

TS. PHẠM VĂN GIÁP (*Chủ biên*)
TS. PHAN BẠCH CHÂU - TS. NGUYỄN NGỌC HUỆ

BIỂN VÀ CẢNG BIỂN THẾ GIỚI

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2002

LỜI NÓI ĐẦU

Việt Nam, với địa hình bờ biển dài, là một thế mạnh để xây dựng nhiều trung tâm kinh tế biển bao gồm đủ 6 ngành: cảng, đóng tàu, khai thác dầu, hải sản, du lịch biển và lặn biển. **"Biển và cảng biển thế giới"** sẽ góp phần hoạch định thêm đường lối đẩy nhanh tốc độ phát triển kinh tế biển, mà nòng cốt là kinh tế cảng của Việt Nam.

Đây là cuốn sách chuyên môn rất bổ ích cho sinh viên, kỹ sư, cán bộ ngành Cảng - Đường thủy - Thềm lục địa; đồng thời còn là cuốn sách khoa học thường thức, phục vụ nhiều đối tượng dưới góc độ: hải dương học - vị trí địa lý - chút ít lịch sử các quốc gia. Qua đây, bức tranh chung "Năm châu - Bốn biển" trong kinh tế cảng nói riêng và kinh tế biển nói chung của toàn thế giới được miêu tả một phần.

Với năm chương, ba tác giả: PGS. TS. Phạm Văn Giáp (chương 2, 3 và chủ biên), TS. Phan Bạch Châu (chương 1, 4) và TS. Nguyễn Ngọc Huệ (chương 5) sẽ giúp độc giả hiểu được các vấn đề sau:

- 1- Đại dương và biển;
- 2- Kinh tế biển;
- 3- Giới thiệu các cảng biển nổi tiếng của các châu lục;
- 4- Biển Đông và các đặc điểm khí tượng thủy văn;
- 5- Định hướng phát triển kinh tế biển và hệ thống cảng biển Việt Nam.

Mặc dù các tác giả đã có nhiều năm công tác trong ngành xây dựng Cảng - Đường thủy; song trình độ có hạn, hẳn còn có những sai sót. Chúng tôi thành tâm nhận sự chỉ giáo của các độc giả. Hy vọng lần sau, cuốn **"Biển và cảng biển thế giới"** sẽ làm hài lòng độc giả hơn.

Các tác giả

Chương 1

ĐẠI DƯƠNG VÀ BIỂN

1.1. PHÂN CHIA MẶT ĐẤT VÀ MẶT NƯỚC

Toàn bộ bề mặt địa cầu rộng 510 triệu km^2 , trong đó biển và đại dương chiếm 361 triệu km^2 , lục địa chỉ có 149 triệu km^2 . Như vậy, mặt nước chiếm 70,8% bề mặt địa cầu và 29,2% là bề mặt lục địa.

Ở bắc bán cầu diện tích mặt nước chiếm 61% diện tích bán cầu, còn ở nam bán cầu là 81%.

Cũng có thể hình dung trái đất được chia thành hai bán cầu như sau: một bán cầu có diện tích lục địa ít nhất, bán cầu kia có diện tích lục địa nhiều nhất. Hình 1.1 thể hiện hai bán cầu đó - bán cầu ít lục địa và bán cầu nhiều lục địa.

Ở bán cầu ít lục địa đại dương và biển chiếm 91% bề mặt bán cầu. Ở bán cầu nhiều lục địa diện tích mặt nước chiếm 53%.

Từ các số liệu trên thấy rằng, ngay cả ở bán cầu nhiều lục địa diện tích mặt nước cũng rộng hơn diện tích lục địa.

Hình 1.2 là biểu đồ về sự phân bố diện tích mặt nước và lục địa trên bề mặt trái đất. Từ hình 1.1 và 1.2 rút ra một số kết luận sau đây:

1. Cực bắc của trái đất bị một tầng băng bắc cực vây bọc bốn phía. Cực nam của trái đất nằm ở trung tâm của lục địa Nam cực.

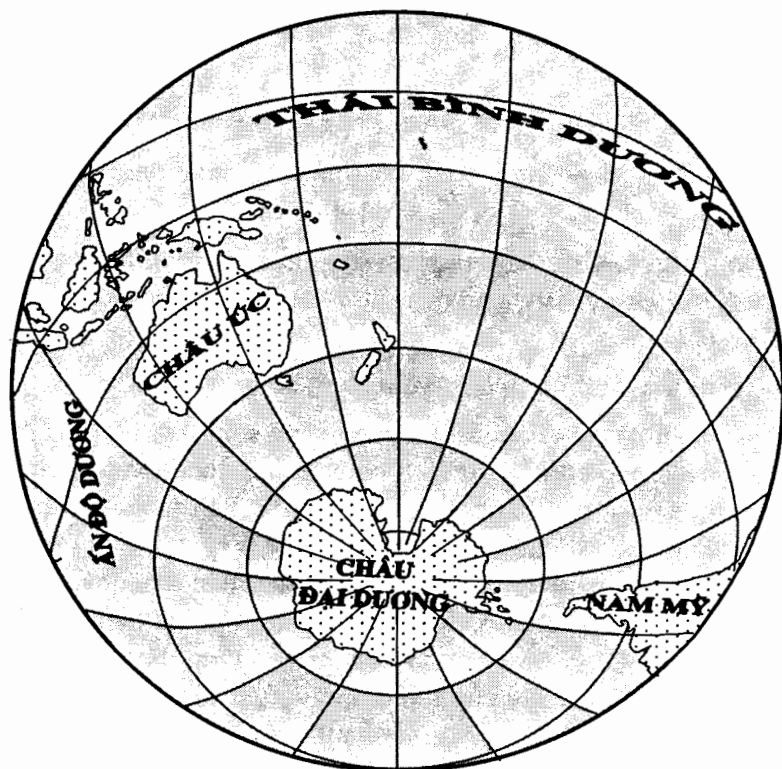
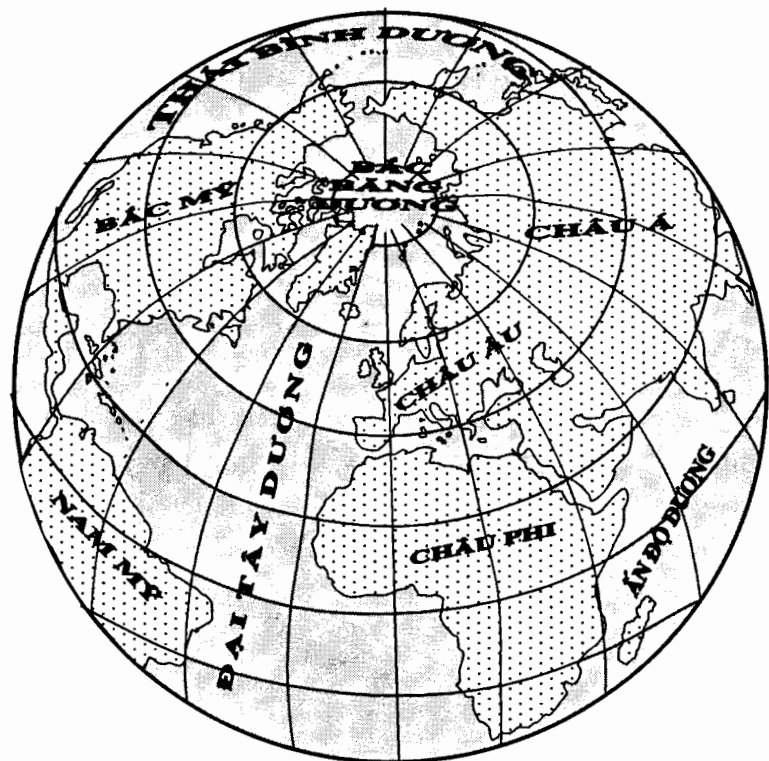
2. Ở 65° vĩ bắc đất liền nối dài liên tục và chỉ bị gián đoạn tại Đại Tây Dương.

3. Phía nam bán cầu tại vĩ độ từ 56° đến 65° nước của các đại dương bao bọc trái đất thành một vành đai kín.

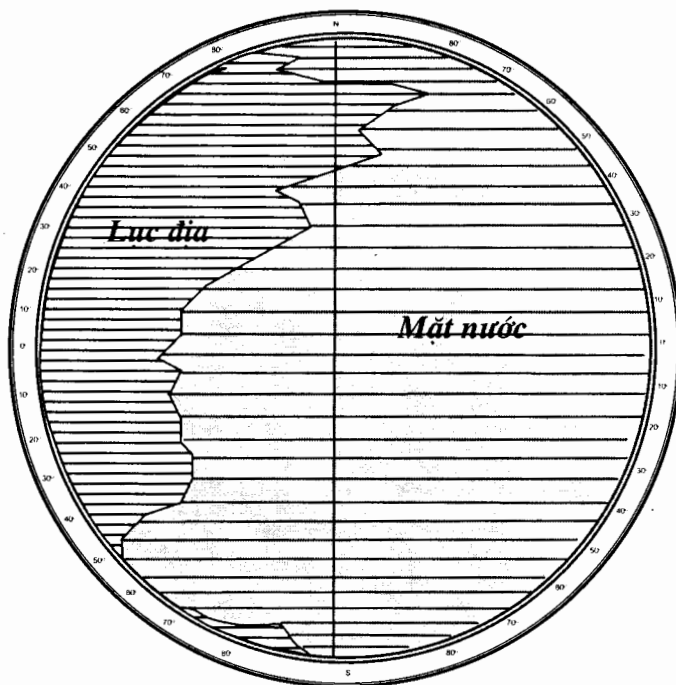
4. Đại lục Âu - Á, toàn bộ Bắc Mỹ và phần lớn châu Phi đều nằm ở bắc bán cầu. Phía nam bán cầu phần diện tích đất liền chiếm tỷ lệ rất bé. Một phần các lục địa nằm ở nam bán cầu co hẹp lại về phía nam.

5. Diện tích mặt nước và đất liền trên trái đất phân bố theo tỷ số 5:2.

6. Bờ phía tây của châu Âu và châu Phi gần như song song với bờ phía đông của Bắc Mỹ và Nam Mỹ. Nếu tưởng tượng có một sự dịch chuyển lục địa châu Mỹ về phía châu Âu và châu Phi thì hai lục địa này sẽ tạo thành một khối lục địa liên tục do có các đường bờ song song nhau. Điều này là tiền đề để nhà bác học nổi tiếng Vegener đưa ra luận thuyết về "sự trôi dạt của các lục địa" vào năm 1910. Theo Vegener, trước đây châu Mỹ nằm trong một khối lục địa thống nhất với châu Âu và châu Phi, sau đó bị chia tách ra và trôi dạt về phía tây. Cho đến khi lục địa Bắc Mỹ và Nam Mỹ chạm vào tầng đáy cứng thuộc quyển Sima của Thái Bình Dương thì bờ phía tây của lục địa này xuất hiện các dãy núi lớn - Andes và Kordilier. Luận thuyết của Vegener đã gây ra nhiều tranh cãi và chưa được mọi người thừa nhận. Dung tích nước biển chiếm $\frac{1}{8}$ tổng dung tích trái đất, và bằng 1.370.323.000 km^3 . Nếu như trái đất là một mặt cầu phẳng thì nước của các đại dương sẽ phủ kín mặt đất và tạo thành một lớp vỏ nước biển với chiều dày 2.440 m.



Hình 1.1: Bán cầu nhiều cực địa và bán cầu ít cực địa



Hình 1.2: Biểu đồ phân bố diện tích mặt nước và lục địa trên bề mặt trái đất

1.2. GIỚI THIỆU CÁC ĐẠI DƯƠNG VÀ BIỂN

Đại dương là một phần của mặt nước biển trên trái đất, nằm giữa các lục địa, có diện tích rất rộng, có độ sâu lớn (4 - 6 km), và có những đặc điểm riêng về các quá trình địa - vật lý. Mỗi đại dương có một hệ thống riêng về dòng chảy, gió, thủy triều và sự phân bố mang tính đặc thù của đại dương đó về nhiệt độ, độ mặn, độ sâu và trầm tích đáy.

Biển là một phần của đại dương, lấn sâu vào đất liền hoặc được ngăn cách với đại dương bởi một dãy các hải đảo.

Toàn bộ mặt nước biển trên trái đất được chia thành các đại dương sau: Thái Bình Dương, Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương và Bắc Băng Dương. Nếu tính cả diện tích các biển nằm kề thì diện tích các đại dương có các giá trị như trong bảng 1.1.

Bảng 1.1: Diện tích các đại dương

Tên đại dương	Diện tích	
	Triệu km ²	%
Thái Bình Dương	179,7	50
Đại Tây Dương	92,4	25
Ấn Độ Dương	74,9	21
Bắc Băng Dương	14,1	4

Một số tác giả cho rằng chỉ nên chia mặt biển thế giới làm 3 đại dương: Thái Bình Dương, Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương, với quan điểm cho rằng Bắc Băng Dương chỉ nên xem như là một biển lớn. Một số tài liệu khác lại phân chia thêm một đại dương nữa - Nam Băng Dương.

Như vậy là hiện vẫn tồn tại những quan điểm khác nhau về phân chia mặt biển thế giới thành các đại dương, tùy thuộc vào yêu cầu riêng của các ngành khoa học, kinh tế và vận tải biển.

1.3. MỰC NƯỚC BIỂN, THỦY TRIỀU VÀ HẢI LƯU

1.3.1. Bề mặt cân bằng và dao động mực nước

Khối nước có đặc điểm là dễ di động, chuyển động không ngừng dưới tác động của các lực tác động lên nó. Đó là nguyên nhân gây ra sự biến đổi hình dạng bề mặt của các đại dương và biển.

Bề mặt tự do của một bể nước được coi là cân bằng.

Tính chất quan trọng nhất của bề mặt cân bằng là khuynh hướng trở về vị trí vuông góc với phương của tổng hợp các lực tác động lên khối nước.

Sự biến động vị trí bề mặt cân bằng dẫn đến sự dao động của mực nước biển.

Những nguyên nhân gây ra sự dao động mực nước biển bao gồm: lực gây ra thủy triều của mặt trăng và mặt trời, tác động của gió và áp suất khí quyển, nguồn nước đổ vào biển từ các con sông hoặc do mưa, sự bốc hơi, sự phân bố không đều về tỷ trọng của nước biển... Dưới tác động tổng hợp của các yếu tố trên, mực nước biển có thể dao động đến hàng chục mét.

Những dao động lớn của mực nước biển xảy ra dưới tác động của các hoạt động kiến tạo của vỏ trái đất.

Dao động mực nước biển được phân thành các loại sau đây: dao động theo chu kỳ, dao động không chu kỳ và dao động hàng thế kỷ.

Dao động theo chu kỳ. Ví dụ điển hình của dao động theo chu kỳ là dao động mực nước thủy triều, với biên độ có thể lên đến trên mười mét, chẳng hạn, ở vịnh Fandi (bờ biển Bắc Mỹ) dao động thủy triều có biên độ đến 18 m, ở vịnh Pening (biển Okhot, Nga) biên độ thủy triều là 11 m.

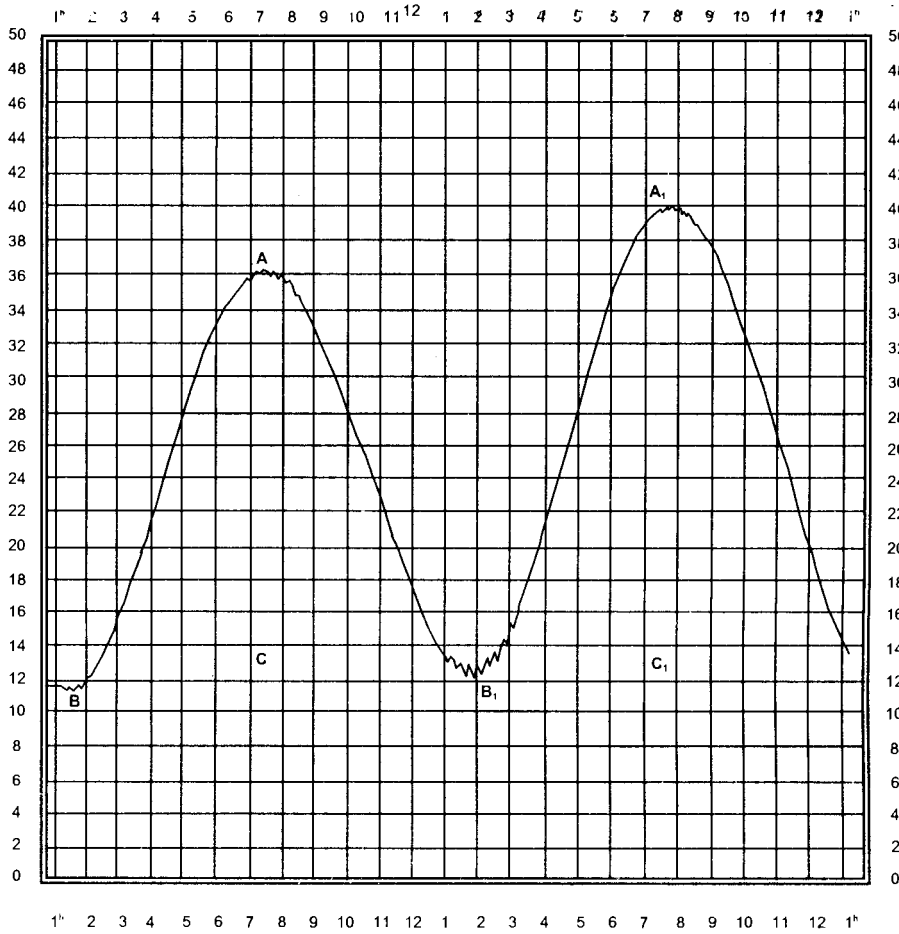
Hình 1.3 là biểu đồ dao động mực nước thủy triều tại một vùng biển trong thời gian triều thuận nhất (trên trục hoành là khoảng thời gian, tính bằng giờ, còn trục tung là cao độ mực nước).

Dao động theo chu kỳ của nước biển không phải chỉ có do thủy triều, mà còn do các dao động có chu kỳ của áp suất không khí, của vectơ gió.

Gió mùa tác động theo chu kỳ gây ra những dao động tương ứng của mực nước biển. Hình 1.4 là biểu đồ dao động hàng năm của mực nước biển do tác động của gió mùa ở Aden (Ấn Độ Dương).

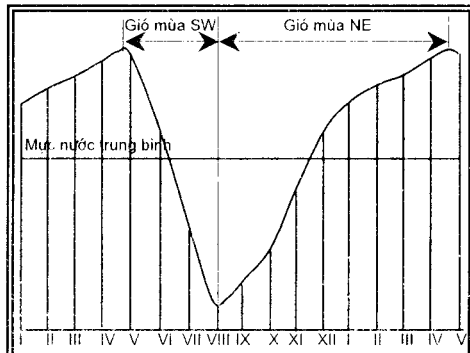
Dao động theo chu kỳ cũng có thể xảy ra do mưa, bốc hơi và dòng chảy biến động theo mùa trong năm. Hình 1.5 là đường quá trình mực nước trong một năm tại một số cảng ở biển Đen và Baltic. Từ cuối tháng 3, mực nước ở biển Đen bắt đầu dâng cao và đạt trị số cực đại vào tháng 6.

Mực nước biển dâng cao trong khoảng thời gian từ tháng 3 đến tháng 6 là do tác động của mưa lũ trên lưu vực các sông đổ vào biển Đen.



Hình 1.3: Biểu đồ dao động mực nước thủy triều

Hình 1.4: Biểu đồ dao động hàng năm của mực nước biển do tác động của gió mùa ở Aden (Ấn Độ Dương)





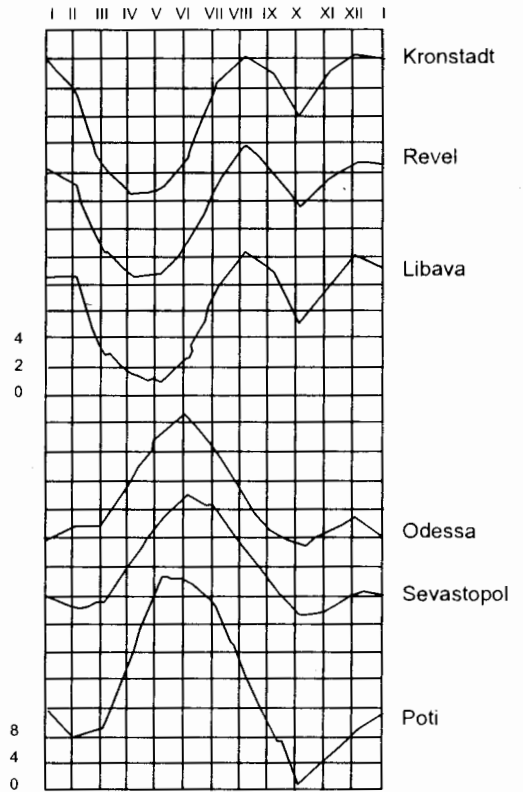
Dao động mực nước biển không chu kỳ. Dao động loại này xảy ra do tác động thay đổi không theo chu kỳ của gió, của áp suất khí quyển và nhiều nguyên nhân khác.

Dao động mực nước biển không theo chu kỳ có thể có biên độ rất lớn và dẫn đến những hậu quả thảm khốc. Những trận bão biển với sức gió mạnh làm cho mực nước biển dâng cao ở nhiều khu vực ven bờ.

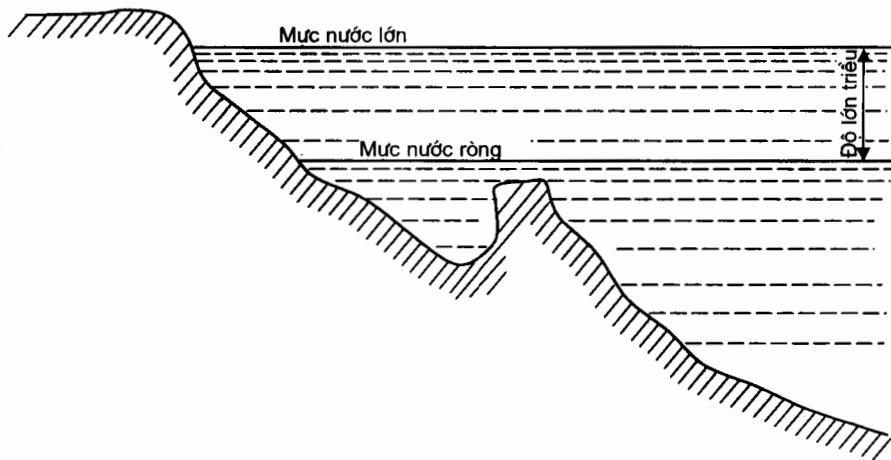
Dao động hàng thế kỷ. Các số liệu đã đo đạc về mực nước biển, cũng như các tư liệu lịch sử cho thấy rằng, tại nhiều nơi trên thế giới mực nước biển có sự biến đổi liên tục một cách có hệ thống. Nhiều công trình được xây dựng trước đây ở Na Uy và Thụy Điển ngay cạnh bờ biển, nhưng đến nay lại lùi sâu vào đất liền. Trên bờ biển Tân Đảo người ta tìm thấy các vỏ sò biển ở độ cao đến 50 m trên mực nước biển, còn trên đảo Frans-Losife đã tìm thấy những bộ xương cá voi ở độ cao 7 đến 15 m. Tất cả những điều trên chứng minh rằng đã có một thời kỳ nào đó ở những nơi này mực nước biển cao hơn so với hiện nay. Ngược lại, một số nơi khác có hiện tượng mực nước biển dâng lên; chẳng hạn vùng Địa Trung Hải, trên bờ biển Sicilia người ta phát hiện thấy ở đáy biển dấu vết bị phá hủy của những công trình đã xây dựng trước đây trên đất liền.

Vì sao có sự biến đổi mực nước biển chậm chạp và kéo dài hàng thế kỷ như vậy? Các nhà khoa học giải thích rằng đó là do ở một số nơi trên trái đất đã xảy ra hiện tượng bề mặt đất liền bị hạ thấp hoặc nâng cao. Chẳng hạn bán đảo Phenno-Scandinavia được nâng cao dần với tốc độ khoảng 1 m trong 100 năm (ở vùng cực bắc của vịnh Botni). Vào thời kỳ băng hà bán đảo Scandinavia bị bao phủ bởi một khối băng dày 2 - 3 km. Khối băng đó đã nén chặt các lớp đất của bán đảo này. Đến thời kỳ băng tan đất liền được nâng cao dần lên.

Hình 1.6 vẽ các đường đồng mức về độ nâng cao mặt đất khu vực Phenno-Scandinavia. Các đường đồng mức được vẽ trên bản đồ đường bờ cổ xưa. Như vậy là khu vực Helsinki đã được nâng cao lên đến trên 100 m. Hiện nay, quá trình nâng cao của bán đảo Scandinavia vẫn đang tiếp diễn. Có thể dự tính rằng, đối với khu vực phía bắc vịnh Botni, tại đây có vùng đã nâng cao lên đến 275 m, trạng thái cân bằng sẽ đạt được sau khi đất liền tiếp tục nâng thêm 180 m nữa.



Hình 1.5. Đường quá trình mực nước trong một năm tại một số cảng ở biển Đen và biển Baltic



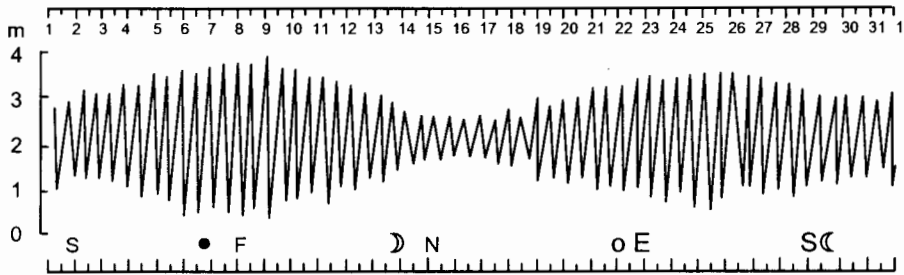
Hình 1.7: Mức nước lớn và mức nước ròng. Độ lớn triều

Bán nhật triều được thể hiện như sau: trong thời gian một ngày đêm trăng¹ có hai lần nước lớn và hai lần nước ròng. Nếu thời gian triều dâng và thời gian triều rút gần bằng nhau, các con nước lớn và nước ròng kế tiếp nhau có chiều cao không khác nhau nhiều lắm thì gọi là *bán nhật triều thuận nhất*. Trong trường hợp ngược lại, người ta gọi là *bán nhật triều không thuận nhất*.

Hình 1.8 là đường biểu diễn mực nước triều trong trường hợp bán nhật triều thuận nhất. Trên hình vẽ này trục đứng là cao độ tính từ số "0" độ sâu, còn trục nằm ngang là khoảng thời gian tính bằng ngày đêm. Các số 1, 2, 3... 31 tương ứng với các ngày trong tháng. Chu kỳ và các đặc trưng vị trí của mặt trăng được thể hiện bằng các ký hiệu sau:

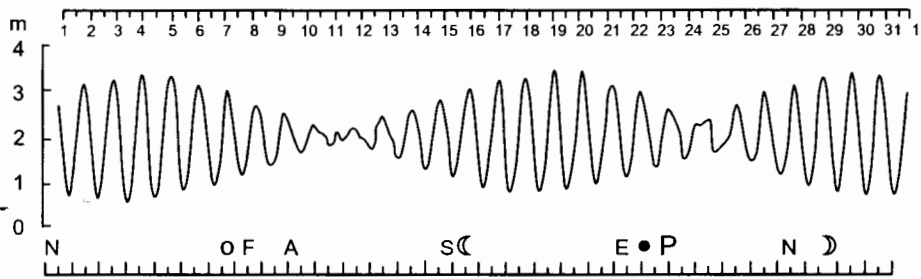
- - trăng non,
- ☽ - phân tư đầu tháng,
- - trăng tròn,
- ☾ - phân tư cuối tháng,
- E - mặt trăng qua mặt phẳng xích đạo,
- N - mặt trăng có độ xích vĩ bắc lớn nhất,
- S - mặt trăng có độ xích vĩ nam lớn nhất,
- A - mặt trăng ở điểm viễn địa,
- P - mặt trăng ở điểm cận địa.

¹ Ngày đêm trăng là khoảng thời gian giữa hai lần mặt trăng nằm ở vị trí trung thiên kế tiếp nhau. Độ dài trung bình của một ngày đêm trăng là 24 giờ 50 phút.



Hình 1.8: Bán nhật triều thuận nhất

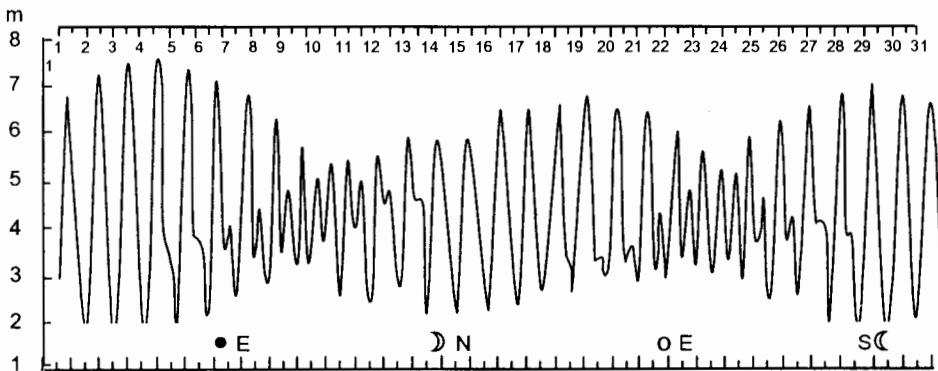
Nhật triều được thể hiện như sau: trong phần lớn thời gian của một tháng trăng, mỗi ngày trăng chỉ có một lần nước lớn và một lần nước ròng. Hình 1.9 là đường biểu diễn mực nước nhật triều tại trạm Hòn Dấu.



Hình 1.9: Nhật triều tại trạm Hòn Dấu

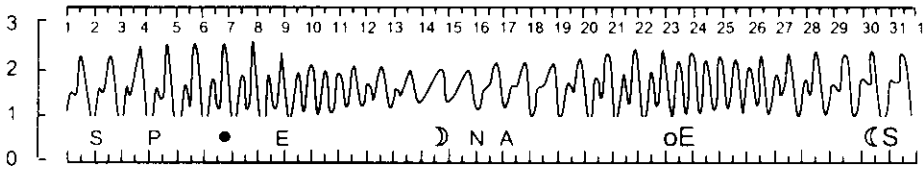
Triều hỗn hợp có thể chia làm hai loại: nhật triều không thuận nhất và bán nhật triều không thuận nhất.

Hình 1.10 là đường biểu diễn nhật triều không thuận nhất tại mũi Magut (biển Okhot). Trong trường hợp này tính chất nhật triều chiếm ưu thế, nhưng khi mặt trăng có độ xích vĩ gần bằng "0" thì triều trở thành bán nhật triều (trong vòng một ngày đêm trăng có hai lần nước lớn và hai lần nước ròng).

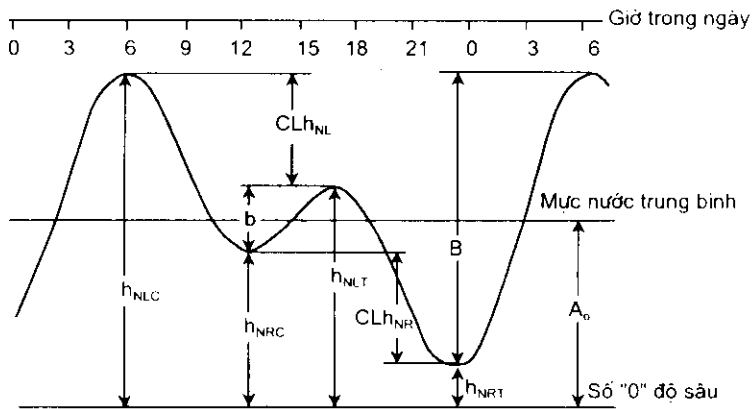


Hình 1.10: Nhật triều không thuận nhất tại mũi Magut

Hình 1.11 là đường biểu diễn bán nhật triều không thuận nhất tại Hồng Kông. Trong trường hợp này, nói chung trong suốt cả tháng có hai lần nước lớn và hai lần nước ròng trong mỗi ngày trăng, nhưng khi trăng có độ xích vĩ lớn thì pha nước lớn thứ hai có biên độ rất bé và tính chất bán nhật triều thể hiện khá mờ nhạt. Hình 1.12 vẽ đường biểu diễn triều hỗn hợp với các yếu tố thủy triều chính.



Hình 1.11: Bán nhật triều không thuận nhất tại Hồng Kông



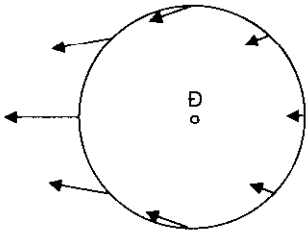
Hình 1.12: Đường biểu diễn triều hỗn hợp và các yếu tố thủy triều chính

h_{NLC} - chiều cao nước lớn cao; h_{NLT} - chiều cao nước lớn thấp; h_{NRC} - chiều cao nước ròng cao; h_{NRT} - chiều cao nước ròng thấp; CLh_{NL} - chênh lệch chiều cao nước lớn trong ngày; CLh_{NR} - chênh lệch chiều cao nước ròng trong ngày; A_0 - chiều cao mực nước trung bình trên số "0" độ sâu; $B = h_{NLC} - h_{NRT}$ - độ lớn thủy triều cao trong ngày; $b = h_{NLT} - h_{NRC}$ - độ lớn thủy triều thấp trong ngày.

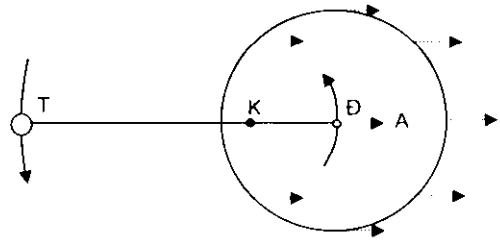
1.3.3. Lý thuyết tĩnh học về thủy triều

Mặc dù thủy triều đã được con người quan sát hàng ngàn năm, nhưng chỉ sau khi Niuton phát hiện ra định luật "vạn vật hấp dẫn" thì hiện tượng thủy triều mới được giải thích rõ ràng.

Theo định luật này, thì mỗi phần tử vật chất của trái đất đều bị mặt trăng, cũng như các hành tinh khác, hút về phía mình. Các phần tử vật chất của trái đất nằm cách mặt trăng theo những khoảng cách khác nhau, nên lực hút của nó lên các phần tử này cũng không bằng nhau. Phần tử nào nằm gần mặt trăng hơn sẽ bị hút mạnh hơn so với những phần tử xa hơn. Lực hút của mặt trăng tác động lên một phần tử tỷ lệ nghịch với khoảng cách giữa mặt trăng với phần tử đó. Vòng tròn trên hình 1.13 biểu thị trái đất. Các mũi tên hướng từ các điểm trên trái đất đến tâm mặt trăng biểu thị cho các lực hút của mặt trăng.



Hình 1.13: Lực hút của mặt trăng lên các phân tử của trái đất



Hình 1.14: Lực ly tâm tác động lên các điểm trên trái đất

Ngoài lực hút của mặt trăng, mỗi điểm của trái đất còn chịu tác động của một lực ly tâm do trái đất và mặt trăng quay quanh trọng tâm chung. Sự xuất hiện của lực ly tâm này có thể xem xét trên hình 1.14.

Trên đường thẳng TĐ, có thể tìm được một điểm K nằm cách điểm T (trọng tâm của mặt trăng) và điểm Đ (trọng tâm của trái đất) theo những khoảng cách tỷ lệ nghịch với khối lượng của mặt trăng và trái đất. Điểm K này sẽ là trọng tâm của hệ hai hành tinh.

Dưới đây dùng các ký hiệu sau để biểu thị các đại lượng:

E - khối lượng trái đất;

M - khối lượng mặt trăng;

Y - khoảng cách từ trọng tâm của hệ đến trọng tâm mặt trăng;

X - khoảng cách từ trọng tâm của hệ đến trọng tâm trái đất;

ρ - bán kính trái đất.

Với các ký hiệu trên ta có:

$$\frac{Y}{X} = \frac{E}{M} \quad (1.1)$$

Biến đổi công thức (1.1) sẽ nhận được:

$$\frac{X+Y}{X} = \frac{M+E}{M}; \quad (1.2)$$

từ đó:
$$X = \frac{(X+Y)M}{E+M} \quad (1.3)$$

Biết rằng khối lượng trái đất bằng 81,5 lần khối lượng mặt trăng ($E = 81,5M$), và khoảng cách từ trọng tâm trái đất đến trọng tâm mặt trăng bằng 60,3 lần bán kính trái đất ($X+Y = 60,3\rho$), thay các giá trị này vào (1.3) sẽ nhận được:

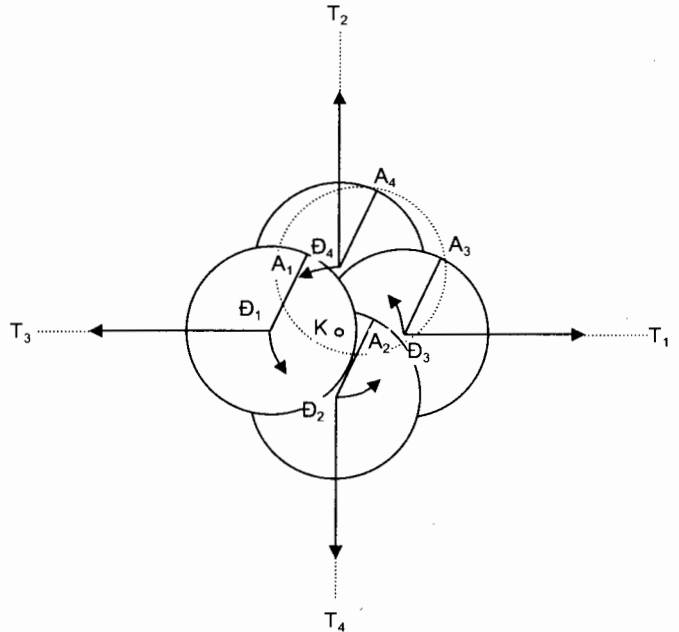
$$X = \frac{60,3}{81,5} \rho = 0,73\rho. \quad (1.4)$$

Như vậy là điểm K (trọng tâm của hệ "trái đất - mặt trăng") nằm trong lòng trái đất, cách trọng tâm trái đất $0,73\rho$.

Trọng tâm của mặt trăng và trọng tâm của trái đất quay giáp vòng quanh điểm K sau một khoảng thời gian bằng một tháng lịch trăng (âm lịch), trong chuyển động này các điểm T, Đ và K luôn luôn nằm trên một đường thẳng.

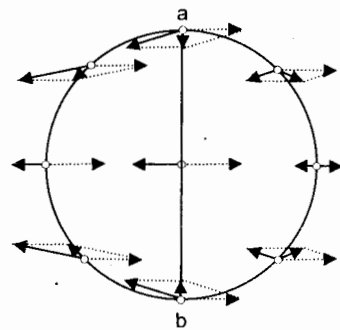
Trong quá trình quay chung quanh trọng tâm của hệ "trái đất - mặt trăng", lực ly tâm tác động lên mỗi điểm trên bề mặt trái đất theo phương của bán kính hướng ra ngoài tâm quay.

Mũi tên ĐA trên hình 1.14 biểu thị lực ly tâm tại trọng tâm trái đất - điểm Đ. Lực ĐA có hướng ngược với hướng mặt trăng. Xem xét chuyển động hàng tháng của trái đất chung quanh điểm K có thể chứng minh rằng mỗi điểm bất kỳ của trái đất đều chịu tác động của một lực ly tâm có cùng trị số và có hướng song song với nhau, tương tự như lực ly tâm tại trọng tâm trái đất. Tính chất song song với nhau và bằng nhau của các lực ly tâm tác động lên bất kỳ điểm nào của trái đất có được là do khi quay vòng một tháng quanh điểm K trái đất di chuyển trong không gian theo một vị thế mà bất kỳ bán kính nào của trái đất vẫn luôn luôn song song với chính nó ở mọi thời điểm (hình 1.15)



Hình 1.15: Dịch chuyển của trái đất quanh trọng tâm K trong một tháng chuyển động của hệ "trái đất - mặt trăng"

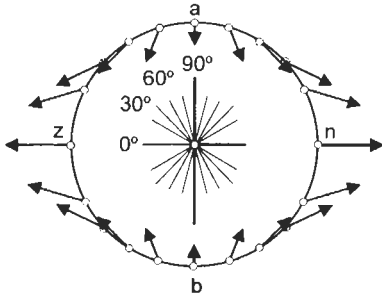
Hình 1.16 vẽ tổ hợp lực hút của mặt trăng tác động lên các phần tử của trái đất và lực ly tâm tác động tại các điểm này. Tổ hợp lực của hai lực trên chính là lực tạo thủy triều.



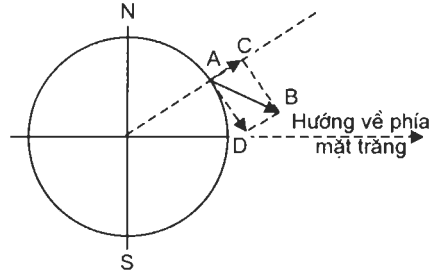
Hình 1.16: Lực tạo thủy triều

Trên hình 1.17 thể hiện sự phân bố lực tạo thủy triều trên địa cầu. Đường ab cắt qua cung chiếu sáng, chia trái đất làm hai nửa - một nửa được mặt trăng chiếu sáng, và một nửa ở phía khuất. Lực tạo thủy triều ở phía nửa được chiếu sáng tác động theo hướng về phía mặt trăng, còn ở nửa kia lực tạo thủy triều có hướng ngược lại.

Mỗi lực tạo thủy triều (AB) có thể được phân tích thành hai thành phần : nằm ngang (AD) và thẳng đứng (AC), như trên hình 1.18.



Hình 1.17: Phân bố lực tạo thủy triều

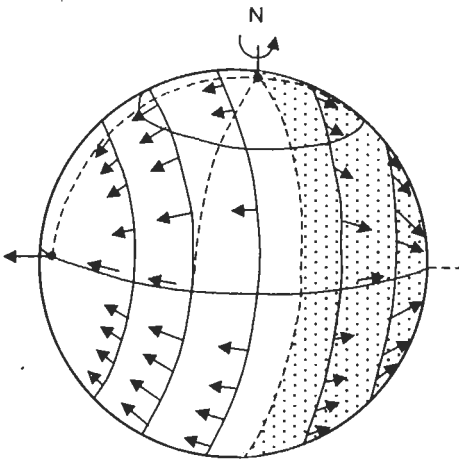


Hình 1.18: Phân tích lực tạo thủy triều thành hai thành phần: nằm ngang và thẳng đứng

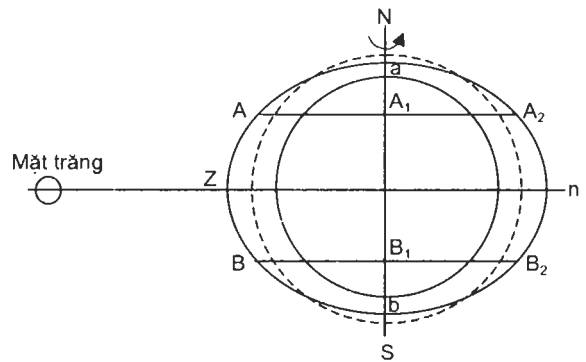
Trên hình 1.19 thể hiện sự phân bố thành phần nằm ngang của lực tạo thủy triều trên địa cầu cho trường hợp khi mặt trăng nằm trên mặt phẳng xích đạo.

Thành phần thẳng đứng của lực tạo thủy triều không làm thay đổi đáng kể lực hút trọng trường. Nhưng thành phần nằm ngang tác động lên các phần tử nước sẽ làm cho các phần tử này chuyển dịch.

