

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ TRAO ĐỔI NHIỆT MẶT BIỂN KHU VỰC VEN BIỂN VIỆT NAM

Dur Văn Toán, Nguyễn Hồng Lâm, Nguyễn Ngọc Tiến
Viện Địa chất và Địa Vật lý biển, Hà Nội

Tóm tắt Bài báo này giới thiệu một số kết quả tính các dòng nhiệt mặt biển ven biển Việt Nam dựa theo số liệu khí tượng, hải văn trung bình tháng từ 1956 đến 2005 bằng các công thức thực nghiệm. Dòng nhiệt thực tế xâm nhập qua mặt biển trung bình tháng năm Q_{net} tại Hòn Dấu là 50 W/m^2 (nhiệt từ không khí vào biển), biến thiên năm dao động từ cực đại vào tháng 4 là 122 W/m^2 tới cực tiểu vào tháng 11 là -33 W/m^2 (nhiệt đi từ biển vào không khí). Tại Sơn Trà Q_{net} trung bình tháng là 131 W/m^2 , biến thiên năm dao động từ cực đại vào tháng 5 với 192 W/m^2 tới cực tiểu vào tháng 1 là 75 W/m^2 . Tại Vũng Tàu Q_{net} trung bình tháng là 86 W/m^2 , biến thiên năm dao động từ cực đại vào tháng 9 với 114 W/m^2 tới cực tiểu vào tháng 12 là 57 W/m^2 . Tại Phú Quốc Q_{net} trung bình tháng là 63 W/m^2 , biến thiên năm dao động từ cực đại vào tháng 2 với 94 W/m^2 tới cực tiểu vào tháng 12 là -2 W/m^2 . Tại vùng Hòn Dấu có hiện tượng dị thường mùa đông Q_{net} âm tức nhiệt đi từ nước biển vào không khí. Biến thiên năm của Q_{net} của toàn bộ dải ven biển Việt Nam phần lớn bị chi phối bởi dòng nhiệt ẩn bốc hơi.

SURFACE HEAT FLUX IN THE COASTAL ZONE OF VIETNAM

Du Van Toan, Nguyen Hong Lan, Nguyen Ngoc Tien
*Institute of Marine Geology and Geophysics, 18 Hoang Quoc Viet St.,
Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

Abstract Climatological monthly mean variation of the surface heat flux for shallow areas has been calculated using observational data from 1956 to 2006 by bulk method. The long-term annual mean net heat flux of Hondau is 50 W/m^2 (positive sign means that the sea gains heat from the air), and the seasonal variation ranges from a maximum of 122 W/m^2 in April to an anomalous minimum of -33 W/m^2 in November (negative sign means that the sea gains heat from the air). The long-term annual mean net heat flux of Sontra is 131 W/m^2 , and the seasonal variation ranges from a maximum of 192 W/m^2 in May to a minimum of 75 W/m^2 in January. The long-term annual mean net heat flux of Vungtau is 86 W/m^2 , and the seasonal variation ranges from a maximum of 114 W/m^2 in September to a minimum of 57 W/m^2 in December. The long-term annual mean net heat flux of Phuquoc is 63 W/m^2 , and the seasonal variation ranges from a maximum of 94 W/m^2 in February to a minimum of -2 W/m^2 in December. The seasonal geographic distribution of the net heat flux is determined mostly by turbulent latent heat flux.

I. GIỚI THIỆU

Vùng ven biển nước ta là những khu vực có các ngành kinh tế như du lịch, đánh bắt hải sản, hàng hải phát triển mạnh và tập trung rất nhiều dân cư sinh sống. Bởi vậy nghiên cứu tương tác nước biển - không khí và phân vùng trao đổi nhiệt mặt biển tại đây là một vấn đề rất quan trọng. Trong công trình này đề cập đến tính toán các dòng năng lượng thu, chi nhiệt tại lớp biên mặt biển giúp ta hiểu được diễn biến thu chi nhiệt của nước biển và khí quyển. Các thành phần đặc trưng cho sự thu chi nhiệt: dòng bức xạ sóng ngắn, dòng bức xạ sóng dài, dòng rối nhiệt, dòng bốc hơi, dòng nhiệt thực tế xâm nhập vào biển.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Tài liệu và phân tích sơ bộ

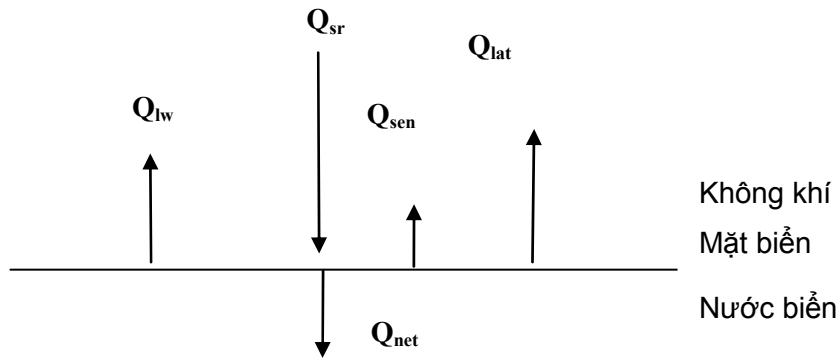
Các số liệu khí tượng thủy văn biển tại các trạm hải văn ven biển và hải đảo của Việt Nam đã được thu thập và xử lý từ năm 1956 đến năm 2006. Tất cả số liệu đã được lấy trung bình nhiều năm cho từng tháng từ tháng 1 đến tháng 12 và được xây dựng thành cơ sở dữ liệu. Các tính toán được thực hiện dựa theo những giá trị trung bình đó. Các trạm được lựa chọn phân bố dọc bờ Việt Nam từ vịnh Bắc Bộ đến vịnh Thái Lan: Hòn Dấu ($20^{\circ}40'N$, $106^{\circ}49'E$), Văn Lý ($20^{\circ}06'N$, $106^{\circ}18'E$), Cồn Cỏ ($17^{\circ}10'N$, $107^{\circ}22'E$), Sơn Trà ($16^{\circ}06'N$, $108^{\circ}13'E$), Vũng Tàu ($10^{\circ}20'N$, $107^{\circ}24'E$), Phú Quốc ($10^{\circ}13'N$, $103^{\circ}38'E$).

