

# Chế độ dòng chảy tầng mặt khu vực Vịnh Bắc Bộ dựa trên số liệu thu thập bằng radar biển

Trần Mạnh Cường<sup>1</sup>, Nguyễn Kim Cương<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Trung tâm Hải văn, Tổng cục biển và Hải đảo Việt Nam, Bộ TNMT  
Số 8 Pháo Đài Láng, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Khoa Khí tượng - Thủy văn & Hải dương học, Trường ĐH Khoa học Tự nhiên,  
ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

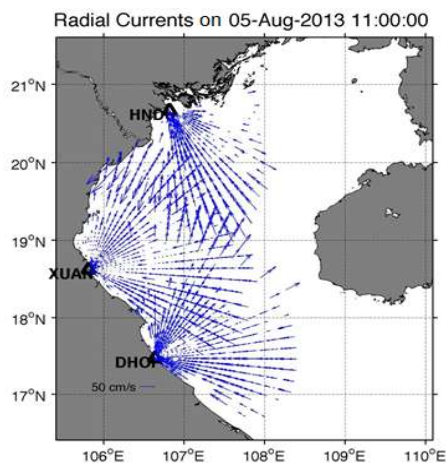
**Tóm tắt:** Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả đã trình bày những kết quả phân tích chế độ dòng chảy tầng mặt khu vực vịnh Bắc Bộ dựa trên nguồn số liệu radar biển từ 01/06/2013 đến 01/02/2015. Số liệu radar biển được thu thập từ 3 trạm radar của Việt Nam: Hòn Dấu, Nghi Xuân và Đồng Hới. Trước tiên, biến động mùa của trường dòng chảy tầng mặt khu vực theo hai mùa gió Đông Bắc và Tây Nam được mô tả chi tiết. Tiếp theo, chế độ dòng triều trong khu vực vịnh Bắc Bộ đã được phân tích. Các kết quả phân tích đã đưa ra phân bố định lượng cũng như tính chất chung của trường dòng chảy dư trên mặt biển khu vực vịnh Bắc Bộ thông qua phân tích số liệu đo đạc thu được từ hệ thống radar.

**Từ khóa:** Radar biển; vịnh Bắc Bộ; dòng chảy tầng mặt.

## 1. Mở đầu

Trong thời kỳ nền khoa học kỹ thuật ngày càng phát triển như hiện nay thì việc nghiên cứu các quá trình tự nhiên phục vụ cho các mục đích về kinh tế, xã hội... được hỗ trợ rất nhiều từ các trang thiết bị tiên tiến. Trong nghiên cứu về các hiện tượng địa vật lý nói chung và các quá trình động lực học nói riêng thì việc quan trắc thực tế có tầm quan trọng rất lớn. Một trong số các phương pháp đó là quan trắc sóng, dòng chảy biển dựa trên hệ thống radar biển tần số cao. Ưu điểm của phương pháp là mật độ điểm quan trắc dày và liên tục theo thời gian, hệ thống radar quan trắc được ngay cả trong điều kiện thời tiết bất thường (bão, đông tố, lốc...),

điều mà các phương pháp quan trắc khác khó có thể thực hiện được.



Hình 1. Phạm vi quan trắc của 3 trạm radar hiện đang hoạt động tại khu vực vịnh Bắc Bộ.

\* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-949170184  
Email: cuongnk@hus.edu.vn

Các số liệu thu thập từ radar biển bao gồm số liệu về sóng và dòng chảy là những nguồn dữ liệu vô cùng quý giá trong các lĩnh vực nghiên cứu, ứng dụng, quản lý và khai thác biển. Đây là một nguồn dữ liệu mới đối với Việt Nam và cho đến nay mới chỉ có rất ít công trình nghiên cứu nguồn số liệu này [1].

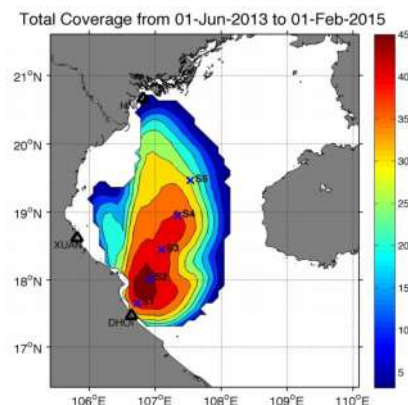
## 2. Giới thiệu về số liệu radar biển tại Việt Nam

