



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



TƯƠNG TÁC SÔNG - BIỂN

PGS.TS. BÙI HỒNG LONG
Viện Hải dương học



CHƯƠNG 4

CÁC CỬA SÔNG VIỆT NAM

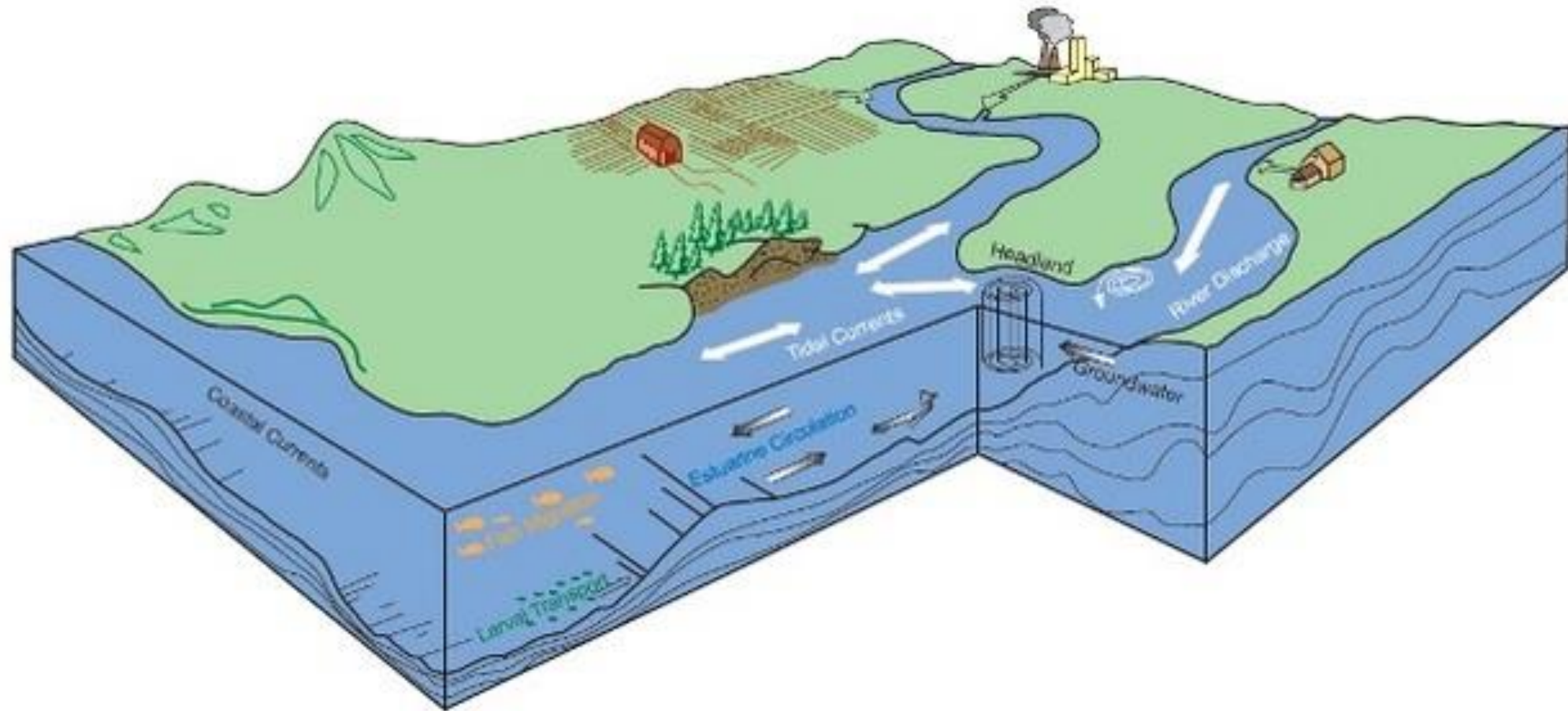
4.1 CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

4.2. VÙNG CỬA SÔNG MEKONG

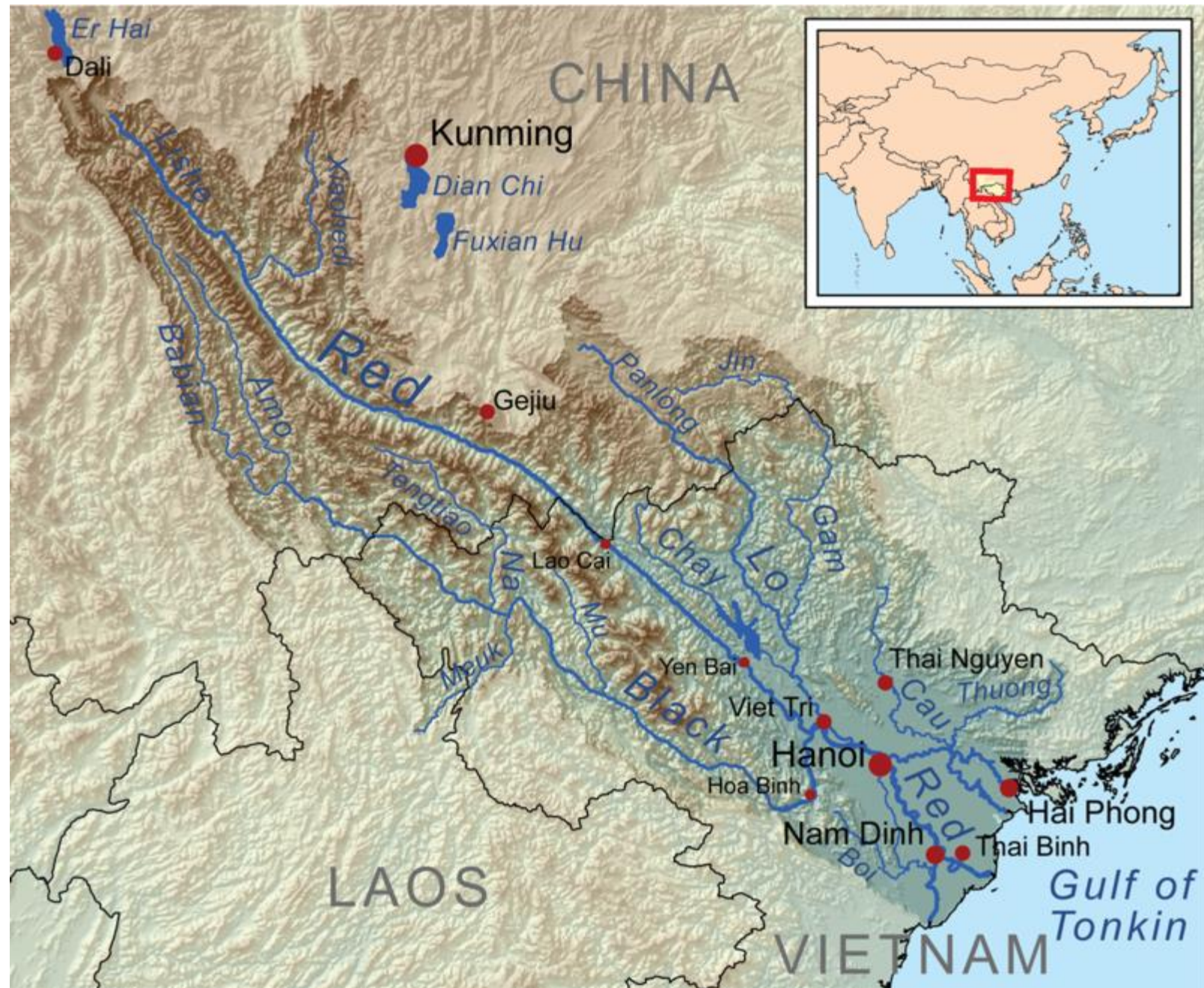
4.3 CÁC CỬA SÔNG VÀ VŨNG VỊNH,
ĐÀM PHÁ VEN BIỂN MIỀN TRUNG



Cửa sông



4.1 CHÂU THỎ SÔNG HỒNG



Giới thiệu

- Cửa sông là cầu nối giữa lục địa và đại dương,
- các con sông lớn trên thế giới đổ ra ven bờ các đại dương khoảng 20.199m³ trầm tích (Milliman and Syvitski, 1992; Wolfgang Ludwig and Jean-Luc Probst, 1998), hình thành nên các châu thổ lớn như: Hoàng Hà, Trường Giang, Mê Kông, Hồng, Nile, Mississippi v.v.
- Trên thế giới có khoảng trên 50 châu thổ lớn phân bố hầu hết trên các châu lục với tổng số dân số khoảng 325 triệu người (ORNL, 2002), ở đó thường là những trung tâm kinh tế-chính trị lớn như: Thượng Hải (Trường Giang), Quảng Châu (Châu Giang), Băng Cốc (Chao Phraya), Yangon (Irrawaddy), Calcutta và Dhaka (Ganges-Brahmaputra), Karachi-Hyderabad (Indus), Buenos Aires (Parana), Vancouver (Fraser), New Orleans (Mississippi), Lagos (Niger), Tp. Hồ Chí Minh (Mê Kông), Hà Nội/Hải Phòng (Sông Hồng), và Marseilles (Rhône) (J.P.M. Syvitski, Y. Saito., 2007).
- Do đó, trong mối tương tác, lục địa-biển, châu thổ vùng chịu tác động mạnh nhất.

Giới thiệu

- Các châu thổ trên thế giới đã và đang phải đối mặt với 3 vấn đề lớn trên thế giới:
 - [1]-Các châu thổ đang bị thu hẹp (Shrinking Deltas);
 - [2]-Các vùng đất của châu thổ đang bị sụt lún (Ground Subsidence);
 - [3]-Các châu thổ đang bị ngập chìm (Sinking Deltas).
- Nguyên nhân: tác động hỗn hợp giữa biến đổi khí hậu và tác động của con người.

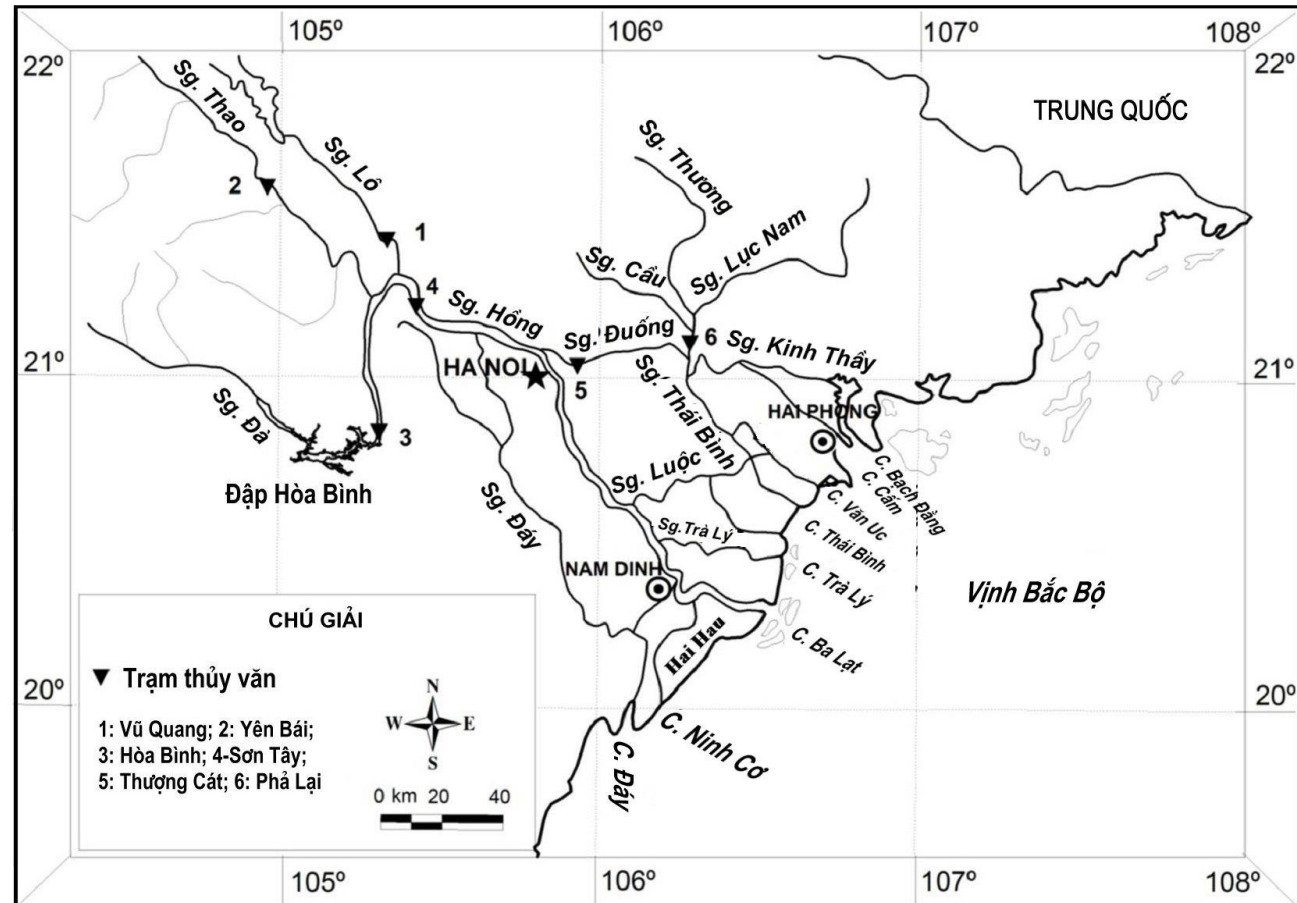
Sông Hồng

- Châu thổ sông Hồng lớn thứ 2 ở Việt Nam (sau châu thổ sông Mê Công) và thứ 5 khu vực Đông Á.
- Hàng năm, hệ thống sông Hồng đổ ra biển khoảng 130.106 tấn trầm tích.
- Việt Nam là một trong những nước dễ bị tổn thương nhất thế giới trước những tác động của biến đổi khí hậu. Vùng dễ bị tổn thương nhất là ven bờ châu thổ.
- Nhiệt độ tăng, hạn hán và lụt lội ngày càng trầm trọng, mực nước biển dâng và tăng tần suất xuất hiện bão đe dọa tới an ninh lương thực, sinh kế và cuộc sống của hàng triệu người dân Việt Nam.

Thượng nguồn sông Hồng

- Thượng nguồn sông Hồng nằm với độ cao trung bình 2000 m ở vùng núi tỉnh Vân Nam, Trung Quốc (Nguyễn và Nguyễn, 2001).
- Tên là sông Yuan ở Trung Quốc, và ở Việt Nam nó được đặt tên là sông Hồng hoặc sông Thao vì nước màu nâu đỏ của nó, do lượng phù sa khổng lồ của nó và giàu trầm tích trong sắt dioxit.
- Sông Hồng tiếp nhận hai phụ lưu chính là sông Đà và sông Lô. Lưu vực thoát nước là $57,2 \times 10^3 \text{ km}^2$ đối với sông Thao (trong đó 21% ở Việt Nam), $51,3 \times 10^3 \text{ km}^2$ (52% ở Việt Nam) đối với sông Đà và $34,6 \times 10^3 \text{ km}^2$ (64% ở Việt Nam) đối với sông Lô.
- Sông Đà cũng bắt nguồn từ tỉnh Vân Nam, độ cao của nguồn là 2000m. Nguồn của sông Lô nằm ở Trung Quốc ở độ cao 1100 m, hợp lưu với nhánh chính tại thành phố Việt Trì (Nguyễn và Nguyễn, 2001).
- Sông Hồng dài 1200 km trước khi đổ ra Vịnh Bắc Bộ (Bắc Bộ, theo tiếng Việt) trên Biển Đông của Việt Nam (Biển Đông).

