

NGHIÊN CỨU TÍCH HỢP CÔNG NGHỆ HYBRID ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI CHO PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG THỦY CỖ NHỎ

RESEARCH INTEGRATION USING SOLAR HYBRID ENERGY FOR SMALL BOAT

Nguyễn Văn Tổng Em¹, Nguyễn Duy Anh^{2,3*}, Lê Tất Hiện^{2,3}, Nguyễn Văn Trang⁴

¹ Trường Đại học Nam Cần Thơ, Việt Nam

² Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM - HCMUT, Việt Nam

³ Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh – VNUHCM, Việt Nam

⁴ Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 15/6/2021, ngày phản biện đánh giá 30/6/2021, ngày chấp nhận đăng 01/10/2021.

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày nghiên cứu tích hợp công nghệ hybrid với năng lượng mặt trời vào phương tiện giao thông thủy nội địa cỡ nhỏ. Trong nghiên cứu này, dữ liệu khảo sát kết hợp với ý kiến chuyên gia được tổng hợp và phân tích nhằm đưa ra phương án thiết kế hình dáng và công nghệ hybrid ứng dụng năng lượng mặt trời phù hợp với đặc thù phương tiện giao thông thủy cỡ nhỏ. Các ràng buộc môn nước, tĩnh không, tuyến luồng kênh rạch, bề rộng kênh rạch đều đảm bảo tính năng kỹ thuật theo nhiệm vụ thư thiết kế. Giải pháp thiết kế hệ thống hybrid ứng dụng năng lượng mặt trời gồm phần cứng và phần mềm phục vụ tích trữ, điều khiển và vận hành cũng đã được so sánh và đánh giá. Kết quả cho thấy tính khả thi của nghiên cứu tích hợp công nghệ hybrid ứng dụng năng lượng mặt trời vào các phương tiện giao thông cỡ nhỏ hoạt động ở vùng hồ, kênh rạch tại khu vực TP. HCM và Đồng Bằng Sông Cửu Long.

Từ khóa: phương tiện giao thông thủy nội địa; tuyến luồng kênh rạch; công nghệ hybrid; năng lượng mặt trời; nhiệm vụ thiết kế.

ABSTRACT

This paper presents research integration using solar hybrid energy for small inland boats. In this paper, survey data combined with expert evaluations are synthesized and analyzed to come up with a design of boat hull form and solar hybrid energy applications suitable to the characteristics of marine vehicles. The constraints of the draft, clearance, route, and width of canals all ensure the technical features according to the design recommendation. The design solution of a hybrid solar energy system including hardware and software for battery capacity, control system, and operation has also been compared and evaluated. The results show the feasibility of the study to integrate hybrid technology applying solar energy into small-sized vehicles operating in rivers and canals in Ho Chi Minh City and the Mekong Delta.

Keywords: small inland boats; route of canal; hybrid energy application; solar energy; design requirement.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chi phí nhiên liệu luôn chiếm một phần lớn trong các hoạt động kinh doanh, đặc biệt là lĩnh vực giao thông vận tải. Nhiên liệu xăng và diesel dùng ở dạng lỏng có ưu thế về khả năng sử dụng trực tiếp hơn các nhiên liệu hoá thạch khác như than còn khá dồi dào.

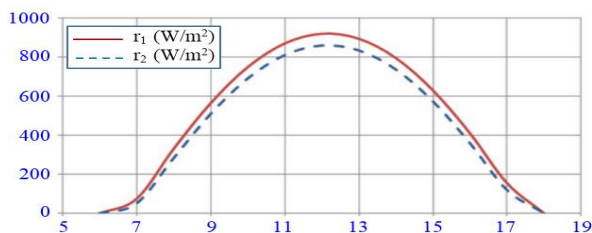
Tuy nhiên, dự báo của chuyên gia năng lượng, khai thác dầu khí sẽ đạt mức đỉnh về sản lượng vào năm 2020 và sụt giảm nhanh chóng trong các năm tiếp theo. Bên cạnh đó, khí phát thải từ phương tiện giao thông ảnh hưởng lớn đến môi trường và chất lượng sống, đặc biệt là trong khu vực nội thành.

Tại Việt Nam, tiềm năng sử dụng năng lượng mặt trời hiện rất lớn vì nước ta nằm trong khu vực cận xích đạo, góc chiếu mặt trời của các mùa trong năm tương đương 90 độ nên việc sử dụng khai thác các pin năng lượng mặt trời rất hiệu quả. Riêng với khu vực thành phố Hồ Chí Minh và Đồng Bằng Sông Cửu Long thì khả năng chiếu sáng của mặt trời gần như 90% trong hai mùa mưa và nắng.