Những yếu tố khí tượng, hải văn chủ yếu có tác động chính đến quá trình trao đổi nhiệt mặt biển được đo đạc thực tế là mây, gió, nhiệt độ và độ ẩm không khí tầng 10 m, nhiệt độ mặt biển. Tổng quan chế độ khí tượng - hải văn vùng nghiên cứu cho thấy như sau: Vùng có lượng mây cao nhất hơn 8 phần mười là vùng Hòn Dấu – Văn Lý thuộc vịnh Bắc Bộ vào thời gian tháng 1 đến tháng 4, và vùng Sơn Trà vào tháng 11, 12. Vùng Phú Quốc và Vũng Tàu vào các tháng 1 đến tháng 4 lại có lượng mây ít nhất dưới 5 phần mười. Mùa đông các vùng có lượng mây rất khác nhau. Mùa hè thì khá giống nhau chủ yếu là hơn 7,5. Vào mùa thu chỉ có miền Trung Cồn Cỏ – Sơn Trà là mây cao đạt trên 7,5 còn các vùng khác thấp hơn. Tốc độ gió trung bình tại vùng Hòn Dấu – Văn Lý – Cồn Cỏ, Vũng Tàu và Phú Quốc khá mạnh suốt năm, ở Sơn Trà nhỏ. Nhiệt độ không khí vùng Hòn Dấu – Văn Lý rất mạnh từ mùa đông sang mùa hè từ 17 đến $29^{\circ}C$ (chênh lệch $12^{\circ}C$), biên độ này giảm dần xuống miền Trung tới Cồn Cỏ là $9^{\circ}C$, Sơn Trà là $7^{\circ}C$, Vũng Tàu là $3^{\circ}C$, Phú Quốc là $2^{\circ}C$. Nhiệt độ nước mặt biển vùng Hòn Dấu – Văn Lý là $10^{\circ}C$, Cồn Cỏ là $7^{\circ}C$, Sơn Trà là $6^{\circ}C$, Vũng Tàu là $4^{\circ}C$, Phú Quốc là $2^{\circ}C$. Nhiệt độ mặt biển vào mùa đông lớn hơn nhiệt độ không khí, vào mùa hè tương đối giống nhau. Biên độ dao động áp suất khí quyển tại Hòn Dấu, Văn Lý là mạnh nhất vào tháng 1 là 16mb, tháng 6-8 là 33mb. Cồn Cỏ, Sơn Trà là 22mb vào tháng 1 và 31mb vào tháng

5-9, Vũng Tàu là 24mb tháng 1 và 30mb tháng 6, Phú Quốc 25mb tháng 1, 32mb vào tháng 5, 6. Như vậy chỉ vào tháng 6 hàng năm là các đặc trưng khí tượng, hải văn ở tất cả các vùng trên khá giống nhau, còn các tháng khác sự khác biệt rất lớn.

2. Phương pháp nghiên cứu

Đối với hệ đại dương – khí quyển dạng phương trình cân bằng nhiệt và các phương pháp tính toán, xác định các thành phần thu chi nhiệt phụ thuộc vào không gian và thời gian. Theo các công thức tính toán đã được các nhà khoa học thế giới và Việt Nam như Esbensen và cs. (1981), Timothy Liu và cs. (1997), Fairall và cs. (1997), Hirose và cs. (1996,1998), Na và cs. (1999), Miller và cs. (1999), Wang và Carton (2002), Talandier và cs. (2003), Fan và cs. (2003), Stewart (2004), Dur Văn Toán và cs. (2004, 2007) dùng cho các dòng nhiệt *tổng quát* của các dòng nhiệt trao đổi qua một đơn vị diện tích mặt nước cho vùng biển nhiệt đới có thể biểu diễn dưới dạng sau:



Hình 1. Sơ đồ các dòng nhiệt tại mặt biển

$$Q_{net} = Q_{sr} + Q_{lw} + Q_{sen} + Q_{lat} \quad (1)$$

Trong đó: Q_{net} – dòng nhiệt thực tế vào biển; Q_{sr} – dòng bức xạ tới mặt biển do sóng ngắn; Q_{lw} – dòng nhiệt phản xạ từ mặt biển do sóng dài; Q_{sen} – dòng nhiệt rò; Q_{lat} – dòng nhiệt ẩn bốc hơi.

Dòng bức xạ mặt trời đến do sóng ngắn tính bằng công thức sau:

$$Q_{sr} = Q_o(0,865 - 0,5C^2)(1 - \alpha_s) \quad (2)$$

Trong đó: Q_o – bức xạ mặt trời tới khi trời không mây phụ thuộc vào vĩ độ và thời gian trong năm, C – lượng mây trung bình (phần mười), α_s – albedô mặt biển phụ thuộc vào vĩ độ và thời gian.

Dòng bức xạ mặt trời phản xạ do sóng dài tính bằng công thức sau:

$$Q_{lw} = -(\varepsilon_0 \sigma T_0^4 (0,39 - 0,00495 e_{10}^{0,5}) (1 - 0,7C) + 4 \varepsilon_0 \sigma T_0^3 (T_0 - T_{10})), \quad (3)$$

Trong đó: ε_0 - độ phát xạ của nước (0,097), σ - hằng số Stefan-Boltzman ($= 5,6705 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$), e_{10} - độ ẩm tuyệt đối không khí tầng 10m, T_0 , T_{10} – nhiệt độ mặt biển và không khí tầng 10m.