Radar biển là một trong những thiết bị ứng dụng công nghệ hiện đại dựa vào kỹ thuật phát sóng tần số cao để phân tích giám sát một số yếu tố hải văn như trường dòng chảy tầng mặt, trường sóng. Công nghệ này ở nước ngoài đã và đang phát triển rất mạnh, đi kèm với nó là những công trình nghiên cứu khoa học có liên quan. Tại Thái Lan, đã xây dựng hệ thống Radar biển tự động bao gồm 06 trạm phục vụ cho công tác quan trắc hải văn thuộc vùng biển Thái Lan và một phần Vịnh Thái Lan. Ngoài ra đã có nhiều nước trên thế giới và trong khu vực Đông Nam Á đã và đang áp dụng công nghệ này như: Trung Quốc, Nhật Bản, Đài Loan, Hàn Quốc và Ấn Độ.

Tại Việt Nam, công nghệ radar biển còn khá mới mẻ và chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu về lĩnh vực này. Năm 2011, Trung tâm Hải văn đã chủ trì thực hiện dự án xây dựng hệ thống trạm radar biển, đến nay đã hoàn thành giai đoạn I với 3 trạm quan trắc tầm xa tại Hòn Dấu (20,6662333°N, 106,8169667°E), Nghi Xuân (18,6210500°N, 105,8156000°E) và Đông Hới (17,4711167°N, 106,6389500°E) và 1 trạm trung tâm thu số liệu tại Hà Nội. Cả ba trạm đều hoạt động ở tần số 4,65 MHz với độ phân giải ngang và độ phân giải góc phương vị lần lượt là 5,825 km và 5° (Hình 1). Dựa trên bộ số liệu hiện có, khoảng thời gian từ 01/06/2013 đến 01/02/2015 được sử dụng để phân tích chế độ dòng chảy vịnh Bắc Bộ do có đầy đủ số liệu từ cả 3 trạm radar.

Việc phân tích số liệu sẽ được thực hiện dựa trên chuỗi số liệu dài ngày và trên khu vực có mật độ số liệu đủ dày. Chuỗi số liệu theo 2 mùa: mùa hè (tháng 06 - tháng 08/2013) và mùa đông (tháng 10/2014 - tháng 01/2015). Số liệu

được trích tại các điểm từ S1 đến S5 lấy dọc theo tuyến từ bờ ra khơi và nằm trên khu vực có mật độ số liệu dày như được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2. Phân bố số liệu dòng chảy mặt quan trắc từ hệ thống radar (đơn vị: %).

## 3. Kết quả phân tích dòng chảy từ radar biển

### a. Phân tích điều hòa dòng chảy triều tầng mặt khu vực vịnh Bắc Bộ dựa trên số liệu radar

Hệ thống dòng chảy trên biển Đông nói chung và trên khu vực vịnh Bắc Bộ nói riêng bị ảnh hưởng mạnh bởi hoàn lưu gió mùa châu Á, trong đó phân chia thành hai mùa rõ rệt: mùa gió Đông Bắc (mùa đông) và mùa gió Tây Nam (mùa hè) [2].

Từ tháng 11 đến tháng 2 là thời kỳ gió mùa đông bắc hoạt động mạnh. Vào thời kỳ tháng 1, vận tốc gió trung bình trên biển Đông vào khoảng 8 - 10,7 m/s, hướng gió đông bắc thịnh hành trên toàn vùng biển Đông. Từ tháng 2 trở đi, gió đông bắc yếu dần nhưng mạnh trở lại vào tháng 4 [2].

Từ tháng 6 đến tháng 9, hướng gió thịnh hành trên biển Đông chuyển sang hướng tây nam và phát triển mạnh vào thời kỳ tháng 7 và tháng 8, vận tốc gió trung bình thời kỳ này vào khoảng 5,5 - 7,9 m/s. Từ tháng 10 hướng gió thịnh hành dần chuyển sang hướng đông bắc [2].

#### Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc:

Giống như các nghiên cứu trước đây về chế độ dòng chảy tại khu vực trong mùa đông, hoàn lưu khu vực vịnh Bắc Bộ có hướng thịnh hành

đi về phía nam, vận tốc trung bình vào khoảng từ 15 - 25 cm/s. Bức tranh hoàn lưu khu vực trong mùa đông cho thấy hệ thống dòng chảy tách thành hai vùng rõ rệt.

