

# การใช้แบบจำลอง SWAN เพื่อศึกษาลักษณะคลื่นในอ่าวไทย ในช่วงที่เกิดพายุไต้ฝุ่นหมู่ย์ฟ้า

## Application of SWAN Model for Investigate Wave Characteristics in the Gulf of Thailand During Typhoon Muifa

วาทิน ธนาธารพร กาญจนานาคะภากร นาฏสุดา ภูมิจำนงค์  
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170  
วิริยะ เหลืองอร่าม  
กองอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ ชลบุรี 20180

### บทคัดย่อ

แบบจำลองและการทำนายคลื่นของพายุหมุนเขตร้อนเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจมาเป็นเวลานาน เนื่องจากคลื่นที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อนเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ การใช้แบบจำลอง SWAN เพื่อศึกษาลักษณะของคลื่นในอ่าวไทย โดยเฉพาะในช่วงที่พายุไต้ฝุ่นหมู่ย์ฟ้าพัดผ่านอ่าวไทยในระหว่างวันที่ 25 - 26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่ได้จากแบบจำลอง SWAN จะนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียม Environmental Satellites (ENVISAT) และ Geosat Follow-On (GFO) และประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้ดัชนีการกระจาย (Scatter Index, SI)

จากผลการศึกษาพบว่า ถึงแม้ว่าความสูงคลื่นที่ได้จากแบบจำลองจะมีค่าต่ำกว่าความสูงคลื่นที่ตรวจวัดจากดาวเทียม แต่ยังคงมีค่าใกล้เคียงกับความสูงคลื่นที่ตรวจวัดอยู่ประมาณ 85.00% - 90.17%, ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ 0.83 - 0.92 และดัชนีการกระจายมีค่าตั้งแต่ 13.65% - 18.57% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง SWAN มีความสามารถเพียงพอ ในการพยากรณ์ความสูงคลื่นในอ่าวไทย ในการศึกษาต่อไปจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแบบจำลองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ:** อ่าวไทย, ไต้ฝุ่นหมู่ย์ฟ้า, แบบจำลอง SWAN, ความสูงคลื่น

### Abstract

Model and prediction wave of tropical cyclone is an interested topic for many years because wave height associated with tropical cyclone is a cause of severe damage to life and property. The objectives of this

study were to apply the SWAN model to investigate wave characteristic in the Gulf of Thailand, in particular for the event of typhoon Muifa pass through the Gulf of Thailand during 25 - 26 November 2004. The significant wave height from the SWAN model is compared with the Environmental Satellite (ENVISAT) and Geosat Follow-On (GFO) wave data and the performance of SWAN model evaluated by the Scatter Index (SI).

The result revealed the significant wave height from the SWAN model was underestimated with altimeter data but it is good agreement with the measured data approximately 85.00% - 90.17%, the correlation coefficients vary between 0.83 - 0.92 and the scatter index values vary between 13.65% - 18.57%. These values indicate the SWAN model is good enough for the use of the Gulf of Thailand wave forecast, but it still needs some improvement on adjusting model efficiency.

**Keywords:** Gulf of Thailand, typhoon Muifa, SWAN model, wave height

## 1. บทนำ

การพยากรณ์คลื่นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความปลอดภัยและความเป็นอยู่ของผู้อยู่ในบริเวณชายฝั่ง รวมไปถึงกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทะเลแบบจำลองคลื่นจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นในทะเลแบบจำลอง SWAN (Simulating Waves Nearshore) เป็นแบบจำลองคลื่นที่พัฒนาโดย Delft University of Technology, ประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งมีการเปิดให้ใช้งานและพัฒนาได้อิสระ โดยแบบจำลอง SWAN ถูกออกแบบให้สามารถคำนวณคลื่นในบริเวณชายฝั่งที่มีลักษณะตื้น และมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ อาทิเช่น การวางแผนปฏิบัติการทางทหารของทหารเรือ, การออกแบบสิ่งก่อสร้างบริเวณชายฝั่ง, การศึกษาการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่ง รวมไปถึงการป้องกันภัยพิบัติทางทะเล [1]

พายุหมุนเขตร้อนถือได้ว่าเป็นภัยทางธรรมชาติขนาดใหญ่อย่างหนึ่ง ปกติแล้วพายุหมุนเขตร้อนจะพัดผ่านประเทศไทยเกือบทุกปี โดยเฉพาะเหตุการณ์ที่พายุไต้ฝุ่นหมุนฟ้าพัดผ่านบริเวณอ่าวไทย

เมื่อวันที่ 25 - 26 พฤศจิกายน 2547 ซึ่งสร้างความเสียหายเป็นบริเวณกว้างใน 4 จังหวัด ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช

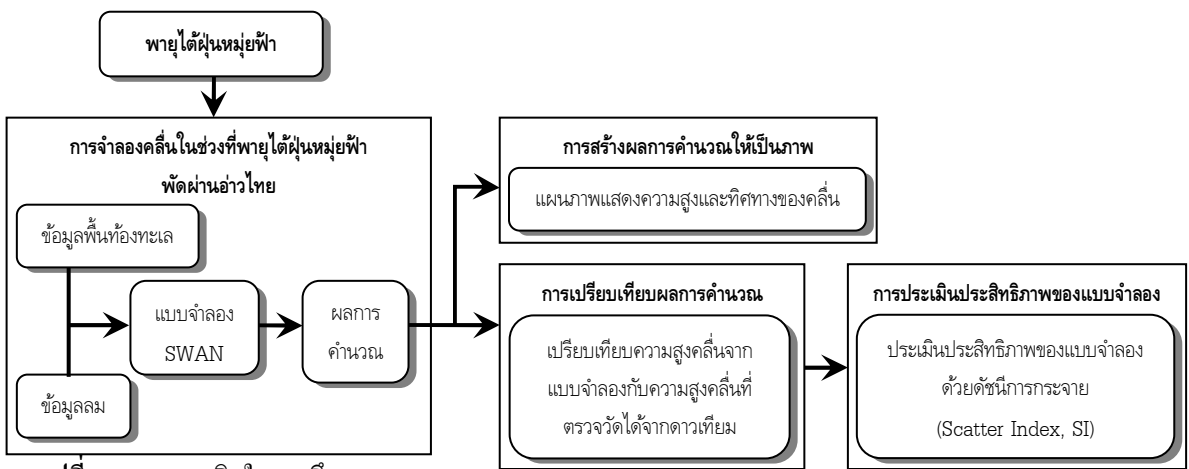
คลื่นที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อนสามารถสร้างความเสียหายได้ทั้งในด้านชีวิตและทรัพย์สินแบบจำลองคลื่นจึงมีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลคลื่นที่ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อประโยชน์ในการป้องกันผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น แบบจำลอง SWAN ถือว่าเป็นแบบจำลองหนึ่งที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายทำให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล อีกทั้งคุณสมบัติของแบบจำลอง SWAN ที่ถูกออกแบบให้สามารถคำนวณคลื่นบริเวณชายฝั่งได้ ซึ่งเหมาะกับลักษณะของอ่าวไทยที่มีลักษณะค่อนข้างตื้น การศึกษานี้จึงได้เลือกแบบจำลอง SWAN มาใช้ศึกษาลักษณะคลื่นในอ่าวไทยในช่วงที่มีพายุพัดผ่าน

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อใช้แบบจำลองคลื่นศึกษาลักษณะของคลื่นในอ่าวไทย
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณความสูงคลื่นจากแบบจำลองกับความสูงคลื่นที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียม

## 3. ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษาคั้งนี้ได้ใช้แบบจำลองคลื่นคำนวณความสูงคลื่นโดยครอบคลุมพื้นที่ทะเลจีนใต้และอ่าวไทย
2. แบบจำลองคลื่นที่ใช้ในการศึกษา คือแบบจำลอง SWAN
3. การศึกษานี้ศึกษาเฉพาะเหตุการณ์ที่พายุไต้ฝุ่นหมุ่ยฟ้าพัดผ่านอ่าวไทยในระหว่างวันที่ 25 - 26 พฤศจิกายน 2547



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

## 4. การทบทวนวรรณกรรม

### 1. พายุไต้ฝุ่นหมุ่ยฟ้า

พายุไต้ฝุ่นหมุ่ยฟ้าได้เริ่มก่อตัวขึ้นในวันที่ 14 พฤศจิกายน 2547 และได้อ่อนกำลังลงจนสลายตัวในวันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 โดยเส้นทางการเคลื่อนตัวของพายุไต้ฝุ่นหมุ่ยฟ้าสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ระยะ [2] ดังนี้

#### ระยะที่ 1 ระยะก่อในมหาสมุทรแปซิฟิก

พายุไต้ฝุ่นหมุ่ยฟ้าได้เริ่มก่อตัวจากพายุดีเปรสชันเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2547 บริเวณทางตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก แล้วได้เคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือผ่านเกาะพาลู

ก่อนที่จะเข้าสู่ทะเลฟิลิปปินส์ หลังจากนั้นได้ทวีความรุนแรงมากขึ้นเป็นพายุโซนร้อนเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน แล้วก่อตัวเป็นพายุไต้ฝุ่นเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พายุไต้ฝุ่นหมุ่ยฟ้าได้ทวีความรุนแรงอย่างต่อเนื่องจนมีความเร็วลมสูงสุดที่ 213 กิโลเมตร/ชั่วโมง เมื่อวันที่ 1200UTC ของวันที่ 18 พฤศจิกายน

#### ระยะที่ 2 ระยะเข้าสู่ทะเลจีนใต้

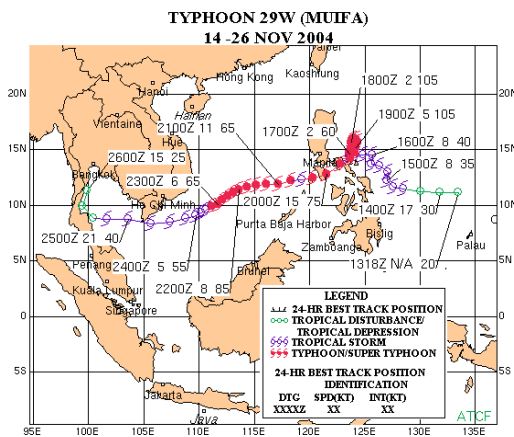
พายุไต้ฝุ่นหมุ่ยฟ้าได้เคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้เข้าสู่ทะเลจีนใต้ แต่อ่อนกำลังเป็นพายุโซนร้อนเมื่อวันที่ 1200UTC ของวันที่ 20 พฤศจิกายน หลังจากนั้นทวีความรุนแรงเป็นพายุ