Dòng nhiệt rời Q_{sen} được tính bằng công thức sau:

$$Q_{sen} = -\rho_a C_p C_s U_{10} (T_0 - T_{10}), \quad (4)$$

và dòng ẩn nhiệt bốc hơi Q_{lat} được tính bằng công thức sau:

$$Q_{lat} = -\rho_a L_v C_D U_{10} (q_0 - q_{10}), \quad (5)$$

Trong đó: ρ_a - mật độ không khí, C_p – nhiệt dung riêng của không khí với áp suất không đổi, L_v – ẩn nhiệt bốc hơi, J/kg ; q_{10} là độ ẩm riêng của không khí, q_0 là độ ẩm riêng của nước bão hòa với nhiệt độ T_0 , C_s – (số Stanton), C_D – (số Dalton).

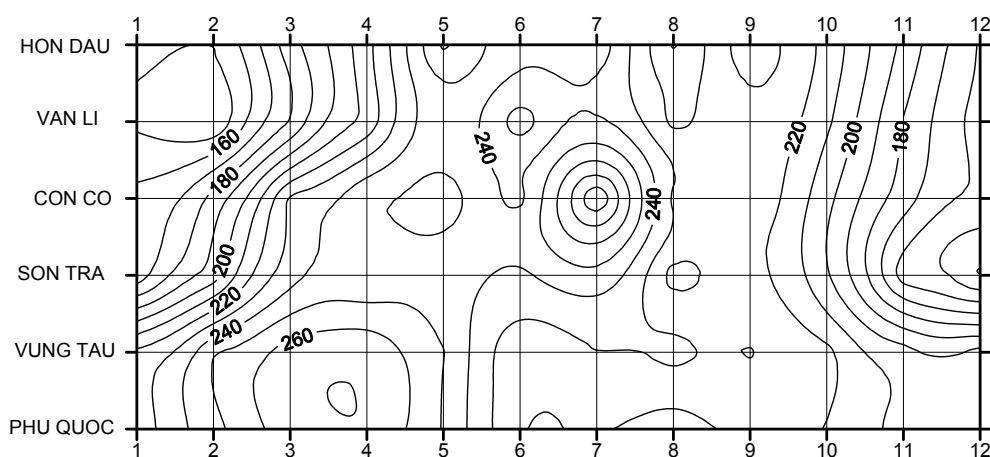
III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

1. Phân bố các thành phần trao đổi nhiệt mặt biển theo tháng

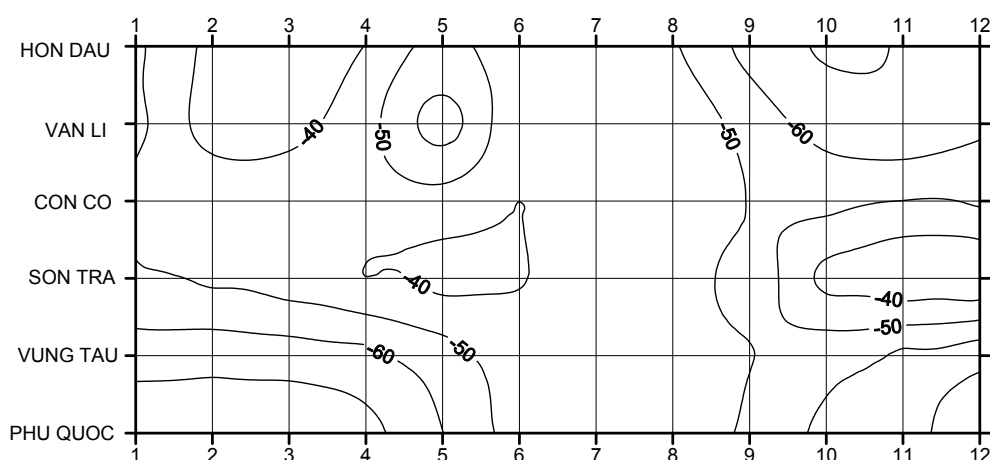
Dòng Q_{sr} (Hình 2) tại Hòn Dấu và Văn Lý tăng dần từ tháng 12, 1, 2 (150 W/m^2) đến tháng 5 (250 W/m^2), Cồn Cỏ 160 W/m^2 (tháng 12, 1) tăng lên 260 W/m^2 vào tháng 7, Sơn Trà 150 W/m^2 (tháng 12) tăng lên 240 W/m^2 (tháng 4, 5, 6, 7). Vũng Tàu, Phú Quốc giá trị thay đổi từ 200 W/m^2 vào tháng 12, đạt cực đại vào tháng 4 (270 W/m^2). Theo phương Bắc Nam, Q_{sr} tăng dần vào các tháng mùa đông và mùa xuân, mùa hè đều đạt cao, cực đại tại Cồn Cỏ, các tháng mùa thu khá tương đồng khoảng $200-220 \text{ W/m}^2$.

Dòng Q_{lw} (Hình 3) do sóng dài luôn có giá trị âm tại tất cả các vùng và chỉ dao động trong khoảng từ 40 đến 60 W/m^2 . Tại các vùng hầu như giá trị này lớn nhất vào các tháng cuối năm, và nhỏ nhất vào các tháng mùa hè. Theo phương Bắc Nam vào các tháng 1-3 có xu hướng tăng dần, các tháng 4-5-6, 10-11-12 nhỏ nhất tại vùng Sơn Trà, các tháng 7-8-9 khá đồng nhất. Hiện tượng dị thường tại Sơn Trà về biến thiên dòng sóng dài.

