประสานงานการปฏิบัติทั้งหมด

2.4.1.3 ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างเรือกับเรือ การติดต่อสื่อสารจะใช้วิทยุเป็นหลัก เรือที่มีวิทยุย่านความถี่ VHF ก็จะใช้วิทยุระบบ VHF เป็นอุปกรณ์ในการติดต่อสื่อสาร ตามข้อกำหนดสากลให้ใช้ Marine Band CH 16 เป็นช่องสำหรับการเรียกขานและเมื่อเรียกขานกันได้แล้ว ก็จะเปลี่ยนไปใช้ช่องความถี่อื่นเพื่อการติดต่อแทน การติดต่อสื่อสารโดยใช้วิทยุย่าน VHF นี้จะสามารถติดต่อได้เพียงในระยะใกล้คือ เรืออยู่ห่างกันไม่เกิน 30 ไมล์ทะเลเท่านั้น ส่วนการติดต่อสื่อสารในระยะไกล เรือจะใช้วิทยุย่าน MF และ HF ในการติดต่อ สำหรับเรือที่มีอุปกรณ์สื่อสาร GMDSS ก็สามารถใช้อุปกรณ์ GMDSS ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเรือได้ นอกจากนี้ ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างเรือกับเรือในระยะไกลได้ถูกพัฒนาให้สามารถติดต่อสื่อสารกันโดยทางโทรศัพท์ผ่านดาวเทียม Inmarsat

สำหรับการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย ถ้าเรือที่ประสบภัยและเรือที่ทำการค้นหามีระบบสื่อสาร GMDSS อยู่แล้วก็จะใช้ระบบนี้เป็นหลักในการค้นหาและช่วยเหลือ แต่ถ้าหากเรืออยู่ไกลกันเกินกว่า 150 ไมล์ทะเล จะใช้วิทยุย่านความถี่ HF สำหรับการรับ-ส่งข้อมูล และจะสามารถพูดคุยกันได้โดยวิทยุย่าน MF เมื่อเรือเข้าใกล้ในระยะที่ห่างกันน้อยกว่า 150 ไมล์ทะเล และโดยวิทยุย่าน VHF เมื่อเรือเข้าใกล้ในระยะที่ห่างกันน้อยกว่า 30 ไมล์ทะเล ตามลำดับ

2.4.2 การดำเนินการในการสื่อสารและประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล สามารถดำเนินการได้โดยการแจ้งข่าวถึงศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ ทางโทรศัพท์ โทรเลข หรือผ่านทางเจ้าหน้าที่ของรัฐ โดยให้แจ้งลักษณะของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแบบเครื่องหมายสัญลักษณ์และทะเบียน สี สภาพลักษณะ/ชนิดของอากาศยานหรือเรือ ขนาด ชื่อ การระบุตำแหน่งที่อยู่ของอากาศยานหรือเรือที่ประสบภัยอาจกำหนดโดยเส้นรุ้งและเส้นแวง ระยะทางหรือทิศ สถานที่สำคัญที่อยู่ใกล้เคียงที่สุด ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะคลื่นลม เวลาที่พบเห็น จำนวนบุคคลที่ยังมีชีวิตอยู่และบาดเจ็บ ตลอดจนการช่วยเหลือในเบื้องต้น

2.4.3 การดำเนินการด้านการสื่อสารและประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเลของศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ และหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ

2.4.3.1 การดำเนินการทั่วไป : เมื่อศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ ได้รับข่าวและประเมินค่าของข่าวแล้ว

ขั้นตอนที่ 1 แจ้งให้หน่วยค้นหาและช่วยเหลือทราบและเตรียมพร้อม

ขั้นตอนที่ 2 ค้นหา-สอบถามข่าวจากหน่วยระวังภัยและแหล่งข่าว

อื่นๆ เพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณากำหนดบริเวณที่จะทำการค้นหา (Search Area)

ขั้นตอนที่ 4 แจ้งหน่วยค้นหาเพื่อดำเนินการส่งยานพาหนะ อุปกรณ์

เครื่องมือเครื่องใช้ออกปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือ

2.4.3.2 การดำเนินการของกองทัพอากาศ : กองทัพอากาศได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการแห่งชาติในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย ให้เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ (SAR Unit) และหน่วยระวังภัย โดยมีหน้าที่สำคัญคือ รับ-ส่งข่าว ติดตาม สื่อสารระหว่างผู้แจ้งข่าวฯ กับศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือ

อากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ และจัดเจ้าหน้าที่ ยานพาหนะ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ออกปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือ

2.4.3.3 การดำเนินการของกองตำรวจน้ำ : กองตำรวจน้ำได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการแห่งชาติในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยให้เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ (SAR Unit) โดยมีหน้าที่สำคัญคือ รับแจ้งข่าวสารติดต่อประสานงาน ติดตามข่าวสารเกี่ยวกับการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย และจัดเจ้าหน้าที่ ยานพาหนะ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้สนับสนุนการออกปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือของหน่วยงานอื่นเมื่อได้รับการร้องขอตามขีดความสามารถ

2.4.4 การปฏิบัติที่สำคัญของหน่วยค้นหาและช่วยเหลือ : มีขั้นตอน ดังนี้

2.4.4.1 วางแผนการค้นหา

2.4.4.2 หากไม่ทราบสถานที่และเวลาที่เกิดอุบัติเหตุที่แน่นอน จะต้องใช้วิธีการคำนวณที่มีความเป็นไปได้สูงสุดเพื่อการค้นหาเป้าหมายที่ต้องการ (DATUM) โดยเริ่มต้นจากสถานที่สุดท้ายที่ได้รับแจ้งการเกิดอุบัติเหตุ (Initial Position) ประกอบด้วย

- Position Known เป็นสถานที่ที่ได้รับแจ้งจากอากาศยานหรือเรือที่ประสบภัยเอง หรือจากผู้พบเห็น หรือได้รับจากจอร์เดาร์
- Track Known ทราบเฉพาะเส้นทางที่เกิดเหตุ แต่ไม่ทราบว่าเกิดเหตุ ณ จุดใดบนเส้นทางนั้น
- General Area Known ไม่ทราบทั้งสถานที่และเส้นทางที่เกิดอุบัติเหตุ แต่ทราบขอบเขตของพื้นที่ที่เกิดอุบัติเหตุ

2.4.5 องค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณากำหนดจุดเป้าหมาย (DATUM) ที่ต้องการ : ประกอบด้วย

2.4.5.1 Time : ใช้เวลาในการค้นหาให้เร็วที่สุด เพื่อช่วยชีวิตและบรรเทาความเสียหายให้ได้ มากที่สุด

2.4.5.2 Search & Rescue Unit Ground Speed : การใช้ความเร็วของยานพาหนะช่วยให้สามารถทำการค้นหาได้จำนวนระยะทางและครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด

2.4.5.3 Track Spacing : ระยะห่างระหว่างเส้นทางการค้นหา หรือระยะห่างระหว่างยานพาหนะค้นหาตั้งแต่ 2 ลำขึ้นไปหรือมากกว่าในการค้นหาร่วมกัน

2.4.5.4 Sweep Width : ระยะการกวาดของการตรวจการณ์ มีค่าเท่ากับระยะทางทั้งสองข้างซึ่งทำให้เกิดความเป็นไปได้ว่าจะพบเป้าหมายในระยะนี้ เท่ากับความเป็นไปได้ในการที่จะไม่พบเป้าหมายแม้ว่าจะอยู่ในระยะนี้ก็ตาม ต้องใช้วิธีการคำนวณ

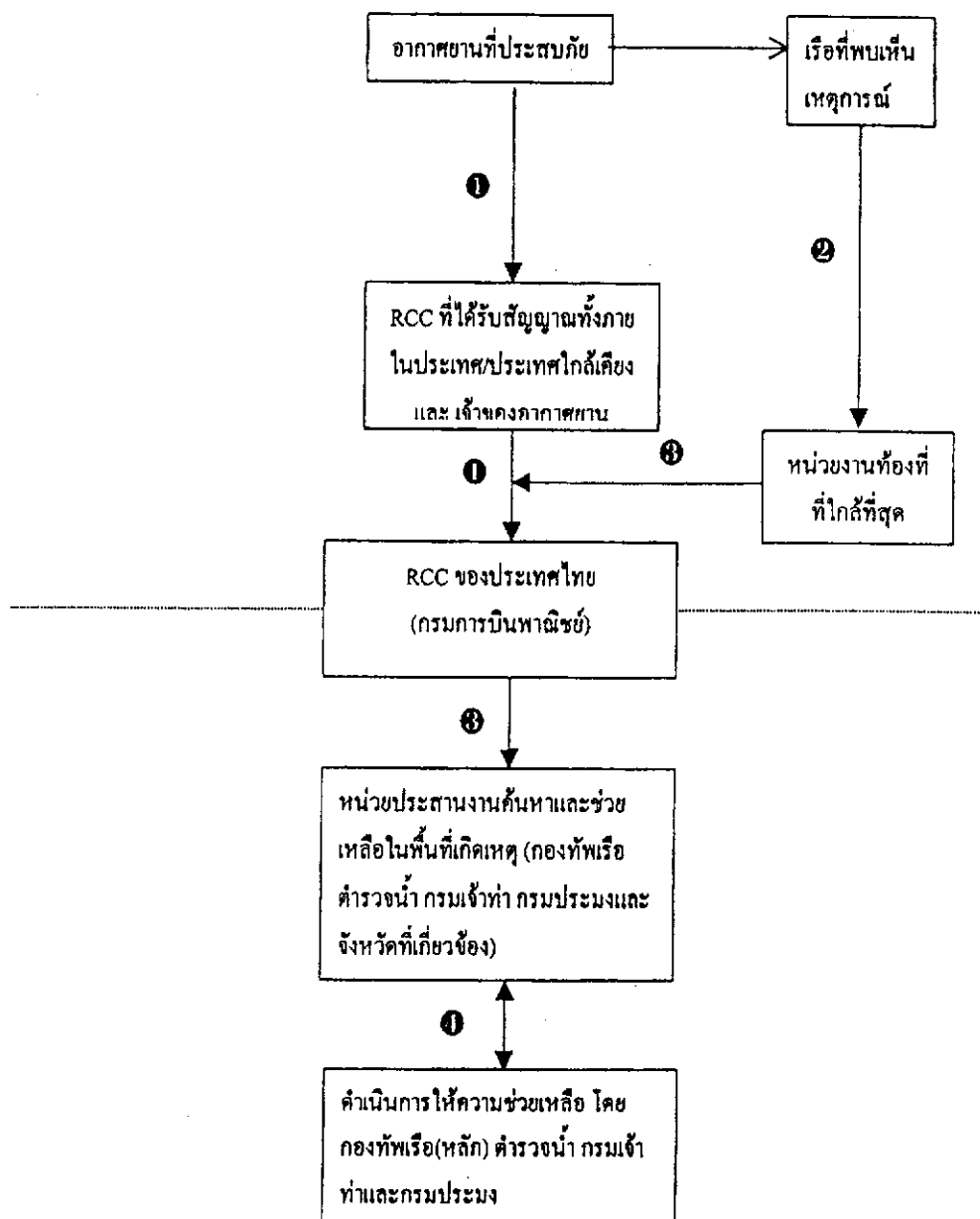
2.4.5.5 Coverage Factor : เป็นมาตรฐานสำหรับวัดประสิทธิภาพที่ต้องการต้องใช้วิธีการคำนวณ

2.4.5.6 Probability of Detection : ความเป็นไปได้ในการตรวจพบ ซึ่งคาดได้ว่าจะพบ เป้าหมาย หากเป้าหมายอยู่ในพื้นที่ที่ค้นหา ต้องใช้วิธีการคำนวณ

2.4.5.7 Search Pattern : รูปแบบของการค้นหา

อย่างไรก็ดี ปัจจัยสำคัญในการปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือให้ได้โดยเร็ว นั้น ก็คือ การติดต่อสื่อสารและการประสานงานที่รวดเร็วระหว่างหน่วยงานต่างๆ มีการแบ่งมอบความรับผิดชอบที่ชัดเจน รวมทั้งการวางแผนที่มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบหลายอย่างต้องใช้วิธีการคำนวณที่ต้องอาศัยบุคลากรที่ผ่านการศึกษอบรมมาเป็นอย่างดี ซึ่งหากคำนวณได้รวดเร็วจะทำให้สามารถทำนายและคาดการณ์การเคลื่อนที่ของเป้าหมายได้ภายในห้วงเวลาที่ต้องการได้อย่างถูกต้องแม่นยำและมีความเชื่อถือได้ด้วย

กรณีอากาศยานประสบอุบัติเหตุในน่านน้ำไทย

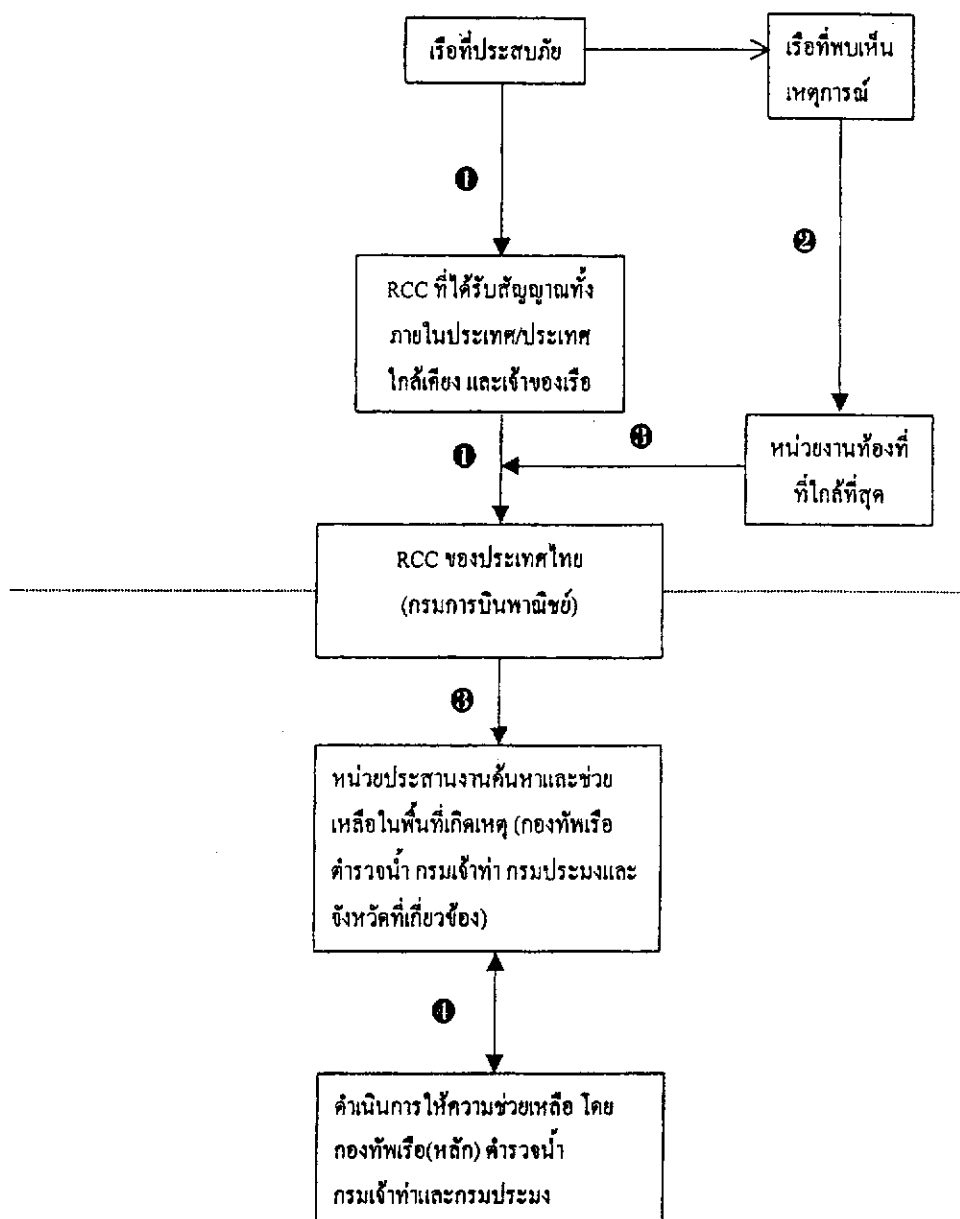


หมายเหตุ : RCC - หมายถึงศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย (Rescue Coordination Center)

หมายถึงแผนงานแบ่งการติดต่อเพื่อแจ้งเหตุและการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือ

- ① หมายถึงใช้แจ้งทางระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ ICAO (ระบบ COSPAS-SARSAT โทรสารและโทรศัพท์)
- ② หมายถึงใช้แจ้งทางระบบที่มีอยู่ในเรือซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อบังคับการตรวจเรือของกรมเจ้าท่า
- ③ หมายถึงใช้แจ้งทางระบบโทรศัพท์และวิทยุที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน
- ④ หมายถึงการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือโดยใช้ระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน (ระบบ GMDSS โทรศัพท์และวิทยุ)

กรณีเรือประสบอุบัติเหตุในน่านน้ำไทย



หมายเหตุ : RCC หมายถึงศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย (Rescue Coordination Center)

———— หมายถึงแนวเส้นแบ่งการติดต่อเพื่อแจ้งเหตุและการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือ

- ① หมายถึงใช้แจ้งทางระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ IMO ระบบ (GMDSS โทรศัพท์และโทรศัพท์)
- ② หมายถึงใช้แจ้งทางระบบที่มีอยู่ในเรือซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อบังคับการตรวจเรือของกรมเจ้าท่า
- ④ หมายถึงใช้แจ้งทางระบบโทรศัพท์และวิทยุที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน
- ⑦ หมายถึงการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือโดยใช้ระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน (ระบบ GMDSS โทรศัพท์ และวิทยุ)

2.5 ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการสื่อสารและประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล

ขั้นตอนการติดต่อสื่อสารและประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลของประเทศไทยมีความหลากหลายในวิธีการและขั้นตอนการปฏิบัติของหน่วยงาน และมีระบบการติดต่อสื่อสารเฉพาะที่เป็นของหน่วยงานตนเอง ลำดับขั้นตอนการสั่งการของแต่ละหน่วยงานทำให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติการ โอกาสความผิดพลาดในข้อมูลข่าวสารที่ได้รับก็สูง ตลอดจนการติดขัดในเรื่องของงบประมาณที่ต้องใช้ในการดำเนินการ ทั้งนี้ พอที่จะสรุปประเด็นปัญหาอุปสรรคได้ ดังนี้

2.5.1 ด้านระบบสื่อสาร

2.5.1.1 ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ ไม่สามารถติดต่อกับอากาศยานหรือเรือที่ประสบภัยได้โดยตรง การติดต่อสื่อสารจำเป็นต้องผ่านที่ทำกรวิทยุเรือของการสื่อสารแห่งประเทศไทย และการติดต่อสื่อสารระหว่างศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ กับหน่วยค้นหาและช่วยเหลือก็จำเป็นต้องผ่านทางศูนย์ปฏิบัติการของหน่วยค้นหาและช่วยเหลือนั้นก่อน ซึ่งต้องใช้เวลามากและมีโอกาสที่จะได้รับข้อมูลข่าวสารที่ผิดพลาด

2.5.1.2 ระบบสื่อสารที่ใช้อยู่ ทั้งในศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ หน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระวังภัย เช่น กรมการบินพาณิชย์ กรมเจ้าท่า กองทัพเรือ กองตำรวจน้ำ กรมประมง เป็นต้น ยังคงใช้ระบบดั้งเดิม คือ MF HF VHF CB Telex Telephone หรือ Fax ซึ่งเป็นระบบที่ต่างหน่วยต่างใช้ของตนเอง ไม่มีการติดต่อสื่อสารถึงกันมากนัก ไม่มีการประชาสัมพันธ์หรือประสานงานกันอย่างจริงจัง เมื่อเกิดเหตุการณ์ประสานงานจึงมักจะล้มเหลว

2.5.1.3 ข่ายการสื่อสารที่ใช้ติดต่อในปัจจุบันของระบบการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของ ITU

2.5.1.4 หน่วยงานที่มีหน้าที่โดยตรงไม่มีระบบการสื่อสารเป็นของตนเอง ทำให้เกิดความล่าช้าในทางปฏิบัติ

2.5.1.5 ประชาชนทั่วไปไม่ทราบถึงระบบสื่อสาร และการรับแจ้งเหตุเมื่อเกิดอุบัติเหตุในส่วนของภาครัฐ

2.5.1.6 ขาดแผนงานด้านระบบสื่อสารเพื่อการค้นหาและช่วยเหลือในระดับประเทศ ทำให้การจัดหาระบบเครือข่ายการสื่อสารของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สอดคล้องกัน และยังเป็นเหตุให้สิ้นเปลืองงบประมาณโดยใช่เหตุ

2.5.2 ด้านระบบประสานงาน

2.5.2.1 หน่วยค้นหาและช่วยเหลือ เช่น กองทัพเรือ กองตำรวจน้ำ ต่างมีสายการบังคับบัญชาของตนเอง ดังนั้น การประกอบกำลังเข้าร่วมในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย จึงค่อนข้างกระทำได้ยาก

2.5.2.2 บุคลากรของทุกหน่วยที่เกี่ยวข้องขาดการฝึกอบรมให้ความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย

2.5.2.3 ในการซ้อมแผนการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยที่ผ่านมา มักจะเป็นการแสดงขีดความสามารถของหน่วยใดหน่วยหนึ่งเสียมากกว่า ซึ่งไม่ใช่เป็นรูปแบบของการซ้อมร่วมในการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2.5.2.4 ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ หน่วยค้นหาและช่วยเหลือ และหน่วยระวังภัย ยังไม่มีการจัดทำแผนปฏิบัติการประจำร่วมกันที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรม ทำให้การปฏิบัติงานจริงในสนามเมื่อเกิดเหตุไม่ประสานสอดคล้องกัน เกิดความสับสนวุ่นวายในการปฏิบัติงาน ไม่มีผู้ควบคุมสั่งการที่เป็นเอกภาพ ใช้เวลานาน เกิดความเสียหายและสูญเสียมามาก

2.5.2.5 ผู้บริหารระดับสูงของประเทศและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่ให้ความสำคัญต่อการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัยทั้งในและระหว่างประเทศ เป็นผลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในด้านนี้ เท่าที่ควร

2.5.2.6 เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานขาดความเข้าใจในระบบการรายงานแจ้งเตือนภัยว่า หน่วยใดที่ต้องรายงานให้ทราบบ้าง

2.5.2.7 ภารกิจของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องแต่ละหน่วยขาดความชัดเจนในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ทำให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเกิดความสับสน ไม่เข้าใจภารกิจของตนเอง

2.5.2.8 ประชาชนไม่ทราบถึงระบบการประสานงานของภาครัฐ

2.5.2.9 ภาครัฐขาดระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพ หวังอำนาจ แต่ต้องการเพิ่มบทบาทของตนเอง ทำให้การพัฒนาหน่วยงานไม่เป็นไปตามระบบที่ถูกต้อง ขาดความชัดเจนในทางปฏิบัติ เกิดความซ้ำซ้อน เกี่ยงงาน และล่าช้า

2.5.2.10 รัฐไม่มีความจริงจังในการแก้ไขปัญหามักจะดำเนินการเมื่อภัยพิบัติร้ายแรงเกิดขึ้นแล้ว แต่ก็ไม่ดำเนินการต่อให้เสร็จจนสมบูรณ์

2.6 ข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเล

2.6.1 การเพิ่มประสิทธิภาพระบบการประสานงานเพื่อการกู้ภัยพิบัติทางทะเล

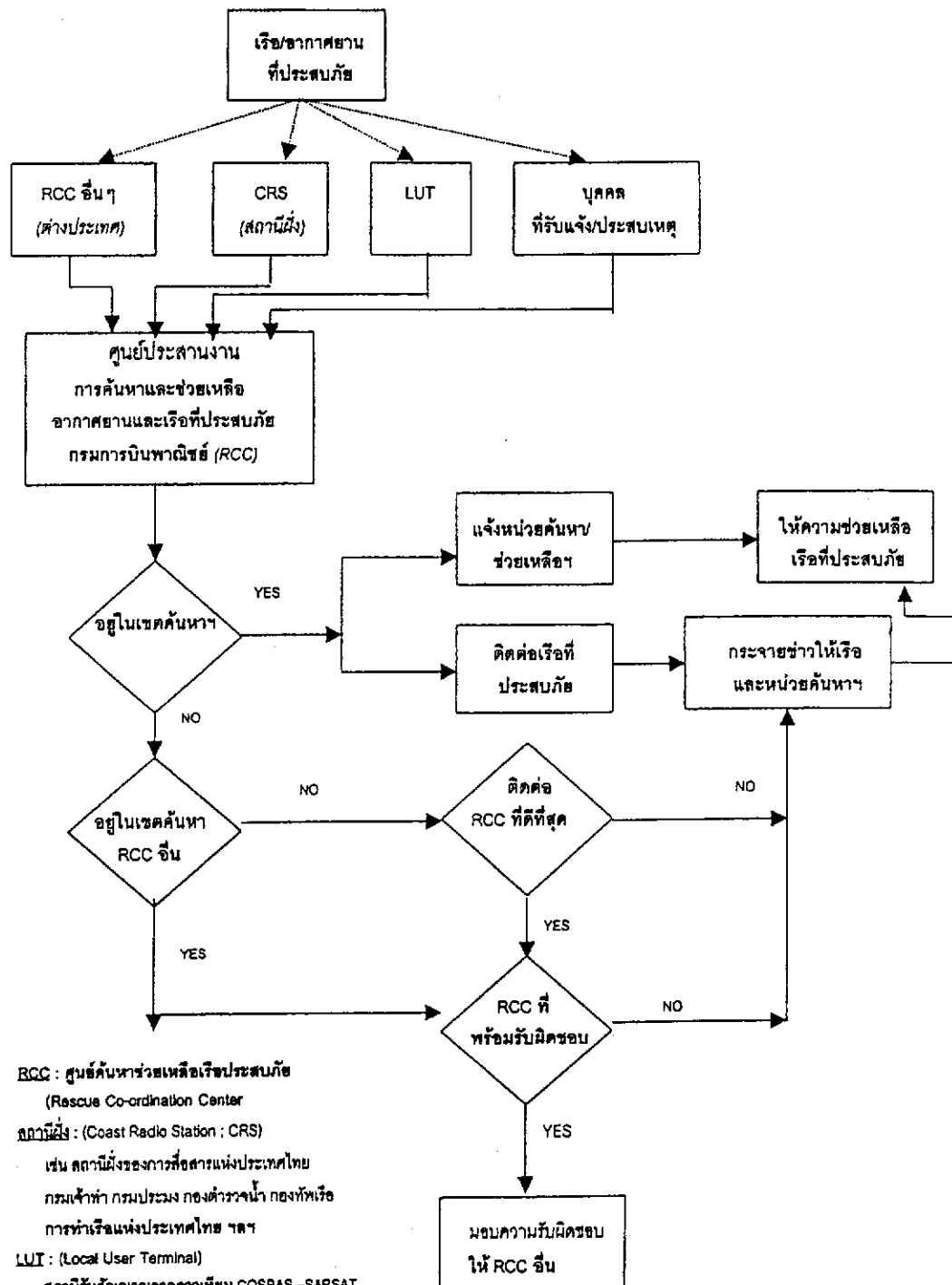
ระบบการประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลที่มีประสิทธิภาพ ควรประกอบด้วย

1. การจัดทำแผนการประสานงานเครือข่ายการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลอย่างเป็นระบบและเป็นสากล
2. การจัดทำแผนปฏิบัติการด้านการประสานงานกับองค์กรเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง และของหน่วยงานตนเอง

3. การวางระบบการประสานงานเพื่อการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยให้สอดคล้อง และส่งเสริมงานซึ่งกันและกัน สามารถเชื่อมโยงเครือข่ายได้โดยใช้เวลาน้อยที่สุด นั้นหมายถึง ต้องรวดเร็ว ถูกต้อง และสามารถทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานบรรลุได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ภายในเวลาที่กำหนด สามารถลดอัตราการสูญเสียให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

2.6.1.1 ผังระบบการประสานงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกู้ภัยพิบัติ

ทางทะเล



2.6.1.2 รายละเอียดขั้นตอนการทำงานของระบบการค้นหาและช่วยเหลือเรือประมง

ก. ผู้ประสบเหตุ ได้แก่

1. ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย (Rescue Co-ordination Centre ; RCC)
2. สถานีฝั่ง (Coast Radio Station : CRS) เช่น สถานีฝั่งของการสื่อสารแห่งประเทศไทย กรมเจ้าท่า กรมประมง ตำรวจน้ำ กองทัพเรือ การท่าเรือแห่งประเทศไทย ฯลฯ
3. Local User Terminal : LUT (สถานีรับสัญญาณจากดาวเทียม COSPAS – SARSAT)

4. คนหรือบุคคลที่รับแจ้งเหตุ

เมื่อผู้ประสบเหตุ (1.1-1.4) ได้รับการแจ้งเหตุว่ามีเรือหรืออากาศยานประสบอุบัติเหตุในทะเล ก็จะรีบแจ้งไปยังศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์

ข. ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ จะทำการตรวจสอบข่าวสารที่ได้รับแจ้ง และหาข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่เกิดเหตุว่าอยู่ในความรับผิดชอบของใคร

1. ถ้าอยู่ในความรับผิดชอบของประเทศไทย ดำเนินการ

- แจ้งหน่วยปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือทางทะเล เพื่อส่งกำลังเข้าทำการช่วยเหลือ ได้แก่ กองทัพเรือ กองตำรวจน้ำ กรมเจ้าท่า เป็นต้น
- ติดต่อสื่อสารกลับไปให้อากาศยานหรือเรือที่ประสบภัย เพื่อสอบถาม ข้อเท็จจริงและหาข้อมูลความเสียหายและผู้ประสบภัย ตลอดจนความช่วยเหลือที่ต้องการให้ได้มากที่สุด
- สื่อสารกระจายข่าวให้เรือเดินทะเลและหน่วยปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณที่เกิดเหตุทราบ และรีบเข้าทำการช่วยเหลือโดยเร็วที่สุด

2. ถ้าไม่ได้อยู่ในความรับผิดชอบของประเทศไทย ดำเนินการ

- แจ้งศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือทางทะเลที่รับผิดชอบในบริเวณพื้นที่นั้นโดยเร็วที่สุด
- แต่ถ้าหาศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือทางทะเลตามข้อ 2.2.1 ไม่พบให้
- ทำการสื่อสารกระจายข่าวให้เรือเดินทะเลและหน่วยปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณที่เกิดเหตุมากที่สุดทราบ และรีบเข้าทำการช่วยเหลือโดยเร็วที่สุด
- ติดต่อประสานงานไปยังศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือทางทะเลอื่นที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณพื้นที่เกิดเหตุมากที่สุด เพื่อทำการช่วยเหลือผู้ประสบภัย

2.6.2 การเพิ่มประสิทธิภาพระบบสื่อสารเพื่อการกู้ภัยพิบัติทางทะเล

ปัจจุบันระบบสื่อสารภาคพื้นดินของประเทศไทยนับว่ามีประสิทธิภาพมากในระดับหนึ่ง แต่ระบบสื่อสารระหว่างภาคพื้นดินกับพื้นน้ำยังไม่มีประสิทธิภาพมากนัก

ดังนั้น เพื่อพัฒนาระบบสื่อสารระหว่างภาคพื้นดินกับพื้นน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงขอเสนอแนะแนวทางการพัฒนาระบบสื่อสาร ดังนี้

2.6.2.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการสื่อสารโดยใช้ระบบสื่อสารผ่านดาว

เทียม SES for RCC (Ship Earth Station for Rescue Co-ordination Center) SES for RCC คือ สถานีภาคพื้นดินบนเรือสำหรับศูนย์ประสานงานในการค้นหาและช่วยเหลือเรือประสบภัย โดยสถานีปลายทางภาคพื้นดินบนเรือเป็นส่วนหนึ่งของระบบ Inmarsat

ระบบ Inmarsat เป็นระบบการสื่อสารโทรคมนาคมที่ออกแบบระบบมาเพื่อประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารระหว่างชุมชนสายสาธารณะภาคพื้นดิน (Public Switched Terrestrial Network) กับผู้ใช้บริการเคลื่อนที่ (Mobile User) ทั้งการเคลื่อนที่ทางอากาศ ทางบก และทางทะเล ด้วยการติดต่อสื่อสารของโครงข่ายผ่านดาวเทียม

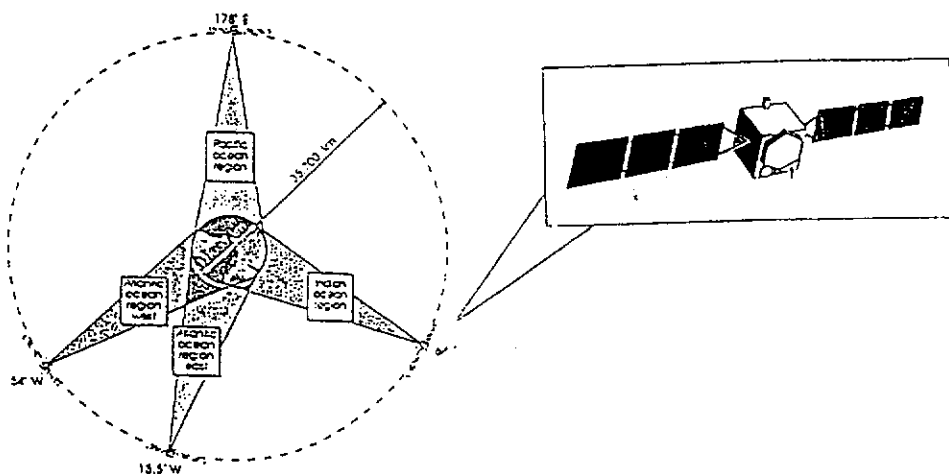
Inmarsat ที่แบ่งออกเป็น 4 โครงข่าย แยกเป็นอิสระแก่กันตามแต่ละย่านมหาสมุทร (Satellite Ocean Network) คือ

Indian Ocean Region (IOR) ตำแหน่ง 64.5 องศาตะวันออก

Pacific Ocean Region (POR) ตำแหน่ง 178 องศาตะวันออก

Atlantic Ocean Region East (AORE) ตำแหน่ง 15.5 องศาตะวันออก

Atlantic Ocean Region West (AORW) ตำแหน่ง 54 องศาตะวันออก



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งดาวเทียม Inmarsat

ดาวเทียม Inmarsat มีการใช้ช่องความถี่ในย่าน C-band และย่าน L-band ดังนี้

LES $\xrightarrow{6 \text{ GHz}}$ Satellite $\xrightarrow{1.5 \text{ GHz}}$ SES เรียกว่า Forward Direction
ในทำนองกลับกัน

SES $\xrightarrow{1.6 \text{ GHz}}$ Satellite $\xrightarrow{4 \text{ GHz}}$ LES เรียกว่า Return Direction

ในระบบ Inmarsat ยังมีสถานีที่ช่วยให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ คือ

สถานี Network Co-ordination Station (NCS) ทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมการใช้ช่องสัญญาณความถี่ของสถานี LES และ SES โดยกำหนดให้มีสถานี NCS จำนวน 1 สถานี ในแต่ละเขตการให้บริการ ดังนี้

Southbury USA สำหรับดาวเทียมย่าน AORE และ AORW

Santa Paula USA สำหรับดาวเทียมย่าน POR

Termopylar Greece สำหรับดาวเทียมย่าน IOR

สถานี **Network Control Centre (NCC)** ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับสถานี NCS ทั้ง 4 เขตบริการ ทำให้สามารถตรวจสอบ ประสานงาน และควบคุมการสื่อสารในระบบ Inmarsat ตั้งอยู่ที่องค์การ Inmarsat สำนักงานใหญ่ กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ

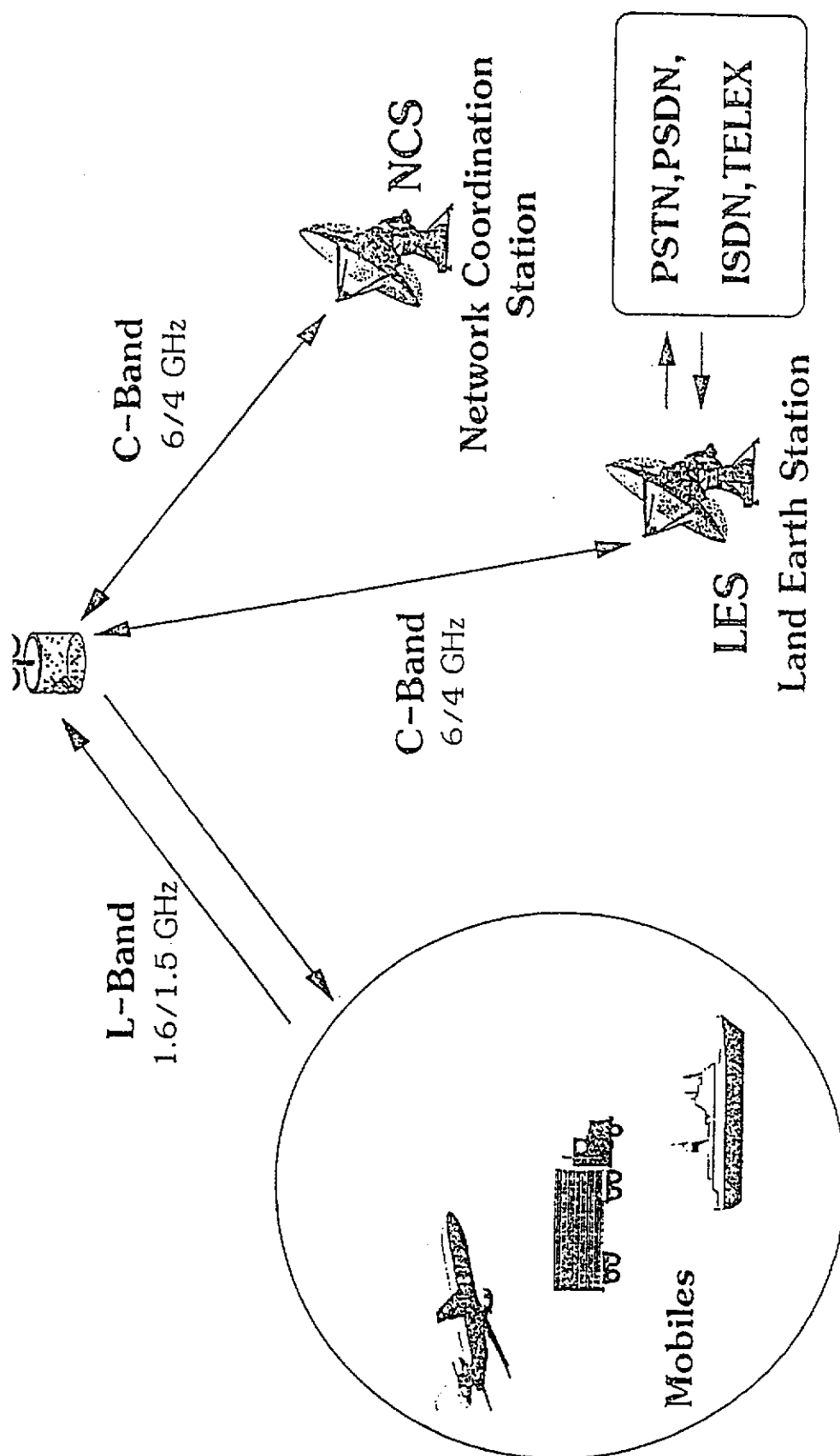
ในโครงข่ายของ Inmarsat สถานีภาคพื้นดิน (LES) จะทำหน้าที่เป็น Gateway เพราะจะเชื่อมต่อกับชุมสายต่างๆ ทำให้สามารถติดต่อได้ทั่วโลก โดยสถานี LES จะมี Access Code ประจำเฉพาะแต่ละสถานี ดังนั้น SES จึงสามารถเลือกที่จะเรียก สถานี LES ได้ตามความต้องการ

สถานีปลายทางบนเรือ (SES) มีหลายแบบ เช่น INMARSAT-C, INMARSAT-B และ INMARSAT-M กล่าวคือ

INMARSAT-C สำหรับ รับ-ส่งข้อความ

INMARSAT-B สำหรับ รับ-ส่งข้อความ คำพูด ข้อมูล ภาพ

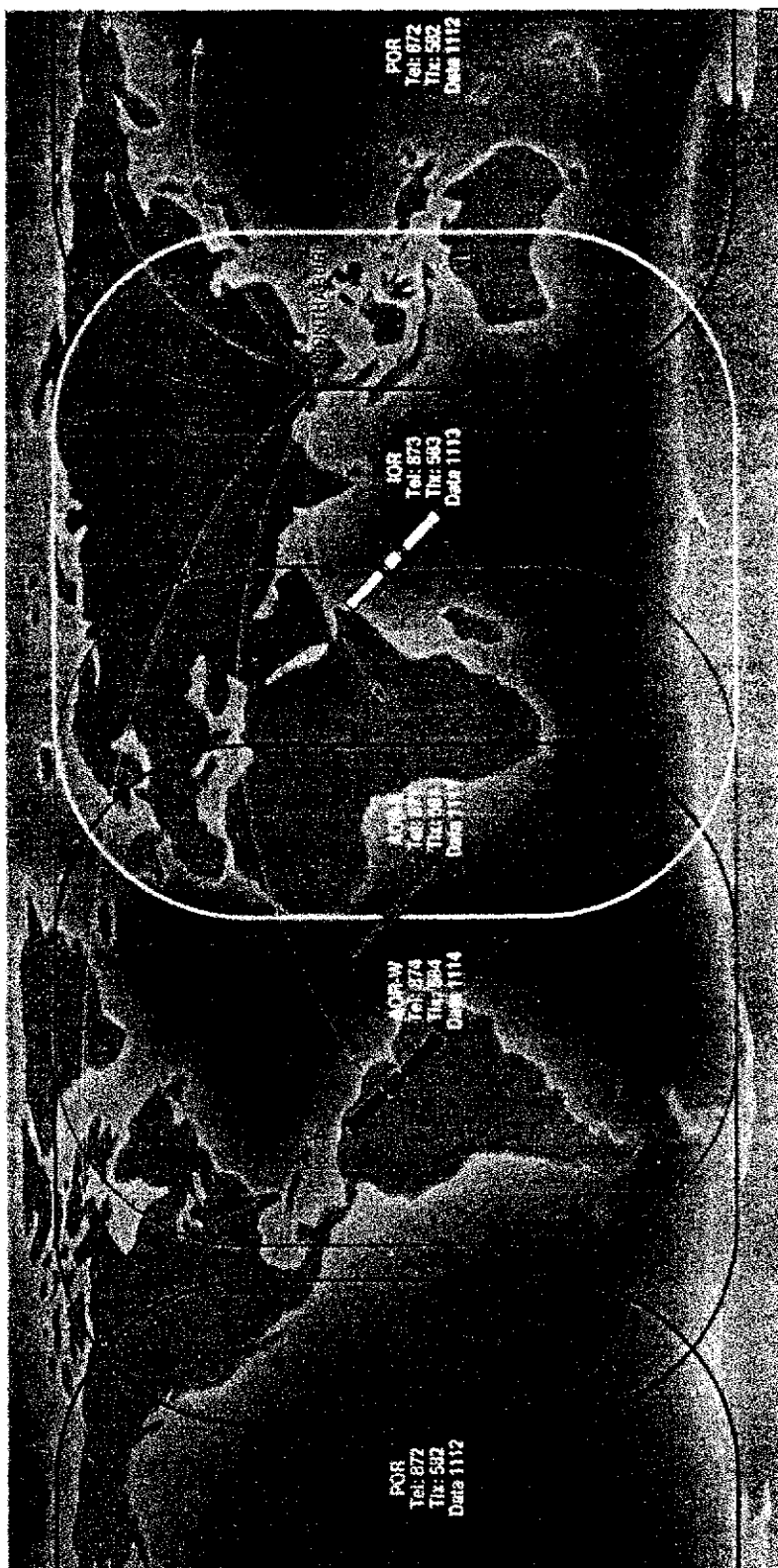
INMARSAT-M สำหรับ รับ-ส่งคำพูด



รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงความถี่ C-Band และ L-Band



Nonthaburi Worldwide Inmarsat Coverage



Land Earth Station	Services	Access Codes
Nonthaburi, Thailand	Inmarsat C	319
	Inmarsat M	333
	Inmarsat B	333

For more information
Satellite Division Tel: + 662 573-2828, + 662 508-4213 Fax: + 662 574-6053
Commercial Division Tel: + 662 233-1050 Ext. 2233 Fax: + 662 233-5381

รูปที่ 3 แสดงตำแหน่งและพื้นที่ครอบคลุมของดาวเทียม Inmarsat

สถานีปลายทางบนเรือ (SES) ที่เหมาะสมจะติดตั้งกับศูนย์ประสานงานในการค้นหาและช่วยเหลือเรือประมง (RCC) คือ INMARSAT-B เพราะจะทำให้สามารถติดต่อได้ทุกระบบ ไม่ว่าเรือจะติดตั้ง INMARSAT-C , INMARSAT-B หรือ INMARSAT-M ก็สามารถติดต่อแจ้งเหตุเรือประมง และขอความช่วยเหลือกับศูนย์ประสานงานในการค้นหาและช่วยเหลือเรือประมงได้ตลอดเวลา

ประโยชน์ที่จะเกิดจากการติดตั้ง SES for RCC คือ

1. ใช้แจ้งเตือนภัยเกี่ยวกับสภาพอากาศและความปลอดภัยในการเดินเรือด้วยระบบ Enhanced Group Calling , EGC
2. ใช้รับแจ้งเหตุเรือประมงด้วยระบบ Distress Alert
3. ใช้ติดต่อกับหน่วยค้นหาและช่วยเหลือเรือประมงและเรือต่างๆ ที่เดินทางอยู่บริเวณเดียวกับเรือประมง เพื่อประสานงานในการค้นหาและช่วยเหลือเรือประมง
4. เพื่อให้สอดคล้องกับนานาชาติ ซึ่งในการประชุมว่าด้วยในการค้นหาและช่วยเหลือในเขตมหาสมุทรอินเดีย และระบบการแจ้งเหตุและความปลอดภัยทางทะเลโลก (SAR INDIAN OCEAN AND GMDSS) ที่จัดโดยองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (IMO) ณ เมือง Fremantle , Perth Australia เมื่อวันที่ 21-25 กันยายน 2541 ผู้แทนประเทศไทยได้แจ้งต่อที่ประชุมว่ามีแผนจะติดตั้ง SES for RCC

2.6.2.2 COSPAS-SARSAT การตั้งสถานี COSPAS-SARSAT ขึ้น ก็เพื่อรับสัญญาณที่ส่งจากเรือหรืออากาศยานประมงโดยใช้เครื่องส่ง Emergency Position - Indicating Radio Beacon ; EPIRB หรือ Emergency Locator Transmitter ; ELT และที่ส่งจากบุคคลผู้ประมงโดยใช้เครื่องส่ง Personal Locator Beacon ; PLB ซึ่งเครื่องส่งทั้ง 3 ประเภท จะส่งสัญญาณให้ดาวเทียม COSPAS-SARSAT เมื่อดาวเทียมรับสัญญาณจาก EPIRB , ELT หรือ PLB ได้แล้วจะส่งลงมาที่สถานีรับภาคพื้นดิน (Local User Terminal ; LUT) นำมาเข้าที่ Mission Control Centre ; MCC ซึ่งจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์คุณภาพสูงสำหรับคำนวณหาตำแหน่งที่ประมงจากสัญญาณที่ได้รับ เมื่อได้จุดหรือตำแหน่งประมงแน่นอนแล้ว ก็จะส่งให้กับหน่วยค้นหาและช่วยเหลือผู้ประมง (Rescue Co-ordination Centre ; RCC) การดำเนินการโดยเครื่องส่งแจ้งตำแหน่งประมง

ผ่านดาวเทียมนี้มีประสิทธิภาพ แม่นยำและรวดเร็ว เป็นประโยชน์แก่การค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยเป็นอย่างมาก ซึ่งหน่วยงานระหว่างประเทศอย่างเช่น IMO และ ICAO ได้กำหนดให้เรือและอากาศยานทุกลำต้องติดตั้งเครื่องส่งแจ้งตำแหน่งประสบภัย เพื่อให้หน่วยค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยเข้าทำการค้นหาช่วยเหลือทั้งทางบก ทางน้ำได้อย่างทันทั่วถึง

2.6.2.3 การขยายพื้นที่เฝ้าฟังการแจ้งเหตุเรือประสบภัยด้านฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ประเทศไทยมีพื้นที่ติดชายฝั่งมหาสมุทรอยู่ 2 ด้าน คือ ด้านมหาสมุทรแปซิฟิก และด้านมหาสมุทรอินเดีย ในขณะที่พื้นที่อ่าวไทยด้านมหาสมุทรแปซิฟิกมีการเฝ้าฟังเพื่อรับแจ้งเหตุเรือประสบภัยในเขตพื้นที่ A1 และ A2 แต่พื้นที่ฝั่งทะเลของประเทศไทยด้านมหาสมุทรอินเดียยังไม่มีสถานีฝั่งที่จะคอยเฝ้าฟังเรือประสบภัยอยู่เลย

พื้นที่เขตค้นหาและช่วยเหลือเรือประสบภัย (Search and Rescue Region ; SRR) ของประเทศไทยด้านมหาสมุทรอินเดีย

