

# ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC BIỂN DÂNG LÊN CƠ SỞ HẠ TẦNG VEN BỜ VÀ GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ

Đinh Văn Ưu<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Các bãi biển và cơ sở hạ tầng ven biển có ý nghĩa hết sức quan trọng đối với cư dân cũng như khách tham quan trên cả phương diện cảnh quan lẫn kinh tế. Phần lớn đới bờ còn mang ý nghĩa sống còn do có các cơ sở hạ tầng chủ yếu như đê, kè, đường sá, bến cảng, hệ thống cống rãnh, cáp điện, thông tin v.v.. Ngoài ra, nhiều khu vực ven biển còn có ý nghĩa hết sức quan trọng về di sản và lịch sử.

Hiểu và đánh giá trước được những biến đổi của đới bờ do các ảnh hưởng của biến đổi khí hậu sẽ hỗ trợ cho công tác quản lý cũng như quy hoạch dài hạn đới bờ đồng thời phục vụ việc đánh giá tính tối ưu của các giải pháp ứng phó với các vấn đề nảy sinh trong thực tiễn tại các khu vực khác nhau của bờ biển.

Những tác động chính của mực nước biển dâng cần được chú trọng nghiên cứu bao gồm: giảm diện tích và tiện ích của các bãi tắm, gia tăng nguy cơ ngập lụt và suy giảm khả năng chống chịu của các cơ sở hạ tầng bảo vệ bờ biển và cửa sông.

**Từ khóa:** biến đổi khí hậu; nước biển dâng; thích ứng nước biển dâng; quy hoạch vùng bờ;

## 1. Đặt vấn đề

Các bãi biển và cơ sở hạ tầng ven biển có ý nghĩa hết sức quan trọng đối với cư dân cũng như khách tham quan trên cả phương diện cảnh quan lẫn kinh tế. Phần lớn đới ven biển còn mang ý nghĩa sống còn do có các cơ sở hạ tầng chủ yếu như đê, kè, đường sá, bến cảng, hệ thống cống rãnh, cáp điện, thông tin và ống dẫn. Các thủy vực ven biển, bãi triều và phần đất tiếp giáp phía trong cũng hết sức quan trọng do đây là môi trường sống tự nhiên của con người và sinh vật. Ngoài ra, nhiều khu vực ven biển còn có ý nghĩa hết sức quan trọng về khảo cổ, kiến trúc và lịch sử.

Hiểu và đánh giá trước được những biến đổi của đới bờ do các ảnh hưởng của biến đổi khí hậu sẽ hỗ trợ cho công tác quản lý cũng như quy hoạch dài hạn đới bờ đồng thời phục vụ việc đánh giá tính tối ưu của các giải pháp ứng phó với các vấn đề nảy sinh trong thực tiễn tại các khu vực khác nhau của bờ biển.

Trên cơ sở các kết quả đánh giá tác động của mực nước biển dâng lên cơ sở hạ tầng đới bờ có thể đề xuất các hướng nghiên cứu ưu tiên nhằm

thiết lập hệ thống giám sát và đánh giá các ảnh hưởng của mực nước biển dâng lên dải ven biển, trước hết là các bãi biển và cơ sở hạ tầng liên quan.

## 2. Khái quát về những tác động chính của mực nước biển dâng lên cơ sở hạ tầng ven bờ biển

Mực nước biển dâng sẽ gây nên các hệ quả chủ yếu bao gồm: giảm diện tích và tiện ích của các bãi tắm, gia tăng nguy cơ ngập lụt [1-3] và suy giảm khả năng chống chịu của các cơ sở hạ tầng bảo vệ bờ biển và cửa sông [4-6].

