

Mục Lục

Tóm tắt.....	2
III.Kết luận và kiến nghị.....	20

Tóm tắt

Thủy triều Việt Nam có diễn biến rất phức tạp, thay đổi cả về không gian, thời gian, độ lớn và tính chất thủy triều từ Bắc vào Nam.

Trong báo cáo này, nhóm nghiên cứu sử dụng modul phân tích thủy triều trong bộ phần mềm MIKE21 để đánh giá sự thay đổi các thành phần triều bằng phương pháp phân tích điều hòa. Tài liệu thực đo của trạm Vũng Tàu trong 5 năm (1980, 1988, 1997, 2002, 2007) được sử dụng cho nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng:

- Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu được thể hiện trong các chuỗi tài liệu thực đo và với trạm Vũng Tàu, tốc độ tăng khoảng 1.2mm/năm*
- Nếu sử dụng chuỗi quan trắc giờ thì số thành phần triều tạo nên mực nước triều tại trạm Vũng Tàu là 68 thành phần, trong đó có 8 thành phần chủ yếu tạo mực nước triều.*
- Nghiên cứu cũng sử dụng chuỗi đo 4 lần/ngày(4obs) để phân tích với mục đích nếu kết quả gần đúng với chuỗi 1 giờ thì có thể dùng chuỗi 4obs để phân tích triều cho nhiều trạm khác không có số liệu đo giờ. Tuy nhiên, các phân tích đã chỉ ra rằng, sự sai khác khi sử dụng 2 loại chuỗi này khá lớn, nên không thể dùng chuỗi 4obs thay thế cho chuỗi 24obs (chuỗi giờ).*
- Có thể mở rộng ứng dụng phân tích này cho các trạm khác dọc theo bờ biển Việt Nam để đánh giá sự thay đổi của các sóng triều theo không, thời gian.*

I. Mở đầu

1. Tổng quan về vùng nghiên cứu

Bà Rịa – Vũng Tàu nằm ở 107°05' kinh độ Đông, 10°50' vĩ độ Bắc, là một tỉnh ven biển thuộc vùng Đông Nam Bộ. Phía Bắc giáp với tỉnh Đồng Nai, Phía Đông Bắc giáp với tỉnh Bình Thuận, phía Tây giáp thành phố Hồ Chí Minh, mặt còn lại giáp với biển đông. Vũng Tàu có bờ biển dài và có nhiều bãi tắm đẹp, là điều kiện thuận lợi để phát triển kinh tế biển, đặc biệt về du lịch biển đảo.

Tỉnh nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới ôn hòa do chịu ảnh hưởng của biển, phân thành hai mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ trung bình hàng năm 25°C - 27°C, hiếm khi có bão, thường xuyên có nắng, độ ẩm trung bình trên 80%.

Diện tích tự nhiên của tỉnh là 1.982km², dân số 1.041.565 người, mật độ dân số 525 người/km² (Theo số liệu thống kê năm 2013).

Bà Rịa – Vũng Tàu là cửa ngõ của các tỉnh miền Đông Nam Bộ hướng ra biển Đông, có ý nghĩa chiến lược về đường hàng hải quốc tế, có hệ thống cảng biển lớn là đầu mối tiếp cận với các nước trong khu vực Đông Nam Á và thế giới. Nguồn tài nguyên thiên nhiên phong phú, đa dạng là tiềm năng để phát triển nhanh và toàn diện các ngành kinh tế như: dầu khí, cảng và vận tải biển, sản xuất - chế biến hải sản và đặc biệt là du lịch... Có giao thông đường bộ, đường biển, đường hàng không phát triển khá đồng bộ... là điều kiện thuận lợi để giao lưu, phát triển du lịch, thương mại và hợp tác đầu tư trong và ngoài nước.

2. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Việt Nam nằm trên bờ biển phía tây biển Đông, có bờ biển dài khoảng 3200 km, vùng thềm lục địa thuộc chủ quyền và quyền tài phán rộng hơn 1 triệu km², chiếm 30% tổng diện tích biển Đông và gấp 3 lần diện tích đất liền. Vùng biển và ven biển có vị trí kinh tế, chính trị hết sức quan trọng được coi là cửa ngõ của nước ta để giao lưu và hội nhập quốc tế, đồng thời rất thuận lợi để đầu tư phát triển kinh tế biển làm động lực thúc đẩy các vùng kinh tế khác trong cả nước. Ngoài ra, biển Việt Nam còn có nhiều nguồn tài nguyên thiên nhiên phong phú và đa dạng, trong đó có các dạng tài nguyên nổi trội như dầu khí, hải sản, du lịch biển, giao thông vận tải biển... cho phép khai thác để phát triển kinh tế. Biển luôn đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế của Việt Nam, vùng ven biển là nơi sinh sống của khoảng 20 triệu người thuộc 28 tỉnh, thành phố (125 huyện ven biển).

Song song với các lợi thế nêu trên, biển luôn tiềm ẩn những nguy cơ gây ra các thảm họa tự nhiên như bão, nước dâng do bão, sóng lớn, mực nước biển dâng lên dị thường... Vì vậy, cần thiết phải đẩy mạnh công tác nghiên cứu khoa học nhằm mục đích nắm bắt được những quy luật tự nhiên, dự báo, cảnh báo được các hiện tượng thời tiết nguy hiểm bắt nguồn từ biển. Trên cơ sở đó mới phát huy được các lợi thế của biển để phát triển kinh tế một cách bền vững, đảm bảo an ninh quốc phòng và phòng tránh giảm nhẹ thiên tai.

Từ những lí do trên cho thấy việc nghiên cứu sự biến đổi mực nước ven bờ Việt Nam là một trong những nhiệm vụ cấp thiết cần phải được triển khai nghiên cứu phục vụ cho công tác quy hoạch, quản lý và phát triển kinh tế biển, đảm bảo an sinh xã hội và an ninh quốc phòng và nhóm đã chọn Vũng Tàu để nghiên cứu.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1 Thủy triều biển Đông

Việc nghiên cứu chế độ thủy động lực nói chung và thủy triều nói riêng vừa có ý nghĩa khoa học to lớn, vừa có ý nghĩa phục vụ thiết thực cho các hoạt động kinh tế, an ninh quốc phòng trên biển, đặc biệt là vùng ven bờ.

Thủy triều là một hiện tượng tự nhiên có quy mô ảnh hưởng một cách trực tiếp tới nhiều hoạt động kinh tế, kỹ thuật của con người, trước hết là các ngành vận tải biển, xây dựng công trình trên biển và ven bờ, công trình bảo vệ bờ, hệ thống tưới tiêu nông nghiệp, cấp thoát nước thành phố ven biển, công tác phòng chống thiên tai liên quan đến bão và nước dâng trong bão ở những vùng ven bờ. Hơn nữa, thủy triều cũng quy định cả nhịp điệu sản xuất và sinh hoạt của nhân dân những vùng ven biển.

Thành phần quan trọng nhất gây nên dao động mực nước ở biển Đông phải kể đến là thủy triều. Dao động thủy triều ở Biển Đông được đánh giá là rất phức tạp và có nhiều nét độc đáo, đặc sắc so với những vùng biển khác trên thế giới. Nơi đây có thể thấy đủ bốn loại thủy triều khác nhau: đó là bán nhật triều đều, bán nhật triều không đều, nhật triều đều và nhật triều không đều.

Qua các bản đồ phân bố tính chất thủy triều Biển Đông ra thấy nét nổi bật đầu tiên là toàn bộ vùng ngoài khơi rộng lớn và đại bộ phận các dải bờ phía tây và phía đông biển thịnh hành kiểu dao động nhật triều. Ở các vịnh Thái Lan và Bắc Bộ quan sát thấy kiểu dao động triều toàn nhật triều đều lý tưởng với độ lớn đáng kể. Đường cong mực nước có dạng hình sin rất đều đặn với một lần nước lớn và một lần nước ròng trong ngày. Trong tháng chỉ có hai đến ba ngày có biểu hiện của thủy triều hỗn hợp. Độ lớn thủy triều ở nơi triều mạnh nhất biển Đông là đỉnh vịnh Bắc Bộ đạt tới khoảng 4m.