ก. พื้นที่ SRR ของประเทศไทยในปัจจุบัน

1. แนวชายฝั่งระหว่างเส้นเขตแดนของประเทศไทยกับประเทศพม่า
2. แลต 10 องศา 00.0 ลิปดาเหนือ ลอง 96 องศา 30.0 ลิปดาตะวันออก
3. แลต 07 องศา 19.0 ลิปดาเหนือ ลอง 98 องศา 00.0 ลิปดาตะวันออก
4. แลต 06 องศา 30.0 ลิปดาเหนือ ลอง 99 องศา 30.0 ลิปดาตะวันออก
5. แนวชายฝั่งระหว่างเส้นเขตแดนของประเทศไทยกับประเทศมาเลเซีย

ข. พื้นที่ SRR ของประเทศไทยที่ขอขยาย (เป็นพื้นที่ที่ล้อมรอบภายใต้จุด

ต่อไปนี้)

1. จุด A แลต 10 องศา 00.0 ลิปดาเหนือ ลอง 96 องศา 30.0 ลิปดาตะวันออก
2. จุด B แลต 10 องศา 00.0 ลิปดาเหนือ ลอง 94 องศา 30.0 ลิปดาตะวันออก
3. จุด C แลต 06 องศา 30.0 ลิปดาเหนือ ลอง 94 องศา 30.0 ลิปดาตะวันออก

4. จุด D แลต 06 องศา 30.0 ลิปดาเหนือ ลอง 99 องศา 00.0 ลิปดา ตะวันออก
5. จุด E แลต 07 องศา 15.0 ลิปดาเหนือ ลอง 98 องศา 00.0 ลิปดา ตะวันออก

จุดตั้งสถานีเฝ้าฟังเรือประสภภัยด้านมหาสมุทรอินเดียที่เหมาะสมที่สุด ก็คือจังหวัดภูเก็ต เพราะจะครอบคลุมพื้นที่เขตค้นหาและช่วยเหลือเรือประสภภัย (SRR) อีกทั้งจังหวัดภูเก็ตยังเป็นท่าเรือสำคัญที่มีทั้งเรือขนส่งสินค้า เรือท่องเที่ยว และเรือสำราญ อีกด้วย

สถานีฝั่งที่สมควรจัดตั้งขึ้นที่จังหวัดภูเก็ต คือ

- สถานีย่าน VHF DSC เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวและเส้นทางเดินเรือ โดยประมาณ 50 กิโลเมตร
- สถานีย่าน MF DSC เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่เขตค้นหาและช่วยเหลือเรือประสภภัยของประเทศไทย โดยประมาณ 250 กิโลเมตร

เมื่อประเทศไทยมีสถานีฝั่งสำหรับเฝ้าฟังการแจ้งเหตุเรือประสภภัย และคอยประสานงานในการติดตามค้นหาและช่วยเหลือเรือประสภภัย ทั้งฝั่งด้านมหาสมุทรแปซิฟิกและด้านมหาสมุทรอินเดียแล้ว ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการเฝ้าฟังและประสานงานในการค้นหาและช่วยเหลือเรือประสภภัยของประเทศไทยดียิ่งขึ้น และยังช่วยส่งเสริมการเดินทางของเรือสินค้าและเรือท่องเที่ยวด้านมหาสมุทรอินเดียเพิ่มขึ้นอีกด้วย

2.6.3 การเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเลด้วย Princeton Ocean Model : POM เพื่อช่วยในการพยากรณ์ตำแหน่งที่จะเข้าทำการค้นหาอากาศยานหรือเรือที่ประสภภัยได้ใกล้เคียงตำแหน่งจริงมากที่สุดและใช้เวลาในการค้นหาน้อยที่สุด ทั้งนี้ เพื่อจะได้ทำการช่วยเหลือผู้ประสภภัยได้อย่างรวดเร็วและลดความสูญเสียให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

การติดตั้งโปรแกรม POM เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเลแก่หน่วยค้นหาและช่วยเหลือเรือประมงที่ติดอีกทางหนึ่ง และเพื่อให้สามารถใช้งานได้ในทันทีที่ต้องการ จึงควรที่จะทำการติดตั้งในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล และสมควรติดตั้งไว้ให้มากกว่าหนึ่งแห่งเพื่อเป็นการสำรองการปฏิบัติงานเมื่อหน่วยใดหน่วยหนึ่งไม่สามารถดำเนินการได้ และยังสามารถใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลที่คำนวณได้จาก POM อีกทางหนึ่งด้วย หน่วยงานที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง POM ได้แก่ กองอุตุวิทยวิทยา และกองวิทยาการ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ทั้งนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกู้ภัยพิบัติทางทะเลโดยตรง ได้แก่ กรมการบินพาณิชย์ (ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย) กรมเจ้าท่า และกองตำรวจน้ำ สมควรติดตั้ง POM ในโอกาสต่อไปเมื่อมีความพร้อมด้านอุปกรณ์และบุคลากร

2.6.4 การเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเลด้วยการประชาสัมพันธ์
เมื่อโครงการนี้เสร็จสิ้นลงแล้ว ต้องนำผลการวิจัยและพัฒนา POM ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น เสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการระดับชาติที่เกี่ยวข้องกับการกู้ภัยพิบัติ อันได้แก่ คณะกรรมการป้องกันอุบัติภัยแห่งชาติ คณะกรรมการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน และคณะกรรมการแห่งชาติในการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย เพื่อรับทราบและพิจารณาให้ความเห็นชอบข้อเสนอที่โครงการฯ ได้ศึกษาวิจัยมานำเสนอเป็นแนวทางสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเลดังกล่าว ทั้งนี้ ก็เพื่อที่จะได้มีการสั่งการหรือแจ้งเวียนให้แก่ส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนองค์กรภาคเอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้รับทราบและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการค้นหาและช่วยเหลือเรือ อากาศยาน และผู้ประสบภัยที่ประสบภัยในทะเลต่อไป

2.6.5 การเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเลด้วยการฝึกอบรมให้ ความรู้ในการใช้ POM แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำ POM และขั้นตอนในการสื่อสารและประสานงานไปใช้ในการพยากรณ์ ตำแหน่งของวัตถุลอยน้ำในทะเล เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาและช่วยเหลือ ผู้ประสบภัยต่อไป

2.6.6 ข้อเสนอแนะจากการประชุมตัวแทนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับ ผู้ปฏิบัติ เกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเล สำนักงานกองทุน สนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้จัดให้มีการประชุมตัวแทนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับ ผู้ปฏิบัติ เพื่อนำเสนอผลการวิจัยและพัฒนการเพิ่มประสิทธิภาพการกู้ภัยพิบัติทางทะเล พร้อมทั้งขอทราบความคิดเห็นเพิ่มเติม สรุปเป็นข้อเสนอแนะได้ ดังนี้

2.6.6.1 ควรมีการกำหนดระบบการติดต่อสื่อสารที่เป็นสากล สำหรับเรือ เดินทะเลใน น่านน้ำไทย ไม่ว่าจะเป็นเรือเพื่อการท่องเที่ยว เพื่อใช้ในการขนส่ง/โดยสาร หรือเพื่อการประมง ทั้งนี้ ก็เพื่อให้มีรูปแบบการบริหารจัดการ กำกับ ดูแลในส่วน ของ ระบบการติดต่อสื่อสารของเรือเดินทะเลในน่านน้ำไทยที่ชัดเจน สามารถประสาน เชื่อมโยงกับระบบบริหารจัดการด้านอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.6.6.2 ในการดำเนินการประสานงานเพื่อการค้นหาและช่วยเหลือ ผู้ประสบภัยทางทะเลในน่านน้ำไทย ควรให้อำนาจในการบัญชาการสั่งการ ณ พื้นที่ เกิดเหตุ (on scene commander) แก่กองทัพเรือ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีความพร้อมและมี ประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นในด้านกำลังคน การฝึกฝน การเตรียมพร้อม อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ ยานพาหนะ และอื่นๆ อยู่ตลอดเวลาอยู่แล้ว ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพใน การดำเนินการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย และลดความสูญเสียให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

2.6.6.3 ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ ควรมีการจัดทำฐานข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย นอกเหนือไปจากที่ ได้กำหนดไว้ในแผนให้หน่วยงานต่างๆ ที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือต้องรายงานให้

ทราบ โดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับเรือเดินทะเลในน่านน้ำไทย (การแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับชื่อเรือ ประเภทของเรือ สัญชาติเรือและอื่นๆ ตามที่กำหนดให้เรือเดินทะเลระหว่างประเทศที่เดินทางเข้ามาอยู่ในน่านน้ำไทย ณ ขณะนั้นต้องรายงาน) ซึ่งกรมไปรษณีย์โทรเลขกระทรวงคมนาคม ได้มีการขึ้นทะเบียนไว้แล้ว ทั้งนี้ เพื่อให้หน่วยค้นหาและช่วยเหลือที่ได้รับแจ้งขอความช่วยเหลือจากเรือดังกล่าวสามารถตรวจสอบข้อเท็จจริงได้ระดับหนึ่งในเบื้องต้นก่อนส่งกำลังออกทำการค้นหาและช่วยเหลือ และยังเป็นการจัดใช้ทรัพยากรให้เหมาะสมกับสถานการณ์เพื่อความประหยัดและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการปฏิบัติงานอีกทางหนึ่งด้วย

2.6.6.4 ควรมีตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและช่วยเหลือประจำอยู่ที่ศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย กรมการบินพาณิชย์ ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อที่เวลาเกิดเหตุจะสามารถติดต่อสื่อสารและประสานงานกับหน่วยงานของตนได้รวดเร็ว คล่องตัว และทันต่อเหตุการณ์ ที่สำคัญที่สุดก็คือต้องมีการซักซ้อมการปฏิบัติการตามแผนอย่างสม่ำเสมอทุกปีด้วย

3. ทฤษฎีแบบจำลองคณิตศาสตร์ของ Princeton Ocean Model (POM)

3.1 สมการควบคุมการไหลเวียนของน้ำในทะเล

แบบจำลองคณิตศาสตร์ POM เป็นแบบจำลองสามมิติที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในหลายประเทศและถูกใช้ในกองทัพเรือสหรัฐอเมริกาเพื่อติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุในมหาสมุทรและที่สำคัญคือไม่ต้องเสียค่าสิทธิบัตร (May, 2000) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แบบจำลอง POM ในการพยากรณ์การไหลเวียนของมวลน้ำเนื่องจากอิทธิพลของลม (wind driven current) ในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

พฤติกรรมทางอุทกพลศาสตร์แบบ 3 มิติ (3-D Hydrodynamics) ได้รับการอธิบายด้วย 6 สมการหลัก (Blumberg & Mellor, 1983, Mellor, 1998) ดังนี้

3.1.1 สมการความต่อเนื่อง (Continuity)

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Du}{\partial x} + \frac{\partial Dv}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} = 0$$

3.1.2 สมการโมเมนตัม (Momentum)

$$\begin{aligned} \frac{\partial Du}{\partial t} + \frac{\partial Du}{\partial x} + \frac{\partial Du}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} - Dv + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gD^2}{\rho_0} \left[\frac{\partial \rho'}{\partial x} - \frac{\sigma'}{D} \frac{\partial D}{\partial x} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma} \right] d\sigma' &= \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_H}{D} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right] + F_x \\ \frac{\partial Dv}{\partial t} + \frac{\partial Dv}{\partial x} + \frac{\partial Dv}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} - Du + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gD^2}{\rho_0} \left[\frac{\partial \rho'}{\partial y} - \frac{\sigma'}{D} \frac{\partial D}{\partial y} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma} \right] d\sigma' &= \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_H}{D} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right] + F_y \\ \rho g &= -\frac{\partial P}{\partial z} \end{aligned}$$

3.1.3 สมการพลังงาน (Energy)

$$\frac{\partial DT}{\partial t} + \frac{\partial DuT}{\partial x} + \frac{\partial DvT}{\partial y} + \frac{\partial \omega T}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_H}{D} \frac{\partial T}{\partial \sigma} \right] + F_T - \frac{\partial R}{\partial z}$$

3.1.4 สมการการเคลื่อนที่ของความเค็ม (Salt transport)

$$\frac{\partial DS}{\partial t} + \frac{\partial DuS}{\partial x} + \frac{\partial DvS}{\partial y} + \frac{\partial \omega S}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_H}{D} \frac{\partial S}{\partial \sigma} \right] + F_S$$

สมการพลังงานปั่นป่วน (Turbulent energy)

$$\begin{aligned} \frac{\partial Dq^2}{\partial t} + \frac{\partial Duq^2}{\partial x} + \frac{\partial Dvq^2}{\partial y} + \frac{\partial \omega q^2}{\partial \sigma} &= \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_q}{D} \frac{\partial q^2}{\partial \sigma} \right] + \frac{2K_H}{D} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial \sigma} \right)^2 \right] + \frac{2g}{\rho_o} K_H \frac{\partial \bar{p}}{\partial \sigma} - \frac{2Dq^3}{B_1 l} + F_q \\ \frac{\partial Dq^2 l}{\partial t} + \frac{\partial Duq^2 l}{\partial x} + \frac{\partial Dvq^2 l}{\partial y} + \frac{\partial \omega q^2 l}{\partial \sigma} &= \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_q}{D} \frac{\partial q^2 l}{\partial \sigma} \right] + E_1 l \left[\frac{K_H}{D} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial \sigma} \right)^2 \right] + E_3 \frac{g}{\rho_o} K_H \frac{\partial \bar{p}}{\partial \sigma} \right] \tilde{W} \\ &\quad - \frac{2Dq^3}{B_1} + F_l \end{aligned}$$

3.1.5 สมการสถานะ (Equation of State)

$$\rho = (\text{T}, \text{S})$$

โดยที่

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{z - \eta}{D}, \quad D = H + \eta \\ w &= \omega + u \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} + \sigma \frac{\partial D}{\partial x} \right) + v \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} + \sigma \frac{\partial D}{\partial y} \right) + \sigma \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial \eta}{\partial t} \\ \tilde{W} &= 1 + E_2 \left(\frac{l \left[(\eta - z)^{-1} + (H - z)^{-1} \right]}{0.4} \right) \\ F_x &= \frac{\partial}{\partial x} \left(2HA_w \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HA_w \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \right) \\ F_y &= \frac{\partial}{\partial x} \left(HA_w \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(2HA_w \frac{\partial v}{\partial y} \right) \\ F_\phi &= \frac{\partial}{\partial x} \left(HA_w \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HA_w \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) \\ (K_H, K_H) &= q'(S_H, S_H) \end{aligned}$$

เมื่อ u, v, w คือ ความเร็วในแนวแกน x, y และ z

η คือ ระดับน้ำวัดจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

$q^2/2$ คือ พลังงานจลน์ปั่นป่วน

T คือ อุณหภูมิน้ำทะเล

- S คือ ความเค็ม
H คือ ความลึกของท้องทะเล
 K_M คือ vertical viscosity
 K_H คือ vertical diffusivity
 A_M คือ horizontal viscosity
 A_H คือ horizontal viscosity
 ϕ แทน T, S, q^2, q^2I
 S_M, S_H คือ Stability factors (Mellor and Yamada, 1982)

Wind stress คำนวณจาก

$$\tau_{wind} = \rho_{air} C_d U_{air} |U_{air}|$$

เงื่อนไขในแนวดิ่ง คือ

$$\begin{aligned} \sigma \rightarrow 0, \quad & \left[\frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma}, \frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma} \right] = \text{surface turbulence m} \\ \sigma \rightarrow -1, \quad & \left[\frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma}, \frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma} \right] = C_z [u^2 + v^2]^{1/2} (u, v) \end{aligned}$$

สำหรับการอธิบายพฤติกรรมทางอุทกพลศาสตร์แบบ 2 มิติ (external mode)
สมการควบคุมการไหล (Mellor, 1998) แสดงได้ดังนี้

1. สมการความต่อเนื่อง (Continuity)

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial DU}{\partial x} + \frac{\partial DV}{\partial y} = 0$$

2. สมการโมเมนตัม (Momentum)

$$\begin{aligned} \frac{\partial DU}{\partial t} + \frac{\partial DUU}{\partial x} + \frac{\partial DUV}{\partial y} - \tilde{F}_x - \tau DV + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} &= G_x - \frac{gD}{\rho_o} \int_{-1}^0 \left[D \frac{\partial \rho'}{\partial x} - \frac{\partial D}{\partial x} \sigma' \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' d\sigma - \frac{\tau_{sx}}{\rho_o} + \frac{\tau_{bx}}{\rho_o} \\ \frac{\partial DV}{\partial t} + \frac{\partial DUV}{\partial x} + \frac{\partial DVV}{\partial y} - \tilde{F}_y - \tau DU + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} &= G_y - \frac{gD}{\rho_o} \int_{-1}^0 \left[D \frac{\partial \rho'}{\partial y} - \frac{\partial D}{\partial y} \sigma' \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' d\sigma - \frac{\tau_{sy}}{\rho_o} + \frac{\tau_{by}}{\rho_o} \end{aligned}$$

เมื่อ U, V คือ ความเร็วเฉลี่ยในแนวแกน x และ y

τ_{sx}, τ_{sy} คือ wind stress ที่ผิวน้ำในแนวแกน x และ y
โดยที่

$$U = \int_1^0 u d\sigma, \quad V = \int_1^0 v d\sigma$$

$$\tau_{sx} = C_z [u_s^2 + v_s^2]^{1/2} u_s$$

$$\tau_{sy} = C_z [u_s^2 + v_s^2]^{1/2} v_s$$

$$C_z = \max \left[\frac{0.4^2}{[\ln((1 + \sigma_{sb}^{-1})H/z_o)]^2}, 0.0025 \right]$$

$$z_o = \text{bottom roughness} \sim 1 \text{ cm}$$

$$\tilde{F}_x = \frac{\partial}{\partial x} \left(2H\bar{A}_w \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(H\bar{A}_w \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right)$$

$$\tilde{F}_y = \frac{\partial}{\partial y} \left(2H\bar{A}_w \frac{\partial V}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(H\bar{A}_w \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right)$$

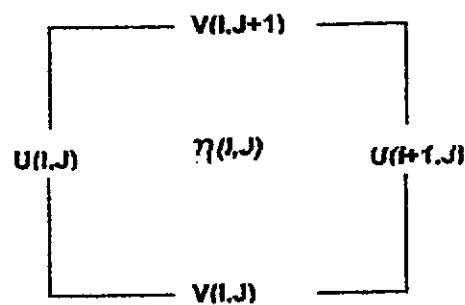
$$G_x = \frac{\partial DUU}{\partial x} + \frac{\partial DUV}{\partial y} - \tilde{F}_x - \frac{\partial D(UU)}{\partial x} - \frac{\partial D(UV)}{\partial y} + \bar{F}_x$$

$$G_y = \frac{\partial DUV}{\partial x} + \frac{\partial DVV}{\partial y} - \tilde{F}_y - \frac{\partial D(UV)}{\partial x} - \frac{\partial D(VV)}{\partial y} + \bar{F}_y$$

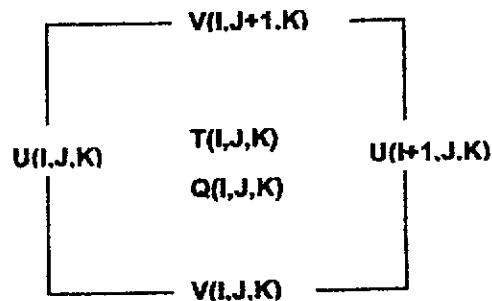
3.2 การหาคำตอบเชิงตัวเลข (Numerical technique)

แบบจำลองคณิตศาสตร์ 3 มิติของ POM หาคำตอบเชิงตัวเลขได้ดังต่อไปนี้

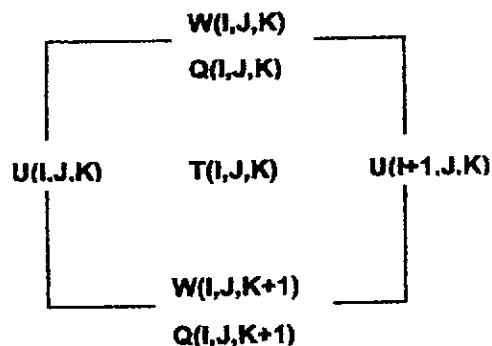
3.2.1 ค่าของตัวแปรทางอุทกพลศาสตร์ (U) ประมาณโดยใช้ staggered C-grid (Mellor, 1998) ดังแสดงข้างล่างนี้ และหาคำตอบด้วยวิธี finite difference approximation



External mode grid



plan view Internal mode grid ($Q=T, S, \rho, q^2, q^2/l$)



Elevation view Internal mode grid

Note : Q แทน $K_M, K_H, q^2, q^2/l, T, S$ หรือ ρ

3.2.2 เพื่อเพิ่มความเร็วในการหาคำตอบ การคำนวณจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ external mode และ internal mode ดังนี้

3.2.2.1 External mode คำนวณค่าของระดับน้ำ (water surface elevation) ด้วยวิธี explicit finite difference scheme จากสมการอุทกพลศาสตร์แบบ 2 มิติ จากนั้นแทนค่าระดับน้ำลงในสมการโมเมนตัมเพื่อหาค่าความเร็วเฉลี่ย (depth-averaged velocity) การคำนวณใน mode นี้กำหนดให้แรงเสียดทานที่ท้องทะเลเป็นไปตามกฎกำลังสองของแรงเสียดทาน (Quadratic drag law)

3.2.2.2 Internal mode คำนวณคุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ ความเร็ว อุณหภูมิ และความเค็มที่ทุก ๆ ความลึก จากสมการอุทกพลศาสตร์แบบ 3 มิติด้วยวิธี implicit finite difference scheme ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความปั่นป่วน (K_M , K_H) มาจาก Two-equation model ซึ่งเป็นการแก้สมการพลังงานจลน์ (q^2) และ Length scale (l) ไปพร้อมกันด้วยวิธี implicit finite difference scheme

3.3 การประยุกต์แบบจำลอง POM กับอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

3.3.1 ขอบเขตการศึกษา

ในการวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ POM กับการเคลื่อนที่ของวัตถุลอยน้ำ อันเนื่องจากการแรงลมที่กระทำต่อผิวน้ำทะเล การตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองฯ กระทำโดยใช้ข้อมูลลมที่ความสูง 10 ม. (NOGAPS) จาก Master Environmental Library (MEL) ซึ่งเป็นลมราย 6 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 1-11 พ.ย. 2540 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดพายุลินดา แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลภาคสนามที่ได้จากหุ่นของคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (รูปที่ 4) ซึ่งแสดงขนาดและทิศทางของกระแสน้ำที่เกิดทั้งจากอิทธิพลของลมและน้ำขึ้นน้ำลง

3.3.2 ขอบเขตของแบบจำลอง

แบบจำลองถูกกำหนดให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วทั้งอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ระหว่างพิกัด 92E-110W และ 3S-18N ความลึกท้องทะเลได้จาก ETOPOS

parameters ที่ใช้ในการคำนวณ คือ

ในแนวราบ $\Delta X = \Delta Y = 17$ กม.

ในแนวดิ่งแบ่งเป็น 21 ชั้น โดยชั้นบนมีความลึกมากที่สุดประมาณ 2 ม.

External $\Delta t = 40$ วินาที

Internal $\Delta t = 1800$ วินาที

ความเค็มและอุณหภูมิตลอดความลึกได้จาก seasonal Levitus ocean climate (May, 2000)

3.3.3 การเปรียบเทียบผลการคำนวณ Wind driven current จาก POM กับข้อมูลสนาม

ข้อมูลกระแสน้ำจากหุ่นสมุทรศาสตร์ของคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สถานีหัวหิน ระหว่างวันที่ 1-11 พฤศจิกายน 2540 ได้รับการวิเคราะห์ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากพายุลินดามากที่สุด เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์จาก POM ข้อมูลกระแสน้ำจึงถูก filter ด้วย FIR high pass filter โดยใช้ cutoff frequency = 4 และ 5 cycle/day เพื่อให้เหลือเฉพาะความเร็วกระแสน้ำที่เกิดจากลมเท่านั้น ขั้นตอนการ filter มีดังนี้

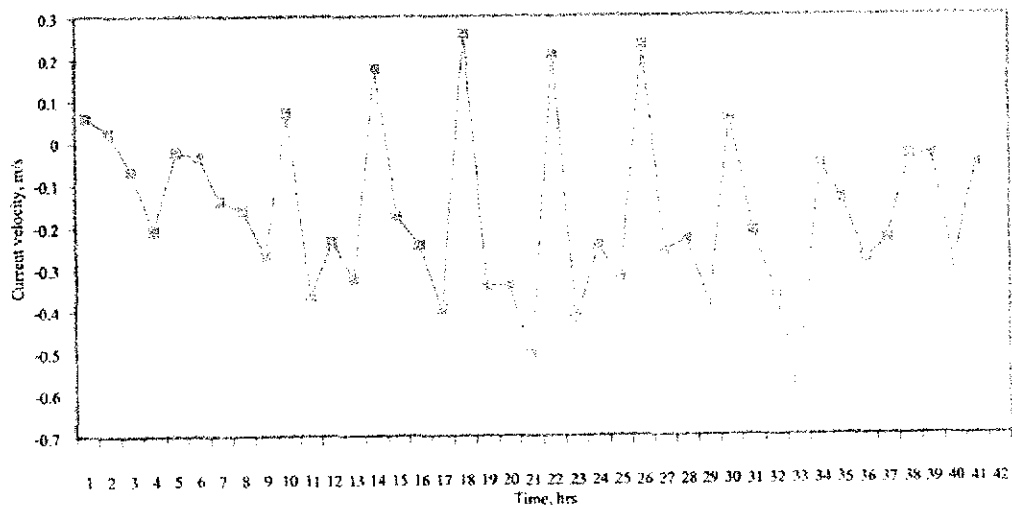
1. แยกความเร็วกระแสน้ำ (U) ออกเป็นความเร็วทางทิศเหนือ-ใต้ (u) และทางทิศตะวันออก-ตก (v)

$$u = U \sin \theta$$

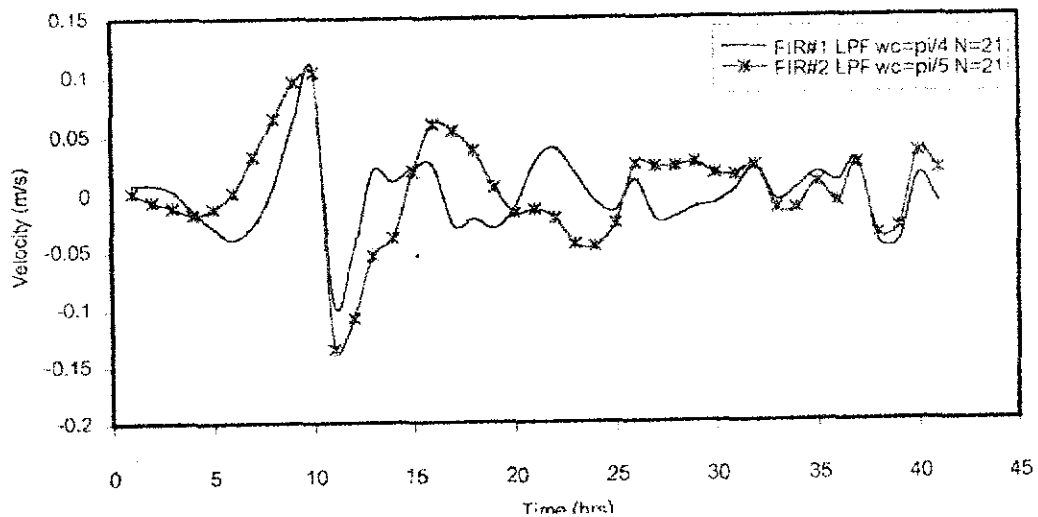
$$v = U \cos \theta$$

2. ทำการ filter ความเร็ว u และ v ด้วย FIR Lowpass Filter
3. นำ u และ v ที่ filter แล้วมารวมกันหาความเร็วลัพธ์ (V)
4. กำหนดทิศทางของ V โดยให้ความเร็วที่มีทิศไปทางทิศเหนือเป็น + และไปทางทิศใต้เป็น -

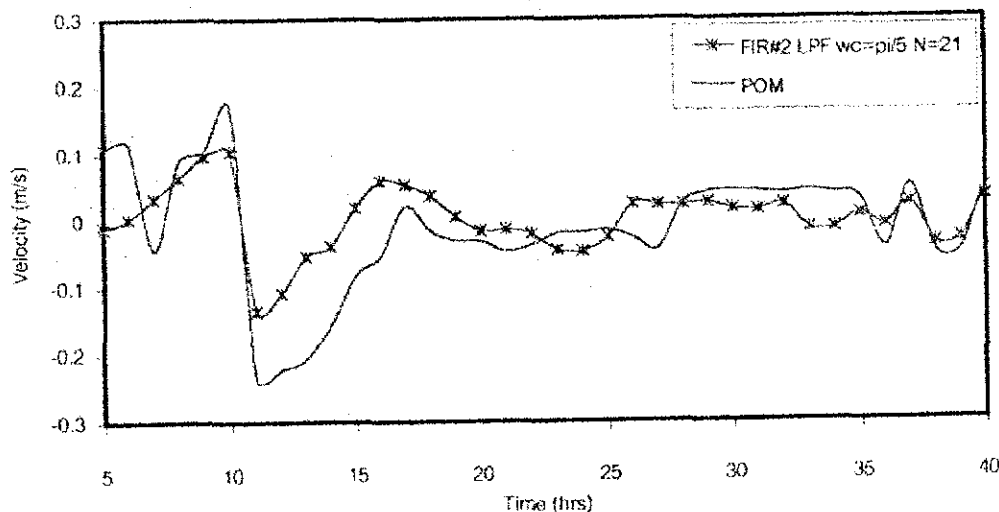
ผลการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลสนามรายชั่วโมงที่สถานีหัวหินกับผลการ
คำนวณด้วยโปรแกรม POM แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 4 กระแสน้ำจากหุ่นสมุทรศาสตร์สถานีหัวหินระหว่างวันที่ 1-11 พฤศจิกายน 2540



รูปที่ 5 FIR high pass filter ของข้อมูลในรูปที่ 1



รูปที่ 6 เปรียบเทียบการคำนวณของ POM กับข้อมูลกระแสน้ำจากหุ่นสมุทรศาสตร์ในรูปที่ 5

สรุปผลการเปรียบเทียบข้อมูลสนามกับ POM

ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นสาระสำคัญดังต่อไปนี้

1. ในสภาวะลมปกติพบว่า แบบจำลองฯ POM สามารถพยากรณ์ขนาดและทิศทางของความเร็วกระแสน้ำที่เกิดจากลมได้ค่อนข้างแม่นยำ
2. ที่ความเร็วลมสูง ๆ เช่น ขณะเกิดพายุ POM ให้ค่าต่ำกว่าที่วัดได้จริงค่อนข้างมาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ในทางปฏิบัติแล้ว ขณะเกิดพายุลมจะมีความถี่ค่อนข้างสูงทำให้กระแสน้ำตอบสนองไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของลมที่มากระทำ โดยเฉพาะที่ความลึกมากขึ้น
3. ความเร็วกระแสน้ำเนื่องจากลมพบว่ามีความถี่ต่ำกว่า 5 cycles/day
4. wind induced current มีค่าค่อนข้างน้อย (~ 0.05 m/s) เมื่อเทียบกับ tide generated current ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง $+0.25$ m/s และ -0.5 m/s
5. ทิศทางที่ได้จาก POM กับข้อมูลสนามอาจไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรง ซึ่งอธิบายได้จากทฤษฎี Ekman transport ซึ่งชี้ให้เห็นว่าทิศทางของกระแสน้ำที่แต่ละความลึกขึ้นอยู่กับเวลาที่ลมกระทำต่อผิวน้ำ โดยเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง $0^\circ - 80^\circ$

3.4 การศึกษาการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของ tides

แม้ว่าการพยากรณ์การเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำที่เกิดจากลมสามารถช่วยให้ติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุที่พืวน้ำได้ แต่ในกรณีที่ลมอ่อนและในช่วงเวลาที่สั้นกว่าครึ่งหนึ่งของคาบน้ำขึ้นน้ำลง อนุภาคน้ำจะเคลื่อนที่ไปภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง อย่างไรก็ตามการพยากรณ์ขนาดและทิศทางของความเร็วกระแสน้ำขึ้นน้ำลงร่วมกับกระแสน้ำจากลมที่แต่ละเวลาอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นการวิจัยนี้จึงประมาณระยะทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำจากน้ำขึ้นน้ำลงที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วทั้งอ่าวไทย เพื่อเป็นแนวทางในการค้นหาวัตถุที่ลอยตามน้ำ

ในที่นี้แบบจำลอง 2-D vertically averaged hydrodynamic model ซึ่งพัฒนาโดย Prof.Malcom L Spaulding และ Craig Swanson (1984) บริษัท Applied Science Associates (ASA), Inc. ถูกนำมาใช้พยากรณ์การเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำจากน้ำขึ้นน้ำลง เพราะสามารถควบคุม input และ output ได้ง่ายด้วยโปรแกรม Water Quality Mapping (WQMap) และผู้วิจัยมีความเข้าใจการทำงานของโปรแกรมนี้เป็นอย่างดี

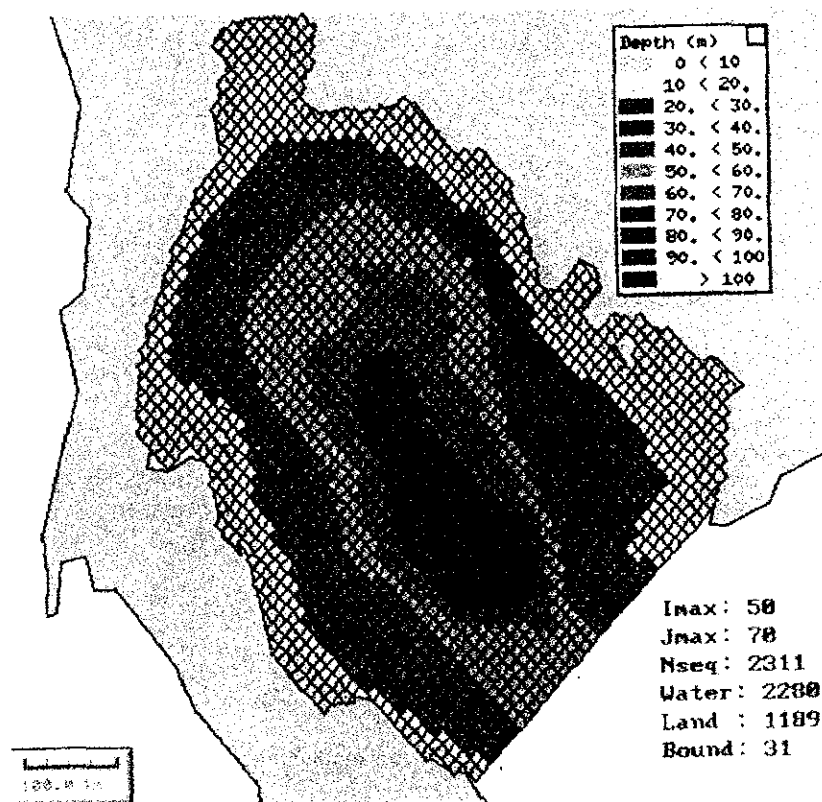
คุณลักษณะของแบบจำลองฯ นี้คือ

1. ระบบพิกัดแบบ spherical coordinates ซึ่งเหมาะกับงานทางด้านสมุทรศาสตร์
2. ใช้ระบบกริดแบบ curvilinear หรือ boundary fitted coordinates ซึ่งเหมาะสำหรับการจำลองชายฝั่งที่ไม่เป็นระเบียบและสะดวกต่อการควบคุม เพราะสามารถประหยัดเวลาในการคำนวณได้มาก และยังสามารถให้รายละเอียดในตำแหน่งที่ต้องการได้

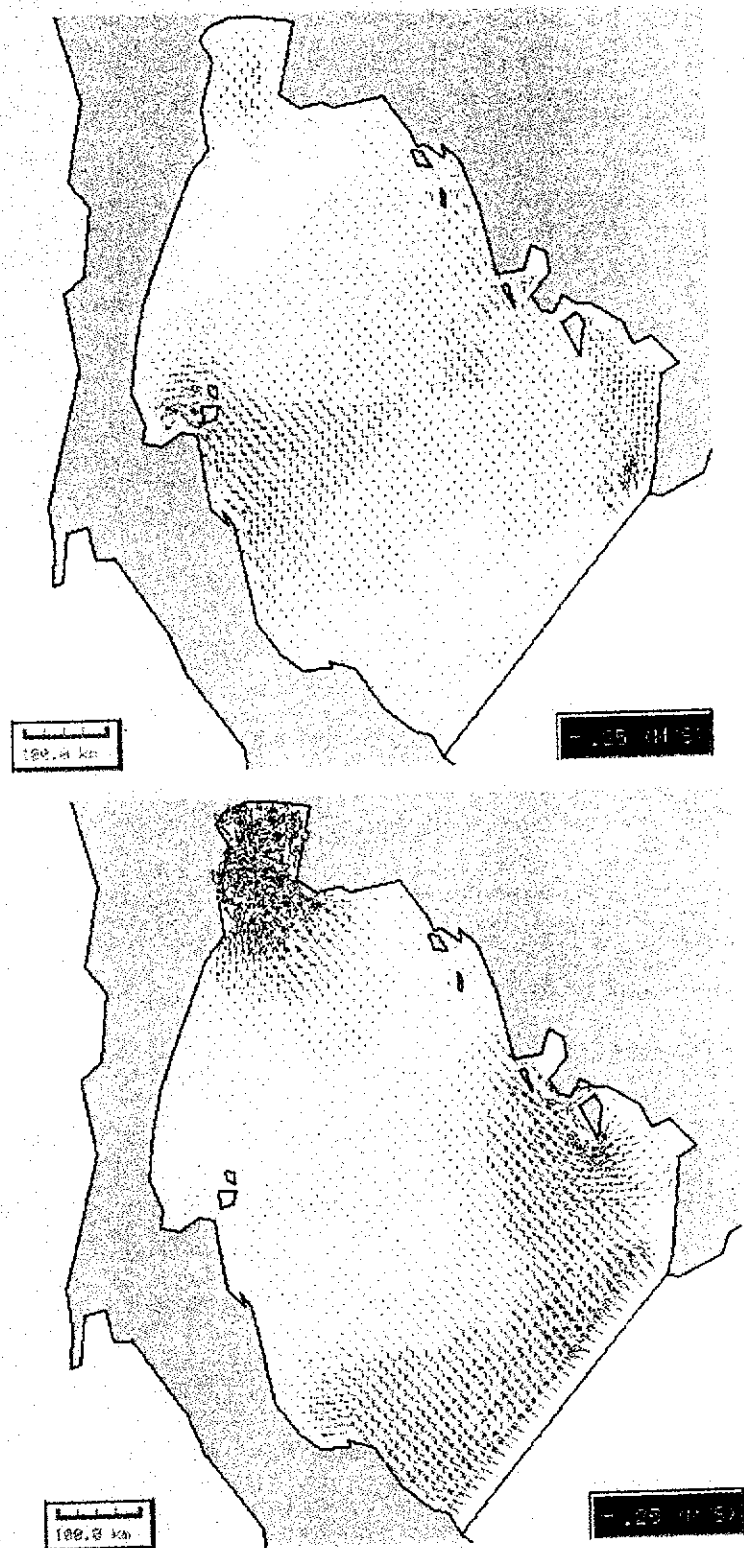
ขั้นตอนในการคำนวณด้วยแบบจำลอง hydrodynamic model แบบ 2 มิติ มีดังนี้

1. กำหนดขอบเขตของแบบจำลอง (model domain) ซึ่งประกอบด้วย แนวชายฝั่งและเกาะต่าง ๆ ในอ่าวไทยซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ ปลายแหลมญวน ชายฝั่งตะวันออกและตะวันตกของอ่าวไทย จนถึง จ.นราธิวาส (รูปที่ 7)
2. ข้อมูลความลึกของอ่าวไทย (แสดงด้วยแถบสีในรูปที่ 7) ได้มาจากข้อมูล ETOPO5

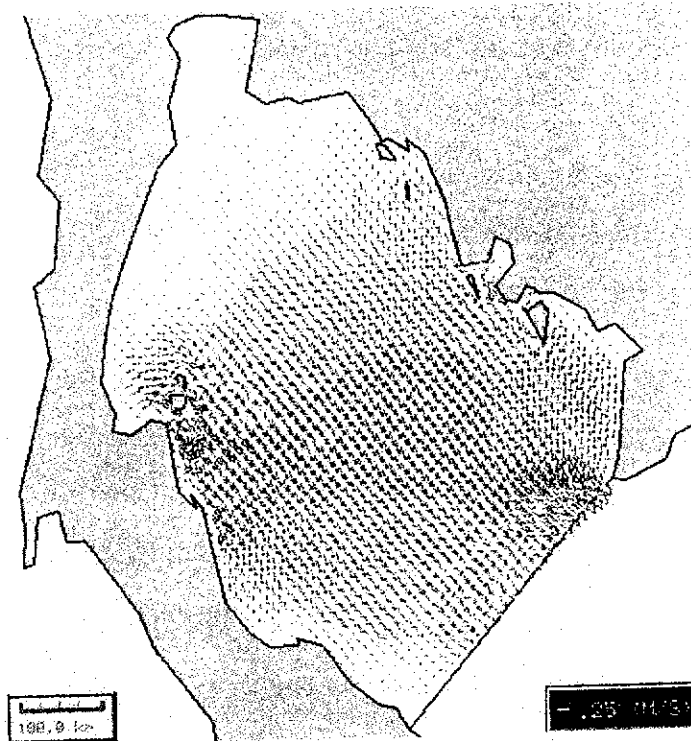
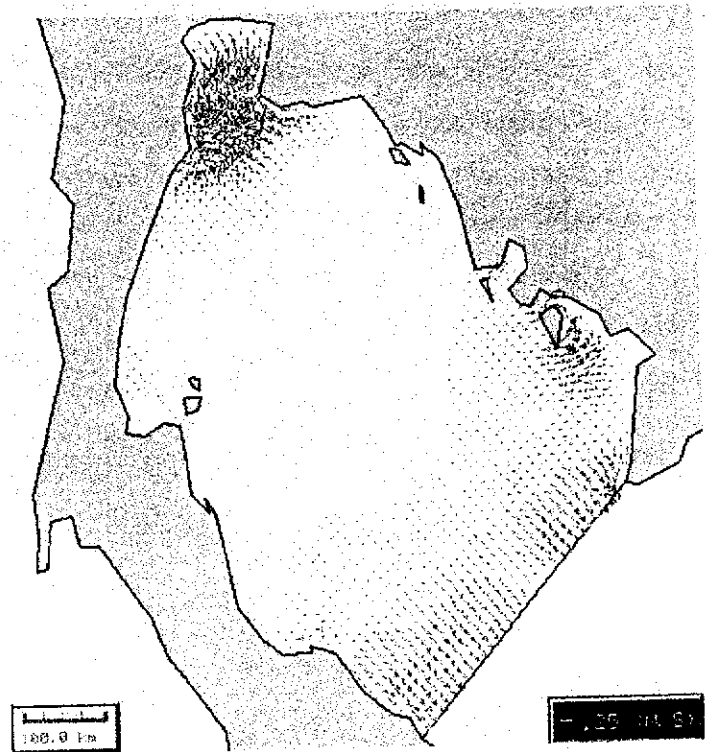
3. กริดสำหรับการคำนวณแสดงไว้ในรูปที่ 7 ในที่นี้เลือกใช้กริดขนาด 11 x 11 กม. เป็นจำนวน 2280 cells
4. transform physical grid ไปเป็น computational rectangular grid
5. input ค่าของ Amplitude และ phase ของ M2 tide ที่แต่ละกริดของ open boundary (AIT, 19..) ซึ่งเชื่อมระหว่างชายฝั่ง จ.นราธิวาส ถึง แหลมญวน
6. กำหนดเงื่อนไขเริ่มต้น (initial condition) ให้เป็นน้ำนิ่งและอยู่ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง
7. การคำนวณใช้ time step = 450 s ซึ่งจะได้ Output คือ ความเร็วกระแสน้ำ และระดับน้ำรายชั่วโมงทั้งอ่าวไทย รูปที่ 8 แสดงผลการพยากรณ์ความเร็วกระแสน้ำในหนึ่งรอบน้ำขึ้นน้ำลง



รูปที่ 7 ขอบเขตของแบบจำลองกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทย โดยมี open boundary อยู่ระหว่างปลายแหลมญวนถึงชายฝั่ง จ.นราธิวาส



รูปที่ 8a การพยากรณ์ความเร็วกระแสน้ำช่วงน้ำขึ้น



รูปที่ 8b การพยากรณ์ความเร็วกระแสน้ำช่วงน้ำลง

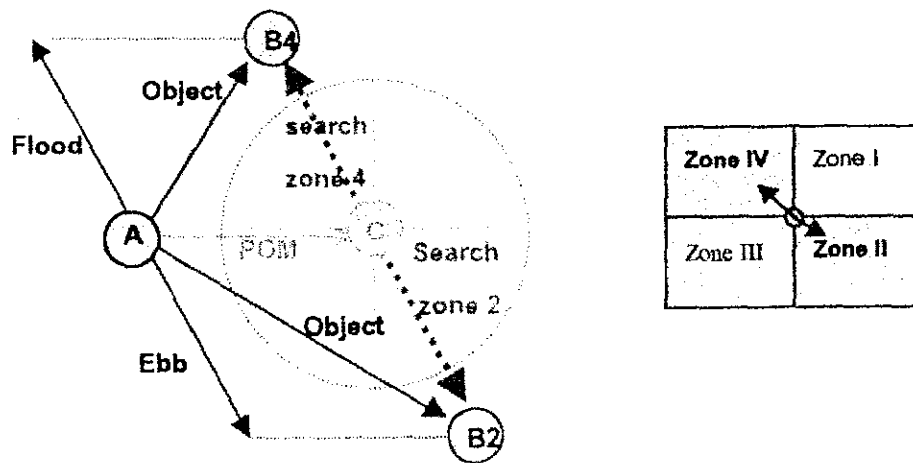
การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ระดับน้ำระหว่างวันที่ 1-10 มกราคม 2544 ของแต่ละตำแหน่งรอบชายฝั่งกับมาตราน้ำที่เสนอโดยกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ถูกแสดงในรูปที่ 10 ซึ่งพบว่าให้คำตอบที่สอดคล้องกัน

ตัวอย่างผลการพยากรณ์รูปแบบและระยะการเคลื่อนของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง (water particle trajectory) ที่ตำแหน่งต่าง ๆ บริเวณชายฝั่ง (รูปที่ 11) หาได้จาก $x = \sum u \Delta t$ และ $Y = \sum v \Delta t$ สำหรับระยะและทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำที่แต่ละตำแหน่งทั่วทั้งอ่าวไทยถูกแบ่งเป็น 4 โซนเพื่อการค้นหา ทั้งนี้เพราะกระแสน้ำขึ้นน้ำลงมีทิศทางและขนาดที่เป็น periodic การแบ่งเป็นโซนจะทำให้การค้นหาวัตถุมีความแม่นยำและประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ในที่นี้นำเสนอทั้งในลักษณะของเส้น contour (รูปที่ 12) และค่าจริงที่แต่ละตำแหน่งในแต่ละโซน (รูปที่ 13)

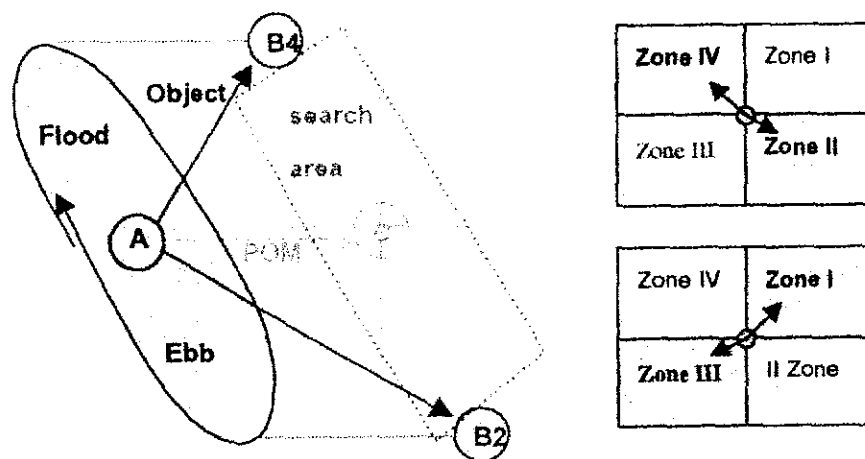
3.5 การใช้โซนค้นหา (search zone)

คำอธิบายการใช้โซนค้นหา (search zone) เช่น ในรูปที่ 9 วัตถุเริ่มต้นที่จุด A ลอยไปภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและลม ในช่วงน้ำขึ้น (flood) วัตถุควรอยู่ที่จุด B4 แต่จาก POM เมื่อไม่คิด tide จะพยากรณ์วัตถุอยู่ที่จุด C ดังนั้นจึงต้องเพิ่มพื้นที่ค้นหาได้ครอบคลุม zone 4 (รูปที่ 12a และ 13a) เนื่องจากเราไม่ทราบขนาดและทิศทางของ flood tide ที่แน่นอน