Những tác động chính của mực nước biển dâng được thể hiện trước hết qua sự biến đổi của các đặc trưng thủy động lực các thủy vực cửa sông ven biển. Những biến đổi đó sẽ dẫn tới hiện tượng chuyển dịch về phía đất liền của giới hạn mực nước cao trung bình (MHW) và các giới hạn của triều với hệ quả giảm kích thước các bãi biển, ước tính vào khoảng từ 50-100 lần giá trị mực nước biển dâng. Đồng thời các điều kiện biên biển đối với mực nước lũ thiết kế cũng bị thay đổi làm gia tăng nguy hiểm của ngập lụt ven biển và gây tác hại đến cơ sở hạ tầng bảo vệ bờ. Bên cạnh đó sẽ dẫn tới sự suy giảm hiệu năng của các công trình bảo vệ bờ hiện hữu (đê

<sup>1</sup> Trung tâm Động lực học thủy khí môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội.

phá sóng, tường chắn ven bờ biển và cửa sông).

Mực nước biển dâng cũng gây nên những biến đổi trong chế độ lưu thông nước giữa biển và cửa sông, đâm phá ảnh hưởng đến khả năng thoát lũ của lưu vực.

*Biến đổi các đặc trưng thủy động lực* được thể hiện trước hết thông qua biến đổi *mực nước liên quan đến chế độ triều thiên văn và triều khí tượng*.

Có hai khả năng biến đổi mực nước triều trong tương lai cần được tính đến. Trước hết sự biến đổi của triều thiên văn do kết quả gia tăng của độ sâu nước. Sự gia tăng của vận tốc sóng triều sẽ dẫn đến sự biến động của quá trình truyền triều vào các vịnh và sông, khả năng cộng hưởng phụ thuộc vào chu kỳ có thể dẫn đến gia tăng hoặc suy giảm biên độ và độ cao triều, ảnh hưởng đến quá trình truyền triều và lưu thông nước. Đây có thể là một trong những nguyên nhân làm biến đổi độ cao triều, tuy nhiên điều này chỉ có thể xác định thông qua đánh giá vai trò của các phân triều và hiệu ứng của nước nông lên lan truyền triều. Các kết quả sử dụng mô hình số trị có thể đưa ra các đánh giá cho từng thủy vực cụ thể. Một khả năng khác dẫn đến biến đổi mực nước đó là triều khí tượng (dao động mực nước phi tuần hoàn) do biến động của gió và áp. Trong đó, bão dẫn đến nước dâng bão đóng góp một phần quan trọng trong việc tăng đáng kể mực nước dẫn đến nguy cơ ngập lụt ven biển. Cần lưu ý đến việc giảm đáng kể mực nước do nước rút bão dẫn đến mực nước cực thấp dẫn đến hậu quả nguy hiểm cho giao thông biển. Liên quan đến biến đổi của bão và nước dâng bão vẫn còn có nhiều kết quả đánh giá khác nhau cần được nghiên cứu khẳng định trong thời gian tới.

Về dự báo các biến đổi trong tương lai của độ cao triều và các ảnh hưởng đến lan truyền triều có thể cho rằng mực nước triều có thể đồng hành với mực nước biển dâng với mức độ  $\pm 20\%$  [6].

*Biến đổi các đặc trưng sóng và mực nước cực trị*

Vẫn chưa thể khẳng định về sự biến đổi của các đặc trưng sóng nước sâu trong những thập

niên tới, tuy nhiên một số mô hình đã cho thấy có khả năng xuất hiện nhiều cơn bão mạnh hơn. Để phòng ngừa, khi thiết kế các công trình mới có thể thử nghiệm với một số giới hạn biến đổi sau đây:

Độ cao và chu kỳ sóng tăng khoảng 5%,

Độ cao và chu kỳ sóng cực đại tăng 10% và

Hướng sóng biến đổi trong khoảng  $\pm 2^\circ$ .