Những khu vực bán nhật triều đều của biển Đông là dải bờ gần eo biển Đài Loan, khu vực biển lân cận cảng Thuận An của Việt Nam. Những khu vực với nhật triều không đều là dải bờ nam Trung Quốc từ eo Đài Loan tới vùng đông bắc đảo Hải Nam, gần vịnh Pulô Lakei và vùng ven bờ phía đông nam Việt Nam, khu vực phía tây vịnh Thái Lan và vùng lân cận Singgapo.

Tính phức tạp của thủy triều ở biển Đông thể hiện ở sự biến đổi cả về độ lớn và tính chất thủy triều trên không gian biển, sự biến đổi này đặc biệt phức tạp cả về độ lớn và tính chất thủy triều trên không gian biển, sự biến đổi này đặc biệt phức tạp trong vùng gần bờ và các vịnh. Ở vịnh Bắc Bộ, khu vực giữa trung tâm vịnh và cửa tây nam, độ lớn thủy triều có thể biến đổi từ 0,5 m đến 4,0 m. Ở vịnh Thái Lan cũng diễn biến tương tự như vậy. Nơi đây cả tính chất lẫn độ lớn thủy triều đều phân hóa mạnh, tồn tại cả nhật triều và bán nhật triều, vùng biên độ lớn xen kẽ với những vùng vô triều ngay trong không gian vịnh.

Nét độc đáo nữa trong hiện tượng thủy triều ở Biển Đông biểu hiện ở sự khác nhau trong tương quan biên độ của các sóng thành phần của thủy triều ở những vùng khác nhau. Theo các bản đồ triều nhận thấy, khi mới truyền vào biển các biên độ của những sóng thành phần nhật triều không khác nhau mấy. Nhưng càng truyền đi xa, biên độ sóng K_1 ngày càng lớn hơn sóng O_1 . Đối với các sóng M_2 và S_2 cũng có biểu hiện tương tự. Nguyễn Ngọc Thụy đã giải thích hiện tượng này là vì độ dài sóng O_1 lớn hơn độ dài sóng K_1 nên khi truyền dần vào vùng nước nông, biên độ sóng tăng dần và với sóng dài hơn, mức độ tăng chậm hơn.

3.2 Biến đổi khí hậu

Biến đổi khí hậu, với các biểu hiện là sự nóng lên toàn cầu và mực nước biển dâng, chủ yếu là do các hoạt động kinh tế - xã hội của con người gây phát thải quá mức vào khí quyển các khí gây

hiệu ứng nhà kính. Theo báo cáo đánh giá lần thứ tư của ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) năm 2007, nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng khoảng 0.74°C trong thời kì 1906 – 2005 và tốc độ tăng rất đáng kể. Nhiệt độ trên lục địa tăng nhanh hơn so với trên đại dương. Trong 100 năm qua, lượng mưa có xu hướng tăng ở khu vĩ độ cao hơn 30° . Tuy nhiên lượng mưa lại có xu hướng giảm ở khu vực nhiệt đới từ giữa những năm 1970. Hiện tượng mưa lớn có dấu hiệu tăng ở nhiều khu vực trên thế giới.

Mực nước biển toàn cầu đã tăng trong thế kỷ 20 với tốc độ ngày càng nhanh. Nguyên nhân chính làm tăng mực nước biển là sự giãn nở nhiệt của đại dương, các sông băng trên núi, băng Nam cực và các nguồn chứa nước trên đất liền. Bên cạnh đó là do sự nóng lên của toàn cầu do hoạt động của con người. Con người đã sử dụng ngày càng nhiều năng lượng chủ yếu từ các nguồn nhiên liệu hóa thạch (than, dầu, khí đốt) và đã thải vào khí quyển ngày càng nhiều các chất khí gây hiệu ứng nhà kính, dẫn đến tăng nhiệt độ của trái đất.

3.3 Biến đổi của mực nước ven biển Việt Nam

Dao động mực nước biển vùng ven bờ biển Việt Nam có thể được chia ra làm hai nhóm chính:

- *Nhóm dao động có chu kỳ*: đó là dao động thủy triều, sinh ra do các lực có nguồn gốc vũ trụ trong quá trình chuyển động tương hỗ của mặt trăng, mặt trời và trái đất.
- *Nhóm dao động không có chu kỳ*: đó là dao động dâng, rút do gió và nhiễu động khí áp; những dao động liên quan tới tính không đồng nhất trong chu trình tuần hoàn nước (tức là chênh lệch của các thành phần bốc hơi, giáng thủy, dòng nước sông) và những dao động mực nước do sự biến đổi của mật độ nước gây nên. Trong những dao động kể trên nguy hiểm nhất là hiện tượng nước dâng do bão. Nước dâng do bão là hiện tượng thiên tai nguy hiểm ở ven biển, đe dọa đến công trình ven bờ.

Hàng năm, vùng ven bờ nước ta đều có bão đổ bộ và gây ra nước dâng. Dao động mực nước biển là tổ hợp dao động của thủy triều và sự dâng lên của mực nước biển do các nhiễu động khí quyển. Trường hợp trùng pha giữa thủy triều cao nhất và nước dâng cao nhất gây thiệt hại rất nghiêm trọng. Số liệu thống kê nhiều năm cho thấy rất ít khi xảy ra trường hợp trên nhưng ta không nên loại trừ khả năng này vì đó là những yếu tố ngẫu nhiên. Như trường hợp bão Washi năm 2005 đổ bộ vào khu vực Quảng Ninh - Hải Phòng, đây là cơn bão có cường độ không lớn, nhưng đổ bộ vào đúng thời điểm triều cường đã gây nên thiệt hại về kinh tế rất nghiêm trọng.

Theo đánh giá của Ủy ban Liên Chính phủ về thay đổi khí hậu IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) thì Việt Nam là quốc gia sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng nhất do sự biến đổi khí hậu toàn cầu, sự dâng của mực nước biển, khu vực bị ảnh hưởng lớn nhất có thể là khu vực đồng bằng sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long.

Ngoài những nghiên cứu nêu trên, ta thấy đây là vấn đề cần được quan tâm nghiên cứu nhiều hơn nữa để góp phần ứng phó với biến đổi khí hậu giảm thiểu những tác động tiêu cực do chúng gây nên cho kinh tế, sản xuất và an sinh xã hội.

4. Phương pháp tính toán

Phương pháp phân tích điều hòa thủy triều

Độ cao mực nước thủy triều z tại thời gian bất kỳ t là tổng của các dao động triều thành phần (gọi là các phân triều hay các sóng triều):

$$z_t = A_0 + \sum_{i=1}^r f_i H_i \cos[q_i t + (V_0 + u)_i - g_i], \quad (1)$$

trong đó: A_0 — độ cao mực nước trung bình, f_i — hệ số suy biến biên độ của phân triều i , H_i — hằng số điều hòa biên độ của phân triều i , q_i — tốc độ góc không đổi của phân triều i , $(V_0 + u)_i$ — những phần pha thiên văn của phân triều i biểu diễn các góc giờ của những tinh tú giả định tại thời điểm t , g_i — hằng số điều hòa về pha của phân triều i , r — số lượng các phân triều. f_i và $(V_0 + u)_i$ phụ thuộc thời gian t . Khi có n độ cao mực nước quan trắc z_t , nhiệm vụ của phân tích thủy triều là xác định bộ gồm r cặp hằng số điều hòa không đổi H và \mathcal{G} cho từng phân triều của trạm nghiên cứu.