ในทำนองเดียวกัน ในช่วงกระแสน้ำลง (ebb) ต้องเพิ่มพื้นที่ค้นหาให้ครอบคลุม zone 2 (รูปที่ 12a และ 13a) และในกรณีที่ tide เคลื่อนที่เป็นวงรี จำเป็นต้องเพิ่มพื้นที่ค้นหาใน zone 1 และ zone 3 ด้วยดังแสดงในรูปที่ 12b และ 13b



รูป 9a การประมาณพื้นที่ค้นหา zone 4 และ 2

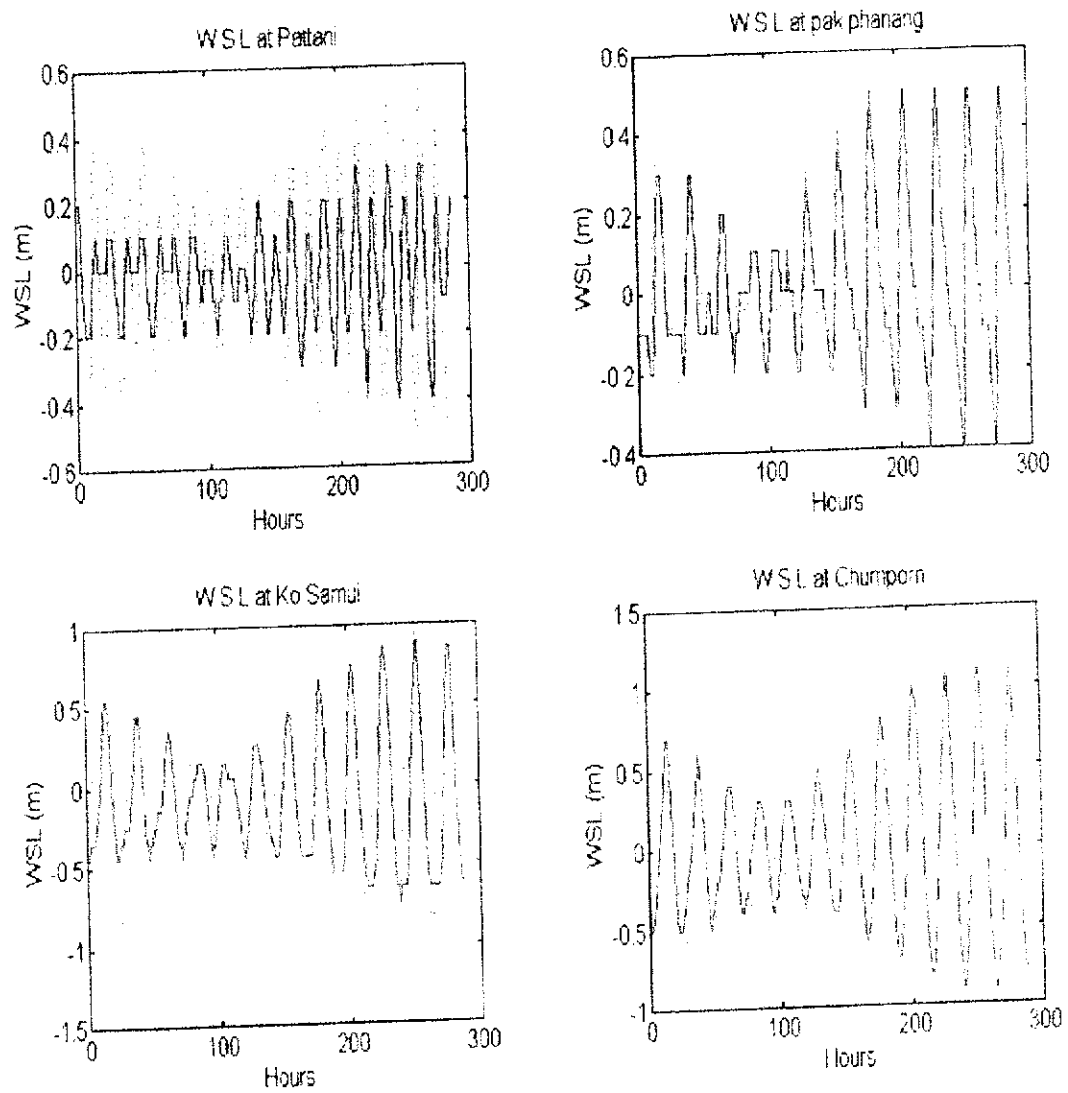


รูป 9b การประมาณพื้นที่ค้นหากรณีที่ tide เคลื่อนที่เป็นวงรี

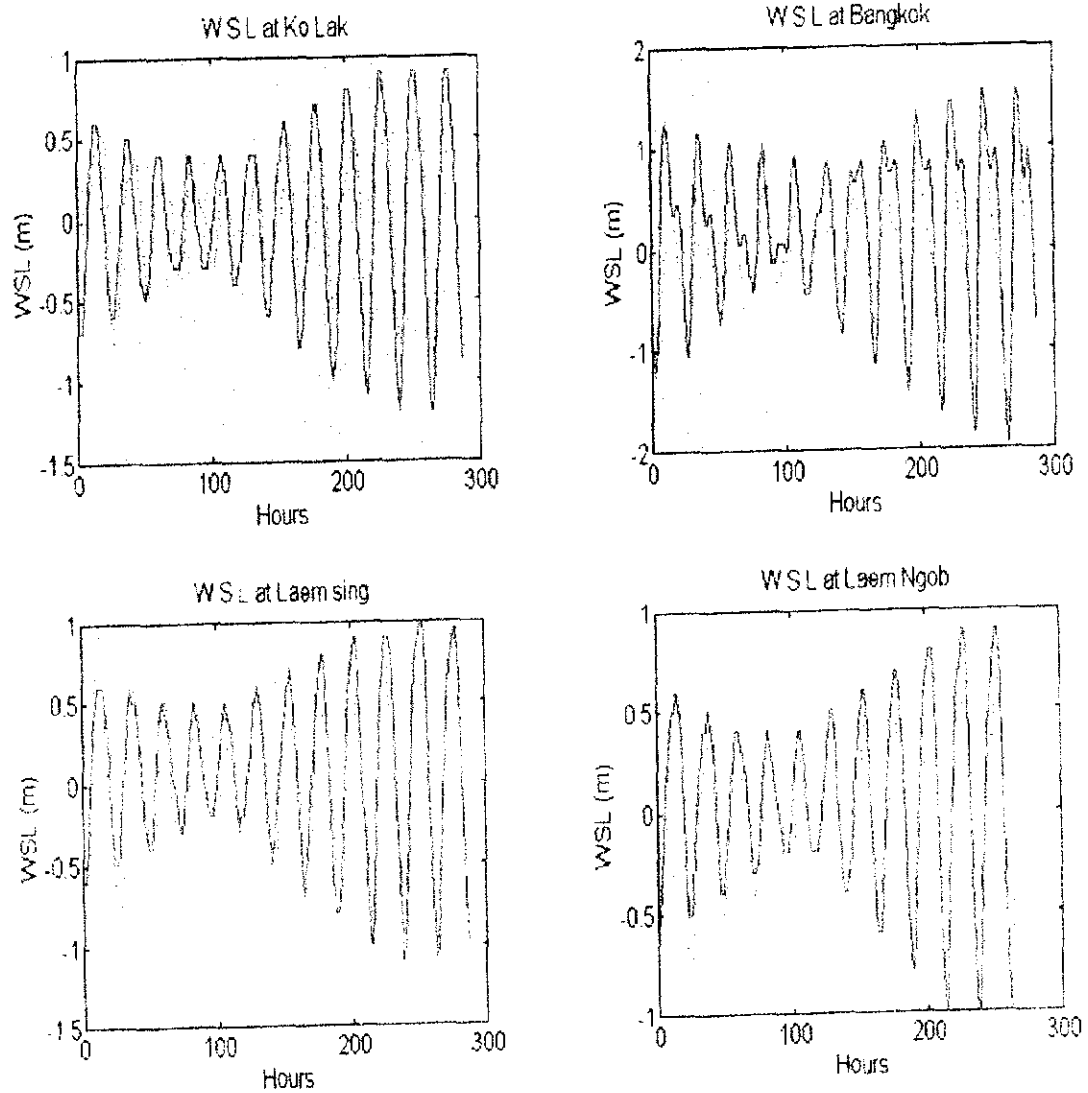
3.6 สรุปการประมาณพื้นที่คันหาวัตถุดิบเนื่องจากอิทธิพลของน้ำลง

เพื่อให้สะดวกต่อการปฏิบัติงานจึงสรุปพื้นที่คันหาในรูปที่ 12 และ 13 ออกเป็นกลุ่ม จังหวัดพื้นที่ชายฝั่งทะเลดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

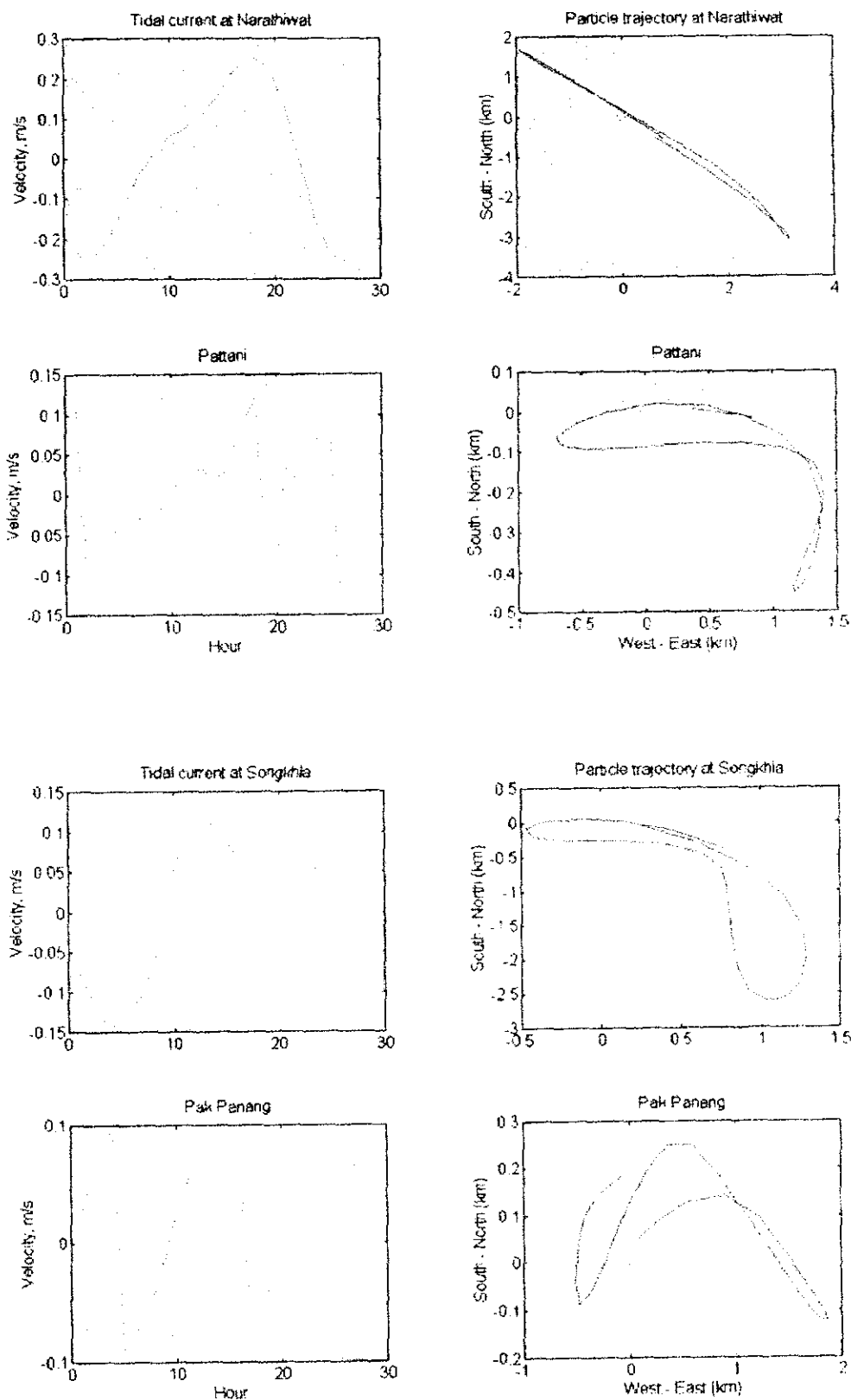
แนวชายฝั่ง 100 กม.	พื้นที่คันหา (ตร.กม.)			หมายเหตุ
	รัศมีคันหา (กม.) ใน Zond 2 และ 4	รัศมีคันหา (กม.) ใน Zond 1 และ 3	รวมพื้นที่	
จ.นราธิวาส	4	1.5	29	
จ.ปัตตานี-สงขลา	3.5	0.8	20	
จ.นครศรีฯ-สุราษฎร์ฯ	4.5	0.9	33	ยกเว้น โคยรอบเกาะสมุย
เกาะสมุย	7	0.9	78	
จ.ชุมพร-ประจวบฯ	2	0.7	7	ยกเว้น อ.ปราณบุรี-หัวหิน
อ.ปราณบุรี-หัวหิน	1	3.5	21	
จ.ระยอง-ตราด	2.8	0.5	13	
กลางอ่าวไทย	ไม่รวมอ่าวไทยรูปตัว ก			
ดอนบน	2.6	0.5	11	
ดอนกลาง	3.5	0.5	20	
ดอนล่าง	4	0.7	26	
อ่าวไทยรูปตัว ก	กระแสน้ำเคลื่อนที่เป็นรูปวงรี			
ดอนบน	7	5	116	
ดอนกลาง	9.5	8	242	
ดอนล่าง	6.5	5.5	114	ยกเว้นชายฝั่ง จ.ชลบุรี
จ.ชลบุรี	17	2	460	



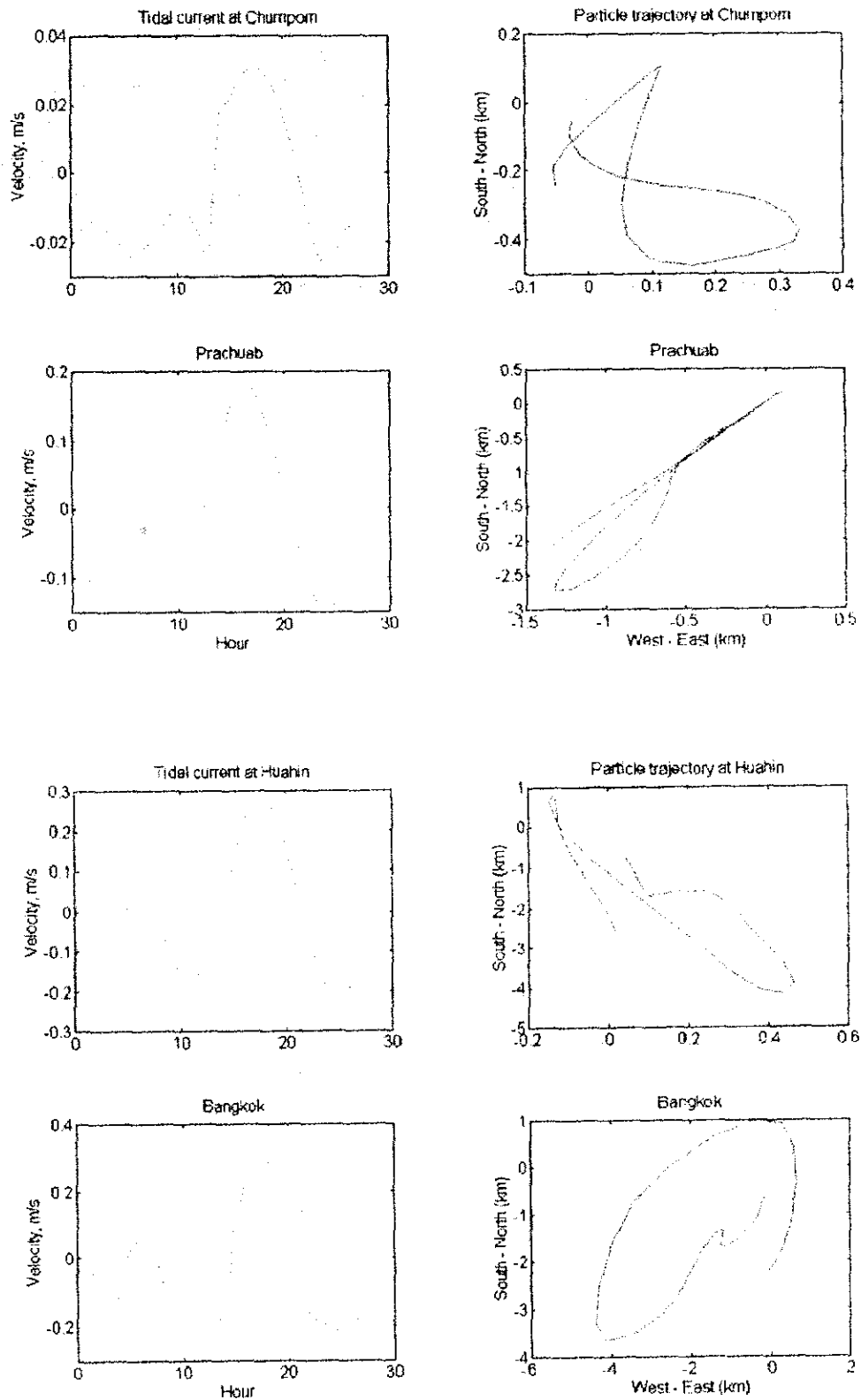
รูป 10a เปรียบเทียบผลการคำนวณระดับน้ำกับมาตรน้ำกรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ



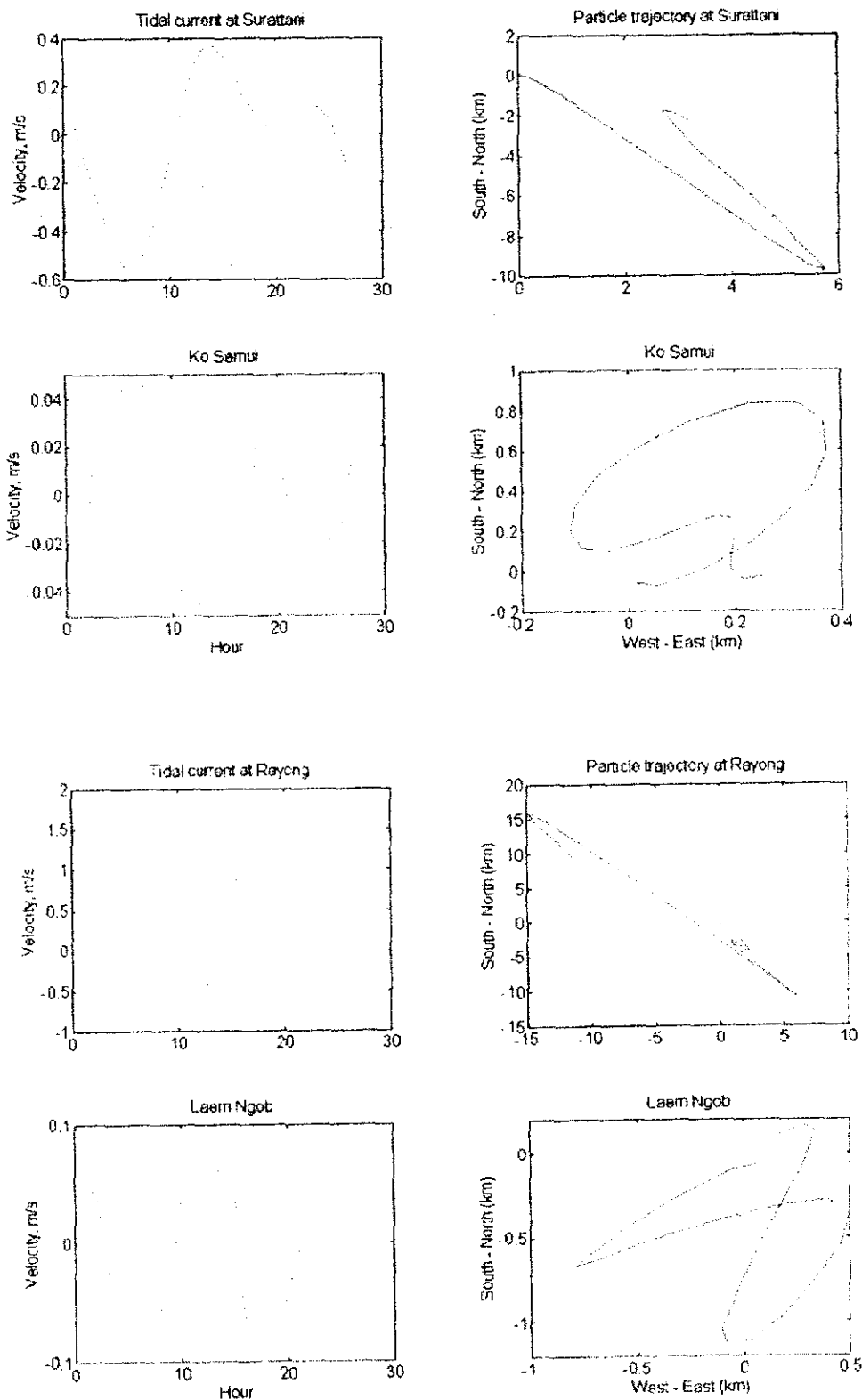
รูป 10b เปรียบเทียบผลการคำนวณระดับน้ำกับมาตรฐานกรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ



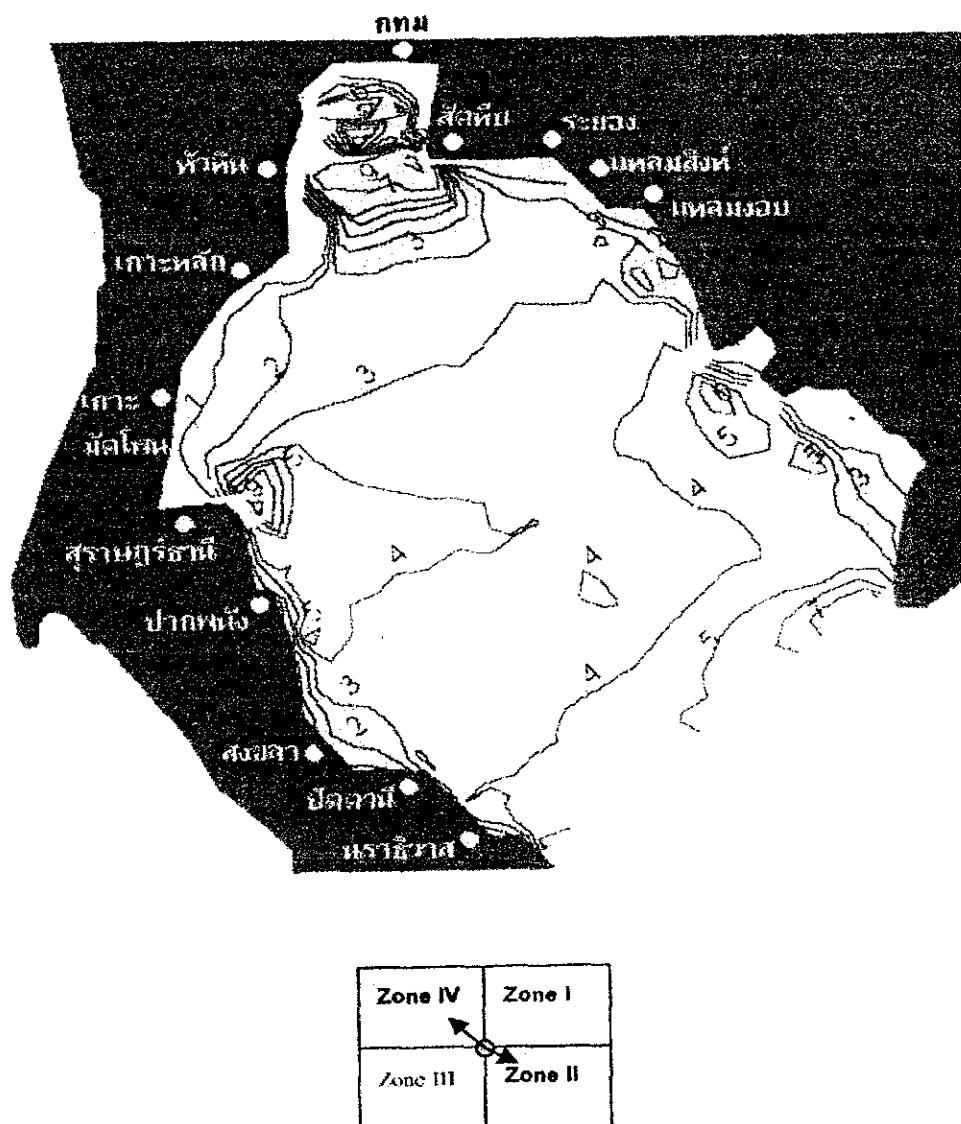
รูป 11a รูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง



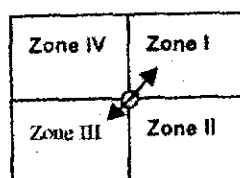
รูป 11b รูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง



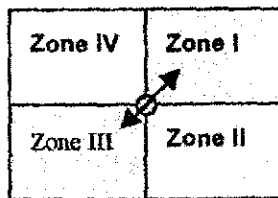
รูป 11c รูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง



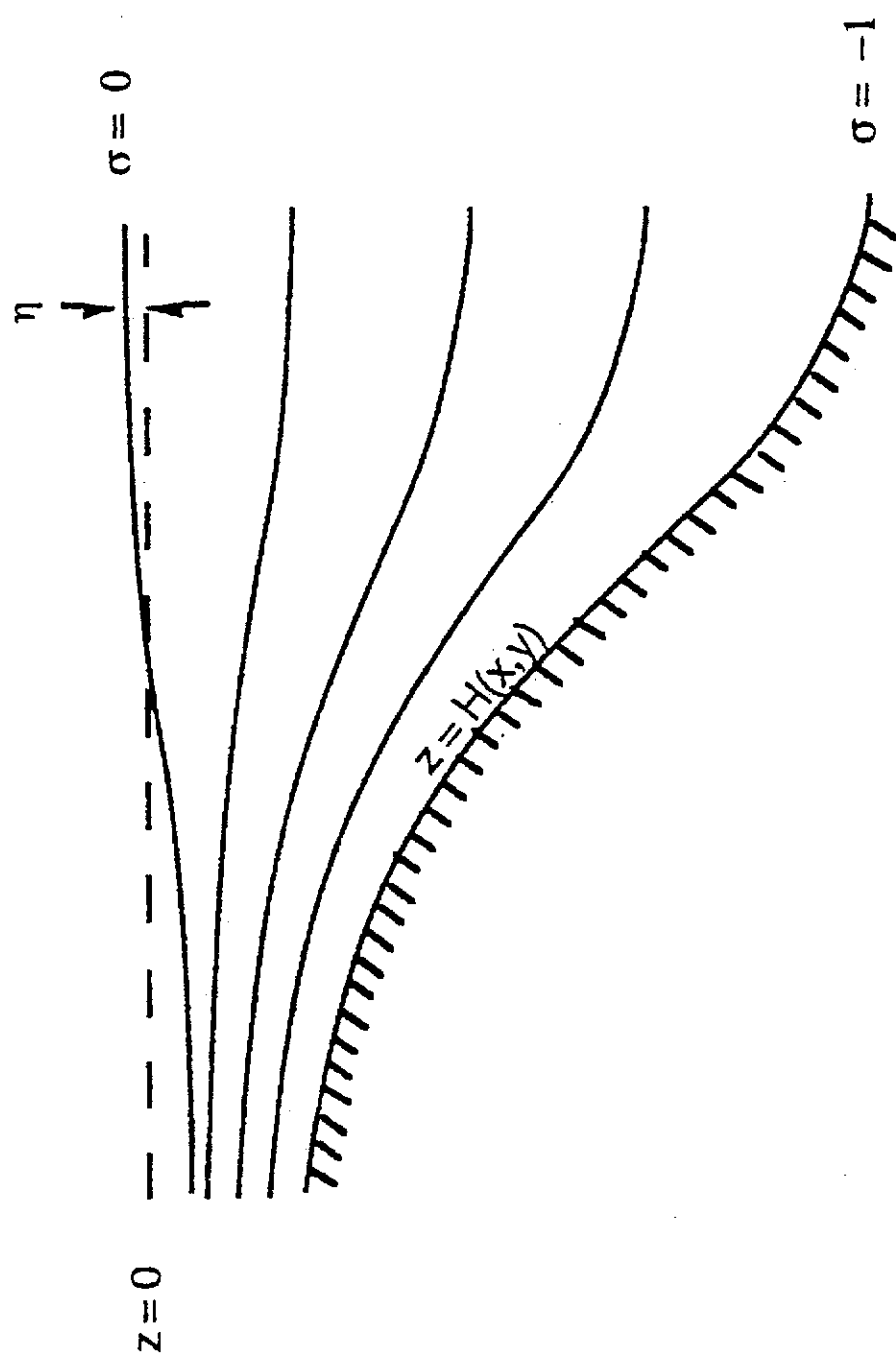
รูป 12a ระยะการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในโซนที่ 4 และ 2 (หน่วยเป็นกิโลเมตร)



รูป 12b ระยะการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในโซนที่ 1 และ 3 (หน่วยเป็นกิโลเมตร)

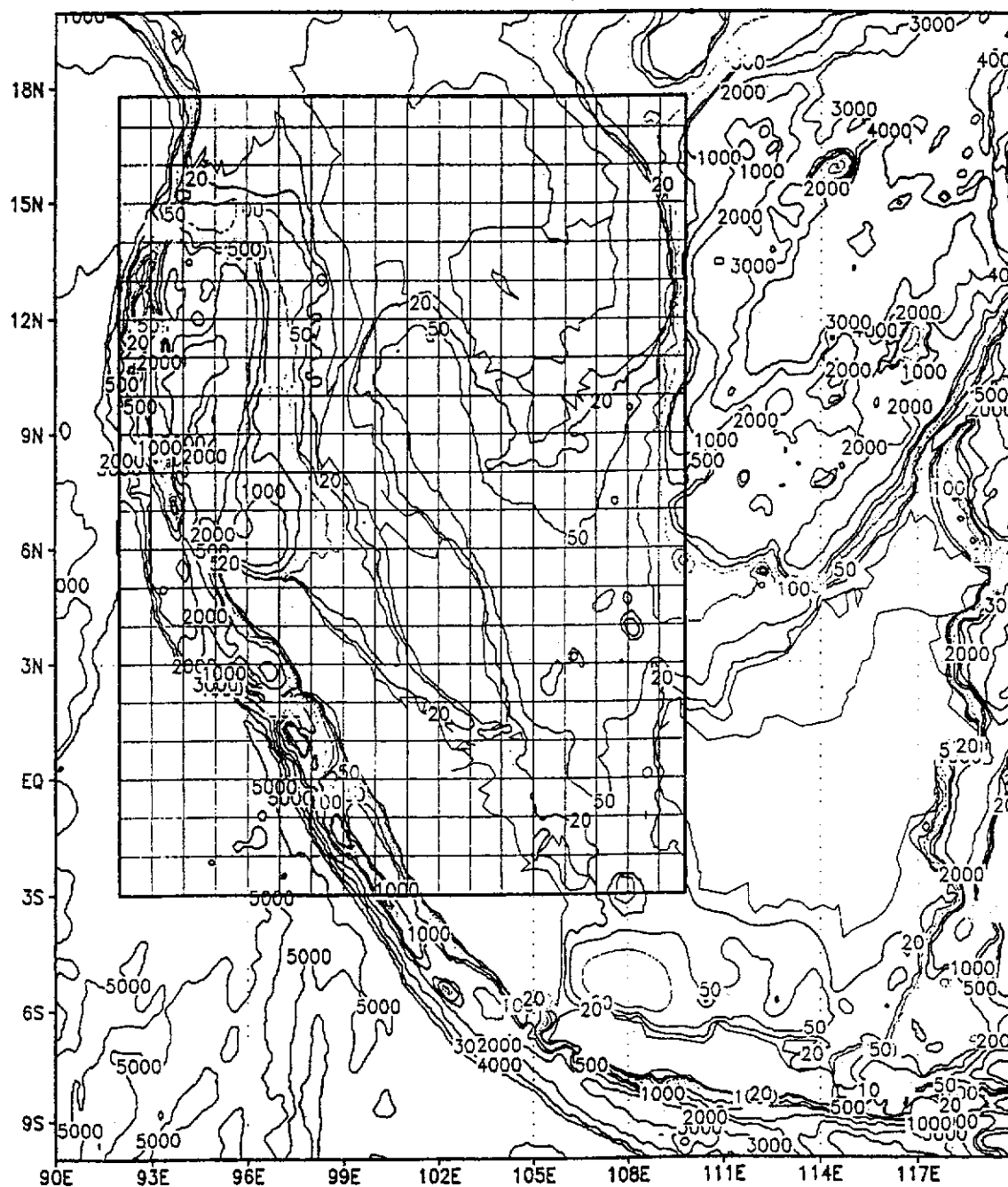


รูป 13b ระยะการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในโซนที่ 1 และ 3 (หน่วยเป็นกิโลเมตร)



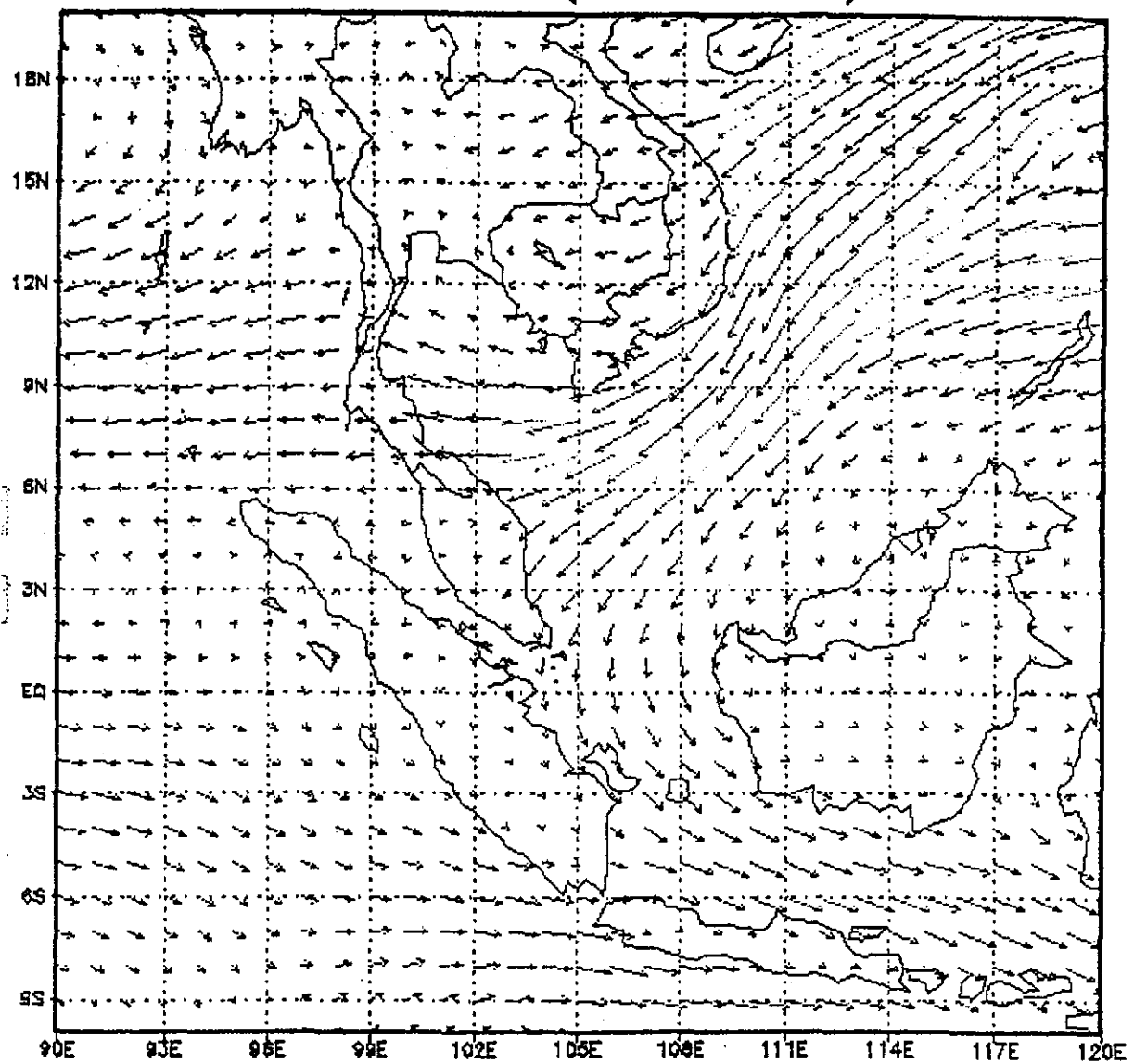
รูปที่ 14 The sigma coordinate system

Model Grid (90x105)



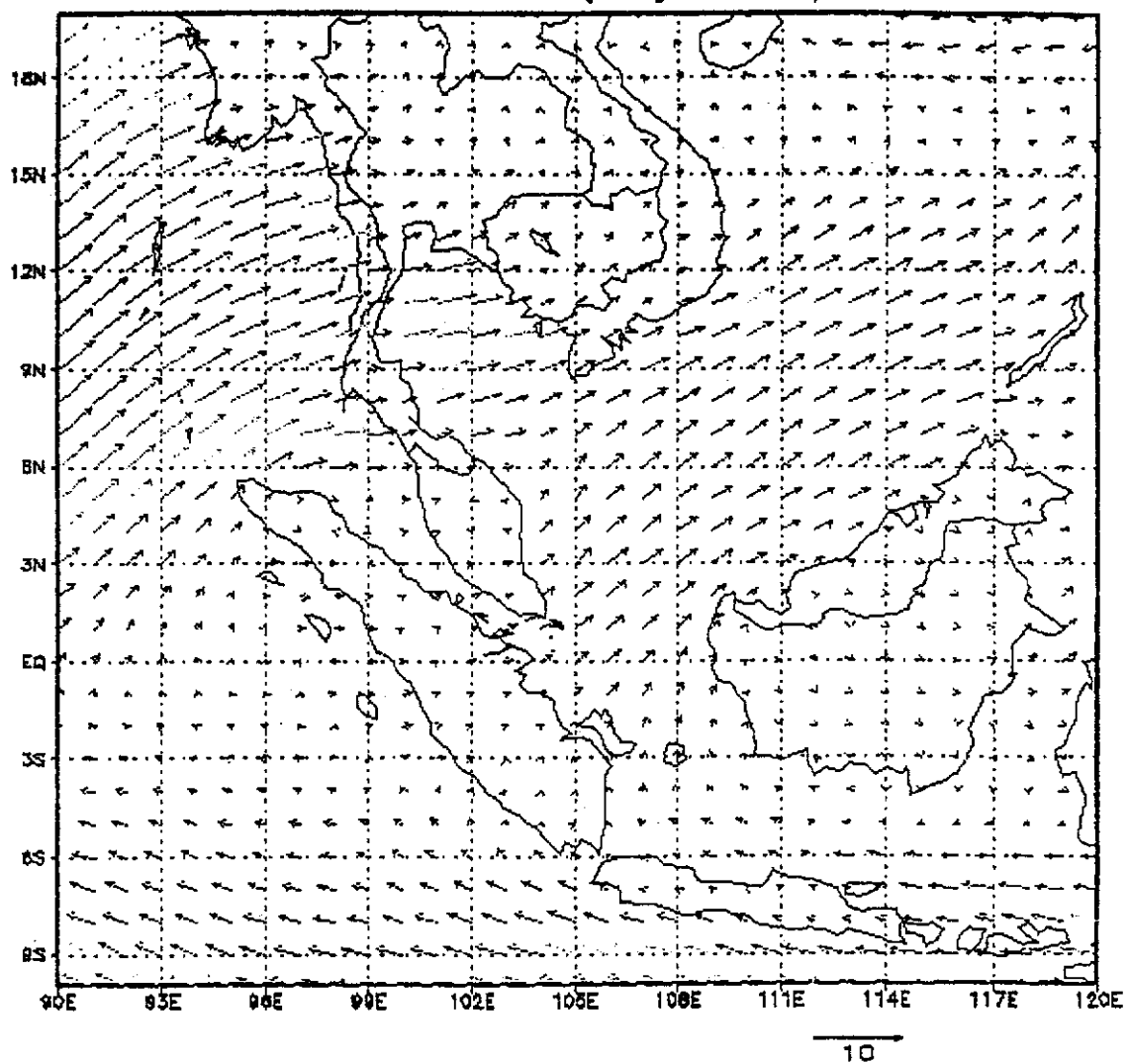
รูปที่ 15 Model grid for the Gulf of Thailand and Andaman Sea

Mean Wind (March 2000)



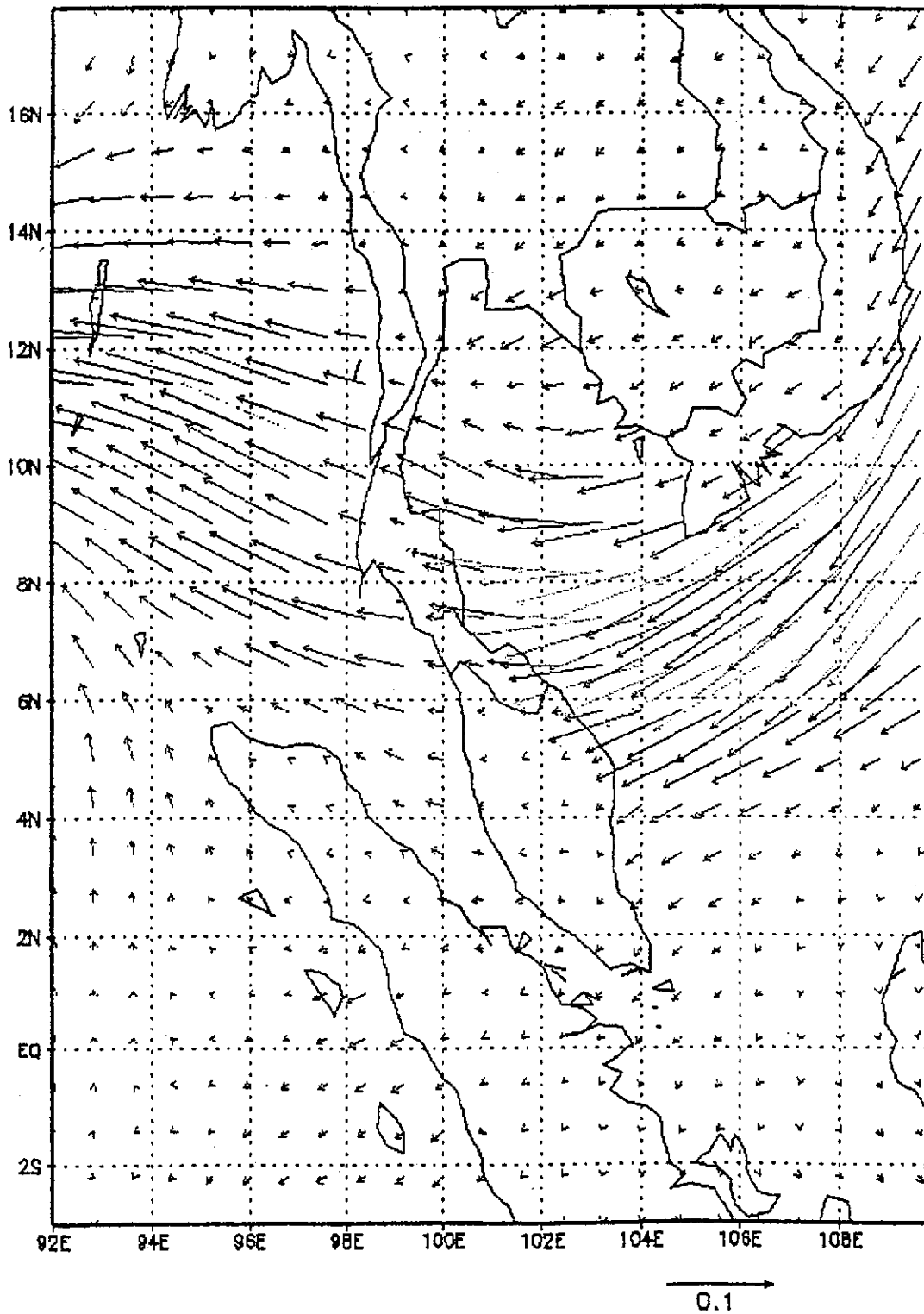
รูปที่ 16 Mean Wind March

Mean Wind (May 2000)



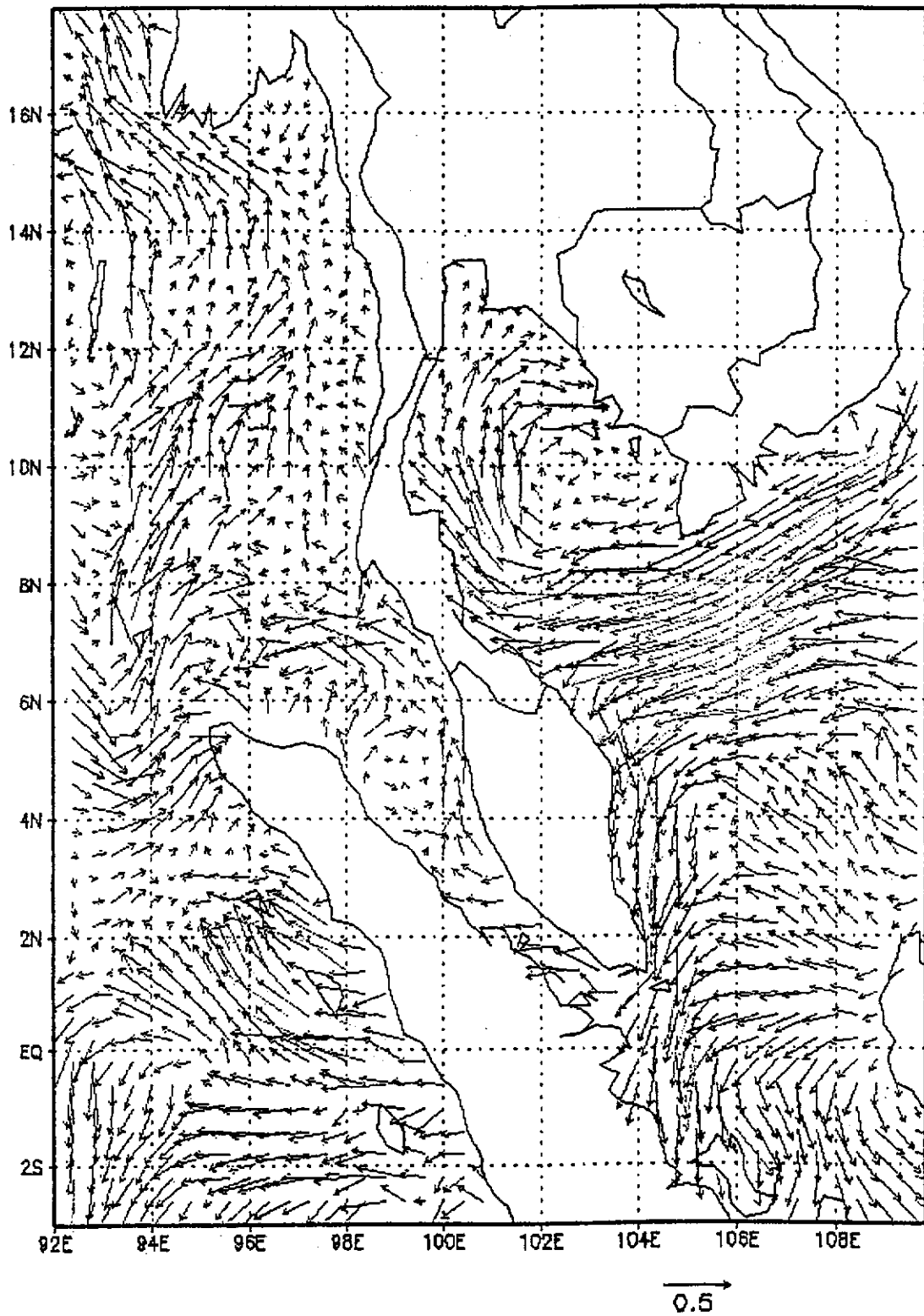
รูปที่ 17 Mean Wind May

Wind Stress 28 March 2000



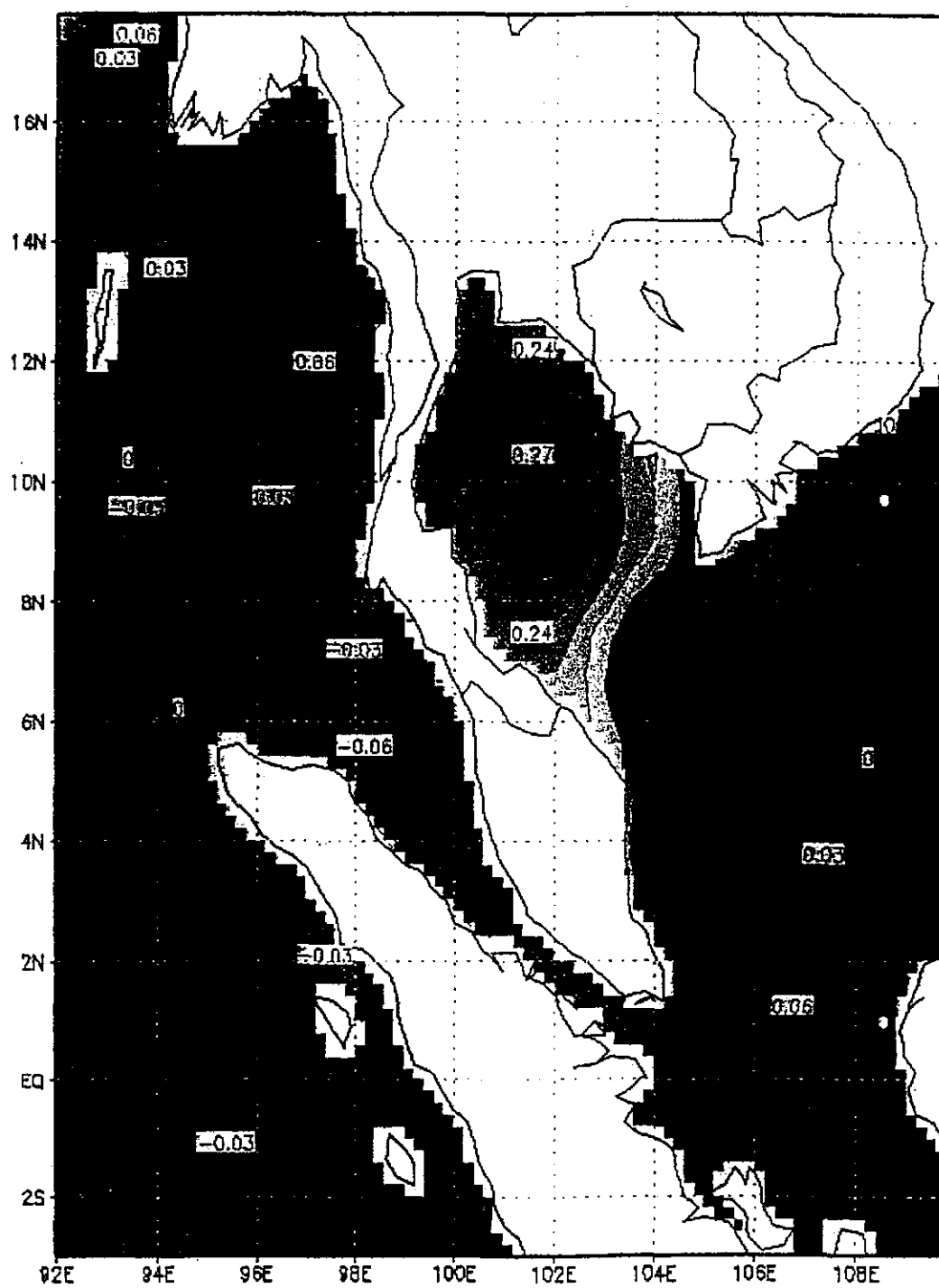
รูปที่ 18 Wind Stresses for 28 March 2000