ได้ฝุ่นอีกครั้งเมื่อเวลา 0000 UTC ของวันที่ 21 พฤศจิกายน โดยเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้อย่างต่อเนื่อง แล้วได้อ่อนกำลังลงเป็นพายุโซนร้อนเมื่อเวลา 1200UTC ของวันที่ 24 พฤศจิกายน

**ระยะที่ 3 ระยะอ่อนกำลัง**

พายุโซนร้อนหมู่ฟ้าได้อ่อนกำลังเป็นพายุดีเปรสชันเมื่อเวลา 1200UTC ของวันที่ 25 พฤศจิกายน และอ่อนกำลังลงอย่างต่อเนื่องเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำ โดยตำแหน่งสุดท้ายที่มีการบันทึกไว้คือ ระยะ 250 กิโลเมตรทางตะวันตกเฉียงใต้ของกรุงเทพฯ

โดยเส้นทางการเคลื่อนตัวของพายุได้ฝุ่นหมู่ฟ้าตั้งแต่เริ่มก่อตัวไปจนกระทั่งสลายตัวได้แสดงไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เส้นทางการเคลื่อนตัวของพายุได้ฝุ่นหมู่ฟ้า [3]

**2. แบบจำลอง SWAN**

แบบจำลอง SWAN หรือ Simulating Waves Nearshore เป็นแบบจำลองคลื่นรุ่นที่ 3 ที่พัฒนาโดย Delft University of Technology, ประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยมีพื้นฐานจากสมการอนุรักษ์พลังงาน (action balance equation) [4] ดังสมการที่ 1

สมการ ประกอบด้วย  $\sigma$  คือ ความถี่ของคลื่น  $\theta$  คือ ทิศทางของคลื่น โดยที่แต่ละพจน์อธิบายได้ดังนี้

พจน์ที่ 1 อธิบายอัตราการเปลี่ยนแปลง wave action density เทียบกับเวลา

พจน์ที่ 2 และ 3 อธิบายการถ่ายเทคลื่นในแนวแกน x และ y โดยที่  $c_x$  และ  $c_y$  เป็นอัตราเร็วในแนวแกน x และ y ตามลำดับ

พจน์ที่ 4 อธิบายการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นเมื่อความลึกของน้ำเปลี่ยนแปลงไป

พจน์ที่ 5 อธิบายการหักเหของคลื่น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความลึกของน้ำ

ด้านขวาของสมการประกอบด้วยพลังงานที่ทำให้เกิดคลื่น ดังสมการที่ 2

$$S = S_{in} + S_{ds} + S_{nl} \quad (2)$$

โดยที่  $S_{in}$  คือ พลังงานที่ถูกถ่ายเทจากลม  $S_{ds}$  คือ กระบวนการสลายตัวของพลังงานคลื่น ซึ่งประกอบด้วย

- white-capping คือ การแตกตัวของยอดคลื่น
  - bottom friction คือ แรงเสียดทานจากพื้นท้องน้ำ
  - depth-induced wave breaking คือ การแตกตัวของคลื่นเนื่องจากการหนี้ยวน้ำของความลึก
- $S_{nl}$  คือ กระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคลื่นกับคลื่นแบบไม่เชิงเส้น ซึ่งประกอบด้วย

- triad wave-wave interactions เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบริเวณน้ำตื้นเพื่อถ่ายทอดพลังงานจากคลื่นที่มีความถี่ต่ำไปยังคลื่นที่มีความถี่สูงกว่า

- quadruplet wave-wave interactions เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบริเวณน้ำลึกเพื่อถ่ายทอดพลังงานจากคลื่นที่มีความถี่สูงสุดไปยังคลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่า

## 5. วิธีการศึกษา

### 1. แบบจำลองและข้อมูลที่ใช้

#### 1.1 แบบจำลอง SWAN

แบบจำลอง SWAN ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเวอร์ชัน 40.72ABCD โดยใช้ข้อมูลพื้นที่ท้องทะเลและข้อมูลลมเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณ

#### 1.2 ข้อมูลพื้นที่ท้องทะเล

ข้อมูลพื้นที่ท้องทะเลที่ใช้ในแบบจำลองใช้ชุดข้อมูล Earth Topography (ETOPO) องค์การบริหารบรรยากาศและมหาสมุทร ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Geophysical Data Center, NOAA) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ชุดข้อมูล ETOPO2 ซึ่ง

