

NGHIÊN CỨU HIỆU CHỈNH SỐ LIỆU SÓNG TÁI PHÂN TÍCH TỪ MÔ HÌNH TOÀN CẦU CHO KHU VỰC VEN BIỂN MIỀN TRUNG VIỆT NAM

Nguyễn Xuân Hiển, Dương Ngọc Tiến, Nguyễn Thanh Trang, Phạm Văn Chính
Trung tâm Hải văn

Ngày nhận bài: 26/3/2024; ngày chuyển phản biện: 27/3/2024; ngày chấp nhận đăng: 23/4/2024

Tóm tắt: Bài báo này trình bày việc đánh giá, so sánh giữa số liệu độ cao sóng từ mô hình toàn cầu ERA5 với số liệu quan trắc từ trạm phao cố định để đề xuất, hiệu chỉnh số liệu tái phân tích. Kết quả cho thấy, mặc dù có sự tương đồng cao nhưng độ cao sóng có nghĩa từ dữ liệu sóng tái phân nhỏ hơn khá rõ so với dữ liệu quan trắc từ trạm phao, đặc biệt trong trường hợp sóng lớn. Sau khi được hiệu chỉnh theo hàm chuyển, số liệu tái phân tích đã được cải thiện đáng kể cả về mức độ tương đồng cũng như các giá trị độ cao sóng cực trị.

Từ khóa: Sóng tái phân tích, trạm phao, hàm chuyển.

1. Mở đầu

Sự hiểu biết về sóng biển cũng như sự biến đổi của nó rất quan trọng trong việc dự báo sóng biển, năng lượng sóng biển; tìm kiếm cứu hộ, cứu nạn; thiết kế, quy hoạch các công trình trên biển; dự báo tiềm năng cũng như các hoạt động phát triển kinh tế xã hội khác.

Trước khi xuất hiện các mô hình sóng, nguồn dữ liệu duy nhất về sóng chủ yếu là hướng và chiều cao sóng có nghĩa quan trắc từ các trạm quan trắc hải văn cũng như tại các tàu vận tải nhưng còn rất hạn chế về tần suất cũng như độ phủ của dữ liệu do phụ thuộc vào vị trí đặt trạm cũng như việc di chuyển của các tàu. Từ giữa thế kỷ XX, các mô hình số trị đã được sử dụng để tính toán và dự báo các thông số, các đặc trưng thống kê của sóng biển. Sau đó, các mô hình số trị và mô hình vật lý được cải thiện theo thời gian để cải thiện chất lượng đầu vào của các mô hình sóng nhằm nâng cao độ chính xác của các mô hình sóng [1], [2], [3].

Việc tái phân tích trường sóng bằng cách chạy lại bằng mô hình số trị để tạo ra được một bộ số liệu đồng nhất là cách để chúng ta có được bộ dữ liệu đồng nhất và chi tiết. Việc cung cấp các trường gió tái phân tích khác nhau cũng là một

cách thức để tạo ra nguồn dữ liệu sóng tái phân tích khác nhau. Theo thời gian, trên thế giới đã có những nguồn dữ liệu sóng tái phân tích được thực hiện trên phạm vi toàn cầu.

Năm 1997, Trung tâm Dự báo Thời tiết hạn vừa Châu Âu (ECMWF) đã sử dụng số liệu gió bề mặt ERA-15 làm đầu vào cho mô hình sóng WAM để có được bộ dữ liệu sóng tái phân tích đầu tiên trên toàn cầu. Sau đó, năm 2002, ECMWF tiến hành tái phân tích trường sóng trong thời gian dài hơn (1957-2002) trên cơ sở mô hình sóng kết hợp với mô hình khí quyển có đồng hóa dữ liệu sóng từ vệ tinh để tạo ra bộ dữ liệu sóng tái phân tích ERA-40. Tiếp theo, 2021, ECMWF tiếp tục tái phân tích sóng biển cho giai đoạn từ 1944 trở đi bằng cách sử dụng hệ thống hệ thống dự báo và đồng hóa dữ liệu 4D-Var trong CY41R2 của ECMWF (IFS) để tạo ra bộ dữ liệu sóng tái phân tích với độ phân giải đến 31 km và được cập nhật thường xuyên (2 lần/ngày).

