

SỬ DỤNG TUA BIN TRỰC GIAO PHÁT ĐIỆN CHO KHU VỰC VEN BIỂN, HẢI ĐẢO

USING DARRIEUS TURBINES TO GENERATE POWER FOR THE AREA COASTAL
AND ISLANDS

Đinh Minh Hải, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Trần Trọng
Viện Nghiên cứu Cơ khí, Bộ Công Thương

TÓM TẮT

Dao động mực nước biển của nước ta không nhiều và không phải là nơi có triển vọng để xây dựng các nhà máy điện thủy triều lớn, có dạng đập như ở một số nơi trên thế giới (thường độ lớn thủy triều phải từ 5 ÷ 6m trở lên), tuy nhiên chúng ta có một hệ thống các vũng, vịnh ven biển có thể khai thác tận dụng thủy triều để phát điện. Bài báo giới thiệu tua bin trực giao sử dụng năng lượng thủy triều (dòng nước chảy do chênh lệch triều cao thấp) phát điện phục vụ vùng ven biển, hải đảo, tổ máy đã được lắp đặt tại hòn Tai Kéo (Cát Bà – Hải Phòng).

Từ khóa: Tua bin trực giao; Thiết bị phát điện cho ven biển, hải đảo.

ABSTRACT

Our country's sea level fluctuations are not much and it is not a promising place to build large, dam-shaped tidal power plants like in some parts of the world (usually the tidal magnitude must be from 5 ÷ 6m or more), however, we have a system of coastal bays and bays that can take advantage of the tides to generate electricity. The article introduces Darrieus turbines that use tidal energy (flowing water due to difference between high and low tide) to generate electricity to serve coastal areas and islands, the generating unit has been installed at Tai Keo island (Cat Ba - Hai Phong).

Keywords: Darrieus turbines; Generators for the area coastal and islands.

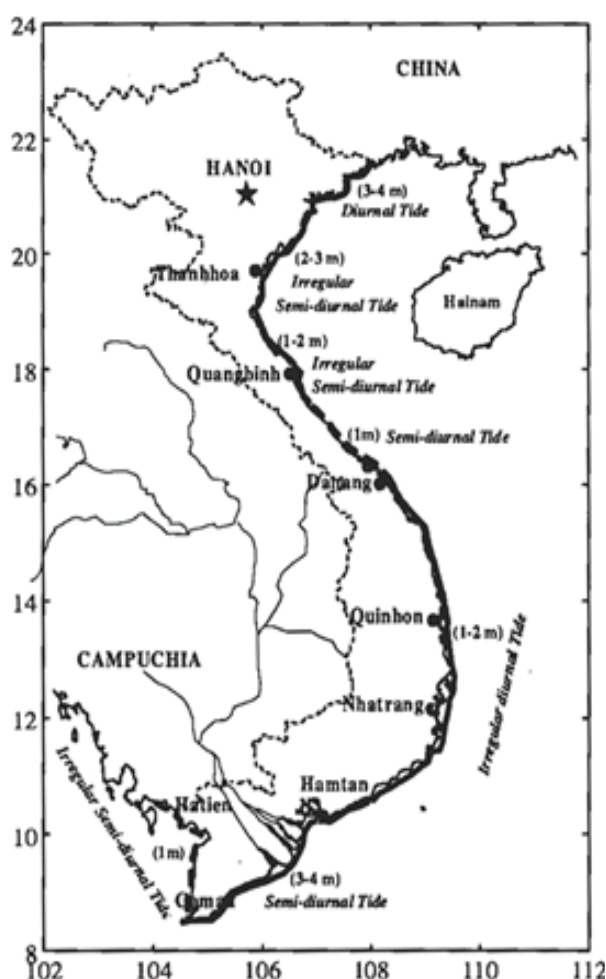
1. TỔNG QUAN

Thủy triều ở ven biển nước ta thể hiện đầy đủ các dạng dao động. Có nơi trong một ngày đêm thủy triều ở đó có một lần đạt trị số lớn nhất, một lần đạt trị số nhỏ nhất, cũng có nơi một ngày đêm thủy triều có hai lần đạt trị số lớn, hai lần đạt trị số nhỏ và có nơi trong một tháng thủy triều lại thể hiện ở cả hai loại trên với những cao độ khác nhau.