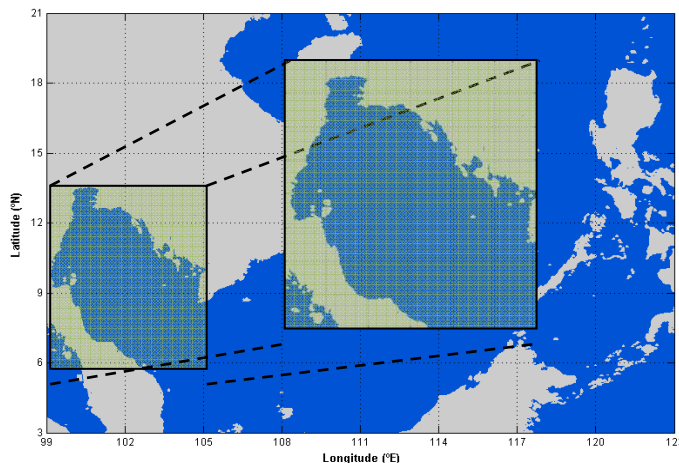
มีความละเอียดทุก 2 ลิปดา หรือประมาณ 3.7 กิโลเมตร

### 1.3 ข้อมูลลม ข้อมูลลมที่ใช้เป็นข้อมูลลม

เหนือผิวหน้าน้ำทะเลที่มีความสูง 10 เมตร ความละเอียดทุก 1 องศา หรือประมาณ 111 กิโลเมตร ความถี่ของข้อมูลทุก 12 ชั่วโมง จากแบบจำลองเพื่อพยากรณ์อากาศของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา (U.S. Navy Operational Global Atmospheric Prediction System, NOGAPS)

## 2. การจำลองคลื่นในช่วงที่เกิดพายุไต้ฝุ่น หมู๋ฟ้า

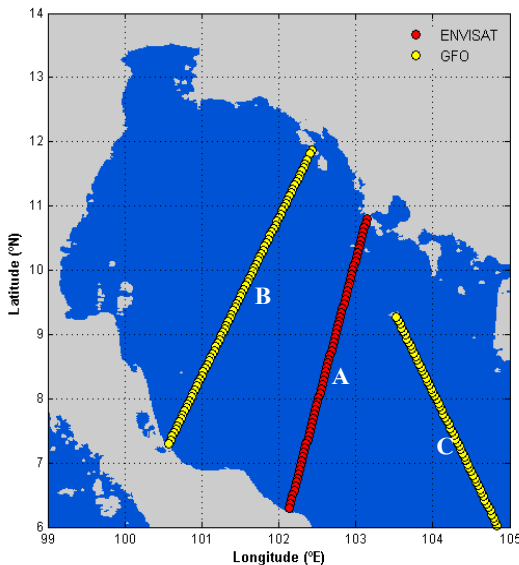
การศึกษาค้นครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลอง SWAN คำนวณความสูงคลื่น โดยครอบคลุมพื้นที่ทะเลจีนใต้ (ละติจูด 3 - 21 องศาเหนือ, ลองจิจูด 99 - 123 องศาตะวันออก) และอ่าวไทย (ละติจูด 6 - 14 องศาเหนือ, ลองจิจูด 99 - 105 องศาตะวันออก) (รูปที่ 3) ตั้งแต่วันที่ 24 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0000UTC จนถึงวันที่ 27 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0000UTC ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าว พายุไต้ฝุ่น หมู๋ฟ้าพัดผ่านอ่าวไทยในระหว่างวันที่ 25 - 26 พฤศจิกายน 2547 โดยผลการคำนวณความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN สามารถนำมาสร้างเป็นแผนภาพที่แสดงความสูงและทิศทางของคลื่นโดยใช้โปรแกรม MATLAB



รูปที่ 3 พื้นที่ศึกษา

### 3. การเปรียบเทียบผลการคำนวณ

ความสูงคลื่นที่คำนวณได้จากแบบจำลอง SWAN จะนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลความสูงคลื่นที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียม Environmental Satellites (ENVISAT) และ Geosat Follow-On (GFO) ตามเส้นทางที่ดาวเทียมทั้งสองโคจรผ่านในช่วงที่เกิดพายุไต้ฝุ่นหมุนฟ้าผ่าผ่านอ่าวไทย โดยดาวเทียม ENVISAT โคจรผ่านอ่าวไทย 1 ครั้ง ในวันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0314UTC มีการบันทึกข้อมูลไว้จำนวน 69 จุด สำหรับดาวเทียม GFO โคจรผ่านอ่าวไทย 2 ครั้ง ในวันที่ 24 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0556UTC มีการบันทึกข้อมูลไว้จำนวน 82 จุด และในวันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 เวลา 1749UTC มีการบันทึกข้อมูลไว้จำนวน 59 จุด (รูปที่ 4 และตารางที่ 1) เพื่อนำมาประเมินค่าความถูกต้องของแบบจำลอง



รูปที่ 4 เส้นทางโคจรดาวเทียม ENVISAT และ GFO

ตารางที่ 1 จำนวนข้อมูลที่บันทึกโดยดาวเทียม ENVISAT และ GFO

ดาวเทียม	วัน / เวลา	จำนวนข้อมูล
ENVISAT	26 พ.ย. 47 / 0314UTC	69
GFO	24 พ.ย. 47 / 0556UTC	82
	26 พ.ย. 47 / 1749UTC	59
<b>รวม</b>		<b>210</b>