Các mô hình sóng tái phân tích đã có tiến bộ đáng kể, tuy nhiên vẫn gặp khó khăn khi so sánh với dữ liệu thực tế, có nhiều nguyên nhân như độ phân giải mô hình không đủ, sự hạn chế của dữ liệu gió làm đầu vào trong mô hình hoặc tại các khu vực mà không có dữ liệu sóng để đồng hóa vào trong mô hình. Điều này làm giảm hiệu suất mô hình ở vùng nước nông với độ sâu không đủ và đặc biệt khi có sự che chắn của các

Liên hệ tác giả: Nguyễn Xuân Hiển
Email: nguyensexuanhien79@gmail.com

đảo, tương tác với lục địa thì vấn đề chưa được giải quyết. Một số nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu trạm phao để hiệu chỉnh sóng khi phân tích sự biến đổi khí hậu theo không gian. Nhiều nỗ lực đã được tiến hành để điều chỉnh sự chênh lệch độ cao sóng, bao gồm phương pháp phi tham số của Caires và Sterl (2005), phương pháp hiệu chỉnh không gian của Tomas và cộng sự (2008) và phương pháp dựa trên hướng trung bình của Mínguez và cộng sự, (2011, 2012) [4-7]. Nghiên cứu của Barbariol và cộng sự, (2019) đã định lượng phạm vi độ cao sóng cực đại và nhấn mạnh vai trò của độ dốc sóng trung bình và độ xiên, cũng như băng thông phổ. Đóng góp của hình dạng sóng ngắn cũng được coi là quan trọng và có thể liên quan đến an toàn hàng hải và thiết kế cấu trúc hàng hải [8]. Gần đây, Kim và cộng sự, (2021) đã sử dụng mạng nơ-ron nhân tạo để phát triển xác định các đặc trưng sóng từ dữ liệu sóng tái phân tích toàn cầu, cung cấp một công cụ hiệu quả để mô phỏng sóng gần các khu vực nước biển ven bờ một cách chính xác [9].

Sử dụng thông tin từ các trạm phao để đánh giá và phân tích lại chất lượng sóng đóng vai trò quan trọng trong việc nghiên cứu về biển và thời tiết. Các trạm phao được đặt tại các vị trí trên biển, cung cấp thông tin chi tiết về các yếu tố như sóng, gió, nhiệt độ và điều kiện thời tiết khác. Dữ liệu này không chỉ hỗ trợ trong việc đánh giá chất lượng sóng mà còn là cơ sở cho việc tái phân tích các mô hình dự báo sóng. Dữ liệu thực tế từ các trạm phao được sử dụng để so sánh và điều chỉnh các mô hình, nhằm tối ưu hóa độ chính xác của dự báo sóng, như đã được nghiên cứu trong công trình của (Akpınar và cộng sự, 2012). Việc này mang ý nghĩa quan trọng trong nhiều lĩnh vực, bao gồm giao thông biển, du lịch biển, ngành công nghiệp dầu khí và công nghệ dự báo thời tiết. Hơn nữa, thông tin từ các trạm phao cũng đóng vai trò quan trọng trong việc nghiên cứu về biển và khí tượng hải dương, giúp hiểu rõ hơn về sự biến đổi khí hậu

và tác động của nó đối với môi trường và cuộc sống của con người. Do đó, việc sử dụng dữ liệu từ các trạm phao không chỉ hỗ trợ trong đánh giá chất lượng sóng và phân tích lại mà còn mang lại nhiều lợi ích to lớn trong nghiên cứu và các ứng dụng thực tiễn. Các nghiên cứu tiêu biểu về việc sử dụng dữ liệu từ các trạm phao để đánh giá sóng và phân tích lại chúng bao gồm những công trình của [4], [7], [8].

Bài báo này nghiên cứu, phân tích, đánh giá về chất lượng dữ liệu sóng tái phân tích từ nguồn dữ liệu sóng tái phân tích của ERA5 cho khu vực ven biển miền Trung Việt Nam trên cơ sở so sánh với dữ liệu quan trắc của các trạm phao trên biển và đề xuất phương án hiệu chỉnh số liệu cho phù hợp với số liệu quan trắc tại địa phương.