Dòng nhiệt rời Q_{sen} (Hình 4) phần lớn có giá trị âm và nhỏ hơn 20 W/m^2 . Tại Côn Cỏ, Sơn Trà vào các tháng 3 đến tháng 8 có giá trị dương. Tại Vũng Tàu Q_{sen} hầu như bằng không trong suốt năm. Tại Phú Quốc giá trị này nhỏ hơn 10 W/m^2 vào tháng 1, 2, 3, còn các tháng còn lại đạt trên 10 W/m^2 . Tại Hòn Dấu đạt cao nhất hơn 20 W/m^2 vào tháng 3, 4. Từ phía Bắc Q_{sen} giảm dần tới miền Trung và tăng đến phía Nam.



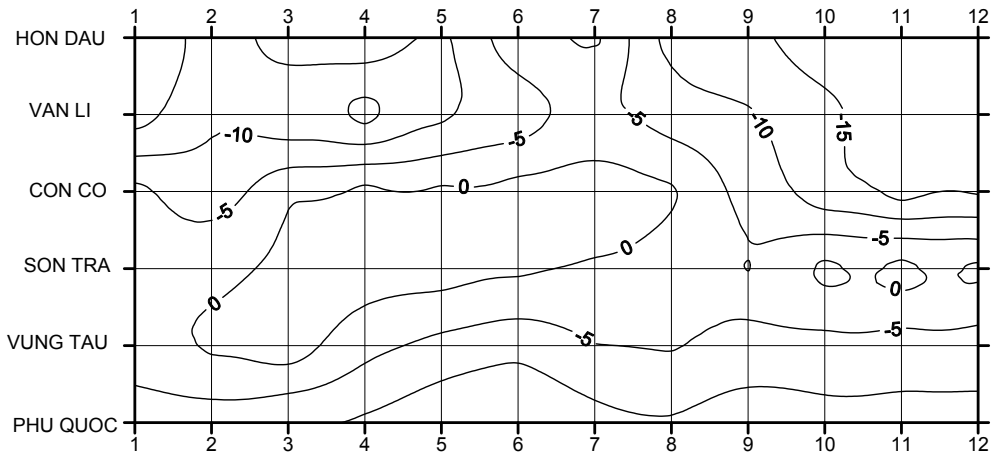
Hình 2. Phân bố Q_{sr} theo tháng trong năm



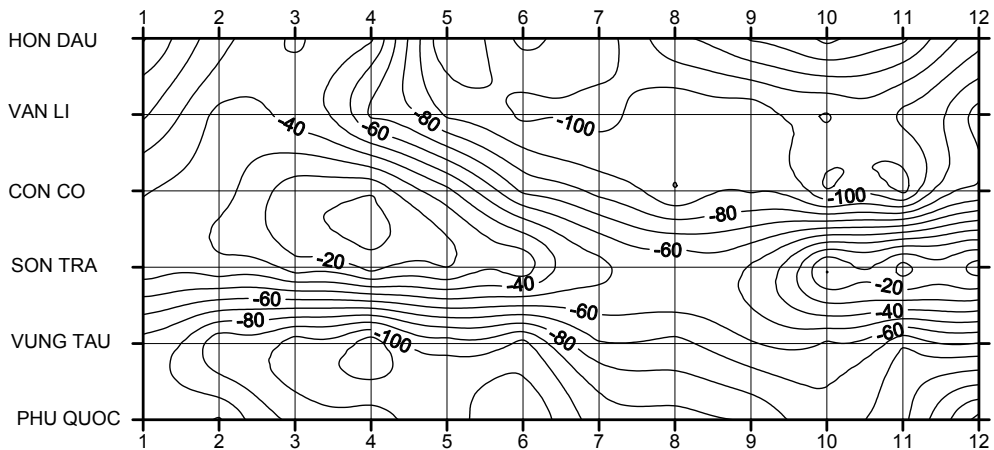
Hình 3. Phân bố Q_{lw} theo tháng trong năm

Dòng bốc hơi (Hình 5) luôn có giá trị âm và thay đổi mạnh từ 10 đến 140 W/m^2 . Tại các vùng Hòn Dấu, Văn Lí Q_{lat} tăng từ tháng 3 đến tháng 10, sau đó giảm dần. Tại Côn Cỏ tăng từ tháng 4 đến tháng 10-11 và giảm dần. Tại Sơn Trà Q_{lat} biến đổi ít từ tháng 10 đến tháng 5 chỉ đạt gần 30 W/m^2 tăng từ tháng 6

đến tháng 8 đạt cực đại 60W/m^2 và giảm dần tới tháng 10. Tại Vũng Tàu tăng từ tháng 1 đến tháng 4 với cực đại 110W/m^2 sau đó giảm dần tới tháng 12. Tại Phú Quốc tăng tháng 1 (75W/m^2) đến tháng 6 với cực đại 110W/m^2 , sau đó giảm dần tới tháng 10 (75W/m^2) và lại tăng đến tháng 12 với cực đại 110W/m^2 . Như vậy tại Phú Quốc Q_{lat} có tới hai cực đại và hai cực tiểu, còn các vùng khác chỉ có 1 cực đại và 1 cực tiểu. Theo phương từ Bắc tới phía Nam trong các tháng Q_{lat} đều giảm dần từ Hòn Dấu đến vùng Cồn Cỏ-Sơn Trà và tăng tới vùng Vũng Tàu và giảm về phía Phú Quốc.



