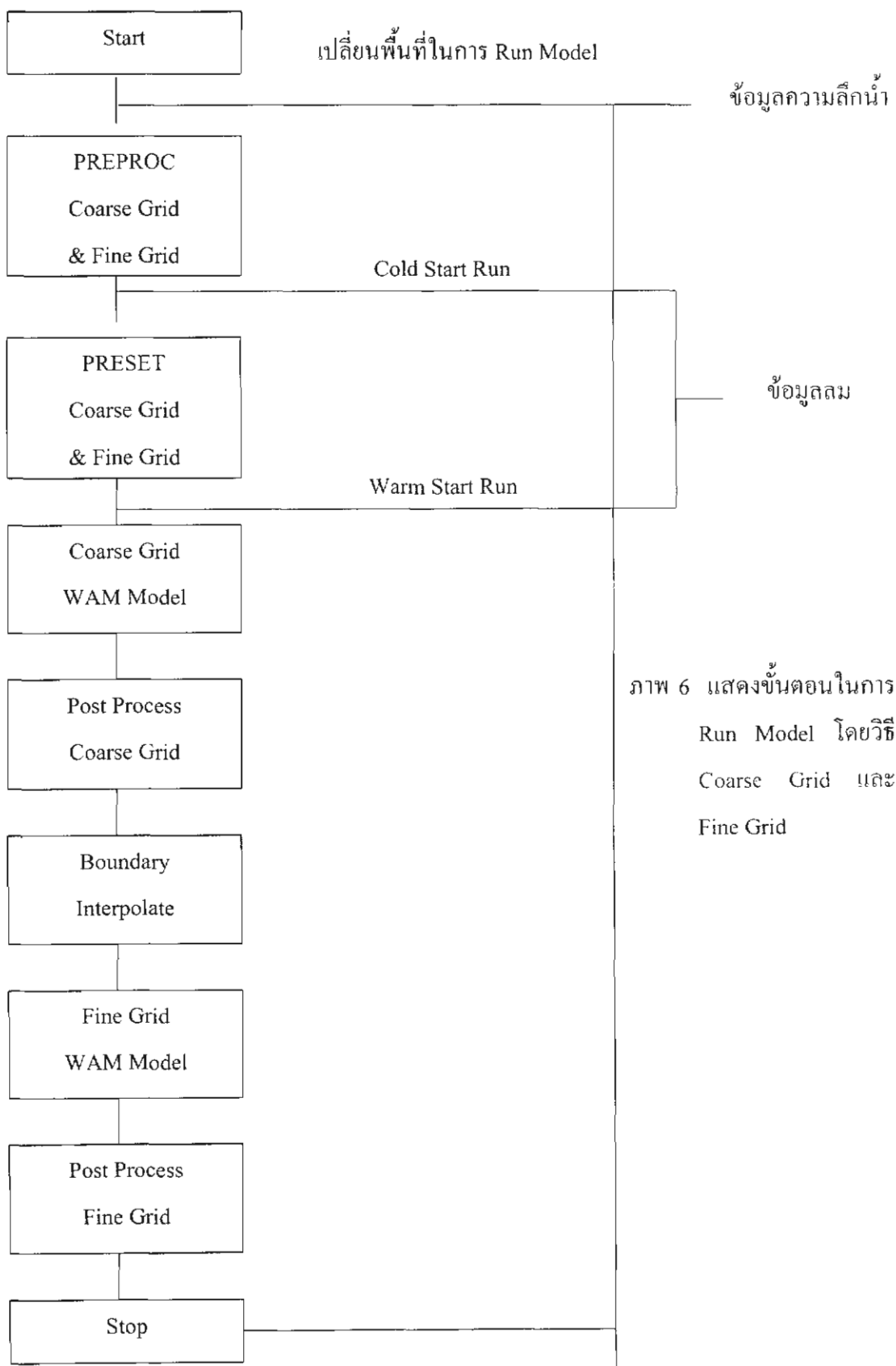
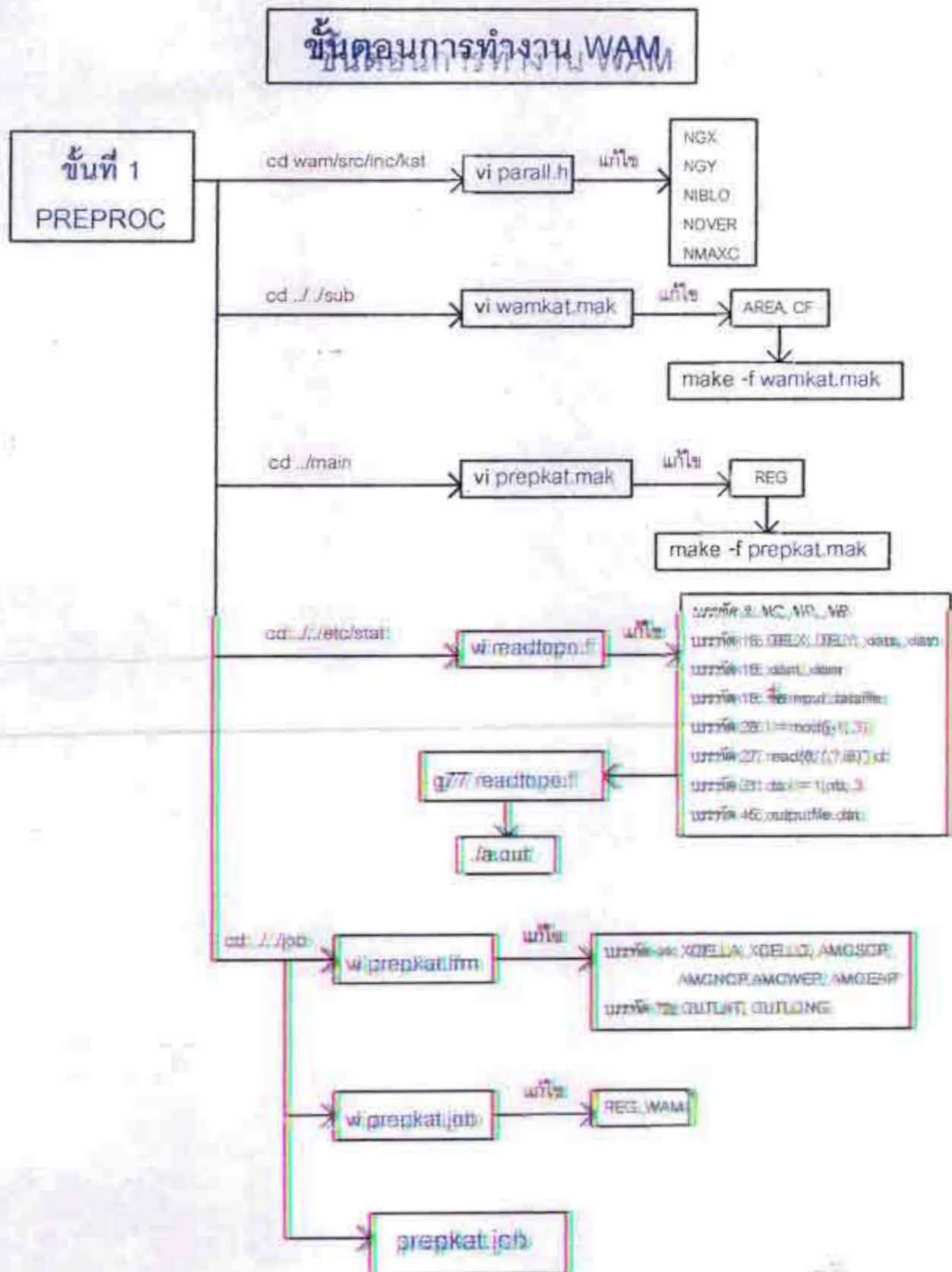
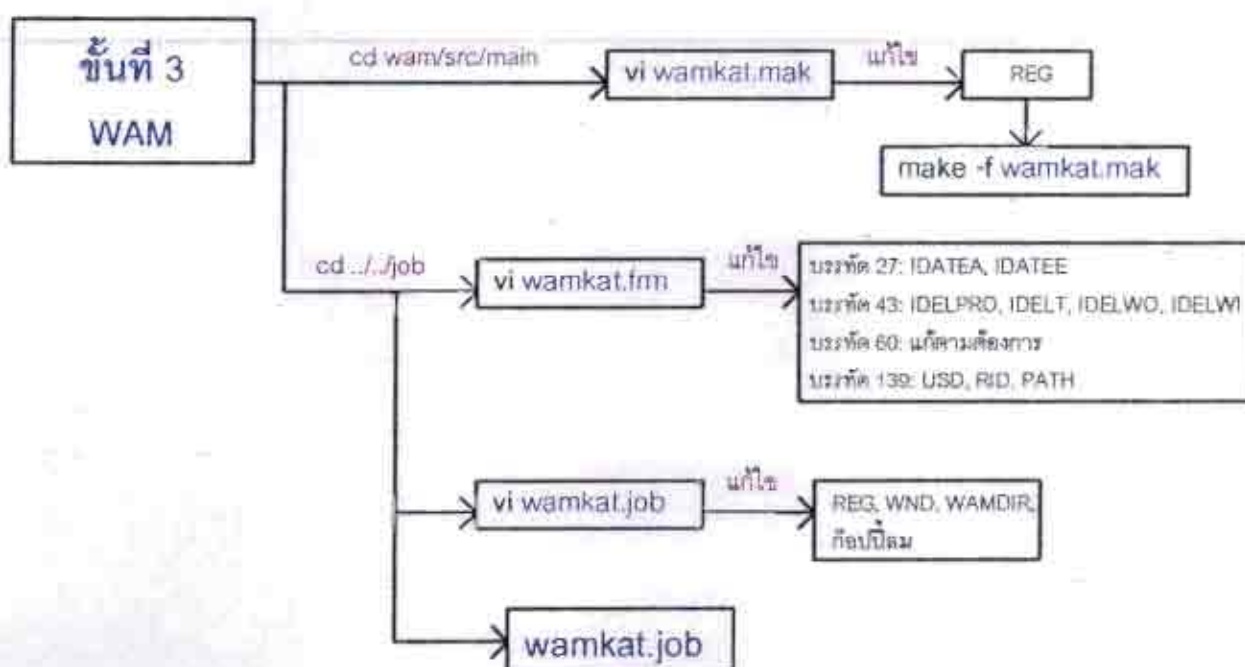
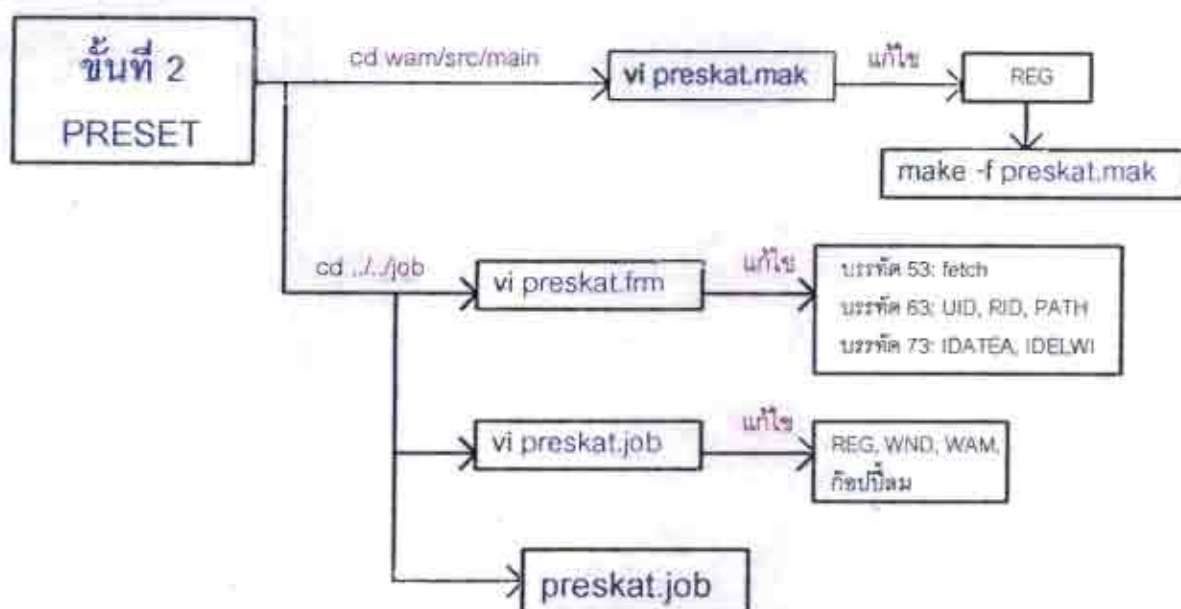




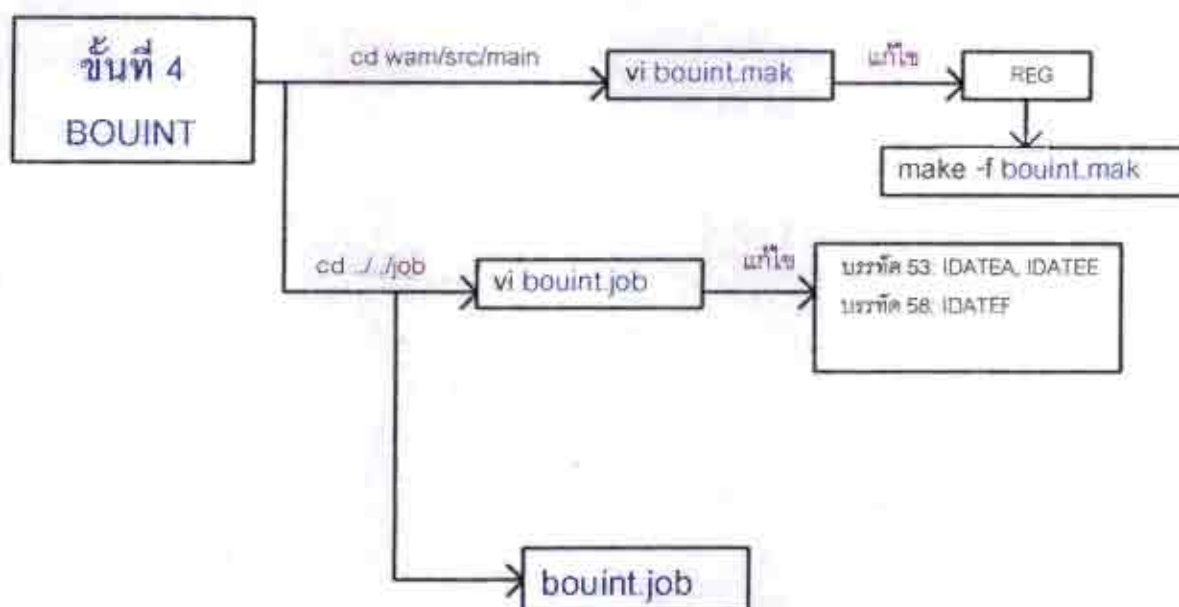
ภาพ 6 แสดงขั้นตอนในการ
Run Model โดยวิธี
Coarse Grid และ
Fine Grid