Hạ lưu và các cửa của hệ thống sông Hồng



Hợp lưu sông Hồng

- Sau hợp lưu các sông Đà, sông Thao và sông Lô, độ dốc sông Hồng giảm xuống $5,9 \times 10^{-5}$ ở hạ lưu đỉnh của châu thổ (Gourolu, 1936, trích dẫn bởi van Maren, 2007) và sông phân tách thành hai chính các phân lưu cách Hà Nội vài km về phía thượng lưu: sông Hồng về phía tây nam và sông Thái Bình về phía đông bắc (Hình 1).
- Phía Tây Nam hệ thống sông Hồng gồm sông Trà Lý, sông Hồng, sông Ninh Cơ và sông Đáy.
 - Ở tả ngạn sông Hồng, sông Đuống là một phân lưu chính.
- Tại Phả Lại thuộc châu thổ, hệ thống Đuống - Thái Bình nhận nước và phù sa từ sông Cầu (dài 288 km), sông Thương (dài 157 km) và sông Lục Nam (dài 200 km) cung cấp nước và phù sa cho vùng đông bắc đồng bằng sông Hồng.
- Hệ thống sông Hồng - Thái Bình, từ đông bắc xuống tây nam có cửa Cẩm - Bạch Đằng (Bạch Đằng hợp với sông Cẩm tạo thành cửa Nam Triệu), cửa Lạch Tray, cửa Văn Úc, cửa Thái Bình

Nguồn nước

- Nguồn nước và trầm tích hệ thống sông Hồng được cung cấp chủ yếu từ các sông Đà, sông Thao và sông Lô và đổ ra biển qua 9 cửa chính, từ Bắc xuống Nam bắt đầu là cửa Bạch Đằng, cửa Cẩm, Lạch Tray, Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý, Ba Lạt, Ninh Cơ và cửa Đáy.
- Kết quả tính toán phân tích từ các số liệu đo trong khoảng thời gian từ 1960 đến năm 2010 cho thấy tổng tải lượng chảy hàng năm của sông Hồng tại trạm Sơn Tây biến đổi mạnh theo thời gian trong khoảng 80 tỷ m³/năm (năm 2010) đến 161 tỷ m³/năm (vào năm 1971).
 - Trung bình năm thời gian 1960-2010 là 110 tỷ m³.
 - Trung bình năm thời kỳ 1960-1979 là 116 tỷ m³ và
 - Trung bình năm thời kỳ 1989-2010 là 106 tỷ m³.

Nguồn nước

- Sông Lô và Thao cung cấp khoảng 50% tổng lượng chảy hàng năm cho sông Hồng, lượng nước còn lại được cung cấp từ sông Đà (Vinh et al. 2014).
- Phân tích tương quan giữa lượng chảy của sông Đà và sông Hồng từ số liệu trung bình tháng cho thấy hệ số tương quan có giá trị khoảng 0,95; hệ số này của sông Đà và Đuống là 0,948.
- Những thay đổi về tải lượng nước của sông Đà sẽ có những ảnh hưởng nhất định đến phân phối nước của sông Đuống (Bùi Văn Vượng và nnk, 2016).

Nguồn nước

- Phân tích từ số liệu đo đạc cũng cho thấy, trong những năm gần đây (thời kỳ sau khi đập Hòa Bình hoàn thành), lượng nước tăng nhẹ: 7,3% ở sông Lô, 4,6% ở sông Thao và 1,9% ở sông Đà.
- Lượng nước chảy trung bình hàng năm ở sông Hồng qua Sơn Tây đã giảm khoảng 8,8% (từ 116 tỷ m³ xuống còn 106 tỷ m³/năm).
- Trong khi đó lượng chảy ở sông Đuống tăng khoảng 13.9%, từ 29.3 tỷ m³ lên 33.3 tỷ m³/năm.

Tải lượng nước [Q ($\times 10^9 \text{ m}^3$)] và trầm tích [M ($\times 10^6 \text{ tấn}$)] tại một số chi lưu (Vinh et al. 2014)

Sông	Tham số	Giai đoạn trước đắp đập Hòa Bình (1960-1979)			Giai đoạn sau đắp đập Hòa Bình (1989-2010)		
		Mùa khô	Mùa mưa	Tổng năm	Mùa khô	Mùa mưa	Tổng năm
Lô	Q	4,4	22,1	30,1	5,8	22,9	32,3
	M	0,2	8,3	9,2	0,4	11,6	12,7
Thao	Q	4,2	17,9	25,1	4,5	18,5	26,3
	M	2,0	38,7	43,5	1,4	46,4	51,7
Đà	Q	6,6	42,8	54,5	9,8	39,5	55,5
	M	0,6	62,4	65,0	0,3	5,2	5,8
Hồng	Q	16,3	86,9	116,1	18,2	75,2	105,8
	M	3,3	108,6	119,3	1,9	40,3	46,1
Đuống	Q	2,7	22,3	29,3	5,8	23,6	33,3
	M	0,5	26,1	28,9	0,7	19,2	21,6

Nguồn nước

- Tải lượng nước hàng năm khá dồi dào nhưng sự phân phối theo mùa không đều.
 - Phần lớn lượng chảy hàng năm tập trung trong các tháng mùa mưa (chiếm khoảng 71-79% tổng lượng chảy năm). Trong khi đó các tháng mùa khô, lượng chảy chỉ chiếm khoảng 9,4-18%. Trong các tháng mùa kiệt nhất, lượng chảy chỉ chiếm 5-10% tổng lượng chảy hàng năm.
 - Sự vận hành của hồ Hòa Bình đã làm thay đổi đáng kể tỷ lệ phân phối nước của các phụ lưu sông Đà, sông Hồng và sông Đuống cho toàn bộ hệ thống. Tải lượng nước tăng lên đáng kể trong thời kỳ mùa khô: sông Đà tăng 47,8%, sông Hồng tăng 11,8% và sông Đuống tăng 10,4%. Điều này cho thấy đập Hòa Bình đã làm thay đổi phân phối nước ở qui mô mùa và sông Đuống gián tiếp chịu những tác động đó, đặc biệt là trong mùa khô.

Trầm tích

- Tổng lượng bùn cát hàng năm của sông Hồng phụ thuộc vào lượng bùn cát cung cấp từ các sông như sông Lô, sông Thao và sông Đà.
- Hàm lượng TTLL trung bình nhiều năm thời kỳ trước khi có đập Hòa Bình ở sông Thao là 1730mg/l, cao hơn của sông Đà và sông Lô lần lượt là 1190 và 310mg/l. Trong khi đó hàm lượng TTLL trung bình của sông Hồng tại Sơn Tây là 1030mg/l.
- Lượng bùn cát cung cấp trung bình hàng năm trong thời kỳ 1960-1979 ở sông Lô là 9,2 triệu tấn/năm đã tăng lên tới 12,7 triệu tấn/năm trong thời kỳ 1989-2010.
- Lượng bùn cát hàng năm ở sông Thao cũng đã tăng từ 43,4 triệu tấn/năm (1960-1979) lên tới 51,7 triệu tấn (1979-2010).

Trầm tích

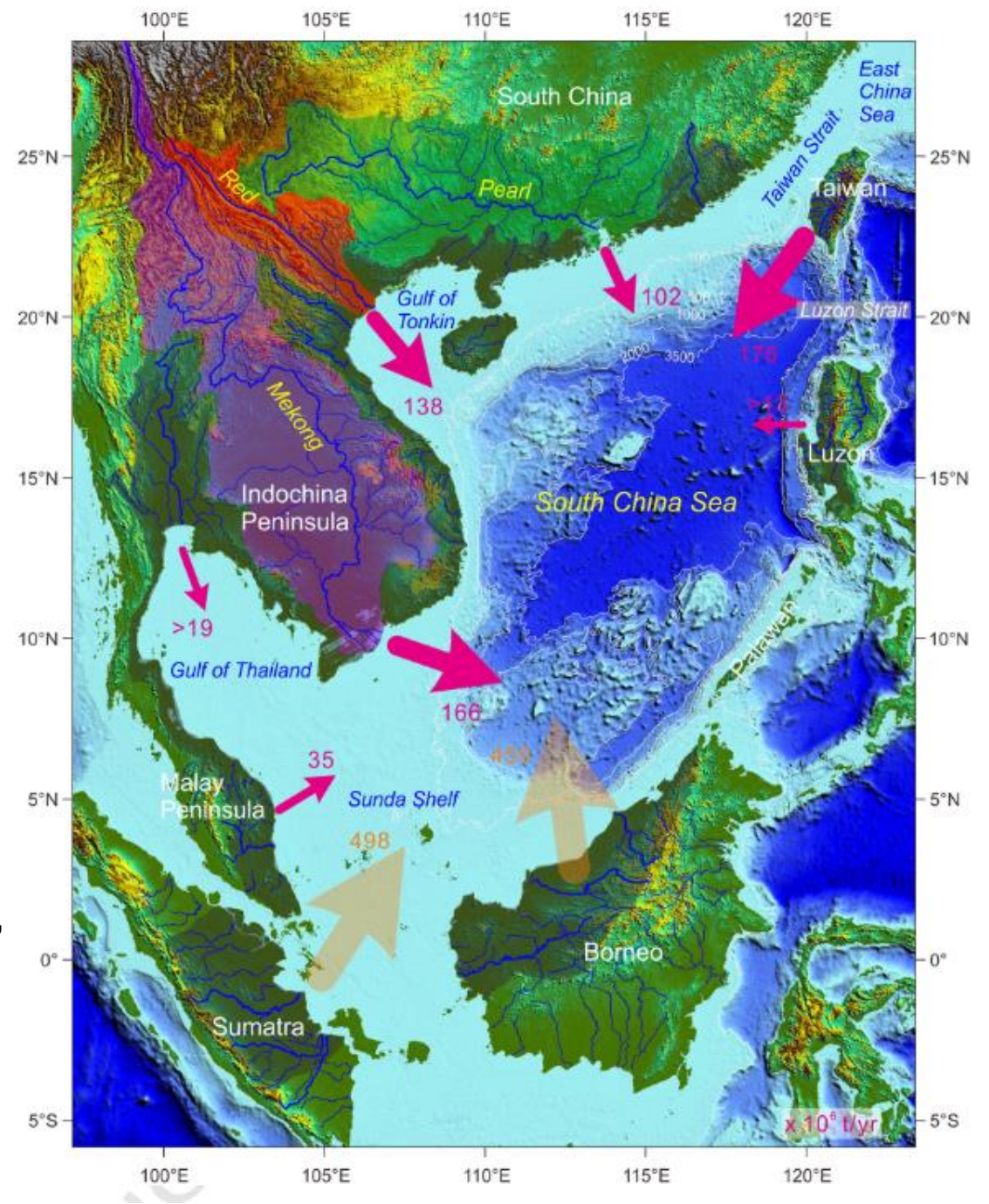
- Chịu tác động trực tiếp và mạnh mẽ nhất khi hồ Hòa Bình vận hành hoạt động là sông Đà.
 - Tổng lượng bùn cát hàng năm sông này cung cấp cho sông Hồng trong giai đoạn 1960-1979 là 65 triệu tấn/năm (khoảng 1 nửa lượng bùn cát của hệ thống sông Hồng-Thái Bình).
 - Tuy nhiên, ở thời kỳ 1989-2010, lượng bùn cát từ sông Đà chuyển sang cho sông Hồng đã giảm xuống còn 5,8 triệu tấn/năm (giảm tới 91,1%).
 - Điều này đã làm thay đổi tỷ lệ cung cấp bùn cát cho sông Hồng, vai trò của sông Đà đã giảm xuống chỉ còn 7,8% tổng lượng bùn cát cung cấp cho sông Hồng.
 - Hàm lượng TTLL ở trạm Hòa Bình trên sông Đà đã giảm từ 1190mg/l xuống còn 106mg/l.

Trầm tích

- Những ảnh hưởng này đã làm cho tổng lượng bùn cát trung bình hàng năm của sông Hồng (tại Sơn Tây) giảm từ 119 triệu tấn/năm xuống còn 46 triệu tấn năm trong thời kỳ 1979-2010 (giảm khoảng 61,3%).
- Tương ứng với điều đó. Hàm lượng TTLL cũng đã giảm từ 1030 xuống còn 400mg/l ở thời kỳ 1989-2010. Ở trạm Thượng Cát trên sông Đuống, tổng lượng bùn cát cũng đã giảm từ 28,9 triệu tấn xuống còn 21,6 triệu tấn (giảm khoảng 17,3%).
- Hàm lượng trầm tích ở sông Đuống tại Thượng Cát cũng giảm từ 990mg/l xuống còn 740mg/l trong thời kỳ 1989-2010.
- Đáng chú ý là tổng lượng bùn cát ở sông Đuống trong mùa mưa cũng đã tăng nhẹ lên ở thời kỳ 1989-2010: tăng từ 0,5 lên 0,7 triệu tấn/năm.
- Tổng lượng TTLL chuyển qua các sông trong hệ thống sông Hồng-Thái Bình tập trung chủ yếu trong các tháng mùa mưa, đặc biệt là tháng 7-8 hàng năm và thấp nhất vào tháng 2-4 hàng năm.

Hệ thống cung cấp phù sa và lượng phù sa lơ lửng hàng năm ra Biển Đông (Liu và Stattegger, 2014)

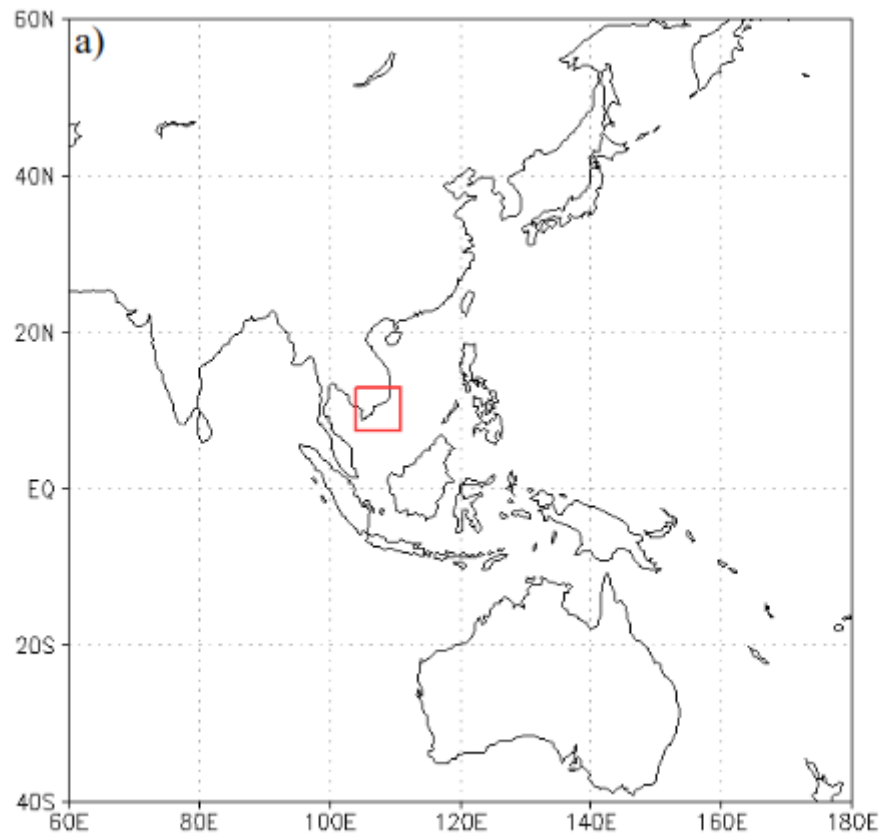
Mũi tên màu đỏ lượng phù sa ra biển (tính bằng triệu tấn, Mt, hàng năm) từ Bán đảo Đông Dương ở phía tây (Milliman và Syvitski, 1992; Milliman và Farnsworth, 2011), Nam Trung Quốc ở phía bắc (Milliman và Farnsworth, 2011; Zhang et al, 2012), Đài Loan ở phía đông bắc (Dadson et al, 2003), Luzon ở phía đông (ZF Liu et al, 2009a,b), và Bán đảo Mã Lai bên trong phía nam (Liu et al, 2012), tương ứng. Các mũi tên màu hồng với các con số cho thấy lượng bùn cát thải ra từ Sumatra



