

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

**VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIỂN**



NGUYỄN THÀNH CÔNG

**NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ CỦA THỊ TRƯỜNG CÁC-BON
TRONG LĨNH VỰC NĂNG LƯỢNG ĐỐI VỚI PHÁT TRIỂN
KINH TẾ-XÃ HỘI CỦA VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hà Nội – Năm 2026

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

**VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIỂN**



**NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ CỦA THỊ TRƯỜNG CÁC-BON
TRONG LĨNH VỰC NĂNG LƯỢNG ĐỐI VỚI PHÁT TRIỂN
KINH TẾ-XÃ HỘI CỦA VIỆT NAM**

Ngành: Biến đổi khí hậu
Mã số: 9440221

LUẬN ÁN TIẾN SĨ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Tác giả luận án

Giáo viên hướng dẫn 1

Giáo viên hướng dẫn 2

Nguyễn Thành Công

GS. TS. Trần Thục

TS. Tăng Thế Cường

Hà Nội - Năm 2026

LỜI CAM ĐOAN

Nghiên cứu sinh cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tác giả, các kết quả nghiên cứu được trình bày trong Luận án là trung thực, khách quan và chưa từng bảo vệ ở bất kỳ học vị nào. Việc tham khảo và các nguồn tài liệu đã được trích dẫn đầy đủ theo đúng quy định.

Tác giả Luận án

Nguyễn Thành Công

LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tác giả xin chân thành cảm ơn Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biển đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tác giả trong quá trình nghiên cứu và hoàn thành Luận án.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc nhất tới hai giáo viên hướng dẫn là GS.TS Trần Thực và TS. Tăng Thế Cường đã tận tình hướng dẫn tác giả từ những bước đầu xây dựng hướng nghiên cứu cũng như trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thiện Luận án.

Tác giả trân trọng cảm ơn Lãnh đạo, cán bộ, giảng viên, các cơ quan, đơn vị, đặc biệt là Bộ môn Biến đổi khí hậu và Trung tâm Nghiên cứu Biến đổi khí hậu thuộc Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biển đã giúp đỡ, hỗ trợ Nghiên cứu sinh.

Tác giả trân trọng cảm ơn Lãnh đạo, cán bộ và các đồng nghiệp của tác giả tại Cục Biến đổi khí hậu đã giúp đỡ, tạo điều kiện và hỗ trợ Nghiên cứu sinh.

Cuối cùng, Nghiên cứu sinh xin gửi lời cảm ơn các đồng nghiệp, bạn bè, gia đình và người thân đã động viên, giúp đỡ hoàn thành Luận án này.

Tác giả luận án

Nguyễn Thành Công

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

CES	Độ co giãn thay thế không đổi (Constant Elasticity of Substitution)
CET	Độ co giãn chuyển đổi không đổi (Constant Elasticity of Transformation)
CGE	Mô hình cân bằng tổng thể khả toán (Computable General Equilibrium)
CPI	Chỉ số giá tiêu dùng (Consumer Price Index)
ESAM	Ma trận hạch toán xã hội năng lượng (Energy Social Accounting Matrix)
ETS	Hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính (Emissions Trading System)
EU	Liên minh châu Âu (European Union)
GDP	Tổng sản phẩm trong nước (Gross Domestic Product)
HERMIN	Mô hình kinh tế lượng vĩ mô HERMIN
I-O	Bảng cân đối liên ngành (Input–Output Table)
MACC	Đường cong chi phí giảm phát thải biên (Marginal Abatement Cost Curve)
MRV	Đo lường, báo cáo và thẩm định (Measurement, Reporting and Verification)
NDC	Đóng góp do quốc gia tự quyết định (Nationally Determined Contribution)
PEP	Đối tác vì chính sách kinh tế (Partnership for Economic Policy)
RGGI	Sáng kiến khí nhà kính khu vực (Regional Greenhouse Gas Initiative)
SAM	Ma trận hạch toán xã hội (Social Accounting Matrix)

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT.....	iii
MỤC LỤC	iv
DANH MỤC BẢNG.....	ix
DANH MỤC HÌNH.....	xi
MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của luận án.....	1
2. Mục tiêu của luận án.....	3
2.1. Mục tiêu tổng quát	3
2.2. Mục tiêu cụ thể.....	3
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	4
3.1. Đối tượng nghiên cứu	4
3.2. Phạm vi nghiên cứu.....	4
4. Câu hỏi nghiên cứu	5
5. Luận điểm bảo vệ của luận án	5
6. Phương pháp nghiên cứu.....	6
7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án.....	8
8. Đóng góp mới của luận án	8
9. Cấu trúc của luận án.....	9
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VỀ THỊ TRƯỜNG CÁC-	
BON VÀ TÁC ĐỘNG ĐẾN PHÁT TRIỂN KINH TẾ – XÃ HỘI.....	10
1.1. Tổng quan các nghiên cứu theo các nhóm vấn đề.....	10
1.1.1. Cơ sở lý thuyết về định giá các-bon và thiết kế thị trường các-bon	10
1.1.2. Cơ sở thực tiễn về hiệu quả của các thị trường các-bon.....	12
1.1.3. Mô hình hóa định lượng tác động kinh tế vĩ mô của các công cụ định giá các-bon	14
1.1.4. Cơ chế truyền dẫn chi phí các-bon vào giá điện.....	17
1.1.5. Sử dụng doanh thu từ định giá các-bon và tác động phân phối....	19
1.1.6. Khung pháp lý, thể chế và các nghiên cứu chính sách cho thị trường các-bon Việt Nam.....	20
1.2. Cấu trúc ngành điện Việt Nam	21
1.2.1. Vị trí của ngành điện trong thị trường các-bon Việt Nam.....	22
1.2.2. Chuỗi giá trị ngành điện.....	22
1.2.3. Cơ chế giá điện và các đặc điểm thể chế liên quan	23

1.2.4. Lý do mô hình hóa cơ chế truyền dẫn chi phí các-bon không hoàn toàn.....	24
1.3. Tổng hợp khoảng trống nghiên cứu và định hướng của luận án ..	25
1.3.1. Tổng hợp khoảng trống nghiên cứu	25
1.3.2. Định hướng nghiên cứu của luận án	29
Tiểu kết Chương 1.....	30
CHƯƠNG II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA CÁC KỊCH BẢN ETS ĐỐI VỚI PHÁT TRIỂN KINH TẾ – XÃ HỘI CỦA VIỆT NAM.....	31
2.1. Cách tiếp cận và khung phân tích nghiên cứu	31
2.1.1. Cách tiếp cận nghiên cứu	31
2.1.2. Khung nghiên cứu tổng thể.....	32
2.1.3. Cách tiếp cận đánh giá hiệu quả	36
2.1.4. Khung chỉ tiêu đánh giá	37
2.1.5. Quy trình nghiên cứu	38
2.1.6. Mối liên hệ giữa mục tiêu, câu hỏi, phương pháp và kết quả nghiên cứu	42
2.2. Dữ liệu nghiên cứu và xử lý dữ liệu.....	42
2.2.1. Năm cơ sở và hệ thống nguồn dữ liệu	42
2.2.2. Dữ liệu kinh tế và xã hội	44
2.2.3. Dữ liệu phát thải và ngành điện	46
2.2.4. Dữ liệu chi phí giảm phát thải biên.....	47
2.2.5. Tham vấn chuyên gia	47
2.3. Xây dựng Ma trận hạch toán xã hội Việt Nam sử dụng cho mô hình	48
2.3.1. Cấu trúc tài khoản của SAM.....	48
2.3.2. Tổng hợp ngành và tách ngành điện	49
2.3.3. Xây dựng các tài khoản yếu tố sản xuất và thể chế	50
2.3.4. Cân bằng và kiểm tra SAM.....	51
2.4. Hiệu chỉnh và mở rộng mô hình CGE PEP-1-1	52
2.4.1. Mô hình CGE PEP-1-1 và các nội dung kế thừa	52
2.4.2. Hiệu chỉnh mô hình theo SAM 2019 và cách khép kín mô hình..	53
2.4.3. Mô phỏng tác động của các kịch bản ETS.....	55
2.5. Thiết kế kịch bản mô phỏng.....	60
2.5.1. Kịch bản cơ sở.....	60
2.5.2. Cơ sở lựa chọn các mức tham số	60
2.5.3. Tổ hợp kịch bản.....	62
2.5.4. Mô phỏng bán động theo ba kỳ tuân thủ 2025–2030	63
2.6. Phân tích độ nhạy của kết quả đối với các tham số chính sách.....	66
2.6.1. Cách tiếp cận và phạm vi phân tích	66

2.6.2. Độ nhạy theo mức giá các-bon	66
2.6.3. Độ nhạy theo tỷ lệ phân bổ miễn phí	66
2.6.4. Độ nhạy theo hệ số truyền dẫn vào giá điện	66
2.6.5. Mức thay đổi theo khoảng và nguyên tắc so sánh	67
2.7. Giả định và giới hạn nghiên cứu.....	67
2.7.1. Các giả định nghiên cứu chính.....	67
2.7.2. Giới hạn về dữ liệu và mức độ phân tổ	68
2.7.3. Giới hạn về phạm vi mô phỏng và diễn giải kết quả	69
2.8. Tiểu kết Chương II.....	70
CHƯƠNG III. KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG VÀ PHÂN TÍCH	
HIỆU QUẢ CỦA CÁC KỊCH BẢN ETS ĐỐI VỚI PHÁT TRIỂN KINH	
TẾ – XÃ HỘI CỦA VIỆT NAM.....	72
3.1. Tác động đến kinh tế vĩ mô và hộ gia đình	72
3.1.1. Tác động đến GDP	72
3.1.2. Tác động đến CPI.....	76
3.1.3. Tác động đến tiêu dùng hộ gia đình.....	78
3.1.4. Hạch toán các dòng giá trị ETS đối với tài khoản Chính phủ	81
3.1.5. Tổng hợp tác động đến các chỉ tiêu kinh tế vĩ mô và tiêu dùng hộ gia đình.....	82
3.1.6. Phân nhóm các kịch bản theo mức giảm GDP	83
3.2. Tác động đến hoạt động sản xuất và thị trường yếu tố sản xuất...85	
3.2.1. Tác động đến tổng sản lượng và giá trị gia tăng	85
3.2.2. Các chỉ số tổng hợp về điều chỉnh sử dụng lao động và vốn.....	90
3.2.3. Cơ chế lan tỏa tác động của ETS giữa các ngành.....	92
3.3. Tác động đối với ngành điện và cơ chế hạch toán truyền dẫn giá trị	
ETS ròng	93
3.3.1. Quy tắc hạch toán truyền dẫn giá trị ETS ròng của ngành điện ...	93
3.3.2. Giá trị ETS ròng của ngành điện sau phân bổ miễn phí	94
3.3.3. Phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện	94
3.3.4. Phạm vi diễn giải quy mô và dấu của FIN_GAP_ELEC.....	95
3.3.5. Tương tác giữa các tham số kịch bản đối với ngành điện	96
3.3.6. Giá trị phân tích và giới hạn bằng chứng về truyền dẫn.....	103
3.4. Tác động đến phát thải khí nhà kính	103
3.4.1. Mức giảm phát thải mô hình hóa trong lưới kịch bản	103
3.4.2. Vai trò của mức giá các-bon	105
3.4.3. Vai trò của tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí	106
3.4.4. Vai trò của hệ số truyền dẫn.....	106
3.4.5. Đối chiếu định tính với thông tin chi phí giảm phát thải biên	106

3.4.6. Quan hệ giữa mức giảm phát thải tăng thêm và tác động kinh tế	107
3.5. Kết quả chuỗi mô phỏng bán động minh họa theo ba kỳ giai đoạn 2025–2030	111
3.5.1. Kết quả GDP và CPI trong chuỗi ba kỳ	112
3.5.2. Kết quả sản lượng và phát thải trong chuỗi mô phỏng ba kỳ	113
3.5.3. Kết quả hạch toán ETS trong chuỗi mô phỏng ba kỳ	114
3.5.4. Giới hạn và phạm vi diễn giải kết quả chuỗi mô phỏng bán động	115
3.6. Phân tích độ nhạy của kết quả theo các tham số kịch bản	116
3.6.1. Độ nhạy theo mức giá các-bon	116
3.6.2. Độ nhạy theo tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí.....	117
3.6.3. Độ nhạy theo tham số kịch bản thể chế θ	118
3.6.4. Phân tích tương tác giữa các tham số kịch bản.....	120
3.6.5. Tính nhất quán của kết quả và giới hạn của phân tích độ nhạy..	122
3.7. Thảo luận và tổng hợp kết quả nghiên cứu	123
3.7.1. Vai trò và sự tương tác của các tham số kịch bản.....	123
3.7.2. Phân tích tổng hợp kết quả kinh tế, xã hội và môi trường của các kịch bản	124
3.7.3. Đối chiếu với các nghiên cứu trước và ý nghĩa khoa học của kết quả	129
3.7.4. Tổng hợp kết quả theo các câu hỏi nghiên cứu	133
3.8. Khuyến nghị chính sách trong phạm vi nghiên cứu	135
3.8.1. Khuyến nghị về lộ trình hình thành tín hiệu giá các-bon	135
3.8.2. Khuyến nghị về phân bổ hạn ngạch phát thải khí nhà kính.....	135
3.8.3. Khuyến nghị về phối hợp giữa ETS và cơ chế giá điện	136
3.8.4. Khuyến nghị về dữ liệu, giám sát và rà soát chính sách.....	137
3.9. Tiểu kết Chương III	138
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	140
Kết luận	140
Kiến nghị	143
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ	145
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN.....	145
TÀI LIỆU THAM KHẢO	146
PHỤ LỤC	156
Phụ lục 1. Giải thích từ ngữ	156
Phụ lục 2. Bảng ánh xạ ngành từ bảng I-O 2019 sang cấu trúc SAM của mô hình.....	160
Phụ lục 3. Kết quả mô hình CGE PEP 1-1 mở rộng.....	165
Phụ lục 4. Ma trận hạch toán xã hội áp dụng cho mô hình	170

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Tổng hợp bằng chứng, khoảng trống nghiên cứu và phạm vi xử lý của luận án.....	26
Bảng 2.1. Hệ thống chỉ tiêu đánh giá tác động của các kịch bản ETS	37
Bảng 2.2. Mối liên hệ giữa mục tiêu, câu hỏi, phương pháp và nhóm kết quả nghiên cứu	42
Bảng 2.3. Hệ thống nguồn dữ liệu của luận án.....	44
Bảng 2.4. Chi phí giảm phát thải biên của một số nhóm công nghệ phát điện	47
Bảng 2.5. Cấu trúc 37 tài khoản của SAM Việt Nam năm 2019*.....	48
Bảng 2.6. Cách khép kín mô hình và ý nghĩa diễn giải	54
Bảng 2.7. Phân biệt nội dung kế thừa và phần mở rộng của luận án.....	55
Bảng 2.8. Các mức giá các-bon trong lưới kịch bản.....	61
Bảng 2.9. Các mức truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện	61
Bảng 2.10. Các mức phân bổ hạn ngạch miễn phí.....	62
Bảng 2.11. Tổng hợp lưới 126 kịch bản mô phỏng	62
Bảng 2.12. Chuỗi kịch bản theo ba kỳ tuân thủ giai đoạn 2025–2030	65
Bảng 3.1. Khoảng biến động của các chỉ tiêu tổng hợp trong lưới 126 kịch bản so với phương án cơ sở	73
Bảng 3.2. Thay đổi GDP (%) theo mức giá các-bon và hệ số truyền dẫn θ , với $\alpha = 100\%$	75
Bảng 3.3. Thay đổi GDP, CPI và tiêu dùng hộ gia đình (%) tại 12 kịch bản đại diện, với $\theta = 0,3$	79
Bảng 3.4. Giá trị hạch toán TCO _{2T} theo mức giá các-bon và tỷ lệ phân bổ miễn phí α , với $\theta = 0,5$	82
Bảng 3.5. Phân bổ 126 kịch bản theo mức giảm GDP và tỷ lệ phân bổ miễn phí α	84

Bảng 3.6. Thay đổi tổng sản lượng, giá trị gia tăng, cầu lao động và cầu vốn (%) tại 12 kịch bản đại diện, với $\theta = 0,3$	86
Bảng 3.7. Phạm vi diễn giải các chỉ tiêu tổng hợp về sản xuất	91
Bảng 3.8. FIN_GAP_ELEC tại một số kịch bản đại diện	95
Bảng 3.9. Kênh tác động của các tham số kịch bản trong mô hình.....	97
Bảng 3.10. FIN_GAP_ELEC, TCO2T, giá trị hạn ngạch miễn phí và thay đổi CPI theo θ và α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	97
Bảng 3.11. Cấu trúc đầu của FIN_GAP_ELEC trong lưới kịch bản.....	102
Bảng 3.12. Mức thay đổi biên theo các khoảng giá tại $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$	108
Bảng 3.13. Phân bố kịch bản theo mức giảm phát thải và α	111
Bảng 3.14. Kết quả GDP và CPI trong chuỗi mô phỏng bán động qua ba kỳ	112
Bảng 3.15. Các biến hạch toán ETS, sản lượng và phát thải trong ba kỳ....	115
Bảng 3.16. Lát cắt độ nhạy theo mức giá các-bon, với $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$	117
Bảng 3.17. Lát cắt độ nhạy theo α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂ và $\theta = 0,5$	118
Bảng 3.18. Lát cắt độ nhạy theo θ , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂ và $\alpha = 100\%$	119
Bảng 3.19. Tổng hợp các dạng tương tác giữa các tham số kịch bản.....	122
Bảng 3.20. Phân nhóm 126 kịch bản theo mức giảm GDP	125
Bảng 3.21. Các kịch bản đại diện theo giới hạn tác động GDP.....	127
Bảng 3.22. So sánh đa chỉ tiêu giữa một số kịch bản đại diện.....	128
Bảng 3.23. Đối chiếu kết quả luận án với các nhóm nghiên cứu trước	131
Bảng 3.24. Tổng hợp kết quả trả lời các câu hỏi nghiên cứu	134

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1. Khung nghiên cứu tổng thể của luận án.....	35
Hình 2.2. Quy trình nghiên cứu của luận án	41
Hình 3.1. Thay đổi GDP theo mức giá các-bon tại các mức θ , với $\alpha = 100\%$	74
Hình 3.2. Thay đổi GDP theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$	74
Hình 3.3. Thay đổi CPI theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$	77
Hình 3.4. Thay đổi CPI theo hệ số truyền dẫn θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	78
Hình 3.5. Thay đổi tiêu dùng hộ gia đình theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$	80
Hình 3.6. Thay đổi tiêu dùng hộ gia đình theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	81
Hình 3.7. Số kịch bản theo nhóm tác động GDP và tỷ lệ phân bổ miễn phí. 84	
Hình 3.8. Phân bố đồng thời mức giảm GDP và mức tăng CPI trong 126 kịch bản	85
Hình 3.9. Thay đổi chỉ tiêu sản lượng tổng hợp theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$	87
Hình 3.10. Thay đổi chỉ tiêu sản lượng tổng hợp theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	88
Hình 3.11. Thay đổi giá trị gia tăng tổng hợp theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$	89
Hình 3.12. Thay đổi giá trị gia tăng tổng hợp theo θ tại ba mức α , với giá các- bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	89
Hình 3.13. Thay đổi các chỉ tiêu lao động và vốn tổng hợp theo mức giá các- bon, với $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$	90

Hình 3.14. Thay đổi các chỉ tiêu lao động và vốn tổng hợp theo α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂ và $\theta = 0,5$	91
Hình 3.15. FIN_GAP_ELEC theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$	96
Hình 3.16. FIN_GAP_ELEC và thay đổi CPI theo hệ số truyền dẫn θ , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂ và $\alpha = 100\%$	98
Hình 3.17. Giá trị TCO2T theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,5$..	99
Hình 3.18. Giá trị TCO2T theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	100
Hình 3.19. Giá trị hạn ngạch miễn phí theo mức giá các-bon tại ba mức α	101
Hình 3.20. Giá trị hạn ngạch miễn phí tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	101
Hình 3.21. FIN_GAP_ELEC theo hệ số truyền dẫn θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	102
Hình 3.22. Thay đổi phát thải mô hình hóa theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,5$	104
Hình 3.23. Thay đổi phát thải mô hình hóa theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO ₂	105
Hình 3.24. Mức giảm phát thải bổ sung trên mỗi 100.000 VNĐ/tCO ₂ theo khoảng giá	108
Hình 3.25. Quan hệ giữa mức giảm phát thải mô hình hóa và mức giảm GDP trong 126 kịch bản	109
Hình 3.26. Mức giảm GDP trên một điểm phần trăm giảm phát thải theo giá, với $\theta = 0,3$	110
Hình 3.27. Mức tăng CPI trên một điểm phần trăm giảm phát thải theo giá, với $\theta = 0,3$	110
Hình 3.28. Số kịch bản theo nhóm giảm phát thải và α	111

Hình 3.29. Thay đổi GDP và CPI trong chuỗi mô phỏng bán động qua ba kỳ	113
Hình 3.30. Thay đổi sản lượng tổng hợp và phát thải mô hình hóa trong chuỗi ba kỳ	114
Hình 3.31. FIN_GAP_ELEC và TCO2T trong chuỗi mô phỏng bán động	115
Hình 3.32. Mức giảm GDP tăng thêm khi giảm α , với $\theta = 0,3$	118
Hình 3.33. Chênh lệch mức giảm GDP giữa $\theta = 0,1$ và $\theta = 1,0$ theo mức giá, với $\alpha = 100\%$	120
Hình 3.34. Một số kịch bản đại diện theo giới hạn mức giảm GDP.....	126
Hình 3.35. Quan hệ giữa mức giảm phát thải và mức giảm chỉ tiêu sản lượng tổng hợp trong 126 kịch bản	127

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Biến đổi khí hậu là một trong những thách thức phát triển lớn hiện nay, đặt ra yêu cầu chuyển đổi mô hình tăng trưởng theo hướng phát thải thấp. Tại Việt Nam, cam kết đạt phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 tại COP26 làm cho nhiệm vụ giảm phát thải khí nhà kính của toàn bộ nền kinh tế, đặc biệt trong lĩnh vực năng lượng, trở nên cấp thiết cả về chính sách và thực tiễn.

Nhằm thực hiện mục tiêu giảm phát thải theo hướng hiệu quả về chi phí, Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 đã xác lập định hướng xây dựng và vận hành thị trường các-bon trong nước. Tuy nhiên, việc triển khai hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính (ETS) trong lĩnh vực năng lượng đặt ra nhiều vấn đề cần được nghiên cứu. Trong phạm vi luận án, lĩnh vực năng lượng được giới hạn chủ yếu ở ngành điện, là ngành trực tiếp tham gia hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính, có vai trò quan trọng đối với phát thải khí nhà kính và đồng thời là đầu vào thiết yếu của hầu hết các hoạt động sản xuất, kinh doanh và tiêu dùng. Nghĩa vụ ETS trong mô hình được đại diện ở cấp tài khoản ngành; phạm vi ETS trong thực tế được xác định ở cấp cơ sở theo quy định pháp luật.

Việc áp dụng ETS đối với ngành điện Việt Nam có hai đặc điểm cần quan tâm. Thứ nhất, truyền tải và phân phối điện mang đặc điểm độc quyền tự nhiên, trong khi giá bán lẻ điện vẫn chịu sự điều tiết của Nhà nước nhằm thực hiện các mục tiêu kinh tế – xã hội và ổn định kinh tế vĩ mô. Thứ hai, trong điều kiện giá điện được điều tiết, chi phí phát sinh từ nghĩa vụ tuân thủ ETS có thể không được truyền dẫn đầy đủ vào giá điện. Mức độ truyền dẫn khác nhau có thể làm thay đổi cách tác động được phân bổ giữa kênh giá điện, người tiêu dùng, các ngành sử dụng điện và phần giá trị ETS ròng còn lại tại ngành điện theo quy ước hạch toán của mô hình.

Các nghiên cứu sử dụng mô hình cân bằng tổng thể khả toán (CGE) thường tập trung đánh giá tác động của định giá các-bon trong điều kiện giá cả điều chỉnh tương đối linh hoạt, trong khi các mô hình năng lượng chủ yếu phân tích công nghệ, cơ cấu nguồn điện và chi phí giảm phát thải. Tại Việt Nam, các nghiên cứu định lượng đồng thời xem xét tác động kinh tế – xã hội của ETS và trường hợp chi phí ETS chỉ được truyền dẫn một phần vào giá điện còn hạn chế. Đặc biệt, cần làm rõ sự đánh đổi giữa mục tiêu giảm phát thải, tác động đến GDP, chỉ số giá tiêu dùng (CPI), sự phân bổ tác động giữa ngành điện, người tiêu dùng và các ngành sử dụng điện.

Trong bối cảnh Việt Nam đang triển khai thí điểm vận hành thị trường các-bon trong nước, việc xây dựng bằng chứng định lượng về các tác động nêu trên có ý nghĩa thiết thực đối với thiết kế chính sách. Trên cơ sở đó, nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài “Nghiên cứu hiệu quả của thị trường các-bon trong lĩnh vực năng lượng đối với phát triển kinh tế – xã hội của Việt Nam” làm luận án tiến sĩ. Trong luận án, hiệu quả của thị trường các-bon được xem xét thông qua kết quả giảm phát thải và tác động kinh tế – xã hội của các kịch bản chính sách ETS, với ngành điện là trọng tâm phân tích.

Trong phạm vi luận án, hiệu quả của các kịch bản ETS được đánh giá trên ba phương diện trực tiếp: (i) kết quả môi trường, thể hiện qua mức giảm phát thải mô hình hóa; (ii) tác động kinh tế – xã hội, thể hiện qua GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình và hoạt động sản xuất; (iii) cách phân bổ tác động, thể hiện qua phần giá trị ETS ròng của ngành điện được phản ánh qua kênh giá và phần chưa được phản ánh qua giá điện. Luận án không đánh giá toàn diện hiệu quả thể chế, hiệu quả vận hành sàn giao dịch hoặc hiệu quả tài chính của doanh nghiệp.

Cơ chế tác động được xem xét theo chuỗi: mức giá các-bon và tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí xác định giá trị ETS ròng sau phân bổ; hệ số truyền dẫn

quyết định phần giá trị ETS ròng của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất thông qua kênh giá và phần chưa được phản ánh qua giá theo quy tắc hạch toán của mô hình; thay đổi chi phí và giá tương đối tiếp tục tác động đến sản lượng, giá trị gia tăng, các chỉ số điều chỉnh sử dụng lao động và vốn, GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình và phát thải mô hình hóa. Chuỗi tác động này liên kết khung lý luận, cấu trúc mô hình và phân diễn giải kết quả của luận án.

2. Mục tiêu của luận án

2.1. Mục tiêu tổng quát

Đánh giá hiệu quả tương đối của các kịch bản chính sách ETS trong lĩnh vực năng lượng đối với phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam, lấy ngành điện làm trọng tâm phân tích; trên cơ sở đó làm rõ mối quan hệ giữa kết quả môi trường, ổn định kinh tế vĩ mô và cách phân bổ tác động đối với ngành điện, đồng thời đề xuất các định hướng chính sách có điều kiện cho quá trình phát triển thị trường các-bon trong nước.

2.2. Mục tiêu cụ thể

Luận án tập trung thực hiện ba mục tiêu cụ thể sau:

1. Hiệu chỉnh và mở rộng mô hình cân bằng tổng thể khả toán (CGE) PEP-1-1, trong đó tích hợp phát thải khí nhà kính, giá trị ETS ròng sau phân bổ hạn ngạch miễn phí và cơ chế truyền dẫn không hoàn toàn vào giá điện.

2. Mô phỏng tác động của các kịch bản chính sách ETS đến chỉ tiêu phát thải mô hình hóa, các chỉ tiêu kinh tế vĩ mô, tiêu dùng hộ gia đình, hoạt động sản xuất và phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện.

3. Phân tích độ nhạy và làm rõ các đánh đổi theo các tổ hợp mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện; từ đó đề xuất định hướng chính sách phù hợp góp phần phát triển thị trường các-bon tại Việt Nam.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính và tác động của các kịch bản chính sách ETS đến kết quả giảm phát thải và phát triển kinh tế – xã hội của Việt Nam. Trong lĩnh vực năng lượng, ngành điện là trọng tâm phân tích, đặc biệt là cơ chế truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

- Phạm vi không gian: Nghiên cứu được thực hiện trên quy mô toàn bộ nền kinh tế Việt Nam. Các cơ chế thị trường quốc tế theo Điều 6 Thỏa thuận Paris và Cơ chế điều chỉnh biên giới các-bon được xem là bối cảnh chính sách, không phải đối tượng mô phỏng trực tiếp.

- Phạm vi thời gian: Năm gốc hiệu chỉnh mô hình là năm 2019; các kịch bản được mô phỏng theo phương pháp so sánh tĩnh quanh trạng thái cơ sở năm 2019. Ngoài ra, luận án thực hiện một chuỗi mô phỏng bán động qua ba kỳ 2025–2026, 2027–2028 và 2029–2030 cho giai đoạn 2025–2030.

- Phạm vi ngành và lĩnh vực: Trong phạm vi luận án, lĩnh vực năng lượng được giới hạn chủ yếu ở ngành điện. Ngành điện được tách riêng trong mô hình và là đối tượng phân tích trọng tâm về giá trị ETS ròng sau phân bổ, cơ chế truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện và phần giá trị chưa được phản ánh qua giá. Các phân ngành năng lượng khác không được phân tích riêng mà được phản ánh trong các nhóm ngành tổng hợp; các ngành kinh tế khác được xem xét nhằm lượng hóa tác động liên ngành và tác động kinh tế vĩ mô.

- Phạm vi nội dung: Luận án đánh giá tác động của các kịch bản kết hợp mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện đến phát thải mô hình hóa, GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình,

hoạt động sản xuất và phân giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện.

- Giới hạn về cấp độ mô phỏng: Do mô hình CGE sử dụng tài khoản ngành, luận án mô phỏng nghĩa vụ ETS ở cấp ngành và chưa bóc tách riêng từng cơ sở thuộc hoặc không thuộc phạm vi điều chỉnh. Vì vậy, kết quả phản ánh tác động ở cấp ngành và toàn nền kinh tế, không phải là dự báo cho từng doanh nghiệp hoặc nhà máy điện cụ thể.

4. Câu hỏi nghiên cứu

Để thực hiện các mục tiêu đề ra, luận án tập trung giải đáp ba câu hỏi nghiên cứu sau:

1. Mô hình CGE PEP-1-1 cần được mở rộng như thế nào để tích hợp phát thải khí nhà kính, nghĩa vụ ETS, phân bổ hạn ngạch miễn phí và cơ chế truyền dẫn không hoàn toàn chi phí ETS vào giá điện trong bối cảnh Việt Nam?

2. Các kịch bản chính sách ETS kết hợp mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện tác động như thế nào đến phát thải mô hình hóa, các chỉ tiêu kinh tế vĩ mô, tiêu dùng hộ gia đình, hoạt động sản xuất và phân giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện?

3. Kết quả mô phỏng nhạy như thế nào trước sự thay đổi của ba tham số chính sách; những đánh đổi nào phát sinh giữa kết quả giảm phát thải, tác động kinh tế – xã hội và cách phân bổ tác động đối với ngành điện; từ đó có thể rút ra những định hướng chính sách nào cho quá trình phát triển thị trường các-bon tại Việt Nam?

5. Luận điểm bảo vệ của luận án

Luận án bảo vệ ba luận điểm sau:

Luận điểm 1: Việc bổ sung cơ chế truyền dẫn không hoàn toàn chi phí ETS vào mô hình CGE không chỉ làm thay đổi vị trí hạch toán của giá trị ETS

ròng mà còn làm thay đổi kết quả cân bằng của nền kinh tế. Mô hình CGE PEP-1-1 mở rộng vì vậy cho phép đánh giá đồng thời tác động vĩ mô và tác động đối với ngành điện trong điều kiện giá điện chịu điều tiết.

Luận điểm 2: Mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn có chức năng khác nhau và không thay thế hoàn toàn cho nhau. Các tổ hợp mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn khác nhau có thể tạo ra tác động kinh tế vĩ mô tương đương, nhưng khác nhau về mức giảm phát thải và phần tác động tài chính còn lại ở ngành điện. Vì vậy, hiệu quả của một thị trường các-bon phụ thuộc vào sự kết hợp của cả ba tham số.

Luận điểm 3: Trong cấu trúc mô hình và miền tham số được nghiên cứu, khi cường độ tín hiệu ETS tăng, mức điều chỉnh của các chỉ tiêu kinh tế - xã hội có xu hướng tăng, trong khi mức cải thiện bổ sung của chỉ tiêu phát thải mô hình hóa giảm dần tại vùng giá cao. Kết quả phản ánh cơ chế điều chỉnh sản lượng và cơ cấu sản xuất trong điều kiện công nghệ và cường độ phát thải được giữ cố định trong từng lần giải. Vì vậy, hiệu quả tương đối của các cấu hình ETS thay đổi theo từng vùng kịch bản và kết quả mô hình không cung cấp cơ sở để xác định một tổ hợp tham số tối ưu chung.

6. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện các mục tiêu và trả lời các câu hỏi nghiên cứu, luận án kết hợp tổng hợp tài liệu, xử lý dữ liệu và mô hình hóa định lượng, trong đó mô hình CGE là công cụ phân tích trung tâm. Các phương pháp cụ thể gồm:

1) Phương pháp thu thập, tổng hợp và xử lý dữ liệu: Luận án thu thập dữ liệu thứ cấp về kinh tế, phát thải khí nhà kính, ngành điện, hệ số phát thải, chi phí sản xuất điện và chi phí giảm phát thải biên. Bảng cân đối liên ngành Việt Nam năm 2019 được sử dụng để xây dựng Ma trận hạch toán xã hội phục vụ

hiệu chỉnh mô hình. Các dữ liệu được đối chiếu, chuẩn hóa và cân bằng phù hợp với cấu trúc tài khoản của mô hình.

2) Phương pháp phân tích chi phí giảm phát thải biên: Dữ liệu chi phí giảm phát thải biên của một số công nghệ phát điện được tổng hợp để hỗ trợ lựa chọn dải mức giá các-bon và diễn giải kết quả mô phỏng. Thông tin này chỉ được sử dụng theo cơ chế liên kết mềm, không được đưa vào mô hình để xác định nội sinh quyết định đầu tư hoặc thay thế công nghệ.

3) Phương pháp mô hình cân bằng tổng thể: Luận án kế thừa, hiệu chỉnh và mở rộng mô hình CGE PEP-1-1 để phản ánh phát thải khí nhà kính, giá trị ETS ròng sau phân bổ hạn ngạch miễn phí và cơ chế truyền dẫn không hoàn toàn chi phí ETS vào giá điện. Mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí α và hệ số truyền dẫn θ được xác định ngoại sinh theo từng kịch bản. Kết quả mô phỏng được sử dụng để đánh giá thay đổi về phát thải, GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình, hoạt động sản xuất và phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá.

4) Phương pháp phân tích kịch bản: Các kịch bản được xây dựng bằng cách kết hợp mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện. Kết quả được so sánh với kịch bản cơ sở và giữa các tổ hợp tham số nhằm xác định mức độ tác động và các đánh đổi giữa mục tiêu giảm phát thải với tác động kinh tế – xã hội.

5) Phương pháp phân tích độ nhạy: Luận án thay đổi lần lượt từng tham số giá các-bon, α và θ , trong khi giữ các tham số còn lại ở mức xác định. Phương pháp này được sử dụng để nhận diện hướng và mức độ phản ứng của các chỉ tiêu trên từng lát cắt; không nhằm xếp hạng tuyệt đối tầm quan trọng của các tham số có đơn vị và khoảng biến thiên khác nhau.

6) Phương pháp tham khảo ý kiến chuyên gia: Ý kiến chuyên gia được sử dụng ở mức hỗ trợ để rà soát tính hợp lý của dữ liệu, giả định, mức tham số,

thiết kế kịch bản và cách diễn giải kết quả; không thay thế dữ liệu và kết quả định lượng của mô hình.

7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

- **Ý nghĩa khoa học:** Luận án bổ sung một khung định lượng để đánh giá hiệu quả tương đối của các kịch bản chính sách ETS thông qua kết quả giảm phát thải, tác động kinh tế – xã hội và cách phân bổ tác động đối với ngành điện. Trên cơ sở kế thừa mô hình CGE PEP-1-1, luận án bổ sung khối phát thải, phân bổ hạn ngạch miễn phí, giá trị ETS ròng và hệ số truyền dẫn không hoàn toàn vào giá điện. Khung mô hình cho phép theo dõi đồng thời tác động ở cấp ngành điện và tác động lan tỏa đến toàn bộ nền kinh tế trong cùng một cấu trúc cân bằng tổng thể.

- **Ý nghĩa thực tiễn:** Kết quả nghiên cứu cung cấp các mô phỏng có điều kiện về tác động của các kịch bản ETS đến phát thải, GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình, hoạt động sản xuất và phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá. Các kết quả này có thể được sử dụng làm thông tin tham khảo trong quá trình rà soát lộ trình giá, phân bổ hạn ngạch miễn phí và phối hợp giữa ETS với cơ chế giá điện; không thay thế đánh giá tác động chính sách bằng dữ liệu vận hành thực tế.

8. Đóng góp mới của luận án

Luận án có ba đóng góp mới chủ yếu sau:

1. Luận án xây dựng cách đánh giá các kịch bản ETS trên ba phương diện: giảm phát thải, tác động kinh tế – xã hội và cách tác động được phân bổ đối với ngành điện trong điều kiện giá điện chịu điều tiết.

2. Luận án mở rộng mô hình CGE PEP-1-1 bằng cách bổ sung phát thải khí nhà kính, phân bổ hạn ngạch miễn phí, giá trị ETS ròng và cơ chế truyền dẫn không hoàn toàn vào giá điện. Mô hình kết hợp ba tham số gồm giá các-

bon, tỷ lệ phân bổ miễn phí và hệ số truyền dẫn để so sánh các kịch bản chính sách.

3. Luận án cung cấp bằng chứng mô phỏng cho Việt Nam về tác động và hiệu quả tương đối của các kịch bản chính sách ETS đối với phát thải, GDP, CPI, tiêu dùng, sản xuất và ngành điện. Kết quả cho thấy hiệu quả của từng kịch bản phụ thuộc vào sự kết hợp giữa mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn, cũng như điều kiện của từng giai đoạn; do đó, không có một tổ hợp chính sách cố định phù hợp cho toàn bộ quá trình triển khai ETS.

9. Cấu trúc của luận án

Ngoài phần Mở đầu, Kết luận và Kiến nghị, Tài liệu tham khảo và Phụ lục, nội dung chính của luận án được trình bày trong ba chương:

Chương I. Tổng quan nghiên cứu về thị trường các-bon và tác động đến phát triển kinh tế – xã hội. Chương này tổng hợp, phân tích các nghiên cứu trong và ngoài nước về cơ sở lý thuyết, kinh nghiệm thực tiễn, phương pháp định lượng, tác động kinh tế – xã hội của thị trường các-bon và cơ chế truyền dẫn chi phí các-bon vào giá điện; từ đó xác định khoảng trống và định hướng nghiên cứu của luận án.

Chương II. Phương pháp nghiên cứu đánh giá tác động của các kịch bản ETS đối với phát triển kinh tế – xã hội của Việt Nam. Chương này trình bày cách tiếp cận, dữ liệu, quá trình xây dựng SAM, nội dung kế thừa và mở rộng mô hình CGE PEP-1-1, thiết kế kịch bản, phương pháp phân tích độ nhạy, giả định và giới hạn nghiên cứu.

Chương III. Kết quả đánh giá tác động và phân tích hiệu quả của các kịch bản ETS đối với phát triển kinh tế – xã hội của Việt Nam. Chương này trình bày kết quả mô phỏng đối với phát thải khí nhà kính, GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình, hoạt động sản xuất và các biến hạch toán ETS; đồng thời phân tích độ

nhạy, thảo luận các đánh đổi và đề xuất khuyến nghị chính sách trong phạm vi nghiên cứu.

CHƯƠNG I.

TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VỀ THỊ TRƯỜNG CÁC-BON VÀ TÁC ĐỘNG ĐẾN PHÁT TRIỂN KINH TẾ – XÃ HỘI

Thị trường các-bon là một trong những công cụ chính sách quan trọng nhất nhằm đạt được các mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính, được áp dụng tại hơn 30 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới với tổng doanh thu hằng năm vượt 100 tỷ USD vào năm 2024. Tại Việt Nam, thị trường các-bon nội địa đang trong giai đoạn chuẩn bị triển khai theo lộ trình quy định tại Luật Bảo vệ Môi trường 2020, Nghị định 06/2022/NĐ-CP được sửa đổi, bổ sung bởi Nghị định số 119/2025/NĐ-CP của Chính phủ, Nghị định số 29/2026/NĐ-CP của Chính phủ và các văn bản hướng dẫn. Trong bối cảnh đó, việc tổng quan có hệ thống các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước về thị trường các-bon, đánh giá hiệu quả của công cụ này đối với mục tiêu giảm phát thải và tác động đến nền kinh tế - xã hội sẽ nhằm xác định cơ sở khoa học, phương pháp luận và các khoảng trống nghiên cứu.

1.1. Tổng quan các nghiên cứu theo các nhóm vấn đề

1.1.1. Cơ sở lý thuyết về định giá các-bon và thiết kế thị trường các-bon

Khung lý thuyết về định giá các-bon bắt nguồn từ kinh tế học môi trường về ngoại tác. Pigou [83], trong tác phẩm “The Economics of Welfare”, lập luận rằng khi hoạt động sản xuất tạo ra ngoại tác tiêu cực, chi phí tư nhân thấp hơn chi phí xã hội và dẫn đến mức sản xuất, mức ô nhiễm cao hơn mức tối ưu. Việc áp một khoản thuế tương ứng với chi phí ngoại tác biên có thể đưa quyết định của chủ thể kinh tế gần hơn với chi phí xã hội, đặt nền tảng cho thuế các-bon hiện đại. Theo một hướng tiếp cận khác, Coase [35] cho rằng khi quyền tài sản được xác định rõ và chi phí giao dịch đủ thấp, các bên có thể thương lượng để

đạt kết quả hiệu quả. Cách tiếp cận này tạo cơ sở lý thuyết cho cơ chế hạn ngạch và thương mại, trong đó Nhà nước xác định tổng lượng phát thải cho phép, phân bổ quyền phát thải và cho phép các chủ thể trao đổi trên thị trường.

Crocker [38] và Dales [40] tiếp tục phát triển ý tưởng về giấy phép phát thải có thể trao đổi. Dales [40] chỉ ra rằng cơ chế này có thể đạt mục tiêu môi trường với chi phí thấp hơn so với quy định hành chính đồng đều, do các cơ sở có chi phí giảm phát thải thấp sẽ giảm nhiều hơn và bán phần hạn ngạch dư thừa cho các cơ sở có chi phí giảm phát thải cao. Montgomery [70] chứng minh rằng, trong điều kiện thị trường hoàn hảo, không có chi phí giao dịch và không có các ràng buộc khác, hệ thống giấy phép phát thải có thể trao đổi đạt trạng thái tối thiểu hóa chi phí khi giá hạn ngạch bằng chi phí giảm phát thải biên của các chủ thể tham gia. Kết quả này cũng cho thấy cách phân bổ hạn ngạch ban đầu không làm thay đổi nghiệm hiệu quả về chi phí, mặc dù có thể tạo ra các tác động phân phối khác nhau.

