

ĐÁNH GIÁ SỨC TẢI MÔI TRƯỜNG VỰC NƯỚC THỦY TRIỀU - CAM RANH

Phan Minh Thụ*, Nguyễn Hữu Huân, Bùi Hồng Long

Viện Hải dương học-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Số 1 Cầu Đá, Nha Trang, Khánh Hòa, Việt Nam

*Email: phanminhthu@vnio.org.vn

Ngày nhận bài: 24-1-2013

TÓM TẮT: Trên cơ sở nguồn dữ liệu thu thập, khảo sát trong thời gian 2011 - 2012 và kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội vùng ven bờ vực nước Thủy Triều - Cam Ranh, bài báo trình bày kết quả đánh giá sức tải môi trường vực nước nhằm phục vụ công tác quản lý để phát triển bền vững. Kết quả nghiên cứu cho thấy: hiện tại, vực nước đã đạt ngưỡng sức tải tiềm năng đối với chất hữu cơ (thông qua COD) tiệm cận ngưỡng sức tải hữu dụng đối với muối dinh dưỡng NO_3^- và NH_4^+ trong mùa khô và đạt ngưỡng sức tải tiềm năng đối với muối dinh dưỡng photphat trong mùa mưa. Căn cứ vào quy hoạch phát triển kinh tế xã hội đến năm 2015 và 2020, dự báo tải lượng hữu cơ tiếp tục vượt ngưỡng chịu tải của vực nước. Do đó, cần thiết phải có những giải pháp kỹ thuật để giảm thiểu tổng lượng thải của các hoạt động kinh tế - xã hội cũng như tăng cường khả năng tự làm sạch của thủy vực để cải thiện chất lượng môi trường.

Từ khóa: Sức tải môi trường, phát triển bền vững, Cam Ranh, Thủy Triều, tự làm sạch

MỞ ĐẦU

Môi trường và những vấn đề liên quan đến quản lý môi trường đang ngày càng được chú trọng trong bối cảnh phát triển kinh tế và thích ứng với biến đổi khí hậu toàn cầu, đặc biệt là xác định sức tải môi trường của thủy vực và dự báo biến động của nó trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội (KTXH) làm cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp quản lý, góp phần giảm thiểu nguy cơ môi trường, đảm bảo sự phát triển bền vững.

Sức tải môi trường (environmental capacity) là một thuộc tính của môi trường và có thể được hiểu như khả năng tiếp nhận các hoạt động hay tốc độ của một hoạt động nào đó (lượng chất thải, sản lượng khai thác trên một đơn vị thời gian, trong một không gian ...) mà không gây ra hiệu ứng bất lợi [12]. Đánh giá sức tải (assessment of environmental capacity) có ý nghĩa quan trọng trong quản lý tổng

hợp và phát triển bền vững vì nó xác định giới hạn tối đa sức tải có thể khai thác từ khu vực nghiên cứu trong bối cảnh phát triển kinh tế xã hội tương ứng mà không gây ra những thay đổi bất lợi cho cả hệ sinh thái tự nhiên cũng như cấu trúc và chức năng của các thực thể xã hội [7]. Sức tải môi trường đã và đang ứng dụng rộng rãi để tính toán khả năng “đồng hóa” chất thải từ các hoạt động khác nhau của một vùng, một thủy vực, một hệ sinh thái ... nhằm duy trì và quản lý hệ thống một cách hiệu quả, đảm bảo phát triển bền vững. Trên thế giới, nghiên cứu và ứng dụng sức tải môi trường đã được phát huy mạnh mẽ, nhất là trong nuôi trồng thủy sản và phát triển du lịch [3-6, 9-11, 13, 15-17, 21, 26, 28, 31].

Ở Việt Nam, nghiên cứu và ứng dụng sức tải môi trường chỉ mới được tiếp cận và triển khai trong khoảng 10 năm trở lại đây. Những nghiên cứu này sử dụng các mô hình khối hoặc các mô hình vận chuyển, khuếch tán vật chất thuần túy và đã áp

dụng cho các sông ở: Sài Gòn, Đồng Nai, sông Bạch Đằng ... [8, 22, 24, 29]. Nguyễn Tác An và Võ Duy Sơn [30] đã áp dụng phương pháp đồng vị đánh dấu để xác định khả năng trao đổi nước và đánh giá sức tải môi trường ở đầm Thủy Triều - vịnh Cam Ranh.

Trong thời gian qua, quá trình đô thị hóa cũng như sự phát triển mạnh mẽ của các hoạt động KTXH ở vùng ven bờ quanh vực nước Thủy Triều - Cam Ranh, nhất là việc phát triển thị xã Cam Ranh lên thành phố và hình thành huyện mới Cam Lâm đã có những tác động nhất định đến môi trường và nguồn lợi vực nước. Nguyên nhân chính là do sự gia tăng lượng thải từ các hoạt động KTXH vùng ven bờ [25] đã làm ô nhiễm và suy thoái môi trường, suy giảm nguồn lợi ... Việc xuất hiện dịch bệnh tôm cá thường xuyên hơn trong những năm gần đây là minh chứng rõ ràng cho dấu hiệu quá tải của thủy vực. Chính vì vậy, đánh giá, dự báo sức tải môi trường vực nước Thủy Triều - Cam Ranh có ý nghĩa quan trọng cho việc quản lý, quy hoạch và phát triển KTXH ở đây.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu

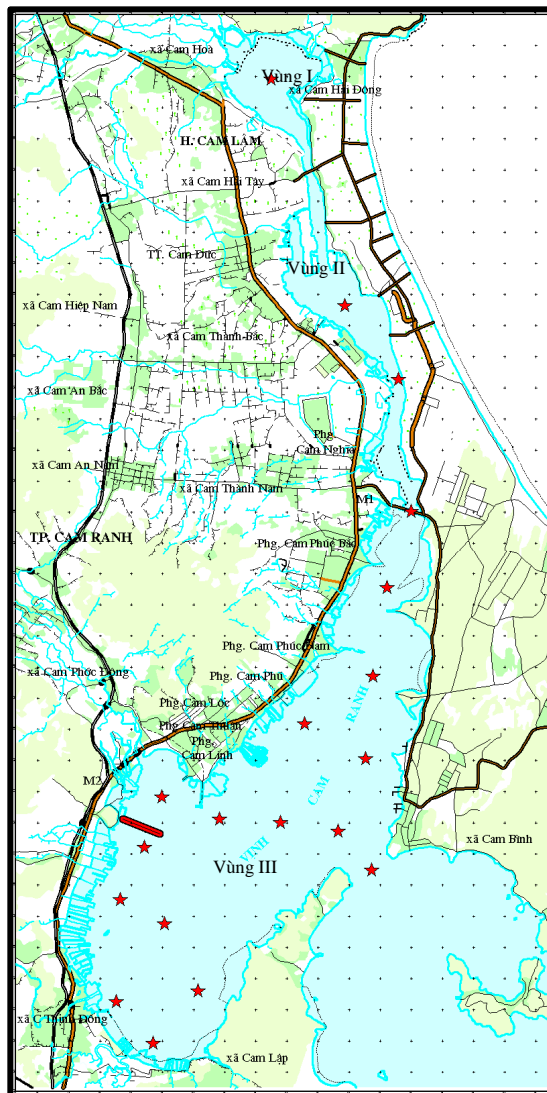
Căn cứ vị trí, đặc điểm địa hình, đặc điểm KTXH ... vực nước nghiên cứu được chia làm ba khu vực (hình 1):

Vùng I (Bắc đầm Thủy Triều): Khu vực này bắt đầu từ đỉnh đầm Thủy Triều đến Cầu Mới, có diện tích mặt nước: $5,86 \times 10^6 m^2$, thể tích thủy vực: $7,90 \times 10^6 m^3$. Vùng này chịu tác động trực tiếp của các hoạt động KTXH của các xã: Cam Hòa, Cam Hải Đông và Cam Hải Tây (huyện Cam Lâm).

Vùng II: (Nam đầm Thủy Triều): Khu vực này kéo dài từ Cầu Mới đến cầu Long Hồ, được xem như vùng tiếp giáp giữa đầm Thủy Triều với vịnh Cam Ranh, có diện tích mặt nước: $8,03 \times 10^6 m^2$, thể tích thủy vực: $21,06 \times 10^6 m^3$. Vùng này chịu tác động trực tiếp của các hoạt động KTXH của thị trấn Cam Đức, xã Cam Thành Bắc (huyện Cam Lâm) và phường Cam Nghĩa (thành phố Cam Ranh) - đang bắt đầu đô thị hóa.

Vùng III (vịnh Cam Ranh): Khu vực này bắt đầu từ cầu Long Hồ đến cửa vịnh Cam Ranh, có diện tích mặt nước: $80,61 \times 10^6 m^2$, thể tích thủy vực: $632,71 \times 10^6 m^3$. Vùng này chịu tác động trực tiếp của các hoạt động KTXH của phường Cam Phúc Bắc, Cam Phúc Nam, Cam Phú, Cam Thuận, Cam Linh, Cam

Lợi, Ba Ngòi, xã Cam Thịnh Đông và Cam Lập (thành phố Cam Ranh). Là thành phố trực thuộc tỉnh, Cam Ranh hiện đang phát triển nhanh, đặc biệt là mở rộng cơ sở hạ tầng và các ngành công nghiệp.



Hình 1. Sơ đồ trạm nghiên cứu ở Thủy Triều - Cam Ranh (★: Trạm vị thu mẫu)

Tài liệu thu thập và phương pháp phân tích mẫu

Bài báo sử dụng số liệu của các chuyến khảo sát tổng hợp vực nước Thủy Triều - Cam Ranh (hình 1) trong thời gian: 2011 - 2012. Ngoài ra, nguồn dữ liệu thống kê nhiều năm về lượng mưa, lượng bốc hơi, nhiệt độ và độ ẩm từ trạm khí tượng thủy văn Nha Trang, số liệu hiện trạng và định hướng quy hoạch phát triển KTXH đến năm 2015, tầm nhìn

2020 của các xã, phường, thị trấn ven biển huyện Cam Lâm và thành phố Cam Ranh cũng được sử dụng trong tính toán, dự báo.

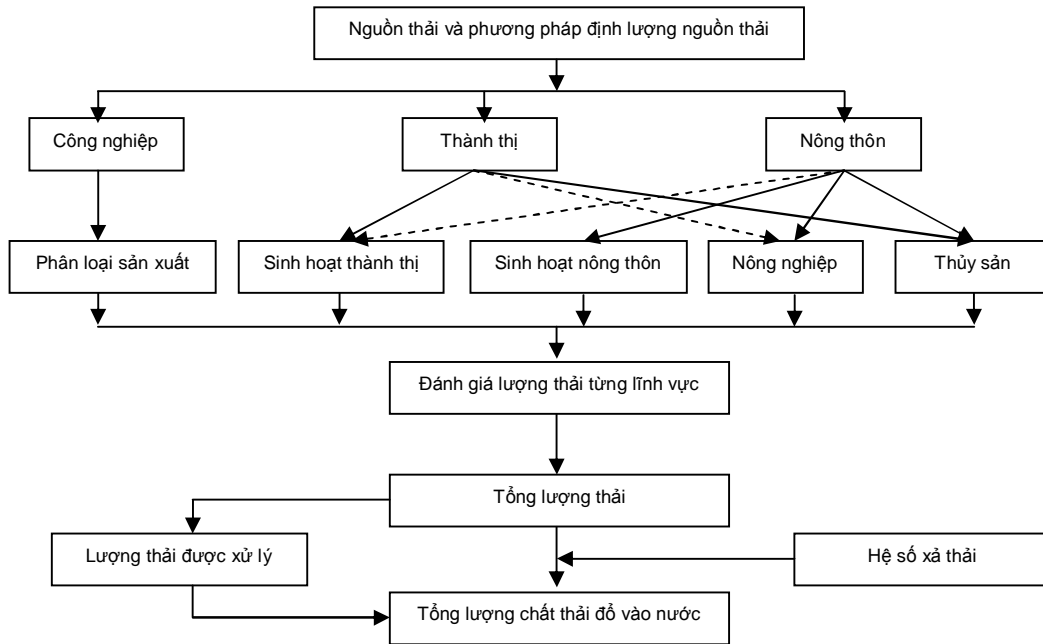
Mẫu nước được thu thập, phân tích theo các phương pháp hiện hành: Nhiệt độ, độ mặn được đo bằng STD-SD204W (Na Uy); NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ và PO_4^{3-} được định lượng theo phương pháp quang phổ [2]; oxy hòa tan (DO) bằng phương pháp Winkler [2]; BOD_5 (nhu cầu oxy sinh hóa) bằng gia số DO

trong bình đen-trắng sau 5 ngày ủ mẫu; COD (nhu cầu oxy hóa học) theo phương pháp oxy hóa bởi Dichromate Kali [2].