4.2. VÙNG CỬA SÔNG MEKONG



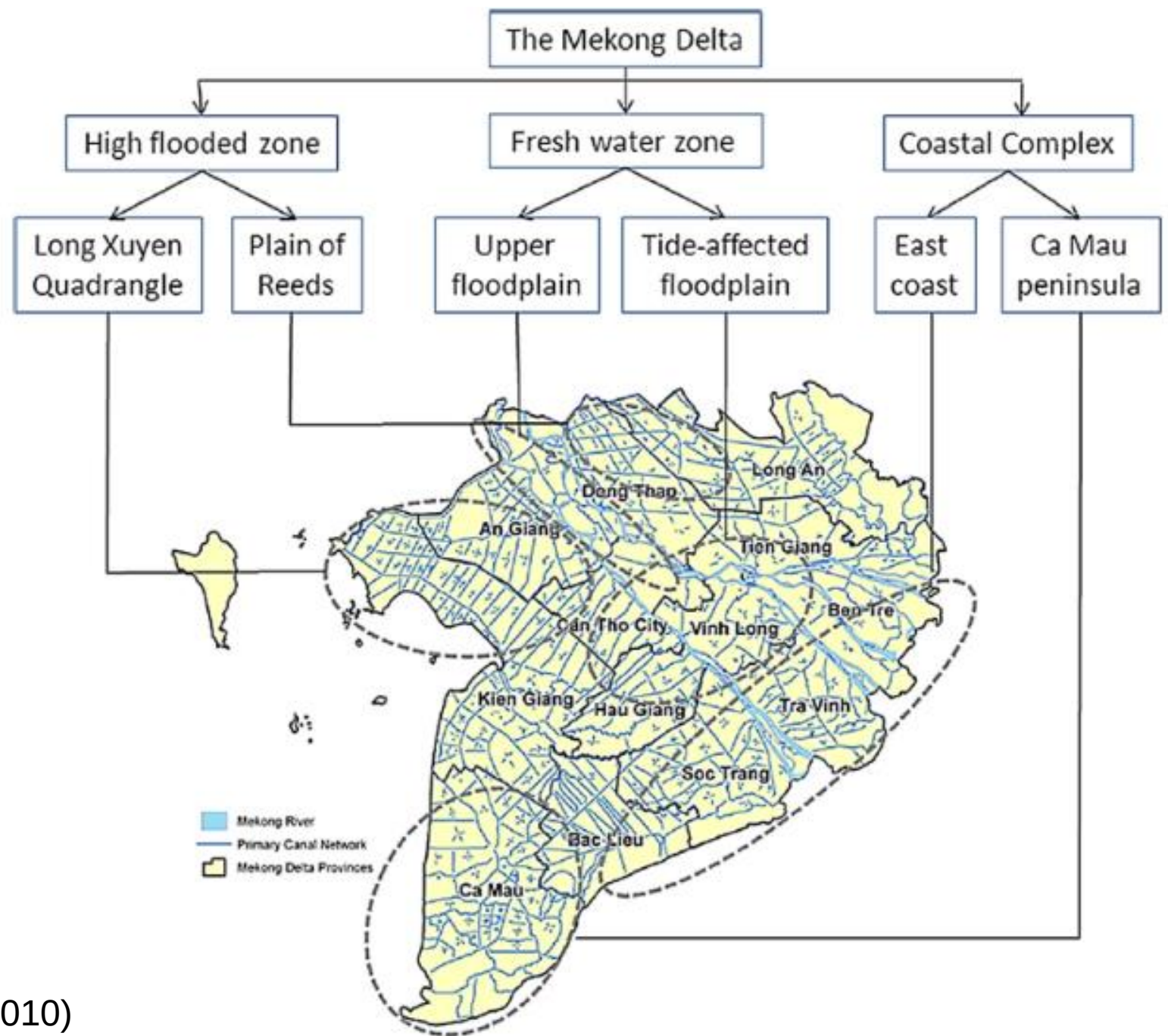
4.2.1 Các đặc điểm chung



Vị trí

- Sông Mê Kông là một trong những con sông lớn nhất thế giới với chiều dài khoảng 4800 km và
- Lưu lượng trung bình hàng năm là 475 km^3 , tức là khoảng $15000 \text{ m}^3/\text{s}$ (lưu lượng trung bình hàng năm của sông Rhine là $2200 \text{ m}^3/\text{s}$ (SOUZA và JAMES, 1996)).
- Bắt nguồn từ Cao nguyên Tây Tạng và đổ ra Biển Đông, chảy qua sáu quốc gia là Trung Quốc, Myanmar, CHDCND Lào, Thái Lan, Campuchia và Việt Nam. Sông Mekong có diện tích lưu vực 795000 km^2 (MRC, 2005).
- Phnom Penh đánh dấu sự khởi đầu của hệ thống đồng bằng nơi dòng chính Mekong chia thành hai phân lưu chính là Mekong và Bassac.
- Xa hơn về phía hạ lưu sông Mekong sau đó chia thành sáu nhánh và sông Bassac chia thành ba nhánh tạo thành một mạng lưới sông phức tạp gồm chín nhánh hoàn toàn.

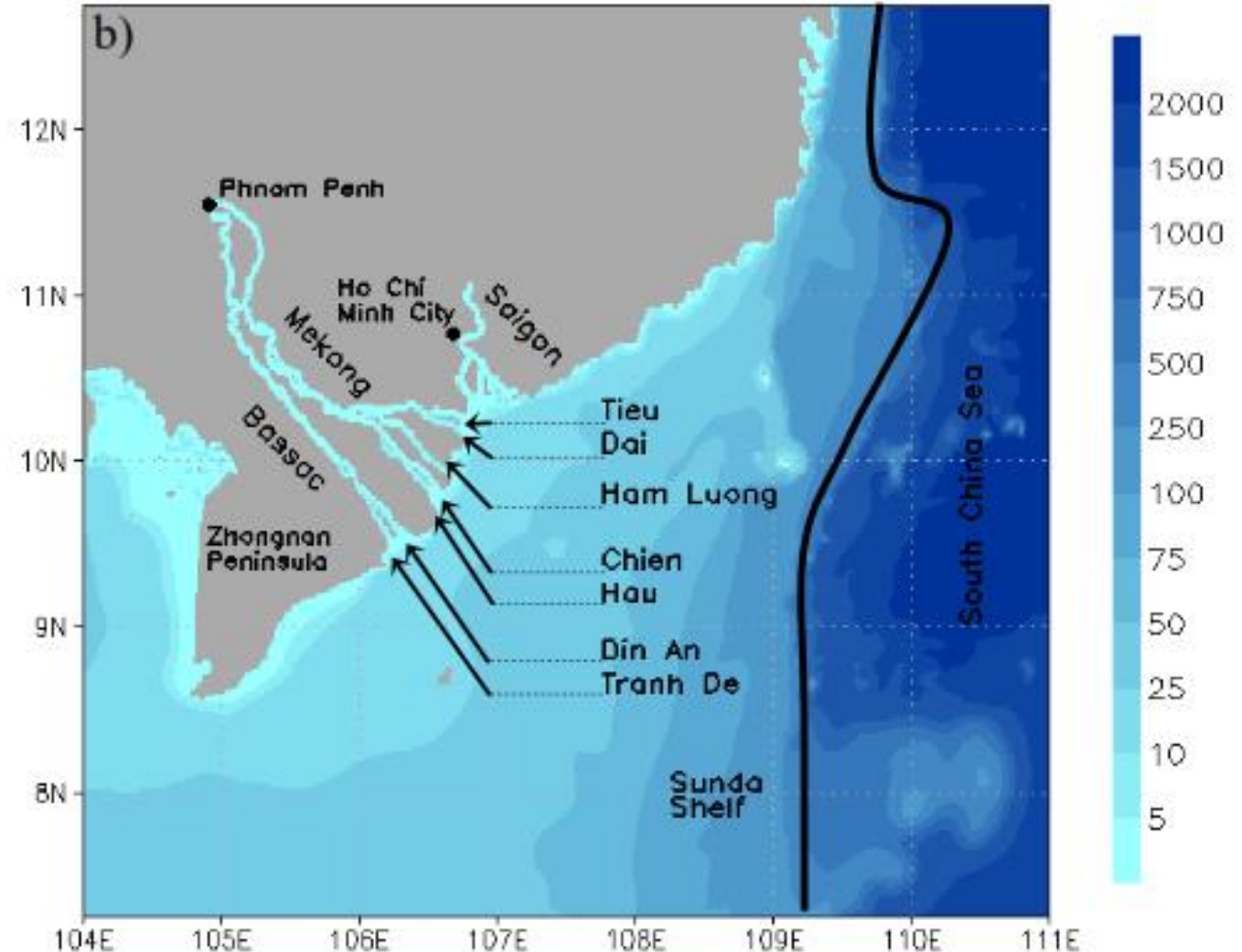
Châu thổ sông
MeKong các
khu vực được
chia theo đặc
điểm thủy văn



(Vormoor K, 2010)

Sơ đồ phân bố các cửa của sông Mekong

Các nhánh chính của Bassac là Tranh Đề và Định An. Mekong bao gồm 5 nhánh lớn: Tiền, Đại, Hàm Luông, Cổ Chiên và Cung Hậu. Đồng bằng chính có diện tích khoảng 55000 km² (MRC, 2005). Các cửa sông Mekong nằm trong khoảng từ 9,4°N đến 10,4°N.



Lịch sử hình thành

- Đồng bằng sông Cửu Long đã phát triển hầu hết sau khi mực nước biển giữa Holocen cao, tức là trong 6000–7000 năm qua. Trong thời gian ở độ cao, mực nước biển được ghi nhận là khoảng 4,5 m so với mực nước biển hiện tại.
- Đường bờ biển nằm xung quanh biên giới Campuchia và dài hơn 200 km hình thành nên đường bờ biển miền Nam Việt Nam ngày nay (Lap Nguyen et al., 2000).
- Việc lập trình delta không phải là không đổi. Vùng châu thổ phía trên trong 3000 năm đầu được hình thành bởi các quá trình thủy triều, vùng đồng bằng phía dưới trong 3000 năm sau do sóng (T.A et al, 2002a; T,A et al, 2002b; Tanabe và cộng sự, 2003).
- Đồng bằng sông Cửu Long có hình dạng tam giác nằm giữa thủ đô Phnôm Pênh của Campuchia, cửa sông Sài Gòn (Thành phố Hồ Chí Minh) và mũi Cà Mau về phía nam. Milliman and Mei-e (1995) ước tính lượng phù sa thải ra hàng năm của sông Mekong là 160 triệu tấn.

Thủy triều

- Bán nhật triều thịnh hành ở Cửa sông Mê Kông (Wolanski và cộng sự, 1998) với triều M2 chiếm ưu thế (Zu et al, 2008).
- Tính thời vụ mạnh mẽ tồn tại do có hai mùa gió mùa.
- Sự thay đổi theo mùa được phản ánh trong cả lưu lượng sông và áp lực gió (HORDOIR và cộng sự, 2006).

Gió mùa

- Gió mùa Tây Nam (tháng 5 đến tháng 9) và thời kỳ chuyển tiếp của nó vào tháng 10 kèm theo lượng mưa lớn, đặc biệt từ tháng 8 đến tháng 10. Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc (tháng 11 đến tháng 3) và thời kỳ chuyển tiếp vào tháng 4, lượng mưa giảm (MRC, 2005).
- Lưu lượng đỉnh trung bình của sông Mekong lớn hơn $45000 \text{ m}^3 / \text{s}$ (tại Phnom Penh), do đó mực nước dâng thường bắt đầu vào tháng Năm và cao nhất vào khoảng tháng Chín và tháng Mười.
- Tháng 11 dòng chảy giảm và mức thấp nhất đạt được vào tháng 3 và tháng 4 ($1500 \text{ m}^3 / \text{s}$) (Kite, 2001). Wolanski et al. (1996) và Wolanski et al. (1998) thực hiện một nghiên cứu ở Cửa sông Mê Kông trong mùa dòng chảy cao (tháng 11) và mùa dòng chảy thấp (tháng 4), tương ứng.
- Từ các phép đo, Wolanski et al. (1998) đã suy luận rằng trong mùa dòng chảy thấp, chiều dài xâm nhập mặn của cửa sông Mekong là khoảng 50 km. Ở gần cửa sông, tùy thuộc vào chu kỳ thủy triều, độ mặn dao động từ 7 đến 23 psu.
- Sự phân tầng thẳng đứng xảy ra xung quanh các dòng triều chùng. Trong mùa dòng chảy cao Wolanski et al. (1996) đã phát hiện ra rằng một nêm muối hình thành gần cửa sông. Tuy nhiên, nó không xâm nhập quá vài km về phía thượng nguồn.

Đập thủy điện được quy hoạch và triển khai trên lưu vực sông Mekong

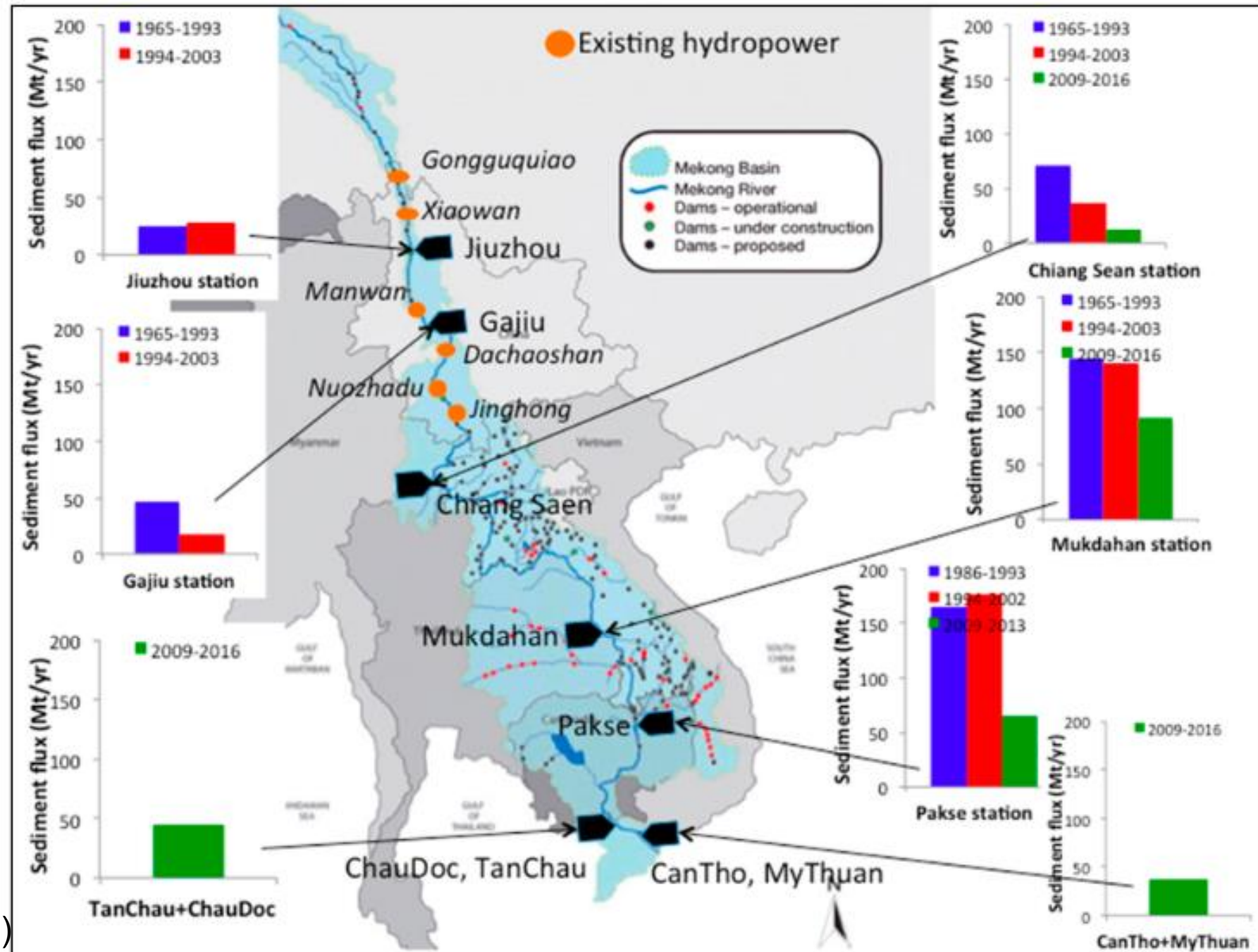
Country	Planned Dams	Proposed Dams
China	11	2
Laos	43	20
Myanmar	7	0
Thailand	7	0
Cambodia	12	0
Vietnam	1	0
Total	74	22

Tổng hợp lượng phù sa trung bình hàng năm (Q_s tính bằng Mt/năm) và lưu lượng nước trung bình hàng năm (Q tính bằng m^3/s) ở lưu vực sông Mekong.