2. Phương pháp và số liệu

2.1. Phương pháp

Quy trình đánh giá chất lượng dữ liệu tái phân tích và hiệu chỉnh dữ liệu được đưa ra trong Hình 1 với các bước sau: 1) Thu thập dữ liệu sóng tái phân tích toàn cầu từ ERA5 giai đoạn 1959-2023 và sóng quan trắc tại các trạm phao; 2) Trích xuất sóng tái phân tích tại các vị trí trạm phao cùng thời kỳ; 3) So sánh mức độ phù hợp của sóng tái phân tích và sóng quan trắc tại trạm phao và đề xuất hàm chuyển cho phù hợp tại địa phương; 4) Tính toán, hiệu chỉnh số liệu sóng tái phân tích tại khu vực.

Trong nghiên cứu này, các chỉ số thống kê được sử dụng để so sánh giữa độ cao sóng tái phân tích và trạm phao bao gồm: Chỉ số tương quan Pearson (R); sai số bình phương (R^2); chỉ số hiệu quả Nash-Sutcliffe (NSE); Chỉ số hiệu quả Kling-Gupta (KGE); Tỷ lệ độ lệch chuẩn quan sát $RMSE$ (RSR), tỷ lệ phần trăm độ lệch chuẩn ($PBIAS$). Việc đánh giá mức độ tương quan cũng như chất lượng dữ liệu tái phân tích được sử dụng tương tự nghiên cứu của Moriasi và cộng sự, (2007) và Phạm và cộng sự, (2023) và được đưa ra trong Bảng 1 [11], [12].

Bảng 1. Tiêu chuẩn thống kê dùng để đánh giá dữ liệu sóng tái phân tích [12]

Chỉ số	Rất tốt	Tốt	Trung bình	Kém
r	> 0,9	0,7 - 0,9	0,5 - 0,7	< 0,5
R ²	> 0,8	0,5 - 0,8	0,3 - 0,5	< 0,3
NSE	> 0,7	0,6 - 0,7	0,5 - 0,6	< 0,5
KGE	> 0,7	0,6 - 0,7	0,5 - 0,6	< 0,5
RSR	< 0,5	0,5 - 0,6	0,6 - 0,7	> 0,7
PBIAS	[-10 10]	[-15 -10] & (10 15]	[-25 -15); & (15 25]	> 25 hoặc < -25

Để hiệu chỉnh dữ liệu độ cao sóng tái phân tích từ mô hình toàn cầu theo số liệu địa phương, hàm chuyển theo hàm tương quan tuyến tính tuy đơn giản nhưng rất hiệu quả và đã được áp dụng trong các nghiên cứu Minguez [9] và được đưa ra theo công thức hàm chuyển 1. Hàm chuyển có dạng:

$$H_{obs} = a H_{sim} + b$$

Trong đó, H_{sim} là độ cao sóng tái phân tích; H_{obs} là độ cao sóng trạm phao; a và b là các hệ số

2.2. Số liệu

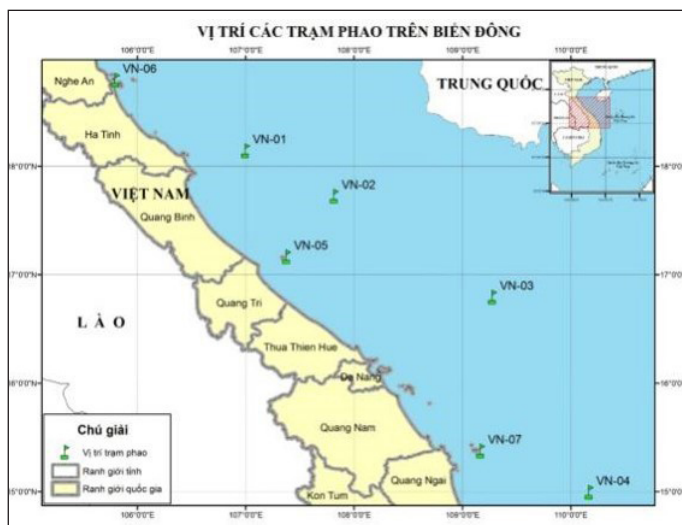
a) Sóng tái phân tích từ mô hình toàn cầu

Trong nghiên cứu này, số liệu sóng tái phân tích ERA5 của Trung tâm Dự báo Thời tiết Trung

hạ Châu Âu (ECMWF) được sử dụng. Đây là kết quả của quá trình mô phỏng và tính toán bằng mô hình WAVEWATCH III có tích hợp và đồng hóa dữ liệu quan trắc từ năm 1959 và được cập nhật 2 lần/ngày với độ phân giải đến ¼ độ.

b) Sóng tại trạm phao cố định

Phao sóng đo tần số và kích thước của năng lượng sóng, gọi là quang phổ, từ đó tính toán các thông số như chiều cao sóng, chu kỳ sóng trung bình, phao đo đặc biệt hữu ích trong các trường hợp thời tiết nguy hiểm trên biển khi đo được cả sóng lớn trong bão. Nghiên cứu này thu thập dữ liệu quan trắc độ cao sóng có nghĩa theo hàng giờ từ 7 trạm phao tại một số khu vực ven biển miền Trung Việt Nam. Vị trí đo đạc và thời gian thu thập số liệu các trạm phao được đưa ra tương ứng ở Hình 1 và Bảng 2.