Currents 29 March 2000



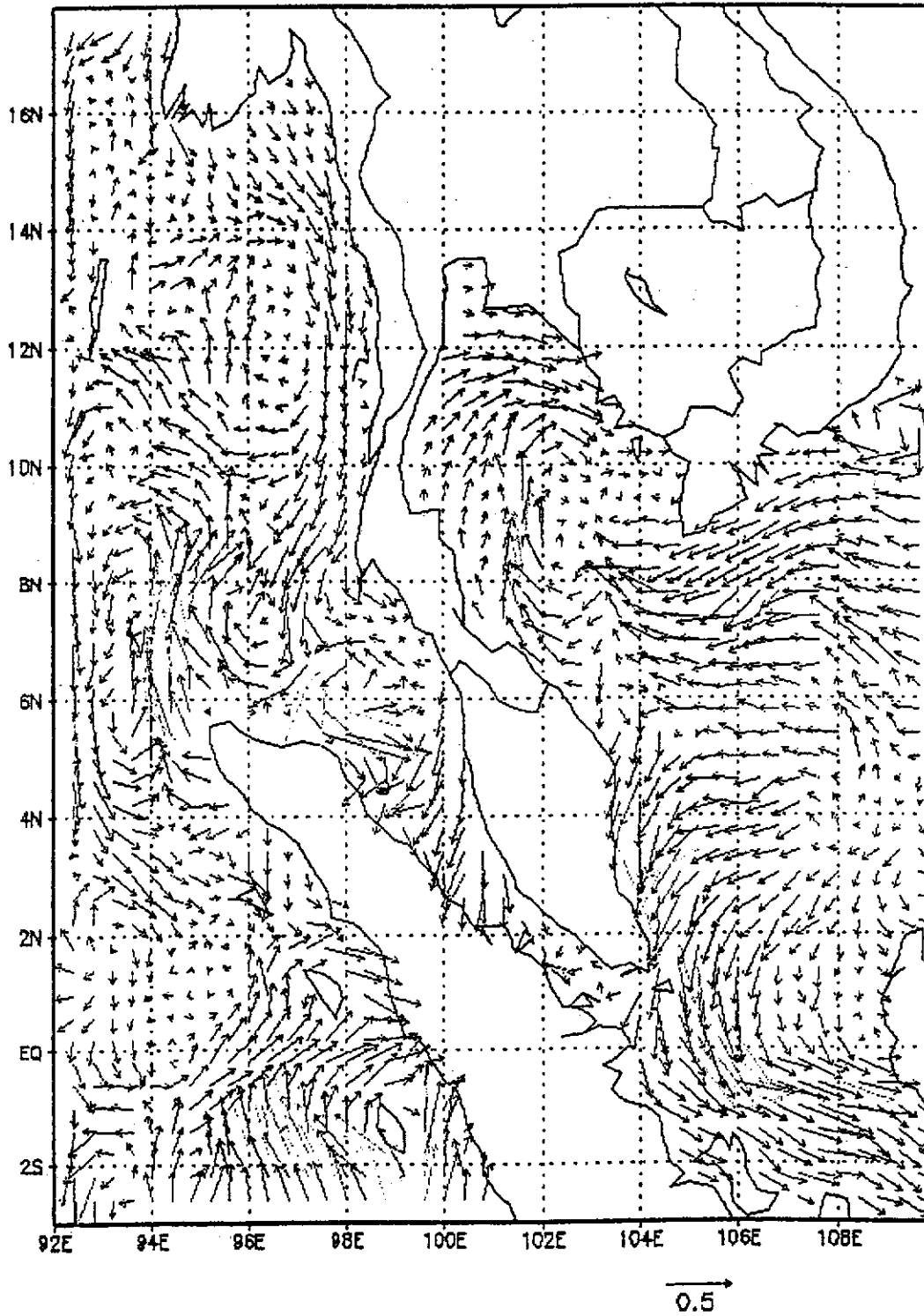
รูปที่ 19 Currents on 29 March 2000

Free Surface 29 March 2000



รูปที่ 20 Free Surface on 29 March 2000

Surface Currents 16 March 2000



รูปที่ 21 Surface Current on 16 March 2000

Particle Paths March 2000

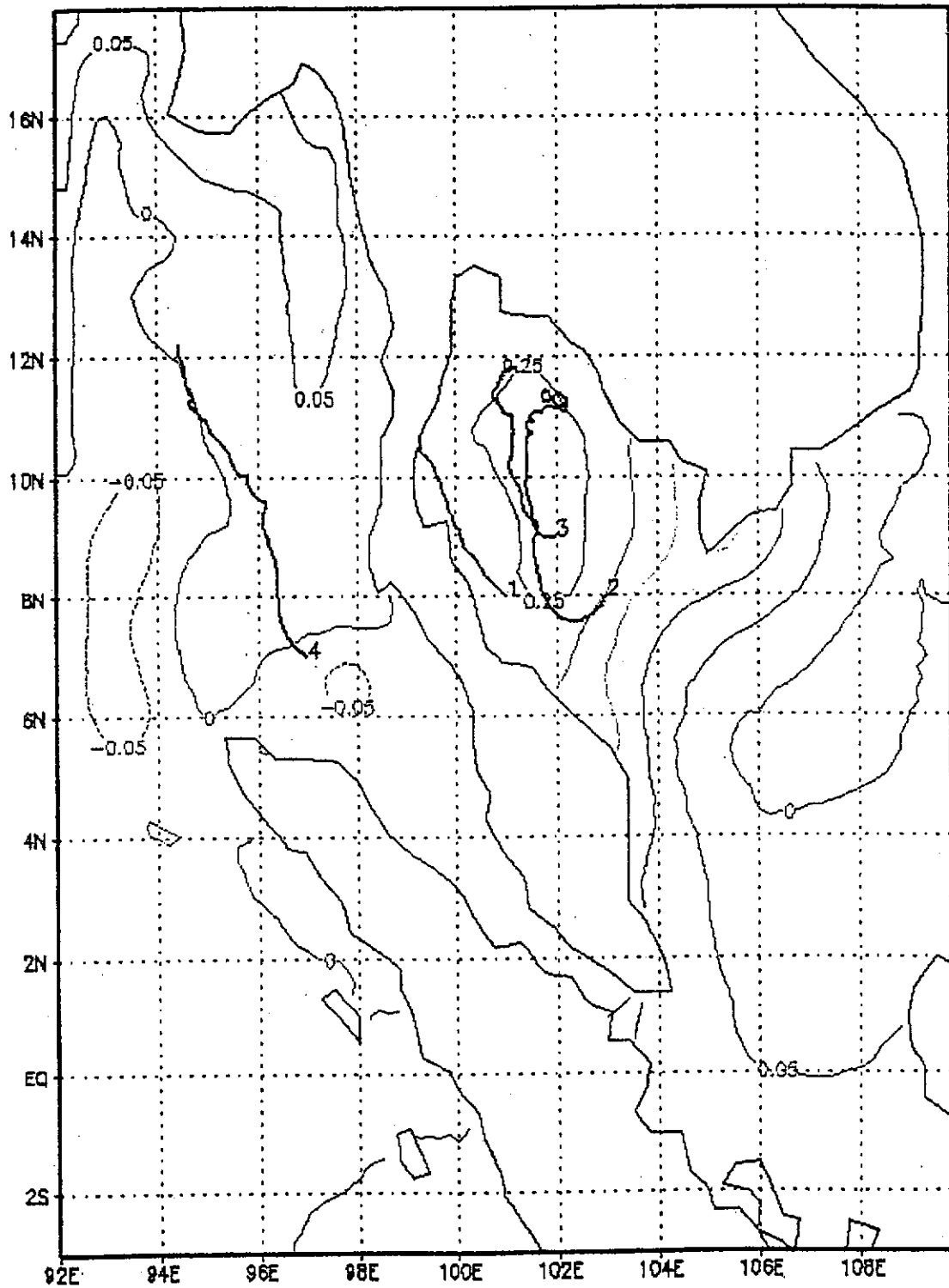
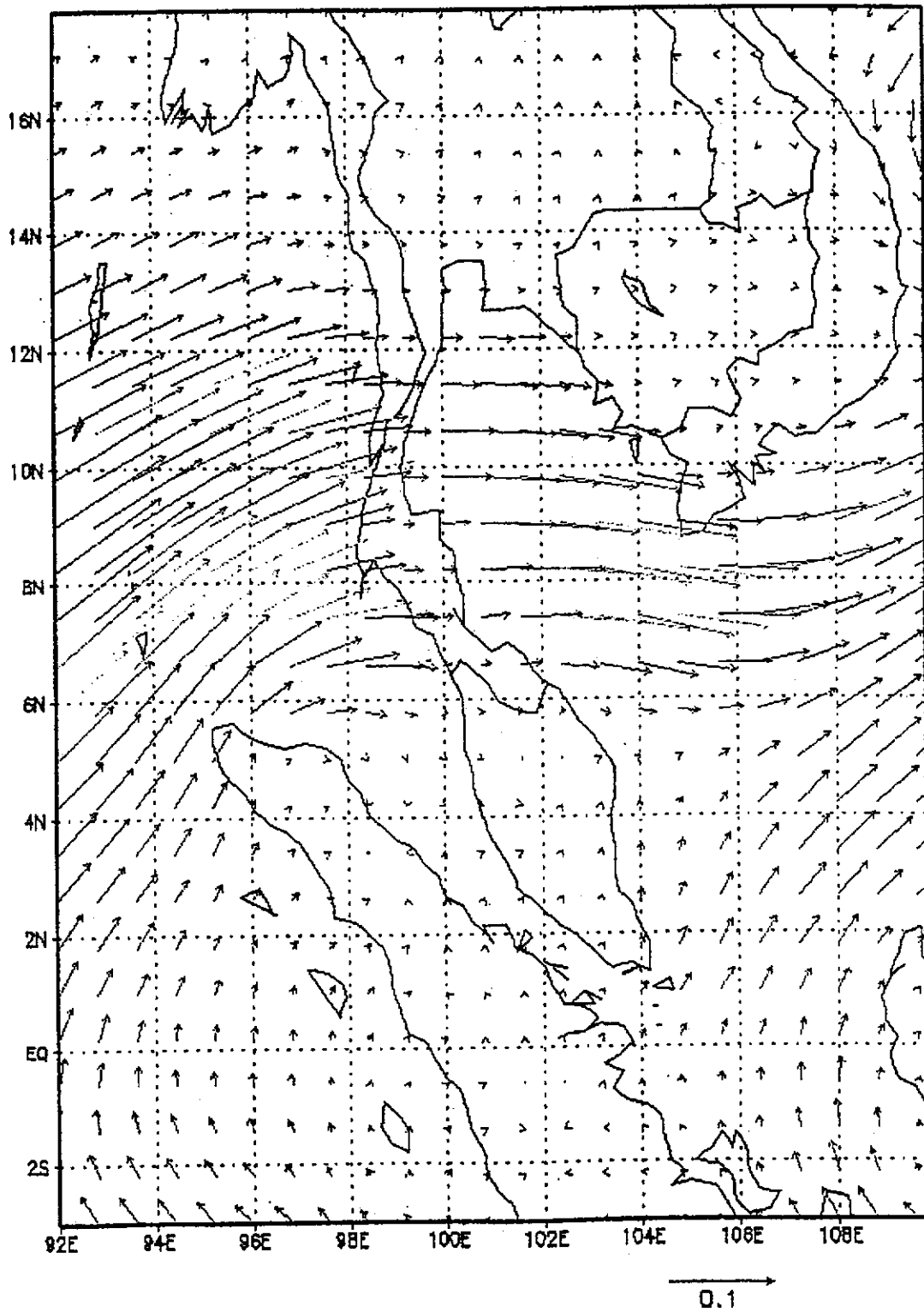


Figure 22 Particle Paths in March 2000

Wind Stress 31 May 2000



รูปที่ 23 Wind Stress on 31 May 2000

โครงการวิจัย และพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของ การกู้ภัยพิบัติทางทะเล (SAR) ฝ่ายโมเดล

- น.ท.อานนท์ วายวานนท์
- น.ท.บงกช สโมสร
- น.ต.พินัย จินชัย
- ร.อ.วิริยะ เหลืองอร่าม
- ร.ท.สุขสันต์ สือสกุล

4. การพัฒนา และทดสอบความถูกต้องของ POM

4.1 การดำเนินการที่ผ่านมา

โครงการได้จัดให้มีการอบรมการใช้ และพัฒนาโมเดลพยากรณ์กระแสน้ำ POM เพื่อใช้ในพื้นที่น่านน้ำไทยเมื่อ ก.พ.43 โดยได้รับการสนับสนุนให้ใช้พื้นที่ห้องประชุม กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ ในการจัดการฝึกอบรม และมีที่ปรึกษาโครงการ Dr. Paul May ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านโมเดลจาก Fleet Numerical Meteorology and Oceanography (FNMOC), US. Navy เป็นวิทยากรในการฝึกอบรม ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกอบรม ส่วนใหญ่เป็นข้าราชการของกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับการพัฒนาโมเดลนั้น ได้มีการปรับ โมเดลให้สามารถพยากรณ์กระแสน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่ที่น่านน้ำไทย ครอบคลุมทั้งฝั่ง อ่าวไทย และฝั่งทะเลอันดามัน ตั้งแต่ละติจูด 3 องศาใต้ ขึ้นไปถึง 18 องศาเหนือ ลองจิจูดตั้งแต่ 92 องศาตะวันออก ไปจนถึง 110 องศาตะวันออก โดยมีความละเอียด (Resolution) 0.2 องศา รวมจำนวนจุดข้อมูล (กริด) 9,450 จุด (105 Rows x 90 Columns) สำหรับรายละเอียดทางเทคนิคก็คือ POM นี้ RUN บนระบบปฏิบัติการ LINUX (ลินุกซ์) ใช้คำสั่ง UNIX โดยโครงการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ Pentium III 550 MHz RAM 128 Mbyte และ Hard disk 10.2 Gbyte

เมื่อกำหนดพื้นที่ให้ POM แล้วก็มีการปรับปรุงโมเดลโดยป้อนข้อมูลสภาพแวดล้อม ต่าง ๆ ของน่านน้ำไทยเข้าไปในโมเดลเสียก่อน เช่น ข้อมูลความลึกน้ำ ใส่ข้อมูลให้ โมเดลทราบว่าส่วนใดเป็นพื้นน้ำ ส่วนใดเป็นพื้นแผ่นดิน และทำการปรับข้อมูลสภาพแวดล้อมบางส่วนมิให้เกิดข้อจำกัดต่อการคำนวณของโมเดล เช่น ปรับลดความลาดชัน ของพื้นที่ท้องทะเลที่มีมากเกินไป สำหรับข้อมูล Input ที่สำคัญที่โมเดลใช้ในการพยากรณ์ กระแสน้ำ และเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น ได้แก่ ข้อมูลลมพยากรณ์จาก Master Environment Library, US. Navy ซึ่งมีความละเอียด (Resolution) ทุก 1 องศา นอกจาก นั้นก็ยังต้องมีข้อมูลอุณหภูมิ และความเค็มของน้ำทะเลจากแหล่งข้อมูลเดียวกัน

4.1.1 การเปรียบเทียบข้อมูลกระแสน้ำจาก POM กับข้อมูลกระแสน้ำจากหุ่น โครงการ Seawatch

ในการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของโมเดล POM นั้น ทางฝ่ายโมเดลได้ทดลองพยากรณ์กระแสน้ำในอ่าวไทย และฝั่งทะเลอันดามัน แล้วทำการเปรียบเทียบข้อมูลกระแสน้ำที่ได้จากการพยากรณ์นี้ กับข้อมูลกระแสน้ำที่เก็บรวบรวมไว้จริงจากหุ่นโครงการ SEAWATCH ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ซึ่งจากการเปรียบเทียบพบว่าความแม่นยำถูกต้องในเรื่องความเร็วกระแสน้ำนั้นอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนทิศทางกระแสน้ำนั้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยพบว่าหุ่น Seawatch ในทะเลค่อนข้างเปิดซึ่งอยู่ห่างจากปากแม่น้ำ และมีน้ำลึกมากกว่า 40 เมตร (เช่น บริเวณหุ่นเกาะเต่า และหุ่นภูเก็ต) นั้นทิศทางกระแสน้ำพยากรณ์จะมีความถูกต้องแม่นยำกว่าในบริเวณอ่าวตัวไทยรูปตัว ก. โดยเฉพาะในบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ และมีน้ำตื้น (เช่น บริเวณหุ่นเพชรบุรี และหุ่นสี่ช้าง) (รูปที่ 24-28)

นอกจากการเปรียบเทียบข้อมูลในช่วงคลื่นลมสงบแล้ว ทางฝ่ายโมเดลได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลกระแสน้ำพยากรณ์จาก POM กับข้อมูลกระแสน้ำจากหุ่น Seawatch ในช่วงพายุ ด้วยเพราะเห็นว่าช่วงที่มีพายุเกิดขึ้นเป็นช่วงที่มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด เช่น ในช่วงเกิดพายุลินดา (พ.ย.40) และพายุหวั่งคง(ก.ย.43) ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบพบว่าความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ได้ (รูปที่ 29 - 33)

อย่างไรก็ตามเนื่องจาก POM นั้นเป็นโมเดลที่พยากรณ์กระแสน้ำที่เกิดจากลม (Wind-driven Current) เท่านั้น ทางฝ่ายโมเดลได้สังเกตเห็นความแปรปรวนของความเร็วกระแสน้ำจากข้อมูลหุ่น Seawatch อย่างเด่นชัดทำให้มั่นใจว่า ในอ่าวไทยนั้นกระแสน้ำจริงที่เกิดขึ้นจะเป็นกระแสน้ำผลลัพท์จากทั้งกระแสน้ำที่เกิดจากลม และกระแสน้ำที่เกิดจากการขึ้น-ลง ของระดับน้ำ (Tidal Current) ด้วยเหตุนี้ทางฝ่ายโมเดลจึงเชื่อว่าผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของ POM น่าจะดีขึ้นหากก่อนการนำข้อมูลกระแสน้ำพยากรณ์ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลหุ่น Seawatch นั้น มีการ Filter เอาองค์ประกอบของกระแสน้ำส่วนที่เกิดจากปัจจัยการขึ้น-ลง ของระดับน้ำออกไป ซึ่งผลการเปรียบเทียบพบว่ามีความถูกต้องดีขึ้นเล็กน้อย (รูปที่ 34 - 36)

ถึงแม้ว่า POM สามารถถูกพัฒนาขึ้นโดยนำส่วนคำนวณกระแสน้ำพยากรณ์เข้าไปในโมเดลได้ด้วยเพื่อให้กระแสน้ำที่พยากรณ์ได้จาก POM เป็นกระแสน้ำที่ได้จากอิทธิพลของทั้งลม และอาการขึ้น-ลง ของระดับน้ำ อย่างไรก็ตามเป็นสิ่งที่กระทำได้ยากและอาจก่อให้เกิดปัญหาในการตรวจสอบความแม่นยำถูกต้องของโมเดลในช่วงที่ทำการวิจัย เนื่องจากหากโมเดลยังไม่มี ความถูกต้องแม่นยำในการพยากรณ์แล้ว ฝ่ายโมเดลอาจไม่สามารถแยกได้ว่าอัตราผิดที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากส่วนคำนวณกระแสน้ำที่เกิดจากลม หรือ จากส่วนคำนวณกระแสน้ำพยากรณ์ที่เกิดจากอาการขึ้น-ลง ของระดับน้ำ คือจะทำให้โมเดลมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม และยากแก่การทดสอบความถูกต้องมากกว่าเดิม ดังนั้นฝ่ายโมเดลได้มีแนวความคิดที่จะนำโมเดลพยากรณ์กระแสน้ำที่เกิดจากอาการขึ้น-ลง ของระดับน้ำมาทำการ RUN เพื่อนำผลกระแสน้ำพยากรณ์ดังกล่าวนี้ สำหรับพื้นที่เดียวกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน มาคำนวณตาม Vector เพื่อให้ได้ค่ากระแสน้ำพยากรณ์ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากทั้งอิทธิพลของลมพยากรณ์ และระดับน้ำทำนาย ซึ่งทางฝ่ายโมเดลได้ทดลองศึกษาโมเดลพยากรณ์กระแสน้ำที่เกิดขึ้นจากอาการขึ้น-ลง ของระดับน้ำของ น.ต. สานิตย์ การสูงเนิน ข้าราชการกรมอุทกศาสตร์ ซึ่งใช้ทำวิทยานิพนธ์ในขณะศึกษาระดับปริญญาโททางด้าน Civil Engineering จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ซึ่งจากการนำข้อมูลกระแสน้ำพยากรณ์ที่เกิดจากอาการขึ้น-ลง ของระดับน้ำมาแก้ทาง Vector กับข้อมูลกระแสน้ำพยากรณ์ที่ได้จาก POM พบว่า ในบางครั้งก็ทำให้ข้อมูลกระแสน้ำพยากรณ์มีความแม่นยำถูกต้องดีขึ้นเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกระแสน้ำจากหุ่น Seawatch แต่ส่วนใหญ่ยังทำให้ผลการเปรียบเทียบมีความแตกต่างมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม ซึ่งทางฝ่ายโมเดลเชื่อว่า การนำกระแสน้ำจากอิทธิพลของลม และจากอิทธิพลของระดับน้ำมาแก้ค่ากันตาม Vector ไม่น่าจะมีความถูกต้องนัก

4.1.2 การพยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อค้นหานักบินจากเหตุเฮลิคอปเตอร์ตก

ฝ่ายโมเดลได้มีโอกาสนำ POM ในการพยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อให้ข้อมูลช่วยเหลือในการค้นหาศพนักบินเฮลิคอปเตอร์ของกองทัพเรือที่ประสบอุบัติเหตุ

ตกบริเวณชายฝั่งจังหวัดนราธิวาส เมื่อ 26 พ.ค.44 ขณะออกปฏิบัติราชการช่วยเหลือ
ลูกเรือประมงได้รับบาดเจ็บข้อเท้าขาดเลือดไหลไม่หยุด ผลปรากฏว่าพบศพนักบินอยู่
ห่างจากจุดที่โมเดลพยากรณ์เป็นระยะทาง 10 ก.ม. โดยมีทิศทางจากจุดที่เกิดเหตุไปยัง
จุดที่พบศพต่างจากทิศทางที่พยากรณ์จากโมเดลประมาณ 40 องศา (รูปที่ 37)

โครงการวิจัย และพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
ของ การกู้ภัยพิบัติทางทะเล (SAR)
ฝ่ายโมเดล

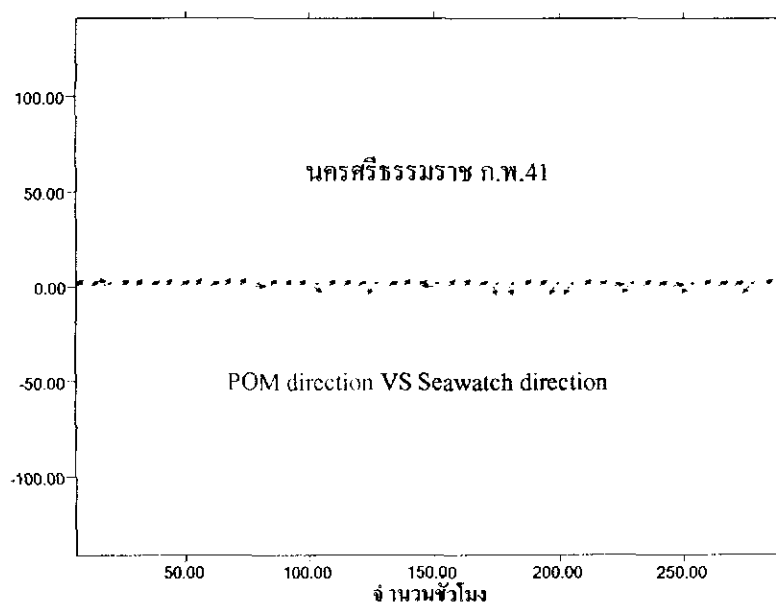
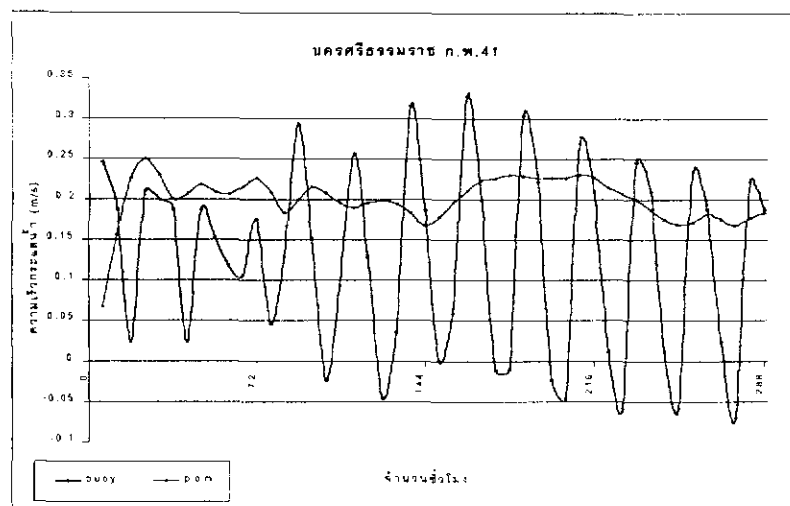
- น.ท. อานนท์ วายวานนท์
- น.ท. บงกช สโมสร
- น.ต. พินัย จินชัย
- ร.อ. วิริยะ เหลืองอร่าม
- ร.ท. สุขสันต์ สือสกุล

การตรวจสอบความถูกต้องของ POM

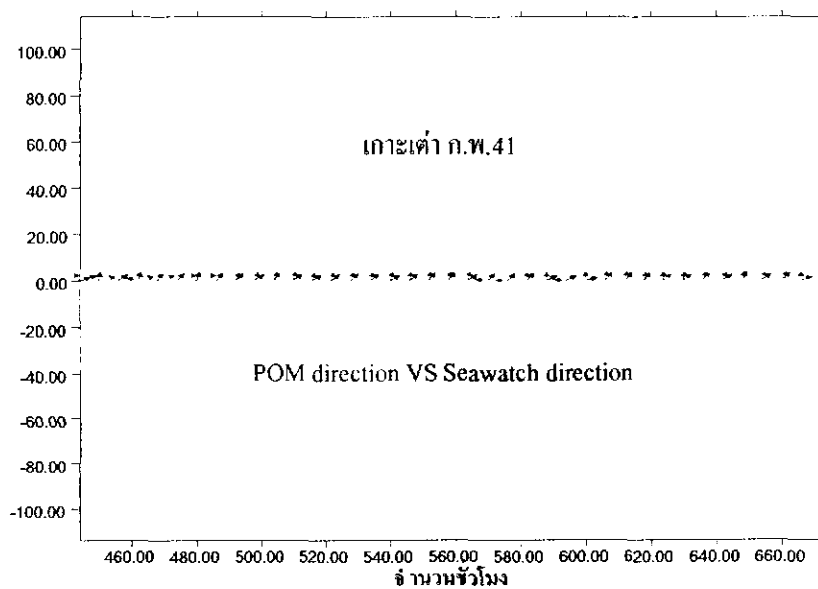
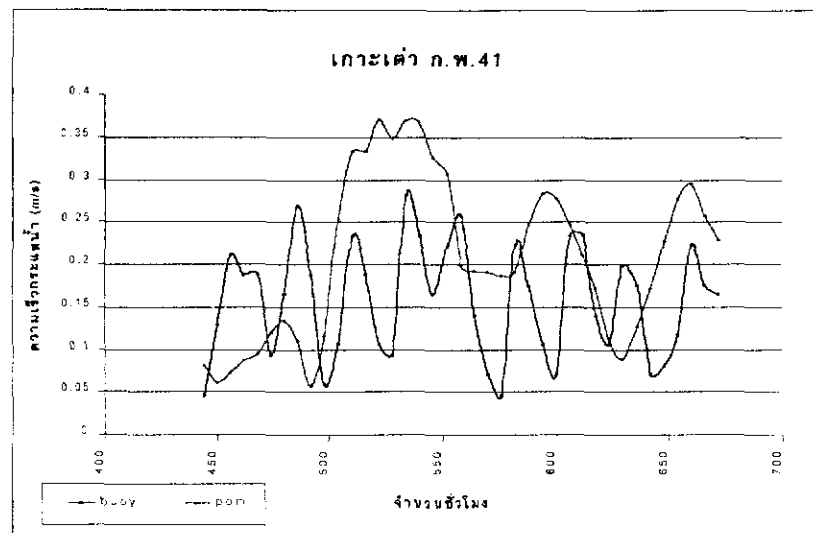
**โดยการเปรียบเทียบกับ ข้อมูลกระแสน้ำจากหุ่นโครงการ
SEAWATCH ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ**

เดือน ก.พ. 41

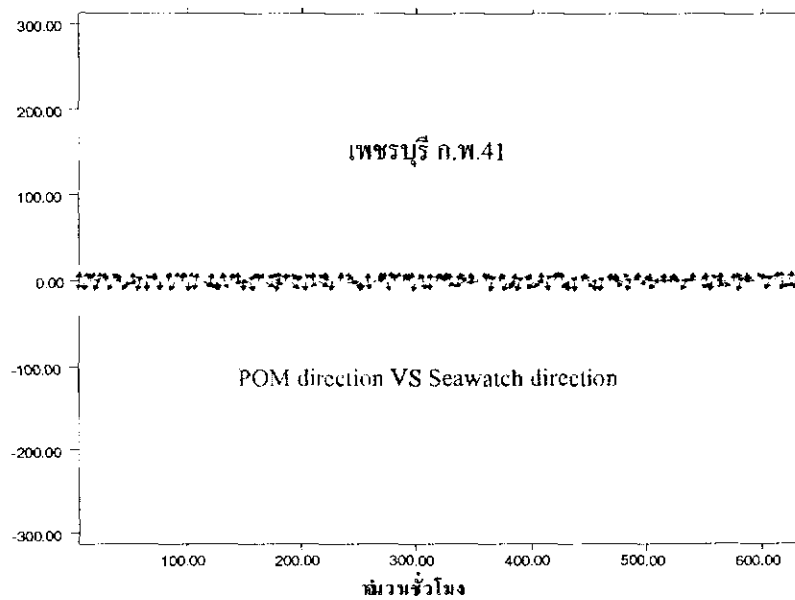
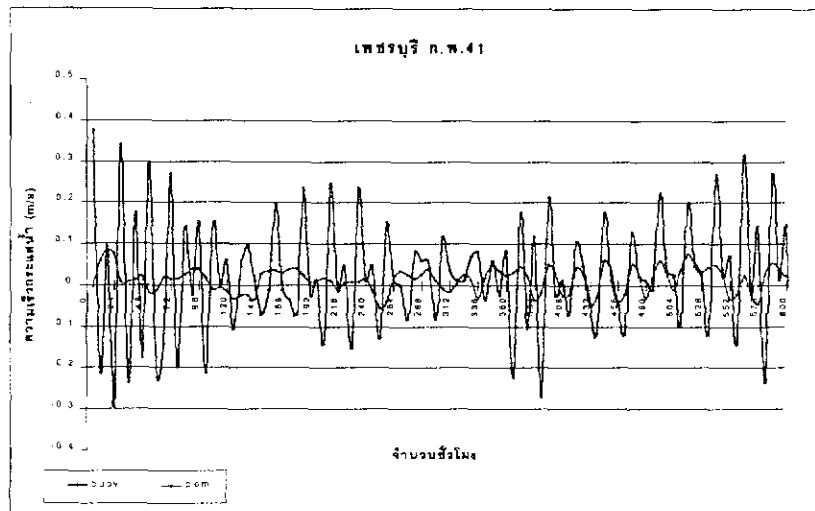
รุ่นสภาวิจัย ฯ จำนวน 4 รุ่น



รูปที่ 24 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทุ่นนครศรีธรรมราช และ POM



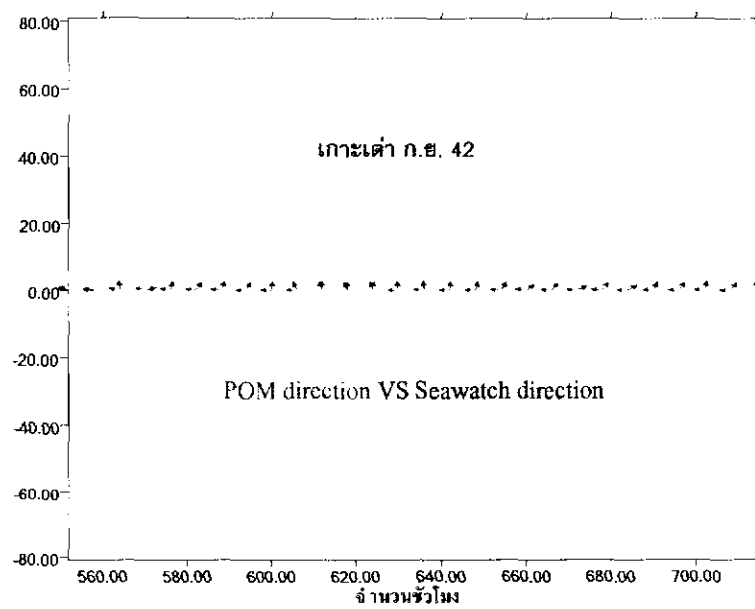
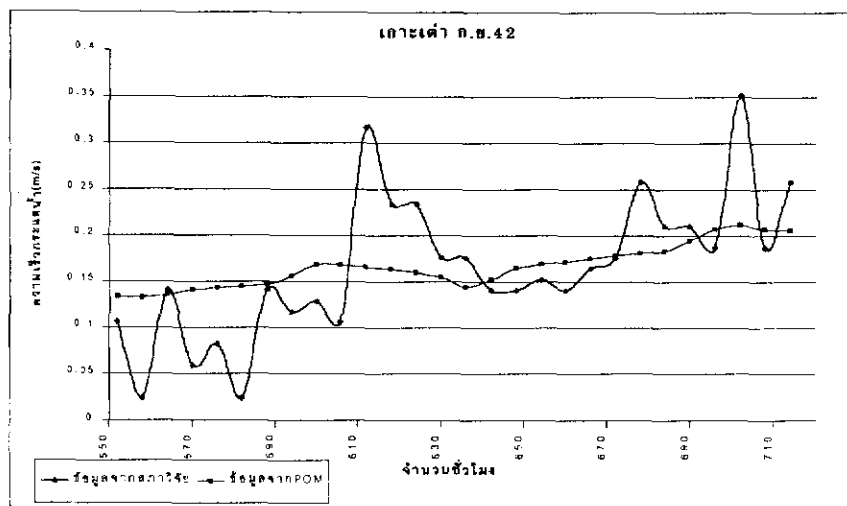
รูปที่ 25 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทุ่นเกาะเต่า และ POM



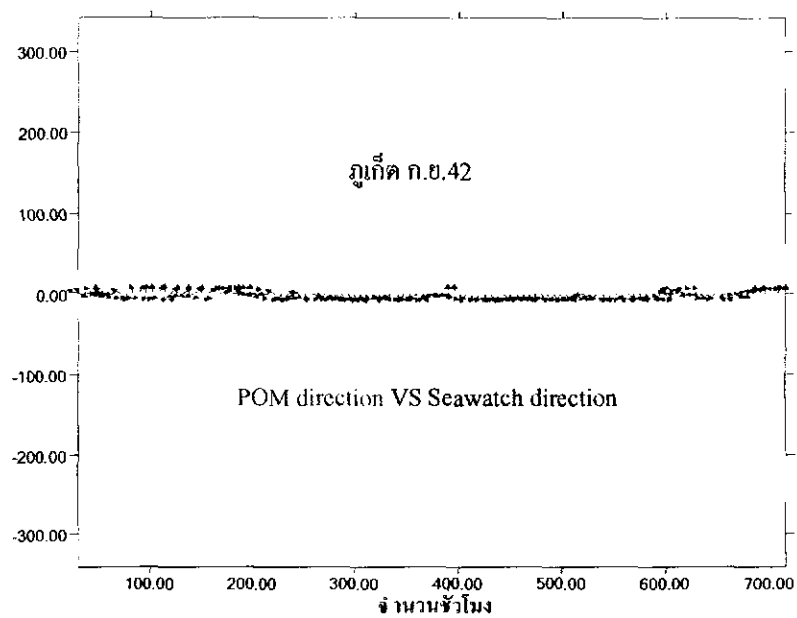
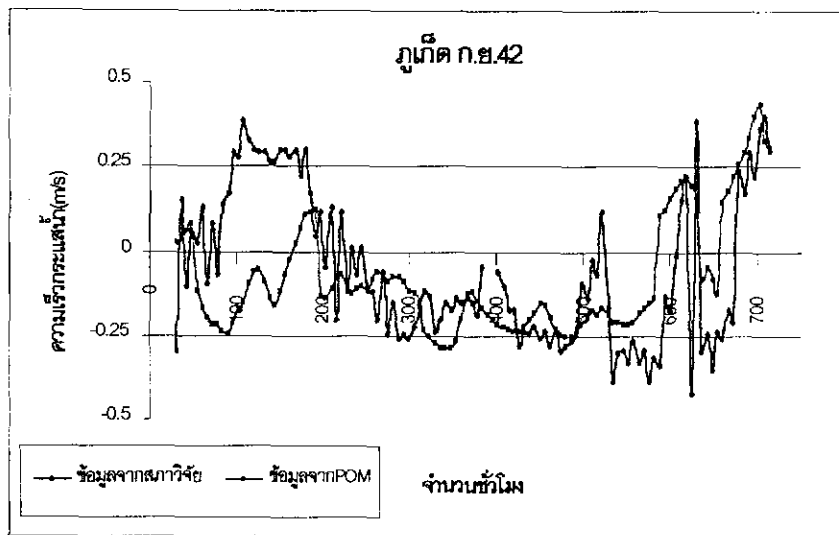
รูปที่ 26 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทุ่นเพชรบุรี และ POM

เดือน ก.ย.42

ทูนสภาวิจัย ฯ จำนวน 4 ทูน



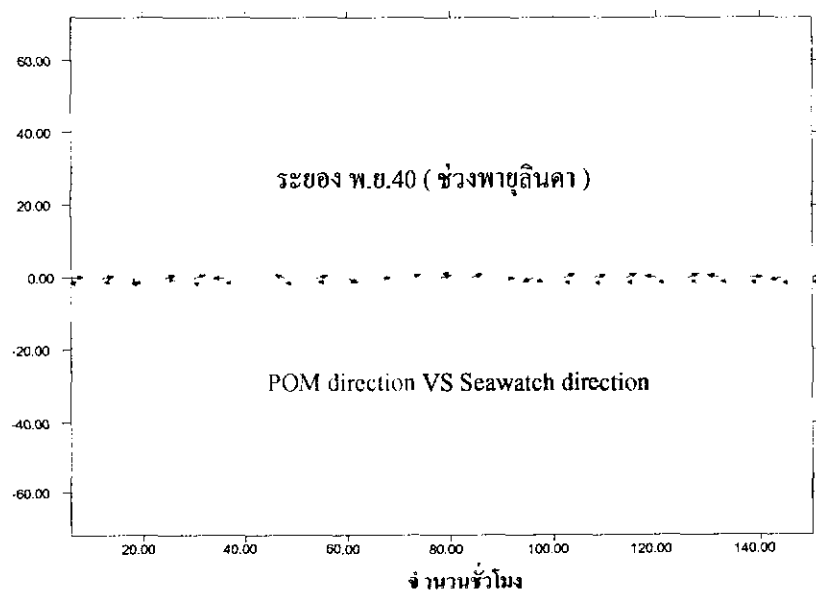
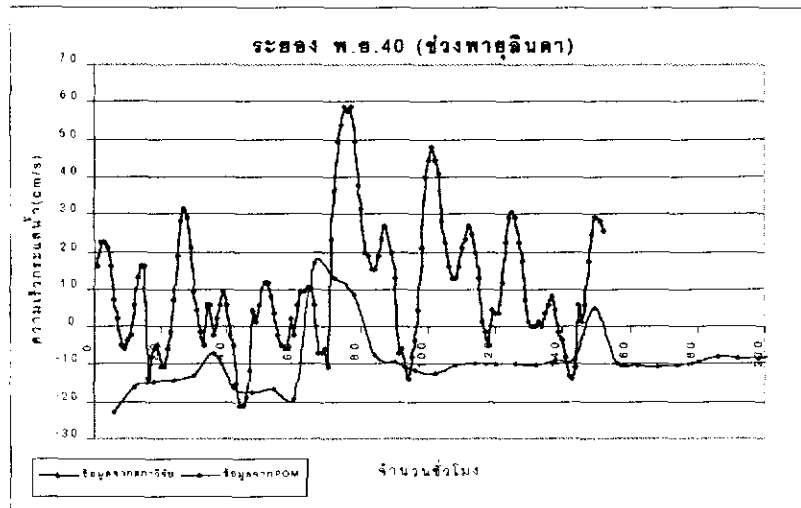
รูปที่ 27 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทุ่นเกาะเต่า และ POM



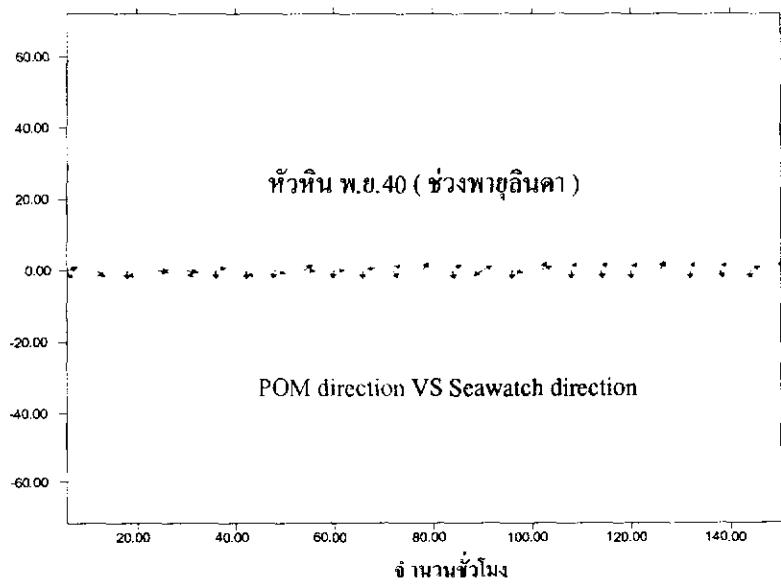
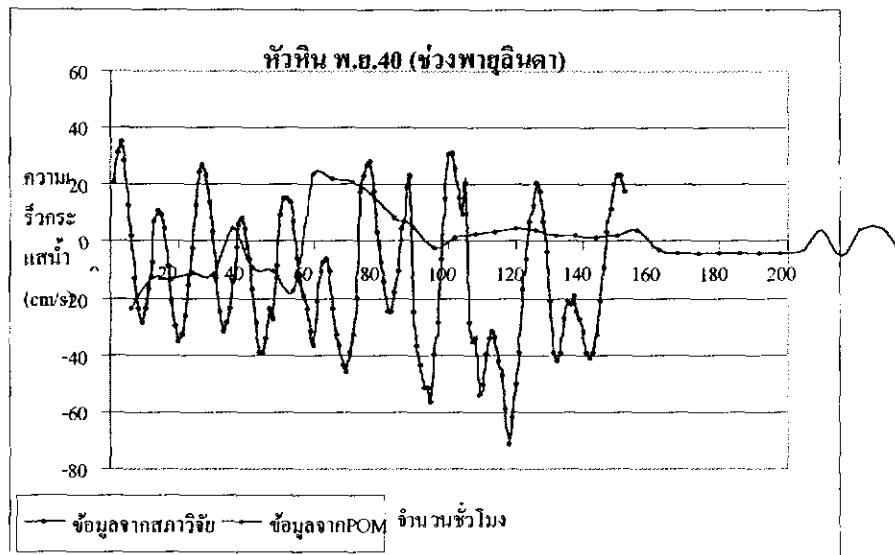
รูปที่ 28 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทุ่นภูเก็ต และ POM

เปรียบเทียบกระแสน้ำจาก POM และ
NRCT-Buoy เดือน พ.ย. 40
(ในช่วงพายุลินดา)

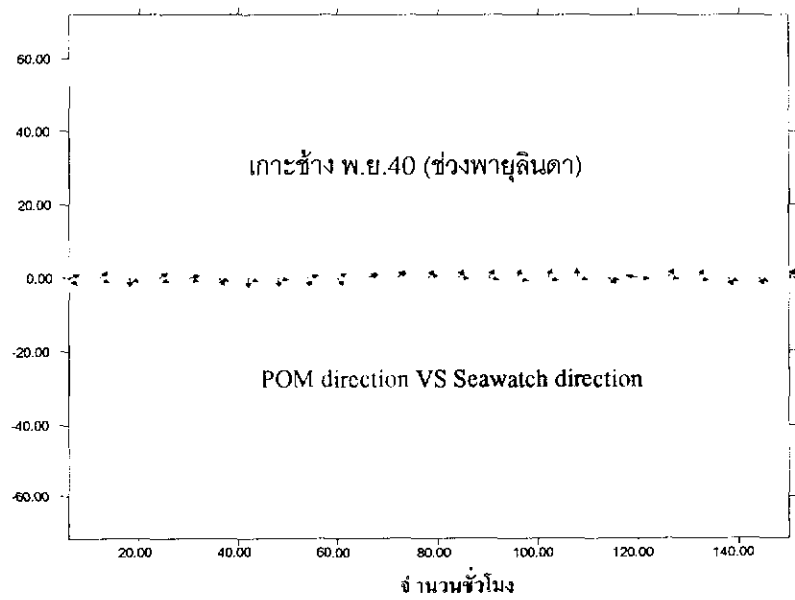
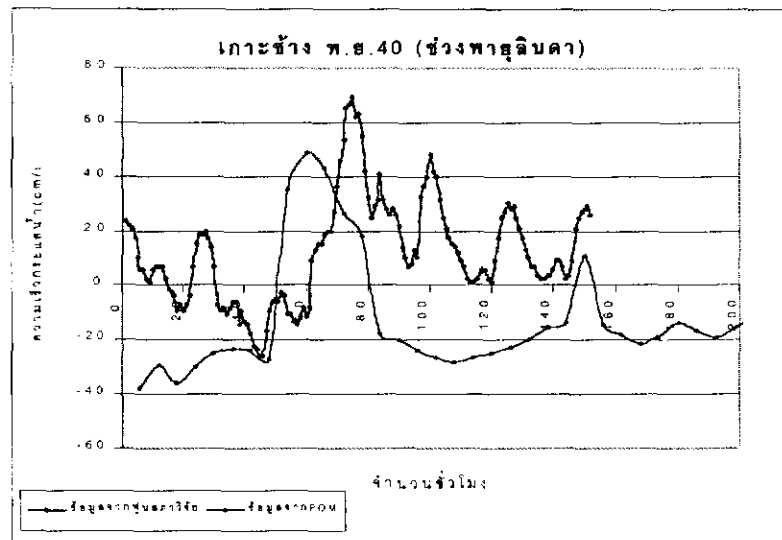
- ทุ่น ระยอง
- ทุ่น หัวหิน
- ทุ่น เกาะช้าง