Weitzman [97] phân tích lựa chọn giữa công cụ giá và công cụ lượng trong điều kiện bất định. Hiệu quả tương đối của hai công cụ phụ thuộc vào độ dốc của đường chi phí giảm phát thải biên và đường lợi ích biên của việc giảm phát thải. Trên cơ sở đó, Roberts và Spence [84] đề xuất các cơ chế hỗn hợp nhằm hạn chế rủi ro biến động giá và chi phí tuân thủ. Tietenberg [92], [93] tổng kết kinh nghiệm của các chương trình giấy phép phát thải tại Hoa Kỳ và cho thấy công cụ thị trường có thể đạt mục tiêu môi trường với chi phí thấp hơn các biện pháp hành chính truyền thống. Stavins [89], [90] nhấn mạnh các điều kiện thể chế để thị trường các-bon vận hành hiệu quả, gồm hệ thống đo lường, báo cáo và thẩm định đáng tin cậy; cơ chế phân bổ hạn ngạch phù hợp; giám sát và thực thi đầy đủ; các biện pháp ổn định thị trường; và quy định rõ về liên kết, bù trừ. Cropper và Oates [39] cũng khẳng định vai trò của các công cụ kinh tế trong nội hóa chi phí môi trường và phân bổ nguồn lực giảm phát thải.

Như vậy, các nghiên cứu lý thuyết đã xác lập tương đối đầy đủ cơ sở kinh tế của định giá các-bon: tín hiệu giá giúp chuyển chi phí phát thải vào quyết định sản xuất và tiêu dùng; trao đổi hạn ngạch cho phép phân bổ nỗ lực giảm phát thải theo chi phí biên; còn hiệu quả thực tế phụ thuộc vào cách thiết kế và điều kiện vận hành thị trường. Tuy nhiên, phần lớn các kết quả nền tảng được xây dựng trong điều kiện giá đầu ra có khả năng điều chỉnh theo tín hiệu chi phí. Giới hạn này đặc biệt đáng chú ý đối với ngành điện tại các nền kinh tế chuyển đổi, nơi giá bán lẻ chịu sự điều tiết và chi phí ETS có thể không được phản ánh đầy đủ vào giá. Luận án kế thừa cơ sở lý thuyết về nội hóa ngoại tác, tối thiểu hóa chi phí giảm phát thải và vai trò của các tham số thiết kế ETS. Để phản ánh đặc điểm giá điện chịu điều tiết, luận án bổ sung vào mô hình PEP 1-1 một quy tắc hạch toán và truyền dẫn dạng rút gọn, sử dụng hệ số θ để mô phỏng các mức phản ánh giá trị ETS ròng của ngành điện qua kênh giá.

1.1.2. Cơ sở thực tiễn về hiệu quả của các thị trường các-bon

Sự hình thành và vận hành của các thị trường các-bon từ đầu những năm 2000 đã tạo điều kiện cho các nghiên cứu thực nghiệm đánh giá hiệu quả của công cụ này. Các công trình tập trung vào ba nhóm câu hỏi chính: thị trường các-bon có làm giảm phát thải hay không; tác động đến đổi mới công nghệ và khả năng cạnh tranh của doanh nghiệp như thế nào; và các lựa chọn thiết kế, đặc biệt là phân bổ hạn ngạch, tạo ra tác động phân phối ra sao.

Về hiệu quả giảm phát thải, Ellerman và Buchner [46] cho thấy mặc dù EU ETS Pha 1 phân bổ dư thừa hạn ngạch và giá giảm mạnh vào cuối kỳ, hệ thống vẫn tạo ra tín hiệu giá và thay đổi hành vi của doanh nghiệp. Ellerman, Convery và de Perthuis [47] nhấn mạnh vai trò của dữ liệu phát thải, hệ thống MRV và kỷ luật phân bổ hạn ngạch. Egenhofer và cộng sự [45] ước tính EU ETS tạo ra mức giảm phát thải so với trường hợp không có chính sách, mặc dù kết quả chịu ảnh hưởng đáng kể của chu kỳ kinh tế và tình trạng dư thừa hạn

ngạch. Đối với RGGI, Murray và Maniloff [71] ghi nhận mức giảm phát thải của ngành điện gắn với cả tín hiệu các-bon và sự chuyển dịch nhiên liệu. Tại Trung Quốc, Cong và Lo [36] phân tích hoạt động của thị trường các-bon Thâm Quyển và chỉ ra những hạn chế về hiệu quả thị trường, thanh khoản và mức độ bất định thông tin. Kết quả cho thấy việc hình thành thị trường giao dịch chưa tự động bảo đảm tín hiệu giá ổn định và hiệu quả, đặc biệt trong giai đoạn đầu vận hành.

Về đổi mới công nghệ và khả năng cạnh tranh, Calel và Dechezleprêtre [31] chỉ ra rằng EU ETS thúc đẩy hoạt động đổi mới công nghệ các-bon thấp tại các doanh nghiệp thuộc phạm vi điều chỉnh. Egenhofer [45] ghi nhận tác động tích cực đến đầu tư công nghệ phát thải thấp trong ngành điện. Martin, Muûls, de Preux và Wagner [64], [65] cho thấy tác động chung đến khả năng cạnh tranh quốc tế trong giai đoạn đầu không lớn, nhưng rủi ro phân bố không đồng đều giữa các ngành, đặc biệt đối với các ngành thâm dụng năng lượng và thương mại. Các kết quả này hàm ý rằng tác động của ETS không chỉ phụ thuộc vào mức giá các-bon mà còn phụ thuộc vào khả năng điều chỉnh công nghệ, cơ cấu đầu vào và mức độ cạnh tranh của từng ngành.

Về cơ chế phân bổ, các nghiên cứu tại EU, Trung Quốc và California cho thấy phân bổ miễn phí có thể giảm cú sốc chi phí trong giai đoạn đầu và hạn chế rủi ro dịch chuyển sản xuất, nhưng đồng thời làm thay đổi phân phối lợi ích, nghĩa vụ tuân thủ và động lực đầu tư. Bel và Joseph [24], Naegele và Zaklan [72], Dechezleprêtre và cộng sự [42] phân tích sự khác biệt về tác động giữa các ngành và quốc gia thành viên EU. Các nghiên cứu về California, RGGI và New Zealand tiếp tục cho thấy kết quả của thị trường phụ thuộc vào quy định về đấu giá, sử dụng tín chỉ và cơ chế ổn định thị trường [43], [30], [57], [71].

Tổng hợp các bằng chứng thực nghiệm cho thấy thị trường các-bon có khả năng giảm phát thải và thúc đẩy đổi mới, nhưng quy mô tác động không đồng

nhất. Các nghiên cứu ex-post phụ thuộc vào cách xây dựng kịch bản phản thực và khả năng tách tác động của ETS khỏi chu kỳ kinh tế, biến động nhiên liệu và các chính sách đồng thời; các nghiên cứu ex-ante lại phụ thuộc vào giả định hành vi, cấu trúc thị trường và tham số mô hình. Sự khác biệt về mức trần, phương thức phân bổ, phạm vi ngành và cơ chế giá điện là các nguyên nhân chính làm kết quả giữa các thị trường không thể chuyển nguyên trạng sang Việt Nam. Luận án kế thừa bằng chứng về vai trò của mức giá các-bon, cơ chế phân bổ và điều kiện thị trường để xây dựng lưới kịch bản; khoảng trống trực tiếp được xem xét là trường hợp thị trường mới đi vào vận hành, ngành điện chịu điều tiết và chi phí ETS chỉ được truyền dẫn một phần vào giá điện.

1.1.3. Mô hình hóa định lượng tác động kinh tế vĩ mô của các công cụ định giá các-bon

Bên cạnh các nghiên cứu thực nghiệm, nhiều công trình sử dụng mô hình định lượng để đánh giá tác động của định giá các-bon. Các công cụ thường được sử dụng gồm mô hình cân bằng tổng thể khả toán, mô hình đánh giá tích hợp, mô hình cân bằng từng phần cho ngành năng lượng, mô hình kinh tế lượng vĩ mô và các dạng mô hình liên kết. Trong số đó, mô hình CGE có ưu thế khi phân tích đồng thời quan hệ liên ngành, hành vi của các chủ thể, phân phối thu nhập và các cân đối kinh tế vĩ mô. Vì vậy, CGE được sử dụng rộng rãi để lượng hóa tác động của thuế các-bon, ETS và các chính sách giảm phát thải đến GDP, giá cả, sản lượng, tiêu dùng, thương mại và sử dụng các yếu tố sản xuất.

Ở cấp độ quốc tế, các mô hình CGE một quốc gia và đa vùng như EPPA, G-Cubed và các mô hình phát triển từ ORANI được sử dụng để phân tích thuế các-bon, hệ thống trao đổi hạn ngạch và các ràng buộc giảm phát thải [23], [56], [66], [76]–[78], [87], [88]. Kết quả nhìn chung cho thấy khi chính sách khí hậu trở nên chặt chẽ hơn, mức giảm phát thải tăng lên nhưng nền kinh tế phải thực hiện điều chỉnh lớn hơn về sản lượng, cơ cấu ngành, phúc lợi, thu nhập hoặc sử

dụng yếu tố sản xuất. Tuy nhiên, hệ thống chỉ tiêu khác nhau giữa các nghiên cứu; không phải công trình nào cũng báo cáo đồng thời GDP và CPI. Đối với Trung Quốc, nhiều nghiên cứu sử dụng CGE tĩnh, động đệ quy và đa vùng để đánh giá tác động khác nhau giữa các ngành, vùng và nhóm hộ [53], [58], [59], [61], [62], [63]. Một số công trình bước đầu đưa đặc điểm điều tiết giá điện vào phân tích và cho thấy giả định về cơ chế giá có thể làm thay đổi đáng kể kết quả mô phỏng.

Các mô hình đánh giá tích hợp như DICE/RICE, FUND, PAGE, GCAM, IMAGE, MESSAGE-GLOBIOM và AIM thường được sử dụng để phân tích lộ trình giảm phát thải dài hạn và tương tác giữa kinh tế, năng lượng và khí hậu. Các mô hình ngành năng lượng như MARKAL/TIMES, LEAP, MESSAGE, POLES và PRIMES có mức độ chi tiết công nghệ cao, phù hợp với phân tích cơ cấu nguồn điện và chi phí giảm phát thải, nhưng hạn chế trong việc phản ánh đầy đủ tác động lan tỏa đến toàn bộ nền kinh tế. Vì vậy, một số nghiên cứu phát triển cách tiếp cận liên kết giữa mô hình top-down và bottom-up [25], [26], [49], [55]. Tuy nhiên, mức độ liên kết rất khác nhau: từ tích hợp nội sinh đầy đủ đến liên kết mềm, trong đó kết quả của mô hình kỹ thuật chỉ được dùng để lựa chọn giả định hoặc diễn giải kết quả của mô hình kinh tế.

Đối với Việt Nam, Willenbockel và Hoa [98] đã tiến hành nghiên cứu sớm sử dụng mô hình CGE để đánh giá tác động của giá và thuế đối với nhiên liệu hóa thạch tại Việt Nam. Nghiên cứu phân tích tác động đến phát triển kinh tế và phân phối thu nhập, nhưng không mô phỏng trực tiếp một hệ thống trao đổi hạn ngạch hoặc thuế các-bon theo nghĩa hẹp. Nong Duy và cộng sự [74], [75] sử dụng khung CGE năng lượng để phân tích tác động kinh tế – môi trường và sự chuyển dịch cơ cấu sản xuất. Nguyen Phuong Thao [73] mô phỏng tác động của các phương án định giá các-bon; Do Thang Nam và Burke [44] phân tích các lựa chọn thiết kế và tác động đến ngành thâm dụng năng lượng; Vu Kim

Ngan [96] xem xét tác động của cơ chế điều chỉnh biên giới các-bon; Take và cộng sự [91] xây dựng các kịch bản phát thải ròng bằng “0”. Gần đây, báo cáo “Đánh giá và mô hình hóa tác động của các phương án quản lý hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính tại Việt Nam”, được thực hiện trong khuôn khổ hỗ trợ của Đối tác Chuyển đổi Năng lượng Đông Nam Á cho Cục Biến đổi khí hậu, sử dụng cách tiếp cận ba cấp độ gồm doanh nghiệp, ngành và kinh tế vĩ mô; mô hình kinh tế lượng vĩ mô được xây dựng trên khung HERMIN [14]. Báo cáo tập trung vào nhiệt điện, sắt thép và xi măng, so sánh các phương án có và không có ETS theo các kịch bản NDC và giới hạn sử dụng tín chỉ bù trừ. Công trình này cung cấp bằng chứng gần với bối cảnh Việt Nam, nhưng không mô hình hóa trực tiếp trường hợp chi phí ETS chỉ được truyền dẫn một phần vào giá điện và phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện.

Ở cấp ngành, các nghiên cứu sử dụng LEAP, MESSAGE và phân tích chi phí giảm phát thải biên cung cấp thông tin về tiềm năng kỹ thuật, chi phí công nghệ và lộ trình chuyển dịch nguồn điện [3], [6], [17], [19]. Các kết quả này hữu ích cho việc lựa chọn dải giá các-bon và diễn giải khả năng phản ứng của ngành điện. Trong phạm vi luận án, thông tin MACC được sử dụng theo hướng liên kết mềm: hỗ trợ xác định dải mức giá và giải thích kết quả mô phỏng, không được tích hợp để xác định nội sinh quyết định đầu tư, thay thế công nghệ hoặc cơ cấu nguồn điện. Cách tiếp cận này phù hợp với phạm vi của mô hình CGE tĩnh so sánh và tránh mở rộng đóng góp vượt quá nội dung thực tế của luận án.

Về dữ liệu phục vụ mô hình hóa, Ma trận hạch toán xã hội về năng lượng Việt Nam năm 2019 (ESAM 2019) được xây dựng trong khuôn khổ nghiên cứu hỗ trợ chuyển dịch năng lượng công bằng và chuyển đổi xanh tại Việt Nam; kết quả nghiên cứu được giới thiệu vào tháng 7/2026 [21], [95]. ESAM liên kết các

tài khoản sản xuất, sử dụng năng lượng, thu nhập hộ gia đình và phát thải trong một khung thống nhất, tạo điều kiện đánh giá đồng thời tác động kinh tế, môi trường và phân phối. Do kết quả ESAM được công bố sau khi luận án đã hoàn thành việc xây dựng dữ liệu và hiệu chỉnh mô hình, bộ dữ liệu này không được sử dụng làm đầu vào của luận án. Luận án sử dụng Bảng cân đối liên ngành Việt Nam năm 2019 [11] cùng các nguồn bổ sung để xây dựng SAM phù hợp với PEP 1-1; ESAM được xem là nguồn đối chiếu và hướng cập nhật cho nghiên cứu tiếp theo, không phải căn cứ để kiểm định hồi tố hoặc thay thế tự động bộ SAM đã sử dụng.

Nhìn chung, mô hình CGE phù hợp với mục tiêu đánh giá tác động lan tỏa của định giá các-bon, trong khi mô hình ngành cung cấp độ chi tiết kỹ thuật cao hơn. Tuy nhiên, kết quả CGE là kết quả mô phỏng có điều kiện, phụ thuộc vào năm cơ sở, mức gộp ngành, độ co giãn, quy tắc đóng và cách đưa nghĩa vụ ETS vào hệ phương trình; không đồng nhất với ước lượng nhân quả hoặc dự báo chính thức. Trong phạm vi các tài liệu đã rà soát, còn ít nghiên cứu cho Việt Nam đồng thời tách riêng ngành điện, mô hình hóa truyền dẫn không hoàn toàn và phân tích kết hợp mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn. Luận án xử lý khoảng trống này bằng PEP 1-1 mở rộng và lưới kịch bản, nhưng vẫn giữ các tham số chính sách ở dạng ngoại sinh và không nội sinh hóa quyết định đầu tư công nghệ.

1.1.4. Cơ chế truyền dẫn chi phí các-bon vào giá điện

Cơ chế truyền dẫn chi phí các-bon vào giá điện có liên quan trực tiếp đến mục tiêu của luận án. Mức độ truyền dẫn được xem xét trên một thang từ không truyền dẫn đến truyền dẫn đầy đủ. Ở mức truyền dẫn đầy đủ, toàn bộ phần chi phí ETS thuộc phạm vi phân tích của mô hình được phản ánh vào giá điện; ở mức không truyền dẫn, phần chi phí này không được phản ánh qua giá điện; các mức trung gian thể hiện trường hợp truyền dẫn không hoàn toàn. Mức độ

truyền dẫn là tham số ngoại sinh của kịch bản, không phải kết quả ước lượng kinh tế lượng từ dữ liệu lịch sử và không mô tả riêng chiều tăng, chiều giảm hoặc độ trễ điều chỉnh giá điện.

Trong các thị trường điện cạnh tranh, nhiều nghiên cứu ghi nhận mức truyền dẫn tương đối cao. Sijm, Neuhoff và Chen [86] phân tích thị trường điện bán buôn tại Đức và Hà Lan trong giai đoạn đầu của EU ETS và cho thấy chi phí các-bon, bao gồm chi phí cơ hội của hạn ngạch được phân bổ miễn phí, có thể được phản ánh đáng kể vào giá điện. Fabra và Reguant [48] cung cấp bằng chứng tại thị trường điện Tây Ban Nha về mức truyền dẫn cao trong điều kiện hình thành giá theo chi phí cận biên. Hintermann [54], Bonacina và Gulli [27], Chernyavska và Gulli [34] cũng cho thấy kết quả khác nhau giữa các thị trường tùy theo cơ cấu nguồn điện, mức độ cạnh tranh, sở hữu và quy tắc thị trường.

Trong các thị trường điện chịu điều tiết, cơ chế truyền dẫn có thể khác đáng kể. Các nghiên cứu về Trung Quốc của Lin và Jia [61], [62] cho thấy cơ chế kiểm soát giá điện làm thay đổi cách chi phí chính sách được phân bổ giữa giá điện, doanh nghiệp phát điện và các chủ thể khác. Cao và cộng sự [32] sử dụng dữ liệu cấp nhà máy để phân tích phản ứng của các cơ sở nhiệt điện và cho thấy hiệu quả của ETS còn phụ thuộc vào khả năng điều chỉnh sản lượng, nhiên liệu, công nghệ và giá bán. Các kết quả này cho thấy mức truyền dẫn không chỉ là một vấn đề kỹ thuật về giá, mà còn phản ánh cấu trúc thị trường và cơ chế điều tiết.

Nhánh nghiên cứu về truyền dẫn giá bất đối xứng của Peltzman [82] và Meyer, Cramon-Taubadel [68] cung cấp cơ sở tham khảo để lý giải vì sao giá đầu ra có thể phản ứng khác nhau trước biến động chi phí trong các thị trường có sức mạnh thị trường hoặc rào cản thể chế. Tuy nhiên, mô hình của luận án không ước lượng phản ứng bất đối xứng giữa chiều tăng và chiều giảm của giá điện. Do đó, khái niệm phù hợp được sử dụng xuyên suốt là “truyền dẫn không

hoàn toàn chi phí ETS vào giá điện”, thay vì coi truyền dẫn giá bất đối xứng là một cơ chế được ước lượng trực tiếp trong luận án.

Tổng hợp lại, bằng chứng quốc tế cho thấy mức truyền dẫn phụ thuộc vào cấu trúc thị trường điện, cơ chế định giá, mức độ cạnh tranh, cơ cấu nguồn phát và phương thức điều tiết. Các ước lượng cao tại thị trường điện tự do hóa chỉ có thể dùng như cận tham khảo, không phải giá trị thay thế cho Việt Nam. Trong bối cảnh chưa có chuỗi dữ liệu đủ để ước lượng trực tiếp, luận án sử dụng hệ số truyền dẫn θ như một tham số kịch bản để xem xét các mức phản ánh giá trị ETS ròng của ngành điện qua kênh giá. Đây là quy tắc hạch toán và truyền dẫn dạng rút gọn được bổ sung vào PEP 1-1, không phải kết quả ước lượng thực nghiệm về cơ chế điều chỉnh giá điện tại Việt Nam.

1.1.5. Sử dụng doanh thu từ định giá các-bon và tác động phân phối

Doanh thu từ đầu giá hạn ngạch hoặc thuế các-bon là một nội dung quan trọng trong thiết kế chính sách. Goulder [50], [51] phát triển lý thuyết “cổ tức kép”, theo đó nguồn thu từ định giá các-bon nếu được sử dụng để giảm các loại thuế gây méo mó có thể đồng thời tạo lợi ích môi trường và giảm chi phí kinh tế của chính sách. Các nghiên cứu phân biệt cổ tức kép yếu, tức là tái sử dụng doanh thu giúp giảm chi phí chính sách, với cổ tức kép mạnh, tức là chính sách tạo ra lợi ích kinh tế ròng ngay cả khi chưa tính lợi ích môi trường.

Parry và Williams [80], [81], Parry và Bento [79], Bovenberg và Goulder [29], Bovenberg và de Mooij [28] cho thấy kết quả phụ thuộc vào cấu trúc thuế hiện hành, độ co giãn của lao động và vốn, cũng như cách sử dụng nguồn thu. Cắt giảm thuế lao động hoặc thuế vốn có thể cải thiện hiệu quả kinh tế; chuyển khoản trực tiếp có thể hỗ trợ mục tiêu phân phối; còn đầu tư công hoặc hỗ trợ chuyển đổi phụ thuộc vào chất lượng và hiệu quả của chi tiêu. Các nghiên cứu thực nghiệm tại Hoa Kỳ, Canada và các nền kinh tế phát triển tiếp tục chỉ ra rằng phương án sử dụng nguồn thu có thể làm thay đổi đáng kể tác động đến

GDP và phúc lợi [33], [60], [99].

Về tác động phân phối, Metcalf [67], Grainger và Kolstad [52], Williams và cộng sự [99] cho thấy định giá các-bon có thể tạo gánh nặng tương đối lớn hơn đối với nhóm thu nhập thấp do tỷ trọng chi tiêu cho năng lượng cao hơn. Tuy nhiên, kết quả phụ thuộc vào cách đo lường thu nhập, phạm vi tính chi phí và phương án tái phân bổ nguồn thu. Đối với Việt Nam, Coxhead và cộng sự [37] cung cấp bằng chứng ban đầu về tác động phân phối của các chính sách liên quan đến năng lượng và các-bon, nhưng chưa trực tiếp xem xét tương tác giữa ETS, điều tiết giá điện và phần chi phí được truyền dẫn đến hộ gia đình.

Các nghiên cứu cho thấy nguồn thu và cách sử dụng nguồn thu có thể ảnh hưởng lớn đến hiệu quả và công bằng của định giá các-bon. Tuy nhiên, luận án không xây dựng các kịch bản tái sử dụng doanh thu, không kiểm định giả thuyết cổ tức kép và không đồng nhất các khoản thu – chi liên quan đến nghĩa vụ ETS trong mô hình với doanh thu đầu giá hạn ngạch. Phần tổng quan này chỉ cung cấp bối cảnh để nhận diện giới hạn của phân tích; các phương án chuyển khoản, giảm thuế hoặc đầu tư từ nguồn thu các-bon được xác định là hướng nghiên cứu tiếp theo.

1.1.6. Khung pháp lý, thể chế và các nghiên cứu chính sách cho thị trường các-bon Việt Nam

Khung pháp lý cho thị trường các-bon Việt Nam được hình thành từ Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [15] và Nghị định số 06/2022/NĐ-CP, được sửa đổi, bổ sung bởi Nghị định số 119/2025/NĐ-CP và Nghị định số 83/2026/NĐ-CP [7], [8], [10]. Các văn bản này quy định về kiểm kê và giảm nhẹ phát thải khí nhà kính, xác định và phân bổ hạn ngạch, trao đổi và nộp trả hạn ngạch, sử dụng tín chỉ các-bon và quản lý các chủ thể tham gia. Quyết định số 232/QĐ-TTg [18] xác định lộ trình thành lập và phát triển thị trường, từ chuẩn bị điều kiện, tổ chức thí điểm đến vận hành chính thức.

Việc triển khai thí điểm được cụ thể hóa bằng Quyết định số 263/QĐ-TTg ngày 09/02/2026, phê duyệt tổng hạn ngạch phát thải khí nhà kính cho năm 2025–2026 để phân bổ cho 34 nhà máy nhiệt điện, 25 cơ sở sản xuất sắt thép và 51 cơ sở sản xuất xi măng [20]; tiếp đó, Quyết định số 699/QĐ-BNNMT ngày 27/02/2026 thực hiện phân bổ hạn ngạch cho 110 cơ sở thuộc ba nhóm ngành nêu trên [1]. Thông tư số 11/2026/TT-BNNMT quy định quản lý, vận hành Hệ thống đăng ký quốc gia [2]; Nghị định số 29/2026/NĐ-CP và Thông tư số 48/2026/TT-BTC quy định tổ chức, giao dịch và giám sát sàn giao dịch các-bon trong nước [9], [4]. Ngày 29/6/2026, Sàn giao dịch các-bon trong nước được khai trương tại Sở Giao dịch Chứng khoán Hà Nội [16], đánh dấu bước chuyển từ chuẩn bị pháp lý và hạ tầng sang triển khai thị trường thí điểm; sự kiện này chưa đồng nghĩa thị trường đã vận hành đầy đủ hoặc hình thành thanh khoản ổn định.

Ở góc độ nghiên cứu và quản lý nhà nước, Võ Trung Tín và Nguyễn Quốc Đạt [22], Nguyễn Như Hà và Nguyễn Tiến Đạt [12] cùng các báo cáo kỹ thuật trong nước đã phân tích yêu cầu quản lý tín chỉ các-bon và hạn ngạch phát thải, hệ thống đo lường, báo cáo và thẩm định, đăng ký, giao dịch, bù trừ và giám sát thị trường. Các nghiên cứu về CBAM cũng nhấn mạnh nhu cầu nâng cao năng lực dữ liệu và tuân thủ của doanh nghiệp [69]. Tuy nhiên, phần lớn công trình tập trung vào khung pháp lý, tổ chức thị trường hoặc tác động ở cấp doanh nghiệp và ngành; số nghiên cứu định lượng trên phạm vi toàn nền kinh tế còn hạn chế. Luận án kế thừa phạm vi, lộ trình và nguyên tắc thiết kế của khung pháp lý để xây dựng kịch bản, nhưng không đánh giá hiệu quả thực thi thể chế, hiệu quả vận hành sàn giao dịch hoặc mức độ tuân thủ của từng cơ sở.

1.2. Cấu trúc ngành điện Việt Nam

Các nhóm nghiên cứu tại Mục 1.1 cho thấy hiệu quả của ETS phụ thuộc không chỉ vào mức giá các-bon và cách phân bổ hạn ngạch, mà còn vào khả

năng tín hiệu chi phí được truyền qua hệ thống giá. Đối với Việt Nam, giá điện là một kênh truyền dẫn quan trọng vì điện vừa là đầu vào của hầu hết các ngành, vừa là hàng hóa thiết yếu đối với hộ gia đình. Vì vậy, việc phân tích cấu trúc ngành điện, cơ chế hình thành giá và vai trò điều tiết của Nhà nước là cơ sở để xác định cách mô hình hóa mức độ truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện.

1.2.1. Vị trí của ngành điện trong thị trường các-bon Việt Nam

Ngành điện giữ vị trí trung tâm trong phân tích thị trường các-bon vì ba lý do. Thứ nhất, phát điện từ nhiên liệu hóa thạch là nguồn phát thải khí nhà kính lớn; các nhà máy nhiệt điện thuộc nhóm được phê duyệt và phân bổ hạn ngạch thí điểm cho giai đoạn 2025–2026 [20], [1]. Thứ hai, điện là đầu vào trung gian thiết yếu của hầu hết các ngành và là hàng hóa thiết yếu đối với hộ gia đình, nên thay đổi giá điện có thể lan tỏa đến chi phí sản xuất, CPI và tiêu dùng. Thứ ba, giá điện bán lẻ vẫn chịu điều tiết, làm cho chi phí ETS không nhất thiết được phản ánh đầy đủ và ngay lập tức vào giá. Luận án vì vậy lấy ngành điện làm trọng tâm trong lĩnh vực năng lượng, đồng thời mô phỏng tác động liên ngành trên toàn bộ nền kinh tế; kết quả không được khái quát thành đánh giá riêng cho mọi phân ngành năng lượng hoặc từng cơ sở phát điện.

1.2.2. Chuỗi giá trị ngành điện

Quá trình cải cách thị trường điện Việt Nam đã từng bước đưa yếu tố cạnh tranh vào khâu phát điện và bán buôn [13], [100]. Tuy nhiên, mức độ cạnh tranh thực tế còn chịu ảnh hưởng của cơ cấu sở hữu, hợp đồng mua bán điện, điều độ hệ thống và vai trò của các doanh nghiệp nhà nước. Ở khâu phát điện, nhiều đơn vị tham gia thị trường nhưng khả năng phản ứng với tín hiệu chi phí còn khác nhau theo công nghệ, hợp đồng và điều kiện vận hành. Khâu truyền tải mang đặc điểm độc quyền tự nhiên và cần được điều tiết để bảo đảm vận hành thống nhất, an toàn của hệ thống. Phân phối và bán lẻ điện cũng chịu điều tiết chặt chẽ do gắn với chất lượng dịch vụ, khả năng tiếp cận điện và ổn định kinh

tế – xã hội.

Cấu trúc này có thể khái quát là cạnh tranh từng phần ở khâu phát điện, kết hợp với độc quyền tự nhiên và điều tiết ở truyền tải, phân phối và bán lẻ. Chi phí ETS phát sinh trực tiếp tại các cơ sở có nghĩa vụ tuân thủ, chủ yếu trong nhóm phát điện sử dụng nhiên liệu hóa thạch; nhưng khả năng phản ánh chi phí đó vào giá điện cuối cùng lại phụ thuộc vào cơ chế điều tiết và quyết định điều chỉnh giá. Do đó, giả định toàn bộ chi phí ETS tự động chuyển sang người tiêu dùng không phản ánh đầy đủ chuỗi hình thành giá điện tại Việt Nam.

1.2.3. Cơ chế giá điện và các đặc điểm thể chế liên quan

Giá bán lẻ điện tại Việt Nam được điều tiết nhằm đồng thời xem xét chi phí cung ứng, ổn định kinh tế vĩ mô, khả năng chi trả và các mục tiêu xã hội [13], [100]. Do đó, giá bán lẻ không tự động điều chỉnh theo mọi biến động ngắn hạn của nhiên liệu, tỷ giá hoặc nghĩa vụ môi trường; thời điểm và mức điều chỉnh phụ thuộc vào cơ chế quản lý giá. Đặc điểm này tạo cơ sở thể chế cho giả định truyền dẫn không hoàn toàn trong mô hình, nhưng không đủ để suy ra một mức truyền dẫn duy nhất cho Việt Nam nếu chưa có ước lượng kinh tế lượng bằng dữ liệu giá và chi phí thực tế.

Bùi Xuân Hôi [13], Tran Hau Ngoc và cộng sự [94] cho thấy cơ chế giá điện có vai trò quan trọng trong bảo đảm khả năng tiếp cận điện và ổn định đời sống dân cư, nhưng đồng thời có thể làm tín hiệu giá không phản ánh đầy đủ chi phí cung ứng. World Bank Group [101] và các tài liệu liên quan đến quy hoạch phát triển điện lực [17], [19] nhấn mạnh nhu cầu huy động vốn lớn cho nguồn điện, lưới điện và chuyển dịch năng lượng. Trong bối cảnh đó, việc bổ sung chi phí ETS đặt ra yêu cầu đánh giá đồng thời tác động đến giá, sản xuất, tiêu dùng và khả năng tài chính của ngành điện.

1.2.4. Lý do mô hình hóa cơ chế truyền dẫn chi phí các-bon không hoàn toàn

Từ cấu trúc ngành điện và cơ chế giá nêu trên, luận án xác định ba lý do để mô hình hóa truyền dẫn không hoàn toàn.

Thứ nhất, giá bán lẻ điện không tự động điều chỉnh theo mọi biến động chi phí. Trong khi đó, PEP 1-1 tiêu chuẩn không có khối riêng mô tả quá trình điều chỉnh giá điện chịu điều tiết. Vì vậy, luận án bổ sung một quy tắc truyền dẫn dạng rút gọn để mô phỏng các mức phản ánh giá trị ETS ròng của ngành điện qua kênh giá.

Thứ hai, nghiên cứu thực nghiệm quốc tế cho thấy mức truyền dẫn phụ thuộc vào cấu trúc thị trường và cơ chế điều tiết. Các thị trường điện cạnh tranh thường ghi nhận mức truyền dẫn cao hơn, trong khi các thị trường chịu điều tiết có thể phân bổ một phần chi phí tại doanh nghiệp hoặc qua các cơ chế tài chính khác [32], [48], [61], [62], [86]. Do Việt Nam chưa có đủ dữ liệu để ước lượng một hệ số truyền dẫn cụ thể, luận án sử dụng một dải giá trị ngoại sinh để xem xét các khả năng khác nhau, thay vì ấn định một mức truyền dẫn duy nhất.

Thứ ba, mức truyền dẫn làm thay đổi cách tác động của ETS lan tỏa trong mô hình. Phần giá trị ETS ròng được phản ánh qua giá điện tác động đến CPI, tiêu dùng hộ gia đình và các ngành sử dụng điện; phần còn lại được ghi nhận là phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện theo quy tắc hạch toán của mô hình.

Trên cơ sở đó, luận án xem xét ba tham số trong một lưới kịch bản thống nhất. Mức giá các-bon xác lập quy mô tín hiệu bằng tiền; tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí α làm thay đổi giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ; hệ số truyền dẫn θ làm thay đổi phần giá trị ETS ròng của ngành điện được phản ánh qua kênh giá và phần chưa được phản ánh qua giá điện theo quy tắc hạch toán

của mô hình. α là tham số cách điệu hóa, không mô tả đầy đủ các phương thức phân bổ hạn ngạch và giao dịch trong một ETS thực tế.

1.3. Tổng hợp khoảng trống nghiên cứu và định hướng của luận án

1.3.1. Tổng hợp khoảng trống nghiên cứu

Trên cơ sở phạm vi tài liệu đã rà soát và bối cảnh ngành điện Việt Nam, luận án xác định ba khoảng trống có liên quan trực tiếp đến thiết kế nghiên cứu. Ba khoảng trống được phân biệt theo cấp độ khoa học, phương pháp và dữ liệu – bằng chứng chính sách; không được hiểu là phủ nhận toàn bộ các nghiên cứu đã có về từng thành phần riêng lẻ.

Thứ nhất, khoảng trống khoa học nằm ở việc phân tích cơ chế phân bổ tác động của nghĩa vụ ETS trong điều kiện giá điện chịu điều tiết. Các nghiên cứu đã xem xét truyền dẫn giá điện, điều tiết giá hoặc tác động của ETS, nhưng còn thiếu phân tích định lượng tích hợp về cách tác động được truyền qua giá điện đến các ngành sử dụng điện và hộ gia đình, phần chưa được phản ánh qua giá tại ngành điện, và hệ quả hạch toán đối với khu vực công trong một khung cân bằng tổng thể. Luận án xử lý khoảng trống này bằng cách bổ sung vào PEP 1-1 quy tắc hạch toán và truyền dẫn dạng rút gọn; tham số truyền dẫn được xác định ngoại sinh và không thay thế việc ước lượng thực nghiệm cơ chế điều chỉnh giá điện.

Thứ hai, khoảng trống phương pháp nằm ở việc mô hình hóa đồng thời ba nhóm tham số có chức năng khác nhau: mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và mức độ truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện. Trong phạm vi tài liệu đã rà soát, chưa ghi nhận nghiên cứu CGE cho Việt Nam đồng thời tách riêng ngành điện, đưa cả ba nhóm tham số vào một lưới kịch bản thống nhất và theo dõi phát thải, GDP, CPI, tiêu dùng, hoạt động sản xuất cùng phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá. Luận án thực hiện phân tích kịch bản và độ nhạy, nhưng các tham số vẫn được xác định ngoại sinh và

kết quả không phải là phân tích bất định toàn cục.

Thứ ba, khoảng trống thực nghiệm – chính sách nằm ở sự thiếu hụt bằng chứng định lượng tích hợp cho Việt Nam về tác động của ETS trong điều kiện ngành điện chịu điều tiết. Các nghiên cứu trong nước đã cung cấp những kết quả quan trọng về chính sách giảm phát thải, định giá các-bon, chuyển dịch năng lượng và tác động đối với một số ngành hoặc chỉ tiêu kinh tế vĩ mô. Tuy nhiên, trong phạm vi tài liệu được rà soát, còn thiếu một phân tích định lượng thống nhất, kết nối đồng thời kết quả giảm phát thải, tác động đến GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình, hoạt động sản xuất và cách giá trị ETS ròng của ngành điện được phân bổ giữa kênh giá điện và phần chưa được phản ánh qua giá. Sự thiếu hụt này làm hạn chế cơ sở định lượng để xem xét các kịch bản ETS trong giai đoạn đầu phát triển thị trường các-bon tại Việt Nam. Luận án bổ sung bằng chứng cho khoảng trống này thông qua mô hình PEP-1-1 mở rộng và lưới kịch bản kết hợp mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và mức độ truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện.

Trên cơ sở sáu nhóm nghiên cứu đã tổng quan, Bảng 1.1 tổng hợp các công trình tiêu biểu, phát hiện và giả định chủ yếu, giới hạn áp dụng cho Việt Nam, nội dung luận án kế thừa và những nội dung không thuộc phạm vi xử lý. Việc tổng hợp theo từng nhóm bằng chứng là cơ sở để xác định các khoảng trống nghiên cứu tại Mục 1.3.1.

Bảng 1.1. Tổng hợp bằng chứng, khoảng trống nghiên cứu và phạm vi xử lý của luận án

Nhóm nghiên cứu	Phát hiện và giả định chính	Giới hạn áp dụng cho Việt Nam	Nội dung luận án kế thừa và xử lý	Nội dung luận án không xử lý
Lý thuyết định giá các-bon và thiết kế ETS	Định giá các-bon giúp nội hóa ngoại tác; trao đổi hạn ngạch có thể phân bổ nỗ lực	Nhiều kết quả dựa trên giả định thị trường tương đối hoàn hảo,	Kế thừa vai trò của tín hiệu giá, phân bổ hạn ngạch và các tham số thiết kế ETS; bổ sung quy tắc	Không xác định mức trần tối ưu, giá cân bằng của hạn ngạch, chi phí giao dịch hoặc điều kiện vận

Nhóm nghiên cứu	Phát hiện và giả định chính	Giới hạn áp dụng cho Việt Nam	Nội dung luận án kế thừa và xử lý	Nội dung luận án không xử lý
	giảm phát thải theo chi phí biên. Hiệu quả phụ thuộc vào thiết kế và điều kiện thị trường.	chi phí giao dịch thấp và giá có khả năng điều chỉnh. Các điều kiện này không phản ánh đầy đủ ngành điện chịu điều tiết tại Việt Nam.	hạch toán và truyền dẫn dạng rút gọn vào PEP 1-1.	hành đầy đủ của thị trường.
Bảng chứng thực tiền từ các ETS	ETS có thể giảm phát thải và thúc đẩy đổi mới; tác động khác nhau theo ngành, phương thức phân bổ, phạm vi thị trường và cơ chế giá điện.	Kết quả từ EU, Hoa Kỳ hoặc Trung Quốc phụ thuộc vào bối cảnh thể chế, chu kỳ kinh tế và cấu trúc ngành; không thể chuyển nguyên trạng sang Việt Nam.	Sử dụng bảng chứng về vai trò của giá các-bon, phân bổ miễn phí và điều kiện thị trường để xây dựng các kịch bản chính sách.	Không thực hiện đánh giá sau chính sách, không phân tích hành vi của từng doanh nghiệp hoặc tác động cạnh tranh ở cấp cơ sở.
Mô hình hóa định lượng tác động của định giá các-bon	CGE cho phép lượng hóa tác động liên ngành đến GDP, giá cả, tiêu dùng, sản lượng và phát thải. Kết quả phụ thuộc vào dữ liệu, độ co giãn, mức gộp ngành, cách khép kín và xử lý nguồn thu.	Các nghiên cứu cho Việt Nam còn khác nhau về năm cơ sở, phạm vi ngành và cách mô hình hóa ngành điện; mô hình vĩ mô thường thiếu chi tiết công nghệ.	Kế thừa PEP 1-1, xây dựng SAM cho năm cơ sở 2019, tách ngành điện và phân tích các chỉ tiêu môi trường, kinh tế – xã hội và ngành điện.	Không nội sinh hóa đầu tư công nghệ, không tối ưu liên thời kỳ, không xác định giá hạn ngạch từ cung – cầu thị trường và không thực hiện phân tích bất định toàn cục.
Truyền dẫn chi phí các-bon vào	Mức truyền dẫn phụ thuộc	Ước lượng từ các thị	Sử dụng θ như tham số kịch bản	Không ước lượng θ bằng kinh tế

Nhóm nghiên cứu	Phát hiện và giả định chính	Giới hạn áp dụng cho Việt Nam	Nội dung luận án kế thừa và xử lý	Nội dung luận án không xử lý
giá điện	vào cấu trúc thị trường điện, cơ chế định giá, sở hữu, công nghệ và mức độ điều tiết.	trường điện tự do hóa hoặc thị trường Trung Quốc không thể dùng làm hệ số đại diện cho Việt Nam. Chưa có dữ liệu phù hợp để ước lượng trực tiếp.	và bổ sung quy tắc dạng rút gọn để mô phỏng các mức phản ánh giá trị ETS ròng qua kênh giá điện.	lượng; không mô hình hóa độ trễ, truyền dẫn bất đối xứng hoặc tách riêng giá bán buôn và bán lẻ điện.
Sử dụng nguồn thu và tác động phân phối	Cách sử dụng nguồn thu có thể làm thay đổi chi phí kinh tế và tác động phân phối; gánh nặng tương đối có thể khác nhau giữa các nhóm hộ.	Kết quả phụ thuộc vào hệ thống thuế, cấu trúc thu nhập và phương án tái phân bổ của từng quốc gia.	Kế thừa nhận định rằng các dòng hạch toán và tác động phân phối cần được xem xét khi đánh giá hiệu quả ETS.	Không xây dựng kịch bản tái sử dụng nguồn thu, không kiểm định giả thuyết cổ tức kép và không đánh giá đầy đủ khác biệt giữa các nhóm hộ.
Khung pháp lý và nghiên cứu chính sách tại Việt Nam	Việt Nam đã hình thành các cấu phần pháp lý và hạ tầng cơ bản cho giai đoạn thí điểm; các nghiên cứu nhấn mạnh yêu cầu về MRV, phân bổ, đăng ký, giao dịch và giám sát.	Thị trường mới ở giai đoạn đầu, chưa có chuỗi dữ liệu vận hành, giá và thanh khoản đủ dài để đánh giá sau chính sách. Phần lớn nghiên cứu tập trung vào pháp lý, thể chế hoặc cấp ngành.	Kế thừa phạm vi, lộ trình và đặc điểm của thị trường thí điểm để xác định bối cảnh, ngành trọng tâm và các tham số kịch bản.	Không đánh giá hiệu quả thực thi thể chế, vận hành sàn giao dịch, thanh khoản, giám sát thị trường hoặc mức độ tuân thủ của từng cơ sở.

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

Kết quả tổng hợp cho thấy các nghiên cứu hiện có đã cung cấp nền tảng tương đối đầy đủ về lý thuyết định giá các-bon, kinh nghiệm vận hành ETS và phương pháp lượng hóa tác động. Tuy nhiên, các bằng chứng này chưa tạo thành một khung phân tích thống nhất cho Việt Nam về tác động của ETS trong điều kiện giá điện chịu điều tiết. Từ sáu nhóm bằng chứng trên, luận án tổng hợp ba khoảng trống chính về nội dung khoa học, phương pháp và bằng chứng định lượng phục vụ chính sách.

1.3.2. Định hướng nghiên cứu của luận án

Trên cơ sở các khoảng trống nêu trên, luận án xác định ba hướng nghiên cứu tương ứng với phạm vi mà dữ liệu và mô hình hiện có có thể xử lý.

