**THÔNG TIN VỀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

Tên luận án: *Sử dụng năng lượng hiệu quả, phát thải CO2 thấp cho các đảo khu vực nhiệt đới*

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện Mã số: 9520201

Họ tên nghiên cứu sinh: Nguyễn Hoàng Phương

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS. Võ Viết Cường

PGS. TS. Phan Thị Thanh Bình

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Sư Phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh

**1. Tóm tắt nội dung**

Trong bối cảnh khủng hoảng năng lượng toàn cầu và biến đổi khí hậu ngày càng nghiêm trọng, việc tìm kiếm các giải pháp năng lượng bền vững trở thành yêu cầu cấp thiết. Nhiều đảo nhiệt đới, dù sở hữu nguồn tài nguyên tái tạo dồi dào, vẫn phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch như diesel – nguồn năng lượng có chi phí cao, phát thải CO₂ lớn. Điều này đòi hỏi các nhà khoa học, nhà quản lý cần nỗ lực nghiên cứu và đầu tư nghiêm túc hơn vào việc phát triển hệ thống năng lượng tối ưu, đảm bảo cả về kinh tế, môi trường và an ninh năng lượng.

Tại Việt Nam, nhiều đảo như Phú Quốc, Phú Quý, Côn Đảo, Lý Sơn vẫn phụ thuộc chủ yếu vào điện diesel, trong khi nhu cầu sử dụng điện ngày càng tăng. Dù Phú Quốc đã kết nối với lưới điện quốc gia, các kịch bản phát triển cho thấy nguồn cung vẫn có nguy cơ thiếu hụt, đặc biệt là trong bối cảnh Việt Nam cam kết giảm phát thải khí CO₂ tại Hội nghị COP26. Điều này đặt ra thách thức cấp bách trong việc phát triển các mô hình năng lượng bền vững, tối ưu hóa khai thác tài nguyên địa phương và giảm thiểu sự phụ thuộc vào năng lượng hóa thạch.

Trước thực trạng này, nghiên cứu của luận án tập trung đề mô hình sử dụng năng lượng hiệu quả cho các đảo nhiệt đới nói chung và các đảo của Việt Nam nói riêng. Để minh chứng tính khả thi của mô hình, luận án đã đưa ra giải pháp cho 06 nhóm công việc và đối tượng hay thành phần kinh tế, cụ thể: (1) hệ thống chính sách để hỗ trợ/trợ giá cho thay đổi công nghệ hay tăng tỷ lệ thâm nhập của năng lượng tái tạo; nhóm giải pháp này bao trùm, hỗ trợ cho 05 nhóm hay thành phần kinh tế còn lại là: (2) thương mại & dịch vụ, (3) công nghiệp, (4) ngành điện, (5) giao thông vận tải và (6) lĩnh vực lĩnh vực nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất.

Các phương án được xem xét bao gồm tối ưu hóa vận hành hệ thống điện, giảm chi phí sản xuất điện, tăng cường sử dụng nguồn tài nguyên tái tạo sẵn có để đảm bảo sự phát triển bền vững của hệ thống năng lượng trên đảo. Từ mô hình sử dụng năng lượng hiệu quả cho các đảo nhiệt đới, luận án lựa chọn và đưa ra 05 đề xuất và tính toán bao gồm: phát điện từ rác thải sinh hoạt, hệ thống điện mặt trời áp mái, phương tiện giao thông điện (EV), phương thức vận hành mới cho hệ thống phát điện diesel - gió, thiết kế tận dụng chiếu sáng tự nhiên cho công trình.