Để thuận tiện áp dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất, người ta thường biến đổi phương trình (1) thành:

$$z_t = A_0 + \sum_{i=1}^r (A_i \cos q_i t + B_i \sin q_i t), \quad (2)$$

Trong đó

$$A_i = f_i H_i \cos[g_i - (V_0 + u)_i], \quad B_i = f_i H_i \sin[g_i - (V_0 + u)_i]. \quad (3)$$

Biết mực nước tại n giờ, người ta có n phương trình đại số dạng (3) đối với các ẩn số A_i và B_i để giải bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất. Từ mỗi cặp ẩn A_i và B_i tìm được sẽ tính ra

$$H_i = \frac{\sqrt{A_i^2 + B_i^2}}{f_i}, \quad g_i = \arctg \frac{B_i}{A_i} + (V_0 + u)_i. \quad (4)$$

Chuỗi quan trắc càng dài, số phương trình dạng (2.3) càng nhiều, thì A_0 và số cặp hằng số điều hòa H và \mathcal{G} nhận được càng nhiều, chính xác. Với một năm quan trắc ta có 8760 phương trình dạng (3) và có thể xác định được khoảng 60 - 68 cặp hằng số điều hòa H và \mathcal{G} của điểm quan trắc.

Nhược điểm cơ bản của các phương trình dạng (3) là những đại lượng thiên văn biến thiên với thời gian \mathcal{F} và $(V_0 + u)$ của mỗi dao động thành phần i đã bị xem là không đổi suốt trong thời gian quan trắc và bị đưa vào trong các ẩn số A_i và B_i của các phương trình (3), do đó từng phương trình ở dạng (3) trở thành không chính xác, bởi vì trong thực tế mỗi dao động phân triều ở công thức (2) là một dao động *điều biến biên độ*, \mathcal{F} biến đổi với thời gian và phần phụ pha $(V_0 + u)$ cũng biến đổi với thời gian một cách đáng kể.

Khi tính H_i và g_i theo các công thức (4) người ta phải dùng giá trị trung bình của \mathcal{F}_i tại thời điểm giữa thời kỳ quan trắc và giá trị của $(V_0 + u)_i$ tại thời điểm đầu thời kỳ quan trắc. Điều này lại gây nên những mâu thuẫn kỹ thuật như: chuỗi quan trắc càng dài thì sai số càng tăng, chuỗi không liên tục (ví dụ 2 năm quan trắc không kế tiếp, mà cách xa nhau) thì không thể có thời điểm giữa quan trắc...

Các chương trình phân tích điều hòa thủy triều bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất

hiện nay xuất phát từ công thức (3) và mang những nhược điểm cơ bản như vậy.

II. Nội dung và kết quả nghiên cứu

1. Tài liệu phục vụ tính toán

Nhóm nghiên cứu sử dụng số liệu mực nước thực đo tại trạm Vũng Tàu trong các năm 1980, 1988, 1997, 2002 và 2007 phục vụ cho nghiên cứu. Các số liệu trên đã được cung cấp bởi trung tâm Hải Văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường và có độ tin cậy cho nghiên cứu.

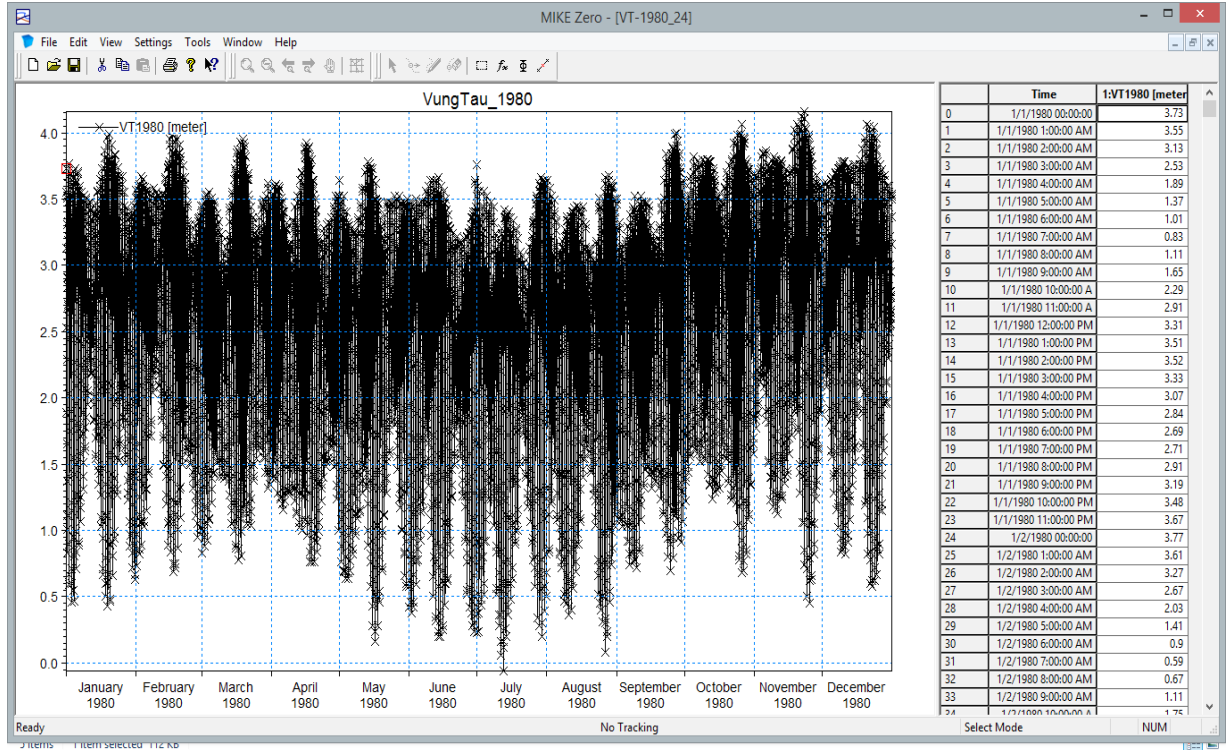
2. Ứng dụng mô hình MIKE trong việc tính toán phân tích thủy triều

Dựa vào số liệu thực đo ở Trạm vũng Tàu trong 5 năm, ta tiến hành phân tích số liệu đó với việc sử dụng modul phân tích triều trong mô hình MIKE21. Dưới đây là ví dụ phân tích, tính toán thủy triều cho trạm Vũng Tàu năm 1980.