Ở khu vực sát bờ, dòng chảy có xu thế chạy dọc theo bờ đi xuống phía nam, vận tốc dòng này khá lớn vào khoảng 25 - 35 cm/s. Khu vực đầu Quảng Bình, vận tốc dòng chảy trung bình tháng 10 vào khoảng 45 - 50 cm/s, trong đó có những thời điểm tại khu vực này ghi nhận được vận tốc dòng chảy gần 1 m/s. Những tháng cuối mùa, dòng chảy vẫn có xu thế đi xuống phía nam, tốc độ dòng chảy trung bình vào khoảng 25 - 30 cm/s rồi giảm dần khi bắt đầu vào thời kỳ gió mùa Tây Nam.

Ở ngoài khơi về phía bắc tại khu vực giữa vịnh, dòng chảy trung bình có hướng nam đến tây nam sau đó nhập vào dòng sát bờ chảy xuống phía nam. Vận tốc trung bình của dòng vào khoảng từ 15 - 20 cm/s. Về phía nam tại

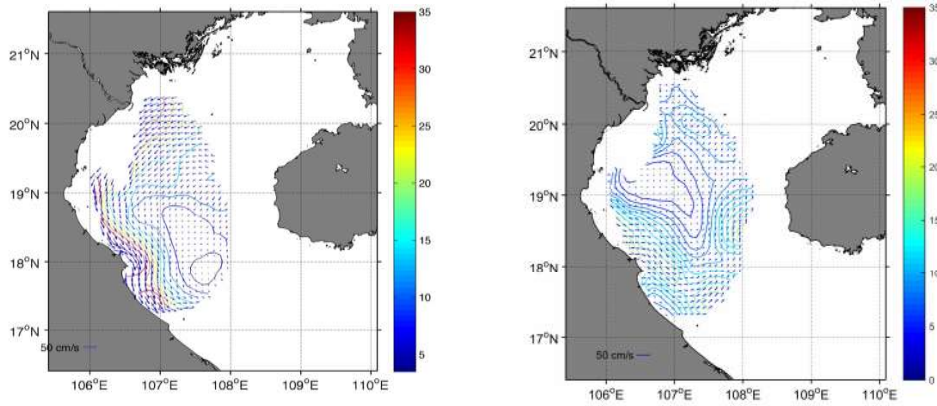
khu vực cửa vịnh, dòng chảy thường có vận tốc nhỏ hơn ở phía bắc, hướng thịnh hành có xu hướng đi về phía tây và tây nam, từ đó cho thấy tại khu vực này tồn tại một xoáy thuận như các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra. Tuy vậy cũng có những thời điểm vào giữa mùa đông khi gió mùa Đông Bắc hoạt động mạnh, dòng chảy tại vùng này mạnh lên và đi về phía nam.

*Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam*

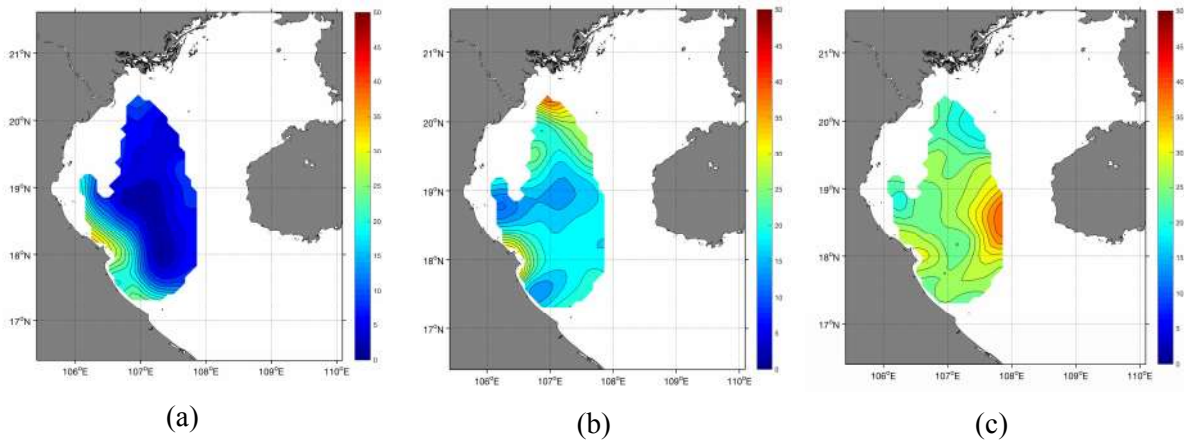
Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, hoàn lưu khu vực được thiết lập lại, dòng chảy tại khu vực có xu thế đi lên phía bắc với vận tốc trung bình vào khoảng từ 10 - 20 cm/s. Vào thời kỳ này, khu vực giữa Vịnh Bắc Bộ hình thành một hoàn lưu nghịch. Vận tốc của hoàn lưu này không lớn, trung bình khoảng 8 - 12 cm/s. Nước duy trì hoàn lưu này được đưa lên từ vùng biển trung bộ đi lên. Hoàn lưu này tồn tại đến hết tháng 8.