### 4. การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ดัชนีทางสถิติที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองคือ ดัชนีการกระจาย (Scatter Index, SI) ซึ่งเป็นดัชนีที่มีการใช้ทั่วไปในการเปรียบเทียบความสูงคลื่นจากแบบจำลองกับค่าตรวจวัดจากดาวเทียมหรือหุ่นลอย ปกติแล้วดัชนีการกระจายควรมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีประสิทธิภาพดีในการคำนวณ หรืออย่างน้อยควรมีค่าน้อยกว่า 20% [5, 6] โดยดัชนีการกระจายสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3 และ 4 ดังนี้

$$SI = \frac{RMSE}{\bar{X}} \times 100 \quad (3)$$

$$SI = \sqrt{\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n O_i}} \times 100 \quad (4)$$

โดยที่ SI คือ ดัชนีการกระจาย (Scatter Index)

RMSE คือ root mean square error

$\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยความสูงคลื่นที่ตรวจวัดจากดาวเทียม

$S_i$  คือ ความสูงคลื่นที่คำนวณได้จากแบบจำลอง SWAN

$O_i$  คือ ความสูงคลื่นที่ตรวจวัดจากดาวเทียม

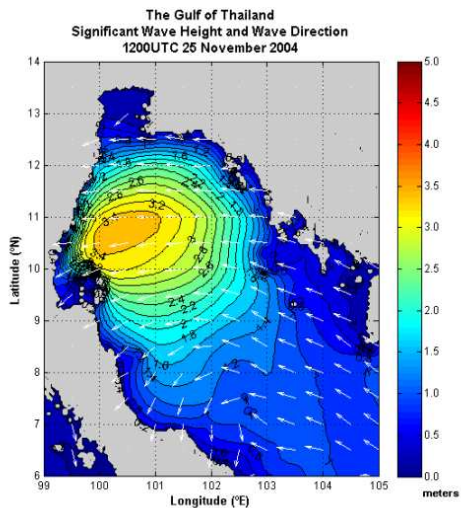
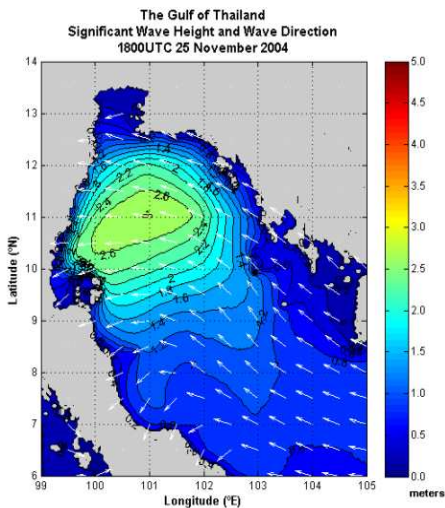
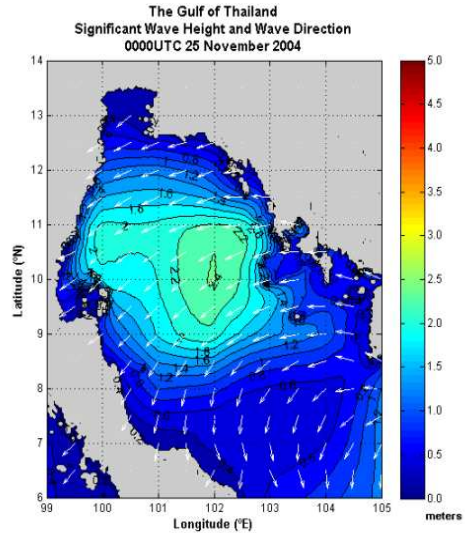
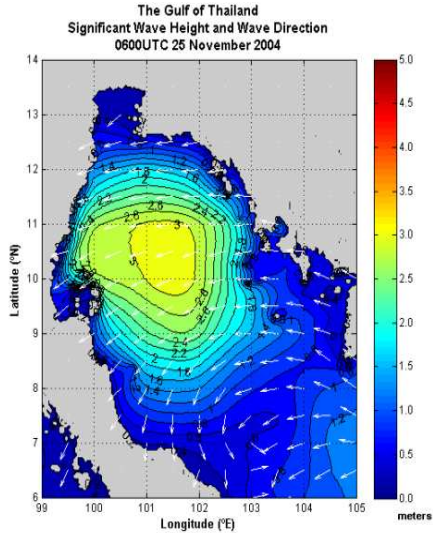
$n$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