Hình 1. Vị trí các trạm phao

Bảng 2. Thời gian thu thập dữ liệu trạm phao

Tên trạm	Thời gian đo	
	Bắt đầu	Kết thúc
VN-01	28/12/1995	25/03/1996
VN-02	02/03/1995	26/03/1996
VN-03	08/02/1996	20/04/1996
VN-04	07/02/1996	17/02/1996
VN-05-T1	03/10/1999	21/10/1999
VN-05-T2	14/08/2000	19/12/2000
VN-06	02/10/1999	20/04/2000
VN-07	22/10/2000	11/04/2001

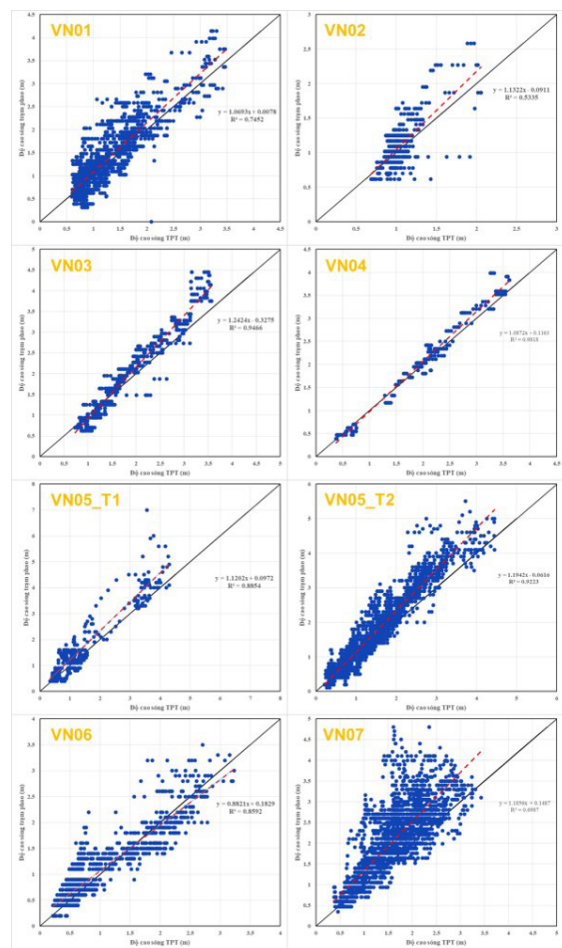
3. Kết quả nghiên cứu

3.1. So sánh số liệu sóng tái phân tích với số liệu quan trắc

Hình 2 phản ánh mối quan hệ giữa độ cao sóng tái phân tích và quan trắc tại các trạm phao. Có thể thấy rằng, có sự tương đồng cao giữa độ cao sóng tái phân tích và quan trắc tại các trạm phao. Tuy nhiên, tại hầu hết các trạm phao, độ cao sóng quan trắc cao hơn so với độ cao sóng tái phân tích, và mức độ ngày càng tăng khi độ cao sóng lớn. Chỉ duy nhất tại trạm phao VN-06, độ cao sóng tại đây tương đương và thấp hơn so với độ cao sóng tái phân tích nhưng với sóng lớn, độ cao sóng quan trắc vẫn lớn hơn độ cao sóng tái phân tích. Sự khác biệt phát sinh này có thể do sự kiện bão nhiệt đới không được phản ánh chính xác trong mô hình sóng tái phân tích, dẫn đến chênh lệch chiều cao sóng đáng kể. Sự khác biệt này có thể do sự kiện bão nhiệt đới chưa được nắm bắt tốt trong mô hình khí tượng đầu vào cho mô hình sóng tái phân tích, một phần nữa có thể do độ phân giải không gian của mô hình tái phân tích chưa đủ chi tiết để phản ánh các hiện tượng cục bộ dẫn đến chênh lệch. Bên cạnh đó, vị trí của trạm phao cũng ảnh hưởng đáng kể sự so sánh. Khu vực trạm VN-06 rất gần bờ, bị ảnh hưởng đáng kể bởi địa hình nên khi so sánh với sóng tái phân tích có thể có sự sai khác lớn hơn.