Dưới tác động của lực tạo thủy triều, lớp vỏ nước trên mặt địa cầu sẽ mất đi dạng hình cầu và trở thành dạng êlip (hình 1.20)



Hình 1.19: Phân bố thành phần nằm ngang của lực tạo thủy triều



Hình 1.20: Êlip thủy triều khi mặt trăng có độ xích vĩ bằng "0"

1.3.4. Thế năng của lực tạo thủy triều

Như phân trên đã chỉ rõ, lực tạo thủy triều là hợp lực của hai lực: lực hút của mặt trăng và lực ly tâm, hình thành do hệ "trái đất - mặt trăng" quay chung quanh trọng tâm chung.

Mọi điểm của trái đất chịu tác động của lực ly tâm có cường độ bằng nhau và hướng về phía ngược với mặt trăng. Mỗi lực này đều có cường độ và hướng tương tự như lực ly tâm tác động ở tâm trái đất. Tại tâm trái đất lực ly tâm cân bằng với lực hút của mặt trăng. Hai lực này có giá trị bằng nhau và có hướng đối nghịch nhau (hình 1.16). Như vậy hợp lực của

hai lực này (là lực tạo thủy triều) có giá trị bằng "0". Vì lực tạo thủy triều ở tâm trái đất bằng "0" nên thế năng của lực này ở tâm trái đất cũng bằng "0".

Các điểm của lớp nước đại dương bao quanh trái đất chịu tác động của lực tạo thủy triều không giống như ở tâm trái đất, lực này làm cho khối nước bị chuyển dịch so với phần lõi cứng của trái đất, gây ra hiện tượng thủy triều.

Để có thể xác định lực tạo thủy triều của mặt trăng, thay vì cộng tác động lực theo phương pháp hình học người ta tiến hành cộng các thế năng tương ứng với các lực này theo phương pháp đại số. Sau khi có được thế năng tổng, tức thế năng của lực tạo thủy triều, bằng cách lấy tích phân riêng có thể tìm được các thành phần của lực tạo thủy triều theo hai hướng nằm ngang và thẳng đứng.

Thế năng V của lực tạo thủy triều của mặt trăng được xác định theo công thức:

$$V = \frac{3}{2} \frac{KM\rho^2}{r^3} \left(\cos^2 Z - \frac{1}{3} \right). \quad (1.5)$$

Trong đó:

M - khối lượng mặt trăng;

ρ - bán kính trái đất;

Z - góc thiên đỉnh của mặt trăng;

r - khoảng cách giữa hai tâm mặt trăng và trái đất;

K - hằng số trọng lực.

Nếu ký hiệu M_* , Z_* và R tương ứng là khối lượng của mặt trời, góc thiên đỉnh của mặt trời và khoảng cách từ tâm mặt trời đến tâm trái đất, tương tự như công thức (1.5), ta có:

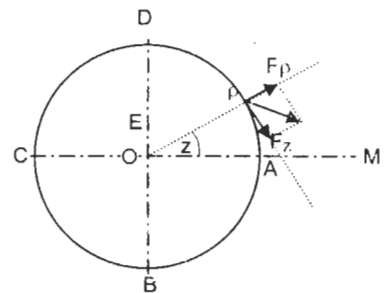
$$V_* = \frac{3}{2} K \frac{M_*\rho^2}{R^3} \left(\cos^2 Z_* - \frac{1}{3} \right). \quad (1.6)$$

Từ các biểu thức (1.5) và (1.6) có thể thấy rằng, thế năng của lực tạo thủy triều tỷ lệ thuận với khối lượng của hành tinh gây ra thủy triều và tỷ lệ nghịch với lũy thừa bậc ba của khoảng cách từ hành tinh đó đến trái đất.

1.3.5. Độ lớn của lực tạo thủy triều

Biết được thế năng của lực tạo thủy triều có thể xác định được giá trị của lực gây ra hiện tượng thủy triều. Để làm việc đó cần lấy đạo hàm riêng của các biểu thức tính thế năng V và V_* .

Trước hết hãy nghiên cứu lực tạo thủy triều của mặt trăng. Lực này có thể phân chia thành hai lực thành phần - thẳng đứng và nằm ngang (hình 1.21).



Hình 1.21: Xác định lực tạo thủy triều đối với các góc thiên đỉnh khác nhau của hành tinh gây ra triều

Thành phần thẳng đứng tác động theo hướng bán kính trái đất và cộng tác dụng với lực trọng trường. Độ lớn của thành phần thẳng đứng của lực tạo thủy triều có thể tìm được bằng cách lấy tích phân theo biến số ρ^1 của biểu thức xác định thế năng V . Ký hiệu F_ρ là thành phần thẳng đứng của lực tạo thủy triều, ta có:

$$F_\rho = \frac{\partial V}{\partial \rho} = \frac{3KM\rho}{r^3} \left(\cos^2 Z - \frac{1}{3} \right). \quad (1.7)$$

Thành phần thẳng đứng mang dấu âm nếu nó hướng về phía tâm trái đất.

Thành phần nằm ngang F_S của lực tạo thủy triều hướng theo tiếp tuyến của cung tròn lớn và có thể xác định theo biểu thức;

$$F_S = \frac{\partial V}{\partial S} = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial V}{\partial Z} = \frac{3 KM\rho}{2 r^3} \sin 2Z, \quad (1.8)$$

Trong đó: $\mathcal{A} = -\rho \partial Z$.

Dấu của lực F_S được xác định bởi hướng của lực này theo quy ước lực nằm ngang có giá trị âm khi nó hướng về phía hành tinh gây ra thủy triều.

Các biểu thức (1.7) và (1.8) cho thấy: lực tạo thủy triều tỷ lệ thuận với khối lượng của các hành tinh và tỷ lệ nghịch với lũy thừa bậc ba của khoảng cách giữa các hành tinh.

Nếu thay các đại lượng M , Z , r trong các biểu thức (1.7) và (1.8) bằng các giá trị M_* - khối lượng mặt trời, Z_* - góc thiên đỉnh của mặt trời, và R - khoảng cách giữa hai tâm mặt trời và trái đất, thì các biểu thức trên có thể xác định các lực thành phần tương ứng của lực tạo thủy triều do mặt trời gây ra (theo hướng thẳng đứng và nằm ngang).

Trên hình 1.21, vòng tròn thể hiện mặt cắt ngang địa cầu. Tâm của trái đất tại điểm O, vị trí mặt trăng thể hiện ở điểm M.

Dưới đây sẽ khảo sát xem trị số thành phần thẳng đứng của lực tạo thủy triều có giá trị bằng bao nhiêu khi thay đổi vị trí của điểm M trên bề mặt trái đất. Để thực hiện tính toán này ta dùng công thức:

$$F_\rho = \frac{3KM\rho}{r^3} \left(\cos^2 Z - \frac{1}{3} \right). \quad (1.9)$$

và cho Z những giá trị khác nhau.

1) $Z = 0$ (điểm P trùng với A - hình 1.21)

Thay $Z = 0$ vào công thức (1.9) sẽ nhận được:

$$F_\rho = \frac{2KM\rho}{r^3}.$$

¹ Theo lý thuyết về thế năng, đạo hàm riêng của hàm số thế năng theo x , y , z bằng giá trị của các lực thành phần tạo ra thế năng đó theo phương các trục tọa độ. Hướng của các trục X , Y , Z đối với quả địa cầu có thể chọn bất kỳ, do đó có thể xác định các lực thành phần hay hình chiếu của lực tạo thủy triều lên bất cứ hướng nào.

Lực này hướng về phía điểm M, và cường độ của nó đạt giá trị cực đại.

2) $Z = 90^\circ$ (Điểm P nằm tại D). $\cos 90^\circ = 0$, do đó

$$F_p = -\frac{KM\rho}{r^3}.$$

Lực này hướng về phía tâm trái đất và cường độ của nó chỉ bằng một nửa so với trường hợp mặt trăng ở vị trí thiên đỉnh.

3) $Z = 54^\circ$. Trong trường hợp này $\cos^2 Z \approx 1/3$, do đó, $F_p = 0$.

4) $Z = 180^\circ$ (điểm P nằm ở vị trí C). Trong trường hợp này cũng dễ dàng xác định được

$$F_p = -\frac{2KM\rho}{r^3}.$$

nghĩa là lực F_p cũng có giá trị như khi điểm P nằm ở vị trí A, nhưng hướng theo phương ngược lại.

5) Tại các điểm nằm đối xứng với đường thẳng CM thành phần thẳng đứng đối với nửa trên và nửa dưới trên hình 1.21 có các giá trị như nhau còn hướng của lực có dạng hình chiếu qua gương.

Đối với thành phần nằm ngang F_s của lực tạo thủy triều, ta nhận được những giá trị sau đây khi thay đổi trị số của Z trong công thức:

$$F_s = \frac{3}{2} \frac{KM\rho}{r^3} \sin 2Z, \quad (1.10)$$

1) Khi $Z = 0$, $F_s = 0$.

2) Khi tăng Z, thành phần nằm ngang của lực tạo thủy triều cũng tăng theo và đạt đến giá trị cực đại khi góc thiên đỉnh bằng 45° .

Khi $Z = 45^\circ$,

$$F_s = \frac{3}{2} \frac{KM\rho}{r^3}.$$

3) Khi $Z = 180^\circ$ (Điểm P nằm ở vị trí C), thành phần nằm ngang của lực tạo thủy triều bằng "0".

4) Tại các điểm đối xứng qua đường thẳng CM, thành phần nằm ngang đối với nửa trên và nửa dưới trên hình 1.21 có các giá trị như nhau, còn hướng của lực có dạng hình chiếu qua gương.

Bảng 1.2: Giá trị các thành phần nằm ngang và thẳng đứng của lực tạo triều do mặt trăng ứng với các trị số Z khác nhau

Tính bằng hệ số đối với đại lượng $F_s = \frac{KM\rho}{r^3}$.

Z	0°	45°	54°	90°	126°	135°	180°
F_p	2,0	0,5	0	-1,0	0	0,5	2,0
F_s	0	1,5	1,4	0	-1,4	-1,5	0

So với lực trọng trường thì lực tạo thủy triều có giá trị rất bé, như sẽ dẫn giải dưới đây.

Sử dụng hình 1.21, trên đó ta hình dung có một điểm có khối lượng $m=1$ nằm tại A. Phần trên đã chứng minh rằng phần tử này chịu tác động của lực tạo thủy triều với thành phần thẳng đứng có giá trị bằng:

$$F_p = \frac{2KM\rho}{r^3}$$

Trên hình 1.21 ta xem mặt trăng nằm tại điểm M, do đó tại điểm A (có mặt trăng nằm ở vị trí thiên đỉnh) thành phần nằm ngang của lực tạo thủy triều có giá trị bằng "0"..

Lực trọng trường, gây ra do sức hút của trái đất đối với chất điểm (có khối lượng $m = 1$), tác động theo phương hướng về tâm trái đất, tức là ngược với hướng tác động của lực tạo thủy triều.

Trái đất, với khối lượng bằng E , sẽ hút chất điểm nằm tại điểm A với một lực hút, được xác định theo định luật Niuton, bằng:

$$F_A = K \frac{E \cdot 1}{\rho^2} \quad (1.11)$$

So sánh lực tạo thủy triều với lực trọng trường ta có:

$$\frac{F_p}{F_A} = \frac{2KM\rho}{r^3} \cdot \frac{KE}{\rho^2} = \frac{2M\rho^3}{Er^3} \quad (1.12)$$

Biết rằng khoảng cách từ trái đất đến mặt trăng lớn gấp hơn sáu mươi lần bán kính trái đất ($r=60,3\rho$), còn khối lượng trái đất bằng 81,5 lần khối lượng mặt trăng ($E=81,5M$), thay các giá trị này vào biểu thức (1.12) ta nhận được:

$$F_p = \frac{1}{9.000.000} F_A \quad (1.13)$$

Như vậy trị số lực tạo thủy triều tác động tại điểm A (khi tại đó có mặt trăng nằm ở vị trí thiên đỉnh) chỉ gần bằng một phần mười triệu của lực trọng trường. Trọng lượng của phần tử m nằm tại điểm A chỉ giảm đi một phần mười triệu. Tại điểm B (hình 1.21) trị số lực tạo thủy triều nhỏ bằng một nửa so với điểm A, tức chỉ bằng 1/18.000.000 so với lực trọng trường.

Thành phần nằm ngang của lực tạo thủy triều cũng rất bé, nhưng nó tác động lên mọi điểm của trái đất (trừ tâm trái đất) theo hướng vuông góc với lực trọng trường và gây ra thủy triều trên các đại dương.

Nếu xem xét lực tạo thủy triều của mặt trời, thì cũng theo cách làm như trên có thể tìm được các biểu thức đối với thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng của lực tạo thủy triều của mặt trời.

Ký hiệu các lực thành phần này bằng F_{ρ^*} và F_{s^*} ta có:

$$F_{\rho^*} = \frac{2KS\rho}{R^3}; \quad (1.14)$$

$$F_{S*} = \frac{3 K S \rho}{2 R^3} \quad (1.15)$$

Trong đó:

S - khối lượng mặt trời;

R - khoảng cách giữa hai tâm của trái đất và mặt trời.

Trong các biểu thức (1.14) và (1.15) là giá trị lớn nhất của các lực thành phần của lực tạo thủy triều do mặt trời. Dưới đây sẽ tính toán để so sánh các giá trị của lực tạo thủy triều do mặt trăng và mặt trời gây ra.

Đối với điểm A, có mặt trăng ở vị trí thiên đỉnh, lực tạo thủy triều có giá trị bằng giá trị của thành phần thẳng đứng:

$$F_p = \frac{2K S \rho}{r^3};$$

Cũng đối với điểm này, khi mặt trời ở vị trí thiên đỉnh, lực tạo thủy triều của mặt trời có giá trị bằng giá trị của thành phần thẳng đứng:

$$F_{p*} = \frac{2K S \rho}{R^3};$$

Do đó:
$$\frac{F_p}{F_{p*}} = \frac{2KM\rho}{r^3} : \frac{2KS\rho}{R^3} = \frac{M R^3}{S r^3} \quad (1.16)$$

Các tính toán thiên văn cho thấy: $S = 333.400 E$ và $R = 23.484 \rho$.

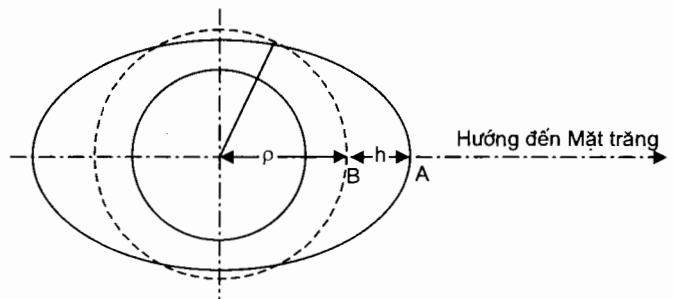
Thay các đại lượng này vào biểu thức (1.16) sẽ nhận được:

$$\frac{F_p}{F_{p*}} = \frac{81,5^{-1} \cdot 23484^3 \cdot \rho^3}{333400 \cdot 60,3^3 \rho^3} = 2,17 \quad (1.17)$$

Như vậy, lực tạo thủy triều của mặt trăng lớn gấp 2,17 lần so với lực tạo thủy triều của mặt trời. Đó là do mặt trời ở cách xa trái đất hơn, mà lực tạo thủy triều lại tỷ lệ nghịch với lũy thừa bậc ba của khoảng cách giữa hai hành tinh.

1.3.6. Êlip thủy triều và độ lớn triều

Trên hình 1.22 vẽ mặt cắt ngang quả địa cầu. Vòng tròn đứt nét biểu thị lớp vỏ nước ở trạng thái yên tĩnh. Khi bị tác động của thủy triều lớp nước này sẽ có dạng êlip tròn xoay quanh trục dài. Như trên hình 1.22, mực nước tại điểm A dâng lên một chiều cao h so với mực nước tĩnh (vòng tròn



Hình 1.22: Dẫn giải công thức tính độ lớn thủy triều

dứt nét). Nếu không có lực tạo thủy triều tác động thì mực nước đại dương không ở vị trí A, mà ở điểm B cách tâm trái đất một khoảng cách ρ , bằng bán kính trái đất. Luận điểm cơ bản của lý thuyết tĩnh học là tại mỗi điểm của đại dương lực trọng trường cân bằng với lực tạo thủy triều, do đó tại cùng một thời điểm hiệu số giữa thế năng của lực trọng trường ở mực nước trung bình và mực nước triều phải bằng thế năng của lực tạo thủy triều.

Những thế năng kể trên có các giá trị như sau:

Thế năng của lực trọng trường ở mực nước biển trung bình: $K \frac{E}{\rho}$

Thế năng của lực trọng trường ở mực nước triều: $K \frac{E}{\rho + h}$

Theo luận điểm đã nêu trên ta có:

$$K \frac{E}{\rho} - K \frac{E}{\rho + h} = \frac{3 KM\rho^2}{2 r^3} \left(\cos^2 Z - \frac{1}{3} \right) \quad (1.18)$$

Giá trị của h rất bé nếu so sánh với bán kính trái đất, do đó biểu thức (1.18) có thể đưa về dạng sau:

$$h = \frac{3 M\rho^4}{2 Er^3} \left(\cos^2 Z - \frac{1}{3} \right) \quad (1.19)$$

Với biểu thức (1.19) ta có thể chứng minh rằng dưới tác động của các lực tạo thủy triều lớp vỏ nước biển của đại dương sẽ có dạng êlipsoid tròn xoay.

Để chứng minh điều này ta sử dụng hình 1.23, trên đó vẽ mặt cắt ngang trái đất với hệ tọa độ có tâm nằm tại điểm O. Mặt trăng nằm tại điểm M.

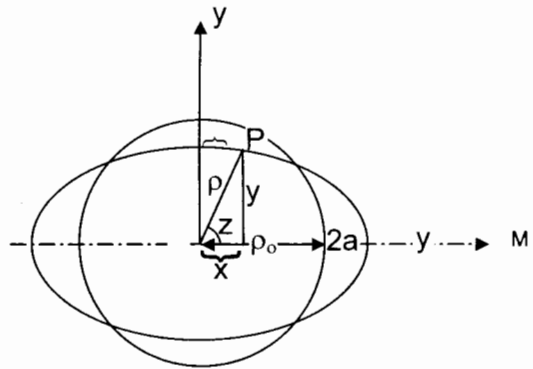
Giả sử rằng hình dạng vỏ thủy triều của trái đất đúng là có dạng êlipsoid, khi đó biểu thức (1.19) có thể biến đổi để đưa về dạng một hàm số êlip, tức là sẽ có dạng:

$$\frac{X^2}{A^2} + \frac{Y^2}{B^2} = 1 \quad (1.20)$$

Trong đó: A và B - các bán trục của êlip.

Viết lại biểu thức (1.19) dưới dạng sau:

$$h = 3a \left(\cos^2 Z - \frac{1}{3} \right) \quad (1.21)$$



Hình 1.23: Hình vẽ để chứng minh dạng thủy triều của đại dương có dạng êlipsoid tròn xoay quanh trục dài

Trong đó:

$$a = \frac{M\rho^4}{2Er^3}$$

Từ biểu thức (1.21) xác định được $h = 2a$ khi $Z = 0$ và $h = -a$ khi $Z = 90^\circ$.

Gọi ρ_0 là bán kính trung bình của trái đất, ta xác định toạ độ của điểm P nằm trên mặt đại dương cách tâm trái đất một khoảng cách bằng ρ .

$$\left. \begin{aligned} X &= \rho \cos Z = (\rho_0 + h) \cos Z \\ Y &= \rho \sin Z = (\rho_0 + h) \sin Z \end{aligned} \right\} \quad (1.22)$$

Các bán trục A và B của êlip được xác định bằng:

$$\left. \begin{aligned} A &= \rho_0 + 2a \\ B &= \rho_0 - a \end{aligned} \right\} \quad (1.23)$$

Đưa các trị số của X, Y, A và B vào biểu thức (1.20):

$$\frac{(\rho_0 + h)^2 \cos^2 Z}{(\rho_0 + 2a)^2} + \frac{(\rho_0 + h)^2 \sin^2 Z}{(\rho_0 - a)^2} = 1 \quad (1.24)$$

Thực hiện một số biến đổi và bỏ qua các số hạng có giá trị đo cấp hai của các tỷ số h/ρ_0 và a/ρ_0 ta có:

$$h = a(3\cos^2 Z - 1)$$

Đưa giá trị của a vào biểu thức này, cuối cùng ta nhận được:

$$h = \frac{3M\rho^4}{2Er^3} \left(\cos^2 Z - \frac{1}{3} \right) \quad (1.25)$$

Như vậy là, dưới tác động của lực tạo thủy triều bề mặt đại dương có dạng bề mặt của êlipsoïd, được hình thành bằng cách quay hình êlip quanh trục dài.

1.3.7. Thủy triều khi mặt trăng có độ xích vĩ bằng không

Trên hình 1.20 vẽ vị trí của êlipsoïd thủy triều khi mặt trăng có độ xích vĩ bằng "0". Êlipsoïd thủy triều có trục dài hướng về phía mặt trăng, như vậy thủy triều không những chỉ thấy bên nửa phía trái đất hướng về phía mặt trăng, mà cả ở bên phía kia của trái đất, bên phải đường tròn chiếu sáng. Để làm rõ cơ cấu biến động thủy triều cần lưu ý đến chuyển động quay của trái đất quanh trục (NS) trong một ngày đêm.

Tại một điểm A bất kỳ nào đó, mà tại đó ở thời điểm xem xét mặt trăng đứng ở vị trí trung thiên trên đường kinh tuyến đi qua A, đang quan sát thấy nước lớn (lần thứ nhất). Do chuyển động quay của trái đất trong một ngày đêm điểm A sẽ quay đến vị trí A₁ trên đường tròn chiếu sáng ab, khi đó tại điểm này sẽ là nước ròng (lần thứ nhất). Tiếp tục chuyển động theo vòng tròn AA₂, điểm A sẽ quay đến vị trí A₂, tương ứng với nước lớn lần thứ hai.

Sau đó thêm một phần tư vòng quay nữa tại điểm này sẽ là nước ròng lần thứ hai ... Từ hình 1.20 có thể dễ dàng nhận thấy rằng độ cao nước lớn lần thứ nhất cũng bằng độ cao nước lớn lần thứ hai, còn khoảng thời gian từ nước lớn đến nước ròng cũng bằng nhau. Trong quá trình chuyển động quanh vòng tròn bé, khi điểm A hoàn tất một vòng quay chung quanh trục trái đất, tưởng chừng như mặt trăng sẽ lại nằm trên đường kinh tuyến đi qua A sau 24 giờ. Thật ra thì không phải vậy. Trong khoảng thời gian đó mặt trăng cũng chuyển động trên quỹ đạo của mình, do đó cần thêm một khoảng thời gian 50 phút nữa để điểm A đến vị trí trung thiên trên đường kinh tuyến qua điểm A. Như vậy độ dài thời gian của một ngày đêm trăng không phải là 24 giờ mà là 24 giờ 50 phút. Do đó, khi mặt trăng ở vị trí trên đường xích đạo thì trong thời gian một ngày đêm trăng sẽ quan sát thấy hai lần nước lớn và hai lần nước ròng, khoảng thời gian từ lần nước lớn này đến lần nước lớn tiếp theo bằng 12 giờ 25 phút, còn từ thời điểm nước lớn đến thời điểm nước ròng là 6 giờ 12 phút. 30 giây. Thủy triều mang tính thuận nhất. Độ lớn thủy triều có giá trị lớn nhất trên đường xích đạo. Ở hai cực của trái đất mực nước không bị dao động, nhưng lúc nào cũng thấp hơn mực nước trung bình.

Trên hình 1.20 mực nước trung bình được thể hiện bằng đường tròn đứt nét.

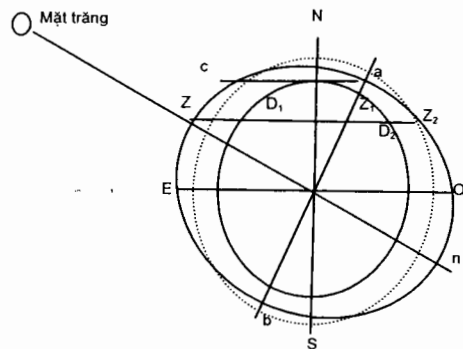
1.3.8. Bất thuận nhất trong hiện tượng thủy triều

• **Thủy triều khi độ xích vĩ của mặt trăng khác "0". Bất thuận nhất trong một ngày đêm ở hiện tượng thủy triều**

Như đã biết, trong quá trình chuyển động quay quanh trái đất, độ xích vĩ của mặt trăng thay đổi theo chu kỳ. Trên hình 1.24 vẽ mặt cắt trái đất qua một đường kinh tuyến cho trường hợp khi mặt trăng ở xích vĩ Bắc. Trục Zn của êlipsoid thủy triều hướng về phía tâm mặt trăng, còn đường tròn chiếu sáng ở vị trí ab. Hãy xem xét hiện tượng thủy triều đối với một điểm bất kỳ nằm trên mặt đại dương, ví dụ điểm Z.

Tại điểm Z đang có nước lớn (lần thứ nhất). Do chuyển động quay ngày đêm của trái đất, sau một khoảng thời gian nào đó điểm Z sẽ đến vị trí Z_1 , tại đó sẽ có nước ròng. Nước lớn lần thứ hai sẽ xuất hiện khi điểm Z quay đến vị trí Z_2 , nhưng độ lớn triều thấp hơn nhiều so với nước lớn lần thứ nhất. Điều đó có thể nhận thấy được, dù chỉ qua hình vẽ: đoạn thẳng $ZD_1 > ZD_2$.

Như vậy là khi độ xích vĩ của mặt trăng khác "0" sẽ xảy ra hiện tượng bất thuận nhất trong một ngày đêm về độ lớn của hai lần nước lớn kế tiếp nhau. Sự bất thuận nhất này được gọi là *bất thuận nhất trong một ngày đêm về độ lớn thủy triều*.



Hình 1.24: Êlipsoid thủy triều khi mặt trăng ở xích vĩ Bắc

Ngoài sự bất thuận nhất nói trên, khi mặt trăng có độ xích vĩ khác "0" còn xảy ra hiện tượng bất thuận nhất về thời gian. Trên hình 1.24 có thể thấy cung ZZ_1 lớn hơn cung Z_1Z_2 , mà trong quá trình quay mỗi điểm trên trái đất đều chuyển động với một vận tốc không đổi, do đó để vượt qua cung ZZ_1 phải mất nhiều thời gian hơn so với thời gian vượt qua cung Z_1Z_2 .

Do vậy, trong trường hợp này khoảng thời gian từ nước lớn lần thứ nhất đến nước ròng lần thứ nhất sẽ lớn hơn từ nước ròng lần thứ nhất đến nước lớn lần thứ hai. Đó chính là sự bất thuận nhất về thời gian trong một ngày đêm.

Ở các vĩ tuyến cao khi độ xích vĩ của mặt trăng khác "0", thủy triều mất đi tính chất bán nhật triều và trở thành nhật triều.

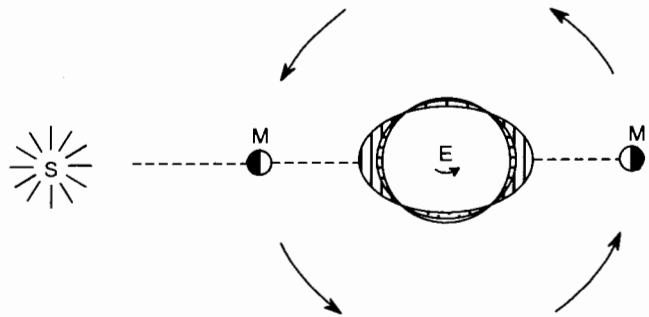
Theo hình 1.24 có thể thấy tại điểm c có nước lớn. Khi điểm này di chuyển đến vị trí a trên cung chiếu sáng thì tại đó sẽ có nước ròng; còn nước lớn lần thứ hai và nước ròng lần thứ hai sẽ không xảy ra. Chỉ có trên xích đạo thủy triều vẫn là bán nhật triều thuận nhất.

• **Bất thuận nhất theo chu kỳ nửa tháng của hiện tượng thủy triều**

Thủy triều trên các đại dương xảy ra không phải chỉ do mặt trăng, mà còn do mặt trời.

Thủy triều quan sát thấy trong tự nhiên là thủy triều tổng hợp dưới tác động của cả mặt trăng và mặt trời. Vị trí tương đối của mặt trăng và mặt trời trong không gian thay đổi theo chu kỳ, do đó độ lớn thủy triều cũng biến động theo chu kỳ.

Trên hình 1.25 thể hiện thủy triều ở thời điểm sóc vọng. Để dễ hiểu ta xem xét trường hợp cả mặt trăng và mặt trời đều có độ xích vĩ bằng "0" (tức cùng nằm trên mặt phẳng xích đạo). Êlipsoid thủy triều do mặt trời được vẽ trên hình với các đường kẻ ngang, còn êlipsoid thủy triều do mặt trăng - các đường kẻ dọc. Tại thời điểm



Hình 1.25: Thủy triều ở thời điểm sóc vọng

sóc vọng các trục của hai êlipsoid do mặt trăng và mặt trời có phương trùng nhau, do đó thủy triều có độ lớn cực đại khi mực nước dâng và rút.

Trên hình 1.26 thể hiện thủy triều ở thời điểm trực vọng khi các trục dài của hai êlipsoid thủy triều vuông góc với nhau, do đó độ lớn thủy triều nhỏ hơn nhiều so với thời điểm sóc vọng.

Sự biến đổi độ lớn thủy triều từ thời điểm sóc vọng sang thời điểm trực vọng và ngược lại được gọi là sự bất thuận nhất về độ lớn chu kỳ nửa tháng.

Mỗi ngày mặt trăng đi qua mặt phẳng xích đạo chậm hơn 50 phút so với mặt trời do đó đường biểu diễn mực nước triều của ngày hôm sau khác với ngày hôm trước, dẫn đến sự bất thuận nhất cả về thời gian theo chu kỳ nửa tháng.

Toàn bộ một chu kỳ biến đổi của hiện tượng thủy triều bao gồm một khoảng thời gian đủ để cho góc giữa các hướng của mặt trăng và mặt trời thay đổi trong vòng 180° , tức là bằng 14,5 ngày đêm.

• **Bất thuận nhất thị sai**

Mặt trăng quay chung quanh trái đất theo quỹ đạo hình êlip, với tâm là trái đất.

Khi mặt trăng ở điểm cận địa, tức là gần trái đất nhất (khoảng 57 lần bán kính trái đất), lực tạo thủy triều của nó lớn hơn 40% so với lúc ở điểm viễn địa, tức xa trái đất nhất (63,7 lần bán kính trái đất). Đó là nguyên nhân dẫn đến sự bất thuận nhất thị sai của thủy triều với chu kỳ $27\frac{1}{3}$ ngày đêm, thể hiện qua sự biến đổi độ cao thủy triều.

Bất thuận nhất thị sai cũng thể hiện trong thủy triều do mặt trời. Khi mặt trời ở gần trái đất nhất (cận địa), lực tạo thủy triều do mặt trời lớn hơn 10% so với thời điểm mặt trời ở xa trái đất nhất (viễn địa). Chu kỳ của hiện tượng bất thuận nhất này là 365,25 ngày.

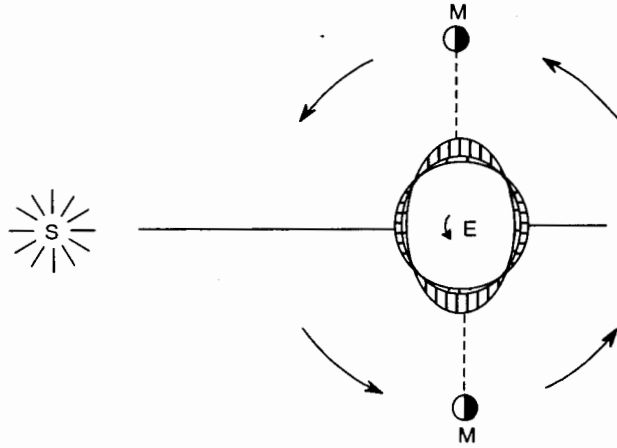
• **Nhược điểm của lý thuyết tĩnh về thủy triều**

Lý thuyết Niuton về thủy triều đã giải thích nguyên nhân xuất hiện thủy triều và sự bất thuận nhất của nó, nhưng không giải thích một cách thoả đáng một số yếu tố của thủy triều như sẽ trình bày dưới đây.

Những nhược điểm chủ yếu của lý thuyết tĩnh là:

1. Giả thiết đại dương phủ kín toàn bộ địa cầu, tức là bỏ qua ảnh hưởng của các lục địa đối với các yếu tố thủy triều.
2. Giả thiết tại mỗi thời điểm khối nước đại dương nằm ở trạng thái cân bằng.
3. Giả thiết rằng lực dính, lực quán tính và lực ma sát không có tác động lên khối nước.
4. Giả thiết địa hình đáy, sự thay đổi độ sâu và các yếu tố địa vật lý khác không ảnh hưởng đến trị số của các yếu tố thủy triều.

Trên thực tế biển thế giới bị các lục địa chia cắt thành nhiều đại dương. Sự tồn tại của các lục địa cản trở lớp vỏ nước trên trái đất di chuyển để có hình dạng êlipsoit thủy triều.



Hình 1.26: Thủy triều ở thời điểm trực vọng

Các phần tử nước chịu tác động của lực dính, lực ma sát và lực quán tính. Khi bị dịch chuyển khỏi trạng thái cân bằng khối nước có khuynh hướng quay trở lại trạng thái cân bằng, nhưng do ảnh hưởng của quán tính nó lại chuyển động vượt qua thế cân bằng và bắt đầu dao động. Sự chuyển động của các phần tử bị cản trở bởi tác động của lực ma sát trong, xuất hiện ngay trong chính khối nước, và lực ma sát của khối nước với đáy đại dương (lực ma sát ngoài). Lực ma sát làm cho dao động thủy triều chậm lại một vài giờ so với khoảng thời gian tính theo vị trí mặt trăng. Theo lý thuyết Niuton độ lớn thủy triều có giá trị cực đại sẽ xảy ra ở thời điểm sóc vọng thiên văn, nhưng trong thực tế thủy triều cực đại xuất hiện chậm hơn khoảng 2 - 3 ngày sau thời điểm sóc vọng, mà nguyên nhân cũng là do tác động của lực ma sát.

Hiện tượng thủy triều phức tạp hơn rất nhiều ở các vùng ven bờ do ảnh hưởng của các yếu tố như: sự thay đổi độ sâu, nước nông, sự chia cắt và hình dạng đường bờ, và đặc biệt là các eo biển hẹp. Ở cuối các vịnh hẹp độ lớn thủy triều có thể vượt quá 10 m; ví dụ như thủy triều ở vịnh Fandi trên bờ biển Bắc Mỹ, ở vịnh Penguin trên biển Okhot.

Các đặc điểm địa hình có thể làm thay đổi không những độ lớn thủy triều, mà còn thay đổi cả tính chất của thủy triều. Chẳng hạn, ở vịnh Mexico tại các vùng nằm cạnh nhau có thể quan sát thấy thủy triều có tính chất hoàn toàn khác nhau (nhật triều và triều hỗn hợp).

Ngoài ra, còn nhiều đặc điểm khác trong hiện tượng thủy triều không phù hợp với các kết luận của lý thuyết tĩnh. Chẳng hạn, theo lý thuyết tĩnh thì thủy triều lớn nhất khi độ xích vĩ của các hành tinh bằng "0" phải xảy ra trên đường xích đạo. Trong thực tế thủy triều lớn nhất quan sát được ở các vĩ tuyến cao hơn, không phải trên xích đạo.

Theo lý thuyết tĩnh thì hiện tượng bất thuận nhất trong một ngày đêm của thủy triều phải giống nhau đối với mọi điểm trên cùng một vĩ tuyến, còn trên đường xích đạo thì sẽ không có sự bất thuận nhất này. Còn trong thực tế, tại một số cảng ở Tây Âu sự bất thuận nhất hầu như không nhận ra, ngược lại một số cảng khác nằm trên cùng vĩ tuyến ở Thái Bình Dương sự bất thuận nhất đó rất lớn. Nhiều địa phương thuộc vùng xích đạo sự bất thuận nhất cũng có giá trị rất lớn.

1.3.9. Cơ sở của lý thuyết động học về thủy triều

Lý thuyết thủy triều do Niuton đề xuất nói chung đã giải thích đúng cơ cấu xuất hiện của thủy triều. Tuy nhiên, lý thuyết tĩnh không thể giải thích nguyên nhân xuất hiện thủy triều trong một ngày đêm, biên độ lớn của thủy triều, sự xuất hiện chậm của nước lớn so với thời điểm trung thiên của mặt trăng và hàng loạt các hiện tượng khác. Bởi vậy vào năm 1775, Laplas đã đề xuất một lý thuyết khác, gọi là *lý thuyết động* về thủy triều.

Theo lý thuyết này, mặt trăng và mặt trời tác động lên lớp vỏ nước bao quanh trái đất, với giả thiết rằng nước bao bọc toàn bộ bề mặt trái đất, sẽ liên tục tạo ra dao động sóng trong đại dương. Chu kỳ của các dao động này bằng chu kỳ của các lực gây ra dao động.

Sóng thủy triều do các lực tạo thủy triều gây ra có các đường đỉnh chạy dài theo đường vĩ tuyến mà ở đó, vào thời điểm quan sát, hành tinh ở vị trí trung thiên, và hai đường đỉnh sóng cách nhau 180° .

Theo lý thuyết Laplas, các sóng cường bức này di chuyển trên bề mặt trái đất với cùng vận tốc mà mặt trăng di chuyển trên bầu trời.

Vận tốc di chuyển của sóng cường bức có thể biểu thị bằng biểu thức:

$$C' = \frac{2\pi r \cdot \cos \varphi}{T} \quad (1.26)$$

Trong đó:

r - bán kính trái đất;

$2\pi r \cos \varphi$ - chiều dài đường vĩ tuyến xem xét;

T - khoảng thời gian trong ngày, tính bằng giây.

Sau đó Laplas giả thiết rằng nếu tác động tạo thủy triều của mặt trăng bỗng nhiên bị gián đoạn vì một nguyên nhân nào đó, thì sự lan truyền của sóng thủy triều không dừng lại ngay.

Laplas chỉ ra rằng, khối nước bị mất cân bằng sẽ tiếp tục dao động theo quán tính và sóng triều sẽ tiếp tục di chuyển trên địa cầu cho đến khi toàn bộ năng lượng sóng bị hấp thụ hết do ma sát.

Tốc độ truyền của sóng được gọi là sóng tự do này (để phân biệt với sóng cường bức) phụ thuộc vào độ sâu tại chỗ quan sát và tính theo công thức:

$$C = \sqrt{gH} \quad (1.27)$$

Trong đó:

H - độ sâu biển;

g - gia tốc trọng trường.

Từ biểu thức trên có thể thấy tốc độ lan truyền của sóng triều tự do sẽ tăng khi tăng độ sâu biển.

Như vậy theo lý thuyết Laplas, muốn cho sóng tự do không chậm hơn sóng cường bức do chuyển động của mặt trăng gây ra thì độ sâu đại dương trên đường xích đạo phải bằng khoảng 21.000 m, còn trên vĩ tuyến 60° - gần 5.000 m. Thế nhưng độ sâu lớn nhất của đại dương chỉ bằng 10.789 m, còn độ sâu trung bình là 3.700 m, do đó sóng tự do lan truyền trên đại dương với vận tốc nhỏ hơn sóng cường bức.

Chỉ có từ vĩ tuyến 70° trở lên mới hội đủ điều kiện để sóng tự do lan truyền với vận tốc nhanh hơn sóng cường bức, nhưng tại các vĩ tuyến cao đại bộ phận năng lượng của sóng triều bị tiêu hao bởi lớp nước đóng băng trên mặt biển.

Tuy nhiên, lý thuyết Laplas cũng không thể giải thích hết những phức tạp của dao động thủy triều trên đại dương. Điều đó cũng dễ hiểu, bởi lẽ đại dương không phủ kín toàn bộ bề mặt địa cầu, mà bị các lục địa chia ra làm nhiều đại dương riêng biệt.

Trong mỗi đại dương riêng biệt đó sẽ hình thành các sóng triều cường bức riêng. Chỉ có hai vùng trên đại dương nước biển có được một vòng tròn khép kín quanh địa cầu, đó là ở Bắc Băng Dương và ở Nam bán cầu khoảng từ vĩ tuyến 60° nam.

Bắc Băng Dương có kích thước không lớn lắm, ngoài ra sóng triều xuất hiện ở đây bị tiêu hao năng lượng bởi lớp nước đóng băng trên mặt biển.

Sóng triều cưỡng bức lớn nhất hình thành trên các vùng biển bao la phía nam của Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương. Sau khi đi qua gần các mũi đất phía Nam của châu Phi, châu Mỹ và châu Úc và bị giảm bớt vận tốc, các sóng này sẽ lan truyền tương ứng vào Đại Tây Dương, Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương, để rồi sau đó lan truyền từ phía nam lên phía bắc dưới dạng sóng triều tự do.

Với lập luận như trên có thể nói rằng dao động mực nước thủy triều của biển mà ta quan sát thấy trên từng vùng riêng biệt của đại dương phải được xem xét như là tổ hợp toàn bộ những tác động của sóng triều tự do đến từ các vùng biển phía nam, sóng triều cưỡng bức hình thành ngay tại khu vực, và hàng loạt các sóng triều tự do khác truyền đến từ các khu vực biển lân cận.

Như vậy, đặc điểm chủ yếu của sóng triều là sóng được hình thành và lan truyền dưới tác động của một lực tác động liên tục lên phần tử nước. Tốc độ lan truyền sóng phụ thuộc vào tốc độ mà điểm đặt của lực tạo ra thủy triều di chuyển quanh trái đất.

Quá trình lan truyền của sóng gắn liền với chuyển động của hành tinh, vì vậy sóng này được gọi là sóng cưỡng bức.

Tại mỗi thời điểm xem xét lực tạo thủy triều của mặt trời luôn luôn tạo ra những sóng mới với đỉnh nằm trên đường kinh tuyến mà mặt trời đi qua.

Sau đó, sóng được tạo ra như vậy sẽ lan truyền như sóng tự do với vận tốc truyền phụ thuộc vào chiều sâu của từng địa điểm.

Theo lý thuyết sóng cưỡng bức, nếu chu kỳ của lực gây ra dao động nhỏ hơn chu kỳ dao động tự do của hệ thì dao động của hệ đối nghịch với tác động của lực.

Ngược lại, nếu chu kỳ của lực lớn hơn thì dao động của hệ trùng với tác động lực.

Áp dụng nguyên tắc này vào trường hợp nghiên cứu sẽ nhận được các hệ quả sau: trên đường xích đạo chu kỳ của lực (chu kỳ của sóng cưỡng bức bằng 12 giờ) nhỏ hơn chu kỳ dao động tự do (tính với độ sâu trung bình của đại dương thì thời gian để sóng tự do đi hết nửa vòng xích đạo bằng 29 giờ).

Như vậy, ngược lại với các kết luận của lý thuyết tĩnh, theo lý thuyết Laplas thì trên xích đạo sẽ hình thành thủy triều "nghịch", nghĩa là tại thời điểm mà lẽ ra sẽ có nước ròng lại xảy ra nước lớn, và ngược lại.

Ở hai cực của trái đất chu kỳ sóng tự do nhỏ hơn chu kỳ của lực tạo triều, do đó sẽ có thủy triều thuận (tại vĩ tuyến 80° với cùng độ sâu trung bình của đại dương như trên tính được chu kỳ sóng tự do bằng 5 giờ, trong khi chu kỳ của sóng cưỡng bức cũng vẫn là 12 giờ).

Từ những dẫn giải trên có thể suy ra rằng, tại thời điểm một hành tinh đi qua đường kinh tuyến nào đó nếu ở xích đạo có nước ròng và ở cực trái đất có nước lớn (khi có cùng một độ sâu đại dương), thì trên đường kinh tuyến này phải tồn tại một điểm nào đó có mực nước biển không thay đổi.

Như vậy, theo lý thuyết động thì giữa xích đạo và cực trái đất phải có một vùng bao quanh trái đất mà tại đó không có hiện tượng thủy triều.