ขั้นตอนการทำงาน WAM

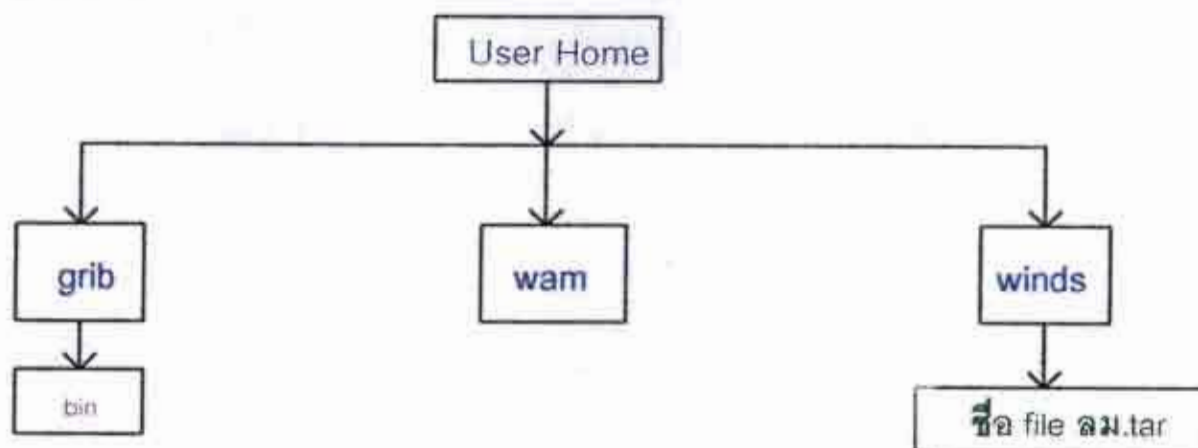


ขั้นตอนการทำงาน WAM



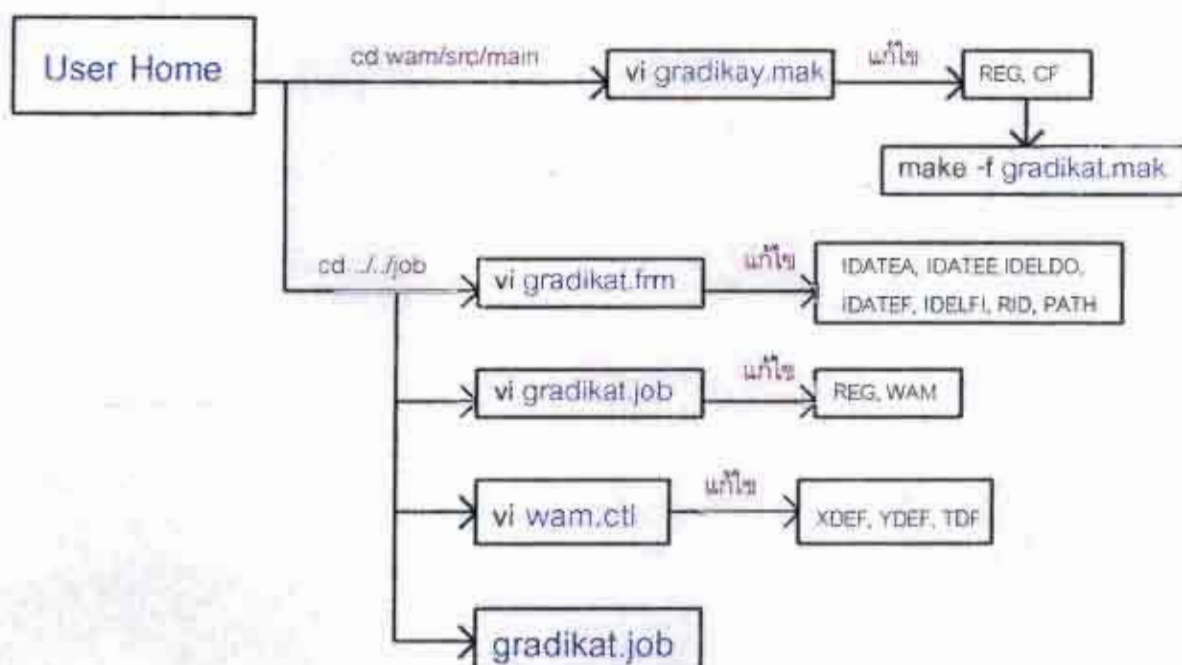
ขั้นตอนต่อไปเป็นการทำขั้นตอน *FINE GRID* ให้ย้อนกลับไปดูตั้งแต่ต้นใหม่ แต่เปลี่ยนชื่อ *File* ให้เหมาะสม

ขั้นตอนการ DECODE ลม



Ex, localhost@ks> gribsimp -i ชื่อ file ลม.tar -o

ขั้นตอนการดูแลผลโดย GrADS



3.7 การพัฒนา Script File

ดังตัวอย่างของ Block Diagram ข้างบนจะเห็นได้ว่าการ Run Model แต่ละครั้งมีขั้นตอนมากมาย ซึ่งยังไม่ได้รวมถึงการที่จะต้องเข้าไปแก้ไขค่าเริ่มต้น เช่น วันที่ของข้อมูลตั้งต้น พื้นที่ใช้จัดเก็บข้อมูลใน Harddisk ในทุก ๆ ขั้นตอนในการ Run จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความคิดที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการ พัฒนา Script Files ใหม่ เพื่อทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล จัดลำดับ รวมไปถึงสั่งงานให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานโดยการแก้ไขข้อมูลเริ่มต้นในการ Run แต่ละครั้งอย่างอัตโนมัติตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้จนกระทั่งได้ ภาพแสดงผลการคำนวณของ Model

จากแนวคิดดังกล่าวและด้วยความร่วมมือกับทีมงานในอเมริกา ทำให้เกิด Script Files ซึ่งสามารถทำให้การ Run Model แต่ละครั้งทำได้สะดวกยิ่งขึ้น 2 Files คือ

- incdate.perl ทำหน้าที่แก้ไขวันที่และช่วงเวลาที่ใช้ในการ Run Model โดยอัตโนมัติ และส่งข้อมูลวันที่และช่วงเวลาดังกล่าวไปให้กับ Model
- master.job ทำหน้าที่กำหนดขั้นตอนการทำงานให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะควบคุมให้คอมพิวเตอร์ทำงานแต่ละขั้นตอนให้เสร็จและส่งข้อมูลที่จำเป็นให้กับการทำงานในขั้นตอนต่อไปจนกระทั่งได้ภาพแสดงความสูงคลื่นทั้งในส่วนในพื้นที่ Coarse Grid และ Fine Grid

จากผลของ Script Files ทั้งสองดังกล่าวทำให้การ Run Model ในปัจจุบันแต่ละครั้งเป็นไปโดยง่าย คือไม่ต้องแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ใน Software และใช้คำสั่งเพียงคำสั่งเดียวในการ Run Model ทั้งหมด และหลังจากที่ Run Model แล้วผลการ Run Model จะถูกแยกจัดเก็บตามชนิดของข้อมูลไว้ในพื้นที่ของ Hard Disk ซึ่งสามารถทำให้ค้นหาข้อมูลได้โดยสะดวก

3.8 การจับเก็บข้อมูลไว้เพื่อการศึกษาในอนาคต

เนื่องจากข้อจำกัดของ Hard Disk คือ มีขนาดคงที่ ราคาค่อนข้างสูง เคลื่อนย้ายได้ยาก เมื่อทำการ Run Model ไปสักช่วงเวลาหนึ่งจะพบว่า เนื้อที่บน Hard Disk ไม่เพียงพอที่จะใช้จัดเก็บข้อมูลที่ได้จาก Model ทั้งหมดไว้ได้ รวมไปถึงเมื่อจะทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ก็นำไปใช้กับเครื่องอื่นทำได้ลำบากเนื่องจากเพิ่มข้อมูลแต่ละตัวมีขนาดใหญ่มากไม่สามารถที่จะบรรจุลงในแผ่น Floppy Disk ได้ ดังนั้นจึงได้มีการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการ Run Model ทั้งหมด เช่น

ข้อมูลลมที่ระดับความสูง 10 เมตร แผ่นข้อมูลฐานสองที่ได้จากการคำนวณของ Model ภาพพยากรณ์คลื่นที่ได้จากการ Run Model ลงบนแผ่น CD-Rom ซึ่งเมื่อได้ดำเนินการไปแล้วทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ที่อื่น รวมถึงการประชาสัมพันธ์ ทำได้อย่างสะดวก รวมไปถึงสามารถเพิ่มพื้นที่ว่างให้กับ Hard Disk ของเครื่องที่ใช้ Run Model ได้อีกด้วย

3.9 การพัฒนารูปแบบการแสดงผลของภาพที่ได้จากการ Run Model

หลังจากที่ได้ Run Model มาระยะหนึ่งพบว่าน่าจะปรับปรุงรูปแบบของการแสดงผลให้อยู่ในรูปแบบที่มีรายละเอียดมากขึ้น และผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจได้โดยง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันการแสดงผลของการ Run Model ทำไว้ในสองรูปแบบคือ

- ภาพนิ่ง 2 พื้นที่ คือ Coarse Grid ในพื้นที่ 10 องศาใต้ - 30 องศาเหนือ และ 85 - 125 ตะวันออก และ Fine Grid ในพื้นที่ 6 - 14 องศาเหนือ และ 85 - 105 ตะวันออก พยากรณ์ไปข้างหน้าทุก ๆ 3 ชั่วโมง จำนวน 40 ภาพต่อการ Run Model 1 ครั้งต่อพื้นที่

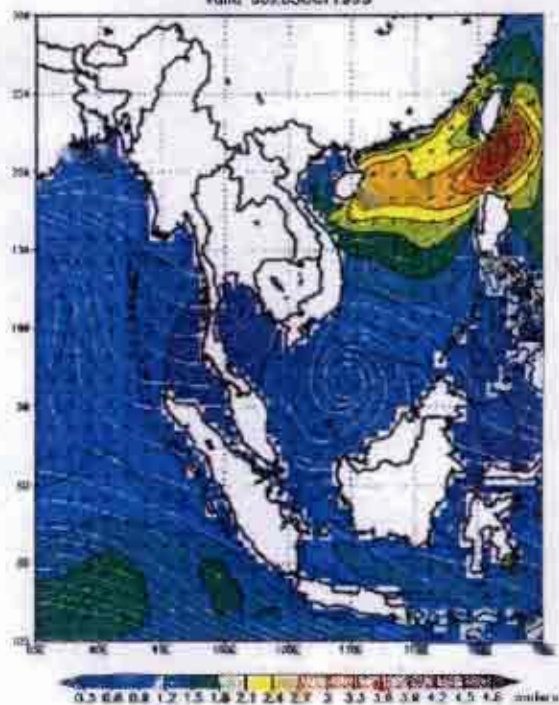
- ภาพเคลื่อนไหว 2 พื้นที่คือ Coarse Grid ในพื้นที่ 10 องศาใต้ - 30 องศาเหนือ และ 85 - 125 ตะวันออก และ Fine Grid ในพื้นที่ 6 - 14 องศาเหนือ และ 85 - 105 ตะวันออก จำนวน 40 Frames ต่อการ Run Model 1 ครั้งต่อพื้นที่

โดยปัจจุบันในภาพจะแสดงข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- วัน - เวลาที่ทำการพยากรณ์
- ความสูงของคลื่น แสดงเป็นเลขสีทุก ๆ 1 ฟุต
- ทิศทางของคลื่น แสดงด้วยลูกศรสีดำ
- ทิศทางลมที่ระดับความสูงจากพื้นท้องทะเล 10 เมตร แสดงด้วยเส้น Stream Lines

สีขาว

WAM Wave Heights Direction and Wind Streamlines
Hydrographic Department Royal Thai Navy
Valid 00Z05OCT1999



ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างของภาพ
นิ่งที่ได้จากการ Run Model ใน
พื้นที่ Coarse Grid

WAM Wave Heights Direction and Wind Streamlines
Hydrographic Department Royal Thai Navy
Valid 00Z05OCT1999



ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างของภาพ
นิ่งที่ได้จากการ Run Model ใน
พื้นที่ Fine Grid

3.10 The Implementation of the Numerical Weather Prediction (NWP)

Wave hindcasting and forecasting for the Thailand region requires surface wind fields from a numerical weather prediction (NWP) model at 3 hour time intervals during the wave model integration. The set-up of the wave model was performed during the first year using surface winds from the US Navy Operational Global Atmospheric Prediction System (NOGAPS), which have a horizontal resolution of approximately 100 km. In the second year, winds from the US Navy Operational Regional Atmospheric Prediction System (NORAPS) Southeast Asia model will be used to drive the wave model. These winds have a horizontal resolution of about 45 km. Both NOGAPS and NORAPS surface wind forecasts are available, on a near real time basis (12 hour delay) from the Master Environmental Library (MEL) internet sit (<http://www-mel.nrlmry.navy.mil>). Although these wind fields are fine for development and testing of the wave model, they are not guarantied to be available in an operational environment. In the future (third year and beyond), surface wind fields will be provided by the Thai Meteorological Department (TMD) NWP model with horizontal resolution of 25 km. During the transition from the NORAPS Southeast Asia model to the TMD NWP model, the NORAPS 45 km resolution winds will be used as a backup system in case there is a problem with the TMD model or there is a delay in the TMD's supercomputer project. Also the NORAPS wind data will be used for comparison with the new high resolution 25 km. winds from the TMD NWP model.

During the period from August 1, 1997 to January 31, 1998 the wave model has been tested with the low resolution (100x100 km) surface wind fields from the NOGAPS NWP model by research teams in the US and Thailand. During early November, 1997 typhoon Linda swept through the Gulf of Thailand providing a critical test for the wave model. Strong winds produced large waves as Linda moved into the Gulf of Thailand and strengthened. The wave forecast was verified using data from moored data buoys and remotely sensed data from satellites. The results of the wave model forecast during Linda are given in this report.

4. การทดสอบ WAM – Program

4.1 Comparison with TOPEX data

Comparisons of the WAM significant wave height to the significant wave height measured by the US/France TOPEX/POSEIDON satellite. The satellite repeats its orbit about every 10 days. The data was acquired from the Colorado Center of Astro-dynamics via the internet (<http://www-ccar.colorado.edu/research/topex/html/topex.html>). The accuracy of the wave height observations are about 0.2 meters when calibrated using the NOAA wave buoys (Cotton and Carter, 1994). The time period used for the comparison was November 3 through 10, 1997. During this time typhoon Linda traversed the Gulf of Thailand. The typhoon produced wave heights in excess of 5 meters which resulted in coastal erosion and flooding. Wind and wave conditions, which occurred during the typhoon, are a good test of the WAM model performance in a relatively shallow water semi-enclosed gulf.

The WAM grid configuration for the typhoon Linda runs is as follows. The outer grid is 81 rows by 81 columns and the grid resolution is 0.5 degrees or about 45 kilometers. The outer grid boundaries are 10S to 30N latitude and 85E to 105E longitude. Figure 9 shows the WAM significant wave heights from the outer grid during the peak of typhoon Linda. Nested within the outer mesh is a fine grid with boundaries of 5N to 15N latitude and 98E to 108E longitude. There are 41 rows and 4 columns at 0.25 degrees or about 27 kilometers resolution. Figure 10 shows the WAM significant wave heights and mean wave directions during for same time (November 3, 1997 : 06GMT) as in Figure 9. Grid nesting allows for wave energy from the outer grid to propagate into the inner grid. In this case only the southern boundary of the fine nest grid is open. The wind forcing used for these runs were NOGAPS analysis winds at 10 meters height. These winds have a horizontal resolution of about 110 kilometers. The wind time interval was 6 hours, so that the WAM model read a new wind field every 6 hours during the run. Figure 11 shows the NOGAPS wind speed and direction for November 3, 1997. Figure 12 is the same as 3 except for NORAPS.

The TOPEX comparison were made by interpolating the WAM wave height to the satellite observation location. A simple bilinear interpolation was used. A six

hour time window (± 3 hours) was used to when selecting the data. In figures 13A through 13E the TOPEX and WAM wave heights are plotted along the ground tracks of the satellite. The Measured peak wave heights reach to near 5 meters. The WAM wave heights follow, the pattern of the satellite observations, but in many cases are slightly less. Figure 14 shows the results of the comparison between the WAM model (y-axis) and the TOPEX altimeter data (x-axis). There were 8,392 TOPEX observations during the time period of November 3 through 10, 1997. From these data pairs statistics were computed using the following definitions:

$$X_{\text{mean}} = \text{SUM}(X_i)/N$$

$$Y_{\text{mean}} = \text{SUM}(Y_i)/N$$

$$\text{BIAS} = Y_{\text{mean}} - X_{\text{mean}}$$

$$\text{RMSE} = \text{SQRT}(\text{SUM}((Y_i - X_i)^2)/N)$$

$$\text{CC} = \frac{\text{SUM}((X_i - X_{\text{mean}})(Y_i - Y_{\text{mean}}))}{\text{SQRT}(\text{SUM}(X_i - X_{\text{mean}})^2 * \text{SUM}(Y_i - Y_{\text{mean}})^2)}$$

$$\text{SYMMETRIC CLOPE} = \text{SQRT}(\text{SUM}(Y_i^2) / \text{sum}(X_i^2))$$

$$\text{SCATTER INDEX} = \text{STDV}/X_{\text{mean}}$$

The comparison between the TOPEX observations and the model show a negative bias of -0.59 meters and root mean square error (RMSE) of 0.74 meter. It can be seen from the scatter plot that there is some underproduction of wave height.

4.2 Comparison with ERS-2 data

Comparisons of WAM significant wave height with the European Research Satellite were also made for the period of November 3 through 10, 1999, during typhoon Linda. The accuracy of the ERS-2 wave height observations are about 0.2 meters. Unlike the TOPEX altimeter, the ERS-2 altimeter is unable to measure wave height below 0.5 meters. Figures 15A through 15D show the along track comparison of WAM significant wave height and the altimeter measured wave height. As with the TOPEX data, there was generally good agreement between the data and the model forecasts. There is some indications of underprediction which will be addressed later.