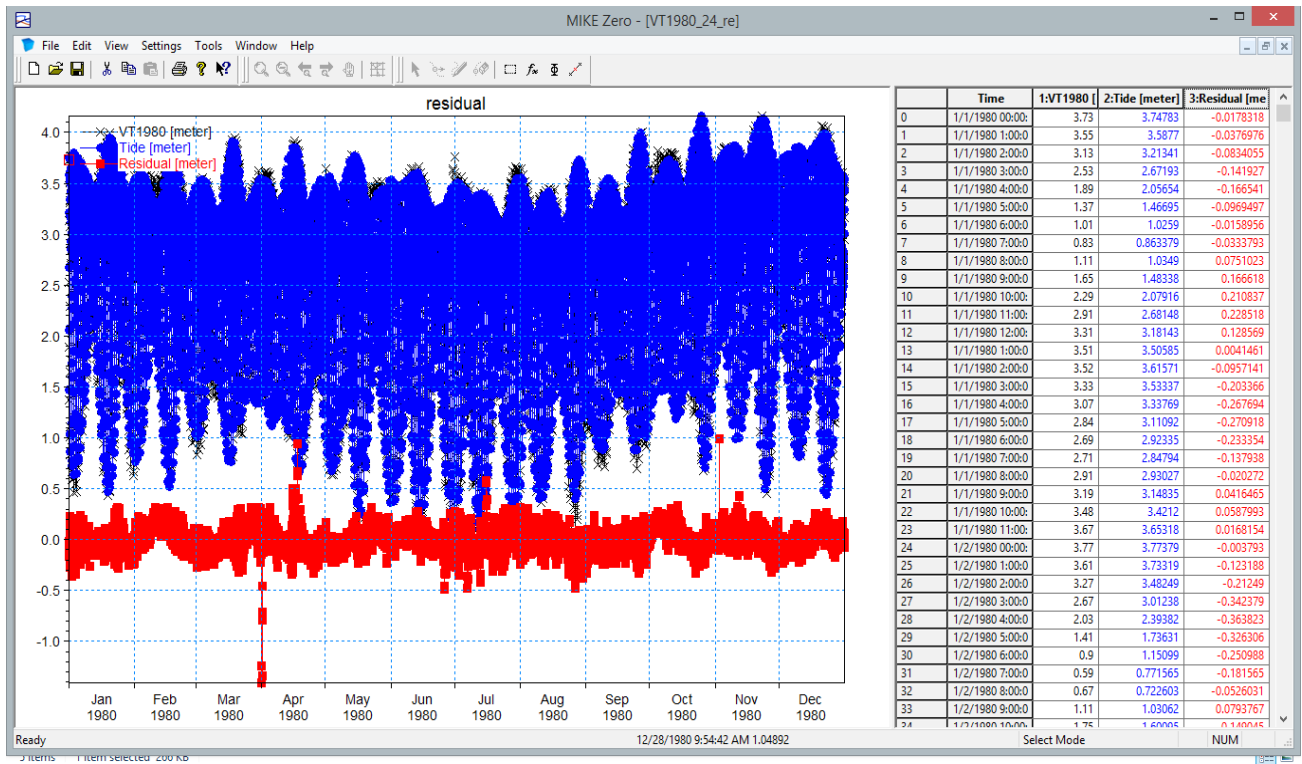
1980	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	373	355	313	253	189	137	101	83	111	165	229	291	351	351	332	333	307	284	269	271	291	319	348	367
2	377	361	327	267	203	141	90	59	67	111	175	245	303	340	354	347	327	301	277	265	268	291	319	351
3	369	369	349	309	247	183	121	71	46	60	115	190	276	319	351	361	349	324	297	273	263	277	299	331
4	359	371	366	337	287	219	155	95	55	47	81	142	227	287	335	356	355	338	314	291	276	273	287	313
5	345	364	373	361	327	273	209	150	99	71	84	127	196	237	309	345	363	363	347	325	303	288	286	303
6	328	332	369	371	349	305	245	181	127	91	89	123	177	245	297	335	357	359	345	323	301	282	277	287
7	306	329	351	360	351	329	285	225	171	125	107	117	136	213	265	307	338	355	351	338	315	295	279	273
8	283	297	320	337	345	339	312	271	221	173	141	151	189	239	287	321	344	353	346	329	306	282	262	266
9	264	275	292	309	320	322	311	282	244	207	178	180	185	185	227	269	306	333	349	351	339	320	301	280
10	266	264	273	287	301	309	313	301	279	248	221	202	195	205	228	259	255	317	337	347	345	332	313	289
11	265	251	245	248	257	269	279	285	279	266	249	232	223	219	226	246	275	300	325	341	346	342	327	305
12	275	247	227	218	219	228	243	255	266	272	271	264	251	241	239	244	257	276	299	319	333	339	334	315
13	285	255	226	201	184	183	195	217	241	263	279	287	287	279	268	262	264	274	287	306	323	338	347	339
14	315	281	241	201	170	154	157	179	209	243	275	297	309	309	299	287	278	275	285	303	324	342	355	336
15	339	311	265	215	177	149	135	145	173	215	257	292	319	332	335	325	311	297	292	299	315	337	357	365
16	360	337	292	237	185	145	110	103	127	170	226	277	317	338	349	337	319	299	285	284	297	320	347	366
17	373	363	329	275	209	147	94	67	71	107	167	234	293	333	354	353	337	311	287	274	277	297	327	357
18	381	386	375	336	275	205	135	79	50	60	111	179	265	315	355	377	375	354	325	297	279	285	307	341
19	375	390	397	369	321	253	181	111	61	43	67	127	211	279	337	369	379	366	341	308	283	267	279	309
20	353	380	399	395	365	309	227	159	90	48	47	89	155	239	311	355	377	379	357	321	289	269	262	279
21	315	349	377	391	381	339	281	209	142	91	66	81	151	201	277	333	369	379	371	345	314	285	265	262
22	281	317	349	373	383	365	325	265	195	139	99	94	129	180	247	305	349	376	383	367	333	302	265	246
23	247	267	297	333	357	367	359	322	261	199	155	127	151	165	221	281	328	360	374	368	343	306	267	233
24	221	227	249	277	307	329	337	324	292	247	201	168	133	165	205	257	301	335	361	367	355	329	296	261
25	227	209	207	221	245	275	297	309	310	295	270	241	215	199	207	233	269	307	341	361	367	355	327	289
26	245	210	185	177	185	211	237	265	281	292	291	282	265	249	247	253	273	297	323	345	355	355	337	305
27	267	226	191	165	151	157	185	217	247	277	296	305	297	289	277	269	267	276	289	309	329	345	345	327
28	292	253	209	169	138	123	128	157	196	236	269	297	317	317	307	293	281	277	281	293	309	325	336	337
29	319	288	241	191	141	107	88	96	133	181	234	275	309	321	319	309	290	275	267	275	288	311	331	341
30	337	317	277	223	170	119	83	72	99	145	205	257	303	327	336	328	309	285	269	267	273	293	317	337
31	345	355	305	257	197	141	89	63	67	106	165	235	289	327	341	337	319	293	271	260	261	281	307	333

Hình 1: Số liệu thực đo 1-1980 tại trạm Vũng Tàu

Tiến hành xử lý số liệu và sử dụng mô hình Mike bắt đầu phân tích số liệu thu được.



Hình 2: Biểu đồ mực nước Trạm Vũng Tàu năm 1980



Hình 3 : Kết quả phân tích triều


```

Constituents from analysis:
Name      Amp.      Phase
1 Z0      2.5837    0.00
2 SA      0.2218    347.04
3 SSA     0.0827    98.58
4 MSM     0.0225    49.66
5 MM      0.0107    334.20
6 MSF     0.0180    196.59
7 MF      0.0183    353.90
8 ALP1    0.0079    282.90
9 2Q1     0.0074    177.91
10 SIG1   0.0117    291.47
11 Q1     0.0845    243.81
12 RH01   0.0205    250.11
13 O1     0.4430    262.25
14 TAU1   0.0076    328.34
15 BET1   0.0104    244.11
16 NO1    0.0252    330.42
17 CHI1   0.0085    342.95
18 PI1    0.0129    332.16
19 P1     0.1784    309.58
20 S1     0.0233    68.27
21 K1     0.5968    313.60
22 PSI1   0.0096    99.99
23 PHI1   0.0023    10.42
24 THE1   0.0034    300.66
25 J1     0.0322    21.03
26 SO1    0.0111    165.86
27 O01    0.0173    31.09

```

Hình 4: Kết quả các thành phần triều năm 1980 khi quan trắc 24obs

3. Số lượng sóng triều

Dựa vào kết quả phân tích triều bằng phần mềm Mike 21 ta thu được kết quả số lượng thành phần triều khi khảo sát 24obs và 4 obs tại Trạm Vũng Tàu như sau

Bảng 1: Số lượng sóng triều

Năm	1980		1988		1997		2000		2002	
	24obs	4obs	24obs	4obs	24obs	4obs	24obs	4obs	24obs	4obs
Số sóng triều	68	36	68	36	60	36	60	36	68	36

Khi quan trắc theo 24obs vào năm 1980, 1988 và năm 2002 có tổng số 68 sóng triều, riêng 2 năm 1997 và năm 2000 số lượng ít hơn là 60 sóng triều. Nhưng khi quan trắc 4obs thì số thành phần triều không đổi qua các năm luôn là 36 sóng. Nhận thấy rằng khi quan trắc chuỗi số liệu 1 giờ/lần thì số lượng thành phần triều tạo lên mực nước triều ở Vũng Tàu là gần gấp đôi số lượng thành phần triều khi khảo sát chuỗi số liệu 6 giờ/lần (4obs/ngày).

Sự chênh lệch về số lượng thành phần triều này có thể giải thích như sau: Thủy triều phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau, khi đo 24obs số liệu đầy đủ, nên số lượng sóng triều là lớn hơn so với khi đo 4obs. Do biến đổi khí hậu và Mực nước biển dâng dẫn đến thay đổi thành phần thủy triều.