Phương pháp ước lượng tải lượng thải

Quá trình định lượng tổng lượng thải được thực hiện theo sơ đồ trên hình 2. Tổng lượng chất thải (CT_T) được tính theo công thức:

$$\text{CT} = \sum \text{CT}_i \tag{1}$$



Hình 2. Sơ đồ định lượng nguồn thải vào thủy vực [25]

Trong đó, CT_i : Tổng lượng thải của các thành phần công nghiệp (CT_{CN}), sinh hoạt (CT_{SH}), chăn nuôi (CT_{NNCN}) và nuôi trồng thủy sản (CT_{NTTS}). Chất thải sinh hoạt được xác định dựa vào dân số và định mức thải bình quân của con người; chất thải chăn nuôi dựa vào quần đàn gia súc và gia cầm cũng như định mức thải bình quân của đối tượng nuôi; chất thải từ hoạt động nuôi trồng thủy sản dựa vào sản lượng nuôi trồng và định mức phát thải khi nuôi một đơn vị sản phẩm. Định mức nước thải bình quân từ sinh hoạt và nông nghiệp theo MONRE [20]. Đối với chất thải công nghiệp, lượng nước thải được xác định thông qua tổng sản lượng sản xuất và công suất thiết kế của nhà máy xử lý nước thải. Định mức nước thải từ chế biến thủy sản theo Anh và cs. [1]. Mẫu nước thải công nghiệp, nuôi trồng thủy sản được thu tại các cống xả thải trong thời gian hoạt động và phân tích các yếu tố liên quan.

Một số yếu tố môi trường không có định mức thải bình quân được quy đổi dựa vào các hệ số của San Diego-McGlone và cs. [27].

Phương pháp đánh giá khả năng trao đổi nước bằng mô hình LOICZ

Mô hình LOICZ (Land-Ocean Interactions in Coastal Zones) là mô hình khối dùng để đánh giá thời gian lưu của nước, cân bằng vật chất và trạng thái dinh dưỡng được áp dụng rộng rãi ở các thủy vực ven bờ. Theo Gordon và cs. [14], quá trình cân bằng vật chất trong thủy vực có thể được khái quát bằng mô hình sau:

$$\frac{dM}{dt} = \sum \text{Vào} - \sum \text{Ra} + \sum [\text{Nguồn} - \text{Tiêu thụ}] \tag{2}$$

Ở đây: $\sum \text{Vào}$: nguồn vật chất đưa vào hệ; $\sum \text{Ra}$: Nguồn vật chất đưa ra khỏi hệ

Đối với khối nước và muối, (2) được viết lại như sau:

$$\frac{dV}{dt} = \Sigma V_{\text{Vào}} - \Sigma R_{\text{Ra}} \quad (3)$$

Với cân bằng nước, $\Sigma V_{\text{Vào}}$ là lượng nước đưa vào trong hệ $\Sigma V_{\text{Vào}} = (V_Q + V_P + V_O + V_G + V_X)$ và ΣR_{Ra} là lượng nước đưa ra khỏi hệ $\Sigma R_{\text{Ra}} = (V_E - V_R + V_X)$, với $V_R = -(V_Q + V_P + V_O + V_G) + V_E$. Ở đây, $V_Q, V_P, V_E, V_G, V_O, V_R, V_X$ lần lượt là: lượng nước sông, suối; lượng nước mưa; lượng nước bốc hơi; lượng nước ngầm; Các nguồn nước khác (như nước thải, nước phục vụ nông nghiệp ...); dòng chảy ra khỏi hệ; dòng trao đổi nước giữa hệ với vùng biển kế cận. Do đặc tính bảo toàn khối lượng, nên khi cân bằng nước xảy ra, (3) được viết lại:

$$0 = \Sigma V_{\text{Vào}} - \Sigma V_{\text{Ra}} \quad (4)$$

Hay là:

$$0 = \Sigma(V_Q | V_P | V_G | V_O | V_R | V_X) - \Sigma(V_E | V_X) \quad (5)$$

Do V_X liên quan với trao đổi vật chất nội tại trong khối nước, cụ thể là độ mặn của vùng biển lân cận (S_{ocean}) với độ mặn của hệ thống (S_{sys}). Ký hiệu

độ mặn của nước sông, nước mưa, nước bốc hơi, nước khác và nước ra khỏi hệ tương ứng: S_Q, S_P, S_E, S_G, S_O và S_R . Đối với cân bằng muối, phương trình (3) được viết lại như sau:

$$0 = \Sigma(V_Q S_Q + V_P S_P + V_G S_G + V_O S_O + V_R S_R + V_X S_{\text{ocean}}) - \Sigma(V_E S_E + V_X S_{\text{sys}}) \quad (6)$$

Do độ mặn của nước mưa, nước bốc hơi, nước sông và các nguồn nước khác gần bằng 0, nên (6) được viết lại:

$$0 = \Sigma(V_R S_R + V_X S_{\text{ocean}}) - \Sigma(V_X S_{\text{sys}}) \quad (7)$$

Suy ra:
$$V_X = \frac{V_R S_R}{S_{\text{sys}} - S_{\text{ocean}}} \quad (8)$$

Với V_{sys} là thể tích hệ thống, thời gian lưu của nước trong thủy vực τ được biểu diễn như sau:

$$\tau = \frac{V_{\text{sys}}}{(V_X + V_R)} \quad (9)$$

Nguồn dữ liệu tính toán thời gian lưu và khả năng trao đổi nước trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Dữ liệu nguồn nước thiết lập cho mô hình ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh

Lưu lượng (10 ⁶ m ³ /tháng)	Vùng I		Vùng II		Vùng III	
	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa
Nước mưa	0,30	1,65	0,41	2,26	4,09	22,69
Bốc hơi	-0,72	-0,67	-0,98	-0,91	-9,86	-9,18
Nước sông	1,07	12,55	0,92	47,59	24,95	62,20
Nước ngầm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nguồn khác	0,49	0,01	0,61	0,02	1,23	0,19

Phương pháp đánh giá sức tải môi trường

Trên cơ sở dữ liệu thể tích, thời gian lưu của nước, kết hợp dữ liệu về hàm lượng các chất ô nhiễm có mặt trong thủy vực, tiêu chuẩn chất lượng nước ... sức tải môi trường tiềm năng và thực tế của vực nước nghiên cứu được tính toán, đánh giá (hình 3).