Bảng 1. Kết quả phân tích điều hòa thủy triều từ số liệu radar theo các vị trí trên Hình 2

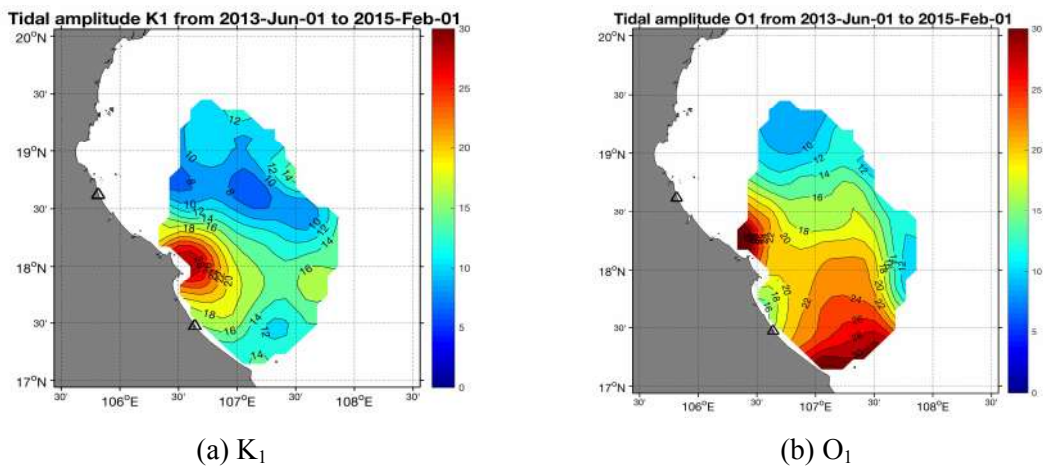
Phân triều	Trục lớn (cm/s)	Trục nhỏ (cm/s)	Hướng của dòng triều lên cực đại	Pha thiên văn (độ)	Phân triều	Trục lớn (cm/s)	Trục nhỏ (cm/s)	Hướng của dòng triều lên cực đại	Pha thiên văn (độ)
<i>Vị trí S1</i>					<i>Vị trí S2</i>				
O <sub>1</sub>	22,40	-1,89	122,85°	203,54°	O <sub>1</sub>	25,50	-2,34	125,19°	209,47°
P <sub>1</sub>	5,22	1,13	111,80°	244,50°	P <sub>1</sub>	5,65	1,21	108,68°	251,46°
S <sub>1</sub>	6,59	-3,60	127,76°	279,18°	S <sub>1</sub>	8,94	-2,19	130,24°	285,21°
K <sub>1</sub>	20,70	-1,80	119,36°	259,20°	K <sub>1</sub>	23,08	1,31	122,92°	258,79°
M <sub>2</sub>	3,89	-0,64	126,11°	110,61°	M <sub>2</sub>	4,91	-1,44	130,77°	118,22°
S <sub>2</sub>	1,46	-0,13	127,77°	140,28°	S <sub>2</sub>	2,18	-0,72	148,52°	138,40°
<i>Vị trí S3</i>					<i>Vị trí S4</i>				
O <sub>1</sub>	22,29	-1,03	127,89°	207,46°	O <sub>1</sub>	23,08	0,00	110,12°	205,60°
P <sub>1</sub>	5,71	-0,42	104,12°	263,54°	P <sub>1</sub>	5,74	-0,66	100,27°	251,09°
S <sub>1</sub>	6,29	-1,18	137,51°	298,66°	K <sub>1</sub>	20,95	-1,27	103,08°	255,38°
K <sub>1</sub>	22,62	1,07	120,24°	246,92°	M <sub>2</sub>	6,22	-3,81	39,87°	225,02°
M <sub>2</sub>	5,04	-2,81	154,21°	101,30°	S <sub>2</sub>	2,78	-1,55	47,85°	258,78°
S <sub>2</sub>	2,68	-0,11	168,22°	124,24°					
<i>Vị trí S5</i>									
O <sub>1</sub>	16,93	-0,99	74,05°	209,33°					
P <sub>1</sub>	5,06	-1,57	59,10°	293,93°					
K <sub>1</sub>	15,70	-1,99	64,29°	245,61°					
M <sub>2</sub>	9,74	-2,70	35,48°	228,30°					
S <sub>2</sub>	3,259	-1,36	118,85	331,24					



Hình 3. Dòng chảy mặt trung bình khu vực vịnh Bắc Bộ trong mùa gió Đông Bắc (trái) và mùa gió Tây Nam (phải) (cm/s).