Bảng 3 đánh giá chất lượng và mối quan hệ giữa độ cao sóng tái phân tích và các trạm phao dựa trên các chỉ số như R, R², NSE, KGE, RSR và PBIAS. Kết quả của phân tích được so sánh với

các ngưỡng chất lượng đã được xác định trước đó (trong Bảng 1) để đưa ra nhận định về chất lượng của số liệu tái phân tích.



Hình 2. Tương quan giữa độ cao sóng tái phân tích và quan trắc tại các trạm phao

Bảng 3. Chỉ số đánh giá chất lượng số liệu độ cao sóng tái phân tích

Trạm	N	R	R ²	NSE	KGE	RSR	PBIAS
VN-01	1952	0,86	0,75	0,72	0,72	0,53	9,6
VN-02	493	0,73	0,53	0,51	0,39	0,70	4,8
VN-03	635	0,97	0,95	0,90	0,72	0,32	5,1
VN-04	197	0,99	0,98	0,97	0,90	0,16	1,6
VN-05-T1	421	0,94	0,89	0,83	0,72	0,41	16,4
VN-05-T2	2989	0,96	0,92	0,87	0,71	0,37	10,2
VN-06	1524	0,93	0,86	0,83	0,88	0,41	7,1
VN-07	3078	0,84	0,70	0,46	0,47	0,74	22,9

Có thể thấy rằng, tại các khu vực gần trạm VN-03 và VN-04, số liệu tái phân tích có chất lượng rất cao, với hầu hết các chỉ số như R, R², NSE và KGE vượt qua ngưỡng rất tốt, đặc biệt tại trạm VN-04, tất cả các chỉ số đánh giá đều ở mức rất tốt, trong đó R và R² vượt qua ngưỡng 0,9. Tuy nhiên, tại khu vực trạm phao VN-02, VN-07, các chỉ số như R, R² và NSE chỉ ở mức chấp nhận được, một số chỉ số như KGE, RSR ở mức dưới mức chấp nhận được.

3.2. Hiệu chỉnh lại số liệu sóng tái phân tích theo hàm chuyển

Sử dụng hàm chuyển biểu thị mối tương quan giữa số liệu tái phân tích và số liệu quan trắc từ các trạm phao để hiệu chỉnh lại số liệu độ cao sóng biển tái phân tích theo các hàm chuyển được biểu thị trong Bảng 4.

Hình 3 thể hiện độ cao sóng có nghĩa tại các khu vực từ số liệu quan trắc tại trạm phao (chấm xanh), số liệu tái phân tích trước (đường đứt quãng) và sau khi hiệu chỉnh theo hàm chuyển (đường liền).

Hình 3 cho thấy sóng tái phân tích sau hiệu

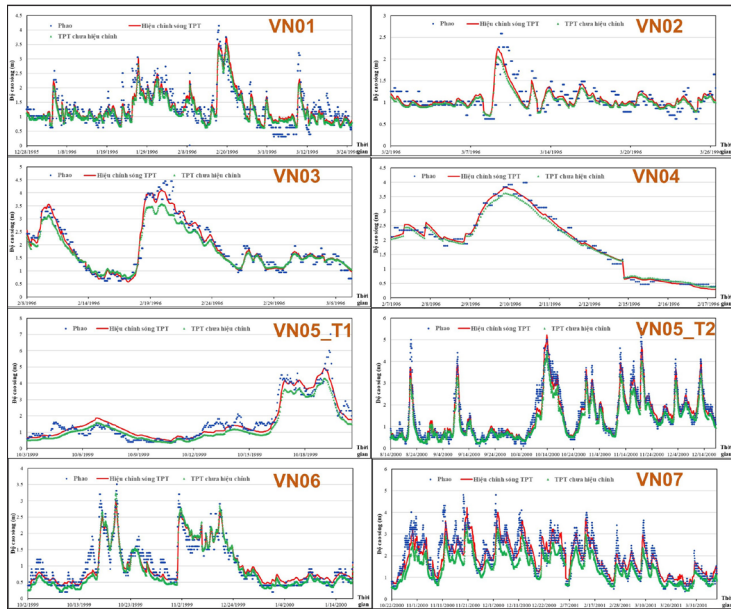
chỉnh có sự phù hợp rõ rệt so với sóng quan trắc tại trạm phao, đặc biệt, trong các thời điểm sóng lớn, sự chênh lệch giữa độ cao sóng tái phân tích sau khi hiệu chỉnh và độ cao sóng quan trắc tại trạm phao là nhỏ và chấp nhận được. Các chỉ số như R, R², NSE, KGE, RSR và PBIAS đều được cải thiện đáng kể như được thể hiện trong Bảng 5.