	Before 1993 *		1994–2003 *		2009–2016 **	
	Q ($m^3 s^{-1}$)	Q_s (Mt yr $^{-1}$)	Q ($m^3 s^{-1}$)	Q_s (Mt yr $^{-1}$)	Q ($m^3 s^{-1}$)	Q_s (Mt yr $^{-1}$)
Jiuzhou (1965–2003)		25		27.5		
Gajiu (1965–2003)		45.8		18.1		
Chiang Saen (1961–2002, 2009–2013)	2917	71	2822	37	2502	12.8
Mukdahan (1961–2002, 2009–2013)	8974	144	6310	140	8530	91
Pakse (1986–2002, 2009–2013)	12,177	165	12,303	176	13,128	65.6
Tan Chau + Chau Doc (2009–2016)					13,302	45
Can Tho + My Thuan (2009–2016)					12,332	37.5
Historical delivery to the ocean					14,904	145–160

* Monthly measurements; ** Daily measurements. During 2003–2008: no available data.

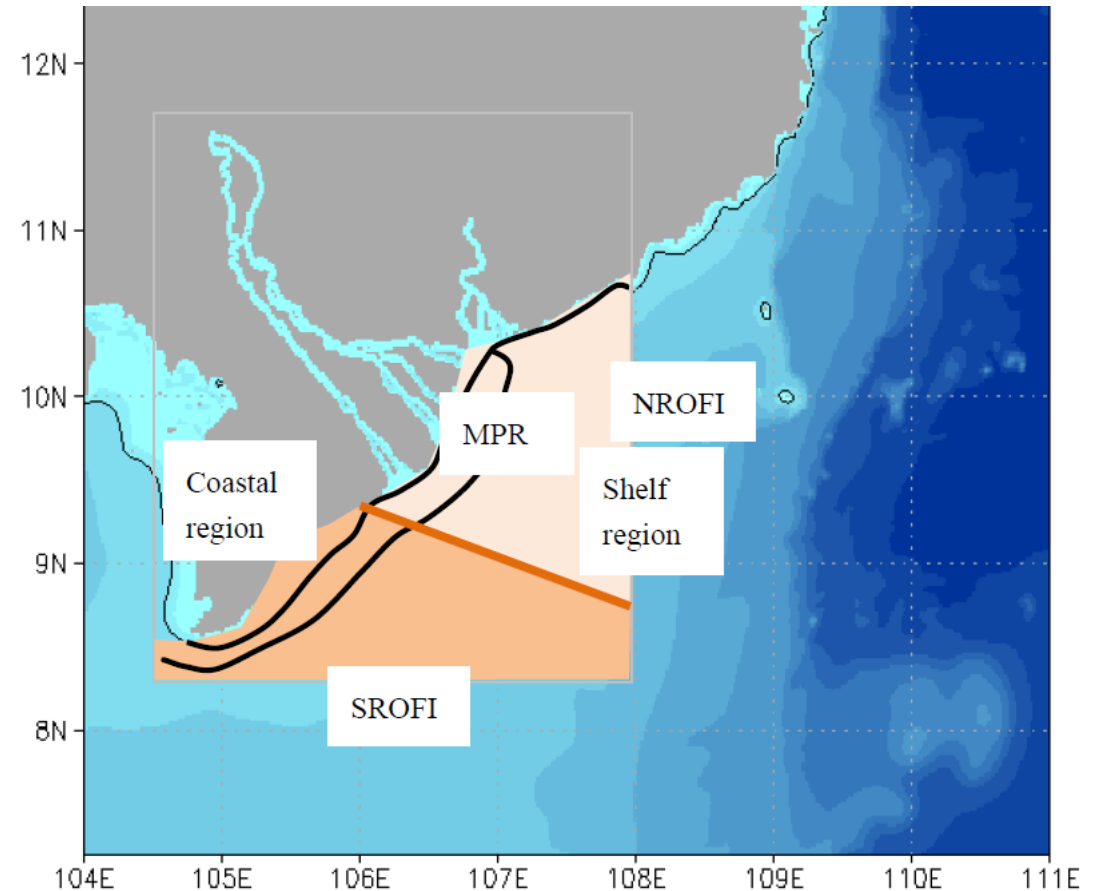
Lượng phù sa
trung bình hàng
năm (Mt/năm)
tại các trạm dọc
sông Mekong



(Nguồn: Dang Thi Ha et al 2018)

4.2.2. Ảnh hưởng của lưối nước ngọt vùng cửa sông- ROFI (region of freshwater influence)

- Theo Birte Hein (2013): phạm vi ảnh hưởng của ROFI vùng cửa sông Mê Kông được phân chia làm năm khu vực (khu vực phía Bắc (NROFI); khu vực phía Nam (SROFI); tiểu vùng đới bờ (Coastal region); vùng lõi (MPR) và vùng thềm lục địa (shelf region)).
- Các đặc trưng của các yếu tố vật lý hải dương (nhiệt, muối) của các khu vực trên có sự khác biệt rõ rệt và thay đổi theo mùa gió.



Các quá trình vật lý trong ROFI

- các quá trình vật lý trong ROFI được xác định thông qua hiệu ứng lực nổi do nước ngọt và tác động xáo trộn của gió, sóng và triều.
- Sự kết hợp của tất cả các cơ chế này hình thành nên mức độ phân tầng của cột nước.
- Dựa trên trạng thái cột nước bị xáo trộn hay phân tầng, các thông lượng theo phương thẳng đứng như nhiệt, muối, động lượng và vật chất dạng dinh dưỡng, trầm tích sẽ tăng cường hay suy giảm.

Quy mô mùa của ROFI sông Mê Kông

- Sự hiện diện của hai pha gió mùa.
- Các thành phần xáo trộn và ứng suất do dòng trung bình có vị trí áp đảo trên toàn miền ROFI của sông Mê Kông, trong đó ứng suất do dòng tác động lên sự phân tầng của cột nước, còn xáo trộn là suy yếu độ phân tầng.
- Giá trị dương của thành phần ứng suất trung bình cho ta thấy sự hiện diện của hoàn lưu quy mô dài và ứng suất triều bất đối xứng là những quá trình cơ bản đối với ROFI Mê Kông.
- Giá trị cao của xáo trộn thẳng đứng cho ta thấy vai trò quan trọng của ứng suất gió và các lực triều đối với các quá trình động lực tại ROFI Mê Kông.

Quy mô mùa của ROFI sông Mê Kông

- Sự khác biệt giữa hai pha gió mùa thể hiện trước hết đối với mùa hè 4 quá trình vật lí (khuếch tán rối, ứng suất rối, bình lưu và đối lưu) đóng một vai trò quan trọng-mặc dù mang tính cục bộ.
- trong mùa hè, các cơ chế chủ đạo, như hoàn lưu mật độ, bình lưu vệt đục kinh điển theo hướng sóng ven Kelvin và hoàn lưu do gió mùa mùa hè cùng kết hợp với nhau theo một cách khác biệt so với gió mùa mùa đông. Điều này cho thấy tính phức tạp của cơ chế trong ROFI mùa hè.

Quy mô mùa của ROFI sông Mê Kông

- Cường độ của các quá trình vật lý trong hai pha khác nhau của gió mùa mà còn thể hiện qua biến đổi dài hạn.
- Điều này được phản ánh rõ nét thông qua các hạng thức bình lưu và đối lưu.
- Trong mùa gió Tây Nam, tại khu vực gần cửa sông, hạng thức bình lưu có giá trị âm cho thấy nước cửa sông xáo trộn mạnh đi vào vùng ROFI.
- Ngược lại, trong mùa gió Đông Bắc, nước thêm lục địa đi vào cửa sông và cho giá trị dương đối với hạng thức bình lưu. Như vậy, để đánh giá hiện tượng xâm nhập mặn, cần có cách tiếp cận khác nhau đối với từng mùa.

Quy mô triều của ROFI sông Mê Kông

- Có các quá trình vật lý khác nhau đối với từng pha gió mùa.
- Ngay trong từng pha, sự khác nhau theo mùa gió có thể được phản ánh qua điều kiện biên tạo nên sự khác biệt của các quá trình vật lý cho từng mùa.
- Trong mùa nước kiệt, các quá trình vật lý chính trong vệt đục Mê Kông bao gồm ứng suất trung bình và xáo trộn.
- Đồng thời các quá trình bình lưu và đối lưu cũng rất quan trọng.
- Vào mùa nước lớn không thể chọn được một quá trình riêng lẻ nào có vai trò chính trong ROFI Mê Kông.

Quy mô triều của ROFI sông Mê Kông

- Tại từng vùng riêng rẽ, tồn tại từng quá trình riêng, cho thấy tính phức tạp của hoàn lưu mùa hè như đã đề cập ở trên.
- Các quá trình chi phối đối với quy mô triều khác với các quá trình chính cho quy mô mùa.
- Sự khác nhau chính giữa hai quy mô thời gian đó là cách thức tính đến các hạng thức bình lưu và đối lưu.
- Đối với quy mô triều các hạng thức này thường có giá trị cao hơn so với quy mô mùa.
- Điều này xảy ra do bình lưu tức thời của cấu trúc mật độ bởi dòng triều, hay khoảng cách chuyển động ngang triều thuận nghịch cho một chu kỳ.
- Nhìn chung bình lưu xảy ra do dòng dư của dòng chảy gió, chênh lệch mật độ, dòng dư triều và dòng ngoài thường thấp (quy mô mùa).

Giới hạn của ROFI sông Mê Kông

- Với giới hạn rộng của các quá trình vật lý cùng với biến động mạnh mẽ của chúng theo không gian và thời gian cho thấy ROFI sông Mê Kông là một hệ thống động lực học phức tạp bị chi phối mạnh của triều, gió mùa và lưu lượng sông.
- Các quá trình biến động chế độ gió theo mùa và hệ thống dòng chảy vùng ven bờ và khả năng lan truyền và tác động của khối nước sông Mekong tới vùng nước trời Nam Trung Bộ có thể tham khảo Sách chuyên khảo Bùi Hồng Long (2019)

4.2.3. Vận chuyển trầm tích và vùng đục cực đại (MTZ) khu vực cửa sông

- Biến động chính thể hiện rõ tại vùng khơi và giảm dần khi tiến vào gần bờ. Nguyên nhân cơ bản của hiện tượng thấp trong dải gần bờ xuất phát từ sự hiện diện của vệt nước sông và nước nông tạo ra hiện tượng bứt tách trầm tích thường xuyên dưới tác động của triều và sóng. Tác động biến động mùa của lưu lượng sông thường thể hiện rõ thông qua hệ số biến đổi cao.
- Việc mở rộng này có phạm vi xa bờ hơn theo hướng Tây Nam về phía bán đảo Cà Mau (trên 120 km tính từ bờ). Trong thời kỳ đó, gió mùa đông bắc thịnh hành với hướng gió Đông Bắc. Việc mở rộng giới hạn của dải trầm tích lơ lửng về hướng này được quyết định với dòng chảy mặt do xu thế gió. Độ cao sóng có nghĩa cũng đạt cực đại trong mùa này, từ đó kéo theo ứng suất đáy do sóng. Tác động này tạo ra lượng bứt tách lớn của trầm tích chủ yếu được lắng đọng trong mùa hè tại vùng nước nông.

4.2.3. Vận chuyển trầm tích và vùng đục cực đại (MTZ) khu vực cửa sông

- Trong suốt mùa hè,
 - lưu lượng sông đạt cực tiểu, một trầm tích lục nguyên mới được đưa ra dìa ven bờ. Điều này dễ dàng nhận thấy hiện tượng hàm lượng trầm tích lơ lửng cao trong các tháng 8-10 phía trước các cửa sông.
 - Sóng biển trong thời kỳ này thường thấp dẫn đến hiện tượng lắng đọng trầm tích xuống đáy biển.
 - Các nghiên cứu tương quan giữa lưu lượng sông và hàm lượng trầm tích lơ lửng cũng đã cho ta những quy luật trên.

4.2.3. Vận chuyển trầm tích và vùng đục cực đại (MTZ) khu vực cửa sông

- Cực tiểu phạm vi vùng đục nước thường xuất hiện vào các tháng 4-5, khi lưu lượng sông cũng thường đạt giá trị cực tiểu. Trong giai đoạn chuyển mùa này, vận chuyển trầm tích do dòng triều trên cửa sông vào vùng biển trở nên áp đảo. Các thành phần tác động được Xue et al. (2012) xác định thông qua các kết quả mô hình toán.
- Các nghiên cứu cho thấy mối tương quan giữa biến động hàm lượng trầm tích lơ lửng và sóng thường thể hiện rõ trong quy mô mùa. Các kết quả phân tích phạm vi dải nước đục được thể hiện rõ trên các mặt cắt vuông góc bờ. Xem xét địa hình, có thể thấy các giới hạn bãi cát với độ sâu khoảng 3m và cách bờ khoảng 13km và sườn dốc của chân châu thổ tại độ sâu đến 20 cách bờ khoảng 24km.

4.2.3. Vận chuyển trầm tích và vùng đục cực đại (MTZ) khu vực cửa sông

- Thời gian bồi lắng trầm tích từ dòng lũ đưa ra cửa sông ven bờ chủ yếu vào nửa đầu mùa gió Đông Bắc, trong khi đó vào nửa sau mùa gió Đông Bắc dòng dọc bờ mạnh hơn mùa gió Tây Nam, di chuyển trầm tích về phía Tây Nam.
- Bùn cát lơ lửng từ sông, chủ yếu được lắng đọng trong đới nước nông ven bờ (đới châu thổ ngầm) trong phạm vi độ sâu 20m trở vào bờ và cách bờ trung bình 19km.
- Trong khoảng độ sâu 20 - 30m thuộc đới trước châu thổ, mức độ bồi tụ trầm tích giảm hẳn. Từ độ sâu ngoài 30m, gần như không còn nhận thấy vai trò bồi tụ bùn cát Mê Kông hiện đại trên nền đáy, mặc dù vật chất tan và lơ lửng mịn còn có thể phân tán rất xa ra ngoài vùng biển khơi.

4.2.3. Vận chuyển trầm tích và vùng đục cực đại (MTZ) khu vực cửa sông

- Phạm vi di chuyển của dòng bùn cát dọc bờ dường như tập trung cao sát bờ, trong phạm vi 10km trở lại, với $80 \pm 18\%$ tổng khối lượng dòng lũ được lưu giữ lại tại châu thổ ngầm.
- Phần bùn cát còn lại không lớn theo nêm nước sông (plume), về mùa gió Đông Bắc có thể đạt khoảng cách đạt 340 km vượt sang vùng bờ phía Tây (Vịnh Thái Lan) hoặc dịch chuyển tới 190km về phía Đông Nam.
- Về mùa gió Tây Nam, dòng lũ chính vụ chưa đạt đỉnh điểm, bùn cát sông đưa ra chưa nhiều, tác động của dòng chảy dọc bờ, sóng và thủy triều không mạnh bằng mùa gió Đông Bắc, nên dòng vật chất chỉ di chuyển về phía Đông Bắc không quá 140km.