Từ bảng 1, ta nhận thấy thủy triều ở Việt Nam có đầy đủ các đặc điểm, chế độ và các dạng triều: Tại Cửa Ông, Hòn Gai, Hải Phòng là chế độ nhật triều đều; ở Thanh Hoá, Cửa Hội, Ròn là chế độ nhật triều không đều; còn ở Cửa Ranh, Cửa Tùng, Đà Nẵng là bán nhật triều không đều; ở Hà Tiên lại là triều hỗn hợp.

Độ cao thủy triều ở ven biển nước ta cũng biến động theo vĩ độ và địa lý từng vùng, trong khi tại Cửa Ông biên độ triều đạt tới 4,7m, tại Hồng Gai – 4,3m, Cửa Ranh – 2,1m, Cửa Tùng – 1,4m, thì tại Vũng Tàu biên độ triều đạt tới 4,2m, còn ở Hà Tiên biên độ triều chỉ đạt 1,7m.

Bảng 1. Mực nước thủy triều lớn nhất trong nhiều năm tại một số khu vực ven biển Việt Nam (Nguồn: Vũ Như Hoàn – Thủy triều ở ven biển Việt Nam – 2000).



Hình 1. Bản đồ đặc điểm thủy triều trên bờ biển Việt Nam (Diurnal tide: nhật triều, Semi-diurnal tide: bán nhật triều, Irregular Semi-diurnal tide: bán nhật triều không đều)

Bảng 1. Mực nước thủy triều lớn nhất trong nhiều năm tại một số khu vực ven biển Việt Nam (Nguồn: Vũ Như Hoàn – Thủy triều ở ven biển Việt Nam – 2000).

Địa phương	Chế độ triều	Trị số lớn nhất trong nhiều năm (m)
Cửa Ông	Nhật triều đều	4,7
Hồng Gai	Nhật triều đều	4,3
Hải Phòng	Nhật triều đều	4,0
Thanh Hoá	Nhật triều không đều	3,8
Cửa Hội	Nhật triều không đều	3,2
Ròm	Nhật triều không đều	3,2
Cửa Ranh	Bán nhật triều không đều	2,1
Cửa Tùng	Bán nhật triều không đều	1,4
Đà Nẵng	Bán nhật triều không đều	1,6
Quy Nhơn	Nhật triều không đều	2,3
Vũng Tàu	Bán nhật triều không đều	4,2
Hà Tiên	Triều hỗn hợp	1,7

Nhìn chung, độ cao thủy triều đạt chỉ số lớn nhất ở Vịnh Bắc Bộ, đồng thời chế độ triều ở khu vực này là nhật triều thuần nhất, hầu hết số ngày trong tháng, trên dưới 26 ngày, chỉ có một lần nước lớn và một lần nước ròng.

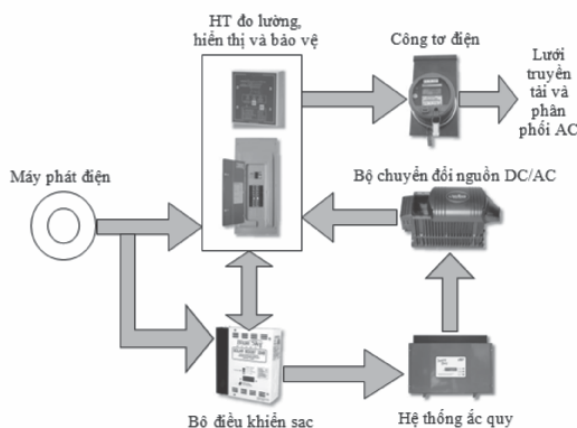
2. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC TRẠM ĐIỆN THỦY TRIỀU