Sức tải môi trường được tính như sau [12]:

Sức tải tiềm năng:

$$EC_{\text{TN}} = C_{\text{TC}} \times V_{\text{sys}}(1+1/\tau) \quad (10)$$

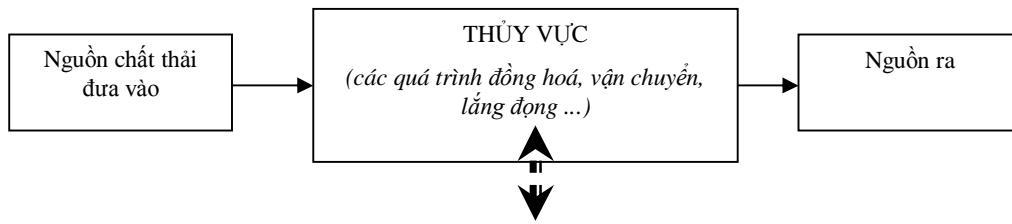
Sức tải hiện tại:

$$EC_{\text{HT}} = C_{\text{HT}} \times V_{\text{sys}}(1+1/\tau) \quad (11)$$

Sức tải còn được sử dụng:

$$EC_{\text{HD}} = 0,70 \times EC_{\text{TN}} - EC_{\text{HT}} \quad (12)$$

Với: C_{HT} : hàm lượng trung bình của chất ô nhiễm có mặt trong thủy vực nghiên cứu (bảng 2); C_{TC} : hàm lượng giới hạn của chất ô nhiễm trong quy chuẩn cho phép (bảng 3); 0,70: hệ số sử dụng an toàn khuyến cáo trong quy hoạch sử dụng sức tải môi trường.



Hình 3. Mô phỏng sức tải môi trường của thủy vực [Hiệu chỉnh 7, 12, 14]

Bảng 2. Giá trị trung bình một số yếu tố môi trường vực nước Thủy Triều - Cam Ranh (2011-2012)

Yếu tố	Đơn vị tính	Mùa khô				Mùa mưa			
		Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng
TSS	mg/l	3,40	3,97	4,55	4,37	7,50	7,55	10,03	9,40
COD	mg/l	16,43	14,24	14,38	14,49	18,46	16,37	14,34	14,98
BOD ₅	mg/l	1,93	1,46	0,83	1,02	2,80	2,17	1,07	1,38
NO ₂ ⁻	mg/l	0,001	0,003	0,001	0,001	0,006	0,002	0,004	0,003
NO ₃ ⁻	mg/l	0,059	0,064	0,079	0,075	0,010	0,022	0,021	0,020
NH ₄ ⁺	mg/l	0,063	0,067	0,071	0,070	0,017	0,020	0,056	0,047
PO ₄ ³⁻	mg/l	0,012	0,011	0,013	0,012	0,026	0,030	0,031	0,031

Bảng 3. Tiêu chuẩn chất lượng nước với các thông số tính toán

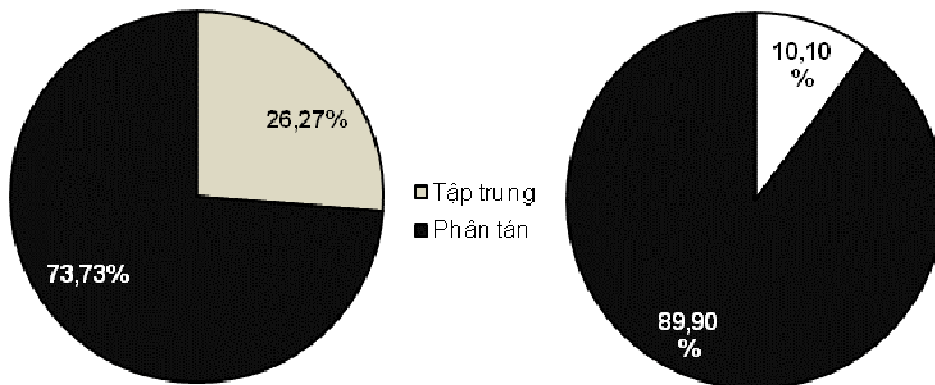
TT	Thông số	Đơn vị	Tiêu chuẩn nước nuôi thủy sản		Quy chuẩn Việt Nam [18,19]	Giá trị trung bình cao nhất (cực đại) của vực nước nghiên cứu	Giá trị chọn lựa
			ASEAN	Úc			
1	TSS	mg/l	-	-	50	57,4 (130)	50
2	COD	mgO ₂ /l	-	-	-	16,58 (19,96)	15
3	BOD ₅	mgO ₂ /l	-	-	-	-	6
4	NO ₂ ⁻	µgN/l	55	100	-	-	55
5	NO ₃ ⁻	µgN/l	70	100	-	67 (155)	100
6	NH ₄ ⁺	µgN/l	70	200	100	22,6 (296)	100
7	PO ₄	µgP/l	15 - 45	50	-	12,6 (31)	30

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Đặc điểm các nguồn ô nhiễm vực nước

Tổng lượng thải tập trung và phân tán ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh năm 2011 tương đương 402,53 tấn COD/tháng, 172,53 tấn

BOD₅/tháng, 38,09 tấn N/tháng và 7,37 tấn P/tháng (bảng 4). Đến năm 2015 và 2020, lượng chất thải này tăng lên từ 20,30% đến 158,68% so với hiện tại (năm 2011). Nguồn thải tập trung chiếm khoảng 26,27% đối với tổng nitơ và 10,10% đối với tổng phốt pho (hình 5).



Hình 4. Tỷ lệ nguồn thải tập trung và phân tán TN (trái) và TP (Phải) ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh

Bảng 4. Hiện trạng nguồn thải xả trực tiếp vào vực nước Thủy Triều - Cam Ranh

Đơn vị tính: tấn/tháng

Chỉ tiêu	2011	2015	2020
TSS	467,33	588,33	662,84
COD	172,53	245,11	236,11
BOD ₅	402,53	512,01	484,23
NO ₂ ⁻	0,43	0,69	0,79
NO ₃ ⁻	6,05	9,90	11,43
NH ₄ ⁺	15,09	24,83	29,43
TN	38,09	50,67	58,62
PO ₄ ³⁻	3,10	5,41	8,01
TP	7,37	11,92	17,50

tương đối chậm và không khác biệt nhiều giữa mùa khô và mùa mưa (thời gian trao đổi nước vào mùa khô là 18,90 ngày và mùa mưa là 16,02 ngày). Đối với từng khu vực thì:

Vùng đỉnh đầm Thủy Triều: thời gian trao đổi nước vào mùa khô là 24,65 ngày và mùa mưa là 3,70 ngày.