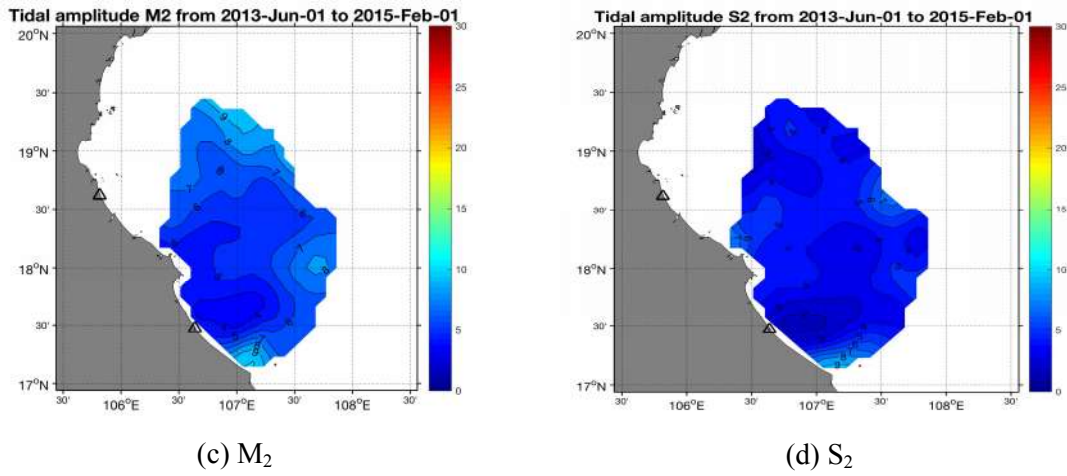
Hình 4. Trường dòng chảy trung bình năm tầng mặt khu vực vịnh Bắc Bộ trong năm 2014 (a) và độ lệch chuẩn của thành phần kinh hướng  $u$  (b) và thành phần vĩ hướng  $v$  (c) (cm/s).