Thứ nhất, luận án kế thừa mô hình cân bằng tổng thể khả toán PEP 1-1, hiệu chỉnh theo SAM do luận án xây dựng cho năm cơ sở 2019 trên cơ sở Bảng I–O 2019 và mở rộng mô hình để phản ánh phát thải khí nhà kính, mức giá các-bon theo kịch bản, phân bổ hạn ngạch miễn phí, giá trị ETS ròng và các dòng hạch toán liên quan. Ngành điện được tách riêng để phân tích vai trò vừa là ngành phát thải, vừa là đầu vào thiết yếu của nền kinh tế; kết quả chỉ đại diện cho tài khoản ngành, không đại diện cho từng nhà máy hoặc doanh nghiệp.

Thứ hai, luận án bổ sung cơ chế truyền dẫn không hoàn toàn chi phí ETS vào giá điện thông qua một tham số ngoại sinh và kết hợp tham số này với mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí trong một lưới kịch bản có hệ thống. Cách tiếp cận cho phép so sánh vai trò của ba nhóm tham số và nhận diện các đánh đổi, nhưng không dự báo giá hạn ngạch và không xác lập một tổ hợp tối ưu tuyệt đối.

Thứ ba, luận án đánh giá đồng thời kết quả giảm phát thải và các tác động kinh tế – xã hội, gồm GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình, sản lượng, giá trị gia tăng, các chỉ số điều chỉnh sử dụng lao động và vốn, cùng phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá. Phân tích kịch bản và độ nhạy

được sử dụng để làm rõ các đánh đổi trong phạm vi mô hình. Thông tin về chi phí giảm phát thải biên của công nghệ phát điện chỉ hỗ trợ lựa chọn dài giá và diễn giải kết quả, không được dùng để xác định nội sinh quyết định đầu tư hoặc thay thế công nghệ.

Tiểu kết Chương 1

Tổng quan cho thấy tác động của ETS phụ thuộc đồng thời vào thiết kế thị trường, cơ chế phân bổ hạn ngạch, cấu trúc ngành điện và khả năng truyền dẫn chi phí qua giá. Trong điều kiện giá điện chịu điều tiết, giả định truyền dẫn đầy đủ có thể không phản ánh đúng cách tác động được phân bổ giữa ngành điện, người tiêu dùng và các ngành sử dụng điện. Trong phạm vi tài liệu đã rà soát, khoảng trống trực tiếp của luận án nằm ở việc lượng hóa cơ chế phân bổ này trong một khung CGE cho Việt Nam, đồng thời xem xét mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí (α) và hệ số truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện (θ).

Từ đó, luận án lựa chọn PEP 1-1 mở rộng, hiệu chỉnh theo SAM do luận án xây dựng cho năm cơ sở 2019 trên cơ sở Bảng I–O 2019 và bổ sung khối phát thải, phân bổ hạn ngạch miễn phí, giá trị ETS ròng và cơ chế truyền dẫn vào giá điện. Chương II trình bày dữ liệu, phương trình, quy tắc đóng, căn cứ lựa chọn tham số, thiết kế 126 kịch bản, phương pháp phân tích độ nhạy và các giới hạn của mô hình. Các kết quả tiếp theo phải được diễn giải như mô phỏng có điều kiện, không phải ước lượng nhân quả, dự báo thị trường hoặc báo cáo tài chính của ngành điện.

CHƯƠNG II.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA CÁC KỊCH BẢN ETS ĐỐI VỚI PHÁT TRIỂN KINH TẾ – XÃ HỘI CỦA VIỆT NAM

2.1. Cách tiếp cận và khung phân tích nghiên cứu

2.1.1. Cách tiếp cận nghiên cứu

Luận án sử dụng cách tiếp cận mô phỏng so sánh trạng thái cân bằng. Mỗi cấu hình chính sách được đưa vào mô hình dưới dạng ba tham số ngoại sinh gồm mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và mức độ truyền dẫn giá trị nghĩa vụ ETS vào giá điện. Sau mỗi cú sốc, mô hình xác định trạng thái cân bằng mới và lượng hóa chênh lệch của các chỉ tiêu so với trạng thái cơ sở tương ứng. Kết quả vì vậy phản ánh tác động có điều kiện theo cấu trúc dữ liệu, quy tắc đóng và giả định của mô hình, không phải dự báo xác suất hoặc ước lượng nhân quả từ dữ liệu thực nghiệm.

Về phạm vi chính sách, luận án phân tích các cấu hình nghĩa vụ tuân thủ ETS trong bối cảnh Việt Nam hình thành thị trường các-bon trong nước. Mô hình đại diện chính sách bằng mức giá các-bon ngoại sinh, tỷ lệ phân bổ miễn phí và hệ số truyền dẫn; không xác định nội sinh tổng mức trần phát thải, cung - cầu và giá cân bằng của hạn ngạch, giao dịch giữa các chủ thể, ngân hàng hoặc vay mượn hạn ngạch. Do đó, nội dung định lượng được gọi thống nhất là “đánh giá tác động và phân tích hiệu quả tương đối của các cấu hình chính sách ETS giả định”, không được diễn giải là mô phỏng đầy đủ cơ chế vận hành vi mô của thị trường hạn ngạch.

Về phạm vi ngành, nghiên cứu đặt trọng tâm vào ngành điện vì đây là ngành có vai trò đáng kể đối với phát thải khí nhà kính, đồng thời điện năng là đầu vào trung gian của hầu hết các ngành trong nền kinh tế. Giá điện tại Việt Nam chịu sự điều tiết của Nhà nước nên giá trị nghĩa vụ ETS có thể chỉ được

phản ánh một phần qua giá điện. Bên cạnh ngành điện, mô hình bao quát các nhóm ngành và tác nhân kinh tế khác để phản ánh liên kết liên ngành, tác động đến hộ gia đình và các cân đối kinh tế vĩ mô.

Chuỗi tác động được mô phỏng theo trình tự: mức giá các-bon và tỷ lệ phân bổ miễn phí xác định giá trị nghĩa vụ ETS theo quy ước của mô hình; hệ số truyền dẫn quyết định phần nghĩa vụ của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất thông qua giá và phần còn lại được xử lý theo quy tắc đóng; thay đổi chi phí và hệ thống giá dẫn đến điều chỉnh sản xuất, tiêu dùng, thương mại và sử dụng các yếu tố đầu vào; từ đó làm thay đổi GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình, hoạt động của các nhóm ngành và chỉ số phát thải tương đối.

Mô hình CGE PEP-1-1 mở rộng là công cụ định lượng trung tâm. Thông tin về chi phí giảm phát thải biên chỉ được sử dụng theo cơ chế liên kết mềm để tham khảo khi lựa chọn dải giá và diễn giải kết quả, không được đưa vào hệ phương trình để xác định nội sinh lựa chọn công nghệ. Lưới 126 kịch bản được giải độc lập quanh trạng thái cơ sở năm 2019. Chuỗi ba kỳ được thực hiện theo cách mô phỏng bán động, trong đó vốn, lao động và năng suất được cập nhật ngoại sinh giữa các kỳ, còn từng kỳ vẫn được giải bằng mô hình tĩnh.

2.1.2. Khung nghiên cứu tổng thể

Khung nghiên cứu tổng thể của luận án liên kết vấn đề khoa học, khoảng trống nghiên cứu, mục tiêu, câu hỏi, luận điểm bảo vệ, dữ liệu đầu vào, cấu trúc mô hình, các tham số kịch bản, cơ chế tác động, hệ thống kết quả và phạm vi hình thành kết luận. Khung này thực hiện chức năng giải thích logic nghiên cứu; khác với quy trình nghiên cứu tại Mục 2.1.5, mô tả trình tự các bước kỹ thuật và kiểm soát chất lượng.

Điểm xuất phát của khung nghiên cứu là khả năng truyền dẫn không hoàn toàn giá trị ETS ròng của ngành điện trong điều kiện giá điện chịu sự điều tiết. Khi giá đầu ra điều chỉnh linh hoạt, chi phí phát sinh từ nghĩa vụ ETS có thể

được phản ánh qua giá sản phẩm. Đối với ngành điện Việt Nam, một phần giá trị ETS ròng có thể không đi qua kênh giá; phần này phải được ghi nhận và đối ứng trong hệ thống tài khoản của mô hình. Vì vậy, thay đổi θ có thể tác động đồng thời đến giá tương đối, chi phí đầu vào, tiết kiệm, đầu tư và trạng thái cân bằng của nền kinh tế.

Ba tham số được phân loại theo chức năng. Mức giá các-bon p^c xác định quy mô tín hiệu bằng tiền; tỷ lệ phân bổ miễn phí α xác định lượng hạn ngạch được cấp theo trạng thái tham chiếu; θ là tham số kích bản thể chế phản ánh tỷ lệ giá trị ETS ròng của ngành điện được đưa qua kênh giá theo quy ước của mô hình. θ không phải tỷ lệ tăng giá điện bán lẻ thực tế và không được ước lượng kinh tế lượng từ dữ liệu lịch sử trong phạm vi luận án.

Nền tảng dữ liệu gồm hai nhóm. Nhóm thứ nhất là dữ liệu kinh tế – xã hội, bao gồm bảng I–O năm 2019, các tổng kiểm soát vĩ mô, dữ liệu hộ gia đình, yếu tố sản xuất, thuế và thương mại. Nhóm thứ hai là dữ liệu và giả định về phát thải, ngành điện, chi phí giảm phát thải biên và tham số mô hình. Các nguồn này được chuẩn hóa, ánh xạ và cân bằng để xây dựng SAM Việt Nam năm 2019; SAM sau đó được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình CGE PEP-1-1 và tích hợp khối ETS.

Cơ chế tác động gồm hai kênh liên kết. Kênh chi phí – giá phản ánh phần giá trị ETS ròng được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất, làm thay đổi giá tương đối, cầu đầu vào, sản lượng, sử dụng yếu tố, thu nhập và tiêu dùng. Kênh hạch toán – tiết kiệm phản ánh việc TCO2T và FIN_GAP_ELEC được đối ứng theo quy tắc đóng, làm thay đổi tiết kiệm Chính phủ, tổng tiết kiệm và đầu tư. Kết quả GDP, CPI, sản lượng và tiêu dùng vì vậy là nghiệm cân bằng tổng hợp của cả hai kênh, không chỉ riêng tác động qua giá điện.

Đầu ra được tổ chức thành bốn nhóm: kết quả môi trường; kinh tế vĩ mô và tiêu dùng hộ gia đình; hoạt động sản xuất và điều chỉnh sử dụng yếu tố;

ngành điện và các biến hạch toán ETS. Hiệu quả được xem xét theo hồ sơ tác động đa chiều và quan hệ đánh đổi. Luận án không sử dụng hàm mục tiêu, hệ thống trọng số, quy tắc ưu thế Pareto hoặc đường biên hiệu quả; do đó không xác định một tổ hợp p^c , α và θ tối ưu tuyệt đối.

Khung nghiên cứu chỉ hỗ trợ kết luận trong phạm vi mô hình hóa cấp ngành. Mô hình không xác định nội sinh tổng mức trần, giá cân bằng và khối lượng giao dịch hạn ngạch; không mô phỏng hành vi mua bán của từng cơ sở, lựa chọn công nghệ nội sinh, chi phí giao dịch, thanh khoản hoặc hiệu quả thể chế của thị trường. Mọi khuyến nghị vì vậy được trình bày dưới dạng định hướng có điều kiện theo dữ liệu, quy tắc đóng và các giả định nghiên cứu.



Hình 2.1. Khung nghiên cứu tổng thể của luận án

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

2.1.3. Cách tiếp cận đánh giá hiệu quả

Trong luận án, hiệu quả của các kịch bản ETS không được đo lường bằng một hàm mục tiêu, chỉ số tổng hợp hoặc hệ thống trọng số. Hiệu quả được xem xét thông qua hồ sơ tác động trên các phương diện môi trường, kinh tế – xã hội và ngành điện.

Các kịch bản được so sánh theo từng chỉ tiêu hoặc nhóm chỉ tiêu trong cùng trạng thái cơ sở và cùng cách khép kín mô hình. Khi các kết quả thay đổi theo những hướng khác nhau, luận án tập trung nhận diện và diễn giải sự đánh đổi. Luận án không áp dụng quy tắc ưu thế Pareto, không xác định đường biên hiệu quả, không xếp hạng tổng hợp và không xác định một tổ hợp tham số tối ưu. Kết quả môi trường được phản ánh qua mức và tỷ lệ thay đổi của phát thải mô hình hóa; tác động kinh tế – xã hội được xem xét qua GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình, sản lượng, giá trị gia tăng và các chỉ số điều chỉnh sử dụng yếu tố sản xuất; cách phân bổ tác động được xem xét qua hoạt động của các nhóm ngành và sự phân chia giá trị ETS ròng của ngành điện giữa kênh giá với FIN_GAP_ELEC. Mặc dù SAM có bốn nhóm hộ, kết quả được tổng hợp ở cấp toàn khu vực hộ nên luận án không đánh giá phân phối tác động giữa các nhóm hộ. Khái niệm hiệu quả cũng không bao gồm đánh giá toàn diện về thể chế, thanh khoản, cạnh tranh hoặc giám sát thị trường.

Trong phạm vi luận án, hiệu quả tương đối được xác định trên cơ sở so sánh kết quả giữa các kịch bản trong cùng một trạng thái cơ sở và cùng quy tắc khép kín. Một kịch bản được coi là thuận lợi hơn trên một phương diện khi đạt mức giảm phát thải lớn hơn mà không làm tăng tác động bất lợi đến chỉ tiêu kinh tế – xã hội đang xem xét, hoặc đạt mức giảm phát thải tương đương với tác động bất lợi nhỏ hơn. Khi các chỉ tiêu thay đổi theo những hướng khác nhau, luận án chỉ nhận diện cấu trúc tác động và các quan hệ đánh đổi, không xếp hạng tổng hợp hoặc xác định phương án tối ưu.

2.1.4. Khung chỉ tiêu đánh giá

Để đánh giá các kịch bản một cách có hệ thống, các chỉ tiêu đầu ra được sắp xếp thành bốn nhóm: kết quả môi trường; tác động kinh tế vĩ mô và tiêu dùng hộ gia đình; hoạt động sản xuất và điều chỉnh sử dụng yếu tố; các biến hạch toán liên quan đến ETS và ngành điện. Đơn vị, ý nghĩa và giới hạn diễn giải của các chỉ tiêu được sử dụng trực tiếp tại Chương III được trình bày tại Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Hệ thống chỉ tiêu đánh giá tác động của các kịch bản ETS

Nhóm kết quả	Chỉ tiêu	Cách đo lường, đơn vị	Nội dung phản ánh
Môi trường	Lượng phát thải mô hình hóa	$E = \sum_j \text{emisJ}(j) \times \text{XST}(j)$; đơn vị phát thải mô hình hóa theo thang đo của mô hình	Phản ánh phát thải được xác định từ sản lượng và hệ số cường độ giả định; không thay thế kiểm kê quốc gia.
Môi trường	Mức và tỷ lệ thay đổi phát thải	Chênh lệch và tỷ lệ phần trăm so với trạng thái cơ sở	Dùng để so sánh kết quả môi trường giữa các kịch bản trong cùng cấu hình dữ liệu.
Kinh tế vĩ mô và hộ gia đình	GDP thực	Mức và tỷ lệ phần trăm thay đổi	Phản ánh tác động tổng hợp đến quy mô hoạt động kinh tế theo định nghĩa của mô hình.
Kinh tế vĩ mô và hộ gia đình	CPI Laspeyres	Tỷ lệ phần trăm thay đổi; quyền số năm cơ sở	Phản ánh thay đổi mặt bằng giá tiêu dùng; không phải CPI dự báo chính thức.
Kinh tế vĩ mô và hộ gia đình	Tiêu dùng thực của khu vực hộ	Tỷ lệ phần trăm thay đổi của tổng tiêu dùng hộ	Phản ánh tác động đối với toàn khu vực hộ; không phân tích khác biệt giữa các nhóm hộ.
Sản xuất và yếu tố	Chỉ tiêu sản lượng tổng hợp	Tỷ lệ phần trăm thay đổi	Phản ánh mức điều chỉnh quy mô hoạt động sản xuất tổng hợp trong bộ kết quả.
Sản xuất và yếu tố	Giá trị gia tăng tổng hợp	Tỷ lệ phần trăm thay đổi	Phản ánh thay đổi phân thu nhập yếu tố sơ cấp tạo ra trong nền kinh tế.
Sản xuất và yếu tố	Chỉ số điều chỉnh sử dụng lao động	Tỷ lệ phần trăm thay đổi của chỉ số tổng hợp	Dùng để so sánh cường độ điều chỉnh giữa các kịch bản; không phải số việc làm hoặc tỷ lệ thất nghiệp.

Nhóm kết quả	Chỉ tiêu	Cách đo lường, đơn vị	Nội dung phản ánh
Sản xuất và yếu tố	Chỉ số điều chỉnh sử dụng vốn	Tỷ lệ phần trăm thay đổi của chỉ số tổng hợp	Dùng để so sánh cường độ điều chỉnh giữa các kịch bản; không phải lượng vốn vật chất mất đi.
Ngành điện và hạch toán ETS	Giá trị ETS ròng sau phân bổ (ETS_BAL)	Triệu VNĐ; xác định theo phương trình (2.3)	Có thể dương hoặc âm; không phải lượng giao dịch hoặc dòng tiền thực tế.
Ngành điện và hạch toán ETS	Phần giá trị ETS ròng chưa qua giá điện (FIN GAP ELEC)	Triệu VNĐ; cùng quy ước dấu với ETS_BAL	Phản ánh phần không đi qua kênh giá theo θ ; không phải lỗ kế toán của doanh nghiệp điện.
Ngành điện và hạch toán ETS	Tổng giá trị ETS ròng hạch toán vào tài khoản Chính phủ (TCO2T)	Triệu VNĐ; tổng theo phương trình (2.9)	Là dòng đối ứng của mô hình; không đồng nhất với doanh thu đầu giá hoặc thu ngân sách thực tế.

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

Các chỉ tiêu được xem xét riêng lẻ và theo nhóm, không cộng gộp thành một thước đo hiệu quả chung. Mọi so sánh sử dụng cùng trạng thái cơ sở, cùng đơn vị đo và cùng cách khép kín mô hình. Kết quả phát thải được xác định trên cơ sở hệ số cường độ giả định và chỉ dùng để so sánh giữa các kịch bản.

2.1.5. Quy trình nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu gồm 11 bước liên kết. Mỗi bước tạo ra một đầu ra có thể kiểm tra và được sử dụng làm đầu vào cho bước tiếp theo; các điểm kiểm soát được bố trí tại khâu thiết kế logic, xử lý dữ liệu, xây dựng SAM, hiệu chỉnh mô hình, mở rộng khối ETS, giải kịch bản và diễn giải kết quả.

Bước 1. Xác định vấn đề, đối tượng và phạm vi nghiên cứu. Luận án xác định vấn đề trung tâm là tác động của các cấu hình nghĩa vụ ETS khi giá trị ETS ròng của ngành điện có thể không được truyền dẫn đầy đủ qua kênh giá. Đầu ra gồm đối tượng nghiên cứu, đơn vị phân tích, phạm vi ngành, phạm vi thời gian và các nội dung nằm ngoài mô phỏng.

Bước 2. Tổng quan nghiên cứu và xác định khoảng trống. Tài liệu được tổng hợp theo các trục: cơ sở lý thuyết về định giá các-bon; bằng chứng thực

nghiệm về ETS; mô hình hóa tác động vĩ mô; phân bổ hạn ngạch; truyền dẫn trong ngành điện; và nghiên cứu tại Việt Nam. Mỗi nhóm được đối chiếu về câu hỏi, dữ liệu, phương pháp, phát hiện, giả định và giới hạn.

Bước 3. Thiết lập logic nghiên cứu. Từ khoảng trống, luận án xác lập ba mục tiêu, ba câu hỏi, ba luận điểm bảo vệ, khung chỉ tiêu và ma trận truy xuất. Điểm kiểm soát là mỗi câu hỏi phải có phương pháp xử lý, dữ liệu, biến quan sát, nhóm bằng chứng, kết luận được phép và giới hạn tương ứng.

Bước 4. Thu thập, kiểm kê, chuẩn hóa và ánh xạ dữ liệu. Dữ liệu được ghi nhận theo tên biến, nguồn, năm, đơn vị, mức phân tổ, phương pháp xử lý và trạng thái: quan sát, kế thừa, hiệu chỉnh hoặc giả định. Các khác biệt về năm giá, phân loại ngành và đơn vị được xử lý trước khi đưa vào SAM và mô hình.

Bước 5. Xây dựng, cân bằng và kiểm tra SAM Việt Nam năm 2019. Bảng I–O được ánh xạ sang các tài khoản hoạt động và hàng hóa; dữ liệu bổ sung được sử dụng để xây dựng các tài khoản yếu tố, hộ gia đình, doanh nghiệp, Chính phủ, đối ngoại và tích lũy. Điểm kiểm soát gồm tổng hàng bằng tổng cột, đối chiếu tổng kiểm soát và lưu vết các điều chỉnh cân bằng.

Bước 6. Hiệu chỉnh và kiểm định trạng thái cơ sở của mô hình PEP-1-1. Các tham số tỷ trọng và thuế suất được suy ra từ SAM; các độ co giãn và tham số hành vi được đưa vào từ bộ tham số sử dụng. Mô hình chỉ được chuyển sang bước mở rộng khi tái tạo được trạng thái cơ sở, các thị trường cân bằng, định luật Walras được thỏa mãn trong sai số cho phép và bộ giải trả về trạng thái hội tụ hợp lệ.

Bước 7. Bổ sung khối phát thải, phân bổ miễn phí và cơ chế truyền dẫn. Mô hình được bổ sung emisJ, QUOTA_FREE, ETS_BAL, θ , FIN_GAP_ELEC và TCO2T cùng các phương trình đối ứng. Mỗi biến được xác định rõ nội dung kinh tế, đơn vị, quy ước dấu và giới hạn diễn giải.

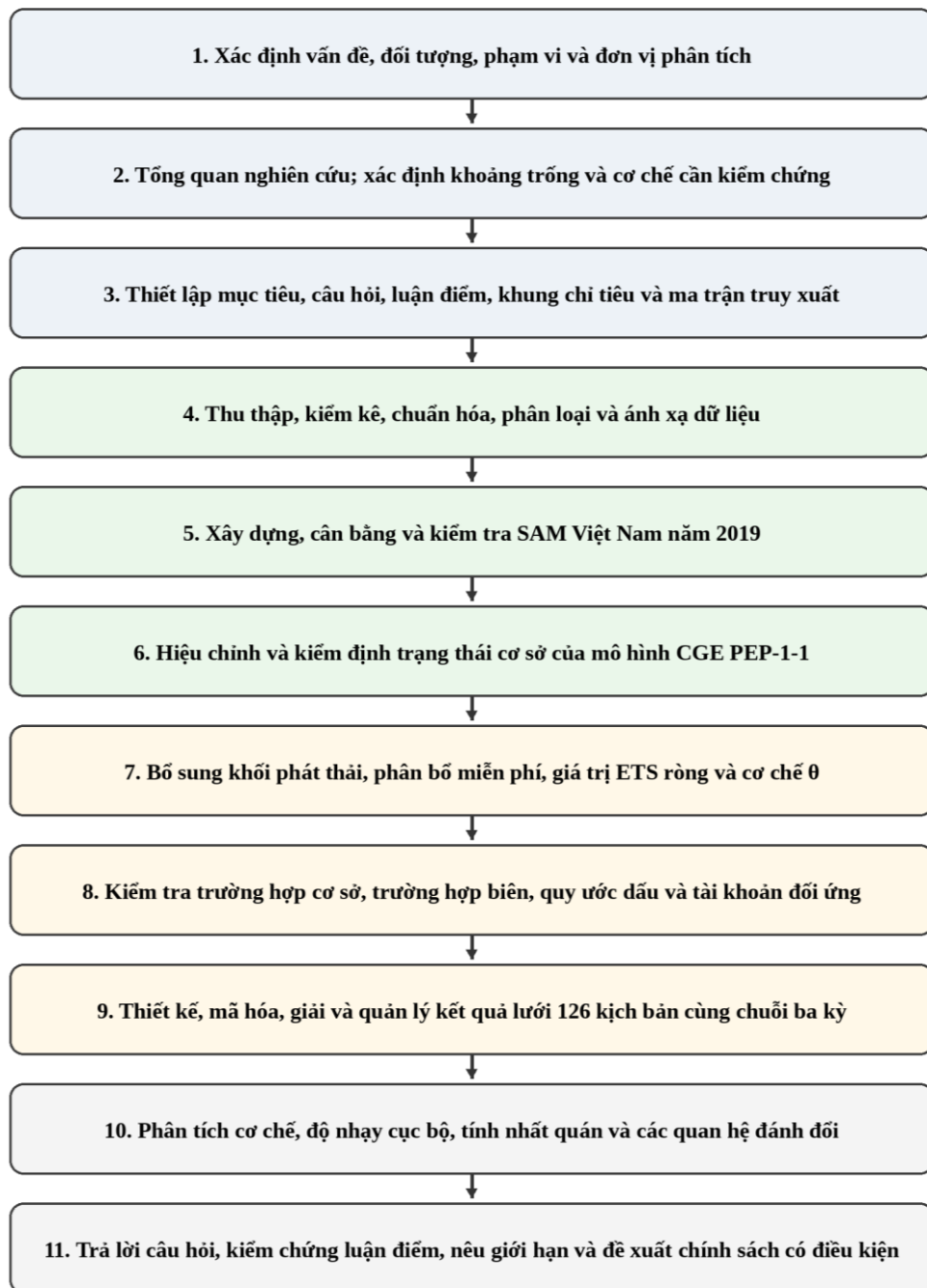
Bước 8. Kiểm tra trường hợp cơ sở và trường hợp biên. Giá các-bon bằng

0 phải tái tạo nghiệm cơ sở; $\theta = 1$ phải làm FIN_GAP_ELEC bằng 0; thay đổi α phải làm lượng phân bổ miễn phí biến đổi đúng theo phương trình; mọi dòng ETS phải có tài khoản đối ứng. Các phép kiểm tra này xác nhận tính nhất quán nội bộ, không thay thế kiểm định thực nghiệm.

Bước 9. Thiết kế, mã hóa, giải và quản lý kết quả kịch bản. Lưới 126 cấu hình và chuỗi ba kỳ được gán mã duy nhất. Mỗi lần chạy lưu tệp đầu vào, phiên bản mã, trạng thái hội tụ, sai số nghiệm và tệp kết quả. Kịch bản không hội tụ hoặc có nghiệm bất thường phải được tách riêng trước khi tổng hợp.

Bước 10. Phân tích cơ chế, độ nhạy cục bộ và quan hệ đánh đổi. Mỗi nhóm kết quả được giải thích theo chuỗi: cú sốc kịch bản $\rightarrow$ giá trị ETS ròng $\rightarrow$ thay đổi giá, chi phí và tiết kiệm $\rightarrow$ điều chỉnh sản lượng, yếu tố, thu nhập và tiêu dùng $\rightarrow$ GDP, CPI và phát thải. Phân tích độ nhạy theo p^c , α và θ được dùng để nhận diện phản ứng trên các lát cắt, không đại diện cho bất định tổng thể của mô hình.

Bước 11. Trả lời câu hỏi, kiểm chứng luận điểm và hình thành khuyến nghị. Bảng chứng được tổng hợp theo từng câu hỏi và luận điểm, kèm vị trí bảng, hình và điều kiện áp dụng. Khuyến nghị được phân biệt thành nội dung được mô hình hỗ trợ trực tiếp, suy luận có điều kiện và nội dung ngoài phạm vi mô hình cần nghiên cứu bổ sung.



Hình 2.2. Quy trình nghiên cứu của luận án

Nguồn: Nghiên cứu sinh xây dựng

2.1.6. *Mối liên hệ giữa mục tiêu, câu hỏi, phương pháp và kết quả nghiên cứu*

Mối liên hệ giữa ba mục tiêu, ba câu hỏi nghiên cứu với phương pháp, dữ liệu đầu vào, biến kết quả và nhóm bằng chứng dùng để kiểm chứng các luận điểm được tổng hợp tại Bảng 2.2.

Bảng 2.2. Mối liên hệ giữa mục tiêu, câu hỏi, phương pháp và nhóm kết quả nghiên cứu

Mục tiêu nghiên cứu	Câu hỏi nghiên cứu	Phương pháp/công cụ chính	Tham số, biến và chỉ tiêu chính	Nhóm kết quả dùng để trả lời
Mục tiêu 1	Câu hỏi 1	Xây dựng SAM; hiệu chỉnh và mở rộng mô hình CGE PEP-1-1	Phát thải mô hình hóa; nghĩa vụ ETS; α ; θ ; ETS_BAL; FIN_GAP_EL EC	Cấu trúc mô hình mở rộng; phương trình, biến và cơ chế truyền dẫn chi phí ETS
Mục tiêu 2	Câu hỏi 2	Mô phỏng kịch bản và so sánh với kịch bản cơ sở	Giá các-bon; α ; θ ; Δ PPT; Δ GDP; Δ CPI; Δ CTH; Δ XST; Δ VA; Δ LD; Δ KD	Kết quả của 126 kịch bản đối với môi trường, kinh tế – xã hội và ngành điện
Mục tiêu 3	Câu hỏi 3	Phân tích độ nhạy và phân tích đánh đổi	Mức độ nhạy của các chỉ tiêu theo giá các-bon, α và θ	Mức độ nhạy và các đánh đổi giữa phát thải, GDP, CPI, tiêu dùng, hoạt động ngành và FIN_GAP_ELEC; hàm ý chính sách có điều kiện

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

2.2. Dữ liệu nghiên cứu và xử lý dữ liệu

2.2.1. *Năm cơ sở và hệ thống nguồn dữ liệu*

Năm 2019 được chọn làm năm cơ sở vì có Bảng cân đối liên ngành Việt Nam năm 2019 [11] dùng để hình thành cấu trúc sản xuất và liên kết liên ngành, đồng thời chưa chịu biến động bất thường của đại dịch COVID-19. Sau năm 2019, nền kinh tế Việt Nam đã trải qua biến động do đại dịch COVID-19, phục hồi kinh tế, thay đổi cơ cấu sản xuất - tiêu dùng và chuyển dịch cơ cấu nguồn điện. Vì vậy, năm 2019 được sử dụng trong luận án với tư cách năm cơ sở hạch

toán thống nhất cho mô phỏng so sánh, không được xem là mô tả đầy đủ trạng thái của nền kinh tế tại thời điểm nghiên cứu.

Các số liệu được công bố sau năm 2019 được sử dụng để cập nhật bối cảnh nghiên cứu và kiểm tra định tính mức độ thay đổi của một số đặc điểm cơ cấu có liên quan đến việc diễn giải kết quả. Các số liệu này không được thay thế từng phần vào SAM 2019, vì việc pha trộn dữ liệu khác năm sẽ phá vỡ tính nhất quán hạch toán của trạng thái cơ sở. Do đó, kết quả mô phỏng tiếp tục được hiểu là phản ứng có điều kiện quanh cấu trúc năm cơ sở 2019; khi vận dụng cho bối cảnh hiện tại cần đối chiếu với dữ liệu kinh tế, năng lượng và phát thải cập nhật

Năm cơ sở tạo trạng thái tham chiếu cho mô phỏng so sánh; đối với chuỗi mô phỏng ba kỳ, vốn, lao động và năng suất được cập nhật ngoại sinh giữa các kỳ nhằm tạo ra trạng thái đầu vào mới cho mỗi lần giải. Cách cập nhật này không hình thành một đường cơ sở không-ETS riêng cho từng kỳ và không cho phép tách riêng tác động của ETS khỏi thay đổi của các yếu tố tăng trưởng ngoại sinh.

Các dòng tiền tệ trong SAM và các biến giá trị của mô hình được biểu diễn bằng triệu VNĐ. Trong khối ETS, emisJ(j) được sử dụng như hệ số cường độ phát thải, có đơn vị tCO₂ trên một đơn vị sản lượng hạch toán của mô hình; tích emisJ(j) × XST(j) cho lượng phát thải mô hình hóa của ngành j. Giá các-bon p^c được quy đổi sang triệu VNĐ/tCO₂, vì vậy ETS_BAL, FIN_GAP_ELEC và TCO2T có đơn vị triệu VNĐ. Do các hệ số cường độ được thiết lập theo giả định nghiên cứu và mức phân tổ ngành còn tổng hợp, lượng phát thải tuyệt đối chỉ được sử dụng để so sánh kịch bản, không thay thế số liệu kiểm kê chính thức.

Bảng 2.3. Hệ thống nguồn dữ liệu của luận án

Nhóm dữ liệu	Nội dung	Nguồn	Mục đích sử dụng
Kinh tế vĩ mô	Bảng I–O 2019, GDP, thuế, tiêu dùng, đầu tư và thương mại	Cục Thống kê [11] và các tài khoản quốc gia liên quan	Xây dựng các tài khoản sản xuất, hàng hóa và tổng kiểm soát vĩ mô.
Hộ gia đình và yếu tố sản xuất	Thu nhập, tiêu dùng, lao động và vốn	SAM Việt Nam 2012; Khảo sát mức sống dân cư; Điều tra Lao động – Việc làm và các số liệu liên quan	Phân tách yếu tố sản xuất, hộ gia đình và các tài khoản thể chế.
Thông tin phát thải	Phạm vi ngành phát thải, số liệu kiểm kê và thông tin về cường độ phát thải	Báo cáo kiểm kê khí nhà kính quốc gia và nguồn chuyên ngành	Xác định phạm vi phân tích và hỗ trợ xây dựng giả định về hệ số cường độ phát thải; không nhằm tái lập đầy đủ kiểm kê quốc gia theo từng ngành.
Ngành điện	Cơ cấu nguồn, công suất, sản lượng, chi phí và cơ chế giá	Báo cáo ngành điện, Quy hoạch điện VIII và nguồn chuyên ngành	Giải thích việc tách ngành điện, lựa chọn kịch bản và diễn giải kênh truyền dẫn.
Chi phí giảm phát thải	MAC của một số công nghệ phát điện	Báo cáo kỹ thuật NDC 2022 [6], Dự thảo Báo cáo kỹ thuật NDC 3.0 [3] và tài liệu quy hoạch ngành [17], [19]	Tham khảo khi lựa chọn dải giá và diễn giải kết quả.

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

Ngoài dữ liệu định lượng, luận án sử dụng văn bản, chiến lược, quy hoạch và báo cáo quốc gia về năng lượng, khí hậu và thị trường các-bon để xác định bối cảnh và xây dựng giả định. Văn bản pháp lý được sử dụng để mô tả phạm vi và lộ trình chính sách; dữ liệu hiệu chỉnh mô hình chỉ được lấy từ các bộ số liệu kinh tế, xã hội, phát thải và ngành điện phù hợp với mục đích định lượng.

2.2.2. Dữ liệu kinh tế và xã hội

Dữ liệu kinh tế – xã hội được lựa chọn theo ba nguyên tắc. Thứ nhất, dữ liệu phải phản ánh cấu trúc kinh tế Việt Nam trong năm cơ sở và mối liên kết giữa ngành điện với các ngành còn lại. Thứ hai, dữ liệu phải đủ để hình thành các tài khoản sản xuất, hàng hóa, yếu tố sản xuất và thể chế. Thứ ba, các dòng dữ liệu phải được tổ chức theo nguyên tắc hạch toán kép, trong đó tổng thu của

mỗi tài khoản bằng tổng chi tương ứng.

Dữ liệu về sản xuất, hàng hóa và giá trị gia tăng được lấy chủ yếu từ Bảng I–O 2019 [11] theo giá hiện hành, đơn vị triệu VNĐ. Ma trận tiêu dùng trung gian, giá trị sản xuất, tiêu dùng cuối cùng, đầu tư, xuất khẩu và nhập khẩu được tổng hợp theo hệ thống ngành và hàng hóa của mô hình. Thu nhập của người lao động, khấu hao và thặng dư kinh doanh được sử dụng để hình thành các tài khoản giá trị gia tăng. Thuế sản xuất và thuế sản phẩm được lấy từ bảng I–O; thuế nhập khẩu được ước lượng trên cơ sở tỷ lệ thuế của SAM 2012 áp dụng cho cơ cấu nhập khẩu năm 2019 do bảng I–O không cung cấp đầy đủ số thuế theo từng nhóm hàng hóa.

Quỹ lương được phân tách thành lao động phổ thông và lao động có kỹ năng trên cơ sở cơ cấu của SAM 2012 kết hợp với thông tin lao động. Thu nhập vốn được hình thành từ khấu hao và thặng dư kinh doanh, sau đó phân tách thành vốn vật chất và đất đai. Khu vực hộ gia đình được chia thành bốn nhóm theo nơi cư trú và mức thu nhập; tổng tiêu dùng cuối cùng lấy từ bảng I–O 2019, còn cơ cấu tiêu dùng và phân phối thu nhập giữa các nhóm hộ được tham chiếu từ SAM 2012 và các nguồn dữ liệu hộ gia đình. Mặc dù cấu trúc dữ liệu duy trì bốn nhóm hộ để bảo đảm hạch toán, phần kết quả của luận án chỉ báo cáo tiêu dùng tổng hợp của toàn khu vực hộ và không suy luận tác động phân phối giữa các nhóm hộ.

Chi tiêu của Chính phủ cho hàng hóa và dịch vụ được lấy từ bảng I–O 2019; các khoản chuyển giao và tiết kiệm được tổng hợp từ tài khoản quốc gia và SAM 2012. Tổng tích lũy tài sản và thay đổi tồn kho được sử dụng để hình thành tài khoản tiết kiệm – đầu tư. Các dòng thu nhập nhân tố và chuyển giao với nước ngoài được tham chiếu từ cán cân thanh toán và SAM 2012. Những dòng chưa có số liệu trực tiếp được xác định trong quá trình cân bằng SAM và được giới hạn bởi các tổng kiểm soát có sẵn.

2.2.3. Dữ liệu phát thải và ngành điện

Trong mô hình, emisJ(j) là hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa, được thiết lập trên một đơn vị sản lượng hạch toán của mô hình nhằm xây dựng chỉ tiêu phát thải phục vụ so sánh giữa các kịch bản. Luận án sử dụng emisJ(ELEC) = 1,0 và emisJ(IND) = 0,5; các ngành còn lại không được gán hệ số trong phạm vi khối ETS. Các giá trị này thể hiện giả định về mức độ phơi nhiễm tương đối với nghĩa vụ các-bon giữa các nhóm ngành trong cấu trúc nghiên cứu, không phải hệ số phát thải vật lý được xác định từ dữ liệu nhiên liệu, sản lượng điện hoặc kiểm kê phát thải của từng ngành/cơ sở.

Chỉ tiêu phát thải mô hình hóa của ngành được xác định bằng tích giữa emisJ(j) và sản lượng hạch toán XST(j). Do đó, khi emisJ được giữ cố định, thay đổi của chỉ tiêu phát thải trong mô hình chủ yếu phản ánh sự thay đổi về quy mô và cơ cấu sản xuất giữa các ngành. Cách tính này không mô phỏng trực tiếp thay đổi hiệu suất nhiệt, chuyển đổi nhiên liệu hoặc công nghệ phát điện và không phải phương pháp đo lường, báo cáo và thẩm định phát thải. Vì vậy, kết quả phát thải của luận án chỉ được sử dụng để so sánh tương đối giữa các nghiệm mô hình; không được hiểu là lượng phát thải vật lý, kiểm kê khí nhà kính quốc gia hoặc mức giảm có thể đối chiếu trực tiếp với mục tiêu NDC.

Thông tin phát thải và ngành điện được sử dụng để xác định phạm vi, giải thích việc giữ riêng tài khoản điện và xây dựng giả định kịch bản. Do SAM chỉ có một tài khoản điện tổng hợp, mô hình không phân tách phát điện than, khí, thủy điện và năng lượng tái tạo, không phân biệt từng cơ sở thuộc hoặc không thuộc ETS và không mô phỏng nội sinh thay thế công nghệ. Nhóm IND cũng là tài khoản tổng hợp, bao gồm cả hoạt động thuộc và không thuộc phạm vi ETS; do đó, kết quả chỉ phản ánh một cú sốc chính sách cách điệu ở cấp nhóm ngành, không đại diện cho phạm vi điều chỉnh pháp lý hoặc nghĩa vụ của từng cơ sở.

2.2.4. Dữ liệu chi phí giảm phát thải biên

Dữ liệu chi phí giảm phát thải biên được sử dụng theo cơ chế liên kết mềm: MAC hỗ trợ xác định vị trí tương đối của dải giá kịch bản và diễn giải khả năng kinh tế của một số công nghệ, không được đưa vào hệ phương trình để quyết định nội sinh đầu tư hoặc thay thế công nghệ. Vì vậy, luận án không được suy luận rằng một mức giá kịch bản chắc chắn kích hoạt công nghệ chỉ từ việc giá đó bằng hoặc cao hơn MAC tham khảo.

Bảng 2.4. Chi phí giảm phát thải biên của một số nhóm công nghệ phát điện

Nhóm công nghệ	Mức MAC (USD/tCO ₂)	Vị trí tương đối so với dải giá kịch bản
Thủy điện vừa và lớn	-9,9	MAC âm theo nguồn; nằm dưới toàn bộ dải giá các-bon được xem xét.
Điện mặt trời tập trung	-5,8	MAC âm theo nguồn; nằm dưới toàn bộ dải giá các-bon được xem xét.
Điện sinh khối	-0,4	MAC gần bằng 0; nằm sát ngưỡng chi phí cân bằng theo nguồn.
Điện gió ngoài khơi	13,1	Nằm gần nhóm mức giá khoảng 10–20 USD/tCO ₂ .
Nhiệt điện khí LNG/CCGT	13,4 đến 24,0	Khoảng MAC trải từ nhóm giá khoảng 10 USD đến trên 20 USD/tCO ₂ .
Phương án đốt kèm tại nhiệt điện than	213,5	Cao hơn đáng kể so với cận trên 100 USD/tCO ₂ của lưới kịch bản.

Nguồn: Tổng hợp từ Báo cáo kỹ thuật NDC 2022 [6] và Dự thảo Báo cáo kỹ thuật NDC 3.0 [3].

Các giá trị MAC tại Bảng 2.4 được sử dụng để đối chiếu thứ tự và khoảng giá giữa một số công nghệ phát điện. Đây là liên kết mềm giữa thông tin kỹ thuật và mô hình vĩ mô: MAC không được đưa vào hàm sản xuất, không quyết định nội sinh lựa chọn công nghệ và không được sử dụng để dự báo đầu tư. Việc đối chiếu chỉ có ý nghĩa định hướng khi các mức giá được quy đổi về cùng đơn vị và năm tham chiếu.

2.2.5. Tham vấn chuyên gia

Ý kiến chuyên gia được sử dụng ở mức hỗ trợ để rà soát tính hợp lý của giả định, nguồn dữ liệu, cách phân tổ, mức tham số và cách diễn giải kết quả.

Tham vẫn không thay thế dữ liệu, hiệu chỉnh tham số hoặc kết quả định lượng của mô hình và không được sử dụng như bằng chứng độc lập để xác định các mức tham số chính sách

2.3. Xây dựng Ma trận hạch toán xã hội Việt Nam sử dụng cho mô hình

SAM là cơ sở dữ liệu trung tâm của mô hình CGE, ghi nhận các dòng thu và chi giữa hoạt động sản xuất, hàng hóa, yếu tố sản xuất, hộ gia đình, doanh nghiệp, Chính phủ, khu vực nước ngoài và tài khoản tích lũy theo nguyên tắc hạch toán kép. Mỗi hàng phản ánh nguồn thu của một tài khoản, mỗi cột phản ánh khoản chi tương ứng; tổng hàng và tổng cột của cùng một tài khoản phải bằng nhau sau cân bằng [85].