Figure 16 is a scatter plot of all the ERS-2 observations of r the time period. The statistical parameters were computed in the same manner as for the TOPEX data. The mean error and root mean square are -0.59 m and 0.74 m, respectively.

One possible cause for the underprediction of the waves are errors in the wind fields from WOGAPS during typhoon Linda. Tropical cyclones are often not well resolved within global NWP model due to coarse grid resolution. This can cause wind maximums to be missed in the wind fields and cause an underprediction of the wave. Comparison of the observed wind speeds from data buoy and satellites may shed light on this problem. Other causes may be the complex topography of the region and the interaction of the typhoon and land/sea boundary.

Reference:

Cotton P.D. and Carter D.J.T., 1994: Cross calibration of TOPEX, ERS-2 and Geosat wave height. *J. Geophys. Res.*, 99, No C12, pp 25,025-25033.

Figure 2 WAM wave Heights and Directions
06Z03NOV1997

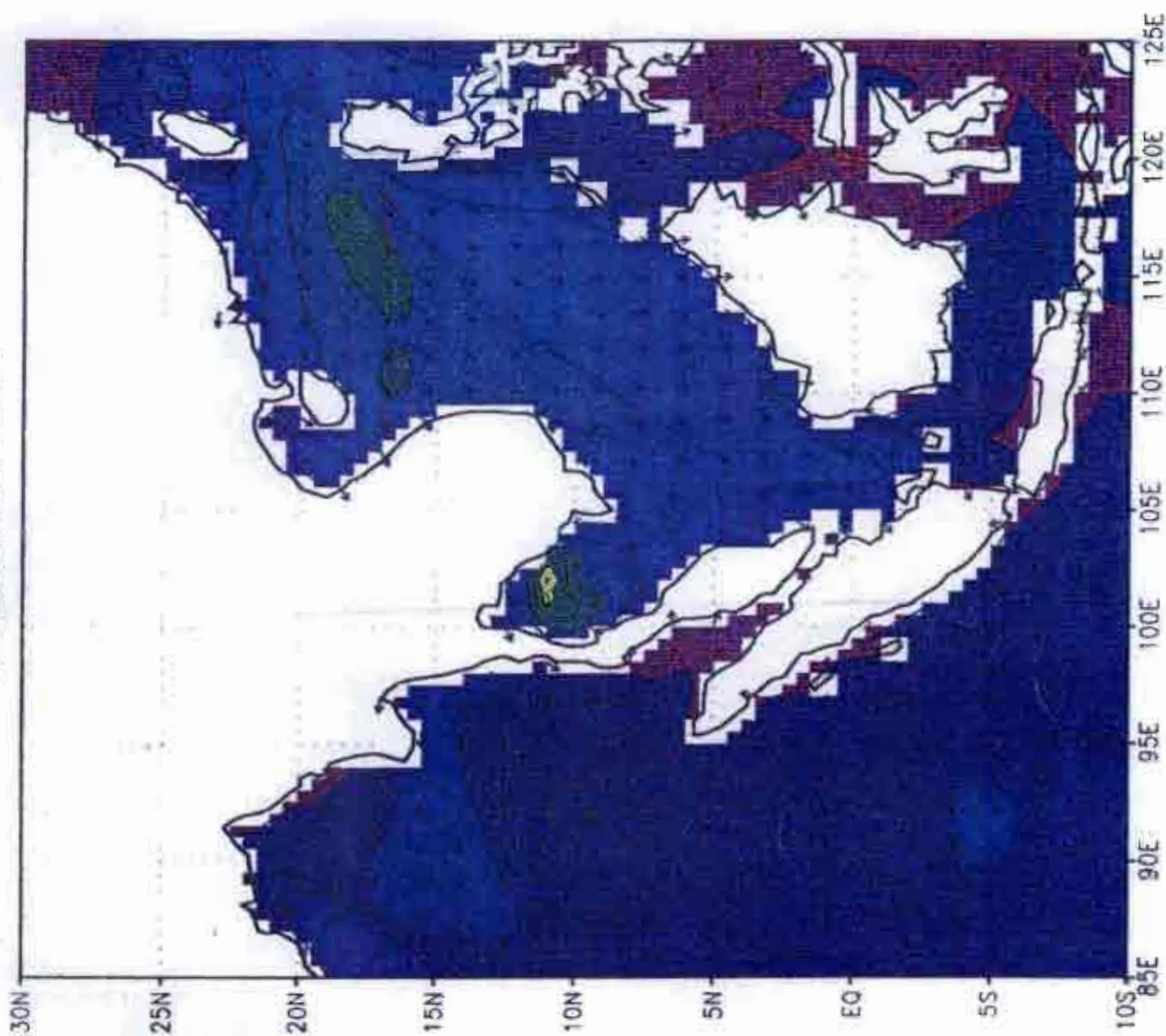


Figure 10

WAM Wave Heights and Directions
06Z03NOV1997

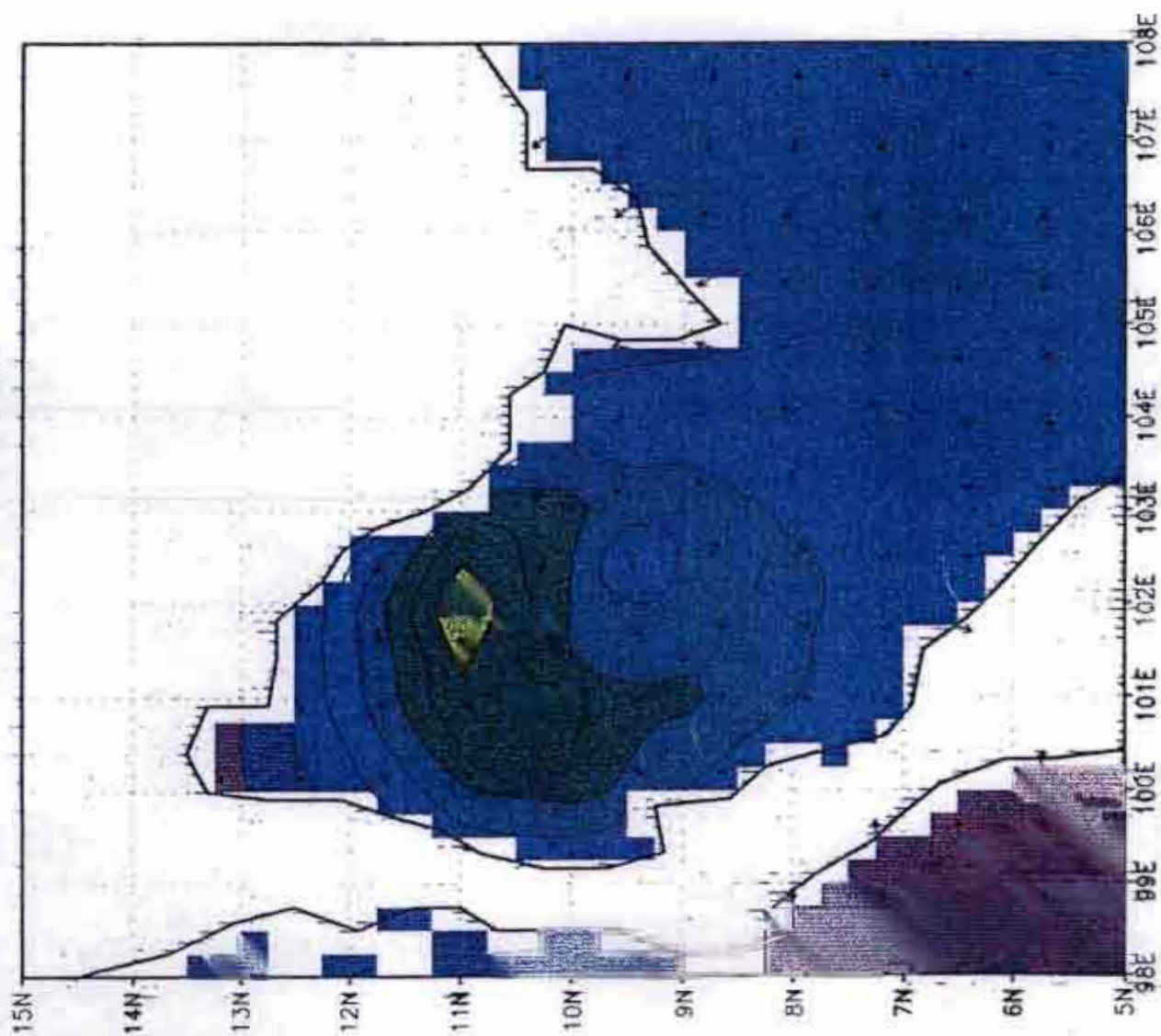


Figure 11 NOGAPS Surface Wind
00Z03NOV1997

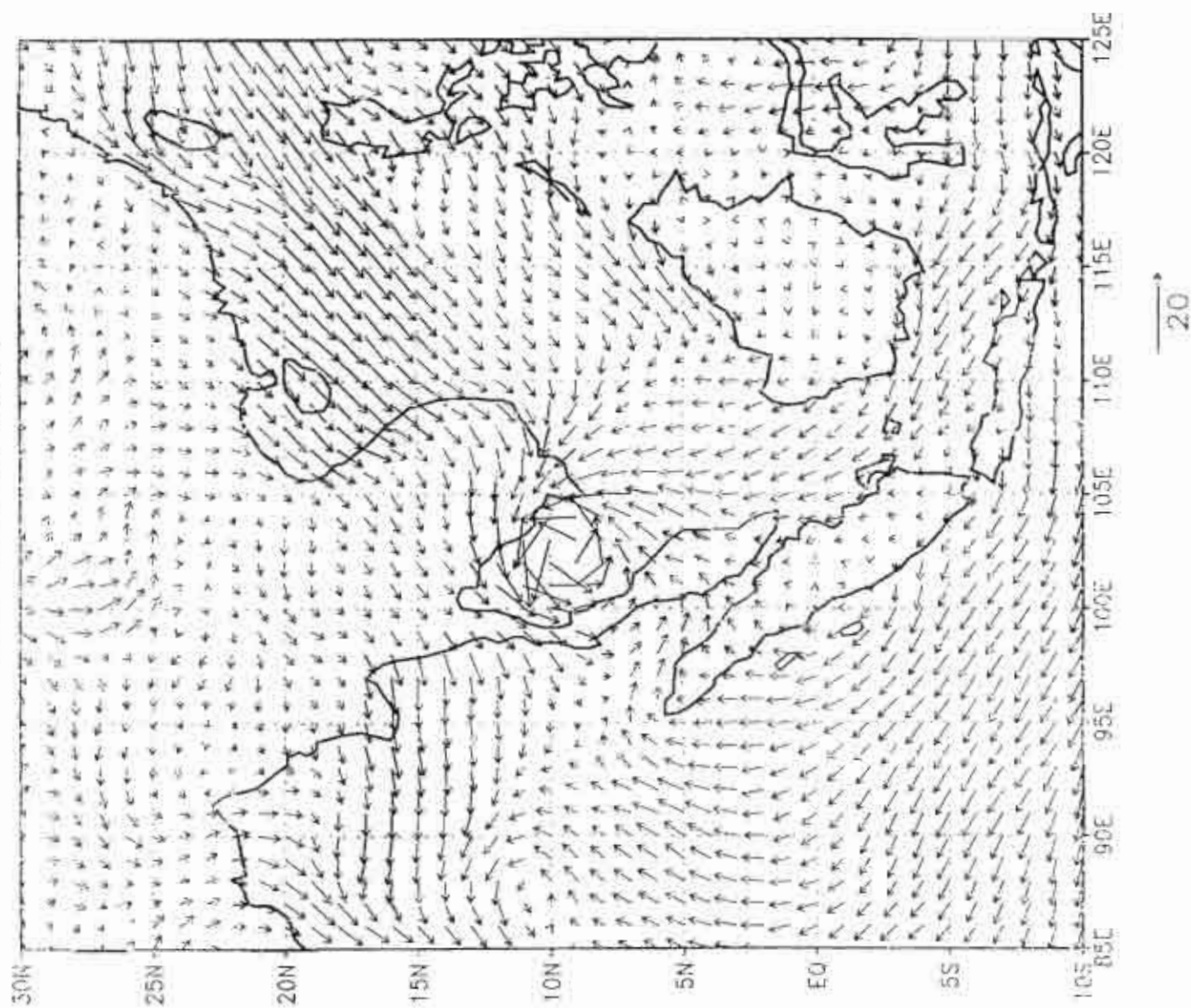


Figure 12. NORAPS ASIA Surface Winds
00Z03NOV1997

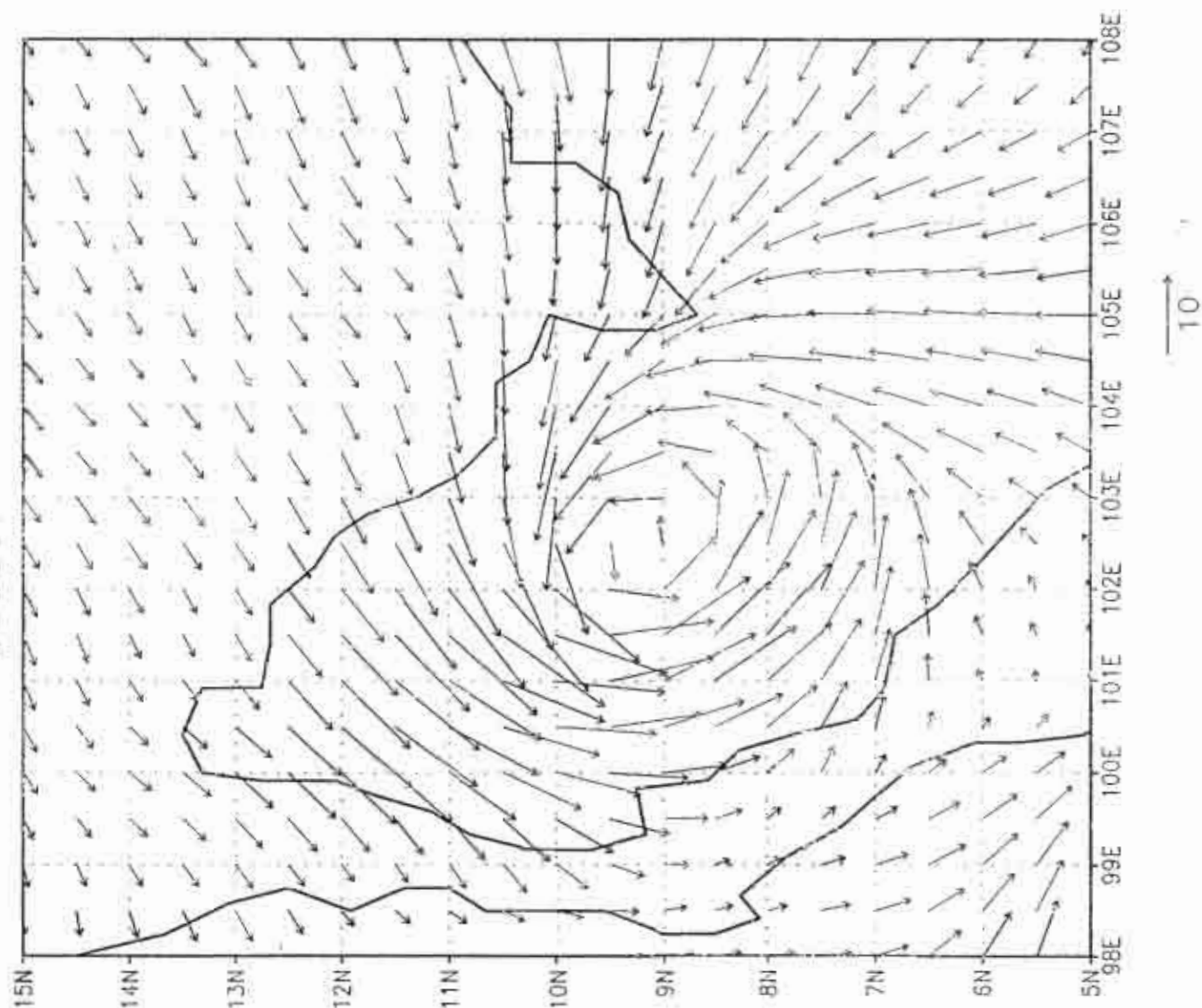
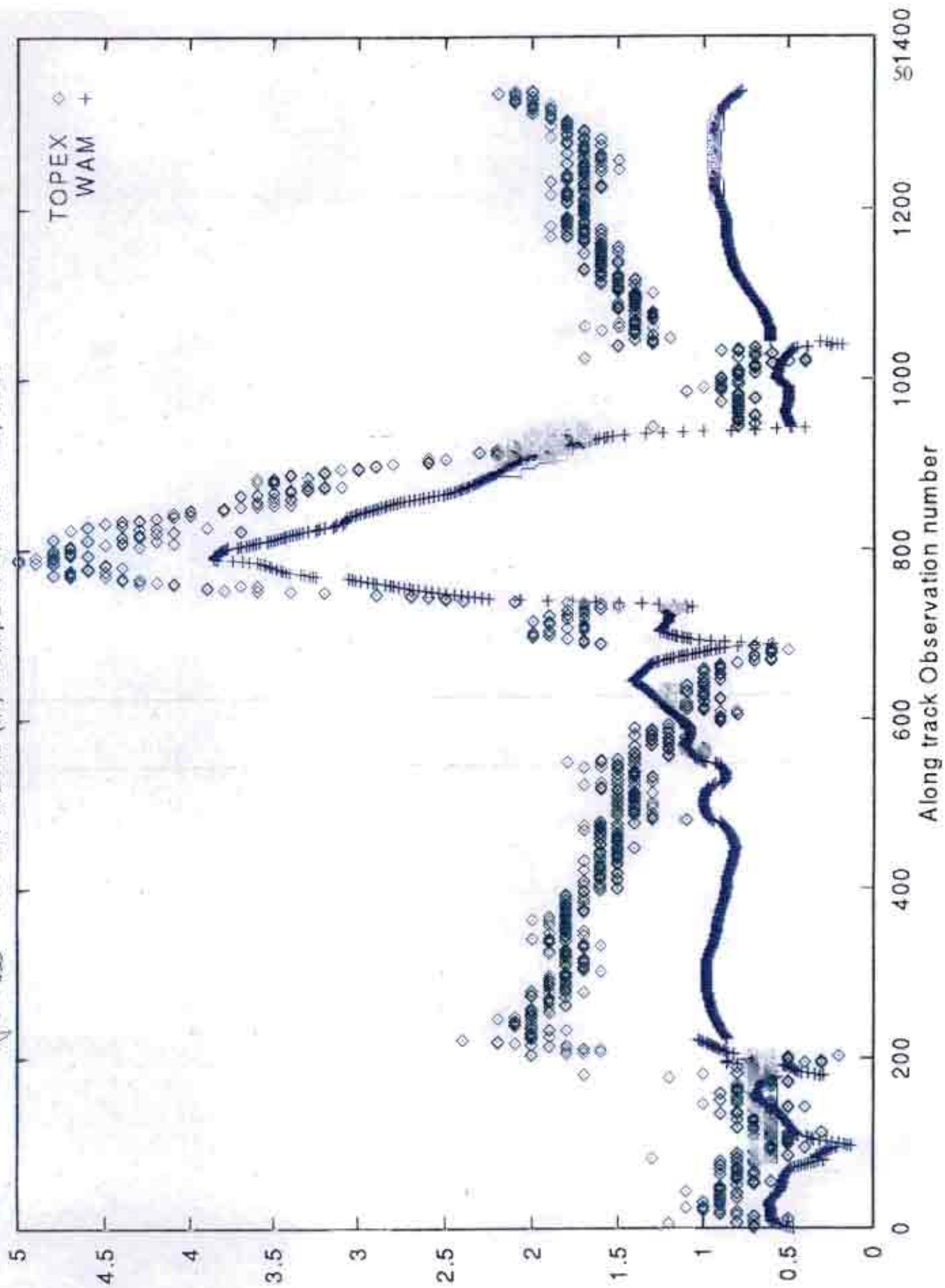
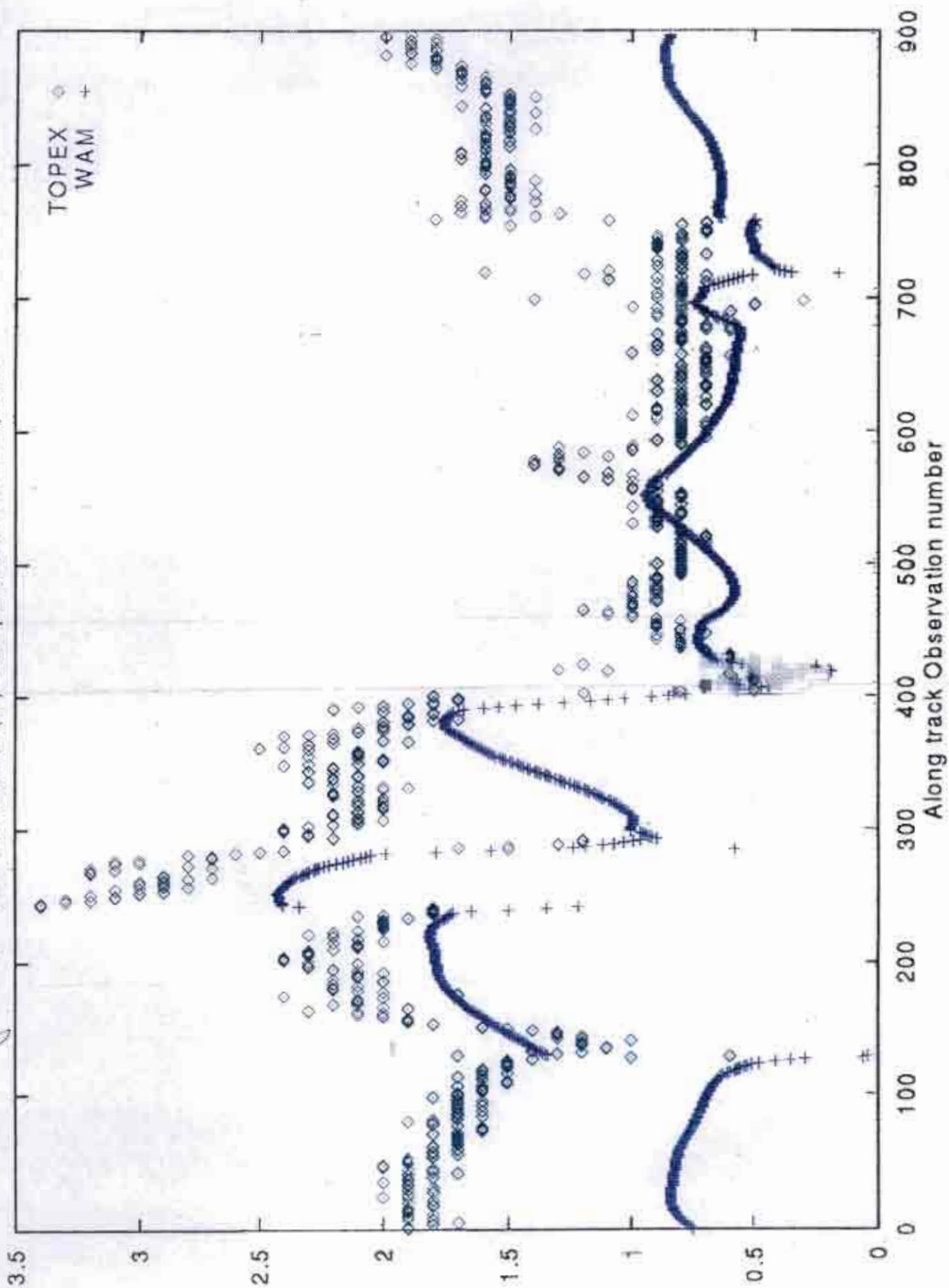


Figure 18 TOPEX Tracks (m) Comparisons Nov 1-2, 1997



13 B
Figure 13B
TOPEX Tracks (m) Comparisons Nov 3-4, 1997



13C
Figure 2. TOPEX Tracks (m) Comparisons Nov 5-6, 1997

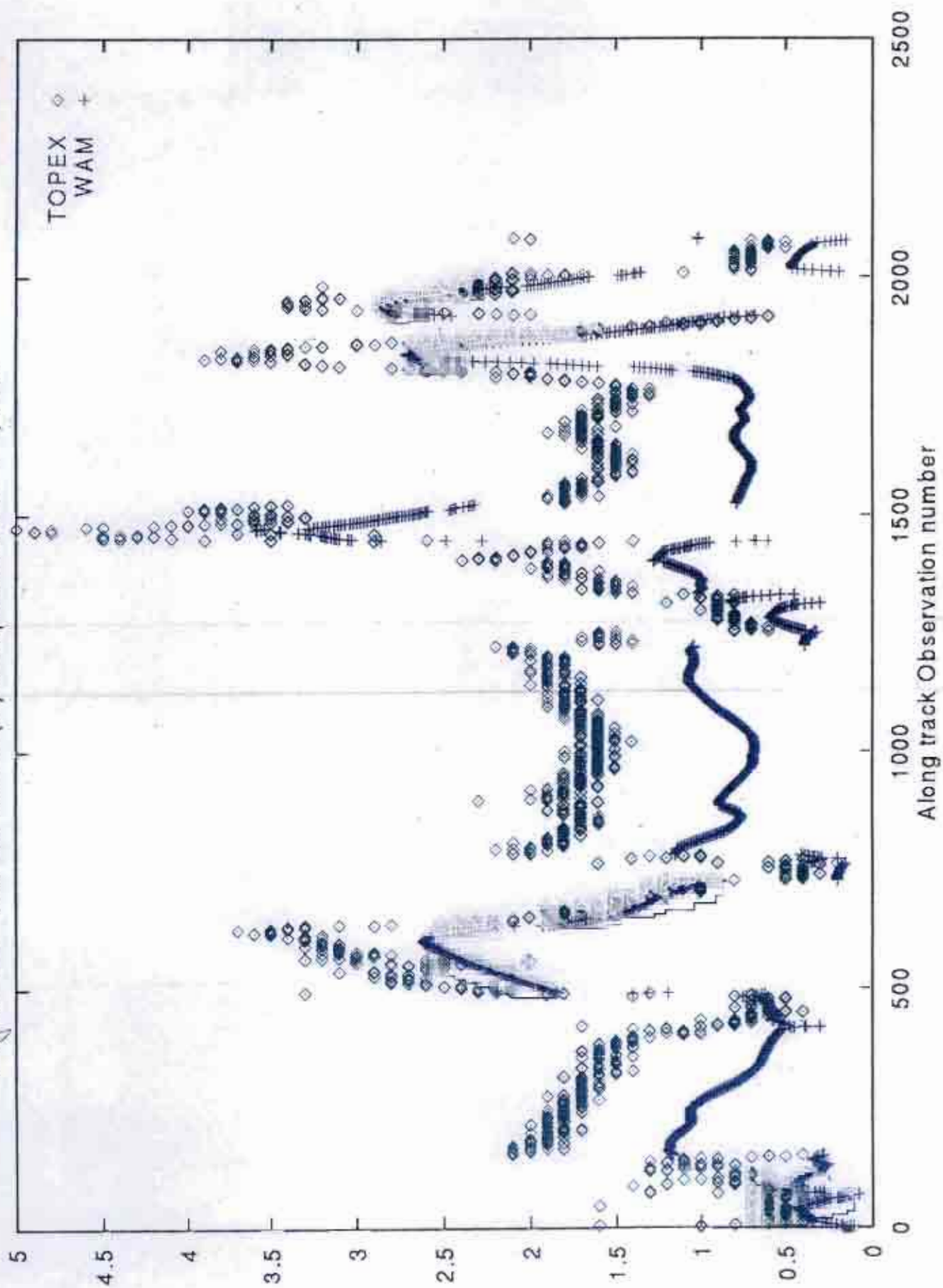
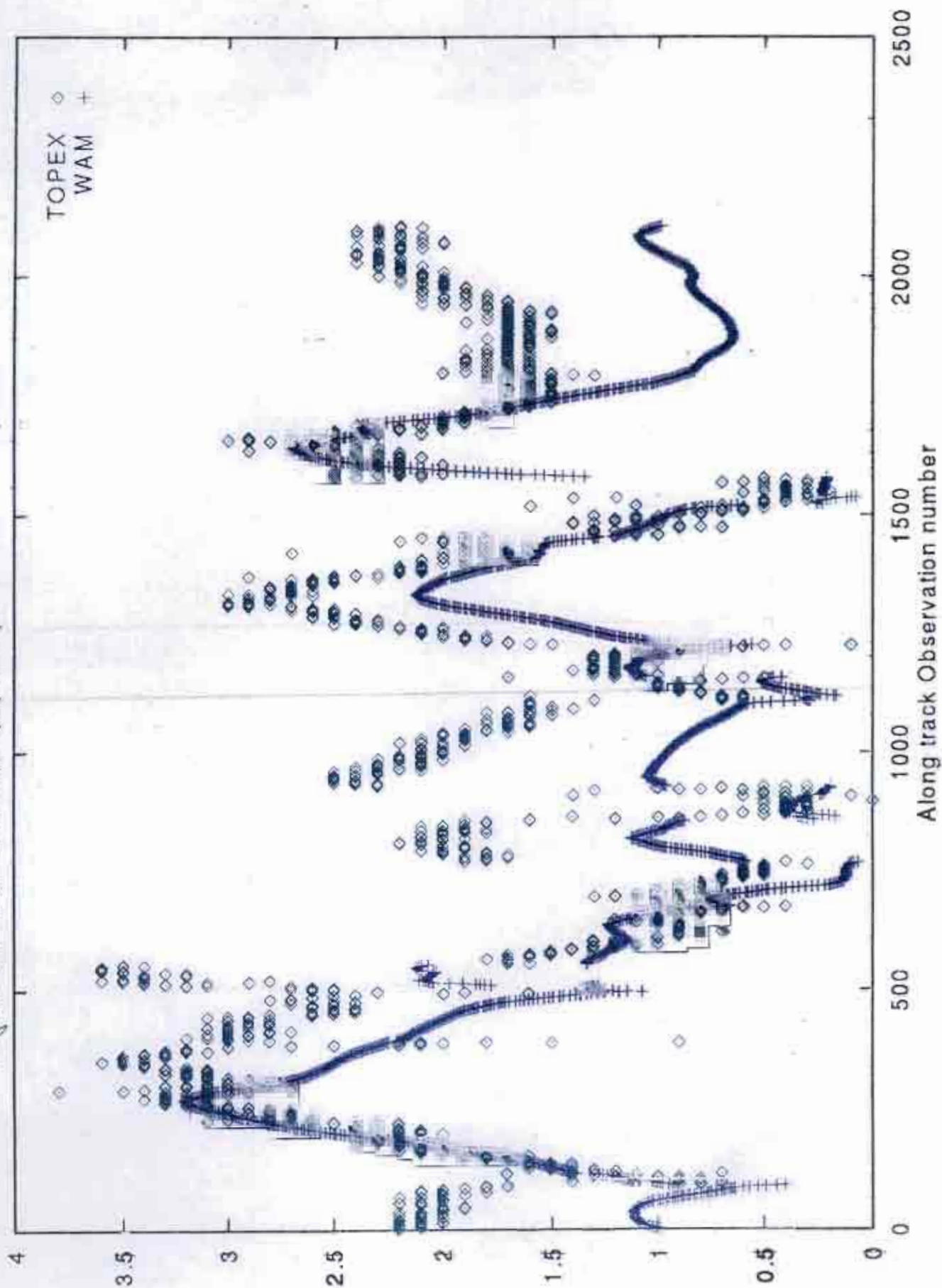