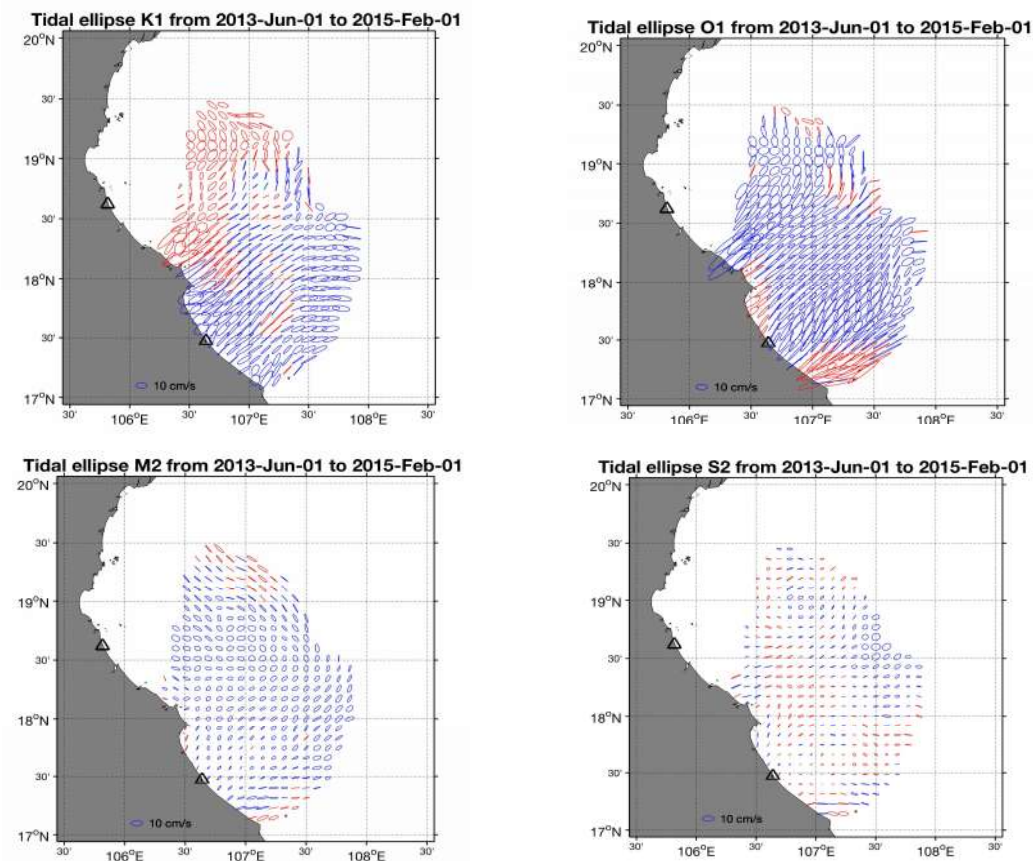
(a)  $K_1$

(b)  $O_1$





Hình 5. Phân tích hàng số điều hòa đối với 4 phân triều chính (cm/s).



Hình 6. Ellipse triều đối với 4 phân triều chính, màu xanh là ellipse quay theo hướng cùng chiều kim đồng hồ, màu đỏ là ngược chiều kim đồng hồ.

Điểm đáng chú ý trong bức tranh hoàn lưu khu vực thời kỳ này là khu vực vẫn tồn tại dòng sát bờ đi xuống phía nam. Dòng chảy này đi từ phía bắc xuống đến khu vực miền Trung thì tăng tốc và có xu thế tách bờ, nhập vào hệ thống dòng chảy đi lên phía bắc. Tại khu vực cửa vịnh, vận tốc dòng chảy vào khoảng 15 - 20 cm/s.

Số liệu phân tích từ radar cũng cho thấy ảnh hưởng của lưu lượng nước từ các cửa sông lớn trong mùa lũ đến hoàn lưu dòng chảy mặt trong thời kỳ này, điển hình như tại cửa sông Hồng, dòng chảy gần bờ có xu thế đi từ bờ ra khơi rồi nhập vào hoàn lưu xa bờ đi lên phía bắc.

Ở ngoài khơi ở giữa vịnh về phía bắc, dòng chảy có hướng đông bắc thịnh hành, vận tốc dòng chảy tại khu vực này không lớn, vào khoảng từ 6 - 10 cm/s. Về phía nam đến cửa vịnh, dòng chảy có vận tốc lớn hơn, vào khoảng 10 - 20 cm/s.

Trên Hình 4 thể hiện độ lớn của trường dòng chảy trung bình khu vực vịnh Bắc Bộ trong năm 2014 và độ lệch chuẩn của các thành phần kinh hướng  $u$  và vĩ hướng  $v$ . Quan trắc từ radar biển cho thấy dòng sát bờ có vận tốc trung bình khá cao, vào khoảng 15 - 25 cm/s. Sự biến thiên của vận tốc dòng chảy theo phương vĩ hướng  $v$  lớn hơn khá nhiều so với vận tốc dòng chảy của thành phần theo phương kinh hướng  $u$ . Điều này được thể hiện khá rõ ở khu vực cửa vịnh đến khu vực giữa vịnh khi nước từ biển Đông đi vào vịnh Bắc Bộ.

Bên cạnh đó, kết quả phân tích từ quan trắc radar biển cho thấy sự biến thiên của thành phần kinh hướng của dòng chảy được thể hiện ở khu vực mũi đất giáp ranh giữa Hà Tĩnh và Quảng Bình có liên quan đến các quá trình động lực quy mô nhỏ gần bờ, trong khi đó sự biến thiên của thành phần vĩ hướng bị ảnh hưởng nhiều hơn bởi các quá trình động lực quy mô vừa trên khu vực.

*b. Phân tích điều hòa dòng chảy triều tầng mặt khu vực vịnh Bắc Bộ dựa trên số liệu radar*

Phân tích điều hòa dòng chảy trên vịnh Bắc Bộ được thực hiện trên từng điểm lưới với thời gian từ 01/06/2013 đến 01/02/2015 bằng bộ công cụ  $T\_tide$ , đây là bộ phần mềm mã nguồn mở trên nền MATLAB do tiến sĩ Pawlowicz thực hiện. Bộ phần mềm có khả năng phân tích

mực nước và dòng chảy triều bằng phương pháp bình phương tối thiểu. Kết quả phân tích dòng chảy triều được thể hiện trên Bảng 1 và Hình 5, 6.