2.3.1. Cấu trúc tài khoản của SAM

SAM sử dụng cho mô hình gồm 37 tài khoản độc lập, được tổ chức theo các nhóm yếu tố sản xuất, hoạt động sản xuất, hàng hóa, thể chế và thuế, xuất khẩu và tích lũy như trình bày tại Bảng 2.5. Một số mã như USK, SK, CAP và LAND xuất hiện ở cả nhóm yếu tố sản xuất và nhóm tài khoản thuế kỹ thuật; đây là các vị trí hạch toán độc lập trong ma trận và được phân biệt theo nhóm tài khoản.

Bảng 2.5. Cấu trúc 37 tài khoản của SAM Việt Nam năm 2019*

Khối tài khoản	Mã tài khoản	Số lượng	Nội dung
Lao động (L)	USK, SK	2	Lao động phổ thông và lao động có kỹ năng.
Vốn (K)	CAP, LAND	2	Vốn vật chất và đất đai.
Tác nhân và tài khoản thuế (AG)	HRP, HUP, HRR, HUR, FIRM, GVT, ROW, TD, TM, TI, USK, SK, CAP, LAND	14	Bốn nhóm hộ, doanh nghiệp, Chính phủ, khu vực nước ngoài và các tài khoản thuế theo cấu trúc PEP-1-1.
Hoạt động sản xuất (J)	AGR, IND, ELEC, SER, ADM	5	Năm hoạt động sản xuất của mô hình.
Hàng hóa (I)	AGR, FOOD, OTHIND, ELEC, SER, ADM	6	Sáu nhóm hàng hóa và dịch vụ.

Khối tài khoản	Mã tài khoản	Số lượng	Nội dung
Xuất khẩu (X)	AGR, FOOD, OTHIND, ELEC, SER, ADM	6	Các tài khoản ghi nhận xuất khẩu theo nhóm hàng hóa.
Tích lũy (OTH)	INV, VSTK	2	Đầu tư và thay đổi tồn kho.
Tổng cộng		37	37 hàng và 37 cột hạch toán, không bao gồm hàng và cột tổng cộng.

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

**Ghi chú: các mã USK, SK, CAP và LAND thuộc nhóm AG là các tài khoản thuế kỹ thuật riêng, khác với các tài khoản yếu tố sản xuất cùng mã tại nhóm L và K.*

2.3.2. Tổng hợp ngành và tách ngành điện

Bảng ánh xạ từ I–O 2019 [11] sang SAM bao phủ 171 mã ngành sản phẩm. Các mã được gộp theo quy tắc nhất quán để hình thành các nhóm AGR, FOOD, OTHIND, ELEC, SER và ADM; mã điện được giữ riêng nhằm phục vụ câu hỏi về truyền dẫn nghĩa vụ ETS. Việc gộp bảo toàn các tổng kiểm soát về sản lượng, tiêu dùng trung gian, giá trị gia tăng, tiêu dùng cuối cùng, đầu tư, xuất khẩu và nhập khẩu.

Tài khoản ELEC trong I–O bao gồm sản xuất, truyền tải và phân phối điện nên không đại diện riêng cho phát điện. AGR bao gồm khai khoáng; IND bao gồm các ngành có cường độ phát thải và phạm vi tham gia ETS rất khác nhau. Vì vậy, việc gán một trọng số phát thải chung cho AGR hoặc IND là giả định mạnh; kết quả chỉ phản ánh tác động ở cấp nhóm tổng hợp và không được suy rộng cho từng ngành hoặc cơ sở.

Sau ánh xạ, ma trận tiêu dùng trung gian được cộng gộp theo cấu trúc hàng hóa $\times$ hoạt động của mô hình. Các tài khoản yếu tố sản xuất, hộ gia đình, doanh nghiệp, Chính phủ, thuế, đối ngoại và tích lũy được bổ sung từ các nguồn tương ứng. Những chênh lệch còn lại được xử lý trong bước cân bằng SAM theo các tổng kiểm soát vĩ mô và nguyên tắc hạn chế điều chỉnh đối với các dòng có độ tin cậy cao.

2.3.3. Xây dựng các tài khoản yếu tố sản xuất và thể chế

Các câu phân giá trị gia tăng được lấy từ Bảng I–O 2019 và tổng hợp theo các hoạt động sản xuất của mô hình. Tổng thu nhập lao động, khấu hao và thặng dư kinh doanh được neo theo số liệu năm 2019. Tuy nhiên, Bảng I–O 2019 không cung cấp đầy đủ mức phân tách cần thiết cho cấu trúc PEP-1-1, do đó một số tỷ lệ cơ cấu được tham chiếu từ SAM 2012 để phân bổ các tổng kiểm soát năm 2019.

Cụ thể, tổng thu nhập lao động năm 2019 được phân tách thành lao động phổ thông và lao động có kỹ năng theo cơ cấu tham chiếu từ SAM 2012 kết hợp với thông tin lao động có sẵn. Thu nhập vốn được hình thành từ khấu hao và thặng dư kinh doanh, sau đó phân tách thành vốn vật chất và đất đai. Tổng tiêu dùng cuối cùng của hộ gia đình lấy từ Bảng I–O 2019; cơ cấu tiêu dùng theo hàng hóa và phân phối một số dòng thu nhập giữa bốn nhóm hộ được tham chiếu từ SAM 2012 và các nguồn dữ liệu hộ gia đình. Đối với các dòng thuế hoặc chuyển giao không có phân tách tương ứng trong Bảng I–O 2019, tỷ lệ từ SAM 2012 được sử dụng để phân bổ tổng mức năm 2019.

Như vậy, SAM 2012 không được sử dụng để thay thế quy mô của các tổng kiểm soát năm 2019, mà chủ yếu cung cấp các tỷ lệ phân rã trong những trường hợp dữ liệu năm 2019 chưa đáp ứng mức chi tiết yêu cầu của mô hình. Việc kế thừa các tỷ lệ này hàm ý giả định rằng cấu trúc phân phối tương ứng không thay đổi đến mức làm mất ý nghĩa của việc phân rã trong giai đoạn 2012–2019. Đây là một nguồn bất định của SAM và được xem xét như giới hạn dữ liệu của nghiên cứu.

Các tài khoản doanh nghiệp, Chính phủ và phần còn lại của thế giới được hạch toán thông qua các dòng thu nhập yếu tố, thuế, chuyển giao, tiêu dùng và tiết kiệm. Các dòng được điều chỉnh trong bước cân bằng nhằm bảo đảm đồng thời các tổng kiểm soát năm cơ sở và điều kiện tổng thu bằng tổng chi của từng

tài khoản.

2.3.4. Cân bằng và kiểm tra SAM

SAM được cân bằng theo phương pháp điều chỉnh tuần tự dựa trên nguyên tắc hạch toán kép và mức độ tin cậy tương đối của từng nhóm dữ liệu. Luận án không sử dụng thuật toán Cross-Entropy hoặc một thuật toán tối ưu hóa riêng để cân bằng ma trận.

Trước hết, các dòng lấy trực tiếp từ Bảng I–O 2019 và đóng vai trò tổng kiểm soát đối với sản xuất, tiêu dùng trung gian, giá trị gia tăng, tiêu dùng cuối cùng, đầu tư, xuất khẩu và nhập khẩu được ưu tiên giữ nguyên ở mức tổng. Các bước phân tách theo nhóm lao động, vốn, hộ gia đình và một số dòng thuế, chuyển giao được thực hiện trong phạm vi các tổng kiểm soát này.

Tiếp theo, các tài khoản yếu tố sản xuất và thuế được đối chiếu để bảo đảm tổng thu nhập nhận được bằng tổng phân phối tương ứng. Đối với các tài khoản thể chế, chênh lệch giữa tổng nguồn thu và các khoản chi đã xác định được xử lý thông qua các dòng chuyển giao và tiết kiệm phù hợp với chức năng hạch toán của từng tài khoản. Sau đó, các tài khoản hàng hóa, hoạt động sản xuất, khu vực nước ngoài và tài khoản tiết kiệm - đầu tư được rà soát lại để bảo đảm tính nhất quán của toàn ma trận.

Quá trình kiểm tra được thực hiện sau mỗi bước điều chỉnh bằng chênh lệch giữa tổng hàng và tổng cột của từng tài khoản. Kết quả cuối cùng cho thấy chênh lệch tuyệt đối lớn nhất còn lại là 0,02 triệu VNĐ, tương ứng tỷ lệ nhỏ hơn 0,01% và chủ yếu phát sinh do làm tròn số. SAM sau cân bằng đáp ứng điều kiện hạch toán để sử dụng làm trạng thái cơ sở của mô hình.

Do một số dòng chi tiết được hình thành bằng tỷ lệ tham chiếu thay vì quan sát trực tiếp năm 2019, việc ma trận đạt cân bằng kế toán không đồng nghĩa toàn bộ các cấu phần đều được xác định với cùng mức độ chính xác thống kê. Vì vậy, độ tin cậy của SAM được xem xét đồng thời trên hai phương diện:

nhất quán hạch toán và chất lượng của nguồn dữ liệu thành phần.

2.4. Hiệu chỉnh và mở rộng mô hình CGE PEP-1-1

2.4.1. Mô hình CGE PEP-1-1 và các nội dung kế thừa

1) Khái quát mô hình

PEP-1-1 là mô hình CGE tĩnh cho một quốc gia, phản ánh nền kinh tế mở và các mối liên kết liên ngành trong một khung hạch toán nhất quán. Mô hình cho phép một hoạt động sản xuất tạo ra nhiều loại hàng hóa; đồng thời phân biệt các nhóm lao động, vốn, hộ gia đình, công cụ thuế và các dòng chuyển giao giữa doanh nghiệp, Chính phủ và khu vực quốc tế [41]. Cấu trúc tổng quát của PEP-1-1 phù hợp để hiệu chỉnh theo SAM Việt Nam và bổ sung các phương trình phục vụ phân tích chính sách.

2) Cấu trúc sản xuất

Luận án kế thừa cấu trúc sản xuất nhiều tầng của PEP-1-1. Ở tầng trên, sản lượng được kết hợp từ giá trị gia tăng và chi phí trung gian theo hàm Leontief. Giá trị gia tăng được hình thành từ lao động và vốn theo cấu trúc CES, trong khi chi phí trung gian được xác định theo các hệ số đầu vào cố định. Các điều kiện tối ưu xác định nhu cầu lao động và vốn của từng ngành theo giá tương đối của các yếu tố sản xuất.

3) Thu nhập và tiêu dùng của các chủ thể

Hộ gia đình nhận thu nhập từ lao động, vốn, đất đai và chuyển giao; tiêu dùng được mô phỏng theo hàm Stone–Geary và hệ thống chi tiêu tuyến tính. Doanh nghiệp nhận thu nhập từ vốn, thực hiện nghĩa vụ thuế và chuyển giao, phần còn lại hình thành tiết kiệm. Chính phủ nhận thuế và các khoản thu nhập khác, đồng thời chi mua hàng hóa, dịch vụ và chuyển giao cho các thể chế. Các luồng này được kế thừa từ mô hình gốc và hiệu chỉnh theo SAM 2019.

4) Thương mại quốc tế và thị trường trong nước

Mô hình phân biệt hàng sản xuất trong nước và hàng nhập khẩu theo giả

định Armington; sản lượng của ngành được phân bổ giữa thị trường trong nước và xuất khẩu theo hàm CET. Giá thế giới được xem là ngoại sinh, còn lượng nhập khẩu, xuất khẩu và tiêu thụ trong nước điều chỉnh theo giá tương đối và các độ co giãn được quy định trong bộ tham số.

5) Điều kiện cân bằng

Trạng thái cân bằng yêu cầu cung bằng cầu trên các thị trường hàng hóa, lao động và vốn; đồng thời các tài khoản Chính phủ, tiết kiệm – đầu tư và đối ngoại phải cân đối. Định luật Walras được sử dụng như phép kiểm tra số đối với thị trường được bỏ ra khỏi hệ phương trình độc lập. Nghiệm được chấp nhận khi các phần dư cân bằng nằm trong ngưỡng sai số của mô hình và bộ giải trả về trạng thái hội tụ hợp lệ.

2.4.2. Hiệu chỉnh mô hình theo SAM 2019 và cách khép kín mô hình

Hiệu chỉnh mô hình là quá trình xác định các tham số để khi chưa có cú sốc chính sách, nghiệm của mô hình tái lập trạng thái cơ sở trong SAM năm 2019. Các tham số tỷ trọng, hệ số đầu vào, thuế suất, tỷ lệ chuyển giao và tiết kiệm được suy ra từ SAM; các độ co giãn CES, Armington, CET và tham số tiêu dùng được sử dụng như tham số ngoại sinh theo cấu hình PEP-1-1 và nguồn tham khảo của luận án.

Sau khi xác định hệ phương trình, mô hình cần quy định những đại lượng được giữ cố định và những đại lượng được phép điều chỉnh để các thị trường và tài khoản vẫn cân bằng sau mỗi cú sốc. Tập hợp lựa chọn này được gọi là “cách khép kín mô hình” hay “quy tắc đóng”. Có thể hiểu đây là cách xác định biến nào đóng vai trò móc và biến nào hấp thụ sự điều chỉnh của nền kinh tế. Cấu hình sử dụng trong luận án được trình bày tại Bảng 2.6.

Bảng 2.6. Cách khép kín mô hình và ý nghĩa diễn giải

Cân đối	Đại lượng được giữ cố định	Đại lượng điều chỉnh và ý nghĩa
Chuẩn giá	Tỷ giá danh nghĩa được cố định ở mức cơ sở và được sử dụng làm mốc danh nghĩa của mô hình.	Giá tương đối của hàng hóa, dịch vụ và các yếu tố sản xuất trong nước điều chỉnh sau cú sốc; các kết quả về giá được diễn giải so với trạng thái cơ sở.
Cân đối đối ngoại	Giá thế giới của hàng nhập khẩu và xuất khẩu, cùng cán cân vãng lai, được giữ ở mức cơ sở.	Lượng xuất khẩu, nhập khẩu và tiêu thụ trong nước điều chỉnh theo giá tương đối, phản ánh giả định Việt Nam là nền kinh tế nhỏ và không tác động đến giá thế giới.
Thị trường lao động	Tổng cung của từng nhóm lao động được cố định trong mỗi lần mô phỏng.	Tiền lương và phân bổ lao động giữa các ngành điều chỉnh để cân bằng thị trường lao động.
Thị trường vốn	Tổng cung của từng loại vốn được cố định trong mô phỏng tĩnh; vốn được phép di chuyển giữa các ngành.	Giá thuê vốn và lượng vốn phân bổ theo ngành điều chỉnh để cân bằng thị trường vốn.
Chính phủ	Chi tiêu thường xuyên, thuế suất và các tham số chuyển giao được giữ ở mức cơ sở.	TCO2T và FIN_GAP_ELEC được đối ứng qua thu nhập và tiết kiệm Chính phủ. Tiết kiệm Chính phủ điều chỉnh theo các dòng này và các thay đổi nội sinh khác.
Tiết kiệm – đầu tư	Cơ cấu hàng hóa đầu tư được giữ theo tỷ trọng năm cơ sở.	Do tổng đầu tư được xác định bởi tổng tiết kiệm, cách đối ứng các dòng ETS qua tiết kiệm Chính phủ ảnh hưởng trực tiếp đến đầu tư và kết quả cân bằng. Các kết quả vì vậy có điều kiện theo quy tắc đóng này.
Tồn kho	Lượng thay đổi tồn kho của từng nhóm hàng hóa được giữ ở mức cơ sở.	Tồn kho không điều chỉnh trước các cú sốc; thay đổi tổng cầu được hấp thụ qua các thành phần cầu khác.
Chỉ số giá	Trong hệ phương trình, chỉ số giá tiêu dùng và chỉ số giảm phát GDP được giữ ở giá trị cơ sở để bảo đảm cấu hình giải.	CPI dùng để phân tích kết quả được tính lại sau mô phỏng theo chỉ số Laspeyres, sử dụng cơ cấu tiêu dùng năm cơ sở làm quyền số.

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp trên cơ sở cấu hình mô hình sử dụng trong luận án

CPI của kịch bản s được tính lại theo chỉ số Laspeyres, sử dụng lượng tiêu dùng năm cơ sở làm quyền số:

$$CPI_s = [\sum_i PC_{i,s} \times \sum_h C_{i,h}^0] / [\sum_i PC_i^0 \times \sum_h C_{i,h}^0] \quad (2.1)$$

Trong phương trình (2.1), $PC_{i,s}$ là giá hàng hóa i trong kịch bản s; PC_i^0 là giá hàng hóa i tại trạng thái cơ sở; $C_{i,h}^0$ là lượng tiêu dùng hàng hóa i của nhóm

hệ h tại trạng thái cơ sở. Tỷ lệ thay đổi CPI được tính bằng $(CPI_s - 1) \times 100\%$. Cách tính này giữ cơ cấu tiêu dùng năm cơ sở làm quyền số, nhờ đó phản ánh riêng tác động của thay đổi giá đến mặt bằng giá tiêu dùng.

2.4.3. Mô phỏng tác động của các kịch bản ETS

Phân mở rộng sử dụng QUOTA_FREE(j) để biểu diễn lượng hạn ngạch được phân bổ miễn phí; ETS_BAL(j) để biểu diễn giá trị ETS ròng sau phân bổ miễn phí; FIN_GAP_ELEC để biểu diễn phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện; và TCO2T để biểu diễn tổng giá trị ETS ròng được hạch toán vào thu nhập Chính phủ theo cách khép kín hiện tại. Các biến được diễn giải theo nội dung kinh tế của phương trình, không theo tên kỹ thuật hoặc hàm ý kế toán ngoài mô hình.

Bảng 2.7. Phân biệt nội dung kế thừa và phân mở rộng của luận án

Nội dung	Mô hình PEP-1-1 gốc	Nội dung kế thừa và điều chỉnh trong luận án
Sản xuất và cầu yếu tố	Có sẵn	Kế thừa cấu trúc Leontief/CES và các điều kiện xác định cầu lao động, vốn.
Hộ gia đình và thể chế	Có sẵn	Kế thừa các phương trình thu nhập, tiêu dùng, thuế, chuyển giao và tiết kiệm.
Thương mại và giá	Có sẵn	Kế thừa giả định Armington, hàm CET và hệ thống giá tương đối.
Phát thải	Không có	Bổ sung hệ số cường độ phát thải emisJ(j) và lượng phát thải gắn với sản lượng ngành.
Phân bổ miễn phí	Không có	Bổ sung QUOTA_FREE(j), được xác định theo tỷ lệ phân bổ miễn phí α và phát thải tại trạng thái cơ sở.
Nghĩa vụ ETS sau phân bổ miễn phí	Không có	Bổ sung ETS_BAL(j) để xác định giá trị nghĩa vụ ETS sau khi trừ lượng phân bổ miễn phí.
Truyền dẫn vào giá điện	Không có cơ chế riêng	Bổ sung hệ số θ và FIN_GAP_ELEC để phản ánh phần nghĩa vụ ETS đi qua giá điện và phần chưa được phản ánh qua giá.
Cân đối thu nhập và tiết kiệm Chính phủ	Không có các dòng hạch toán liên quan đến ETS	Bổ sung TCO2T vào thu nhập Chính phủ và FIN_GAP_ELEC vào tiết kiệm Chính phủ theo cách khép kín hiện tại.

Nội dung	Mô hình PEP-1-1 gốc	Nội dung kế thừa và điều chỉnh trong luận án
Mô phỏng	Thực hiện từng kịch bản trên mô hình tĩnh	Bổ sung lưới 126 kịch bản và chuỗi mô phỏng bán động ba kỳ giai đoạn 2025–2030.

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

a) Hệ số cường độ và lượng phát thải mô hình hóa

Mỗi hoạt động sản xuất thuộc phạm vi khối ETS được gắn với hệ số cường độ phát thải $\text{emisJ}(j)$, có đơn vị tCO_2 trên một đơn vị sản lượng hạch toán của mô hình. Cấu hình $\text{emisJ}(\text{ELEC}) = 1,0$ và $\text{emisJ}(\text{IND}) = 0,5$ thể hiện giả định ngành điện có cường độ phát thải cao hơn nhóm công nghiệp. Lượng phát thải của ngành j được xác định bằng $\text{emisJ}(j) \times \text{XST}(j)$; các ngành có emisJ bằng 0 không phát sinh giá trị ETS ròng trong cấu hình nghiên cứu. Đây là cách chuẩn hóa phục vụ mô phỏng, không phải ước lượng phát thải cấp cơ sở.

b) Phân bổ miễn phí và xác định giá trị nghĩa vụ ETS

Lượng hạn ngạch được phân bổ miễn phí được xác định từ phát thải tại trạng thái cơ sở theo tỷ lệ α :

$$\text{QUOTA_FREE}(j) = \alpha \times \text{emisJ}(j) \times \text{XST}^0(j) \quad (2.2)$$

Trong phương trình (2.2), $\text{QUOTA_FREE}(j)$ là lượng hạn ngạch được phân bổ miễn phí cho ngành j , tính bằng tCO_2 ; α là tỷ lệ phân bổ miễn phí; $\text{emisJ}(j)$ là hệ số cường độ phát thải; $\text{XST}^0(j)$ là sản lượng ngành tại trạng thái cơ sở. Khi $\alpha = 100\%$ và sản lượng không thay đổi so với trạng thái cơ sở, lượng phân bổ miễn phí bằng phát thải của ngành và $\text{ETS_BAL}(j)$ bằng 0.

Giá trị nghĩa vụ ETS sau phân bổ miễn phí được xác định như sau:

$$\text{ETS_BAL}(j) = p^c \times [\text{emisJ}(j) \times \text{XST}(j) - \text{QUOTA_FREE}(j)] \quad (2.3)$$

Trong phương trình (2.3), p^c là giá các-bon, tính bằng triệu VNĐ/ tCO_2 ; đại lượng $\text{emisJ}(j) \times \text{XST}(j)$ là phát thải mô hình hóa của ngành trong kịch bản; $\text{QUOTA_FREE}(j)$ là lượng phân bổ miễn phí. Vì vậy, $\text{ETS_BAL}(j)$ có đơn vị triệu VNĐ. Giá trị dương thể hiện phát thải mô hình hóa lớn hơn lượng phân

bỏ miễn phí, còn giá trị âm thể hiện lượng phân bổ miễn phí lớn hơn phát thải mô hình hóa. Do có thể mang cả hai dấu, ETS_BAL được gọi thông nhất là giá trị ETS ròng sau phân bổ, không mặc nhiên là nghĩa vụ phải trả.

Cách thiết lập này phản ánh tác động của phân bổ miễn phí đến giá trị nghĩa vụ ETS được hạch toán ở cấp ngành. Mô hình không mô tả riêng chi phí cơ hội hoặc địa tô của hạn ngạch miễn phí; vì vậy, kết quả theo α được diễn giải trong phạm vi cơ chế hạch toán của mô hình, không đại diện đầy đủ cho mọi phương thức phân bổ trong một ETS thực tế.

c) Tích hợp nghĩa vụ ETS vào cân bằng giá trị sản xuất

Trong PEP-1-1 gốc, cân bằng giá trị sản xuất của ngành j được viết:

$$PP(j) \times XST(j) = PVA(j) \times VA(j) + PCI(j) \times CI(j) \quad (2.4)$$

Trong phương trình (2.4), $PP(j)$ là giá sản xuất; $XST(j)$ là sản lượng; $PVA(j)$ và $VA(j)$ là giá và khối lượng giá trị gia tăng; $PCI(j)$ và $CI(j)$ là chỉ số giá và khối lượng chi phí trung gian.

Đối với các ngành ngoài điện, mô hình mở rộng bổ sung $ETS_BAL(j)$ vào cân bằng giá trị sản xuất:

$$PP(j) \times XST(j) = PVA(j) \times VA(j) + PCI(j) \times CI(j) + ETS_BAL(j), \quad j \neq \text{ELEC} \quad (2.5)$$

$ETS_BAL(j)$ dương làm tăng phần chi phí được hạch toán trong cân bằng giá trị sản xuất của ngành; giá trị âm làm giảm phần này theo đúng quy ước của mô hình. Giá và sản lượng được xác định đồng thời với các thị trường khác. Phương trình phản ánh giá trị ETS ròng ở cấp tài khoản ngành, không mô tả giao dịch song phương, chi phí cơ hội của hạn ngạch miễn phí hoặc cơ chế đấu giá.

d) Cơ chế truyền dẫn chi phí vào giá điện

Đối với ngành điện, luận án mô phỏng trường hợp giá trị chênh lệch hạn ngạch chỉ được đưa một phần vào cân bằng giá trị sản xuất điện. Hệ số θ nhận

giá trị từ 0 đến 1 và được xác định ngoại sinh. Phần chưa được phản ánh qua giá điện được xác định bằng biến FIN_GAP_ELEC :

$$FIN_GAP_ELEC = (1 - \theta) \times ETS_BAL(ELEC) \quad (2.6)$$

Trong phương trình (2.6), FIN_GAP_ELEC là phần giá trị ETS rỗng của ngành điện chưa được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất thông qua kênh giá; θ là hệ số truyền dẫn. Biến này có thể dương hoặc âm theo dấu của $ETS_BAL(ELEC)$ và không phải khoản lỗ kế toán hoặc chỉ tiêu phản ánh trực tiếp tình hình tài chính của một doanh nghiệp điện lực. Theo cách khép kín hiện tại, FIN_GAP_ELEC được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ.

đ) Hạch toán phần chi phí chưa được phản ánh qua giá điện

Cân bằng giá trị sản xuất của ngành điện trong mô hình mở rộng được viết:

$$PP(ELEC) \times XST(ELEC) + FIN_GAP_ELEC = PVA(ELEC) \times VA(ELEC) + PCI(ELEC) \times CI(ELEC) + ETS_BAL(ELEC) \quad (2.7)$$

Thay phương trình (2.6) vào phương trình (2.7), thu được:

$$PP(ELEC) \times XST(ELEC) = PVA(ELEC) \times VA(ELEC) + PCI(ELEC) \times CI(ELEC) + \theta \times ETS_BAL(ELEC) \quad (2.8)$$

Phương trình (2.8) cho thấy θ xác định phần $ETS_BAL(ELEC)$ được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện và qua đó tác động đến giá sản xuất điện trong mô hình; phần còn lại được ghi nhận tại FIN_GAP_ELEC . Khi $\theta = 1$, FIN_GAP_ELEC bằng 0. Khi $\theta < 1$, một phần giá trị ETS rỗng không đi qua kênh giá và được xử lý theo cách khép kín của mô hình.

e) Hạch toán nghĩa vụ ETS trong cân đối vĩ mô

Mô hình cộng giá trị nghĩa vụ ETS sau phân bổ miễn phí của các ngành thành $TCO2T$:

$$TCO2T = \sum_j ETS_BAL(j) \quad (2.9)$$

$TCO2T$ được đưa vào thu nhập Chính phủ theo cách khép kín hiện tại và

được gọi là tổng giá trị nghĩa vụ ETS được hạch toán vào tài khoản Chính phủ. Biến này không đồng nhất với doanh thu đấu giá hạn ngạch, phí giao dịch, giao dịch thứ cấp giữa doanh nghiệp hoặc doanh thu thực tế của thị trường các-bon.

Thu nhập Chính phủ trong mô hình gốc được xác định:

$$YG = YGK + TDHT + TDFT + TPROD N + TPRCTS + YGTR \quad (2.10)$$

Trong phương trình (2.10), YG là tổng thu nhập Chính phủ; YGK là thu nhập từ vốn; TDHT và TDFT là thuế trực thu của hộ gia đình và doanh nghiệp; TPROD N là thuế sản xuất; TPRCTS là thuế sản phẩm và thuế nhập khẩu; YGTR là thu nhập chuyển giao. Sau khi bổ sung TCO2T, phương trình trở thành:

$$YG = YGK + TDHT + TDFT + TPROD N + TPRCTS + YGTR + TCO2T \quad (2.11)$$

Tiết kiệm Chính phủ trong mô hình gốc được xác định:

$$SG = YG - \sum_a TR(a, GVT) - G \quad (2.12)$$

Trong phương trình (2.12), SG là tiết kiệm Chính phủ; TR(a, GVT) là chuyển giao từ Chính phủ cho tác nhân a; G là chi tiêu thường xuyên của Chính phủ. Khi bổ sung phần chưa được phản ánh qua giá điện, phương trình được viết:

$$SG = YG - \sum_a TR(a, GVT) - G - FIN_GAP_ELEC \quad (2.13)$$

Việc đưa TCO2T vào thu nhập Chính phủ và đối ứng FIN_GAP_ELEC qua tiết kiệm Chính phủ là một giả định về cách khép kín mô hình, không chỉ là thao tác cân bằng kế toán. Trong quy tắc tiết kiệm quyết định đầu tư, thành phần TCO2T – FIN_GAP_ELEC làm thay đổi tiết kiệm Chính phủ, tổng tiết kiệm và quy mô đầu tư của nền kinh tế. Vì vậy, tác động của các kịch bản ETS được truyền dẫn đồng thời qua kênh chi phí – giá cả và kênh tiết kiệm – đầu tư. Cách xử lý này là giả định cách điệu hóa của luận án, không phản ánh một cơ

chế thu, chi ngân sách đã được xác lập trong thực tế.

Việc FIN_GAP_ELEC được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ là quy tắc khép kín kỹ thuật nhằm duy trì nhất quán hạch toán của mô hình, không mô tả một quan hệ tài chính trực tiếp giữa doanh nghiệp điện lực và ngân sách nhà nước. Trong thực tế, phân chi phí không được phản ánh qua giá có thể được xử lý thông qua nhiều kênh khác nhau ở cấp doanh nghiệp, tài chính, tín dụng hoặc cơ chế điều tiết; các kênh này không được mô hình hóa trong luận án. Vì vậy, FIN_GAP_ELEC không được sử dụng để ước lượng lỗ của doanh nghiệp điện lực, nhu cầu hỗ trợ ngân sách hoặc nghĩa vụ tài chính thực tế của Nhà nước.

Quy tắc đóng này có tác động đến nghiệm cân bằng thông qua tiết kiệm Chính phủ, tổng tiết kiệm và đầu tư. Do luận án không thực hiện so sánh với các khoản đóng tài chính thay thế, các kết quả GDP, CPI, tiêu dùng và đầu tư được hiểu là có điều kiện theo khoản đóng đã lựa chọn. Đây là một giới hạn phương pháp cần được kiểm định trong các nghiên cứu tiếp theo khi có cấu trúc dữ liệu tài chính phù hợp hơn

2.5. Thiết kế kịch bản mô phỏng

2.5.1. Kịch bản cơ sở

Đối với lưới 126 kịch bản, trạng thái cơ sở là cấu trúc kinh tế năm 2019 với $p^c = 0$ và khối ETS không tạo cú sốc. Kết quả được báo cáo dưới dạng chênh lệch so với trạng thái này và phản ánh so sánh tình hình quanh cấu trúc năm 2019, không phải dự báo trực tiếp cho giai đoạn 2025–2030.

2.5.2. Cơ sở lựa chọn các mức tham số

Các mức tham số được lựa chọn nhằm bao phủ các vùng thấp, trung bình và cao, qua đó quan sát mức độ và hướng phản ứng của nền kinh tế khi tín hiệu chính sách thay đổi. Các mức này là giả định nghiên cứu, không phải mức giá, tỷ lệ phân bổ hoặc hệ số truyền dẫn đã được cơ quan nhà nước ấn định hay khuyến nghị áp dụng. Bảy mức giá từ 50.000 đến 2.500.000 VNĐ/tCO₂ được

xác định trên cơ sở kết hợp bối cảnh định giá các-bon trong nước, khoảng giá tại một số thị trường và thông tin MAC của các công nghệ phát điện. Các mức quy đổi sang USD trong Bảng 2.8 sử dụng tỷ giá làm tròn 25.000 VNĐ/USD và chỉ có ý nghĩa tham khảo về bậc quy mô.

Bảng 2.8. Các mức giá các-bon trong lưới kịch bản

Mức giá (VNĐ/tCO ₂)	Mục đích sử dụng
50.000	Cận thấp của lưới; kiểm tra phản ứng khi tín hiệu giá còn rất nhỏ.
100.000	Mức thấp; dùng để quan sát bước tăng tín hiệu từ cận dưới của lưới.
250.000	Mức trung bình thấp; tạo mốc so sánh với một số thị trường đang phát triển.
500.000	Mức trung bình; nằm trong khoảng MAC của một số công nghệ điện được tham chiếu.
1.000.000	Mức trung bình cao; dùng để quan sát tác động khi tín hiệu giá tăng rõ rệt.
2.000.000	Mức cao; mở rộng phân tích sang vùng giá quốc tế cao.
2.500.000	Cận trên của lưới; dùng để kiểm tra giới hạn tác động và các đánh đổi.

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

Sáu mức θ từ 0,1 đến 1,0 được lựa chọn vì chưa có cơ sở dữ liệu đủ để ước lượng một hệ số truyền dẫn duy nhất cho Việt Nam. Khoảng tham số cho phép xem xét từ trường hợp chỉ một phần rất nhỏ nghĩa vụ ETS được phản ánh qua giá điện đến trường hợp truyền dẫn đầy đủ. Các mức 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,7 và 1,0 tạo các bước quan sát dày hơn ở vùng truyền dẫn thấp, phù hợp với bối cảnh giá điện chịu điều tiết, đồng thời vẫn bao quát các trường hợp trung bình và cao.

Bảng 2.9. Các mức truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện

Mức θ	Mục đích sử dụng
0,1	Truyền dẫn rất thấp: 10% giá trị chênh lệch hạn ngạch của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện.
0,2	Truyền dẫn thấp; dùng để quan sát bước chuyển từ cận dưới của lưới.
0,3	Truyền dẫn trung bình thấp; được sử dụng làm một cấu hình tham chiếu trong phân tích độ nhạy theo giá.
0,5	Mức giữa: một nửa giá trị chênh lệch hạn ngạch được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện.
0,7	Truyền dẫn cao; phần lớn tác động đi qua kênh giá điện.

Mức θ	Mục đích sử dụng
1,0	Truyền dẫn đầy đủ

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

Ba mức α bằng 100%, 90% và 80% được lựa chọn để mô phỏng lộ trình giảm dần phân bổ miễn phí theo bước 10 điểm phần trăm. Mức 100% đại diện cho cấu hình hỗ trợ cao trong giai đoạn đầu; các mức 90% và 80% cho phép xem xét tác động khi một phần nghĩa vụ ETS phải được tự chi trả. α không trực tiếp bằng tỷ lệ hạn ngạch thực tế phải mua của từng cơ sở, vì nghĩa vụ còn phụ thuộc vào sản lượng và phát thải trong kịch bản. Việc lựa chọn này giúp quan sát phản ứng của mô hình khi giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ thay đổi, không phải dự báo xác suất hoặc phương án phân bổ chính thức. Tham số α là tham số cách điệu hóa, không tái hiện đầy đủ phân bổ theo lịch sử, định mức, sản lượng hoặc chi phí cơ hội của hạn ngạch miễn phí.

Bảng 2.10. Các mức phân bổ hạn ngạch miễn phí

Mức α	Mục đích
100%	Lượng phân bổ miễn phí bằng 100% chỉ số hoặc lượng phát thải tham chiếu
90%	Lượng phân bổ miễn phí bằng 90% chỉ số phát thải tham chiếu.
80%	Lượng phân bổ miễn phí bằng 80% chỉ số phát thải tham chiếu.

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

2.5.3. Tổ hợp kịch bản

Lưới $7 \times 6 \times 3$ tạo 126 cấu hình. Mỗi cấu hình được giải độc lập với cùng dữ liệu cơ sở, quy tắc đóng và chuẩn giá. Kết quả được lưu theo mã kịch bản gắn với ba tham số để phục vụ tổng hợp bảng, hình, phân tích độ nhạy và kiểm tra chéo.

Bảng 2.11. Tổng hợp lưới 126 kịch bản mô phỏng

Chiều tham số	Số mức	Các giá trị
Giá các-bon (VNĐ/tCO ₂)	7	50.000; 100.000; 250.000; 500.000; 1.000.000; 2.000.000; 2.500.000
Hệ số truyền dẫn θ	6	0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0
Tỷ lệ phân bổ miễn phí α	3	100%; 90%; 80%

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

2.5.4. Mô phỏng bán động theo ba kỳ tuân thủ 2025–2030

Bên cạnh lưới 126 kịch bản so sánh tĩnh, luận án xây dựng chuỗi mô phỏng bán động gồm ba kỳ: 2025–2026, 2027–2028 và 2029–2030. Việc chia thành các giai đoạn hai năm bám theo chu kỳ phân bổ hạn ngạch trong lộ trình chính sách của Việt Nam. Cách phân kỳ này giúp cấu trúc thời gian của mô phỏng gần hơn với quá trình triển khai ETS, nhưng không hàm ý các mức giá, α và θ trong từng kỳ đã được quy định chính thức.

Mỗi kỳ được giải bằng mô hình PEP-1-1 tĩnh. Sau khi kết thúc một kỳ, cung vốn, cung lao động và năng suất được cập nhật ngoại sinh để hình thành bộ dữ liệu đầu vào cho kỳ tiếp theo; nghiệm của kỳ trước chỉ được sử dụng làm điểm khởi đầu số cho lần giải kế tiếp. Vì không có tối ưu liên thời kỳ, kỳ vọng hoặc quyết định đầu tư công nghệ nội sinh, chuỗi này được gọi là mô phỏng bán động và không phải dự báo chính thức về quỹ đạo của nền kinh tế.

Các tham số chính sách theo từng kỳ được xây dựng theo nguyên tắc tăng dần cường độ tác động, nhằm minh họa một lộ trình chuyển từ giai đoạn làm quen sang giai đoạn tuân thủ chặt chẽ hơn. Chuỗi ba kỳ có chức năng phân tích minh họa bổ sung, không phải thiết kế phản thực để ước lượng tác động ETS theo thời gian. Luận án không xây dựng một đường cơ sở không-ETS riêng cho từng kỳ; do đó không sử dụng kết quả chuỗi này để xác định tác động thuần của ETS hoặc suy ra quỹ đạo GDP, CPI và phát thải của Việt Nam trong giai đoạn 2025–2030.

Trong kỳ 2025–2026, giá các-bon được đặt ở mức 50.000 VNĐ/tCO₂, tỷ lệ phân bổ miễn phí α bằng 100% và hệ số truyền dẫn θ bằng 0,1. Cấu hình này đại diện cho giai đoạn khởi đầu, trong đó tín hiệu giá còn thấp, hạn ngạch miễn phí được duy trì ở mức cao và chỉ một phần nhỏ chi phí ETS được phản ánh qua giá điện. Việc lựa chọn cấu hình thận trọng phù hợp với mục đích xem xét phản ứng ban đầu của nền kinh tế và ngành điện khi nghĩa vụ ETS mới được

áp dụng.

Trong kỳ 2027–2028, giá các-bon tăng lên 100.000 VNĐ/tCO₂ và θ tăng lên 0,2, trong khi α vẫn được giữ ở mức 100%. Cách thiết kế này cho phép tăng dần tín hiệu giá và mức độ truyền dẫn chi phí, nhưng chưa đồng thời giảm tỷ lệ phân bổ miễn phí. Nhờ đó, kỳ thứ hai phản ánh bước chuyển tiếp, trong đó yêu cầu tuân thủ được tăng cường nhưng các ngành vẫn có khoảng thời gian thích ứng trước khi phạm vi nghĩa vụ tài chính được mở rộng.

Trong kỳ 2029–2030, giá các-bon tăng lên 250.000 VNĐ/tCO₂, α giảm xuống 90% và θ tăng lên 0,3. Cấu hình này đại diện cho giai đoạn chính sách chặt chẽ hơn, khi tín hiệu giá được nâng lên, lượng hạn ngạch miễn phí giảm và phần chi phí được phản ánh qua giá điện tăng so với hai kỳ trước. Mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂ tương đương khoảng 10 USD/tCO₂, nằm trong vùng trung bình thấp của dải giá nghiên cứu và chưa tạo ra một cú sốc quá lớn so với các mức giá cao hơn trong lưới 126 kịch bản.

Việc lựa chọn θ lần lượt bằng 0,1; 0,2 và 0,3 phản ánh giả định rằng khả năng truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện chỉ tăng dần trong bối cảnh giá điện vẫn chịu sự điều tiết. Tương tự, việc duy trì α ở mức 100% trong hai kỳ đầu và giảm xuống 90% ở kỳ cuối thể hiện lộ trình điều chỉnh từng bước, thay vì đồng thời giảm mạnh phân bổ miễn phí và tăng giá các-bon ngay từ giai đoạn đầu.

Sau mỗi kỳ, vốn, lao động và năng suất được cập nhật theo các quy tắc xác định trước. Lượng phân bổ miễn phí tiếp tục được xác định trên cơ sở phát thải của trạng thái cơ sở ban đầu, không cập nhật theo sản lượng của kỳ trước. Do giá các-bon, α , θ và các yếu tố tăng trưởng cùng thay đổi qua các kỳ, kết quả của chuỗi phản ánh tác động tổng hợp của lộ trình chính sách và cập nhật ngoại sinh, không tách riêng ảnh hưởng của từng tham số.

Bảng 2.12. Chuỗi kịch bản theo ba kỳ tuân thủ giai đoạn 2025–2030

Kỳ tuân thủ	Giai đoạn	Giá các-bon (VNĐ/tCO ₂)	Tỷ lệ miễn phí α	Hệ số θ
Kỳ 1	2025–2026	50.000	100%	0,1
Kỳ 2	2027–2028	100.000	100%	0,2
Kỳ 3	2029–2030	250.000	90%	0,3

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

Cung vốn được cập nhật theo công thức:

$$KS(k,t+1) = (1 - \delta)^n \times KS(k,t) + [KS(k,t) / \sum_k' KS(k',t)] \times GFCF(t) \times n \quad (2.14)$$

Trong phương trình (2.14), $KS(k,t+1)$ là tổng cung loại vốn k cho kỳ tiếp theo; $KS(k,t)$ là cung vốn tại kỳ t ; δ là tỷ lệ khấu hao hằng năm; $GFCF(t)$ là đầu tư tài sản cố định của kỳ t ; n bằng 2 năm; k' là chỉ số chạy qua các loại vốn. Phần vốn mới được phân bổ theo tỷ trọng của từng loại vốn trong tổng cung vốn tại kỳ hiện hành.

Cung lao động được cập nhật:

$$LS(l,t+1) = LS(l,t) \times (1 + g^L)^n \quad (2.15)$$

Trong phương trình (2.15), $LS(l,t+1)$ là cung nhóm lao động l cho kỳ tiếp theo; $LS(l,t)$ là cung lao động tại kỳ t ; g^L là tốc độ tăng lao động hằng năm và n bằng 2.

Năng suất được cập nhật thông qua hệ số quy mô của hàm giá trị gia tăng:

$$B_VA(j,t+1) = B_VA(j,t) \times (1 + g^A)^n \quad (2.16)$$

Trong phương trình (2.16), $B_VA(j,t)$ là hệ số quy mô của hàm giá trị gia tăng ngành j ; g^A là tốc độ tăng năng suất hằng năm và n bằng 2. Cấu hình sử dụng $g^L = 0,8\%/năm$, $g^A = 2\%/năm$ và tỷ lệ khấu hao vốn $\delta = 6\%/năm$. Các giá trị này là giả định ngoại sinh của chuỗi mô phỏng, không phải kết quả dự báo.

Kết quả của từng kỳ được biểu thị dưới dạng chênh lệch so với trạng thái tham chiếu năm 2019. Các chênh lệch này phản ánh đồng thời: (i) cập nhật ngoại sinh về vốn, lao động và năng suất; (ii) trạng thái đầu vào được chuyển tiếp từ lần giải trước; và (iii) sự thay đổi của mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và hệ số truyền dẫn. Chuỗi mô phỏng chỉ cung cấp một quỹ

đạo kết quả có điều kiện theo lộ trình giả định, không phải dự báo chính thức hoặc đánh giá tác động thuần của ETS theo thời gian.