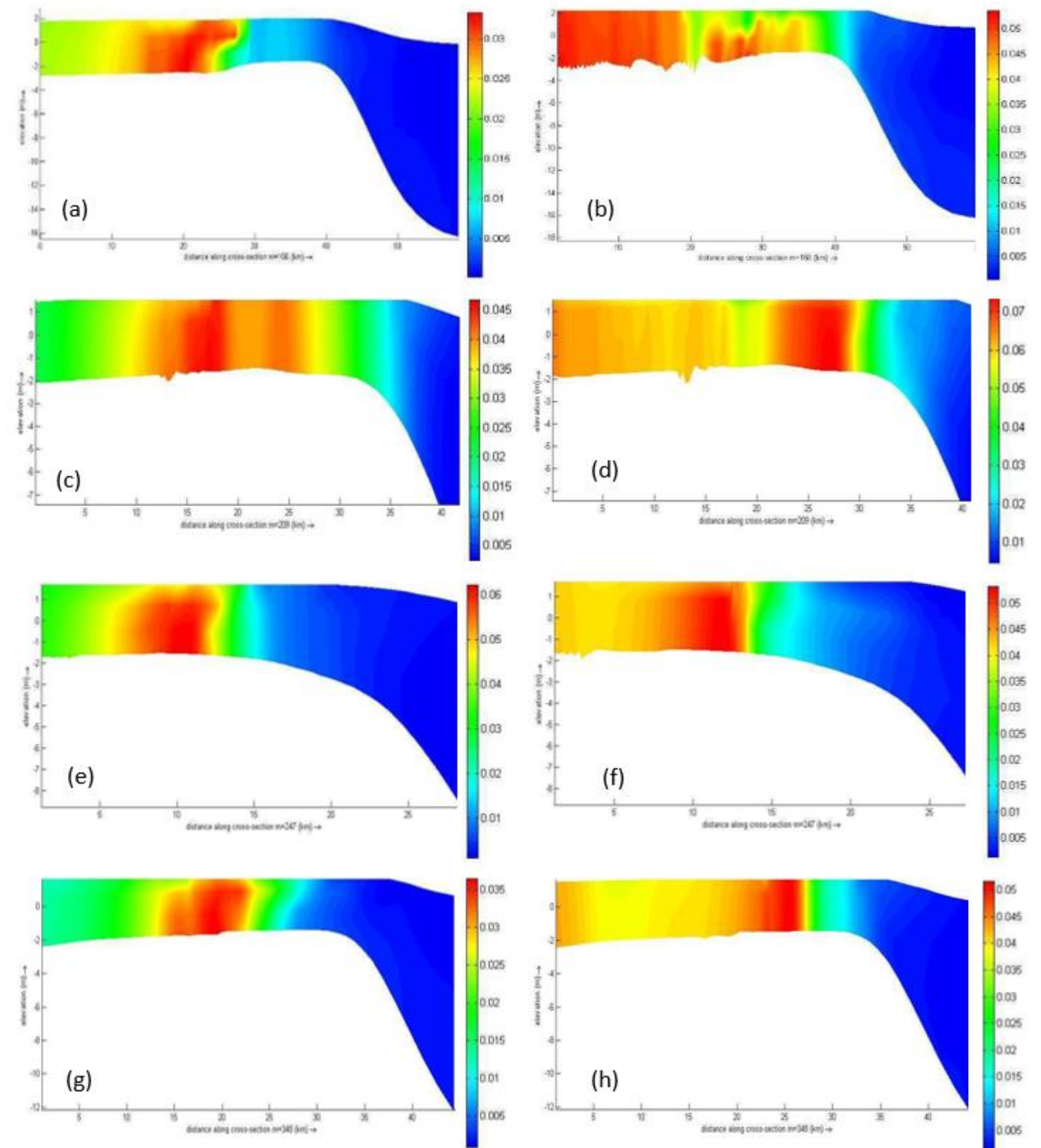
4.2.3. Vận chuyển trầm tích và vùng đục cực đại (MTZ) khu vực cửa sông

- trong mùa kiệt, do hàm lượng trầm tích lơ lửng (TTLL) và tải lượng nước sông đưa ra vùng ven bờ qua các cửa sông tương đối nhỏ nên các khối nước biển có điều kiện đi sâu vào trong các sông, sự hình thành các vùng đục cực đại (MTZ) thể hiện rõ rệt ở các cửa sông trong khu vực.
- Vào pha triều xuống, ảnh hưởng của khối nước có hàm lượng TTLL cao là lớn nhất, sự tương tác của hai khối nước sông-biển được thể hiện trên các profile TTLL dọc các mặt cắt từ trong cửa sông ra phía ngoài.
- Trên các mặt cắt đều thấy xuất hiện những vùng có hàm lượng TTLL cao hơn những khu vực khác.

4.2.3. Vận chuyển trầm tích và vùng đục cực đại (MTZ) khu vực cửa sông

- Các profile TTLL theo chiều thẳng đứng khá đồng nhất ở phía trong cửa sông (cách các cửa sông trên 22km), nhưng phía tiếp giáp với biển (cách các cửa sông khoảng 5 - 22km) lại có sự biến động mạnh theo độ sâu (hàm lượng TTLL cao hơn ở tầng mặt và khá nhỏ ở dưới đáy) do ảnh hưởng của các nêm mặn.
- Do vị trí và địa hình các cửa sông khác nhau nên mức độ hình thành các MTZ cũng như phạm vi ảnh hưởng của VCLL ra phía ngoài biển từ các cửa sông cũng khác nhau, trầm tích từ các cửa như Định An, cửa Đại và Trần Đề có ảnh hưởng lớn hơn các cửa còn lại.

Phân bố hàm lượng TTLL (kg/m^3) dọc một số mặt cắt: phía ngoài cửa Định An (a- mùa cạn; b- mùa lũ); phía ngoài cửa Cung Hầu (c- mùa cạn; d- mùa lũ); phía ngoài cửa Hàm Luông (e- mùa cạn; f- mùa lũ); phía ngoài cửa Đại (g- mùa cạn; h- mùa lũ) (Vũ Duy Vĩnh, 2014)



(Vũ Duy Vĩnh và cs., 2014)

Biến động MTZ mùa cạn

- Sự hình thành và xuất hiện các MTZ thể hiện rất rõ trong pha triều lên và ở thời kỳ nước lớn khi có sự tương tác của các khối nước biển và nước sông.
- Tại khu vực cửa Định An, MTZ di chuyển trong vị trí khoảng từ 18 - 22km (số với cửa sông) với hàm lượng TTLL khoảng 0,04-0,07kg/m³.
- Ở cửa Cung Hầu, MTZ tập trung quanh vị trí cách cửa sông khoảng 15-20km và hàm lượng TTLL ở vùng đục này khá đồng nhất theo chiều thẳng đứng với giá trị dao động 0,04 - 0,06kg/m³
- Tại khu vực phía ngoài cửa Hàm Luông, MTZ xuất hiện gần biển hơn, vị trí cách cửa sông khoảng 12 - 17km với giá trị hàm lượng TTLL lớn nhất khoảng 0,05-0,07kg/m³.
- Ở khu vực cửa Đại, MTZ có vị trí cách cửa sông khoảng 15 -20km với hàm lượng TTLL khoảng 0,035 - 0,06kg/m³.

Biến động MTZ mùa lũ

Xu hướng biến động và hình thành các MTZ trong mùa lũ cơ bản tương tự như trong mùa kiệt. Tuy nhiên, do động lực sông trong mùa lũ lớn hơn nhiều so với mùa cạn nên các đặc điểm MTZ ở khu vực cửa sông ven bờ sông Mê Kông có những thay đổi đáng kể so với mùa cạn. Những thay đổi này là:

- Vị trí các MTZ trong mùa lũ dịch chuyển gần hơn về phía cửa sông khoảng 3 - 8 km so với mùa kiệt. Điều này thể hiện sự tác động mạnh mẽ hơn của động lực sông so với động lực biển.
- Hàm lượng TTL ở các MTZ trong mùa lũ cao hơn so với mùa kiệt với các giá trị phổ biến trong khoảng 0,05 - 0,1kg/m³.
- Sự xuất hiện các MTZ trong mùa lũ ở các vùng cửa sông ven bờ sông Mê Kông không diễn ra thường xuyên như trong mùa kiệt mà chỉ xuất hiện chủ yếu vào thời kỳ triều lên và nước lớn. Vùng đục cực đại cũng ít xuất hiện vào những ngày có tải lượng nước từ sông đưa ra lớn. Điều này có thể giải thích khi tải lượng nước quá lớn làm suy giảm mức độ xâm nhập của các khối nước biển mặn hơn vào sâu các cửa sông, khi đó dòng nước ngọt và TTL có điều kiện phát triển mạnh ra phía ngoài, hạn chế sự hình thành các MTZ ở cửa sông.

4.3 CÁC CỬA SÔNG VÀ VŨNG VỊNH, ĐÀM PHÁ VEN BIỂN MIỀN TRUNG



4.3.1 Đặc điểm chung của các cửa sông ven biển Miền Trung

- Sông miền Trung có đặc điểm là sông ngắn, sau đỉnh mưa 2-3 giờ là nước lũ dồn đến cửa sông.
- Các đoạn trung lưu của sông đều ngắn thậm chí có sông hầu như không có đoạn trung lưu, khiến cho động nước mùa lũ hầu như không bị triệt tiêu khi nước lũ dồn về cửa sông.
- Động lực dòng lũ càng mạnh hơn nếu vùng chịu lũ nằm về phía Nam tâm bão trong bán kính 200 km vì nước sông bị hút ra biển...

4.3.1 Đặc điểm chung của các cửa sông ven biển Miền Trung

- Đặc biệt, cửa sông miền Trung là loại cửa sông kiểu liman (khuyết áo) phía trong có vũng cửa sông rộng và nông, cửa sông bị các cồn cát chắn cửa (hình thành do động lực dòng dọc bờ và sóng trong mùa khô) khiến cho việc thoát lũ rất kém.
- Lũ mạnh có thể làm thay đổi hẳn cấu trúc các cồn bãi chắn ngang cửa sông, nhiều khi sông trở cửa mới xuyên qua cồn cát chắn cửa.
- Khi cơn lũ qua đi, động lực biển lại thắng thế và cồn cát chắn cửa lại được gia cố trở lại, thậm chí có thể bịt kín các cửa mới được trở ra trong mùa lũ.

4.3.1 Đặc điểm chung của các cửa sông ven biển Miền Trung

- Cùng với đặc điểm trên, việc sinh sống của người dân của miền Trung cũng khá nhạy cảm với lũ lụt.
- Ở Miền Trung, vùng đồng bằng ven biển có nhiều cửa sông từ xưa đã là vùng có nhiều điều kiện phát triển kinh tế xã hội.
- Các đô thị xuất hiện và mở rộng cũng ở vị trí trong vùng này. Vùng cửa sông thường được quai đấp tối đa làm đầm nuôi trồng thủy sản và xây dựng công trình khiến cho khả năng thoát lũ càng giảm.
- Ở vùng cửa sông miền Trung, sản nghiệp và tính mạng con người phơi trần và thách đấu với lũ lụt.

4.3.1 Đặc điểm chung của các cửa sông ven biển Miền Trung

- Trầm tích tầng mặt cửa sông ven biển miền Trung có kích thước đường kính thay đổi từ 0,001 mm đến một vài cm.
- Các trầm tích hạt thô có đường kính lớn hơn 0,3 mm thường phân bố trên các bề mặt вал bờ, đụn cát, bãi bồi cửa sông có diện hẹp và cùng phương với đường bờ biển.
- Các đặc trưng cơ học của trầm tích phản ánh khá rõ qui luật phân bố của dòng chảy ven bờ, hướng vận chuyển của bồi tích theo mùa trong năm ở vùng cửa sông ven biển.
- Vật liệu của trầm tích tầng mặt hiện đại ở cửa sông ven biển miền Trung ngoài một phần do sông mang ra, phần lớn là do các quá trình mài mòn, xâm thực bờ tại chỗ.
- Dưới tác động tích cực của các nhân tố động lực biển và gió, vật liệu bồi tích được sắp xếp phân bố lại ở dải ven biển, ở khu vực cửa sông dưới các вал, đụn, doi... kéo dài.
- Có lẽ đây cũng là một trong những nguyên nhân của sự thành tạo các đầm, phá ở khu vực cửa sông ven biển miền Trung.

4.3.1 Đặc điểm chung của các cửa sông ven biển Miền Trung

- Có thể nói rằng quá trình thành tạo bãi bồi ven biển cửa sông miền Trung là quá trình thành tạo val, đụn, doi cát mà nguyên nhân chủ yếu là dòng chảy ven bờ, gió và một phần là dòng bồi tích trong sông mang ra.
- Quá trình di chuyển ngang và dọc bờ của dòng bồi tích là cơ chế thành tạo nên các val ngầm và val bờ ở các đoạn bờ cách xa cửa sông.
- Còn ở khu vực cửa sông do có sự tham gia của dòng bồi tích sông khá dồi dào ở vào thời kỳ mùa lũ, bãi bồi cửa sông phát triển, thành tạo có xu hướng dịch chuyển ra biển.
- Khi không có lũ các nhân tố biển lại đóng vai trò chính, bãi bồi ở cửa sông lại bị san bằng dịch chuyển vào trong sông che lấp cửa.

4.3.1 Đặc điểm chung của các cửa sông ven biển Miền Trung

- Chế độ dòng chảy bùn cát trong vùng cửa sông ven biển phụ thuộc vào dòng nước, bùn cát từ thượng lưu đưa về, chế độ sóng, gió thủy triều, hải lưu, ảnh hưởng của lớp phủ thực vật và tác động của con người.
- Nguồn gốc bùn cát trong vùng cửa sông ven biển miền Trung có 2 nguồn cơ bản:
 - một nguồn do dòng chảy sông mang ra và
 - nguồn khác do sóng biển phá huỷ bờ, bãi từ nơi khác mang đến dưới tác động của dòng chảy biển (dòng sóng, dòng triều...),
- Chế độ bùn cát ở vùng cửa sông luôn thay đổi theo thời gian và không gian, phụ thuộc chặt chẽ vào sự biến đổi tuần hoàn và phi tuần hoàn của các yếu tố động lực sông - biển.

4.3.1 Đặc điểm chung của các cửa sông ven biển Miền Trung

- Vận chuyển bùn cát ven biển cửa sông khác với sự chuyển động của bùn cát trong sông.
- Tại vùng ven biển cửa sông, sự vận chuyển của bùn cát hoàn toàn không theo một hướng nhất định tùy thuộc vào tỷ trọng vectơ vận tốc các dòng chảy bộ phận.
- Bùn cát chuyển động được là nhờ động năng dòng chảy, các thành phần dòng chảy như dòng triều, dòng trôi, dòng mật độ.
- Do vậy, vận chuyển bùn cát dọc bờ phụ thuộc theo tác động của dòng chảy ven bờ là chủ yếu và hầu hết trước các cửa sông

4.3.1 Đặc điểm chung của các cửa sông ven biển Miền Trung

- Nguyên nhân của các quá trình thành tạo bãi bồi cửa sông ven biển chủ yếu là do các quá trình ngoại sinh trong đó nguồn bồi tích ven biển và nguồn bồi tích trong sông là chính.
- Quá trình thành tạo và phát triển bãi bồi cửa sông có liên quan tới mức cơ sở xói mòn, đó là sự thay đổi của mực nước đại dương so với bờ lục địa, động lực thúc đẩy của các quá trình xói lở - bồi tụ.
- Các quá trình hoạt động mang tính chu kỳ ngắn xảy ra nhanh chóng như sóng, dòng chảy, bão, lũ, nước dâng... là các động lực tích cực, trong quá trình gây sạt lở bờ biển và làm biến động hình thái bãi bồi vùng cửa sông.
- Như vậy bản chất của quá trình phát triển thành tạo và biến động bãi bồi cửa sông ven biển miền Trung là sự tổng hoà của các nhân tố nội và ngoại sinh, trong đó các quá trình ngoại sinh luôn chiếm ưu thế.