Kết quả phân tích cho thấy các sóng nhật triều có vận tốc cao hơn nhiều so với các sóng bán nhật triều. Tại khu vực cửa vịnh các sóng  $K_1$  và  $O_1$  có vận tốc lớn nhất, đạt khoảng từ 25 - 30 cm/s (Hình 5). Cụ thể tại khu vực giữa vịnh về phía nam, sóng  $K_1$  có vận tốc cực đại vào khoảng từ 26 - 28 cm/s, sóng  $O_1$  từ 28 - 30 cm/s, các sóng bán nhật có vận tốc yếu hơn, sóng  $M_2$  có vận tốc cực đại vào khoảng 5 - 7 cm/s và sóng  $S_2$  là từ 2 - 3 cm/s. Khi tiến gần đến bờ, độ lớn của các sóng giảm dần,

Tại khu vực Quảng Bình, vận tốc của các sóng bán nhật triều nhỏ hơn 3 cm/s. Phân tích cũng cho thấy các sóng nhật triều biến đổi mạnh hơn khi có sự thay đổi của địa hình khu vực, các sóng  $K_1$  và  $O_1$  giảm dần biên độ khi đi lên phía bắc vịnh vào khu vực nước nông có độ sâu dưới 50 m, trong khi đó, biên độ của các sóng  $M_2$  và  $S_2$  lại tăng dần lên,

Tại điểm S5, sóng  $O_1$  có vận tốc cực đại là 16,3 cm/s,  $K_1$  là 16,1 cm/s, các sóng  $M_2$  có vận tốc là 9,6 cm/s và 3,3 cm/s đối với sóng  $S_2$ . Hình 4 thể hiện các ellipse dòng triều đối với bốn sóng chính phân tích từ số liệu radar cho thấy các sóng nhật triều có dạng ellipse dẹt và nằm vuông góc với bờ.

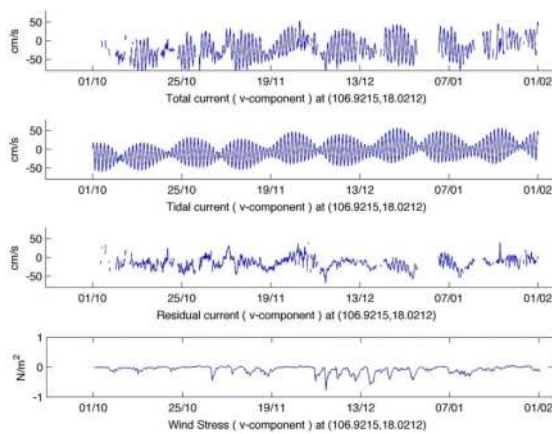
Từ bờ ra khơi, ellipse sóng  $K_1$  có dạng quay từ chiều cùng chiều đồng hồ sang ngược chiều kim đồng hồ rồi ngược lại khi ra đến giữa vịnh. Ellipse sóng  $M_2$  cho thấy dòng triều biến thiên nhiều hơn từ bờ ra khơi và từ phía nam lên phía bắc vịnh cả về hướng và độ lớn.

*c. Thành phần dòng dư trên khu vực vịnh Bắc Bộ*

Trường dòng dư tính toán trên khu vực cho thấy ảnh hưởng rõ nét của gió lên trường dòng chảy khu vực. Kết quả trích xuất từ điểm S2 của thành phần dòng chảy vĩ hướng  $v$  cho từng thời kỳ cũng được trình bày tại các Hình 7 và Hình 8. Vào các tháng mùa đông, do ảnh hưởng của gió mùa đông bắc mạnh, trường dòng dư có hướng chủ đạo tây nam đến nam, vận tốc trung bình vào khoảng từ 20 - 30 cm/s. Điểm đáng

lưu ý trong trường dòng dư tính toán cũng cho thấy độ lớn của dòng sát bờ khi đi qua khu vực Quảng Bình với vận tốc vào khoảng 30 - 40 cm/s và lớn nhất vào tháng 10, sau đó giảm dần đến các tháng giữa mùa đông và cuối mùa.

