MÔ PHỎNG ĐÁNH GIÁ TÍNH NĂNG ĐỘNG LỰC HỌC VÀ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG CỦA Ô TÔ ĐIỆN THEO CHU TRÌNH ĐÔ THỊ VIỆT NAM BẰNG PHẦN MỀM ADVISOR

Trần Minh Kết
Khoa Kỹ thuật Ô tô, Trường Đại học Văn Lang
69/68 Đặng Thùy Trâm, Phường Bình Lợi Trung, TP. Hồ Chí Minh
Email: Ket.tm@vlu.edu.vn

***Tóm tắt**: Bài báo đánh giá tính năng động lực học và hiệu quả sử dụng năng lượng của VinFast VF 5 và BYD Dolphin bằng ADVISOR trên nền MATLAB R2025a theo chu trình đô thị CECDC. Chu trình có thời gian 1 826 s, quãng đường 9,89 km, vận tốc trung bình 19,5 km/h và 10 lần dừng. Nghiên cứu cho thấy dữ liệu mặc định của ADVISOR không phù hợp để áp dụng trực tiếp cho ô tô điện hiện đại và cần hiệu chỉnh bốn nhóm thông số: công nghệ và dung lượng pin, phụ tải điện, phân phối lực phanh tái sinh và hệ số tỷ lệ bản đồ động cơ. Sau hiệu chỉnh, hai xe hoàn thành chu trình với sai lệch bám vận tốc lần lượt 0,33 và 1,78 km/h; suất tiêu thụ điện năng 167,7 và 171,1 Wh/km; SOC giảm 4,23 % và 3,58 %; phát thải trực tiếp HC, CO, NOx và PM đều bằng 0 g/km. Chiến lược phanh tái sinh có thể làm thay đổi suất tiêu thụ tới 18,2 %, cho thấy đây là thông số quan trọng trong mô phỏng BEV đô thị. Kết quả cung cấp cơ sở tham khảo cho nghiên cứu, giảng dạy và đào tạo kỹ sư công nghệ ô tô trong quá trình chuyển dịch sang giao thông xanh tại Việt Nam.*

***Từ khóa:** Ô tô điện chạy pin, phần mềm ADVISOR, chu trình vận hành CECDC, tính năng động lực học, suất tiêu thụ điện năng, phanh tái sinh, mô phỏng ô tô.*

SIMULATION-BASED EVALUATION OF DYNAMIC PERFORMANCE AND ENERGY EFFICIENCY OF BATTERY ELECTRIC VEHICLES ON THE VIETNAMESE URBAN DRIVING CYCLE USING ADVISOR

***Abstract:** This study evaluates the dynamic performance and energy efficiency of the VinFast VF 5 and BYD Dolphin using ADVISOR implemented in MATLAB R2025a under the urban CECDC driving cycle. The cycle has a duration of 1,826 s, a distance of 9.89 km, an average speed of 19.5 km/h, and 10 stops. The results indicate that the default ADVISOR dataset is not directly applicable to modern battery electric vehicles and that four groups of parameters require calibration: battery technology and capacity, electrical auxiliary load, regenerative braking force distribution, and motor map scaling factors. After calibration, both vehicles successfully completed the driving cycle, with maximum speed-tracking errors of 0.33 and 1.78 km/h, respectively. Their energy consumption rates were 167.7 and 171.1 Wh/km, while the state of charge (SOC) decreased by 4.23% and 3.58%, respectively. Direct emissions of HC, CO, NOx, and PM were 0 g/km for both vehicles. The regenerative braking strategy altered energy consumption by up to 18.2%, demonstrating its importance in urban BEV simulation. These findings provide a useful reference for research, teaching, and automotive engineering education in the context of Vietnam's transition toward green transportation.*

***Keywords:** Battery electric vehicle, ADVISOR software, CECDC driving cycle, dynamic performance, energy consumption, regenerative braking, vehicle simulation.*

Nhận bài: 26/07/2026 Phản biện: 26/08/2026 Duyệt đăng: 29/08/2026

I. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh suy giảm nguồn năng lượng hóa thạch và gia tăng ô nhiễm đô thị, ô tô điện chạy pin (BEV – Battery Electric Vehicle) ngày càng được quan tâm. Tại Việt Nam, sự phát triển của VinFast và các mẫu xe điện nhập khẩu đã mở rộng đáng kể thị trường, nhưng hiệu quả vận hành của BEV trong điều kiện giao thông đô thị Việt Nam vẫn chưa được nghiên cứu định lượng đầy đủ.