Bảng 1. Số liệu về bức xạ mặt trời khảo sát trong nước

Vùng	Giờ nắng trong năm	Cường độ BXMT (kWh/m ² , ngày)	Ứng dụng
Đông Bắc	1600 – 1750	3,3 – 4,1	Trung bình
Tây Bắc	1750 – 1800	4,1 – 4,9	Trung bình
Bắc Trung Bộ	1700 – 2000	4,6 – 5,2	Tốt
Tây Nguyên và Nam Trung Bộ	2000 – 2600	4,9 – 5,7	Rất tốt
Nam Bộ	2200 – 2500	4,3 – 4,9	Rất tốt
Trung bình cả nước	1700 – 2500	4,6	Tốt

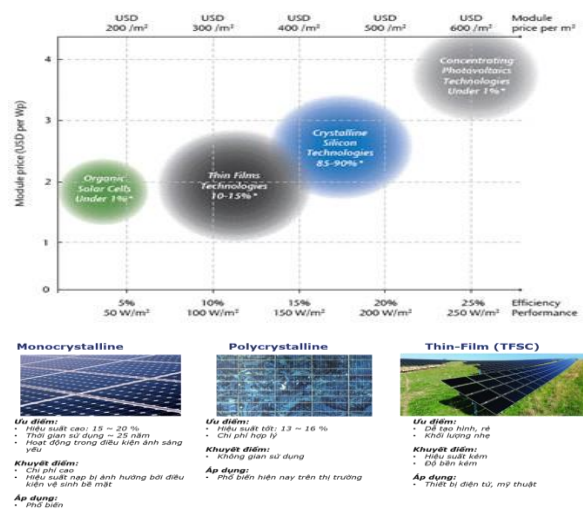
Bức xạ mặt trời phụ thuộc vào từng địa điểm trên mặt đất và các điều kiện tự nhiên của địa điểm đó. Khi thiết kế hệ thống điện mặt trời, rõ ràng để cho hệ có thể cung cấp đủ năng lượng cho tải trong suốt thời gian hoạt động, ta phải chọn giá trị cường độ bức xạ trung bình của tháng thấp nhất trong năm làm cơ sở tính toán. Cường độ bức xạ trung bình của các tháng trong năm ở Tp. HCM theo phương pháp tính toán của Moix Prierre-Olivier [1], [2], được cho ở trên và trong ngày từ 6 giờ sáng đến 6 giờ chiều của ngày đầu tháng Giêng.



Hình 1. Cường độ bức xạ tại Tp. HCM theo Moix Prierre-Olivier (2004)

Năm 1883, Charles Fritz thành công trong việc chuyển hóa năng lượng mặt trời thành năng lượng điện (chỉ từ 1-2%). Hiện nay hiệu suất sử dụng pin mặt trời đã được cải thiện đáng kể và được triển khai hiệu quả trong các chương trình sử dụng năng lượng xanh và tiết kiệm năng lượng.

Theo thống kê, panel mặt trời sử dụng công nghệ Crystalline (mono và poly) được sử dụng phổ biến do có hiệu suất sử dụng cao và chi phí hợp lý [3]. Trong nghiên cứu này, nhóm chọn phương án sử dụng panel mặt trời Polycrystalline có sẵn trên thị trường.

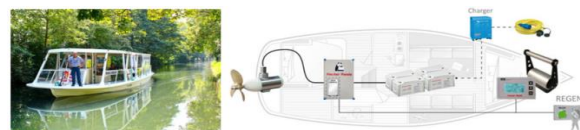


Hình 2. Phân loại panel mặt trời

Trong bài báo này, phạm vi nghiên cứu được lựa chọn cho phương tiện thủy nội địa cỡ nhỏ tích hợp công nghệ hybrid với năng lượng mặt trời (NLMT), hoạt động ở vùng hồ, kênh rạch tại khu vực Tp.HCM và Đồng Bằng Sông Cửu Long.

2. NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG ĐỘNG CƠ ĐIỆN VÀ CÔNG NGHỆ GHEP (HYBRID) CHO PHƯƠNG TIỆN THỦY

2.1. Nghiên cứu ứng dụng động cơ điện và công nghệ hybrid cho phương tiện thủy trên thế giới



Hình 3. Hệ thống thiết bị đẩy chạy điện của Fischer Panda (Đức)