Laplace đã thiết lập mối quan hệ giữa lực tạo thủy triều của mặt trăng và mặt trời với sự dao động của mực nước biển dựa trên cơ sở hai nguyên tắc sau:

1. Nguyên tắc dao động cưỡng bức. Dao động của một hệ bất kỳ gây ra bởi một lực biến đổi theo chu kỳ cũng sẽ là dao động có chu kỳ, và chu kỳ dao động cũng bằng chu kỳ của lực gây dao động.

2. Nguyên tắc cộng dao động. Dao động do mỗi lực gây ra có thể tính toán riêng rẽ, kết quả tác động tổng hợp sẽ nhận được bằng cách cộng các dao động thành phần.

Như đã biết, thế năng của lực tạo thủy triều của mặt trăng được xác định bằng biểu thức (1.5):

$$V = \frac{3}{2} K \frac{M p^2}{r^3} \left(\cos^2 Z - \frac{1}{3} \right)$$

Biểu thị đại lượng $\cos Z$ theo các tham số khác của tam giác thị sai:

$$\cos Z = \cos \theta \cdot \cos d + \sin \theta \cdot \sin d \cdot \cos A,$$

Trong đó:

θ - góc phụ đến 90° của trị số vĩ tuyến tại địa phương;

d - góc phụ giá trị xích vĩ của hành tinh (khoảng cách cực của hành tinh);

A - góc múi giờ của hành tinh.

ta sẽ nhận được:

$$V = \frac{3}{2} K \frac{M p^2}{r^3} \left[\frac{(1 - 3 \cos^2 \theta)(1 - 3 \cos^2 d)}{6} + \frac{1}{2} \sin 2\theta \cdot \sin 2d \cdot \cos A + \frac{1}{2} \sin^2 \theta \cdot \sin^2 d \cdot \cos 2A \right] \quad (1.28)$$

Biểu thức thế năng của lực tạo triều trên đây có các số hạng thuộc ba loại:

- Số hạng đầu tiên biến đổi rất chậm theo sự biến thiên của khoảng cách cực d của hành tinh, do đó các lực tương ứng với số hạng này là các lực chuyển tiếp lâu dài. Như vậy có thể cho rằng dưới ảnh hưởng của các lực này bề mặt đại dương kịp quay về trạng thái cân bằng.

- Số hạng thứ hai biến thiên chủ yếu theo sự biến thiên của góc múi giờ A của hành tinh, do đó chu kỳ của các lực tương ứng với số hạng này gần bằng một ngày đêm.

- Số hạng thứ 3 có chứa đại lượng $2A$ tất nhiên sẽ tương ứng với lực có chu kỳ nửa ngày.

Sử dụng biểu thức thế năng có thể xác định chiều cao h của mực nước trên bề mặt cân bằng tại một thời điểm t bất kỳ.

Công, biểu thị bằng thế năng của lực tạo thủy triều, bằng công của lực trọng trường g khi dâng mực nước lên chiều cao triều h , tức $V = gh$.

Từ đó rút ra được biểu thức xác định chiều cao h của mực nước thủy triều do mặt trăng (tại một thời điểm t nào đó):

$$h = \frac{3}{2} K \frac{M\rho^2}{gr^3} \left[\frac{(1 - 3\cos^2 \theta)(1 - 3\cos^2 d)}{6} + P_1 \cdot \sin 2\theta \cdot \sin 2d \cdot \cos(A - B_1) + P_2 \cdot \sin^2 \theta \cdot \sin^2 d \cdot \cos 2(A - B_2) \right] \quad (1.29)$$

Trong công thức trên các thừa số P_1 và P_2 để chỉ ra rằng biên độ dao động mực nước tỷ lệ với biên độ của các lực tương ứng. Do tính chất quán tính của khối nước và các nguyên nhân khác liên quan đến điều kiện tại chỗ nên pha dao động mực nước không trùng với pha dao động của các lực. Các đại lượng $(A - B_1)$ và $(A - B_2)$ là hiệu số các pha lực và pha dao động. Để xác định các giá trị P_1 , P_2 , B_1 và B_2 Laplas đã sử dụng các số liệu quan trắc mực nước biển ở Brest. Mỗi cảng có các giá trị khác nhau của những trị số này, nhưng với một địa điểm nhất định thì các trị số đó không đổi.

Chiều cao thủy triều hình thành do tác động của mặt trời cũng được biểu thị bằng công thức tương tự như công thức (1.29). Đối với thủy triều hình thành dưới tác động tổng hợp của mặt trăng - mặt trời thì chiều cao thủy triều xác định theo biểu thức sau:

$$\begin{aligned} h = & \left. \begin{aligned} & \frac{3}{2g} K\rho^2 (1 - 3\cos^2 \theta) \left[\frac{M}{6r^3} (1 - 3\cos^2 d) + \right. \\ & \left. + \frac{S}{6R^3} (1 - 3\cos^2 d') \right] + \end{aligned} \right\} \text{sóng chu kỳ dài} \\ & \left. \begin{aligned} & + \frac{3}{2g} K\rho^2 \frac{M}{r^3} P_1 \sin 2\theta \cdot \sin 2d \cdot \cos(A + B_1) + \\ & + \frac{3}{2g} K\rho^2 \frac{M}{R^3} P_1 \sin 2\theta \cdot \sin 2d' \cdot \cos(A' + B_1) + \end{aligned} \right\} \text{sóng chu kỳ} \\ & \left. \begin{aligned} & + \frac{3}{2g} K\rho^2 \frac{M}{r^3} P_2 \sin^2 \theta \cdot \sin^2 2d \cdot \cos 2(A + B_2) + \\ & + \frac{3}{2g} K\rho^2 \frac{M}{R^3} P_2 \sin^2 \theta \cdot \sin^2 d' \cdot \cos 2(A' + B_2), \end{aligned} \right\} \text{sóng chu kỳ} \end{aligned} \quad (1.30)$$

Trong đó:

S - khối lượng mặt trời;

M - khối lượng mặt trăng;

R - khoảng cách giữa hai trọng tâm trái đất và mặt trời;

r - khoảng cách giữa hai trọng tâm trái đất và mặt trăng;

ρ - bán kính trái đất;

K - hệ số lực hút;

θ - góc phụ vĩ tuyến;

d và d' - khoảng cách cực đối với mặt trăng và mặt trời;

A và A' - góc múi giờ của mặt trăng và mặt trời.

1.3.10. Thủy triều quan trắc được ở các đại dương và biển

Các số liệu về thủy triều có một ý nghĩa thực tiễn to lớn đối với vận tải đường biển, do đó tại nhiều cảng biển trên thế giới người ta tiến hành thường xuyên việc quan trắc thủy triều.

Đại Tây Dương. Nơi thủy triều có độ lớn cao nhất không những chỉ đối với Đại Tây Dương, mà còn đối với tất cả đại dương thế giới, là vịnh Fandi, nằm giữa lục địa Bắc Mỹ và bán đảo Tân Xcôtlen.

Tại khu vực cuối của vùng vịnh hẹp này độ lớn thủy triều ở thời điểm sóc vọng có thể lên đến 18 m. Thủy triều có độ lớn cao đến như vậy là do hình thể của vịnh, sự co hẹp của vịnh ở khu vực cuối vịnh và sự phân bố độ sâu trong vịnh.

Như đã biết, độ lớn thủy triều tỷ lệ nghịch với căn bậc hai của bề rộng kênh và tỷ lệ nghịch với căn bậc bốn của độ sâu:

$$H = H_0 \left(\frac{b_0}{b} \right)^2 \left(\frac{Z_0}{Z} \right)^4 \quad (1.31)$$

Trong đó:

H và H_0 - độ lớn thủy triều;

b và b_0 - bề rộng kênh;

Z và Z_0 - độ sâu.

V.V. Suleikin đã tính toán độ lớn thủy triều ở vịnh Phandi. Trong tính toán đã đưa vào các số liệu sau: bề rộng vịnh ở cửa ra đại dương $b_0 = 80$ km; bề rộng ở eo Noel $b = 7$ km; độ sâu trung bình ở cửa ra đại dương $Z_0 = 100$ m; độ sâu gần eo Noel $Z = 15$ m.

Tại mũi Sable, gần cửa ra đại dương trong vịnh Fandi, độ lớn thủy triều bằng $H_0 = 3,4$ m.

Tính toán theo biểu thức (1.31) cho kết quả:

$$H = 3,4 \left(\frac{80}{7} \right)^2 \left(\frac{100}{15} \right)^4 = 18,8 \text{ m}$$

Số liệu quan trắc cho thấy tại eo Noel độ lớn thủy triều đạt đến 18 m. Hiển nhiên là độ lớn thủy triều theo số liệu quan trắc sẽ nhỏ hơn một ít so với tính toán theo lý thuyết, bởi lẽ ở một chừng mực nào đó các lực ma sát sẽ hấp thụ năng lượng sóng triều.

Độ lớn thủy triều cũng đạt giá trị lớn ven bờ Patagoni. Tại cửa sông Galegos (phía bắc vịnh Magelanov) xấp xỉ bằng 13 m.

Trên đoạn bờ phía đông lục địa châu Mỹ từ 40° vĩ bắc đến 40° vĩ nam thủy triều không lớn lắm; ngoại trừ một số vùng như bờ biển Nam Mỹ trong vùng dải xích đạo có độ lớn thủy triều 3,5 - 4,5 m. Thủy triều lớn (đến 5 m) quan sát được ở bờ biển tây nam Greenland. Trên bờ biển phía tây Đại Tây Dương, từ mũi Hảo Vọng cho đến tận vùng xích đạo, độ lớn thủy triều không có mấy nơi vượt quá 2 m. Tại bờ biển Phi Châu dao động thủy triều đạt 3 - 4m, trên bờ biển Hà Lan thủy triều có độ lớn đến 14 - 15 m.

Thủy triều có biên độ lớn tại vùng bờ biển tây-nam nước Anh (đến 11,5m tại vịnh Bristol, đến 8 m tại Liverpool), và một số nơi khác thuộc quần đảo nước này (đến 6,3 m tại cửa sông Temza). Tại một số đảo ngoài vùng biển trống độ lớn thủy triều chỉ vào khoảng 1 - 2 m. Chỉ có Hà Lan là một ngoại lệ, độ lớn thủy triều ven bờ biển nước này đạt đến 4 m.

Tại biển Bắc, trên vùng bờ biển nước Bỉ độ lớn thủy triều bằng 4 - 5 m.

Trên biển Bantich thủy triều có biên độ rất bé: 2 cm tại Svinemoond, 7cm tại Kile.

Vịnh Phần Lan hầu như không nhận thấy dấu hiệu của thủy triều, chẳng hạn ở Peterbua biên độ thủy triều lớn nhất tại thời điểm sóc vọng cũng chỉ bằng 4,8 cm.

Hai bên bờ vịnh Phần Lan (phía bắc và phía nam) độ lớn thủy triều không vượt quá 3-4 cm.

Thủy triều ở Đại Tây Dương và các vùng biển thuộc đại dương này chủ yếu là bán nhật triều. Tính chất bán nhật triều thể hiện rõ ràng nhất trên bờ biển Tây Âu. Địa Trung Hải của châu Mỹ có bức tranh đa dạng về mặt thủy triều, tại đây có tất cả các dạng thủy triều: bán nhật triều, nhật triều và triều hỗn hợp.

Thái Bình Dương. Thái Bình Dương không có thủy triều lớn như ở Đại Tây Dương, tuy nhiên trên một số vùng biên độ thủy triều cũng lên đến 7 - 9m. Bờ phía tây Thái Bình Dương thủy triều có biên độ lớn: đến 8,7 m ở vịnh Kuk thuộc Alaska, trên 9 m tại vịnh Panama và vịnh Caliphocnia, 8 m ở vùng quần đảo Chilê.

Tại vùng bờ phía đông Thái Bình Dương thủy triều lớn nhất (đến 11 m) xảy ra ở cuối vịnh Penguin (biển Okhốt).

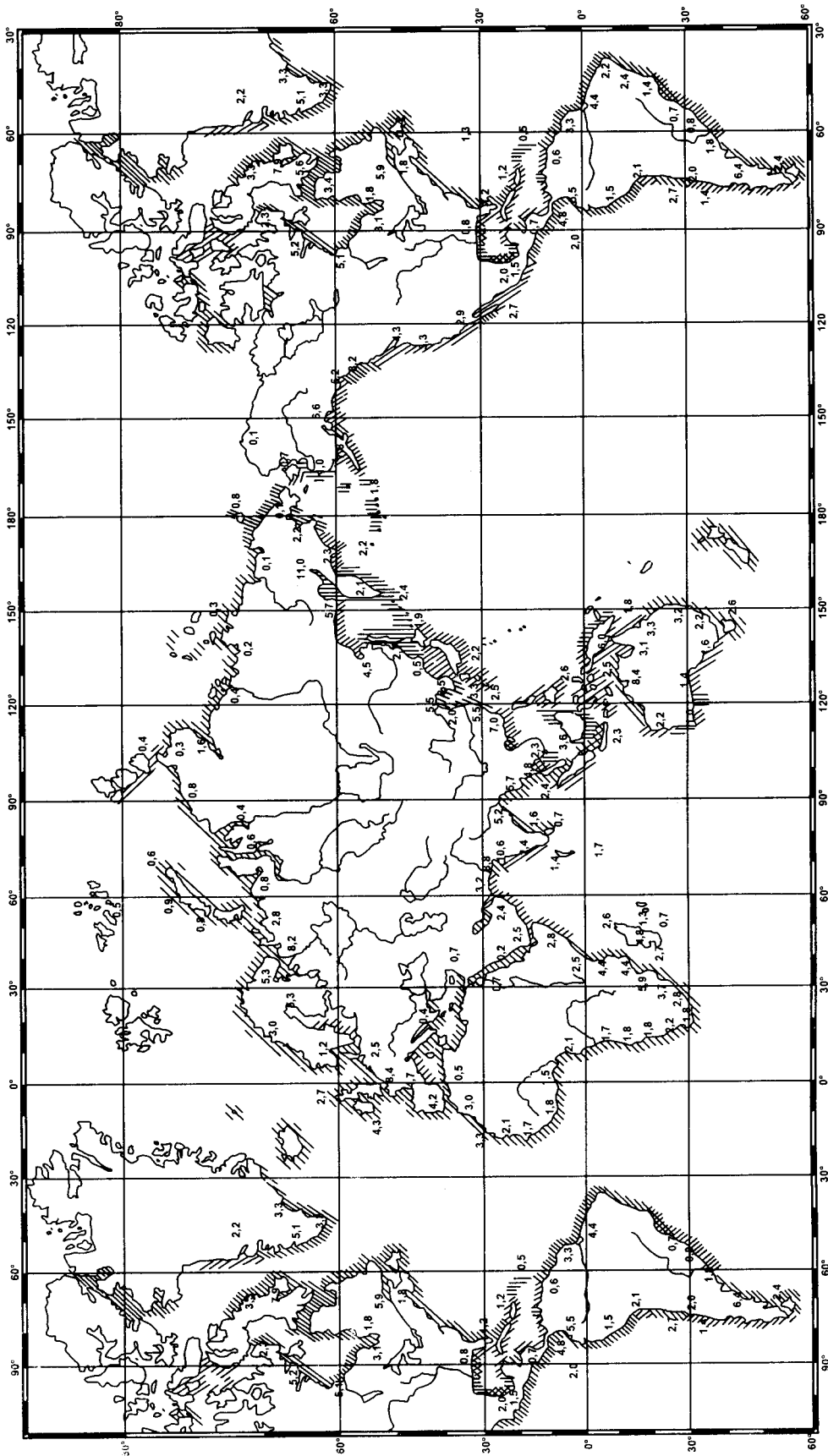
Độ lớn thủy triều bằng 2,5 m ở vùng ven bờ nước Nga, 8,8 m - ven bờ biển Hàn Quốc, 7m - ven bờ biển Trung Quốc, 2 - 4m - ở vùng bờ phía đông nước Úc.

Các đảo trên Thái Bình Dương có biên độ thủy triều không lớn lắm: 0,3 - 1 m.

Khác với Đại Tây Dương, ở Thái Bình Dương bán nhật triều thuần nhất ít thấy hơn so với nhật triều và triều hỗn hợp. Ven bờ biển Á - Úc thủy triều chủ yếu là triều hỗn hợp.

Ấn Độ Dương. Thủy triều có biên độ lớn nhất ở bờ biển bắc nước Úc (10,4 m ở vịnh Koliar) và ở các vịnh Bengal và Aravi. Tại vịnh Môđambich độ lớn thủy triều có thể lên đến 4 - 6 m. Thủy triều biên độ bé quan sát thấy ở vùng bờ phía nam Phi Châu và Úc Châu (1 - 2 m).

Hình 1.27 là bản đồ độ lớn và tính chất triều trên các vùng bờ biển thế giới.



KÝ HIỆU

- 1,2 Con số chỉ biên độ thủy triều lớn nhất
- /////// Bán nhật triều
- ||||| Bán nhật triều không thuận nhất
- ||||| Nhật triều không thuận nhất
- XXXX Nhật triều

Hình 1.27: Độ lớn và tính chất triều trên các vùng bờ biển thế giới

1.4. NHIỆT ĐỘ, THÀNH PHẦN VÀ ĐỘ MUỐI CỦA NƯỚC BIỂN

1.4.1. Hiện tượng tăng và giảm nhiệt độ nước biển trên các đại dương

Nguồn cung cấp nhiệt chủ yếu cho nước biển ở các đại dương là bức xạ của mặt trời. Nhưng chế độ nhiệt của nước biển cũng còn bị ảnh hưởng bởi các quá trình xảy ra trong khí quyển. Dưới các tác động trên nhiệt độ của các lớp nước trên mặt bị thay đổi. Sự thay đổi này có khi lên đến hàng chục độ tại một số vùng biển trên địa cầu.

Nhiệt độ của lớp nước mặt tăng lên do một số nguyên nhân sau:

1. Các lớp nước trên mặt biển hấp thụ bức xạ trực tiếp và bức xạ khuếch tán của mặt trời.
2. Sự hấp thụ bức xạ sóng dài từ tầng khí quyển nóng hơn truyền đến các vùng tương đối lạnh của các đại dương và biển.
3. Sự ngưng tụ ẩm từ lớp khí quyển ẩm và ẩm ướt trên các khu vực lạnh hơn của biển.
4. Nước mưa có nhiệt độ cao hơn so với nhiệt độ của lớp nước trên mặt biển;
5. Sự truyền nhiệt từ không khí ẩm xuống lớp nước mặt lạnh hơn và một số quá trình khác có tác động không nhiều lắm.

Nhiệt độ của các lớp nước mặt cũng có thể tăng do dòng chảy làm di chuyển và khuấy trộn nước ấm.

Vai trò chủ yếu làm tăng nhiệt độ lớp nước trên mặt các đại dương và biển là bức xạ mặt trời, gồm bức xạ trực tiếp và khuếch tán. Nơi nào chịu tác động của tia nắng thẳng đứng, nơi đó hiệu ứng nhiệt sẽ mạnh nhất.

Tác động nhiệt của bức xạ khuếch tán cũng chiếm phần quan trọng trong tổng tác động nhiệt của mặt trời: khi mặt biển lặng sóng và bầu trời sáng đều thì trên 90% bức xạ khuếch tán sẽ được hấp thụ vào trong nước.

Ngoài hiện tượng lớp nước biển trên bề mặt nóng lên thì ở những nơi khác hoặc thời điểm khác lớp nước mặt lại lạnh đi do các nguyên nhân:

1. Phát xạ nhiệt từ mặt biển vào không khí.
2. Bốc hơi.
3. Các dòng đối lưu trong khí quyển và trong nước.
4. Tác động của các dòng chảy lạnh, sự khuấy động khối nước và một số nguyên nhân khác.

1.4.2. Các tính chất về nhiệt của nước biển

Tỷ nhiệt (nhiệt dung riêng) của nước biển là lượng nhiệt cần thiết phải tiêu hao để làm cho 1 gam nước biển nóng thêm lên 1°C.

Nước biển có nhiệt dung nhỏ hơn một ít so với nhiệt dung của nước ngọt, nhưng lớn hơn nhiều so với nhiệt dung của nhiều chất khác.

Bảng 1.3: Nhiệt dung của một số chất

Tên	Tỷ nhiệt
Nước ngọt (S = 0‰)	1,000
Nước biển (S = 35‰)	0,932
Không khí	0,237
Granit	0,200
Chì	0,032

Nhiệt dung của nước biển sẽ giảm khi tăng nhiệt độ và độ muối (bảng 1.4)

Bảng 1.4: Trị số nhiệt dung của nước biển tương ứng với các giá trị khác nhau của nhiệt độ và độ muối

Nhiệt độ, t°C	Độ muối, S (‰)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0	1,009	0,991	0,977	0,966	0,959	0,953	0,947	0,941	0,935
5	1,005	0,987	0,973	0,963	0,956	0,950	0,944	0,938	0,932
10	1,002	0,984	0,970	0,960	0,953	0,947	0,941	0,935	0,929
15	1,000	0,982	0,968	0,958	0,951	0,945	0,939	0,933	0,926
20	0,999	0,981	0,967	0,957	0,950	0,944	0,938	0,932	0,926
25	0,998	0,980	0,966	0,956	0,949	0,943	0,937	0,931	0,925
30	0,998	0,980	0,966	0,956	0,949	0,943	0,937	0,931	0,925

Khi làm cho 1 cm³ nước biển (S=35‰, t=20°C và tỷ trọng bằng 1,02813) lạnh đi 1 độ thì lượng nhiệt được giải thoát ra bằng:

$$Q_1 = 0,932 \cdot 1,02813 \text{ g.calo}$$

Tỷ trọng của không khí khi nhiệt độ bằng 0°C và áp suất bằng 760 mm bằng 0,00129 so với nước; do đó để làm cho nhiệt độ của 1 cm³ không khí tăng thêm 1 độ phải cần đến một lượng nhiệt bằng:

$$Q_2 = 0,237 \cdot 0,00129 \text{ g.calo}$$

Như vậy, khi giảm nhiệt độ của 1cm³ nước biển xuống 1 độ thì lượng nhiệt toả ra đủ để tăng nhiệt độ lên 1 độ cho một khối không khí có dung tích bằng:

$$\frac{0,932 \cdot 1,02813}{0,237 \cdot 0,00129} \approx 3100 \text{ cm}^3$$

Tính toán cho thấy khi nhiệt độ của một lớp nước dày 200 m ở biển Barensov giảm đi 0,5 độ thì nhiệt lượng thoát ra đủ để làm cho tầng không khí cao 4 km trên lục địa Âu Châu ấm lên 10°C.

Nhờ có nước biển có nhiệt dung lớn nên các đại dương ấm lên từ từ và cũng toả nhiệt từ từ. Nếu không có các đại dương và biển thì khí hậu trên địa cầu sẽ mang tính lục địa khác nghiệt hơn nhiều.

Diện tích các đại dương chiếm 71% bề mặt địa cầu, do đó trị số nhiệt dung lớn của nước biển có một vai trò vô cùng quan trọng trong chế độ nhiệt của bầu khí quyển.

Độ dẫn nhiệt của nước biển là lượng nhiệt chuyển dịch trong một đơn vị thời gian, ở trạng thái nhiệt ổn định, qua một lớp nước biển có chiều dày bằng một đơn vị chiều dài với mặt đáy có diện tích bằng một đơn vị diện tích, khi nhiệt độ chênh lệch 1 độ và với điều kiện là luồng nhiệt chuyển động theo hướng vuông góc với mặt đáy.

Bảng 1.5: Hệ số dẫn nhiệt của nước biển ($k \cdot 10^6$) $\text{calo} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{độ}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

Độ muối S(‰)	Nhiệt độ, t°C								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0	1358	1372	1385	1399	1412	1426	1439	1453	1467
32,7	1318	1333	1348	1362	1377	1392	1407	1421	1436

Bảng trên cho thấy, độ dẫn nhiệt của nước biển tăng khi nhiệt độ tăng. Khi tăng độ muối thì độ dẫn nhiệt của nước biển giảm đi một ít.

Nếu lấy độ dẫn nhiệt của bạc làm 1 đơn vị thì độ dẫn nhiệt của một số chất được đặc trưng bằng các con số sau đây:

Bạc	1
Sắt	0,12
Thuỷ ngân	0,02
Băng từ nước biển	0,0028
Nước biển ở 18°C	0,00134
Không khí ở 18°C	0,0000558

Các số liệu trên cho thấy băng, nước và không khí là những chất dẫn nhiệt kém. Trong thực tế sự truyền dẫn nhiệt phân tử trong nước không cần xét đến vì giá trị của nó rất bé so với sự truyền dẫn nhiệt do đối lưu và dòng rối.

Nhiệt bốc hơi của nước biển là lượng nhiệt tiêu thụ để làm bốc hơi một gam nước biển khi nhiệt độ không thay đổi trong quá trình bốc hơi.

Bảng 1.6: Nhiệt bốc hơi của nước biển (L) ở các nhiệt độ khác nhau

t°C	L	t°C	L	t°C	L
0	596,1	40	574,8	80	551,8
10	590,9	50	569,2	90	545,7
20	585,6	60	563,5	100	539,5
30	580,2	70	557,7	-	-

So với tất cả các chất khác thì nước có trị số nhiệt bốc hơi lớn nhất. Nếu như nhiệt bốc hơi của nước nhỏ hơn thì lượng hơi nước trong không khí sẽ tăng lên rất nhiều, và điều đó sẽ tạo ra những đặc điểm khí hậu hoàn toàn khác trên trái đất, và chế độ nhiệt của các đại dương cũng hoàn toàn khác.

Dao động ngày đêm của nhiệt độ nước biển là hậu quả của dao động ngày đêm của cường độ bức xạ mặt trời. Dao động ngày đêm của nhiệt độ nước, cũng như các quá trình bức xạ và bốc hơi, chịu ảnh hưởng của các điều kiện thời tiết. Trên bề mặt nước ngoài khơi nhiệt độ thấp nhất vào thời gian từ 4 đến 8 giờ, còn nhiệt độ cao nhất quan sát được vào lúc 14 giờ; riêng vùng gần xích đạo - vào lúc 13 giờ. Thời điểm này là thời điểm cân bằng giữa nhiệt truyền đến và nhiệt giải thoát ra. Hiệu số giữa hai giá trị cao nhất và thấp nhất của nhiệt độ nước biển trong thời gian một ngày đêm gọi là *biên độ ngày đêm của nhiệt độ*. Ngoài biển khơi trị số biên độ này trên lớp mặt không lớn lắm, thường chỉ bằng vài phần mười độ. Dao động nhiệt độ nước biển lớn nhất quan sát thấy ở vùng nhiệt đới, nhưng trung bình cũng không vượt quá 0,5 độ. Khi thời tiết lặng gió và mặt biển yên tĩnh thì đôi khi biên độ dao động ngày đêm của nhiệt độ nước biển có thể lớn hơn 1°C. Ở các vùng có vĩ tuyến càng cao thì dao động ngày đêm của nhiệt độ nước biển càng giảm.

Ở vùng ven bờ dao động ngày đêm của nhiệt độ lớp mặt càng lớn và phụ thuộc nhiều hơn vào các điều kiện thời tiết. Gió có thể ảnh hưởng đáng kể đến biên độ ngày đêm của nhiệt độ nước biển ven bờ. Gió từ phía bờ đẩy các lớp nước ấm trên mặt ra xa bờ và làm cho các lớp nước mát hơn trôi lên trên mặt. Do đó biên độ ngày đêm của nhiệt độ nước vùng ven bờ có thể lên đến vài độ. Càng ở dưới sâu thì biên độ ngày đêm của nhiệt độ càng giảm. Theo một số số liệu đo đạc sự dao động này không còn thấy ở độ sâu 30 m.

Dao động hàng năm của nhiệt độ nước biển là hậu quả của dao động hàng năm của cường độ bức xạ mặt trời. Dao động hàng năm của nhiệt độ nước biển chịu ảnh hưởng của nhiều quá trình, trong đó chủ yếu là bức xạ nhiệt của mặt biển và quá trình bốc hơi, dẫn đến kết quả là làm giảm nhiệt độ lớp nước trên mặt. Các lớp không khí bên dưới tiếp xúc với mặt biển càng khô và tốc độ gió trong các lớp này càng lớn thì sự bốc hơi càng mạnh. Chuyển động rối với cường độ mạnh của không khí sẽ làm tăng lượng hơi nước thoát vào khí quyển.

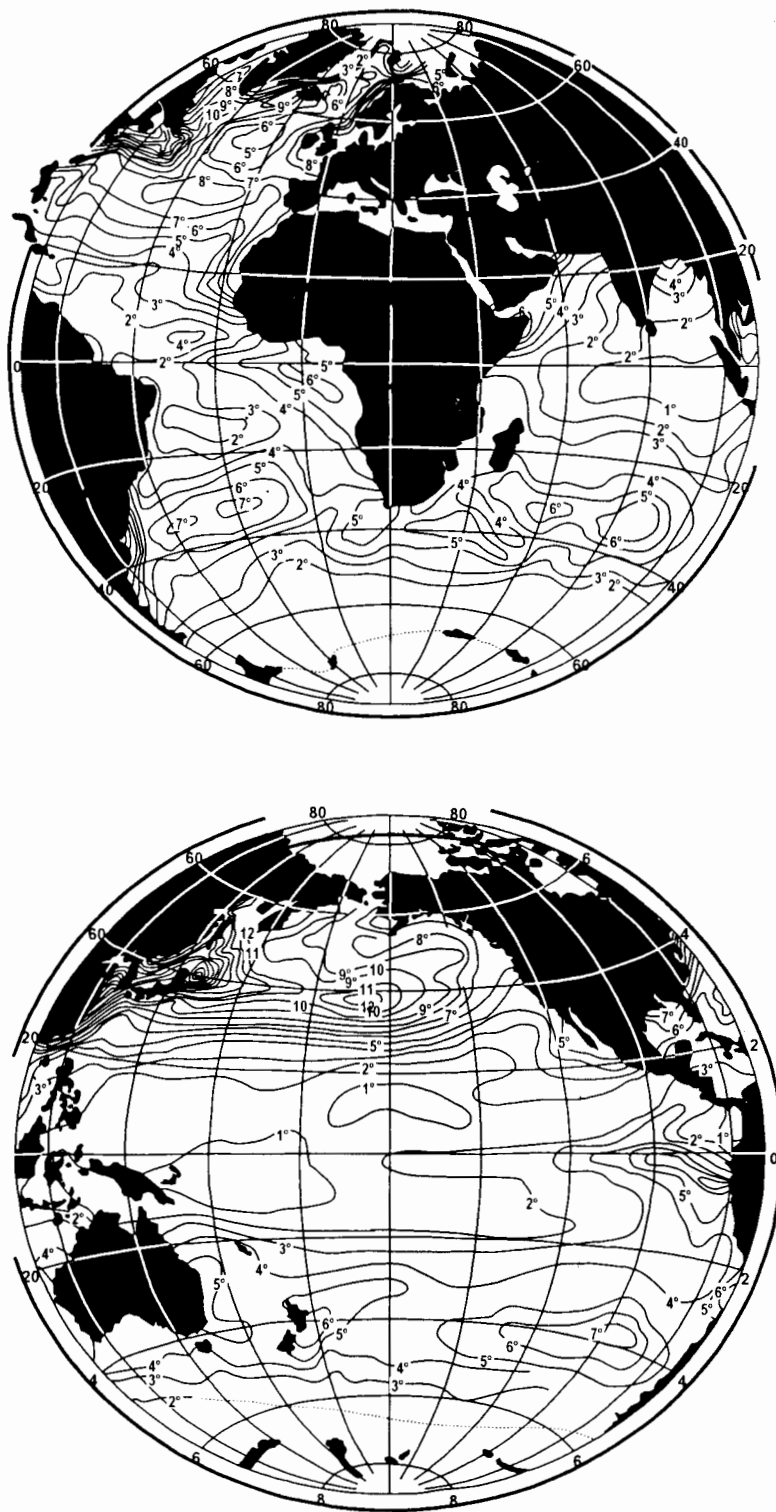
Ở Bắc bán cầu, trong dao động hàng năm nhiệt độ cao nhất của nước biển trên mặt xảy ra vào tháng tám, thấp nhất vào tháng hai (ở Nam bán cầu thì ngược lại).

Bảng 1.7: Biên độ hàng năm của nhiệt độ lớp nước mặt

Vĩ tuyến (độ)	Bắc bán cầu						Nam bán cầu				
	50	40	30	20	10	0	10	20	30	40	50
Biên độ (độ)	8,4	10,2	6,7	3,6	2,2	2,3	2,6	3,6	5,1	4,8	2,9

Bảng trên cho thấy ở vùng xích đạo biên độ hàng năm chỉ khoảng trên 2 độ, nguyên nhân là do sự thay đổi không lớn lắm trong quá trình biến động hàng năm của cường độ bức xạ mặt trời. Tại các vùng có vĩ tuyến lớn dao động hàng năm của nhiệt độ cũng nhỏ, vì tại đây băng tan làm cho nhiệt độ nước không tăng lên được.

.Trên hình 1.28 là bản đồ phân bố biên độ hàng năm của nhiệt độ trên mặt các đại dương



Hình 1.28: Phân bố biên độ hàng năm của nhiệt độ trên mặt các đại dương

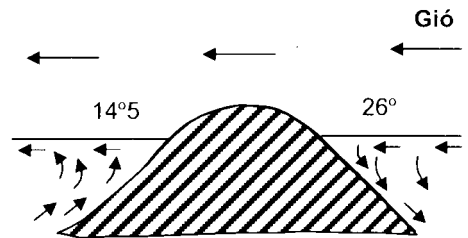
Trên bản đồ, các đường đẳng biên độ nối các địa điểm có biên độ dao động nhiệt hàng năm bằng nhau. Các bản đồ trên cho thấy, những khu vực rộng lớn trên xích đạo và các vùng nhiệt đới có đặc điểm là biên độ nhiệt hàng năm chỉ vào khoảng 1 - 2°. Tại các vĩ tuyến vùng ôn đới ở bắc bán cầu biên độ nhiệt hàng năm lớn hơn so với các vùng có cùng vĩ tuyến ở nam bán cầu. Tại 40° vĩ bắc biên độ nhiệt bằng 10,2 độ, còn ở 40° vĩ nam nó giảm đi một nửa. Sự khác biệt trong trị số biên độ nhiệt hàng năm giữa bắc và nam bán cầu là do sự phân bố khác nhau của đại dương và lục địa.

Tại các miền ôn đới kể vĩ tuyến 35° bắc và 35° nam tồn tại những khu vực có biên độ nhiệt hàng năm khá lớn: 4 - 6°C ở Nam bán cầu và đến 12°C ở Bắc bán cầu.

Nguyên nhân dẫn đến biên độ nhiệt hàng năm có giá trị lớn ở những vùng này là do các điều kiện khí hậu. Tại những vùng này mùa đông và mùa hè thể hiện khá rõ và nhờ có những vùng xoáy nghịch cố định nên bầu trời quang đãng. Vào mùa hè khi trời quang đãng các lớp nước trên mặt đại dương bị nóng lên khá nhiều; nhưng đến mùa đông khi nhiệt mất đi từ đại dương vượt quá lượng nhiệt được hấp thụ vào, lúc đó bầu trời quang đãng có tác dụng mạnh đến việc giảm nhiệt độ bề mặt biển do bức xạ. Biên độ hàng năm của nhiệt độ lớp nước mặt có giá trị đặc biệt lớn ở những khu vực có sự dịch chuyển theo mùa của đường biên các dòng hải lưu ấm và lạnh.

Gió cũng làm biến đổi đáng kể nhiệt độ của nước trên bề mặt đại dương.

Hình 1.29 là sơ đồ phân bố nhiệt độ của nước biển ở vùng đảo Galapagos dưới tác động của gió mùa. Gió mùa đã đẩy các lớp nước ấm ở bờ khuất gió phía tây và làm cho các tầng nước lạnh bên dưới trôi lên mặt. Kết quả là nhiệt độ nước trên mặt biển ở hai bên bờ của các đảo này chênh nhau đến trên 10°.



Hình 1.29: Phân bố nhiệt độ nước dưới tác động của gió

Sự dao động hàng năm của nhiệt độ nước trên bề mặt sẽ lan truyền đến các tầng nước dưới sâu. Độ sâu tác động của các dao động này tỷ lệ thuận với biên độ dao động nhiệt trên lớp mặt và độ trong của nước tại khu vực.

Bảng 1.8 ghi các số liệu về biên độ dao động nhiệt độ hàng năm tại các độ sâu khác nhau ở biển Bạch Hải.

Sự phân bố dao động nhiệt độ theo chiều sâu là một quá trình phức tạp, phụ thuộc vào các yếu tố đã liệt kê trên đây, đồng thời còn phụ thuộc vào sự phân bố độ muối và nhiệt độ theo chiều sâu.

Khi lớp nước trên bề mặt lạnh đi thì trọng lượng của mỗi phân tử nước sẽ tăng lên và nó sẽ chuyển động xuống phía dưới cho đến độ sâu mà tại đó tỷ trọng của nó bằng tỷ trọng của nước chung quanh. Ngoài ra, dao động nhiệt độ của lớp nước mặt cũng lan truyền xuống các tầng nước sâu do nhiều tác động khác như: sóng, dòng chảy v.v...

Bảng 1.8: Biên độ nhiệt độ hàng năm, thời gian nước ấm lên và thời gian nước lạnh đi ở các độ sâu trên biển Bạch Hải

Các yếu tố về chế độ nhiệt	Độ sâu, m						
	0	10	25	50	75	100	150
Biên độ dao động nhiệt hàng năm (độ)	19,8	13,9	6,0	6,1	2,9	1,2	0
Khoảng thời gian nước ấm lên (tháng)	3,5	3,5	5,0	5,5	6,0	6,5	-
Khoảng thời gian nước lạnh đi (tháng)	8,5	8,5	7,0	6,5	6,0	5,5	-

Sự lan truyền các dao động nhiệt xuống các tầng nước sâu đòi hỏi phải có một thời gian nhất định, do đó, tầng nước càng nằm sâu thì thời điểm đạt đến nhiệt độ cực đại của nó càng chậm so với thời điểm có nhiệt độ cực đại tại lớp nước mặt.

Bảng 1.9: Ngày đạt đến nhiệt độ cực đại tại các độ sâu ở vùng phía nam biển Barensov

Độ sâu, m	0	75	150	250
Ngày có nhiệt độ cực đại	21/8	24/10	3/1	20/2

Dao động nhiệt độ của lớp nước mặt có thể lan truyền đến độ sâu tối đa khoảng 350 m.

1.4.3. Sự phân bố nhiệt độ nước trên bề mặt các đại dương

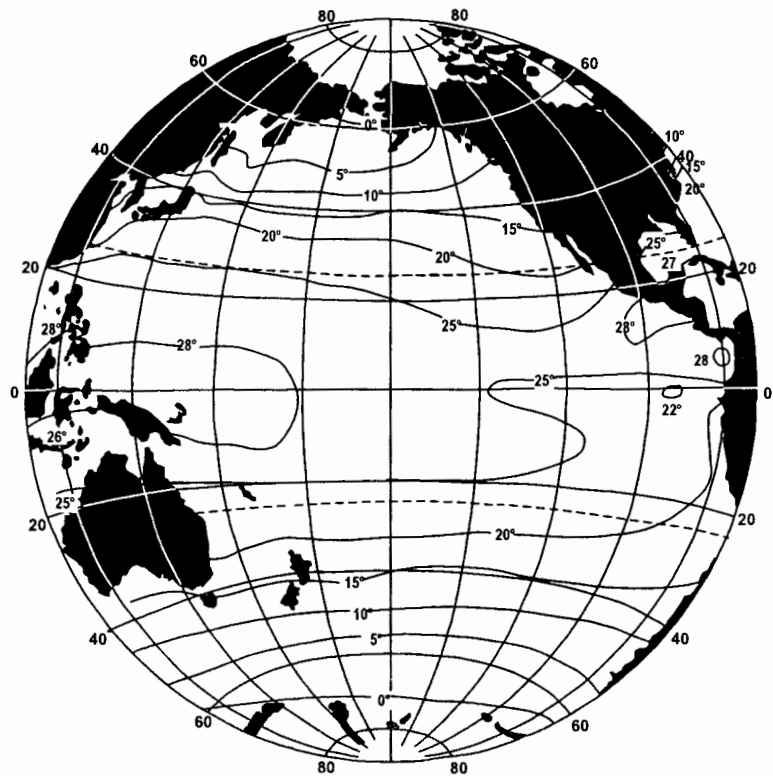
Để hình dung được sự phân bố nhiệt độ nước biển trên các đại dương đòi hỏi phải tiến hành đo đạc ở nhiều địa điểm trong nhiều năm tại các trạm hải văn ven bờ và trên các tàu khảo sát. Xử lý thống kê các số liệu quan trắc đã nhận được các giá trị trung bình về nhiệt độ hàng tháng và hàng năm tại nhiều địa điểm.

Trên bản đồ, các điểm có cùng nhiệt độ sẽ được nối với nhau bằng một đường cong, gọi là *đường đẳng nhiệt*. Hình 1.30 là bản đồ phân bố nhiệt độ trung bình năm trên bề mặt các đại dương.

Dưới đây là một số đặc điểm trong phân bố nhiệt độ trên bề mặt đại dương:

1. Nhiệt độ trung bình năm có giá trị lớn nhất tại các vùng bờ gần xích đạo: $+28^{\circ}\text{C}$ ở Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương, $+27^{\circ}\text{C}$ ở Đại Tây Dương.

2. Tại Nam bán cầu các đường đẳng nhiệt hầu như chạy song song với các đường vĩ tuyến. Đó là do tại Nam bán cầu mặt biển tương đối đồng nhất và các dòng hải lưu chạy dọc theo các vĩ tuyến trên những chặng dài. Đặc biệt là từ phía nam vĩ tuyến 40° nam các đường đẳng nhiệt gần trùng hẳn với các vĩ tuyến tại các vùng mà đại dương bao quanh kín cả vòng trái đất.



Hình 1.30: Phân bố nhiệt độ trung bình năm trên bề mặt các đại dương

3. Hình dạng của các đường đẳng nhiệt chịu ảnh hưởng lớn của những yếu tố như: các dòng nước và dòng khí ấm hoặc lạnh, sự phân bố của lục địa và biển.

Ở Đại Tây Dương do ảnh hưởng của dòng hải lưu ấm Golfstrim nên các đường đẳng nhiệt đi gần theo hướng kinh tuyến. Tại quần đảo Nhật Bản cũng có hiện tượng tương tự ở khu vực chịu tác động của dòng hải lưu ấm Kuro Sivo.

Tại Thái Bình Dương, Đại Tây Dương và nửa phía nam Ấn Độ Dương, trong khoảng giữa 40° vĩ bắc và 40° vĩ nam các đường đẳng nhiệt nằm gần với xích đạo ở phần phía đông sau đó tách xa dần khi đi về phía tây.

Các đường đẳng nhiệt có hình dạng như vậy là do sự phân bố các dòng hải lưu ấm và lạnh tại khu vực này. Các dòng hải lưu lạnh đẩy dồn các đường đẳng nhiệt về phía xích đạo, ngược lại các dòng hải lưu ấm đưa các đường đẳng nhiệt về phía các vĩ tuyến cao hơn.

4. Ở những vùng ranh giới giữa những dòng hải lưu nóng và lạnh các đường đẳng nhiệt đi sát vào nhau hơn. Chẳng hạn tại vùng tiếp giáp giữa dòng hải lưu lạnh Labrador với dòng hải lưu ấm Golfstrim. Tại những vùng này, do sự dao động của trục các dòng hải lưu nên có lúc quan sát thấy gradient nhiệt trên mặt biển vô cùng lớn. Điều này được ghi nhận trong chuyến hành trình của con tàu "Tampa". Khi tàu vượt qua hải lưu Golfstrim và đi cạnh dòng hải lưu lạnh Kabota người ta đã đo được nhiệt độ nước trước mũi tàu là 31°, trong khi ở đuôi tàu là 19°, tức mức chênh nhiệt độ bằng 12° trên một khoảng cách chỉ bằng chiều dài tàu.