Figure 24 TOPEX Tracks (m) Comparisons Nov 7-8, 1997



19E
Figure 2. TOPEX Tracks (m) Comparisons Nov 9-10, 1997

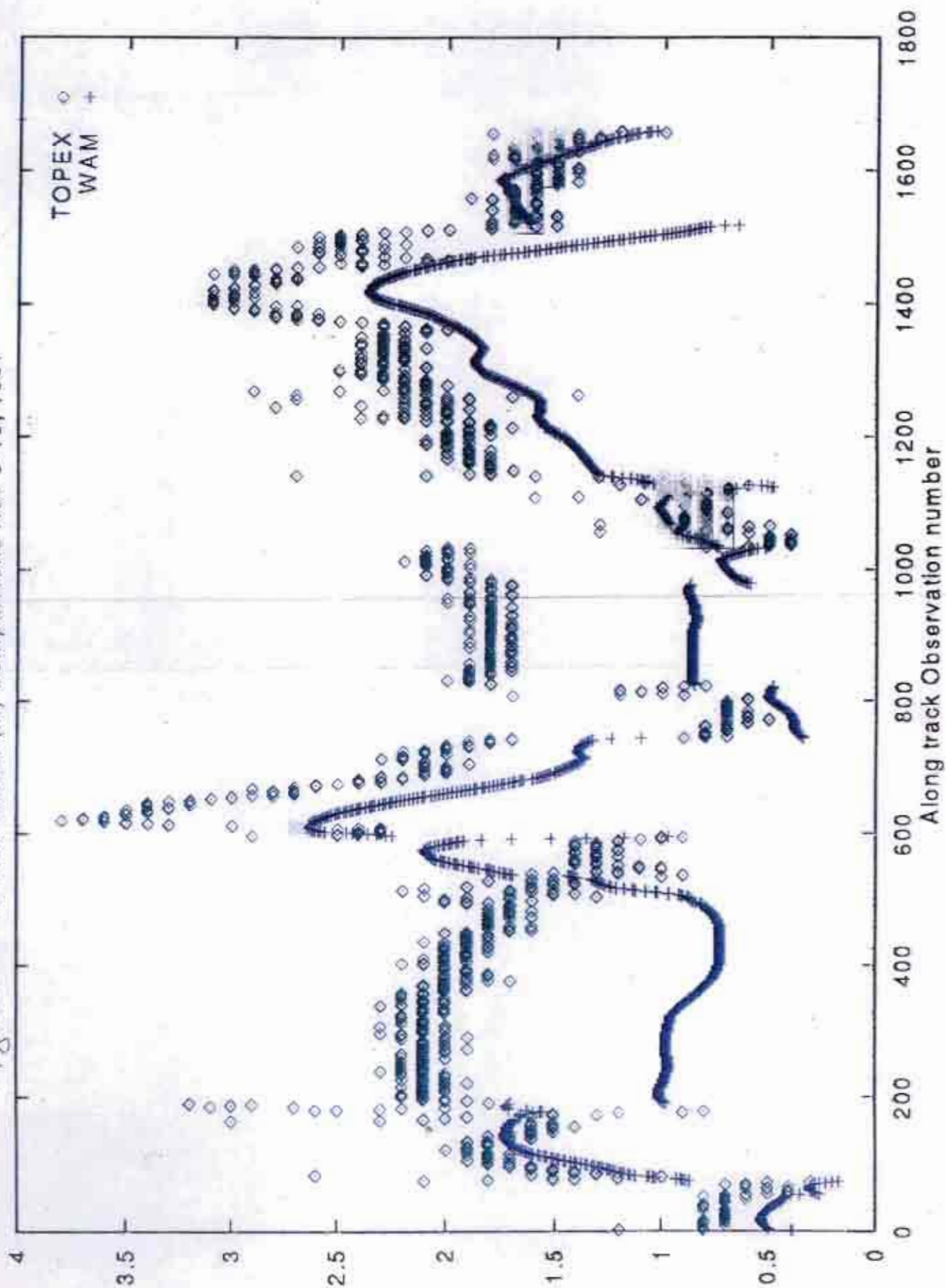
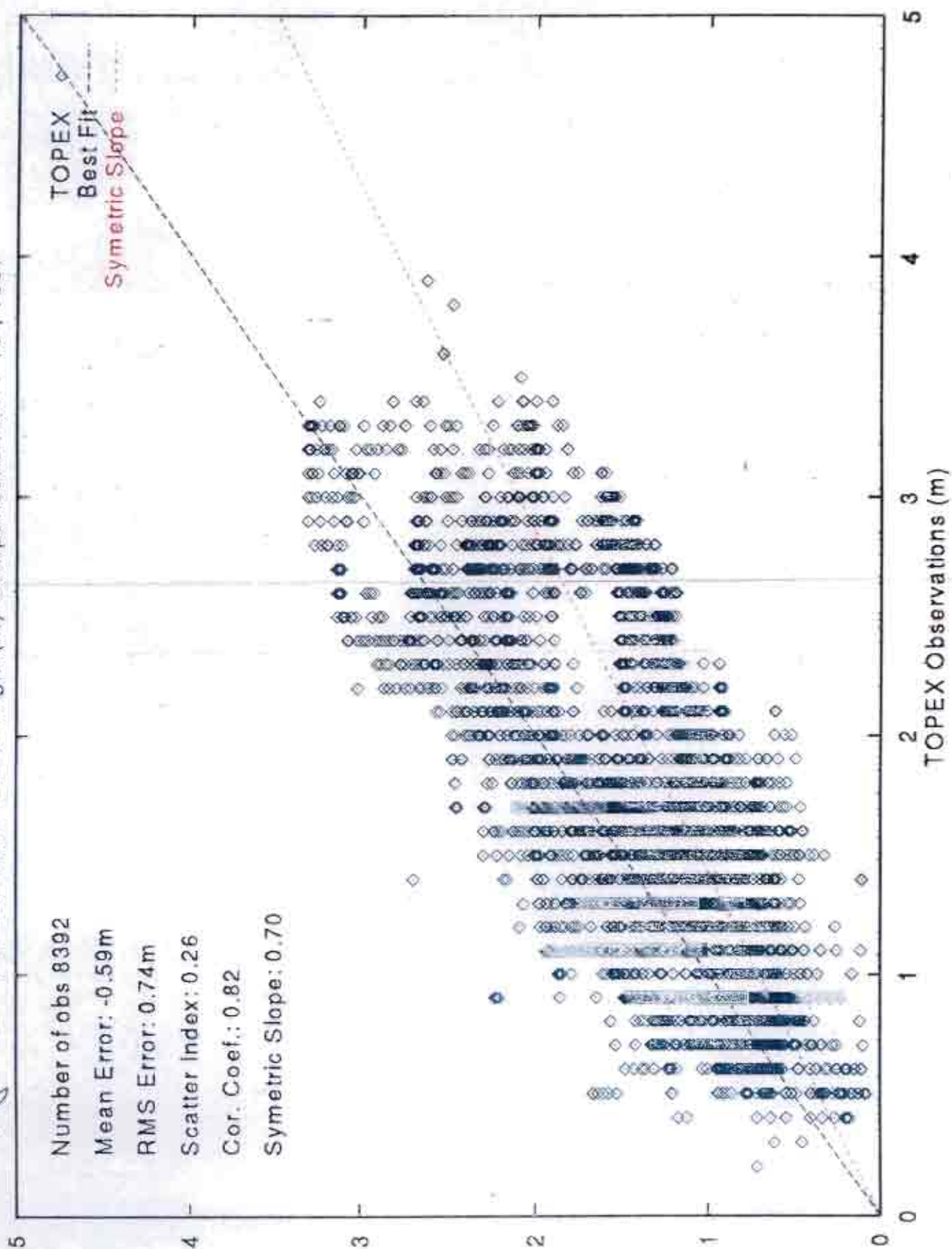
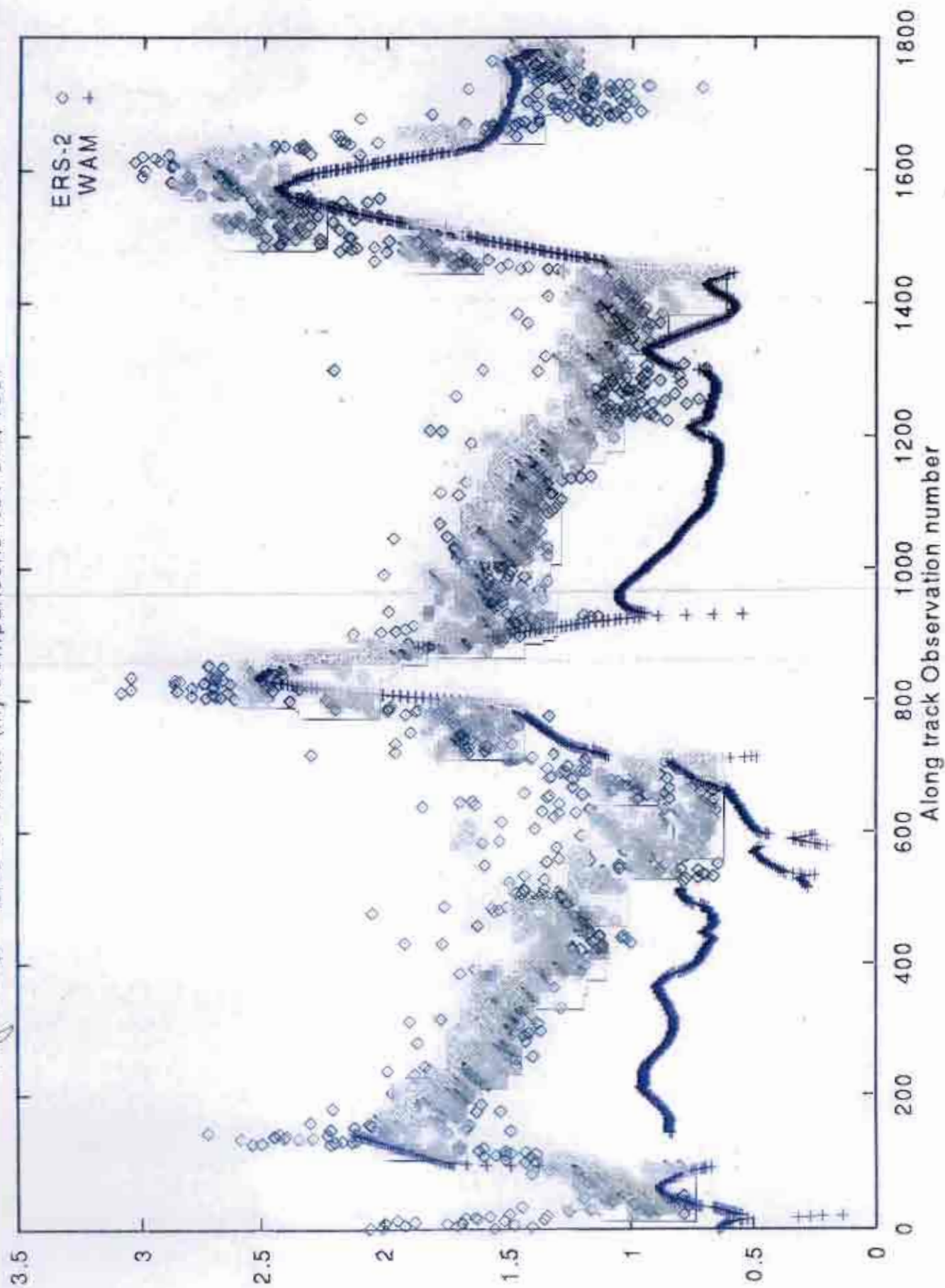


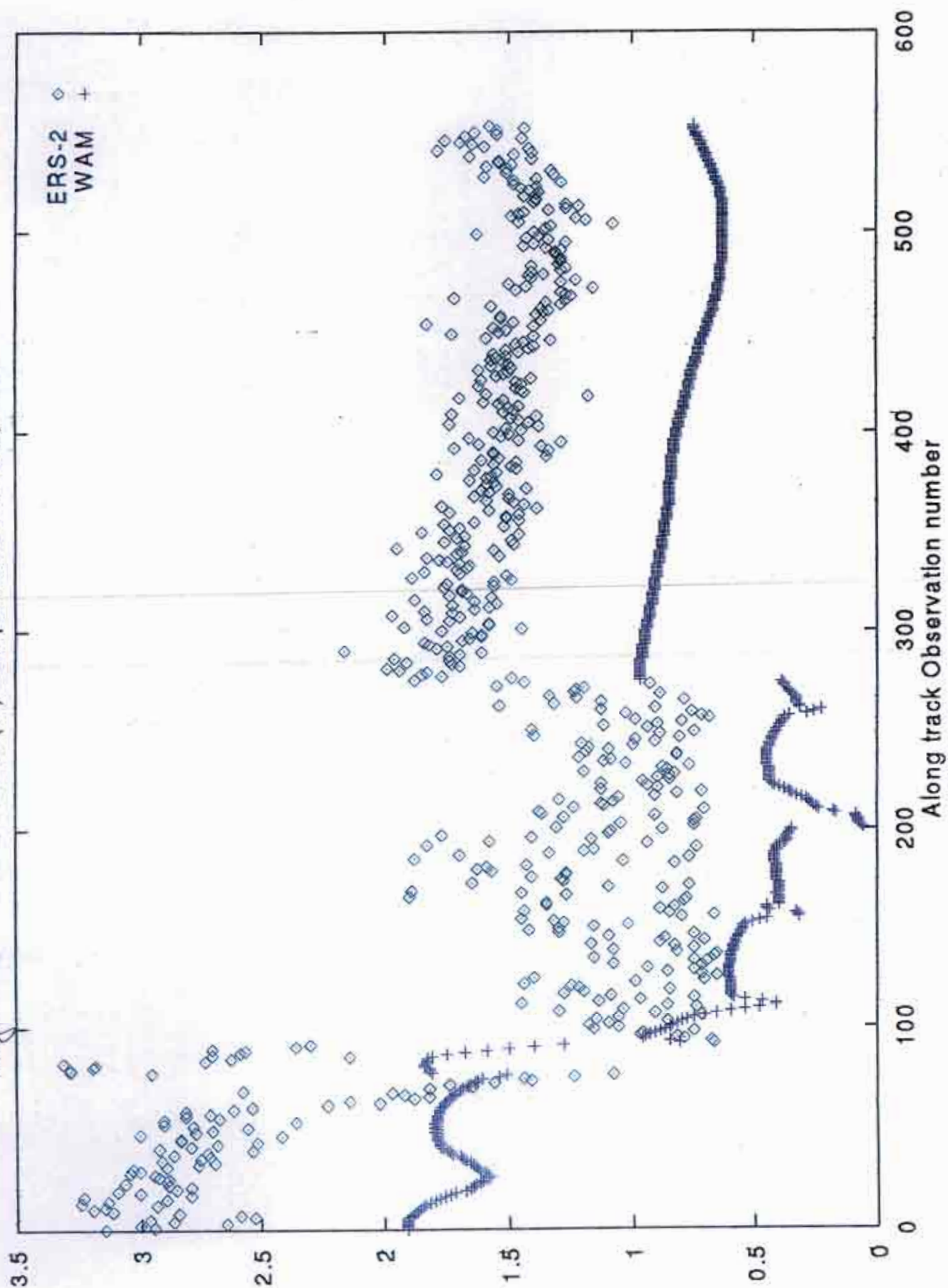
Figure 14 TOPEX/WAM Wave Height (m) Comparisons Nov 1-10, 1997