4.3.2 Các vũng vịnh, đầm phá khu vực Miền Trung

- 4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung
- 4.3.2.2. Giới thiệu đầm phá điển hình: Đầm phá điển hình Tam Giang – Cầu Hai

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Dải ven biển Nam Trung Bộ kéo dài hơn 5.5 vĩ độ địa lý từ phía nam tỉnh Bình Thuận (vĩ độ $10^{\circ}34.46'N$) đến phía bắc Đà Nẵng (vĩ độ $16^{\circ}12.89'N$), thuộc vùng biển của 8 tỉnh nước ta là Bình Thuận, Ninh Thuận, Khánh Hòa, Phú Yên, Bình Định, Quảng Ngãi, Quảng Nam và Đà Nẵng.
- Xét về đặc điểm địa hình – địa lý nói chung, có thể chia toàn vùng thành ba vùng nhỏ: - Vùng 1: Từ Đà Nẵng đến Quảng Ngãi, - Vùng 2: Từ Quy Nhơn đến Mũi Đá Vách (Khánh Hòa), - Vùng 3: Từ Mũi Đá Vách đến La Gi.

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vùng 1
 - có hướng đường bờ tạo với phương kinh tuyến một góc khoảng 25° ($K1 = + 25^\circ$).
 - không có những vũng, vịnh lớn, sâu vào đất liền (Vịnh Dung Quất, vịnh có tầm quan kinh tế lớn lại là vịnh nhỏ, hỏ!).
 - Bờ biển bao gồm các bờ cát, cửa sông lớn, như cửa sông Thu Bồn (Cửa Đại), cửa Kỳ Hà (sông Trường Giang), cửa sông Trà Bồng (vịnh Dung Quất), cửa sông Trà Khúc, cửa Mỹ Á (sông Trà Cũ), cửa Tam Quan, cửa sông Lại Giang, cửa đầm Nước Ngọt.

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vùng 2
 - có hướng đường bờ tạo với phương kinh tuyến một góc khoảng 0° ($K2 = 0^\circ$), nghĩa là hướng bắc - nam.
 - có nhiều vũng, vịnh lớn, sâu vào đất liền (Kín có, hở có và nửa kín nửa hở cũng có). Đó là các vịnh (và đầm): Cù Mông, Xuân Đài, Ô Loan, Vũng Rô, Vân Phong, Bình Cang – Nha Phu, Nha Trang, Cam Ranh. Nếu nêu về các vịnh tương tự như vậy ở suốt dọc (khoảng 3.344 km) bờ biển Việt Nam, từ Móng Cái đến Hà Tiên, không kể vịnh Hạ Long là vịnh có những đặc điểm địa lý hoàn toàn khác, ta mới thấy được hết “sự nổi bật” của các vũng vịnh vùng này.
 - Phần lớn sông ngòi trong khu vực Quy Nhơn – Mũi Đá Vách đều chảy vào những vũng vịnh.
 - Có hai sông lớn (Vào mùa mưa lưu lượng lớn, nhưng vào mùa khô thì cạn khô) chảy trực tiếp ra biển, đó là sông Đà Rằng (sông Ba) và sông Đà Nồng (sông Bàn Thạch).
 - Độ dốc đáy biển lớn.

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vùng 2
 - Thềm lục địa ở đây rất hẹp; có chỗ đường đẳng sâu 200 m chỉ cách đường bờ khoảng 15 hải lý (Khu vực bán đảo Hòn Gốm, Khánh Hòa).
 - ở nhiều chỗ nước vùng khơi của Biển Đông có thể thâm nhập vào sát bờ, làm cho nước biển của phần lớn vùng biển này có một màu xanh tuyệt đẹp và có độ muối cao (thường là 33 ÷ 34 ‰).
 - vùng 2 còn nổi tiếng vì có các bãi cát như ở Tuy Hòa, Đại Lãnh, bán đảo Hòn Gốm, Nha Trang, bán đảo Thủy Triều, là những khu tắm biển và du lịch rất có giá trị.
 - Bờ biển rất khúc khuỷu, bao quanh các vịnh. Trong vùng này ở một số nơi có những dãy núi đâm ra biển, làm cho gió có lúc thổi từ đất liền ra biển với tốc độ lớn.
 - Ví dụ, ở vùng nam Phú Yên (Dãy núi đèo Cả); dân địa phương gọi là “Tổ”. Ở vùng Tu Bông (Khánh Hòa) vào mùa gió mùa đông bắc có gió mạnh thổi từ bờ ra biển (vịnh Vân Phong), vì vậy có giả thiết cho rằng địa danh “Tu Bông” có nguồn gốc “Tụ Phong”. Các vũng vịnh ở vùng này thường có núi bao quanh, vì vậy, gió mang tính cục bộ rất rõ rệt.

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

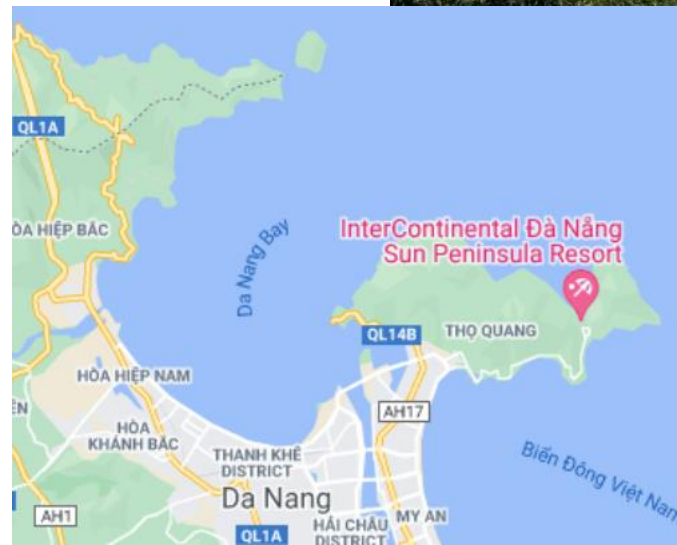
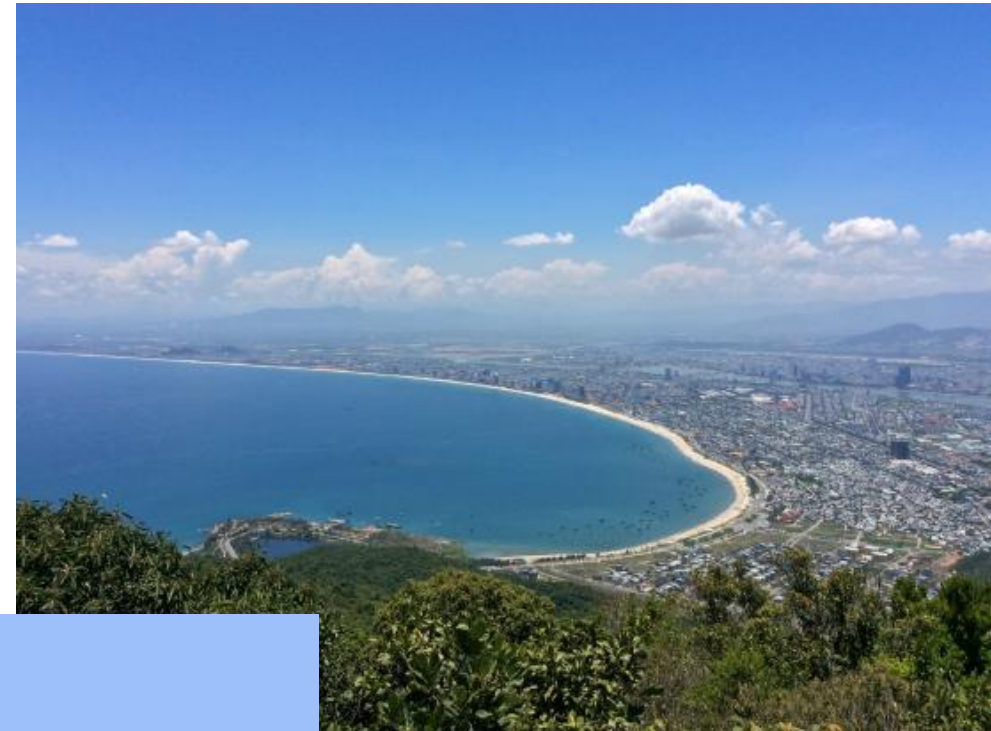
- Vùng 3
 - có hướng đường bờ tạo với phương kinh tuyến một góc khoảng -60° ($K3 = -60^\circ$).
 - không có những vũng, vịnh lớn, sâu vào đất liền. Các vũng, vịnh nông, hỏ (Như vịnh Phan Rang, Cá Ná, Phan Rí, Phan Thiết).
 - Bờ biển bao gồm các bờ cát, cửa sông không lớn và thường bị lấp vào mùa khô. Như sông Cái (Phan Rang), sông Lòng Sông (Phước Thê), sông Phan Rí Cửa (sông Lũy, Phan Rí), sông Phú Hải (Phan Thiết), sông Cà Ty (Phan Thiết), sông Dinh (La Gi).
 - Do có phương đường bờ như vậy nên gió mùa thường thổi dọc bờ. Trong mùa gió mùa đông bắc ở phía nam của vùng này, thường có gió hướng đông là chính, gọi là “Gió Chướng” (Gió chướng Nam Bộ, từ nam Bình Thuận đến Cà Mau).

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Ở vùng 1 và 2 mùa mưa trùng mùa gió mùa đông bắc, còn ở vùng 3 – mùa gió mùa tây nam (Mùa mưa Nam Bộ). Có thể nói, tỉnh Ninh Thuận là vùng chuyển tiếp của hai vùng có hai mùa mưa khác nhau như nêu trên, nên lượng mưa rất ít (ít nhất so với các vùng khác của nước ta).
- Một số thủy vực có vai trò nhất định trong sự phát triển kinh tế, xã hội của khu vực có thể kể đến là: Vịnh Đà Nẵng (thuộc thành phố Đà Nẵng), vịnh Dung Quất (Quảng Ngãi), đầm Đề Gi và vịnh Quy Nhơn – đầm Thị Nại (Bình Định), vịnh Xuân Đài - đầm Cù Mông và Vũng Rô (Phú Yên), vịnh Vân Phong, vịnh Bình Cang – đầm Nha Phu, vịnh Nha Trang và vịnh Cam Ranh – đầm Thủy Triều (Khánh Hòa), đầm Nại (Ninh Thuận), vịnh Phan Thiết (Bình Thuận).

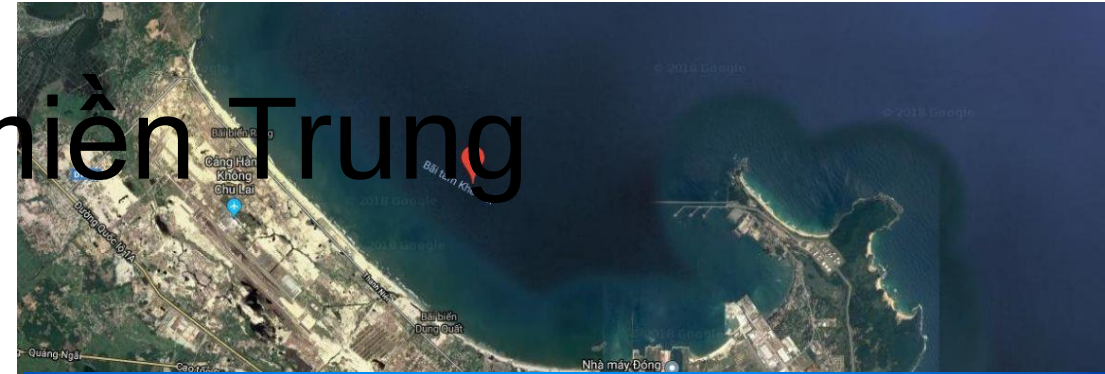
4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vịnh Đà Nẵng
 - thành phố Đà Nẵng, một trong những đô thị năng động của Việt nam hiện nay.
 - chiều rộng khoảng 11km,
 - chiều dài 13km,
 - Diện tích mặt nước 119 km².



4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vịnh Dung Quất
 - thuộc địa bàn tỉnh Quảng Ngãi.
 - được đầu tư rất mạnh về cơ sở hạ tầng, chính sách thu hút, ưu đãi của Nhà nước.
 - khu kinh tế mở Dung Quất đã được đưa vào khai thác, sử dụng và sẽ là đòn bẩy cho sự phát triển kinh tế khu vực trong tương lai.
 - Sự phát triển nhanh chóng cũng gây sức ép về môi trường, sinh thái, cảnh quan trong khu vực.
 - chiều rộng khoảng 5.3 km,
 - chiều dài 12.7 km,
 - độ sâu trung bình khoảng 10m,
 - Diện tích mặt nước khoảng 49 km².



4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vịnh Quy Nhơn
 - thuộc thành phố Quy Nhơn của tỉnh Bình Định



, dài tổng gần 50 km, lục địa ven và
rộng từ 18 - 20 km². Đầm tương đối
dài khoảng 12 km, chiều rộng nơi rộng

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vịnh Xuân Đài- đầm Cù Mông
 - phía Đông Bắc của tỉnh Phú Yên
 - Phía Bắc giáp huyện Vân Canh tỉnh Bình Định, phía Nam giáp xã An Ninh Đông và An Ninh Tây huyện Tuy An, phía Tây là Quốc lộ 1, phía Đông là Biển Đông.
 - Diện tích mặt nước đầm Cù Mông vào khoảng 12 km^2 , vịnh Xuân Đài là 80 km^2 .
 - Chiều rộng đầm Cù Mông khoảng 1.8 km, chiều dài 5.7 km, độ sâu trung bình chỉ hơn 3 m.
 - Chiều rộng vịnh Xuân Đài khoảng 5.6 km, chiều dài 14 km, độ sâu trung bình khá lớn, khoảng 10m.



4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vũng Rô
 - xã Hòa Xuân Nam, huyện Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên,
 - Đây là một thủy vực nằm ở cực Nam của tỉnh Phú Yên, giáp Khánh Hòa, nằm sát chân đèo Cả, 3 mặt giáp núi,
 - cửa thông ra biển có độ rộng 2.7 km,
 - dài 4.5km,
 - độ sâu trung bình xấp xỉ 14m,
 - tổng diện tích vào khoảng 10 km²,
 - diện tích bề mặt nước xấp xỉ 8.4 km².
 - Phía cửa Vũng Rô là Hòn Nưa, phía nam là bãi Đại Lãnh (Khánh Hòa).



4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vịnh Vân Phong- Vũng Bến Gôi

- không gian biển nửa kín,
- huyện Vạn Ninh và Ninh Hòa, nằm ở phía bắc tỉnh Khánh Hòa,
- Thủy vực có diện tích 540.8 km^2 , phần ngập nước khoảng 482.83 km^2 , còn lại là các đảo (đảo Hòn Lớn, chiếm 57.97 km^2).
- Độ dài theo chiều trục vịnh khoảng 34 km.
- chiều rộng trung bình 10 km.
- Phần có độ sâu $<10\text{m}$ chiếm 36% DT, từ
- Vịnh chứa một thể tích nước khoảng 5.87 theo mức “0” m thủy triều), nếu tính theo vịnh chứa khoảng 6 km^3 nước.
- Thủy vực gồm 02 phần nhỏ,
 - phần đỉnh phía bắc có độ sâu trung bình khoảng 143.8 km^2 gọi là vũng Bến Gôi.
 - Phía ngoài là vịnh Vân Phong với độ sâu trung bình mặt nước khoảng 384 km^2 .



4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vịnh Nha Trang
 - là một trong bốn vịnh lớn và đẹp nhất Việt Nam
 - Phía bắc được giới hạn bởi dãy núi Cam Ranh.
 - Đảo Hòn Lớn (Hòn Tre) là cửa ngõ ra vào vịnh. Phía đông nam vịnh là bán đảo Sơn Đầu, tạo thành một vành đai chắn sóng.
 - Diện tích mặt nước xấp xỉ 1.000 km².
 - Vịnh thông với biển ngoài khơi bằng eo biển phía bắc có chiều rộng khoảng 1 km, eo biển phía đông nam có chiều rộng trung bình khoảng 12 m.
 - Phần diện tích có độ sâu nhỏ hơn 10 m (khoảng 11% diện tích toàn vịnh).