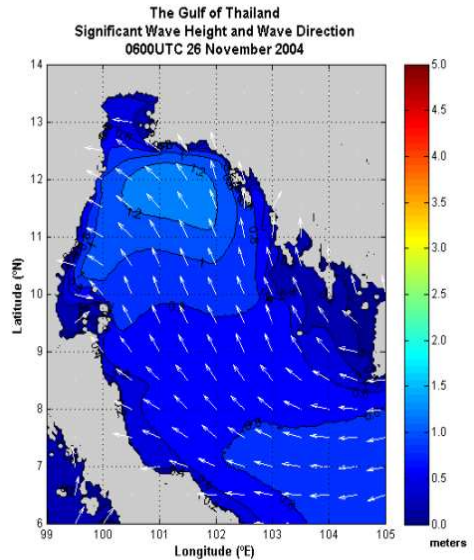
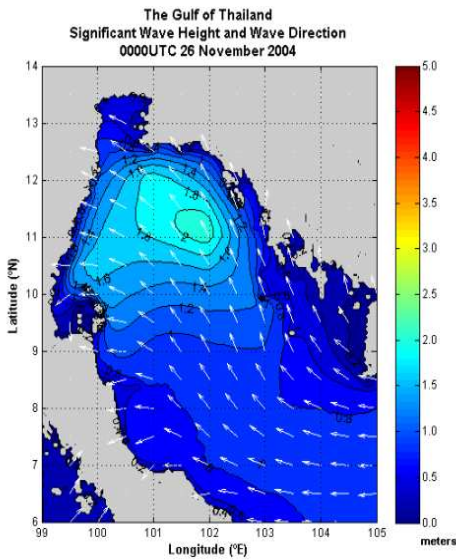
## 6. ผลการศึกษา

### 1. ลักษณะคลื่นช่วงที่พายุไต้ฝุ่นหมู๋ฟ้าพัดผ่านอ่าวไทย

พายุไต้ฝุ่นหมู๋ฟ้าได้อ่อนกำลังลงเป็นพายุโซนร้อนก่อนที่จะเข้าสู่อ่าวไทย ในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0000UTC แต่ก็ส่งผลให้คลื่นในอ่าวไทยสูงถึง 2.4 เมตร จนกระทั่งเวลา 1200UTC

ที่พายุโซนร้อนหมู๋ฟ้าเคลื่อนตัวมาทางทิศตะวันตกเข้าสู่อ่าวไทยมากขึ้น ทำให้คลื่นในอ่าวไทยสูงกว่า 3.4 เมตร หลังจากนั้นพายุโซนร้อนหมู๋ฟ้าอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันเมื่อเวลา 1800UTC และอ่อนกำลังอย่างต่อเนื่องจนเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0600UTC ความสูงคลื่นในอ่าวไทยจึงลดลงเหลือแค่ 1.2 เมตร (รูปที่ 5)



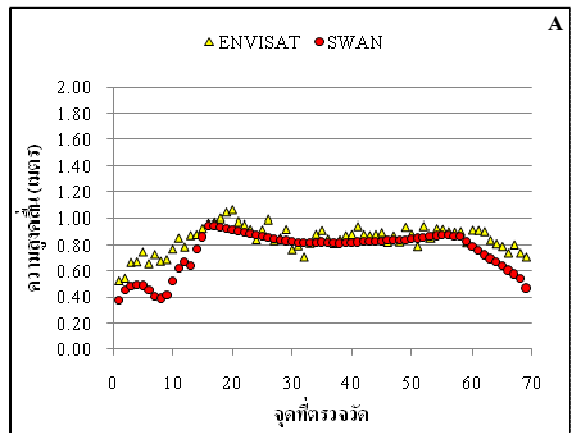


รูปที่ 5 แผนที่อ่าวไทยแสดงความสูงและทิศทางของคลื่นทุก 6 ชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 25 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0000UTC ถึงวันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0600UTC

**2. การเปรียบเทียบผลการคำนวณความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับการตรวจวัดจากดาวเทียม**

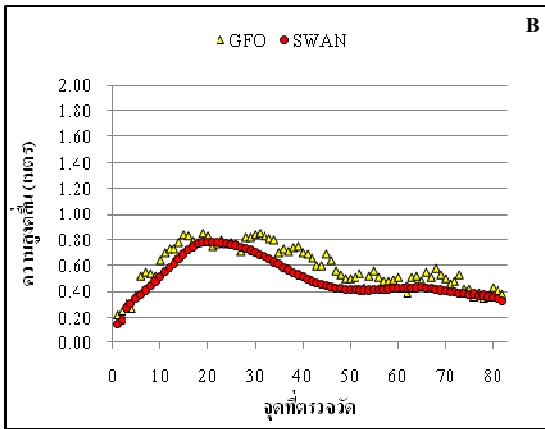
จากการเปรียบเทียบความสูงคลื่นที่คำนวณได้จากแบบจำลอง SWAN กับความสูงคลื่นที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียมตามเส้นทางที่ดาวเทียม ENVISAT และ GFO โคจรผ่านในช่วงที่เกิดพายุไต้ฝุ่นหมุนฟ้าผ่าผ่านอ่าวไทย แสดงในรูปที่ 6, 7 และ 8 พบว่า ความสูงคลื่นที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงและมีทิศทางเดียวกันกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.83, 0.92 และ 0.90 ตามลำดับ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ด้วยแผนภูมิกระจายดังรูปที่ 9, 10 และ 11 พบว่า ความสูงคลื่นที่คำนวณได้จากแบบจำลองส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำกว่าความสูงคลื่นที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียม อย่างไรก็ตามยังคงมีค่าใกล้เคียงกับความสูงคลื่นที่ตรวจวัดอยู่ประมาณ 90.17%, 85.00% และ 88.33% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการคำนวณความสูงคลื่นจาก

แบบจำลอง SWAN มีค่าใกล้เคียงกับความสูงคลื่นที่ตรวจวัดจากดาวเทียมทั้งสองเป็นอย่างดี

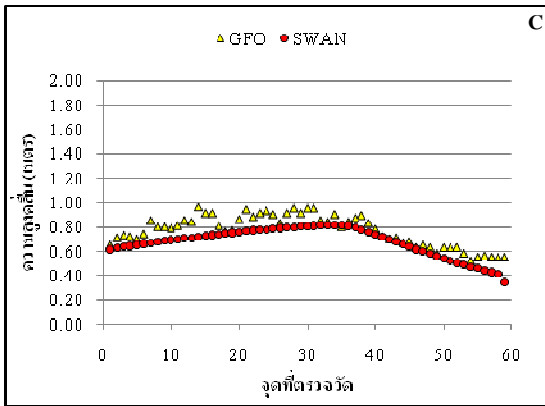


รูปที่ 6 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับดาวเทียม ENVISAT วันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0314UTC

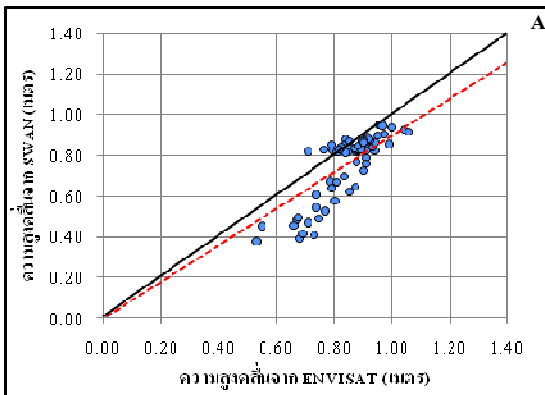




รูปที่ 7 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับดาวเทียม GFO วันที่ 24 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0556UTC

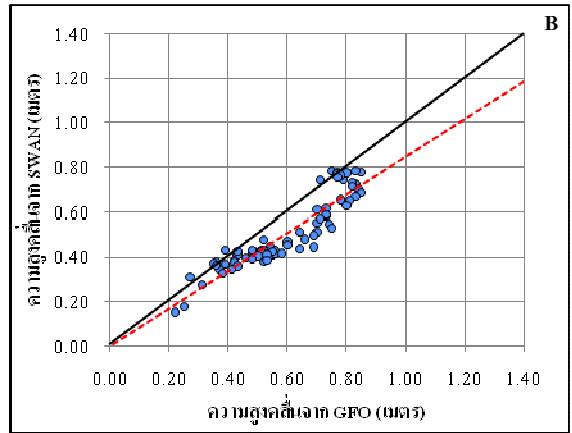


รูปที่ 8 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับดาวเทียม GFO วันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 เวลา 1749UTC

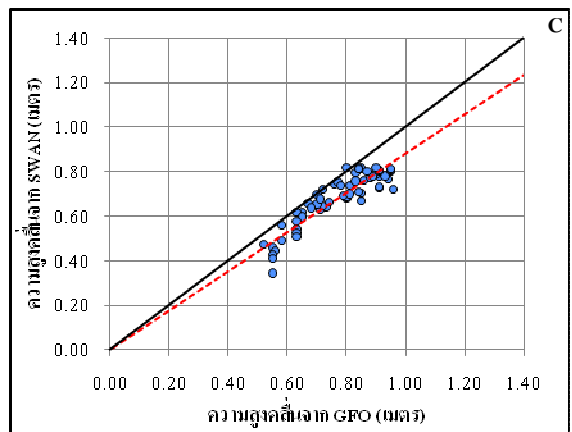


รูปที่ 9 แผนภูมิกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง

ความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับดาวเทียม ENVISAT วันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0314UTC



รูปที่ 10 แผนภูมิกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับดาวเทียม GFO วันที่ 24 พฤศจิกายน 2547 เวลา 0556UTC



รูปที่ 11 แผนภูมิกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับดาวเทียม GFO วันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 เวลา 1749UTC

### 3. ประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAN

จากการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยดัชนีการกระจาย พบว่า ดัชนีการกระจายความสูงคลื่นระหว่างแบบจำลอง SWAN กับดาวเทียม ENVISAT และ GFO มีค่าเท่ากับ 15.08%, 18.57% และ 13.65% ตามลำดับ โดยการเปรียบเทียบ

ทางสถิติระหว่างผลการคำนวณความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับค่าที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียม

แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างผลการคำนวณความสูงคลื่นจากแบบจำลอง SWAN กับค่าที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียม

การเปรียบเทียบ	วัน / เวลา	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ความใกล้เคียง (%)	ดัชนีการกระจาย (%)
SWAN กับ ENVISAT	26 พ.ย. 47 / 0314UTC	0.83	90.17	15.08
SWAN กับ GFO	24 พ.ย. 47 / 0556UTC	0.92	85.00	18.57
SWAN กับ GFO	26 พ.ย. 47 / 1749UTC	0.90	88.33	13.65

## 7. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาพบว่า ความสูงคลื่นที่คำนวณได้จากแบบจำลองส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำกว่าความสูงคลื่นที่ตรวจวัดจากดาวเทียม แต่ยังคงมีค่าใกล้เคียงกับความสูงคลื่นที่ตรวจวัดอยู่ประมาณ 85.00% - 90.17% โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ 0.83 - 0.92 และดัชนีการกระจายมีค่าตั้งแต่ 13.65% - 18.57% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง SWAN มีความสามารถและประสิทธิภาพอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพยากรณ์ความสูงคลื่นในบริเวณอ่าวไทย

ความแตกต่างระหว่างความสูงคลื่นที่คำนวณได้จากแบบจำลองกับความสูงคลื่นที่ตรวจวัดจากดาวเทียมนั้นสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ สำหรับการศึกษานี้ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดจากข้อมูลลมที่ใช้ในการคำนวณ เนื่องจากข้อมูลจาก NOGAPS เป็นข้อมูลลมที่ค่อนข้างหยาบ โดยมีความละเอียดทุก 1 องศา หรือประมาณ 111 กิโลเมตร ซึ่ง

อาจมีผลให้การคำนวณความสูงคลื่นของแบบจำลองมีความแม่นยำน้อยลง ทำให้ผลการเปรียบเทียบเกิดความแตกต่างกัน

## 8. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากแบบจำลอง SWAN ใช้ข้อมูลลมจากแบบจำลองพยากรณ์อากาศเป็นข้อมูลในการคำนวณความสูงคลื่น คุณภาพของข้อมูลลมจึงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญ เพื่อความแม่นยำในการคำนวณของแบบจำลองอาจจะต้องใช้ข้อมูลลมจากแบบจำลองพยากรณ์อากาศที่มีความละเอียดมากขึ้น นอกจากนี้ ข้อมูลพื้นท้องทะเลก็มีผลต่อการคำนวณเช่นเดียวกัน การศึกษานี้ใช้ชุดข้อมูล ETOPO2 ที่มีความละเอียดทุก 2 ลิปดา หรือประมาณ 3.7 กิโลเมตร โดยอาจจะมีการใช้ชุดข้อมูลที่มีความละเอียดมากกว่าแทน คือ ชุดข้อมูล ETOPO1 ที่มีความละเอียดทุก 1 ลิปดา หรือประมาณ 1.8 กิโลเมตร ดังนั้น การใช้ข้อมูลลมหรือข้อมูลพื้นท้องทะเลที่มีความละเอียดสูงน่าจะช่วยให้

การคำนวณของแบบจำลองมีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากการศึกษานี้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการใช้งานแบบจำลอง SWAN ซึ่งมีข้อจำกัดในการประมวลผล ทำให้ไม่สามารถใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงได้ ดังนั้น การใช้ข้อมูลลมหรือข้อมูลพื้นที่องทะเลที่มีความละเอียดสูงอาจมีส่วนช่วยให้ผลการคำนวณดีขึ้น แต่ก็จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการคำนวณเช่นเดียวกัน ซึ่งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลอาจจะไม่สามารถใช้งานแบบจำลองได้ หรืออาจจะกินเวลาในการคำนวณค่อนข้างมาก ซึ่งไม่เหมาะกับระบบพยากรณ์ขนาดเล็ก

## 9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้การสนับสนุนทุนในการศึกษาครั้งนี้

## 10. เอกสารอ้างอิง

[1] Zhang, D., H. Liu and P. Lin. The Application of SWAN to the Simulation of a Storm Surge. International Conference on Estuaries and Coasts. 9-11 November 2003, Hangzhou, China. 2003.

- [2] Chu, P. C. and K. F. Cheng. South China Sea Characteristics during Typhoon Muifa Passage in Winter 2004. *Journal of Oceanography*, Vol. 64, pp. 1-21, 2008.
- [3] JTWC (Joint Typhoon Warning Center). Annual Tropical Cyclone Report 2004 [Online]. Available: <http://www.npmoc.navy.mil/jtwc/atcr/2004atcr/>. [Accessed on January 28, 2010].
- [4] The SWAN Team. SWAN Scientific and Technical Documentation, SWAN Cycle III Version 40.72ABC. Delft University of Technology, 119 p, 2009.
- [5] Clancy, R. M., J. E. Kaitala and L. F. Zambresky. The Fleet Numerical Oceanography Center Global Spectral Ocean Wave Model. *Bulletin American Meteorological Society*, Vol. 67, pp. 498-512, 1986.
- [6] Howard, K., G. Zarillo, M. Splitt, S. Lazarus, S. Chiao, P. Santos and D. Sharp. The Impact of Atmospheric Model Resolution on a Coupled Wind/wave Forecast System. Southeast Coastal Ocean Observing Regional Association, 2009.