5. Với cùng một vĩ độ như nhau thì nhiệt độ trung bình hàng năm ở Bắc bán cầu cao hơn ở Nam bán cầu (bảng 1.10)

Bảng 1.10: Nhiệt độ trung bình năm của nước trên mặt các đại dương (t°C)

	Dải vĩ tuyến (độ)									
	90-80	80-70	70-60	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	90-0
Bắc bán cầu	-1,7	1,0	3,1	6,1	11,0	18,0	23,0	26,5	27,3	19,3
Nam bán cầu	-	-	1,4	3,0	9,8	17,0	21,7	25,1	26,4	16,0

Nguyên nhân của hiện tượng trên là sự tập trung của phần lớn diện tích lục địa ở bắc bán cầu. Ngoài ra, sự phân bố nhiệt độ cũng chịu nhiều ảnh hưởng của độ che phủ mây trên bầu trời. Bắc bán cầu có độ che phủ mây ít hơn so với Nam bán cầu.

6. Tính toán theo các đường đẳng nhiệt trên bản đồ cho các trị số nhiệt độ trung bình trên các đại dương như trong bảng 1.11.

Đại dương có nhiệt độ nước ấm nhất là Thái Bình Dương. Nhiệt độ trung bình của nước mặt đại dương trên thế giới là 17,4°C, trong khi đó nhiệt độ trung bình của không khí là 14,3°C. Như vậy theo giá trị bình quân thì mặt nước đại dương ấm hơn tầng không khí tiếp giáp với nó, do đó mặt đại dương có ảnh hưởng rất lớn đến các quá trình nhiệt của khí quyển.

Bảng 1.11: Nhiệt độ trung bình năm của các đại dương

Đại dương	Nhiệt độ trung bình (t°C)
Đại Tây Dương	16,9
Ấn Độ Dương	17,0
Thái Bình Dương	19,1
Bình quân các đại dương	17,4

Các bản đồ trên hình 1.31 và 1.32 thể hiện sự phân bố chênh lệch nhiệt độ giữa mặt nước và không khí trong hai thời kỳ trong năm.

Các bản đồ trên cho thấy, ở một số nơi, ví dụ bờ phía tây bắc Phi Châu, quanh năm lớp nước mặt luôn luôn có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ không khí. Ở một số nơi khác thì ngược lại.

Các khu vực thường xuyên có nhiệt độ mặt nước lạnh hơn hoặc ấm hơn so với nhiệt độ không khí đều là những khu vực khí hậu dị biệt. Tại những khu vực này nhiệt độ trung bình đều thấp hơn hoặc cao hơn nhiệt độ trung bình trên cả đường vĩ tuyến đi qua khu vực đó.

Ở bờ Tây Bắc Phi Châu có một khu vực khí hậu dị biệt với nhiệt độ thấp, do tác động của dòng hải lưu lạnh và các tầng nước lạnh dưới sâu cuộn lên phía trên. Trên bờ biển Na Uy có các vùng khí hậu dị biệt với nhiệt độ cao, tồn tại do tác động của dòng hải lưu ấm Na Uy.

1.4.4. Sự phân bố nhiệt độ nước biển theo độ sâu

Các vùng nằm trên các vĩ tuyến khác nhau có sự phân bố khác nhau của nhiệt độ nước biển theo độ sâu (hình 1.33)

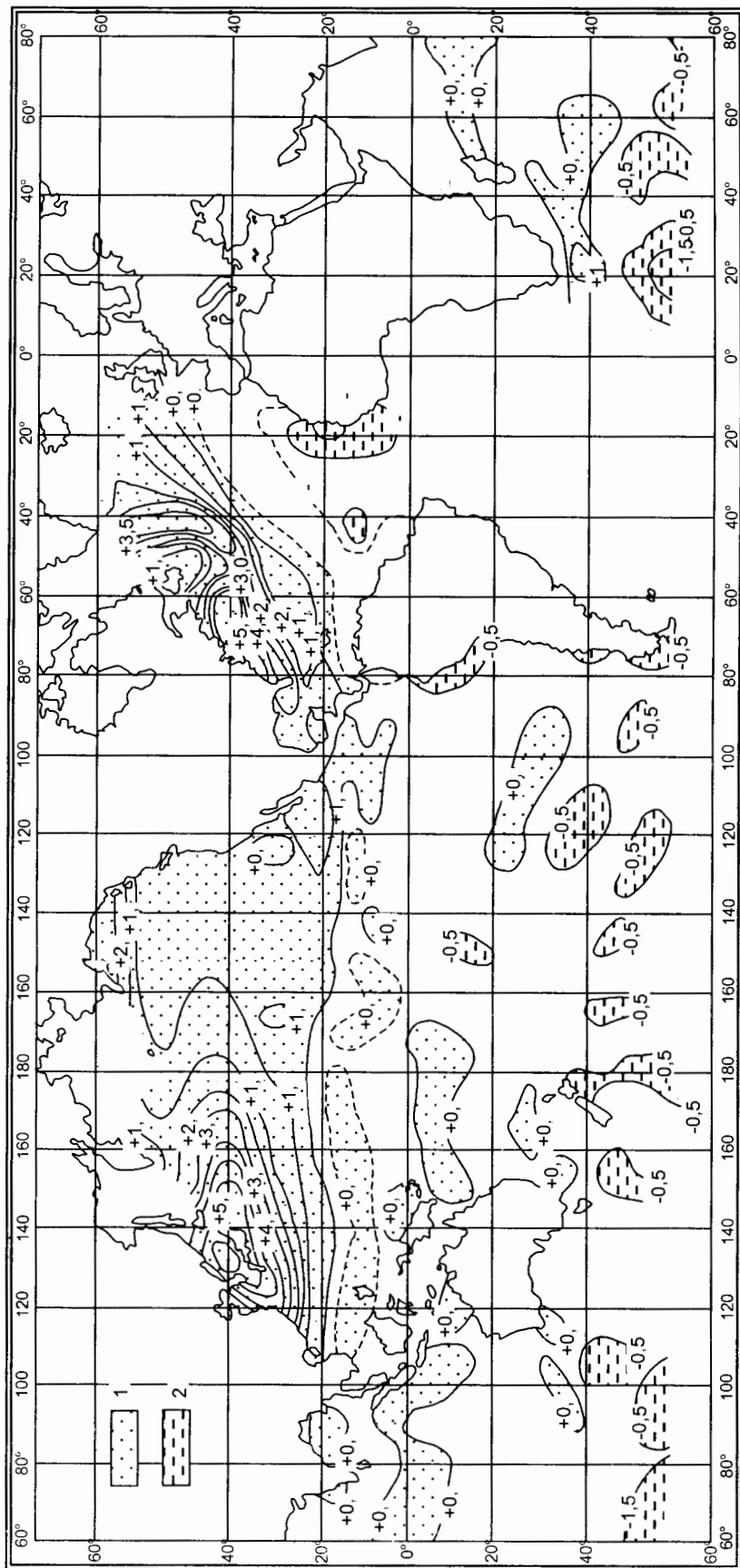
Ở các khu vực xích đạo và nhiệt đới, các lớp nước mặt bị làm nóng lên rất nhiều, nhưng càng xuống dưới sâu thì nhiệt độ càng giảm đi nhanh chóng.

Ở các khu vực ôn đới và gần các địa cực nhiệt độ thay đổi không nhiều lắm theo chiều sâu.

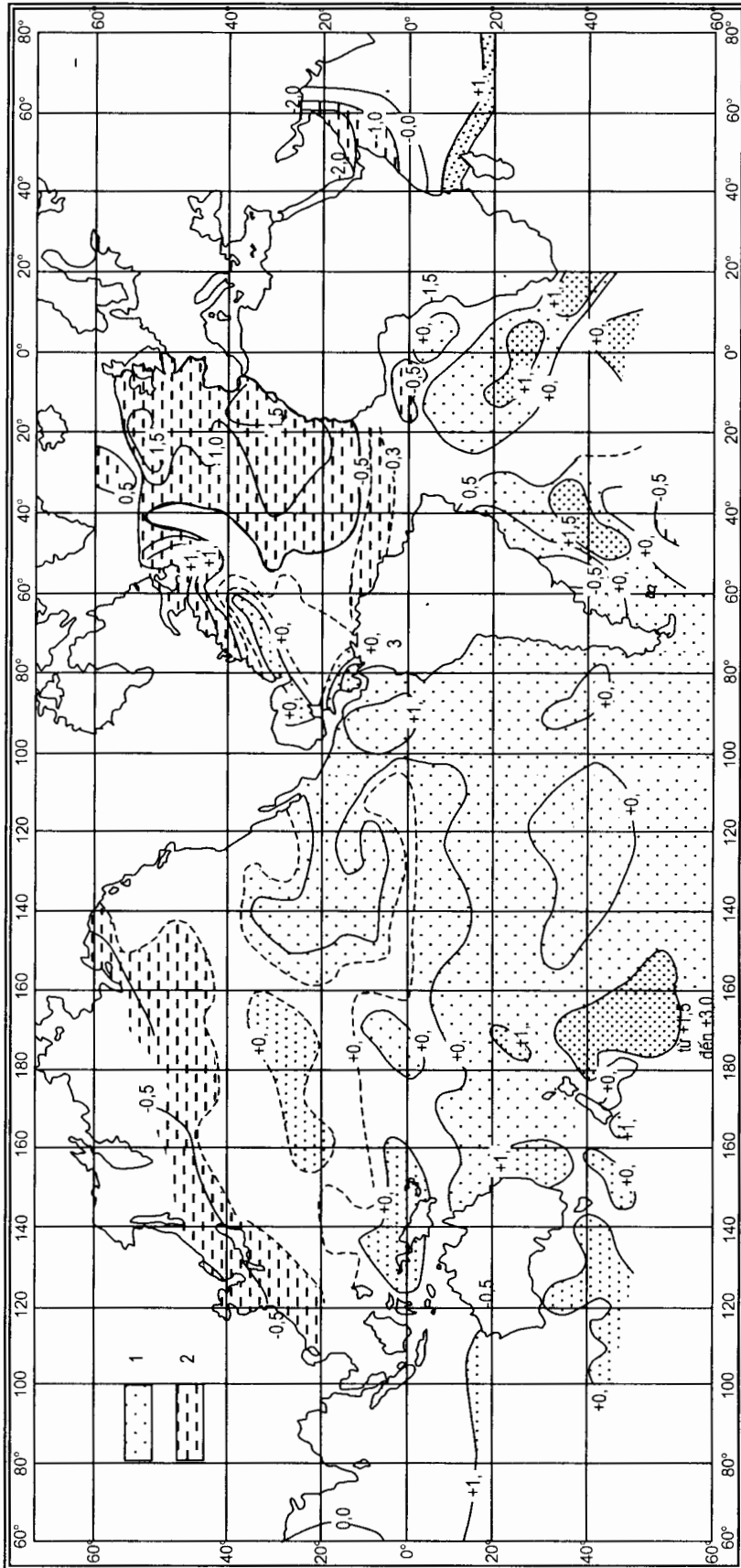
Tại các địa cực nhiệt độ giảm dần cho đến độ sâu khoảng 50-100 m, sau đó lại tăng dần và đạt giá trị cực đại ở độ sâu khoảng 200 - 600 m, sau đó lại giảm liên tục cho đến tận đáy biển.

Tất cả các đường cong trên hình 1.33 đều cho thấy: nhiệt độ nước ngoài biển khơi thực tế chỉ thay đổi trong phạm vi đến độ sâu 1.500m. Từ độ sâu này trở xuống nhiệt độ thay đổi không đáng kể, và bắt đầu từ độ sâu 3.000m thì hầu như nước có cùng một nhiệt độ, khoảng 2°C.

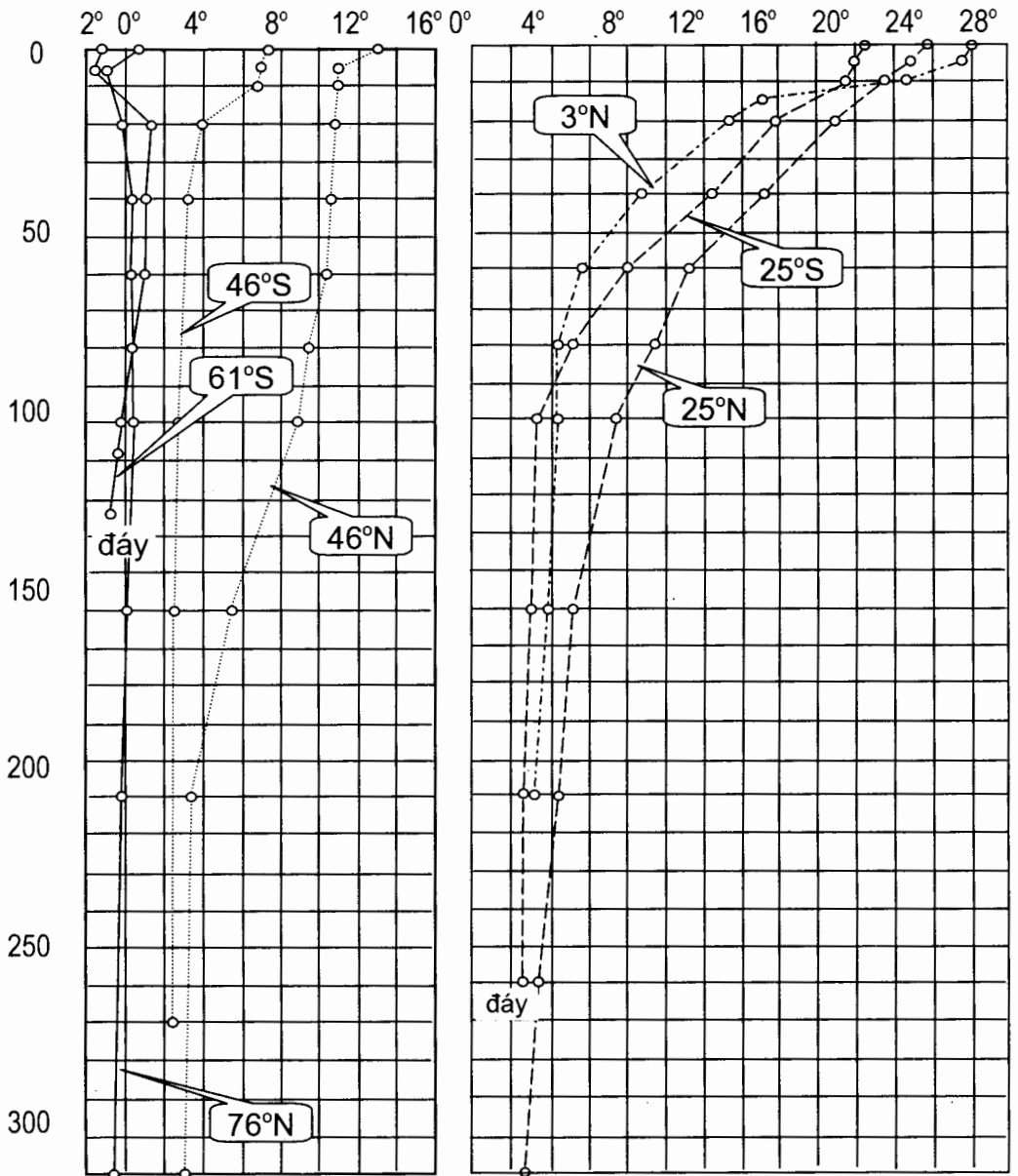
Trên hình 1.34 thể hiện mặt cắt ngang qua Đại Tây Dương. Trên mặt cắt ngang này vẽ các đường đẳng nhiệt theo chiều sâu.



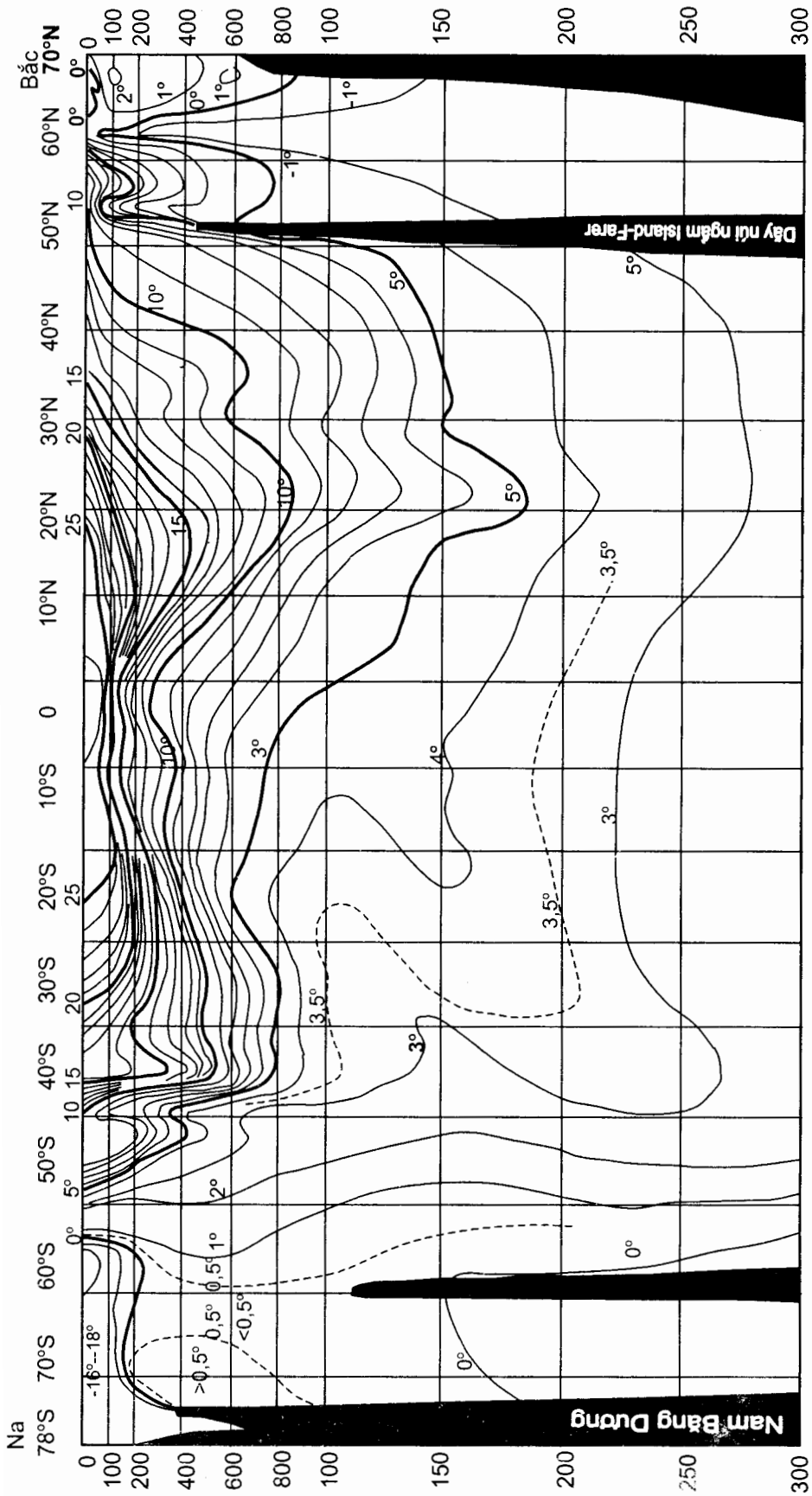
Hình 1.31: Hiệu số nhiệt độ "mức - không khí" (tháng 12 đến tháng 2)



Hình 1.32: Hiệu số nhiệt độ "nước - không khí" (tháng 6 đến tháng 8)



Hình 1.33: Sự thay đổi nhiệt độ theo chiều sâu trên các vĩ tuyến khác nhau



Hình 1.34: Phân bố đường đẳng nhiệt theo độ sâu ở Đại Tây Dương

Tại các tầng nước mặt của đại dương các đường đẳng nhiệt có mật độ dày đặc, thể hiện sự suy giảm nhanh của nhiệt độ theo chiều sâu. Trường nhiệt của Đại Tây Dương cho thấy, lớp nước ở vùng nhiệt đới với nhiệt độ trên 25°C chỉ có bề dày khoảng 100m, phần lớn khối nước của đại dương có nhiệt độ dưới 3°C. Hình dạng các đường đẳng nhiệt có một số đặc điểm mang tính quy luật, cho thấy quá trình hồi lưu của nước biển. Trong phạm vi các vĩ tuyến từ 0 đến 10 độ vĩ bắc các đường đẳng nhiệt có dạng cong lõm lên trên, cho thấy ở vùng này có sự lưu chuyển lên phía trên của các tầng nước lạnh ở dưới sâu. Ngoài vùng nhiệt đới các đường đẳng nhiệt có dạng cong lõm xuống phía dưới, cho thấy có sự lưu chuyển xuống phía dưới của nước biển.

Tại vùng ôn đới các đường đẳng nhiệt nghiêng xuống phía dưới với độ dốc lớn. Đến vùng hàn đới ở nhiều nơi các đường đẳng nhiệt có dạng gần thẳng đứng, cho thấy sự phát triển của các dòng đối lưu đến tận các tầng nước sâu và nhiệt độ không thay đổi theo chiều sâu. Về mùa đông, ở các vùng ôn đới và hàn đới mặt biển bị đông lạnh, lớp nước mặt có tỷ trọng tăng lên và chuyển động xuống dưới sâu.

Hình 1.34 cho thấy sự phân bố nhiệt độ theo chiều sâu chịu ảnh hưởng lớn của các dãy núi ngầm dưới biển. Chẳng hạn, dãy núi ngầm Island-Farar ngăn cách vùng nước lạnh bắc cực với vùng nước ấm hơn ở Đại Tây Dương. Ở độ sâu 600m chênh lệch nhiệt độ về hai phía của núi ngầm này bằng 5°C.

Bảng 1.12: Phân bố nhiệt độ theo độ sâu ở Đại Tây Dương

Độ sâu (m)	Nhiệt độ, t°C		
	Ở 30 độ vĩ bắc	Gần xích đạo	Ở 20 độ vĩ nam
0	24,4	26,1	23,9
100	21,6	15,9	21,9
200	19,9	12,5	16,7
400	16,2	7,9	12,0
600	13,6	5,3	7,9
800	10,5	4,4	5,2
1.000	8,0	4,1	4,0
1.500	5,1	3,9	3,1
2.000	3,9	3,3	2,8
3.000	3,0	2,7	2,4
4.000	2,5	2,2	1,5
Đáy	2,3	2,1	1,2

Các số liệu trong bảng cho thấy, chỉ có lớp nước trên mặt ở vùng xích đạo ấm hơn so với các vùng cận nhiệt đới. Từ 100m trở xuống nhiệt độ nước ở mọi độ sâu tại xích đạo đều mát hơn so với các vùng nhiệt đới kế cận của bắc bán cầu. Chênh lệch nhiệt độ nhiều nhất giữa vùng xích đạo so với các vùng vĩ tuyến ghi trong bảng quan sát thấy ở độ sâu 400m.

Hình 1.35 là bản đồ đường đẳng nhiệt ở độ sâu 400m của các đại dương. Bản đồ này cho thấy, ở Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương trên một vùng rộng lớn thuộc xích đạo nước của hai đại dương này lạnh hơn nhiều so với các vùng khác (ở cùng một độ sâu).

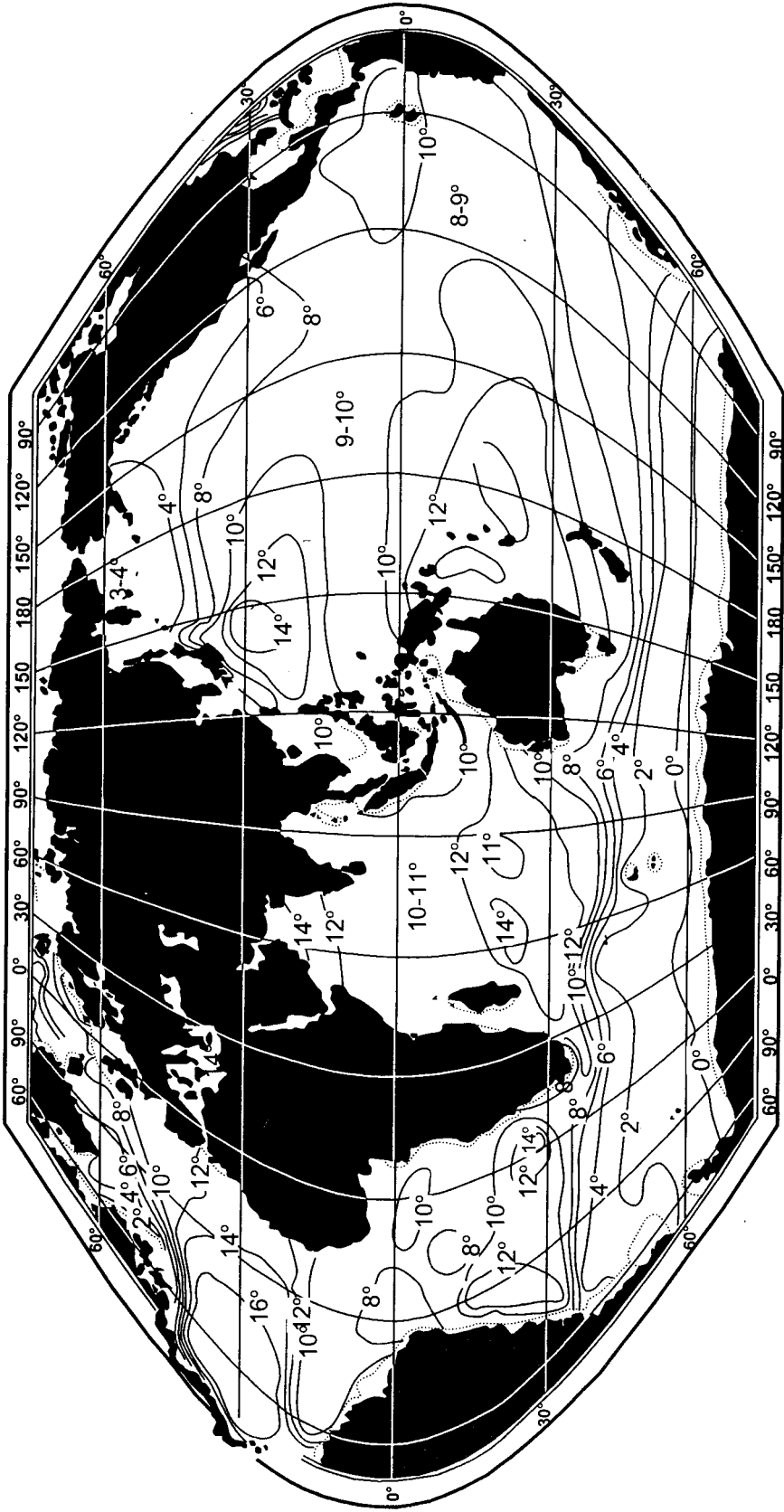
Giống như ở Đại Tây Dương, ở Thái Bình Dương các đường đẳng nhiệt cũng có mật độ dày ở các tầng nước trên mặt; ở khu vực thuộc dải lặng sóng gió các đường đẳng nhiệt có dạng cong lồi hướng lên trên và ở khu vực 50° vĩ bắc thì dốc đứng xuống đáy biển. Tại Ấn Độ Dương cũng quan sát thấy bức tranh tương tự về phân bố các đường đẳng nhiệt.

Bắc Băng Dương có sự phân bố nhiệt độ nước biển hoàn toàn khác. Lớp nước mặt của đại dương này được ngọt hoá và có nhiệt độ thấp, gần bằng với nhiệt độ đóng băng của nước biển. Bắt đầu từ độ sâu 150 - 200m kéo xuống đến độ sâu 750 - 1.000m là tầng nước ấm và mặn từ Đại Tây Dương đến với nhiệt độ trên 0°C. Hiện nay, người ta đã xác định được rằng, tại đây vẫn tồn tại được tầng nước tương đối ấm và mặn là nhờ có sự kéo dài của các dòng nước ấm thuộc hải lưu Golfstrim. Các dòng nước ấm này lúc đầu chảy ở trên tầng mặt, khi đến khu vực bắc cực thì chảy luôn xuống dưới sâu, làm xuất hiện tầng nước ấm và mặn ở Bắc Băng Dương. Hiện tượng dòng nước từ Đại Tây Dương chảy luôn xuống dưới sâu khi hoà nhập vào Bắc Băng Dương có thể xảy ra được là vì nước của Đại Tây Dương mặn hơn và có tỷ trọng cao hơn so với nước biển Bắc Băng Dương. Nước biển Bắc Băng Dương tuy lạnh hơn nhưng đã bị ngọt hoá rất nhiều.

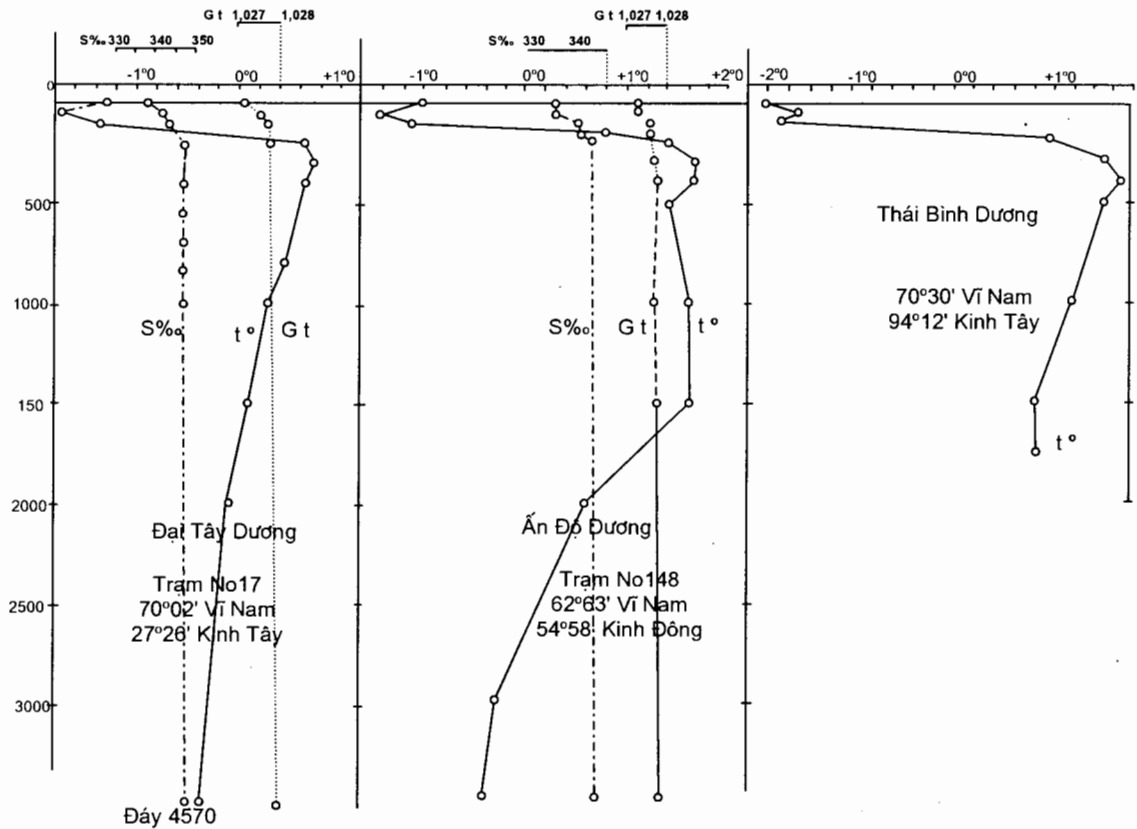
Hình 1.36 là các đồ thị điển hình về sự phân bố nhiệt độ theo độ sâu tại các vùng nam cực thuộc Đại Tây Dương, Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương.

Các đồ thị trên cho thấy, trên mặt biển là một lớp nước lạnh, được ngọt hoá do băng tan. Lớp nước này có bề dày khoảng 100m (đôi nơi dày đến 200 - 300m) và nhiệt độ khoảng -1°C. Dưới lớp nước mỏng trên mặt này là tầng nước dày 1.000 - 1.500m, với độ muối 34,5‰ và nhiệt độ dương. Xuống sâu hơn nữa, cho đến tận đáy đại dương, toàn bộ khối nước biển có nhiệt độ thấp hơn 0°C một ít và độ muối gần bằng 34,5‰. Như vậy sự phân bố nhiệt độ theo độ sâu ở nam cực cũng tương tự như ở Bắc Băng Dương.

Sự phân bố nhiệt độ nước ở đáy các đại dương thể hiện trên hình 1.37. Ở độ sâu lớn, ngay tại đáy đại dương, nước có nhiệt độ từ 1°C đến 2°C. Tại các địa cực nhiệt độ nước ở đáy đại dương khoảng 0°C.



Hình 1.35: Bản đồ đường đẳng nhiệt của các đại dương ở độ sâu 400m



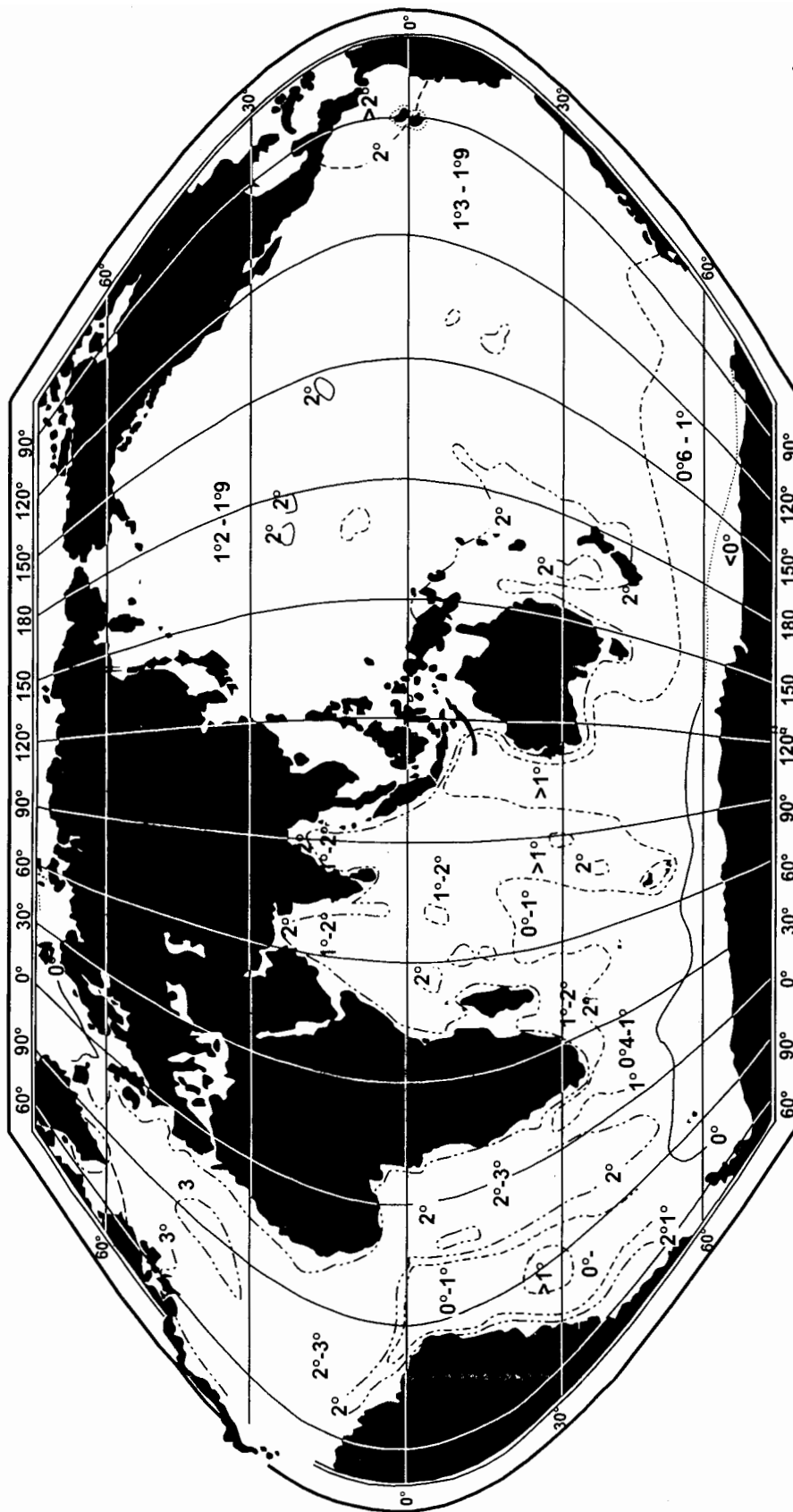
Hình 1.36: Phân bố theo độ sâu của nhiệt độ, độ muối và tỷ trọng ở các vùng Nam cực

1.4.5. Các chất muối trong thành phần của nước biển

Nước biển có chứa các loại muối khác nhau ở dạng hoà tan, trong đó đặc biệt nhiều nhất là muối ăn (NaCl). Các loại muối gốc Mg làm cho nước biển có vị chát.

Bảng 1.13: Hàm lượng các chất muối trong nước biển (g/kg)

Các muối thành phần	Hàm lượng trong 1 kg nước biển	Phần trăm trong tổng lượng muối
NaCl	27,2	77,8
MgCl	3,8	10,9
MgSO ₄	1,7	4,7
CaSO ₄	1,2	3,6
K ₂ SO ₄	0,9	2,5
CaCO ₃	0,1	0,3
MgBr ₂	0,1	0,2
Tổng cộng	35,0	100,0



Hình 1.37: Phân bố nhiệt độ nước ở đáy đại dương

Về mặt thành phần muối, nước biển khác hẳn nước sông. Bảng 1.14 so sánh các chất thành phần trong nước biển và nước sông (theo tỷ lệ phần trăm)

Bảng 1.14: Thành phần muối của nước biển và nước sông

Các muối thành phần	Nước biển	Nước sông
Clorid	88,6	5,2
Sunphat	10,8	9,9
Cacbonat	0,3	60,1
Các hợp chất azot, photpho, cremni, các chất hữu cơ	0,3	24,8

Từ bảng trên có thể thấy thành phần muối chủ yếu trong nước biển là clorid, trong nước sông là cacbonat.

1.4.6. Độ muối của nước biển

Độ muối của nước biển là tổng lượng các chất muối tính bằng gam trong 1 kg nước biển. Độ muối S tính bằng phần ngàn (‰). Độ muối trung bình của các đại dương là 35‰, tức trong mỗi kg nước biển có 35 g muối. Nước biển có thành phần các chất muối không thay đổi, tức tỷ lệ phần trăm giữa các chất không đổi, dù độ muối của nước biển thay đổi.

Trong các biển kín và vùng ven bờ hàm lượng muối trong nước biển thay đổi theo mùa tùy thuộc vào lượng nước sông đổ ra biển, các dòng ven và nhiều yếu tố khác.

Bảng 1.15 là hàm lượng muối ở các đại dương, vùng biển trên thế giới và Việt Nam.

Bảng 1.15: Hàm lượng muối trong nước biển

Đại dương và vùng biển	Hàm lượng (‰)
Đại Tây Dương	35,4
Thái Bình Dương	34,9
Địa Trung Hải	37,0 - 39,0
Hồng Hải	< 41,0
Hắc Hải: phía bắc	17,0
phía nam	18,5
Biển Adôp	9,0 - 12,0
Biển Ban Tích	2,0 - 5,0
Bạch Hải: vùng cửa biển	33,0
vùng giữa biển	25,0
vùng phía nam	15,0
Biển Kaspian	10,0 - 15,0
Vịnh Hạ Long (Hòn Gai)	21,0 - 37,0
Vịnh Bình Cơ (Nha Trang)	32,5 - 33,5
Nước sông bình thường	0,1 - 0,3

1.4.7. Phân bố độ muối của nước biển trên đại dương

Độ muối của nước biển phụ thuộc vào các yếu tố:

- 1) Nước sông và nước mưa đổ vào biển.
- 2) Cường độ bốc hơi của nước.
- 3) Cường độ tan băng và đóng băng.
- 4) Các quá trình hồi lưu trong lòng biển.

Mỗi yếu tố trên phụ thuộc vào các điều kiện địa - vật lý của khu vực đại dương hoặc biển.

Nước sông và nước mưa đổ vào biển làm giảm độ muối trong nước biển. Băng có độ muối thấp hơn nước biển, do đó băng tan cũng làm ngọt hoá nước biển. Khi bốc hơi chỉ có nước sạch biến thành hơi, do đó độ muối của khối nước còn lại sẽ tăng lên.

Cường độ bốc hơi sẽ tăng khi nhiệt độ lên cao, khi tăng tốc độ gió và thiếu độ ẩm trong không khí. Cường độ bốc hơi rất lớn ở những vùng nhiệt đới có gió mùa và những nơi sa mạc khô nằm gần với đại dương.

Sự biến đổi độ muối tỷ lệ thuận với hiệu số $E - P$, trong đó E - lượng bốc hơi từ mặt nước và P - lượng mưa rơi xuống mặt nước trong cùng khoảng thời gian.

Sự thay đổi độ muối cũng phụ thuộc vào các quá trình hồi lưu. Nếu lớp nước mặt với độ muối S hoà trộn vào với nước ở dưới sâu có độ muối S_0 thì sự biến đổi của độ muối tỷ lệ thuận với hiệu số $S_0 - S$.

Đối với những khu vực không có các quá trình đóng băng và tan băng, sự biến động của độ muối theo thời gian có thể biểu diễn bằng công thức:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = a(E - P) + b(S_0 - S)$$

Trong đó a và b - các hệ số đặc trưng đối với từng vùng biển.

Tại những vùng mà độ muối không thay đổi hoặc thay đổi rất ít theo thời gian, có thể xem:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = 0 = a(E - P) + b(S_0 - S),$$

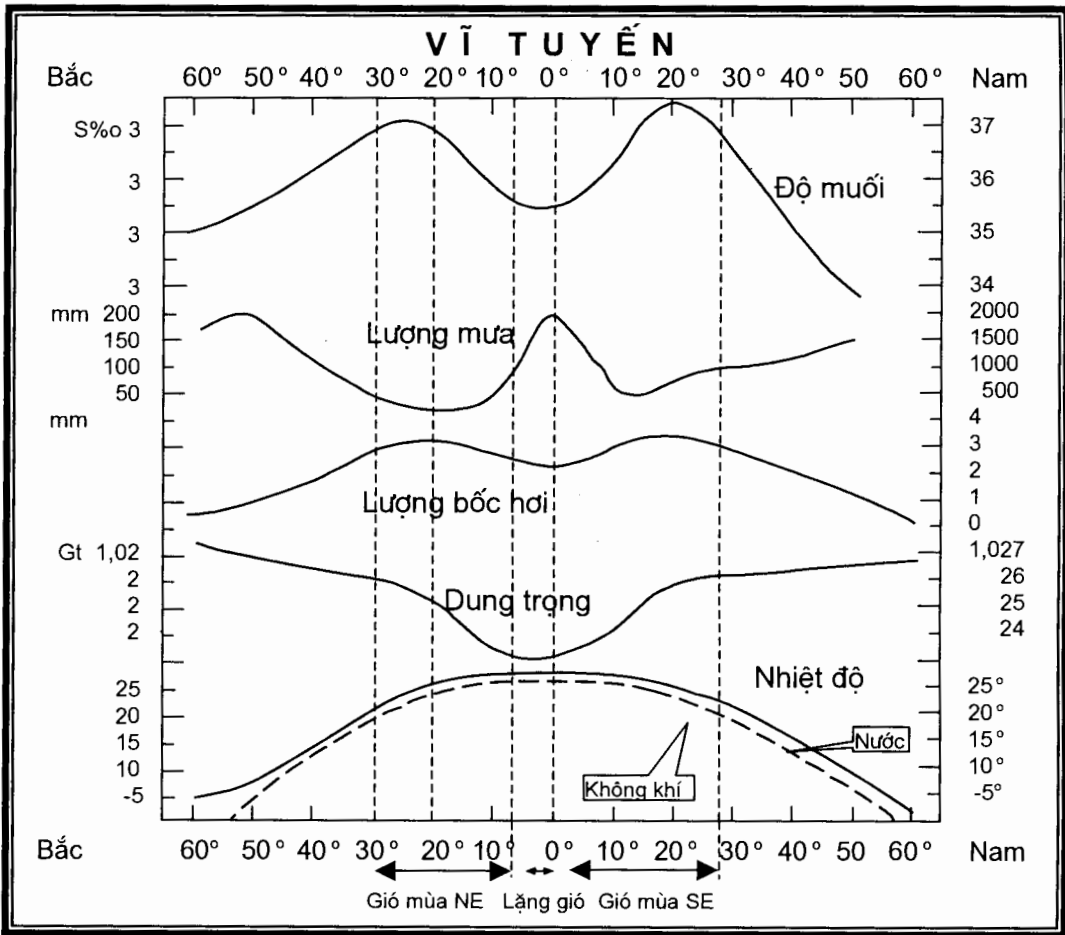
Từ đó: $S = S_0 + K(E - P)$,

với K - hằng số đặc trưng cho vùng biển.