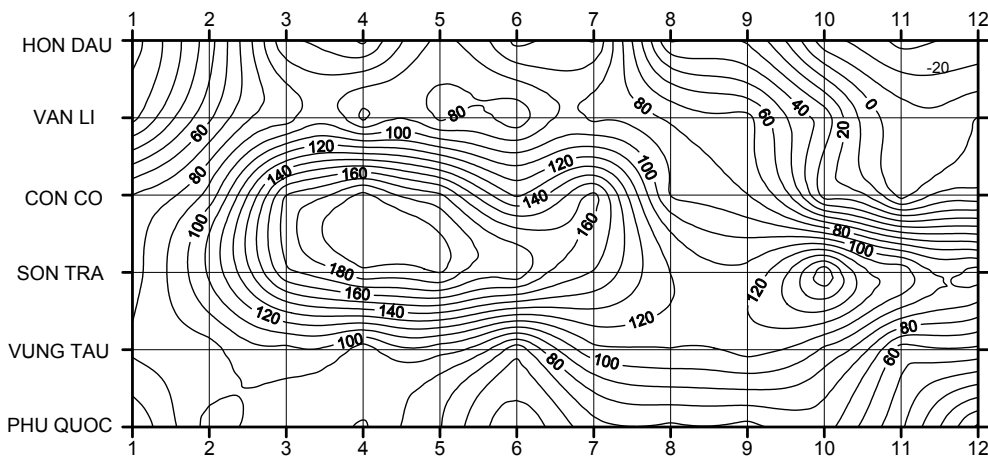
Hình 4. Phân bố Q_{sen} theo tháng trong năm



Hình 5. Phân bố Q_{lat} theo tháng trong năm

Dòng Q_{net} xâm nhập vào mặt biển thực tế (Hình 6) tại Hòn Dấu, có hai cực đại vào tháng 4 và tháng 6 đạt 110W/m^2 và giảm dần cho đến tháng 11 và đạt cực tiểu với giá trị -30W/m^2 . Tại Văn Lý có hai cực đại vào giữa tháng 3-

4, 6-7, giảm mạnh về cuối năm và đạt giá trị nhỏ nhất là -10 W/m^2 . Tại Cồn Cỏ tăng dần từ tháng 1 đến tháng 4 đạt cực đại 190 W/m^2 và giảm mạnh về cuối năm, đạt cực tiểu vào tháng 11 với 0. Tại Sơn Trà có hai cực đại vào tháng 4, 5 với 185 W/m^2 và tháng 10 với 160 W/m^2 . Tại Vũng Tàu hai cực đại vào tháng 3 với 100 W/m^2 và tháng 9 với 110 W/m^2 và nhỏ nhất vào tháng 12 với 60 W/m^2 . Tại Phú Quốc Q_{net} cực đại vào tháng 2 là 90 W/m^2 , sau đó giảm dần và đạt cực tiểu vào tháng 6 với 30 W/m^2 , tăng dần đến tháng 10 đạt cực đại 75 W/m^2 , và giảm dần tới tháng 12, 1. Theo phương Bắc Nam Q_{net} tháng 1 đến tháng 7 tăng dần từ Hòn Dấu đến Cồn Cỏ – Sơn Trà và giảm dần tới Vũng Tàu, Phú Quốc, từ tháng 8 đến tháng 12 tăng mạnh từ Hòn Dấu tới Sơn Trà và giảm dần tới Phú Quốc.



Hình 6. Phân bố Q_{net} theo tháng trong năm

2. Biến trình năm các dòng nhiệt mặt biển

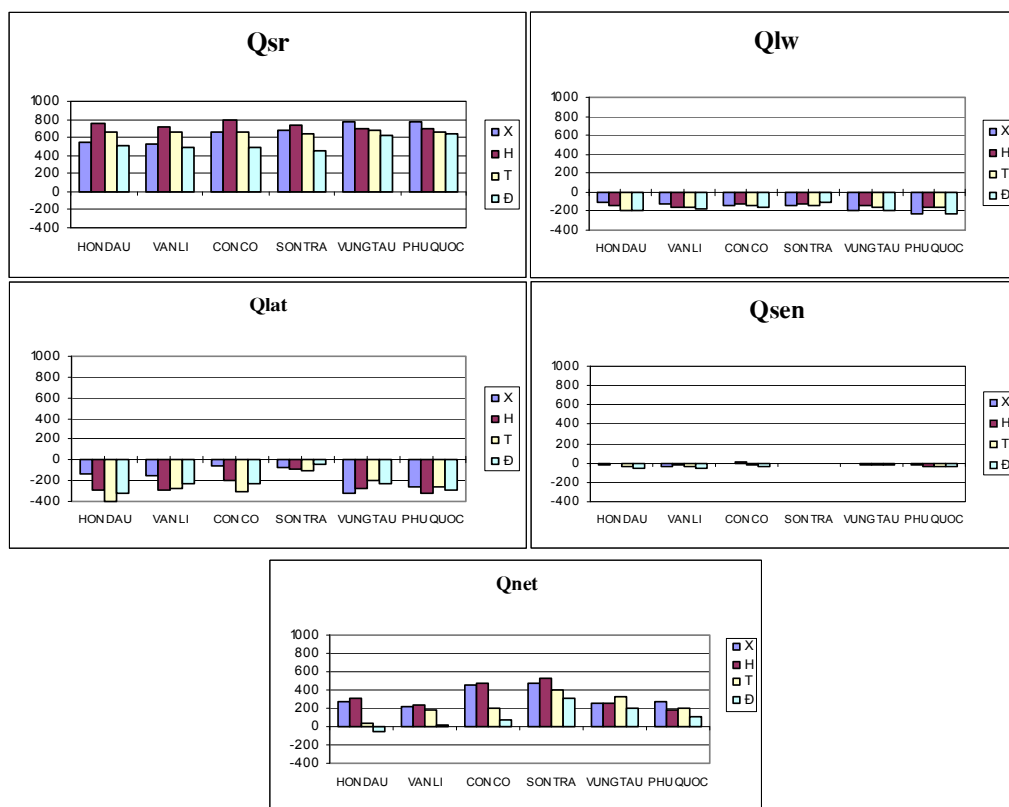
Đối với từng vùng biển, theo hình 7 ta thấy rõ sự biến thiên theo mùa của các dòng nhiệt mặt biển. Q_{sr} từ Hòn Dấu đến Sơn Trà tăng từ mùa xuân đến mùa hè với cực đại và giảm dần tới mùa đông, từ Vũng Tàu đến Phú Quốc cực đại vào mùa xuân sau đó giảm dần tới mùa đông. Điều này khá phù hợp với kết quả công bố của Dur Văn Toán (2004). Q_{sr} cực đại tại Cồn Cỏ vào mùa hè và đạt 800 W/m^2 , nhỏ nhất tại Sơn Trà 400 W/m^2 .