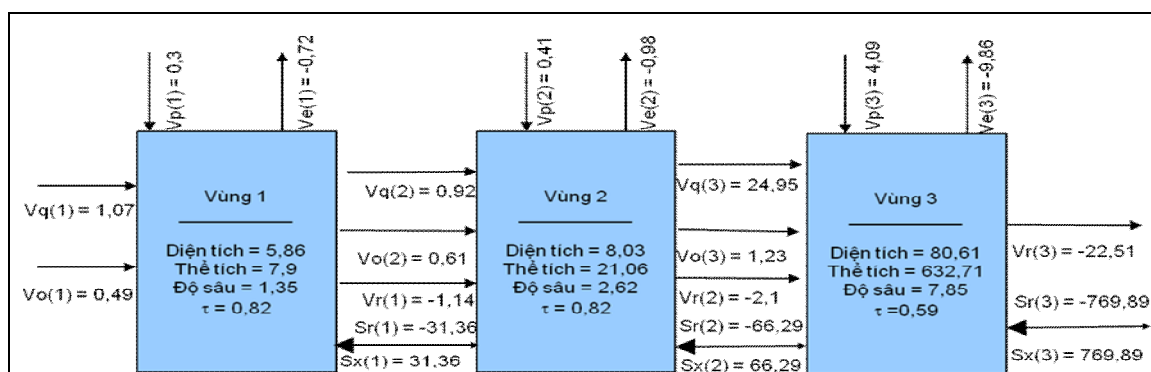
Vùng cửa đầm Thủy Triều: thời gian trao đổi nước vào mùa khô là 24,74 ngày và mùa mưa là 2,33 ngày.

Vùng vịnh Cam Ranh: thời gian trao đổi nước vào mùa khô là 17,84 ngày và mùa mưa là 13,78 ngày.

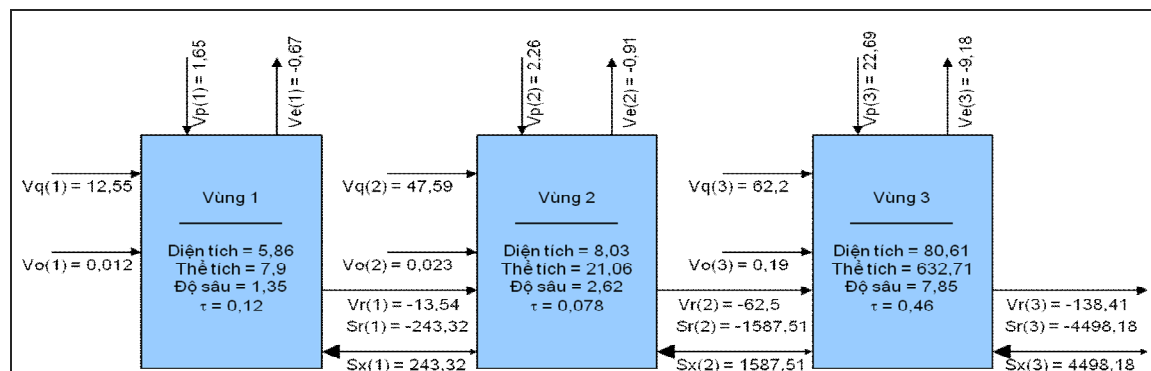
Trung bình cả năm thì: thời gian trao đổi nước của đỉnh đầm Thủy Triều khoảng 8,54 ngày; cửa đầm Thủy Triều khoảng 5,88 ngày; còn vịnh Cam Ranh khoảng 16,24 ngày.

Thời gian trao đổi nước

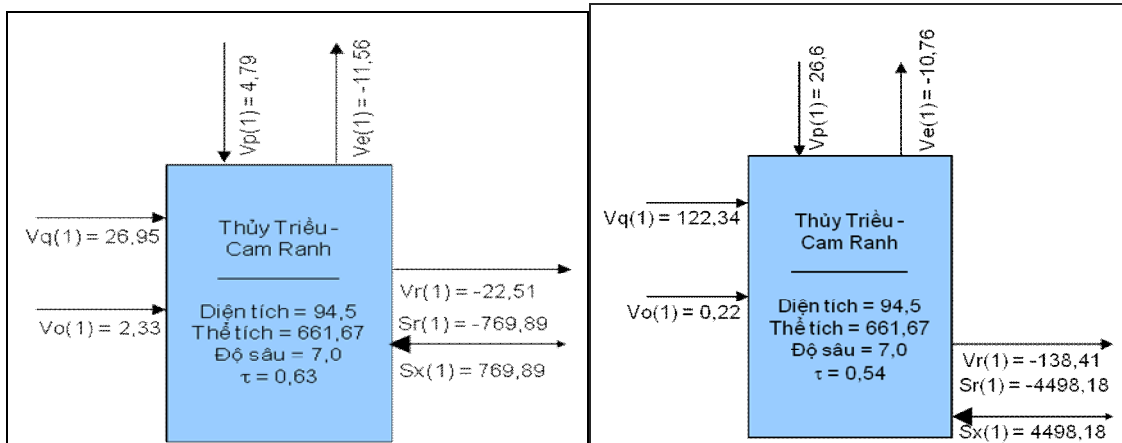
Tính toán cân bằng muối và nước (hình 5, 6 và 7) ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh cho thấy: khả năng trao đổi nước của toàn vực nước nghiên cứu



Hình 5. Cân bằng muối - nước ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh trong mùa khô (Đơn vị: khối nước $10^6 \text{ m}^3/\text{tháng}$, muối $10^6 \text{ psu m}^3/\text{tháng}$, Thời gian: tháng)



Hình 6. Cân bằng muối - nước ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh trong mùa mưa (Đơn vị: khối nước $10^6 \text{ m}^3/\text{tháng}$, muối $10^6 \text{ psu m}^3/\text{tháng}$, Thời gian: tháng)



Hình 7. Cân bằng muối - nước toàn vùng nghiên cứu: mùa khô (trái) và mùa mưa (phải)
(Đơn vị: khối nước $10^6 \text{ m}^3/\text{tháng}$, muối $10^6 \text{ psu m}^3/\text{tháng}$, Thời gian: tháng)

So sánh với những vũng, vịnh, đầm, phá ... khác ở miền Trung như: vịnh Xuân Đài (thời gian trao đổi nước mùa khô là 29 ngày và mùa mưa là 5 ngày), phá Cầu Hai (51 và 9 ngày) [23] thì khả năng trao đổi nước ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh nhanh hơn vào mùa khô và chậm hơn vào mùa mưa. Khả năng trao đổi nước giữa hai mùa ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh ít khác biệt là do ảnh hưởng của nguồn nước lục địa trong mùa mưa lên vực nước không lớn.