Thử nghiệm thực tế cho độ tin cậy cao nhưng tốn kém và khó triển khai tại các cơ sở đào tạo. Mô phỏng số là giải pháp phù hợp, cho phép khảo sát nhiều cấu hình, chu trình vận hành và kịch bản độ nhạy. ADVISOR (ADvanced VehIcle SimulatOR), do NREL phát triển trên nền MATLAB/Simulink, là công cụ phổ biến cho mục đích này.

Tuy nhiên, dữ liệu mặc định của ADVISOR chủ yếu được xây dựng cho các thế hệ xe cũ, khác biệt về công nghệ pin, phụ tải điện và chiến lược phanh so với ô tô điện hiện đại, nên có thể gây sai lệch nếu sử dụng trực tiếp.

Vì vậy, nghiên cứu tiến hành mô phỏng và hiệu chỉnh hai mẫu VinFast VF 5 và BYD Dolphin theo chu trình CECDC để đánh giá tính năng động lực học và hiệu quả sử dụng năng lượng. Đồng thời, nghiên cứu xây dựng quy trình mô phỏng có khả năng tái lập, phục vụ giảng dạy ngành công nghệ kỹ thuật ô tô.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết

2.1.1. Phần mềm mô phỏng ADVISOR

ADVISOR sử dụng phương pháp tiếp cận xấp xỉ gần như ổn định (quasi-static) theo hướng ngược dòng công suất với bước thời gian 1 s. Tại mỗi bước thời gian của chu trình vận tốc cho trước, phần mềm tính công suất cần thiết tại bánh xe, sau đó truy ngược qua tỉ số truyền cuối, hộp số, cụm động cơ – bộ điều khiển đến hệ thống tích trữ năng lượng để xác định công suất đầu vào yêu cầu. Toàn bộ mô hình được tham số hoá và tổ chức thành các khối Simulink độc lập, nhờ đó có thể thay thế hoặc hiệu chỉnh từng cụm chi tiết mà không phá vỡ cấu trúc chung.

2.1.2. Chu trình vận hành CECDC

Chu trình CECDC (Centre for Environmental Monitoring Car Driving Cycle) được Học viện Kỹ thuật Quân sự và Đại học Hồng Kông xây dựng từ dữ liệu giao thông thực tế tại Hà Nội, nhằm đại diện cho điều kiện đô thị Việt Nam. Dữ liệu vận tốc được thu thập trên 5 tuyến đường, trong ngày thường và cuối tuần, ở cả giờ cao điểm và thấp điểm; chiều dài hành trình được xác định từ khảo sát 3 000 lái xe.

Theo tệp CYC_CECDC trong ADVISOR, chu trình kéo dài 1 826 s, quãng đường 9,89 km, vận tốc trung bình 19,5 km/h, cực đại 49,4 km/h, gia tốc trung bình 0,47 m/s², giảm tốc trung bình −0,44 m/s² và có 10 lần dừng. Đây là chu trình đô thị tốc độ thấp, phù hợp đánh giá tiêu thụ và thu hồi năng lượng phanh, nhưng không đại diện cho vận hành tốc độ cao.

2.1.3. Mô hình hệ thống tích trữ năng lượng và phanh tái sinh

Hệ thống tích trữ năng lượng được mô hình hoá theo phương án điện trở trong (Rint). Cụm pin được biểu diễn bằng mạch tương đương gồm một nguồn điện áp hở mạch V_oc nối tiếp với điện trở trong R_int, trong đó cả V_oc và R_int đều là hàm của SOC và nhiệt độ mô-đun; hai bảng tra riêng được dùng cho chế độ phóng và chế độ nạp. Dòng điện được xác định từ phương trình bậc hai $R \cdot I^2 - V_oc \cdot I + P = 0$, sau đó tích phân theo thời gian để tính SOC theo biểu thức SOC = (C_max − Ah_used)/C_max. Mô hình được ghép với một mô hình nhiệt một chiều đơn giản của cụm pin làm mát bằng không khí.

Phanh tái sinh được mô tả thông qua bảng phân phối lực phanh giữa phanh tái sinh và phanh ma sát theo vận tốc. Đây là thành phần có ảnh hưởng quyết định tới suất tiêu thụ điện năng trong chu trình đô thị, nơi tần suất giảm tốc rất cao.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu kết hợp ba phương pháp: kế thừa có chọn lọc các mô hình và dữ liệu ADVISOR; phương pháp chuyên gia để xác lập các thông số chưa được công bố dựa trên tài liệu NREL và nghiên cứu chuyên ngành; và mô phỏng trên mô hình đã hiệu chỉnh.