Q_{lw} luôn có giá trị âm, về cường độ từ Hòn Dấu đến Cồn Cỏ tăng từ mùa xuân đến mùa thu, tại Sơn Trà giảm dần về mùa đông, tại Vũng Tàu và Phú Quốc tăng dần từ mùa hè sang tới mùa đông, mùa xuân. Q_{lw} đạt cực đại tại Phú Quốc hơn 200 W/m^2 vào mùa đông-xuân, nhỏ nhất tại Hòn Dấu vào mùa xuân gần 100 W/m^2 .

Q_{sen} rất nhỏ so với các thành phần khác, và có xu hướng tăng dần từ mùa xuân tới mùa đông. Tại Sơn Trà Q_{sen} bằng 0.

Q_{lat} luôn có giá trị âm, từ Hòn Dấu tới Sơn Trà có xu hướng tăng từ mùa xuân tới mùa thu và giảm về mùa đông. Tại Vũng Tàu giảm từ mùa xuân tới mùa thu và tăng lại về mùa đông. Tại Phú Quốc tăng từ xuân tới hè giảm về mùa thu lại tăng vào mùa đông, giảm tới mùa xuân. Q_{lat} cực đại tại Hòn Dấu vào mùa thu 400 W/m^2 , nhỏ nhất tại Sơn Trà vào mùa đông 30 W/m^2 .

Q_{net} tăng từ xuân lên hè giảm mạnh thu tới đông ở 3 vùng Hòn Dấu, Văn Lý, Cồn Cỏ. Tại Sơn Trà, Vũng Tàu xu hướng cũng như vậy nhưng giảm yếu. Tại Phú Quốc giảm từ mùa xuân tới mùa đông. Q_{net} đạt cực đại tại Sơn Trà vào mùa hè khoảng 500 W/m^2 , nhỏ nhất tại Hòn Dấu cùng với giá trị âm -30 W/m^2 .

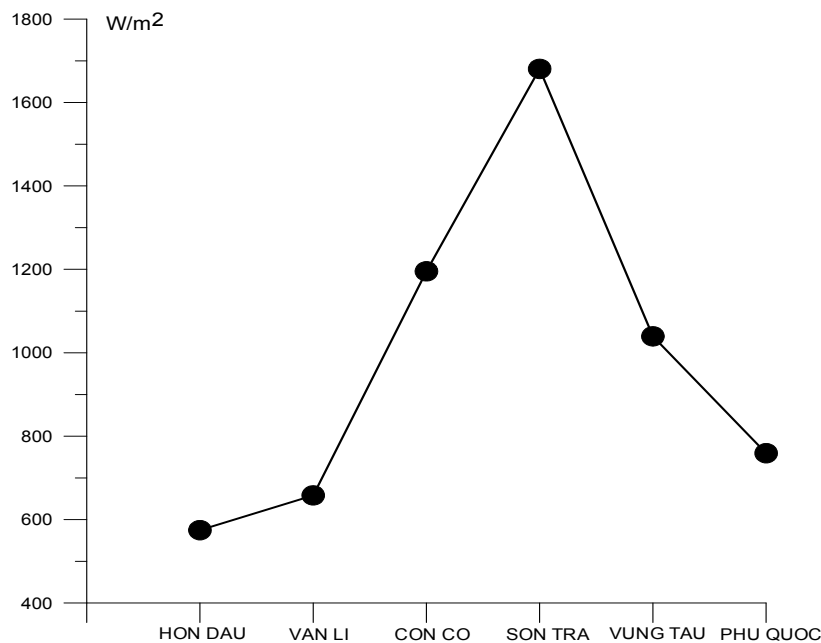


Hình 7. Biểu đồ biến thiên mùa các dòng nhiệt mặt biển. Chú thích: X - Mùa xuân, (tháng 2, 3, 4); H - Mùa hè, (tháng 5, 6, 7); T - Mùa thu, (tháng 8, 9,10); Đ - Mùa đông,(tháng 11, 12, 1).