2.6. Phân tích độ nhạy của kết quả đối với các tham số chính sách

2.6.1. Cách tiếp cận và phạm vi phân tích

Luận án sử dụng phân tích độ nhạy cục bộ theo phương pháp thay đổi một tham số tại một thời điểm. Phương pháp này cho biết hướng và mức thay đổi quanh các lát cắt đã chọn, nhưng không đo lường bất định tổng thể, tương tác đồng thời hoặc xác suất của kết quả. Vì vậy, phân tích tập trung vào phản ứng của từng nhóm chỉ tiêu, không xếp hạng tuyệt đối tầm quan trọng của các tham số có đơn vị và khoảng biến thiên khác nhau.

2.6.2. Độ nhạy theo mức giá các-bon

Độ nhạy theo giá các-bon được xem xét tại $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$, với giá lần lượt nhận bảy mức của lưới. Việc giữ cố định θ và α giúp tách riêng ảnh hưởng của quy mô tín hiệu giá đến chỉ số phát thải, GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình, sản lượng ngành và FIN_GAP_ELEC. Kết quả được so sánh giữa các khoảng giá liên kế để nhận diện mức độ tăng của tác động và khả năng xuất hiện quan hệ phi tuyến; kết luận chỉ áp dụng cho lát cắt đã lựa chọn.

2.6.3. Độ nhạy theo tỷ lệ phân bổ miễn phí

Độ nhạy theo α được xem xét tại mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\theta = 0,5$, với α lần lượt bằng 100%, 90% và 80%. Do chỉ có ba mức, phân tích tập trung so sánh hai khoảng 100%–90% và 90%–80%, không ước lượng một hàm phản ứng liên tục. Kết quả phản ánh mức thay đổi của các chỉ tiêu khi lượng phân bổ miễn phí giảm trong cấu hình tham chiếu đã lựa chọn.

2.6.4. Độ nhạy theo hệ số truyền dẫn vào giá điện

Độ nhạy theo θ được xem xét tại mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\alpha = 100\%$, với θ nhận sáu mức từ 0,1 đến 1,0. Phân tích theo dõi phần ETS_BAL(ELEC) được phân bổ qua kênh giá, phần ghi nhận tại FIN_GAP_ELEC và tác động

lan tỏa đến GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình và hoạt động sản xuất.

2.6.5. Mức thay đổi theo khoảng và nguyên tắc so sánh

Để mô tả mức thay đổi giữa hai điểm liên kế của một lát cắt, luận án sử dụng hệ số thay đổi theo khoảng:

$$S^{k \rightarrow k+1}_{Y,X} = [Y(x_{k+1}) - Y(x_k)] / [x_{k+1} - x_k] \quad (2.17)$$

Trong phương trình (2.17), đại lượng tính được là độ dốc sai phân theo khoảng, không phải hệ số co giãn trừ khi cả tử và mẫu đều là thay đổi tương đối. Kết quả theo giá được quy về mỗi 100.000 VNĐ/tCO₂, theo α mỗi 10 điểm phần trăm và theo θ mỗi 0,1 đơn vị để thuận tiện so sánh trong cùng một tham số.

2.7. Giả định và giới hạn nghiên cứu

2.7.1. Các giả định nghiên cứu chính

(1) Mô hình là CGE một quốc gia; lưới 126 cấu hình được giải theo dạng tĩnh. Chuỗi ba kỳ là mô phỏng bán động, trong đó vốn, lao động và năng suất được cập nhật ngoại sinh giữa các kỳ, còn từng kỳ vẫn được giải bằng mô hình tĩnh.

(2) Hành vi của tác nhân kế thừa PEP-1-1 và thị trường được mô hình hóa cạnh tranh hoàn hảo, ngoại trừ cơ chế truyền dẫn nghĩa vụ ETS vào giá điện được điều chỉnh bằng θ . Mô hình không mô tả quyền lực thị trường, điều chỉnh giá hành chính hoặc hành vi chiến lược.

(3) Công nghệ và các độ co giãn được giữ cố định trong từng lần giải; năng suất, cung lao động và cung vốn được cập nhật ngoại sinh giữa các kỳ theo các phương trình tại Mục 2.5.4.

(4) Giá các-bon, α và θ là tham số ngoại sinh; θ không phải hệ số ước lượng cho Việt Nam. Các mức kịch bản không phải giá trị chính sách chính thức.

(5) Hệ số emisJ được sử dụng như cường độ phát thải, tính bằng tCO₂ trên một đơn vị sản lượng hạch toán của mô hình. Các hệ số là giả định nghiên cứu

ở cấp ngành tổng hợp; với cường độ cố định, phát thải chỉ thay đổi theo sản lượng và cơ cấu sản xuất, không phản ánh đổi mới công nghệ hoặc thay đổi nhiên liệu nội ngành.

(6) Các chủ thể được giả định tuân thủ đầy đủ; chi phí MRV, giao dịch, thực thi, thanh khoản, đầu cơ và không tuân thủ không được mô hình hóa.

(7) Phân bổ miễn phí được xác định từ trạng thái tham chiếu theo quy tắc cố định. Mô hình không phân biệt grandfathering, benchmark theo sản lượng hoặc điều chỉnh ex-post.

(8) Phân bổ miễn phí làm giảm nghĩa vụ hạch toán trong mô hình; chi phí cơ hội và địa tô hạn ngạch không được mô hình hóa. Kết quả theo α phản ánh cấu trúc hạch toán được sử dụng trong luận án.

(9) MAC chỉ được sử dụng theo cơ chế liên kết mềm; mô hình không nội sinh hóa đầu tư công nghệ hoặc đường MAC.

(10) TCO₂T được hạch toán vào thu nhập Chính phủ và FIN_GAP_ELEC được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ theo cách khép kín hiện tại. Hai biến này không đồng nhất với doanh thu đấu giá, hỗ trợ ngân sách hoặc tình hình tài chính thực tế của doanh nghiệp điện.

(11) Tỷ giá danh nghĩa được giữ cố định làm mốc; các chỉ số giá tổng hợp trong hệ phương trình được giữ ở giá trị cơ sở theo cấu hình tính toán. CPI dùng để báo cáo kết quả được tính lại sau mô phỏng theo chỉ số Laspeyres.

2.7.2. Giới hạn về dữ liệu và mức độ phân tổ

SAM năm 2019 không phản ánh các thay đổi cơ cấu sau năm cơ sở. Mức gộp thành các nhóm lớn làm mất khác biệt trong nội bộ ngành; ELEC bao gồm sản xuất, truyền tải và phân phối; IND và AGR gồm cả hoạt động có và không thuộc ETS. Khu vực hộ được phân thành bốn nhóm trong SAM nhưng kết quả được tổng hợp ở cấp toàn khu vực hộ. Vì vậy, luận án không dự báo từng cơ sở, từng công nghệ, từng phân ngành hoặc tác động phân phối giữa các nhóm hộ.

Một số cấu phần năm 2019 được phân tách bằng cơ cấu của SAM 2012; kết quả phụ thuộc vào giả định về mức độ ổn định của các tỷ lệ này. Các hệ số cường độ phát thải được thiết lập ở cấp tài khoản tổng hợp, nên lượng phát thải mô hình hóa có thể khác số liệu kiểm kê theo cơ sở hoặc theo công nghệ. SAM hoàn chỉnh, bảng ánh xạ 171 ngành và danh mục nguồn dữ liệu được lưu tại Phụ lục để phục vụ đối chiếu.

2.7.3. Giới hạn về phạm vi mô phỏng và diễn giải kết quả

Mô hình không có tổng trần, cân bằng cung – cầu hạn ngạch, giá nội sinh, đầu giá, giao dịch thứ cấp, ngân hàng hoặc vay mượn hạn ngạch, tín chỉ bù trừ, thanh khoản hoặc hành vi đầu cơ. Do đó, mô hình đánh giá tác động của cấu hình nghĩa vụ ETS có giá ngoại sinh, không đánh giá đầy đủ hiệu quả vận hành của thị trường các-bon.

Mô hình không nội sinh hóa lựa chọn công nghệ, đầu tư giảm phát thải, khác biệt giữa doanh nghiệp trong cùng ngành hoặc thủ tục hành chính điều chỉnh giá điện. Lưới 126 cấu hình là so sánh tĩnh quanh năm 2019; chuỗi ba kỳ là mô phỏng tuần tự và không có đường cơ sở không-ETS riêng cho từng kỳ. Vì vậy, kết quả giữa các kỳ phản ánh đồng thời cập nhật vốn, lao động, năng suất và lộ trình chính sách, không cho phép tách hoàn toàn tác động riêng của ETS.

Mô hình phản ánh phản ứng cân bằng trong điều kiện công nghệ và các hệ số cường độ phát thải được giữ cố định trong từng lần giải. Trong thực tế, tín hiệu các-bon có thể thúc đẩy thay đổi nhiên liệu, nâng cao hiệu suất, đầu tư nguồn điện phát thải thấp hoặc chuyển dịch vốn giữa các công nghệ. Do các kênh này chưa được nội sinh hóa, đặc biệt ở vùng giá các-bon cao, mức điều chỉnh sản lượng và các chỉ tiêu kinh tế trong mô hình không nên được hiểu là dự báo đầy đủ phản ứng của nền kinh tế khi doanh nghiệp có khả năng chuyển đổi công nghệ.

Mô hình không lượng hóa đầy đủ các lợi ích và chi phí ngoài phạm vi của

cú sốc ETS được mô phỏng, bao gồm tác động đến năng lực cạnh tranh quốc tế, khả năng đáp ứng các yêu cầu các-bon của thị trường xuất khẩu, thu hút đầu tư xanh, đổi mới công nghệ và các đồng lợi ích môi trường. Vì vậy, thay đổi GDP trong mô hình không phải thước đo phúc lợi xã hội ròng của việc triển khai hoặc không triển khai ETS.

Mặc dù SAM duy trì bốn nhóm hộ để bảo đảm cấu trúc hạch toán, kết quả của luận án được tổng hợp cho toàn khu vực hộ. Vì vậy, luận án không xác định gánh nặng tương đối giữa các nhóm thu nhập, không kiểm định tính lũy thoái của định giá các-bon và không đưa ra kết luận định lượng về công bằng chuyển đổi.

Mọi kết luận được giới hạn trong cấu trúc mô hình và các giả định nghiên cứu. Kết quả không phải dự báo chính thức, không xác định mức giá hoặc tổ hợp tham số tối ưu và không tạo nghĩa vụ pháp lý. ETS_BAL phản ánh giá trị ETS ròng sau phân bổ miễn phí; FIN_GAP_ELEC phản ánh phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá theo cách khép kín; TCO2T phản ánh tổng giá trị ETS ròng được hạch toán vào thu nhập Chính phủ. Các biến này không được diễn giải trực tiếp thành lượng giao dịch, doanh thu đấu giá, thu – chi ngân sách hoặc lãi – lỗ kế toán thực tế.

2.8. Tiểu kết Chương II

Chương II đã trình bày thiết kế nghiên cứu theo trình tự từ cách tiếp cận, khái niệm hiệu quả tương đối, khung chỉ tiêu, dữ liệu và SAM đến cấu trúc mô hình, thiết kế kịch bản, phân tích độ nhạy, giả định và giới hạn. SAM được xây dựng từ bảng I–O năm 2019 và các nguồn bổ sung, tổ chức theo hệ tài khoản của PEP-1-1 và cân bằng theo nguyên tắc hạch toán kép.

Luận án kế thừa cấu trúc sản xuất, thu nhập – tiêu dùng, thương mại và các điều kiện cân bằng của PEP-1-1; đồng thời bổ sung hệ số cường độ phát thải, phân bổ hạn ngạch miễn phí, giá trị ETS ròng sau phân bổ, hệ số truyền

dẫn θ và các dòng hạch toán liên quan đến ngành điện và Chính phủ. Phần mở rộng cho phép đánh giá tác động của các cấu hình ETS có giá ngoại sinh, nhưng không mô phỏng đầy đủ cung – cầu và hoạt động giao dịch của thị trường hạn ngạch.

Lưới 126 cấu hình, chuỗi mô phỏng bán động ba kỳ và phân tích độ nhạy theo giá các-bon, α và θ tạo cơ sở phương pháp cho Chương III. Hiệu quả được xem xét theo nghĩa tương đối và đa chiều, thông qua mức giảm phát thải mô hình hóa, tác động kinh tế – xã hội và cách phân bổ giá trị ETS ròng của ngành điện. Mọi kết quả và hàm ý chính sách chỉ có giá trị trong phạm vi mô hình và các giả định nghiên cứu đã nêu trong chương.

CHƯƠNG III.

KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG VÀ PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ CỦA CÁC KỊCH BẢN ETS ĐỐI VỚI PHÁT TRIỂN KINH TẾ – XÃ HỘI CỦA VIỆT NAM

Chương này trình bày kết quả mô phỏng lưới 126 kịch bản ETS và chuỗi mô phỏng bán động minh họa qua ba kỳ bằng mô hình CGE PEP-1-1 mở rộng đã xây dựng tại Chương II. Kết quả được phân tích theo bốn nhóm: kinh tế vĩ mô và tiêu dùng hộ gia đình; hoạt động sản xuất và các chỉ số điều chỉnh sử dụng yếu tố; ngành điện và các biến hạch toán ETS; phát thải khí nhà kính. Mức giá các-bon và tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí được sử dụng như các tham số thiết kế kịch bản ETS, trong khi θ là tham số kịch bản thể chế về mức truyền dẫn giá trị ETS ròng của ngành điện qua kênh giá. Hiệu quả được xem xét theo nghĩa tương đối và đa chiều thông qua hồ sơ tác động và các quan hệ đánh đổi; các chỉ tiêu không được tổng hợp thành một thước đo hiệu quả chung và không được sử dụng để xác định phương án tối ưu. Toàn bộ kết quả của 126 kịch bản được đưa vào Phụ lục Chương III; phần chính văn chỉ giữ các lát cắt, kịch bản đại diện và bảng tổng hợp. Các kết quả có điều kiện theo SAM do luận án xây dựng cho năm cơ sở 2019, cấu trúc mô hình, quy tắc khép kín và các giả định nghiên cứu; không phải dự báo chính thức về nền kinh tế hoặc thị trường các-bon của Việt Nam.

3.1. Tác động đến kinh tế vĩ mô và hộ gia đình

3.1.1. Tác động đến GDP

Trong toàn bộ lưới 126 kịch bản, GDP thực đều giảm so với phương án cơ sở năm 2019, với mức giảm dao động từ 0,0048% tại kịch bản có mức tác động thấp nhất (giá 50.000 VNĐ/tCO₂, $\theta = 0,1$, $\alpha = 100\%$) đến 5,3104% tại kịch bản có mức tác động cao nhất (giá 2.500.000 VNĐ/tCO₂, $\theta = 1,0$, $\alpha = 80\%$). Khoảng biến động của các chỉ tiêu tổng hợp trong lưới kịch bản được trình bày tại Bảng

3.1.

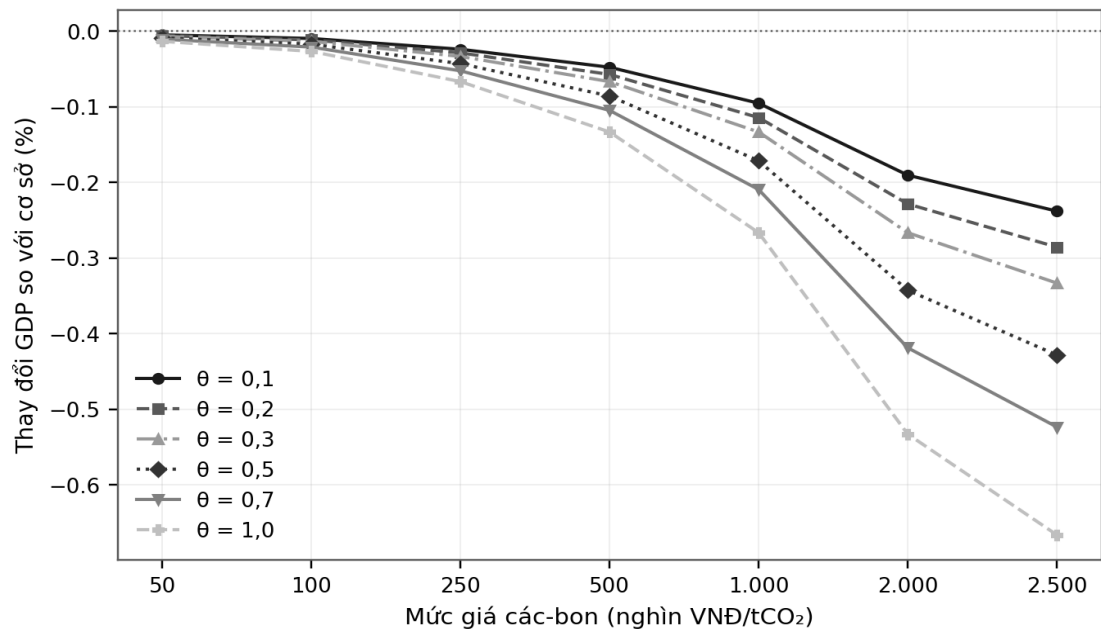
Bảng 3.1. Khoảng biến động của các chỉ tiêu tổng hợp trong lưới 126 kịch bản so với phương án cơ sở

Chỉ tiêu	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
GDP thực (%)	-5,3104	-0,0048
CPI (%)	+0,0058	+6,4877
Tiêu dùng hộ gia đình (%)	-8,6294	-0,0077
Tổng sản lượng (%)	-10,6984	-0,4154
Giá trị gia tăng (%)	-5,1777	-0,0046
Cầu lao động (%)	-2,6552	-0,0024
Cầu vốn (%)	-1,0621	-0,0010
Phát thải mô hình hóa (%)	-16,9257	-0,6793
TCO2T (tỷ VNĐ)	-863.580	+225.883
FIN_GAP_ELEC (tỷ VNĐ)	-48.447	+4.552

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

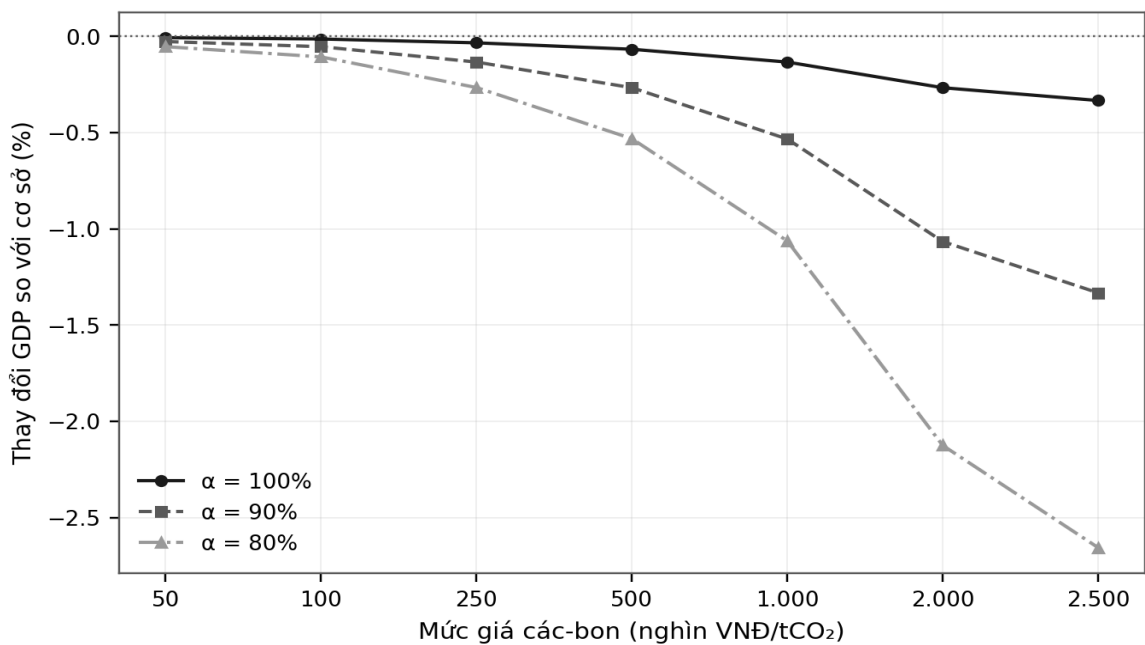
Xét theo mức giá các-bon, tại mỗi tổ hợp (θ, α) cố định, mức giảm GDP tăng gần như tỷ lệ thuận với mức giá trong phạm vi lưới kịch bản. Hình 3.2 thể hiện quan hệ này tại $\theta = 0,3$: khi giá tăng từ 50.000 lên 2.500.000 VNĐ/tCO₂, mức giảm GDP tăng từ 0,0067% lên 0,3329% tại $\alpha = 100\%$, từ 0,0266% lên 1,3318% tại $\alpha = 90\%$ và từ 0,0531% lên 2,6552% tại $\alpha = 80\%$. Tính chất gần tuyến tính này chỉ được ghi nhận trong phạm vi các mức giá đã mô phỏng và không nên khái quát ra ngoài lưới kịch bản.

Bên cạnh lát cắt theo α tại Hình 3.2, việc giữ $\alpha = 100\%$ và thay đổi θ cho thấy mức giảm GDP tăng theo mức giá trong tất cả các trường hợp được mô phỏng, đồng thời khoảng cách giữa các mức θ mở rộng khi giá tăng. Hình 3.1 cho thấy tại mức giá thấp, chênh lệch giữa $\theta = 0,1$ và $\theta = 1,0$ còn nhỏ; tại giá 2.500.000 VNĐ/tCO₂, mức giảm GDP tương ứng là 0,2378% và 0,6659%. Kết quả phản ánh tác động tương tác giữa quy mô giá trị ETS ròng và mức độ truyền dẫn qua kênh giá điện trong cấu trúc mô hình.



Hình 3.1. Thay đổi GDP theo mức giá các-bon tại các mức θ , với $\alpha = 100\%$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh



Hình 3.2. Thay đổi GDP theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Xét theo tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí, sự khác biệt giữa các mức α có tính hệ thống và rõ rệt hơn so với sự khác biệt giữa các mức θ trong các lát cắt được xem xét. Tại cùng một mức giá và cùng θ , mức giảm GDP tại $\alpha = 90\%$ gấp khoảng bốn lần và tại $\alpha = 80\%$ gấp khoảng tám lần mức giảm tại $\alpha = 100\%$. Trong quy tắc hạch toán của mô hình, α xác định lượng hạn ngạch được phân bổ miễn phí theo sản lượng năm cơ sở và qua đó làm thay đổi giá trị ETS ròng sau phân bổ. Kết quả này có điều kiện theo cách xử lý phân bổ miễn phí của mô hình, trong đó chưa phản ánh chi phí cơ hội của hạn ngạch và giao dịch trên thị trường thứ cấp.

Xét theo θ , tại cùng mức giá và cùng α , mức giảm GDP tăng dần khi mức truyền dẫn tăng. Bảng 3.2 trình bày lưới giá trị GDP theo mức giá và θ tại $\alpha = 100\%$: tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂, mức giảm GDP tăng từ 0,0238% tại $\theta = 0,1$ lên 0,0666% tại $\theta = 1,0$. Trong mô hình, thay đổi θ đồng thời làm thay đổi phần giá trị ETS ròng của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện và phần được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ. Vì vậy, kết quả GDP phản ánh tác động tổng hợp của kênh chi phí – giá tương đối và kênh tiết kiệm – đầu tư theo quy tắc khép kín, không chỉ riêng tác động qua giá điện.

Bảng 3.2. Thay đổi GDP (%) theo mức giá các-bon và hệ số truyền dẫn θ , với $\alpha = 100\%$

Giá (nghìn VNĐ/tCO ₂)	$\theta = 0,1$	$\theta = 0,2$	$\theta = 0,3$	$\theta = 0,5$	$\theta = 0,7$	$\theta = 1,0$
50	-0,0048	-0,0057	-0,0067	-0,0086	-0,0105	-0,0133
100	-0,0095	-0,0114	-0,0133	-0,0171	-0,0209	-0,0266
250	-0,0238	-0,0285	-0,0333	-0,0428	-0,0523	-0,0666
500	-0,0476	-0,0571	-0,0666	-0,0856	-0,1046	-0,1332
1.000	-0,0951	-0,1142	-0,1332	-0,1712	-0,2093	-0,2664
2.000	-0,1903	-0,2283	-0,2664	-0,3425	-0,4186	-0,5327
2.500	-0,2378	-0,2854	-0,3329	-0,4281	-0,5232	-0,6659

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Trên toàn lưới kịch bản, 42 kịch bản có mức giảm GDP dưới 0,1%; 41

kịch bản có mức giảm từ 0,1% đến dưới 0,5%; 16 kịch bản từ 0,5% đến dưới 1%; và 27 kịch bản từ 1% trở lên. Trong 36 kịch bản có mức giá không quá 250.000 VNĐ/tCO₂ và tỷ lệ phân bổ miễn phí từ 90% trở lên, 30 kịch bản làm GDP giảm dưới 0,1%; sáu kịch bản còn lại có mức giảm cao hơn, với giá trị lớn nhất là 0,2664%. Đây chỉ là phân nhóm mô tả kết quả trong mô hình, không phải ngưỡng an toàn, ngưỡng tối ưu hoặc mức giá được đề xuất áp dụng.

Về cơ chế, tác động đến GDP hình thành qua hai kênh liên kết trong mô hình. Thứ nhất, mức giá các-bon và tỷ lệ phân bổ miễn phí làm thay đổi giá trị ETS ròng sau phân bổ; θ điều chỉnh phần giá trị ETS ròng của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện, qua đó làm thay đổi giá tương đối, cầu trung gian, sản lượng và giá trị gia tăng. Thứ hai, TCO₂T và FIN_GAP_ELEC được đối ứng qua tài khoản Chính phủ, làm thay đổi tiết kiệm Chính phủ, tổng tiết kiệm và đầu tư trong quy tắc “tiết kiệm quyết định đầu tư”. Do đó, mức thay đổi GDP là kết quả cân bằng tổng hợp của cả hai kênh. Do mô hình là dạng tĩnh so sánh với năm gốc 2019, các giá trị trên phản ánh chênh lệch giữa trạng thái cân bằng của từng kịch bản và trạng thái cơ sở, không phải tốc độ tăng trưởng của một năm cụ thể.

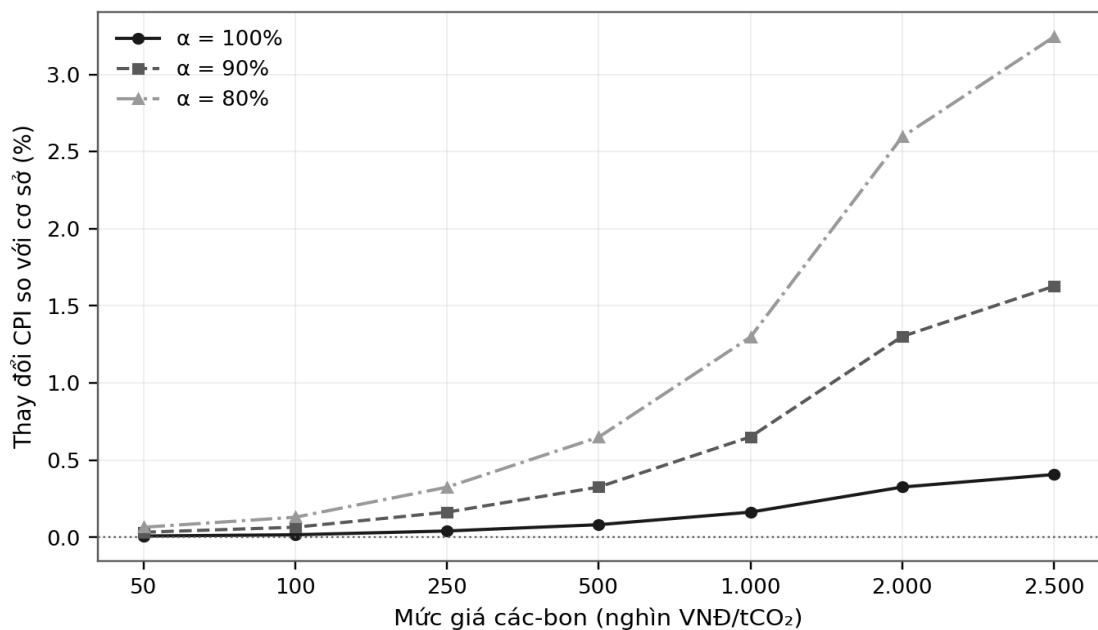
3.1.2. Tác động đến CPI

Trong luận án, kết quả CPI dưới đây phản ánh thay đổi tương đối của mặt bằng giá tiêu dùng trong mô hình, không phải chỉ số CPI dự báo chính thức cho giai đoạn 2025–2030.

Trong toàn lưới kịch bản, CPI tăng so với phương án cơ sở, với mức tăng từ 0,0058% tại kịch bản có mức tác động thấp nhất đến 6,4877% tại kịch bản có mức tác động cao nhất. CPI biến động cùng chiều với quy mô tác động vĩ mô trong lưới kịch bản, phản ánh sự lan tỏa của thay đổi chi phí và giá tương đối trong cơ chế cân bằng tổng thể. Kết quả này là chỉ số tổng hợp theo quyền số tiêu dùng năm cơ sở, không phải bằng chứng thực nghiệm về quan hệ nhân

quả giữa lạm phát và tăng trưởng.

Vai trò của các tham số đối với CPI được thể hiện như sau. Thứ nhất, mức giá các-bon xác lập quy mô tín hiệu bằng tiền: tại $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$, mức tăng CPI tăng từ 0,0081% tại giá 50.000 VNĐ/tCO₂ lên 0,4068% tại giá 2.500.000 VNĐ/tCO₂. Thứ hai, θ điều chỉnh phần giá trị ETS ròng của ngành điện được phản ánh qua kênh giá: tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂, khi θ tăng từ 0,1 lên 1,0, mức tăng CPI tăng từ 0,0291% lên 0,0814% tại $\alpha = 100\%$. Thứ ba, α làm thay đổi giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ; cùng tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂, mức tăng CPI tại $\alpha = 80\%$ cao hơn đáng kể so với $\alpha = 100\%$ ở cùng mức θ . Các kết quả CPI đồng thời chịu ảnh hưởng của thay đổi tổng cầu và đầu tư theo quy tắc khép kín của mô hình.

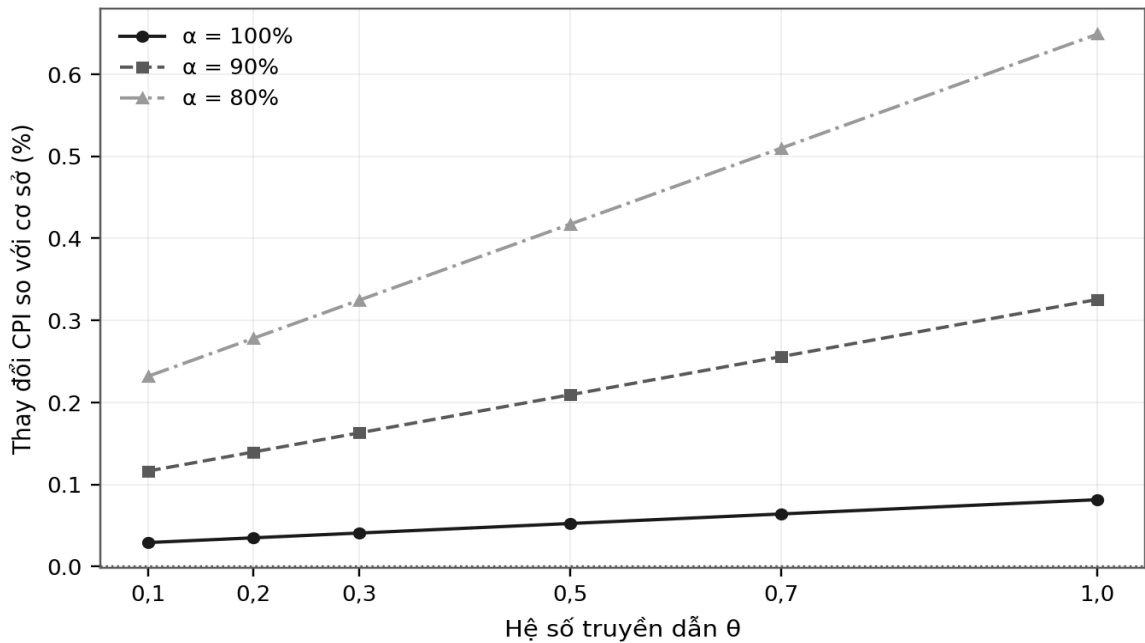


Hình 3.3. Thay đổi CPI theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Hình 3.3 cho thấy CPI tăng theo mức giá tại cả ba mức α , với khoảng cách giữa các đường mở rộng khi giá tăng. Ở vùng giá thấp, chênh lệch tuyệt đối còn nhỏ; ở vùng giá cao, tác động của việc giảm α trở nên rõ hơn. Kết quả bổ sung

cho lát cắt theo θ tại Hình 3.4 và cho thấy CPI chịu tác động đồng thời của quy mô tín hiệu giá và giá trị ETS rỗng sau phân bổ.



Hình 3.4. Thay đổi CPI theo hệ số truyền dẫn θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.1.3. Tác động đến tiêu dùng hộ gia đình

Trong phạm vi kết quả được tổng hợp, luận án báo cáo tiêu dùng hộ gia đình ở cấp chỉ tiêu tổng hợp của toàn khu vực hộ. Tiêu dùng thực của hộ gia đình giảm trong toàn bộ 12 kịch bản, từ 0,0077% tại kịch bản có mức tác động thấp nhất đến 8,6294% tại kịch bản có mức tác động cao nhất. Mức giảm tiêu dùng tăng khi quy mô tác động vĩ mô và mức tăng giá tiêu dùng lớn hơn.

Cơ chế tác động đến tiêu dùng gồm hai kênh cộng hưởng. Kênh thu nhập: cầu lao động và cầu vốn giảm làm thu nhập yếu tố của hộ gia đình giảm, kéo theo thu nhập khả dụng giảm. Kênh giá: CPI tăng làm sức mua của thu nhập danh nghĩa giảm thêm. Do hai kênh cùng chiều, tiêu dùng thực giảm sâu hơn GDP trong mọi kịch bản. Bảng 3.3 trình bày đồng thời ba chỉ tiêu GDP, CPI và tiêu dùng hộ gia đình tại 12 kịch bản đại diện với $\theta = 0,3$, bao quát bốn mức giá

từ thấp đến cao và ba mức α .

Bảng 3.3. Thay đổi GDP, CPI và tiêu dùng hộ gia đình (%) tại 12 kịch bản đại diện, với $\theta = 0,3$

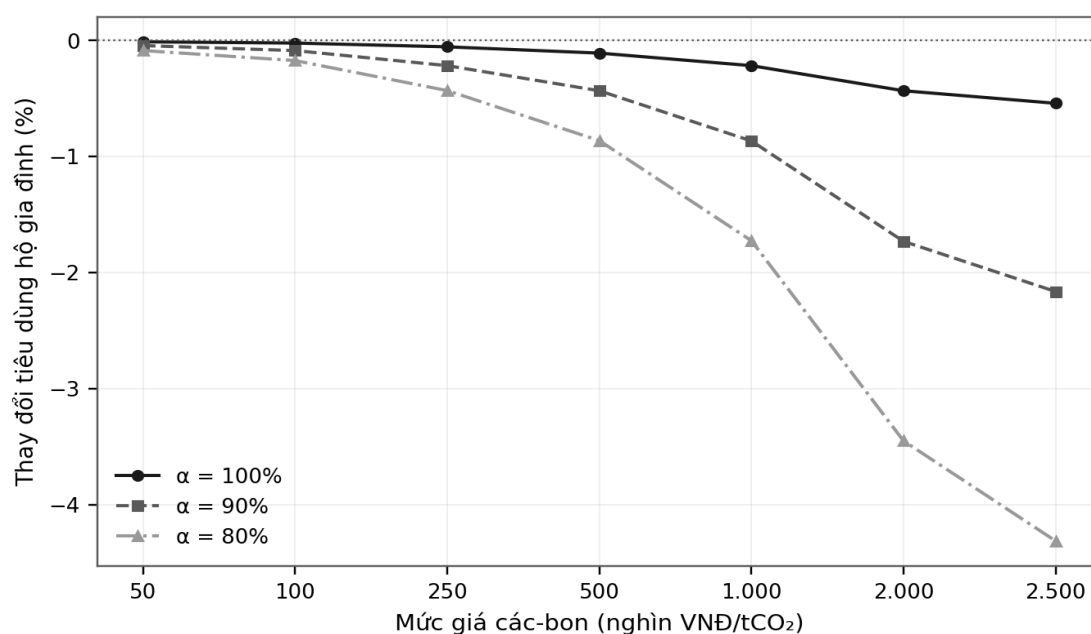
Giá (nghìn VNĐ/tCO ₂)	α (%)	Δ GDP	Δ CPI	Δ Tiêu dùng hộ
50	100	-0,0067	+0,0081	-0,0108
50	90	-0,0266	+0,0325	-0,0433
50	80	-0,0531	+0,0649	-0,0863
250	100	-0,0333	+0,0407	-0,0541
250	90	-0,1332	+0,1627	-0,2164
250	80	-0,2655	+0,3244	-0,4315
1.000	100	-0,1332	+0,1627	-0,2164
1.000	90	-0,5327	+0,6508	-0,8656
1.000	80	-1,0621	+1,2975	-1,7259
2.500	100	-0,3329	+0,4068	-0,5410
2.500	90	-1,3318	+1,6270	-2,1641
2.500	80	-2,6552	+3,2439	-4,3147

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Từ Bảng 3.3 thấy rằng kịch bản giá 250.000 VNĐ/tCO₂ với $\alpha = 90\%$ tạo ra kết quả trùng với kịch bản giá 1.000.000 VNĐ/tCO₂ với $\alpha = 100\%$ ở ba chỉ tiêu được trình bày. Kết quả minh họa tính chất thay thế có điều kiện giữa mức giá và tỷ lệ phân bổ miễn phí trong việc xác lập quy mô giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ. Vì vậy, việc đánh giá kịch bản không thể chỉ dựa vào một tham số riêng lẻ. Các kết quả chưa phản ánh sự khác biệt về mức độ chịu tác động giữa các nhóm hộ có cơ cấu thu nhập và tiêu dùng khác nhau, và không được diễn giải là đánh giá về nghèo đói hoặc nhóm dễ bị tổn thương.

Hình 3.5 bổ sung góc nhìn theo toàn dải giá tại $\theta = 0,3$. Mức giảm tiêu dùng tăng theo giá và khoảng cách giữa các mức α mở rộng khi giá tăng. Tại cùng một mức giá, α thấp hơn làm giá trị ETS ròng sau phân bổ thay đổi theo hướng làm tác động tổng hợp lớn hơn trong quy tắc hạch toán của mô hình. Tuy nhiên, chỉ tiêu trong tệp kết quả là tiêu dùng tổng hợp của khu vực hộ, vì thế nên không thể suy ra nhóm hộ nào chịu tác động lớn hơn hoặc tác động đến

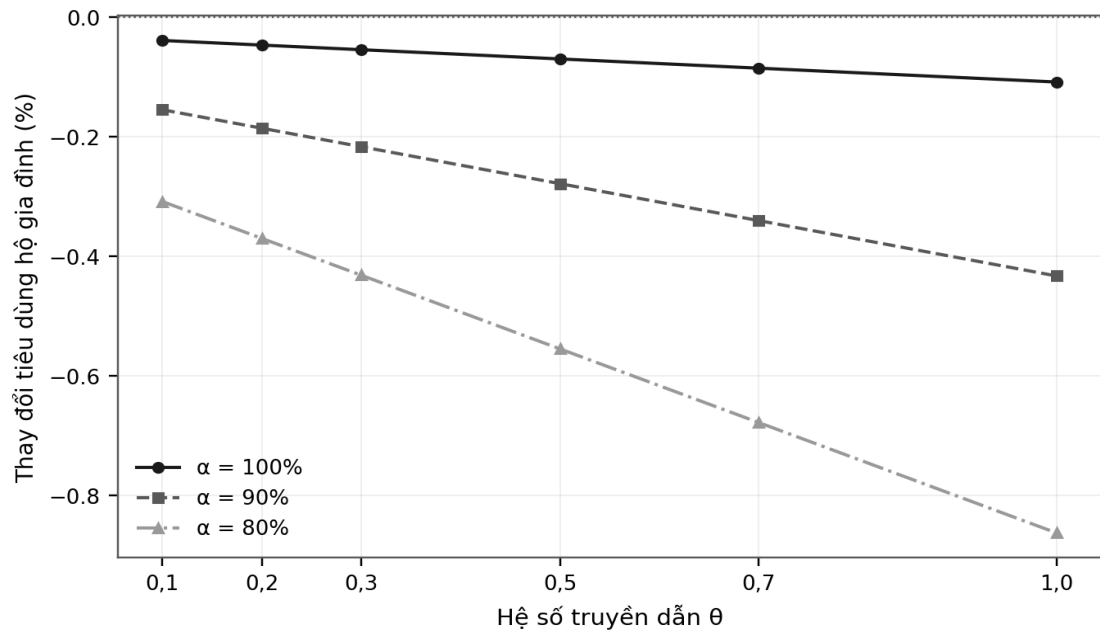
nghèo đói.



Hình 3.5. Thay đổi tiêu dùng hộ gia đình theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Khi giữ giá ở 250.000 VNĐ/tCO₂ và thay đổi θ , tiêu dùng giảm dần theo mức truyền dẫn tại cả ba mức α . Hình 3.6 cho thấy chênh lệch theo θ nhỏ hơn chênh lệch giữa các mức α , nhưng mở rộng khi α thấp hơn. Kết quả phản ánh việc θ làm thay đổi phần giá trị ETS ròng của ngành điện được đưa qua kênh giá, trong khi α làm thay đổi quy mô giá trị ETS ròng sau phân bổ theo quy tắc của mô hình.



Hình 3.6. Thay đổi tiêu dùng hộ gia đình theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.1.4. Hạch toán các dòng giá trị ETS đối với tài khoản Chính phủ

Theo quy tắc khép kín tại Chương II, tổng giá trị ETS ròng của các ngành sau phân bổ miễn phí (TCO2T) được ghi nhận vào thu nhập Chính phủ, còn phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện (FIN_GAP_ELEC) được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ. Đây là giả định hạch toán có tác động đến nghiệm cân bằng: TCO2T và FIN_GAP_ELEC làm thay đổi tiết kiệm Chính phủ, tổng tiết kiệm và đầu tư trong quy tắc “tiết kiệm quyết định đầu tư”. Các biến này được biểu diễn theo thang đo tiền tệ của mô hình, không đồng nhất với thu, chi ngân sách, doanh thu đầu giá, lãi hoặc lỗ thực tế.

Bảng 3.4 trình bày giá trị TCO2T theo mức giá và α tại $\theta = 0,5$. Dấu của TCO2T phụ thuộc chủ yếu vào tương quan giữa phát thải mô hình hóa và lượng hạn ngạch được phân bổ miễn phí. Tại $\alpha = 100\%$, TCO2T âm trong toàn bộ 42 kịch bản; tại $\alpha = 80\%$, TCO2T dương trong toàn bộ 42 kịch bản; tại $\alpha = 90\%$, dấu của TCO2T thay đổi theo mức giá do tác động đồng thời của giảm lượng

phân bổ và thu hẹp sản lượng. Dấu âm hoặc dương chỉ phản ánh vị thế hạch toán theo quy tắc của mô hình, không xác lập khoản phải thu hoặc phải trả trên thực tế.