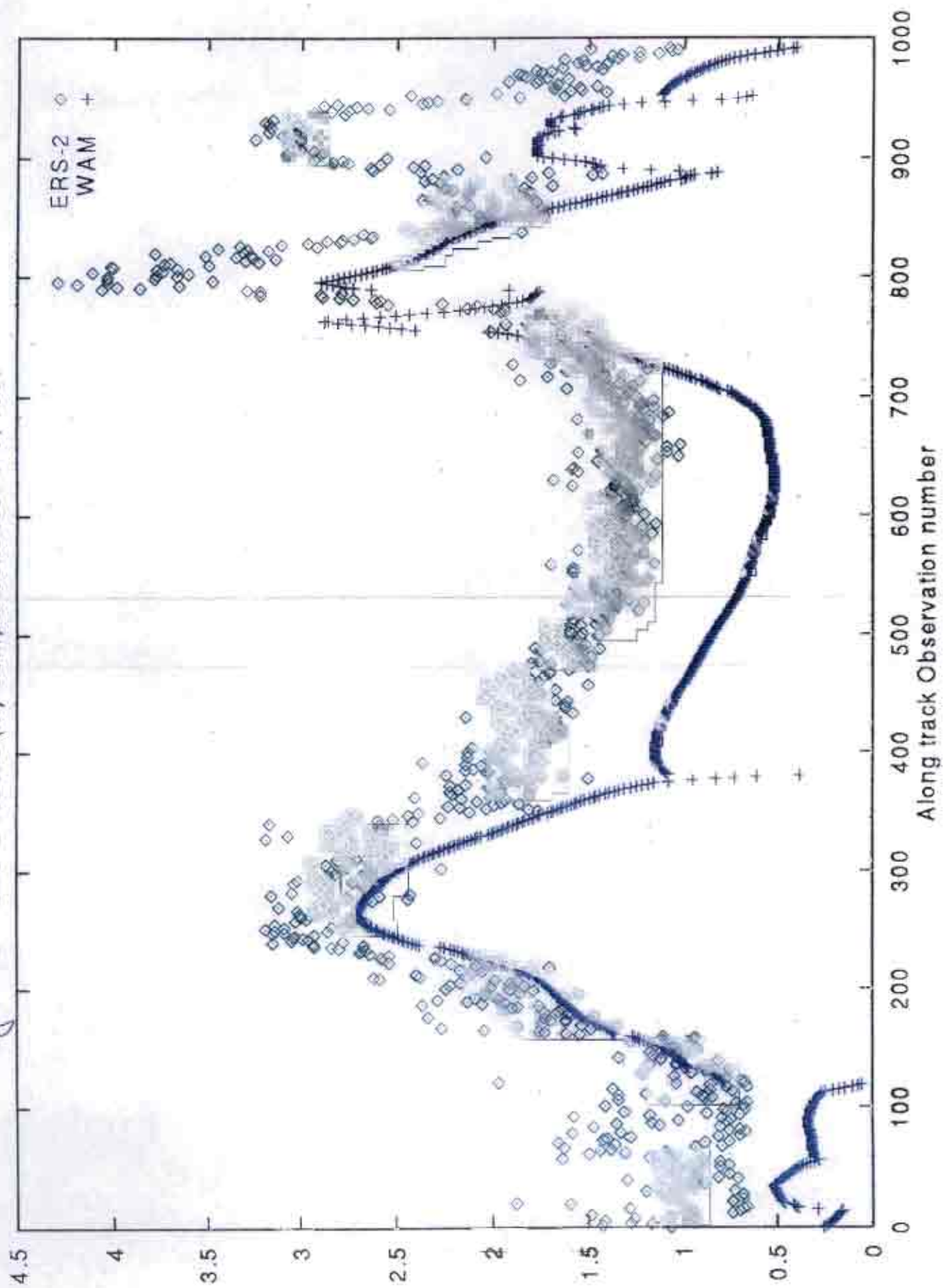
15A
Figure 15A ERS-2 Tracks (m) Comparisons Nov 3-4, 1997



15B
Figure # ERS-2 Tracks (m) Comparisons Nov 5-6, 1997



15c
Figure 15c ERS-2 Tracks (m) Comparisons Nov 7-8, 1997



15D
Figure 15D ERS-2 Tracks (m) Comparisons Nov 9-10, 1997

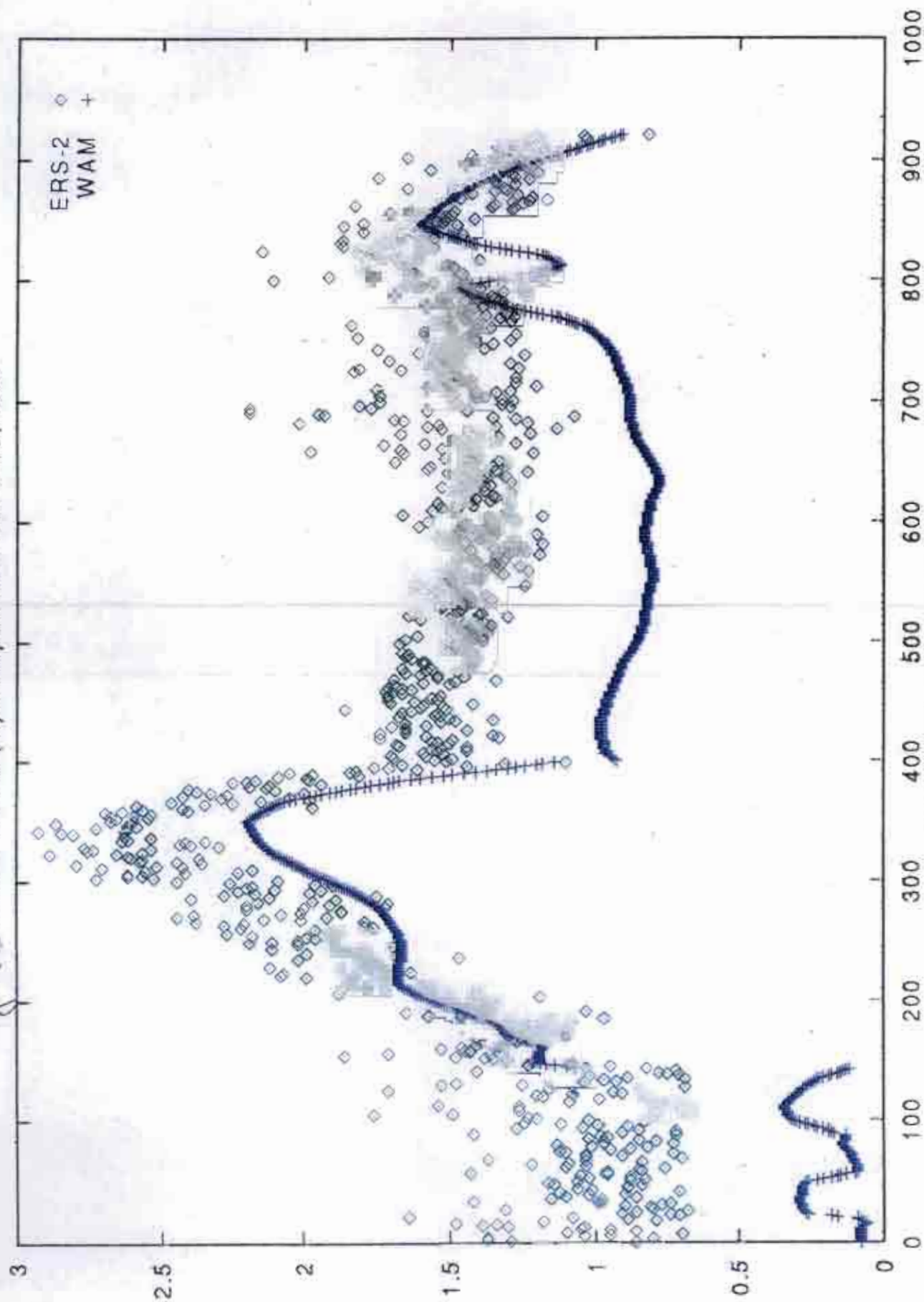
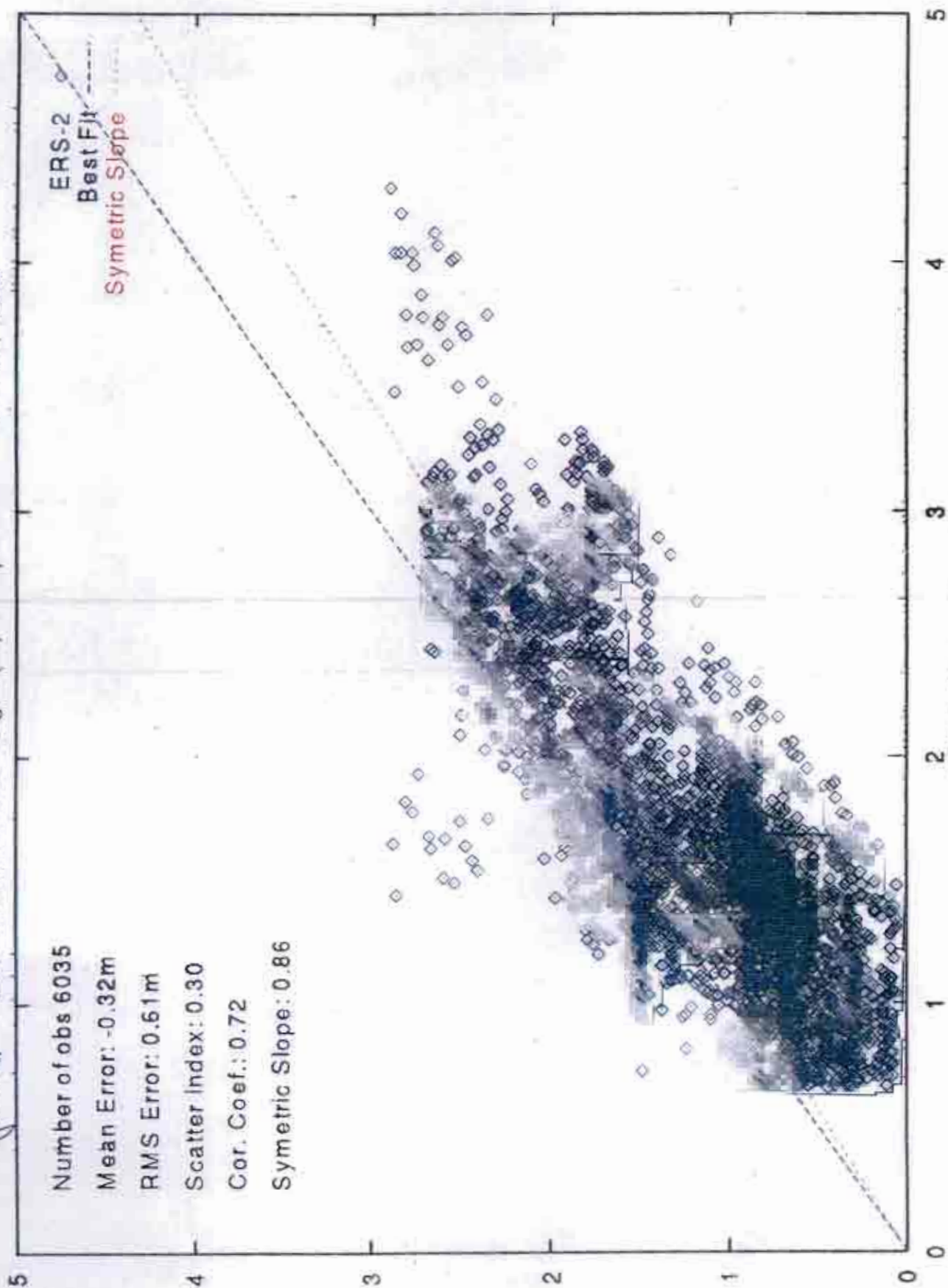


Figure 16 ERS-2/WAM Wave Height (m) Comparisons Nov 1-10, 1997



4.3 การเปรียบเทียบกับข้อมูลหุ่นของสภาวิจัย

ได้ทำการเปรียบเทียบในเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม 2541 เป็นรายชั่วโมง ค่อยเนื่องกันเป็นเวลาครั้งละ 10-15 วัน และได้นำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมและถูกต้องของโปรแกรมทำนายคลื่นนี้

4.3.1 ผลการทดสอบ

ในเดือนกุมภาพันธ์ 2541 ได้ทำการเปรียบเทียบในช่วงระหว่างวันที่ 8-20 โดยทำการคำนวณแบบ Warm Start แล้วเปรียบเทียบกับหุ่นจำนวน 5 หุ่น คือ หุ่นระยอง, หุ่นเพชรบุรี, หุ่นนครศรีธรรมราช และ หุ่นเกาะสีชัง ผลการเปรียบเทียบ ตามรูปที่ 17 ได้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง สำหรับผลของหุ่นนครศรีธรรมราชและหุ่นเกาะสีชัง แนวโน้มของความสูงคลื่นของหุ่นทั้งสองเป็นไปด้วยกันอย่างดีกับผลของ WAM ความแตกต่างประมาณ ± 10 เซนติเมตร ผลการเปรียบเทียบกับหุ่นระยองและหุ่นเพชรบุรียังไม่เป็นที่น่าสนใจ เนื่องจากมีความแตกต่างกับผลของ WAM มากกว่า $+50$ เซนติเมตร แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อดูจากแนวโน้มของกราฟแล้วจะไปด้วยกันได้

สำหรับในเดือนมีนาคม 2541 ได้ทำการเปรียบเทียบในช่วงระหว่างวันที่ 6 - 21 โดยทำการคำนวณแบบ Cold Start แล้วเปรียบเทียบกับหุ่นจำนวน 5 หุ่น คือ หุ่นระยอง, หุ่นเพชรบุรี, หุ่นหัวหิน, หุ่นเกาะช้าง และหุ่นเกาะสีชัง ผลการเปรียบเทียบ (ตามรูปที่ 18-20) ได้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่งสำหรับผลของหุ่นเกาะช้างและหุ่นเกาะสีชัง แนวโน้มของความสูงคลื่นของหุ่นทั้งสองเป็นไปด้วยกันอย่างดีกับผลของ WAM ความแตกต่างประมาณ $+20$ เซนติเมตร

และในเดือนมีนาคมนี้ ได้ทำการทดสอบการคำนวณที่ความละเอียดของลม 45×45 กิโลเมตร ในช่วงระหว่างวันที่ 7 - 21 โดยทำการคำนวณแบบ Cold Start แล้วเปรียบเทียบกับหุ่นจำนวน 5 หุ่น คือ หุ่นระยอง, หุ่นเพชรบุรี, หุ่นหัวหิน, หุ่นเกาะช้าง และหุ่นเกาะสีชัง ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณที่ความละเอียดของลมที่ต่างกัน ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจมากสำหรับผลของหุ่นทุกหุ่นในการเปรียบเทียบครั้งนี้ แนวโน้มของความสูงคลื่นของความละเอียดของลมทั้งสองอย่างเป็นไปด้วยกันอย่างดี แต่เมื่อเปรียบเทียบความสูงคลื่นที่คำนวณได้กับผลของหุ่น จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าผลการคำนวณจากความละเอียดของลมที่

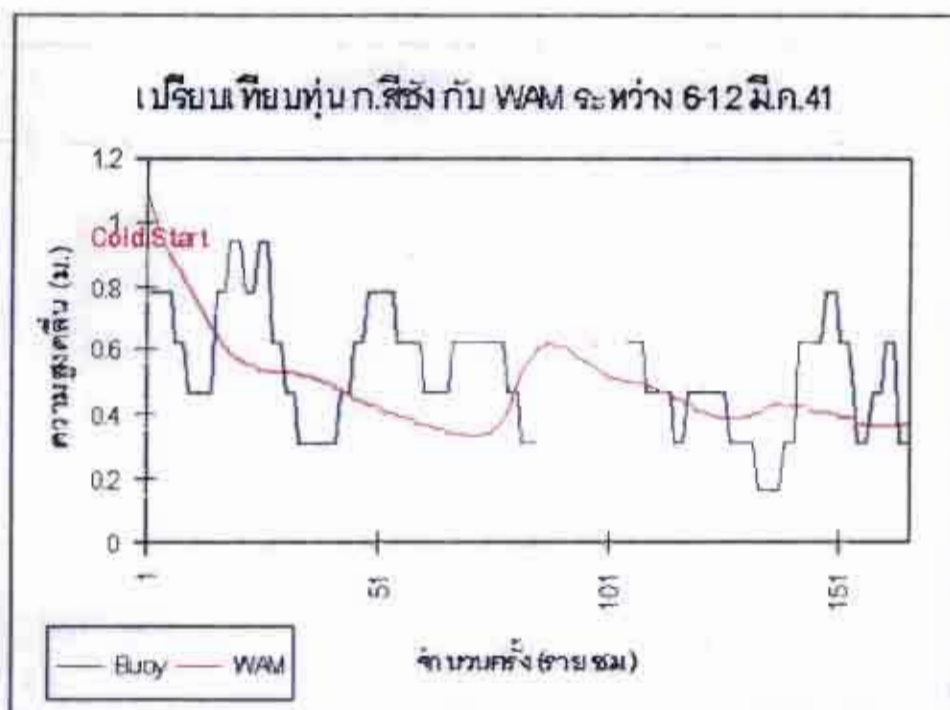
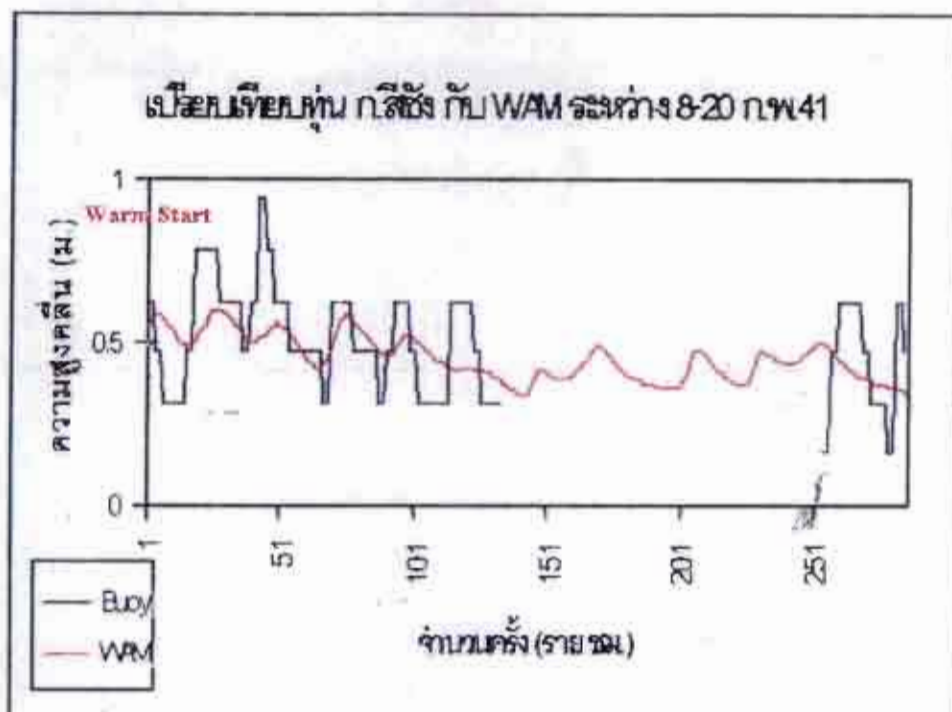
45 x 45 กิโลเมตร จะใกล้เคียงกับความสูงคลื่นของหุ่นมากกว่าการคำนวณจากความละเอียดของแผนที่ 100 x 100 กิโลเมตร โดยมีความแตกต่างประมาณ + 20 เซนติเมตร