Bảng 2. So sánh các loại động cơ điện

Động cơ Mục	Động cơ AC				Động cơ DC							Động cơ DC không chổi than (BLDC)
	Cảm ứng (Không đồng bộ)		Đồng bộ		Brush DC (Động cơ một chiều có chổi than)							
	Một pha	Ba pha	Rotor NCVC	Rotor dây quấn	Nam châm vĩnh cửu	Kích từ độc lập	Kích từ song song	Kích từ nối tiếp	Kích từ hỗn hợp	RC servo	Động cơ vận năng	
Nguồn	AC		AC		DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC&AC	DC
Hiệu suất (%)	40-60	60-70	70-75	75-90	60-70	70-80	70-80	70-85	70-80	60-70	50-70	>85
Kích thước	Lớn	Trung bình (TB) hoặc lớn	Nhỏ hoặc TB	TB hoặc lớn	Nhỏ	TB hoặc lớn	TB hoặc lớn	TB hoặc lớn	TB hoặc lớn	Nhỏ	TB hoặc lớn	Nhỏ
Momen tải	TB nhỏ	Lớn	Thấp	Lớn	Nhỏ	Nhỏ	Nhỏ	Lớn	Lớn	Nhỏ	TB	TB
Đảo chiều quay	Khó	Dễ	Dễ		Dễ	Dễ	Khó	Dễ	Khó	Dễ	Dễ	Khó
Công suất	Lớn				Nhỏ	TB	TB	TB	TB	Thấp	TB	TB
Giá	Thấp	TB	Cao	Cao	Thấp	TB	TB	TB	TB	Thấp	TB	Cao

Từ bảng so sánh trên có thể nhận xét như sau:

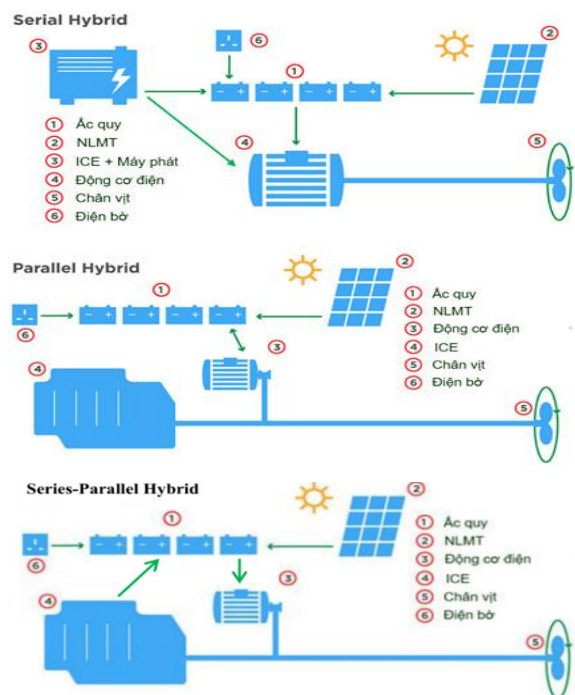
Động cơ AC để cấp nguồn điều khiển phù hợp cho những hệ thống có tải trọng, kích thước lớn và có khả năng được cấp nguồn trực tiếp.

Động cơ DC phù hợp chịu tải lớn khi khởi động (đặc biệt là kích từ nối tiếp), công suất thấp. Ngoài ra, giá thành thấp, độ tin cậy cao, điều khiển đơn giản và khả năng điều khiển đảo chiều quay dễ dàng... cũng là một trong các ưu điểm nổi bật.

Theo phương án này, hệ thống đẩy sử dụng năng lượng điện được cung cấp bởi hệ thống tích trữ năng lượng (pin - ắc quy) hoặc nguồn phát năng lượng [4]. Đến năm 2007, nghiên cứu sơ bộ tại Đức dành cho mô hình phương tiện thủy cỡ nhỏ tích hợp 9m² tấm pin năng lượng mặt trời được kiểm soát thông qua phần mềm quản lý và đánh giá năng lượng tiêu thụ đã minh chứng được tính khả thi và hiệu quả của việc tích hợp panel mặt trời vào phương tiện thủy.

Hiện nay, nghiên cứu hệ thống ghép (hybrid system) bao gồm động cơ đốt trong

truyền thống, máy phát, hệ thống tích trữ năng lượng và động cơ điện được phát triển rộng rãi. Theo cách phân loại hệ thống ghép, có thể phân chia thành ghép nối tiếp (serial hybrid), ghép song song (parallel hybrid) và ghép hỗn hợp (series-parallel hybrid).



Hình 4. Phân loại hoạt động của hệ thống pin mặt trời trên tàu NLMT

Bảng 3. Đánh giá và so sánh hệ thống lai ghép (hybrid)

	Ưu điểm	Nhược điểm
Ghép nối tiếp	Hoàn toàn chạy điện Đơn giản, phù hợp tàu nhỏ	Hệ thống ắc quy lớn
Ghép song song	Công suất lớn Thời gian hoạt động dài	Công nghệ phức tạp Khó bảo trì
Ghép hỗn hợp	Tận dụng tối đa các lợi ích được sinh ra	Công nghệ phức tạp Khó bảo trì

Ở thời điểm hiện tại, hình thức ghép nối tiếp này đang được phát triển bởi một số hãng Torquedo, Lynch Motor, Electric Yacht, MasterVolt, Elco Marine. Tuy nhiên, các hệ thống thiết bị này đều có điểm chung là giá thành rất cao [5]. Vì thế mục tiêu mà người thực hiện hướng đến trong đề tài này là thiết kế, chế tạo phương tiện thủy ứng dụng công nghệ hybrid với năng lượng mặt trời triển khai tốt trong thực tế và có tính nội địa hóa cao (điều kiện làm việc, linh kiện sử dụng, làm chủ công nghệ).