Mô phỏng được thực hiện trên MATLAB R2025a. Do phiên bản này không còn hỗ trợ Configurable Subsystem của ADVISOR 2003, 7 khối trong BD_EV được thay bằng các cấu hình cố định phù hợp với xe khảo sát. Việc thay thế chỉ cố định lựa chọn cấu hình, không làm thay đổi thuật toán tính toán.

Quy trình gồm: (1) nạp cấu hình và thông số linh kiện; (2) áp dụng các giá trị hiệu chỉnh; (3) chạy CECDC để xác định tiêu thụ điện, SOC và phát thải; (4) thử tăng tốc và leo dốc để đánh giá động lực học. Các kịch bản độ nhạy được bổ sung để đánh giá ảnh hưởng của thông số đầu vào.

III. THỰC TRẠNG SỬ DỤNG BỘ DỮ LIỆU MẶC ĐỊNH CỦA ADVISOR CHO Ô TÔ ĐIỆN THẾ HỆ MỚI

Rà soát cấu hình EV_defaults_in của ADVISOR cho thấy bốn nhóm thông số không còn phù hợp với ô tô điện hiện đại.

Thứ nhất, tệp VEH_largeCar sử dụng khối lượng cơ sở 1 025 kg, không phù hợp với các mẫu xe đô thị cỡ nhỏ. Thứ hai, tệp ESS_AnnexVII_SHEV sử dụng 65 mô-đun pin NiMH, trong khi xe hiện đại dùng pin LFP có đặc tính điện áp, điện trở trong, hiệu suất coulomb và mật độ năng lượng khác biệt. Sai lệch lớn về dung lượng pin còn có thể làm mức giảm SOC trên chu trình 9,89 km quá nhỏ, khiến kết quả thiếu ý nghĩa.

Thứ ba, tệp ACC_SUV mặc định sử dụng phụ tải cơ khí 1 000 W từ động cơ đốt trong, không phù hợp với ô tô điện. Thứ tư, tệp WH_SMCAR chỉ cho phép phanh tái sinh khi vận tốc trên 16 km/h và tối đa 50 % lực phanh, không phản ánh chiến lược phanh hỗn hợp của ô tô điện hiện đại, vốn ưu tiên tái sinh đến gần khi xe dừng.

IV. XÂY DỰNG VÀ HIỆU CHỈNH MÔ HÌNH MÔ PHỎNG

4.1. Đối tượng khảo sát

VinFast VF 5 là mẫu SUV đô thị hạng A, kích thước 3 965 × 1 720 × 1 580 mm, chiều dài cơ sở 2 510 mm, khối lượng không tải 1 390 kg, cụm pin Li-ion (LFP) 37,23 kWh, động cơ điện dẫn động cầu trước công suất cực đại 100 kW và mô-men xoắn cực đại công bố 135 N.m [8]. BYD Dolphin

là mẫu hatchback hạng B, kích thước 4 290 × 1 770 × 1 570 mm, chiều dài cơ sở 2 700 mm, khối lượng không tải 1 405 kg, cụm pin LFP Blade Battery 44,90 kWh, động cơ dẫn động cầu trước công suất cực đại 70 kW và mô-men xoắn cực đại 180 N.m [9]. Cả hai xe đều sử dụng hộp số một cấp cố định.

4.2. Hiệu chỉnh bộ thông số đầu vào

Hai xe được xây dựng từ cấu hình EV_defaults_in với hệ truyền động thuần điện, dẫn động cầu trước và được hiệu chỉnh theo thông số thực tế.