4.3.2 ปัญหาและข้อขัดแย้ง

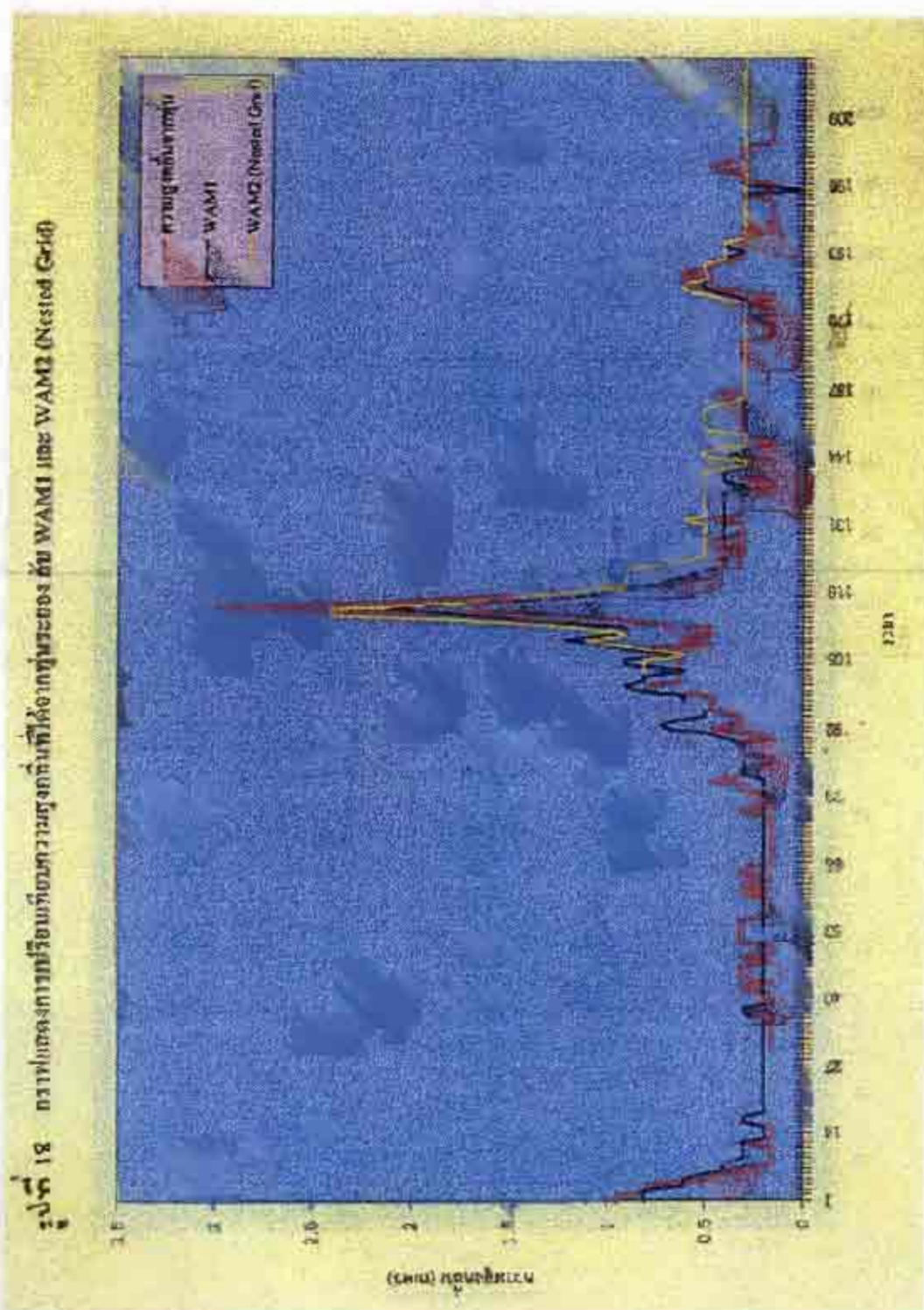
1. ข้อมูลที่ได้รับจากหุ่นจากสกายวิชันฯ ยังไม่สมบูรณ์ บางครั้งข้อมูลขาดหายไปเป็นจำนวนมากเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น หุ่นเสีย, หุ่นขาดหลุดหายไป เป็นต้น
2. ข้อมูลจากหุ่นที่มีการตรวจสอบอัตราผิด เพื่อให้เกิดความมั่นใจได้ว่า จะมีข้อมูลที่ถูกต้องที่สุดสำหรับการอ้างอิง

4.3.3 ข้อสังเกต

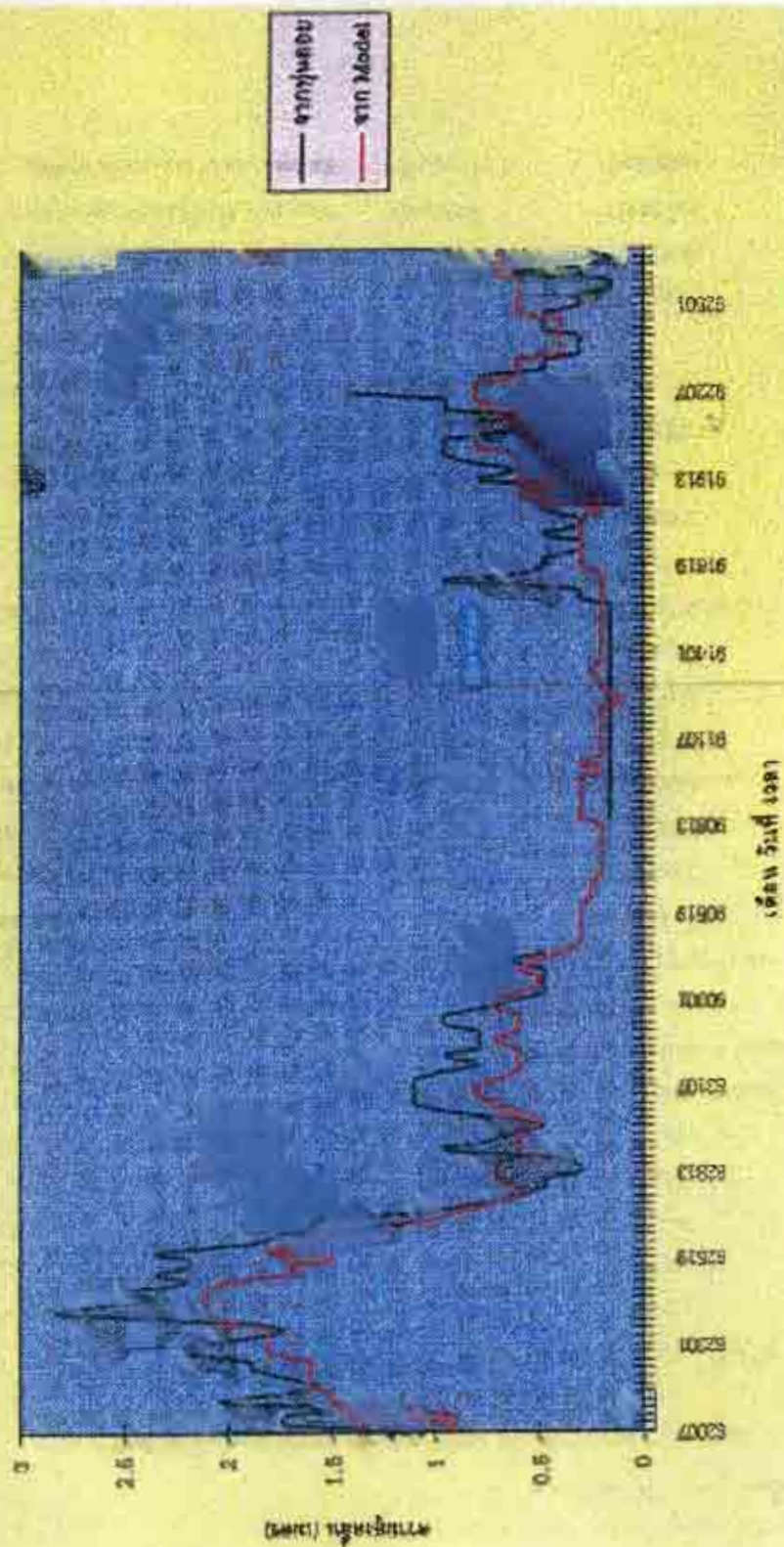
เมื่อทำการเริ่มต้นคำนวณแบบ Cold Start จะเห็นว่าความสูงคลื่นที่ผลิตโดย WAM จะอยู่ที่ระดับประมาณ 1.10 เมตร หากทำการศึกษาความสูงของคลื่นในอ่าวไทยแล้ว จะพบว่ามีความแตกต่างขึ้นอยู่กับการสุ่มค่า แต่ค่าโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีจะประมาณ 60 เซนติเมตร ดังนั้นควรมีการตรวจสอบค่าเฉลี่ยความสูงคลื่นในอ่าวไทยให้ใกล้เคียงมากที่สุด เพื่อจะได้นำมาปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของ JONSWAP ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับ คือ จะทำให้การคำนวณความสูงคลื่นของ Model เข้าสู่สภาวะเสถียรของพลังงานและ สเปกตรัม (Wave energy and spectrum) เร็วกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (ปัจจุบันจะใช้เวลาประมาณ 1 - 2 วันแรกของการคำนวณ ขึ้นอยู่กับความแรงของสมในช่วงเวลานั้น)



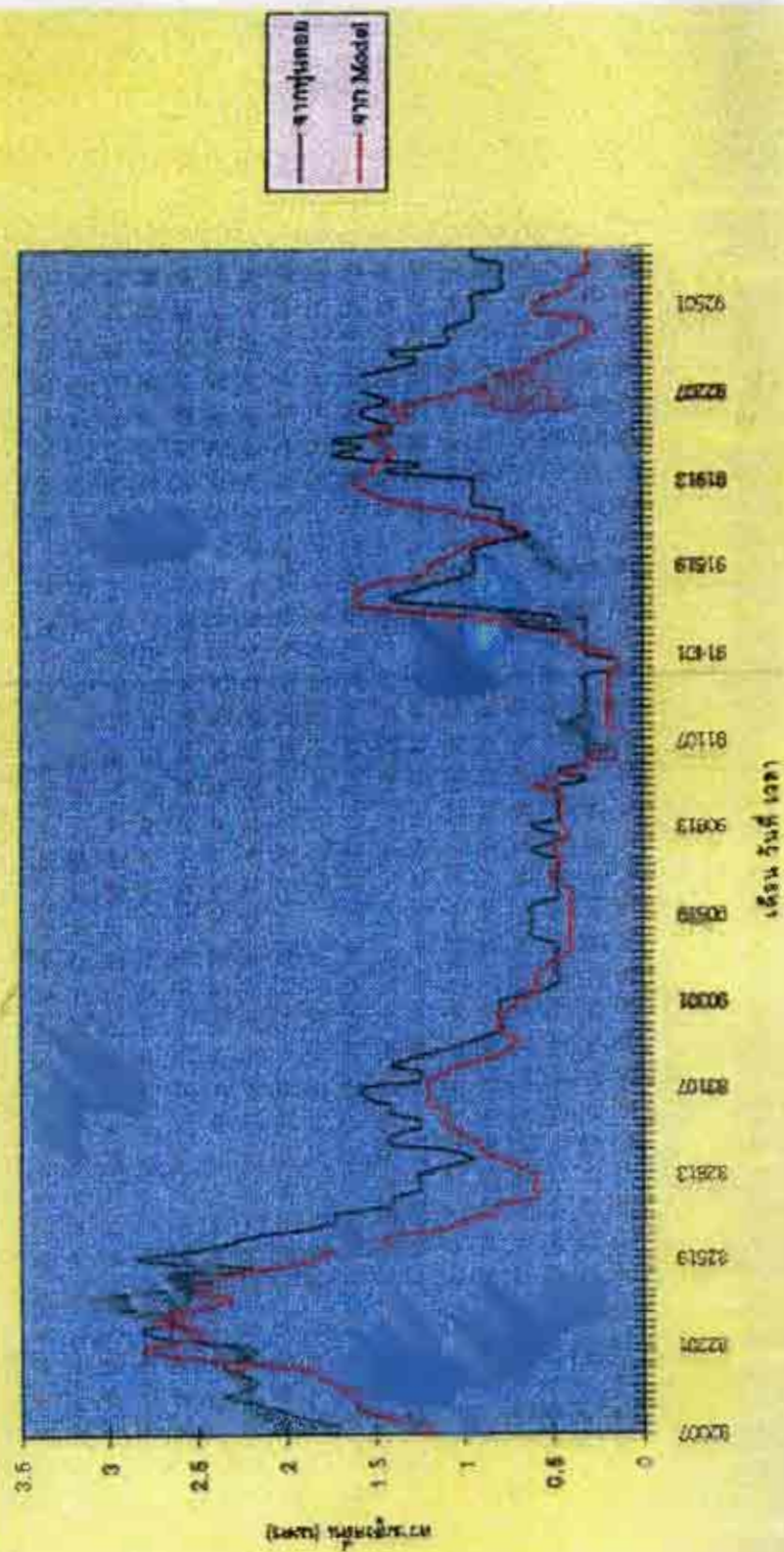
รูปที่ ๕ ตัวอย่างเปรียบเทียบการคำนวณของ WAM กับหุ่นของสทววิจัย



รูปที่ 19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความถี่คลื่นที่ได้จากการ Run Model กับข้อมูล เกาะน้ำ



รูปที่ 20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลความสูงคลื่นที่ได้จากการ Run Model กับข้อมูล เกเรกเกิด



5. การนำผลงานไปใช้งานจริง

5.1 การใช้งานที่กรมอุทกศาสตร์ ทหารเรือ

ทีมงานได้ทำการติดตั้งโปรแกรม WAM ที่เครื่อง Computer ของกองพยากรณ์อากาศ กรมอุทกศาสตร์ ทหารเรือ เพื่อให้สามารถใช้งานได้เป็นประจำทุกวันเรียบร้อยแล้ว โดยได้ทำการติดตั้งให้ RUN 2 ระบบ คือ ระบบ semi automatic และระบบที่ RUN แบบ manual ได้ทำการทดสอบการทำงานของทั้งสองระบบแล้วเป็นเวลามากกว่า 3 เดือน ปรากฏว่าสามารถทำงานได้ผลดี และได้ใช้งานจริงเป็นประจำทุกวัน WAM โมเดลที่ได้จากผลของโครงการนี้ได้นำไปใช้งานต่าง ๆ ในกองทัพเรือดังนี้

1. กองทัพเรือ ใช้คำนวณความสูงของคลื่นลมในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ย้อนหลัง (hindcast) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำพยากรณ์อากาศประจำวัน