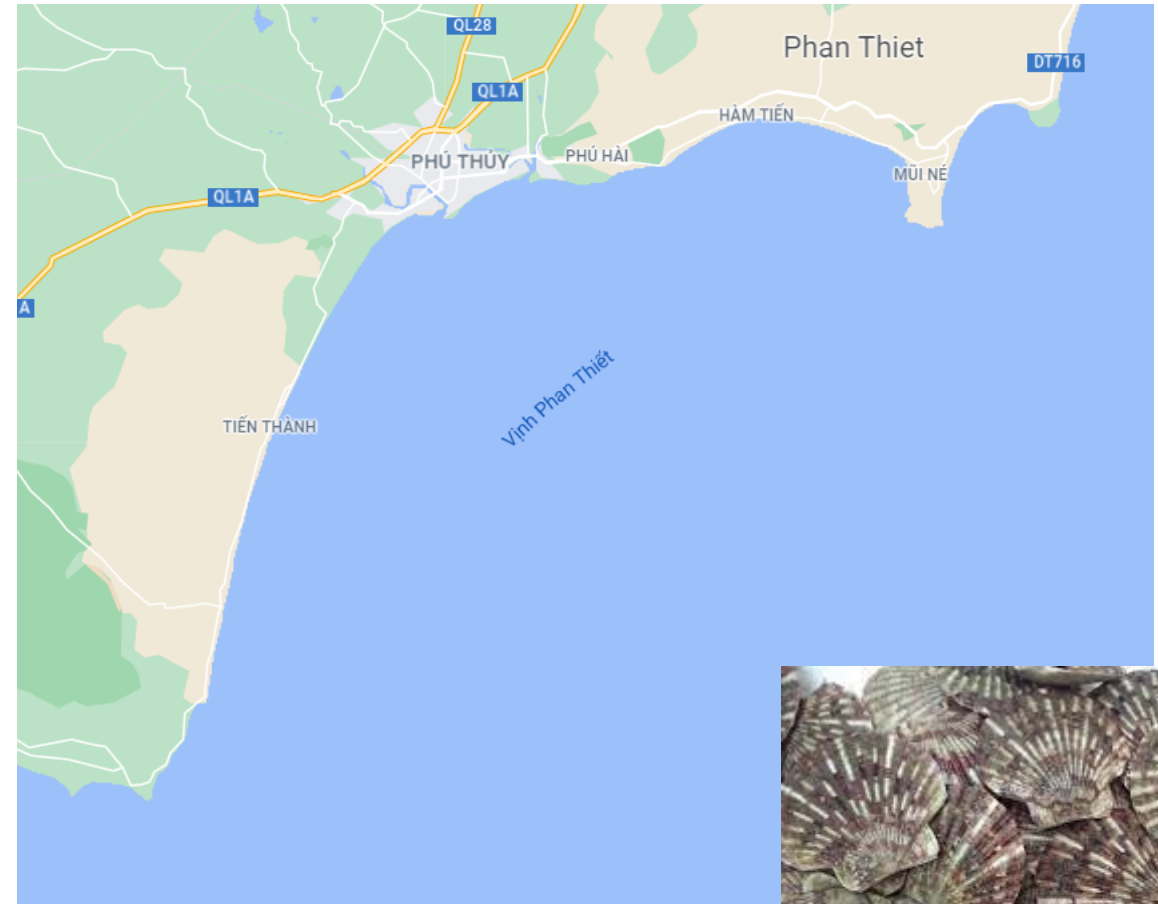
4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

- Vịnh Cam Ranh- đầm Thủy Triều
 - Phía nam tỉnh Khánh Hòa, là một vịnh kín
 - Bán đảo Sop chia vịnh thành 2 phần: phần phía đông thông với biển bằng 2 cửa: cửa Lớn và cửa Nhỏ
 - Hầu như “vịnh Cam Ranh” được coi là bao gồm cả phần đầm Thủy Triều).
 - Đầm Thủy Triều kéo dài xấp xỉ 10 km, rất hẹp (chỗ hẹp nhất 250 m), độ sâu chỉ một vài mét, phần đỉnh có diện tích nhỏ
 - Phần vịnh Cam Ranh, dài khoảng 13.7 km, độ sâu lớn.
 - Vịnh được thông với biển ngoài khơi bằng cửa Lớn, có độ sâu lớn.
 - Diện tích của toàn bộ vịnh đạt 170 km² là 164 km². Tuy nhiên diện tích này thay đổi do sự can thiệp của con người



4.3.2.1. Các vịnh miền Trung

- Vịnh Phan Thiết
 - là một vịnh hỏ (độ dài vùng cửa lớn hơn độ rộng vịnh, trong vịnh không có đảo chắn).
 - Phía đông là biển, phía đông bắc vịnh giới hạn bởi Mũi Né, phía tây nam được giới hạn bởi mũi Kê Gà, phía tây và tây bắc là thành phố Phan Thiết và lục địa.
 - Vịnh có độ sâu trung bình khoảng 10m,
 - diện tích mặt nước khoảng 325.6 km².



4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

TT	Tên gọi truyền thống	Vị trí			Kích thước			Diện tích mặt nước (km²)
		Địa điểm	Tọa độ		Chiều rộng (km)	Chiều dài (km)	Độ sâu (m) trung bình/ lớn nhất	
			Vĩ độ (N)	Kinh độ (E)				
1	Vịnh Đà Nẵng	Thành phố Đà Nẵng	16° 11'	108° 09'	11	13	13/21	119
2	Vụng An Hòa	Nam Quảng Nam: Núi Thành	15° 28'	108° 39'	5	6	3/8	26
3	Vịnh Dung Quất	Bắc Quảng Ngãi: Bình Sơn	15° 25'	108° 45'	5.3	12.7	10/20	49
4	Vũng Việt Thanh	Bắc Quảng Ngãi: Bình Sơn	15° 22'	108° 51'	2	5.5	10/17	10
5	Vũng Nho Na	Bắc Quảng Ngãi: Bình Sơn	15°20'20"	108°52'30"	1.3	2.2	7/17	2.5
6	Vụng Mỹ Hàn	Bắc Quảng Ngãi: Bình Sơn	15° 17'	108° 54'	3	9.7	14/25	25

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

TT	Tên gọi truyền thống	Vị trí			Kích thước			Diện tích mặt nước (km ²)
		Địa điểm	Tọa độ		Chiều rộng (km)	Chiều dài (km)	Độ sâu (m) trung bình/ lớn nhất	
			Vĩ độ (N)	Kinh độ (E)				
7	Vũng Mỹ An	Phù Mỹ (Bình Định)	14° 12'	109° 12'	2.6	10.7	10/18	21.4
8	Vụng Cát Chánh	Phù Cát (Bình Định)	13° 56'	109° 16'	2.8	8.7	13/24	22
9	Vịnh Quy Nhơn	TP. Quy Nhơn (Bình Định)	13° 43'	109° 16'	10	14	15/30	134
10	Vụng Cù Mông	Bắc Phú Yên: Sông Cầu	13° 31'	109° 17'	1.8	5.7	3/11	12
11	Vũng Quan (Vụng Trích)	Bắc Phú Yên: Sông Cầu	13° 29'	109° 18'	2.2	5.5	10/24	10.7

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

TT	Tên gọi truyền thống	Vị trí			Kích thước			Diện tích mặt nước (km²)
		Địa điểm	Tọa độ		Chiều rộng (km)	Chiều dài (km)	Độ sâu (m) trung bình/ lớn nhất	
			Vĩ độ (N)	Kinh độ (E)				
12	Vũng Mò O (Vụng Ông Diên)	Bắc Phú Yên: Sông Cầu	13°27'20"	109°19'20"	1.1	2	7/17	2
13	Vịnh Xuân Đài	Bắc Phú Yên: Sông Cầu	13° 23'	109° 16'	5.6	14	10/19	80
14	Vũng Chao	Bắc Tuy An (Phú Yên)	13° 21'	109°17'40"	0.7	1.5	6/14	0.8
15	Vũng Rô	Nam Phú Yên: Đông Hòa	12°51'30"	109°24'40"	2.7	4.5	14/20	8.4
16	Vũng Bến Gỏi	Bắc Khánh Hòa: Vạn Ninh	12° 42'	109° 19'	10	17	8/16	143.8

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

TT	Tên gọi truyền thống	Vị trí			Kích thước			Diện tích mặt nước (km ²)
		Địa điểm	Tọa độ		Chiều rộng (km)	Chiều dài (km)	Độ sâu (m) trung bình/ lớn nhất	
			Vĩ độ (N)	Kinh độ (E)				
17	Vũng Hòn Khói	Bắc Khánh Hòa: Ninh Hòa	12° 36'	109° 13'	3.6	4.4	2.4/6	13
18	Vịnh Văn Phong	Bắc Khánh Hòa: Ninh Hòa	12° 32'	109° 19'	20	24	20/37	384
19	Vịnh Bình Cang-Đầm Nha Phu	Bắc Khánh Hòa: Ninh Hòa	12° 21'	109° 14'	7.6	17.3	8/18	103
20	Vịnh Nha Trang	TP. Nha Trang (Khánh Hòa)	12° 15'	109° 15'	16	13	15/26	147
21	Vịnh Cam Ranh	Nam Khánh Hòa (Cam Ranh)	11° 54'	109° 11'	13.7	19	10/42	164

4.3.2.1. Các vũng vịnh miền Trung

TT	Tên gọi truyền thống	Vị trí			Kích thước			Diện tích mặt nước (km²)
		Địa điểm	Tọa độ		Chiều rộng (km)	Chiều dài (km)	Độ sâu (m) trung bình/ lớn nhất	
			Vĩ độ (N)	Kinh độ (E)				
22	Vịnh Phan Rang	TP. Phan Rang (Ninh Thuận)	11° 33'	109° 04'	10.5	25.4	20/47	248
23	Vịnh Cà Ná	Bắc Bình Thuận: Tuy Phong	11° 16'	108° 49'	17.5	19	13/40	309
24	Vịnh Phan Rí	Bắc Bình Thuận: Tuy Phong	11° 08'	108° 35'	7.4	28.6	9/17	159
25	Vịnh Phan Thiết	TP. Phan Thiết) (Bình Thuận	10° 53'	108° 08'	11.8	40	10/18	325.6

4.3.2.2. Đầm phá điển hình: Tam Giang – Cầu Hai



- Hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai kéo dài theo phương Tây Bắc - Đông Nam dọc theo bờ biển, có chiều dài 68km, tổng diện tích mặt nước 216 km²
- gồm 3 đầm, phá hợp thành: phá Tam Giang, đầm Thủy Tú và đầm Cầu Hai

Tam Giang – Cầu Hai

- Phá Tam Giang: Kéo dài từ cửa sông Ô Lâu đến cầu Thuận An với chiều dài 25km. Chiều rộng phá thay đổi từ 0,5 (gần Thai Dương Thượng) đến 4km (Mỹ Thạnh, Quảng Điền), trung bình gần 2,5km. Chiều sâu phá vào mùa cạn phổ biến là 1 - 1,5 m, gần cửa Thuận An 4 - 6 m, thậm chí có lạch sâu đến 10 m. Diện tích mặt nước khoảng 52 km². Phá Tam Giang liên thông với biển Đông bằng cửa Thuận An.
- Đầm Thủy Tú: Bao gồm các đầm An Truyền, Thanh Lam (Sam), Hà Trung và Thủy Tú. Đầm Thủy Tú kéo dài từ cầu Thuận An đến Cồn Trai trên chiều dài 33km. Chiều rộng đầm biến đổi từ 0,5 (đầm Thủy Tú) đến 5,5km (đầm An Truyền - Sam), trung bình 1,8 km, chiều sâu đầm thay đổi từ 1 - 1,5 đến 3 - 5m tùy thuộc khu vực, nhưng phổ biến là 1,5 - 2m. Diện tích mặt nước của đầm tới 60 km².
- Đầm Cầu Hai: Có dạng lòng chảo, tương đối đẳng thước. Chiều dài từ Cồn Trai đến cửa Sông Rui là 9 km và từ cửa sông Truồi đến núi Vinh Phong gần 13 km. Chiều sâu trung bình của đáy đầm là 1,4 m. Diện tích mặt nước khoảng 104 km². Đầm cầu Hai liên thông với biển Đông thông qua cửa Tư Hiền

Thủy triều và mực nước biển

- Thủy triều dâng phá chịu tác động trực tiếp từ triều ngoài biển thông qua các cửa.
- Dao động mực nước tại phá Tam Giang tương tự như dao động thủy triều ngoài biển.
- Khu vực Thuận An chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều đều.
- Vùng dâng phá Cầu Hai và Lăng Cô chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều.
- Mực nước tại khu vực phía nam dâng phá (Cầu Hai - Lăng Cô) dao động mạnh nhất, với biên độ triều có thể đạt 0,6-0,9m.
- Do vừa chịu tác động của chế độ thủy triều vùng biển và chế độ thủy văn lục địa nên mực nước trong dâng phá biến động rất phức tạp theo thời gian và không gian.
- Đặc biệt là vào mùa lũ, dòng chảy trong dâng có thể bị xáo trộn mạnh, mực nước lên xuống vừa mang tính quy luật của thủy triều, vừa thể hiện tính chất lũ các sông đổ vào.

Thủy triều và mực nước biển

- Mùa khô, mực nước các đầm phá thường thấp hơn đỉnh triều ngoài biển,
 - ở Cầu Hai là 0,25-0,30m và
 - ở Tam Giang là 0,05-0,15m.
 - Do dòng chảy các sông đổ về nhỏ nên dao động mực nước phần lớn mang tính thủy triều.
- Về mùa mưa lũ, mực nước đầm phá thường luôn cao hơn mực nước biển, tới 70cm ở Cầu Hai.
 - Dao động mực nước đầm phá cũng biến đổi không tương đồng với mực nước ngoài biển.

Dòng chảy

- Do phụ thuộc vào mối tương tác của nhiều yếu tố như dòng triều, dòng chảy biển ven bờ, dòng chảy sông, dòng chảy do gió, địa hình đáy và hình dạng bờ vực nước nên dòng chảy trong đầm phá rất phức tạp. Dòng chảy tổng hợp gồm dòng triều, dòng chảy sông và dòng chảy do gió.
- Dòng triều ở cửa Thuận An có tốc độ khoảng 0,15-0,20m/s. Ở khu vực phía nam - cửa Tư Hiền và cửa Lăng Cô, dòng chảy có xu hướng mạnh hơn (đạt 0,30-0,35m/s). Trong đầm phá nói chung, tốc độ dòng chảy trong những ngày có chế độ bán nhật triều thường mạnh hơn ngày có chế độ nhật triều

Dòng chảy

- Dòng chảy dư trong đầm phá nhỏ chỉ đạt 0,04-0,08m, có thể đạt 0,2m trong mùa mưa (Tam Giang - Cầu Hai). Dòng chảy này ở gần cửa Thuận An gồm 2 lớp cấu trúc: lớp trên chảy ra phía biển, lớp dưới chảy ngược lại và yếu dần khi vào cửa sông Hương.
- Dòng di cư ngược liên quan và gắn liền với sự hình thành nê-mạn trong cửa sông, cần được nghiên cứu kỹ hơn trong các bài toán truyền triều, kiểm soát đóng và khai thác nước trên các đập ở sông Hương. Tại vùng Tam Giang - Phước Lâm vào mùa khô do lưu lượng nước sông Ô Lâu nhỏ nên dòng dư có xu thế đẩy nước từ phía Thuận An về phía sông Ô Lâu. Tại khu Thủy Tú, An Truyền dòng chảy dư chảy từ phía đầm Cầu Hai về phía cửa Thuận An. Ở đầm Cầu Hai dòng dư nhỏ, chỉ đạt 0,02m/s và có hướng chảy về phía Thuận An vào mùa khô.