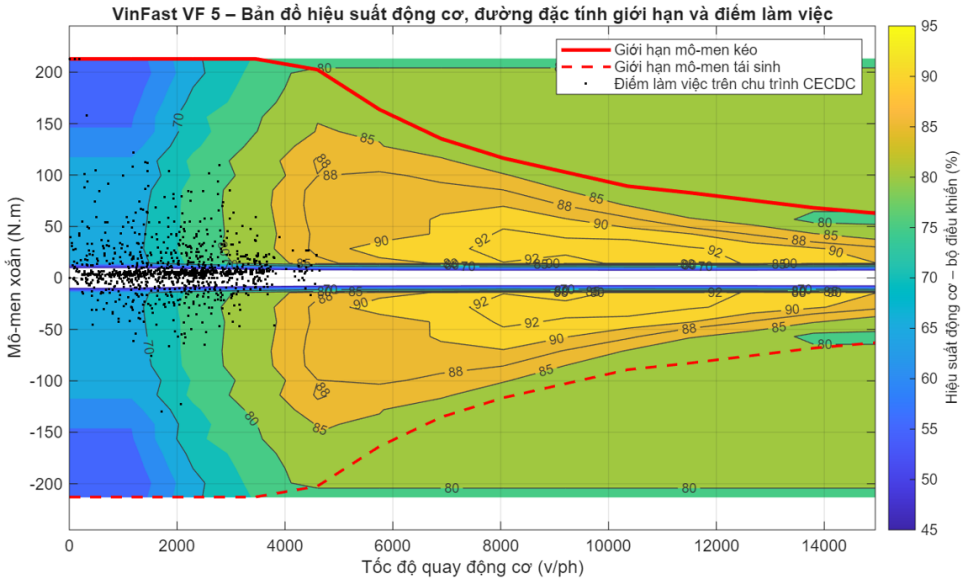
Khối lượng được đặt trực tiếp bằng veh_override_mass: 1 526 kg cho VinFast VF 5 và 1 541 kg cho BYD Dolphin, gồm khối lượng không tải và 136 kg tải quy ước. VinFast VF 5 sử dụng bản đồ động cơ MC_AC83 với hệ số mô-men 1,049 và tốc độ 1,150 để đạt 100 kW; BYD Dolphin sử dụng MC_AC62 với hệ số 0,909 và 1,236 để đạt 180 N•m và 70 kW.

Pin NiMH mặc định được thay bằng pin Li-ion ESS_LI7_temp theo mô hình Rint, gồm 32 mô-đun nối tiếp và được hiệu chỉnh dung lượng theo từng xe. Phụ tải ACC_SUV được thay bằng ACC_HYBRID với tải điện cố định 700 W.

Phanh tái sinh được hiệu chỉnh để đảm nhận tối đa 85 % lực phanh trên 24 km/h và duy trì đến khoảng 5 km/h. Hai xe sử dụng cùng điều kiện biên để bảo đảm khả năng so sánh. Các thông số sau hiệu chỉnh được tổng hợp trong Bảng 1.

Bảng 1. Bộ thông số đầu vào của mô hình VinFast VF 5 và BYD Dolphin trong ADVISOR

Thông số	Ký hiệu trong ADVISOR	Đơn vị	VinFast VF 5	BYD Dolphin
Cấu hình hệ truyền động	drivetrain	–	EV – cầu trước	EV – cầu trước
Khối lượng tính toán	veh_override_mass	kg	1 526	1 541
Hệ số cản không khí	veh_CD	–	0,34	0,32
Diện tích cản chính diện	veh_FA	m²	2,31	2,36
Bán kính lăn bánh xe	wh_radius	m	0,330	0,316
Hệ số cản lăn	wh_1st_rrc	–	0,009	0,009
Tệp bản đồ động cơ	–	–	MC_AC83	MC_AC62
Hệ số tỉ lệ mô-men / tốc độ	mc_trq_scale / mc_spd_scale	–	1,049 / 1,150	0,909 / 1,236
Công suất cực đại của bản đồ	–	kW	100,0	70,0
Mô-men xoắn cực đại của bản đồ	–	N.m	212,9	180,0
Tốc độ quay cực đại	–	v/ph	14 946	9 888
Tệp mô hình pin	–	–	ESS_LI7_temp (Rint)	ESS_LI7_temp (Rint)
Số mô-đun nối tiếp / hệ số dung lượng	ess_module_num / ess_cap_scale	–	32 / 15,245	32 / 18,386
Cụm pin (điện áp – dung lượng)	–	V – A.h	347 – 107,2	347 – 129,3
Năng lượng dự trữ	–	kWh	37,23	44,90
Hộp số / tỉ số truyền tổng	TX_1SPD / gb_ratio	–	Một cấp / 11,672	Một cấp / 7,394
Phụ tải điện không đổi	acc_elec_pwr	W	700	700
SOC đầu chu trình	ess_init_soc	–	0,90	0,90



Hình 1. Bản đồ hiệu suất, đường đặc tính giới hạn và điểm làm việc của động cơ trong mô hình VinFast VF 5 trên chu trình CECDC

(Nguồn: Kết quả mô phỏng của tác giả trên ADVISOR – MATLAB R2025a)