2.2. Nghiên cứu ứng dụng động cơ điện và công nghệ hybrid cho phương tiện thủy trong nước

Dựa trên các kết quả nghiên cứu sơ khởi từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở 2013 tại PTN trọng điểm Quốc Gia Điều khiển số và Kỹ thuật Hệ thống (DCSELAB) và các kết quả hướng dẫn sinh viên nghiên cứu khoa học tại Bộ môn Kỹ Thuật Tàu Thủy, Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc Gia TpHCM từ năm 2010 đến nay, nhóm nghiên cứu đã bước đầu xây dựng mô hình tính toán và mô phỏng nguyên lý hoạt động của tàu thủy sử dụng nguồn năng lượng mặt trời thông qua tàu mô hình. Tại Bộ môn Kỹ Thuật Tàu Thủy, Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc Gia TpHCM, các đề tài nghiên cứu tàu thủy sử dụng năng lượng mặt trời đã được phát triển thành luận văn tốt nghiệp từ năm 2010. Kết quả cho thấy các tính năng ổn định và phương án sử dụng năng lượng mặt trời hoàn toàn khả thi và đáng tin cậy. Bên cạnh đó, động cơ điện 1

pha, DC, công suất dự kiến 5HP có ưu điểm về khả năng điều khiển động cơ, nâng cao tính năng xoay trở và giữ hướng của tàu [6].



Hình 5. Mô hình tàu năng lượng mặt trời (Bách Khoa Tp.HCM, 2013)



Hình 6. Tàu 2 thân cỡ nhỏ chạy NLMT (Bách Khoa Đà Nẵng, 2015)

Hiện nay, một số phương tiện dân gian đã triển khai lắp đặt panel mặt trời và nhập khẩu trọn gói cụm thiết bị đẩy chạy điện từ Đức, Trung Quốc phối hợp sử dụng. Tại Đồng Tháp, vỏ lãi với chiều rộng 0,8 m, chiều dài 6,5 m, sử dụng 2 bình ắc quy, động cơ và 2 tấm pin. Khi sử dụng, điện từ năng lượng mặt trời trong 2 tấm pin qua bình ắc quy sẽ truyền vào động cơ để chân vịt của thuyền hoạt động.



Hình 7. Thuyền NLMT (Đồng Tháp, 2016)

Về nguyên tắc, tính năng ổn định phương tiện thủy khi tích hợp panel mặt trời sẽ có sự dịch chuyển trọng tâm rất lớn. Do đó cần các phân tích, đánh giá cơ sở khoa học rõ ràng. Bên cạnh đó, thiết bị đẩy cần được nghiên cứu, đánh giá phối hợp với hình dáng

phương tiện thủy và động cơ điện để đạt hiệu quả thiết kế tối ưu.

Thực chất đây vẫn là các phương tiện thủy sử dụng động cơ điện thuần túy. Về khả năng hybrid trong phương tiện thủy, theo hiểu biết của nhóm nghiên cứu, vẫn chưa có công bố khoa học nào trong những năm gần đây.

Bên cạnh những thuận lợi về mặt vị trí địa lý sông ngòi và nguồn năng lượng tự nhiên, việc thiết lập mô hình phù hợp với nhiệm vụ và mục tiêu của đề tài là phương tiện thủy đường sông cỡ nhỏ sử dụng công nghệ hybrid với năng lượng mặt trời là bài toán có ý nghĩa khoa học và tính thực tiễn cần phải giải quyết.

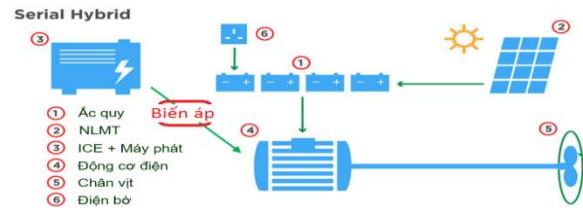
2.3. Phương án thiết kế hệ thống hybrid của dự án sẽ thực hiện

Dựa trên các kết quả phân tích và khảo sát kết hợp với các ý kiến đóng góp từ các chuyên gia, nhóm đưa ra phương án thiết kế hệ thống Hybrid cho tàu của dự án.