Khi sóng đi vào đới nước nông chúng bị đổ và mất năng lượng, một phần năng lượng đó được chuyển theo hướng vào bờ làm mực nước trung bình gần bờ tăng lên. Sự gia tăng mực nước này được gọi là nước dâng sóng, chúng có giá trị vào khoảng từ 10 đến 15% độ cao sóng có nghĩa trên vùng nước sâu. Đại lượng này sẽ trở nên quan trọng trong bão khi độ cao sóng nước sâu có thể xấp xỉ trên dưới 10m.

Những biến đổi thủy động lực khác có thể bao gồm: dòng triều, lượng mưa, hướng và vận tốc gió, nhiệt độ nước biển.

Các tác động của sự biến đổi thủy động lực có thể thể hiện lên: bãi biển tự nhiên (các vịnh kín và các bãi dài); các đặc trưng đáy biển; các loại bờ đá và các công trình bờ.

*Đối với bãi biển tự nhiên, những biến đổi* của mực nước và đặc trưng sóng có thể dẫn đến những biến đổi của đường trắc ngang cũng như hình dạng bãi. Hệ quả quan trọng nhất là hiện tượng xói lở bờ. Theo AR4 [3], một trong những nguyên nhân chính gây nên xói lở bãi là mực nước biển dâng toàn cầu, trong đó có đến 90% bờ biển bang Louisiana (Mỹ) có suất xói đạt tới 12m/năm và ở Nigeria xu thế lùn bãi đã vượt quá 30m/năm. Bên cạnh hệ quả trực tiếp, nước biển dâng làm tăng khả năng bồi lắng của các đầm, phá, cửa sông và lạch triều dẫn đến đảo lộn cán cân trầm tích ven biển và gây nên xói lở bờ, bãi biển.

Về nguyên lí người ta thường sử dụng công thức Bruun, theo đó phần trên của bãi được xem cố định tương đối so với mực nước trung bình, vì vậy quá trình di chuyển vào bờ của bãi phụ thuộc vật liệu bãi: bãi sỏi sẽ dịch chuyển chậm hơn bãi cát và bãi bùn.

Tuy nhiên tại nhiều bãi hiện tại, phần trên của bãi đã bị chặn lại bởi các công trình, nên xu

thể chung khi mực nước biển dâng và sóng cao hơn là độ cao bãi thấp dần gây tác động đến khả năng bền vững của chúng.

Nhìn chung sự biến đổi của độ cao sóng có thể làm biến đổi đường trắc ngang bãi thông qua quá trình vận chuyển trầm tích. Trong trường hợp sóng bão, sự biến đổi của trắc ngang có thể trở nên đáng kể và đòi hỏi một khoảng thời gian dài mới có thể phục hồi được.

Các nghiên cứu cho thấy rằng tốc độ lùi vào phía đất liền của mép nước thấp thường nhanh hơn so với mép nước cao dẫn đến hiện tượng *đường bờ trở nên nông hơn và dốc hơn* dẫn đến gia tăng của năng lượng sóng tác động lên bờ và công trình.

Những tác động của sự gia tăng độ cao sóng không giống như trường hợp sóng bão mà thường dẫn đến kết quả làm cho bãi phẳng hơn, tương tự trường hợp bãi ít dốc hơn trong mùa đông so với mùa hè khi sóng mùa hè thường nhỏ hơn mùa đông. Tuy nhiên, vẫn có thể nhận thấy: với sự gia tăng của năng lượng sóng sẽ

làm xuất hiện nhiều sóng vừa hơn và chúng sẽ mang cát đi về phía bờ dẫn đến gia tăng độ dốc trắc ngang bãi. (Các nghiên cứu của các nhà khoa học Anh [4] cho thấy có đến 61% bãi biển ở UK có xu thế gia tăng độ dốc).

Như vậy, liên quan đến bãi cần lưu ý đến quá trình làm thấp nền bãi và làm tăng độ dốc bãi. Theo các đánh giá có thể nhận thấy nếu mực nước biển dâng 1mm/năm thì bãi biển trước các tường chắn có thể hạ thấp với tốc độ 2mm/năm. Điều này cần được tính đến trong quá trình duy tu và nâng cấp các công trình trong dài hạn. Hiệu quả đồng thời của mực nước biển dâng và hạ thấp nền bãi cũng như tăng độ dốc cũng là nguy cơ tràn công trình và dẫn đến ngập lụt ven biển.