Bản đồ hiệu suất động cơ cùng phân bố điểm làm việc trên chu trình CECDC được thể hiện ở hình 1. Có thể thấy đại bộ phận các điểm làm việc tập trung ở vùng tốc độ dưới 4 500 v/ph và mô-men xoắn dưới 60 N.m – tức vùng biên của bản đồ, nơi hiệu suất cụm động cơ – bộ điều khiển chỉ đạt khoảng 70 – 85 %, thấp hơn đáng kể so với hiệu suất đỉnh trên 92 %. Đây là hệ quả trực tiếp của việc chu trình CECDC có vận tốc thấp trong khi động cơ được thiết kế cho dải công suất lớn hơn nhiều, và giải thích vì sao ô tô điện công suất lớn không thể hiện được ưu thế về hiệu quả năng lượng trong điều kiện giao thông đô thị Việt Nam.

V. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

Hai mô hình được mô phỏng trong cùng điều kiện: chu trình CECDC, SOC ban đầu 0,90, phụ tải điện 700 W, cùng quy luật phân phối lực phanh và hệ số cản lăn. Kết quả tổng hợp được trình bày trong Bảng 2.

5.1. Khả năng bám chu trình và phát thải

Cả hai xe hoàn thành chu trình CECDC với quãng đường 9,89 km và không phát sinh cảnh báo kỹ thuật. Sai lệch vận tốc lớn nhất của VinFast VF 5 là 0,33 km/h, thấp hơn BYD Dolphin (1,78 km/h). Sai lệch lớn hơn của BYD Dolphin chủ yếu xuất hiện ở các pha tăng tốc mạnh, phù hợp với công suất riêng thấp hơn (45,4 W/kg so với 65,5 W/kg của VinFast VF 5). Tuy nhiên, cả hai mức sai lệch đều nằm trong giới hạn chấp nhận được và không xảy ra bão hòa công suất.

Phát thải HC, CO, NOx và PM của cả hai xe đều bằng 0 g/km do sử dụng hệ truyền động điện thuần túy. Kết quả này chỉ phản ánh phát thải trực tiếp tại nơi vận hành; phát thải toàn vòng đời (well-to-wheel) phụ thuộc vào cơ cấu nguồn điện quốc gia và nằm ngoài phạm vi mô phỏng của ADVISOR.

5.2. Hiệu quả sử dụng năng lượng

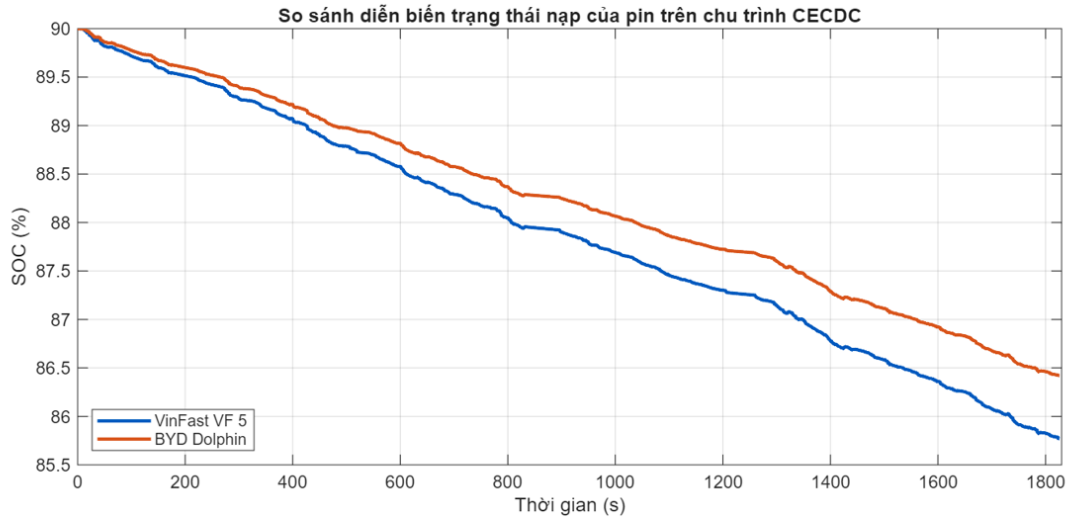
Trong chu trình CECDC, VinFast VF 5 tiêu thụ ròng 1,658 kWh, tương ứng 167,7 Wh/km (2,08 L xăng/100 km quy đổi), sau khi thu hồi 0,139 kWh từ phanh tái sinh. BYD Dolphin tiêu thụ ròng 1,692 kWh, tương ứng 171,1 Wh/km (2,12 L xăng/100 km), sau khi thu hồi 0,138 kWh. Các giá trị đều nằm trong khoảng phổ biến của ô tô điện cỡ nhỏ đô thị (150–200 Wh/km).