Trên hình 1.38 là đồ thị phân bố độ muối và các yếu tố khí tượng thuỷ văn khác. Đồ thị cho thấy độ muối tỷ lệ thuận với lượng bốc hơi và tỷ lệ nghịch với lượng mưa.

Bảng 1.16 là giá trị trung bình của độ muối, lượng bốc hơi và lượng mưa trên các vĩ tuyến của đại dương.

Tính toán tổng hợp đối với toàn bộ đại dương cho thấy, hàng năm từ bề mặt đại dương lớp nước bị bốc hơi có bề dày 84 cm (khoảng 307.000 km³), còn nước mưa tương đương với một lớp nước dày 76 cm (277.000 km³).



Hình 1.38: Phân bố độ muối, lượng mưa, bốc hơi, tỷ trọng, nhiệt độ nước và không khí ngoài đại dương theo các vĩ tuyến

Khoảng 30.000 km³ nước ngọt đổ vào đại dương từ các con sông.

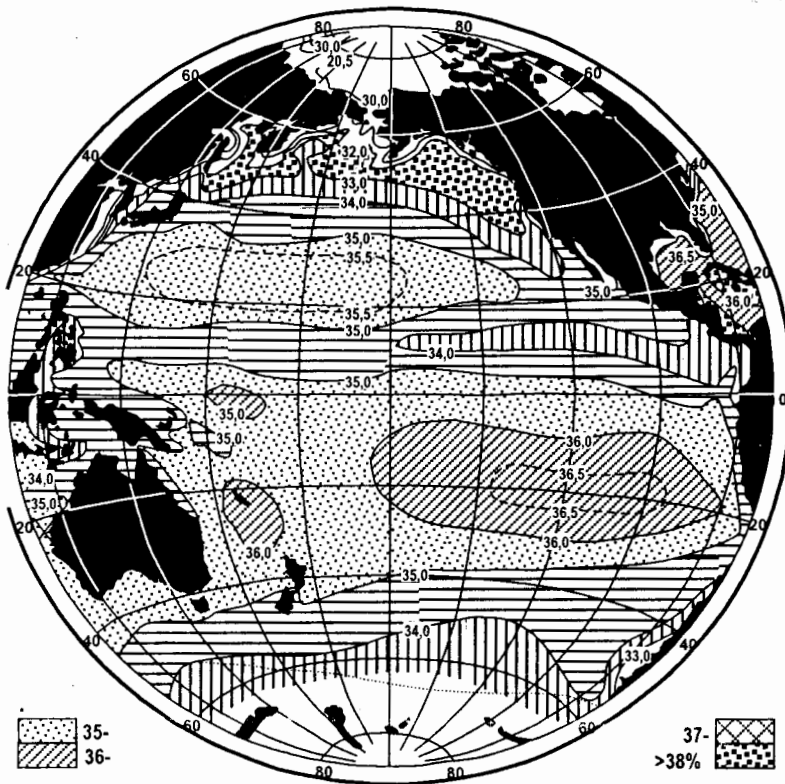
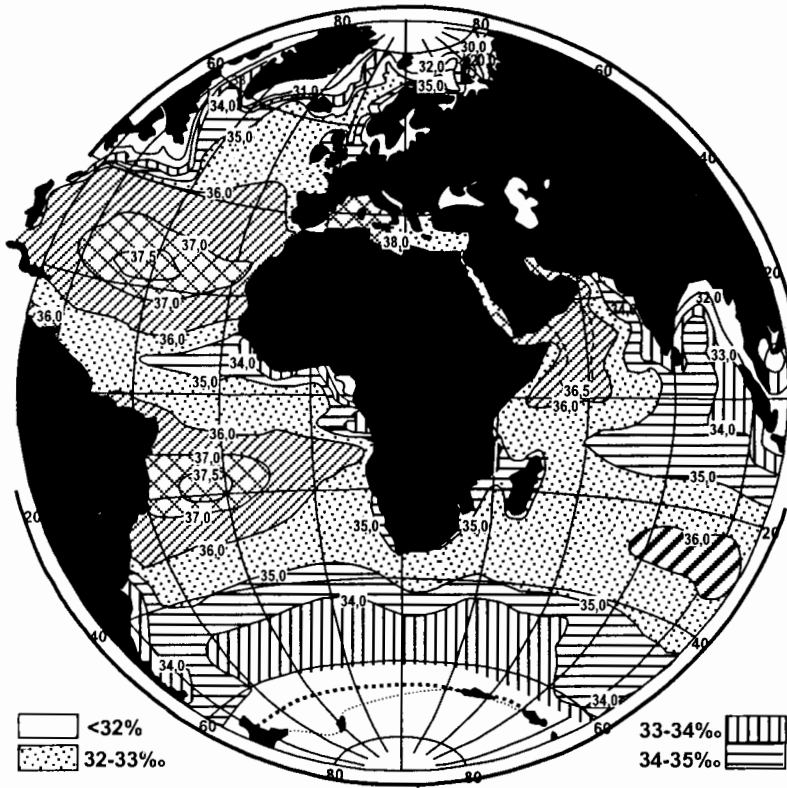
Để thể hiện sự phân bố độ muối trên các đại dương và biển, trên các bản đồ hình 1.39 vẽ các đường đẳng muối trên mặt biển. Các vùng có độ muối cao nằm trên các đại dương gần vùng nhiệt đới. Ở những nơi này quanh năm có gió mùa, mưa ít, bốc hơi rất nhiều do nhiệt độ cao và độ ẩm bé (hình 1.40).

Bên ngoài vùng có độ muối cao này, càng về phía hai địa cực độ muối càng giảm. Đó là do lượng mưa nhiều hơn, cường độ bốc hơi ít hơn. Nước biển ở các vùng hàn đới còn được ngọt hoá do băng tan. Tại những vùng bờ biển gần các cửa sông lớn độ muối của nước thấp hơn nhiều so với ngoài khơi.

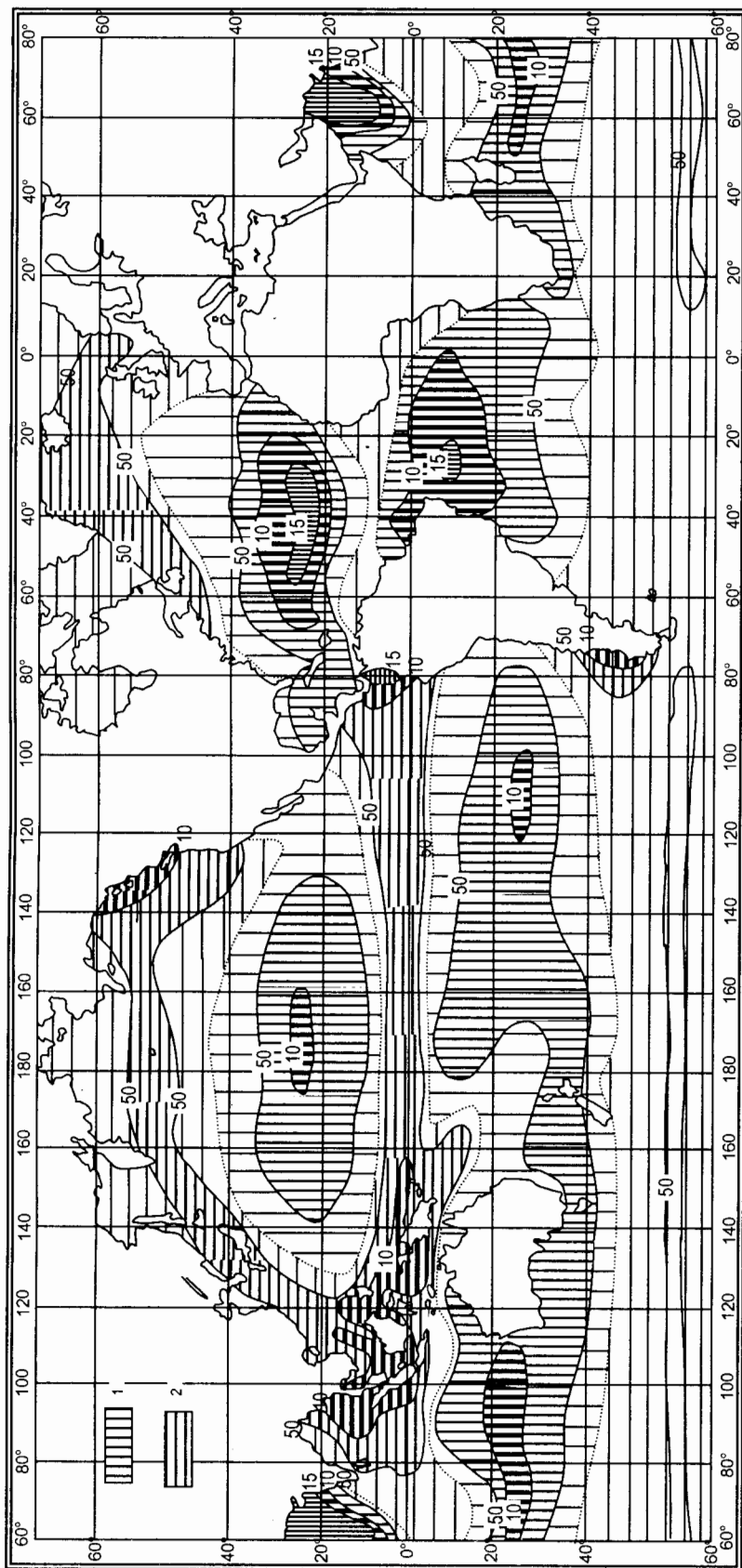
Phần lớn các khu vực thuộc xích đạo có độ muối gần bằng 35‰. Đó là do tại đây có mưa nhiều, cường độ bốc hơi cũng thấp hơn so với các khu vực nhiệt đới do thời tiết lạnh gió, nhiều mây, độ ẩm không khí tương đối cao.

Bảng 1.16: Giá trị trung bình của độ muối S, lượng bốc hơi E, lượng mưa P, hiệu số E - P trên các vĩ tuyến từ 40° vĩ bắc đến 50° vĩ nam.

Vĩ tuyến	Đại Tây Dương			Ấn Độ Dương			Thái Bình Dương			Toàn bộ đại dương						
	S(‰)	E cm/năm	P cm/năm	E-P	S(‰)	E cm/năm	P cm/năm	E-P	S(‰)	E cm/năm	P cm/năm	E-P				
40°N	35,80	94	76	18	-	-	-	-	33,64	94	93	1	34,54	94	93	1
35	36,46	107	64	43	-	-	-	-	34,10	106	79	27	35,05	106	79	27
30	36,79	121	54	67	-	-	-	-	34,77	116	65	51	35,56	120	65	55
25	36,87	140	42	98	-	-	-	-	35,00	127	55	72	35,79	129	55	74
20	36,47	149	40	110	35,05	-125	74	51	34,88	130	62	68	35,44	133	65	68
15	35,92	145	62	83	35,07	125	73	52	34,67	128	82	46	35,09	130	82	48
10	35,62	132	101	31	34,92	125	88	37	34,29	123	127	-4	34,72	129	127	2
5	34,98	105	144	-39	34,82	225	107	18	34,29	102	177	-75	34,54	110	177	-67
0	35,67	116	96	20	35,14	121	131	-6	34,85	116	98	18	35,08	119	102	17
5°S	35,77	141	42	99	34,93	99	167	-46	35,11	131	91	40	35,20	124	91	33
10	36,45	143	22	121	34,57	121	156	-57	35,38	131	96	35	35,34	130	96	34
15	36,79	138	19	119	34,75	121	83	38	35,57	125	85	40	35,54	134	85	49
20	36,54	132	30	102	35,15	143	59	84	35,70	121	70	51	35,69	134	70	64
25	36,20	124	40	84	35,45	145	46	99	35,62	116	61	55	35,69	124	62	62
30	35,72	119	45	71	35,89	134	58	76	35,40	110	64	46	35,62	111	64	47
35	35,35	99	55	44	35,60	121	60	61	35,00	97	64	33	35,32	99	64	35
40	34,65	81	72	9	35,10	83	73	10	34,61	81	84	-3	34,79	81	84	-3
45	34,19	64	73	-9	34,25	64	79	-15	34,32	64	85	-21	34,14	64	85	-21
50°	33,94	43	72	-29	33,87	43	79	36	34,16	43	84	-41	33,99	43	84	-41



Hình 1.39: Phân bố độ muối trên các đại dương



Hình 1.40: Hiệu số giữa bốc hơi và mưa trong một năm, tính bằng cm
 1 - Lượng bốc hơi lớn hơn lượng mưa; 2 - Lượng mưa lớn hơn lượng bốc hơi

1.4.8. Phân bố độ muối theo độ sâu các đại dương

Ngoài đại dương sự biến đổi độ muối theo chiều sâu có thể phân thành bốn dạng sau đây ứng với bốn vùng: I - vùng xích đạo; II - vùng cận nhiệt đới; III - vùng ôn đới; IV - vùng hàn đới.

Trên hình 1.41 là các đường cong đặc trưng ứng với bốn dạng này.

Tại vùng xích đạo (đường cong I) độ muối của nước mặt giảm do mưa nhiều. Thời tiết ở vùng này có các đặc điểm sau: nhiều mây, tương đối lặng gió, do đó nước bốc hơi không nhiều như ở các vùng kế cận. Kết quả là nước mặt ở vùng xích đạo có độ muối khoảng 35‰. Càng xuống sâu độ muối càng tăng và đạt giá trị cực đại ở độ sâu khoảng 100m. Tại độ sâu này nước mặn từ các vùng vĩ tuyến cao hơn chảy vào vùng xích đạo. Từ độ sâu 100m đến 800m độ muối giảm dần theo chiều sâu, còn từ 800 m trở xuống thì độ muối hầu như không thay đổi cho đến tận đáy biển.

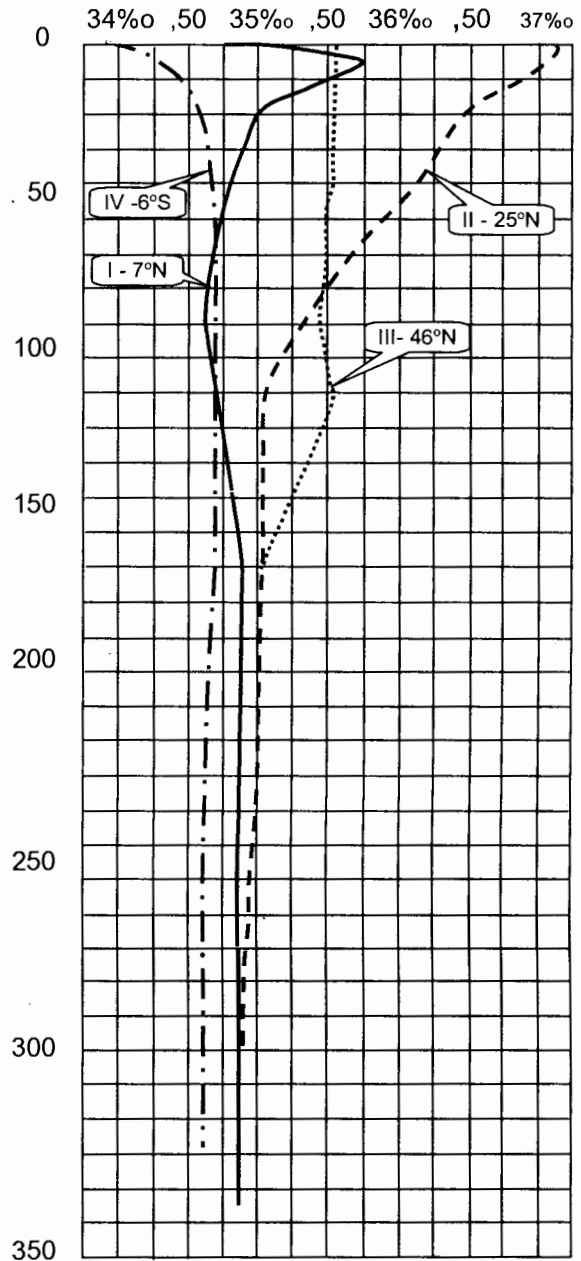
Trong các dải cận nhiệt đới (đường cong II) độ muối đặc biệt lớn ở trên mặt. Đó là do cường độ bốc hơi lớn. Từ mặt nước xuống đến độ sâu 1.000m độ muối giảm dần, và từ 1.000m cho đến đáy độ muối hầu như không đổi theo chiều sâu.

Trên các dải hàn đới (đường cong III) độ muối ít thay đổi theo chiều sâu.

Trên các vùng địa cực (đường cong IV) nước mặt biển có độ muối nhỏ do băng tan và tuyết tan. Độ muối tăng dần cho đến độ sâu 200 m, còn từ đó trở xuống đến tận đáy độ muối thay đổi không đáng kể.

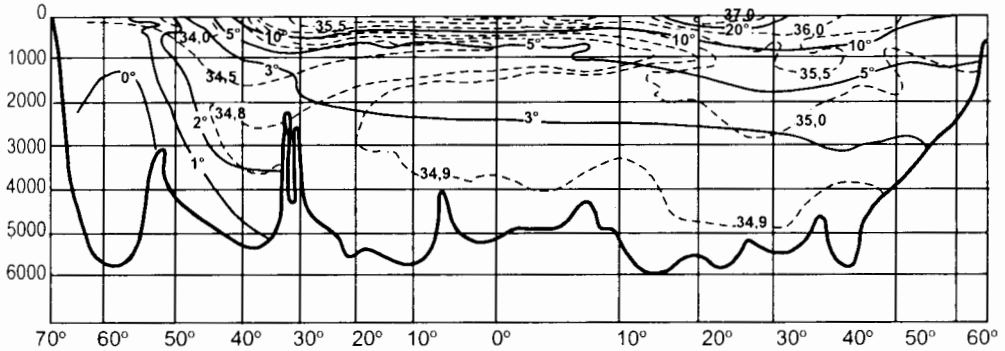
Tại những độ sâu lớn ngoài đại dương độ muối ở mọi nơi bằng khoảng 34,7 - 34,9‰.

Để có thể hình dung được sự phân bố độ muối theo chiều sâu có thể xem các biểu đồ đường đẳng muối trên mặt cắt ngang một số vùng biển trên các hình dưới đây.

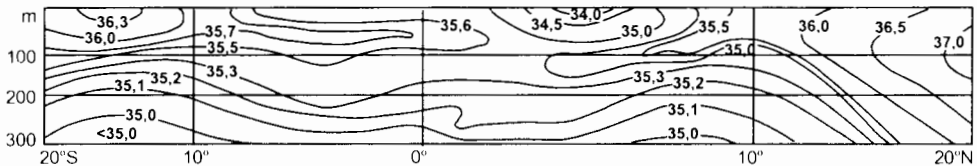


Hình 1.41: Phân bố độ muối theo chiều sâu trên các dải vĩ tuyến

Hình 1.42 là biểu đồ phân bố độ muối vùng lòng máng phía đông Đại Tây Dương. Hình 1.43 là biểu đồ phân bố độ muối của 300m lớp nước phía trên tại khu vực đông Đại Tây Dương từ 20° vĩ nam đến 20° vĩ bắc.



Hình 1.42: Phân bố độ muối và nhiệt độ theo độ sâu ở vùng lòng máng phía đông Đại Tây Dương



Hình 1.43: Phân bố độ muối của lớp nước bên trên ở vùng phía đông Đại Tây Dương

Phân tích hai biểu đồ trên có thể rút ra các kết luận sau:

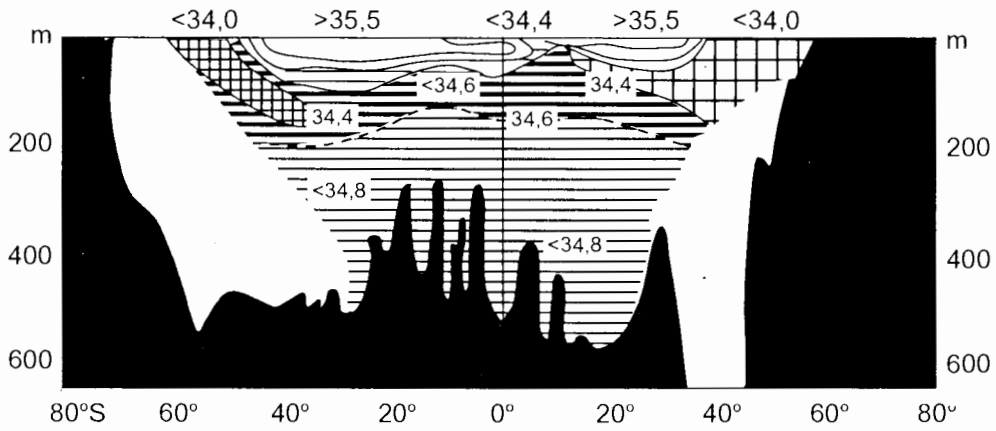
1) Lớp nước mặt ở vùng xích đạo có độ muối tương đối thấp, dưới 35,5‰. Bề dày của lớp nước này khoảng 50 - 100 m, kéo dài từ 8° vĩ nam đến 8° vĩ bắc.

Độ muối ở vùng xích đạo thấp là do mưa nhiều, lượng mưa lớn hơn lượng bốc hơi.

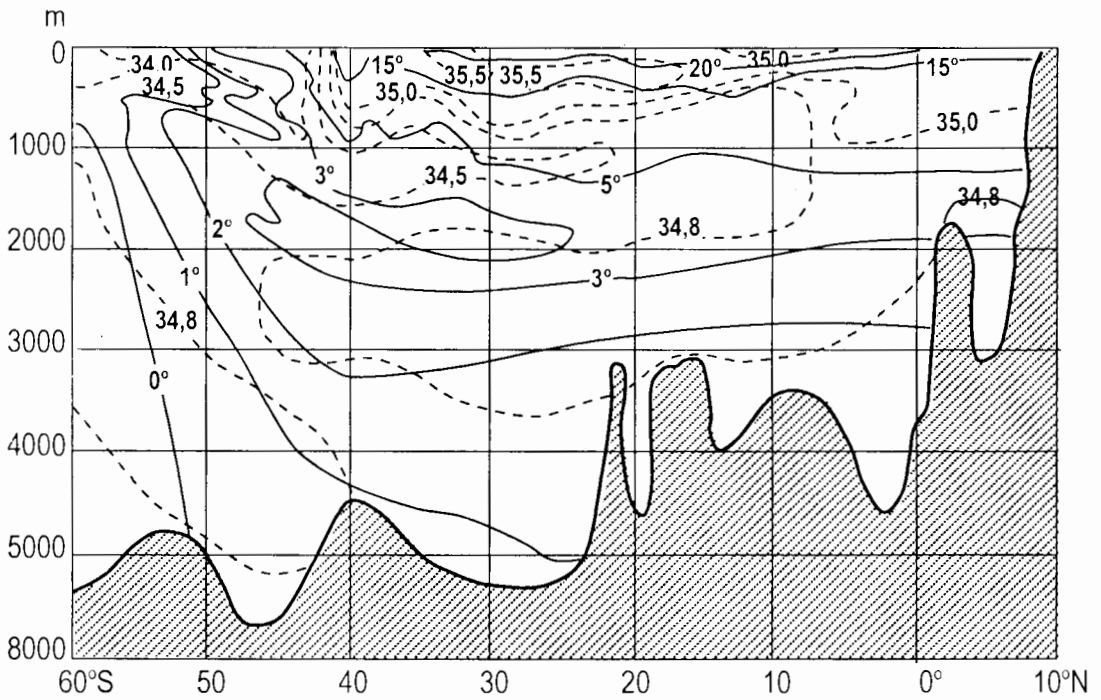
2) Về hai phía của vùng xích đạo là các vùng nhiệt đới, nước ở các vùng này có độ muối cao hơn (35,5 - 37,0‰). Phía Bắc bán cầu vùng nước nhiệt đới kéo dài đến 50° vĩ bắc, bề dày lớp nước đến 1.300 m. Phía Nam bán cầu lớp nước này có bề dày chỉ khoảng 200m, kéo dài đến 38° vĩ nam. Độ muối cao ở các vùng nước nhiệt đới là do lượng bốc hơi lớn hơn lượng mưa.

3) Bên dưới lớp nước mặt của vùng xích đạo và vùng nhiệt đới là lớp nước có độ muối từ 35,5 đến 35,5‰. Ở Bắc bán cầu lớp nước này có bề dày đến gần 3.000 m, trong khi ở Nam bán cầu bề dày của nó chỉ bằng 300 m.

Trên hình 1.44 và 1.45 là biểu đồ phân bố độ muối theo độ sâu ở Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương theo các mặt cắt dọc kinh tuyến. Các hình vẽ cho thấy ở Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương vùng nước mặt ở xích đạo cũng có độ muối thấp, khoảng 35‰ hoặc nhỏ hơn. Ở độ sâu lớn hơn nước dưới vùng xích đạo có độ muối gần bằng 34,8‰.



Hình 1.44: Phân bố độ muối trên mặt cắt dọc kinh tuyến ở Thái Bình Dương



Hình 1.45: Phân bố độ muối ở Ấn Độ Dương theo mặt cắt dọc kinh tuyến qua đảo Xâylan

Các mặt cắt vẽ đường đẳng muối trên suốt chiều sâu các đại dương cho phép suy luận về đặc điểm chung của chuyển động nước biển trong lòng đại dương. Chẳng hạn, độ uốn cong của đường đẳng muối cho thấy dòng nước có độ muối cao di chuyển từ vùng nhiệt đới sang vùng ôn đới với xu thế ngày càng chảy xuống các tầng sâu hơn.

1.4.9. Sự cần thiết phải nghiên cứu độ muối và nhiệt độ của nước biển

1) Độ muối và nhiệt độ của nước biển ảnh hưởng đến vận tốc truyền âm thanh trong nước. Độ muối và nhiệt độ của nước càng tăng thì vận tốc truyền âm thanh càng lớn.

Chỉ số đo trên các máy hồi âm đo sâu được xác lập theo các giá trị trung bình của độ muối và nhiệt độ nước. Trong những trường hợp cần đo độ sâu với yêu cầu chính xác cao, chỉ số đo phải được hiệu chỉnh theo sự phân bố nhiệt độ và độ muối theo chiều sâu.

2) Nhiệt độ và độ muối của nước biển có ảnh hưởng đến dung trọng nước. Nước lạnh và có độ muối cao sẽ có dung trọng cao.

Món nước các con tàu phụ thuộc vào dung trọng của nước biển, và do đó phụ thuộc vào nhiệt độ và độ muối của nước. Khi thiết kế cảng và luồng tàu ra vào cảng, món nước T của tàu tính toán cần cộng thêm một gia số ΔT để xét đến dung trọng của nước. Giá trị của ΔT xác định theo Bảng 1.17.

Bảng 1.17: Gia số món nước của tàu theo dung trọng nước biển

Dung trọng nước, t/m ³	Độ muối, ‰	ΔT
1,025	32	0,000T
1,020	26	+ 0,004T
1,015	20	+ 0,008T
1,010	13	+ 0,012T
1,005	7	+ 0,016T
1,000	0	+ 0,020T

3) Trong nhiều trường hợp độ muối của nước biển quyết định các đặc điểm về sử dụng nước cho các yêu cầu kỹ thuật (cung cấp cho nồi hơi, các thiết bị khử mặn cho nước). Độ mặn của nước biển cũng ảnh hưởng đến cường độ ăn mòn vật liệu cho các công trình và thiết bị tiếp xúc với nước biển.

4) Khi biết được sự phân bố của nhiệt độ và độ muối nước biển trên bề mặt và theo độ sâu có thể vẽ các bản đồ phân bố dòng chảy trên vùng biển.

5) Xem xét tương quan giữa nhiệt độ lớp nước mặt biển với nhiệt độ tầng không khí tiếp giáp mặt biển có thể dự báo sự hình thành sương mù trên biển.

6) Nhiệt độ và độ mặn của nước biển có ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển các loài động vật và thực vật sống trong nước, và do đó cũng tác động đến tất cả các hiện tượng có liên quan đến sự sống của biển (màu sắc, độ phát quang, độ trong của nước biển, lớp phủ sinh vật trên vỏ tàu và bề mặt kết cấu các công trình cảng và thềm lục địa và v.v...)

Động vật và thực vật bám trên bề mặt các kết cấu kim loại nằm trong nước biển có ảnh hưởng lớn đến sự phát triển ăn mòn nói chung và ăn mòn cục bộ đối với kết cấu. Lớp phủ động vật thường tạo ra một môi trường acid chung quanh nên nguy hại hơn về mặt ăn mòn kim loại so với lớp phủ thực vật là nơi tạo ra môi trường kiềm yếu.

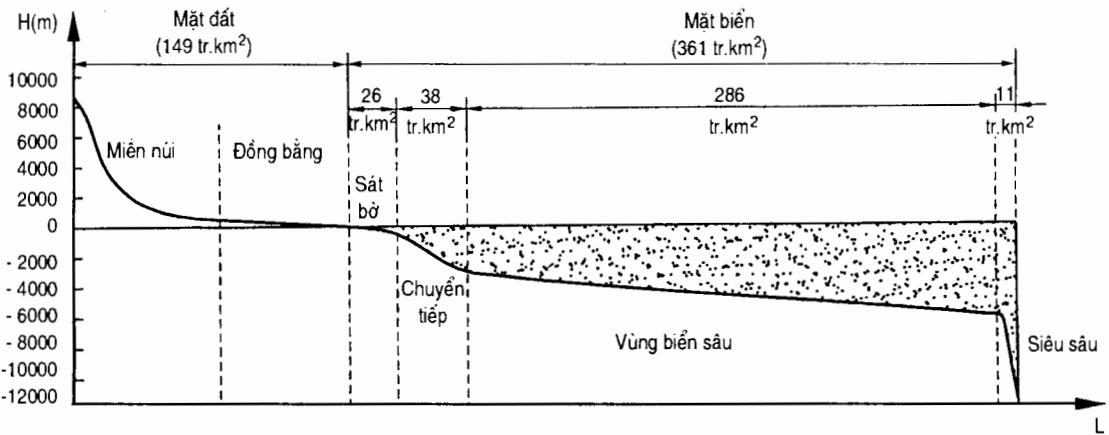
Chương 2

KINH TẾ BIỂN

2.1. CẤU TRÚC CÁC NGÀNH KINH TẾ BIỂN

Biển toàn thế giới chiếm khoảng 71% toàn bộ bề mặt bao phủ trái đất. Từ hàng nghìn năm nay, xã hội loài người đã tiến hành nhiều hoạt động kinh tế dưới nhiều lĩnh vực khác nhau: đánh bắt hải sản; thương mại; khai thác chế biến nguyên vật liệu; tham quan du lịch nghỉ ngơi và cuối cùng cả ngành trồng trọt sản xuất lương thực. Hiện nay, có khoảng 70% thương mại toàn cầu hoạt động bằng đường biển; 23% ÷ 30% lượng dầu khai thác trên biển; 10% tổng số chất đạm được khai thác từ biển, v.v...

Nhìn trên đường cong phân chia tỷ lệ giữa mặt đất và biển (hình 2.1), chúng ta cũng đã thấy vai trò của biển cực kỳ quan trọng đối với kinh tế toàn cầu nói chung, cũng như mỗi quốc gia nói riêng. Mặt đất chiếm 149 triệu km², biển chiếm 361 triệu km².



Hình 2.1: Đường cong mô phỏng tỷ lệ giữa mặt đất và mặt biển

Dựa trên cơ sở nghiên cứu biển và tình hình phát triển lực lượng sản xuất trong những năm gần đây, nhiều lợi ích kinh tế biển đã được khẳng định. Có thể kể ra các khía cạnh sau:

- * Bề mặt nước biển cũng như các vùng nước sâu là tiềm năng vận tải vô tận cho toàn cầu. Các lực địa gắn kết lại với nhau tạo nên quan hệ làm ăn quốc tế qua con đường thương mại khắp năm châu.

- * Nước biển được coi như nguồn năng lượng đầy hiệu quả và dưới góc độ nguyên liệu, nước biển là nguồn sinh vật học rất bền lâu.

- * Vùng nước sát bờ (schelfe) mà trên đó, cấu trúc địa chất rất đa dạng, sẽ tạo nhiều triển vọng cho việc thăm dò khai thác nguyên vật liệu với nhiều mục đích khác nhau: công

nghiệp; xây dựng; các lĩnh vực sáng tạo nghệ thuật của kinh tế cảng, đóng tàu, luồng vận tải thủy...

* Vùng biển sát bờ (schelfmeere) chiếm khoảng 7,5% diện tích mặt biển là cơ sở rất thuận lợi cho sự sản sinh các thảo mộc, các hệ động vật để định hướng cho phát triển cao và nhanh cho nhiều ngành sản xuất kinh tế biển: nuôi trồng thủy sản; nuôi trồng các thảm thực vật...

* Vùng biển sâu (Tiefseetafeln) dự trữ biết bao nhiêu là khoáng sản rất tiềm tàng cho ngành khai thác mỏ ngoài biển.

Kinh tế biển đã có từ lâu - từ khi có con người trên trái đất, song nó hoàn toàn tự phát. Dân dân, sự hiểu biết và khả năng chinh phục của con người về biển đã tạo dựng ra các ngành kinh tế biển. Tất cả được tạo dựng thành các mối tương tác giữa môi trường biển, công tác nghiên cứu biển với lực lượng sản xuất thậm chí với cả đường lối chính trị của từng quốc gia ở mỗi châu lục và cả thế giới.

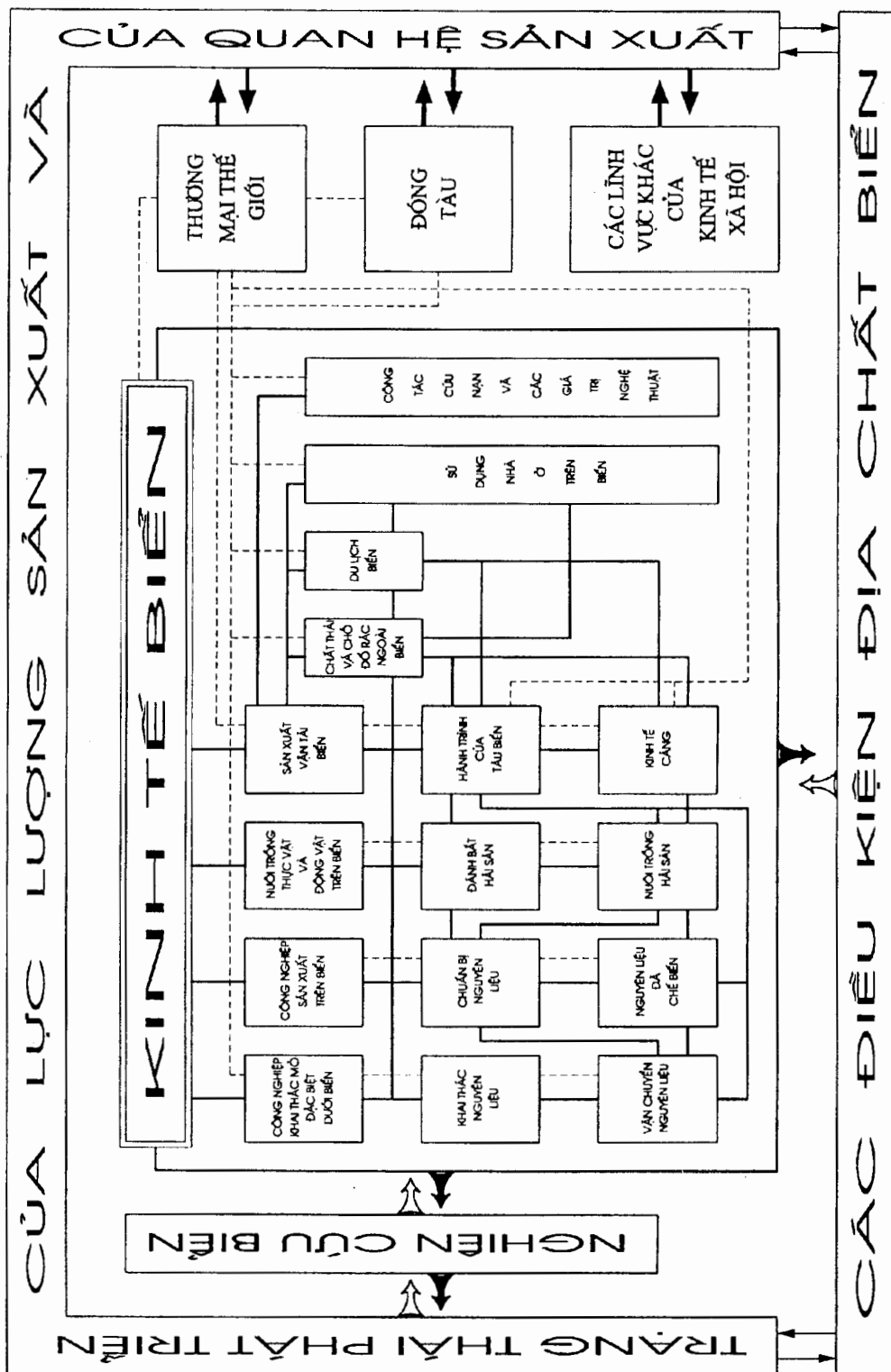
Bức tranh mô phỏng làm xuất hiện nền kinh tế biển thế giới được phác thảo trên hình 2.2. Có thể chưa phản ánh đầy đủ chi tiết các mối quan hệ, song bức tranh cũng đã được nhiều nhà kinh tế, nhiều học giả chấp thuận tại hội nghị quốc tế về luật biển năm 1982. Từ đó đến nay, gần 20 năm kinh tế biển đã là đòn bẩy phát triển kinh tế của 150 nước có bờ biển. Thực tế đã chứng minh các nước không có biển chiếm đa số trong các nước lạc hậu của toàn trái đất. Vì vậy, bờ biển mãi mãi là tài sản vô cùng to lớn và cực kỳ quý giá mà tạo hoá ban cho mỗi nước.

Việt Nam có 3260km bờ biển, 1.000.000 km² thềm lục địa, lại nằm ở khu vực các con Rông Châu Á, là một yếu tố trời phú cho phát triển kinh tế biển. Ngay từ thuở xa xưa các đời Âu Cơ - vua Hùng, người Việt đã biết làm kinh tế biển. Vào khoảng 20 năm gần đây, kể từ ngày đất nước hoàn toàn thống nhất, Đảng và Nhà nước đã vạch ra nhiều chiến lược cho sự thúc đẩy nhanh toàn bộ cơ cấu nền kinh tế biển để Việt Nam mau chóng thoát khỏi các nước lạc hậu và trở thành nước công nghiệp phát triển vào năm 2020.

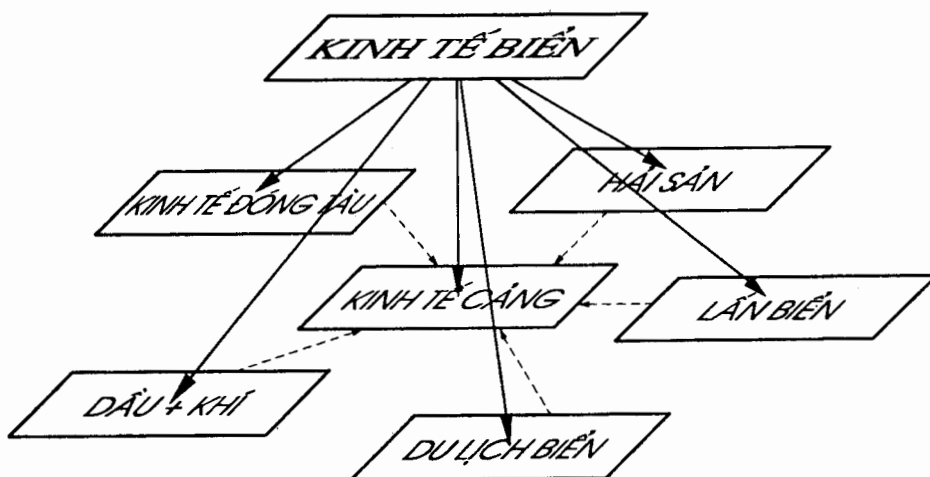
Tóm lại, cả thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng đã làm kinh tế biển từ thuở xa xưa, chỉ có điều ban đầu là tự phát, sau đó dần dần thu lượm được các thành quả nghiên cứu biển cộng với các tiến bộ khoa học kỹ thuật (hình 2.2) làm nảy sinh các ngành kinh tế biển. Xuất phát từ hình 2.2 và tổng kết qua nhiều hội nghị quốc tế về biển, cấu trúc kinh tế biển gồm 6 chuyên ngành chính là (hình 2.3):

- Kinh tế cảng;
- Kinh tế đóng tàu;
- Kinh tế khai thác dầu khí và khoáng sản biển;
- Đánh bắt hải sản;
- Du lịch và sòng bạc trên biển;
- Và cuối cùng là lán biển.

Trong 6 ngành kinh tế biển thì kinh tế cảng là chủ đạo, nó chi phối 5 ngành kinh tế biển còn lại: đóng tàu, dầu khí, hải sản, du lịch và lán biển.



Hình 2.2: Các thành phần chính của kinh tế biển và các điều kiện, yếu tố ảnh hưởng quan trọng nhất đến sự phát triển



Hình 2.3: Cấu trúc các ngành kinh tế biển

Dưới quan điểm phân vùng kinh tế thì Việt Nam hình thành ba thể loại kinh tế chính:

- Kinh tế đồi núi;
- Kinh tế đồng bằng;
- Kinh tế biển.

So với nhiều nước ở khu vực thì kinh tế biển Việt Nam phát triển chậm và lạc hậu:

- So với Nhật Bản - cường quốc về phát triển kinh tế biển thì khoảng cách quá xa;
- So với Hàn Quốc, Singapor, Đài Loan, Hồng Kông - những con Rồng Châu Á thì vẫn xa vời vợi.
- So với Thái Lan, Malaxia, Indonexia, Philippin, Việt Nam vẫn còn kém và lạc hậu.

Song, không phải vì thế mà kinh tế biển của Việt Nam sẽ mãi mãi tụt hậu. Chắc chắn với ưu đãi về địa lý cộng với đường lối mở cửa của Đảng và Nhà nước, không bao lâu nữa sẽ xuất hiện nhiều trung tâm kinh tế biển dọc theo 3260km bờ biển.

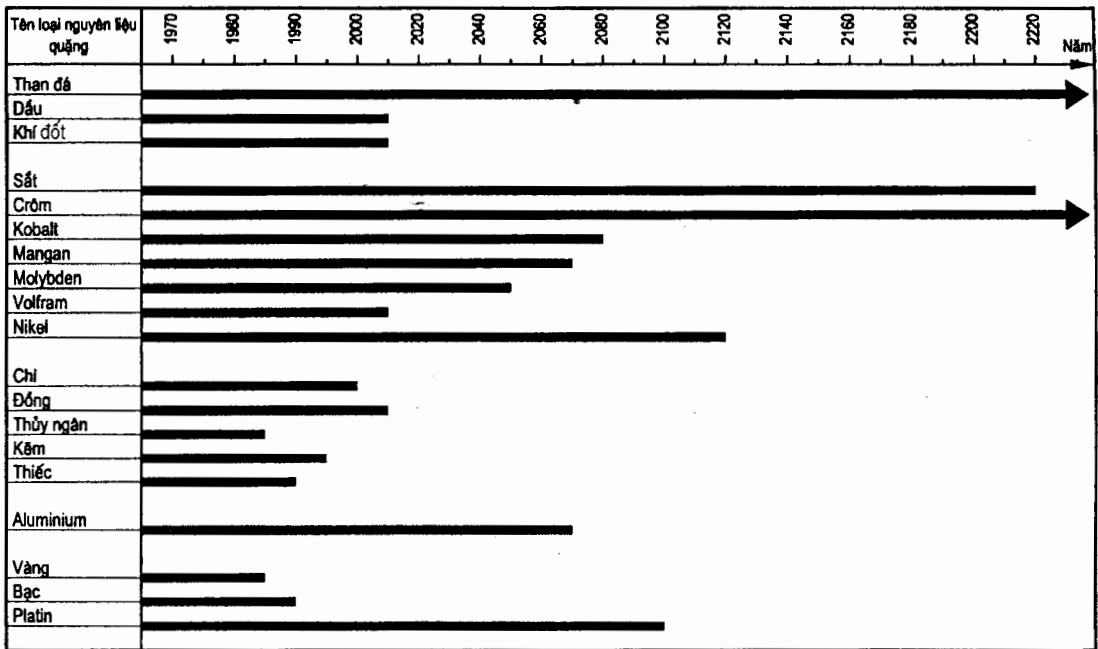
2.2. SỰ VẬN CHUYỂN HÀNG HÓA BẰNG ĐƯỜNG BIỂN TRÊN THẾ GIỚI

Lượng hàng hoá vận tải biển tính đến năm 2000 của toàn thế giới ước khoảng 11÷12 tỷ tấn; trong đó hàng khô khoảng 6÷6,5 tỷ tấn, hàng lỏng từ 4,5÷5,5 tỷ tấn.