Độ sâu của nước trước công trình tăng lên cùng độ dốc có thể dẫn đến sự gia tăng của khả năng phá hủy của sóng đối với công trình bờ và bãi (hình 1). Bên cạnh nguy cơ phá hủy công trình, những nguy cơ sóng tràn và ngập lụt cũng trở nên lớn hơn.



Hình 1: Nước nông ven bờ (trái) gây sóng đổ và giảm năng lượng sóng hơn so với nước sâu trước khi đạt tới công trình bờ.

Nếu xu thế tăng độ dốc bãi còn tiếp tục sẽ dẫn đến sự gia tăng ngập nước vào khoảng 15% so với mức gia tăng do biến đổi khí hậu. Tuy nhiên cần có các nghiên cứu sâu hơn về cơ chế gia tăng độ dốc trước khi đánh giá mức độ chính xác của sự biến đổi này.

Việc thu hẹp đới bờ cũng sẽ dẫn đến những hệ quả nghiêm trọng đối với bảo tồn các sinh cảnh thiên nhiên quan trọng như bãi biển, bãi triều và đầm phá. Phần lớn các khu sinh cảnh này bị suy giảm do đường mép nước thấp tiến vào đất liền và đường mép nước cao bị chặn lại.

Điều này ảnh hưởng đặc biệt đến nhiều loài, như chim, vì đây vừa là chỗ sinh sản vừa là nơi cung cấp thức ăn cho chúng.

Quá trình tăng độ dốc thường gắn liền với các công trình xây dựng ở phần trên bãi. Các cơ sở hạ tầng như tường chắn và đường đi bộ đã làm đảo lộn các hoạt động tự nhiên của môi trường đới bờ.

Những biến đổi của đặc trưng khác của sóng, đặc biệt là hướng sóng, sẽ dẫn đến phân bố lại trầm tích dọc bờ làm nâng cao nền bãi tại một số nơi và hạ thấp nền tại một số nơi khác.

Những bãi thấp cùng với mực nước cao sẽ kéo theo nguy cơ tràn công trình và ngập lụt. Giám sát cao trình bãi phải được xem như một đầu vào quan trọng phục vụ nâng cao khả năng thích ứng dài hạn của các công trình bảo vệ bờ cho thành phố.

Sự gia tăng mực nước sẽ có tác động lên *địa hình đáy biển*, nhất là các vùng nước nông, nơi tác động trở nên mạnh mẽ nhất. Hậu quả thông thường của mực nước biển dâng là việc đường mép nước thấp nhất sẽ đi về phía đất liền; trong nhiều trường hợp, do mép nước cao bị chặn bởi các công trình bờ, dạng tường đứng hoặc kè, vì vậy đới ngập triều bị thu hẹp. Điều này dẫn đến suy giảm môi sinh đối với động thực vật và gây ảnh hưởng đến môi trường tự nhiên.

Sự gia tăng độ sâu nước tại khu vực thêm bờ nói chung và đáy biển gần bờ nói riêng sẽ làm giảm quá trình tán mát năng lượng sóng do ma sát đáy và các quá trình thủy động lực liên quan như hình thành rói, sóng đổ v.v... Điều này dẫn đến sự gia tăng của năng lượng sóng vào bờ dẫn đến khả năng tác động xấu lên phần trên của bãi cũng như các công trình bảo vệ bờ. Quá trình này cũng đã dẫn đến thực tế gia tăng xói lở, hạ thấp phân sát chân công trình cũng như các bờ có vật liệu kém bền vững.