Cũng tương tự đối với thời kỳ mùa hè, trường dòng chảy khu vực chịu ảnh hưởng của gió mùa tây nam, hoàn lưu khu vực được thiết lập lại. Trường dòng chảy có hướng chủ đạo tây



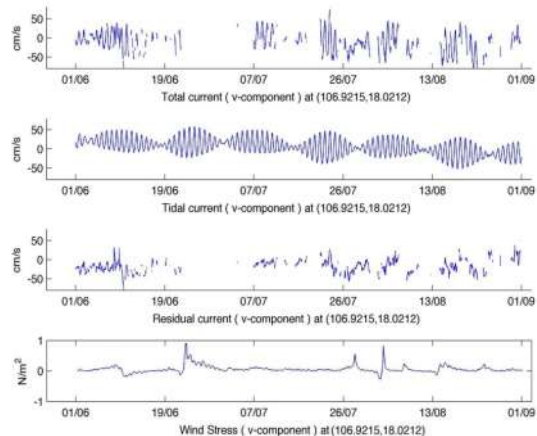
Hình 7. Thành phần vỹ hướng của dòng chảy trích tại điểm S2 trong thời kỳ mùa đông.

#### 4. Kết luận

Từ nguồn số liệu thu thập từ radar biển, kết quả phân tích đã cho thấy dòng chảy mặt quan trắc từ hệ thống radar cho thấy hệ thống dòng chảy mặt khu vực vịnh Bắc Bộ thay đổi theo mùa gắn với chế độ gió tại khu vực và đã góp phần phản ánh được phần nào bức tranh chung về hệ dòng chảy ở vùng biển này.

Trong các tháng mùa đông, hoàn lưu khu vực chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông bắc, trường dòng chảy khu vực có hướng tây nam đến nam. Khu vực biển phía nam Thanh Hóa và bắc Quảng Bình tồn tại dòng gần bờ có vận tốc lớn đạt 25 - 30 cm/s. Vào mùa hè hoàn lưu vùng biển Vịnh Bắc bộ có sự thay đổi khá lớn so với các mùa khác. Khu vực giữa Vịnh Bắc Bộ hình thành một hoàn lưu nghịch. Vận tốc của hoàn lưu này không lớn, trung bình khoảng 8 - 12 cm/s. Nước duy trì hoàn lưu này được đưa lên từ vùng biển phía trung bộ đi lên.

bắc đến bắc, vận tốc trung bình vào khoảng 15 - 20 cm/s. Kết quả tính toán trường dòng dư trên khu vực cũng cho thấy sự hình thành của một xoáy thuận ở giữa vịnh từ đầu đến giữa mùa. Nhìn chung vận tốc dòng dư trên khu vực thời kỳ này không quá cao (phần lớn đều nhỏ hơn 25 cm/s), do đó có thể nói trường gió là tác nhân mùa chính gây ảnh hưởng đến trường dòng chảy của khu vực thời kỳ này.



Hình 8. Thành phần vỹ hướng của dòng chảy trích tại điểm S2 trong thời kỳ mùa hè.

Các kết quả thu được trong khoảng thời gian phân tích cho thấy những phù hợp với một số đặc trưng chế độ đã được công bố và đưa ra những đặc điểm của hoàn lưu khu vực vịnh Bắc Bộ trong hai thời kỳ gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] N. T. Trang, “Nghiên cứu ứng dụng số liệu radar biển”, Luận văn ThS - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 2014, tr. 6 - 11.
- [2] N. N. Minh, “Tidal characteristics of the Gulf of Tonkin”, PhD thesis, Toulouse, 2013, p. 6 - 15.
- [3] “Báo cáo kết quả điều tra tổng hợp Vịnh Bắc Bộ”, 1964.
- [4] “Atlas Quốc gia Việt Nam”, Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, 1999.

## Investigation of Sea Surface Circulation in The Gulf of Tonkin Using the Radar Data

Tran Manh Cuong<sup>1</sup>, Nguyen Kim Cuong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Center for Oceanography, Vietnam Administration of Seas and Island, MONRE,  
8 Phao Dai Lang, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*Faculty of Hydrology, Meteorology and Oceanography, VNU University of Science,  
334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** This paper presents the analyses of regime of sea surface circulation in the Gulf of Tonkin using the radar data from 01/06/2013 to 01/02/2015. The data from high frequency radars were gathered from three stations of Hon Dau, Nghi Xuan, and Dong Hoi. Firstly, the seasonal variations of surface currents due to NE and SW monsoon were described. Afterthat, characteristics of surface currents were presented using harmonic analysis method. Finally, the quantity and general variations of surface residual currents in the Gulf of Tonkin were discussed based on measured data.

*Keywords:* HF Radar; Gulf of Tonkin; Surface circulation.