Các hàng khô, quặng, nguyên liệu được khai thác luôn chiếm áp đảo. Trên hình 2.4 là dự báo thời gian sử dụng các nguyên liệu quặng có tên tuổi được khai thác trong lòng đất của toàn thế giới. Nhiều nguyên liệu quặng chính như: than đá, sắt, crom, aluminum, niken, v.v... còn khai thác đến hai ba thế kỷ nữa mới cạn kiệt các nguồn dự trữ đã biết.

Nổi bật trong số các nguyên liệu dưới dạng hàng hóa được chuyên chở bằng các phương tiện nổi trên biển là 6 loại hàng sau:

- Dầu thô được chở chủ yếu từ vịnh Persich, Vénézuéla, Tây Phi đến các nước Tây Âu (Pháp, Đức, Hà Lan, Anh, Bỉ, Tây Ban Nha, Bồ Đào Nha, Italia,...), Nhật Bản và Bắc Mỹ



Hình 2.4: Dự báo thời gian khai thác các nguồn nguyên liệu quặng đã biết trên toàn thế giới

(Canada, Hoa Kỳ). Luồng vận tải tối đa tới ≥ 100 triệu tấn (hình 2.5a). Bản thân Hoa Kỳ là quốc gia có dầu dự trữ ở vịnh Mexico, song vẫn tăng tốc nhập dầu thô từ Trung Đông, Vénézuéla về cung cấp cho các nhà máy lọc dầu, các nhà máy hóa học, các nhà máy phân bón và các nhà máy khác của Mỹ.

- Than đá - nguồn nguyên liệu vàng đen có nguồn dự trữ vô tận (hình 2.4) được chuyên chở từ nhiều nước trên thế giới: Canada, Hoa Kỳ, Nam Phi, Úc, Việt Nam, Ukraina, Nga,... đến các nước Tây Âu, Nhật là chủ yếu (hình 2.5b), sau đó đến các nước vùng Địa Trung Hải, các nước Nam Mỹ (Brasil, Achentina,...). Một luồng tối đa cho than đá chỉ bằng 1/10 dầu thô, khoảng 10 triệu tấn.

- Quặng sắt là nguyên liệu cốt lõi cho công nghiệp luyện kim được khai thác nhiều nhất ở các nước Châu Phi, sau đó là các nước Úc, Ấn Độ, một số nước Nam Mỹ, cuối cùng ở một vài nước Bắc Âu (Thụy Điển, Na Uy) rồi chuyên chở đến hầu hết các nước Châu Âu, Bắc Mỹ (Hoa Kỳ, Canada) rồi tiếp đến Nhật Bản (hình 2.5c). Mỗi luồng chở quặng trung bình 20 triệu tấn. Hầu hết các tàu chở quặng từ các nước được khai thác trên, không đi qua kênh đào Suéz.

- Phosphaten, apatiten là hai loại nguyên liệu không kém phần quan trọng được chuyên chở với khối lượng lớn (hình 2.5d) từ Florida - Mỹ, từ Bắc Phi (Algerien, Marokko, Tunesien), từ Nam Phi và cuối cùng từ một số đảo thuộc Thái Bình Dương chuyên chở đến Melbourne (Úc), Nhật, Brasil, nhiều nhất vẫn là đến các nước Tây Âu, Bắc Âu. Bình quân mỗi luồng chở phosphaten, apatiten xấp xỉ 5 triệu tấn.

- Bauxiten - alumina được chở nhiều đến các nước công nghiệp phát triển, nhất là các nước G7 (Nhật, Mỹ, Canada, Anh, Pháp, Đức, Ý) từ nhiều nước trên thế giới (hình 2.5e); nhiều nhất từ các nước vùng biển Caribe (Jamaika, Vénézuéla, Haiti, Dominik,...), sau đó đến từ một số nước miền Tây Châu Phi (Nigeria, Liberia, Sierra - Leone, Guinea,...), tiếp đến từ miền Bắc Australien, thậm chí còn từ một số đảo nhỏ ở Địa Trung Hải. So với các loại hàng khác, khối lượng vận chuyển cũng không phải là nhỏ, mỗi luồng cũng chiếm khoảng 10 triệu tấn.

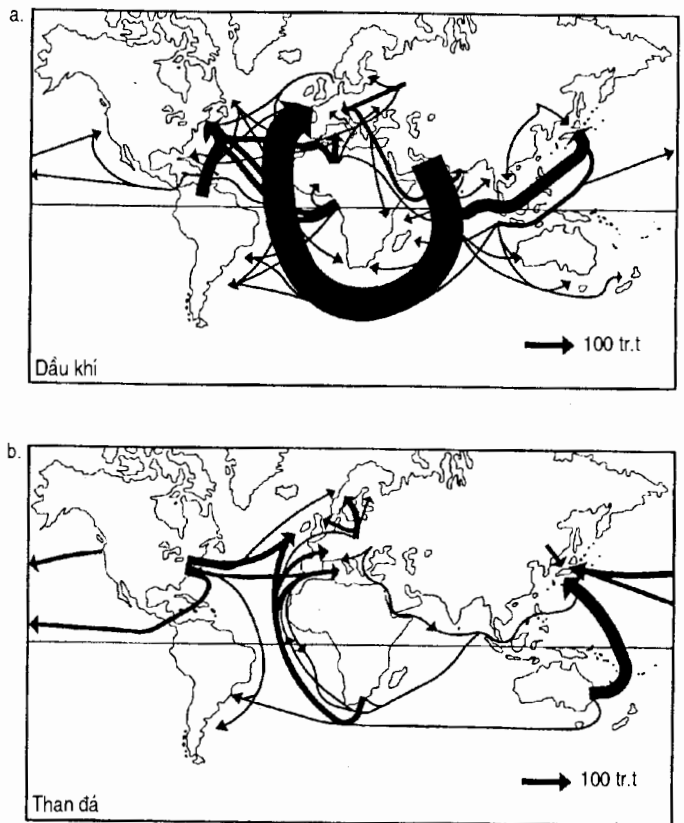
- Trên hình 2.5f diễn tả các luồng vận tải lương thực trên khắp các châu lục đều được xuất phát từ Hợp chủng quốc Hoa Kỳ. Chỉ có một phần nhỏ lương thực được xuất từ Việt Nam, Thái Lan, Australien và một số nước khác. Nơi nhập lương thực nhiều nhất là các nước Châu Phi, Châu Âu, các nước vùng Tây Á. Trung bình mỗi luồng vận chuyển lương thực cũng chiếm tới 10 triệu tấn.

Từ các hình 2.5a, b, c, d, e, f chúng ta thấy hầu hết các tài nguyên quý giá của thế giới được hội tụ ở ba khu vực:

- Bắc Mỹ: Hoa Kỳ, Canada;
- Tây Âu: Pháp, Anh, Đức, Ý, Hà Lan,...
- Nhật Bản, Hàn Quốc.

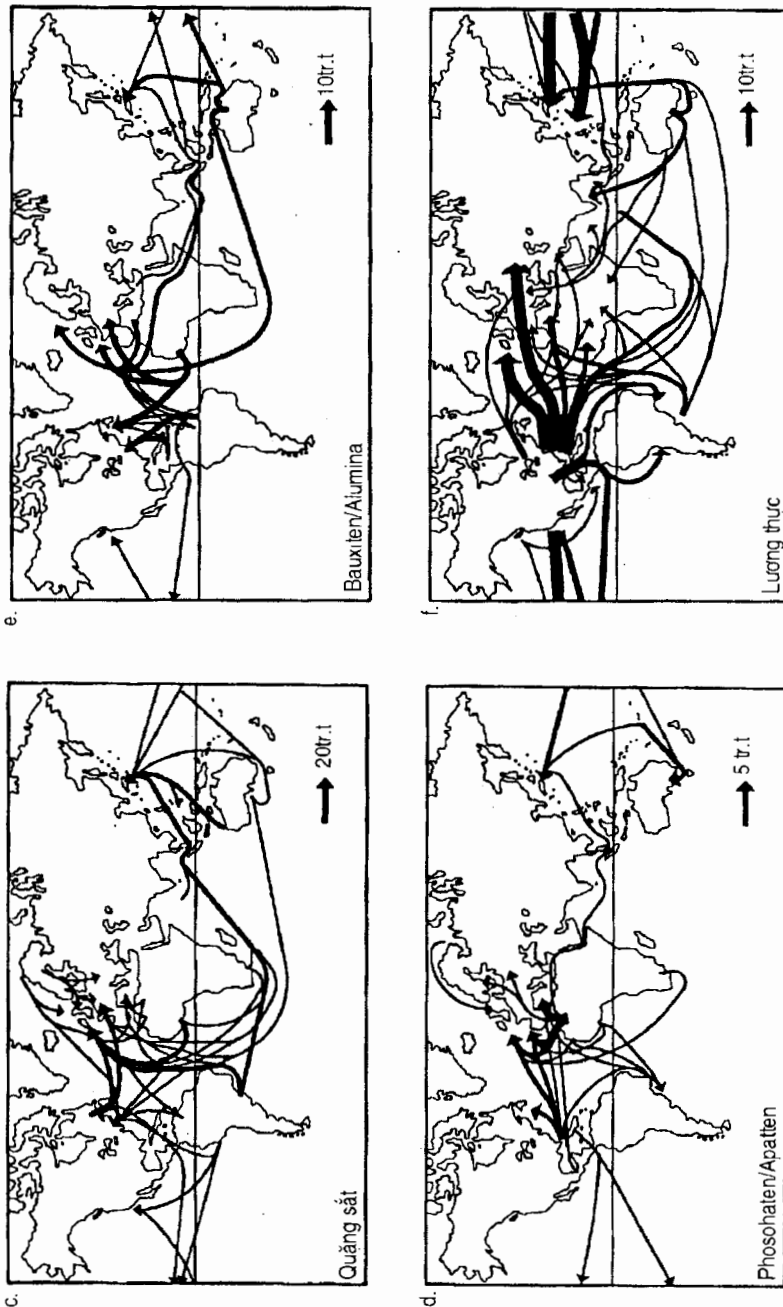
Ba khu vực này đều nằm ở trên dưới bắc vĩ tuyến 40. Đó cũng là ba trung tâm kinh tế biển khổng lồ nhất của toàn cầu được hình thành và không ngừng phát triển với 6 ngành kinh tế biển chủ chốt: kinh tế cảng, đóng tàu, dầu khí, du lịch, hải sản và lặn biển. Ba trung tâm khổng lồ này đồng thời cũng là ba khu vực giàu có nhất thế giới. Trong đó hai khu vực Tây Âu và Nhật là hai khu vực rất ít, thậm chí hầu như không có các mỏ khoáng quý hiếm. Song ba khu vực này luôn luôn có đầy đủ tất cả các loại nguyên liệu mà trên khắp các châu lục có. Tạo dựng ra điều này chính là nhờ biết khai thác đầy đủ 6 ngành kinh tế biển.

Ở Việt Nam, cũng có khá nhiều các nguồn nguyên liệu khoáng ghi ở hình 2.4 như: dầu -



Hình 2.5: Các luồng hàng hóa chính của vận tải biển
a- Dầu; b- Than đá;

khí, than đá và một số các kim loại màu và đen, song số lượng quá ít so với nguồn dự trữ tương ứng cho từng loại như có ở các nước. Sản lượng khai thác dầu thô ở Việt Nam khoảng 15 triệu tấn/năm, than đá \approx 10 triệu tấn/năm vào năm 2001 và sẽ tăng dần vào các năm sau 2002, 2003... Hai nguyên liệu này chủ yếu chuyên chở bằng tàu thủy cho khách hàng nội địa và nước ngoài. Điều này cũng tạo đà thúc đẩy nhanh phát triển các ngành kinh tế biển của Việt Nam.



Hình 2-5(tiếp): Các luồng hàng hóa chính của vận tải biển
 c- Quặng sắt; d- Phosphaten - Apatiten; e- Bauxiten - Alumina; f- Lương thực

2.3. SỰ XUẤT HIỆN CÁC KÊNH BIỂN LỚN TRÊN THẾ GIỚI VÀ CÁC KÊNH NỘI ĐỊA

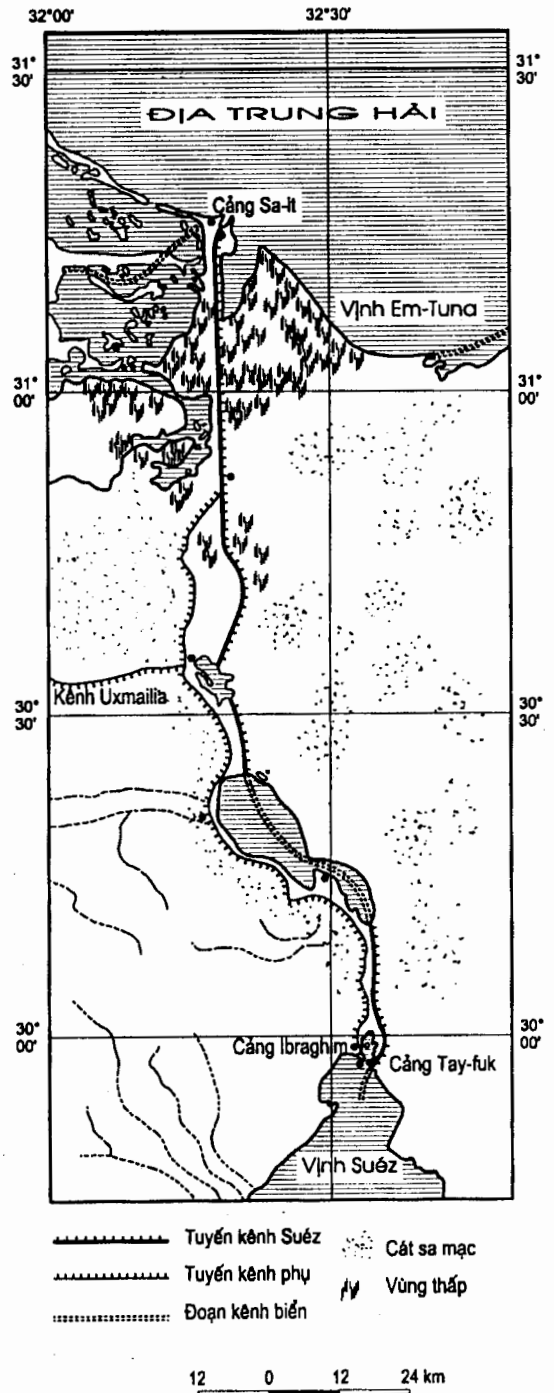
Sự tăng trưởng mạnh mẽ hàng vận tải biển cùng với kỹ thuật phát triển tàu biển và các ngành khoa học kỹ thuật khác từ cuối thế kỷ XIX, đầu thế kỷ XX, con người đã lần lượt giải các bài toán tối ưu cho vận tải biển. Một trong những bài toán tối ưu đó là phát hiện - chinh phục - cải tạo các luồng tàu biển ngắn, an toàn. Vì vậy lần lượt xuất hiện các kênh biển lớn trên thế giới.

a) Kênh đào Suéz

Kênh Suéz là một trong hai kênh biển lớn nhất và nổi tiếng nhất thế giới, nằm ở Đông Bắc Ai Cập nối Địa Trung Hải với Biển Đỏ theo hướng gần song song với dòng sông Nil - con sông dài nhất thế giới (6671km). Nhìn rộng hơn kênh đào Suéz rút ngắn luồng vận tải biển Đông - Tây từ Đại Tây Dương sang Ấn Độ Dương.

Bình thường luồng vận tải biển Đông - Tây phải đi vòng qua mũi Hảo Vọng (Kap der Hoffnung) ở cực Nam Châu Phi (hình 2.6). Năm 1859, kênh được khởi công xây dựng và 10 năm sau, năm 1869 mới khánh thành.

Kênh được thiết kế với tổng chiều dài 161 km; chiều rộng chỗ hẹp và thẳng $B = 60\text{m}$, chỗ cong $B = 100\text{m}$; chiều sâu $H = 12 \div 13\text{m}$, ứng với tàu có mớn nước $T = 10,65\text{m}$; tốc độ chạy tàu trong kênh $V = 13 \div 14 \text{ km/h}$. Trải qua gần 1,5 thế kỷ kênh đào Suéz đã được cải tạo mở rộng với chiều rộng $B = 150\text{m}$; chiều sâu $H = 13,5\text{m}$. Trong tương lai dự kiến sẽ nâng chiều sâu $H \geq 20,4\text{m}$ cho tàu vượt đại dương lớn hơn 250.000 DWT đi lại thuận tiện.



Hình 2.6: Vị trí kênh đào Suéz trong luồng Đông - Tây

Xét về mặt địa lý, kênh đào Suéz nằm kề với “đại dương dầu hỏa” nên lượng tàu chở dầu thô (Tanker) đi lại nhiều đến các nước có trữ lượng dầu nhiều nhất thế giới như: Irak, Iran, Kuwait, Ả-rập - Xêút,...

Ý nghĩa lớn nhất của kênh đào Suéz là rút ngắn đường đi từ Đông sang Tây (bảng 2-1). Nói chung, tàu vượt đại dương đi từ Châu Âu sang Ấn Độ Dương và ngược lại trung bình mỗi lượt đi rút ngắn được khoảng 6000km.

Bảng 2.1: Một số tuyến luồng rút ngắn đường đi của kênh đào Suéz

Số thứ tự	Tuyến luồng	Qua mũi Hảo Vọng (hải lý)	Qua kênh Suéz (hải lý)	Đoạn đường rút ngắn	
				Số hải lý	%
1	Odexa - Bombay	11 814	4 174	7 640	65
2	Kuweit - Hamburg	13 968	6 849	7 119	51
3	Rotterdam - Tokio	14 659	11 192	3 469	24
4	London - Sydney	12 962	11 529	1 433	11

Theo số liệu thống kê năm 1966, số tàu biển qua kênh Suéz là 21.250 chiếc với tổng lượng hàng 242 tr.t, chiếm 13,7% tổng lượng hàng buôn bán bằng tàu biển của toàn thế giới. Khi đó, tàu đi qua kênh có sức chở trung bình 11.400t.

Từ khi khánh thành đến nay, khả năng tàu lớn nhất đi qua kênh cũng tăng dần theo thời gian (bảng 2-2).

Bảng 2.2: Mốc thời gian tàu lớn nhất đi qua kênh đào Suéz

Số thứ tự	Khoảng thời gian	Chiều sâu kênh (m)	Sức chở của tàu lớn nhất (t)
1	1869 ÷ 1950	≤ 12	11 400
2	1950 ÷ 1975	12	50 000
3	1976 ÷ 1981	16 ÷ 17	150 000
4	Sau 1981	20 ÷ 23	250 000

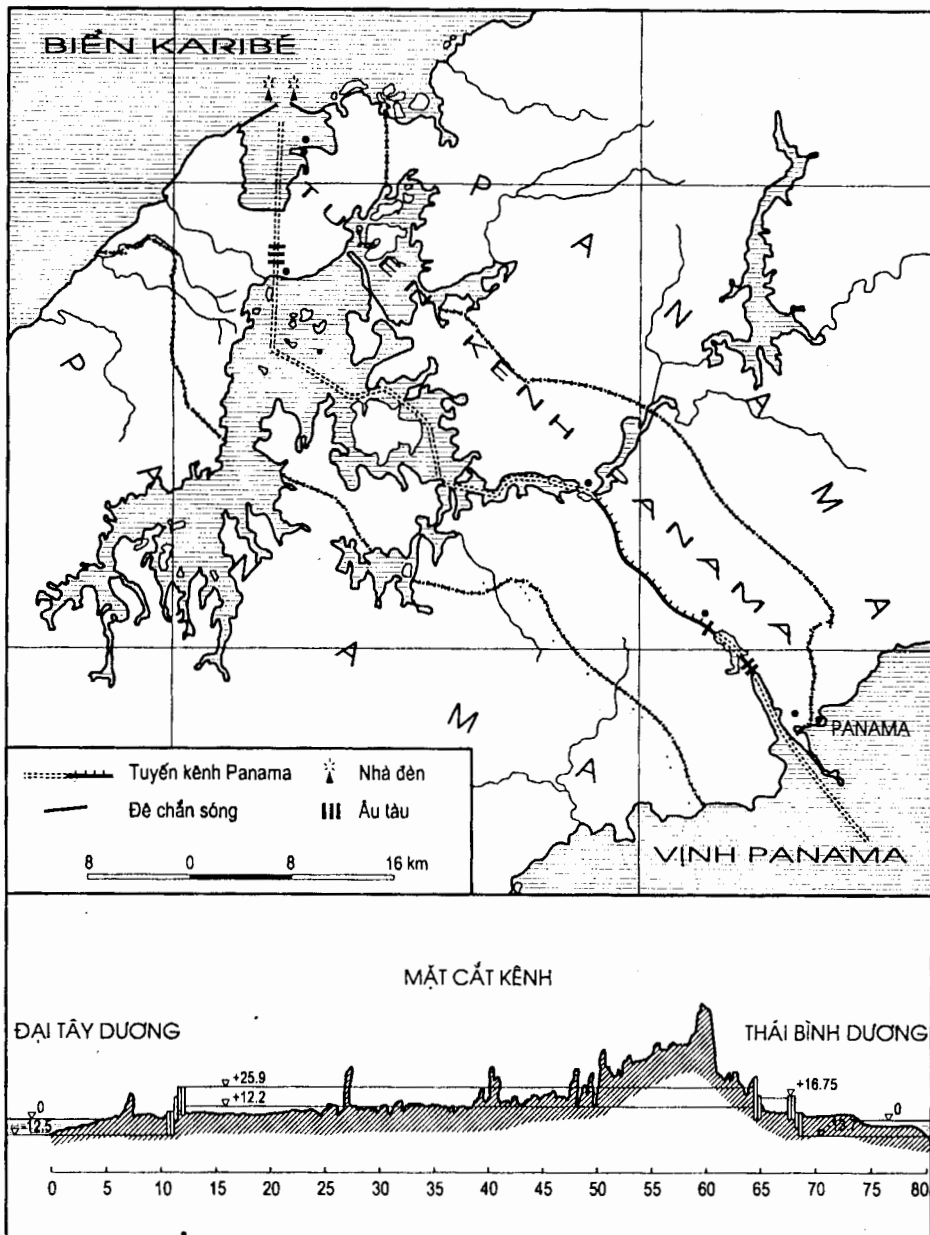
b) Kênh đào Panama

Châu lục có chiều dài lớn nhất toàn cầu là Châu Mỹ bao gồm cả Bắc Mỹ và Nam Mỹ từ Bắc Canada đến tận mũi Horn gần kề Nam cực. Do cấu tạo về mặt địa lý, Panama nằm chính giữa Trung Mỹ lại có chiều ngang nhỏ nhất nên vô hình chung trở thành địa điểm lý tưởng cho xây dựng một kênh đào lớn thứ hai của thế giới vào năm 1879 sau kênh đào Suéz 20 năm. Nước Mỹ đứng ra xây dựng suốt 35 năm mãi đến 1914 mới khánh thành.

Trên hình 2.7 là mặt bằng toàn tuyến cùng mặt cắt dọc kênh đào Panama từ biển Karibe thuộc Đại Tây Dương tới vịnh Panama thuộc Thái Bình Dương với tổng chiều dài 68km

trên hồ tự nhiên và 81,7km là kênh đào. Kênh đào Panama được thiết kế với chiều rộng $B = 150\text{m}$ và chiều sâu $H = 12,2\text{m}$. Hiện nay kênh đã được cải tạo cho $B = 300\text{m}$ và $H = 18\text{m}$. Tàu 150.000 DWT có thể đi qua được.

Đặc điểm nổi bật của kênh đào Panama khác với kênh đào Suéz là có hệ thống âu tàu (hình 2.7) với cột nước chênh lệch 25,9m. Đây là lý do phải kéo dài thời gian xây dựng tới 35 năm. Ngoài ra, chủ quyền kênh đào thuộc Mỹ, không thuộc nước bản xứ Panama, nên luôn xảy ra xung đột giữa hai nước Mỹ - Panama.



Hình 2.7: Toàn cảnh sơ đồ kênh đào Panama

Hợp chủng quốc Hoa Kỳ là quốc gia có rất nhiều cảng biển lớn nằm ở hai bên bờ Đại Tây Dương và Thái Bình Dương, tàu biển muốn qua lại phải đi vòng xuống tận Nam Châu Mỹ qua mũi Horn xa thêm hàng chục ngàn km. Trên bảng 2-3 là những ví dụ rút ngắn các tuyến luồng vận tải biển mà ý nghĩa chủ yếu đối với Mỹ.

Bảng 2.3: Một số tuyến luồng rút ngắn đường đi của kênh đào Panama

Số thứ tự	Tuyến luồng	Qua mũi Horn (hải lý)	Qua kênh Panama (hải lý)	Đoạn đường rút ngắn	
				Số hải lý	%
1	NewYork - Guayaquil	10 360	2 860	7 500	72
2	NewYork - Sanfrancisco	13 230	5 340	7 890	60
3	NewYork - Yokohama	14 042	9 700	3 342	26
4	Liverpool - Sanfrancisco	13 507	7 930	5 577	41

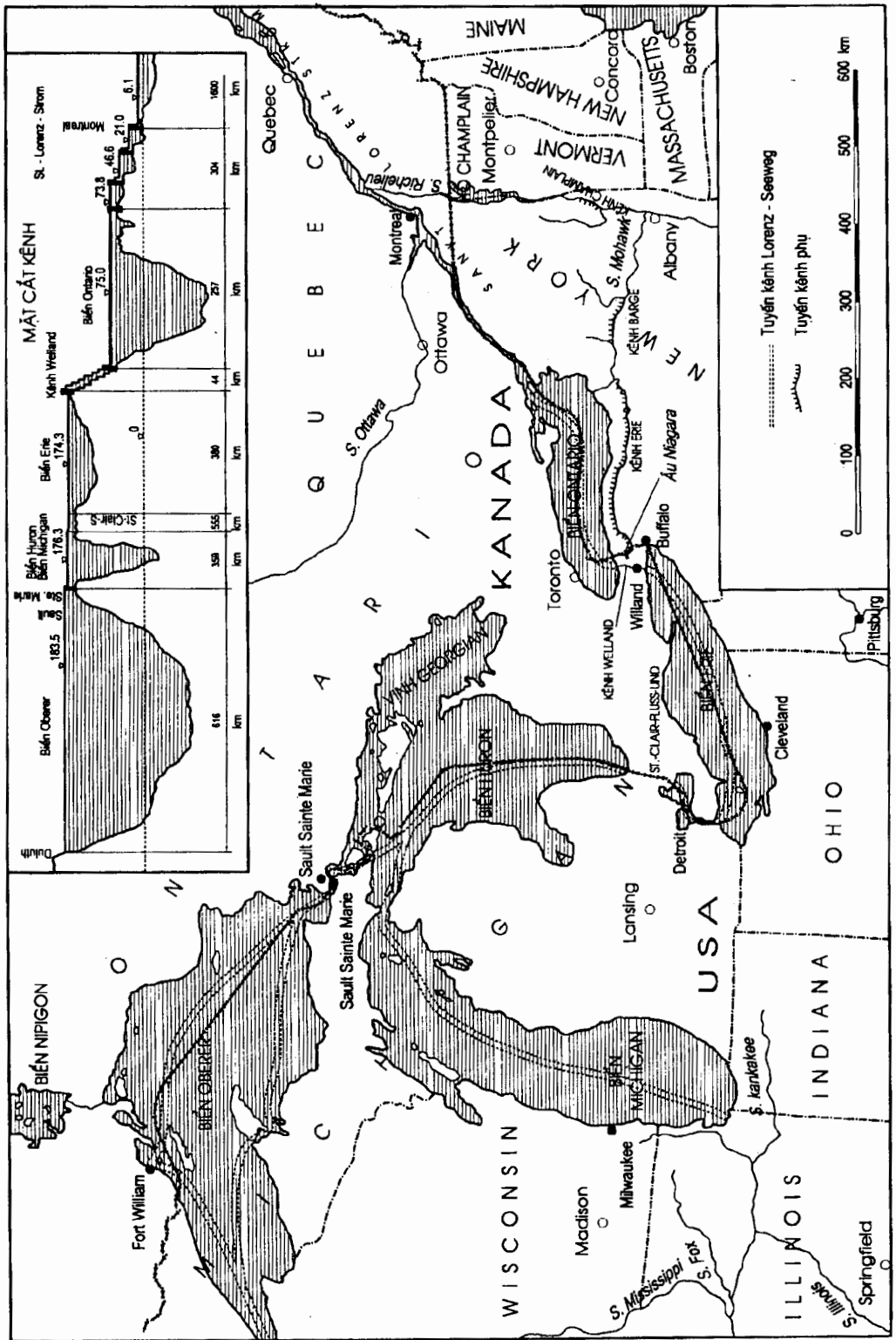
Theo số lượng thống kê 1976 tổng số tàu qua kênh đào Panama là 14.543 chiếc với lượng hàng 120tr.t chiếm 3,8% tổng lượng hàng vận tải biển thế giới. Năm 1966, chỉ có 11.925 chiếc tàu qua kênh với lượng hàng 82tr.t chiếm 4,6% tổng lượng hàng. Trọng tải tàu trung bình năm 1966 là 800t, còn năm 1976 là 1060t, ngày nay tàu tối đa tới 150.000DWT ứng với độ sâu H = 15 ÷ 18m.

c) Kênh đào Lorenz - Seeweg

Thiên nhiên đã phú cho vùng biên giới giữa Hoa Kỳ và Canada một loạt các hồ rộng và sâu như: Oberer, Michigan, Huron, Nipigon, Georgian, Erie, Ontario (hình 2.8). Các hồ tự nhiên này được nối với nhau chỉ qua những đoạn kênh đào ngắn, đồng thời hình thành rất nhiều các thành phố lớn cùng với các khu công nghiệp của Mỹ và Canada như: Chicago, Buffalo, Cleveland, Detroit, Toronto, Ottawa, Montreal, Quebec, Sault Sainte Marie.... Từ thực tế này, một kênh đào Lorenz - Seeweg nối Đại Tây Dương với các biển hồ dài 293km, sâu 8,2m ra đời. Tàu 5000 ÷ 8000 DWT thường xuyên đi lại. Năm 1976, có khoảng 7000 chiếc tàu qua kênh đào Lorenz - Seeweg với khoảng 50 triệu tấn hàng hoá chiếm 1,5% tổng lượng hàng vận tải biển toàn thế giới và với trọng tải trung bình của tàu 7143t.

So với hai kênh đào Suéz và Panama, kênh đào Lorenz - Seeweg không có nhu cầu mở rộng cải tạo sâu hơn cho các tàu biển cỡ lớn đi vào. Ý nghĩa chính của kênh đào này hoàn toàn không phải là rút ngắn luồng chạy tàu mà là khai thác tận dụng các biển hồ nằm sâu trong lục địa của hai nước đều là thành viên của 7 nước công nghiệp phát triển (G7).

Về mặt xây dựng kênh đào Lorenz - Seeweg đòi hỏi có hệ thống âu đê cân bằng mực nước giữa Đại Tây Dương chịu ảnh hưởng của thủy triều với các hồ chịu ảnh hưởng của chế độ thủy văn vùng Bắc cực là chính. Tổng cộng có tới 4 âu tàu với độ chênh mực nước khác nhau.



Hình 2.8: Hệ thống hồ tự nhiên sâu và rộng giữa Canada và USA và kênh Lorenz - Seeweg

d) Kênh đào Nord - Ostsee

Khu vực Bắc và Tây Âu có sự phồn vinh nhất về phát triển mạng lưới vận tải thủy bao gồm cả đường biển và đường sông. Không đâu trên thế giới và tất cả các sông có mật độ âu hóa cao như ở các nước: Hà Lan, Đức, Bỉ, Pháp, Đan Mạch (hình 2.9). Để tạo cho tàu bè lớn đi lại từ biển Bắc (Nordsee) sang biển Đông (Ostsee - Baltic) một kênh biển Nord - Ostsee ra đời. Kênh này cũng có tên Kielkanal nối từ thành phố cảng Kiel của Tây Đức trên biển Baltic với biển Bắc tại cửa sông Elbe có tổng chiều dài 98,7km (hình 2.9).

Kênh được xây dựng năm 1895 với độ sâu 11m. Nó là huyết mạch về vận tải biển của tất cả các nước Bắc Âu và Tây Âu bao gồm cả các nước ở Đông Âu (Balan, Nga và các nước khác thuộc Liên Xô cũ).

Theo thống kê năm 1976 có 45.748 lượt tàu biển với lượng hàng 48,4tr.t chiếm tới 1,5% tổng lượng hàng vận tải biển thế giới; xấp xỉ bằng lượng hàng qua kênh biển Lorenz - Seeweg.

e) Hai kênh biển Goetakanal và Saimaakanal ở Thụy Điển và Phần Lan

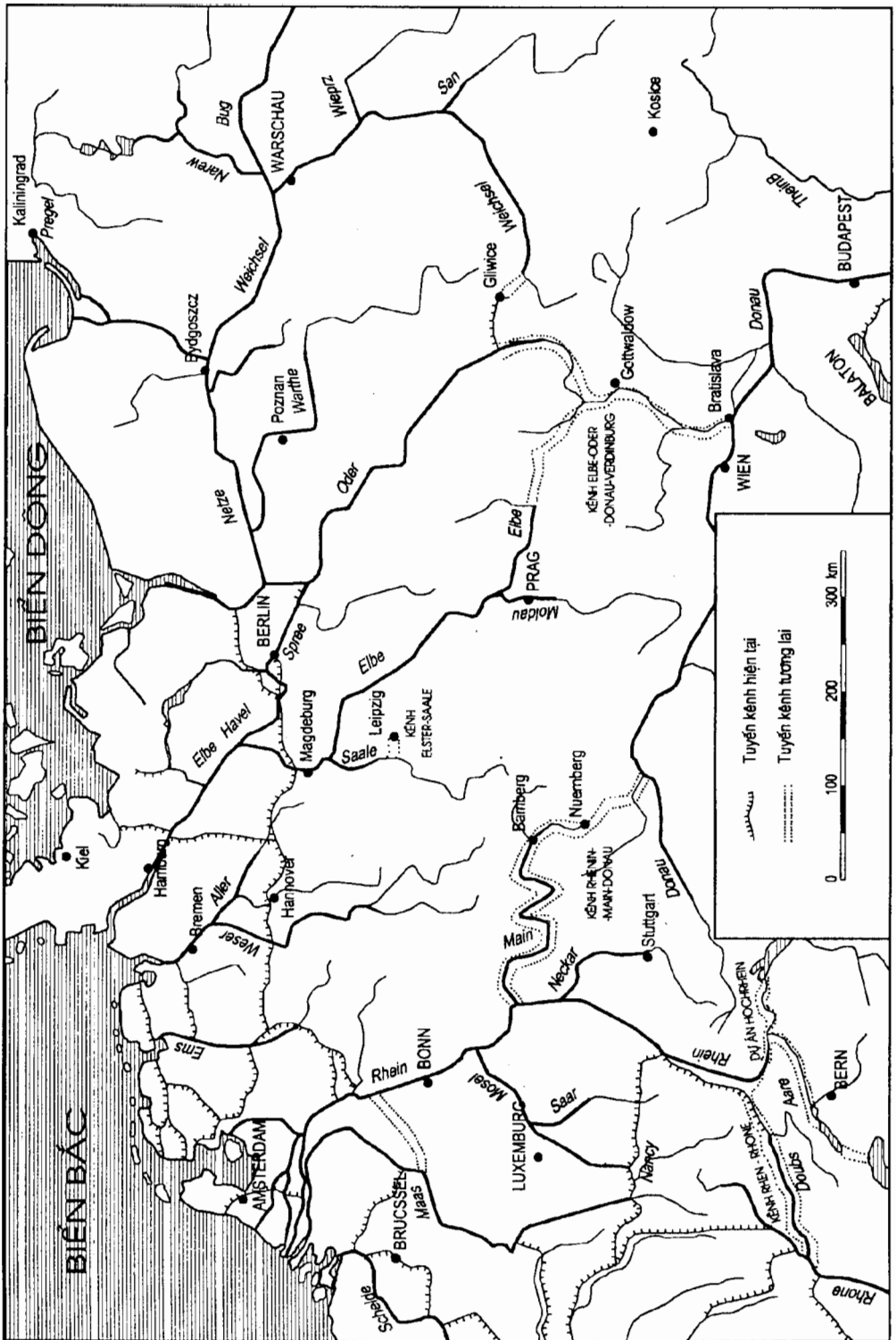
Hai nước Bắc Âu: Thụy Điển và Phần Lan và một phần vùng cực Tây Bắc của Nga có rất nhiều các biển hồ, các hồ, các đầm nằm xen kẽ ở rất nhiều nơi. Có thể thống kê một số hồ lớn có tên tuổi trên bảng 2-4.

Bảng 2.4: Các biển hồ có tên tuổi ở Thụy Điển và Phần Lan

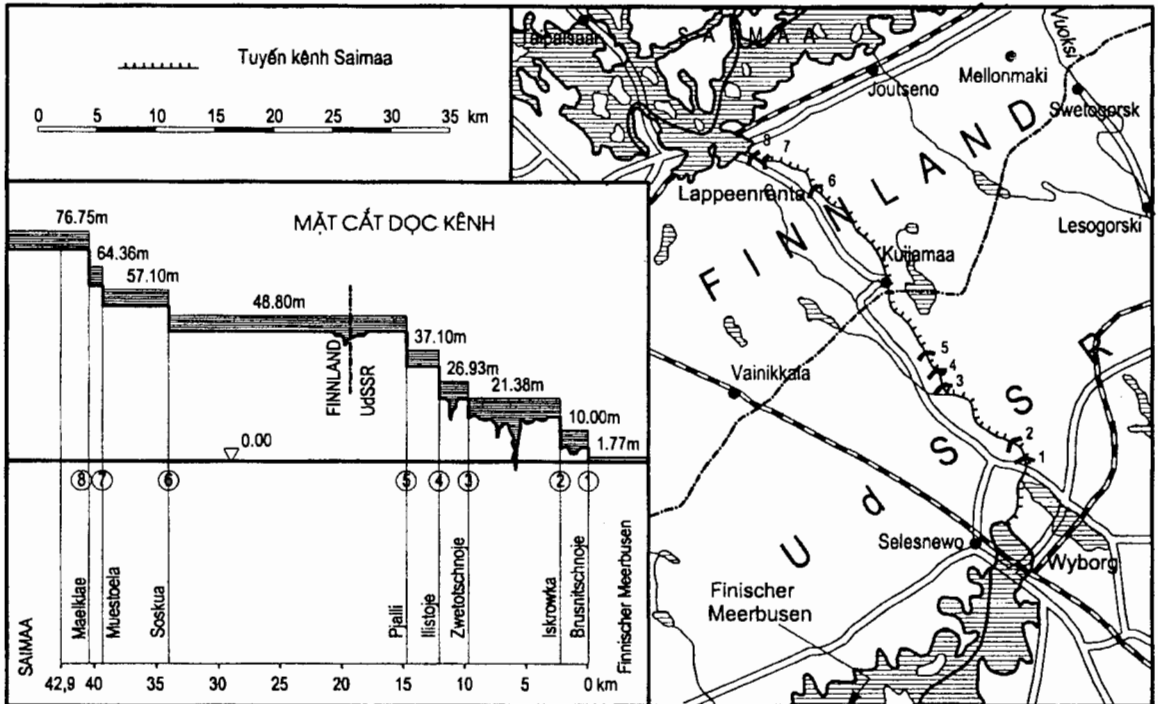
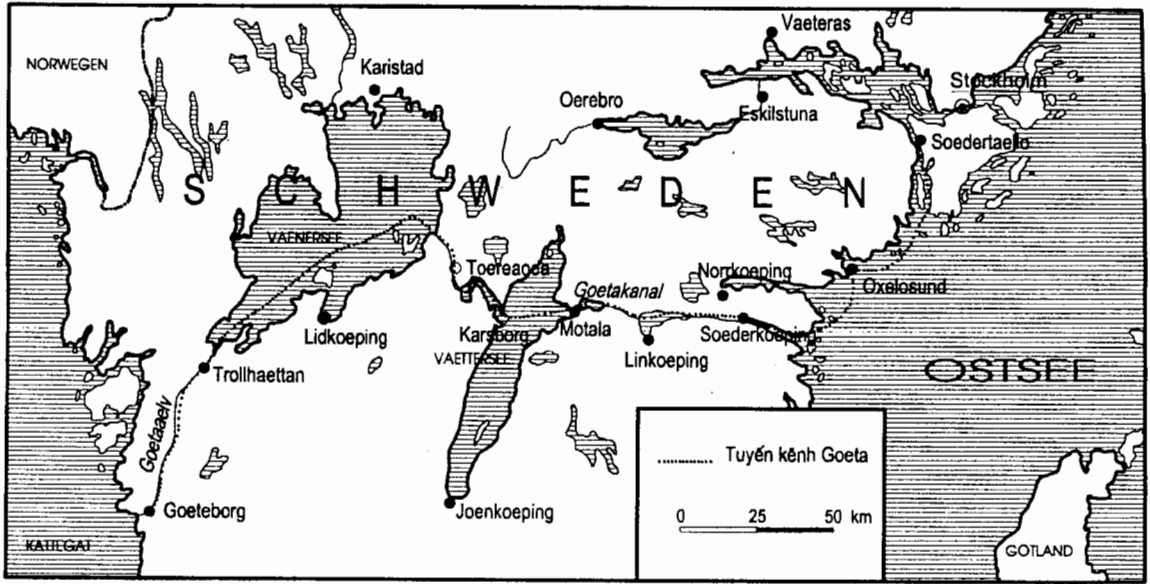
Số thứ tự	Tên hồ	Diện tích (km ²)	Nước
1	Vaener	5 585	Thụy Điển
2	Saima	4 400	Phần Lan
3	Vaetter	1 912	Thụy Điển
4	Maelar	1 140	Thụy Điển
5	Inari	1 100	Phần Lan
6	Paijaenne	1 065	Phần Lan

Cũng như các nước khác ở Tây Âu, Thụy Điển và Phần Lan đã tạo dựng ra được một mạng lưới đường thủy bao gồm cả cho tàu biển và tàu sông. Tất cả các hồ tự nhiên được thông thương với nhau qua hệ thống kênh đào và âu tàu. Trên hình 2.10 là sơ họa hai kênh biển khá đặc sắc ở hai nước Thụy Điển và Phần Lan.

• Goetakanal có chiều dài 180km thuộc chủ quyền của Thụy Điển (hình 2.10a). Nó nối biển Bắc (Nordsee) tại Kattegat với Ostsee (Baltic) cắt ngang qua Thụy Điển, tạo ra huyết mạch lưu thông giữa hai thành phố lớn Goeteborg và Stockholm. Đoạn đầu tiên dài 95km từ cửa sông Goetaaelv ngay tại Goeteborg tới hồ Vaener cho phép tàu biển 3500DWT chạy. Đoạn còn lại dài 91,5km cho tàu nhỏ hơn 3500DWT, vì độ sâu nhỏ và phải luôn qua hệ thống âu tàu có độ chênh mực nước tới 44m. Nếu tính toàn bộ luồng tàu từ Goeteborg đến thủ đô Stockholm bao gồm cả những đoạn luồng ven biển Ostsee có tổng chiều dài 600km với tổng cộng 65 âu tàu. Rõ ràng Goetakanal vừa có ý nghĩa là kênh của đường thủy nội địa, vừa là kênh biển có tầm quan trọng của Thụy Điển.