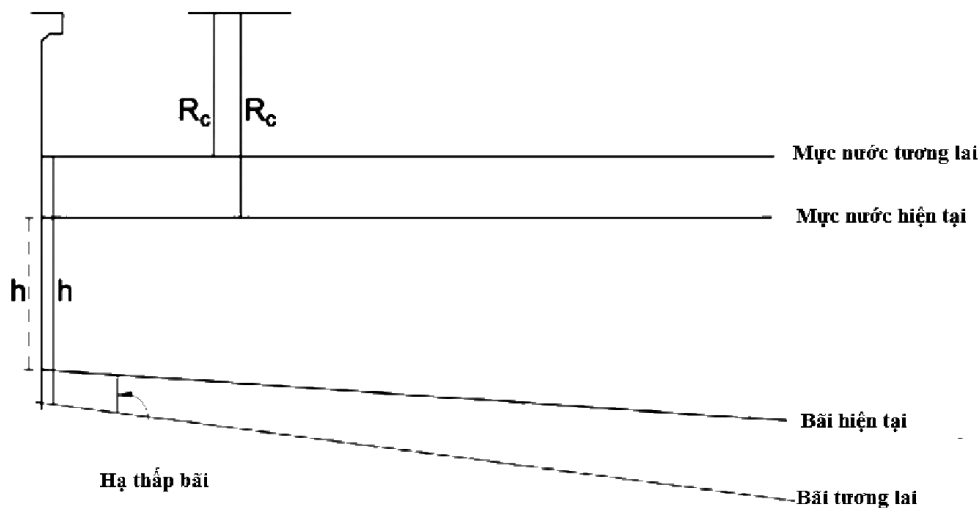
Những thay đổi của địa hình đáy tại các vùng xa bờ hơn bao gồm các dải cát ngầm cũng

cần được nghiên cứu sâu hơn liên quan đến sự biến đổi của sóng dài và dòng triều, những nhân tố gây ảnh hưởng chính lên quá trình hình thành và biến động các dòng vận chuyển trầm tích đáy.

Các tác động của biến đổi khí hậu lên các dạng bờ dốc đứng trong các thập niên tới có thể thể hiện đối với những khu vực đất đá yếu và chưa được bảo vệ bởi các tường chắn. Việc giám sát đối với các dạng bờ này cần được tăng cường, đặc biệt đối với các đoạn kết thúc các công trình bảo vệ.

Trong nhiều trường hợp những biến đổi tự nhiên của đường bờ đã bị hạn chế do việc xây dựng *các công trình* bảo vệ bờ, chủ yếu là tường bê tông thường chịu tác động của sóng và thủy triều. Do phần lớn các công trình vừa có tác động chống ngập cũng như chống xói lở vì vậy đây là đối tượng cơ bản cần tập trung nghiên cứu khi xem xét các tác động của biến đổi khí hậu. Trong đó, khả năng hoàn thiện của các công trình trong các điều kiện tới hạn cần được ưu tiên đặc biệt.

Tuy nhiên, những biến đổi của sóng và mực nước trong tương lai cần được xem xét một cách cẩn trọng. Trong trường hợp công trình nằm ở phần trên bãi triều, cần tính đến khả năng mất bãi trong tương lai sẽ thấp hơn so với hiện nay.



Hình 2: Sự biến đổi của mực nước và bãi phía trước công trình theo biến đổi khí hậu

Cùng với mực nước biển dâng và hạ thấp nền bãi (hình 2) sẽ dẫn đến sự gia tăng đáng kể của độ sâu nước (h) phía trước công trình, đồng thời làm cho phần thoáng ( $R_c$ ) bị giảm xuống. Sóng tới công trình sẽ bị tiêu tán ít hơn do hiệu ứng nước nông và sóng sẽ tăng khi đạt tới công trình. Biết rằng khả năng tràn công trình phụ thuộc chủ yếu vào  $R_c$ , nên cả hai hiệu ứng giảm  $R_c$  và tăng độ cao sóng sẽ dẫn đến khả năng tràn công trình sẽ tăng lên theo biến đổi khí hậu.