4. Thành phần chính của phân triều

Bảng 2: Thành phần chính của Triều năm 1980

24obs				4obs			
Sóng	Độ lớn (m)	Pha	Tỷ lệ(%)	Sóng	Độ lớn (m)	Pha	Tỷ lệ(%)
M2	0.759	38.82	21.07	MM	0.086	61	28.79
K1	0.5968	313.6	16.56	M6	0.0268	89.04	8.95
O1	0.443	262.25	12.30	2MS6	0.0234	339.64	7.82
S2	0.2927	80.47	8.12	Q1	0.017	315.65	5.64
SA	0.2218	347.04	6.16	2SM6	0.0167	315.7	5.58
P1	0.1784	309.58	4.95	2MN6	0.0094	211.71	3.14
N2	0.1452	21.75	4.03	UPS1	0.009	11	3.01
K2	0.0868	105.54	2.41	M8	0.0083	124.28	2.77
Q1	0.0845	243.81	2.35	ALP1	0.008	353.8	2.67
TPkhác			22.06	K1	0.008	305	2.67
				TP khác			28.96

Bảng 3: Thành phần chính của Triều năm 1988

24obs				4obs			
Sóng	Độ lớn (m)	Pha	tỷ lệ(%)	Sóng	Độ lớn (m)	Pha	tỷ lệ(%)
M2	0.7356	39.72	21.01	M6	0.0571	177.98	19.00
K1	0.584	315.69	16.68	MM	0.0465	65.88	15.47
O1	0.4432	265.55	12.66	2MS6	0.0335	50.99	11.15
S2	0.2963	82.32	8.46	2SM6	0.0255	350.98	8.49
SA	0.1996	348.3	5.70	2MN6	0.0218	317.41	7.25
P1	0.1927	312.93	5.50	MSF	0.0177	160.71	5.89
N2	0.1358	14.7	3.88	ALP1	0.0097	21.72	3.23
K2	0.0874	90.55	2.50	L2	0.007	133.53	2.33
Q1	0.082	237.52	2.34	O1	0.0068	303	2.26
TP khác			21.27	TP khác			24.93

Bảng 4: Thành phần chính của Triều năm 1997

24obs				4obs			
sóng	Độ lớn (m)	Pha	tỷ lệ(%)	sóng	Độ lớn (m)	Pha	tỷ lệ(%)
M2	0.7839	36.87	23.67	MM	0.0421	195.31	18.24
K1	0.5816	314.14	17.56	M6	0.0296	337.8	12.82
O1	0.4361	259.04	13.17	MSF	0.0196	276.9	8.49
S2	0.3025	79.95	9.13	2MN6	0.0162	209.36	7.02
P1	0.1778	311.93	5.37	2MS6	0.0119	257.12	5.16
N2	0.1513	9.62	4.57	UPS1	0.0112	243.16	4.85
K2	0.0982	95.5	2.97	2Q1	0.0082	70.53	3.55
Q1	0.0769	235	2.32	K1	0.008	321.1	3.47
MM	0.04	334.06	1.21	TP khác			36.40
TP khác			20.03				

Bảng 5: Thành phần chính của Triều năm 2002

24obs				4 obs			
Sóng	Độ lớn (m)	Pha	tỷ lệ(%)	Sóng	Độ lớn (m)	Pha	tỷ lệ(%)
M2	0.7631	34.39	23.64	M6	0.0532	70.55	19.30
K1	0.5939	311.8	18.40	MM	0.0489	298.05	17.74
O1	0.4433	262.27	13.73	MSF	0.0274	197.01	9.94
S2	0.3019	77.08	9.35	2SM6	0.0192	265.07	6.96
P1	0.1934	307.67	5.99	2MS6	0.0143	193.52	5.19
N2	0.1583	10.32	4.90	2MN6	0.0131	136.36	4.75
K2	0.0889	87.97	2.75	Q1	0.0097	27.09	3.52
Q1	0.0833	246.51	2.58	K1	0.0091	30.14	3.30
TP khác			18.65	TP khác			29.31

Bảng 6: Thành phần chính của Triều năm 2007

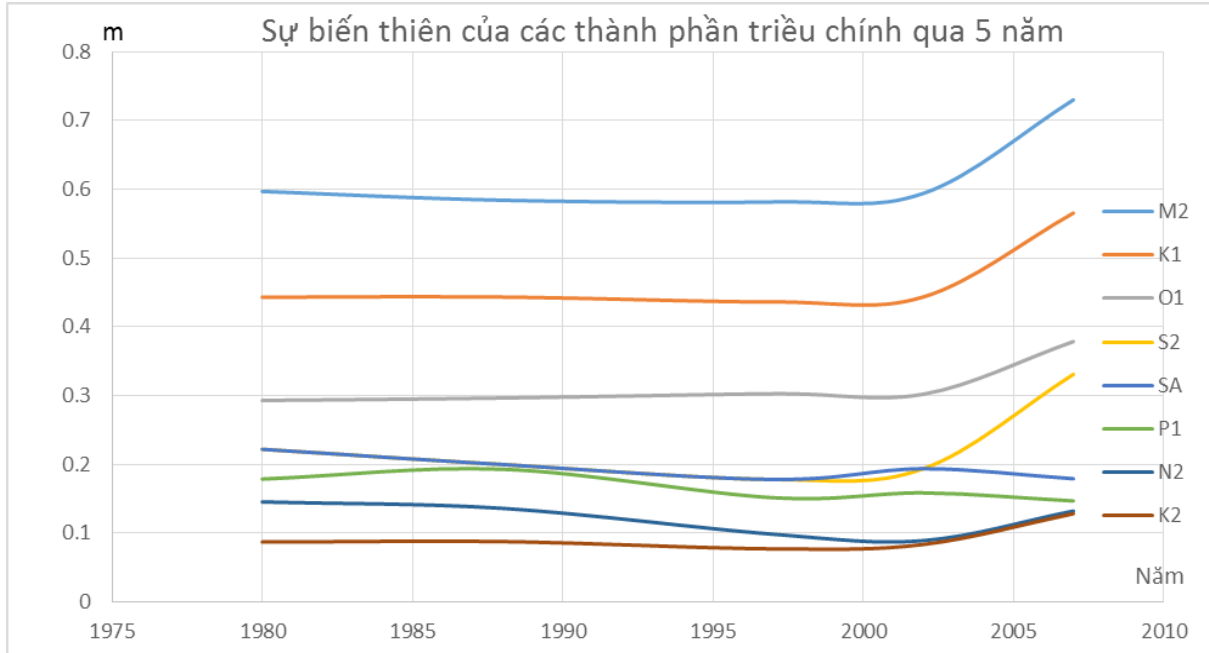
24obs				4 obs			
Triều	Độ lớn (m)	Pha	tỷ lệ(%)	Triều	Độ lớn (m)	Pha	tỷ lệ(%)
M2	0.73	27.15	18.43	MM	0.0869	15.67	25.11

K1	0.5654	317.42	14.28	M6	0.066	157.42	19.07
O1	0.3785	252.01	9.56	2SM6	0.0266	350.35	7.69
S2	0.3307	77.08	8.35	2MS6	0.0236	50.82	6.82
SA	0.179	357.5	4.52	2MN6	0.0191	344.36	5.52
TAU1	0.1466	84.84	3.70	MSF	0.0183	311.02	5.29
H2	0.1319	255.06	3.33	L2	0.0103	4.36	2.98
P1	0.1281	319.69	3.23	Q1	0.0091	101.33	2.63
Tp khác			26.66	Tp khác			24.91

- Số lượng thành phần triều chính khi quan trắc 24obs và 4obs có sự khác nhau, ví dụ khi quan trắc 24obs có các thành phần sóng triều như: M2, K1, O1... và 4obs là: MM, M6...
- Tỷ lệ sóng M2 chiếm 20.07% khi đo 24obs và sóng MM chiếm 28.79% khi đo 4obs trong năm 1980
- Tỷ lệ sóng K1 chiếm 16.56% khi đo 24obs và chiếm 2.67% khi đo 4obs.
- Xét theo thời gian thì các thành phần chính của thủy triều khi quan trắc 24obs và 4obs có sự biến đổi.