BYD Dolphin tiêu thụ cao hơn 3,4 Wh/km (2,0 %) dù có hệ số cản không khí thấp hơn (0,32 so với 0,34). Do vận tốc trung bình CECDC chỉ 19,5 km/h, ảnh hưởng khí động học nhỏ; ngược lại, khối lượng lớn hơn 15 kg và hiệu suất đỉnh của MC_AC62 khoảng 90 %, thấp hơn mức trên 92 % của MC_AC83, làm tăng tiêu thụ năng lượng.

Ngoài ra, phụ tải điện 700 W tiêu thụ 0,355 kWh trong 1 826 s, chiếm khoảng 21,4 % năng lượng ròng, cho thấy không thể bỏ qua phụ tải điện khi mô phỏng các chu trình đô thị tốc độ thấp.

Bảng 2. Tổng hợp kết quả mô phỏng hai mẫu ô tô điện trên chu trình CECDC

Chỉ tiêu đánh giá	Đơn vị	VinFast VF 5	BYD Dolphin	Chênh lệch
Quãng đường chu trình	km	9,89	9,89	0
Sai lệch bám vết vận tốc lớn nhất	km/h	0,33	1,78	+1,45
Năng lượng pin cung cấp	kWh	1,797	1,830	+0,033
Năng lượng phanh tái sinh thu hồi	kWh	0,139	0,138	−0,001
Năng lượng tiêu thụ ròng	kWh	1,658	1,692	+0,034
Suất tiêu thụ điện năng	Wh/km	167,7	171,1	+3,4
Xăng tương đương quy đổi	L/100 km	2,08	2,12	+0,04
SOC đầu / cuối chu trình	%	90 / 85,8	90 / 86,4	–
Mức sụt SOC sau 9,89 km	%	4,23	3,58	−0,65
Phạm vi hoạt động ngoại suy	km	234	276	+42
Công suất xả / nạp tái sinh cực đại của pin	kW	41,6 / 16,0	40,3 / 17,1	–
Tổn hao trên điện trở trong của pin	Wh	7,8	6,6	–
Phát thải HC / CO / NOx / PM	g/km	0 / 0 / 0 / 0	0 / 0 / 0 / 0	0
Tăng tốc 0 – 96,6 km/h	s	6,77	10,41	+3,64
Tăng tốc 64,4 – 96,6 km/h	s	3,02	4,48	+1,46
Tăng tốc 0 – 136,8 km/h	s	13,08	20,70	+7,62
Gia tốc cực đại	m/s²	4,95	3,13	−1,82
Khả năng leo dốc ở 88,5 km/h	%	29,1	18,8	−10,3
Khả năng leo dốc ở 48,3 km/h	%	49,8	33,7	−16,0



Hình 2. So sánh diễn biến trạng thái nạp của pin (SOC) trên chu trình CECDC

(Nguồn: Kết quả mô phỏng của tác giả)

5.3. Trạng thái nạp của pin và phạm vi hoạt động

Diễn biến SOC trên chu trình CECDC (Hình 2) giảm ổn định ở cả hai xe. Sau 9,89 km, SOC của VinFast VF 5 giảm từ 90 % xuống 85,8 % (4,23 %), còn BYD Dolphin xuống 86,4 % (3,58 %).

Mặc dù tiêu thụ năng lượng cao hơn, BYD Dolphin giảm SOC ít hơn nhờ dung lượng pin lớn hơn 7,67 kWh. Ngoại suy tuyến tính cho phạm vi hoạt động khoảng 276 km đối với BYD Dolphin và 234 km đối với VinFast VF 5, cho thấy dung lượng pin ảnh hưởng đáng kể đến phạm vi hoạt động.