รูปที่ 29 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทุ่นระยอง และ POM



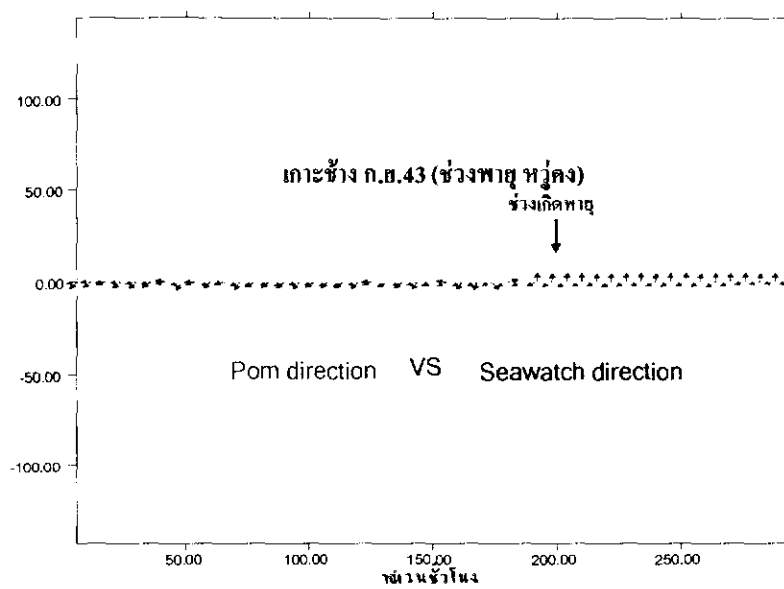
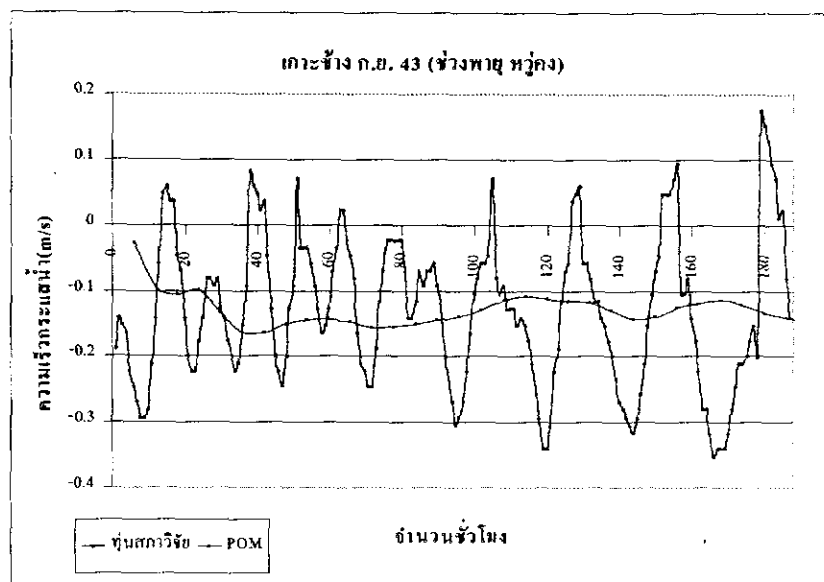
รูปที่ 30 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทุ่นหัวหิน และ POM



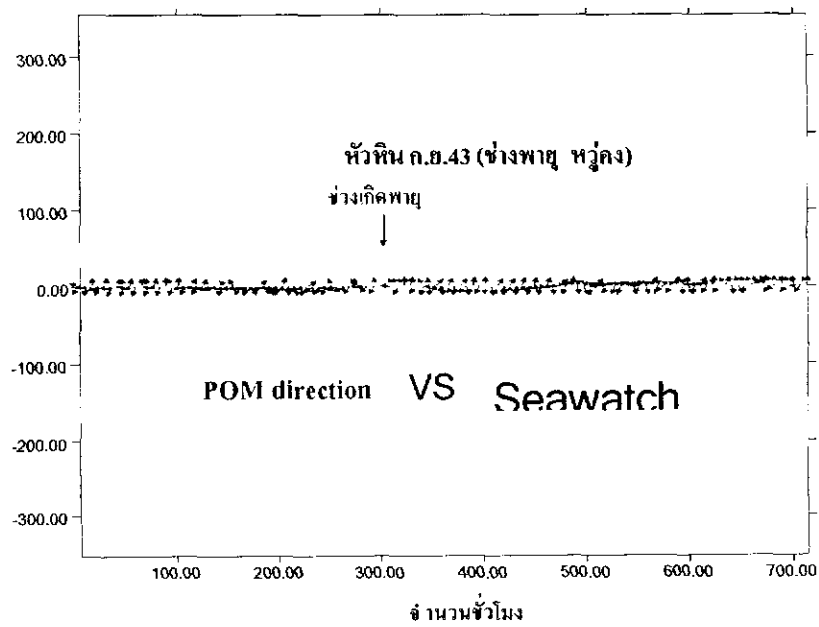
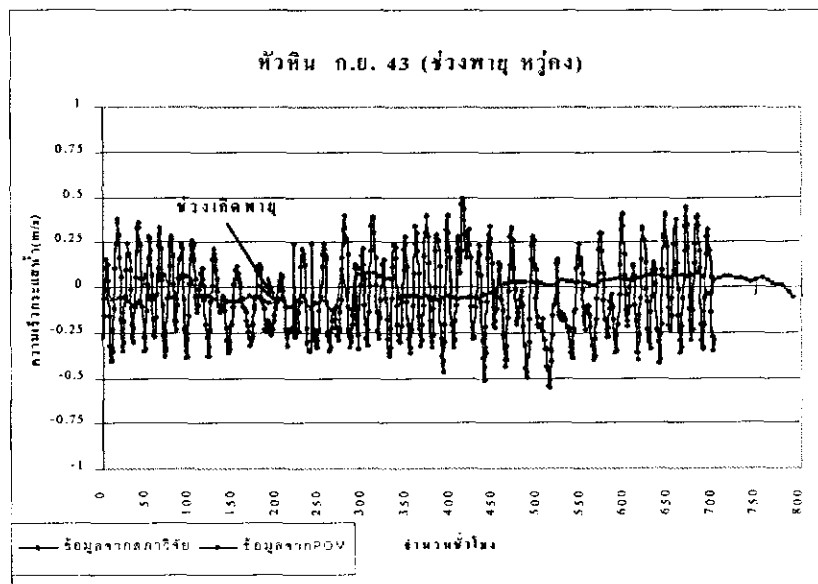
รูปที่ 31 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างทุ่นเกาะช้าง และ POM

เปรียบเทียบกระแสน้ำจาก POM และ NRCT-Buoy
เดือน ก.ย. 43 (ในช่วงพายุหูกง)

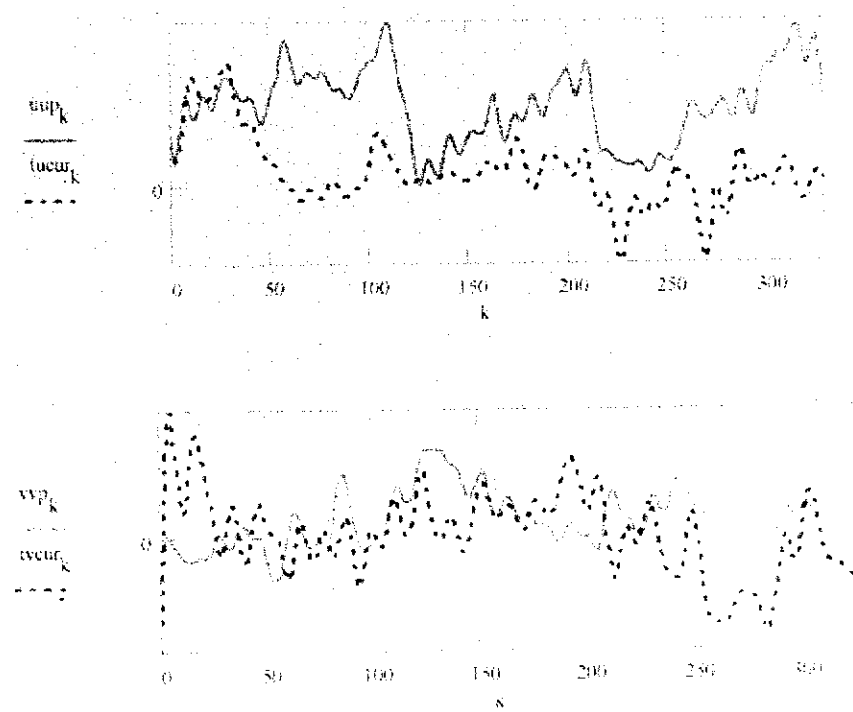
- ทุ่น เกาะช้าง
- ทุ่น หัวหิน



รูปที่ 32 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำระหว่างที่เกาะช้าง และ POM

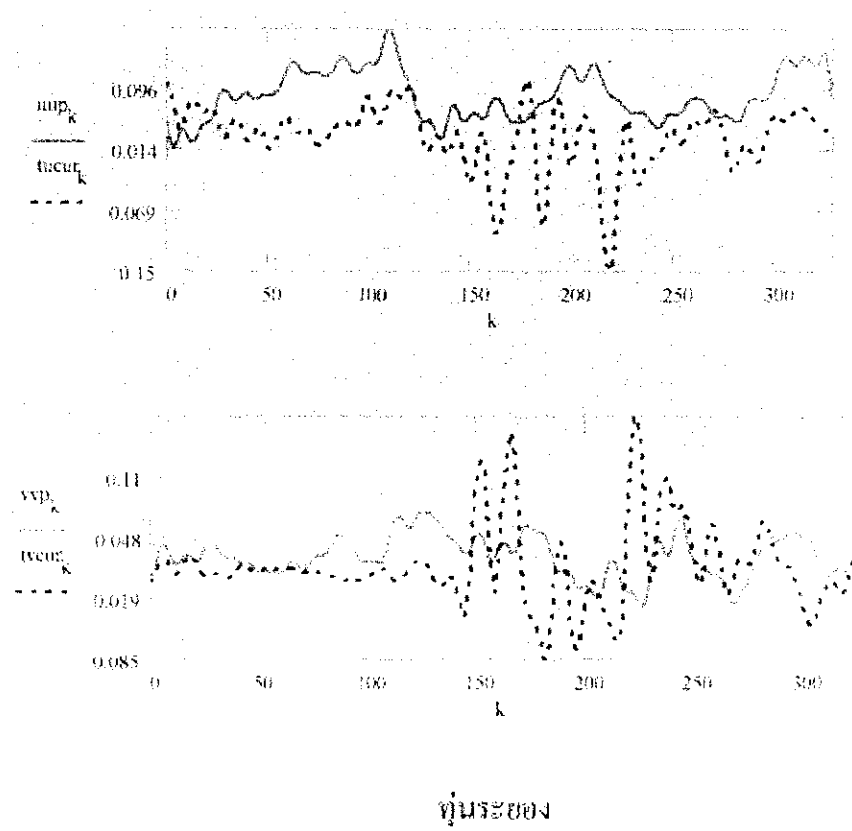


รูปที่ 33 การเปรียบเทียบความเร็ว และทิศทางการกระแสน้ำระหว่างทุ่นหัวหิน และ POM

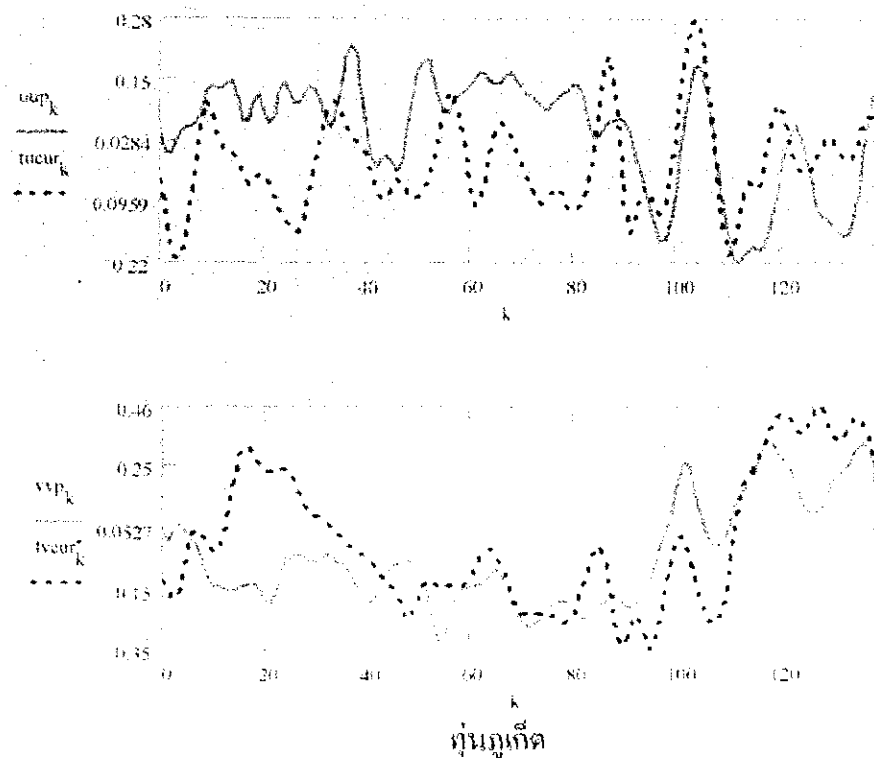


หุ่นหัวหิน

รูปที่ 34 ผลการเปรียบเทียบกระแสจาก POM และจากหุ่นสภาวิจัย ฯ ที่ทำการ
ฟิลเตอร์แล้ว

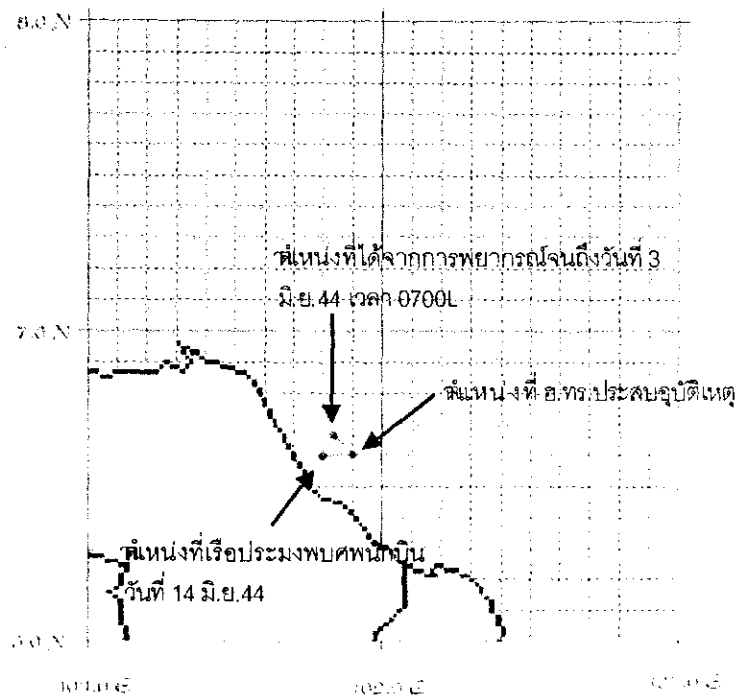


รูปที่ 35 ผลการเปรียบเทียบกระแสน้ำจาก POM และจากหุ่นสภาวะวิจัย ฯ ที่ทำการ
ฟิลเตอร์แล้ว



รูปที่ 36 ผลการเปรียบเทียบกระแสน้ำจาก POM และจากหุ่นสวาวิจัย ฯ ที่ทำการ
ฟิลเตอร์แล้ว

ผลการเปรียบเทียบ



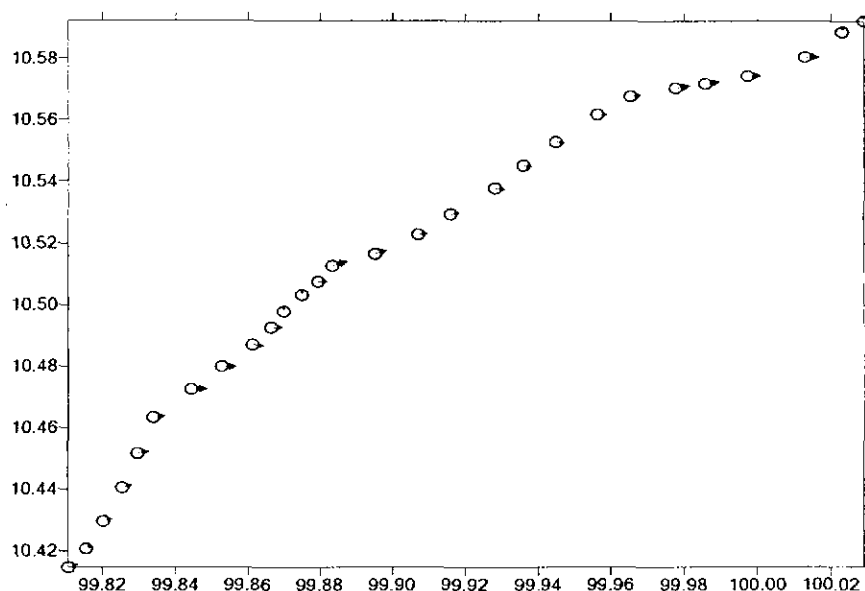
รูปที่ 37 จุดที่พบนักบินเปรียบเทียบกับจุดที่โมเดลพยากรณ์

4.2 การออกตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลด้วยหุ่นลอยในทะเล (POM Verification)

นอกจากนั้นเพื่อความมั่นใจ ทางฝ่ายโมเดลได้ออกเรือเพื่อปล่อยหุ่นลอยในทะเล โดยใช้ ร.ล. ศุภร์ ภายใต้ความอนุเคราะห์ของ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือสำหรับหุ่นลอยที่ใช้เป็นหุ่นลอยของ กองเรือหมายทางเรือ กรมอุทกศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะตัวหุ่นเป็นลูกลอยรูปกรวยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 ซม. สองลูกประกบกันและเหนือตัวลูกลอยมีเสาพร้อมไฟแสดงตำแหน่งที่สีแดงเห็นได้ในระยะไกล ขณะลอยมีความสูงเหนือผิวน้ำประมาณ 1.50 เมตร โดยมีลักษณะเพรียวไม่กินลม การออกตรวจสอบนี้ก็เพื่อสังเกตแนวการเคลื่อนที่ของหุ่นลอยว่ามีการเคลื่อนที่ไปตามกระแสน้ำจริงสอดคล้องกับแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ (Object) ตามที่ได้พยากรณ์ด้วยโมเดลหรือไม่ สำหรับการออกทดสอบได้ดำเนินการ 2 ครั้ง คือ

4.2.1 การออกตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลโดยอาศัยหุ่นลอยครั้งที่ 1

เริ่มดำเนินการใน 22 มิ.ย.44 เวลา 1100 โดยตรวจเป็นระยะเวลา 25 ชม. ซึ่งการออกตรวจสอบนี้อยู่ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งมีคลื่นลมแรง มีฝนตกประปรายเป็นช่วงๆ และมีทัศนวิสัยไม่ดี โดยได้เริ่มปล่อยหุ่นลอยบริเวณหน้า จ. ชุมพร ห่างฝั่งประมาณ 70 ก.ม. เหนือเกาะเต่า(ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือของเกาะพะงันขึ้นไปประมาณ 30 ก.ม.) ซึ่งเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นลอย (วงกลมสีน้ำเงิน)พร้อมทิศทางและความเร็วลม (ลูกศรสีแดง) แสดงใน รูปที่ 38

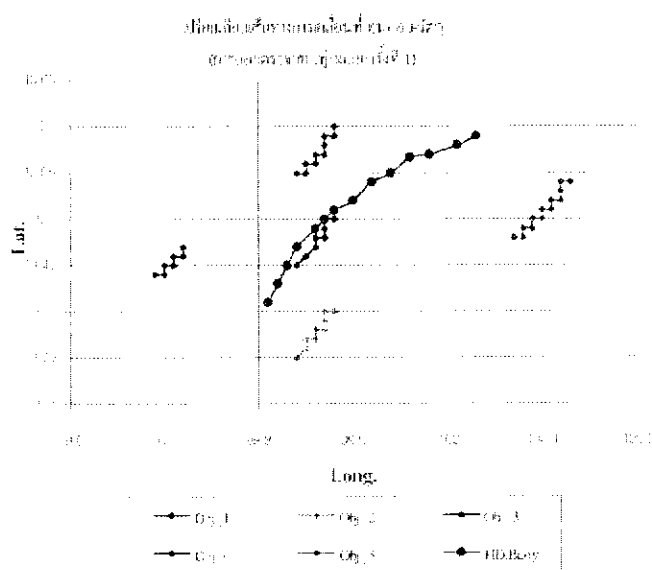


รูปที่ 38 ทิศทางการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยตรวจกระแสน้ำ

จากการเปรียบเทียบเดิมนั้น อาศัยผลการพยากรณ์จาก POM โดยใช้ข้อมูล
ลมจาก MEL ทุก 12 ชม. (ซึ่งมีความละเอียดน้อยคือ ทุก 60 ไมล์ทะเล หรือประมาณ
120 กม.) พบว่าแนวทางการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยที่ออกทดสอบในทะเลนั้นมีแนวทาง
การเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ประมาณทิศ 045) และมีความเร็วในการ
เคลื่อนที่มาก ประมาณ 0.25 ม./วินาที คือสามารถเคลื่อนที่ได้ประมาณ 28 ก.ม. ในช่วง
เวลา 25 ชม. แต่ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจากการพยากรณ์ มีทิศทางการเคลื่อนที่ไป
ทางตะวันออกเฉียงใต้ไปทางทิศเหนือประมาณ 10 องศา (ทิศ 080) และมีแนวการเคลื่อนที่
โค้งลงทางทิศใต้ทีละน้อย ซึ่งมีระยะทางในการเคลื่อนที่น้อยกว่าระยะทางที่ทุ่นลอย
เคลื่อนที่มาก (ความเร็วในการเคลื่อนที่เพียงประมาณ 0.03 ม./วินาที) ซึ่งมีความเร็ว
น้อยกว่าถึงประมาณ 10 เท่า

อย่างไรก็ตามเมื่อ ทางฝ่ายโมเดลได้ประสานกับทาง Dr. Paul May ที่
ปรึกษาโครงการจากสหรัฐอเมริกาแล้ว ก็ได้รับการสนับสนุนลมพยากรณ์จาก Dr. Paul
โดยใช้ แหล่งสนับสนุน Atmospheric model data ใหม่ที่มีชื่อว่า GODAE (ซึ่งเป็นของ
FNMOC, US. Navy / data server ที่ <http://usgodae.fnmoc.navy.mil>) ซึ่งให้ข้อมูลลม

พยากรณ์ทุก 3 ชม. ซึ่งเมื่อนำมาใช้ RUN โมเดลในช่วงเวลาเดียวกันพบว่าแนวทางการเคลื่อนของทุ่นลอยนั้นมีความสอดคล้องกับแนวทางการเคลื่อนที่ของวัตถุที่พยากรณ์ได้จาก POM มาก แต่ระยะทางที่เคลื่อนที่ซึ่งพยากรณ์ได้นั้นสั้นกว่า คือ ทุ่นลอยที่ปล่อยมีความเร็วในการเคลื่อนที่ประมาณ 0.25 ม./วินาที ส่วน POM พยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุได้ความเร็ว 0.06 ม./วินาที ซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยประมาณ 4 เท่า (รูปที่ 39)

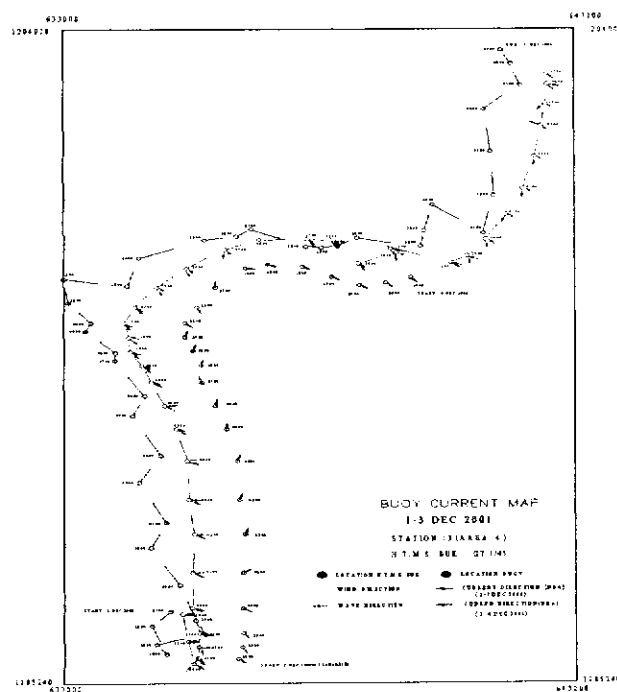


รูปที่ 39 เปรียบเทียบเส้นทางการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยและวัตถุจากโมเดล

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทิศทางที่พยากรณ์ได้มีความถูกต้องเชื่อถือได้ แต่ความเร็วกระแสน้ำที่พยากรณ์ได้นั้นน้อยกว่าความเร็วกระแสน้ำจริงที่ได้จากการศึกษาทุ่นลอย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจำนวนของข้อมูลที่มี Input เข้าไปในโมเดลนั้นมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ (เช่น จากแหล่งข้อมูลใหม่ ทุก 3 ชม. ส่วนแหล่งข้อมูลเดิมทุก 12 ชม.) การคำนวณ และการพยากรณ์ของโมเดลย่อมมีความถูกต้องมากขึ้นเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้า Resolution ของข้อมูลมีน้อย (เช่น ทุก 1 องศา) การ interpolate ข้อมูลของโมเดลมาใช้ในการคำนวณ และพยากรณ์ สามารถทำให้เกิด

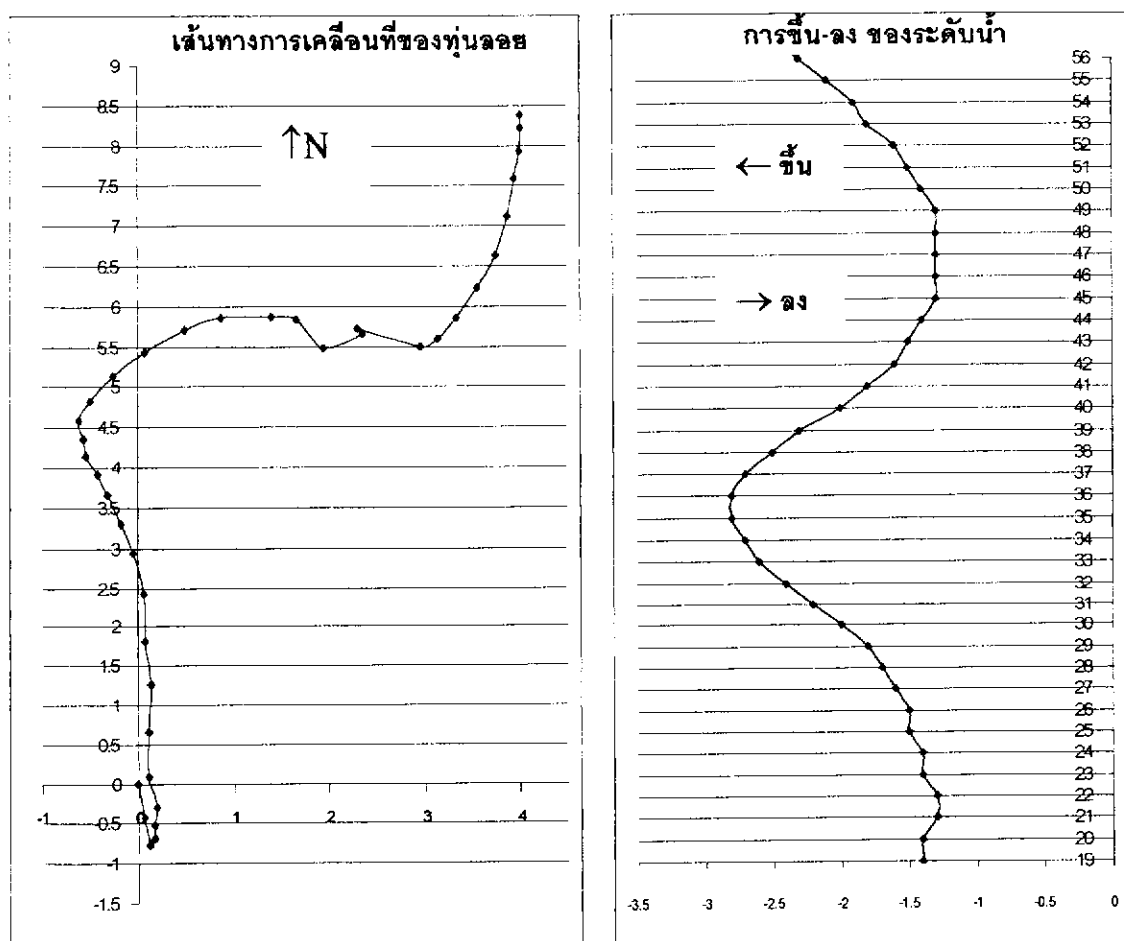
อัตราผิดในการพยากรณ์ได้มาก ดังตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นเมื่อใช้ข้อมูลลมพยากรณ์ของ MEL เดิม

4.2.2 การออกทดสอบโมเดลในทะเลครั้งที่ 2 (รูปกระแสน้ำ และเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ได้จากการ RUN ตามผนวกที่แนบ) สำหรับการออกเรือทดสอบในครั้งนี้นั้น ได้เริ่มดำเนินการใน 1 ธ.ค.44 ซึ่งเป็น ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยอาศัย ร.ล.สุกร์ ของ กรมอุทกศาสตร์ เช่นเดิม โดยในครั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าคลื่นลมสงบมาก ทะเลเรียบ ทิศเหนือวิสัยดี การปล่อยทุ่นได้เริ่มกระทำในเวลา 1900 ของคืน วันที่ 1 ธ.ค.44 บริเวณหน้า จ. ชุมพร เช่นเดิม แต่อยู่ห่างฝั่งออกไปจากเดิมมาก โดยมีระยะห่างจากชายฝั่ง จ.ชุมพร ประมาณ 140 กม. เหนือ ก.เต่า ขึ้นไปประมาณ 40 กม. จากการตรวจทุ่นลอยพบว่าเส้นทางการเคลื่อนที่ของทุ่นลอย (รูปที่ 40)



รูปที่ 40 เส้นทางการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยตรวจกระแสน้ำ

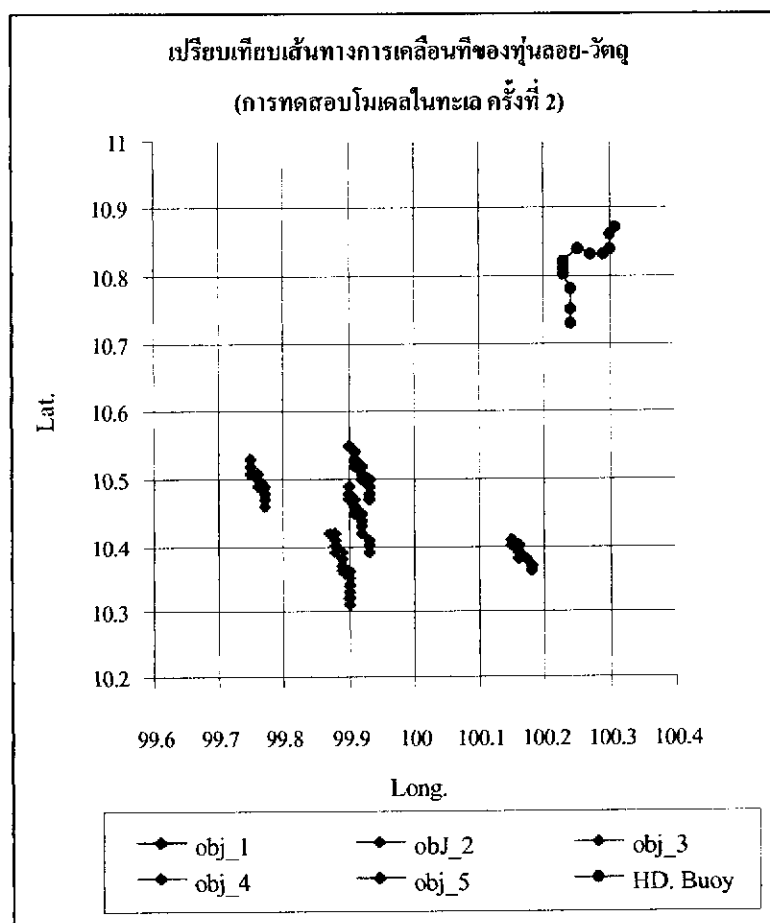
สามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือช่วงแรกทุ่นลอยมีการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือเป็นหลัก เป็นระยะเวลาประมาณ 13 ช.ม. ด้วยความเร็วมากที่สุด หลังจากนั้น ในช่วงที่ 2 ก็มีการลอยโค้งไปทางขวาของแนวเดิมประมาณ 45 องศา ด้วยความเร็วน้อยกว่าเดิม เป็นระยะเวลาประมาณ 6 ช.ม. จนมีทิศทางการลอยไปทางทิศตะวันออกในที่สุดไปอีก 5 ช.ม. ต่อมา หลังจากนั้น ในช่วงที่ 3 ทุ่นลอยก็มีทิศทางการลอยขึ้นไปทางทิศเหนืออีกครั้งหนึ่งอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 8 ช.ม. จนสิ้นสุดการตรวจสอบรวม 37 ช.ม. ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งจากการตรวจสอบระดับน้ำทำนายจากมาตราน้ำของกรมอุทกศาสตร์บริเวณหน้า จ.ชุมพร แล้วพบว่าอาการลอยของทุ่นลอย และทิศทางการลอยมีความสอดคล้องกับอาการขึ้น-ลง ของระดับน้ำเป็นอย่างยิ่ง (รูปที่ 41)



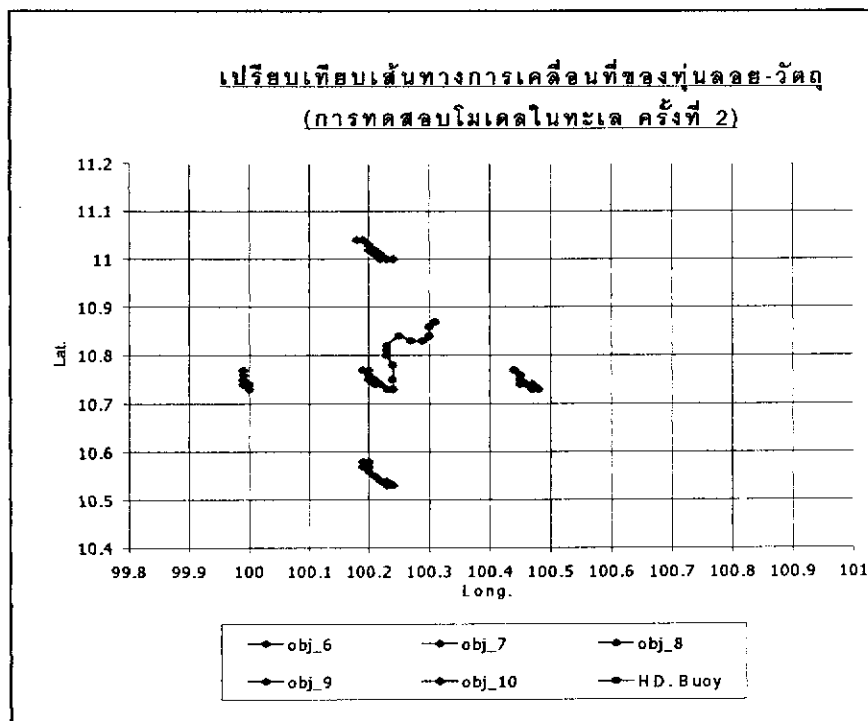
รูปที่ 41 เปรียบเทียบเส้นทางการเคลื่อนที่ของทุ่นลอย และอาการขึ้น-ลง ของระดับน้ำ
ทำนาย

โดยในช่วงแรก นั้นเป็นช่วงที่น้ำขึ้นอย่างรวดเร็ว (ระดับน้ำสูงขึ้น 20 ซม. ในช่วงเวลา 1 ชม.) ส่วนในช่วงที่ 2 นั้น น้ำทะเลอยู่ในช่วงน้ำนิ่ง และมีอาการน้ำลงเล็กน้อย (ระดับน้ำลงน้อยกว่า 10 ซม. ในช่วงเวลา 1 ชม.) สำหรับในช่วงที่ 3 นั้น น้ำทะเลกลับเป็นน้ำขึ้นอีกครั้งหนึ่งซึ่งมีอาการขึ้นที่เร็วปานกลาง (ระดับน้ำเพิ่มขึ้น 10 - 15 ซม. ในช่วงระยะเวลา 1 ชม.)

สำหรับผลการเปรียบเทียบทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจากการพยากรณ์ของ POM และทิศทางการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยแล้ว พบว่าทุ่นลอยมีการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือเฉียงไปทางตะวันออกเล็กน้อยในทิศประมาณ 025 ส่วนทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจากการพยากรณ์โดย POM มีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือเฉียงไปทางทิศตะวันตกในทิศประมาณ 350 ซึ่งมีทิศทางทำมุมกันประมาณ 35 องศา (รูปที่ 42 และรูปที่ 43)



รูปที่ 42 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยตรวจกระแสน้ำ และวัตถุจากโมเดล

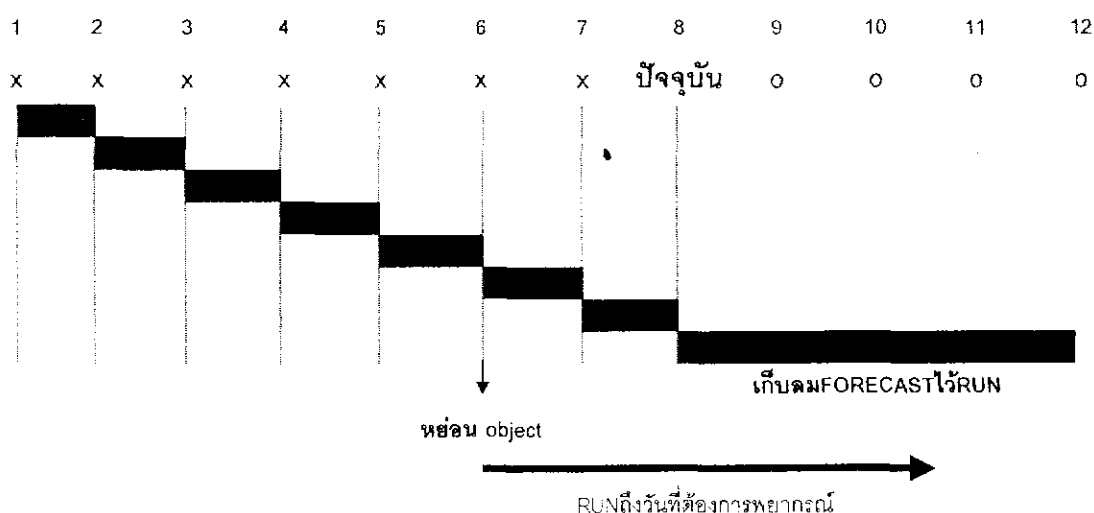


รูปที่ 43 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยตรวจกระแสน้ำ และวัตถุจากโมเดล

สำหรับความเร็วนั้น ทุ่นลอยมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 0.17 ม./วินาที ส่วนความเร็ววัตถุจากการพยากรณ์ มีความเร็วประมาณ 0.06 ม./วินาที ซึ่งน้อยกว่าความเร็วทุ่นลอยประมาณ 3 เท่า ซึ่งถือว่าความถูกต้องในเรื่องทิศทาง (มีความสำคัญมาก) อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนความเร็วกระแสน้ำจากการพยากรณ์นั้นมีค่าน้อยกว่า

ฝ่ายโมเดลเชื่อว่า สาเหตุที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจากการพยากรณ์ด้วย POM (ซึ่งเป็นโมเดลที่พยากรณ์กระแสน้ำที่เกิดจากลม) มีความสอดคล้องกับการตรวจสอบทุ่นลอยครั้งแรก เนื่องจากว่า ในครั้งนั้นลมมีทิศทางค่อนข้างคงที่ และมีความเร็วสูง ส่วนในการออกตรวจสอบในทะเลครั้งที่ 2 นั้น มีคลื่นลมสงบ ซึ่งทำให้ความถูกต้องของโมเดลลดน้อยลง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อกระแสน้ำ เช่น อิทธิพลของระดับน้ำขึ้น-ลง

4.3 การนำ POM ใช้ในการปฏิบัติงานจริง สำหรับ POM นั้นหากจะถูกนำมาใช้ในการปฏิบัติงานจริง (Operational) แล้ว ในทางปฏิบัติจะต้องมีการดำเนินการดังนี้ (รูปที่ 44)



รูปที่ 44 การปฏิบัติเมื่อนำโมเดลมาใช้งานจริงแบบ Operational

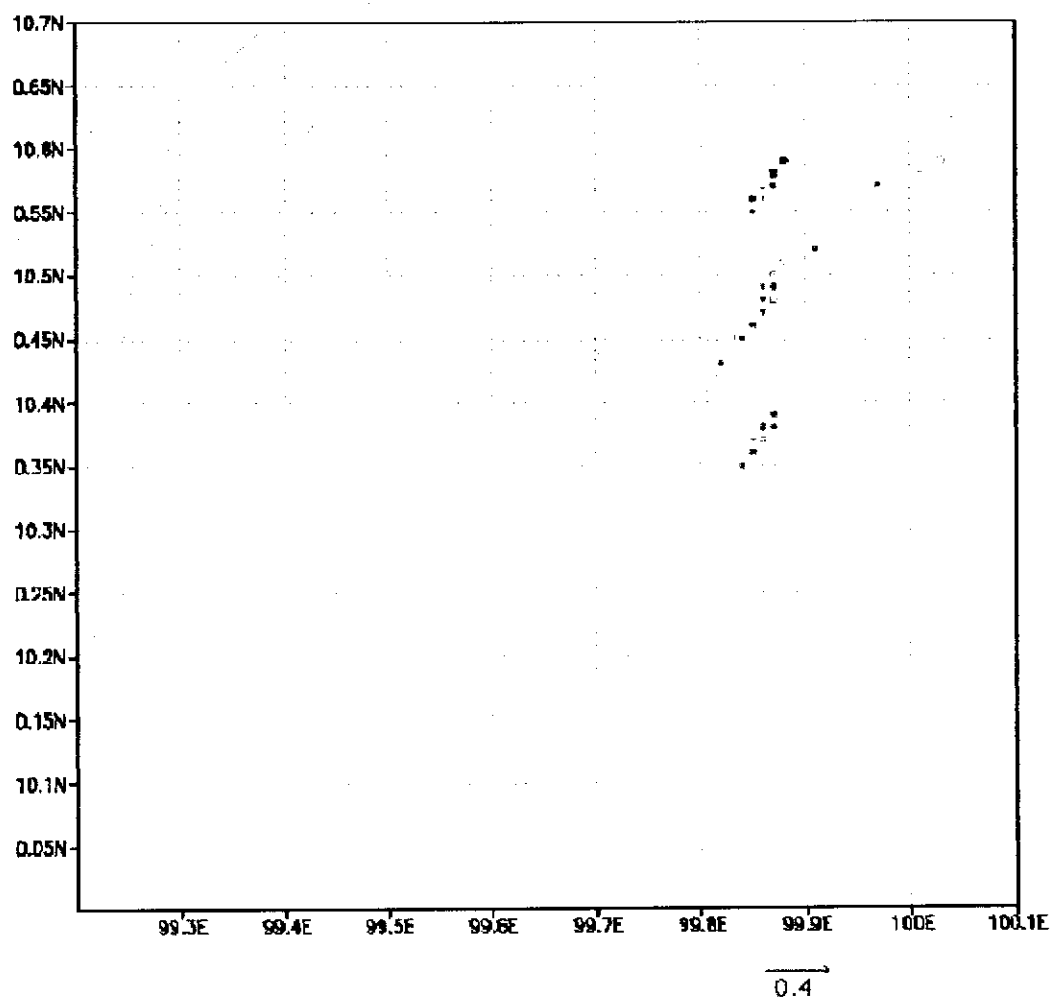
- เก็บข้อมูลม Hindcast (ข้อมูลในอดีตซึ่ง MEL รวบรวมไว้ และเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต)ไว้เป็นจำนวน 7 วัน อาศัยสมมติฐานที่ว่า ผู้ได้รับแจ้งเหตุน่าจะทราบว่าเกิดอุบัติเหตุขึ้นแล้ว หลังจากเกิดเหตุไปแล้วไม่เกิน 4 วัน (ทราบว่าเกิดเหตุเมื่อเวลาผ่านไปไม่เกิน 4 วัน นับถอยหลังไปจากวันปัจจุบัน)
- ในปัจจุบัน หากทราบว่าเกิดเหตุขึ้นเมื่อใด (เช่น เรืออัปปาง หรือเครื่องบินตก) ก็ให้ใช้ข้อมูลม Hindcast นับตั้งแต่ 3 วันก่อนวันเกิดเหตุ (รวมแล้วไม่เกิน 7 วัน ถอยหลังไปจากวันปัจจุบัน)มาทำการ RUN โมเดลทีละวันจนถึงวันที่เกิดเหตุ แล้วเก็บ History file วันสุดท้ายก่อนเกิดเหตุไว้ ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูลกระแสน้ำเบื้องต้นในวันที่เกิดเหตุเอาไว้

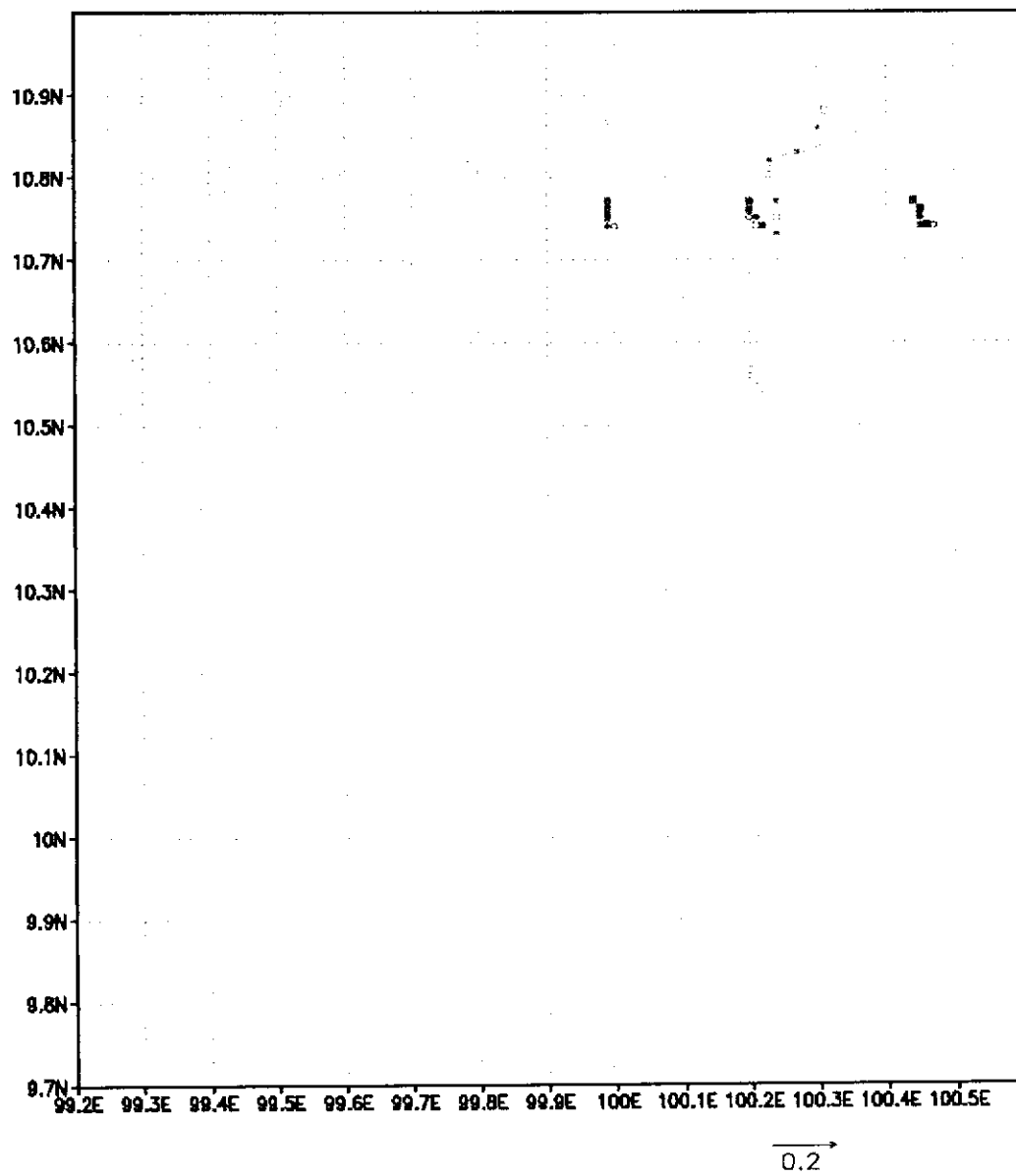
- แล้วทำการ RUN โมเดลขึ้นใหม่โดยใช้ข้อมูลผสมระหว่างข้อมูล Hindcast นับตั้งแต่วันเกิดเหตุจนถึงวันปัจจุบัน และข้อมูลลม Forecast จากปัจจุบันไปในอนาคต 4 วัน พร้อมทั้งป้อนข้อมูลพิกัดตำบลที่ของจุดที่เกิดเหตุขึ้น (เช่น จุดที่เรืออัปปาง หรือ เครื่องบินตก) ให้โมเดลทราบ