Để minh chứng tính khả thi của các giải pháp trên, luận án đã xây dựng và đánh giá kịch bản phát triển hệ thống điện bền vững cho đảo Phú Quý. Cụ thể, nghiên cứu đã đề xuất ba kịch bản phát điện: Kịch bản BAU (Business As Usual): Không thay đổi, tiếp tục sử dụng nguồn điện hiện tại. Kịch bản GREEN: Tăng cường tích hợp năng lượng tái tạo, giảm sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Kịch bản HIGHER GREEN, tăng cường đầu tư vào các hệ thống phát điện xanh như điện mặt trời áp mái, điện gió, đồng thời tối ưu hóa phương thức vận hành hệ thống phát điện diesel - gió. Yếu tố giảm phát thải CO2 được hình thành khi luận án đề xuất các kịch bản phát điện xanh (GREEN) và xanh hơn (HIGHER GREEN) trong đó có sự tham gia ở các mức độ khác nhau của năng lượng tái tạo.

Kết quả cho thấy, so với kịch bản BAU, kịch bản HIGHER GREEN giúp giảm phát thải CO₂ lần lượt 5,2%, 26,97% và 31,8% tương ứng với các giai đoạn khác nhau. Hơn nữa, kịch bản này còn giúp giảm tỷ trọng sử dụng nhiên liệu diesel, cắt giảm đáng kể chi phí sản xuất điện, tăng cường sử dụng năng lượng tái tạo và đảm bảo an ninh năng lượng cho đảo Phú Quý.

**2. Các đóng góp mới của đề tài như sau:**

**Đóng góp 1:**

Sau khi khảo sát tình hình sử dụng năng lượng tại các đảo nhiệt đới trên thế giới, đề tài đã đề xuất mô hình năng lượng bền vững nhằm tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải CO₂ và tối ưu cơ cấu phát điện cho các đảo nhiệt đới. Mô hình tập trung vào 06 nhóm giải pháp chính, cụ thể: (1) hệ thống chính sách để hỗ trợ/trợ giá cho thay đổi công nghệ hay tăng tỷ lệ thâm nhập của năng lượng tái tạo; nhóm giải pháp này bao trùm, hỗ trợ cho 05 nhóm hay thành phần kinh tế còn lại là: (2) thương mại & dịch vụ, (3) công nghiệp, (4) ngành điện, (5) giao thông vận tải và (6) lĩnh vực nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất.

*Đóng góp này đã được công bố trong bài báo nghiên cứu khoa học:*

Nguyen Hoang Phuong, Vo Viet Cuong, TruongPhuc Khanh Nguyen, Tran Quoc Cuong, "Energy and energy models for tropical islands in VietNam," *TNU Journal of Science and Technology*, DOI: https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9833, vol. 229, no. 06, pp. 149-159, 2024.

**Đóng góp 2:**

Luận án đề xuất giải pháp tính toán khả năng phát điện từ rác thải rắn trên đảo, áp dụng tại Phú Quốc giai đoạn 2020 – 2030. Căn cứ vào quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của đảo, theo đó dự kiến dân số sẽ tăng trong giai đoạn này. Từ đó, lượng rác thải sinh hoạt sẽ tăng từ; khi đó, Công suất nhà máy phát điện tăng từ 4,7 MW lên 7,0 MW. Các chỉ số tài chính gồm giá trị hiện tại ròng (NPV) đạt 5,1 triệu USD với tỷ lệ chiết khấu 7%, tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR) đạt 10,5% và thời gian thu hồi vốn là 13,01 năm. Tổng lượng khí CO2 giảm thiểu dao động từ 23.118 đến 34.220 tấn CO2/năm. Với vòng đời dự án khoảng 25 năm thì dự án cơ bản đáp ứng các chỉ tiêu kinh tế để có thể đầu tư.

*Đóng góp này đã được công bố trong bài báo khoa học:*

Hoang-Phuong Nguyen, Viet-Cuong Vo, Vinh-Nghi Le, Thi-Thanh-Binh Phan, Thanh-Phong Tran, "Feasibility for solid waste power generation at Phu Quoc Island, Vietnam," *2018 4th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD)*, DOI: 10.1109/GTSD.2018.8595552, pp. 175-180, 2018.