- Đập đập tích nước vào hồ triều – lắp đặt tổ máy điện thủy triều vào lòng đập. Khi triều lên thì ta tích nước vào hồ triều bằng cách mở cổng lấy nước. Khi nước dâng đến đỉnh triều, ta đóng cổng lấy nước lại cho đến khi triều rút xuống tạo chênh lệch cột nước tối ưu (sẽ được tính toán cụ thể cho từng hồ triều) giữa bên trong và bên ngoài hồ triều thì ta mở van tua bin để cho nước chạy từ hồ triều ra biển và điện phát ra được tích vào ắc quy, điện từ ắc quy qua bộ biến đổi lên 220V xoay chiều cấp cho hộ tiêu thụ;

- Lợi dụng dòng chảy có vận tốc lớn ở các cửa khe hẹp khi chênh lệch mực nước triều lên và xuống, lắp đặt tổ máy phát điện.



Hình 2. Nguyên lý nhà máy điện thủy triều



Hình 3. Hệ thống tích trữ và phân phối điện

3. TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CUNG CẤP ĐIỆN NĂNG CỦA CÁC ĐÀM HỒ [1]

Đầm hồ nuôi thủy sản và các hồ triều có mực nước chênh lệch giữa trong và ngoài đập khi xả nước ra dao động trong khoảng từ 1,2 ÷ 1,5m, nếu đắp đập lên cao thêm 20cm nữa thì độ chênh mực nước sẽ dao động trong khoảng 1,4 ÷ 1,7m.

01 héc ta mặt nước thì năng lượng dự trữ để sản xuất điện năng được:

- Lượng nước dự trữ khi mức nước dao động từ 1,4 đến 1,7m là:

$$V = 0,3m \times 10000m^2 = 3000 m^3.$$

- Thời gian xả là 8 giờ, thì lưu lượng nước được xả là:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{3000}{8} = 375m^3/h = 0,104 m^3/s.$$

- Công suất dòng nước tạo ra được là:

$$N_1 = 9,81QH = 9,81.0,104.1,55 = 1,581 kW.$$

- Nếu hồ nước có diện tích 10 héc ta thì công suất nhận được là:

$$N_{10} = 10.N_1 = 15,81kW.$$

- Tính tới hiệu suất tổ máy, đối với máy thủy điện cực nhỏ công suất 500 ÷ 1.000W thì hiệu suất tổ máy có giá trị gần đúng bằng:

$$\eta = \eta_{TB}\eta_{MP} = 0,75.0,78 = 0,58.$$

Khi đó, ta nhận được công suất bằng:

$$N_{TM} = N_{10}.\eta = 15,81.0,58 = 9,170 kW.$$

- Nếu sử dụng các tổ máy công suất 3 ÷ 5 kW thì hiệu suất tổ máy có giá trị gần đúng bằng:

$$\eta = \eta_{TB}\eta_{MP} = 0,80.0,80 = 0,64.$$

Khi đó, ta nhận được công suất bằng:

$$N_{TM} = N_{10}.\eta = 15,81.0,64 = 10,118 kW.$$

Đối với các hồ triều, do không phải giữ lại lượng nước tối thiểu như trong hồ nuôi thủy sản nên ta có thể tăng thêm được thời gian phát điện để tăng sản lượng điện. Như vậy, ta thấy

sử dụng các tổ máy công suất $3 \div 5$ kW sẽ thu được công suất nhiều hơn, có lợi hơn về mặt năng lượng.

Tại các xã đảo có nhiều đầm và hồ lớn diện tích từ hàng chục tới hàng trăm héc ta, nếu tại các xã đảo ta sử dụng các máy thủy điện làm việc hai chiều và với mực nước chênh dao động lớn, chúng ta sẽ nhận được công suất đủ để phục vụ cho đời sống và sinh hoạt của cư dân trên đảo.