Bảng 7: Bảng tổng hợp các sóng triều chính

Năm	M2	K1	O1	S2	SA	P1	N2	K2
1980	0.5968	0.4430	0.2927	0.2218	0.2218	0.1784	0.1452	0.0868
1988	0.5840	0.4432	0.2963	0.1996	0.1996	0.1927	0.1358	0.0874
1997	0.5816	0.4361	0.3025	0.1778	0.1778	0.1513	0.0982	0.0769
2002	0.5939	0.4433	0.3019	0.1934	0.1934	0.1583	0.0889	0.0833
2007	0.7300	0.5654	0.3785	0.3307	0.1790	0.1466	0.1319	0.1281



Hình 5: Biểu đồ thể hiện biến đổi các thành phần triều chính qua các năm

Từ hình 5 ta thấy độ lớn thành phần triều chính có xu hướng tăng trong các năm gần đây. Độ lớn các thành phần triều M2, K1, O1, S2 gần như không đổi từ năm 1980-2000, nhưng từ năm 2002 – 2007 có xu hướng tăng đáng kể. (M2 tăng 18.2% so với năm 1980...). Tuy nhiên độ lớn triều của thành phần triều P1, N2, K2 tăng không đáng kể qua các năm.

5. So sánh hằng số điều hòa theo 2 kiểu quan trắc qua các năm

Để đánh giá hiệu quả của sơ đồ khi sử dụng phân tích điều hòa cho các chuỗi số liệu không liên tục. Trong báo cáo này đã tiến hành so sánh các hằng số điều hòa phân tích được từ chuỗi quan trắc 24 giờ một ngày liên tục trong một năm với chuỗi quan trắc 4 giờ một ngày (1h, 7h, 13h, 19h) trong 5 năm tại trạm: Vũng Tàu kết quả nhận được hai bộ hằng số điều hòa tại mỗi trạm được trình bày trong bảng dưới đây:

Bảng 8: So sánh các hằng số điều hòa tại Vũng Tàu nhận được theo hai kiểu quan trắc năm 1980 và năm 1988

Sóng	Năm 1980				Năm 1988			
	4obs		24obs		4obs		24obs	
	Biên độ(m)	Pha	Biên độ(m)	Pha	Biên độ(m)	Pha	Biên độ(m)	Pha
MM	0.0862	61.07	0.0107	334.2	0.0465	65.88	0.0249	13.38
MSF	0.006	17.56	0.018	196.5	0.0177	160.7	0.0243	174.11
ALP1	0.008	353.8	0.0079	282.9	0.0097	21.72	0.0193	16.34
2Q1	0.0055	220.4	0.0074	177.9	0.0025	83.86	0.0032	293.35
Q1	0.0169	315.6	0.0845	243.8	0.0023	323.5	0.0067	204.2

		5		1		1		
O1	0.0051	204.9 5	0.443	262.2 5	0.0068	303	0.4432	265.55
NO1	0.0045	257.3 5	0.0252	330.4 2	0.0026	254.4 5	0.0268	292.24
K1	0.008	304.6 4	0.5968	313.6	0.0027	224.7 7	0.584	315.69
J1	0.0038	55.2	0.0322	21.03	0.0036	62.95	0.0239	354.59
OO1	0.0032	17.14	0.0173	31.09	0.002	181.6 9	0.0173	31.62
UPS1	0.009	11.43	0.0034	192.0 1	0.0029	265.4 6	0.0026	55.89
EPS2	0.0055	103.1 8	0.0059	295.2 2	0.0031	231.9 7	0.003	289.27
MU2	0.0008	158.3 6	0.0232	326.8 2	0.0026	264.5 6	0.0162	302.25
N2	0.0011	13.32	0.1452	21.75	0.0006	155.1 6	0.1358	14.7
M2	0.0025	25.87	0.759	38.82	0.0013	152.0 8	0.7356	39.72
L2	0.0047	58.43	0.0192	337.0 1	0.007	133.5 3	0.0145	87.26
S2	0.003	342.3 5	0.2927	80.47	0.0024	137.5 9	0.2963	82.32
ETA2	0.0026	174.2 8	0.0077	73.99	0.0016	33.17	0.004	140.34
MO3	0.0042	60.15	0.0218	136.3 2	0.0015	103.4 9	0.0189	164.3
M3	0.0028	194.6 8	0.0051	199.8 7	0.0018	246.3 8	0.0024	348.59
MK3	0.001	300.8 9	0.0289	200.2 4	0.0029	4.4	0.0279	215.36
SK3	0.004	208.1 7	0.0112	276.2	0.0016	195.4 7	0.0119	281.36
MN4	0.0046	212.9 9	0.005	259.3 5	0.0037	240.8 4	0.0078	266.33
M4	0.0025	42.21	0.0146	270.7 3	0.0025	75.93	0.0177	300.43
SN4	0.0025	193.1	0.0016	335.7 9	0.0044	18.14	0.003	320.96
MS4	0.0031	105.6 2	0.0098	310.7 6	0.0036	190.1 9	0.0149	330.54
S4	0.0027	61.17	0.0022	358.5 1	0.004	6.1	0.0053	356.47
2MK5	0.0037	334.4 5	0.003	100.8 6	0.0032	340.2 3	0.0055	123.75

2SK5	0.0067	116.2 9	0.0016	240.6 2	0.0028	196.3 6	0.0015	234.99
2MN6	0.0094	211.7 1	0.0015	146.9 1	0.0218	317.4 1	0.0026	133.89
M6	0.0268	89.04	0.0046	165.1	0.0571	177.9 8	0.0041	198.03
2MS6	0.0234	339.6 4	0.0043	218.9 4	0.0335	50.99	0.0052	233.74
2SM6	0.0167	315.7	0.0017	205.9 9	0.0255	350.9 8	0.0029	253.12
3MK7	0.0006	42.05	0.0007	246.6 3	0.0061	176.0 5	0.0008	272.27
M8	0.0083	124.2 8	0.0009	325.7 1	0.0066	307.1 5	0.0012	87.5

Bảng 9: So sánh các hằng số điều hòa tại Vũng Tàu nhận được theo hai kiểu quan trắc năm 1997 và năm 2002

Sóng	Năm 1997				Năm 2002			
	4obs		24obs		4obs		24obs	
	Độ lớn (m)	Pha	Độ lớn (m)	Pha	Độ lớn (m)	Pha	Độ lớn (m)	Pha
MM	0.0421	195.31	0.0361	168.43	0.0489	298.05	0.012	330.12
MSF	0.0196	276.9	0.04	334.06	0.0274	197.01	0.0192	153.06
ALP1	0.0031	34.57	0.0065	234.48	0.0057	64.17	0.0034	299.93
2Q1	0.0082	70.53	0.0063	242.13	0.0065	181.49	0.007	255.73
Q1	0.001	286.62	0.0769	235	0.0097	27.09	0.0833	246.51
O1	0.0022	233.38	0.4361	259.04	0.0039	128.91	0.4433	262.27
NO1	0.0061	152.63	0.03	315.11	0.002	217.78	0.0303	265.8
K1	0.008	321.1	0.5816	314.14	0.0091	30.14	0.5939	311.8
J1	0.0016	69.88	0.0204	20.46	0.0044	202.37	0.0207	333.96
OO1	0.0069	48.81	0.0213	24.63	0.0021	213.84	0.0165	14.58
UPS1	0.0112	243.16	0.0017	70.21	0.0069	232.63	0.0021	43.01
EPS2	0.0029	166.1	0.0047	275.11	0.0034	156.58	0.0025	299.26
MU2	0.0034	3.11	0.0156	352.04	0.0028	207.8	0.0244	333.26
N2	0.0027	284.59	0.1513	9.62	0.0022	105.16	0.1583	10.32
M2	0.0017	155.53	0.7839	36.87	0.0007	110.11	0.7631	34.39
L2	0.0042	20.17	0.0234	57.02	0.0031	92.92	0.0339	43.62
S2	0.004	264.44	0.3025	79.95	0.0039	295.34	0.3019	77.08
ETA2	0.0056	27.06	0.0158	104.07	0.0014	208.51	0.0055	152.64
MO3	0.0046	314.82	0.0235	150.32	0.0038	322.64	0.0211	133.27
M3	0.0023	250.07	0.0044	234.65	0.0007	170.82	0.0108	93.88
MK3	0.003	48.73	0.0262	199.8	0.0017	329.72	0.0146	216.35
SK3	0.0018	298.2	0.035	202.4	0.0018	243.74	0.0326	200.08