**Đóng góp 3:**

Luận án đề xuất giải pháp tính toán khả năng phát triển hệ thống điện mặt trời áp mái, áp dụng tại Phú Quốc đến năm 2030 được đánh giá qua ba kịch bản. Các kịch bản này được xây dựng dựa trên diện tích sàn xây dựng theo quy hoạch Phú Quốc giai đoạn 2020 - 2030. Theo đó, tổng công suất lắp đặt tăng dần và lần lượt là 805 MWp, 1.219 MWp và 1.931 MWp. Các chỉ số tài chính cho các hệ điện mặt trời mái nhà lần lượt là: tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR) đạt 10,5%, 11,88% và 15,41%; thời gian thu hồi vốn là: 8, 7,5 và 6 năm. Tổng lượng khí CO2 giảm thiểu lần lượt là 193.844, 293.287, 464.473 tấn CO2/năm. Với vòng đời dự án là 20 đến 25 năm thì dự án đáp ứng tốt các chỉ tiêu kinh tế để có thể đầu tư.

*Đóng góp này đã được công bố trong các bài báo khoa học:*

[1]. Hoang-Phuong Nguyen, Viet-Cuong Vo, Van-Quan Vo, Thi-Thanh-Binh Phan, Thanh-Phong Tran, "A feasible proposal for small capacity solar power generation at Phu Quoc, Viet Nam," *2019 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies*, DOI: 10.1109/i-PACT44901.2019.8960125, pp. 1-6, 2019.

[2]. Nguyễn Hoàng Phương, Nguyễn Phước Tín, Võ Viết Cường, Trần Thanh Phong, Võ Văn Quân, "Hiệu quả kinh tế hệ thống điện mặt trời áp mái," *Kỷ yếu hội thảo Quốc gia 2019 Tài nguyên Thiên nhiên và môi trường trong tình hình mới, biến đổi khí hậu*, NXB Khoa học Kỹ thuật, ISBN 978-604-67-1585-6, pp. 80-93, 2020.

**Đóng góp 4:**

Luận án đề xuất giải pháp tính toán khả thi nhằm giảm phát thải CO₂ khi thay thế xe động cơ đốt trong bằng xe điện. Nghiên cứu được áp dụng cho đảo Phú Quốc với ba kịch bản thay thế xe truyền thống bằng xe điện theo các tỷ lệ tăng dần, lần lượt là 5%, 10% và 15%. Các kịch bản này hoàn toàn khả thi, đặc biệt trong bối cảnh thị trường xe điện tại Việt Nam đang phát triển nhanh chóng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, vào năm 2030, tỷ lệ giảm phát thải CO₂ tương ứng với ba kịch bản trên lần lượt đạt khoảng 17%, 18% và 21%.

*Đóng góp này đã được công bố trong bài báo khoa học:*

Hoang-Phuong Nguyen, Viet-Cuong Vo, Tan-Dong Le, Thi-Thanh-Binh Phan, Thanh-Phong Tran, Le-Duy-Luan Nguyen, "CO2 reduction potential by putting electric vehicles into operation in Phu Quoc island, Viet Nam," *2019 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE)*, DOI: 10.1109/ICSSE.2019.8823377, pp. 229-234, 2019.

**Đóng góp 5:**

Luận án đề xuất một giải pháp vận hành mới cho hệ thống phát điện diesel - gió hiện hữu, áp dụng tại đảo Phú Quý. Kết quả nghiên cứu cho thấy giải pháp này mang lại hiệu quả đáng kể, cụ thể: sản lượng điện từ năng lượng gió tăng 81,69% so với phương thức vận hành hiện tại; lượng diesel tiêu thụ giảm 81,69%; nếu chỉ đạt 70% hiệu quả của phương án đề xuất, chi phí nhiên liệu diesel tiết kiệm được 12,5 tỷ đồng cho phát điện. Lượng phát thải CO₂ cũng giảm tương ứng với tỷ lệ này.

*Đóng góp này đã được công bố trong bài báo khoa học:*

Nguyễn Hoàng Phương, Võ Viết Cường, Nguyễn Ngọc Âu, Trần Thái An, "A new proposed operating mode of diesel - wind power generation system for Phu Quy island," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, vol. 19, no. 5.1, pp. 29-34, 2021.