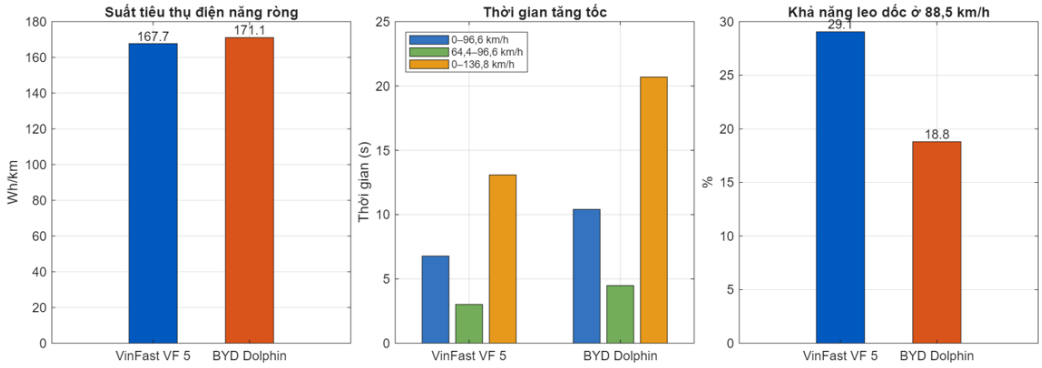
Công suất xả cực đại đạt 41,6 và 40,3 kW; công suất nạp tái sinh cực đại đạt 16,0 và 17,1 kW tương ứng với VinFast VF 5 và BYD Dolphin. Tổn hao nhiệt trên điện trở trong chỉ chiếm 0,43 % và 0,36 % năng lượng xả, phù hợp với đặc tính pin Li-ion trong chu trình đô thị.

5.4. Tính năng động lực học

VinFast VF 5 có khả năng tăng tốc tốt hơn BYD Dolphin: 0–96,6 km/h trong 6,77 s so với 10,41 s; 64,4–96,6 km/h trong 3,02 s so với 4,48 s; và 0–136,8 km/h trong 13,08 s so với 20,70 s. Gia tốc cực đại đạt 4,95 so với 3,13 m/s²; khả năng leo dốc tại 88,5 km/h trong 10 s đạt 29,1 % so với 18,8 % (Hình 3).

Tuy nhiên, CECDC có vận tốc cực đại 49,4 km/h nên ưu thế tăng tốc trên 60 km/h ít được khai thác trong đô thị. ADVISOR cũng không xét giới hạn bám bánh xe; tại độ dốc 49,8 %, hệ số bám yêu cầu ở cầu trước vượt 0,7, nên kết quả leo dốc chủ yếu có ý nghĩa so sánh.

Thời gian tăng tốc 0–96,6 km/h của BYD Dolphin (10,41 s) gần với mức 0–100 km/h khoảng 10,9 s do nhà sản xuất công bố, sai lệch dưới 5 %. Với VinFast VF 5, mô hình lạc quan hơn thực tế khoảng 25 %, chủ yếu do bản đồ MC_AC83 không thể đồng thời tái hiện công suất 100 kW và mô-men 135 N•m. Đây là hạn chế khi dùng bản đồ động cơ không đồng bộ của ADVISOR để đại diện cho động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu hiện đại.



Hình 3. So sánh suất tiêu thụ điện năng, thời gian tăng tốc và khả năng leo dốc của hai mẫu xe

(Nguồn: Kết quả mô phỏng của tác giả)

VI. ĐÁNH GIÁ ĐỘ NHẠY VÀ GIỚI HẠN CỦA MÔ HÌNH

6.1. Độ nhạy theo chiến lược phanh tái sinh và SOC ban đầu

Chu trình CECDC được mô phỏng lại với bốn phương án khác nhau về phanh tái sinh và SOC ban đầu. Kết quả cho thấy ba điểm chính.

Thứ nhất, phanh tái sinh ảnh hưởng đáng kể đến suất tiêu thụ. Khi vô hiệu hóa hoàn toàn, suất tiêu thụ của VinFast VF 5 tăng từ 167,7 lên 198,3 Wh/km và của BYD Dolphin từ 171,1 lên 200,9 Wh/km, tương ứng 18,2 % và 17,4 %. Điều này cho thấy quy luật phân phối lực phanh là thông số cần được kiểm soát chặt trong mô phỏng ô tô điện đô thị.

Thứ hai, quy luật phanh mặc định của ADVISOR làm suất tiêu thụ của VinFast VF 5 tăng 9,2 Wh/km so với phương án hiệu chỉnh (176,9 so với 167,7 Wh/km), trong khi tỷ lệ thu hồi năng lượng chỉ đạt 3,9 % thay vì 7,7 %. Kết quả cho thấy thông số mặc định chưa phù hợp với đặc tính phanh tái sinh của ô tô điện hiện đại.

Thứ ba, SOC ban đầu ít ảnh hưởng đến kết quả, với chênh lệch giữa SOC 90 % và 100 % chỉ khoảng 0,5 Wh/km. Vì vậy, hiện tượng SOC hầu như không thay đổi trong một số mô phỏng chủ yếu liên quan đến cấu hình dung lượng pin hơn là SOC ban đầu.