Dòng chảy

- Khi có sự đổi cửa ở Tư Hiền (lấp cửa tại Vinh Hiền, khai thông tại Lộc Thủy) thì dòng triều thay đổi rõ nhất ở khu vực Thủy Tú. Cả thành phần toàn nhật và bán nhật đều tăng và có giá trị cùng bậc 15-20cm/s (bảng 5.6).
- Gió có vai trò đáng kể trong hoàn lưu đầm phá. Kết quả mô phỏng theo mô hình trị số Vonsinghe cho phá Tam Giang - Cầu Hai cho thấy: Lực ma sát của gió thổi trực tiếp trên bề mặt vực nước đầm phá chỉ phát hiện được những tốc độ dòng chảy nhỏ cỡ vài cm/s, chỉ nơi mặt cắt hẹp tốc độ mới đạt tới gần 10cm/s.

Dòng chảy

- Do hình dạng địa hình phân dị theo từng phần và phân bố độ sâu không đều, nên đã tạo ra những xoáy nước cục bộ như ở phá Tam Giang, vùng gần cửa Thuận An và đầm Thủy Tú... Trong thủy vực Cầu Hai, hình thành các hệ xoáy phức tạp, có hướng khác nhau theo 2 hướng gió: gió thổi từ phía bắc và phía biển như gió bắc, đông bắc, đông và đông nam, tạo nên một lớp xoáy lớn ngược chiều kim đồng hồ trong đầm Cầu Hai. Gió hướng tây nam gây ra ba vòng xoáy lớn trong phạm vi thủy vực này, liên hệ với nhau theo kiểu dạng răng khế. Trong đầm Lăng Cô cũng xuất hiện những xoáy nước do gió như đầm Cầu Hai.
- Tuy các dòng chảy gió và dòng chảy triều đều nhỏ về tốc độ, nhưng trường dòng có sự khác nhau, trong trường dòng chảy triều không phát hiện các xoáy cục bộ. Trong các pha triều lên và triều rút tại hầu như toàn bộ diện tích thủy vực, các dòng triều đều có hướng chảy vào hoặc chảy ra đồng thời. Đặc điểm này làm cho dòng chảy triều có vai trò lớn hơn dòng chảy gió trong sự lưu thông nước đầm phá.

Dòng chảy

Dòng chảy tổng hợp có tính chất thay đổi theo mùa.

- Về mùa khô,
 - dòng chảy vào lớn hơn dòng chảy ra ở cửa Thuận An và cửa Lăng Cô. Ở cửa Tư Hiền thì ngược lại.
 - Thời gian chảy vào lớn hơn thời gian chảy ra ở tất cả các cửa. Trong đầm phá Tam Giang có tốc độ chảy lên trung bình gần gấp 1,5 lần ở cửa sông Hương, các giá trị khác tương đương nhau.
 - Ở đầm cầu Hai và Lăng Cô hầu như không có dòng chảy. Tốc độ dòng chảy ở Thủy Tú nhỏ, trung bình 5-7cm/s, cực đại 22-27cm/s, tầng đáy hầu như không chảy, tầng mặt dừng chảy 12 giờ trong ngày và thời gian chảy lên gấp 2 lần thời gian chảy xuống.
 - Dòng chảy mặt ở phá Tam Giang có giá trị lớn hơn dòng chảy đáy.

Dòng chảy

Dòng chảy tổng hợp có tính chất thay đổi theo mùa.

- Về mùa mưa,
 - tốc độ dòng chảy tăng rõ rệt.
 - dòng chảy ra chiếm ưu thế gần như tuyệt đối ở các cửa đầm phá và sông cả về tốc độ và thời gian chảy.
 - cửa Thuận An vào mùa mưa (tháng 11 năm 1995), tốc độ dòng chảy ra tăng mặt trung bình đạt 45cm/s, cực đại 105cm/s, thời gian chảy 23/24giờ.
 - Tuy nhiên, trong điều kiện mưa bão (nhỏ) có nước dâng thì dòng chảy vào ở các đầm phá lại có ưu thế.
 - Trong đầm phá, xu hướng chung là dòng chảy có hướng về phía cửa chính, chẳng hạn ở Tam Giang - Cầu Hai, xu hướng chảy về phía cửa Thuận An đã được ghi nhận, đặc biệt rõ khi cửa Tư Hiền bị lấp.

Trao đổi nước

- Trao đổi nước giữa đầm phá và biển
- Quá trình trao đổi nước giữa đầm phá và biển được thực hiện thông qua các cửa của nó và tính chất phức tạp của quá trình phụ thuộc nhiều vào quá trình biên động cửa, và chế độ khí hậu.
- Về mùa khô, lượng chảy vào thường lớn. Kết quả khảo sát mùa khô (tháng 3/1993) trước khi cửa Tư Hiền bị lấp ở Vinh Hiền cho thấy ở đầm phá Tam Giang - Cầu Hai mỗi ngày nước biển dôn vào đầm phá 5,8 triệu m^3 nước.
- Về mùa mưa, lượng nước chảy ra gần như chiếm ưu thế hoàn toàn, do lượng nước từ các sông đổ vào lớn. Số liệu quan trắc tính toán thực hiện vào tháng 11 năm 1995 ở đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (khi đó cửa Tư Hiền đã bị lấp) một khối lượng nước bị đẩy ra biển khoảng 175,5 triệu m^3 thông qua cửa Thuận An trong một ngày đêm.
- Ước tính nếu cửa Tư Hiền được mở rộng thì có thể góp phần thoát ra biển 15-20 triệu m^3 nước/ngày. Khi có bão gây nước dâng sẽ làm cho một khối lượng lớn nước biển lại được dôn vào đầm phá.
- Ước tính tại đầm phá Cầu Hai có đến 4,3 triệu m^3 nước được dôn vào đầm phá trong một ngày đêm, do ảnh hưởng của cơn bão số 10 vào ngày 23/11/1993.

Trao đổi nước

Lượng nước ($\times 10^3 \text{m}^3$) trao đổi qua một ngày đêm vào mùa mưa năm 1995, sau khi cửa Tư Hiền bị lấp và đào cửa mới

Trạm khu vực	Lưu lượng		Cân bằng	
	Vào (lên)	Ra (xuống)	Vào (lên)	Ra (xuống)
Cửa sông Hương	0	17,243		17,243
Cửa Thuận An	0	173,569		173,569
Cửa Tư Hiền	689	14,021		13,331
Vinh Xuân (Thủy Tú)	25,488	16,995	8,792	
Đầm Cầu Hai	17,684	39,509		22,123

Hiện tượng phân tầng nước

- Phân tầng nước ở đầm Tam Giang - Cầu Hai mạnh hơn ở các thủy vực khác đã được điều tra ở ven bờ Việt Nam. Trong đầm phá Tam Giang - Cầu Hai đã phát hiện thấy hiện tượng phân tầng ngược kéo dài, biểu hiện ở sự khác nhau rõ rệt về các yếu tố thủy lý, thủy hóa của vực nước ở tầng mặt và tầng đáy, mặc dù độ sâu trung bình của đầm phá Cầu Hai thường đạt 1,5-2,0m. Phân tầng thuận thường xảy ra khi lớp nước mặt có độ muối cao hơn lớp nước đáy về mùa khô, ngược lại được gọi là phân tầng ngược.
- Hiện tượng phân tầng nước ở đầm phá Tam Giang - Cầu Hai rất điển hình, biểu hiện rõ nhất là phân bố độ muối theo tầng mặt và tầng đáy. Tính phân tầng rõ rệt và mạnh thường xảy ra vào mùa khô và yếu đi vào mùa mưa. Về mùa khô ở Tam Giang - Cầu Hai chênh lệch độ mặn giữa nước tầng mặt và đáy rất lớn, cực đại ở phá Tam Giang có thể đạt đến 13,5‰ với độ sâu 1,5m (năm 1993).

Hiện tượng phân tầng nước

- Tính phân tầng xảy ra rõ ràng hơn vào thời điểm có dòng chảy lớn, đồng thời cũng phụ thuộc nhiều vào độ sâu, hình thái vực nước, biên độ triều và khả năng tạo sóng của gió,... Ở những vùng nước có điều kiện phát triển hoàn lưu thẳng đứng tốt (đà tạo điều kiện phát triển sóng) thì tính phân tầng yếu như ở khu đầm Cầu Hai. Hiện tượng phân tầng ngược thể hiện rõ ở cả độ muối và độ pH, thường gặp ở khu vực bắc Cầu Hai giáp nam Thủy Tú, với độ mặn tầng mặt cao hơn tầng đáy từ 1-4‰ và thời gian kéo dài từ một vài giờ đến 7 giờ. Ngoài độ muối và độ pH, độ đục cũng thể hiện tính phân tầng giữa nước tầng mặt và đáy.
- Một yếu tố khá quan trọng ảnh hưởng đến tính phân tầng nước đầm phá là việc lập, mở hoặc di chuyển cửa. Chẳng hạn như cửa Từ Hiên bị lập vào cuối năm 1994 thì tính phân tầng nước yếu đi rất nhiều, chênh lệch độ muối rất khó theo dõi do sự thống trị của khối nước nhạt. Tuy nhiên, tính phân tầng vẫn còn thể hiện ở độ pH và độ đục: chênh lệch độ pH giữa tầng mặt và đáy nằm trong khoảng 0,1-0,4 cao nhất là 0,9 đơn vị, ở cửa Thuận An. Chênh lệch độ đục cũng thay đổi trong khoảng 7-24mg/l tùy từng nơi trong đầm phá.

Hiện tượng phân tầng nước

- Độ đục và dòng bùn cát
 - Độ đục nước đầm phá phụ thuộc vào yếu tố khí hậu và ảnh hưởng của nước biển thông qua các cửa, sông,...
 - Về mùa mưa độ đục thường cao hơn mùa khô.
 - Độ đục ở đầm phá Tam Giang - Cầu Hai về mùa khô rất thấp, có thể nhìn rõ đáy, trong khi đó mùa mưa độ đục toàn vùng trung bình là 50mg/l, có nơi đạt đến 180mg/l.
 - Ở đầm Lăng Cô độ đục lớn nhất vào mùa khô cũng giống như Cầu Hai, đạt 30mg/l, trung bình chỉ đạt 16mg/l (tháng 8/1996). Độ đục tầng nước đáy thường cao hơn tầng mặt trong toàn năm, cũng là xu thế chung của vực nước đầm phá.

Hiện tượng phân tầng nước

- Độ đục và dòng bùn cát
 - Hàng năm, lượng bùn cát từ các nguồn khác nhau cung cấp cho đầm phá ở Tam Giang - Cầu Hai rất lớn, đạt 1.103.000 tấn theo ước tính, trong đó 620.000 tấn từ các sông, 31.000 tấn từ biển và 452.000 tấn từ các bờ xung quanh. Khoảng 70% tổng lượng bùn cát này được lắng đọng trong đầm phá và số còn lại thoát ra biển qua cửa.
 - Sông là nguồn cung cấp bùn cát đáng kể nhất cho đầm phá, chiếm 56%, trong số đó 87% thuộc về hệ thống sông Hương. Trước đây, Sơn Hồng Đức (1974) đã tính tổng lượng bùn cát của các sông đổ vào đầm phá Tam Giang - Cầu Hai vào khoảng 685.000 tấn/năm.

Hiện tượng phân tầng nước

Lượng bùn cát (tấn) qua cửa đầm phá trong một ngày đêm (+: vào; -: ra)

Mùa	Hướng	Cửa Thuận An	Cửa Tư Hiền	Cân bằng
Khô (3/1993)	Ra	588	51	639
	Vào	723	38	770
	Cân bằng	+ 144	-13	+131
Mưa (11/1993)	Ra	0	152	152
	Vào	3115	99	3241
	Cân bằng	+3115	-53	+3062
Mưa (11/1995)	Ra	2443	315	2758
	Vào	0	15	15
	Cân bằng	-2443	-300	-2743

Hiện tượng phân tầng nước

- Độ muối
 - Độ muối của nước trong đầm phá thay đổi theo mùa và theo tầng nước, dao động trong khoảng 0,1-35 ‰. Độ muối đạt cao nhất ở các cửa đầm phá như Lăng Cô, Thuận An, Tư Hiền đạt từ 20-35 ‰ về mùa khô, 5-30 ‰ về mùa mưa. Độ muối giảm dần về phía trong đầm phá, ổn định cao ở Lăng Cô, Cầu Hai, Thủy Tú.

Hiện tượng phân tầng nước

- Độ muối

- Về mùa khô, độ muối biến đổi theo chu kỳ triều ngày, đêm không lớn, chủ yếu ở các cửa Thuận An, biên độ dao động đạt đến 10-12 ‰, Tư Hiền 0,6-3 ‰ và Lăng Cô 0,5-2,0 ‰ chênh lệch độ muối giữa các lớp tầng mặt và đáy khá lớn ở khu vực cửa sông Hương, còn ở các khu vực khác giá trị chênh lệch này nằm trong khoảng 50/00. Phân tầng ngược thường xảy ra ở Lăng Cô, Thủy Tú.
- Về mùa mưa, dao động độ muối tầng mặt và đáy rất lớn ở các cửa theo pha triều. Chẳng hạn ở cửa Thuận An biên độ dao động độ muối tầng mặt là 28 ‰ đáy 21 ‰ và cửa Tư Hiền tương ứng là 21 ‰ và 17 ‰. Tính phân tầng thể hiện không rõ ràng, đặc biệt khi cửa Tư Hiền bị lấp thì độ muối trung bình của đầm phá Tam Giang - Cầu Hai giảm còn rất thấp ở tất cả các tầng, thường không vượt quá 0,5 ‰.

Hiện tượng phân tầng nước

Độ mặn (‰) tại các đầm phá Tam Giang - Cầu Hai

Vùng nước	Mùa khô	Mùa mưa
Tam Giang	10-20‰	0,5-5 (<0,5)‰
Thủy Tú	20-33‰	5-13 (<0,5)‰
Cầu Hai	20-33‰	5-23 (0,5)‰
Lăng Cô	30,5-35‰	

Giá trị trong () là giá trị độ muối nước đầm phá sau khi cửa Tư Hiền bị lấp

Hiện tượng phân tầng nước

- Trị số pH

- Độ pH của nước đầm phá thay đổi trong khoảng 5,7-8,2.
- Khoảng thay đổi trong mùa mưa lớn hơn mùa khô.
- Độ PH cao và khá ổn định ở đầm Lăng Cô và các lạch cửa đầm phá, giảm dần về phía các cửa sông.
- Giá trị pH có biến động đồng pha với độ muối và cũng xảy ra phân tầng nhưng chênh lệch không lớn, thường ở Cầu Hai đạt 0,1.
- Ở đầm phá Tam Giang - Cầu Hai khi cửa Tư Hiền bị lấp thì giá trị pH thấp hơn, dao động trong khoảng hẹp hơn

Hiện tượng phân tầng nước

Độ pH của nước đầm phá Thừa Thiên Huế

Vùng nước	Mùa khô	Mùa mưa
Tam Giang	7,3-7,8	7,6-7,2 (6,5-7,0)
Thủy Tú	7,6-8,0	7,5-7,9 (7,0-7,5)
Cầu Hai	7,6-8,0	7,5-7,8 (7,0-7,6)
Lăng Cô	8,1-8,2	

Giá trị trong () là giá trị pH sau khi cửa Tư Hiền bị lấp

Ôn tập chương IV

1. Nêu các đặc trưng cơ bản của hệ thống sông Hồng và sông Mekong.
2. Về các hệ thống cửa sông miền Trung Việt Nam
3. Hãy làm rõ sự khác biệt cơ bản giữa các hệ thống sông chính của Việt Nam.
4. Các thuận lợi, khó khăn, thách thức trong phát triển KTXH trên khu vực các hệ thống cửa sông chính của Việt Nam.

A word cloud on a dark blue background. The central text is 'Q&A' in large, white, bold letters. Surrounding it are various question words in different colors (blue, green, yellow, orange, white) and sizes. The words include: 'What?', 'Where?', 'When?', 'How?', 'Who?', 'Why?', 'What?', 'Where?', 'When?', 'How?', 'Who?', 'Why?', 'What?', 'Where?', 'When?', 'How?', 'Who?', 'Why?'. The words are arranged in a circular pattern around the center, with some words appearing multiple times.