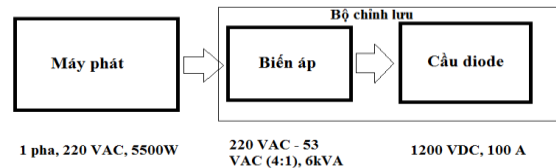
Phương án ứng dụng công nghệ nhiên liệu lai nối tiếp (serial hybrid) cho phương tiện thủy cỡ nhỏ là phù hợp yêu cầu kỹ thuật. Tổ hợp ghép là hệ thống kết hợp linh động bao gồm động cơ đốt trong hỗ trợ, máy phát điện, hệ thống pin tích trữ năng lượng, và động cơ điện lai nối tiếp với nhau. Ưu điểm của phương án ghép nối tiếp (serial hybrid) thể hiện thông qua khả năng kết nối động lực đơn giản, giảm tiêu hao năng lượng và lượng khí thải so với động cơ đốt trong truyền thống, vận hành êm ái, trình bày ở Hình 8&9.

Trong phạm vi nghiên cứu này, hệ thống năng lượng hybrid dựa trên ắc quy tích trữ và năng lượng mặt trời. Để giảm chi phí đầu tư ban đầu cho phương tiện thủy cỡ nhỏ, ắc quy tích trữ là công nghệ kín khí (AGM - Absorbent Glass Mat) với van điều áp VRLA (Valve Regulated Lead Acid) đảm bảo hiệu quả sử dụng trong thời gian hoạt động. Máy phát được lai ghép với ắc quy tích trữ và đóng vai trò nguồn năng lượng dự phòng và cung cấp năng lượng khi có sự cố. Ngoài ra, trong định hướng tiếp theo, nhóm cũng tiến hành nghiên cứu nhằm cải thiện các chế độ sạc và tích trữ của hệ thống năng lượng, qua

đó giảm tổn hao lớn trên hệ thống chuyển đổi năng lượng hybrid.



Hình 8. Phương án thiết kế hệ thống Hybrid



Hình 9. Sơ đồ khối phương án kỹ thuật kết nối máy phát và động cơ điện trong phương án ghép nối tiếp (serial hybrid)

3. GIẢI PHÁP THIẾT KẾ HÌNH DÁNG TÀU KHÁCH ĐƯỜNG SÔNG 12 CHỖ SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ HYBRID VỚI NLMT PHÙ HỢP TUYẾN GIAO THÔNG THỦY

3.1. Tình hình một số tuyến giao thông thủy chính ở Tp.HCM và đặc điểm hạ tầng kỹ thuật ảnh hưởng đến phương án thiết kế

Thành phố Hồ Chí Minh là thành phố có rất nhiều ưu thế về vận tải (hành khách và hàng hóa) bằng đường sông với tổng chiều dài đường thủy có thể khai thác vận tải là 975 km, đạt mức 0,465 km/km², có thể từ Thành phố Hồ Chí Minh đi ra ngoài theo cả 4 hướng: Đông – Tây – Nam – Bắc bằng đường sông.

Trong đề án phát triển du lịch đường sông của Tp.HCM, các tuyến du lịch đường sông gồm tuyến tầm ngắn, tầm trung và dài được khai thác chính:

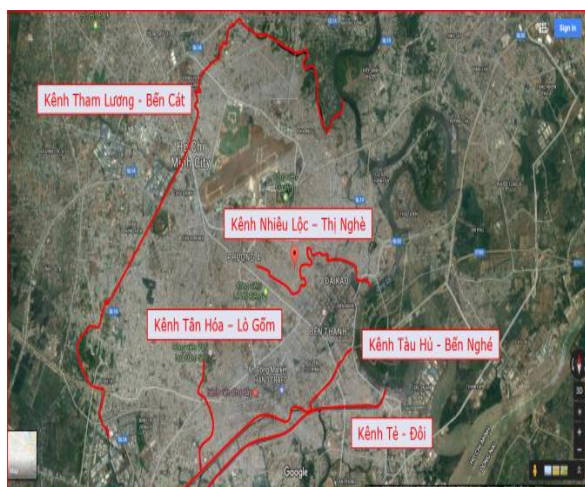
- Tuyến dài từ Tp. HCM xuống các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long
- Tuyến tầm trung, từ trung tâm Tp. HCM đi Đồng Nai, Củ Chi, Cần Giờ
- Tuyến tầm ngắn với cự ly khoảng 8-10 km, đi theo các kênh, rạch khu vực nội đô của thành phố.