6.2. Giới hạn của phương pháp mô phỏng

ADVISOR sử dụng mô hình gần ổn định với bước thời gian 1 s nên chưa phản ánh đầy đủ các quá trình động nhanh như dao động điện áp bus, đáp ứng mô-men, trượt bánh xe và dao động hệ thống treo; vì vậy, kết quả tăng tốc và leo dốc chủ yếu mang ý nghĩa lý thuyết.

Bên cạnh đó, bản đồ hiệu suất động cơ không đồng bộ và mô hình pin Rint chưa mô tả đầy đủ

đặc tính của động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu, hiện tượng phân cực, trễ và suy giảm dung lượng pin.

Mô phỏng chỉ xét điều kiện tiêu chuẩn, đường bằng và phụ tải điện cố định 700 W, chưa tính đến độ dốc, gió, độ ẩm, mặt đường và tải điều hòa trong khí hậu nóng ẩm Việt Nam. Một số thông số xe phải ước lượng do thiếu dữ liệu công bố nên có thể làm tăng sai số.

Cuối cùng, CECDC chỉ đại diện cho vận hành đô thị; việc ngoại suy phạm vi hoạt động từ mức giảm SOC trên 9,89 km chỉ mang tính gần đúng do đặc tính pin thay đổi theo SOC.

VII. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng và hiệu chỉnh mô hình VinFast VF 5 và BYD Dolphin trên ADVISOR/MATLAB R2025a theo chu trình CECDC. Hai xe đạt suất tiêu thụ lần lượt 167,7 và 171,1 Wh/km, SOC giảm 4,23 % và 3,58 % sau 9,89 km, phát thải trực tiếp HC, CO, NOx và PM bằng 0 g/km. VinFast VF 5 có mức tiêu thụ thấp hơn và tính năng động lực học tốt hơn, trong khi BYD Dolphin có phạm vi hoạt động lớn hơn nhờ dung lượng pin cao hơn.

Kết quả cho thấy dữ liệu mặc định của ADVISOR cần được hiệu chỉnh về pin, phụ tải điện, phanh tái sinh và bản đồ động cơ khi mô phỏng ô tô điện hiện đại. Đặc biệt, chiến lược phanh tái sinh có thể làm thay đổi suất tiêu thụ tới 18,2 %. Quy trình này đồng thời có thể sử dụng làm học liệu giúp sinh viên rèn luyện kỹ năng phân tích, hiệu chỉnh mô hình và biện luận kết quả.

Nghiên cứu tiếp theo cần kiểm chứng mô hình bằng dữ liệu OBD-II và băng thử công suất, hướng tới sai số tiêu thụ điện không quá 5 %, sai số SOC không quá 3 % và hệ số tương quan đường cong SOC $\geq$ 0,95; đồng thời xây dựng bản đồ động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu và cơ sở dữ liệu chuẩn hóa cho ô tô điện tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Hữu Cẩn, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Vàng (2007). Lý thuyết ô tô máy kéo. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Tong H. Y., Tung H. D., Hung W. T., Nguyen H. V. (2011). Development of driving cycles for motorcycles and light-duty vehicles in Vietnam. Atmospheric Environment, 45, 5191-5199.

Wipke K., Cuddy M., Bharathan D., Burch S., Johnson V., Markel A., Sprik S. (1999). ADVISOR 2.0: A Second-Generation Advanced Vehicle Simulator for Systems Analysis. National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-540-25928.

NREL (2001). Documentation – ADVISOR software 3.2. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado.

Husain I. (2005). Electric and Hybrid Vehicles – Design Fundamentals. Taylor & Francis e-Library, ISBN 0-203-00939-8.

Kelly K. J., Zolot M., Glinsky G., Hieronymus A. (2001). Test Results and Modeling of the Honda Insight Using ADVISOR. SAE Future Transportation Technologies Conference, NREL/CP-540-31085.

Nguyễn Bảo Huy, Tạ Cao Minh (2011). Tổng quan tình hình nghiên cứu ô tô điện trên thế giới và ở Việt Nam. Tạp chí Tự động hoá ngày nay, số 126, tháng 5/2011.

VinFast (2025). Thông số kỹ thuật VinFast VF 5. Truy cập tại: https://shop.vinfastauto.com/vn_vi/dat-coc-xe-dien-vf5.html

BYD Việt Nam (2025). Thông số kỹ thuật BYD Dolphin. Truy cập tại: https://bydvn.com.vn/xe-moi