- ภายหลังการ RUN เราก็จะได้ข้อมูลทิศทาง และความเร็วของกระแสน้ำ ตลอดจน ค่าพิกัดของวัตถุ(ที่เราจะค้นหา ช่วยเหลืออยู่)ว่าจะอยู่ที่ใด ณ เวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งข้อมูลนี้ หน่วยค้นหาสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการค้นหาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

โครงการช่วยเหลือค้นหาผู้ประสบภัยทางทะเลจะปิดโครงการในปลายปี 2544 นี้ อย่างไรก็ตามโมเดล SIAM POM ก็จะต้องได้รับการปรับปรุงต่อไป โดยเฉพาะใน ส่วนการคำนวณอิทธิพลของกระแสน้ำที่เกิดจากอิทธิพลของระดับน้ำขึ้น-ลง เพื่อได้ผล กระแสน้ำลัพท์ที่มีความถูกต้อง และในส่วนคำนวณการลอยของวัตถุไปตามกระแสน้ำ เพราะวัตถุประเภทต่างๆ อาจมีขนาด และรูปร่าง ตลอดจนคุณสมบัติในการลอยตัวต่างๆ กันไป นอกจากนั้นหากได้ข้อมูลลมพยากรณ์ที่ละเอียดจากกรมอุตุนิยมวิทยาใช้ในการ RUN โมเดลแล้ว และหากการปรับปรุงดังกล่าวนี้ประสบผลสำเร็จ ก็เชื่อได้แน่นอนว่า การพยากรณ์ย่อมแม่นยำขึ้น ประสิทธิภาพของการค้นหาช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล ของประเทศไทยก็จะดีขึ้น ชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ของประเทศ ก็จะไม่เกิดความเสียหาย หรือเกิดความเสียหายน้อยที่สุดเมื่อมีภัยพิบัติเกิดขึ้น

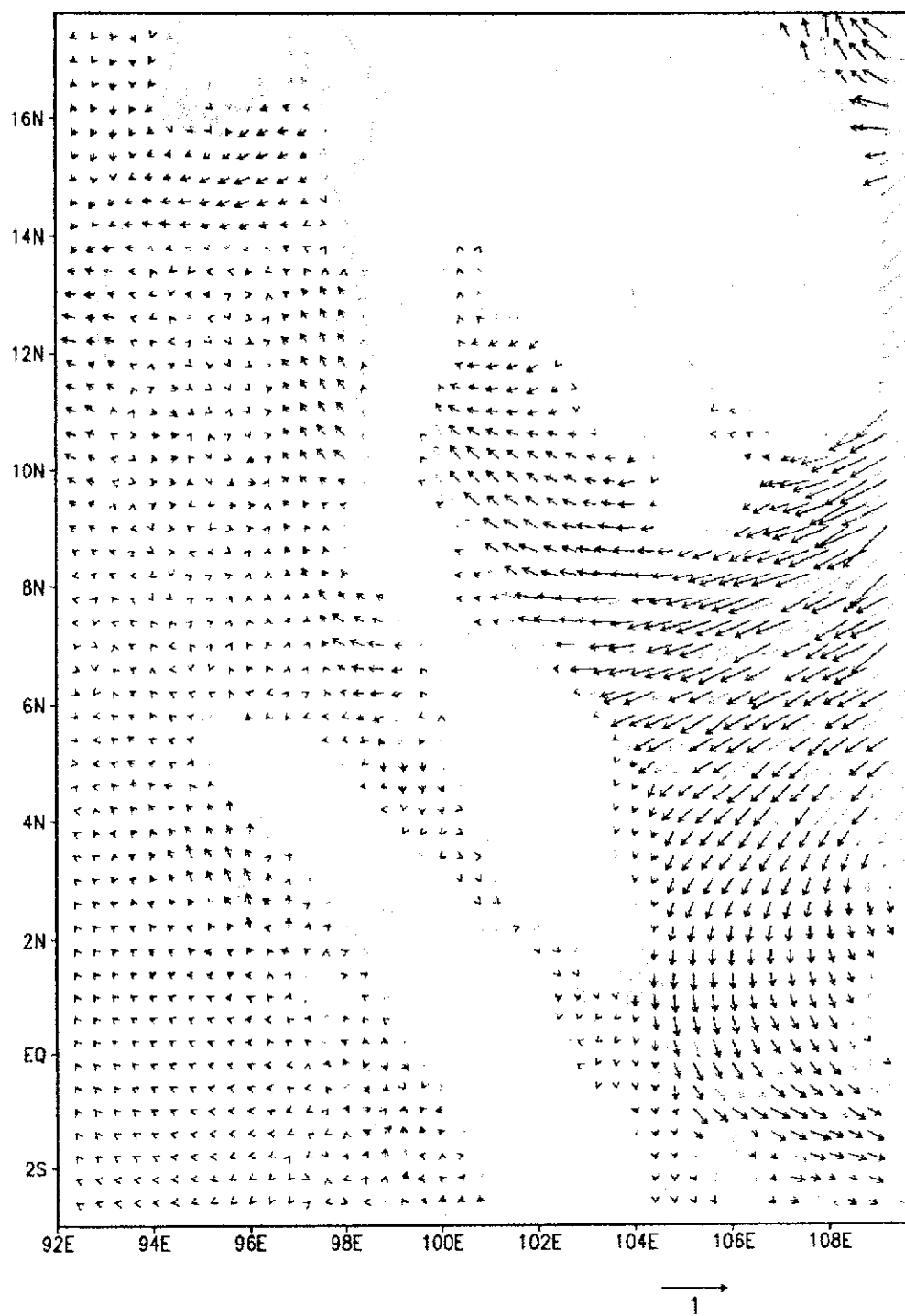
อย่างไรก็ตามยังไม่มีโมเดลใดที่สามารถคำนวณปัจจัยทางธรรมชาติต่างๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำถึง 100 % การพยากรณ์ในบางครั้งอาจมีความแม่นยำเพียง 50 % หรือน้อยกว่า ผู้ใช้จึงต้องอาศัยประสบการณ์ ความรู้ และข้อมูลทางด้านอุทกศาสตร์ และสมุทรศาสตร์ อื่น ๆ ประกอบในการพิจารณาด้วยวิจารณญาณที่รอบคอบ



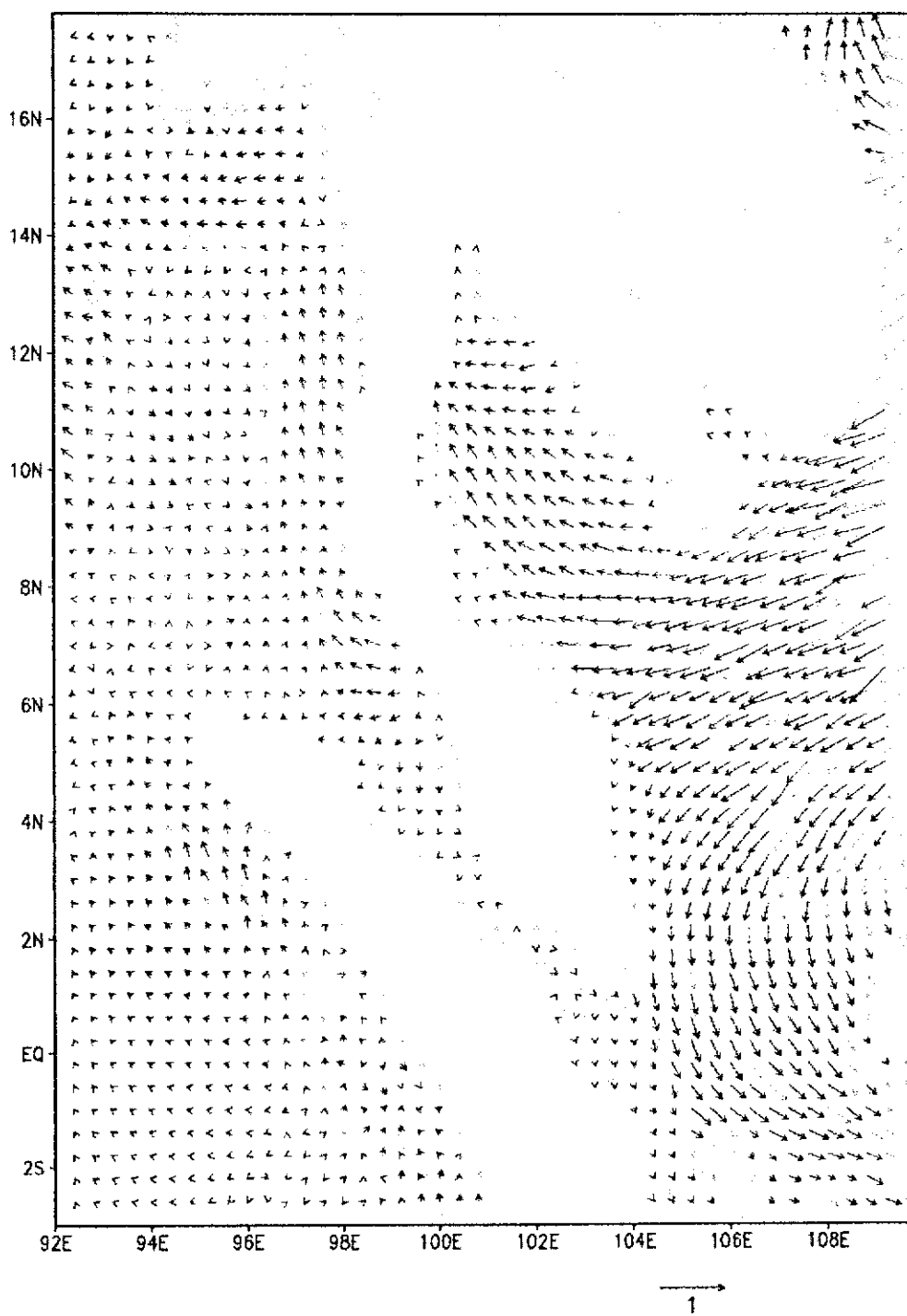


GrADS: COLA/IGES

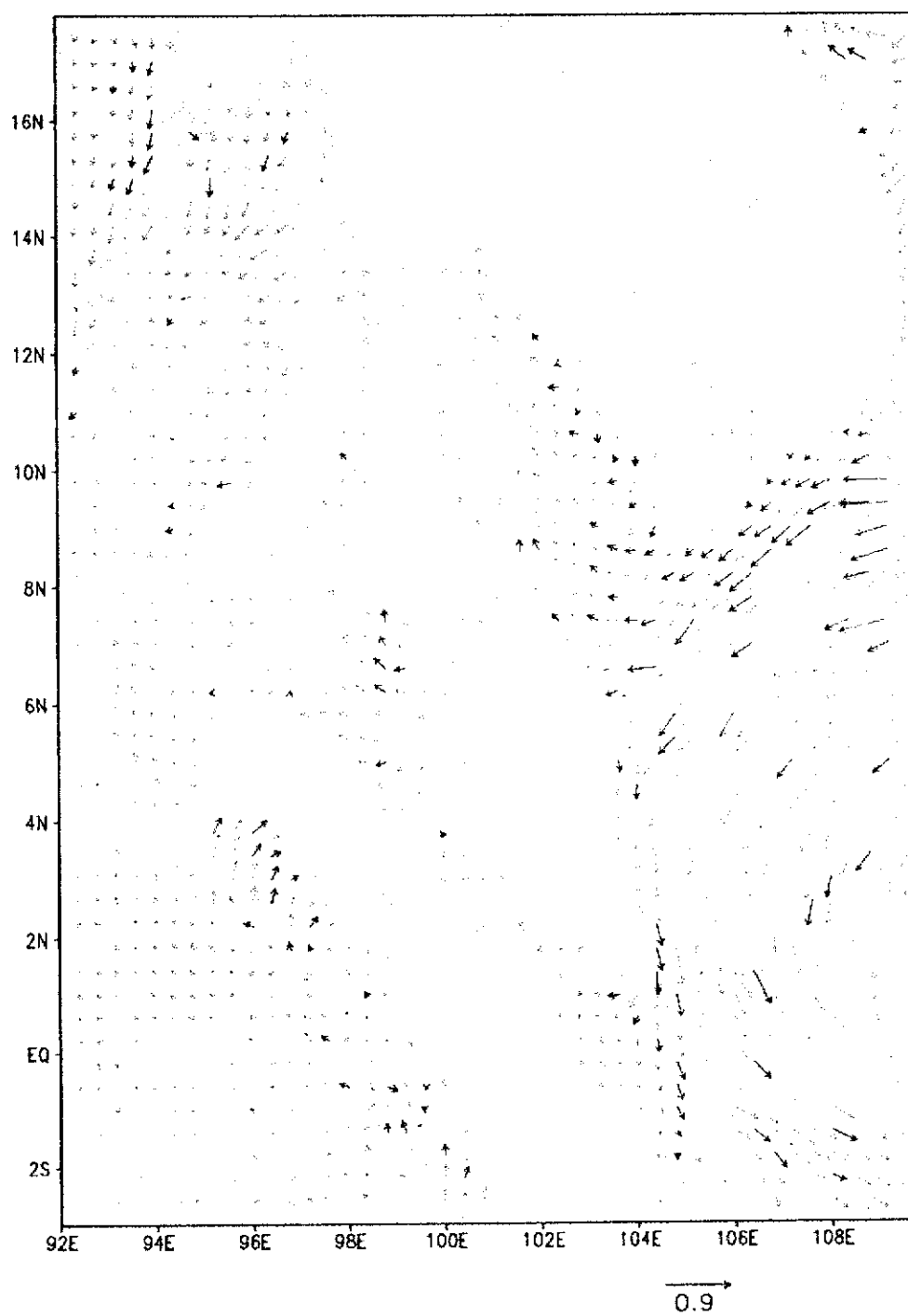
15Z01DEC2001



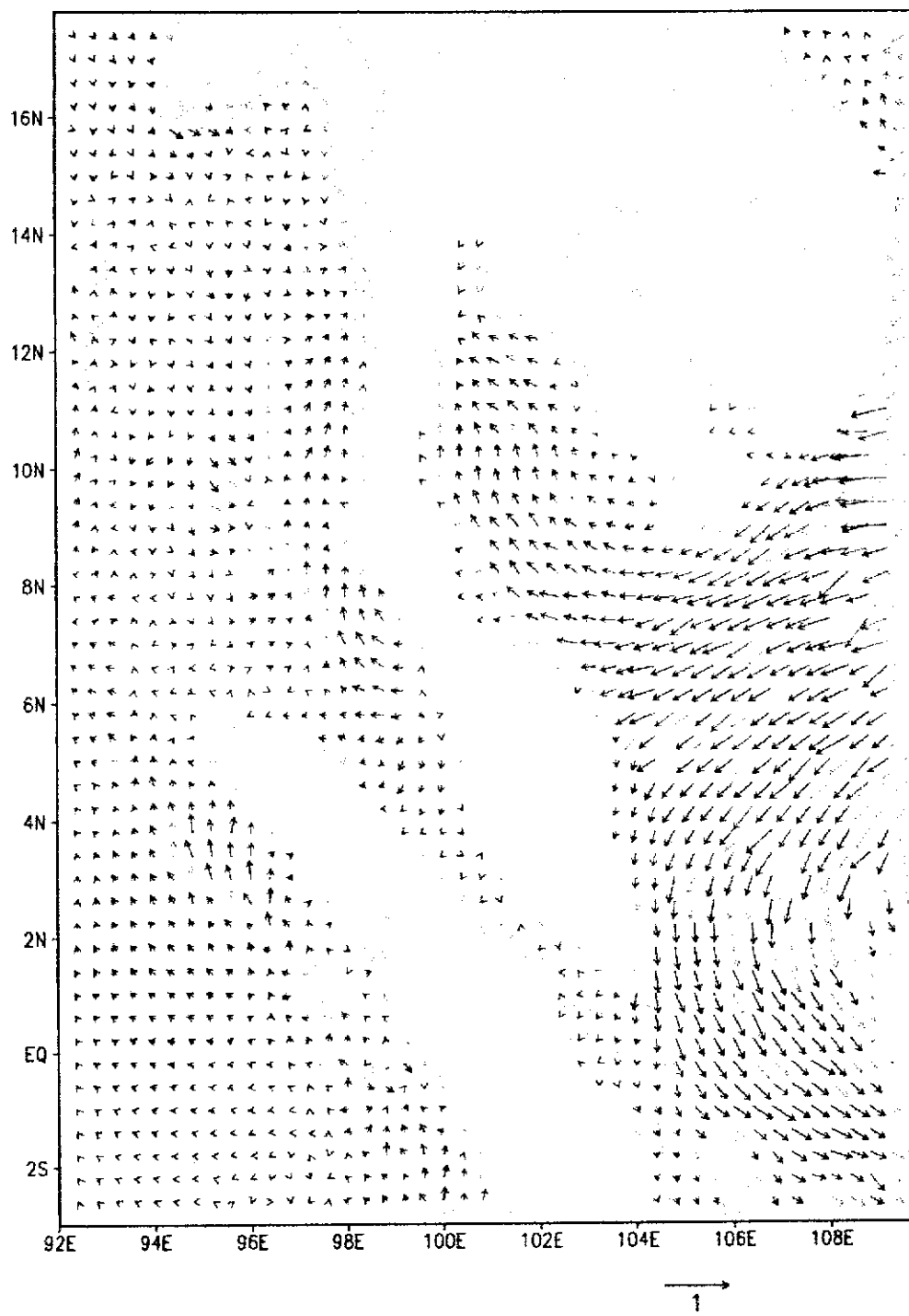
21Z01DEC2001



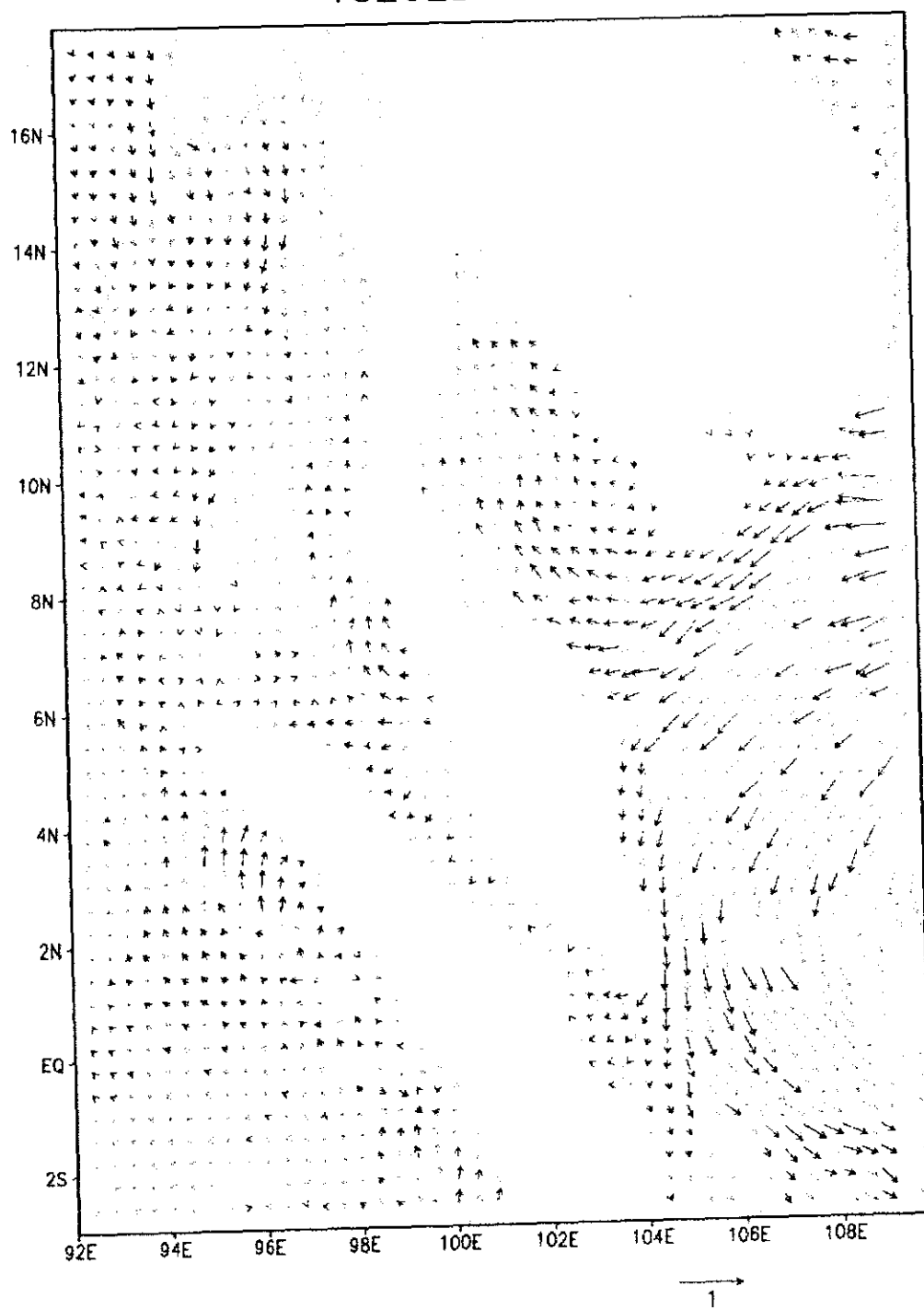
03Z03DEC2001



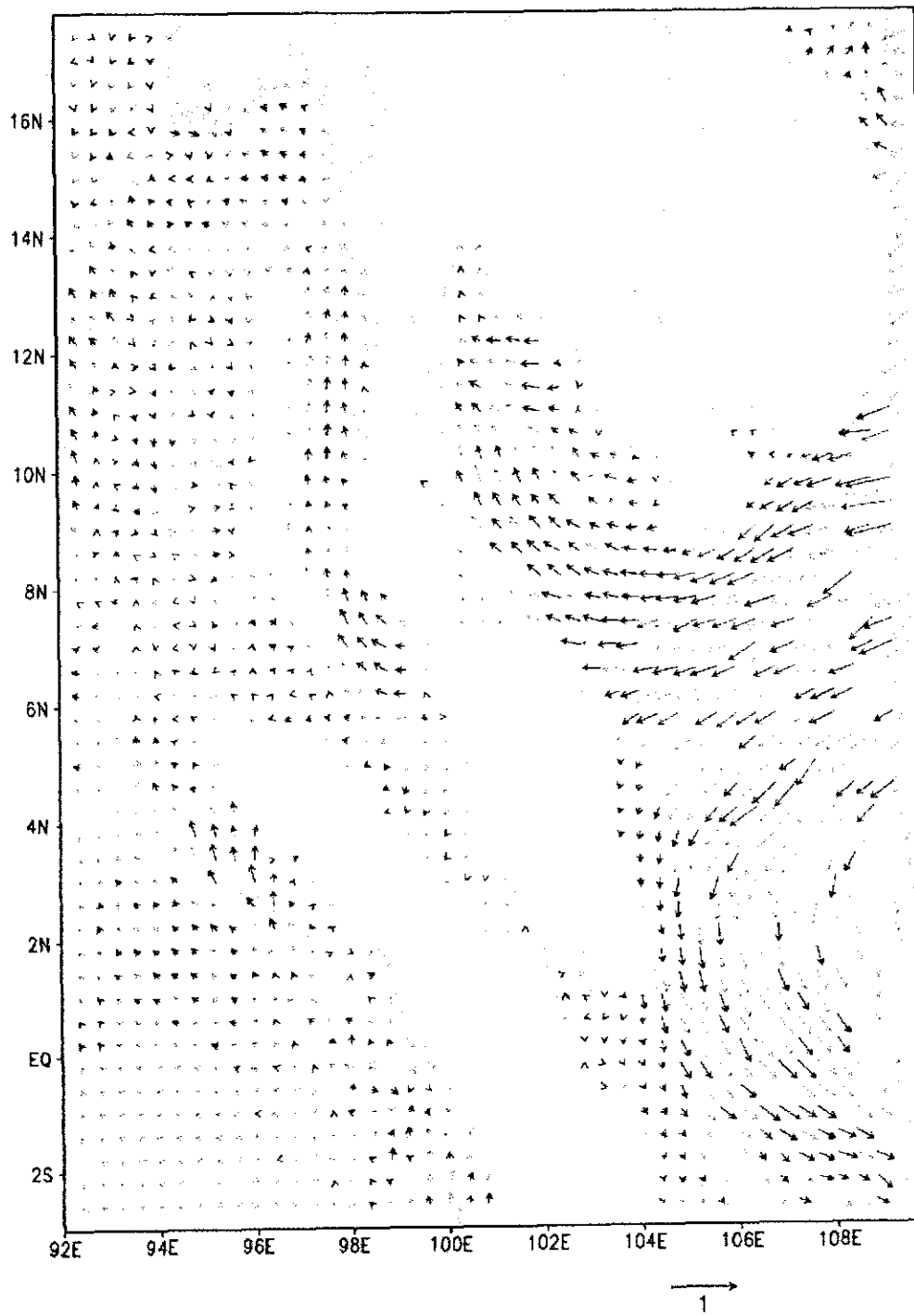
09Z02DEC2001



18Z02DEC2001



03Z02DEC2001



สคริปสำหรับ Run POM เพื่อค้นหาผู้ประสพภัยทางทะเลแบบอัตโนมัติ

ที่มา

เนื่องจาก POM (Princeton Ocean Model) ที่ได้รับมาในช่วงต้นของโครงการ เป็นโมเดลที่ใช้งานอยู่โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความรู้ความสามารถในด้านคอมพิวเตอร์ และมีความรู้ในรายละเอียดของโมเดลเป็นอย่างดี ดังนั้นในการใช้งานโมเดลที่ได้รับมาในขณะนั้น ผู้ใช้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบรายละเอียดภายในของโมเดลเป็นอย่างดี รวมถึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Linux เป็นอย่างดีด้วย

เมื่อมีความจำเป็นต้องนำโมเดลดังกล่าวมาใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมถึงจุดมุ่งหมายของการใช้งานเพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุทางทะเลซึ่งจะต้องทำงานได้อย่างสะดวก ให้ผลรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้โมเดลดังกล่าวอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ง่ายที่สุด โดยผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เพียงเล็กน้อย คือ แค่เพียงเปิดสวิตซ์เครื่องคอมพิวเตอร์ได้และรู้จักคีย์บอร์ดภาษาอังกฤษก็สามารถใช้งาน POM ได้

จากจุดประสงค์ดังกล่าวข้างต้นจึงได้ทำการเขียนสคริปสำหรับการใช้งาน POM แบบอัตโนมัติขึ้น โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับสคริป ดังนี้

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ POM

ความต้องการพื้นฐานในการใช้งาน POM ประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนที่หนึ่ง ส่วนของข้อมูลย้อนหลัง (History File) ซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้สร้างผลงานเริ่มต้นสำหรับขับเคลื่อนผิวหน้าน้ำทะเลให้กับการพยากรณ์ตำแหน่งของผู้ประสพภัยในทะเล ส่วนที่สองเป็นส่วนของข้อมูลพยากรณ์ล่วงหน้า (Forecast) เป็นข้อมูลที่ได้จากโมเดลพยากรณ์

อากาศ จะเป็นส่วนที่ใช้ในการพยากรณ์ตำแหน่งของผู้ประสบภัยในทะเลในกรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าการใช้งาน POM เพื่อค้นหาผู้ประสบภัยในทะเลจึงจำเป็นต้องมีอย่างน้อย 2 ส่วน คือ สร้าง History File และ Forecast แต่ในความเป็นจริงการรับแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับอุบัติเหตุทางทะเล เช่น ท่าบลที่ที่แน่นอน มักจะเกิดขึ้นหลังจากที่เกิดอุบัติเหตุแล้วหลายชั่วโมง หรือมากกว่า 1 วัน ดังนั้นในส่วนของการใช้โมเดลจึงต้องมีส่วนย่อยเพิ่มขึ้นระหว่าง History และ Forecast คือการคำนวณตำแหน่งของผู้ประสบภัยในทะเลย้อนหลังตั้งแต่ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุจนถึงเวลาที่ได้รับแจ้ง แล้วจึงเอาตำแหน่งสุดท้ายของเวลาที่ได้รับแจ้งมาใช้เป็นตำแหน่งเริ่มต้นในการพยากรณ์ต่อไป

คุณสมบัติทั่วไป

- ใช้งานง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้เรื่องเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มากนัก
- สามารถ Run และสร้าง History File ได้โดยอัตโนมัติเมื่อมีข้อมูลใหม่ถูกส่งเข้ามาในเครื่อง
- สามารถแบ่งและจัดเก็บข้อมูลย้อนหลัง (History File) เป็นชุด ชุดละ 12 ชั่วโมงได้
- สามารถ Run POM จากเวลาเกิดอุบัติเหตุโดยใช้ข้อมูลย้อนหลังจนถึงเวลาที่ได้รับแจ้งเหตุและพยากรณ์ตำแหน่งของผู้ประสบภัยในทะเลล่วงหน้าได้ 96 ชั่วโมง อย่างต่อเนื่อง

ข้อจำกัดในปัจจุบัน

- เวลาเริ่มต้นในการ Run POM ต้องปิดให้เป็นทุก 12 ชั่วโมง คือ เวลา 00Z (0700 น.) และ 12Z (1900 น.) เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลลม

- ผลการ Run อยู่ในรูปของเพิ่มข้อมูลแบบตัวหนังสือแสดงตำแหน่งของผู้ประสบภัยในทะเลเป็นพิกัดละติจูดและลองจิจูด ทุก ๆ 1 ชั่วโมง
- ไม่สามารถทำงานได้ในกรณีแจ้งเหตุหลังจากเกิดอุบัติเหตุแล้วเกิน 5 วัน

ส่วนประกอบของสคริป

ประกอบด้วยเพิ่มข้อมูล ทั้งหมด 5 เพิ่มข้อมูล คือ ckmel.sh ungrib.job test.job lost_at และ forecast.job การทำงานโดยรวมของสคริปสามารถแบ่งเป็นส่วนหลัก ๆ ได้ดังนี้

1. ส่วนสร้างและจัดเก็บข้อมูลย้อนหลัง (ckmel.sh ungrib.job และ test.job)
 - 1.1 แยกและจัดเก็บข้อมูลลมวันแรกเป็น 2 ชุด ชุดละ 12 ชั่วโมง
 - 1.2 คำนวณและจัดเก็บ History File ทุก 12 ชั่วโมง
 - 1.3 แยกและจัดเก็บข้อมูลลมพยากรณ์โดยแทนที่ข้อมูลเก่าทุกวัน
2. ส่วนคำนวณตำแหน่งผู้ประสบภัยในทะเลจนถึงเวลาที่ได้รับแจ้งเหตุ (lost_at)
 - 2.1 รับข้อมูล ละติจูด ลองจิจูด และวันเวลาที่เกิดอุบัติเหตุในทะเล
 - 2.2 อ่าน History File ของช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุในทะเล
 - 2.3 คำนวณตำแหน่งของผู้ประสบภัยในทะเลตั้งแต่เวลาที่เกิดอุบัติเหตุถึงเวลาที่ได้รับแจ้งเหตุโดยแจ้งค่าบลที่ของผู้ประสบภัย ทุก ๆ 1 ชั่วโมง
 - 2.4 ส่งตำแหน่งสุดท้ายหลังจากได้รับแจ้งเหตุให้กับส่วนที่ทำหน้าที่ในการพยากรณ์
3. ส่วนพยากรณ์ตำแหน่งผู้ประสบภัยในทะเลล่วงหน้า (forecast.job)
 - 3.1 รับข้อมูล ละติจูด ลองจิจูด และวันเวลาที่เกิดอุบัติเหตุในทะเล จากส่วนที่ 2
 - 3.2 พยากรณ์ตำแหน่งของผู้ประสบภัยในทะเล ทุก ๆ 1 ชั่วโมง จนถึง 96 ชั่วโมง
 - 3.3 จัดเก็บตำแหน่งของผู้ประสบภัยในทะเลตั้งแต่เกิดอุบัติเหตุจนถึงตำแหน่งที่พยากรณ์ 96 ชั่วโมง ในรูปของเพิ่มข้อมูลแบบตัวหนังสือ

รายละเอียดของคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการ Run Script

1. CPU ตั้งแต่ Pentium II 300 MHz ขึ้นไป
2. RAM 128 Mbyte หรือมากกว่า
3. Hard Disk ในขณะที่ Run Script 12 Mbyte
4. Hard Disk สำหรับจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังวันละ 27 Mbyte
5. ระบบปฏิบัติการ Linux V6.1 หรือสูงกว่า

การใช้งาน Script

1. ส่วนสร้างและจัดเก็บข้อมูลย้อนหลัง
 - 1.1 กรณีที่ 1 เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถ FTP ข้อมูลเข้ามาได้เองโดยอัตโนมัติ Script จะสามารถสร้างและจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังให้เองโดยอัตโนมัติ
 - 1.2 กรณีที่ 2 ต้อง FTP ข้อมูลโดยผู้ใช้งานจากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ต้องสั่ง Run Script โดย Log in เข้าระบบแล้วใช้คำสั่ง ckmel.sh
2. ส่วนกำหนดตำแหน่งผู้ประสบภัยในทะเลจนถึงเวลาที่ Run Script และส่วนพยากรณ์ตำแหน่งผู้ประสบภัยในทะเลล่วงหน้า
 - 2.1 Log in เข้าสู่ระบบแล้วเรียก Script โดยใช้คำสั่ง ดังนี้
 Lost_at LAT LON YYMMDDHH
 โดยที่ LAT หมายถึง ละติจูดที่เกิดอุบัติเหตุ
 LON หมายถึง ลองจิจูดที่เกิดอุบัติเหตุ
 YY หมายถึง สองตัวหลังของปี เช่น ปี 2001 YY = 01
 MM หมายถึง เดือน เช่น เดือนมกราคม MM = 01
 DD หมายถึง วันที่

HH หมายถึง ชั่วโมงที่เป็นเวลากรีนิช ให้ใช้เป็นเวลา 00 และ เวลา 12 เท่านั้น โดยให้เลือกเวลาที่ใกล้เคียงกับ เวลาเกิดอุบัติเหตุ เช่น เกิดอุบัติเหตุเวลา 0900 เวลาประเทศไทย = 0200 เวลากรีนิช HH = 00

ตัวอย่างการเรียกใช้ Script

- ได้รับแจ้งว่ามีอุบัติเหตุทางทะเลเกิดขึ้นเมื่อเวลา 1600 น. วันที่ 16 ธ.ค.44 ที่ละติจูด 8.7 องศาเหนือ ลองจิจูด 101.4 องศาตะวันออก

```
LAT      =      8.7
LON      =     101.4
YY       =       01
MM       =       12
DD       =       16
HH       =      12 (1600 น. = 0900Z ~ 1200Z)
ใช้คำสั่ง lost_at8.7 101.4 01121612
```

ผลที่ได้จากการ Run Script Lost_at

หลังจากการ run Script เสร็จสิ้น Script จะสร้าง Directory ชื่อ case YYMMDDHH ขึ้นใน Home Directory ภายใน Directory ดังกล่าวประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการ Run Script ดังนี้

1. Binary File

- 1.1 เพิ่มข้อมูลค่า Elevation ของทะเลที่เวลาต่าง ๆ
- 1.2 เพิ่มข้อมูลค่า Salinity ของผิวหน้าน้ำทะเลที่เวลาต่าง ๆ
- 1.3 เพิ่มข้อมูลค่า Temperature ของผิวหน้าน้ำทะเลที่เวลาต่าง ๆ
- 1.4 เพิ่มข้อมูลกระแสน้ำใน U Component ของผิวหน้าน้ำทะเลที่เวลาต่าง ๆ
- 1.5 เพิ่มข้อมูลกระแสน้ำใน V Component ของผิวหน้าน้ำทะเลที่เวลาต่าง ๆ

2. Text File

2.1 เพิ่มข้อมูล Out.xxxx แสดงรายละเอียดในการ Run Model

2.2 เพิ่มข้อมูล Object_position.data แสดงตำแหน่งของผู้ประสบภัยทุก ๆ

3 ชั่วโมง

การอ่านตำแหน่งของผู้ประสบอุบัติเหตุในทะเลจากเพิ่มข้อมูล

Object_position.data

เพิ่มข้อมูลดังกล่าวถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของ Text File ซึ่งสามารถเปิดอ่านได้ด้วยซอฟต์แวร์ Text Editor ทั่วไป เช่น Gedit บนระบบปฏิบัติการ linux หรือ NotePad บนระบบปฏิบัติการ windows เมื่อเปิดเพิ่มข้อมูลดังกล่าวจะมีการแสดงผลดังนี้

จำนวนชั่วโมงที่ทำการคำนวณ (เริ่มต้นที่ 0)

	ลองจิจูด	ละติจูด	พิกัดสำรอง								
0.	101.05	8.87	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
1.	101.05	8.87	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
2.	101.05	8.87	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
3.	101.05	8.87	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
-	-	-									
29.	101.03	8.84	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
30.	101.03	8.84	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
0.	101.03	8.84	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
1.	101.03	8.84	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
2.	101.03	8.84	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
3.	101.03	8.84	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
-	-	-									
95.	100.97	8.67	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	
96.	100.96	8.67	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	97.00	6.00	

เวลาสุดท้ายก่อนได้รับแจ้งเหตุ

เวลาเริ่มต้นพยากรณ์หลังได้รับแจ้งเหตุ

เวลาสุดท้ายของการพยากรณ์

สคริปสำหรับ Run POM เพื่อค้นหาผู้ระสบภัยทางทะเลแบบอัตโนมัติ

Ckmel.sh

```
#!/bin/bash

# Shell script to check new MEL file and run POM
# Lt.Viriya Laung_Aram 30 sep 2001
#
# check for new files.
#
count=0
WNDDIR=/home/npom/melwind
EXCDIR=/home/npom/exec
cd /home/npom/melwind
filelist=`ls -l MEL_nrlm-1*.tar`
for file in ${filelist}
do
    count=$((count+1))
done
echo "There are ${count} files in ${WNDDIR}"
echo $count > new_mel_count
if [ -f last_mel_count ]; then
    num=`cat last_mel_count`
else
    echo "$((count-1))" > last_mel_count
    num=`cat last_mel_count`
fi
if [ "$count" -eq "$num" ]; then
    echo "There are old ${num} files in ${WNDDIR}"
    echo "===== No more new files....waiting for next time..."
    echo "===== Process done!....Bye."
```

```

    exit 0
fi
#
# compare how much the number is different
#
differ=$(( ${count} - ${num} ))
echo "There are ${num} files since last update!"
echo "There are ${differ} more files not be copied yet!"
cutoff=1
for file in ${filelist}
do
    if [ "$cutoff" -le "$num" ]; then
        cutoff=$(( ${cutoff} + 1 ))
    else
        echo "===== Copying $file to ${EXCDIR}"
        cp -f ${file} ${EXCDIR}/.
        echo "===== Done...!"
        cutoff=$(( ${cutoff} + 1 ))
        if [ "$cutoff" -gt "$count" ]; then
            cp -f new_mel_count last_mel_count
        fi
    fi
done
/home/npom/ungrib.job
exit

```

Ungrib.job

```

#!/bin/sh
# shell script to process MEL tar files and copy
# wind files to appropriate directories.For POM
# Lt.Viriya Laung_Aram 30 sep 2001
#
# look for MEL tar files
#
cd /home/npom/exec
filelist=`ls -l MEL*`
for file in $filelist
do
    tar -xvf $file
    meldir=`echo $file | cut -c5-17`
    echo ${meldir}
    cd $meldir
    dtg=`ls 058* | cut -c30-37`
    nname=`echo ${dtg} | cut -d' ' -f1`
    echo ${nname}
    cp *_ucmp*.000* /home/npom/windarc/past/058.240.wnd_ucmp.ht_sfc.10.0.$
{nname}00.000.GRIB
    cp *_ucmp*.006* /home/npom/windarc/past/058.240.wnd_ucmp.ht_sfc.10.0.$
{nname}06.000.GRIB
    cp *_ucmp*.012* /home/npom/windarc/past/058.240.wnd_ucmp.ht_sfc.10.0.$
{nname}12.000.GRIB
    cp *_ucmp*.018* /home/npom/windarc/past/058.240.wnd_ucmp.ht_sfc.10.0.$
{nname}18.000:GRIB
    cp *_vcmp*.000* /home/npom/windarc/past/058.240.wnd_vcmp.ht_sfc.10.0.$
{nname}00.000.GRIB

```

```

cp *_vcmp*.006* /home/npom/windarc/past/058.240.wnd_vcmp.ht_sfc.10.0.$
{nname}06.000.GRIB

cp *_vcmp*.012* /home/npom/windarc/past/058.240.wnd_vcmp.ht_sfc.10.0.$
{nname}12.000.GRIB

cp *_vcmp*.018* /home/npom/windarc/past/058.240.wnd_vcmp.ht_sfc.10.0.$
{nname}18.000.GRIB

rm -f /home/npom/windarc/forecast/*

cp *_ucmp*.024* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_ucmp*.036* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_ucmp*.048* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_ucmp*.060* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_ucmp*.072* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_ucmp*.084* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_ucmp*.096* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_vcmp*.024* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_vcmp*.036* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_vcmp*.048* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_vcmp*.060* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_vcmp*.072* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_vcmp*.084* /home/npom/windarc/forecast/
cp *_vcmp*.096* /home/npom/windarc/forecast/
cat *_ucmp*.000.* *_ucmp*.006.* *_ucmp*.012.* > wнду.grb
cat *_vcmp*.000.* *_vcmp*.006.* *_vcmp*.012.* > wндv.grb
mkdir /home/npom/binwind/${nname}00
cd /home/npom/binwind/${nname}00

mv /home/npom/exec/${meldir}/*.grb .
rm -f /home/npom/exec/${meldir}/*.grb

/home/npom/pom/bin/wgrib -d all -bin -o wнду.bin wнду.grb
/home/npom/pom/bin/wgrib -d all -bin -o wндv.bin wндv.grb

/home/npom/pom/bin/stress wнду.bin wндv.bin

cp [XY]stress /home/npom/pom/dat/wind/

```

```

/home/npom/test.job $nname 00
rm [estuv]2001*
rm *.grb
rm *.bin
cd /home/npom/exec/${meldir}
cat *_ucmp*.012.* *_ucmp*.018.* *_ucmp*.024.* > wнду.grb
cat *_vcmp*.012.* *_vcmp*.018.* *_vcmp*.024.* > wндv.grb
mkdir /home/npom/binwind/${nname}12
cd /home/npom/binwind/${nname}12
mv /home/npom/exec/${meldir}/*.grb .
rm -f /home/npom/exec/${meldir}/*.grb
/home/npom/pom/bin/wgrib -d all -bin -o wнду.bin wнду.grb
/home/npom/pom/bin/wgrib -d all -bin -o wндv.bin wндv.grb
/home/npom/pom/bin/stress wнду.bin wндv.bin
cp [XY]stress /home/npom/pom/dat/wind/
/home/npom/test.job $nname 12
rm [estuv]2001*
rm *.grb
rm *.bin
cd /home/npom/exec/${meldir}
cd ..
done
rm -rf /home/npom/exec/MEL*
rm -rf /home/npom/exec/nrlm-*
exit

```

Test.job

```

#!/bin/sh
# Shell script to Run POM History File
# Lt.Viriya Laung_Aram 30 sep 2001
#
if [ $1 ]
then
    HDATE=$1
    echo History date is $HDATE
else
    echo ""
    echo " History Date is not set"
    echo " terminate....1test"
fi
if [ $2 ]
then
    HTIME=$2
    echo History time is $HTIME
else
    echo ""
    echo " History Date is not set"
    echo " terminate....2"
fi
echo Directory to access is $HDATE$HTIME
# preliminaries, get date, set run label
# move to data directory, setup subdirectories
date
mon=$(date +%m)
day=$(date +%d)
LABL="_POM.${mon}.${day}"

```

```

echo RUN${LABL} out.$$
test -f pos.dat && rm pos.dat
# process MEL SST and Wind files
# convert from GRIB to binary, then
# reformat and interpolate to model grid
# set model parameters for this run
# 1) setup forcing and sst files
# 2) copy previous history file for restarting
# 3) grab initial particle locations from file
# and run model
time /home/npom/pom/bin/pom <<END_POM_PARAM >out.$$
&PARAM
LABEL = $HDATE$HTIME,
DEPTH_FILE = '/home/npom/pom/dat/Depth',
TEMP_FILE = '/home/npom/pom/dat/Tsig1.d',
SALT_FILE = '/home/npom/pom/dat/Ssig1.d',
SST_FILE = 'none',
XFORC_FILE = '/home/npom/pom/dat/wind/Xstress',
YFORC_FILE = '/home/npom/pom/dat/wind/Ystress',
HIST_FILE = '/home/npom/pom/dat/pom.s',
XPOS = 102. 102. 103. 103. 103.,
YPOS = 3. 4. 5. 6. 7.,
MODE = 3,
DAYS = .5,
DTE = 20.,
ISPLIT = 45,
FORC = 6.,
DIAG = .TRUE.,
RAMP = 0.0,
PRTD = 0.125,
SMOTH = 0.1,

```

```
HORCON = 0.2,  
VMAX = 100.,  
ISPADV = 5 /  
END_POM_PARAM  
date  
mv fort.60 pom.s  
cp pom.s /home/npom/pom/dat/  
# cleanup from run  
# move output files to storage directory  
# save the history file  
# process for graphics  
exit
```

Lost_at

```

#!/bin/sh

# Born shell script to search object
# Lt.Viriya Laung-Aram
#

if [ $1 ]
then
    LAT=$1
    echo Latitude is $LAT
else
    echo ""
    echo "Latitude not set"
    echo "Usage: lost_at LAT LON DATE"
    echo "Example: lost_at 9.5 100.3 01080612"
    echo ""
    exit
fi

if [ $2 ]
then
    LON=$2
    echo Longitude is $LON
else
    echo ""
    echo "Longitude not set"
    echo "Usage: lost_at LAT LON DATE TODAY"
    echo "Example: lost_at 9.5 100.3 01080612"
    echo ""
    exit
fi

if [ $3 ]

```

```

then
    DAYT=$3
    echo Start date is $DAYT
else
    echo ""
    echo " Start date not set"
    echo " Usage: lost_at LAT LON DATE"
    echo " Example: lost_at 9.5 100.3 01080612"
    echo ""
    exit
fi

echo $LAT $LON $DAYT
WNDARC=/home/npom/windarc
HDDERU=058.240.wnd_ucmp.ht_sfc.10.0.20
HDDERV=058.240.wnd_vcmp.ht_sfc.10.0.20
count=0

for INCT in 000 006 012 018 024 030 036 042 048 054 060 066 072 078 084 090 096
102 108 114 120
do
    DTG="/incdate.perl $DAYT $INCT"
    if [ -f ${WNDARC}/past/${HDDERU}${DTG}.000.GRIB ]
    then
        count=$((count+1))
        echo ${HDDERU}${DTG}.000.GRIB
        echo ${HDDERV}${DTG}.000.GRIB
        cp ${WNDARC}/past/${HDDERU}${DTG}.000.GRIB /home/npom/exec/${HDDERU}${DTG}.000.GRIB
        cp ${WNDARC}/past/${HDDERV}${DTG}.000.GRIB /home/npom/exec/${HDDERV}${DTG}.000.GRIB
    else

```

```
        break
    fi
done
echo loop $count
if [ $count = 2 ]
then
    DAYI=0.25
elif [ $count = 4 ]
then
    DAYI=0.75
elif [ $count = 6 ]
then
    DAYI=1.25
elif [ $count = 8 ]
then
    DAYI=1.75
elif [ $count = 10 ]
then
    DAYI=2.25
elif [ $count = 12 ]
then
    DAYI=2.75
elif [ $count = 14 ]
then
    DAYI=3.25
elif [ $count = 16 ]
then
    DAYI=3.75
elif [ $count = 18 ]
then
    DAYI=4.25
```

```

elif [ $count = 20 ]
then
    DAYI=4.75
else
    echo "It's too long"
    exit
fi

echo before $DAYI
cd /home/npom/exec
cat *_ucmp* > wнду.grb
cat *_vcmp* > wндv.grb
/home/npom/pom/bin/wgrib -d all -bin -o wнду.bin wнду.grb
/home/npom/pom/bin/wgrib -d all -bin -o wндv.bin wндv.grb
/home/npom/pom/bin/stress wнду.bin wндv.bin
#
#run POM Script
#
cp ${HOME}/binwind/20${DAYT}/pom.s ${HOME}/${DAYT}.s
mkdir /home/npom/case20${DAYT}
cd /home/npom/case20${DAYT}
# preliminaries, get date, set run label
# move to data directory, setup subdirectories
date
mon=$(date +%m)
day=$(date +%d)
LABL="_POM.${mon}.${day}"
echo RUN${LABL} out.$$
test -f pos.dat && rm pos.dat
# process MEL SST and Wind files
# convert from GRIB to binary, then
# reformat and interpolate to model grid

```

```

# set model parameters for this run
# 1) setup forcing and sst files
# 2) copy previous history file for restarting
# 3) grab initial particle locations from file
# and run model

time /home/npom/pom/bin/pom <<END_POM_PARAM >out.$$

&PARAM
  LABEL = 20$DAYT,

  DEPTH_FILE = '/home/npom/pom/dat/Depth',
  TEMP_FILE = '/home/npom/pom/dat/Tsig1.d',
  SALT_FILE = '/home/npom/pom/dat/Ssig1.d',
  SST_FILE = 'none',
  XFORC_FILE = '/home/npom/exec/Xstress',
  YFORC_FILE = '/home/npom/exec/Ystress',
  HIST_FILE = '${HOME}/${DAYT}.s',
  XPOS = $LON,
  YPOS = $LAT,
  MODE = 3,
  DAYS = $DAYI,
  DTE = 20.,
  ISPLIT = 45,
  FORC = 6.,
  DIAG = .TRUE.,
  RAMP = 0.0,
  PRTD = 0.125,
  SMOTH = 0.1,
  HORCON = 0.2,
  VMAX = 100.,

```

```
ISPADV = 5 /  
END_POM_PARAM  
date  
mv fort.60 pom.sav  
mv pos.dat pos1.d  
rm -f ${HOME}/${DAYT}.s  
# cp pom.sav /work3/npom/pom/dat/  
# cleanup from run  
# move output files to storage directory  
# save the history file  
# process for graphics  
/home/npom/forecast.job ${DAYT} ${DTG}  
exit
```

Forecast.job

```

#!/bin/sh

# Bom shell script to search object
# Lt.Viriya Laung-Aram

DAYT=$1
DTG=$2

cd /home/npom/exec

rm -f *

cp /home/npom/windarc/forecast/* .

cat *_ucmp* > wнду.grb
cat *_vcmp* > wндv.grb

/home/npom/pom/bin/wgrib -d all -bin -o wнду.bin wнду.grb
/home/npom/pom/bin/wgrib -d all -bin -o wндv.bin wндv.grb
/home/npom/pom/bin/stress wнду.bin wндv.bin

cd /home/npom/case20${DAYT}

lastlow=`tail -n 1 pos1.d`
LON=`echo ${lastlow} | cut -d' ' -f2`
LAT=`echo ${lastlow} | cut -d' ' -f3`
echo $LON $LAT

# preliminaries, get date, set run label

# move to data directory, setup subdirectories
date
mon=$(date +%m)
day=$(date +%d)
LABL="_POM.${mon}.${day}"
echo RUN${LABL} out.$$

test -f pos.dat && rm pos.dat

# process MEL SST and Wind files

# convert from GRIB to binary, then

# reformat and interpolate to model grid

```

```

# set model parameters for this run
# 1) setup forcing and sst files
# 2) copy previous history file for restarting
# 3) grab initial particle locations from file
# and run model
time /home/npom/pom/bin/pom <<END_POM_PARAM >out.$$
&PARAM
  LABEL = 20$DTG,
  DEPTH_FILE = '/home/npom/pom/dat/Depth',
  TEMP_FILE = '/home/npom/pom/dat/Tsig1.d',
  SALT_FILE = '/home/npom/pom/dat/Ssig1.d',
  SST_FILE = 'none',
  XFORC_FILE = '/home/npom/exec/Xstress',
  YFORC_FILE = '/home/npom/exec/Ystress',
  HIST_FILE = './pom.sav',
  XPOS = $LON,
  YPOS = $LAT,
  MODE = 3,
  DAYS = 4,
  DTE = 20.,
  ISPLIT = 45,
  FORC = 12.,
  DIAG = .TRUE.,
  RAMP = 0.0,
  PRD = 0.125,
  SMOTH = 0.1,
  HORCON = 0.2,
  VMAX = 100.,
  ISPADV = 5 /
END_POM_PARAM
date

```

```
rm -f fort.60
rm -f pom.sav
mv pos.dat pos2.d
cat pos1.d pos2.d > object_position.data
# cp pom.sav /work3/npom/pom/dat/
# cleanup from run
# move output files to storage directory
# save the history file
# process for graphics
rm -f /home/npom/exec/*
exit
```

5. Reference

1. Princeton Ocean Model User's Group <http://www.aos.princeton.edu/wwwPUBLIC/htdocs.pom>
2. George L. Mellor.1996. User's Guide for a Three-Dimensional, Primitive Equation, Numerical Ocean Model.
3. Blumberg, A.F. and Mellor, G.L., 1987. A Description of A Three-Dimensional Coastal Ocean Circulation Model, the American Geophysical Union, USA
4. Blumberg, A.F. and Mellor, G.L., 1983. Diagnostic and Prognostic Numerical Circulation Studies of the South Atlantic Bight, Journal of Geophysical research, Vol. 88, May 30, 1983
5. May, P., and Veruttipong, W., 2000. An Ocean Forecast Model for the Gulf of Thailand and Andaman Sea (THAI POM), FNMOC, USA
6. Mellor, G.L., 1998. Users Guide for A Three-Dimensional. Primitive Equation, Numerical Ocean Model, Princeton University, Princeton, NJ, USA
7. Spaulding, M.L., 1984. A Vertically Averaged Circulation Model Using Boundary-Fitted Coordinates, Journal of Physical Oceanography, 14, USA.
8. Swanson, J.C., 1986. A Three Dimensional Numerical Model of Coastal Circulation and Water Quality, Ph.D Dissertation, URI, USA.
9. รายงานความก้าวหน้าในรอบ 6 เดือน ระหว่างวันที่ 15 มกราคม 2543 ถึง 15 กรกฎาคม 2543, โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มภัยพิบัติทางทะเล โดย ดร.ธวัช วิรัตน์พงศ์ และทีมงาน
10. รายงานความก้าวหน้าในรอบ 6 เดือน ระหว่างวันที่ 15 กรกฎาคม 2543 ถึง 15 มกราคม 2544, โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มภัยพิบัติทางทะเล โดย ดร.ธวัช วิรัตน์พงศ์ และทีมงาน
11. รายงานความก้าวหน้าในรอบ 6 เดือน ระหว่างวันที่ 15 มกราคม 2544 ถึง 15 กรกฎาคม 2544, โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มภัยพิบัติทางทะเล โดย ดร.ธวัช วิรัตน์พงศ์ และทีมงาน
12. รายงานความก้าวหน้าในรอบ 6 เดือน ระหว่างวันที่ 15 กรกฎาคม 2544 ถึง 15 มกราคม 2545, โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มภัยพิบัติทางทะเล โดย ดร.ธวัช วิรัตน์พงศ์ และทีมงาน

6. ภาคผนวก

6.1 An Ocean Forecast Model for the Gule of Thailand and Andaman Sea

Naval operations on the high seas often require a detailed knowledge of the ocean environment, particularly with reference to the wind, the waves and the currents. Thus, sailors have always referred to tide tables or weather reports to do their jobs safely and competently. In modern times numerical models of the ocean promise to extend the sailor's knowledge into the realm of forecasting ocean waves, currents and thermal structure much in the manner that numerical weather forecasting has improved our knowledge of the atmosphere. These "models" use computer software to apply the laws of fluid physics to air and sea water, and give the mariner a level of detailed knowledge that was undreamed of just a few decades ago.