Bảng 3.4. Giá trị hạch toán TCO₂T theo mức giá các-bon và tỷ lệ phân bổ miễn phí α , với $\theta = 0,5$

Giá (nghìn VNĐ/tCO ₂)	$\alpha = 100\%$	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 80\%$
50	-1.011	+8.546	+18.045
100	-4.088	+11.110	+28.403
250	-23.837	+2.151	+46.743
500	-80.974	-31.395	+68.218
1.000	-240.876	-113.222	+106.626
2.000	-624.543	-285.906	+181.768
2.500	-827.551	-372.995	+219.327

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Trong quy tắc khép kín hiện tại, thay đổi của TCO₂T và FIN_GAP_ELEC làm thay đổi thu nhập và tiết kiệm Chính phủ, qua đó ảnh hưởng đến tổng tiết kiệm, đầu tư và các biến cân bằng khác. Vì vậy, kết quả GDP, CPI, sản lượng và tiêu dùng phản ánh đồng thời kênh chi phí – giá và kênh tiết kiệm – đầu tư. Luận án không thực hiện các quy tắc khép kín thay thế; do đó, kết quả định lượng có điều kiện theo cách đối ứng các dòng ETS qua tài khoản Chính phủ.

Do hệ số cường độ phát thải được thiết lập theo cách điệu hóa trên đơn vị sản lượng chuẩn của mô hình, TCO₂T và FIN_GAP_ELEC chỉ được sử dụng để so sánh dấu, quy mô tương đối và sự thay đổi giữa các kịch bản trong cùng thang đo. Luận án không sử dụng các biến này để ước tính tỷ trọng ngân sách, chi phí tuân thủ thực tế hoặc quy mô tài chính của nền kinh tế và ngành điện.

3.1.5. Tổng hợp tác động đến các chỉ tiêu kinh tế vĩ mô và tiêu dùng hộ gia đình

Trong toàn lưới kịch bản, GDP, CPI và tiêu dùng hộ gia đình biến động nhất quán về hướng: các kịch bản có mức giảm GDP lớn hơn nhìn chung đi

kèm mức tăng CPI và mức giảm tiêu dùng lớn hơn. Sự khác biệt giữa các kịch bản không chỉ nằm ở quy mô tác động vĩ mô mà còn ở kết quả giảm phát thải, phần giá trị ETS ròng được phản ánh qua kênh giá điện và phần được đối ứng qua tài khoản Chính phủ. Vì vậy, đánh giá hiệu quả tương đối cần dựa trên hồ sơ nhiều chỉ tiêu thay vì suy luận từ một chỉ tiêu tổng hợp duy nhất.

Đối chiếu với các nghiên cứu đã tổng quan tại Chương I, kết quả GDP giảm và CPI tăng khi tín hiệu giá các-bon mạnh hơn phù hợp về hướng với các nghiên cứu CGE quốc tế về định giá các-bon [23], [56], [66], [76]–[78], [87], [88] và các nghiên cứu CGE cho Việt Nam của Willenbockel và Hoa [98], Nong Duy và cộng sự [74], [75], Nguyen Phuong Thao [73]. Báo cáo sử dụng khung HERMIN cho Việt Nam [14] cũng ghi nhận tác động vĩ mô ở quy mô nhỏ khi phân bổ miễn phí còn rộng trong giai đoạn đầu, tương đồng về hướng với nhóm kịch bản có tác động GDP thấp của luận án. Sự khác biệt về độ lớn giữa các nghiên cứu có thể phát sinh từ năm cơ sở, cấu trúc dữ liệu, mức gộp ngành, hệ số cường độ phát thải, quy tắc khép kín và cách xử lý truyền dẫn qua ngành điện. Vì vậy, việc đối chiếu chỉ được thực hiện về hướng và cơ chế, không so sánh trực tiếp các giá trị phần trăm.

3.1.6. Phân nhóm các kịch bản theo mức giảm GDP

Để khái quát kết quả của toàn bộ 126 kịch bản, luận án phân các kịch bản thành bốn nhóm theo mức giảm GDP: dưới 0,1%; từ 0,1% đến dưới 0,5%; từ 0,5% đến dưới 1%; và từ 1% trở lên. Việc phân nhóm không nhằm xác định ngưỡng an toàn hoặc mức tác động có thể chấp nhận, mà giúp nhận diện số lượng kịch bản thuộc từng mức tác động và sự thay đổi của kết quả khi tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí thay đổi.

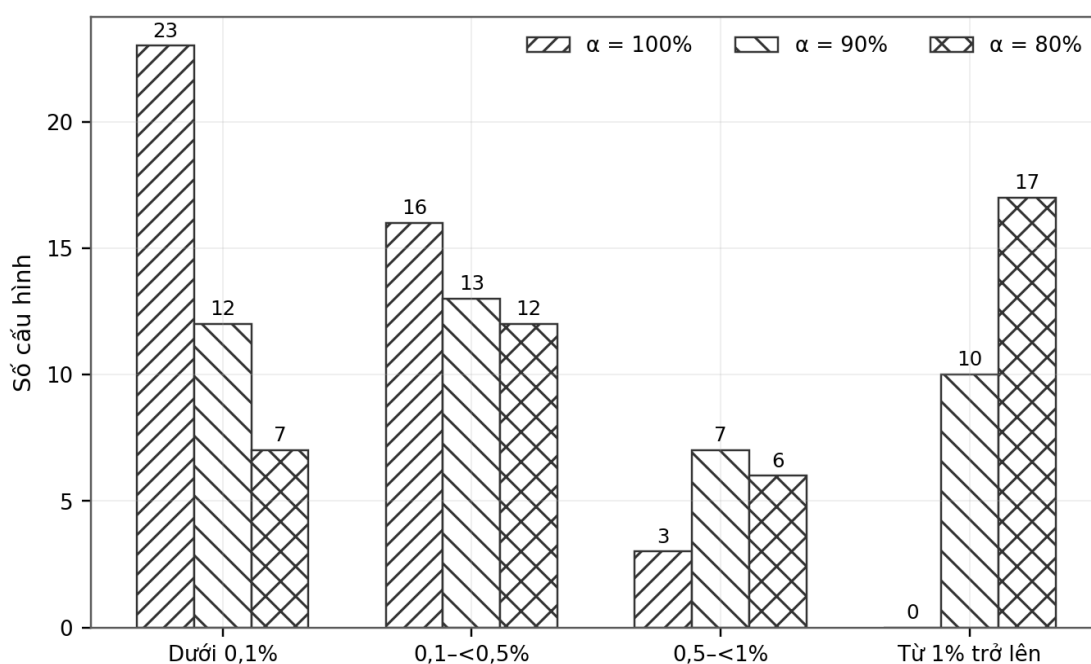
Kết quả tại Bảng 3.5 và Hình 3.7 cho thấy, trong 42 kịch bản có tỷ lệ phân bổ miễn phí $\alpha = 100\%$, có 23 kịch bản làm GDP giảm dưới 0,1% và không có kịch bản nào làm GDP giảm từ 1% trở lên. Khi α giảm xuống 90%, số kịch bản

có mức giảm GDP từ 1% trở lên tăng lên 10; tại $\alpha = 80\%$, số kịch bản thuộc nhóm này tăng lên 17. Như vậy, khi tỷ lệ phân bổ miễn phí giảm, số lượng kịch bản có tác động lớn đến GDP có xu hướng tăng. Tuy nhiên, mức tác động của từng kịch bản không chỉ phụ thuộc vào α mà còn được quyết định bởi mức giá các-bon và hệ số truyền dẫn θ .

Bảng 3.5. Phân bố 126 kịch bản theo mức giảm GDP và tỷ lệ phân bổ miễn phí α

Nhóm mức giảm GDP	$\alpha = 100\%$	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 80\%$	Tổng số
<0,1%	23	12	7	42
0,1–<0,5%	16	13	12	41
0,5–<1%	3	7	6	16
$\geq 1\%$	0	10	17	27

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

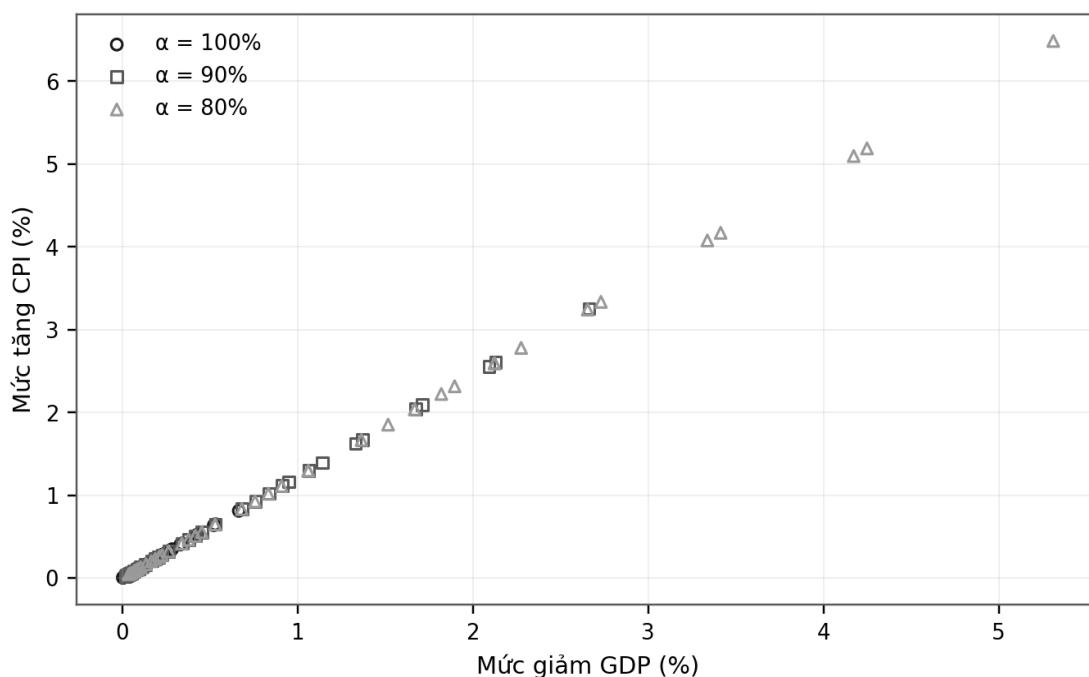


Hình 3.7. Số kịch bản theo nhóm tác động GDP và tỷ lệ phân bổ miễn phí

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Hình 3.8 trình bày đồng thời mức giảm GDP và mức tăng CPI của 126 kịch bản. Các điểm kết quả cho thấy hai chỉ tiêu biến động cùng chiều trong

không gian kịch bản: những trường hợp có tác động GDP lớn hơn thường đi kèm mức tăng CPI cao hơn. Hình được sử dụng để mô tả sự đồng biến của các kết quả tổng hợp, không phải bằng chứng thực nghiệm về quan hệ nhân quả giữa tăng trưởng và lạm phát. Việc đánh giá hiệu quả giữa các kịch bản cần được bổ sung bằng kết quả giảm phát thải và các biến hạch toán ETS.



Hình 3.8. Phân bố đồng thời mức giảm GDP và mức tăng CPI trong 126 kịch bản

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.2. Tác động đến hoạt động sản xuất và thị trường yếu tố sản xuất

3.2.1. Tác động đến tổng sản lượng và giá trị gia tăng

Tổng sản lượng của nền kinh tế giảm trong toàn bộ 126 kịch bản, từ 0,4154% tại kịch bản nhẹ nhất đến 10,6984% tại kịch bản mạnh nhất. Khác với GDP, quan hệ giữa chỉ tiêu sản lượng tổng hợp và mức giá các-bon có tính phi tuyến rõ rệt: tại $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$, mức giảm tăng từ 0,461% tại giá 50.000 VNĐ/tCO₂ lên 5,778% tại giá 1.000.000 VNĐ/tCO₂, nhưng chỉ tăng thêm đến 8,121% khi giá đạt 2.500.000 VNĐ/tCO₂. Đây là dạng phản ứng giảm dần của

kết quả mô hình; do mức gộp ngành cao và không nội sinh hóa công nghệ, luận án không quy đặc điểm này cho một nhóm hoạt động hoặc cơ chế thay thế cụ thể.

Giá trị gia tăng giảm với biên độ nhỏ hơn nhiều so với tổng sản lượng, từ 0,0046% đến 5,1777%. Chênh lệch giữa mức giảm tổng sản lượng và giá trị gia tăng cho thấy cú sốc trong mô hình tác động mạnh đến quy mô giao dịch liên ngành và sử dụng đầu vào trung gian, trong khi phân thu nhập yếu tố sơ cấp thay đổi với biên độ nhỏ hơn. Bảng 3.6 trình bày bốn chỉ tiêu sản xuất và yếu tố sản xuất tại 12 kịch bản đại diện.

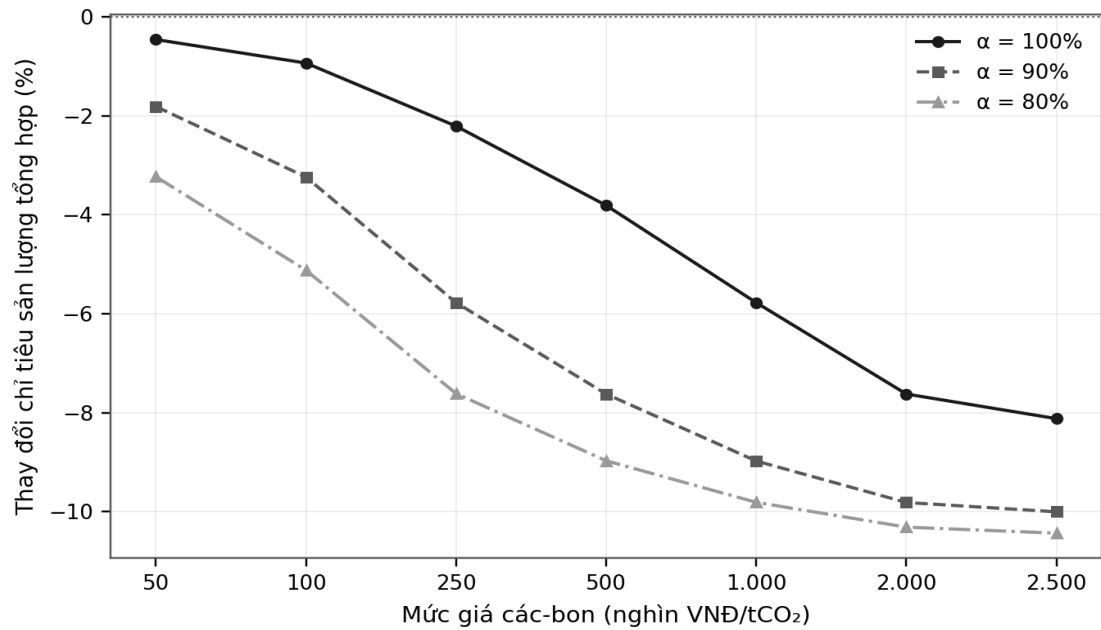
Bảng 3.6. Thay đổi tổng sản lượng, giá trị gia tăng, cầu lao động và cầu vốn (%) tại 12 kịch bản đại diện, với $\theta = 0,3$

Giá (nghìn VNĐ/tCO ₂)	α (%)	Δ Sản lượng	Δ Giá trị gia tăng	Δ Chỉ số lao động	Δ Chỉ số vốn
50	100	-0,4609	-0,0065	-0,0033	-0,0013
50	90	-1,8145	-0,0260	-0,0133	-0,0053
50	80	-3,2327	-0,0518	-0,0266	-0,0106
250	100	-2,2108	-0,0325	-0,0166	-0,0067
250	90	-5,7782	-0,1298	-0,0666	-0,0266
250	80	-7,6167	-0,2589	-0,1328	-0,0531
1.000	100	-5,7782	-0,1298	-0,0666	-0,0266
1.000	90	-8,9775	-0,5194	-0,2664	-0,1065
1.000	80	-9,8129	-1,0355	-0,5310	-0,2124
2.500	100	-8,1213	-0,3246	-0,1665	-0,0666
2.500	90	-10,0037	-1,2985	-0,6659	-0,2664
2.500	80	-10,4356	-2,5888	-1,3276	-0,5310

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Hình 3.9 cho thấy chỉ tiêu sản lượng tổng hợp giảm phi tuyến theo giá, đặc biệt ở các mức α thấp. Khi giá tăng từ 50.000 lên 250.000 VNĐ/tCO₂, mức giảm mở rộng nhanh; từ 1.000.000 lên 2.500.000 VNĐ/tCO₂, đường cong dần phẳng hơn. Mức phản ứng giảm dần cho thấy, trong cấu trúc mô hình, mức tăng thêm của giá các-bon tạo ra thay đổi sản lượng bổ sung ngày càng nhỏ. Do mô hình không nội sinh hóa lựa chọn công nghệ và mức gộp ngành còn cao, kết

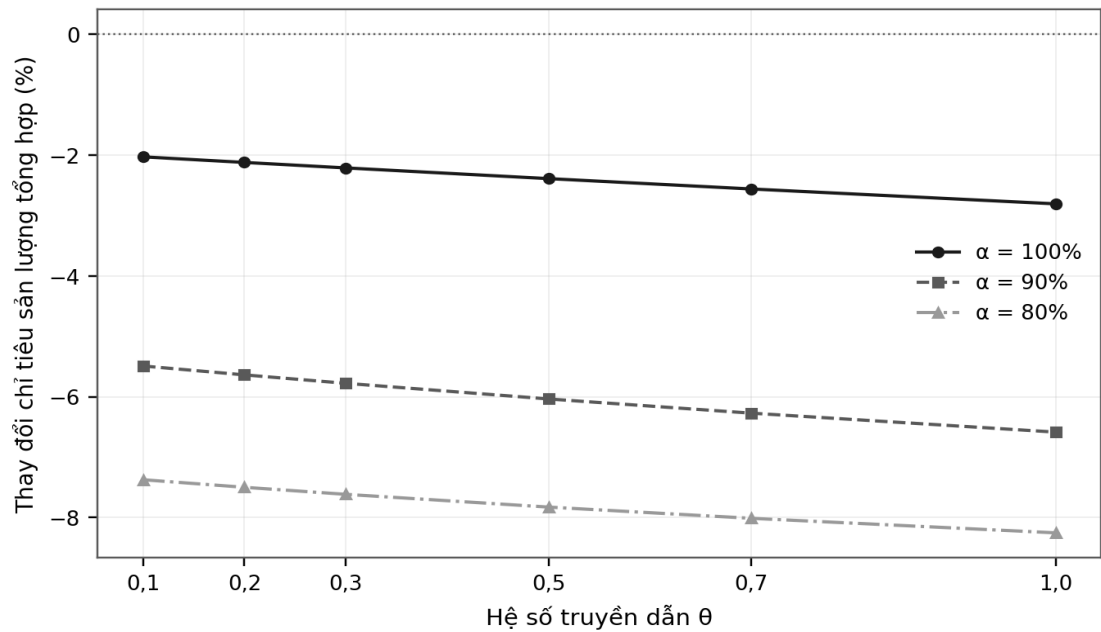
quả không cho phép xác định hoạt động hoặc công nghệ cụ thể tạo ra đặc điểm này.



Hình 3.9. Thay đổi chỉ tiêu sản lượng tổng hợp theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

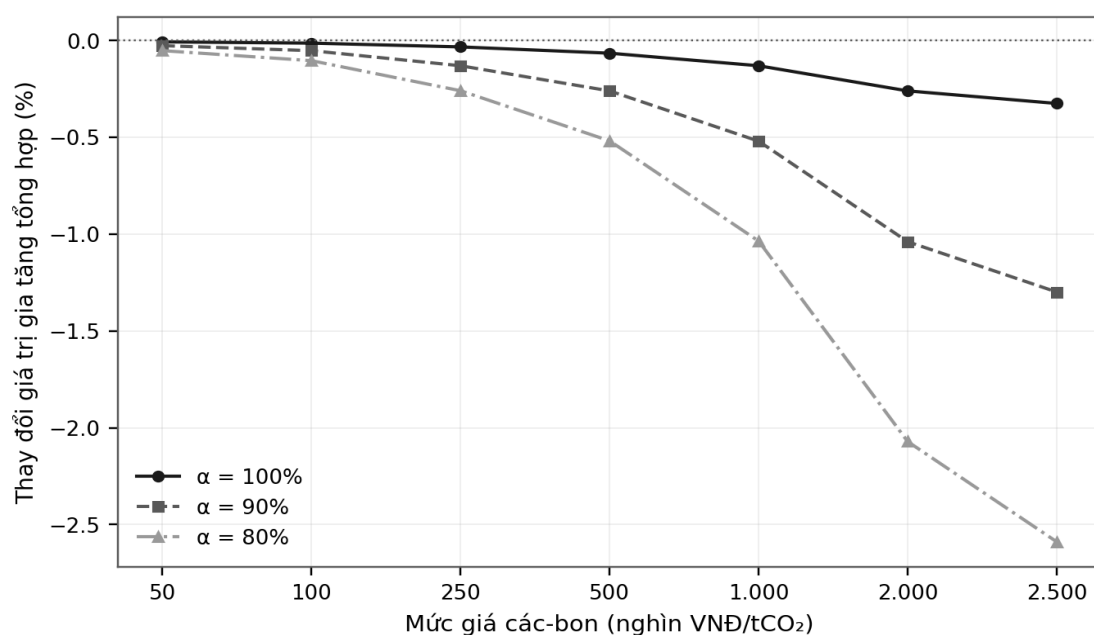
Lát cắt theo θ tại Hình 3.10 cho thấy chỉ tiêu sản lượng giảm sâu hơn khi mức truyền dẫn tăng. Tuy nhiên, khoảng cách do α vẫn lớn hơn khoảng cách do θ . Điều này cho thấy trong bộ kết quả, θ điều chỉnh cường độ lan tỏa qua giá điện, còn α quyết định phần giá trị ETS ròng sau phân bổ của cả các ngành gắn ETS.



Hình 3.10. Thay đổi chỉ tiêu sản lượng tổng hợp theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

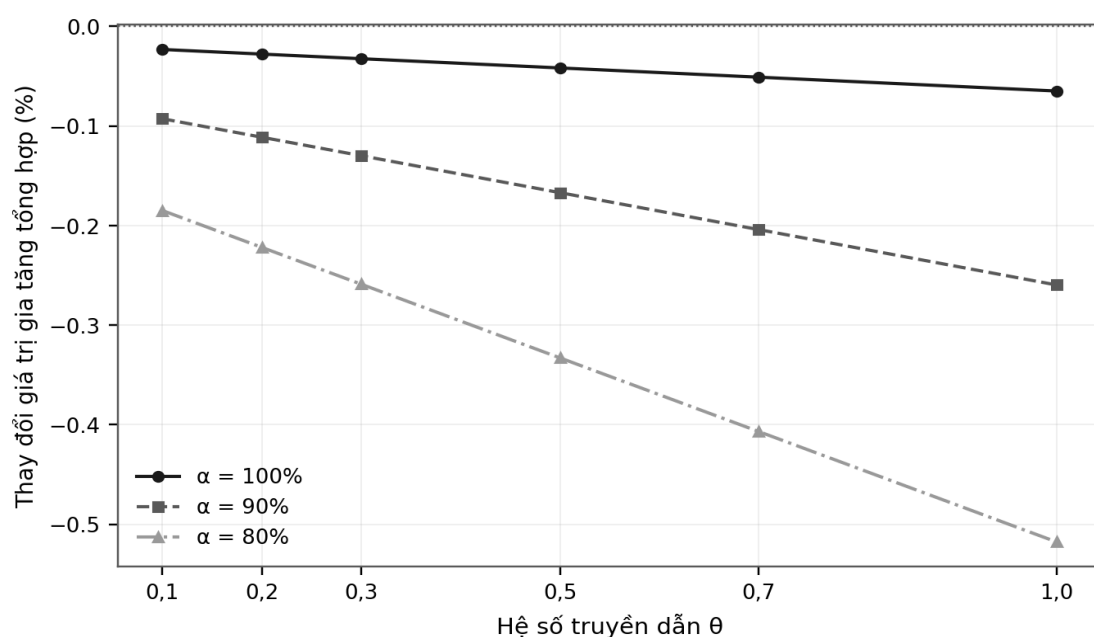
Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Giá trị gia tăng tổng hợp có biên độ nhỏ hơn chỉ tiêu sản lượng. Hình 3.11 cho thấy mức giảm giá trị gia tăng tăng theo giá và khoảng cách giữa các mức α mở rộng khi giá tăng. Kết quả bổ sung cho nhận định rằng thay đổi của chi phí trung gian và giao dịch liên ngành có biên độ lớn hơn thay đổi của phần giá trị gia tăng trong các kịch bản được mô phỏng.



Hình 3.11. Thay đổi giá trị gia tăng tổng hợp theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh



Hình 3.12. Thay đổi giá trị gia tăng tổng hợp theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

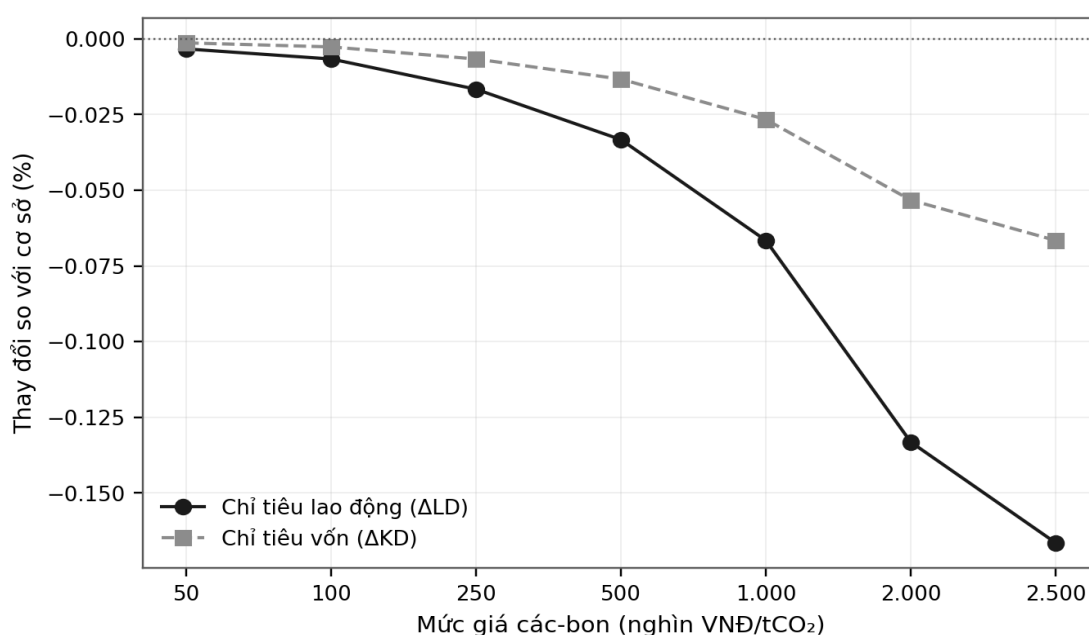
Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Giá trị gia tăng tổng hợp cũng giảm khi θ tăng, nhưng biên độ nhỏ hơn chỉ

tiêu sản lượng. Hình 3.12 cho thấy thay đổi α làm dịch chuyển mức kết quả giữa các nhóm kịch bản, trong khi đó, thay đổi θ điều chỉnh dần kết quả trong từng mức α .

3.2.2. Các chỉ số tổng hợp về điều chỉnh sử dụng lao động và vốn

Các chỉ tiêu ΔLD và ΔKD trong tệp kết quả giảm so với trạng thái cơ sở, với biên độ lần lượt từ 0,0024% đến 2,6552% và từ 0,0010% đến 1,0621%. Đây là các chỉ số tổng hợp được xây dựng từ biến sử dụng yếu tố trong bộ kết quả, không phải tổng lượng cầu lao động hoặc tổng lượng vốn của toàn thị trường. Do cách khép kín giữ cố định tổng cung từng nhóm lao động và từng loại vốn trong mỗi lần giải, các chỉ số không được diễn giải là số việc làm mất đi, tỷ lệ thất nghiệp hoặc lượng vốn vật chất biến mất; các giá trị này chỉ được dùng để so sánh cường độ điều chỉnh và tái phân bổ giữa các kịch bản.



Hình 3.13. Thay đổi các chỉ tiêu lao động và vốn tổng hợp theo mức giá các-bon, với $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

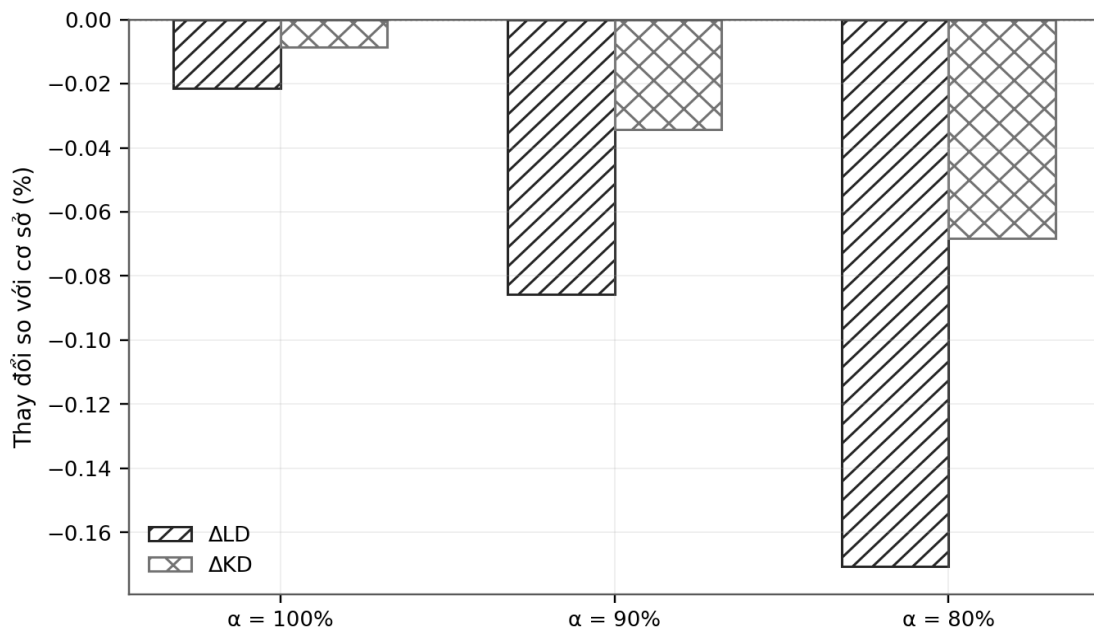
Các chỉ số ΔLD và ΔKD cùng giảm khi quy mô tác động của kịch bản tăng. Do được tổng hợp từ biến sử dụng yếu tố trong tệp kết quả, hai chỉ số

được sử dụng để mô tả hướng và cường độ điều chỉnh giữa các kịch bản, không được quy đổi thành số việc làm, tỷ lệ thất nghiệp, lượng vốn vật chất hoặc độ co giãn của thị trường yếu tố.

Bảng 3.7. Phạm vi diễn giải các chỉ tiêu tổng hợp về sản xuất

Chỉ tiêu	Nội dung phản ánh	Phạm vi diễn giải
Δ Sản lượng tổng hợp	Thay đổi của chỉ tiêu sản lượng tổng hợp trong nghiệm mô hình	Không phải dự báo sản lượng của từng ngành hoặc của nền kinh tế theo thời gian
Δ Giá trị gia tăng	Thay đổi của giá trị gia tăng tổng hợp	Không thay thế GDP và không xác định đóng góp của từng ngành
Δ LD	Chỉ số tổng hợp về điều chỉnh sử dụng lao động	Không phải số việc làm mất đi, tỷ lệ thất nghiệp hoặc thay đổi tổng cung lao động
Δ KD	Chỉ số tổng hợp về điều chỉnh sử dụng vốn	Không phải lượng vốn vật chất mất đi hoặc thay đổi tổng trữ lượng vốn

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh



Hình 3.14. Thay đổi các chỉ tiêu lao động và vốn tổng hợp theo α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\theta = 0,5$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Hình 3.14 trình bày Δ LD và Δ KD tại cùng giá 250.000 VNĐ/tCO₂, $\theta = 0,5$. Cả hai chỉ số thay đổi mạnh hơn khi α giảm. Hình chỉ nhằm so sánh quy

mô điều chỉnh tương đối giữa các kịch bản, không biểu thị số việc làm hoặc lượng vốn thực tế.

3.2.3. Cơ chế lan tỏa tác động của ETS giữa các ngành

Tác động giữa các ngành được hình thành qua hai nhóm kênh liên kết trong mô hình. Kênh thứ nhất là tác động trực tiếp đến các nhóm ngành được gắn nghĩa vụ ETS. Khi mức giá các-bon hoặc giá trị ETS ròng sau phân bổ thay đổi, cân bằng giá trị sản xuất của nhóm công nghiệp và ngành điện thay đổi theo các phương trình tại Chương II. Đối với ngành điện, quy mô tác động qua giá còn phụ thuộc vào hệ số truyền dẫn θ .

Kênh thứ hai là tác động gián tiếp qua liên kết đầu vào - đầu ra. Điện và sản phẩm công nghiệp là đầu vào trung gian của nhiều hoạt động sản xuất; do đó, thay đổi giá tương đối làm thay đổi chi phí trung gian, cầu hàng hóa và sản lượng của các ngành sử dụng đầu vào này. Sự điều chỉnh sản lượng tiếp tục làm thay đổi nhu cầu lao động, vốn và thu nhập yếu tố, từ đó lan tỏa đến tiêu dùng hộ gia đình và các cân đối kinh tế vĩ mô. Vì vậy, ngay cả các ngành không được gắn trực tiếp nghĩa vụ ETS vẫn chịu tác động thông qua mạng lưới liên kết sản xuất và cầu cuối cùng.

Mức độ phơi nhiễm của từng ngành phụ thuộc vào vị trí của ngành trong cấu trúc SAM, đặc biệt là tỷ trọng điện và các đầu vào chịu ảnh hưởng trong chi phí trung gian, đồng thời phụ thuộc vào khả năng thay thế giữa các yếu tố và hàng hóa được quy định trong mô hình. Các ngành sử dụng nhiều điện hoặc có liên kết đầu vào lớn với các ngành chịu nghĩa vụ trực tiếp có xu hướng nhận tác động chi phí rõ hơn; ngược lại, các ngành có mức phụ thuộc thấp hơn chịu tác động chủ yếu qua các kênh thu nhập, cầu và cân bằng chung.

Đối với nông nghiệp, công nghiệp và dịch vụ, kết quả cần được hiểu ở cấp các khối ngành của SAM. Mô hình hiện tại không phân tách công nghiệp theo trình độ công nghệ, mức thâm dụng điện hoặc ngành cấp 1/cấp 2; do đó không

có cơ sở để suy ra mức tác động định lượng riêng cho các phân ngành như thép, xi măng, hóa chất hoặc công nghiệp công nghệ cao từ kết quả của nhóm tổng hợp. Việc phân tổ sâu hơn sẽ đòi hỏi xây dựng lại SAM và hiệu chỉnh lại mô hình.

Trong phạm vi luận án, phân tích liên ngành vì vậy tập trung vào cơ chế truyền dẫn và phản ứng của các khối ngành hiện có, thay vì mở rộng mức phân tổ. Cách tiếp cận này cho phép nhận diện nguồn gốc của tác động lan tỏa nhưng không thay thế đánh giá chi tiết ở cấp ngành hoặc doanh nghiệp..

Đối chiếu với các nghiên cứu đã tổng quan, kết quả các hoạt động gần nghĩa vụ ETS và thâm dụng điện chịu tác động mạnh hơn phần còn lại của nền kinh tế phù hợp về hướng với bằng chứng quốc tế về các ngành thâm dụng năng lượng và thương mại trong EU ETS của Martin, Muûls, de Preux và Wagner [64], [65] và Dechezleprêtre và cộng sự [42]. Đối với Việt Nam, kết quả nhất quán về cơ chế với phân tích của Do Thang Nam và Burke [44] về tác động của các lựa chọn thiết kế ETS đến ngành thâm dụng năng lượng, nghiên cứu của Vu Kim Ngan [96] về sức ép chi phí các-bon đối với hàng xuất khẩu, và báo cáo HERMIN [14] về nhiệt điện, sắt thép và xi măng. Do phạm vi ngành, năm dữ liệu và thiết kế kịch bản khác nhau, việc đối chiếu chỉ thực hiện theo hướng và cơ chế tác động, không so sánh trực tiếp các giá trị phần trăm.

3.3. Tác động đối với ngành điện và cơ chế hạch toán truyền dẫn giá trị ETS ròng

3.3.1. Quy tắc hạch toán truyền dẫn giá trị ETS ròng của ngành điện

Trong mô hình, ngành điện là ngành duy nhất có cân bằng giá trị sản xuất được điều chỉnh theo θ . Theo công thức (2.8), phần θ nhân với giá trị ETS ròng sau phân bổ miễn phí của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện; phần còn lại, bằng $(1 - \theta)$ nhân với $ETS_BAL(ELEC)$, được ghi nhận tại FIN_GAP_ELEC và đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ. θ được sử dụng như một

tham số kịch bản thể chế để mô phỏng các mức phản ánh khác nhau qua kênh giá trong điều kiện giá điện chịu điều tiết. Quy tắc này không mô tả trực tiếp thủ tục điều chỉnh giá bán lẻ điện hoặc hành vi của từng doanh nghiệp điện lực.

Trong bảng kết quả tổng hợp, bằng chứng về truyền dẫn chỉ được nhận diện gián tiếp qua các chỉ tiêu hạ nguồn và biến hạch toán, gồm CPI, GDP, chỉ tiêu sản lượng và FIN_GAP_ELEC . Tại mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\alpha = 100\%$, khi θ tăng từ 0,1 lên 1,0, mức tăng CPI tăng từ 0,0291% lên 0,0814% và mức giảm GDP tăng từ 0,0238% lên 0,0666%. Kết quả phù hợp với cơ chế truyền dẫn mạnh hơn trong cấu trúc mô hình, nhưng không cho phép xác định mức thay đổi của PP(ELEC), giá điện tương đối hoặc giá bán lẻ điện thực tế.

3.3.2. Giá trị ETS ròng của ngành điện sau phân bổ miễn phí

Giá trị ETS ròng sau phân bổ miễn phí của ngành điện, $ETS_BAL(ELEC)$, được xác định theo công thức (2.3) và có thể suy ra từ FIN_GAP_ELEC theo quan hệ $ETS_BAL(ELEC) = FIN_GAP_ELEC / (1 - \theta)$ với $\theta < 1$. Tại mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\theta = 0,3$, giá trị này bằng -1.507 tỷ VNĐ tại $\alpha = 100\%$, -196 tỷ VNĐ tại $\alpha = 90\%$ và +2.296 tỷ VNĐ tại $\alpha = 80\%$ trên thang đo tiền tệ của mô hình. Dấu của biến phản ánh tương quan giữa phát thải mô hình hóa của ngành điện và lượng hạn ngạch miễn phí được phân bổ theo sản lượng năm cơ sở. Đây là giá trị hạch toán nội bộ của mô hình, không phải doanh thu bán hạn ngạch hoặc số tiền giao dịch thực tế.

3.3.3. Phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện

FIN_GAP_ELEC là phần $ETS_BAL(ELEC)$ chưa được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện theo θ , bằng $(1 - \theta)$ nhân với $ETS_BAL(ELEC)$. Trong toàn lưới kịch bản, biến này dao động từ -48.447 tỷ VNĐ tại kịch bản (2.500.000 VNĐ/tCO₂, $\theta = 0,1$, $\alpha = 100\%$) đến +4.552 tỷ VNĐ tại kịch bản (2.500.000 VNĐ/tCO₂, $\theta = 0,1$, $\alpha = 80\%$), và bằng 0 khi $\theta = 1$. Các giá trị được

biểu diễn trên thang đo tiền tệ của mô hình. Giá trị dương hoặc âm chỉ phản ánh phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá theo quy tắc hạch toán, không mặc nhiên tương ứng với lỗ, lợi nhuận hoặc dòng tiền của doanh nghiệp điện.

3.3.4. Phạm vi diễn giải quy mô và dấu của *FIN_GAP_ELEC*

FIN_GAP_ELEC phụ thuộc vào mức giá các-bon, α , θ và sản lượng cân bằng của ngành điện. Do hệ số cường độ phát thải được thiết lập theo cách điệu hóa và mô hình không mô phỏng báo cáo tài chính doanh nghiệp điện, giá trị tuyệt đối của biến chỉ được sử dụng để so sánh giữa các kịch bản trong cùng thang đo. Luận án không đối chiếu *FIN_GAP_ELEC* với doanh thu, giá trị tăng thêm, lỗ hoặc nhu cầu bù chi phí thực tế của ngành điện.

Bảng 3.8 lựa chọn chín kịch bản đại diện để minh họa sự thay đổi của *FIN_GAP_ELEC* theo giá, α và θ . Ở cùng θ , độ lớn và dấu của biến thay đổi theo mức giá và tỷ lệ phân bổ miễn phí; ở θ thấp, phần giá trị ETS ròng chưa được phản ánh qua giá có độ lớn lớn hơn. Các giá trị trong bảng chỉ phục vụ so sánh nội bộ giữa các kịch bản và không được sử dụng để suy ra quy mô tài chính thực tế của ngành điện.

Bảng 3.8. *FIN_GAP_ELEC* tại một số kịch bản đại diện

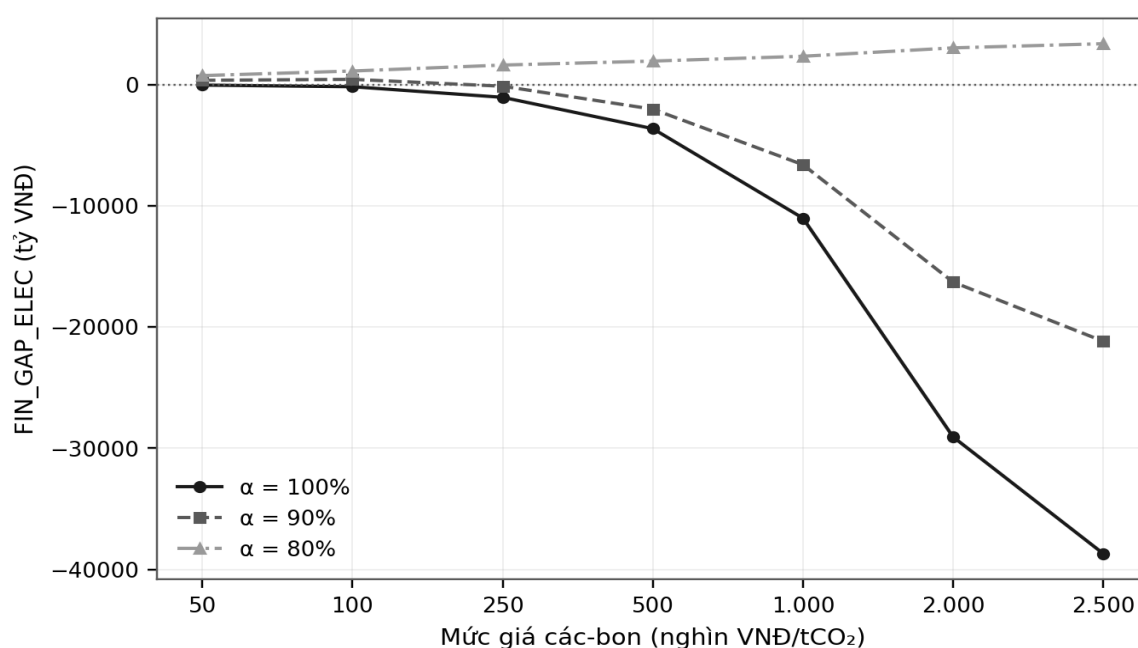
Giá các-bon (nghìn VNĐ/tCO ₂)	θ	α (%)	<i>FIN_GAP_ELEC</i> (tỷ VNĐ)	Dấu
250	0,3	100	-1.055	Âm
250	0,3	90	-137	Âm
250	0,3	80	1.607	Dương
1.000	0,3	100	-11.024	Âm
1.000	0,3	90	-6.612	Âm
1.000	0,3	80	2.334	Dương
2.500	0,1	100	-48.447	Âm
2.500	0,1	90	-26.791	Âm
2.500	0,1	80	4.552	Dương

Nguồn: Kết quả tính toán và tổng hợp của nghiên cứu sinh

Dấu âm cho biết phát thải mô hình hóa của ngành điện thấp hơn lượng hạn

ngạch miễn phí được xác định theo sản lượng năm cơ sở; dấu dương cho biết phát thải mô hình hóa cao hơn lượng phân bổ. Cả hai trường hợp đều là vị thế hạch toán theo mô hình. Việc chuyển vị thế này thành dòng tiền còn phụ thuộc vào giao dịch, điều kiện sử dụng hạn ngạch và các quy định thị trường chưa được mô phỏng.