Hình 2.9: Kênh biển Nord - Ostsee (Kielkanal) cùng các kênh đào khác (đường gạch gạch) trong tương lai ở Châu Âu



Hình 2.10: Hai kênh biển Goetakanal và Saimaakanal ở Thụy Điển và Phần Lan.
a) Goetakanal ở Thụy Điển; b) Saimaakanal ở Phần Lan

- Saimaa - Kanal là kênh biển ở Phần Lan nối một nhóm biển hồ Saimaa với biển Baltic (Ostsee) tại cửa sông Wyborg của Nga đổ ra vịnh Finland (hình 2.10b). Kênh có tổng chiều dài 42,9km trong đó 23,3km trong lãnh thổ Phần Lan, còn lại 19,6km thuộc Nga.

Kênh được xây dựng năm 1856 còn sớm hơn cả kênh đào Suéz. Chiều sâu trung bình 4,2m bảo đảm cho tàu 3000DWT lưu thông. Tuy chiều dài ngắn song số lượng ô tô chiếm kỷ lục tới 28 chiếc ở giai đoạn đầu sau khi khánh thành, ngày nay đã cải tạo rút xuống chỉ còn 8 ô tô với độ chênh mực nước 75,6m.

Saimaa - Kanal tuy nhỏ, song tầm quan trọng không nhỏ; năm 1980 đã chuyên chở 1,3tr.t hàng, chủ yếu là các mặt hàng: gỗ, giấy, cellulose và chất lỏng.

f) Kênh đào nối biển Bắc với Địa Trung Hải

Ở Châu Âu, kênh đào đường thủy nội địa có ý nghĩa nhất nối biển Bắc (Nordsee) với Địa Trung Hải (Mittelmeer) là Rhein - Rhone kanal qua miền trung Châu Âu. Phía Bắc là cửa Rhein có cảng biển lớn nhất thế giới Rotterdam với 320tr.t/năm, phía Nam là cửa Rhone với cảng biển Marseille lớn nhất của Pháp 100tr.t/năm (hình 2.11).

Tuyến luồng có tổng chiều dài gần 2000km song chiều dài kênh Rhein - Rhone chỉ có 229km. Tàu 1350t rất yên tâm không sợ bão gió đi từ Marseille qua Lyon, Basel, Bonn, Koeln và cuối cùng là Rotterdam của Hà Lan. Vì vậy, kênh có ý nghĩa chuyển tải hàng hóa từ các tàu lớn và siêu lớn sang các tàu sông để đến rất nhiều vùng của Đức, Pháp, Bỉ, Hà Lan, Thụy Sĩ, Ý.

Ngoài Rhein - Rhone kanal còn nhiều kênh đào khác nối tất cả các sông lớn ở Châu Âu để tàu có thể đi từ biển Bắc xuống Địa Trung Hải như:

- Elbe - Oder - Donau vào Hắc Hải tại Rumanien rồi ra Địa Trung Hải (hình 2.9);

- Rhein - Donau qua hầu hết các nước ở Nam Âu rồi đổ ra Biển Đen và tiếp ra Địa Trung Hải (hình 2.9).

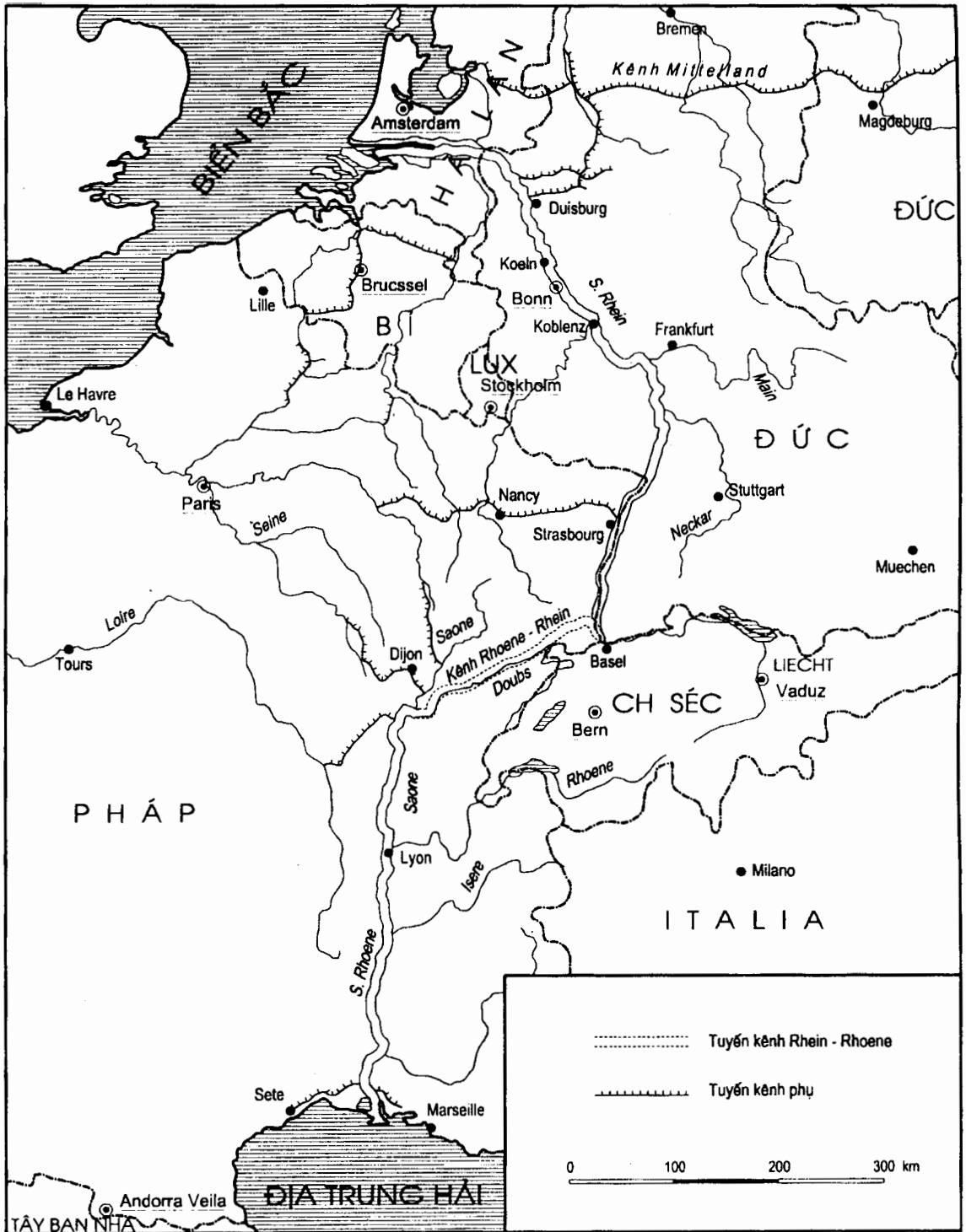
g) Dự án kéo dài bờ biển vào sâu lục địa

Toàn bộ Châu Âu có ba phía là bờ biển:

- Bắc Băng Dương, Baltic, Bạch Hải phía Bắc;

- Đại Tây Dương phía Tây;

- Địa Trung Hải, Hắc Hải, Lý Hải phía Nam, chỉ còn phía Đông thuộc các nước SNG là không có biển, song lại có sông Volga dài 3688km bao hầu hết mặt đông của Châu Âu (hình 2.12). Ngoài Volga phần đất Châu Âu thuộc Liên Xô cũ còn 11 sông có chiều dài trên 1000km (bảng 2-5).



Hình 2.11: Kênh Rhein - Rhone nối Biển Bắc với Địa Trung Hải

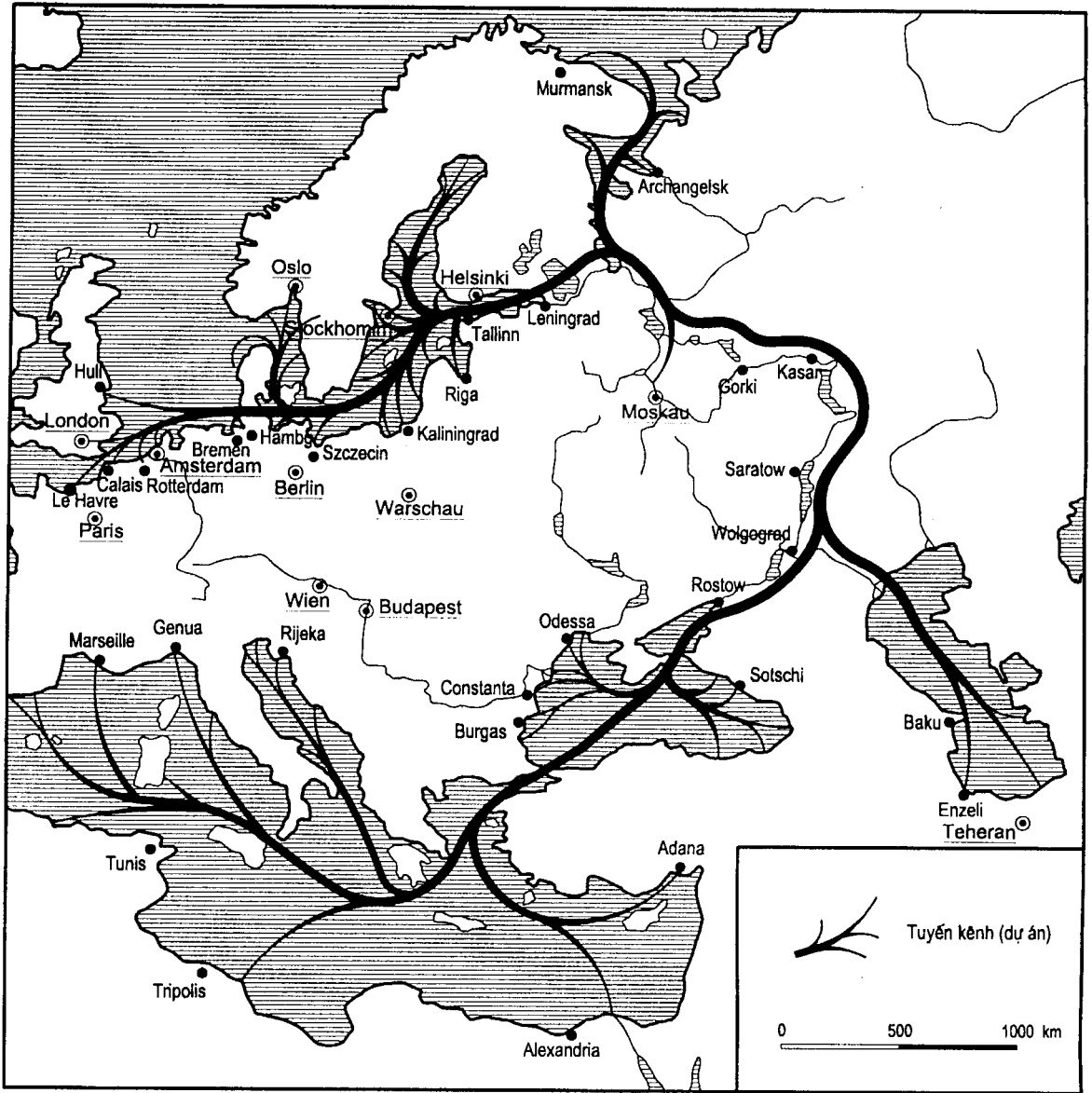
**Bảng 2.5: Các sông lớn trên 1000km
ở phần Châu Âu của Liên Xô cũ**

Số thứ tự	Tên sông	Chiều dài (km)
1	Volga	3 688
2	Ural	2 534
3	Dnepr	2 285
4	Kama	2 030
5	Don	1 970
6	Petschora	1 790
7	Oka	1 480
8	Belaja	1 420
9	Dnestr	1 370
10	Noerdliche Dwina	1 293
11	Wytschegda	1 109
12	Westliche Dwina	1 020

Trước đây vào thời kỳ Xô viết các sông này đã được chỉnh trị cho nhiều mục đích: năng lượng, tưới tiêu, giao thông thủy, thoát lũ. Nhiều đoạn sông đã được âu hóa và nối tiếp với nhau qua một loạt các kênh đào nổi tiếng được khánh thành vào thời kỳ Xô viết như:

- Kênh Volga - Don dài 101km với 13 âu tàu;
- Kênh Moskwa dài 128km xây dựng 1937;
- Kênh Ostsee - Weissmeer dài 227km xây dựng 1933 (nối giữa Baltic và Bạch Hải);
- Kênh Dnepr - Bug; kênh Marien và các kênh đào khác.

Mặc dầu đã có nhiều công trình chỉnh trị sông phục vụ giao thông thủy, song hiện nay con người đang có một “DỰ ÁN KÉO DÀI BỜ BIỂN VÀO SÂU LỤC ĐỊA” hay còn gọi là dự án “BIỂN VÒNG QUANH CHÂU ÂU” (hình 2.12). Nếu dự án này trở thành hiện thực thì tàu 5000DWT có thể đi vòng quanh Châu Âu từ Bắc cực vùng Murmansk xuôi theo dòng Volga ra Lý Hải - Hắc Hải, rồi băng qua Địa Trung Hải đến Đại Tây Dương vòng qua Kielkanal vào Baltic đến Helsinki và cuối cùng qua kênh đào Ostee - Weissmeer trở lại Murmansk (hình 2.12).



Hình 2.12: Dự án kéo dài bờ biển vào sâu lục địa

h) Dự án đường thủy xuyên châu lục Nam Mỹ

Năm 1981, các quốc gia Nam Mỹ đã thảo luận đề ra dự án tuyến đường thủy khổng lồ xuyên châu lục (hình 2.13). Theo dự án này, ba sông lớn nhất ở Nam Mỹ: Orinoco, Amazonas và Parana thông thương với nhau. Các thủ đô Montevideo của Uruguay, Buenos Aires của Argentinien, Asuncion của Paraguay, Suere của Bolivien và Caracas của Vénézuéla gắn với nhau bằng đường thủy mà không nhất thiết phải xuôi theo Đại Tây Dương. Tuyến luồng dài hàng chục nghìn cây số này sẽ tiêu tốn hàng tỷ đô la, song hiệu quả cũng rất to lớn.



Hình 2.13: Tuyến đường thủy xuyên châu lục ở Nam Mỹ (dự án)

2.4. MỘT SỐ THÀNH TỰU KINH TẾ BIỂN THẾ GIỚI

Tổng quan chung nền kinh tế biển thế giới được khái quát với đầy đủ 6 ngành kinh tế biển và có các nhận xét sau:

- Hai ngành kinh tế cảng và đóng tàu được hội tụ tại 3 vùng đều thuộc trên dưới vĩ tuyến bắc ± 40 . Đó là:

- Các nước Châu Âu (EU): Na Uy, Anh, Đức, Pháp, Tây Ban Nha, Ý, Bồ Đào Nha, Hà Lan, Bỉ,... và sau đó thêm một vài nước Đông Âu: Rumanien, Bulgarien, Nam Tư, Hy Lạp, Thổ Nhĩ Kỳ;

- Hoa Kỳ bao gồm cả Tây thuộc Đại Tây Dương từ Boston đến Nordfolk và Đông thuộc Thái Bình Dương từ Portland đến Los Angeles;

- Nhật Bản đất nước được gọi là cường quốc số một về số lượng cảng biển (≈ 1200 cảng), về vận tải biển và đóng tàu, suốt từ Kushiro đến Osaka.

- Kinh tế khai thác dầu và khí được dịch chuyển gần tới đường xích đạo, song chủ yếu ở Bắc xích đạo như: Trung Đông, Nigeria - Benin, Indonesien, Vénézuéla và vịnh Mexiko. Ngoài ra ở vùng biển Bắc giữa Na Uy - Anh có nhiều mỏ khai thác song sản lượng không nhiều. Các vùng kể trên khai thác dầu thô là chính, còn công nghiệp chế biến ra các sản phẩm công nghiệp từ dầu lại chuyển đến ba khu vực: Nhật, Châu Âu và Hoa Kỳ.

- Đánh bắt thủy hải sản chiếm áp đảo là các nước Châu Á và Thái Bình Dương: Nga, Nhật, Trung Quốc, Việt Nam, Thái Lan, Philippin, Indonesien, Malaysia, Ấn Độ. Phía Tây Thái Bình Dương phải kể đến Canada, Hoa Kỳ, Mexiko, Peru và Chile. Các nơi khác có: Nam Phi, Ghana, Tây Ban Nha, Na Uy. Sản lượng tối thiểu của mỗi nước kể trên $\geq 1.000.000$ t/năm. Nếu cộng cả cá nước ngọt nữa thì Châu Á vẫn chiếm tỷ lệ vượt trội $60 \div 65\%$ tổng sản lượng thủy hải sản toàn thế giới.

- Lấn biển nổi trội toàn thế giới là nhóm nước Tây Âu: Hà Lan, Đức, Anh, Pháp, Đan Mạch, trong đó Hà Lan được coi là cường quốc số một về lấn biển. Một phần ba diện tích Hà Lan hiện tại là do lấn biển.

- Du lịch biển là ngành kinh tế biển thăng trầm rất lệ thuộc vào tình hình kinh tế, xã hội, chính trị của mỗi nước. Khoảng 150 nước có bờ biển ít nhiều đều có đầu tư cho ngành kinh tế biển này, song sự thống kê hàng năm không được tiến hành bằng những số liệu cụ thể.

Trong ba thập niên gần đây, các ngành kinh tế biển đều có bước phát triển mạnh, bởi tiến ra biển đang là xu hướng, thậm chí còn là điều kiện sống, còn cho thu nhập toàn xã hội. Dưới đây lần lượt giới thiệu một số thành tựu của các ngành kinh tế biển.

2.4.1. Kinh tế cảng

Thành tựu kinh tế cảng trên thế giới được nổi bật qua sự phát triển buôn bán đường biển trong hai nhóm hàng chính: hàng rời chất đóng (Bulk commodities) và dầu (Oil). Trên bảng 2-6 và bảng 2-7 là các số liệu do OECD cung cấp hai nhóm hàng trên.

Bảng 2.6: Hàng chất đóng của buôn bán bằng đường biển (tr.t)

Năm	Quặng sắt	Lương thực (hạt rời)	Than đá	Bauxite - alumina	Phosphate	Tổng cộng
1970	247	89	101	34	33	504
1971	250	91	94	35	35	505
1972	247	108	96	35	38	524
1973	298	139	104	38	43	622
1974	329	130	119	42	48	668
1975	292	137	127	41	38	635
1976	294	146	127	42	37	646
1977	296	147	132	46	44	645
1978	278	169	127	46	47	667
1979	327	182	159	46	48	762
1980	314	198	188	48	48	796
1981	303	206	210	45	42	806
1982	273	200	208	38	40	759
1983	257	199	197	36	43	732
1984	306	207	232	44	44	833

Từ yêu cầu tăng mạnh lượng hàng vận tải biển kéo theo các cảng lớn xuất hiện với lượng hàng $Q \geq 50$ tr.t/năm ở khắp các châu lục. Theo thống kê toàn thế giới có khoảng 460 cảng từ cấp IV trở lên. Trên bảng 2-8 liệt kê các cảng nổi tiếng của năm châu với mốc thời gian 1985. Đặc biệt hàng container đang là xu hướng và có tính thời đại. Bảng 2-9 là số lượng TEU của 20 cảng container lớn nhất trên thế giới.

Bảng 2.7: Thành tích vận tải dầu trong từng vùng (không kể ngoài vùng) [10⁹t.hải lý] của toàn thế giới

Đến	Từ	Hoa Kỳ	Canada	Tây bán cầu khác	Tây Âu	Châu Phi	Đông Nam Á	Nhật	Úc	Đông bán cầu khác	Các nước không xác định	Thế giới 1984	Dầu thô 1984	Sản phẩm 1984	Thế giới 1983	Thế giới 1982
Hoa Kỳ	-	-	đường bộ	15	64	3	27	24	1	1	-	135	32	103	147	147
Canada	đường bộ	-	-	-	0	-	-	1	-	-	-	1	1	-	1	3
Mỹ Latinh	111	20	69	204	15	15	-	74	1	36	8	538	342	196	534	548
Tây Âu	171	4	9	-	12	12	-	-	2	6	4	208	131	77	192	212
Bắc Phi	65	7	20	148	2	2	-	12	-	39	-	293	240	53	273	290
Tây Phi	115	2	21	183	12	12	-	-	-	14	17	364	349	15	312	336
Trung Đông	314	16	322	417	52	52	294	937	34	154	11	2 551	2 295	256	2 695	3 533
Mũi đất phía đông	260	-	-	276	59	-	-	-	-	-	-	595	595	-	744	1 639
Địa Trung Hải của Suéz	3	-	-	46	56	-	-	6	-	-	-	111	111	-	108	131
Đông Sume	51	16	-	-	302	9	-	-	-	5	-	383	337	46	386	36
Nam Sume	-	-	-	-	-	43	294	931	34	149	11	1 462	1 286	176	1 457	1 407
Đông Á của Liên Xô cũ	131	-	-	-	10	2	-	113	14	9	17	296	204	92	265	302
Đông Âu	24	-	-	51	124	-	119	150	1	14	-	483	270	213	414	365
Bán cầu khác	7	-	-	-	5	2	9	4	0	-	4	31	13	18	24	27
Thế giới 1984	938	49	507	1 155	100	100	449	1 315	53	273	61	4 900	3 911	989	-	-
Thế giới 1983	902	70	567	1 146	122	122	425	1 270	56	265	34	-	-	-	4 857	-
Thế giới 1982	1 021	96	610	1 809	154	154	417	1 257	73	265	51	-	-	-	-	5 753

Bảng 2.8: Lượng hàng Q (tr.t/năm) của một số cảng trên thế giới

Thứ tự	Tên cảng	Q	Thứ tự	Tên cảng	Q
Châu Âu					
1	Rotterdam	251,0	11	Gent	26,7
2	Marseille	89,4	12	Bilbao	25,9
3	Antwerpen	86,2	13	Venedig	25,2
4	Hamburg	59,5	14	Goeteborg	25,0
5	Le Havre	49,7	15	Nantes	22,9
6	Genua	42,8	16	Rouen	22,1
7	Duenkirchen	32,2	17	Szczecin	21,0
8	Bremen	29,8	18	Tarragona	21,0
9	Forth	29,0	19	Rostock	19,7
10	Amsterdam	27,9	20	Gdansk	18,1
Châu Phi					
1	Richards - Bay	46,7	6	Abidjan	9,3
2	Port Harcourt	28,2	7	Port Elizabeth	5,8
3	Durban	24,4	8	Kapstadt	5,6
4	Casablanca	23,3	9	Douala	4,4
5	Teneriffa	12,1	10	Dar-es-salaam	3,4
Châu Á					
1	Kobe	160,4	6	Karachi	14,9
2	Yokohama	116,0	7	Aqaba	14,5
3	Singapor	105,8	8	Madras	14,1
4	Kaohsiung	55,2	9	Keelung	12,5
5	Hong Kong	53,7	10	Shuaiba	12,5
Australien					
1	Dampier	39,4	4	Fremantle	13,8
2	Sydney	36,1	5	Auckland	6,5
3	Newcastale	33,1	6	Papeete	0,9
Châu Mỹ					
1	New - Orleans	125,6	6	Quebec	14,7
2	Vancouver	56,1	7	Halifax	14,0
3	Houston	40,3	8	Kingston	11,8
4	Santos	28,6	9	San Juan	9,7
5	Montreal	21,1	10	Valparaiso	1,7

Bảng 2.9: Lượng hàng container (TEU) của 20 cảng biển thế giới trong 1987

Thứ tự	Tên cảng	TEU	Thứ tự	Tên cảng	TEU
1	Hong Kong	3 450	11	Ham Burg	1 451
2	Rotterdam	2 920	12	Antwerpen	1 437
3	Kaohsing	2 779	13	Tokyo	1 288
4	Singapør	2 479	14	Yokohama	1 285
5	New York	2 350	15	Felixstowe	1 053
6	Keelung	1 960	16	Bremen	1 040
7	Kobe	1 880	17	Seattle	1 026
8	Busan	1 825	18	Aueland	961
9	Los Angeles	1 580	19	San Juan	938
10	Long Beach	1 458	20	Tacoma	874

Nói đến kinh tế cảng toàn cầu đương nhiên phải kể đến cường quốc vận tải biển số một là Nhật Bản, trung tâm kinh tế lớn thứ ba toàn cầu. Với lượng cảng biển khổng lồ khoảng 1200 cảng luôn luôn dẫn đầu về kinh tế cảng, được minh chứng bằng các số liệu cho ở bảng 2-10.

Rõ ràng kinh tế cảng luôn đóng vai trò chủ đạo của kinh tế biển. Thiếu nó, hẳn các ngành kinh tế biển khác khó phát triển được. Điều này cũng đúng cả cho Việt Nam, nước vừa mới thoát ra khỏi cuộc chiến tranh bị tàn phá nặng nề.

Bảng 2.10: Lượng vận tải biển của Nhật Bản theo các loại hàng (10³t)

Loại hàng		Năm	1994 (A)	1995 (B)	Tỷ lệ phát triển A/B (%)
Tổng cộng xuất - nhập khẩu			828 435	854 218	3,1
Xuất khẩu	<i>Tổng xuất khẩu</i>		95 347	97 383	2,1
	Quặng và thép		23 695	22 715	-4,1
	Xi măng		14 752	13 815	-6,4
	Ôtô chở khách		4 108	3 656	-11,0
	Máy móc		11 605	11 841	2,0
	Thiết bị điện		1 932	2 199	13,8
	Các hàng khác		39 255	43 157	10,0
Nhập khẩu	<i>Tổng nhập khẩu</i>		733 088	756 835	3,2
	<i>Tổng hàng khô</i>		414 170	437 747	5,7
	Quặng sắt		116 090	120 435	3,7
	Than		117 133	126 179	7,7
	Muối		7 458	8 063	10,6

Bảng 2-10: (tiếp theo)

Năm		1994 (A)	1995 (B)	Tỷ lệ phát triển A/B (%)
Nhập khẩu	Quặng đồng	3 457	3 825	31,7
	Gỗ súc, gỗ xẻ	22 851	23 051	0,9
	Bột giấy	3 713	3 582	-3,5
	Hàng sành sứ	11 968	13 679	14,3
	Lúa mì	6 352	5 965	-6,1
	Hạt ngũ cốc	15 930	16 584	4,1
	Đậu tương	4 731	4 813	1,7
	Máy móc - thiết bị	1 905	2 522	32,4
	Các hàng khác	102 582	109 049	6,3
	<i>Tổng cộng hàng lỏng</i>	<i>318 918</i>	<i>319 089</i>	<i>0,1</i>
	Dầu thô	231 950	229 240	-1,2
	Dầu nặng	5 342	4 804	-10,1
	Các loại khác	81 626	85 045	4,2

2.4.2. Kinh tế đóng tàu

Kinh tế đóng tàu luôn luôn bị lôi kéo bởi kinh tế cảng, vì kinh tế cảng là khách hàng của kinh tế đóng tàu. Điều này rất có ý nghĩa đối với các nước công nghiệp phát triển, vì công nghiệp đóng tàu thường là một ngành công nghiệp mũi nhọn của các nước công nghiệp có bờ biển. Theo thống kê của Haack, trên thế giới trước năm 1984 có khoảng 50 nước đóng tàu với sản lượng lớn hàng năm. Bảng 2-11 là thống kê sản lượng đóng tàu của 18 nước trong năm 1981.

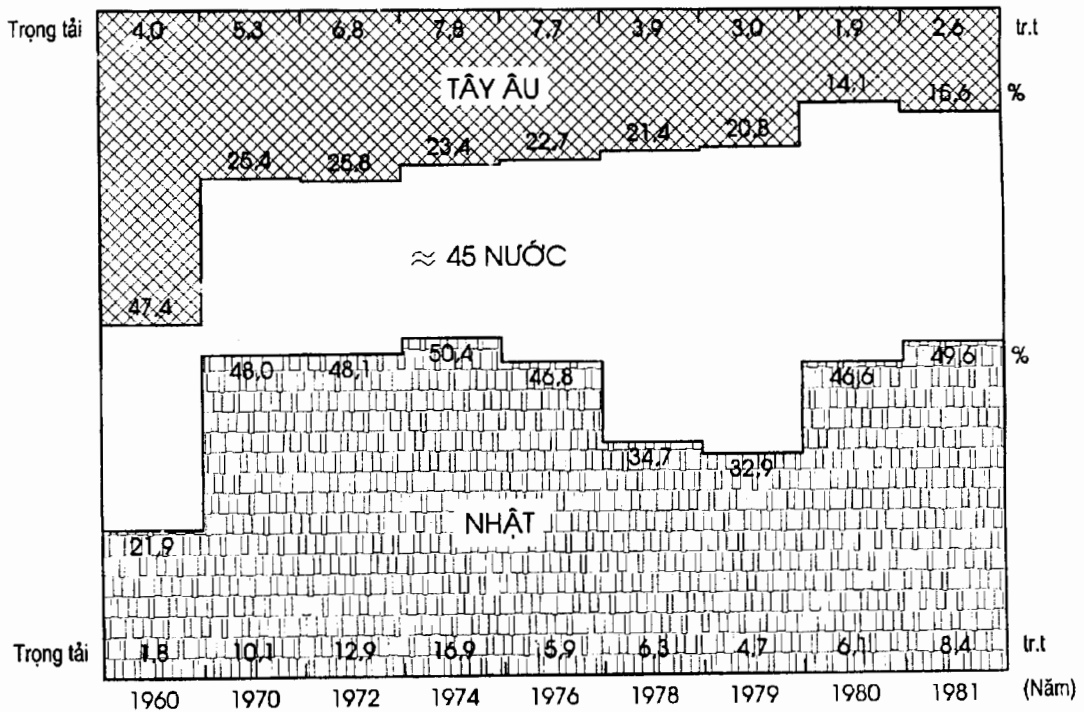
Bảng 2.11: Sản lượng đóng tàu năm 1981 theo thống kê của Haack ở các nước

Thứ tự	Tên nước	Số tàu đóng mới	Trọng tải (1000 t)	Tỷ lệ % trọng tải toàn thế giới
1	Nhật Bản	839	8 400	49,6
2	Hàn Quốc	45	929	5,5
3	Tây Ban Nha	86	780	4,6
4	Brasil	43	716	4,2
5	Tây Đức	99	703	4,2
6	Pháp	35	502	3,0
7	Thụy Điển	33	453	2,7
8	Liên Xô cũ	136	403	2,4
9	USA	223	360	2,1
10	Đông Đức	54	358	2,1

Bảng 2.11 (tiếp theo)

Thứ tự	Tên nước	Số tàu đóng mới	Trọng tải (1000 t)	Tỷ lệ % trọng tải toàn thế giới
11	Đan Mạch	45	352	2,1
12	Đài Loan	14	311	1,8
13	Na Uy	70	310	1,8
14	Ba Lan	40	283	1,7
15	Italia	51	271	1,6
16	Nam Tư	17	223	1,3
17	Phân Lan	31	217	1,3
18	Anh	46	213	1,3
19	Các nước khác	362	1 146	6,8

Từ bảng 2-11 ta thấy: Nhật Bản là cường quốc số một của công nghiệp đóng tàu, chiếm gần 50% sản lượng toàn thế giới. Điều này không những chỉ có ý nghĩa trong năm 1981 mà hầu như suốt từ những năm 1960. Trong khi đó tất cả các nước Tây Âu chỉ chiếm khoảng 25% sản lượng chung toàn thế giới; thậm chí có lúc tụt xuống chỉ còn 14,1% như năm 1980. Trên hình 2.14 là sơ đồ so sánh sản lượng đóng tàu giữa Nhật Bản với các nước Tây Âu (Anh, Pháp, Tây Ban Nha, Đan Mạch, Na Uy, Ý, Đức). Các nước ở khu vực Bắc Âu, Bắc Mỹ, Đông Nam Á tuy có khởi sắc mạnh công nghiệp đóng tàu, song so với Nhật Bản và Tây Âu, số lượng tàu đóng mới vẫn còn chiếm tỷ lệ khiêm tốn khoảng 30%.

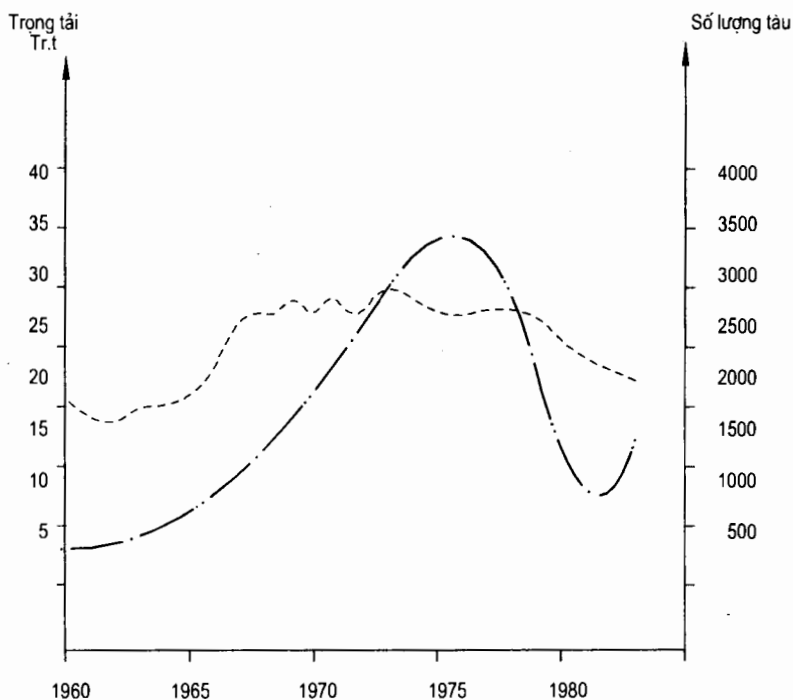


Hình 2.14: So sánh sản lượng đóng tàu giữa Nhật và Tây Âu

Cũng theo Haack, thành tựu đóng tàu của toàn thế giới liên tiếp từ 1977, 1978, 1980 và 1981 về hai khía cạnh số lượng tàu đóng mới và tổng trọng tải của chúng có sự dao động không lớn (bảng 2-12). Song nếu so sánh cũng ở hai khía cạnh này từ 1960 đến 1981 thấy dao động về số lượng tàu không nhiều (hình 2.15), còn dao động về tổng trọng tải rất cao (hình 2.15). Điều này do nhiều nguyên nhân về khủng hoảng xã hội, về sự phát đạt của từng khu vực khác nhau dẫn đến sự thay đổi lượng hàng vận tải biển và kéo theo sự thay đổi nền công nghiệp đóng tàu.

Bảng 2.12: Tổng sản lượng đóng tàu toàn thế giới từ 1977÷1981

Thứ tự	Năm	Số lượng tàu	Tổng trọng tải (1000 t)
1	1977	2 796	27 532
2	1978	2 618	18 194
3	1979	2 466	14 289
4	1980	2 412	13 101
5	1981	2 269	16 930



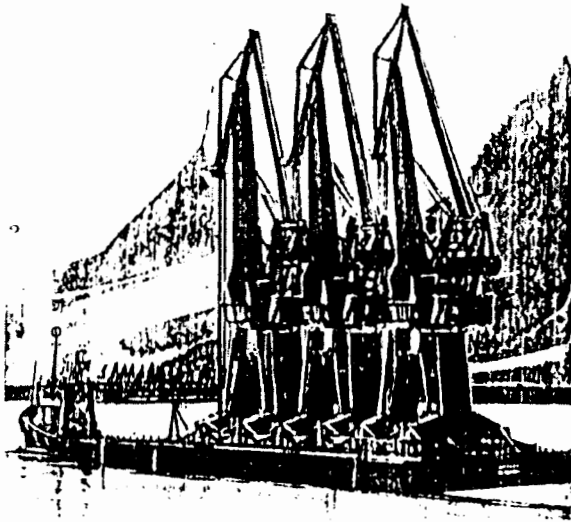
Hình 2.15: Đồ thị thay đổi số lượng tàu đóng mới -----
và tổng tải trọng tàu đóng mới - . - . - .

Loại tàu đóng mới rất đa dạng: tàu biển và tàu sông. Riêng tàu biển gồm 4 loại chính:

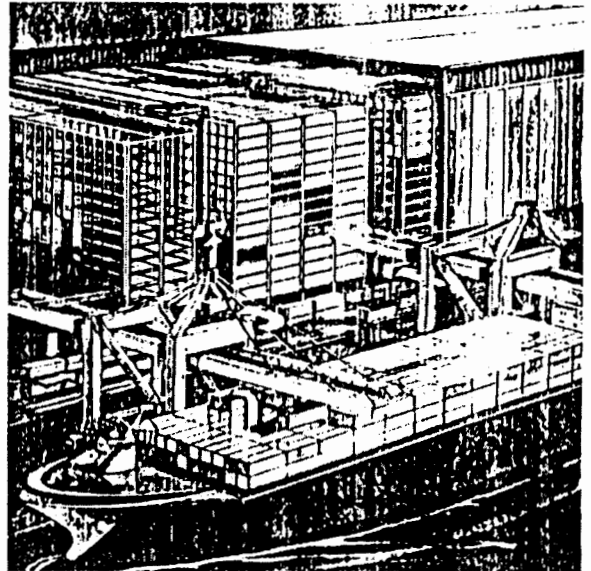
- Tàu chở hàng: hàng chất đóng, hàng rời, tàu dầu, tàu container,...
- Tàu kỹ thuật: cầu nổi, tàu nạo vét, tàu kéo đẩy, trạm bơm, tàu khoan, tàu cứu hỏa,...
- Tàu đánh cá: tàu đánh bắt xa bờ, tàu đánh bắt gần bờ, tàu chế biến,...
- Tàu khách: tàu khách vượt đại dương, tàu khách nội địa,...

Trên các hình 2.16, 2-17 là hai hình ảnh về tàu - ponton cầu nổi nặng rất hiện đại và tàu container đang xếp container.

Tóm lại, công nghiệp đóng tàu từ 1960 trở lại đây có rất nhiều đột phá: về mặt trọng tải tới 500.000 ÷ 600.000 DWT, về mặt thể loại rất đa dạng như: tàu phá băng nguyên tử, tàu ngầm, tàu chiến hạm, tàu đánh cá xa bờ 1000CV,.... Đây là nguyên nhân chính để xuất hiện rất nhiều cảng siêu sâu trên thế giới.



*Hình 2.16: Tàu - ponton
cầu nổi hiện đại*



Hình 2.17: Tàu container

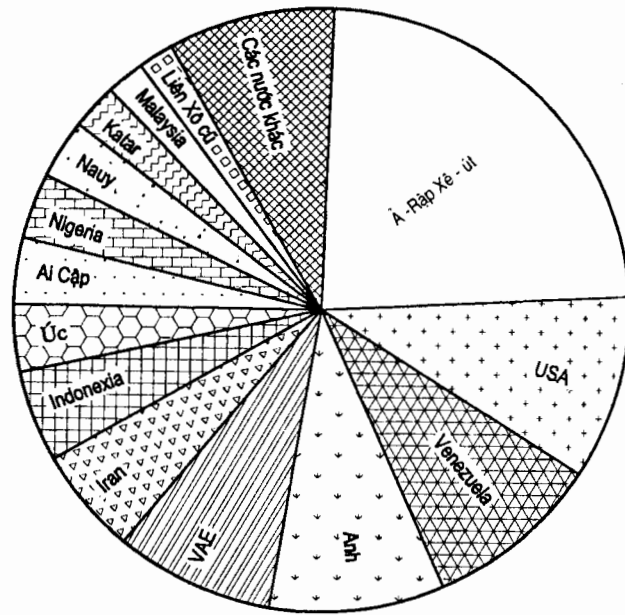
2.4.3. Kinh tế dầu khí

Theo các số liệu thống kê, đến năm 1995 thì tổng trữ lượng dầu thế giới 137 tỷ tấn; trong đó ở ngoài biển chiếm 25% : 33 tỷ tấn.

Trữ lượng được phân phối như sau:

- 50% ở Trung Đông: Ả Rập Xê út, Iran, Irak, Koweit,...
- 25% ở Bắc và Nam Mỹ: Hoa Kỳ, Mexico, Vénézuéla, Brasil,...
- 13% ở Châu Âu: Anh, Nauy, Liên Xô cũ; Pháp, Đức,...
- 6,5% ở Châu Phi: Nigeria, Algerien, Nam Phi, Angola,...
- 5,5% ở Châu Á: các nước ASEAN, Ấn Độ.

Theo số liệu của Haak năm 1984 thì tỷ lệ khai thác dầu ở thềm lục địa của các nước đứng đầu được thể hiện trên hình 2.18 với cường quốc số 1 là Ả Rập Xê út (Saudi - Arabien) chiếm gần 25% toàn thế giới.