This progress report summarizes the first six months (January 2000 - June 2000) of a project to produce ocean forecast software for the Hydrographic Office of the Royal Thai Navy (RTN). The RTN seeks a numerical forecast capability that will provide one to five day forecasts of ocean currents, sea temperatures and surface elevations for areas of the Gulf of Thailand and Andaman Sea that border and include the territorial waters of the Kingdom of Thailand. Such a forecast should prove a useful aid to: (1) search and rescue operations, (2) the tracking and containment of sea-borne effluents, (3) fisheries and other ocean resource management activities.

This report covers several topics:

- the reasons why the Princeton Ocean Model (POM) is a suitable model for this project,
- some specific details of the configuration of POM for the Gulf of Thailand and Andaman Sea (SIAM POM),
- an example of the forecasting capabilities of SIAM POM,
- a workshop conducted for officers of the Royal Thai Navy,
- plans for future modifications and improvements to the SIAM POM.

6.1.1 Selection of an Ocean Model

All ocean models contain approximations to the actual physical laws that control the ocean. These approximations range from the method by which the laws of physics are reduced to equations that can be solved on the computer, to the approximation of physical phenomenon that is not well understood, such as turbulence. There are many fluid dynamics computer codes from which to choose, but few are completely suitable for the job of forecasting conditions in the Gulf of Thailand and Andaman Sea. Knowing the operational needs of the RTN allows one to make a fairly general statement of the features or characteristics that a numerical ocean model must have to meet those requirements. The ocean forecast model chosen for the Gulf of Thailand/Andaman Sea project should:

- be capable of modeling the complex three dimensional ocean flows that are typical of a shallow coastal ocean basin,
- model both dynamically driven and thermodynamically driven flows,

- correctly model time scales of motion that range from tidal (12 hours) to seasonal (1 year) periods,
- have a flexible and accurate treatment of complex bathymetry and shorelines,
- have a reasonably accurate treatment of turbulence and dissipation, particularly in the vertical direction,
- be economical enough to run with modest computational resources.

A numerical ocean model that includes dynamic, thermodynamic and turbulent physics requires one to solve a coupled set of almost a dozen differential equations in three space dimensions. The equations constitute a classical initialboundary value problem for partial differential equations. In such problems the result or solution depends not only on the equations but on the initial conditions or state of the model, and on the boundary conditions or values that are assigned at the edges of the model domain. As an unavoidable consequence, the quality of the model forecast depends not only on the accuracy of the model physics but also on the quality and accuracy of the data that is used as boundary conditions and forcing for the model. Emphasis on choosing a good numerical ocean model must be followed closely by emphasis on obtaining good forcing and boundary data.

There are few candidates for ocean models that meet these demands. Most coastal models, as used by coastal engineers, focus on near-shore phenomena where temperature variations are secondary to wind and wave effects. Also, coastal engineering models are often proprietary software systems that require significant licensing fees. Deep ocean models (such

as the GFDL Modular Ocean Model) tend to treat bathymetry, the free surface, and turbulence in a less than optimal ways. The Princeton Ocean Model (POM) and the Sigma Coordinate Rutgers University Model (SCRUM) are two regional scale ocean models that meet, for the most part, the criteria for modeling the Gulf of Thailand.

The Princeton Ocean Model satisfies most, if not all, of the requirements listed above. POM's basic equations are the three dimensional, non-linear, primitive equations for momentum and energy, written in finite difference form. The model uses hydrostatic and Boussinesq approximations to eliminate high frequency motions not of interest to a five-day forecast. The values that are forecast (the prognostic variables) are: the velocity components (u , v), the free surface elevation (η), the temperature (T), and the salinity (S). Turbulent energy is also forecast, while the vertical velocity is calculated diagnostically if needed. The POM model has a generalized curvilinear horizontal (x , y) coordinate system that can conform to the coastline to resolve the coastal boundary effectively. A "sigma coordinate" transformation is used to represent the vertical structure (fig 1). Using this method, the vertical coordinate (σ) follows the bathymetry to provide a realistic treatment of bottom effects and increased vertical resolution in shallow water. The horizontal and vertical grid templates are staggered (Arakawa C grid) to calculate velocity components and mass (T , S) tendencies at different grid points. This staggering improves the numerical accuracy of the finite differences.

Besides the definitions of the vertical and horizontal grids, POM requires a number of input fields in the form of bathymetry, initial conditions and

boundary conditions that must be supplied by users before a forecast or simulation can be made. These fields define the starting condition of the model and force the model at the boundaries. The most important fields are:

- bathymetry (ocean depth) and coastline data,
- initial values of free surface, velocity, temperature, and salinity at all model grid points at the initial time ($t=0$),
- surface mass and momentum fluxes such as wind stress and heat flux,
- values of free surface, velocity, temperature, and salinity at all the open (ocean) lateral boundaries of the model domain for all times.

The Princeton Ocean Model is widely used by scientists and engineers in a number of countries to investigate many different types of ocean phenomena. The model has modeled estuaries and harbors to study tides and the dispersion of pollutants. It was used in studies of the response of fresh water lakes to storms and seasonal heating/cooling cycles. Larger scale models successfully modeled coastal and continental shelf circulation. And there are several POM studies of basin scale ocean circulation in the Mediterranean Sea and the entire North Atlantic Ocean. The US National Weather Service uses POM to conduct its regular operational forecasts of the Gulf Stream region of the North Atlantic. The global network of POM users (more than 600 of them) serve as a valuable source of information and support. The basic POM model software is freely available from Princeton University. A more detailed description of the model can be found in the POM Users Guide

6.1.2 THAI POM

The basic POM numerical ocean model has been modified and enhanced for the Thai Navy ocean forecast system (THAI POM). The model domain covers the primary region of interest, the Gulf of Thailand and the Andaman Sea, and extends at the boundaries to provide a buffer from undesirable open boundary effects. This region ranges in east-west extent from 92E to 110W and northsouth extent from 3S to 18N. Over this area a 90 by 105 rectilinear grid has been drawn with 0.2° , or 22 km, spacing between grid nodes (fig. 2 model grid). Twenty levels are used to represent the vertical structure. This domain is easily revised to cover larger or smaller areas at greater resolution. Realistic bathymetry, initial conditions, forcing and boundary conditions are required to run the model effectively.

Bathymetry for the THAI POM model comes from the publicly available ETOP05 data set, a 5' resolution global bottom depth database. The Gulf of Thailand is quite shallow, less than 200m, from the bight of Bangkok out to the edge of the South China Sea. The Andaman Sea, by contrast, has a deep basin of more than 3000m that is bordered on the west by the Andaman and Nicobar Islands. The entire area is filled with small islands and complex shoreline geometry. South of the island of Sumatra is the deepest water, the Java Trench. Because this area is part of the THAI POM region but not of vital interest to the RTN the depths here have been arbitrary truncated to 3200m to match the deepest area of the Andaman Sea.

Initial conditions for the forecast will normally come from restarting the model using the forecast from the previous day, but it is desirable to keep the forecasts from straying too far from normal ocean conditions by weakly constraining them with climatic values of temperature and salinity. A regional subset of the seasonal Levitus ocean climate (a publicly available long-term average of temperature and salinity on a $1^\circ \times 1^\circ$ grid) is used for this purpose. Interpolation software transforms the coarse grid bathymetry and climate files to the THAI POM grid.

Forcing for the THAI POM model comes from the Master Environmental Library (MEL). Presently the only MEL fields used to force POM are the 10m global winds from the Navy Operational Global Atmospheric Prediction System (NOGAPS). These winds (east and north components) are converted to wind stress with a simple bulk drag law and interpolated to the THAI grid. Heat fluxes and evaporation rates may also be calculated with bulk formulae but require fields from NOGAPS that are not routinely available. Instead, the sea surface temperature is used to constrain the model surface temperature in a way that simulates heat fluxes.

The lateral boundary conditions require special explanation. Velocity, temperature and salinity on the lateral boundaries of a regional model may be supplied in one of several ways: (1) extensive observations, (2) output from a larger scale ocean model, or (3) by artful approximations. Since observations and large-scale ocean model output are seldom available, the lateral boundary conditions are usually approximated by "radiation" conditions (where waves originating inside the model are

allowed to propagate harmlessly out through the boundaries), or by "sponge" conditions (where disturbances are absorbed by a special algorithm at the edge of the model grid).

The lateral boundary conditions for THAI POM must be applied at two important boundaries, the South China Sea to the east and the Bay of Bengal to the west. At these boundaries the temperature and salinity are fixed to match Levitus climatic values and a simple radiation condition is applied to the velocity fields. The northern boundary of the model is formed by the Asian continental landmass, while the southern boundary is effectively the Indonesian island archipelago. Narrow straits between the Indonesian islands are minor openings along this edge that are treated similarly to the eastern and western boundaries.

As configured, the THAI POM model runs comfortably on a 500Mhz PC with 64Mb of memory under the GNU/Linux operating system. The POM code compiles easily using g77 (the GNU/Linux Fortran 77-compliant compiler). With the present configuration, a 90x105x20 grid requires about 30Mb of memory and about 3 minutes of CPU time per forecast day. Experience indicates that doubling the horizontal resolution to 0.1° (180x210 grid) increases the memory requirements to about 100Mb and the run time to about 20 minutes per forecast day.

6.1.3 Model Demonstration

A period from 1 March 2000 to 1 June 2000 was chosen to demonstrate and test the forecasting capabilities of THAI POM. During this period of

time the winds over the region transition from a winter to a summer regime. In the winter the predominant winds are the Trade Winds that blow from the northeast (fig. 16 Mean Wind March). The Monsoon winds, from the southwest, dominate the summer (fig.17 Mean Wind May). This change of forcing, which occurs in the spring (April), provides a good opportunity to observe the response of the model to the two dominant characteristic wind-forcing events the model will encounter over the region.

Winds and sea-surface temperatures for this experiment were collected from MEL and archived for the required 90-day period. The model was started from rest with Levitus T, S from the winter season. A wind stress, that from 1 March 2000, was used to accelerate or "spin-up" the model for 30 days. In shallower water the model reaches a nearly steady state in just a few days while in the Indian Ocean it takes more than a month. Wind stresses, at six-hour intervals, interpolated to the THAI grid, were calculated and used to force a sequential series of seven-day forecasts. Each seven-day model simulation starts seamlessly from the previous seven day run so the sequence effectively produces a continuous 90-day simulation.

The plot of wind stresses for 28 March 2000 (fig. 18 shows a typical winter Trade Wind pattern, with the wind blowing across the South China Sea and into the Gulf of Thailand. The wind forces a strong northward flowing ocean surface current along the western edge of the Gulf (fig. 19, Currents 29 March). This current pushes water into the Gulf of Thailand raising the sea level by more than 20 cm (fig. 20, Free Surface 29 March)

and causes a clockwise circulation pattern in the Gulf. Another strong current flows southward along the Malayan peninsula toward the entrance to the Malaccan Straits.

In the Andaman Sea the Trades drive a northward current that eventually exits through a passage to the Bay of Bengal. During the rest of the period (March 2000) the Trades were generally weaker over the Andaman Sea and were often interrupted by storms from the Indian Ocean. Because of the varying winds and the greater depth of the Andaman Sea, the ocean surface currents here varied much more during the simulation period. Figure 21,)Surface Currents for 16 March, shows a much different surface current pattern for the Andaman Sea. This figure shows a strong clockwise circulation pattern at the entrance to the Straits of Malacca and a southward flowing current along the coast of Myanmar. Surface drift in the Gulf of Thailand and the Andaman Sea during the Trade Wind events can be followed with particle tracking software in (THAI POM A few representative trajectories for the month of March are shown (fig 22, labeled 1-4) in the particle path plot. These are the paths that an object drifting with the surface current would take.

In contrast to the Trades, the Monsoons tend to push water out of the Gulf of Thailand on to the Sunda Shelf and into South China Sea. A representative case for Monsoon wind stress (fig. 23, Wind Stress for 31 May) shows currents in the Gulf of Thailand flowing to the southeast along the Cambodian coast (fig. 24, Currents 1 June). The surface elevation in the Gulf (fig 25, Free Surface 1 June) drops by almost 10 cm during this wind event.

These results are quite reasonable for the forcing conditions described but need to be verified or confirmed by observations. The verification process should suggest certain adjustments or changes to THAI POM that will improve the accuracy of the forecasts.

6.1.4 Workshop

As part of the effort to start an operational ocean forecasting capability at the Hydrographic Office of the Royal Thai Navy, the author of this report traveled to Bangkok in April to deliver a working version of the THAI POM model code to the members of the team who will eventually run the model. An important purpose of this visit was to introduce the Hydrographic Office to the basic elements of POM and to show them how to run a preliminary version of the model. It was also very valuable to meet the members of the forecasting team and learn firsthand of the RTN operations and uses for the forecast model.

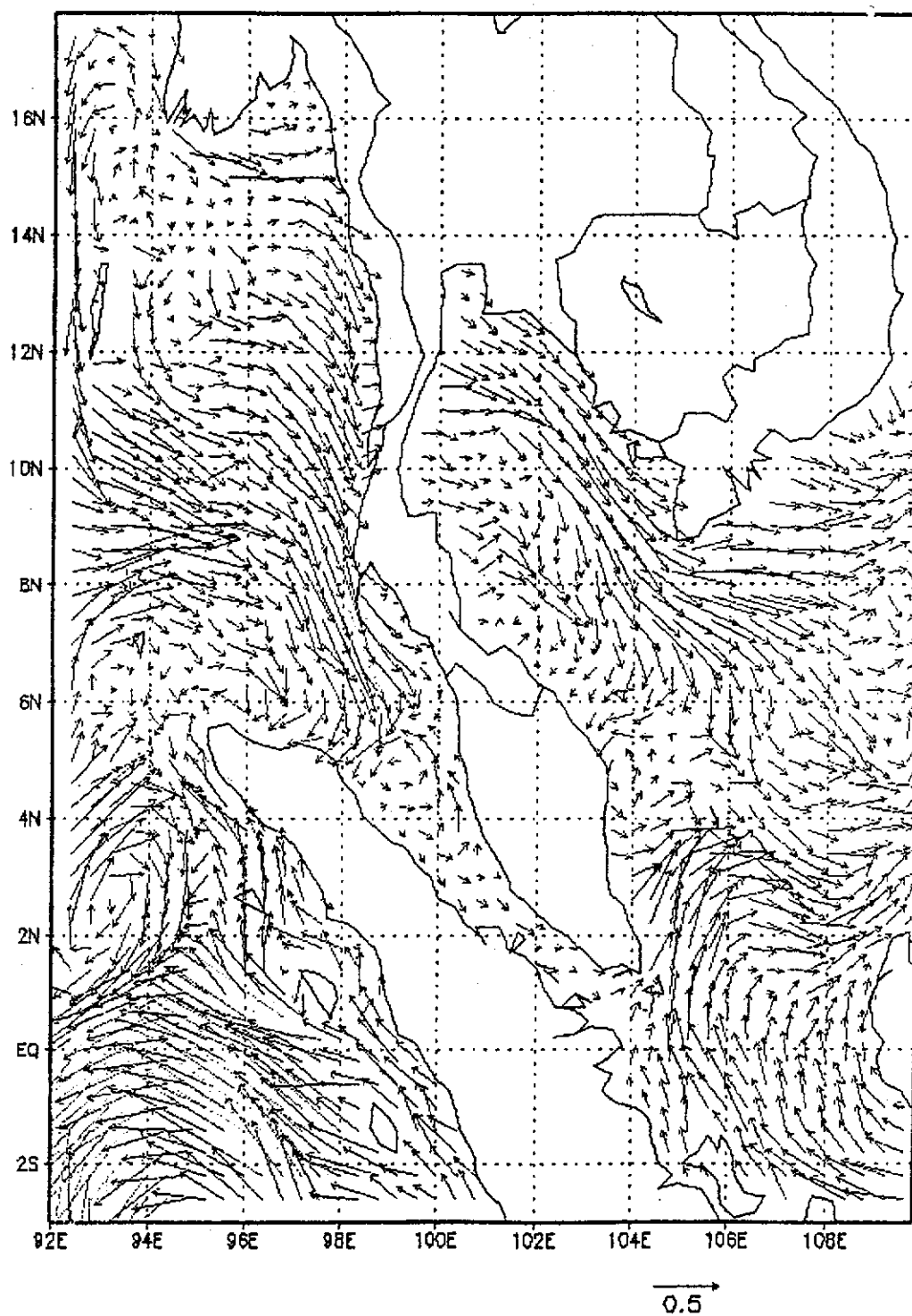
6.1.5 Additional Areas of Works

As a result of the visit to the RTN Hydrographic Office and discussions with modeling team members, several additional areas of work on the THAI POM forecast system are:

- write scripts to automate the operation of a daily ocean forecast and to interpolate various formats of forcing fields to the THAI grid

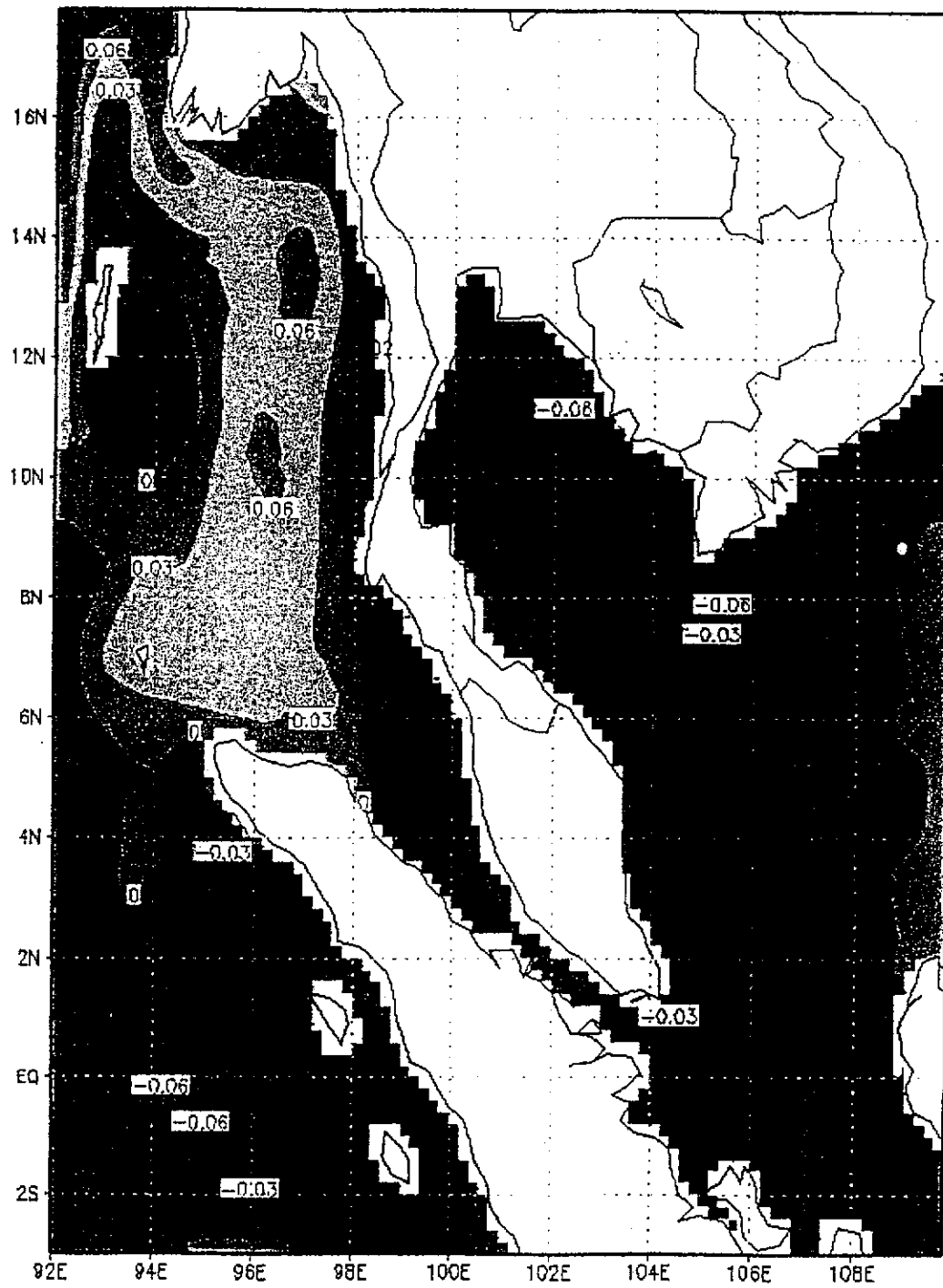
- add a tidal boundary condition to the model so tidal currents and elevations will be represented,
- improve the surface forcing with fluxes calculated from NOGAPS data,
- refined the surface drift calculation for different types of drifting objects,
- make comparisons of forecasts with local observations of sea level, sea surface temperature, and trajectories of surface drifters,
- integrate an oil spill dispersion model into forecast system.

Currents 1 June 2000



រូប ៤៥ Currents on 1 June 2000

Free Surface 1 June 2000



รูปที่ 46 Free Surface on 1 June 2000

6.2 การประยุกต์แบบจำลองคลื่น WAM

แบบจำลองคลื่นทะเล (WAM) ซึ่งได้มีการพัฒนาขึ้นตามโครงการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์คลื่น เป็นแบบจำลองที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย เป็นแบบจำลองที่ตั้งอยู่บนผลการพัฒนาแบบจำลองอย่างต่อเนื่องของนักวิทยาศาสตร์ทางตะวันตก และได้รับการถ่ายทอดมาสู่การใช้ในทางปฏิบัติโดยนักวิทยาศาสตร์จาก JPL และ Naval Graduate School ของสหรัฐอเมริกา

แบบจำลอง WAM ตั้งอยู่บนทฤษฎีการกำเนิดคลื่นที่อิงการถ่ายทอดพลังงานจากลม(พิจารณาจากความเร็วลม)ลงสู่ผิวน้ำ พลังงานลมก่อให้เกิดกลุ่มคลื่นอันประกอบด้วยคลื่นความสูงและความถี่ต่างๆ (JONSWAP โดยแสดงในรูปของ density spectrum) กลุ่มคลื่นจะเคลื่อนที่ออกจากจุดที่รับพลังงาน โดยสามารถอธิบายการถ่ายเทพลังงานในรูปฟลักซ์ของกลุ่มคลื่น และเพื่อให้รูปแบบคลื่นในแบบจำลองใกล้เคียงของจริง แบบจำลองจึงพิจารณาผลของความลึกของน้ำ (shoaling และ refraction) และผลของกระแสน้ำต่อขนาดและทิศทางของคลื่น

เมื่อโครงการพัฒนาแบบจำลอง WAM เกิดขึ้นในประเทศไทย คณะนักวิจัยได้ทำการปรับแต่งแบบจำลองให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศของทะเลไทย ทำการทดสอบแบบจำลอง เปรียบเทียบค่ากับข้อมูลจากดาวเทียม และจากทุ่นสำรวจ จนได้ผลการพยากรณ์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ จึงได้ใช้แบบจำลองในการพยากรณ์คลื่นเพื่อใช้ในการกิจการของกองทัพ และเผยแพร่แก่หน่วยงานภายนอกอีกหลายหน่วยงาน การปรับปรุงลักษณะการพยากรณ์ และการเพิ่มรายละเอียดข้อมูลด้านอื่นประกอบจะเป็นสร้างคุณค่าให้กับแบบจำลอง WAM และทำให้มีการใช้ประโยชน์คุ้มค่ามากขึ้น แต่เนื่องจากทางกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ มีภารกิจที่ต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการพยากรณ์ให้กับกิจการทางทหารมากอยู่แล้ว จึงไม่มีเงื่อนไขที่จะปรับปรุงและเพิ่มรายละเอียดข้อมูลด้านอื่นได้ จึงทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปให้ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล เพื่อพัฒนาแบบจำลองและรูปแบบในการพยากรณ์ เพื่อให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

บทความนี้จะกล่าวถึงการใช้แบบจำลอง WAM เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษา และให้ผลการพยากรณ์เกิดประโยชน์ต่อกิจการที่เกี่ยวข้องกับทะเลในประเทศไทยมากยิ่งขึ้น

6.2.1 การประยุกต์ WAM กับการเรียนการสอนสมุทรศาสตร์

6.2.1.1 แบบจำลองกับการศึกษาทางสมุทรศาสตร์

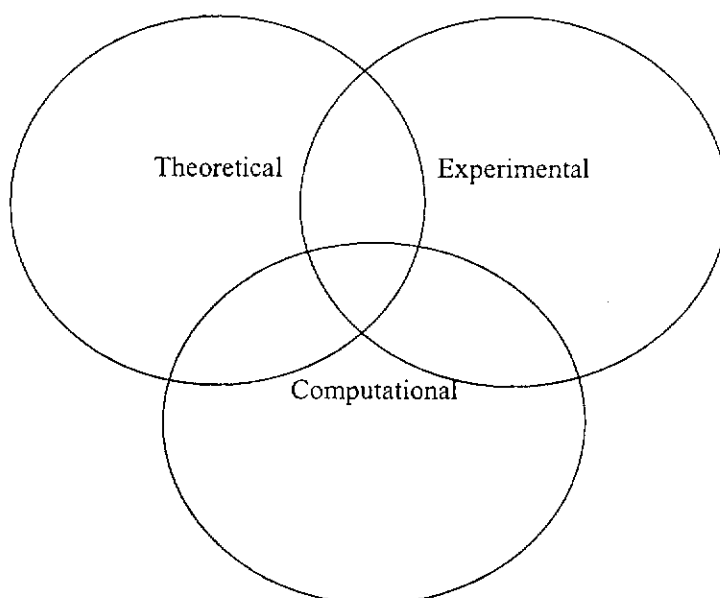
การเรียนการสอนสมุทรศาสตร์ มีองค์ประกอบของหลักวิชาที่สำคัญคือ ความเข้าใจในสภาวะของทะเลและมหาสมุทร ความเข้าใจในเหตุปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะ และความเข้าใจในกระบวนการที่ขับเคลื่อนสภาวะดังกล่าว โดยสภาวะที่สมุทรศาสตร์พิจารณาถึงประกอบด้วย

- คุณลักษณะของมวล แรง และพลังงานที่มีอยู่ในทะเลอันมีพื้นทะเลเป็นขอบเขตที่อยู่นิ่ง (fixed boundary) และมีบรรยากาศเป็นขอบเขตที่มีพลวัต (dynamic boundary)
- แรง (ได้แก่แรงลม แรงเสียดทาน แรงโคริโอลิส) และสนามของแรง (ได้แก่สนามของแรงโน้มถ่วง) ที่กระทำให้เกิดสภาวะพลวัตของทะเล
- พลังงาน (ความร้อน) ที่ทะเลได้รับ และการถ่ายเทพลังงานภายในทะเล กับการแลกเปลี่ยนพลังงานกับสภาพแวดล้อมของทะเล
- ปรากฏการณ์ที่เป็นตัวขับเคลื่อนระบบพลวัตของทะเลทั้งในรูปของคลื่น กระแสน้ำ และน้ำขึ้นน้ำลง

การศึกษาด้านสมุทรศาสตร์ที่ผ่านมา แบ่งออกเป็นการศึกษาในภาคสนาม และการศึกษาในทางทฤษฎี กล่าวคือในการปฏิบัติงานในภาคสนาม จะมีการตรวจวัดสภาวะต่างๆ ของทะเล (ความเร็วกระแสน้ำ ความสูงและทิศทางของคลื่น และคุณลักษณะอื่นๆ ของน้ำทะเลเช่น อุณหภูมิ ความเค็ม) โดยจำเป็นต้องออกแบบการตรวจวัดให้เหมาะสม เพื่อจะสรุปสภาวะของทะเลได้อย่างถูกต้อง กระแสน้ำในทะเลมีอิสระในการไหลมากกว่าการไหลของน้ำในแม่น้ำลำคลองมาก และทะเลยังมีขนาดกว้างใหญ่ การออกแบบวิธีการสำรวจให้ถูกต้องแม่นยำ จึงจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะพลวัตของทะเลเป็นอย่างดี

สำหรับการศึกษาในทางทฤษฎี จะเป็นการอธิบายบทบาทของแรง และพลังงาน ที่ทำให้เกิดภาวะพลวัต ภายใต้ขอบเขตของพื้นทะเลและชายฝั่ง โดยอาศัยแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ แต่เนื่องจากความซับซ้อนของชุดสมการ ทำให้การวิเคราะห์ผลลัพธ์ ของสมการเป็นไปได้ยาก และในหลายกรณีสามารถพิสูจน์ได้ว่าไม่สามารถหาคำตอบ จริงของชุดสมการได้ ทำให้ต้องอาศัยการประมาณคำตอบด้วยวิธีทางตัวเลข โดยใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการประมาณคำตอบดังกล่าว

การศึกษาโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และการประมาณค่าด้วยวิธีทางตัวเลข จัดเป็นแนวทางในการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เริ่มเป็นที่ยอมรับสูงขึ้น โดยมีการจัดประเภท เป็น computational science แยกจากการศึกษาวิทยาศาสตร์แบบ theoretical และแบบ experimental ซึ่งมีมาแต่เดิม (ในคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีการสอน หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ หรือ Computational Science ในระดับปริญญาโท มาตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2539) การใช้ computational science ช่วยในการศึกษาสมุทรศาสตร์ ยังประโยชน์ ในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ในทะเล และช่วยสนับสนุนการออกแบบจุดสำรวจทาง สมุทรศาสตร์ได้เป็นอย่างมาก (นอกเหนือจากนั้น การศึกษาทางด้านสมุทรศาสตร์ยังได้ อาศัยเทคโนโลยี remote sensing ช่วยในการสำรวจศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างยิ่งด้วย)



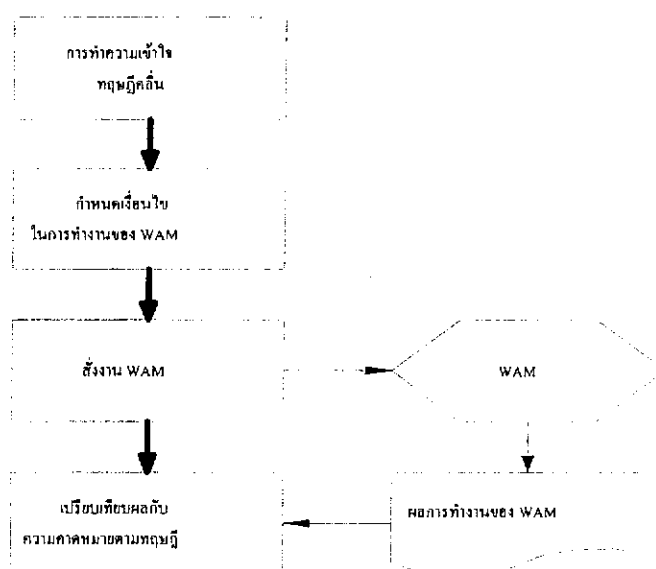
รูปที่ 1 แบบจำลองคณิตศาสตร์เป็นแนวทางในการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีบทบาท สูงขึ้นจนนับเป็นเสาที่สามในการค้าวิชาการด้านนี้ไว้ให้สมดุล

6.2.1.2 การใช้แบบจำลอง WAM ในการสอน

แบบจำลองคลื่น WAM เป็นแบบจำลองที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเกิดคลื่นจากการได้รับพลังงานลม โดยขนาดของคลื่น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยสามด้านคือ ขนาดความเร็วลม ระยะเวลาที่ลมพัด และระยะทางที่ลมพัดถ่ายทอดพลังงานให้กับน้ำ พลังงานลมจะก่อให้เกิดสเปกตรัมของคลื่นน้ำ (เป็นชุดของคลื่นที่มีความถี่ และความสูงของคลื่นต่างกัน) จากนั้นคลื่นจะเคลื่อนที่ โดยแบบจำลองจะพิจารณาการถ่ายเทพลังงานต่อไป โดยสามารถกำหนดให้คลื่นวิ่งเข้าสู่พื้นที่ที่ตื้นขึ้น เกิดการหักเหของคลื่น และเกิดปฏิสัมพันธ์กับกระแสน้ำได้

การเรียนการสอนหลายวิชาสามารถนำแบบจำลองไปใช้ประกอบการสอน เช่นวิชา Physical Oceanography; Dynamic of the Ocean; Theoretical Oceanography; และ Remote Sensing for Oceanography วิชาเหล่านี้สามารถใช้แบบจำลอง WAM ในการแสดงอิทธิพลของลม ลักษณะภูมิประเทศของทะเล และใช้ในการเปรียบเทียบอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ตามที่ปรากฏในทางทฤษฎี ว่ามีผลต่อการเกิดคลื่นอย่างไร

โหมดของการใช้ประกอบด้วยความเข้าใจในทฤษฎีของการเกิดคลื่น ความเข้าใจในวิธีที่จะสั่งให้แบบจำลองทำงาน และการนำผลจากแบบจำลองไปศึกษาเปรียบเทียบกับความคาดหมายที่ควรเป็นทางทฤษฎี



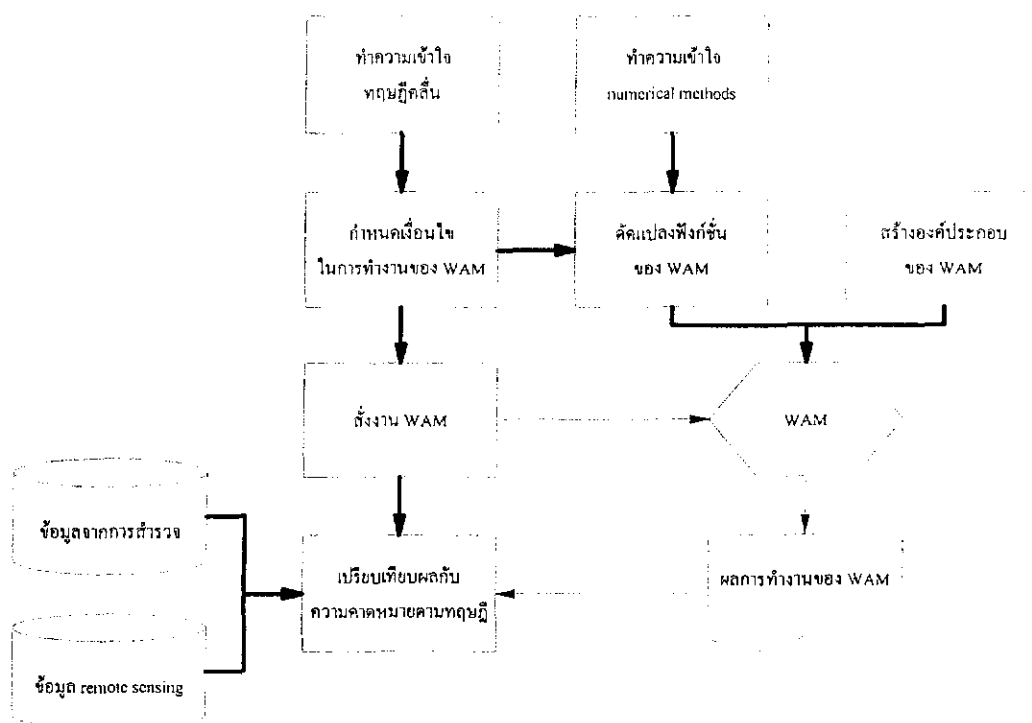
รูปที่ 2 โหมดของการใช้ WAM ในการเรียนการสอน

6.2.1.3 การใช้แบบจำลอง WAM ในการทำโครงการ วิทยานิพนธ์

ความซับซ้อนของแบบจำลอง และประสิทธิภาพในการทำนาคคลื่นของ WAM ทำให้สามารถใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น อิทธิพลของภูมิประเทศต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่น หรือ ลักษณะ wave climate ของพื้นที่

โหมคของการใช้ประกอบด้วยความเข้าใจในทฤษฎีของการเกิดคลื่น ความเข้าใจในการประมาณคำตอบด้วยวิธีทางตัวเลข การสร้างองค์ประกอบของแบบจำลอง (กริดของพื้นที่ทะเล และการเลือกใช้ข้อมูลลม) การดัดแปลงแบบจำลองให้สอดคล้องกับแนวสมมุติฐาน หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การสั่งงานให้แบบจำลองทำงาน การนำผลการทำงานของแบบจำลองไปวิเคราะห์ นอกจากนั้นการทำงานอาจทำเทียบกับข้อมูลลมลักษณะต่างๆ เปรียบเทียบผลของขนาดของกริด และการใช้ข้อมูลภาคสนาม และ/หรือ ข้อมูลจากการสำรวจด้วยดาวเทียมมาประกอบการศึกษา

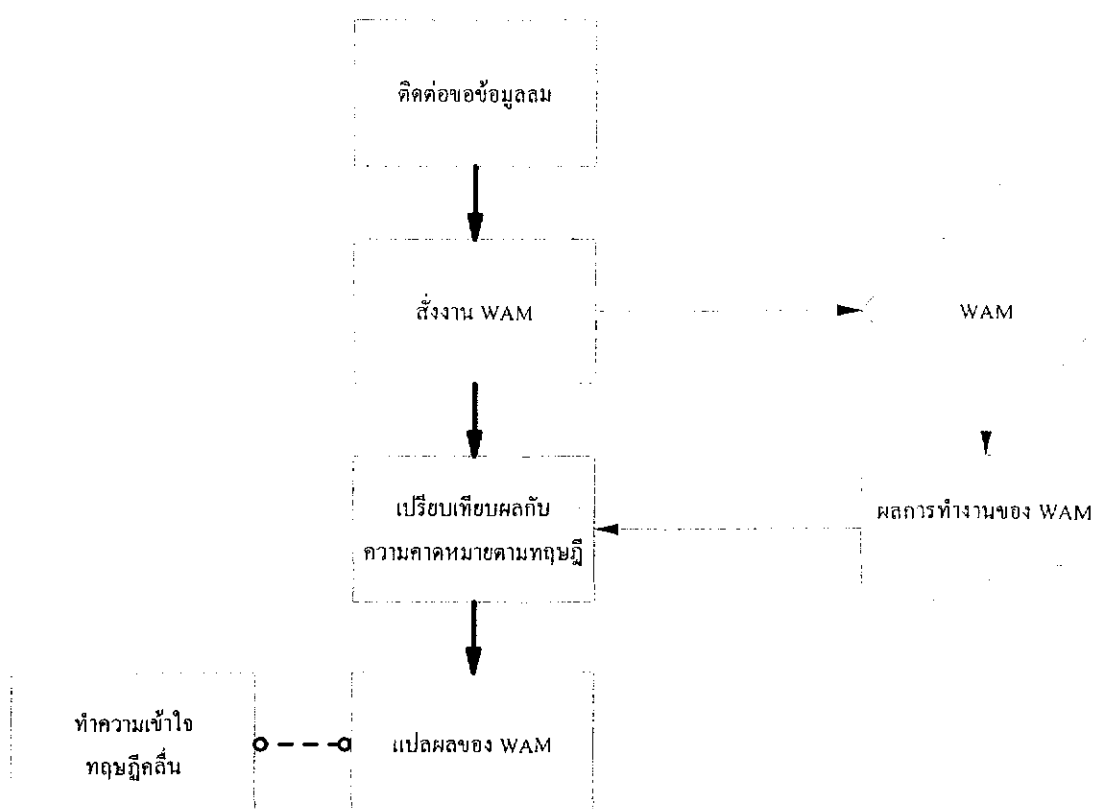
แผ่นภาพที่ 1 ถึง แผ่นภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างผลการใช้แบบจำลอง WAM ในการทำโครงการของนิสิต



รูปที่ 3 โหมคของการใช้ WAM ในการทำโครงการ วิทยานิพนธ์

6.2.1.4 การใช้แบบจำลอง WAM กับกิจกรรมด้านวิชาการของนิสิต

โครงการพัฒนาแบบจำลองคลื่น ได้พัฒนาโปรแกรมเชื่อมต่อ และโปรแกรมสั่งงานแบบจำลองไว้ ดังนั้น ในกรณีของนิสิตชั้นปีที่ยังไม่มี ความเข้าใจใน ทฤษฎีของแบบจำลอง จะสามารถทดลองใช้แบบจำลองโดยพิจารณาแบบจำลองเป็น เหมือนกล่องดำได้ ประโยชน์ของการใช้แบบจำลองในโหมดนี้คือการสร้างความคุ้นเคย ในการติดต่อขอข้อมูล การใช้ข้อมูลเพื่อการพยากรณ์คลื่น และการฝึกฝน การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลพยากรณ์ลม และผลการทำนายขนาดและทิศทาง คลื่นจากแบบจำลอง



รูปที่ 4 โหมดของการใช้ WAM เพื่อสนับสนุนกิจกรรมวิชาการของนิสิต

6.2.2 การประยุกต์ WAM กับบริการหน่วยงานที่ต้องการข้อมูลคลื่น

หลังจากที่ได้มีการนำแบบจำลอง WAM มาพัฒนาเพื่อใช้พยากรณ์คลื่นในทะเลไทย และได้ทำการตรวจสอบประเมินความถูกต้องของแบบจำลองเทียบกับข้อมูลคลื่นจากทุ่นสำรวจ และจากข้อมูลดาวเทียม ทำให้มีความเชื่อมั่นในการใช้แบบจำลอง WAM ในขณะนี้กองอุทุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ ได้ทำการพยากรณ์คลื่นในทะเลโดยใช้แบบจำลอง WAM เพื่อใช้งานในกองทัพ และเผยแพร่ผลการพยากรณ์ต่อสาธารณะโดยผ่านระบบ internet ด้วย

อย่างไรก็ตาม ยังมีหน่วยงานอีกหลายส่วนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ของแบบจำลอง WAM อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ข้อมูลจากแบบจำลองให้เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่างๆ ที่มีการทำงานในทะเล เช่น การประมง การเดินเรือสินค้า การท่องเที่ยวทางทะเล การสำรวจ และการจัดหาทรัพยากรในทะเล ทั้งนี้มีสาเหตุจากปัจจัยต่อไปนี้คือ

- (1) ลักษณะข้อมูลที่เผยแพร่ยังไม่อยู่ในรูปแบบที่หน่วยงานต้องการ
- (2) มีข้อผูกพันกับแหล่งข้อมูลต่างประเทศ จึงยังคงต้องซื้อข้อมูลจากต่างประเทศ
- (3) ยังไม่มีความเชื่อมั่นในแบบจำลอง จึงเลือกที่จะซื้อข้อมูลจากต่างประเทศ และ
- (4) ยังไม่ทราบเกี่ยวกับการให้บริการนี้