Bảng 4. Tiêu chuẩn phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa (TCVN - 5664 - 92) về quy hoạch luồng tuyến tại Tp.HCM

Cấp	Kích thước luồng lạch				Bán kính cong	Kích thước công trình				
	Sông thiên nhiên		Kênh đào			Cầu		Tĩnh không dây điện chưa kể phần an toàn từ trường		
	Chiều sâu nước	Chiều rộng đáy	Chiều Sâu nước	Chiều rộng đáy		Khẩu độ		Tĩnh không	Luồng tàu sông biển	Luồng Tàu sông
						Sông	Kênh			
I	> 3,0	> 90	> 4,0	> 50	> 700	80	50	10	25	12
II	2,0÷3,0	70÷90	3,0÷4,0	40 ÷ 50	400 ÷ 700	60	40	9	12	11
III	1,5÷2,0	50÷70	2,5÷3,0	30 ÷ 40	300 ÷ 500	50	30	7	12	9
IV	1,2÷1,5	30÷50	2,0÷2,5	20 ÷ 30	200 ÷ 300	40	25	6 (5)	12	8
V	1,0÷1,2	20÷30	1,2÷2,0	10 ÷ 20	100 ÷ 200	25	20	3,5	12	8
VI	< 1,0	10÷20	< 1,2	10	60 ÷ 150	15	10	2,5	12	8

Bảng 5. Thông số kỹ thuật một số kênh - rạch nội thị có khả năng thực hiện việc tổ chức giao thông công cộng bằng tàu thủy.

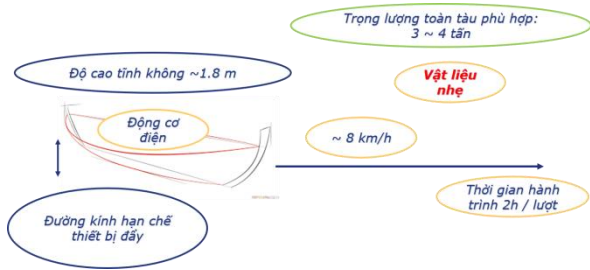
Thông số kỹ thuật	Kênh Nhiều Lọc - Thị Nghè	Kênh Tân Hóa - Lò Gốm	Kênh Tàu Hủ - Bến Nghé	Kênh Đôi - Tẻ	Kênh Tham Lương - Bến Cát
Cấp ĐT	IV-V		IV-V	II-III	
L (km)	8,7	11,8	7,1	13,2	32
B (m)	55-100		55-100	60-120	



Hình 10. Hệ thống 5 tuyến kênh / rạch tại Tp.HCM



Hình 11. Khảo sát điều kiện tĩnh không kênh Nhiêu Lọc – Thị Nghè

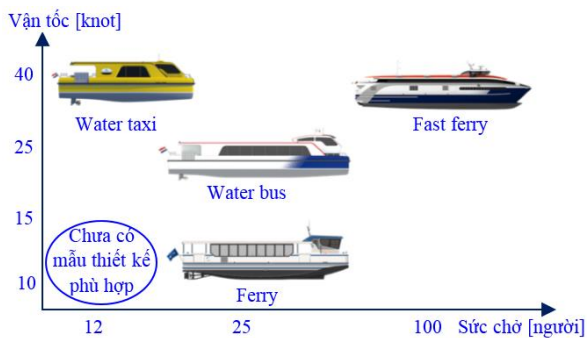


Hình 12. Điều kiện ràng buộc trong bài toán thiết kế

Những số liệu thu thập này cũng là cơ sở để lập nhiệm vụ thu thiết kế cho phương tiện thủy nội địa chở khách tuyến ngắn đang được nghiên cứu.

3.2. Xây dựng phương án kỹ thuật theo nhiệm vụ thu thiết kế

Phương pháp thiết kế tàu sẽ phụ thuộc rất nhiều vào sự có mặt các số liệu thống kê, các tàu mẫu thu thập được, vào khả năng của người thiết kế, vào khả năng tiến hành các thí nghiệm cần thiết. Lựa chọn kích thước hình học tàu thực chất là quá trình đánh giá mối tương quan tỷ số kích thước phù hợp cho tàu thiết kế theo cơ sở dữ liệu kết hợp với kinh nghiệm phân tích tính toán thiết kế [7].



Hình 13. Phân loại phương tiện thủy chở khách theo DAMEN (Hà Lan)

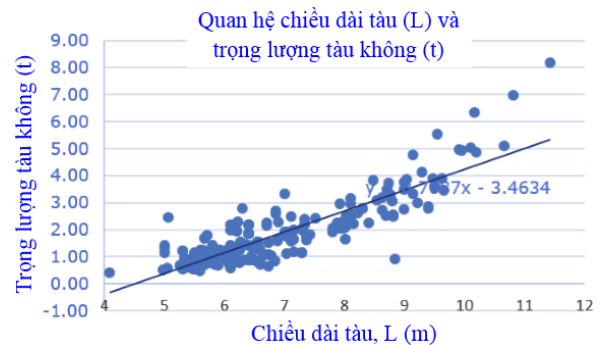
Tàu càng dài tính quay trở càng kém. Chiều dài của tàu còn bị hạn chế trực tiếp bởi bến cảng và luồng lạch. Chiều rộng của thân tàu có quan hệ với việc bố trí trên tàu, tính ổn định, sức cản và tính hàng hải của tàu. Giảm chiều rộng quá mức cũng có thể làm ảnh hưởng xấu đến ổn định ban đầu và ổn định ngang động. Hiện nay, một số tàu thuyền dân gian vẫn chưa có đánh giá, phân tích khoa học về hình dáng phương tiện thủy đáp ứng yêu cầu an toàn kỹ thuật. Bên cạnh đó, các

phương tiện chở khách cỡ nhỏ đang sử dụng hợp chuẩn đa phần là các tàu cao tốc, phù hợp các nhiệm vụ tuần tra.