Đánh giá sức tải môi trường vực nước Thủy Triều - Cam Ranh

Sức tải hiện tại

Kết quả đánh giá sức tải môi trường vực nước Thủy Triều - Cam Ranh cho thấy, hiện tại, vực nước Thủy Triều - Cam Ranh đã bắt đầu đạt ngưỡng

sức tải tiềm năng đối với hữu cơ (COD), tiệt cận ngưỡng sức tải hữu dụng đối với NO_3^- và NH_4^+ trong mùa khô (bảng 5 và 6); đạt ngưỡng sức tải tiềm năng đối với hữu cơ (COD) và PO_4^{3-} vào mùa mưa (bảng 7, 8). Tại khu vực Thủy Triều, tải lượng hữu cơ trong mùa mưa đã vượt sức tải nhiều hơn trong mùa khô do lượng vật chất hữu cơ từ đất liền cung cấp theo nước mưa ở xung quanh lưu vực. Tại vùng Cam Ranh thì xảy ra tình trạng ngược lại. Điều này có thể lý giải là do chế độ thủy động lực khu vực Cam Ranh trong mùa mưa (sóng gió, dòng chảy...) đã có ảnh hưởng lớn đến sức tải khu vực này. Tải lượng vật chất lơ lửng ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh còn khá nhỏ so với sức tải môi trường thủy vực (các bảng 5-8). Tuy nhiên, vào mùa mưa, do quá trình rửa trôi của các chất thải, tải lượng phát phát đã đạt ngưỡng sức tải tiềm năng.

Bảng 5. Sức tải môi trường vực nước Thủy Triều - Cam Ranh, mùa khô

Yếu tố	Sức tải tiềm năng (tấn/tháng)				Sức tải còn lại (tấn/tháng)			
	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng
TSS	876	2.329	84.834	85.596	816	2.144	77.117	78.119
COD	263	699	25.450	25.679	0	35	1.057	865
BOD ₅	105	279	10.180	10.271	71	211	8.776	8.532
NO_2^-	0,96	2,56	93,32	94,16	0,94	2,40	91,98	91,93
NO_3^-	1,75	4,66	169,67	171,19	0,72	1,69	36,25	43,45
NH_4^+	1,75	4,66	169,67	171,19	0,66	1,53	48,78	51,47
PO_4^{3-}	0,53	1,40	50,90	51,36	0,32	0,88	29,31	30,18

Bảng 6. Sức tải được sử dụng ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh, mùa khô

Yếu tố	Thực trạng tải (%)				Sức tải được sử dụng (tấn/tháng)			
	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng
TSS	6,80	7,93	9,10	8,74	553	1.445	51.666	52.440
COD	109,54	94,93	95,85	96,63	0	0	0	0
BOD ₅	32,17	24,39	13,79	16,93	39	127	5.722	5.451
NO ₂ ⁻	2,10	6,17	1,44	2,36	0,65	1,64	63,98	63,68
NO ₃ ⁻	59,05	63,74	78,63	74,62	0,19	0,29	0	0
NH ₄ ⁺	62,53	67,15	71,25	69,94	0,13	0,13	0	0,11
PO ₄ ³⁻	38,66	37,36	42,42	41,24	0,16	0,46	14,04	14,77

Bảng 7. Sức tải môi trường vực nước Thủy Triều - Cam Ranh, mùa mưa

Yếu tố	Sức tải tiềm năng (tấn/tháng)				Sức tải còn lại (tấn/tháng)			
	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng
TSS	3.596	14.608	100.526	105.003	3.057	12.402	80.371	85.256
COD	1.079	4.382	30.158	31.501	0	0	1.330	48
BOD ₅	432	1.753	12.063	12.600	230	1.120	9.912	9.694
NO ₂ ⁻	3,96	16,07	110,58	115,50	3,55	15,48	103,22	108,21
NO ₃ ⁻	7,19	29,22	201,05	210,01	6,45	22,75	159,63	167,49
NH ₄ ⁺	7,19	29,22	201,05	210,01	5,96	23,37	88,88	112,00
PO ₄ ³⁻	2,16	8,76	60,32	63,00	0,31	0,07	0	0

Bảng 8. Sức tải được sử dụng ở vực nước Thủy Triều - Cam Ranh, mùa mưa

Yếu tố	Thực trạng tải (%)				Sức tải được sử dụng (tấn/tháng)			
	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Toàn vùng
TSS	15,00	15,10	20,05	18,81	1.978	8.020	50.213	53.755
COD	123,08	109,13	95,59	99,85	0	0	0	0
BOD ₅	46,67	36,11	17,83	23,06	101	594	6293	5914
NO ₂ ⁻	10,19	3,67	6,65	6,31	2,37	10,66	70,05	73,56
NO ₃ ⁻	10,25	22,14	20,61	20,25	4,30	13,98	99,31	104,49
NH ₄ ⁺	17,12	20,02	55,79	46,67	3,80	14,60	28,57	49,00
PO ₄ ³⁻	85,84	99,17	104,52	102,35	0	0	0	0

Dự báo sức tải môi trường đến năm 2015-2020

Trên cơ sở quy hoạch phát triển KTXH xung quanh lưu vực Thủy Triều - Cam Ranh cho đến năm

2015 và 2020, giả định các nguồn thải đều đạt tiêu chuẩn cho phép trước khi đưa vào thủy vực, dự báo khả năng chịu tải của vực nước thể hiện ở bảng 9.