Hình 3.15 thể hiện FIN_GAP_ELEC theo mức giá các-bon tại $\theta = 0,3$. Cấu trúc dấu của biến phụ thuộc đồng thời vào α và mức giá. Tại $\alpha = 100\%$, FIN_GAP_ELEC âm trong toàn bộ 35 kịch bản có $\theta < 1$ và độ lớn tăng theo giá; tại $\alpha = 80\%$, biến dương trong cả 35 kịch bản; tại $\alpha = 90\%$, dấu chuyển từ dương ở các mức giá thấp sang âm từ mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂ trở lên. Mẫu hình này phản ánh tác động đồng thời của lượng phân bổ theo năm cơ sở và sự thu hẹp sản lượng, không phải diễn biến tài chính thực tế của ngành điện.



Hình 3.15. FIN_GAP_ELEC theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,3$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.3.5. Tương tác giữa các tham số kịch bản đối với ngành điện

Mức giá các-bon và tỷ lệ phân bổ miễn phí là các tham số thiết kế kịch bản

ETS, trong khi θ là tham số kích bản thể chế về mức truyền dẫn. Vai trò của các tham số trong mô hình được tổng hợp tại Bảng 3.9.

Bảng 3.9. Kênh tác động của các tham số kích bản trong mô hình

Tham số	Kênh tác động trực tiếp	Kênh tác động gián tiếp	Chỉ tiêu phản ánh
Giá các-bon	Giá trị bằng tiền gắn với một đơn vị phát thải mô hình hóa	Giá tương đối, cầu, sản lượng và các dòng hạch toán ETS	GDP, CPI, phát thải mô hình hóa, TCO2T
Tỷ lệ phân bổ miễn phí α	Giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ theo quy tắc mô hình	Quy mô cú sốc và vị thế hạch toán; chưa bao gồm chi phí cơ hội	GDP, CPI, TCO2T, FIN_GAP_ELEC
Tham số thể chế θ	Tỷ lệ giá trị ETS ròng ngành điện đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện	Phân bổ giữa kênh giá và phần đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ	CPI và FIN_GAP_ELEC; bằng chứng truyền dẫn gián tiếp

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

Bảng 3.10 minh họa tương tác giữa θ và α tại mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂. Giá trị hạn ngạch miễn phí chỉ phụ thuộc trực tiếp vào α vì lượng phân bổ được xác định theo sản lượng năm cơ sở. Khi θ tăng, độ lớn của FIN_GAP_ELEC giảm dần và bằng 0 tại $\theta = 1,0$, đồng thời CPI thay đổi theo nghiệm cân bằng. TCO2T thay đổi theo θ do giá tương đối và sản lượng cân bằng thay đổi, nhưng chênh lệch giữa các mức α vẫn rõ hơn trong lát cắt này. Các giá trị hạch toán trong bảng được biểu diễn theo thang đo tiền tệ của mô hình.

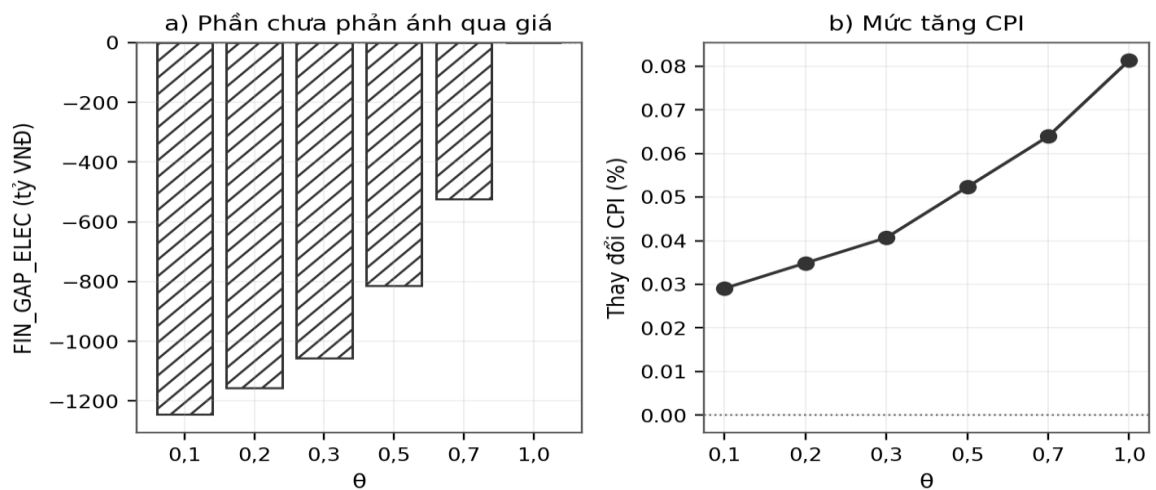
Bảng 3.10. FIN_GAP_ELEC, TCO2T, giá trị hạn ngạch miễn phí và thay đổi CPI theo θ và α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

θ	α (%)	FIN_GAP_ELEC	TCO2T	Giá trị hạn ngạch miễn phí	Δ CPI
0,1	100	-1.244	-20.243	623.704	+0,0291
0,1	90	-2	+7.561	561.334	+0,1162
0,1	80	+2.212	+51.170	498.963	+0,2317
0,3	100	-1.055	-22.071	623.704	+0,0407
0,3	90	-137	+4.716	561.334	+0,1627
0,3	80	+1.607	+48.803	498.963	+0,3244
0,5	100	-814	-23.837	623.704	+0,0523

θ	α (%)	FIN_GAP_ELEC	TCO2T	Giá trị hạn ngạch miễn phí	Δ CPI
0,5	90	-186	+2.151	561.334	+0,2092
0,5	80	+1.078	+46.743	498.963	+0,4171
1,0	100	0	-27.995	623.704	+0,0814
1,0	90	0	-3.269	561.334	+0,3254
1,0	80	0	+42.608	498.963	+0,6488

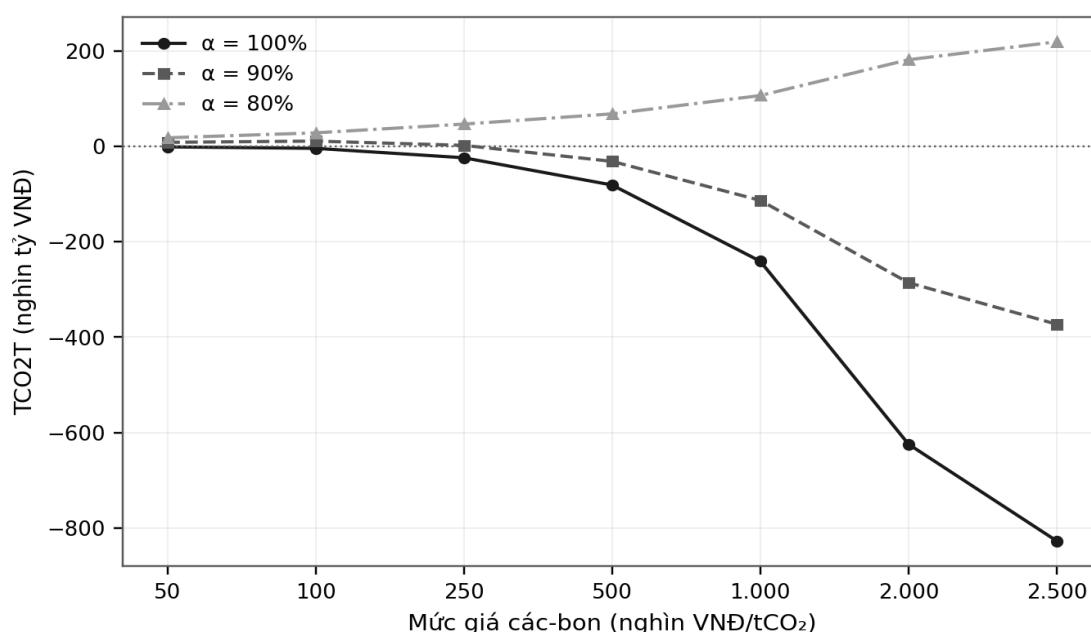
Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Hình 3.16 minh họa tại $\alpha = 100\%$: khi θ tăng, FIN_GAP_ELEC tiến dần về 0, trong khi CPI tăng trong lát cắt được xem xét. Kết quả thể hiện sự thay đổi đồng thời giữa phần giá trị ETS ròng chưa được phản ánh qua giá điện và tác động hạ nguồn trong nghiệm cân bằng.



Hình 3.16. FIN_GAP_ELEC và thay đổi CPI theo hệ số truyền dẫn θ , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\alpha = 100\%$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

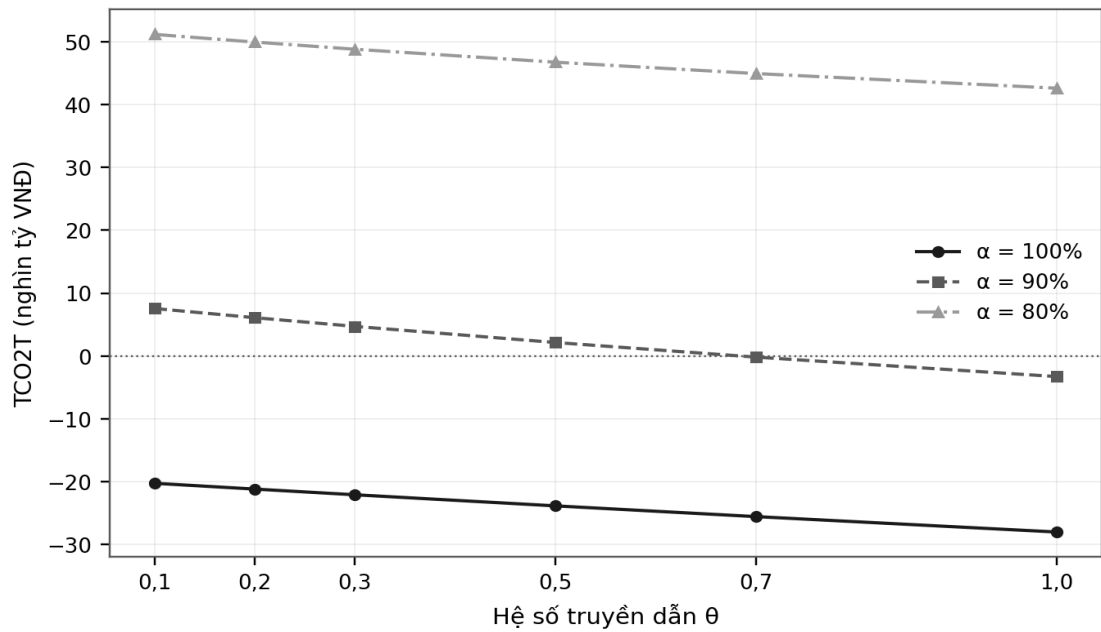


Hình 3.17. Giá trị TCO2T theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,5$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Bên cạnh FIN_GAP_ELEC, TCO2T và giá trị hạn ngạch miễn phí giúp mô tả vì sao dấu của các biến hạch toán thay đổi giữa các kịch bản. Hình 3.17 cho thấy tại $\theta = 0,5$, TCO2T âm ở $\alpha = 100\%$ và dương ở $\alpha = 80\%$ trên toàn dải giá; đường $\alpha = 90\%$ chuyển từ dương sang âm giữa 250.000 và 500.000 VNĐ/tCO₂. Kết quả phản ánh đồng thời thay đổi lượng phân bổ và sự thu hẹp sản lượng, không phải khoản thu hoặc nghĩa vụ tài chính thực tế.

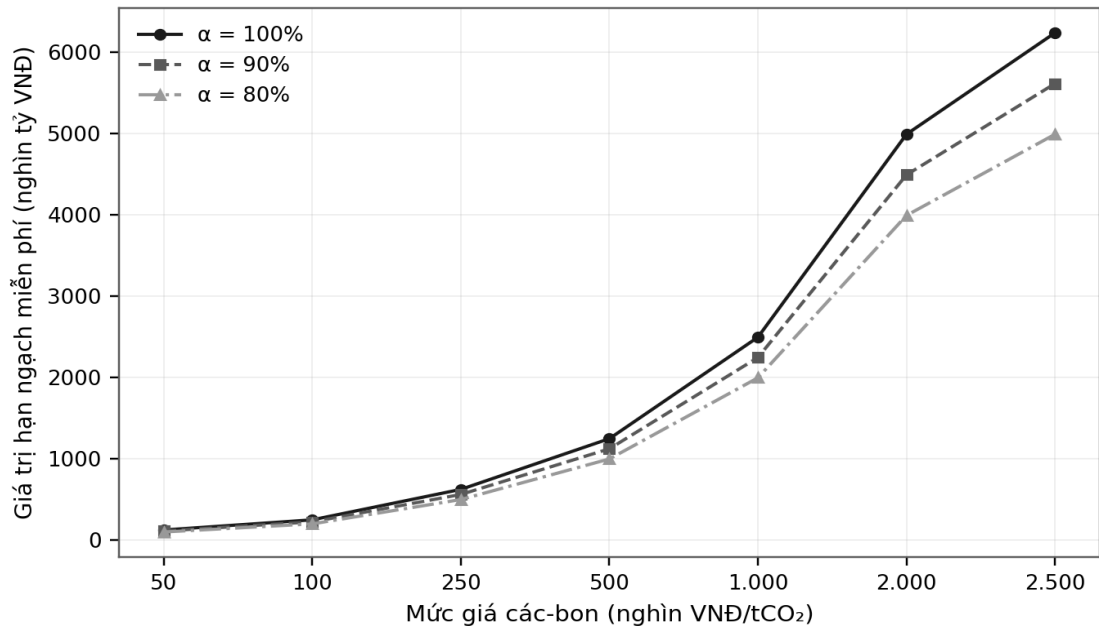
TCO2T còn thay đổi theo θ do θ làm thay đổi giá tương đối, sản lượng cân bằng và các dòng hạch toán đối ứng. Hình 3.18 cho thấy tại cùng mức giá và α , biên độ theo θ nhỏ hơn chênh lệch giữa các mức α nhưng không bằng 0. Vì vậy, θ không chỉ làm thay đổi FIN_GAP_ELEC mà còn tác động gián tiếp đến các biến cân bằng và TCO2T.



Hình 3.18. Giá trị TCO2T theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

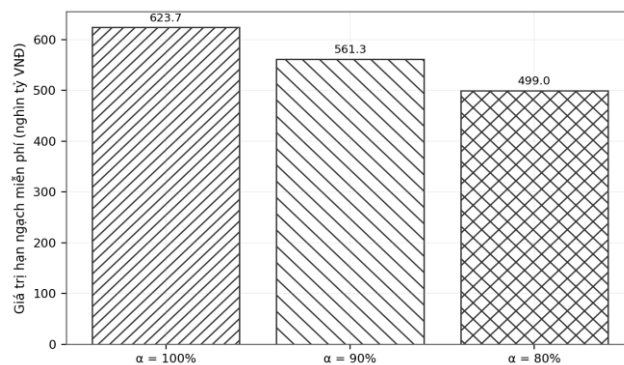
Giá trị hạch toán của hạn ngạch miễn phí phụ thuộc trực tiếp vào mức giá và tỷ lệ α , nhưng không phụ thuộc trực tiếp vào θ vì lượng phân bổ được xác định theo sản lượng năm cơ sở. Hình 3.19 minh họa quan hệ trong thang đo của mô hình. Giá trị trình bày không đồng nhất với thu nhập có thể thực hiện trên thị trường thứ cấp và chưa phản ánh chi phí cơ hội của hạn ngạch miễn phí.



Hình 3.19. Giá trị hạn ngạch miễn phí theo mức giá các-bon tại ba mức α

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

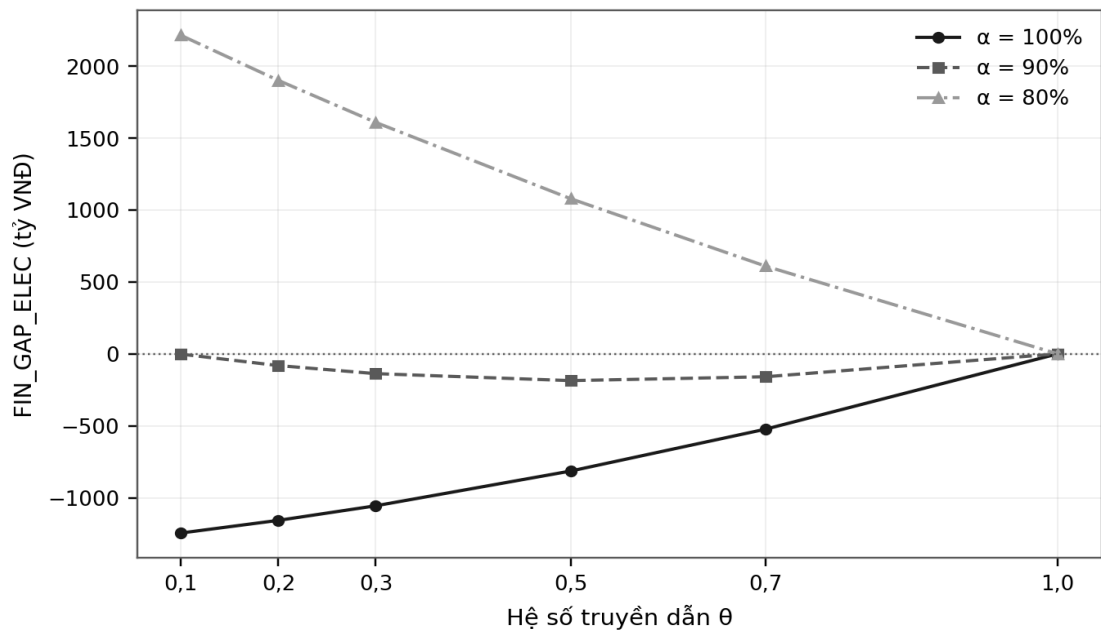
Hình 3.20 trình bày giá trị hạch toán của lượng hạn ngạch miễn phí tại mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂. Chênh lệch giữa các mức α phản ánh trực tiếp lượng phân bổ theo sản lượng năm cơ sở. Các giá trị chỉ được sử dụng để mô tả cấu trúc hạch toán của mô hình, không phải khoản thu nhập hoặc tài sản đã được thực hiện trên thị trường.



Hình 3.20. Giá trị hạn ngạch miễn phí tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Hình 3.21 trình bày FIN_GAP_ELEC theo θ tại mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂. Khi θ tăng, độ lớn tuyệt đối của biến giảm và tiến về 0. Hướng tiếp cận 0 khác nhau theo α : đường $\alpha = 100\%$ đi lên từ vùng âm, đường $\alpha = 80\%$ đi xuống từ vùng dương, còn $\alpha = 90\%$ nằm gần 0. Kết quả cho thấy θ phân bổ phần giá trị ETS ròng của ngành điện giữa kênh giá và phân đối ứng ngoài kênh giá, nhưng không quyết định dấu của vị thế ETS ròng.



Hình 3.21. FIN_GAP_ELEC theo hệ số truyền dẫn θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Bảng 3.11. Cấu trúc dấu của FIN_GAP_ELEC trong lưới kịch bản

Tỷ lệ α	$\theta < 1$	Dấu FIN_GAP_ELEC theo dải giá	Nhận xét
100%	0,1–0,7	Âm ở cả 7 mức giá	Phát thải mô hình hóa thấp hơn lượng phân bổ miễn phí
90%	0,1–0,7	Dương tại 50–100 nghìn; âm từ 250 nghìn trở lên	Điểm chuyển dấu nằm giữa 100 và 250 nghìn VNĐ/tCO ₂
80%	0,1–0,7	Dương ở cả 7 mức giá	Nghĩa vụ sau phân bổ vẫn dương
Mọi α	1,0	Bằng 0	Toàn bộ ETS_BAL(ELEC) được đưa qua kênh giá theo quy ước

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.3.6. Giá trị phân tích và giới hạn bằng chứng về truyền dẫn

Các kết quả tại mục này trả lời câu hỏi nghiên cứu thứ nhất trên phương diện phương pháp. So với cấu trúc PEP-1-1 không có khối điều chỉnh riêng cho giá điện chịu điều tiết, phần mở rộng cho phép mô phỏng các mức phản ánh khác nhau của giá trị ETS ròng ngành điện qua kênh giá, đồng thời theo dõi phần chưa được phản ánh qua giá tại FIN_GAP_ELEC. Cách hạch toán này làm thay đổi nghiệm cân bằng qua cả kênh chi phí – giá và kênh tiết kiệm Chính phủ – đầu tư.

Đối chiếu với các nghiên cứu đã tổng quan tại Chương I, việc xem xét nhiều mức truyền dẫn phù hợp với bằng chứng quốc tế cho thấy mức phản ánh chi phí các-bon vào giá điện phụ thuộc vào cấu trúc thị trường, cơ chế điều tiết và thời điểm điều chỉnh [86], [48], [54], [27], [34]. Luận án không ước lượng θ cho Việt Nam mà sử dụng θ như một tham số kịch bản thể chế. Vì vậy, đóng góp của phần mở rộng nằm ở khả năng phân tích có điều kiện về cấu trúc truyền dẫn và hạch toán, không phải ở việc xác định hệ số truyền dẫn thực tế.

3.4. Tác động đến phát thải khí nhà kính

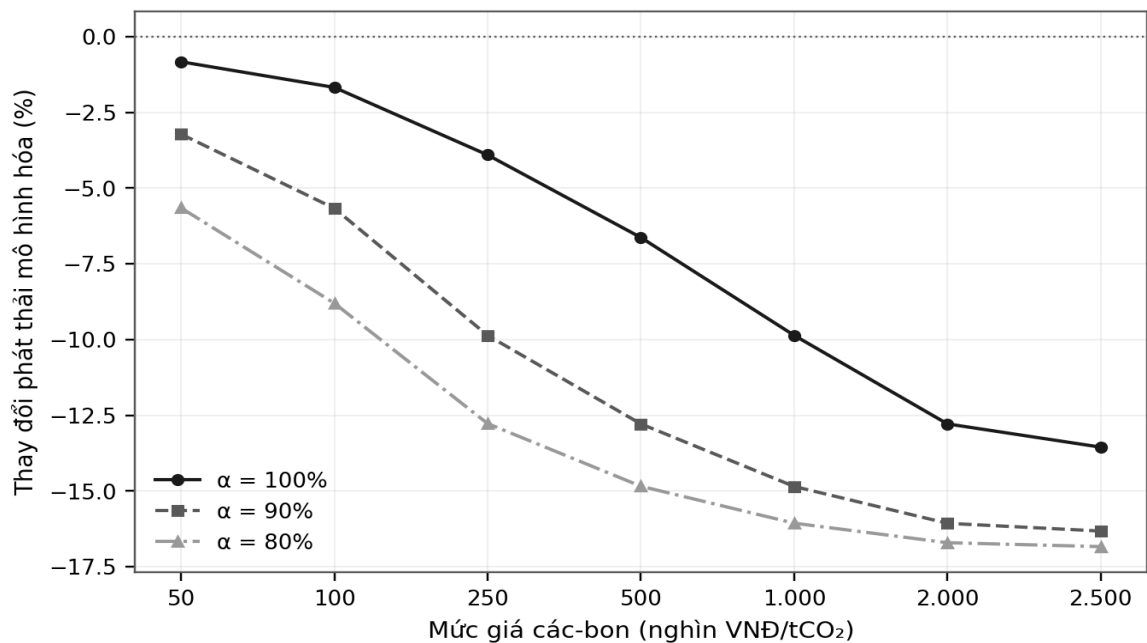
3.4.1. Mức giảm phát thải mô hình hóa trong lưới kịch bản

Chỉ tiêu phát thải trong luận án được xác định từ hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa và sản lượng hạch toán của các nhóm ngành thuộc khối ETS trong mô hình. Do các hệ số này không được hiệu chỉnh từ dòng nhiên liệu vật lý, sản lượng điện hoặc kiểm kê phát thải cùng phạm vi, kết quả tại Mục 3.4 chỉ phản ánh mức thay đổi tương đối của chỉ tiêu phát thải mô hình hóa giữa các trạng thái cân bằng. Các tỷ lệ dưới đây không phải lượng giảm phát thải được xác định theo MRV, không thay thế kiểm kê quốc gia và không được đối chiếu trực tiếp với mức giảm phát thải của NDC.

Phát thải trong luận án được tính bằng hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa, có đơn vị theo sản lượng chuẩn của mô hình, đối với hai ngành gắn nghĩa

vụ ETS. Các hệ số chưa được hiệu chỉnh từ tỷ lệ giữa phát thải và sản lượng thực tế cùng phạm vi. Vì vậy, kết quả dưới đây là phát thải mô hình hóa, được sử dụng để so sánh tỷ lệ thay đổi giữa các kịch bản; không đồng nhất với số liệu kiểm kê khí nhà kính quốc gia, không cung cấp lượng phát thải tuyệt đối và không bao hàm kênh giảm phát thải do đổi mới công nghệ trong nội bộ ngành.

Trong toàn lưới kịch bản, phát thải mô hình hóa giảm từ 0,6793% tại kịch bản có mức tác động thấp nhất đến 16,9257% tại kịch bản có mức tác động cao nhất. Phân theo mức giảm, 11 kịch bản đạt mức giảm dưới 2%, 32 kịch bản đạt từ 2% đến dưới 8% và 83 kịch bản đạt từ 8% trở lên. Hình 3.22 thể hiện quan hệ giữa mức giảm phát thải mô hình hóa và mức giá các-bon tại $\theta = 0,5$ cho ba mức α .

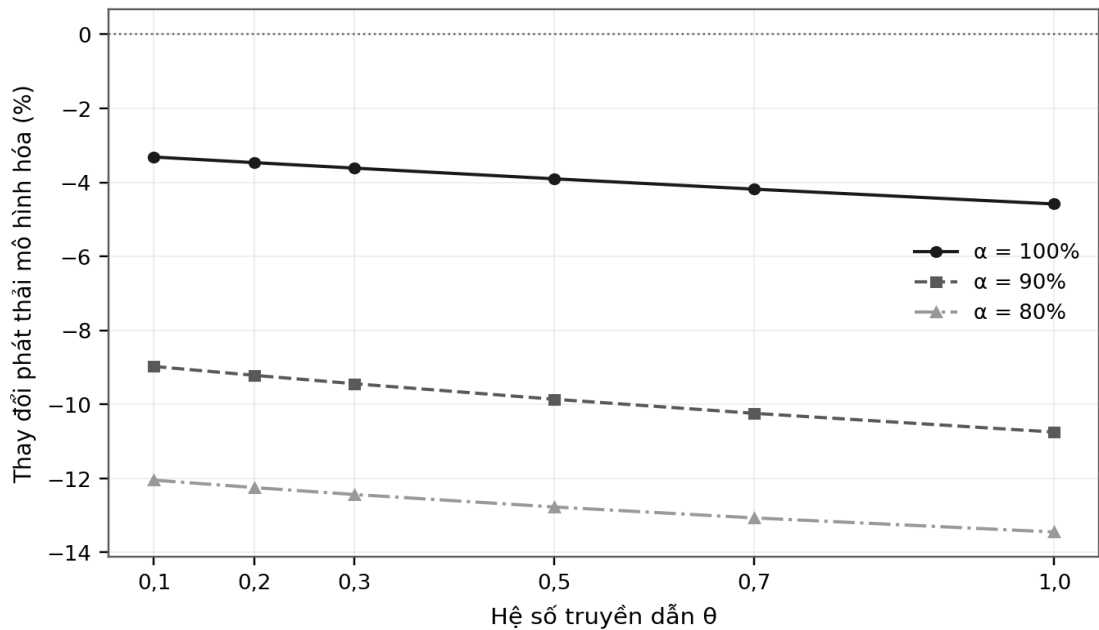


Hình 3.22. Thay đổi phát thải mô hình hóa theo mức giá các-bon tại ba mức α , với $\theta = 0,5$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Hình 3.23 trình bày lát cắt theo θ tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂. Mức giảm phát thải mô hình hóa tăng khi θ tăng, nhưng khoảng cách giữa các mức θ nhỏ

hơn đáng kể so với khoảng cách giữa các mức α . Kết quả cho thấy trong lát cắt này, θ chủ yếu điều chỉnh cấu trúc truyền dẫn và tác động hạ nguồn, trong khi α làm thay đổi mạnh hơn giá trị ETS ròng sau phân bổ theo quy tắc hạch toán của mô hình.



Hình 3.23. Thay đổi phát thải mô hình hóa theo θ tại ba mức α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.4.2. Vai trò của mức giá các-bon

Mức giảm phát thải tăng theo mức giá các-bon trong mọi tổ hợp (θ , α), nhưng mức phản ứng giảm dần rõ rệt. Tại $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$, hệ số thay đổi của phát thải theo khoảng giá, tính trên mỗi 100.000 VNĐ/tCO₂ tăng thêm theo quy ước tại công thức (2.17), giảm từ 1,55 điểm phần trăm trong khoảng giá 50.000–100.000 VNĐ/tCO₂ xuống 1,05 điểm phần trăm trong khoảng 250.000–500.000 VNĐ/tCO₂, 0,30 điểm phần trăm trong khoảng 1.000.000–2.000.000 VNĐ/tCO₂ và 0,16 điểm phần trăm trong khoảng 2.000.000–2.500.000 VNĐ/tCO₂. Kết quả cho thấy trong cấu trúc mô hình, mỗi bước tăng giá tiếp theo tạo ra mức giảm phát thải bổ sung nhỏ dần. Do mô hình không nội

sinh hóa thay đổi công nghệ và không phân tách chi tiết các hoạt động trong từng ngành, không thể quy đặc điểm này cho một nhóm công nghệ hoặc khả năng thay thế cụ thể.

3.4.3. Vai trò của tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí

Tại cùng mức giá và θ , mức giảm phát thải mô hình hóa tăng khi α giảm. Tại giá 50.000 VNĐ/tCO₂ và $\theta = 0,5$, mức giảm tăng từ 0,8275% tại $\alpha = 100\%$ lên 3,2159% tại $\alpha = 90\%$ và 5,6519% tại $\alpha = 80\%$. Trong quy tắc của mô hình, α thấp hơn làm thay đổi giá trị ETS ròng sau phân bổ, qua đó làm tác động đến giá, sản lượng và phát thải mô hình hóa lớn hơn. Kết quả này không bao gồm chi phí cơ hội của hạn ngạch miễn phí; vì vậy, không được khái quát thành tác động chung của mọi phương thức phân bổ trong một ETS có giao dịch. Ở mức giá 2.500.000 VNĐ/tCO₂ và $\theta = 0,5$, ba mức α cho mức giảm lần lượt 13,5511%, 16,3209% và 16,8348%, cho thấy chênh lệch thu hẹp ở vùng kết quả phát thải cao của lưới mô phỏng.

3.4.4. Vai trò của hệ số truyền dẫn

So với giá và α , θ có tác động nhỏ hơn đến tổng mức giảm phát thải mô hình hóa nhưng làm thay đổi cường độ của kênh lan tỏa qua điện. Tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\alpha = 100\%$, khi θ tăng từ 0,1 lên 1,0, mức giảm phát thải tăng từ 3,3148% lên 4,5841%. Tham số θ không được xem là một công cụ giảm phát thải độc lập, mà là tham số kích bản thể chế về mức truyền dẫn.

3.4.5. Đối chiếu định tính với thông tin chi phí giảm phát thải biên

Thông tin từ đường chi phí giảm phát thải biên (MACC) của ngành điện tại Bảng 2.4 chỉ được sử dụng như nguồn tham khảo định tính về sự khác biệt giữa các nhóm giải pháp công nghệ. Do các giá trị MAC có thể khác nhau về năm giá, đường cơ sở, tỷ lệ chiết khấu, phạm vi công nghệ và phương pháp tính, luận án không so sánh trực tiếp các mức giá kích bản với giá trị USD/tCO₂ hoặc sử dụng MACC để khẳng định một mức giá cụ thể sẽ kích hoạt một công

nghe cụ thể. Mô hình CGE không lựa chọn công nghệ và không nội sinh hóa đầu tư; vì vậy, việc đối chiếu chỉ hỗ trợ thảo luận bối cảnh, không phải kiểm định định lượng dài giá.

Đối chiếu rộng hơn với các nghiên cứu đã tổng quan tại Chương I, kết quả giá các-bon cao hơn dẫn đến mức giảm phát thải lớn hơn với chi phí kinh tế tăng nhanh hơn phù hợp với các nghiên cứu CGE về ETS tại Trung Quốc của Lin và Jia [61], [62] và các nghiên cứu mô phỏng đa kịch bản khác [53], [58], [59], [63]. Bằng chứng thực nghiệm từ các thị trường đang vận hành như EU ETS [46], [47], [31], RGGI [71] và thị trường thí điểm Trung Quốc [36] cũng ghi nhận tác động giảm phát thải có ý nghĩa của định giá các-bon. Do phát thải của luận án là phát thải mô hình hóa qua kênh sản lượng, các so sánh trên có giá trị về hướng; mức giảm phần trăm cụ thể không so sánh trực tiếp được với số liệu kiểm kê của các thị trường thực.

3.4.6. Quan hệ giữa mức giảm phát thải tăng thêm và tác động kinh tế

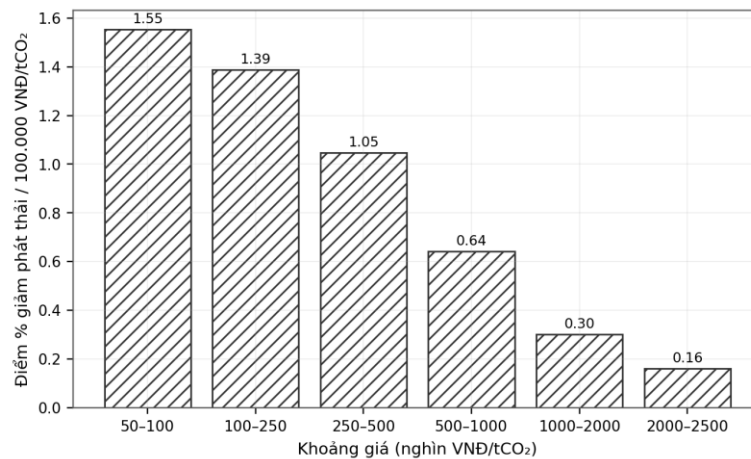
Để làm rõ mức phản ứng giảm dần theo giá, Bảng 3.12 tính mức giảm phát thải mô hình hóa và mức giảm GDP tăng thêm trên mỗi 100.000 VNĐ/tCO₂ tại lát cắt $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$. Mức giảm GDP tăng thêm gần như không đổi trong lát cắt này, trong khi mức giảm phát thải bổ sung giảm qua các khoảng giá. Kết quả mô tả quan hệ đánh đổi trong lưới kịch bản, không phải chi phí giảm phát thải biên bằng tiền trên một tấn CO₂.

Các tỷ số này chỉ là chỉ tiêu mô tả quan hệ giữa hai đầu ra của cùng một cấu trúc mô hình; không phải chi phí kinh tế để giảm một đơn vị phát thải vật lý và không hàm ý nền kinh tế thực tế phải giảm GDP để đạt mục tiêu giảm phát thải. Trong thực tế, đổi mới công nghệ, chuyển đổi nhiên liệu và đầu tư mới có thể tạo ra các kênh giảm phát thải mà mô hình hiện tại chưa phản ánh.

Bảng 3.12. Mức thay đổi biên theo các khoảng giá tại $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$

Khoảng giá (nghìn VNĐ/tCO ₂)	Mức giảm phát thải tăng thêm (điểm %/100 nghìn)	Mức giảm GDP tăng thêm (điểm %/100 nghìn)
50–100	1,5546	0,0133
100–250	1,3889	0,0133
250–500	1,0473	0,0133
500–1000	0,6417	0,0133
1000–2000	0,3006	0,0133
2000–2500	0,1613	0,0133

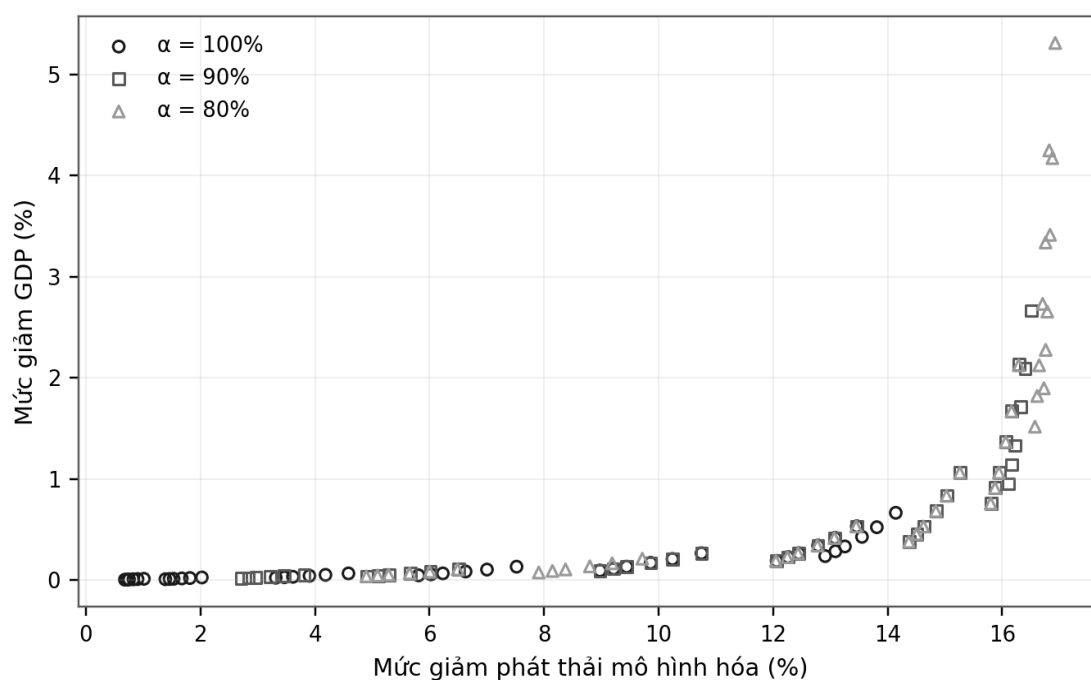
Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh



Hình 3.24. Mức giảm phát thải bổ sung trên mỗi 100.000 VNĐ/tCO₂ theo khoảng giá

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

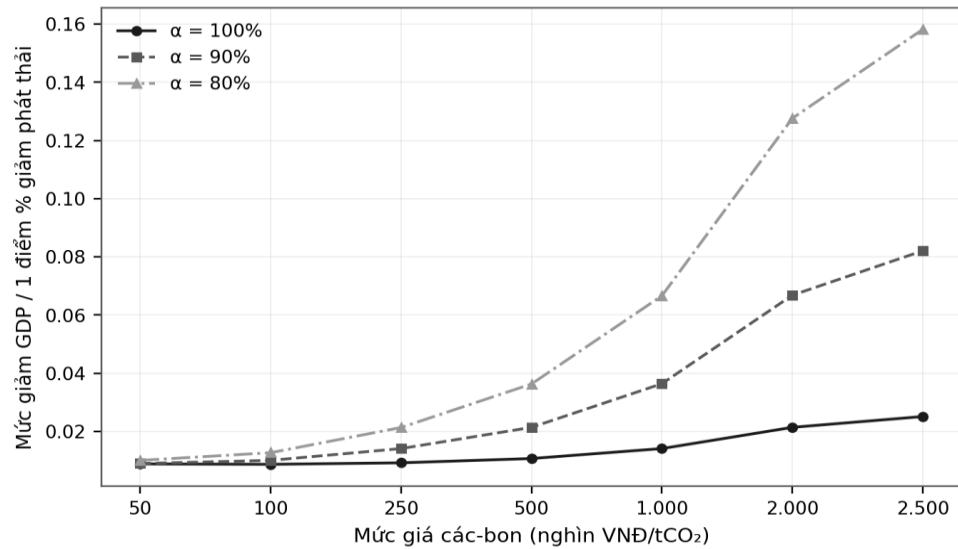
Quan hệ giữa mức giảm phát thải mô hình hóa và mức giảm GDP của toàn bộ 126 kịch bản được trình bày tại Hình 3.25. Các điểm dịch chuyển lên trên và sang phải khi quy mô tác động của kịch bản tăng. Ở vùng giảm phát thải thấp, mức giảm phát thải bổ sung tương đối lớn đi kèm thay đổi GDP nhỏ; ở vùng giảm phát thải trên khoảng 15%, mức giảm GDP tiếp tục tăng trong khi kết quả môi trường bổ sung thu hẹp. Đây là quan hệ mô tả trong lưới kịch bản, không phải đường chi phí giảm phát thải biên hoặc đường biên tối ưu.



Hình 3.25. Quan hệ giữa mức giảm phát thải mô hình hóa và mức giảm GDP trong 126 kịch bản

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

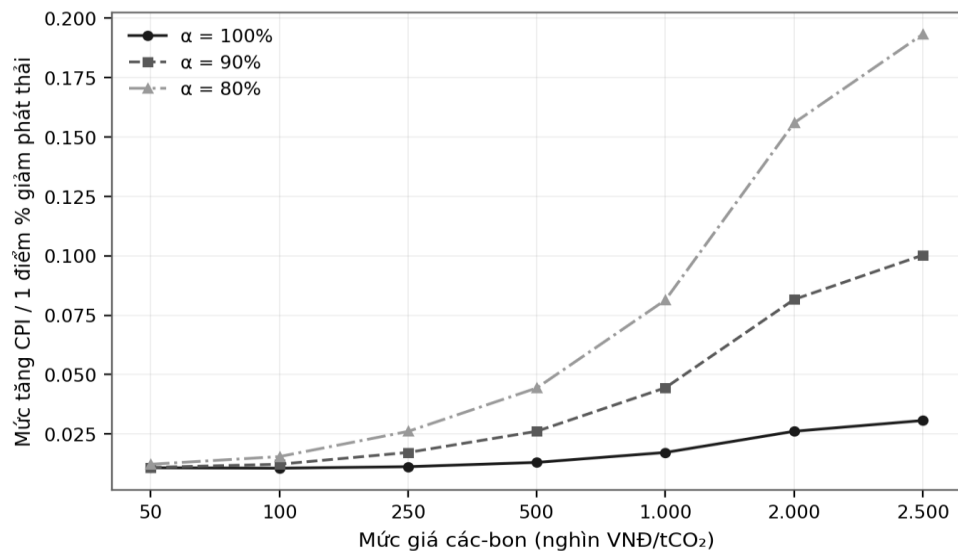
Một cách mô tả khác là đặt mức giảm GDP và mức tăng CPI trên một điểm phần trăm giảm phát thải. Các tỷ lệ này không phải chi phí tiền tệ trên một tấn CO_2 , mà chỉ phản ánh quy mô tác động kinh tế tương đối so với kết quả môi trường trong cùng cấu trúc mô hình.