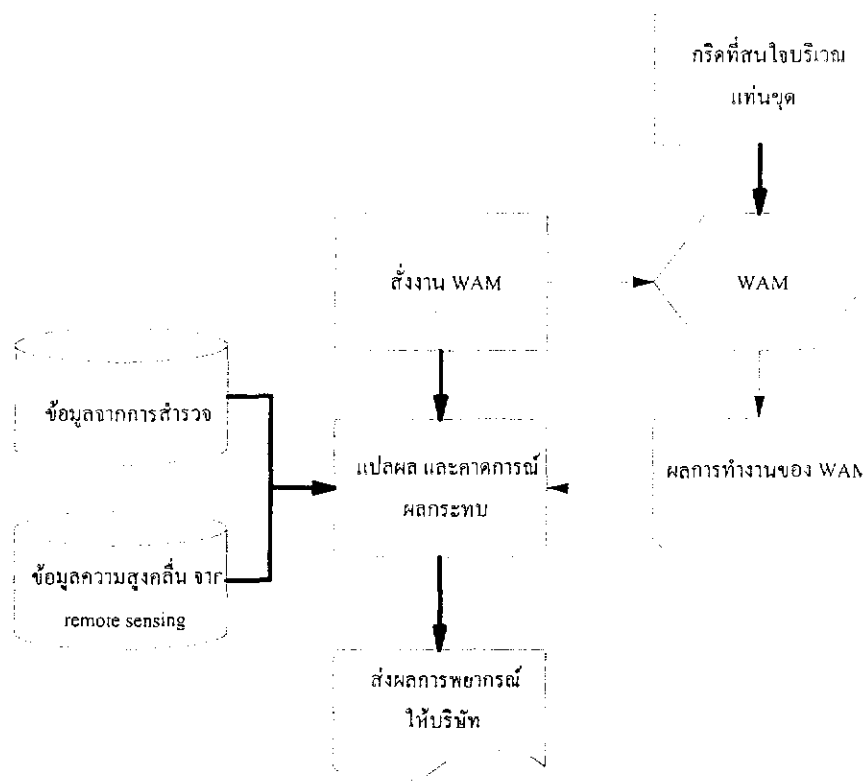
การปรับปรุงลักษณะการพยากรณ์ และการเพิ่มรายละเอียดข้อมูลด้านอื่นประกอบ จะสร้างคุณค่าให้กับแบบจำลอง WAM และทำให้มีการใช้ประโยชน์คุ้มค่ามากขึ้น แต่เนื่องจากทางกรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ มีภารกิจที่ต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการพยากรณ์ให้กับกิจการทหารอยู่มาก จึงไม่มีเงื่อนไขที่จะปรับปรุงและเพิ่มรายละเอียดข้อมูลด้านอื่นได้ จึงทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปให้ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ซึ่งจะมีเงื่อนไขในการศึกษาวิจัยพัฒนาระบบ เพื่อปรับปรุงลักษณะข้อมูลให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้มากกว่า จากการศึกษาความเป็นไปได้ในเบื้องต้น พบว่าหน่วยงานภาคเอกชนที่มีความต้องการใช้ข้อมูลคลื่นในเบื้องต้นคือ บริษัทชุดเจาะแก๊สและน้ำมันในอ่าวไทย (ได้แก่ ปตท.และ UNOCAL) กิจการประมงพาณิชย์ (สมาคมประมงฯ) ธุรกิจท่องเที่ยว (กลุ่มบริษัทดำน้ำ และท่องเที่ยวเกาะ) ทั้งนี้ความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานดังกล่าวมีรายละเอียดที่ต่างกันคือ

6.2.2.1 กลุ่มบริษัทชุดเจาะแก๊สและน้ำมันในอ่าว

ต้องการทราบการพยากรณ์คลื่นตามมาตรการป้องกันอันตรายให้กับแท่นขุด และผู้ปฏิบัติงานบนแท่นขุด มีความต้องการข้อมูลรายวัน ของคลื่นที่ครอบคลุมพื้นที่ กลางอ่าว สนใจคลื่นที่มีขนาดใหญ่ซึ่งอาจก่อภัยพิบัติได้

การดำเนินการที่จำเป็นคือการแปลผลของแบบจำลองเพื่อประมาณขนาด ความรุนแรงของคลื่นที่จะเกิดต่อแท่นขุด และระบบปฏิบัติการของแท่นขุด

ลักษณะการใช้แบบจำลองจะเป็นดังนี้



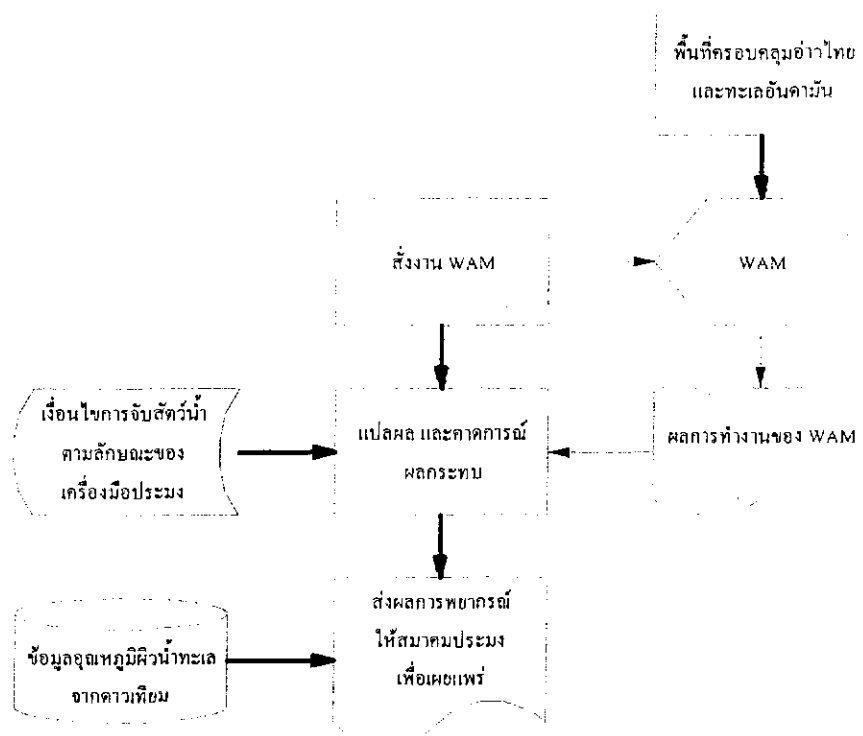
รูปที่ 5 โหมดของการใช้ WAM ในการบริการข้อมูลแก่กลุ่มบริษัทชุดเจาะแก๊สและน้ำมันในอ่าว

6.2.2.2 การประมง

ต้องการทราบการพยากรณ์คลื่นตามเส้นทางเดินเรือ และพื้นที่จับปลา โดยต้องการทราบขนาดความสูงคลื่น ณ บริเวณต่างๆ ในอ่าวซึ่งอาจเป็นเส้นทางในการหาปลาของเรือประมงต่างๆ เพื่อแนะนำให้รู้ถึงพื้นที่ที่สามารถจับปลาได้ตามสภาพเครื่องมือประมง และเตือนภัยให้หลีกเลี่ยงบริเวณที่จะมีอันตรายได้

การดำเนินการที่จำเป็นคือการแปลผลของแบบจำลองโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของสภาพทะเลตามขนาดเรือ และลักษณะเครื่องมือประมง โดยนำข้อมูลอุณหภูมิจนน้ำทะเลมาประกอบ และการประเมินภาวะอันตรายที่จะต้องเตือนภัยต่อเรือประมงขนาดต่างๆ

ลักษณะการใช้แบบจำลองจะเป็นดังนี้



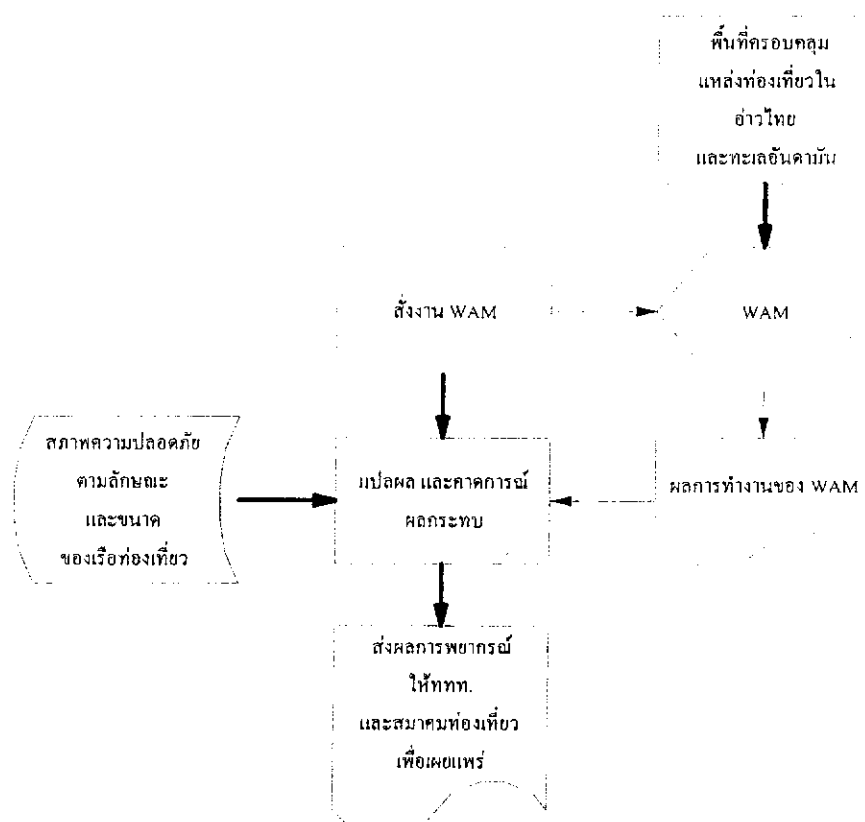
รูปที่ 6 โหมดของการใช้ WAM ในการบริการข้อมูลแก่เรือประมงต่างๆ

6.2.2.3 การท่องเที่ยว

ต้องการทราบการพยากรณ์คลื่นตามเส้นทางเดินเรือไปยังแหล่งท่องเที่ยวในทะเล และพื้นที่ดำน้ำ ซึ่งมักเป็นพื้นที่ใกล้ฝั่ง หรือเกาะท่องเที่ยว โดยต้องการทราบขนาดความสูงคลื่น ซึ่งจะก่อให้เกิดความไม่สบายในการท่องเที่ยว ไปจนถึงระดับที่อาจเกิดอันตรายต่อการเดินเรือ

การดำเนินการที่จำเป็นคือการแปลค่าความสูงคลื่นจากแบบจำลอง โดยคำนึงถึงสภาพคลื่นที่จะก่อให้เกิดความไม่สะดวกสบายในการท่องเที่ยวทางทะเลประเภทต่างๆ และภาวะอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อเรือท่องเที่ยวขนาดต่างๆ กัน

ลักษณะการใช้แบบจำลองจะเป็นดังนี้



รูปที่ 7 โหมดของการใช้ WAM ในการบริการข้อมูลแก่กิจการท่องเที่ยวทางทะเล

6.2.3 บทสรุป

บทความนี้ได้แสดงให้เห็นศักยภาพของการการขยายผลการใช้แบบจำลองคลื่น WAM ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการพยากรณ์ภายในกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ออกไปสู่ผู้ใช้กลุ่มต่างๆ โดยได้มีการทดลองประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งในรายวิชาบรรยายด้านสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ การทำโครงการพิเศษ (นิสิตระดับปริญญาตรี) และการทำวิทยานิพนธ์ (นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา) ส่วนผู้ใช้กลุ่มผู้ประกอบการชุดแก๊สและน้ำมันในทะเล กลุ่มประมง และกลุ่มท่องเที่ยว ได้มีการปรึกษากับผู้เกี่ยวข้อง และสามารถกำหนดเนื้อหาการพยากรณ์ที่กลุ่มผู้ใช้ต้องการ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพื่อกำหนดระเบียบวิธีการพยากรณ์และการเผยแพร่ผลการพยากรณ์ให้เหมาะสมสอดคล้องกับผู้ใช้แต่ละกลุ่มต่อไป

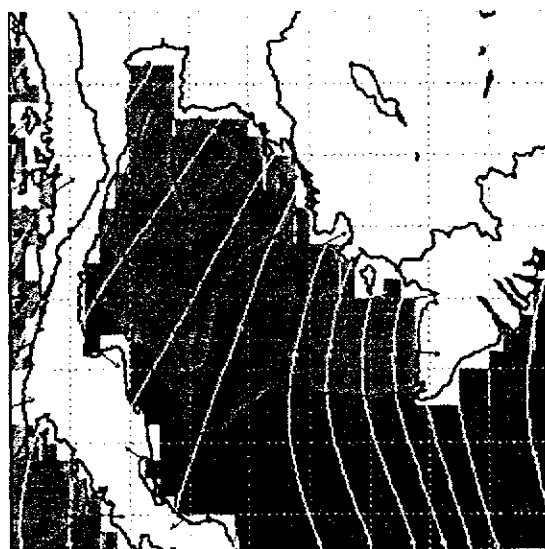
นอกเหนือจากกระบวนการประยุกต์ใช้ดังกล่าว มีสิ่งที่พึงพิจารณาเพื่อพัฒนาระบบพยากรณ์ และการศึกษาโดยใช้แบบจำลองที่สำคัญสามประการคือ

- (1) การปรับปรุงขั้นตอนการตั้งงานแบบจำลองให้สามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ในการทำงานได้สะดวกขึ้น
- (2) การกำหนดขั้นตอนในการนำแบบจำลอง Wavewatch เข้ามาใช้ในการพยากรณ์คลื่นควบคู่กับ WAM เพื่อเปรียบเทียบผล
- (3) การเชื่อมต่อกับระบบพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลลมจากกรมฯ ในการพยากรณ์คลื่นได้

เดือนพฤษภาคม



ภาพจากข้อมูลดาวเทียม Topex/Poseidon



ภาพจากแบบจำลอง WAM

เดือนธันวาคม

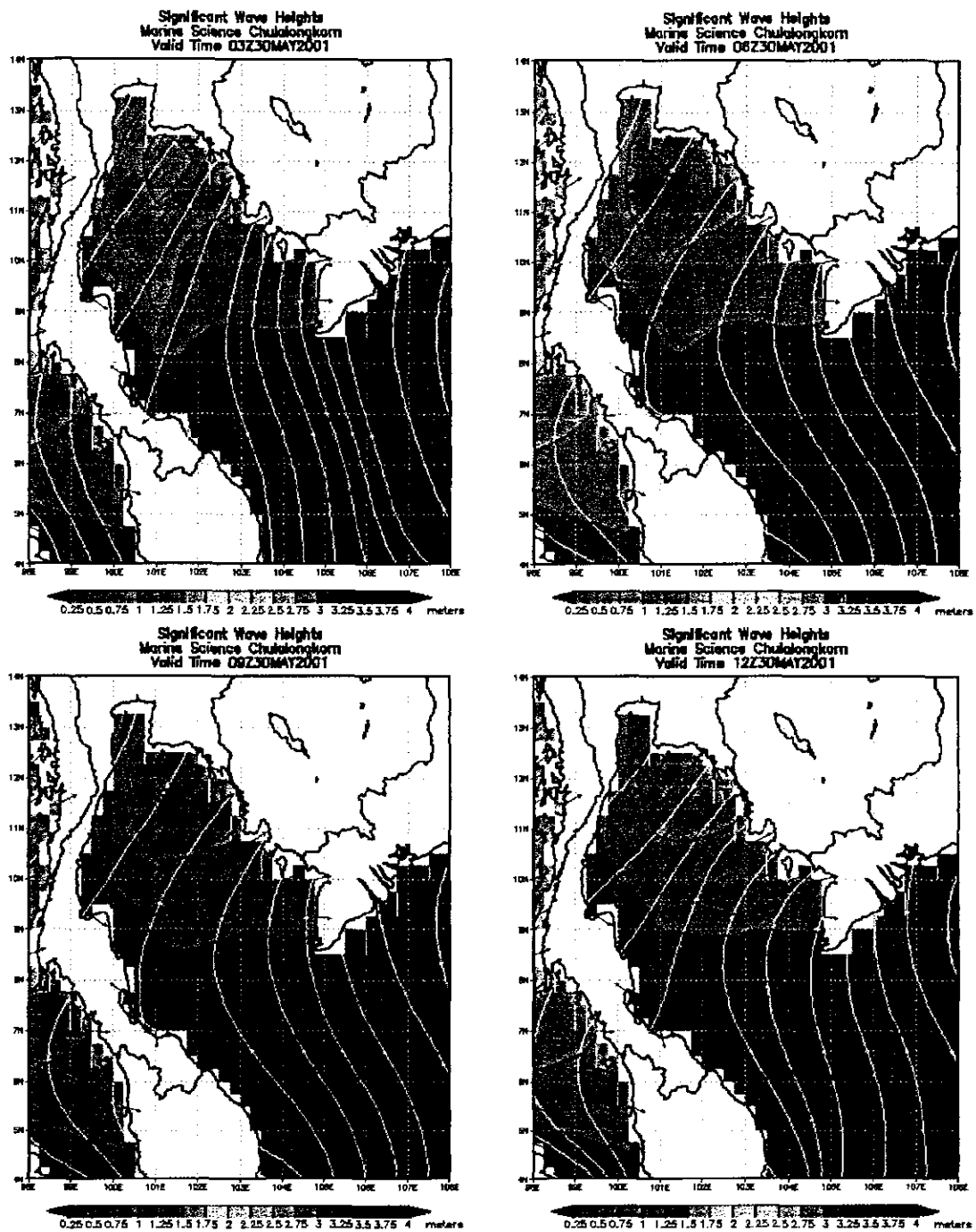


ภาพจากข้อมูลดาวเทียม Topex/Poseidon

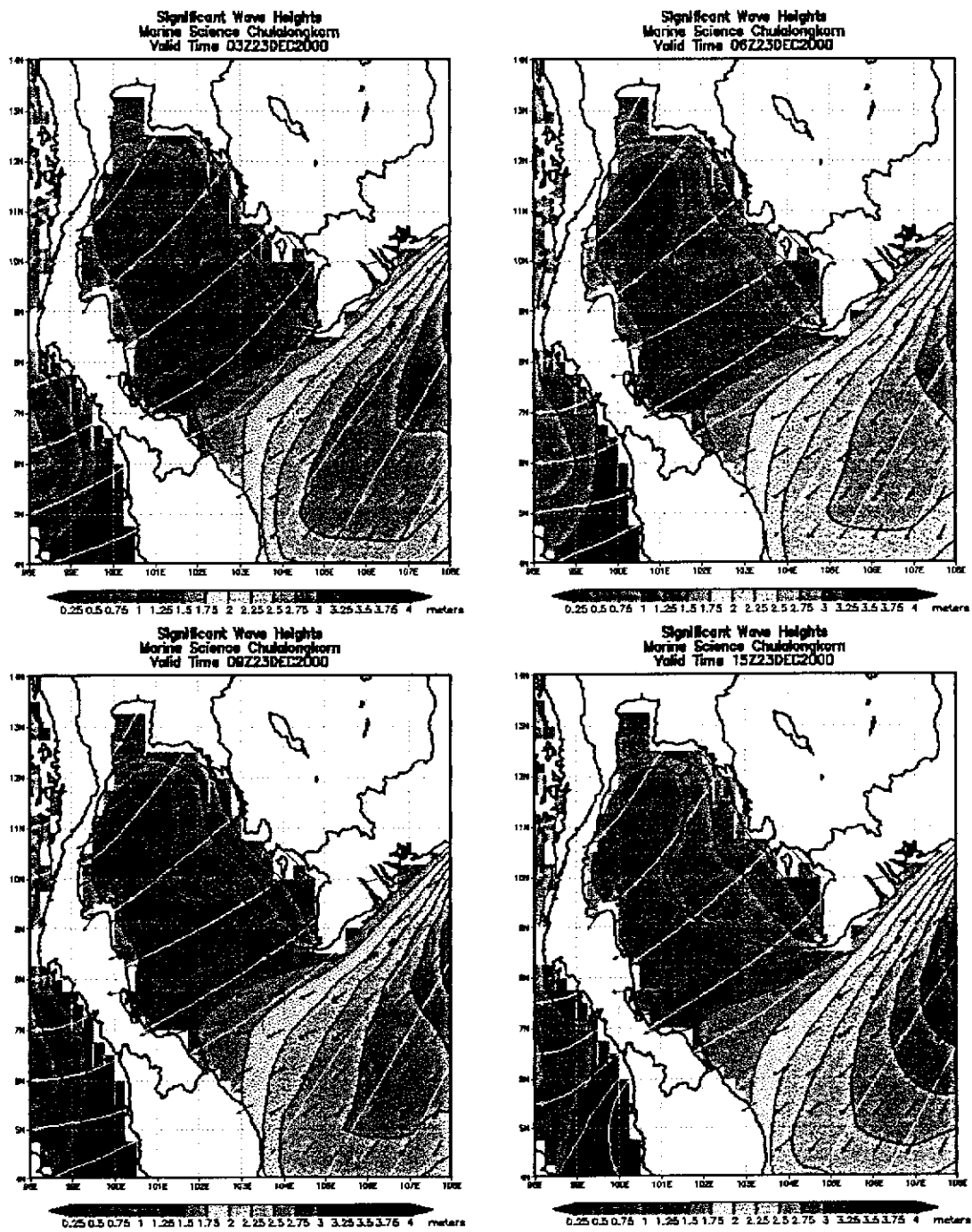


ภาพจากแบบจำลอง WAM

แผ่นภาพที่ 1 แบบจำลอง WAM กับการหาลักษณะประจำของคลื่นในแต่ละฤดูกาล

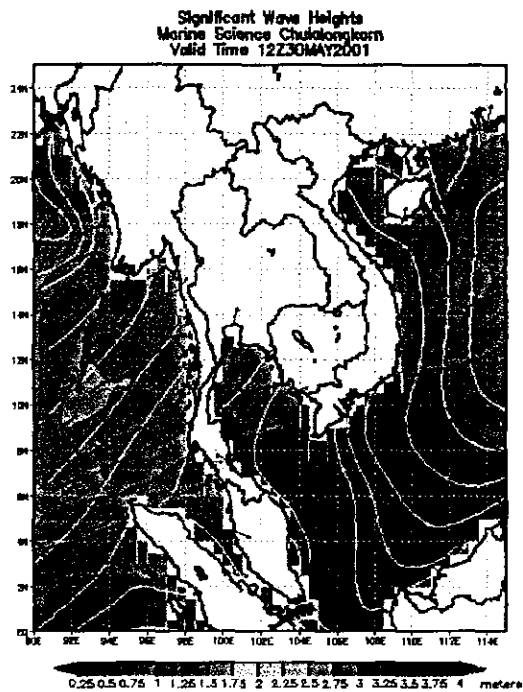


แผ่นภาพที่ 2 แบบจำลอง WAM (fine grid) กับการพยากรณ์คลื่นในเดือนพฤษภาคม

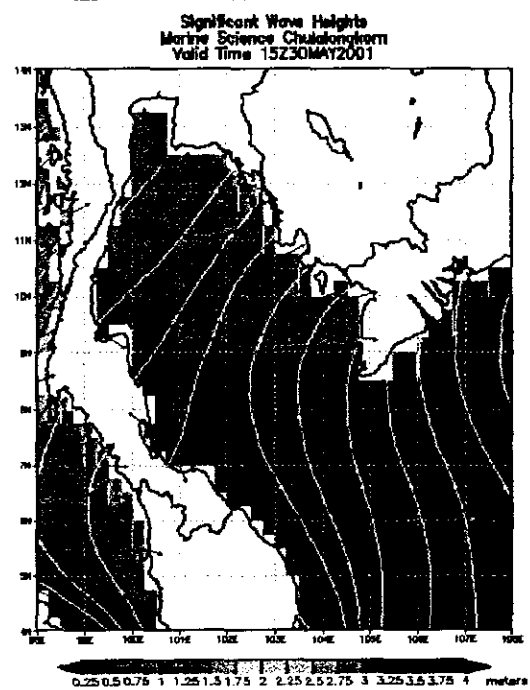
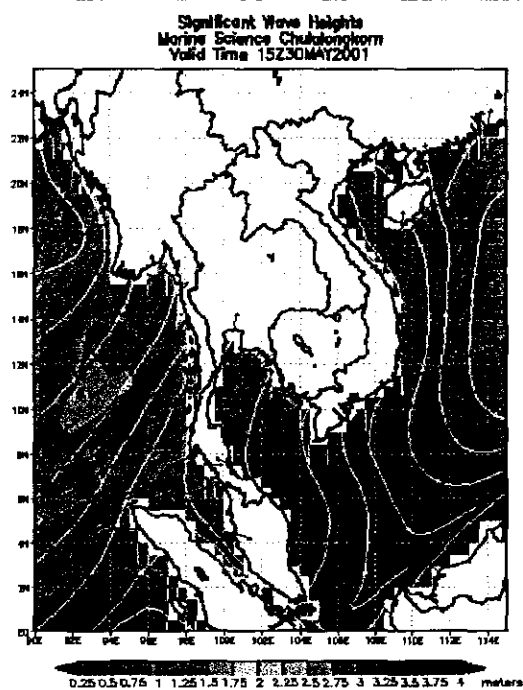
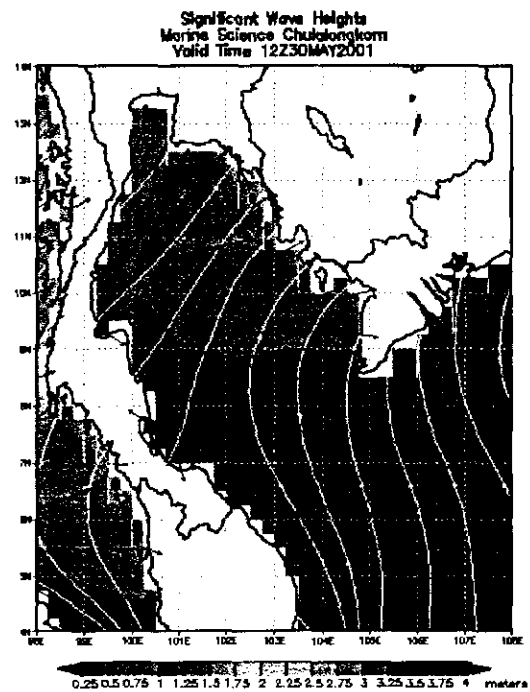


แผนที่ 3 แบบจำลอง WAM (fine grid) กับการพยากรณ์คลื่นในเดือนธันวาคม

แบบกริดหยาบ (coarse grids)



แบบกริดละเอียด (fine grids)



แผ่นภาพที่ 4 เปรียบเทียบผลของแบบจำลองซึ่งพิจารณาระหว่าง fine grid กับ coarse grid

6.3 บทความสำหรับการเผยแพร่

นักวิจัยไทยพัฒนาโมเดลค้นหาวัตถุเคลื่อนที่ในทะเลช่วยผู้ประสบภัย
(สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.))

อุบัติเหตุทางทะเล แม้จะเป็นสิ่งที่ไม่เกิดขึ้นบ่อย แต่หากการช่วยเหลือไม่สามารถกระทำได้อย่างทันท่วงทีก็จะก่อให้เกิดผลเสียเป็นจำนวนมาก เนื่องจากไม่ทราบว่ากระแสน้ำและคลื่นลมจะพัดพาผู้เคราะห์ร้ายไปในทิศทางใด ทำให้การค้นหาต้องกระทำกันในบริเวณกว้างและต้องใช้เวลานานเกินกว่าผู้ประสบภัยจะรอคอยได้

“Search and Rescue Program (S.A.R.)” หรือโปรแกรมค้นหาผู้ประสบภัยทางทะเล ซึ่งเป็นงานวิจัยชิ้นหนึ่งในโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกู้ภัยทางทะเล ที่สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สนับสนุนให้ ดร.ธวัช วรรตติพงษ์ และคณะ ทำการพัฒนาโปรแกรมทำนายการเคลื่อนที่ของวัตถุลอยน้ำสำหรับเขตพื้นที่อ่าวไทยและทะเลอันดามัน โดยร่วมกับทีมวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ และทีมวิจัยจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้คำนวณหาตำแหน่งของผู้ประสบภัยว่าจะลอยไปในทิศทางใด มีระยะห่างเท่าไรภายหลังจากประสบอุบัติเหตุได้อย่างถูกต้องและใกล้เคียง ทำให้โอกาสการค้นหาผู้ประสบภัยมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดร.ธวัช วรรตติพงษ์ จาก Jet Propulsion Lab, California Institute of Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า การกู้ภัยพิบัติทางทะเลหรือการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเลเป็นภารกิจที่เกิดขึ้นตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2521 ซึ่งเป็นไปตามอนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการค้นหาและช่วยเหลือทางทะเล ปี ค.ศ.1979 (International Convention on Maritime Search and Rescue 1979)

ปัจจุบันภัยพิบัติทางทะเลในเขตอ่าวไทยและทะเลอันดามันที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก จากผลการประชุมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล ไม่ว่าจะเป็นกรมการบินพาณิชย์ในฐานะเป็นศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย กองทัพเรือ กองตำรวจน้ำ

กรมเจ้าท่า และกรมประมง ในฐานะที่เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย ได้รับทราบ ว่าผู้ปฏิบัติงานทางด้านนี้มีความต้องการที่จะเพิ่มขีดความสามารถและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานทั้งระบบ ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสารประสานงาน และการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมเพื่อใช้ในการค้นหาผู้ประสบภัยทางทะเล ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้เกิดโครงการวิจัยนี้ขึ้น

โปรแกรมการค้นหาผู้ประสบภัยทางทะเลที่คณะนักวิจัยพัฒนาขึ้นนี้เป็น โปรแกรมที่สามารถพยากรณ์การเคลื่อนตัวของวัตถุที่ลอยไปตามกระแสน้ำ โดยวัตถุที่ ว่านี้อาจจะเป็นเรืออับปาง เรือยาง คนที่ลอยตามน้ำ และรวมถึงคราบน้ำมัน ซึ่งที่ผ่านมา ประเทศไทยมีโปรแกรมที่พยากรณ์การเคลื่อนตัวของวัตถุที่ลอยไปตามกระแสน้ำอยู่ หลายโมเดล แต่ยังไม่มีการใดที่ใช้งานจริงได้ (operational) และที่ผ่านมาเรายัง ไม่มีโปรแกรมที่ใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศจริงๆ

สำหรับการวิจัยในโครงการนี้ คณะนักวิจัยได้ทำการศึกษาโปรแกรม 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม POM (Princeton Ocean Model) และโปรแกรม TOPS (Thermodynamic Ocean Prediction System) ซึ่งโครงการนี้ได้เลือกโปรแกรม POM มาปรับปรุงเพื่อใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งของวัตถุที่ลอยไปตามกระแสน้ำ สำหรับสาเหตุที่เลือกใช้ โปรแกรม POM เนื่องจากว่าโปรแกรมดังกล่าวได้รับการทดสอบและใช้งานจริงมานาน กว่า 8 ปี ซึ่งในปัจจุบันนี้กว่า 40 ประเทศทั่วโลกก็ใช้โปรแกรมนี้นี้ โดยมีผู้ลงทะเบียนใช้ โปรแกรม POM ทั้งสิ้นประมาณ 428 คน โปรแกรม POM สามารถนำมาใช้ได้ทั้ง มหาสมุทร, อ่าว, เขตชายฝั่ง และในเขตน้ำตื้นด้วย ซึ่งนับว่าเหมาะสมกับการใช้งานใน ประเทศไทยทั้งในเขตอ่าวไทยและเขตทะเลอันดามัน ส่วนโปรแกรม TOPS แม้จะมีความยุ่งยากน้อยกว่าโปรแกรม POM เพราะเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมกับการใช้งานใน มหาสมุทรเท่านั้น ซึ่งไม่เหมาะสมกับประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีพื้นที่ของ อ่าวไทยและทะเลเขตน้ำตื้นที่โปรแกรม TOPS ไม่สามารถนำมาใช้งานได้

ทั้งนี้ในการคำนวณและพยากรณ์การเคลื่อนตัวของวัตถุที่ลอยไปตามน้ำ โปรแกรม POM จะทำงานโดยใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศใส่เข้าไปในโปรแกรม POM ตลอดเวลาเพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง ซึ่งเท่าที่ผ่านมาประเทศไทย ยังใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศจากฐานข้อมูล MEL (Master Environment Library) ประเทศ

สหรัฐอเมริกา แต่ในอนาคตเรามีแผนจะใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศที่ได้จากซูเปอร์คอมพิวเตอร์ของกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ซึ่งเชื่อว่าจะมีความละเอียดและแม่นยำมากกว่าข้อมูลที่ได้จาก MEL สำหรับการคำนวณและพยากรณ์ของวัตถุที่ลอยตามน้ำนั้น จะใช้ทั้งผลของการเคลื่อนตัวเนื่องจากลม และเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งการเคลื่อนตัวของลมจะใช้โปรแกรม POM และข้อมูลพยากรณ์อากาศ ส่วนผลจากน้ำขึ้นน้ำลงนั้นเราใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูลที่ได้คำนวณไว้ในเขตต่างๆ ของอ่าวไทย

6.4 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

6.4.1 การเข้ามามีส่วนร่วมกับเหตุการณ์การช่วยเหลือและค้นหาผู้ประสบภัยทางทะเลจริง ของกองทัพเรือ

เมื่อ 26 พ.ค.2544 กรณีเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ ของกองทัพเรือ ตกในทะเล ขณะปฏิบัติการให้ความช่วยเหลือเรือประมง เป็นเหตุให้เจ้าหน้าที่ประจำเครื่องบินกู้ภัย เสียชีวิต 5 นาย รอด 1 นาย และค้นหาไม่พบ 1 นาย คณะวิจัยฯ ได้ดำเนินการคำนวณและพยากรณ์การเคลื่อนที่ของนักบิน ซึ่งหาศพไม่พบ และส่วนผลที่ได้ให้กับกองเรือยุทธการ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ได้รับคำสั่งจากกองทัพเรือ ให้ออกค้นหาศพนักบินดังกล่าว ผลจากการคำนวณ แม้ว่ากองเรือยุทธการจะได้นำไปใช้งานจริง แต่ก็ไม่สามารถค้นพบศพนักบินตามเวลาที่คำนวณได้ เนื่องจากเป็นครั้งแรกที่โครงการฯ ได้มีส่วนร่วมทำให้ความร่วมมือในการคำนวณล่าช้าด้วยยังขาดประสบการณ์ อีกทั้งตัวนักบินที่เสียชีวิตได้หลุดออกจากเครื่องไปพร้อมเก้าอี้ เป็นเหตุให้ไม่เกิดการลอยตัวของวัตถุบริเวณผิวน้ำ อย่างไรก็ตามก็ได้มีการค้นพบศพนักบินในเวลาต่อมา ซึ่งตำแหน่งที่ค้นพบไม่ห่างไปจากแนวผลของการคำนวณมากนัก

ผลของการร่วมทดลองปฏิบัติการในครั้งนี้เป็นที่น่าสนใจยิ่งแม้ว่าจะไม่ประสบผลสำเร็จตามที่คาด แต่เป็นบทเรียนที่ทำให้โครงการฯ สามารถเรียนรู้จากเหตุการณ์จริง และนำข้อบกพร่องต่างๆ มาพัฒนาระบบการคำนวณที่ครบถ้วนและรวดเร็วขึ้นมาก อีกทั้งเป็นการประชาสัมพันธ์ให้กองทัพเรือ ได้ทราบถึงศักยภาพของโครงการฯ และส่งผลให้กองทัพเรือได้ตระหนักว่าต้องมีหน่วยงานในกองทัพเรือ ที่สามารถช่วยเหลือ

การค้นหาผู้ประสบภัยทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยเทคโนโลยีมาช่วยดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพประหยัดเวลา และงบประมาณในการออกค้นหาและช่วยเหลือได้ดี ยิ่งขึ้นกว่าเดิม และหากเกิดเหตุการณ์ขึ้นอีกจะสามารถขอรับการสนับสนุนได้ ที่ใด

6.4.2 การติดตั้ง WAM โมเดล และฝึกอบรมให้ทีมงานที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานของโครงการนี้ได้ขยายต่อไปที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยมีทีมงานของ ดร. สุภิชัย ตั้งใจตรง มาร่วมในงานของโครงการนี้ด้วย และได้รับอนุมัติจากสกว. ให้เริ่มเข้าทำงานเมื่อวันที่ 1 พ.ค.2544 การขยายงานครั้งนี้ จัดทำโดยไม่ต้องเพิ่มงบประมาณของโครงการ จุดประสงค์หลักก็คือ ต้องการขยายขอบเขตการใช้งานของ WAM โมเดล (ต่อไปอาจจะรวมถึง POM โมเดลด้วย) ไปที่มหาวิทยาลัย เพื่อให้อาจารย์และนักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาวิจัยโมเดลที่เป็นของจริงและสามารถเอาไปใช้งานจริงได้ ปัจจุบันนี้มี 2 มหาวิทยาลัย คือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทีมงานได้ทำ workshop ที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้ทำการติดตั้ง WAM program ทั้งระบบอย่างถาวรที่นั่น และฝึกอบรมการใช้งานต่ออาจารย์และนักศึกษาของภาควิชานี้ โดยการทำ workshop ได้เสร็จสิ้น เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2544 โครงการนี้มีแผนที่จะสนับสนุนให้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นผู้ให้ข้อมูล WAM ให้คำปรึกษาต่อ end user ต่าง เช่น UNOCAL, กรมประมง และกรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น (ดูรายละเอียดได้ที่หัวข้อ 6.1)

6.4.3 การนำ POM ไปใช้งานแบบ fully operational ที่กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ

วัตถุประสงค์หลักของโครงการฯ ในส่วนการพัฒนา Software POM นี้ คือ ต้องให้ผู้มีหน้าที่ค้นหาอากาศยานที่ตกทะเลหรือผู้ประสบภัย สามารถเข้าถึงผลการพยากรณ์ได้จากทุกๆ ส่วนของประเทศ และเมื่อเข้าถึงแล้วต้องสามารถใช้งานได้ทันที ไม่ว่าจะเป็นการ run Program หรือรับทราบผลที่มีหน่วยงานอื่น ซึ่งเข้าถึงก่อนแล้ว และต้องไม่ซ้ำซ้อนกัน

ขณะสิ้นสุดโครงการนี้ Software ที่ได้ถูกพัฒนาโดย run แบบ Stand alone โดยหน้าที่ทั้งหมดที่ดำเนินการ คือ

1. รับข้อมูลลม (จากการ push เข้ามาโดย Super computer ตามช่วงเวลา กำหนด)
2. ดำเนินการ run program อัตโนมัติ กำหนดกระแสไฟฟ้าตลอดเวลาเพื่อ ได้รับข้อมูล
3. รับคำสั่ง run program เมื่อเกิดอุบัติเหตุว่าเกิดเหตุการณ์การติดต่อที่ใด เวลาเท่าใด
4. แสดงผล หรือพิจารณาผลของเส้นทางการลอยของวัตถุ และผลการพยากรณ์ตำแหน่งของวัตถุว่าจะลอยไปที่ใดในอีกตลอด 4 วันข้างหน้า

ทีมงานได้จัดระบบเพื่อให้เข้าสู่ระบบการทำงานเต็มรูปแบบ โดยจะต้อง จัดทั้ง 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ต้องดำเนินการตลอดเวลา ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนกลางที่มีที่ตั้งอยู่ ณ หน่วยงานหลักที่มีบุคลากรทางคอมพิวเตอร์พร้อมบำรุงรักษาได้ และที่สำคัญที่สุด หน่วยงานนั้น ต้องสนับสนุนระบบเปิดพอสมควร์ ที่จะเอื้อให้หน่วยงานอื่นๆ สามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา ผ่านทางระบบเครือข่าย (internet)

ส่วนขั้นตอนที่ 3 และ 4 เป็นขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติตามจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ต่อระบบเครือข่ายมาจากส่วนใดก็ได้ในโลก (internet) เชื่อมโยงเข้ามาด้วยโปรแกรม Telnet หรืออื่นๆ เพื่อว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้น หน่วยปฏิบัติการค้นหาสามารถติดต่อเข้ามาตรวจสอบว่ามีผู้เข้ามาเรียกใช้โปรแกรมให้คำนวณตำแหน่ง เกิดภัยพิบัติและเวลาแล้วหรือไม่ ถ้ามีแล้ว โปรแกรมจะต้องสามารถตรวจสอบและเปรียบเทียบ เวลาเริ่มต้นที่ป้อนให้กับโปรแกรม เป็นเวลาเดียวกันหรือไม่ ถ้ามีความแตกต่าง เครื่องคอมพิวเตอร์กลางจะอนุญาตให้ run ใหม่ แต่หากซ้ำเดิม เครื่องจะอนุญาตเพียงแสดงผลที่ run แล้ว หรือให้รอผลจนกว่าจะ run เสร็จ

6.5 ตารางเปรียบเทียบกิจกรรม (ตามแผน) ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน) และผลการดำเนินการ

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
1.1 ศึกษากระบวนการสื่อสารและ การประสานงานที่ใช้อยู่ใน ปัจจุบัน	1.1 สรุปผลการศึกษาระบบการสื่อ สารและการประสานงานที่ทำอยู่ ในปัจจุบัน	1.1 ได้จัดทำรายงานสรุปผลการศึกษาของ ระบบการสื่อสารและการประสานงาน ในปัจจุบัน	
1.2 ศึกษาโมเดลของ ocean current แบบต่างๆ	1.2 สรุปผลการศึกษา ocean current ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	1.2 ได้มีการศึกษาและสรุปผลในรายงาน ความก้าวหน้า	
1.3 เลือกโมเดลที่จะใช้ในโครงการ	1.3 เลือก ocean current โมเดล	1.3 ได้เลือก Princeton Ocean Model (POM)	
1.4 ติดต่อขอ source code และ application software	1.4 ได้รับและเป็นผู้เจ้าของ source code และ application software	1.4 ได้รับและทำการติดตั้ง source code และ application software ของ POM	
1.5 พัฒนา, ปรับปรุง source code ที่ได้มาเพื่อนำมาใช้ในเขต ประเทศไทย	1.5 มี ocean current model ที่ใช้ สำหรับนำเข้ามาในเขตของ ประเทศไทย	1.5 ได้พัฒนา POM สำหรับเขตน่านน้ำของไทย และได้ทดสอบ RUN ได้ผลเรียบร้อยแล้ว	
1.6 เปิดทำ workshop เพื่อ train ทีมงานของไทย	1.6 เปิดทำ workshop ทางด้าน ocean current โมเดล	1.6 ได้มีการเปิดทำ workshop ของ POM เรียบร้อยแล้ว	

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
1.7 ปรับแต่งข้อมูลพยากรณ์อากาศ ที่อเมริกา, ติดตั้ง server และ เริ่มส่งข้อมูลมาเมืองไทย	1.7 ทีมเมืองไทยสามารถ access ข้อมูลจาก server ที่อเมริกา	1.7 ทีมเมืองไทยรับข้อมูลได้ 2 ทาง คือ จาก server ของทีมที่อเมริกาและรับโดยตรง จาก Master Environmental Library (MEL) จาก US NAVY	ข้อมูลจาก Server ที่อเมริกาเข้าไป 48 ชั่วโมง กำลังหา สาเหตุอยู่
2.1 พัฒนาและปรับปรุงระบบการ สื่อสารและการประสานงาน	2.1 รายงานผลการศึกษาเบื้องต้น ของระบบการสื่อสารและ การประสานงาน	2.1 สรุปผลรายงานการศึกษาเพื่อปรับปรุง ระบบการสื่อสารและการประสานงาน	
2.2 ศึกษา database ที่จำเป็นต้องใช้ ประกอบในการประสานงาน และการปฏิบัติการกู้ภัย	2.2 รายงานผลการศึกษาเบื้องต้น ของการทำ database	2.2 ข้อมูลเพื่อใส่เข้าไปใน database มีพร้อม แล้วในรายงานฉบับที่ 1 ของ 6 เดือนแรก ของปีที่ 1 โดยหน่วยงานที่จะปฏิบัติงานจริง จะเป็นผู้เอาใส่เข้า data base เอง	
2.3 เริ่ม Run Ocean current โมเดล โดยทีมไทยและ USA	2.3 เสนอผลการคำนวณและพยากรณ์ กระแสในเขตประเทศไทยที่ทำ โดยทีมไทยและทีมอเมริกา	2.3 ได้ทำ Run model แล้วในช่วง 6 เดือนแรก ของปีที่ 1 และมีผลการคำนวณในรายงาน เล่มก่อนและเล่มนี้	
2.4 ศึกษาข้อมูล satellite และ จากเครื่องวัดในทะเล	2.4 เสนอผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ คำนวณได้กับค่าที่วัดได้กับการที่วัดได้	2.4 มีผลการเปรียบเทียบที่ในรายงานฉบับนี้ และรายงานฉบับก่อน	

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
2.5 เปรียบเทียบข้อมูลที่ Run ได้ กับข้อมูลที่วัดได้	2.5 เหมือนข้อ 2.4 ที่กล่าวข้างบน	2.5 เหมือนข้อ 2.4 ที่กล่าวข้างบน	
3.1 ศึกษาขั้นตอนและพัฒนา ปรับปรุงระบบการสื่อสารและ ประสานงานและนำผลงานมา เสนอต่อที่ประชุมทีมงานเพื่อ วิจารณ์และแก้ไข	3.1 deliver program ที่ใช้คำนวณ ตำแหน่งของวัตถุที่ลอยตามน้ำ และ output ที่ได้จาก การ Run Program นี้	3.1 ได้จัดทำ program จำนวนตำแหน่งของวัตถุ ที่ลอยตามน้ำเรียบร้อยแล้วและมี out put มา แสดงในรายงานครั้งที่แล้ว	
3.2 ทำการ calibrate ocean current โมเดล	3.2 เสนอผลการเปรียบเทียบ ocean current ที่ได้จากปริมาณและ ค่าที่ได้จากเครื่องมือวัด	3.2 เสนอผลเปรียบเทียบ ocean current ที่ คำนวณได้กับค่าที่วัดได้จากหุ่นสถานีวิทยุ ทั้งในสภาพอากาศปกติและในช่วงที่มีพายุ	
3.3 เริ่ม Run Program ที่ใช้คำนวณ หาดำแหน่งของวัตถุที่ลอย ตามน้ำ	3.3 สรุปผลที่ได้จากการ calibrate ocean current program	3.3 การ calibration จะต้องทำต่อไปจนกระทั่ง เสร็จสิ้นการทำ simulation ในทะเล และ รายงานผลในครั้งต่อไป	
3.4 ศึกษาวิธีทดสอบความแม่นยำ และ calibrate program หาดำแหน่ง ก่อนการไปทดลองในทะเล	3.4 เสนอแผนงานของการทำ simulation ในทะเล	3.4 ได้จัดทำแผนงาน simulation เรียบร้อย แล้วแต่รายละเอียดและระยะเวลาการเดินเรือ จะต้องรอคำตอบจากกองทัพเรือ	

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
3.5 วางแผนเตรียมการทำ simulation ในทะเล	3.5 สรุปผลและนำเสนอการทำ data management ของ output ที่ได้ จาก Program ต่าง	3.5 ได้เริ่มจัดทำ data management ของ output ที่ได้จาก POM โมเดลและรายงานผลในครั้งต่อไป	
4.1 สรุปผลการศึกษาและปรับปรุงระบบการสื่อสารและ การประสานงาน	4.1 รายงานผลการศึกษาและปรับปรุงระบบการสื่อสารและ การประสานงาน	4.1 ได้สรุปผลข้อเสนอเพื่อปรับปรุงระบบ การสื่อสารและการประสานงานรวม 6 หัวข้อ และจะเตรียมนำเสนอต่อบอร์ด ของคณะกรรมการป้องกันภัยพิบัติแห่งชาติ	
4.2 สรุปผลการศึกษา การจัดทำ database ที่ใช้ประกอบการสื่อสาร, ประสานงาน และ การปฏิบัติการ	4.2 รายงานผลการศึกษาจัดทำ database ที่ใช้ประกอบการสื่อสาร, ประสานงานและการปฏิบัติการ	4.2 database ที่จำเป็นต้องใช้ขณะนี้อยู่ที่กรม ไปรษณีย์โทรเลข ได้เสนอเรื่องให้กรม ไปรษณีย์โทรเลข กระจาย database ให้แก่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกู้ภัยพิบัติทางทะเล	
4.3 สรุปผลการทำ data management ของ Program และ output ที่ได้จากการ Run ของ program ต่าง ๆ รวมทั้ง ข้อมูลที่ได้จากการวัด	4.3 รายงาน, ผลการทำ database ของ output ที่ได้จาก program ต่าง ๆ	4.3 database ที่ได้จาก program ต่างได้จัดทำไว้ เพื่อใช้งานจริง เป็นประจำทุกวัน ปัจจุบันนี้ เก็บอยู่ที่กองพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, ทหารเรือ	

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
4.4 สรุปผลและนำเสนอวิธีการทดสอบเป็นประจำของระบบการสื่อสารและการประสานงานทั้งระบบการในอนาคต	4.4 สรุปผลการทำ simulation ในทะเล	4.4 ได้จัดทำ simulation ในเขตอ่าวไทย โดยใช้เรือของกองทัพเรือ รวม 2 ครั้ง และได้สรุปรายงาน simulation ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	
4.5 ทำการ simulation ในทะเล และทำการสรุปผลที่ได้	4.5 สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่คำนวณได้กับค่าที่วัดได้ของ ocean current model และ program คำนวณตำแหน่ง	4.5 ได้ทำการเปรียบเทียบผลที่วัดได้กับค่าที่วัดได้ โดยได้สรุปรายงานไว้ที่ reference 2 และ 3 และในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	
4.6 สรุปผลงานทั้งโครงการและส่งรายงาน	4.6 ส่งรายงานสรุปผลการทำงานของโครงการ	4.6 การทำงานของโครงการได้ทำสำเร็จครบตามแผน ได้สรุปผลงานของโครงการไว้ในบทสรุปสำหรับผู้บริหาร	