Bảng 9. Dự báo khả năng tải của vực nước Thủy Triều - Cam Ranh

Yếu tố	Mùa khô					
	Dự báo nguồn thải (Tấn/tháng)			Khả năng chịu tải thêm (Tấn/tháng)		
	2011	2015	2020	2015	2020	
TSS	639	698	769	78.060	77.989	
COD	506	585	557	786	815	
BOD ₅	212	272	264	8.473	8.481	
NO ₂ ⁻	0,44	0,71	0,82	91,66	91,55	
NO ₃ ⁻	6,34	10,44	12,21	39,36	38,59	
NH ₄ ⁺	16,26	26,35	31,94	41,37	35,79	
PO ₄ ³⁻	3,28	5,66	8,37	27,79	25,08	
Yếu tố	Mùa mưa					
	Dự báo nguồn thải (Tấn/tháng)			Khả năng chịu tải thêm (Tấn/tháng)		
	2011	2015	2020	2015	2020	
TSS	228	436	516	85.048	84.969	
COD	259	410	385	0	0	
BOD ₅	118	209	199	9.604	9.614	
NO ₂ ⁻	0,42	0,67	0,77	107,96	107,86	
NO ₃ ⁻	5,79	9,47	10,84	164,81	162,44	
NH ₄ ⁺	13,47	22,73	25,93	102,74	99,54	
PO ₄ ³⁻	2,86	5,14	7,62	0	0	

Như vậy, trong tương lai gần, với kịch bản phát triển hiện có trong điều kiện các nguồn thải đạt tiêu chuẩn cho phép, nếu không có các biện pháp cải thiện môi trường và tăng cường khả năng tự làm sạch thì tải lượng hữu cơ và dinh dưỡng đưa vào vực nước vẫn vượt quá khả năng chịu tải cho phép. Do vậy, ngoài các giải pháp khác như: tăng hiệu quả sử dụng nguyên vật liệu, giảm tỷ lệ thải ... thì quy hoạch theo hướng cắt giảm diện tích nuôi, phục hồi rừng ngập mặn cũng như tăng cường trồng rừng ngập mặn, có biển quanh các khu vực có nguồn thải lớn như: vùng thải của nhà máy đường, nhà máy chế biến, vùng nuôi tôm ... để giảm áp lực thải vào thủy vực vẫn là những ưu tiên chính cần triển khai để có thể bảo vệ môi trường vực nước cho phát triển bền vững. Ngoài ra, tiến hành hoạt động quan trắc diễn biến môi trường trong quá trình phát triển KTXH để có thể điều chỉnh kịp thời quy mô phát triển cho phù hợp với diễn biến môi trường thủy vực.

KẾT LUẬN

Khả năng trao đổi nước của vực nước Thủy Triều - Cam Ranh tương đối chậm và không khác biệt nhiều giữa mùa khô và mùa mưa (thời gian trao đổi nước vào mùa khô là 18,90 ngày và mùa mưa là 16,02 ngày). Tính trung bình cả năm trên từng khu vực thì: thời gian trao đổi nước vùng phía Bắc đầm Thủy Triều khoảng 8,54 ngày; phía Nam đầm Thủy Triều khoảng 5,88 ngày; còn vịnh Cam Ranh khoảng 16,24 ngày.

Hiện tại, vực nước Thủy Triều - Cam Ranh đã đạt ngưỡng sức tải tiềm năng đối với nguồn thải hữu cơ, tiệm cận ngưỡng sức tải hữu dụng đối với muối dinh dưỡng NO_3^- và NH_4^+ trong mùa khô và đạt ngưỡng sức tải tiềm năng đối với muối dinh dưỡng photphat trong mùa mưa.

Theo dự báo, với kịch bản phát triển từ nay đến năm 2020, nếu không có các biện pháp tăng cường khả năng tự làm sạch thì môi trường vực nước Thủy Triều - Cam Ranh vẫn chưa được cải thiện. Do vậy, cần tiến hành các biện pháp cắt giảm nguồn thải, sử dụng phương pháp sản xuất sạch hơn, trồng rừng ngập mặn và có biển ... cũng như tiến hành quan trắc diễn biến môi trường để điều chỉnh các hoạt động KTXH.

Lời cảm ơn: Công trình này được thực hiện từ nguồn dữ liệu của đề tài KHCN cấp tỉnh Khánh Hòa: “Nghiên cứu khả năng tự làm sạch, đề xuất các giải pháp nhằm bảo vệ và cải thiện chất lượng môi trường

đầm Thủy Triều - vịnh Cam Ranh”, đề tài cấp Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam (mã số VAST.07.04.11-12) và đề tài cấp Viện Hải dương học được triển khai thực hiện ở vùng nghiên cứu. Các tác giả chân thành cảm ơn các chủ nhiệm đề tài, Sở KHCN Khánh Hòa, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, Viện Hải dương học đã tạo điều kiện thuận lợi về vật chất, động viên tinh thần trong quá trình triển khai nghiên cứu; cảm ơn ThS. Trần Văn Chung, ThS. Phạm Bá Trung, ThS. Nguyễn Đình Đán, ThS. Hoàng Trung Du - Viện Hải dương học đã tham gia khảo sát và cung cấp dữ liệu để hoàn thành bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anh, P. T., My Dieu, T. T., Mol, A. P. J., Kroeze, C. & Bush, S.R., 2011. Towards eco-agro industrial clusters in aquatic production: the case of shrimp processing industry in Vietnam. *Journal of Cleaner Production* 19, 2107-2118.
2. APHA, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition. American Public Health Association.
3. Bacher, C., Duarte, P., Ferreira, J. G., Héral, M. & Raillard, O., 1998. Assessment and comparison of the Marennes-Oléron Bay (France) and Carlingford Lough (Ireland) carrying capacity with ecosystem models. *Aquatic Ecology* 31, 379-394.
4. Bacher, C., Grant, J., Hawkins, A. J. S., Fang, J., Zhu, M. & Besnard, M., 2003. Modelling the effect of food depletion on scallop growth in Sungo Bay (China). *Aquatic Living Resources* 16, 10-24.
5. Briggs, M. R. P. & Fynge-Smith, S. J., 1994. A nutrient budget of some intensive marine shrimp ponds in Thailand. *Aquaculture Research* 25, 789-811.
6. Byron, C., Link, J., Costa-Pierce, B. & Bengtson, D., 2011. Calculating ecological carrying capacity of shellfish aquaculture using mass-balance modeling: Narragansett Bay, Rhode Island. *Ecological Modelling* 222, 1743-1755.
7. Byron, C. J. & Costa-Pierce, B. A., 2010. Carrying Capacity Tools for Use in the Implementation of an Ecosystems Approach to Aquaculture. The FAO Expert Workshop on Aquaculture Site Selection and Carrying