MN4	0.0005	15.42	0.0147	261.25	0.0014	234.17	0.0121	269.17
M4	0.0002	152.47	0.0047	263.44	0.0035	100.19	0.008	251.9
SN4	0.0015	13.08	0.0125	284.13	0.0007	192.48	0.0169	275.37
MS4	0.0004	356.1	0.0034	327.03	0.0025	227.82	0.0033	342.93
S4	0.0048	233.45	0.0033	33.56	0.0031	195.63	0.0108	336.54
2MK5	0.0014	111.14	0.0035	106.83	0.0022	200.09	0.0033	79
2SK5	0.0061	226.88	0.0015	195.83	0.0028	198.28	0.0008	76.41
2MN6	0.0162	209.36	0.0029	135.43	0.0131	136.36	0.0029	134.97
M6	0.0296	337.8	0.0051	173.69	0.0532	70.55	0.0044	157.99
2MS6	0.0119	257.12	0.0043	203.54	0.0143	193.52	0.005	210.68
2SM6	0.0037	52.72	0.0024	279.05	0.0192	265.07	0.0052	205.04
3MK7	0.0038	243.8	0.0003	298.64	0.006	235.27	0.0014	308.13
M8	0.0045	160.61	0.0002	171.69	0.0016	315.38	0.0007	4.13

Bảng 10: So sánh các hằng số điều hòa tại Vũng Tàu nhận được theo hai kiểu quan trắc năm 2007

Sóng	Năm 2007			
	4obs		24obs	
	Độ lớn (m)	Pha	Độ lớn (m)	Pha
MM	0.0869	15.67	0.0172	350.43
MSF	0.0183	311.02	0.0203	208.88
ALP1	0.0045	87.36	0.0044	250.85
2Q1	0.0052	249.8	0.0108	198.87
Q1	0.0091	101.33	0.0618	238.59
O1	0.0059	22.94	0.3785	252.01
NO1	0.0007	155.78	0.0305	279.72
K1	0.0043	143.81	0.5654	317.42
J1	0.0061	123.81	0.0288	18.7
OO1	0.0061	145.34	0.0142	28.61
UPS1	0.0011	26.66	0.003	109.71
EPS2	0.0026	74.56	0.0103	332.97
MU2	0.0025	130.26	0.0221	324.96
N2	0.006	29.91	0.1111	2.32
M2	0.0017	96.6	0.73	27.15
L2	0.0103	4.36	0.0126	92.52
S2	0.0019	149.33	0.3307	77.08
ETA2	0.0019	164.75	0.0032	52.07
MO3	0.0031	355.43	0.0137	128.85
M3	0.0026	31.21	0.0074	154.08
MK3	0.0006	132.29	0.0088	278
SK3	0.0014	122.09	0.0028	218.96
MN4	0.0023	322.79	0.0102	230.96

M4	0.0026	2.14	0.0014	304.82
SN4	0.0013	312.02	0.0095	287.5
MS4	0.0029	284.45	0.001	320.63
S4	0.0025	316.14	0.0029	359.49
2MK5	0.0033	306.81	0.001	121.26
2SK5	0.0028	196.04	0.001	240.56
2MN6	0.0191	344.36	0.0029	133
M6	0.066	157.42	0.0033	159.41
2MS6	0.0236	50.82	0.0045	202.58
2SM6	0.0266	350.35	0.0026	228.39
3MK7	0.0079	232.29	0.0002	314.99
M8	0.0024	3.52	0.0007	326.82

Trên cơ sở các bộ hằng số điều hòa thủy triều ở bảng trên. So sánh các kết quả báo cáo có một số nhận xét như sau:

- Vào năm 2007 độ lớn phân triều O1 lần lượt là 0.0059m ,0.3785m khi đo 4obs và 24obs và pha triều là 22.94° khi đo 4obs, 252.01° khi đo 24obs. Ta thấy có sự chênh lệch quá lớn giữa độ lớn và pha ở cùng 1 phân triều trong năm.
- Có sự sai khác tương đối lớn ở các phân triều còn lại trong các năm khi quan trắc 24obs và 4obs.
- Quan trắc càng nhiều lần trong ngày ta thu được chuỗi số liệu mực nước có độ chính xác càng cao, vậy nên ta không thể dùng chuỗi số liệu 4obs thay cho 24obs được.

6. Phân tích xu thế

Tốc độ biến thiên theo thời gian (dâng lên hoặc hạ xuống) của mực nước được xác định theo phương pháp phân tích xu thế (phân tích trend).

Theo phương pháp này, người ta xác định mối liên hệ giữa mực nước \mathcal{Y} và thời gian \mathcal{X} dưới dạng một phương trình hồi quy tuyến tính :

$$y = ax + b, \quad (6.1)$$

trong đó: $a = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r$, $b = m_y - am_x$,

$$m_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad D_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - m_x^2, \quad \sigma_x = \sqrt{D_x},$$

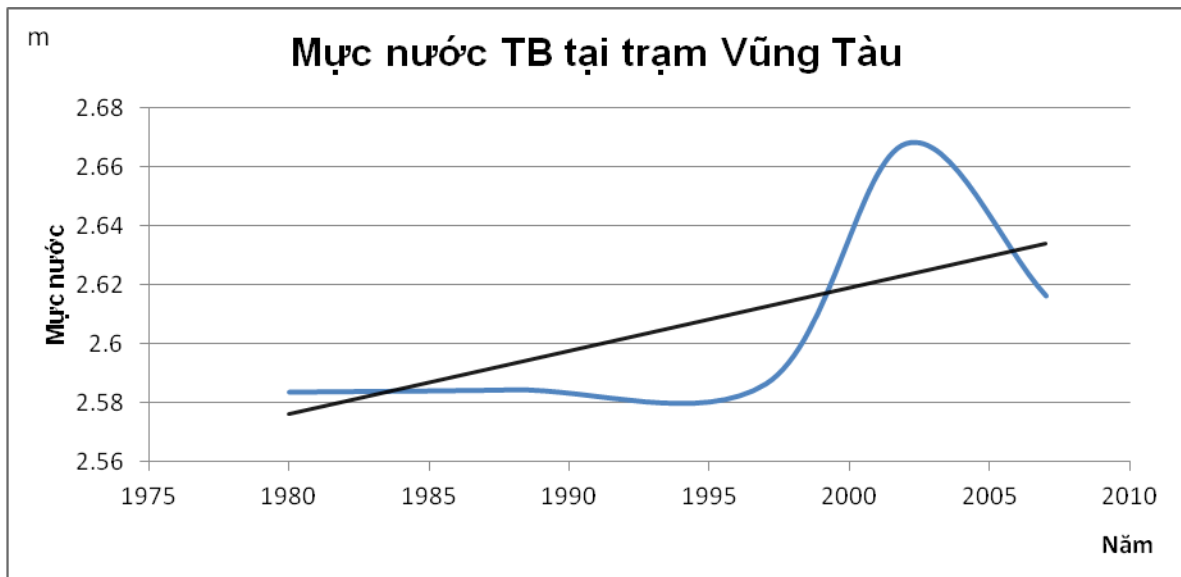
$$m_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad D_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} - m_y^2, \quad \sigma_y = \sqrt{D_y},$$

$$r = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - m_x m_y}{\sigma_x \sigma_y}$$

n – độ dài chuỗi số liệu quan trắc mực nước biển.

Trong phương trình (6.1) hệ số a có ý nghĩa là tốc độ biến thiên của mực nước \mathcal{Y} trong một đơn vị thời gian \mathcal{X} . Nếu chuỗi phân tích là giá trị mực nước năm, hệ số a là tốc độ dâng lên (hay hạ xuống) của mực nước trong một năm. Nếu phân tích mực nước tháng, hệ số a là tốc độ dâng lên (hay hạ xuống) của mực nước trong một tháng.

Phương pháp phân tích này được áp dụng đối với các chuỗi mực nước giờ, ngày, tháng hoặc năm. Đôi khi, người ta quan tâm tới xu thế tăng lên hay giảm đi của các mực nước cực tiểu và cực đại năm và phương pháp này cũng có thể áp dụng để phân tích.