Rất khó đánh giá các rủi ro có thể xảy đến đối với công trình bảo vệ bờ trên cơ sở sơ đồ vừa nêu. Sự gia tăng của mực nước và độ cao sóng phía trước công trình sẽ dẫn đến gia tăng tải trọng lên công trình; sự gia tăng lượng tràn sẽ dẫn đến xói lở phía sau công trình, lượng nước thấm xuyên qua cũng sẽ gây nên các hố rỗng dưới mặt công trình.

Việc đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên các công trình vùng sâu dạng đê phá sóng cũng cần được xem xét đến trên quan điểm ảnh hưởng lên ngập lụt và xói lở bờ. Tương tự các công trình bờ, độ thoáng so với đỉnh công trình cũng bị giảm dẫn đến gia tăng tần suất và biên độ nước tràn. Điều này kéo theo khả năng mất ổn định của đỉnh cũng như phần sau công trình cùng với sự gia tăng của sóng trong khu vực cần bảo vệ và đòi hỏi yêu cầu tăng trọng lượng neo đối với tàu thuyền trong khu vực. Người ta tính được rằng với sự gia tăng 10% của độ cao sóng tới hạn, cần đến một trọng lượng neo vào khoảng 33% đối với cùng một yêu cầu an toàn.

### 3. Các giải pháp ứng phó

Vấn đề đặt ra trong tương lai dài hạn là đề xuất các giải pháp nhằm giảm thiểu kinh phí xây dựng và duy tu các công trình bảo vệ bờ cho tương lai chống lại ngập lụt và xói lở bờ biển. Để đạt được yêu cầu này có thể dẫn ra một số giải pháp sau:

- Kiểm soát chặt chẽ kế hoạch sử dụng đất đối với các khu phát triển mới có khả năng chịu tác động của ngập lụt và xói lở trong nhiều thập niên tới.

- Kiểm soát quá trình phát triển đảm bảo rằng các công trình mới trong khu vực ảnh hưởng

cần được thiết kế phù hợp với yêu cầu chống ngập ven biển.

- Lập kế hoạch di chuyển hay loại bỏ các phần đã xây dựng không được đảm bảo bởi các công trình bảo vệ bờ.

Có thể dẫn ra một số giải pháp lợi ích trung hạn sau đây phục vụ yêu cầu đưa ra các quyết định nâng cao khả năng sử dụng của các công trình dự kiến xây dựng trong vòng 5 đến 10 năm tới:

- Giám sát những biến đổi của đường bờ (bờ đứng, bãi biển và đáy biển ven bờ);

- Đánh giá lại khả năng của các công trình, dự báo các biến đổi tổng hợp của nguy cơ cập lụt và xói lở hiện tại và trong tương lai;

- Đánh giá các hệ quả kinh tế, xã hội và môi trường do các biến đổi bờ;

- Xây dựng các chỉ dẫn cho phép tìm kiếm các nguồn tài chính nhất định nhằm duy tu và nâng cấp các công trình bảo vệ tại những khu vực trọng yếu nhất với sự quan tâm đúng mức đến những hệ quả kinh tế, xã hội và môi trường của các giải pháp này;

- Giảm thiểu các tác động của ngập lụt. Tại những nơi có điều kiện, nên quan tâm đến vấn đề kiểm tra kế hoạch đối với các vị trí có nguy cơ cao, chú trọng khả năng chống chịu và phục hồi của công trình hơn là giảm nguy cơ và cường độ của ngập lụt;

- Cần đưa ra các phương án khác nhau nâng cấp công trình bảo vệ trước khi chúng được triển khai trong thực tế nhằm giảm thiểu tác động không mong muốn.