**Đóng góp 6:**

Luận án đề xuất giải pháp thiết kế tận dụng ánh sáng tự nhiên nhằm tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải CO2. Nghiên cứu được áp dụng cho một tòa nhà có kích thước 80m × 32m × 14m, gồm một tầng. Tòa nhà có chức năng đa dạng, bao gồm văn phòng, xưởng cơ khí nhỏ và khu vực dịch vụ thương mại. Các kết quả chính cho thấy: điện năng tiêu thụ giảm 34%; lượng phát thải CO2 tiết giảm khoảng 1,56 tấn/m²/năm; thời gian hoàn vốn chỉ hơn 9 tháng.

*Đóng góp này đã được công bố trong bài báo khoa học:*

Nguyen H. Phuong, Luan D. L. Nguyen, Vu H. M. Nguyen, Vo. V. Cuong, Tran M. Tuan, Pham A. Tuan, "A new approach in daylighting design for buildings," *Engineering, Technology & Applied Science Research*, https://doi.org/10.48084/etasr.5798, vol. 13, no. 4, pp. 11344-11354, 2023

**Đóng góp 7:**

Luận án đề xuất phương thức xác định cấu trúc phát điện tối ưu áp dụng cho đảo và minh chứng tính khả thi của phương thức này thông qua trường hợp điển hình tại đảo Phú Quý. Mục tiêu chính của phương thức là tối ưu cơ cấu phát điện trên đảo nhằm giảm thiểu chi phí sản xuất điện, đồng thời tăng cường tích hợp nguồn năng lượng tái tạo.

Các ràng buộc được đưa vào mô hình tối ưu bao gồm các yếu tố thuộc bài toán quy hoạch như: giới hạn công suất tối đa và tối thiểu của từng nguồn phát, sự kết hợp giữa các loại hình phát điện, phạm vi thay đổi công suất giữa hai giờ liên tiếp, công suất phát tối đa theo giờ của điện mặt trời, cũng như giới hạn dung lượng xả và sạc của hệ thống lưu trữ năng lượng. Những yếu tố này giúp đảm bảo hệ thống điện vận hành ổn định và đạt hiệu quả kinh tế cao nhất.

Khi áp dụng phương thức này cho đảo Phú Quý, luận án đã xây dựng ba kịch bản phát điện xanh. Cụ thể, kịch bản BAU (Business As Usual) giữ nguyên hệ thống hiện tại, trong khi hai kịch bản Higher Green và Green tăng cường công suất nguồn tái tạo, kết hợp với điện mặt trời áp mái để giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Kết quả tính toán cho thấy chi phí phát điện trong kịch bản Higher Green thấp hơn kịch bản BAU từ 30% đến 40%, tương ứng giảm từ 3 đến 6 UScent/kWh. Đồng thời, kịch bản Higher Green giúp giảm phát thải CO₂ nhiều nhất, với mức giảm lần lượt 5%, 73,03% và 68,20% so với kịch bản BAU vào các năm 2030, 2035 và 2040. Mặc dù vẫn cần huy động một phần công suất từ nguồn diesel, việc giảm tỷ lệ sử dụng nhiên liệu hóa thạch giúp giảm đáng kể chi phí phát điện của hệ thống, đồng thời góp phần quan trọng trong việc giảm phát thải CO₂ cho đảo Phú Quý.

*Đóng góp này đã được công bố trong bài báo khoa học:*

Hoang Phuong Nguyen, Le Duy Luan Nguyen, Hoang Minh Vu Nguyen, TruongPhuc Khanh Nguyen, Viet Cuong Vo, Thi Thanh Binh Phan, " Green Power Generation for Phu Quy Island to 2040," *GMSARN International Journal*, vol. 19, pp. 540-552, 2025.

*Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 14 tháng 3 năm 2025*

Nghiên cứu sinh

NGUYỄN HOÀNG PHƯƠNG