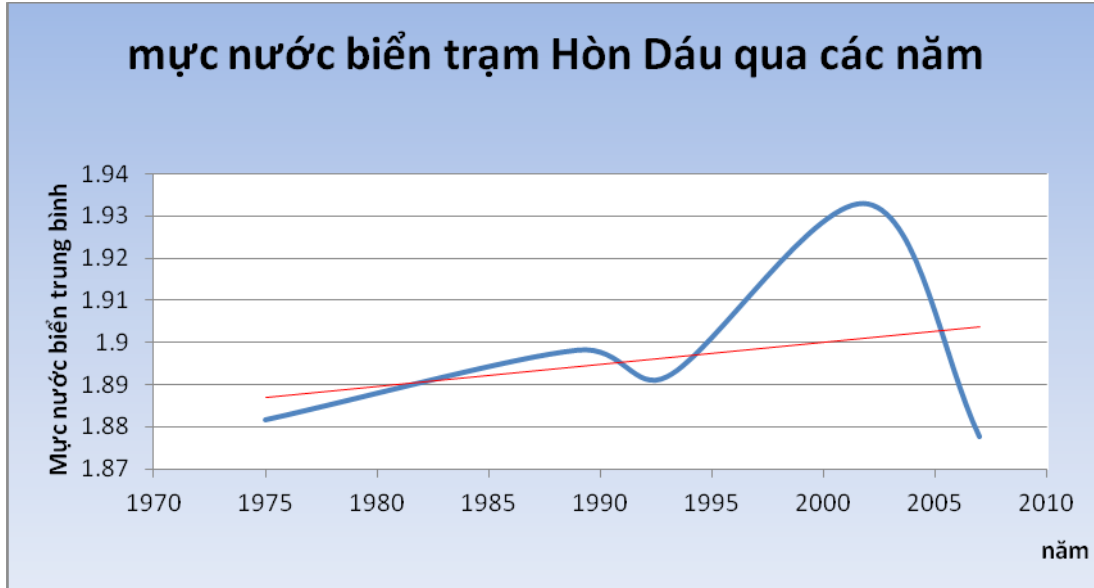


Hình 6: Xu thế mực nước tại Trạm Vũng Tàu

- Xu thế mực nước biển Từ năm 1980 đến năm 2007 mực nước biển Trung bình tăng lên 3,26 cm trong 27 năm và tốc độ biến đổi là 1.2 (mm/năm)

7. Phân tích sơ bộ diễn biến không gian của 2 trạm Vũng Tàu và Hòn Dấu

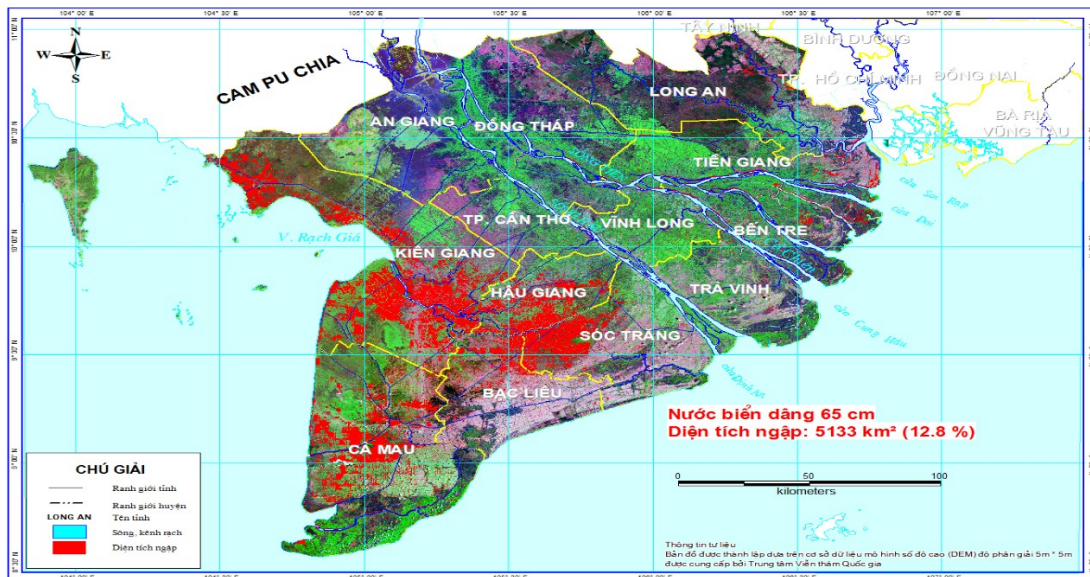
Dựa trên số liệu của nhóm Nghiên cứu về hằng số điều hòa của Trạm Hòn Dấu



Hình 7: Xu thế mực nước biển Tại Trạm Hòn Dấu

Báo cáo rút ra được các nhận xét sau:

- Cả 2 trạm đều có xu hướng thay đổi mực nước, ở đây là tăng lên qua các năm nghiên cứu
- Trạm Hòn Dấu thuộc Miền Bắc, Vũng Tàu miền nam, do không gian cũng như địa lý khác nhau cho nên sự biến đổi mực nước có sự khác nhau. Mực nước Trung bình tại Trạm Vũng Tàu cao hơn so với Trạm Hòn Dấu.
- Do thay đổi khí hậu, dẫn đến mực nước biển dâng lên gây nhiều hậu quả bất lợi đối với đời sống kinh tế - xã hội của các tỉnh ven biển



Hình 8 : Phạm vi ngập khu vực đồng bằng sông Cửu Long theo kịch bản nước biển dâng 65cm

III. Kết luận và kiến nghị

Qua việc phân tích số liệu thực đo của Trạm Vũng Tàu qua các năm và ứng dụng mô hình Mike 21 trong việc phân tích thủy triều. Kết quả cho thấy xu hướng mực nước biển tăng lên qua các năm là do biến đổi khí hậu toàn cầu, trái đất nóng lên kèm theo nhiều hiện tượng khác gây ảnh hưởng xấu tới con người. Từ đó cần có các Nghiên cứu sâu hơn về Biến đổi khí hậu để báo cáo được hoàn thiện hơn.

Kết quả của báo cáo có thể phục vụ cho công tác quy hoạch, dự báo, quản lý và phát triển kinh tế biển nhằm đảm bảo an ninh quốc phòng.

Trên đây là báo cáo phân tích thành phần thủy triều tại trạm Vũng Tàu, để báo cáo được tốt hơn nhóm cần có số liệu và thời gian nghiên cứu tại nhiều Trạm trên khắp cả nước. Để có được cái nhìn tổng quan nhất về Thủy Triều Việt Nam.

IV. Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường, “*Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*”, 2009
- [2] Trương Văn Bốn, Nguyễn Tiến Quang, “*Phân tích hằng số điều hòa thủy triều 69 sóng bằng phương pháp bình phương tối thiểu*” - *Tạp san KHKT “Khí tượng Thủy văn”*, Tổng cục KTTV, 1 (385), (1993), 16.
- [3] Vũ Như Hoán, *Phương pháp thống kê dự báo nước dâng và mực nước ven biển miền bắc Việt Nam khi bão tới*. Luận án PTS, Hà Nội 1988
- [4] Phạm Văn Huấn, Nguyễn Tài Hợi, “*Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam*”. Tạp chí Khí tượng thủy văn, số 556 * tháng 4 - 2007, tr. 30 - 37.
- [5] Phạm Văn Huấn, Nguyễn Tài Hợi, Nguyễn Minh Huấn, “*Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất vào phân tích thủy triều và dòng triều*”- *Khí tượng Thủy văn biển Đông*. Tổng cục KTTV, Trung tâm KTTV biển, NXB Thống kê, Hà Nội, 2000, 196.
- [6] Phạm Văn Huấn, Hoàng Trung Thành, “*Sơ đồ chi tiết phân tích điều hòa thủy triều*”. Tạp chí khoa học ĐHQGHN, Tập 25, số 1S, 2009, tr. 66 – 75.