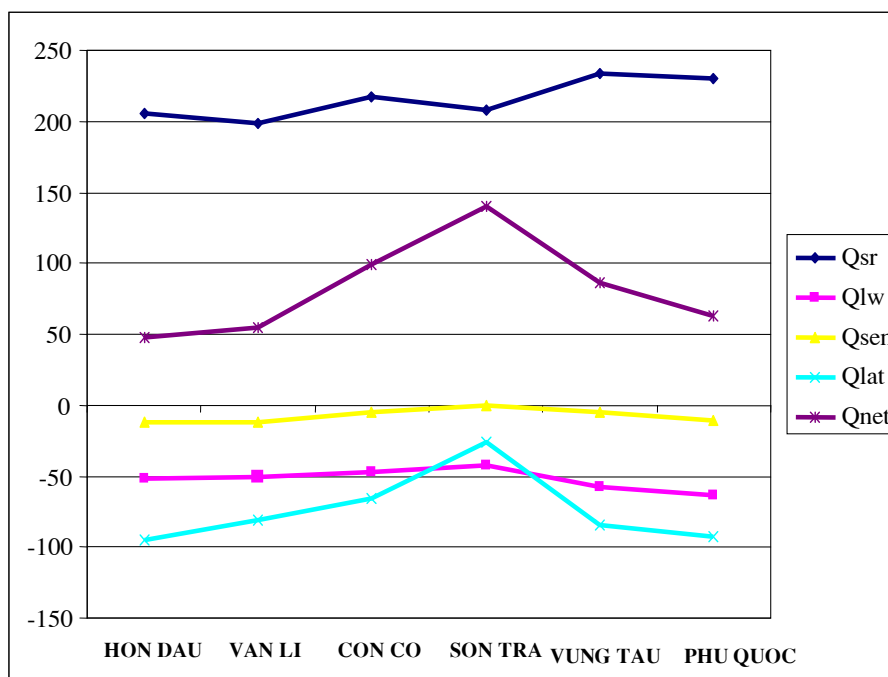
Như vậy tại vùng Hòn Dấu có hiện tượng dị thường mùa đông Q_{net} âm tức nhiệt đi từ nước biển vào không khí. Đây cũng là dấu hiệu dị thường có thể cho cả vùng vịnh Bắc Bộ, vì đây cũng là điểm rất đặc trưng về quá trình trao đổi nhiệt mặt biển.

Hình 8 cho ta thấy phân bố của tổng trong năm dòng Q_{net} xâm nhập xuống các tầng sâu dưới biển là nguồn năng lượng chính cung cấp cho môi trường biển và sinh vật biển. Tại Hòn Dấu tổng năm chỉ vào khoảng 600 W/m^2 bằng 1/3 tại Sơn Trà với 1.800 W/m^2 . Đồ thị thể hiện sự tăng mạnh từ các vùng biển nằm ở vĩ độ 20°N (Hòn Dấu, Văn Lí) đến các vùng biển ở 16°N (Sơn Trà), và giảm mạnh tới các vùng ở vĩ độ 10°N (Vũng Tàu, Phú Quốc). Do không có nhiều trạm quan trắc ven biển nên chưa xác định được cụ thể là ở vĩ độ nào thì có giá trị cường độ Q_{net} cao nhất.

Hình 9 cho ta thấy biến thiên của các dòng nhiệt mặt biển. Theo hình 14 Q_{sr} trung bình năm giảm dần từ Hòn Dấu tới Văn Lí, tăng lên tới Côn Cỏ, hơi giảm tới Sơn Trà và tăng về Vũng Tàu, Phú Quốc. Cực tiểu tại Văn Lí khoảng 200 W/m^2 . Q_{sen} , Q_{lw} , Q_{lat} về cường độ đều có giá trị âm và đều tăng từ Hòn Dấu tới Sơn Trà, giảm dần về Phú Quốc. Tuy nhiên về giá trị tại Sơn Trà các giá trị này đều nhỏ nhất. Q_{net} tăng dần tới Sơn Trà và giảm dần tới Phú Quốc. Q_{net} cực đại tại Sơn Trà 140 W/m^2 , cực tiểu tại Hòn Dấu khoảng 50 W/m^2 .



Hình 8. Phân bố tổng năm Q_{net} tới mặt biển tại các vùng (W/m^2)



Hình 9. Phân bố giá trị trung bình tháng của các dòng nhiệt mặt biển (W/m^2)

Dòng nhiệt tới mặt biển Q_{sr} tăng dần từ Bắc vào Nam, nhưng dòng Q_{net} xuống biển thì lại tăng dần từ Bắc đến Sơn Trà ở miền Trung sau đó giảm mạnh về phía Nam, nguyên nhân chính là do dòng bốc hơi Q_{lat} giảm mạnh từ miền Bắc đến miền Trung, và sau đó tăng mạnh về phía miền Nam. Dòng bức xạ do sóng dài tương đối ổn định từ miền Bắc tới miền Trung, sau đó tăng nhẹ, nhưng vai trò hơi nhẹ hơn của Q_{lat} . Dòng rối nhiệt Q_{sen} có giá trị rất nhỏ, nhưng cũng có xu hướng giảm từ Bắc tới Trung và lại tăng vào Nam.

IV. THẢO LUẬN VÀ NHẬN XÉT

Kết quả tính các dòng nhiệt cho tháng trung bình nhiều năm cho thấy sự biến thiên rất đa dạng của các dòng nhiệt mặt biển. Theo hướng Bắc Nam, Q_{sr} tăng dần vào các tháng mùa đông và mùa xuân, mùa hè đều đạt cao, cực đại tại Côn Cỏ, các tháng mùa thu khá đồng nhất. Q_{lw} vào các tháng 1-3 có xu hướng tăng dần, các tháng 4-5-6, 10-11-12 nhỏ nhất tại vùng Sơn Trà, các tháng 7-8-9 khá đồng nhất. Hiện tượng dị thường tại Sơn Trà về biến thiên dòng Q_{lw} . Q_{sen} giảm dần tới miền Trung và tăng đến phía Nam. Q_{lat} đều giảm dần từ Hòn Dấu đến vùng Côn Cỏ-Sơn Trà và tăng tới vùng Vũng Tàu và giảm về phía Phú Quốc.