2. ใช้พยากรณ์ความสูงของคลื่นลมในอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ล่วงหน้า 5 วัน แจกจ่ายให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ของกองทัพเรือ เป็นประจำทุกวัน ไม่เว้นวันหยุดราชการ เพื่อใช้วางแผนการปฏิบัติการทางเรือ ทั้งในยามปกติ หรือยามเกิดภัยพิบัติ ทางทะเล ทั้งนี้กองทัพเรือ จะสามารถให้ความช่วยเหลือประชาชนผู้ประสบภัยทางทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. ประยุกต์ผลการพยากรณ์คลื่นบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และอ่าวไทย ในรูป Graphics วันละ 18 ภาพ บรรจุเผยแพร่บน internet web site ของกองทัพเรือ เพื่อบริการให้กับผู้สนใจที่สามารถใช้ระบบ internet เข้าถึงข้อมูลได้ที่ www.navy.mi.th ในหัวข้อพยากรณ์อากาศ หน่วยราชการหรือหน่วยงานวิจัยต่าง ๆ สามารถใช้วางแผนทำกิจกรรมในทะเล ชาวประมงสามารถใช้วางแผนเพื่อออกหาปลา ประชาชนทั่วไป สามารถใช้วางแผนการท่องเที่ยวทางทะเล

4. ประยุกต์ใช้ข้อมูลทิศทางและความเร็วลมที่เป็นผลพลอยได้จากการคำนวณของ WAM สนับสนุนหน่วยงานค้นหา และช่วยเหลืออากาศยานหรือเรือประมงที่ประสบอุบัติเหตุ (Search & Rescuer)

5. กระจายข่าวภาวะคลื่นลมในทะเลให้ทางเครือข่ายสถานีวิทยุของกองทัพเรือทุกวัน ไปสู่ประชาชนที่สนใจ

6. พยากรณ์สภาวะทะเลในต่างประเทศ ตามเส้นทางเดินเรือ ของกองเรือฝึกนักเรียน นายเรือ เพื่อหลีกเลี่ยงภัยพิบัติในพื้นที่ไม่คุ้นเคย เช่น ปี 41 หมู่เรือฝึก เดินทางไปยังเมืองท่า วลาดิน-วอสตอร์ค ประเทศรัสเซีย และปี 42 กองเรือฝึกนักเรียนนายเรือ เดินทางไปยังเมืองเรือ เมืองเพิร์ท ประเทศออสเตรเลีย

7. พยากรณ์สภาวะทะเลในพื้นที่ต่างประเทศ ตามเส้นทางเดินเรือ ของเรือรบหลวง ที่ เดินทางกลับจากการต่อเรือในต่างประเทศ สู่ประเทศไทย ได้แก่ปี 41 เรือรบหลวงจักรีนฤเบศร เดินทางจากประเทศสเปน สู่ประเทศไทย และ ปี 42 เรือรบหลวงลาดหญ้าเดินทางจากประเทศอิตาลี กลับสู่ประเทศไทย

8. พยากรณ์สภาวะทะเลในพื้นที่ต่างประเทศ ตามเส้นทางเดินเรือของเรือรบหลวง ที่ เดินทางไปสนับสนุนทหารไทยในต่างประเทศ เช่น เรือรบหลวงสุรินทร์ ที่ชนกำลังพลจากและ ยุทธโศภณกรรม รวมถึงเสบียงเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการทางทหาร ไปยังเกาะติมอร์ปี 42 อีกทั้งยังสามารถพยากรณ์ความสูงคลื่นประจำวัน บริเวณเกาะติมอร์ สนับสนุนทหารไทยที่ปฏิบัติราชการอยู่ในพื้นที่อีกด้วย

9. จัดส่งข้อมูลคำนวณคลื่นย้อนหลังให้กับหน่วยงานด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ใช้วางแผน การก่อสร้างในทะเล และป้องกันการพังทลายของชายฝั่งทะเลไทย ได้แก่ กองสมุทรศาสตร์ กรม อุทกศาสตร์กองทัพเรือ

5.2 การทดลองใช้งานที่กรมอุตุนิยมวิทยา

ทีมงานจากกรมอุทกศาสตร์ได้ทำการติดตั้งโปรแกรม WAM ที่เครื่อง computer และนำไปติดตั้งใช้งานที่ห้องพยากรณ์ ของกองพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา โดยได้ติดตั้งให้ทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบการทำงานแบบ semi automatic และระบบการทำงานแบบ manual ทีมงานได้ทำการฝึกอบรมให้หัวหน้าเวร ของกองพยากรณ์อากาศรวม 4 ท่าน ได้รู้วิธีการ RUN program ทั้ง 2 ระบบ และได้ทำการฝึกใช้ program อยู่รวมเป็นเวลา 4 เดือนในขณะเดียวกันนักอุตุนิยมวิทยาของ กองตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ได้นำผลงานจากการ RUN program WAM ไปแสดงที่ห้อง สรุปรายงานอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นประจำเกือบทุกวัน

6. กิจกรรมทางวิชาการและการเผยแพร่ผลงาน

6.1 สิ่งตีพิมพ์

บทคัดย่อเรื่องการสร้าง Model และการพยากรณ์คลื่นทะเล ลงพิมพ์ในสมุดรวบรวมโครงการวิจัยฯ ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24 ระหว่างวันที่ 19 - 21 ต.ค.41 ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยศูนย์ประชุมสิริกิติ์ (S21 หน้า 63)

บทความเรื่องการพยากรณ์คลื่นในอ่าวไทย และทะเลอันดามันลงพิมพ์ในวารสารสงขลา นรินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปีที่ 20 ฉบับที่ 4 Oct, - Dec. 1998 ISSN. 0125 - 3395

6.2 การประชุมสัมมนา และแสดงผลงาน

14 เม.ย. 40 ประชุมกลุ่มวิจัยโครงการฯ เพื่อพิจารณาขอบเขต พื้นที่การทำวิจัย และมอบหมายงานที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9 ก.ค.40 ประชุมกลุ่มวิจัยโครงการฯ เพื่อพิจารณาติดตามผลการวิจัย และตกลงใจร่วมกันหาหนทางปฏิบัติเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลต่อกันและกันทาง internet

19 - 26 ธ.ค. 40 ประชุมสรุปผลงานการวิจัยร่วมครั้งที่ 1 ที่สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

23 มี.ค. 41 อภิปรายโครงการฯ ต่อผู้อำนวยการสำนักงานวิจัยและพัฒนาทางด้านทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด กระทรวงกลาโหม (พลโท ศักดิ์ เขียวสะอาด)

23 - 28 พ.ค.41 ประชุมสรุปผลงานและรับมองาน ครั้งที่ 2 ที่สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

19 - 21 ต.ค.41 ร่วมอภิปรายและแสดงผลงาน ในงานประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 24 ที่ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์

8 มิ.ย.41 แดงผลงานต่อเจ้ากรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ในที่ประชุมกรมฯ (พลเรือโท จเร ศิลา)

11 ก.ค.41 ประชาสัมพันธ์โครงการฯ ทางสถานีโทรทัศน์สีกองทัพบกช่อง 5 รายการ “รากแก้วแห่งปัญญา” เรื่อง Wan Model.”

13 ก.ค.41 ประชาสัมพันธ์โครงการฯ ทางโทรทัศน์สีกรมประชาสัมพันธ์ ช่อง 11 รายการ “ทะเลสีคราม” เรื่อง การเตือนภัยคลื่นลมในทะเล

25 ส.ค.41 สัมภาษณ์สดทางสถานีโทรทัศน์สีช่อง 9 อสมท. รายการ แก้ววันใหม่ เรื่อง “การพยากรณ์คลื่น”

15 - 17 ต.ค.41 ร่วมประชุมหัวหน้าโครงการวิจัย ของ สกว. ณ โรงแรมริเจนต์ชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

25 - 26 ส.ค.41 ร่วมสัมมนาแสดงผลงานโครงการ The SEAWATCH Programmes in ASIAN Countries กรุงเทพฯ จัดโดย NRCT และ OCEANOR

5 มิ.ย.41 ร่วมอภิปรายในการพิจารณาผลกระทบของพายุไต้ฝุ่น ลินดา ในอ่าวไทย และบริเวณชายฝั่ง ณ ห้องประชุมนานาชาติ อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

21 - 22 พ.ค.42 ร่วมประชุมทางวิชาการ และนำเสนอโครงการฯ ในรายการ “The 9th International Conference on Advance Science and Technology Exchange with THAILAND” ที่ Washington DC. ประเทศสหรัฐอเมริกา

21 - 22 ก.ค.42 ร่วมประชุมทางวิชาการและนำเสนอโครงการฯ ในรายการ “The Reverse Brain Drain Project” ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ณ โรงแรม Empress กรุงเทพฯ

18 - 22 ส.ค.42 ร่วมแสดงนิทรรศการ และเผยแพร่โครงการฯ ในนิทรรศการสัปดาห์ วิทยาศาสตร์แห่งชาติ เรื่อง “วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีก้าวไกล เพื่อคุณภาพชีวิตไทยที่ยั่งยืน” ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ จัดโดย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สมาคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ร่วมกับสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยใน พระบรมราชูปถัมภ์

6 ต.ค.42 ประชุมแสดงผลการวิจัยร่วมกับ เจ้าหน้าที่กองพยากรณ์อากาศครั้งสุดท้าย ที่ กองทุนสนับสนุนการวิจัย

13 ต.ค.42 ประชุมประชาสัมพันธ์โครงการฯ กับหน่วยงานราชการ และองค์กรเอกชน รวมถึงสื่อมวลชนแขนงต่าง ๆ ที่สนใจ ที่ กองทุนสนับสนุนการวิจัย

16 ต.ค.42 ประชาสัมพันธ์โครงการฯ โดยให้สัมภาษณ์สด ออกรายการ IT 100.5 ทาง สถานีวิทยุ อ.ส.ม.ท. 100.5 MHz. เวลา 22.00 - 23.00 น.

20 ต.ค.42 ประชาสัมพันธ์โครงการฯ โดยให้สัมภาษณ์สด ออกรายการวิสัยทัศน์ 2000 ทาง Business Radio FM.96.5 MHz. โดย ดร.บวร ประภัสสร เวลา 13.30 - 14.00 น.

27 ต.ค.42 ให้สัมภาษณ์รายการข่าวภาคเที่ยง เรื่อง คลื่น และลม ที่เกิดจากพายุในอ่าวไทย ออกอากาศเวลา 11.35 - 11.40 น.

1 พ.ย.42 ให้สัมภาษณ์รายการข่าวภาคเที่ยง เรื่องประโยชน์ของโครงการพยากรณ์คลื่น และลมในอ่าวไทย ออกอากาศเวลา 11.35 - 11.40 น.

2 พ.ย.42 ประชาสัมพันธ์โครงการฯ โดยบันทึกเทปให้สัมภาษณ์ ออกรายการ สารคดี คืนอนาคต ตอน โมเดลพยากรณ์คลื่นในทะเล ทางสถานีวิทยุราชวมงคล FM.89.5 MHz โดย กิตติมาภรณ์ จิตราทร ออกอากาศในวันที่ 6 พ.ย.42 เวลา 17.00 - 18.00 น.

10 พ.ย.42 ประชาสัมพันธ์โครงการฯ โดยบันทึกเทปโทรทัศน์ให้สัมภาษณ์ ออกรายการ IE Show.com โดย SPLASH ENTERTAINMENT Co.,Ltd. เรื่อง “โมเดลคลื่น” ออกอากาศทาง สถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5 วันอาทิตย์ เวลา 11.00 - 12.00 น.

6.3 การฝึกอบรม

24 - 28 มี.ค.40 MR.Paul Wittman ผู้เชี่ยวชาญ FNMOc ประเทศสหรัฐอเมริกา เปิดการฝึกอบรมการ RUN WAM Model ครั้งที่ 1 ที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18 - 23 พ.ค.41 MR.Paul Wittman ผู้เชี่ยวชาญ FNMOG ประเทศสหรัฐอเมริกา เปิดการฝึกอบรมการ RUN Wam Model ครั้งที่ 2 โดยพัฒนา Script ให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการ RUN ที่กองอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา สัตหีบ ชลบุรี เมื่อ 18 - 20 พ.ค.41 และที่ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม เมื่อ 20 - 23 พ.ค.41

28 ต.ค. - 3 พ.ย.41 Dr.Ming Xue หัวหน้าโครงการพัฒนา NWP. (Nunericol Weather Prediction ให้กับศูนย์พยากรณ์พายุ CAPS. (Center for Analysis and Prediction of Storms) จาก University of Oklahoma ประเทศสหรัฐอเมริกา เปิดการอบรมและติดตั้งโปรแกรม ARPS Ver.4 (Advanced Regional Prediction System) ที่กรมอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อ 30 ต.ค. - 3 พ.ย.41

15 - 17 มี.ค. 42 เปิดการฝึกอบรมการใช้งาน WAM Model ให้กับข้าราชการที่ทำหน้าที่ หัวหน้าเวรพยากรณ์อากาศ ของกองพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม กรุงเทพฯ

7. REFERENCES

- Dynamics and Modelling of Ocean Waves, Komem et. Al., 1994. Cambridge University Press, 532 pp
- The WAM User Manual, WANDI Group
- Bauer, E., S. Hasselmann, and H.C. Graber:
- Validation and assimilation of SEASAT altimeter wave heights using the WAM wave model; (submitted to JGR)
- Hasselmann, K., 1974;
- On the characterization of ocean waves model due to white capping;
- Boundary-Layer Meteorology, Vol.6, pp. 107-127
- Hasselmann, S. and K. Hasselmann, 1985;
- Computation and Parameterizations of the nonlinear energy transfer in the gravity wave spectrum. Part I: A new method of efficient computation of the exact nonlinear transfer integral; J. Phys. Oceanogr., Vol. 15, No.11, pp. 1369-1377
- Hasselmann, S., K. Hasselmann, J.H. Allender, and T.P. Barnett. 1985;
- Computation and Parameterizations of the nonlinear energy transfer in the gravity wave spectrum. Part II: A new method of efficient computation of the exact nonlinear transfer integral; J. Phys. Oceanogr., Vol. 15, No.11, pp. 1378 - 1391
- Komench, G.J., S. Hasselmann and K. Hasselmann, 1984;
- On the existence of a fully developed wind sea spectrum; J. Phys. Oceanogr., Vol. 14, No.11, pp. 1271 - 1285
- Janssen, P.A.E.M., 1989;
- Wave-induced stress and the Drag of air flow over sea waves; J. Phys. Oceanogr., Vol.19, No.11, pp.745-754

Janssen, P.A.E.M., 1989;

Quasi-Linear theory of wind wave generation applied to wave forecasting ; J. Phys. Oceanogr., Vol.21, No.11, pp.1631 - 1642

Miles, J.W., 1957;

On the generation of surface waves by shear flow: J. Fluid Mech., 3, 185

Sender, R.L., F.W. Dobson, J.A. Elliot and R.B. long, 1981;

Array measurement of atmospheric pressure fluctuations above surface gravity waves; J. Fluid Mech., 102, 1 - 59

The SWAMP Group, 1985: J.H. Allender, T.P. Barnett, L. Bertotti, J. Bruinsma, V.J. Cardone, L. Cavaleri, J. Ephraums, B. Goding, A. Greenwood, J. Giddal, H. Gunther, K. Hasselmann, S. Hasselmann, P. Joseph, S. Kawai, G.J.Koman, L. Lawson, H. Linne, R.B. Long, M. Lybanon, E. Maeland, W. Rosenthal, Y. Toba, T. Uji and W.J.P. de Voogt;

Ocean Wave Modelling ; The Sea Wave Modelling Project (SWAMP),.

WAMDIG; The WAM-Development and Implementation Group, 1988 ;

S. Hasselmann, K. Hasselmann, E. Bauer, L. Bertotti, C.V. Cardone, J.A. Ewing, J.A. Greenwood, A. Guillaume, P.A.E. Janssen, G.J. Koman, M. Reistad, and L. Zambresky; The WAM Model a third generation ocean wave prediction model; J. Phys. Oceanogr., Vol18, No.12 pp, 1775 - 1880;

Young I.R.,S. Hasselmann and K. Hasselmann, 1985;

Calculations of the nonlinear wave-wave interactions in cross sea;

Hamburger Geophysikalische Einzelschriften, No.74

Young I.R.,S. Hasselmann and K. Hasselmann, 1987;

Computations of the response of a wave spectrum to a sudden change to the wind direction;

J.Phys. Oceanogr., Vol17, pp 1317 - 1338 ;

Gunther, H., Hasselmann, S., and Janssen, P.A.E.M.1992. Wammodell Cycle 4 (Revised Version). Technical Report No.4 Hamburg. Germany.

Wittman, P., 1997. Progress Report No.1 Year 1 for Ocean Wave Modelling and Forecasting Project. Thai Research Fund (TRF.), Bangkok Thailand.