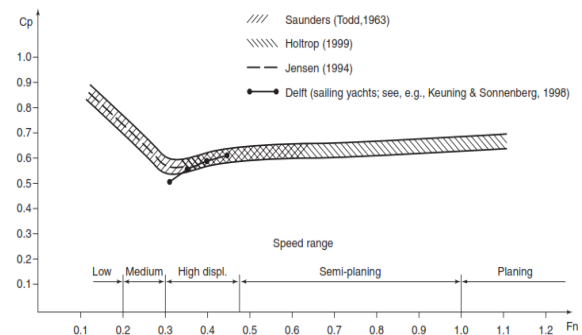


Hình 14. Khảo sát sơ bộ kích thước phương tiện thủy chở khách (2014): Chợ nổi Phong Điền (Cần Thơ)

Do vậy, cần tiến hành tham khảo bổ sung các số liệu thông kê tàu mẫu cỡ nhỏ nước ngoài để phân tích, đánh giá phù hợp các yêu cầu thiết kế kỹ thuật.



Hình 15. Mối quan hệ kích thước L - W (tham khảo mẫu tàu nước ngoài)



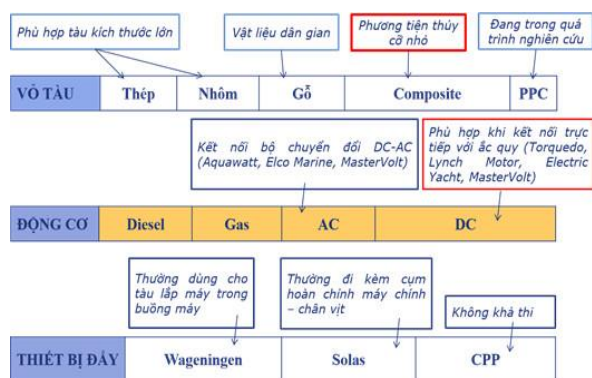
Hình 16. Tham khảo hệ số béo trong tính toán thiết kế

Bên cạnh các phân tích, đánh giá và thông kê về hình dáng phương tiện thủy, vật liệu đóng tàu, thiết bị đẩy phù hợp và các ràng buộc thiết kế cũng phải đưa vào giai đoạn thiết kế sơ bộ để xây dựng phương án kỹ thuật hoàn chỉnh dựa theo quy chuẩn dành cho phương tiện thủy nội địa [8], [9]. Giới hạn bền của vật liệu FRP thấp hơn của thép

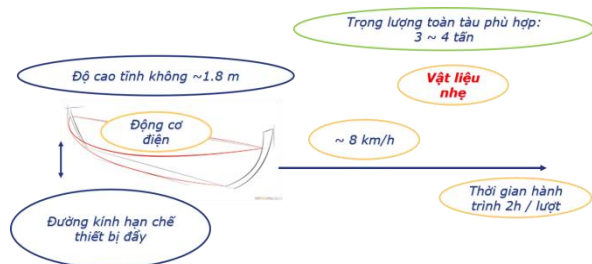
(bằng 50%÷60% giới hạn bền của thép đóng tàu với giới hạn bền của thép đóng tàu 2400 kG/cm²). Xét khối lượng vật tư cần đưa vào tàu cùng kích cỡ và tính năng, có thể nhận thấy tính, nhờ tỉ trọng bản thân nhỏ còn giới hạn bền không quá nhỏ so với thép, nên số lượng vật tư FRP sẽ nhỏ hơn, còn dùng thép khối lượng thép tính bằng tấn sẽ lớn hơn (xem bảng so sánh dưới). Tính chất này cho phép giảm lượng giãn nước của vỏ tàu bằng FRP, và điều này có lợi cho việc làm tăng tốc độ tàu hoặc giảm công suất máy.