Q_{sr} trung bình năm tăng dần từ Hòn Dấu, Văn Lí tới Côn Cỏ, hơi giảm tới Sơn Trà và tăng tại Vũng Tàu, Phú Quốc. Cực tiểu tại Văn Lí khoảng 200 W/m^2 . Q_{sen} , Q_{lw} , Q_{lat} về cường độ đều có giá trị âm và đều tăng từ Hòn Dấu tới Sơn Trà, giảm dần về Phú Quốc. Tuy nhiên về giá trị tại Sơn Trà các giá trị này đều nhỏ nhất.

Về phân bố Q_{net} tăng dần tới Sơn Trà và giảm dần tới Phú Quốc. Q_{net} cực đại tại Sơn Trà 140 W/m^2 , cực tiểu tại Hòn Dấu khoảng 50 W/m^2 .

Dòng nhiệt thực tế xâm nhập qua mặt biển trung bình tháng năm Q_{net} tại Hòn Dấu là 50 W/m^2 (nhiệt từ không khí vào biển), biến thiên năm dao động từ cực đại vào tháng 4 là 122 W/m^2 tới cực tiểu vào tháng 11 là -33 W/m^2 (nhiệt đi từ biển vào không khí). Tại Sơn Trà Q_{net} trung bình tháng là 131 W/m^2 , biến thiên năm dao động từ cực đại vào tháng 5 với 192 W/m^2 tới cực tiểu vào tháng 1 là 75 W/m^2 . Tại Vũng Tàu Q_{net} trung bình tháng là 86 W/m^2 , biến thiên năm dao động từ cực đại vào tháng 9 với 114 W/m^2 tới cực tiểu vào tháng 12 là 57 W/m^2 . Tại Phú Quốc Q_{net} trung bình tháng là 63 W/m^2 , biến thiên năm dao động từ cực đại vào tháng 2 với 94 W/m^2 tới cực tiểu vào tháng 12 là -2 W/m^2 .

Biến thiên năm của Q_{net} của toàn bộ dải ven biển Việt Nam phần lớn bị chi phối bởi dòng nhiệt ẩn bốc hơi.

Tại vùng Hòn Dấu có hiện tượng dị thường mùa đông Q_{net} âm tức nhiệt đi từ nước biển vào không khí.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài MS 718106 thuộc Chương trình NCCB Bộ Khoa học và Công nghệ. Các tác giả xin chân thành cảm ơn PGS. TS. Phạm Văn Huân từ Đại học Quốc gia Hà Nội, TS. Bùi Xuân Thông từ Trung tâm Khí tượng Thủy văn biển, TS. Bùi Hồng Long từ Viện Hải dương học Nha Trang đã có những đóng góp cho bản thảo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Claude Talandier, Anne-Marie Treguier, Bernard Barnier, 2003. Preparing surface flux fields by using bulk formulate for the DRAKKAR project. Internal report DRO/LPO 03-13. 31p.
- Dur Văn Toán, 2004. Cân bằng nhiệt mặt nước biển khu vực đảo Trường Sa và đảo Phú Quý. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển. T.4. S.3. Tr.54-66.
- Dur Văn Toán, Nguyễn Hồng Lân, Nguyễn Hữu Cường, Nguyễn Ngọc Tiến, Đỗ Huy Cường, Nguyễn Kim Cát, Vũ Hải Đăng, 2007. Một số kết quả tính

- dòng nhiệt mặt biển tại khu vực vịnh Bắc Bộ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. T.7, S.2. Tr. 19-32.
- Dur Văn Toán, 2007. Tương tác nước biển - không khí vùng biển Phú Quốc và Vũng Tàu. Tạp chí Khí Tượng Thủy Văn. Trung Tâm Khí Tượng Thủy Văn Quốc Gia. Hà Nội, Số 558. Tr. 36-42.
- Esbensen S. K., Y. Kushmir, 1981. The Budget of the Global Ocean: an Atlas Based on Estimates from Surface Marine Observations. Climatic Research Institute Report No.29. 18 p.
- Fairall C., F.F. Bradley, D. Rogers, 1997. COARE bulk air-sea flux algorithm. 12 p.
- Fan Y., W. Brown, 2003. The Heat Budget for Mt. Hope Bay. Smart technical report No. SMAST-03-0801, 14 p.
- Jiande Wang, James A. Carton, 2002. Seasonal Heat Budgets of the North Pacific and North Atlantic Oceans. Journal of Physical Oceanography. 32(11): 3474-3488. AMS-USA.
- Jungyul Na, Jangwon Seo, Heung-Jae Lie, 1999. Annual and Seasonal Variations of the Sea Surface Heat Fluxes in the East Asian Marginal Seas. Journal of Oceanography. Vol. 55: 257-270. The Oceanographic Society of Japan.
- Miller S., P. Mupparapu, W. S. Brown, F.L. Bub, 1999. Convex air-sea heat flux calculations. Technical Report UNH-OPAL-1999-004. 13 p.
- Naoki Hirose, Cheol-Ho Kim, Jong-Hwan Yoon, 1996. Heat budget in the Japan Sea. Journal of Oceanography. Vol. 52: 553-574. The Oceanographic Society of Japan.
- Naoki Hirose, Hyun-Chul Lee, Jong-Hwan Yoon, 1998. Surface Heat Flux in the East China Sea and the Yellow Sea. Journal of Physical Oceanography. 29(3): 401-417.
- Robert H. Stewart, 2004. Introduction to Physical Oceanography. Texas A&M University. 344 p.
- Timothy Liu W., Yun He, Xiao-Hai Yan, 1997. Surface Heat Fluxes in the Western Equatorial Pacific Ocean Estimated by Bulk Parameterization and by an Inverse Mixed Layer Model. Journal of Physical Oceanography. 27(11): 2477-2487. AMS-USA.