- Capacity Estimates for Inland and Coastal Waterbodies Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling, U.K., 6-8 December 2010.
8. Cao Thị Thu Trang & Nguyễn Thị Phương Hoa, 2009. Đánh giá sức tải môi trường vùng nước ven đảo Cát Bà phục vụ phát triển bền vững. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển Phụ trương 1, 154-168.
 9. Carver, C. E. A. & Mallet, A. L., 1990. Estimating the carrying capacity of a coastal inlet for mussel culture. *Aquaculture* 88, 39-53.
 10. Chaiyakum, K. & Sangsangjinda, P., 1992. Quality and quantity of wastewater from intensive shrimp culture, Amphore Ranod, Songkhola Province. Tech. Paper no. 5/1992. NICA. DoF, Ministry of Agri. and Cooperatives. 26.
 11. Gecek, S. & Legovic, T., 2010. Towards carrying capacity assessment for aquaculture in the Bolinao Bay, Philippines: A numerical study of tidal circulation. *Ecological Modelling* 221, 1394-1412.
 12. GESAMP, 1986. Environmental Capacity. An approach to marine pollution prevention. Report Study GESAMP. IMO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. 49.
 13. Gillibrand, P. A. & Turrell, W. R., 1997. The use of simple models in the regulation of the impact of fish farms on water quality in Scottish sea lochs. *Aquaculture* 159, 33-46.
 14. Gordon, J. D. C., Boudreau, P. R., Mann, K. H., Ong, J. E., Silvert, W. L., Smith, S. V., Wattayakorn, G., Wulff, F. & Yanagi, T., 1996. LOICZ Biogeochemical Modelling Guidelines. LOICZ Reports & Studies, No. 5. 96.
 15. Grant, J., Curran, K. J., Guyondet, T. L., Tita, G., Bacher, C., Koutitonsky, V. & Dowd, M., 2007. A box model of carrying capacity for suspended mussel aquaculture in Lagune de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. *Ecological Modelling* 200, 193-206.
 16. Inglis, G. J., Hayden, B. J. & Ross, A. H., 2002. An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. Client Report CHC00/69. NIWA, Christchurch. 31.
 17. McKindsey, C. W., Thetmeyer, H., Landry, T. & Silvert, W., 2006. Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management. *Aquaculture* 261, 451-462.
 18. MONRE, 2008. QCVN 08:2008/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt. Bộ Tài nguyên và Môi trường. 8 tr.
 19. MONRE, 2008. QCVN 10:2008/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển ven bờ. Bộ Tài nguyên và Môi trường. 7 tr.
 20. MONRE, 2010. Báo cáo môi trường quốc gia năm 2010: Tổng quan môi trường Việt Nam. Bộ Tài nguyên và Môi trường.
 21. Muthuwan, V., 1991. Nutrient budget and water quality in intensive marine shrimp culture ponds. Asian Institute of Technology. 119.
 22. Nguyễn Kỳ Phùng & Trương Công Trường, 2009. Nghiên cứu xác định khả năng chịu tải sông Sài Gòn. Tuyển tập báo cáo thường niên. Phân viện Khí tượng, Thủy văn và Môi trường phía Nam. 1-12.
 23. Nguyen Tac An & Phan Minh Thu, 2007. Biogeochemical Variability of Vietnamese Coastal Waters Influenced by Natural and Anthropogenic Processes. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution* 4, 37-46.
 24. Nguyễn Thị Thanh Thủy (chủ nhiệm), 2010. Xây dựng cơ sở khoa học cho việc khai thác sử dụng bền vững và đề xuất các giải pháp bảo vệ tài nguyên, môi trường cho vịnh Quy Nhơn, đầm Thị Nại (Bình Định). Báo cáo đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Viện Hải dương học.
 25. Phan Minh Thu, Tôn Nữ Mỹ Nga, Nguyễn Hữu Huân & Nguyễn Thị Thanh Tâm, 2013. Tải lượng nguồn thải phân tán vùng đầm Thủy Triều. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy sản, số 1(2013). 49-55.
 26. Rodhouse, P. G. & Roden, C. M., 1987. Carbon budget for a coastal inlet in relation to intensive cultivation of suspension feeding bivalve molluscs. *Marine Ecology Progress Series* 36, 225-236.
 27. San Diego-McGlone, M. L., Smith, S. V. & Nicolas, V. F., 2000. Stoichiometric Interpretations of C:N:P Ratios in Organic Waste Materials. *Marine Pollution Bulletin* 40, 325-330.

28. Satapornvit, K., 1993. The environmental impact of shrimp farm effluent. Asian Institute of Technology. 153.
29. Trần Đức Thạnh, Trần Văn Minh, Cao Thị Thu Trang, Vũ Duy Vĩnh & Trần Anh Tú, 2012. Sức tải môi trường vịnh Hạ Long - Bái Tử Long. Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Nxb. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 297.
30. Võ Duy Sơn & Nguyễn Tác An, 2001. Nghiên cứu đánh giá sức tải sinh thái ở đầm Thuy Triều và Nha Phu (Khánh Hòa). Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển 4, 14-20.
31. Zhang, B., Liu, H., Yu, Q. & Bi, J., 2012. Equity-based optimisation of regional water pollutant discharge amount allocation: a case study in the Tai Lake Basin. Journal of Environmental Planning and Management 55, 885-900.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL CAPACITY OF THUY TRIEU - CAM RANH WATERS

Phan Minh Thu, Nguyen Huu Huan, Bui Hong Long

Institute of Oceanography-VAST

ABSTRACT: Based on the collected and investigated data in the period of 2011-2012 and the plan of socio-economic development of the Thuy Trieu - Cam Ranh coastal areas, this paper estimates the water's environmental carrying capacity to manage them for sustainable development. The results show that, the volume of organic matter (by COD) met the potential carrying capacity of the waters. For dissolved inorganic nutrients, the nitrate and ammonia/ammonium reached to the available carrying capacity of the waters in dry season, whereas phosphate was the potential carrying capacity of the waters in rainy season. Within the socio-economic development plan of the Thuy Trieu - Cam Ranh coastal areas in 2015 and 2020, the carrying capacity of the waters is predicted to be overloaded by organic matter. Therefore, it is necessary to propose technical solutions to reduce the total of waste matters from socio-economic activities as well as to enhance the self-purification capability of the waters to protect and improve their environmental quality.

Key words: Environmental capacity, sustainable development, Cam Ranh, Thuy Trieu, self-purification