Các giải pháp ngắn hạn có thể bao gồm:

- Đào tạo và phổ biến kiến thức về các nguy cơ ngập lụt và xói lở bờ biển

- Đánh giá các rủi ro đối với người và tài sản trong dải ven bờ

- Phân loại đường bờ kèm theo các đặc trưng cụ thể về mức độ rủi ro dọc theo các miền xói lở và ngập lụt và đưa ra thứ tự ưu tiên trong quản lý công trình bảo vệ bờ.

- Giám sát cao trình bãi và các sự kiện xói lở và ngập lụt

- Lập kế hoạch và quản lý các biện pháp ứng phó với xói lở và ngập lụt

#### 4. Kết luận

Mực nước biển dâng sẽ gây nên các hệ quả chủ yếu thông qua sự biến đổi của các đặc trưng thủy động lực cửa sông ven biển như mực nước, dòng chảy, sóng, v.v.. theo xu thế bất lợi cho môi trường tự nhiên và cơ sở hạ tầng ven bờ. Những biến đổi này có thể bao gồm: sự suy giảm diện tích và tiện ích của các bãi tắm, gia tăng nguy cơ ngập lụt và giảm khả năng chống

chịu của các cơ sở hạ tầng bảo vệ bờ biển và cửa sông.

Trên cơ sở các phân tích đối với thực tế mực nước biển dâng, những vấn đề lí luận và giải pháp ứng phó cần được chú trọng nghiên cứu bao gồm các nguy cơ giảm diện tích và tiện ích của các bãi tắm, gia tăng mức độ ngập lụt và suy giảm khả năng chống chịu của các cơ sở hạ tầng bảo vệ bờ biển và cửa sông.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]Đinh Văn Ưu, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Tiến Giang, Nguyễn Kim Cường 2012. Impacts of Sea Level Rise on Vietnam coastal cities and preparation for development assessment and strategic planning, Proceeding of International Symposium on Sustainable Urban Environment, TMU, Tokyo 2012
- [2]Đinh Văn Ưu. 2011. Kết quả nghiên cứu đánh giá biến động mực nước biển cực trị do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu trên vùng biển Việt Nam và các ứng dụng. *Hội nghị Khoa học và Công nghệ Biển toàn quốc lần thứ 5, Quyển 6: Năng lượng, Kỹ thuật công trình Vận tải và Công nghệ biển*, Hà Nội tháng 10 – 2011.
- [3]IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [4]Masselink, G. and P. Russell (2010) Coastal Erosion in MCCIP Annual Report Card 2010-11, MCCIP Science Review.
- [5]Nguyễn K.-C., Umeyama M., Đinh V.-U. (2012). Long-term morphological changes and hydrodynamics of tidal dominant coastal zone in the Hai Phong Estuary, Vietnam, *Ann. Journal of JSCE, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)*, Vol. 68, No. 4, I\_85-I\_90.
- [6]HR Wallingford (2007). Effects on coastal defences, Report EX 5516.

#### Abstract

#### IMPACTS OF SEA LEVEL RISE ON COASTAL INFRASTRUCTURES AND PREPARATION FOR DEVELOPMENT ASSESSMENT AND STRATEGIC PLANNING

*Beaches and seaside facilities are a vitally important aspect of local character and economy for tourists and residents. Much of a coastal zone is also important because of essential infrastructure it contains, for example sea dikes, coastal roads, harbors, outfalls cables etc. Many of coastal areas have considerable importance from viewpoints of heritage and history.*

*Understanding the impacts of Sea level Rise in these areas will help in both the management and long-term planning of coastal zone and in assessment of how best to respond to problems being experienced along particular stretches of coastline.*

*There are several principal effects of SLR that need more attention: beach recession and loss of beach amenity; increased incidence of oceanic inundation; gradual decline in the performance of existing coastal protection infrastructure.*

---

Người phản biện: PGS.TS. Lê Xuân Roanh

BBT nhận bài: 25/10/2013  
Phản biện xong: 7/11/2013