Bảng 6. Bảng so sánh đặc tính vật liệu của hiệp hội FAO

Vật liệu	Khối lượng riêng [tấn/m ³]	Độ bền kéo [kN/m ² x 10]	Độ bền nén [kN/m ² x 10]	Mô đun đàn hồi [kN/m ² x 10]
FRP (CSM)	1,5	100	100	6
FRP (WR)	1,7	240	170	14
Plywood	0,65	16	12	11
Nhôm	2,7	120	85	70
Thép	7,8	210	190	200



Hình 17. Đánh giá tính khả thi của phương án thiết kế và chế tạo



Hình 18. Điều kiện ràng buộc của bài toán thiết kế

4. KẾT LUẬN

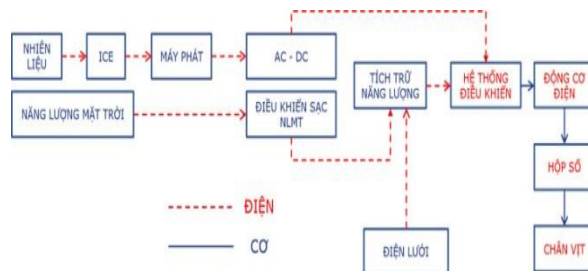
Dựa trên các kết quả phân tích và khảo sát kết hợp với các ý kiến đóng góp từ các chuyên gia, nhóm đưa ra phương án thiết kế phương tiện thủy cỡ nhỏ như sau:

- Vận tốc thấp 8 – 10 km/h với tuyến hành trình khoảng 10 km ven sông hồ (SII), thời gian hoạt động liên tục trong 2h.
- Đảm bảo độ cao tính không dưới 1,8 m, mớn nước hạn chế dưới 0,5 m để đảm bảo khả năng di chuyển tại các vùng nước cạn.
- Trọng lượng toàn tàu dưới 4 tấn, sử dụng vật liệu FRP nhẹ và an toàn.

Ứng với các điều kiện ràng buộc như trên, thông số cơ bản về hình dáng được hiệu chỉnh tăng so với đề xuất ban đầu nhằm đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về tính năng hàng hải theo nhiệm vụ thư thiết kế. Cụ thể, kích thước (chiều dài x chiều rộng x chiều cao) của tàu sẽ lớn hơn sản phẩm đề xuất ban đầu xấp xỉ 10%, còn lại các thông số khác đều tương đồng với sản phẩm đã đề xuất về yêu cầu kỹ thuật.

- Chiều dài thiết kế: $L_{tk} = 7,69$ m
- Chiều rộng thiết kế: $B_{tk} = 2,15$ m
- Chiều chìm: $T = 0,36$ m
- Chiều cao mạn: $H = 1,1$ m
- Lượng chiếm nước: $\Delta = 3,4$ tấn
- Số lượng người: 12 người (bao gồm 2 thuyền viên)

Phương án sử dụng công nghệ hybrid với NLMT được trình bày qua sơ đồ khối và bản vẽ tổng thể như dưới đây.



Hình 19. Sơ đồ phương án sử dụng công nghệ hybrid với năng lượng mặt trời

Từ kết quả nghiên cứu ở trên làm cơ sở, định hướng phát triển cho nghiên cứu mẫu phương tiện giao thông lưỡng dụng ứng dụng trong thực tiễn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (VNU-HCM) trong khuôn khổ đề tài mã số B2021-20-05.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] E. Agamloh, A. von Jouanne, and A. Yokochi, "An overview of electric machine trends in modern electric vehicles," *Machines*, vol. 8, no. 2. 2020, doi: 10.3390/MACHINES8020020.
- [2] *Handbook of Clean Energy Systems*. 2015.
- [3] M. S. Chowdhury *et al.*, "An overview of solar photovoltaic panels' end-of-life material recycling," *Energy Strategy Reviews*, vol. 27. 2020, doi: 10.1016/j.esr.2019.100431.
- [4] C. C. Chan, "The state of the art of electric and hybrid vehicles," *Proc. IEEE*, vol. 90, no. 2, 2002, doi: 10.1109/5.989873.
- [5] N. I. Xiros, "Simulation of electric propulsion drive with surface piercing propeller for planing-hull watercraft," in *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)*, 2015, vol. 4A-2015, doi: 10.1115/IMECE2015-53057.
- [6] L. Tat-Hien, N. K. Hieu, T. Hai, and N. Thach, "Sử dụng năng lượng mặt trời dùng cho phương tiện thủy nội địa," *KHCN Giao Thông Vận Tải*, vol. 7, pp. 116–119, 2013.
- [7] V. T. Cang, L. Tat-Hien, and D. M. Thien, "Về định hướng thiết kế một số mẫu tàu buýt sông ở Thành phố Hồ Chí Minh," *KHCN Giao Thông Vận Tải*, vol. 7, pp. 111–115, 2013.
- [8] N. Đ. Ân *et al.*, *Sổ tay Kỹ thuật đóng tàu thủy tập 1-3*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 1978.
- [9] QCVN, *Quy chuẩn phân cấp và đóng phương tiện thủy nội địa*. Vietnam, 2013.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết (First author):

Nguyễn Văn Tổng Em
Trường Đại học Nam Cần Thơ
Email: nvtongem@nctu.edu.vn

Nguyễn Duy Anh
Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM
Email: duyanhnguyen@hcmut.edu.vn