Như vậy, sau khi hiệu chỉnh, số liệu sóng tái phân tích đã được cải thiện đáng kể, tại các khu vực trạm VN-03, VN-04, VN-05-T1 và VN-05-T2, các chỉ số đều đạt được chất lượng rất tốt với tất cả các chỉ số đều vượt qua ngưỡng rất tốt. Điều này cho thấy rằng việc hiệu chỉnh sóng đã đem lại kết quả tích cực, đặc biệt là trong việc cải thiện sự phù hợp với điều kiện địa phương. Không có khu vực nào, chất lượng sóng tái phân tích sau hiệu chỉnh không đạt yêu cầu thống kê so với dữ liệu thực đo từ phao. Sự cải thiện tốt nhất là ở khu vực trạm VN-07 khi tất cả các chỉ số đều có xu hướng tốt lên, trong khi tại khu vực trạm VN-01 và VN-06, sự thay đổi là không đáng kể sau quá trình hiệu chỉnh, lý do là chất lượng số liệu tại khu vực này đã tương đối tốt trước khi hiệu chỉnh.

Bảng 4. Các hàm chuyển hiệu chỉnh độ cao sóng tái phân tích

STT	Khu vực phao	Hàm chuyển
1	VN-01	$H_{hc} = 1,0693 H_{sim} + 0,0078$
2	VN-02	$H_{hc} = 1,1322 H_{sim} - 0,0911$
3	VN-03	$H_{hc} = 1,2424 H_{sim} - 0,3275$
4	VN-04	$H_{hc} = 1,0872 H_{sim} - 0,1163$
5	VN-05-T1	$H_{hc} = 1,1202 H_{sim} + 0,0972$
6	VN-05-T2	$H_{hc} = 1,1942 H_{sim} - 0,0616$
7	VN-06	$H_{hc} = 0,8821 H_{sim} + 0,1829$
8	VN-07	$H_{hc} = 1,1856 H_{sim} + 0,1487$

[H_{hc} : Độ cao sóng hiệu chỉnh; H_{sim} : Độ cao sóng tái phân tích]



Hình 3. Độ cao sóng tại trạm phao và số liệu sóng tái phân tích trước và sau hiệu chỉnh

Bảng 5. Chỉ số đánh giá chất lượng số liệu độ cao sóng tái phân tích sau khi hiệu chỉnh

Trạm	N	R	R ²	NSE	KGE	RSR	PBIAS
VN-01	1952	0,86	0,75	0,75	0,79	0,51	8,88
VN-02	493	0,73	0,53	0,53	0,54	0,68	4,53
VN-03	635	0,97	0,95	0,95	0,96	0,23	2,69
VN-04	197	0,99	0,97	0,97	0,89	0,17	1,80
VN-05-T1	421	0,94	0,89	0,89	0,91	0,34	11,2
VN-05-T2	2989	0,96	0,92	0,92	0,93	0,28	5,95
VN-06	1524	0,93	0,86	0,86	0,89	0,38	5,91
VN-07	3078	0,84	0,70	0,70	0,74	0,55	12,8

4. Kết luận và kiến nghị

Số liệu tái phân tích từ ERA5 cho thấy sự phù hợp cao với số liệu quan trắc tại trạm phao cho khu vực ven biển miền Trung Việt Nam, đặc biệt tốt tại các khu vực xa bờ, nơi ảnh hưởng của yếu tố địa hình đến sóng là nhỏ. Việc sử dụng hàm chuyển để hiệu chỉnh độ cao sóng tái phân tích đã cho thấy hiệu quả tích cực trong ứng dụng dữ liệu sóng tái phân tích.