Vấn đề ở đây là phải lựa chọn được phương án xây dựng trạm điện thủy triều hợp lý, lựa chọn loại máy với công suất thích hợp, máy móc thiết bị phải có khả năng chịu được môi trường nước mặn, vận hành thuận tiện, giá thành thích hợp thì mới có thể đẩy mạnh được việc khai thác và ứng dụng điện thủy triều phục vụ sản xuất và đời sống của cư dân trên đảo, nhằm đóng góp cho sự phát triển kinh tế và củng cố quốc phòng, bảo vệ vùng lãnh thổ trên biển của Tổ quốc.

4. TUA BIN TRỰC GIAO

Loại tua bin này được đặt trực tiếp trên sông, biển và năng lượng được tạo ra chủ yếu từ động năng của dòng nước. Năng lượng có thể khai thác được là hàm của tỉ trọng và vận tốc dòng chảy. Yêu cầu về vận tốc dòng chảy để có thể vận hành được tua bin trực giao thường là $1 \div 2$ m/s, nhưng vận tốc dòng chảy có thể sử dụng trong phạm vi $1 \div 3,5$ m/s.

Bảng 2 tổng hợp các loại tua bin trực giao đã được tiêu chuẩn hóa của hãng New Eenergy Corporation để khai thác năng lượng dòng chảy ven sông, ven biển. Căn cứ vào bảng này, có thể tham khảo để sơ bộ lựa chọn được loại tua bin phù hợp với điều kiện dòng chảy tại vị trí cần lắp đặt.

Bảng 2. Các loại tua bin trực giao của hãng New Energy Corporation

Công suất tổ máy (kW)	Vận tốc thiết kế (m/s)	Kích thước tua bin	
		Đường kính (m)	Chiều cao (m)
5 kW	3,0	1,5	0,75
5 kW	2,4	1,5	1,5
10 kW	3,0	1,5	1,5
25 kW	3,0	3,4	1,7
25 kW	2,4	4,8	2,4
125 kW	3,0	7,6	3,8
125 kW	2,4	7,6	7,6
250 kW	3,0	7,6	7,6

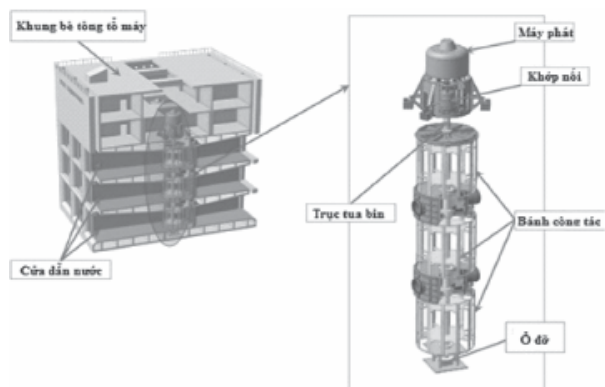
4.1. Cấu tạo của tua bin trực giao

Tua bin trực giao về cơ bản được cải tiến và phát triển từ mẫu profile bánh công tác tua bin gió trực đứng kiểu Darrieus được nhà sáng chế người Pháp (Darrieus) nghiên cứu đầu tiên với bánh công tác dạng cánh thẳng và profile cánh song song với trục tua bin. Hình dạng kết cấu của cánh bánh công tác bao gồm các lá cánh profile đối xứng và được gắn chặt với trục quay.

Bánh công tác tua bin trực giao trực đứng gồm các lá cánh có biên dạng profile giống nhau dọc theo chiều dài lá cánh, được bố trí đối xứng với tâm quay, do đó, chiều quay và đặc tính làm việc cũng như hiệu suất của tua bin không phụ thuộc vào chiều dòng chảy và cột nước làm việc như các loại tua bin truyền thống khác.