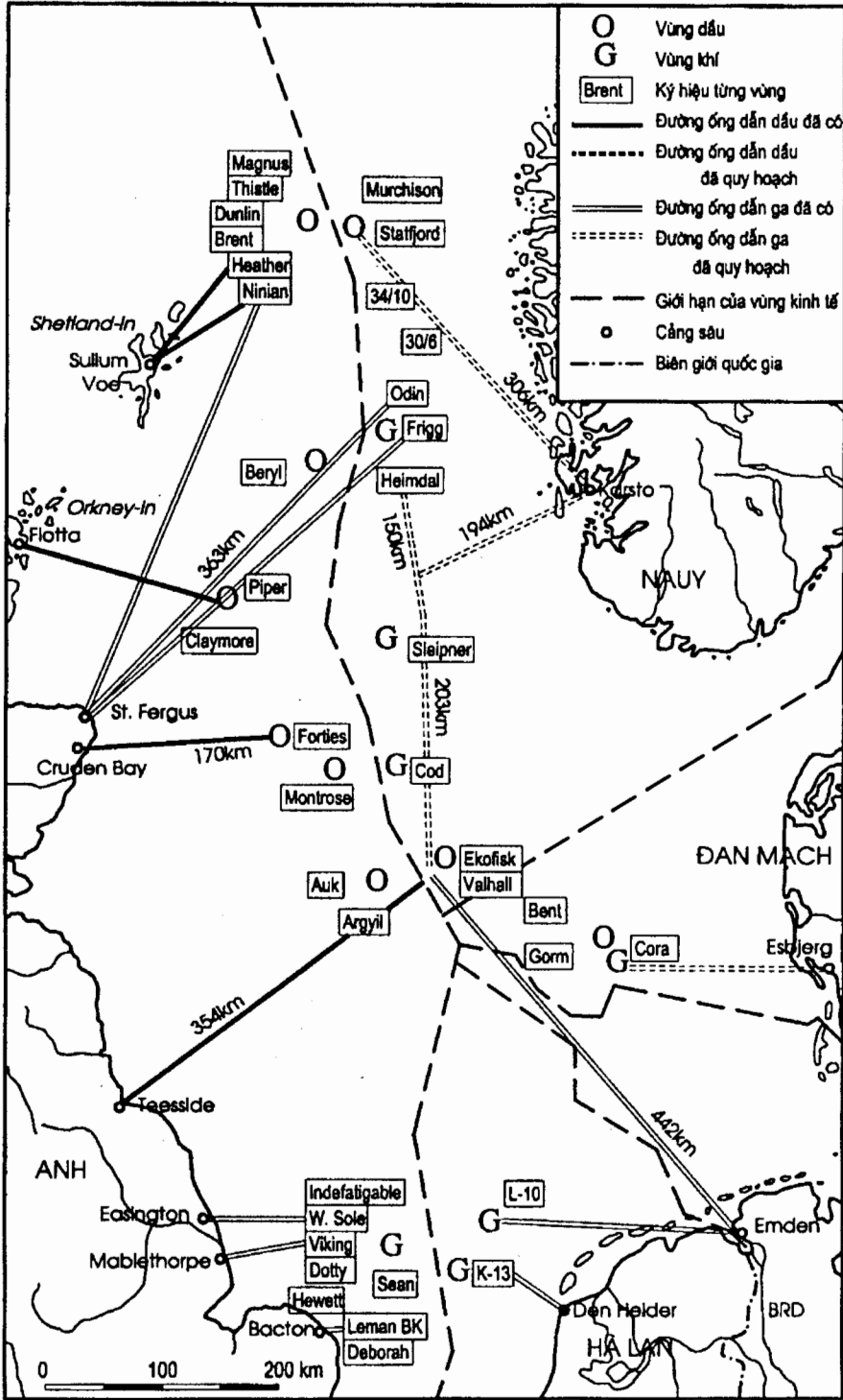


Hình 2.18: Tỷ lệ khai thác dầu ngoài biển của các nước

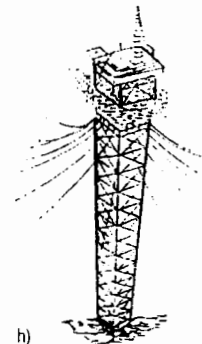
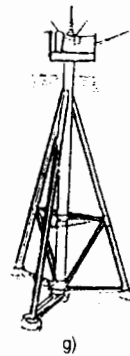
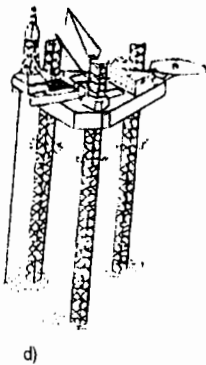
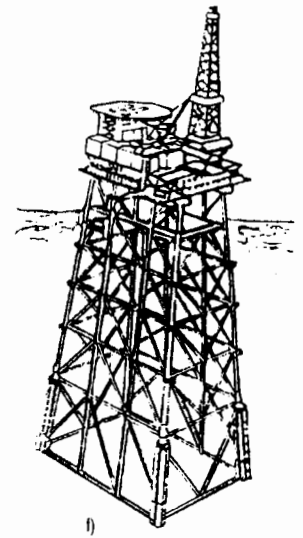
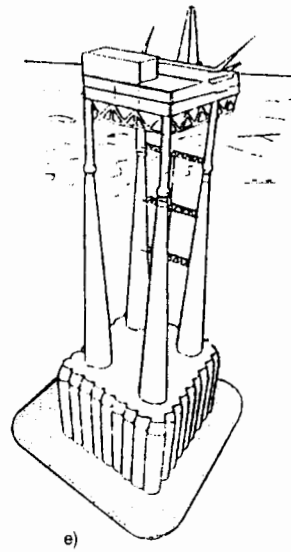
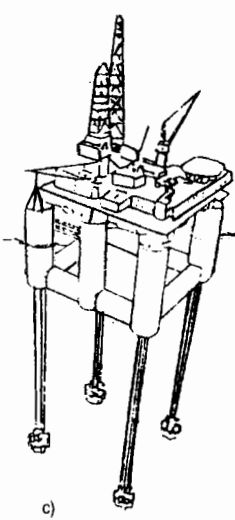
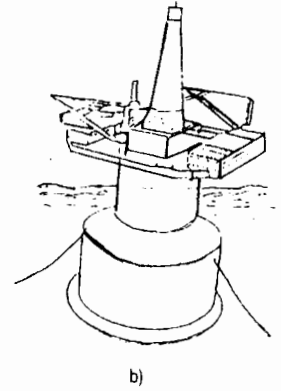
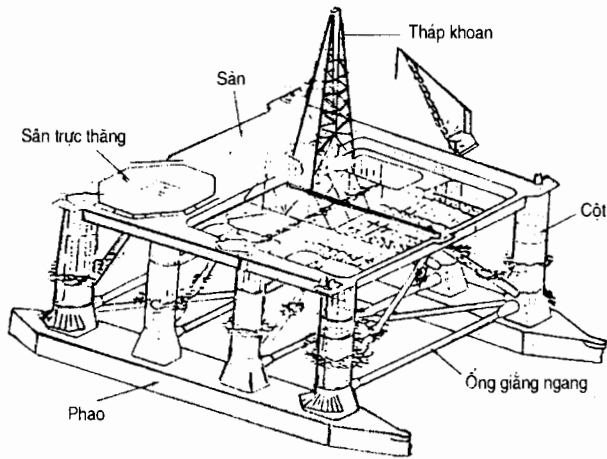
Sản lượng dầu toàn thế giới trung bình trong những năm gần đây đạt 3 tỷ tấn/năm. Riêng năm 1995 là 3261 triệu tấn, trong đó khối OPEC là 1343 triệu tấn, chiếm 41%, ngoài OPEC chiếm 1918 triệu tấn. Chỉ tiêu của OPEC là 24,5 triệu thùng/ngày; riêng năm 1995 là 26,3 triệu thùng/ngày. Các nước xuất khẩu dầu (OPEC) thì Vénézuéla chiếm chủ yếu, sau đó đến Gabon, Nigeria, Dubai, Indonexia. Các nước ở khu vực Biển Bắc cũng cung cấp chủ yếu cho khối OPEC: Nauy 139,8 triệu tấn năm 1995; Anh 130 triệu tấn năm 1995. Cả hai nước này đều đạt 6 triệu thùng/ngày; trong đó mỏ TROLL 190.000 thùng/ngày. Trên hình 2.19 là mạng lưới mỏ khai thác dầu (O) và khai thác khí (G) của 4 nước Bắc Âu: Anh, Nauy, Hà Lan, Đan Mạch với một nhịp độ rất đều đặn.

Ở Châu Mỹ La tinh, sản lượng khai thác dầu của một số nước là: Brasil 36,7 triệu tấn năm 1995, tức 1,5 triệu thùng/ngày, đến năm 2000 là 75 triệu tấn/năm; Colombia cũng có sản lượng khai thác trên 1 triệu thùng/ngày.

Về khí toàn thế giới có trữ lượng 120 tỷ tỷ m³. Mỗi 1 tỷ m³ khí tương đương năng lượng 0,87 triệu tấn dầu thô. Vì vậy, việc khai thác dầu luôn đi kèm theo khai thác khí để sản xuất điện, phân bón và các sản phẩm khác. Về mặt công nghệ khai thác dầu và khí ngoài biển qua các loại kết cấu giàn khoan rất khác nhau. Trên hình 2.20a, b, c, d, e, f, g, h lần lượt là các loại giàn khoan: giàn nửa chìm, giàn có chân kéo, giàn tự nâng, giàn trọng lực, giàn cố định, giàn 3 trục, giàn có cột neo.



Hình 2.19: Sơ đồ các mỏ khai thác dầu và khí của các nước Bắc Âu



Hình 2.20: Cấu tạo một số giàn khoan ngoài biển
 a,b) Giàn khoan nửa chìm; c) Giàn khoan có chân kéo; d) Giàn khoan tự nâng;
 e) Giàn khoan trọng lực; g) Giàn 3 trục; h) Giàn có một neo; f) Giàn khoan cố định.

Tình hình ngành kinh tế biển khai thác dầu khí của các nước ASEAN cũng phát triển mạnh theo đà cùng nhịp độ của toàn cầu. Bảng 2-13 là tóm tắt tình hình chung về trữ lượng và sản lượng dầu khí của các nước ASEAN, trong đó có Việt Nam.

Bảng 2.13: Tình hình dầu khí ở các nước Asean

Thứ tự	Tên nước	Trữ lượng dầu khí	Sản lượng khai thác	Ghi chú
1	Indonexia	<i>Dầu:</i> 10,4 tỷ thùng (ngoài biển chiếm 22%) Có 250 mỏ với 6 mỏ lớn trữ lượng 4÷0,5 tỷ thùng, các mỏ khai thác từ 5÷50 triệu thùng. <i>Khí:</i> 200 nghìn tỷ m ³ .	- Năm 1966: 70 triệu tấn/năm, tức 1,5 triệu thùng/ngày - Xuất khẩu 2,8 triệu tấn khí lỏng LPG/năm	- Thứ 1 Đông Nam Á về sản xuất dầu - Thành viên của OPEC
2	Malaixia	<i>Dầu:</i> 4,3 tỷ thùng <i>Khí:</i> 80 nghìn tỷ m ³ - Tỷ lệ phát hiện cao (1:3) 99 mỏ dầu + 176 mỏ khí đang khai thác 32 mỏ dầu và 7 mỏ khí - 65% trữ lượng ở biển Nam Trung Hoa - 54 mỏ khí ở độ sâu 50÷140m - Sẽ thăm dò vùng sâu 200m	<i>Dầu:</i> 650 nghìn thùng/ngày <i>Khí:</i> 2500 triệu m ³ /ngày, năm 1995	- Thứ 2 Đông Nam Á về sản xuất dầu
3	Brunei	<i>Dầu:</i> 2,3 tỷ thùng <i>Khí:</i> 13 nghìn tỷ m ³	<i>Dầu:</i> 175.000 thùng/ngày năm 1995 <i>Khí:</i> 996 triệu m ³ /ngày năm 1995	- Thứ 3 Đông Nam Á về sản xuất dầu - Thứ 4 thế giới về LNG
4	Thái Lan	<i>Dầu:</i> 80 triệu thùng, mỏ trên đất liền khai thác 9 năm Condensant: 450 triệu thùng, khai thác 37 năm. <i>Khí:</i> 15 ngàn tỷ m ³ , mỏ Bangkok khai thác 37 năm.	- Năm 1995, dầu và Condensant 5700 thùng/ngày; - Khí 1 tỷ m ³ /ngày trong năm 1995; - Năm 2000 có nhu cầu 2,5 tỷ m ³ /ngày	Phải nhập nhiều khí
5	Phillipien	- 300÷500 triệu thùng dầu - 3,5 ngàn tỷ m ³ khí	<i>Dầu:</i> bắt đầu 1992 với 19 ngàn thùng/ngày; - Năm 1996: giảm còn 3400 thùng/ngày <i>Khí:</i> bắt đầu 1994, sản xuất 6 triệu m ³ /ngày	Phải nhập nhiều dầu, nhu cầu 300 ngàn thùng/ngày

Bảng 2-13 (tiếp theo)

Thứ tự	Tên nước	Trữ lượng dầu khí	Sản lượng khai thác	Ghi chú
6	Lào	- Đã ký 3 hợp đồng thăm dò, mới tiến hành khảo sát địa chấn; trong vài năm tới có thể khoan.	Chưa khai thác	Chưa có luật dầu khí
7	Myanmar	<i>Dầu</i> : ít không đáng kể <i>Khí</i> : đang khai thác mỏ nhỏ trên đất liền - Tiềm năng lạc quan với 2 mỏ ngoài khơi 6,4 ngàn tỷ m ³	<i>Dầu</i> : 4,3 triệu thùng, tức là 11800 thùng/ngày trong năm 1995. <i>Khí</i> : 69,4 tỷ m ³ , tức 190 triệu m ³ /ngày năm 1995.	
8	Campuchia	- Chưa phát hiện trữ lượng - Hiện có 3 công ty khoan thăm dò		Đang soạn thảo luật dầu khí
9	Việt Nam	- Dầu quy đổi 3,5 tỷ tấn, trong đó 300 tỷ m ³ khí	- Năm 2010 khai thác 30÷40 triệu tấn, trong đó 7 tỷ m ³ khí	

Theo số liệu mới nhất thì hiện nay có khoảng 40 nước khai thác dầu trên biển. Con số này sẽ ngày càng tăng vì hiện tại có rất nhiều nước đã tiến hành thăm dò và xây dựng luật dầu khí để thu hút đầu tư.

2.4.4. Kinh tế hải sản

Với diện tích mặt biển toàn thế giới 361 triệu km² là nguồn cung cấp thực phẩm lớn và ngày càng tăng cho tất cả các nước có bờ biển và cả một số nước không có bờ biển. Theo thống kê thì thấy thu nhập đánh bắt cá hàng năm của các vùng biển và đại dương trên thế giới là khác nhau:

- Vùng Tây Bắc Thái Bình Dương trung bình 9,2 kg/ha diện tích mặt nước;
- Vùng Đông Bắc Đại Tây Dương : 7,0 kg/ha diện tích mặt nước;
- Vùng Tây Bắc Đại Tây Dương : 5,4 kg/ha diện tích mặt nước;
- Vùng Hắc Hải và Địa Trung Hải : 5,5 kg/ha diện tích mặt nước;
- Vùng Đông Nam Thái Bình Dương : 3,8 kg/ha diện tích mặt nước;
- Vùng Đông Bắc Thái Bình Dương : 2,6 kg/ha diện tích mặt nước;
- Vùng trung tâm phía Đông Đại Tây Dương: 2,5 kg/ha diện tích mặt nước;

Kinh tế hải sản có sớm nhất trong sáu ngành kinh tế biển, thậm chí trước cả kinh tế cảng, mặc dầu nó là kinh tế chủ đạo. Sự tăng trưởng đánh bắt hải sản được tăng mạnh sau chiến tranh thế giới lần II (bảng 2-14)

Bảng 2.14: Sản lượng đánh bắt cá toàn thế giới (triệu tấn) từ biển

Năm	1938	1958	1960	1970	1975	1980
Sản lượng cá biển	22,6	28,4	37,7	69,3	66,4	72,2

Nếu lấy sản lượng đánh bắt cá biển năm 1980 phân chia theo các đại dương: Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương, Thái Bình Dương và đại dương Nam Cực thì sản lượng cá cho từng vùng được cho ở bảng 2-15.

Bảng 2.15: Phân chia sản lượng đánh bắt cá 1980 cho các vùng biển thế giới

Vùng biển	Diện tích (1000 km ²)	Sản lượng cá (1000 t)	Tỷ lệ diện tích (%)	Tỷ lệ đánh bắt cá (%)
Đại Tây Dương và biển lân cận	97 410	25 004	27,0	38,7
Ấn Độ Dương và biển lân cận	59 683	3 593	16,5	5,6
Thái Bình Dương và biển lân cận	168 659	35 450	46,7	54,9
Nam Cực và biển lân cận	35 308	529	9,8	0,8
Tổng cộng	361 060	64 576	100	100

Nếu thống kê đầy đủ thì toàn thế giới có khoảng 161 nước làm kinh tế hải sản, trong đó có 19 nước đánh bắt cá biển với sản lượng trên 1 triệu tấn/năm. Mười chín nước này có lúc sản lượng chiếm tới 3/4 sản lượng cá biển toàn cầu. Tám quốc gia có sản lượng đánh bắt cá biển cao nhất (bảng 2-16) chiếm tới 50% tổng sản lượng cá biển của 161 nước.

Bảng 2.16: Sản lượng cá biển của 8 cường quốc (10³ tấn)

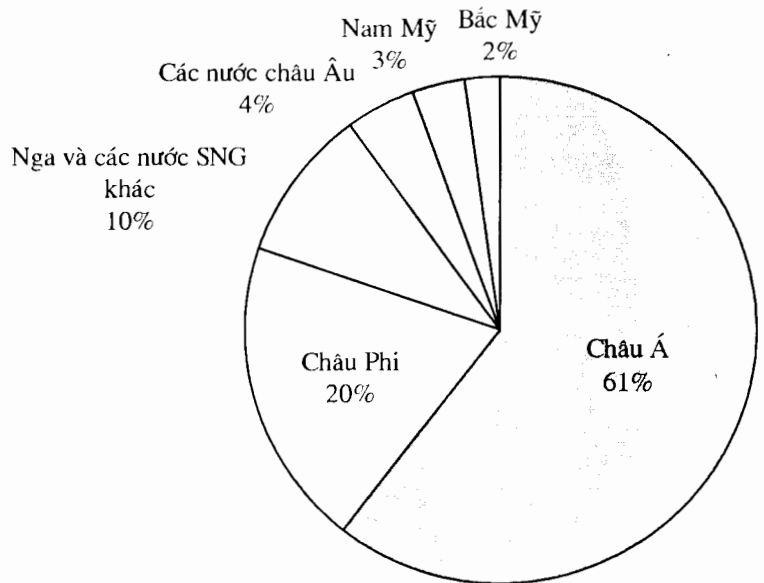
Tên nước	Năm						Trọng tải tàu đánh cá	Trọng tải tàu vận tải - chế biển
	1970	1973	1975	1977	1979	1980		
Nhật Bản	8 825	10 092	9 895	10 123	9 966	10 410	914	193
Liên Xô cũ	7 240	8 614	9 969	9 350	9 114	9 412	3 690	2 820
Trung Quốc	3 096	3 793	4 247	4 463	4 054	4 240	10	21
Hoa Kỳ	2 810	2 796	2 842	2 980	3 510	3 635	514	10
Chile	1 200	664	899	1 319	2 633	2 817	28	-
Peru	12 535	2 329	3 448	2 537	3 682	2 731	130	8
Ấn Độ	1 756	1 958	2 266	2 312	2 343	2 424	7	-
Nauy	2 906	2 910	2 481	3 402	2 652	2 398	237	3

Từ các bảng 2-14, 2-15, 2-16 thấy rõ các nước Châu Á làm kinh tế hải sản nổi trội, chiếm tới 45%. Xét về mặt tiêu thụ, các nước Châu Á chiếm tới 55%; Châu Phi 24%: Châu Âu không kể các nước SNG, (18÷20)%; các nước SNG trong đó Nga là chủ yếu, tiêu thụ (12÷15)%; Nam Mỹ (8÷10)%; Bắc Mỹ (6÷8)%; cuối cùng, các đảo nhỏ của các đại dương chỉ tiêu thụ 2%.

Sau năm 1980, sản lượng kinh tế biển của các nước, nhất là các nước đứng đầu (bảng 2-16) cũng tăng mạnh; chẳng hạn 1990, Hoa Kỳ đạt 5,5 triệu tấn, Ấn Độ 3,4 triệu tấn.

Song song với đánh bắt hải sản, sản lượng cá nước ngọt cũng phát triển theo. Trên hình 2.21 là sơ họa sản lượng cá nước ngọt của các vùng trọng điểm toàn thế giới trong năm 1980 như sau:

- Châu Á vẫn đứng đầu, quá 60% với 4 606 000 tấn;
- Châu Phi 1 497 000 tấn;
- Nga và các nước SNG khác 747 000 tấn;
- Các nước Châu Âu 330 000 tấn;
- Nam Mỹ 260 000 tấn;
- Bắc Mỹ 173 000 tấn.



Hình 2.21: Sản lượng cá nước ngọt nội địa của thế giới năm 1980 (triệu tấn)

Việt Nam là một nước ở Đông Nam Á cũng có xu hướng phát triển kinh tế, hải sản chung của toàn thế giới nói chung và của Châu Á nói riêng. Sản lượng khai thác hải sản (đánh bắt) và nuôi trồng thủy sản đều tăng (bảng 2-17).

Bảng 2.17: Sản lượng khai thác và nuôi trồng hải sản của Việt Nam trong 10 năm gần đây (tấn)

Năm	Sản lượng khai thác (đánh bắt)		Sản lượng nuôi trồng	
	Sản lượng	Chỉ số phát triển (năm trước 100%)	Sản lượng	Chỉ số phát triển (năm trước 100%)
1990	615 800	98,5	162 076	98,3
1991	614 600	99,8	168 104	103,7
1992	627 400	102,1	172 899	102,9
1993	660 000	105,2	188 061	108,8
1994	712 500	108,0	344 084	183,0
1995	722 055	101,3	389 069	113,1
1996	808 226	111,9	423 038	108,7
1997	835 318	103,4	414 593	98,0
1998	856 710	102,6	425 031	102,5
1999	974 576	113,0	480 767	113,1
2000	1 015 005	100,1	525 555	109,3

Nghề cá biển Việt Nam chiếm tỷ lệ xuất khẩu khá lớn, chỉ riêng từ 1985 đến 1999, kim ngạch xuất khẩu thủy hải sản Việt Nam tăng gần 11 lần (bảng 2-18).

Bảng 2.18: Kim ngạch xuất khẩu thủy hải sản của Việt Nam

Năm	Số nhà máy chế biến	Công suất cấp đông (tấn/ngày)	Kim ngạch xuất khẩu (triệu USD)
1985	49	284	90,00
1990	102	567	205,00
1995	168	800	550,10
1999	220	-	971,12

Đọc theo bờ biển Việt Nam hiện nay đang và đã lập tới 92 dự án cảng cá để đẩy mạnh hơn nữa kinh tế khai thác hải sản nhằm tăng kim ngạch xuất khẩu từ 1,5÷2 tỷ USD.

2.4.5. Kinh tế lấn biển

Kinh tế lấn biển chính là thành tựu khai hoang ra biển, tạo ra diện tích trồng trọt, nuôi trồng thủy sản, xây dựng các công trình bao gồm cả hệ thống cơ sở hạ tầng đường sá, làng mạc, đô thị, khu công nghiệp và các công trình dịch vụ dân sinh khác.

Sự nghiệp lấn biển của con người được bắt đầu ngay từ khi có sự sống của chính họ trên Trái đất. Ngay lịch sử cổ đại của Việt Nam đã có truyền thuyết 50 người xuống biển, 50

người lên rừng. Có lẽ bất kỳ một quốc gia nào có bờ biển thì dân tộc nước đó đều có lịch sử oai hùng lấn ra biển để chinh phục thiên nhiên và làm cho cuộc sống tươi đẹp thêm, ấm no hơn.

Có hai biện pháp lấn biển:

- Quai đê hạ thấp mực nước, làm khô đất, cải tạo đất trên khô với nhiều chất xúc tác hoá học khác nhau.

- Quai đê ngăn mặn, cải tạo đất bằng hệ thống nước ngọt.

Cách thứ hai là phổ biến nhất, vì nó thực tiễn hơn, không phải hạ thấp mực nước (kỹ thuật chống thấm) và không phải chế tạo các chất xúc tác hoá học. Ở Việt Nam, công việc khai hoang bờ biển dọc suốt 3260km đều tiến hành theo phương pháp quai đê ngăn mặn rửa ngọt. Trên hình 2.22 mô tả các giai đoạn quai đê lấn biển rất quen thuộc ở Việt Nam và đã đạt được nhiều thành tựu không nhỏ. Một ví dụ rõ nét nhất trên hình 2.23 từ 1471 đến 1982 khoảng 500 năm đã 8 lần quai đê kéo dài lãnh thổ hai tỉnh Ninh Bình và Nam Định trên hai huyện Kim Sơn và Nghĩa Hưng xa ra bờ biển hàng mấy chục km. Trên hình 2.24 là các hình ảnh lấn biển cải tạo đất ở Châu Âu trong những năm đầu của thế kỷ 20.

Cường quốc lấn biển số 1 thế giới là Hà Lan có tới quá một phần ba diện tích Hà Lan là do lấn biển. Trên bảng 2-19 là diện tích lấn biển của một số nước Tây Âu.

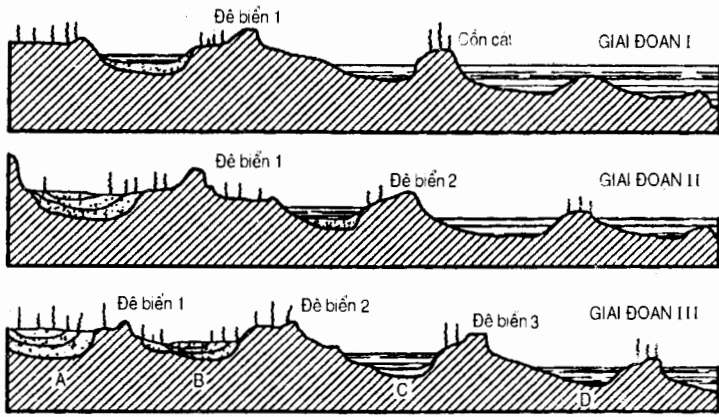
Bảng 2.19: Thành tựu lấn biển của một số nước Tây Âu

Thứ tự	Tên nước	Diện tích cả nước (km ²)	Diện tích lấn biển (km ²)
1	Hà Lan	41 160	15 000
2	Bỉ	30 519	970
3	Đức	356 351	6 000
4	Pháp + Đan Mạch	547 026 + 43 068	650
5	Anh	244 013	7 100

Tại miền Bắc Việt Nam, sau 1954, công tác lấn biển được tiến hành rầm rộ tại các tỉnh Hải Phòng, Thái Bình, Hà Nam Ninh (bảng 2-20).

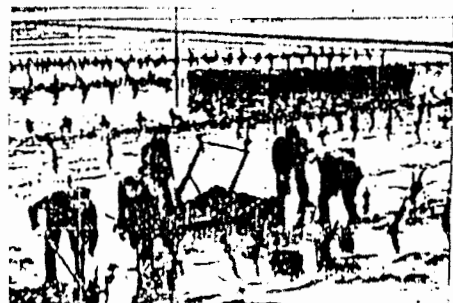
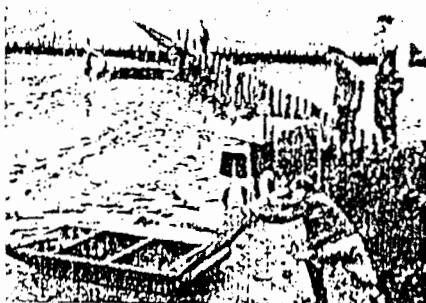
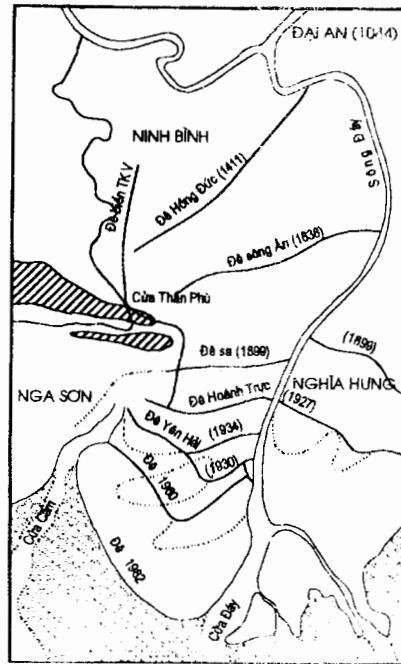
Bảng 2.20: Diện tích lấn biển của một số tỉnh miền Bắc sau 1954

Thứ tự	Tên tỉnh	Diện tích toàn tỉnh (km ²)	Diện tích đã và đang lấn biển (km ²)
1	Hải Phòng	1 519,19	14 650
2	Thái Bình	1 541,89	6 500
3	Hà Nam Ninh	3 868,92	9 000



Hình 2.22: Sơ đồ các giai đoạn quai đê lấn biển ở Việt Nam

Hình 2.23: Các giai đoạn lịch sử lấn biển ở Ninh Bình - Nam Định



Hình 2.24: Cảnh lấn biển ở Tây Âu
a- Thu dọn bãi lấn biển; b- Trồng cây giữ bãi lấn biển

Thực tế tại hầu khắp 28 tỉnh và thành phố có bờ biển ở Việt Nam đều làm công tác lấn biển, song không được thống kê đầy đủ. Chẳng hạn tại Rạch Giá - Kiên Giang vừa mới kết thúc một công trình lấn biển lớn để tôn tạo một diện tích $\approx 5\text{km}^2$ đất cho việc mở rộng thị xã Rạch Giá - tỉnh lỵ của tỉnh Kiên Giang.

Rất nhiều nước trên thế giới coi lấn biển và bảo vệ bờ biển là một quốc sách như Hà Lan và một số quốc đảo. Chính điều này cũng đã nói vai trò quan trọng của kinh tế lấn biển trong khuôn khổ chung của kinh tế biển toàn cầu.

2.4.6. Kinh tế du lịch biển

Đây là ngành công nghiệp sạch bao gồm các khía cạnh: tham quan du lịch, an dưỡng - nghỉ ngơi - dưỡng bệnh, thể thao vui chơi và cuối cùng là sòng bạc.

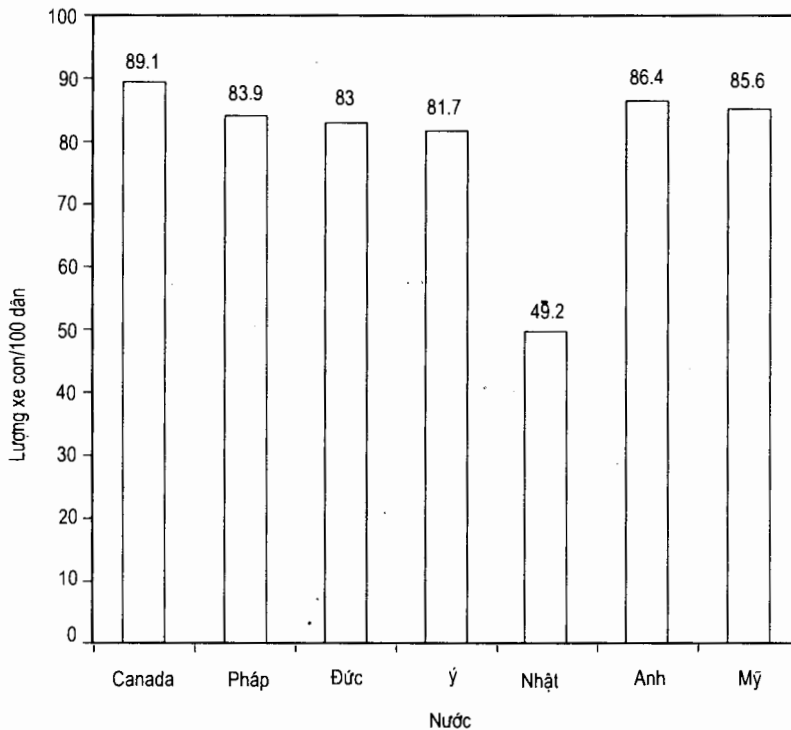
Về mặt logic thì khi kinh tế cảng phát triển như vũ bão trong hai - ba thập niên gần đây sẽ kéo theo kinh tế du lịch biển có những bước nhảy vọt. Thêm nữa, nhu cầu du lịch, đặc biệt là du lịch biển, là đòi hỏi không thể thiếu được của những người có thu nhập trung bình trở lên. Chẳng hạn các nước G7 là nhóm nước đứng đầu thế giới về thu nhập GDP nên du lịch vận tải hành khách nói chung cho tất cả các phương tiện xe cộ nội địa cực kỳ lớn. Trên bảng 2-21 là số phương tiện chở khách của các loại trên 1000 dân và trên 1km^2 vào năm 1996 của các nước G7. Còn trên hình 2.25 là số phương tiện xe con cá nhân trên 100 dân của 7 nước này.

Bảng 2.21: Các số liệu về các phương tiện chở khách năm 1996 ở các nước G7

Thứ tự	Tên nước	Số phương tiện chở khách (triệu)	Số phương tiện chở khách trên 1000 dân	Số phương tiện chở khách trên 1 km^2
1	Canada	13,3	442	1
2	Pháp	24,9	429	45
3	Đức	40,4	493	116
4	Ý	31,7	556	108
5	Nhật	60,0	477	159
6	Anh	21,0	356	87
7	Mỹ	198,7	750	22

Để phục vụ cho kinh tế du lịch biển đã xuất hiện các tàu viễn dương chở khách lớn với các đặc trưng chủ yếu sau:

- Lượng chở khách $600 \div 1000$ người;
- Lượng chứa hàng $15000 \div 30000$ t;
- Chiều dài tàu $160 \div 220$ m;
- Mớn nước đáy: $T = 7,5 \div 9,0$ m.



Hình 2.25: Biểu đồ về số phương tiện xe con của các nước G7

Trên bảng 2.22 là một số đặc trưng kỹ thuật đối với các tàu khách viễn dương, còn trên bảng 2-23 cho các tàu chở khách cánh ngầm ở Nga và Liên Xô cũ.

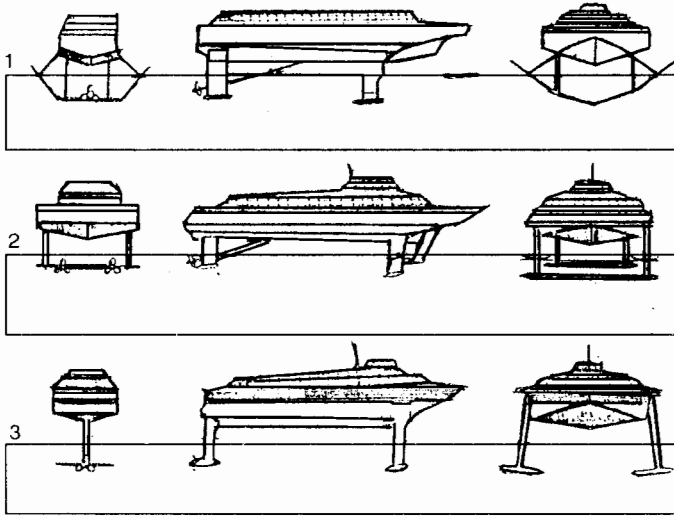
Bảng 2.22: Các đặc trưng kỹ thuật về tàu chở khách viễn dương ở Nga

Thứ tự	Tên tàu	Lượng khách chở (người)	Chiều dài tối đa / (m)	Mớn nước đầy T (m)
1	Ivan Franco	750	176,1	8,11
2	Mikhain Kalinin	325	122,1	5,25
3	Kirgizstan	250	101,5	3,75
4	Aluchta	100	63,8	3,19

Bảng 2.23: Các đặc trưng kỹ thuật về tàu chở khách cánh ngầm ở Nga

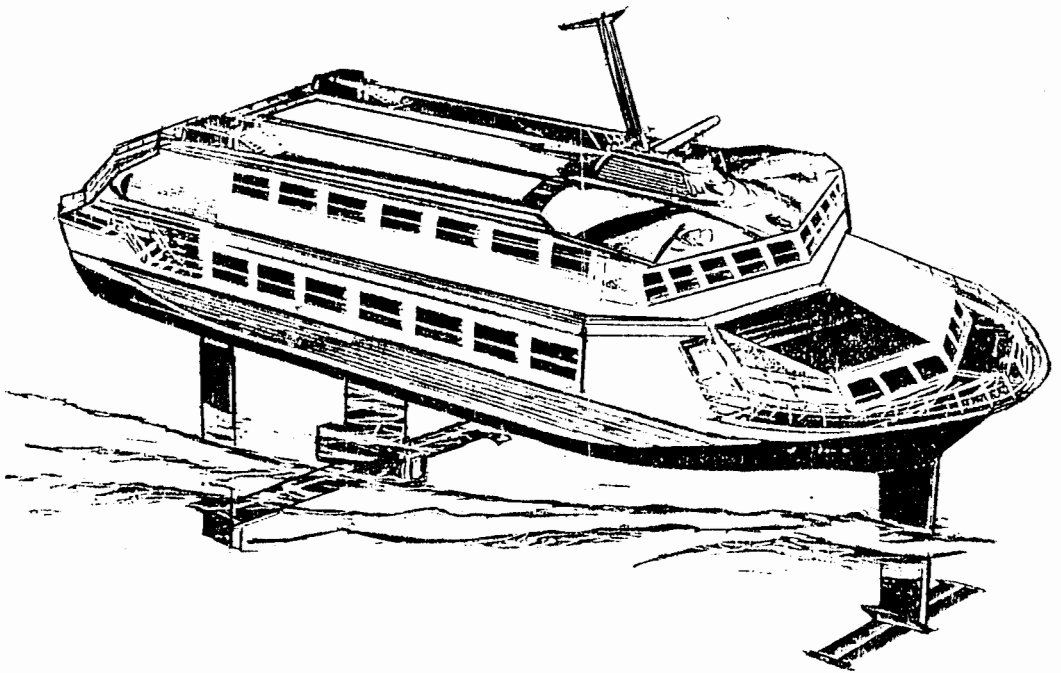
Thứ tự	Tên tàu	Lượng khách (người)	Tốc độ chạy tàu (hải lý/giờ)	Chiều dài tàu / (m)	Chiều rộng B (m)		Mớn nước T (m)	
					không cánh	có cánh	lúc đứng	lúc chạy
1	Vikhri	260	36	47,54	8,89	11,44	4,10	1,5
2	Cometa	118	32	34,68	6,00	9,55	3,21	1,4
3	Strela 1	82	32	29,30	5,00	8,30	2,61	1,5
4	Volga	5	32	8,50	1,95	2,50	0,85	0,5

Tàu cánh ngầm hiện nay đã phát triển với nhiều đặc tính vượt trội: như tốc độ tới 40÷100 hải lý/giờ, tự động điều chỉnh chìm nổi và tạo ra thể ổn định nổi rất cao (hình 2.26). Trên hai hình 2.27 và 2-28 giới thiệu hai trường phái công nghệ chế tạo tàu cánh ngầm: loại mập và loại thon. Loại "mập" của hãng Jetfoil chở được 250 hành khách có hai nắp đậy, dài 27,4m, rộng 9,5m, động cơ 4850kW và cuối cùng chạy với tốc độ 40 hải lý/giờ. Loại "thon" có trọng tải 1000t với động cơ 39.000 kW và có thể chạy với tốc độ 65÷70 hải lý/giờ.



Hình 2.26: Các loại tàu cánh ngầm có thể ổn định cao

- 1- Dạng chữ V hoặc hình thang;
- 2- Loại cánh tự ổn định;
- 3- Loại tự động điều chỉnh



Hình 2.27: Một loại tàu cánh ngầm của Mỹ loại "Jetfoil"

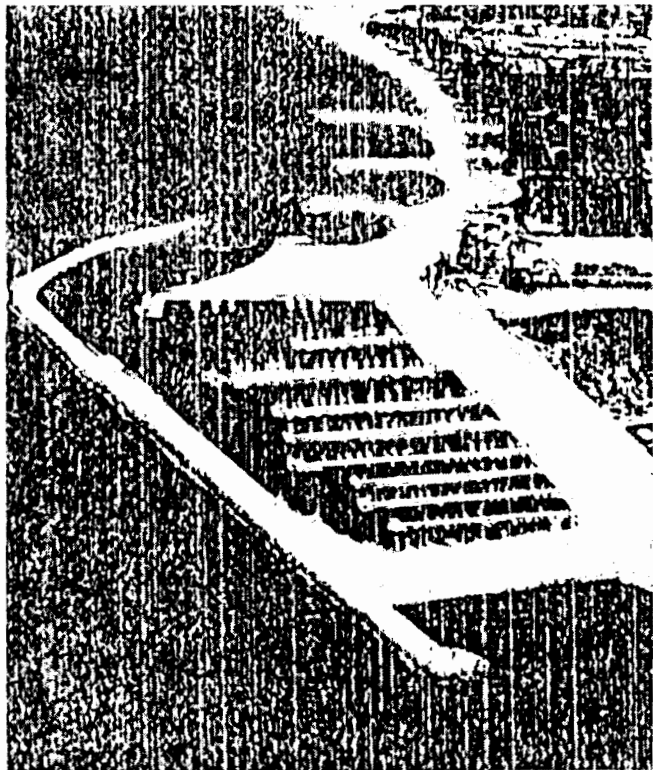


Hình 2.28: Loại tàu khách cánh ngầm 1000t

Rõ ràng với đủ các loại tàu khách như hiện nay, kinh tế du lịch biển đang mở ra nhiều cơ hội phát triển và hội nhập cho tất cả các nước có bờ biển. Đó là sự thèm khát của các nước có vị trí nằm sâu trong lục địa. Ai cũng phải công nhận bờ biển luôn là tài sản vô giá được thiên nhiên ưu đãi.

Ngoài du lịch, lĩnh vực vui chơi thể thao, giải trí, sòng bạc cũng là các phạm trù của kinh tế du lịch biển. Các khía cạnh này được phát triển nhiều ở các nước Châu Âu, Bắc Mỹ và Nhật Bản. Trên hình 2.29 là một ví dụ rất điển hình về một cảng vui chơi thể thao Jose Banus ở Marbella của Tây Ban Nha thu hút hàng năm tới hàng vạn người đến đua thuyền, thi đấu thể thao dưới nước, tắm biển, an dưỡng,... kéo theo lợi nhuận không ngừng tăng.

Ở Việt Nam, loại hình kinh tế biển này chắc chắn sẽ có nhiều cơ hội để khởi xướng và mở ra nhiều triển vọng sáng sủa cho kinh tế du lịch biển nói riêng và kinh tế biển nói chung.



Hình 2.29: Cảng vui chơi thể thao Jose Banus ở Marbella (Tây Ban Nha)

2.5. TIẾN RA BIỂN LÀ XU HƯỚNG TẤT YẾU CỦA THỜI ĐẠI

Toàn bề mặt Trái đất có 510 triệu km², trong đó có 149 triệu km², tức khoảng 29,2% là đất liền được sử dụng như một không gian sống cho con người. Tất cả chỉ có 32 triệu km², tức chiếm 21,5% trong diện tích đất liền được sử dụng cho nông nghiệp có hiệu quả. Như vậy, với 3,2 tỷ ha, bình quân khoảng 0,5 ÷ 0,7 ha cho nuôi sống một người vào những năm 1970 ÷ 1980.

Sau năm 2000, dân số thế giới vượt lên 6 tỷ ÷ 8 tỷ ÷ 10 tỷ người, hiển nhiên số ha bình quân sẽ giảm xuống 0,3 ÷ 0,4 ha trên một đầu người. Lúc này, buộc con người phải tiến ra biển để khai thác 71% diện tích toàn Trái đất cho sự sống của toàn nhân loại. Dù muốn hay không, sự tất yếu này đã, đang và sẽ xảy ra ở khắp năm Châu lục.

Mặt khác, từ hình 2.4 ta thấy: dự báo thời gian khai thác các nguồn nguyên liệu quặng đã biết trên toàn thế giới như: bạc, vàng, thiếc, kẽm, thủy ngân, đồng, chì, wolfram sẽ cạn kiệt vào năm 2000 ÷ 2020. Số nguyên liệu quặng kéo dài lâu chỉ còn có than đá, sắt, crom, mangan, kobalt, nikel, aluminium, platin. Chúng ta cũng chưa biết hết trong lòng trái đất còn có bao nhiêu loại, khối lượng bao nhiêu các khoáng sản còn tiềm ẩn. Nếu có thì chắc chắn phải ra biển để khảo sát thăm dò và khai thác. Như vậy, xu hướng tiến ra biển của thiên niên kỷ thứ 3 là điều không thể tránh khỏi. Hiện nay, sản lượng dầu khai thác từ biển đã chiếm tới 25 ÷ 30% tổng sản lượng khai thác dầu toàn thế giới. Chắc chắn con số này sẽ chỉ có tăng lên chứ không giảm. Không những dầu mà cả khí và các chất khoáng sản khác cũng đi theo xu hướng ấy.

Trong mục 2.4, chúng ta đã thấy sự tăng trưởng mạnh và đều tất cả sáu ngành kinh tế biển: kinh tế cảng, kinh tế đóng tàu, kinh tế khai thác dầu khí, kinh tế thủy sản, kinh tế lặn biển, kinh tế du lịch biển. Các thành tựu khổng lồ ấy ngày càng mạnh lên và dần dần sẽ áp đảo kinh tế đồi núi và kinh tế đồng bằng. Điều này được khẳng định bởi lẽ: trình độ khoa học kỹ thuật về biển đủ để bảo đảm thành công các bước tăng trưởng của cả sáu ngành kinh tế biển.

Các ngành kinh tế biển ở Việt Nam hiện tại cũng theo đà chung của thế giới: số cảng biển theo quy hoạch đến 2010 đạt tới 110 ÷ 120 cảng với lượng hàng tổng cộng tới 213,1 ÷ 245,4 triệu tấn/năm. Các nhà máy đóng tàu mới mọc lên ngày càng nhiều: Phà Rừng, Nam Triệu, Hạ Long, Bạch Đằng, Ba Son, nhà máy tàu biển Sài Gòn và các nhà máy ở miền Trung đã đóng được tàu 6500DWT, sắp tới sẽ là 10.000 ÷ 20.000 DWT. Về khai thác dầu, con số 20 ÷ 30 triệu tấn/năm sẽ không còn lâu nữa. Riêng về khai thác thủy sản, Nhà nước ta đang đẩy mạnh chương trình khai thác xa bờ với tàu ≥ 300 ÷ 400 CV và lập tới hàng trăm dự án về ngư trường thủy sản trên khắp ba miền: Bắc, Trung, Nam. Hai ngành kinh tế biển còn lại: lặn biển và du lịch biển cũng nằm trong quỹ đạo phát triển chung của 4 ngành kinh tế trên, để tạo thế tấn công ra biển đồng loạt.