Trong các nghiên cứu sau, nhóm tác giả dự kiến sẽ sử dụng nguồn dữ liệu tái phân tích khác như của NCAR-NCEP và đánh giá thêm chất lượng dữ liệu sóng tái phân tích thông qua số liệu sóng từ vệ tinh để có được những hàm chuyển tốt nhất cho các điểm khác nhau tại khu vực biển Việt Nam. Bên cạnh đó, cũng cần ứng dụng các công nghệ hiện đại như AI trong hiệu chỉnh độ cao sóng tái phân tích.

Đóng góp của từng tác giả trong bài báo: Xây dựng ý tưởng: Nguyễn Xuân Hiến, Dương Ngọc Tiến, Nguyễn Thanh Trang; Xử lý số liệu: Dương Ngọc Tiến, Phạm Văn Chinh.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ sự trợ giúp từ đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường “Nghiên cứu xây dựng hệ thống dữ liệu tái phân tích trường sóng dựa trên mô hình số trị, kỹ thuật đồng hóa và các số liệu quan trắc phục vụ dự báo, cảnh báo sóng biển tại khu vực biển Việt Nam.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của mình, chưa từng công bố trước đó, không sao chép, đạo văn; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Komen, G.J. et al. (1994), *Dynamic and Modelling of Ocean Waves*, Cambridge University Press, 532 pp.
2. J.R. Bidlot et al. (2022), "Intercomparison of the performance of operational ocean wave forecasting systems with buoy data", *Weather and Forecasting*, Volume 17: Issue 2, 287-310, doi: [https://doi.org/10.1175/1520-0434\(2002\)017<0287:IOTPOO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0434(2002)017<0287:IOTPOO>2.0.CO;2).
3. Tolman, H. L., (1999), *User manual and system documentation of WAVEWATCH-III version 1.18*. NOAA/NWS OMB Contribution No. 166, 110 pp.
4. Caires, S., & Sterl, A. (2005), "A new nonparametric method to correct model data: Application to significant wave height from the ERA-40 re-analysis", *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 22(4), 443-459, doi: <https://doi.org/10.1175/JTECH1707.1>
5. Tomas, A. et al. (2008), "A method for spatial calibration of wave hindcast data bases", *Continental Shelf Research*, 28(3), 391-398, doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2007.09.009>.
6. Mínguez, R., et al. (2011), "Directional calibration of wave reanalysis databases using instrumental data", *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 28(11), 1466-1485, doi: <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-11-00008.1>
7. Mínguez, R., et al. (2012), "Regression models for outlier identification (Hurricanes and typhoons) in wave hindcast databases", *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 29(2), 267-285. <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-11-00059.1>
8. Barbariol, F. et al. (2019), "Maximum wave heights from global model reanalysis", *Progress in Oceanography*, 175, 139-160, doi: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.03.009>.
9. Kim, S. et al. (2021), "A framework for transformation to nearshore wave from global wave data using machine learning techniques: Validation at the Port of Hitachinaka, Japan", *Ocean Engineering*, 221, 108516, doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108516>.
10. Akpınar, A. et al. (2012), "Evaluation of the numerical wave model (SWAN) for wave simulation in the Black Sea", *Continental Shelf Research*, Vol. 50-51, 80-99, doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2012.09.012>.
11. D. N. Moriasi et al. (2007), "Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations", *Transactions of the ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers)*, 50(3), 885-900, doi: <https://doi.org/10.13031/2013.23153>.
12. Pham Thi Thanh Nga et al. (2023), "Wave Analysis for the Development of Thien Nga - Hai Au Oil Field", *Journal of Climate Change Science*, No.27, 11-22, doi: <https://doi.org/10.55659/2525-2496/27.85950>.

STUDY ON ADJUSTMENT OF WAVE REANALYSIS DATA FROM GLOBAL MODELS FOR THE COASTAL AREA OF CENTRAL VIET NAM

Nguyen Xuan Hien, Duong Ngoc Tien, Nguyen Thanh Trang, Pham Van Chinh
Center for Oceanography

Received: 26/3/2024; Accepted: 23/4/2024

Abstract: This article presents an evaluation and comparison between wave height data from the global

ERA5 model and observational data from fixed buoy stations, based on which reanalysis data are adjusted. The results show that although there is high similarity, the significant wave height derived from the reanalysis data is consistently smaller than the observed data from buoy stations, especially during high wave conditions. After adjustment using transfer functions, the reanalysis data have been significantly improved both in terms of similarity and extreme wave height values.

Keywords: *Reanalysis waves, buoy station, transfer function.*