Tua bin trực giao có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo và lắp đặt, chỉ cần có bộ phận neo giữ để đảm bảo về sự cứng vững và

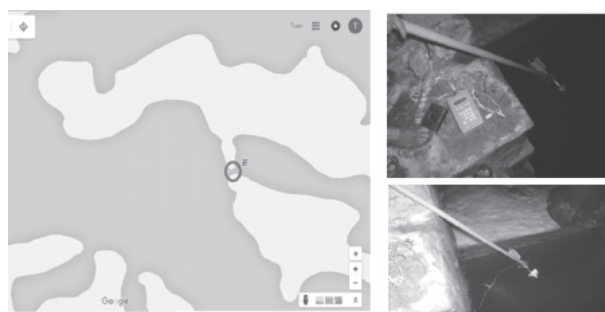
vận hành an toàn, khó bị phá hỏng. Ngoài ra, các bánh công tác tua bin trực giao trục đứng có thể được gắn trên cùng một trục thẳng đứng thành nhiều tầng như hình 4.



Hình 4. Tua bin trực giao có 03 tầng bánh công tác.

Với kết cấu nhiều tầng, năng lượng của tua bin được tạo ra do sử dụng tất cả diện tích mặt cắt ngang của dòng chảy để tăng công suất máy, nhờ đó giảm được chi phí tổng thể của nhà máy phát điện.

4.2. Lắp đặt tua bin trực giao tại khu vực hòn Tai Kéo



Hình 5. Khảo sát dòng chảy tại khu vực hòn Tai Kéo

Ở khu vực hòn Tai Kéo, tiến hành đo đạc tại chỗ có địa hình co hẹp (vị trí E tọa độ 20°45'34.3"N 107°03'54.0"E) như hình 5, số liệu về vận tốc dòng chảy qua vị trí điểm E như bảng 3:

Bảng 3. Vận tốc dòng chảy tại vị trí điểm E

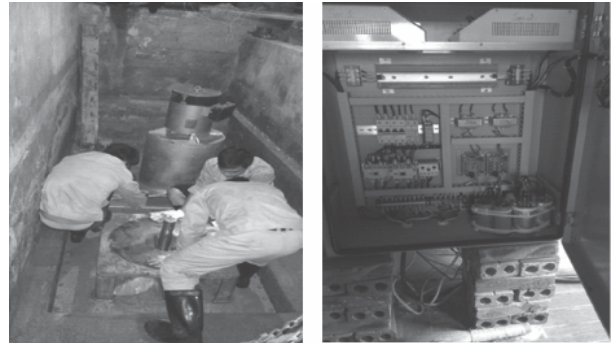
STT	T (s)	U (m/s)	STT	T (s)	U (m/s)
1	0.00	0,00	14	23.400	2,80
2	1.800	2,13	15	25.200	2,77
3	3.600	2,25	16	27.000	2,75
4	5.400	2,81	17	28.800	2,74
5	7.200	2,82	18	30.600	2,73
6	9.000	2,94	19	32.400	2,72
7	10.800	3,41	20	34.200	2,71
8	12.600	3,83	21	36.000	2,70
9	14.400	3,88	22	37.800	2,69
10	16.200	3,89	23	39.600	2,50
11	18.000	3,87	24	41.400	2,00
12	19.800	3,80	25	43.200	1,50
13	21.600	3,80			
Vận tốc trung bình		2,80			

Bảng 3 cho thấy vận tốc trung bình của dòng chảy tại vị trí E là 2,80 (m/s), tiến hành đo 25 lần, mỗi lần cách nhau 30 phút, tổng cộng thời gian đo là 12 giờ và số thời gian có vận tốc dòng chảy lớn hơn 2 m/s là 8 giờ. Như vậy, nếu đo 24 giờ thì sẽ có khoảng 13 ÷ 15 giờ dòng chảy duy trì ở vận tốc trên 2 m/s.

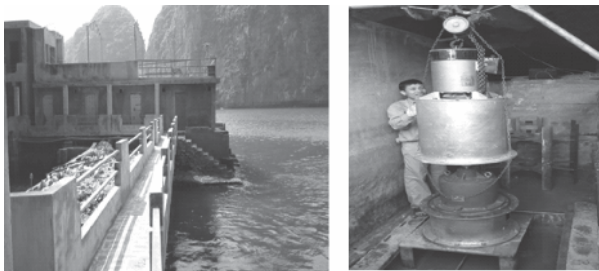
Qua kết quả nghiên cứu và khảo sát thực tế về dòng chảy tại 05 vị trí cho thấy, dòng chảy tại tất cả các vị trí đều có khả năng khai thác được, với vận tốc trung bình của dòng chảy khoảng 2 (m/s) và thời gian khai thác trong ngày khoảng 10 giờ. Trên cơ sở đó, ta tiến hành tính toán, chế tạo tua bin và lắp đặt.



Hình 6. Chế tạo tua bin tại Việt Nam



Hình 8. Lắp đặt, đo đạc thông số thiết bị



Hình 7. Trạm điện Tai Kéo

Sau khi lắp đặt, hiệu chỉnh, ta tiến hành đo đạc, kiểm tra các thông số. Kết quả như bảng 4:

Bảng 4. Kết quả chạy trạm điện Tai Kéo

Vận tốc dòng chảy	V (m/s)	1,2	1,5	2,0	2,2	2,5
Số vòng quay	n (v/ph)	27,3	40,8	65,2	87,3	114,8
Công suất trên trục	P (W)	98,09	319,30	1.081,21	2.055,85	3.351,98
Điện áp	ΔU (V)	224,00	224,00	224,00	224,00	224,00
Cường độ dòng điện	I (A)	0,51	1,66	5,62	10,69	17,43
Hiệu suất tua bin	η (%)	10,58	17,6	25,2	36,0	40,0
Vận tốc dòng chảy	V (m/s)	2,7	3,0	3,2	3,5	2,7
Số vòng quay	n (v/ph)	143,4	174,4	194,7	225,8	143,4
Công suất trên trục	P (W)	3.926,95	4.686,48	5.118,89	5.626,12	3.926,95
Điện áp	ΔU (V)	224,00	224,00	224,00	224,00	224,00
Cường độ dòng điện	I (A)	20,41	24,36	26,61	29,25	20,41
Hiệu suất tua bin	η (%)	37,2	32,4	29,1	24,5	37,2



Qua các kết quả cho thấy, công suất tua bin lớn nhất ở vận tốc 3,2m/s (5.626,12 W), tuy nhiên hiệu suất chỉ đạt 24,5 %; hiệu suất tua bin lớn nhất (40%) ở vận tốc 2,5 m/s (3.351,98 W), điện áp ổn định, sử dụng được cho trạm.

5. KẾT LUẬN

Thủy triều là nguồn năng lượng tái tạo sẵn có ở các vùng ven biển và hải đảo, không gây ô nhiễm môi trường, sử dụng tốt nguồn năng lượng này phục vụ dân sinh sẽ thu hút được người dân đến định cư, lập nghiệp ở các đảo củng cố an ninh quốc phòng cho Quốc gia.

Tua bin trực giao đã được chế tạo, lắp đặt vận hành đạt các yêu cầu tính toán, hoàn toàn có thể sử dụng để khai thác nguồn năng lượng này cho vùng ven biển và hải đảo ở Việt Nam. ❖

Ngày nhận bài: **25/10/2023**

Ngày phản biện: **10/11/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Vũ Việt; *Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và lắp đặt tổ máy điện thủy triều có công suất đến 5kW phục vụ dân sinh kinh tế vùng ven biển và Hải đảo 2011.*