Hình 3.26. Mức giảm GDP trên một điểm phần trăm giảm phát thải theo giá, với $\theta = 0,3$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Hình 3.26 cho thấy tỷ lệ này tăng theo giá, đặc biệt tại $\alpha = 80\%$. Ở vùng giá cao, phát thải bổ sung giảm chậm lại trong khi GDP tiếp tục giảm gần tuyến tính, làm tỷ lệ tác động kinh tế trên kết quả môi trường tăng lên.



Hình 3.27. Mức tăng CPI trên một điểm phần trăm giảm phát thải theo giá, với $\theta = 0,3$

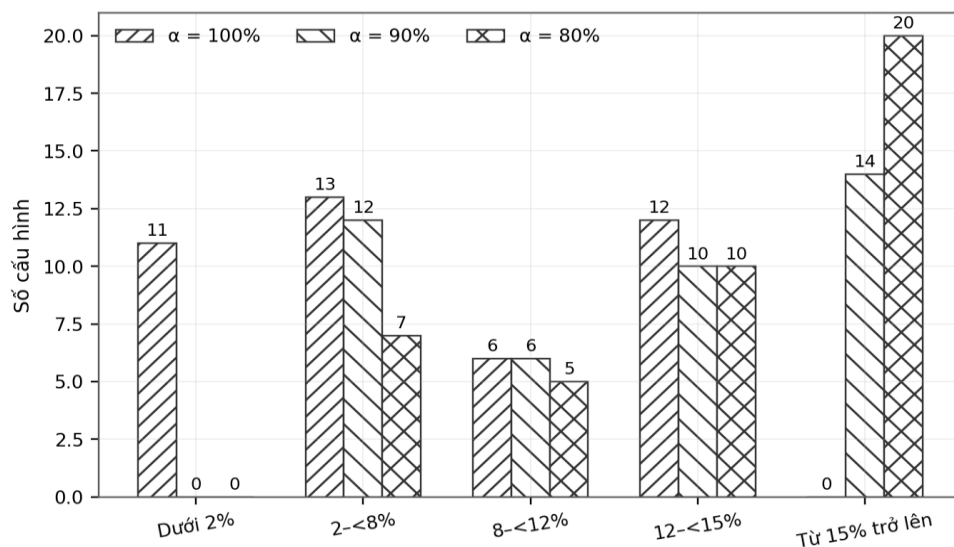
Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Phân bố theo các khoảng giảm phát thải tại Bảng 3.13 và Hình 3.28 cho thấy phần lớn kịch bản $\alpha = 80\%$ nằm trong vùng giảm từ 12% trở lên, trong khi $\alpha = 100\%$ phân bố rộng hơn ở các vùng thấp và trung bình. Kết quả phản ánh sự dịch chuyển của không gian kịch bản khi tỷ lệ phân bổ miễn phí thay đổi theo quy tắc hạch toán của mô hình.

Bảng 3.13. Phân bố kịch bản theo mức giảm phát thải và α

Nhóm mức giảm phát thải	$\alpha = 100\%$	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 80\%$	Tổng
<2%	11	0	0	11
2-<8%	13	12	7	32
8-<12%	6	6	5	17
12-<15%	12	10	10	32
$\geq 15\%$	0	14	20	34

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh



Hình 3.28. Số kịch bản theo nhóm giảm phát thải và α

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.5. Kết quả chuỗi mô phỏng bán động minh họa theo ba kỳ giai đoạn 2025–2030

Ngoài lưới 126 kịch bản tĩnh, luận án thực hiện một chuỗi mô phỏng tuần tự qua ba kỳ. Ở mỗi lần giải, mức giá các-bon, α và θ được xác định theo lộ

trình giả định; trạng thái đầu vào được chuyển tiếp theo các quy tắc đã trình bày tại Chương II, trong đó lao động và năng suất thay đổi theo tỷ lệ giả định, còn vốn được xác định theo quy tắc tích lũy có sử dụng kết quả đầu tư của kỳ trước. Chuỗi này không có đường cơ sở không-ETS riêng cho từng kỳ. Vì vậy, kết quả phản ánh đồng thời trạng thái kinh tế được chuyển tiếp và tổ hợp tham số của từng lần giải; không được diễn giải là tác động riêng của ETS hoặc của một tham số.

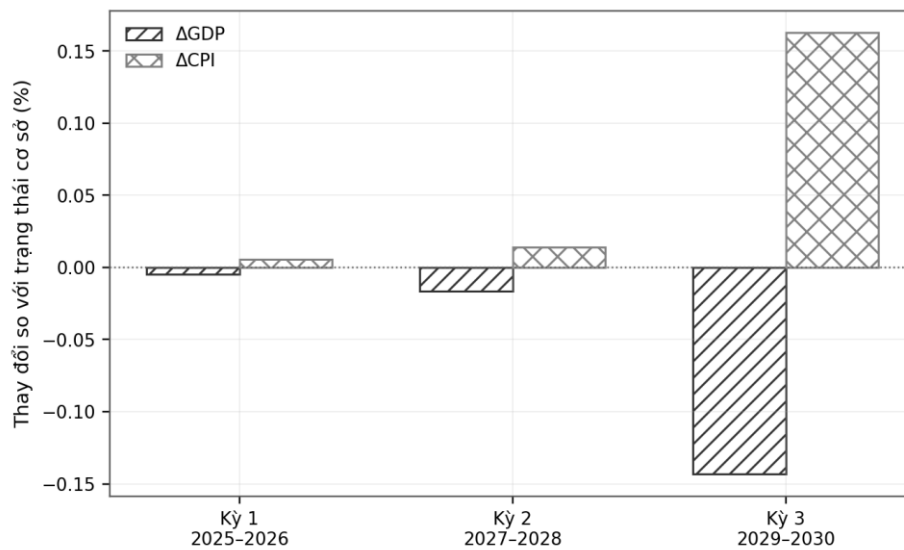
3.5.1. Kết quả GDP và CPI trong chuỗi ba kỳ

Bảng 3.14 trình bày các tham số và kết quả GDP, CPI trong ba lần giải. Δ GDP lần lượt là $-0,0048\%$, $-0,0164\%$ và $-0,1432\%$; Δ CPI lần lượt là $+0,0058\%$, $+0,0139\%$ và $+0,1627\%$. Do trạng thái đầu vào và tổ hợp tham số thay đổi giữa các lần giải, các tỷ lệ chỉ được sử dụng để mô tả nghiệm tại từng kỳ; không được cộng trực tiếp thành kết quả tích lũy và không đại diện cho chênh lệch so với một đường cơ sở không-ETS cùng kỳ.

Bảng 3.14. Kết quả GDP và CPI trong chuỗi mô phỏng bán động qua ba kỳ

Kỳ	Giai đoạn	Giá các-bon (VNĐ/tCO ₂)	θ	α (%)	Δ GDP (%)	Δ CPI (%)
Kỳ 1	2025–2026	50.000	0,1	100	$-0,0048$	$+0,0058$
Kỳ 2	2027–2028	100.000	0,2	100	$-0,0164$	$+0,0139$
Kỳ 3	2029–2030	250.000	0,3	90	$-0,1432$	$+0,1627$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh



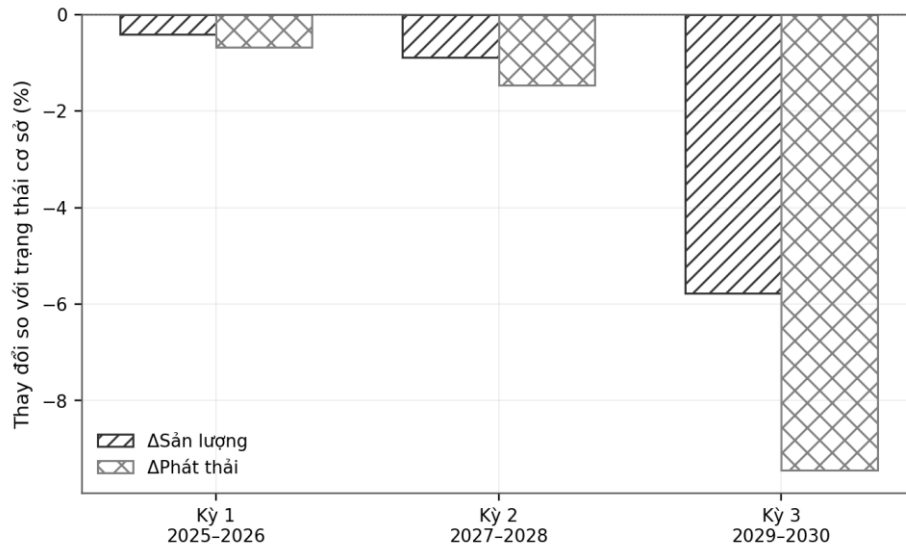
Hình 3.29. Thay đổi GDP và CPI trong chuỗi mô phỏng bán động qua ba kỳ

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Mức thay đổi tại kỳ thứ ba lớn hơn hai kỳ trước. Tuy nhiên, chênh lệch đồng thời phản ánh giá tăng lên 250.000 VNĐ/tCO₂, α giảm xuống 90%, θ tăng lên 0,3 và trạng thái đầu vào được chuyển tiếp theo quy tắc của mô hình. Vì vậy, không thể quy riêng bước thay đổi cho ETS, cho việc giảm α hoặc cho bất kỳ tham số đơn lẻ nào. Vai trò riêng của từng tham số được xem xét trên các lát cắt tĩnh giữ các điều kiện còn lại cố định tại Mục 3.6.

3.5.2. Kết quả sản lượng và phát thải trong chuỗi mô phỏng ba kỳ

Chỉ tiêu sản lượng tổng hợp giảm lần lượt 0,4154%, 0,8922% và 5,7782%; phát thải mô hình hóa giảm lần lượt 0,6793%, 1,4588% và 9,4408%. Hình 3.30 cho thấy hai chỉ tiêu có mức thay đổi lớn hơn ở kỳ thứ ba. Đây là kết quả tổng hợp của trạng thái đầu vào được chuyển tiếp và tổ hợp tham số của từng lần giải, không phải quỹ đạo dự báo sản lượng hoặc phát thải quốc gia.



Hình 3.30. Thay đổi sản lượng tổng hợp và phát thải mô hình hóa trong chuỗi ba kỳ

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

So với kịch bản tính có cùng tổ hợp tham số, một số giá trị của chuỗi bán động khác nhau do trạng thái đầu vào của lần giải đã thay đổi. Kết quả cho thấy nghiệm phụ thuộc vào cấu trúc và quy mô của nền kinh tế tại thời điểm mô phỏng. Tuy nhiên, chuỗi hiện tại không cho phép phân rã chênh lệch thành phần do chuyển tiếp vốn, lao động, năng suất và phần do ETS.

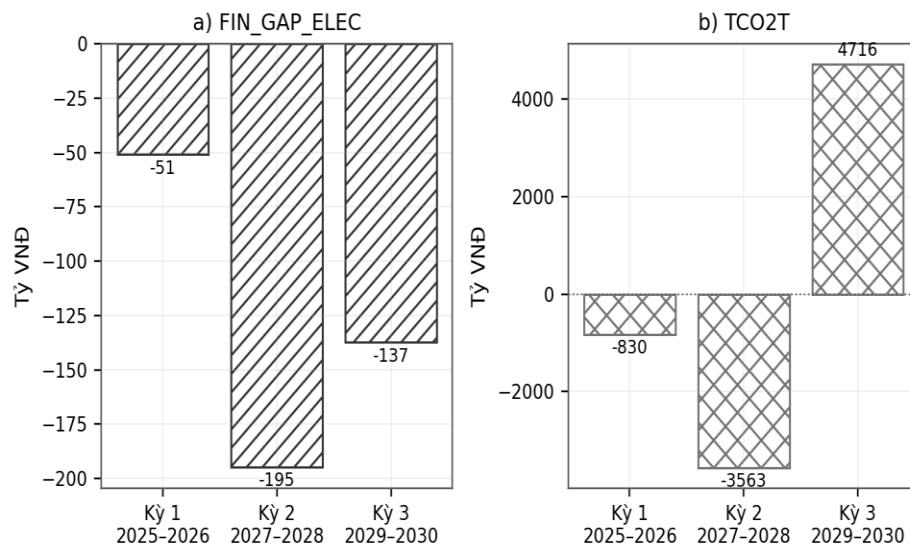
3.5.3. Kết quả hạch toán ETS trong chuỗi mô phỏng ba kỳ

FIN_GAP_ELEC lần lượt là -51, -195 và -137 tỷ VNĐ; TCO2T lần lượt là -830, -3.563 và +4.716 tỷ VNĐ trên thang đo tiền tệ của mô hình. Sự thay đổi dấu và quy mô của hai biến phản ánh đồng thời mức giá, α , θ , sản lượng cân bằng và trạng thái được chuyển tiếp. Các giá trị không được diễn giải là lỗ của ngành điện, doanh thu ngân sách hoặc dòng tiền thực tế.

Bảng 3.15. Các biến hạch toán ETS, sản lượng và phát thải trong ba kỳ

Kỳ	Giai đoạn	FIN_GAP_ELEC (tỷ VNĐ)	TCO2T (tỷ VNĐ)	Δ Sản lượng (%)	Δ Phát thải (%)
Kỳ 1	2025–2026	–51	–830	–0,4154	–0,6793
Kỳ 2	2027–2028	–195	–3.563	–0,8922	–1,4588
Kỳ 3	2029–2030	–137	+4.716	–5,7782	–9,4408

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh



Hình 3.31. FIN_GAP_ELEC và TCO2T trong chuỗi mô phỏng bán động

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Kỳ thứ ba có TCO2T dương nhưng FIN_GAP_ELEC vẫn âm. Kết quả này cho thấy vị thế hạch toán của toàn bộ các ngành và riêng ngành điện không nhất thiết cùng dấu. TCO2T là tổng ETS_BAL của các ngành, còn FIN_GAP_ELEC chỉ phản ánh phần ETS_BAL của ngành điện chưa đi qua kênh giá. Vì vậy, hai biến cần được đọc đồng thời nhưng không thay thế cho nhau.

3.5.4. Giới hạn và phạm vi diễn giải kết quả chuỗi mô phỏng bán động

Chuỗi ba kỳ chỉ có chức năng minh họa sự thay đổi của nghiệm khi trạng thái đầu vào và các tham số kích bản được cập nhật tuần tự. Đây không phải thiết kế phản thực nhằm đo lường tác động ETS theo thời gian.

Do luận án không xây dựng đường cơ sở không-ETS tương ứng cho từng kỳ, chênh lệch giữa các lần giải phản ánh đồng thời sự thay đổi của vốn, lao động, năng suất, trạng thái đầu vào và cấu hình giá các-bon, α , θ . Vì vậy, không thể quy toàn bộ khác biệt GDP, CPI, sản lượng hoặc chỉ tiêu phát thải giữa các kỳ cho ETS.

Các kết quả của chuỗi không được sử dụng để cộng dồn tác động qua thời gian, xác định tác động thuần hoặc tác động tích lũy của ETS, hoặc dự báo quỹ đạo kinh tế Việt Nam giai đoạn 2025–2030. Giá trị của phân tích nằm ở việc minh họa tính phụ thuộc của nghiệm mô hình vào trạng thái đầu vào và trình tự cập nhật.

Để lượng hóa tác động ETS cùng kỳ trong một khung bán động hoặc động, nghiên cứu tiếp theo cần xây dựng đồng thời một đường cơ sở không-ETS và một đường chính sách ETS dưới cùng các giả định tăng trưởng cho từng kỳ, sau đó so sánh hai trạng thái tương ứng.

3.6. Phân tích độ nhạy của kết quả theo các tham số kịch bản

Phân tích độ nhạy được thực hiện trên ba lát cắt một chiều đã xác định tại Chương II. Mỗi lát cắt thay đổi một tham số và giữ hai tham số còn lại cố định. Mức giá các-bon và α là các tham số thiết kế kịch bản ETS; θ là tham số kịch bản thể chế về mức truyền dẫn. Kết quả cho biết hướng và mức phản ứng cục bộ trong lưới, không phải phân tích bất định toàn cục, không gắn xác suất cho các kịch bản và không cho phép xếp hạng phổ quát các tham số có đơn vị khác nhau.

3.6.1. Độ nhạy theo mức giá các-bon

Tại lát cắt $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$, các nghiệm mô hình cho thấy mức thay đổi của GDP, CPI và tiêu dùng có dạng gần tuyến tính theo các mức giá được khảo sát, trong khi sản lượng và chỉ tiêu phát thải mô hình hóa thể hiện phản ứng giảm dần. Dạng phản ứng này là đặc tính của cấu trúc mô hình và miền

tham số đang xét, không được diễn giải như một quan hệ thực nghiệm ổn định của nền kinh tế Việt Nam. Bảng 3.16 cho thấy khi giá tăng từ 50.000 lên 2.500.000 VNĐ/tCO₂, mức giảm GDP tăng từ 0,0067% lên 0,3329%; mức giảm phát thải tăng từ 0,7534% lên 13,2532%. FIN_GAP_ELEC và TCO2T thay đổi theo cả đơn giá hạch toán và trạng thái sản lượng, phát thải mô hình hóa.

Bảng 3.16. Lát cắt độ nhạy theo mức giá các-bon, với $\theta = 0,3$ và $\alpha = 100\%$

Giá (nghìn VNĐ/tCO ₂)	Δ GDP (%)	Δ CPI (%)	Δ Tiêu dùng (%)	Δ Sản lượng (%)	Δ Phát thải (%)	FIN_GAP (tỷ VNĐ)	TCO2T (tỷ VNĐ)
50	-0,0067	+0,0081	-0,0108	-0,4609	-0,7534	-44	-920
100	-0,0133	+0,0163	-0,0216	-0,9363	-1,5307	-179	-3.739
250	-0,0333	+0,0407	-0,0541	-2,2108	-3,6141	-1.055	-22.071
500	-0,0666	+0,0814	-0,1082	-3,8130	-6,2323	-3.639	-76.120
1000	-0,1332	+0,1627	-0,2164	-5,7782	-9,4408	-11.024	-230.616
2000	-0,2664	+0,3254	-0,4328	-7,6241	-12,4468	-29.069	-608.091
2500	-0,3329	+0,4068	-0,5410	-8,1213	-13,2532	-38.690	-809.358

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Mức giảm phát thải bổ sung trên mỗi 100.000 VNĐ/tCO₂ giảm theo khoảng giá như trình bày tại Bảng 3.12. Vì vậy, phản ứng gần tuyến tính của GDP và CPI trong lát cắt không đồng nghĩa với kết quả môi trường tăng tuyến tính. Ở vùng giá cao, tác động vĩ mô tiếp tục tăng trong khi phần giảm phát thải bổ sung thu hẹp trong cấu trúc mô hình.

3.6.2. Độ nhạy theo tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí

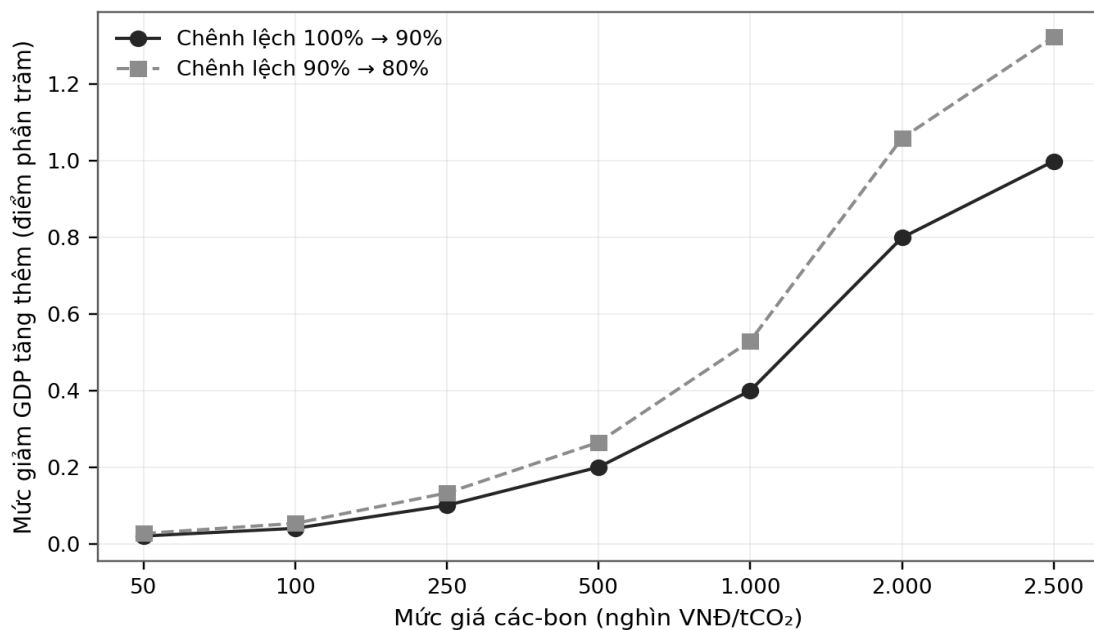
Tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\theta = 0,5$, việc giảm α từ 100% xuống 90% làm mức giảm GDP tăng thêm 0,1284 điểm phần trăm và mức giảm phát thải tăng thêm 5,9576 điểm phần trăm; bước giảm tiếp từ 90% xuống 80% làm GDP giảm thêm 0,1702 điểm phần trăm và phát thải giảm thêm 2,9113 điểm phần trăm. Phản ứng theo α không đối xứng giữa hai bước 10 điểm phần trăm. Kết quả có điều kiện theo quy tắc trừ hạn ngạch miễn phí khỏi giá trị ETS ròng và chưa bao gồm chi phí cơ hội của hạn ngạch.

Bảng 3.17. Lát cắt độ nhạy theo α , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\theta = 0,5$

α (%)	Δ GDP (%)	Δ CPI (%)	Δ Tiêu dùng (%)	Δ Sản lượng (%)	Δ Phát thải (%)	FIN_GAP (tỷ VNĐ)	TCO2T (tỷ VNĐ)
100	-0,0428	+0,0523	-0,0696	-2,3881	-3,9033	-814	-23.837
90	-0,1712	+0,2092	-0,2782	-6,0374	-9,8609	-186	+2.151
80	-0,3414	+0,4171	-0,5547	-7,8279	-12,7722	+1.078	+46.743

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Ảnh hưởng của α tăng theo mức giá. Hình 3.32 biểu diễn chênh lệch GDP giữa các bước α tại $\theta = 0,3$: ở giá thấp, khoảng cách giữa các mức α nhỏ; ở giá cao, khoảng cách mở rộng gần tỷ lệ thuận với giá. Điều này có nghĩa là cùng một thay đổi 10 điểm phần trăm của α tạo ra quy mô tác động khác nhau tùy mức giá các-bon đi kèm.



Hình 3.32. Mức giảm GDP tăng thêm khi giảm α , với $\theta = 0,3$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.6.3. Độ nhạy theo tham số kích bản thể chế θ

Tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\alpha = 100\%$, khi θ tăng từ 0,1 lên 1,0, mức giảm GDP tăng từ 0,0238% lên 0,0666%, CPI tăng từ 0,0291% lên 0,0814%

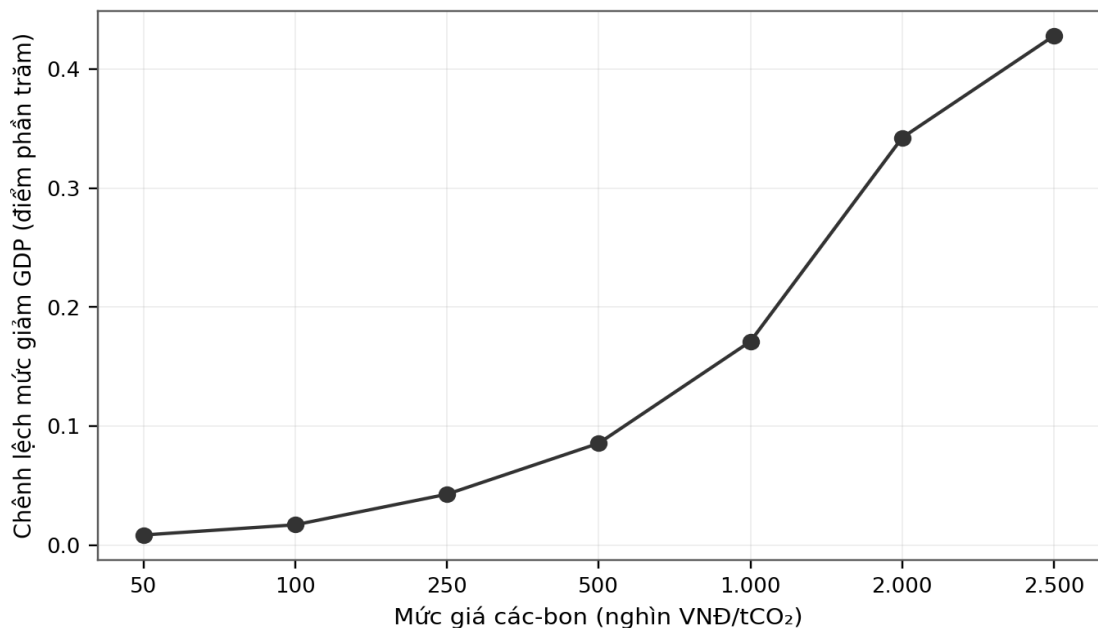
và phát thải mô hình hóa giảm từ 3,3148% lên 4,5841%. Thay đổi rõ nhất thuộc về cấu trúc hạch toán: FIN_GAP_ELEC tiến từ -1.244 tỷ VNĐ về 0.

Bảng 3.18. Lát cắt độ nhạy theo θ , với giá các-bon 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\alpha = 100\%$

θ	Δ GDP (%)	Δ CPI (%)	Δ Tiêu dùng (%)	Δ Sản lượng (%)	Δ Phát thải (%)	FIN_GAP (tỷ VNĐ)	TCO2T (tỷ VNĐ)
0,1	-0,0238	+0,0291	-0,0386	-2,0272	-3,3148	-1.244	-20.243
0,2	-0,0285	+0,0349	-0,0464	-2,1198	-3,4657	-1.156	-21.165
0,3	-0,0333	+0,0407	-0,0541	-2,2108	-3,6141	-1.055	-22.071
0,5	-0,0428	+0,0523	-0,0696	-2,3881	-3,9033	-814	-23.837
0,7	-0,0523	+0,0639	-0,0850	-2,5595	-4,1827	-523	-25.543
1,0	-0,0666	+0,0814	-0,1082	-2,8058	-4,5841	0	-27.995

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Ảnh hưởng của θ đến GDP tăng theo mức giá trong lát cắt được xem xét. Hình 3.33 cho thấy chênh lệch giữa $\theta = 0,1$ và $\theta = 1,0$ là 0,0086 điểm phần trăm GDP tại giá 50.000 VNĐ/tCO₂ và tăng lên 0,4281 điểm phần trăm tại giá 2.500.000 VNĐ/tCO₂. Vì vậy, θ không có một mức tác động cố định; kết quả phụ thuộc vào quy mô giá trị ETS ròng, cách đối ứng qua tài khoản Chính phủ và trạng thái cân bằng của mô hình.



Hình 3.33. Chênh lệch mức giảm GDP giữa $\theta = 0,1$ và $\theta = 1,0$ theo mức giá, với $\alpha = 100\%$

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

3.6.4. Phân tích tương tác giữa các tham số kịch bản

Ba lát cắt sử dụng ba bước đo khác nhau: 100.000 VNĐ/tCO₂ đối với giá, 10 điểm phần trăm đối với α và 0,1 đối với θ . Vì vậy, độ lớn của các sai phân không được dùng để khẳng định một tham số “quan trọng nhất” theo nghĩa phổ quát. Giá và α là các tham số thiết kế kịch bản ETS, còn θ phản ánh giả định thể chế về mức truyền dẫn. Kết luận được rút ra từ cách các tham số kết hợp trong từng lát cắt và hồ sơ kết quả tương ứng.

Các kết quả tại Hình 3.32, Hình 3.33 và Bảng 3.10 cho thấy tác động của α và θ đều phụ thuộc vào mức giá các-bon. Do đó, phân tích độ nhạy cần xem xét các tổ hợp tham số thay vì diễn giải từng tham số một cách tách biệt. Ba dạng tương tác chính được trình bày dưới đây.

1) Tương tác giữa mức giá các-bon và tỷ lệ phân bổ miễn phí

Mức giá các-bon xác định giá trị bằng tiền trên mỗi đơn vị phát thải, còn α xác định lượng hạn ngạch được phân bổ miễn phí theo sản lượng năm cơ sở. Vì vậy, cùng một bước giảm 10 điểm phần trăm của α tạo ra tác động nhỏ ở vùng giá thấp nhưng lớn hơn ở vùng giá cao. Hình 3.32 cho thấy tại $\theta = 0,3$, chênh lệch mức giảm GDP giữa $\alpha = 100\%$ và 90% tăng từ khoảng 0,02 điểm phần trăm ở giá 50.000 VNĐ/tCO₂ lên gần 1 điểm phần trăm ở giá 2.500.000 VNĐ/tCO₂. Chênh lệch giữa $\alpha = 90\%$ và 80% tăng còn nhanh hơn.

Tương tác này cũng xuất hiện đối với CPI và phát thải. Khi giá tăng, giảm α làm quy mô giá trị ETS rỗng thay đổi mạnh hơn, tác động đến giá tương đối và tổng cầu rõ hơn. Tuy nhiên, mức giảm phát thải bổ sung không tăng tỷ lệ thuận ở vùng giá cao do phản ứng phát thải đã chậm lại. Do đó, việc điều chỉnh α tại một mức giá cao có thể làm tác động vĩ mô tăng nhanh hơn mức cải thiện

môi trường bổ sung trong cấu trúc mô hình.

2) Tương tác giữa mức giá các-bon và tham số kịch bản thể chế θ

θ xác định tỷ lệ giá trị ETS ròng của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện. Khi giá các-bon thấp, quy mô giá trị được phân bổ giữa kênh giá và phần đối ứng ngoài kênh giá còn nhỏ, nên chênh lệch giữa $\theta = 0,1$ và $\theta = 1,0$ đối với GDP và CPI tương đối hạn chế. Khi giá tăng, cùng một thay đổi của θ làm dịch chuyển một giá trị lớn hơn, khiến khoảng cách giữa các kịch bản mở rộng. Hình 3.33 cho thấy chênh lệch mức giảm GDP giữa hai cận θ tăng từ 0,0086 điểm phần trăm tại giá 50.000 VNĐ/tCO₂ lên 0,4281 điểm phần trăm tại giá 2.500.000 VNĐ/tCO₂.

Đối với ngành điện, tương tác giá $\times \theta$ thể hiện ở FIN_GAP_ELEC: θ thấp giữ lại tỷ lệ lớn hơn của giá trị ETS ròng chưa phản ánh qua giá, còn giá cao làm độ lớn hạch toán của phần này tăng. Ý nghĩa của θ vì vậy phụ thuộc vào quy mô giá trị ETS ròng và quy tắc khép kín, không phải một tác động thể chế cố định.

3) Tương tác giữa tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí và tham số kịch bản thể chế θ

Tại một mức giá cố định, α chủ yếu làm thay đổi quy mô và dấu của giá trị ETS ròng sau phân bổ, trong khi θ xác định tỷ lệ của giá trị này được phản ánh qua cân bằng giá trị sản xuất điện. Bảng 3.10 cho thấy tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂, FIN_GAP_ELEC âm ở $\alpha = 100\%$, gần 0 ở $\alpha = 90\%$ và dương ở $\alpha = 80\%$ tại các mức θ thấp. Khi θ tăng lên 1, FIN_GAP_ELEC bằng 0 ở cả ba mức α , nhưng TCO₂T và CPI vẫn khác nhau do trạng thái cân bằng của toàn nền kinh tế không giống nhau.

α và θ không thay thế hoàn toàn cho nhau. Trong quy tắc của mô hình, tăng α làm thay đổi giá trị ETS ròng sau phân bổ, trong khi thay đổi θ phân chia phần giá trị ETS ròng của ngành điện giữa kênh giá và phần đối ứng qua tiết

kiệm Chính phủ. Vì vậy, tác động của mỗi kịch bản cần được xem xét đồng thời trên các chỉ tiêu kinh tế, môi trường và các biến hạch toán, thay vì suy luận từ riêng một tham số.

Bảng 3.19. Tổng hợp các dạng tương tác giữa các tham số kịch bản

Dạng tương tác	Biểu hiện trong kết quả	Ý nghĩa phân tích	Giới hạn diễn giải
Giá $\times \alpha$	Chênh lệch GDP, CPI và phát thải giữa các mức α mở rộng khi giá tăng	Giá và phân bổ cần được xem xét đồng thời	Không xác định mức α tối ưu; chưa phản ánh chi phí cơ hội
Giá $\times \theta$	Chênh lệch theo θ tăng khi giá tăng; FIN_GAP_ELEC có độ lớn lớn hơn ở θ thấp	θ phân bổ một giá trị ETS ròng có quy mô phụ thuộc vào giá	θ chưa được ước lượng
$\alpha \times \theta$	α ảnh hưởng quy mô và dấu; θ ảnh hưởng phần qua giá và phần đối ứng	Hai tham số điều chỉnh các khía cạnh khác nhau của mô hình	FIN_GAP_ELEC không phải lỗ hoặc lợi nhuận
Giá $\times \alpha \times \theta$	Kết quả của một tham số thay đổi theo tổ hợp hai tham số còn lại	Cần đánh giá theo hồ sơ nhiều chỉ tiêu	Không gán xác suất, không áp dụng Pareto và không tối ưu hóa

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp từ kết quả mô phỏng.

3.6.5. Tính nhất quán của kết quả và giới hạn của phân tích độ nhạy

Trong phạm vi 126 kịch bản, dấu của GDP, CPI, tiêu dùng và phát thải mô hình hóa không thay đổi; tác động theo giá, α và θ có tính đơn điệu trên các lát cắt được xem xét. Đây là tính nhất quán nội bộ của kết quả trong lưới tham số, không phải kiểm định độ vững đối với mọi giả định của mô hình.

Các tham số cấu trúc như độ co giãn thay thế, hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa, cấu trúc SAM, quy tắc khép kín và cách hạch toán TCO2T, FIN_GAP_ELEC được giữ cố định. Luận án không kiểm định các hệ số phát thải thay thế, chi phí cơ hội của hạn ngạch miễn phí hoặc các quy tắc khép kín tài khóa khác. Vì vậy, kết quả định lượng có điều kiện theo kịch bản mô hình hiện tại; phân tích không phải độ nhạy toàn cục và không gán xác suất với từng

kịch bản.

3.7. Thảo luận và tổng hợp kết quả nghiên cứu

Mục này tổng hợp kết quả tại Mục 3.1–3.6 nhằm làm rõ ba vấn đề: vai trò và sự tương tác giữa các tham số thiết kế kịch bản ETS với tham số thể chế về mức truyền dẫn; quan hệ đánh đổi giữa kết quả kinh tế, xã hội và môi trường; và mức độ phù hợp của kết quả với các nghiên cứu trước. Trên cơ sở đó, các câu hỏi nghiên cứu được trả lời theo một chuỗi bằng chứng thống nhất giữa đóng góp phương pháp, kết quả định lượng và hàm ý chính sách.

3.7.1. Vai trò và sự tương tác của các tham số kịch bản

Kết quả mô phỏng cho thấy mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí α và θ tác động qua các chức năng khác nhau nhưng có quan hệ chặt chẽ. Giá và α là các tham số thiết kế kịch bản ETS: giá xác lập giá trị bằng tiền trên một đơn vị phát thải mô hình hóa, còn α làm thay đổi giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ. θ là tham số kịch bản thể chế, xác định phần giá trị ETS ròng của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện và phần được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ.

Đối với mức giá các-bon, GDP, CPI và tiêu dùng hộ gia đình thay đổi gần tuyến tính trong từng lát cắt giữ α và θ cố định, trong khi sản lượng và phát thải có mức phản ứng giảm dần ở vùng giá cao. Điều này cho thấy giá tiếp tục làm tăng quy mô tác động kinh tế, nhưng mức giảm phát thải bổ sung trên mỗi bước tăng giá giảm dần. Vì vậy, hiệu quả tương đối của việc tăng giá không đồng nhất trên toàn dải kịch bản; cùng một bước tăng giá có ý nghĩa khác nhau tùy vị trí ban đầu của kịch bản.

Tỷ lệ phân bổ miễn phí α làm thay đổi trực tiếp giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ trong quy tắc của mô hình. Tại mức giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\theta = 0,3$, GDP giảm 0,0333% khi $\alpha = 100\%$, 0,1332% khi $\alpha = 90\%$ và 0,2655% khi $\alpha = 80\%$; mức giảm phát thải mô hình hóa tương ứng là 3,6141%, 9,4408%

và 12,4374%. Kết quả cho thấy giảm α làm tăng đồng thời tác động kinh tế và kết quả môi trường, nhưng mức thay đổi không tỷ lệ đơn giản giữa hai bước 100%–90% và 90%–80%. Đặc điểm này có điều kiện theo phân bổ dựa trên sản lượng năm cơ sở và việc mô hình chưa hạch toán chi phí cơ hội của hạn ngạch miễn phí.

θ chủ yếu làm thay đổi cách giá trị ETS ròng của ngành điện được phân bổ giữa kênh giá và phần đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ. Tại giá 250.000 VNĐ/tCO₂ và $\alpha = 100\%$, khi θ tăng từ 0,1 lên 1,0, mức giảm GDP tăng từ 0,0238% lên 0,0666%, CPI tăng từ 0,0291% lên 0,0814%, trong khi FIN_GAP_ELEC tiến từ -1.244 tỷ VNĐ về 0.

Các tương tác giữa tham số có ý nghĩa quan trọng hơn tác động riêng lẻ. Tác động của việc giảm α mở rộng khi giá các-bon tăng, vì cùng một lượng hạn ngạch không được phân bổ miễn phí được định giá ở mức cao hơn. Tương tự, ảnh hưởng của θ tăng theo giá do θ phân bổ một giá trị ETS ròng có quy mô lớn hơn. Giữa α và θ , α làm thay đổi vị thế ETS ròng sau phân bổ, còn θ phân bổ phần vị thế của ngành điện giữa kênh giá và phần đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ.

Không có tham số đơn lẻ nào quyết định đầy đủ hồ sơ kết quả của một kịch bản. Giá và α cùng xác lập quy mô tác động theo quy tắc của mô hình; θ làm thay đổi cấu trúc truyền dẫn và hạch toán. Vì vậy, việc đánh giá cần dựa trên tổ hợp ba tham số và xem xét đồng thời kết quả kinh tế, môi trường, ngành điện và điều kiện khép kín của mô hình.

3.7.2. Phân tích tổng hợp kết quả kinh tế, xã hội và môi trường của các kịch bản

Các kịch bản đã được phân nhóm theo mức giảm GDP tại Mục 3.1.6. Việc phân nhóm dưới đây được sử dụng để xem xét đồng thời mức tăng CPI, mức giảm tiêu dùng, kết quả giảm phát thải mô hình hóa và các biến hạch toán ETS.

Các khoảng GDP chỉ là công cụ mô tả không gian kết quả, không phải ngưỡng an toàn, tiêu chí ưu thế Pareto, giới hạn pháp lý hoặc mức chính sách được khuyến nghị.

Bảng 3.20. Phân nhóm 126 kịch bản theo mức giảm GDP

Nhóm mức giảm GDP	Số kịch bản	Mức giảm phát thải (%)	Mức tăng CPI (%)	Đặc điểm chính
<0,1%	42	0,68–8,98	0,0058–0,1162	Chủ yếu giá thấp và α cao
0,1–<0,5%	41	6,49–14,51	0,1278–0,5578	Trải rộng nhiều mức giá, phụ thuộc α và θ
0,5–<1%	16	13,45–16,11	0,6392–1,1621	Chủ yếu giá trung bình – cao với α 90% hoặc 80%
$\geq 1\%$	27	15,26–16,93	1,2975–6,4877	Chủ yếu giá cao với α 90% hoặc 80%

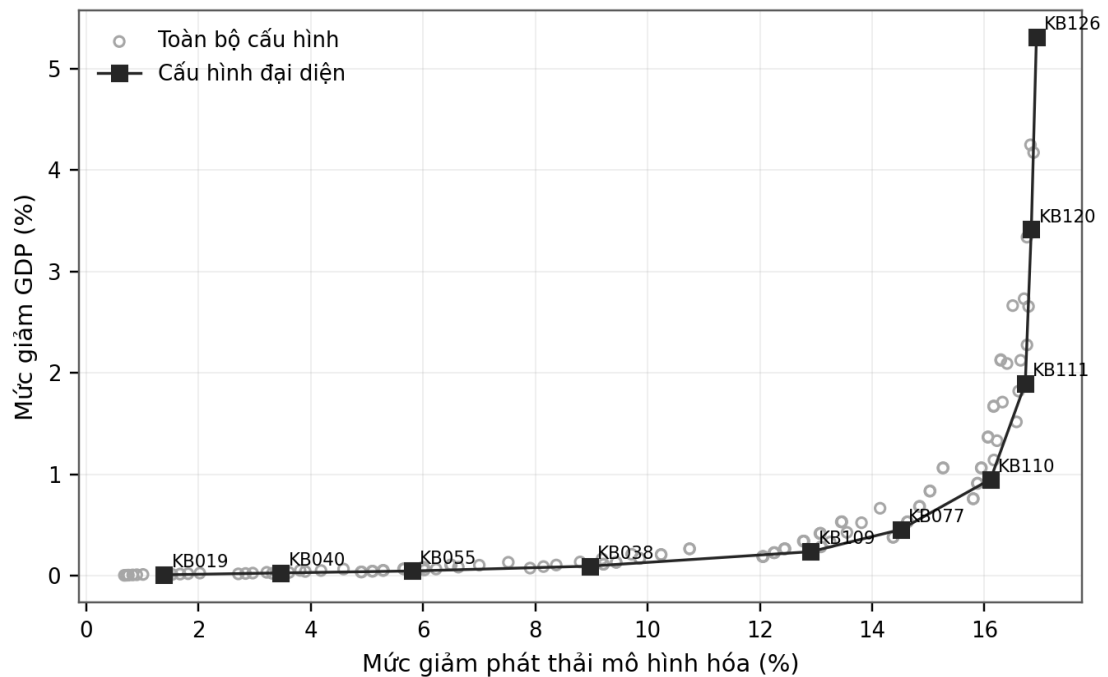
Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Nhóm có mức giảm GDP dưới 0,1% gồm 42 kịch bản nhưng mức giảm phát thải mô hình hóa dao động từ 0,68% đến gần 9%. Biên độ này cho thấy mức tác động vĩ mô thấp không đồng nghĩa với kết quả môi trường đồng nhất. Trong nhóm này, các tổ hợp khác nhau của giá, α và θ tạo ra các hồ sơ tác động khác nhau đối với phát thải và các biến hạch toán.

Khi chuyển sang các nhóm GDP từ 0,1% đến dưới 1%, mức giảm phát thải tăng rõ nhưng khoảng biến động giữa các kịch bản vẫn rộng. Kết quả cho thấy mức giảm GDP chịu tác động đồng thời của giá các-bon, α và θ ; đồng thời, TCO_{2T}, FIN_GAP_ELEC và giá trị hạch toán của hạn ngạch miễn phí thay đổi theo từng tổ hợp tham số. Vì vậy, các nhóm GDP chỉ phản ánh một chiều của hồ sơ tác động.

Ở nhóm GDP giảm từ 1% trở lên, phát thải mô hình hóa chủ yếu nằm trong vùng giảm cao, nhưng kết quả môi trường bổ sung thu hẹp trong khi CPI và tiêu dùng tiếp tục biến động mạnh hơn. Kết quả cho thấy quan hệ đánh đổi thay đổi theo vị trí của kịch bản trong lưới tham số; không tạo ra một thứ tự hiệu quả tổng hợp giữa các kịch bản.

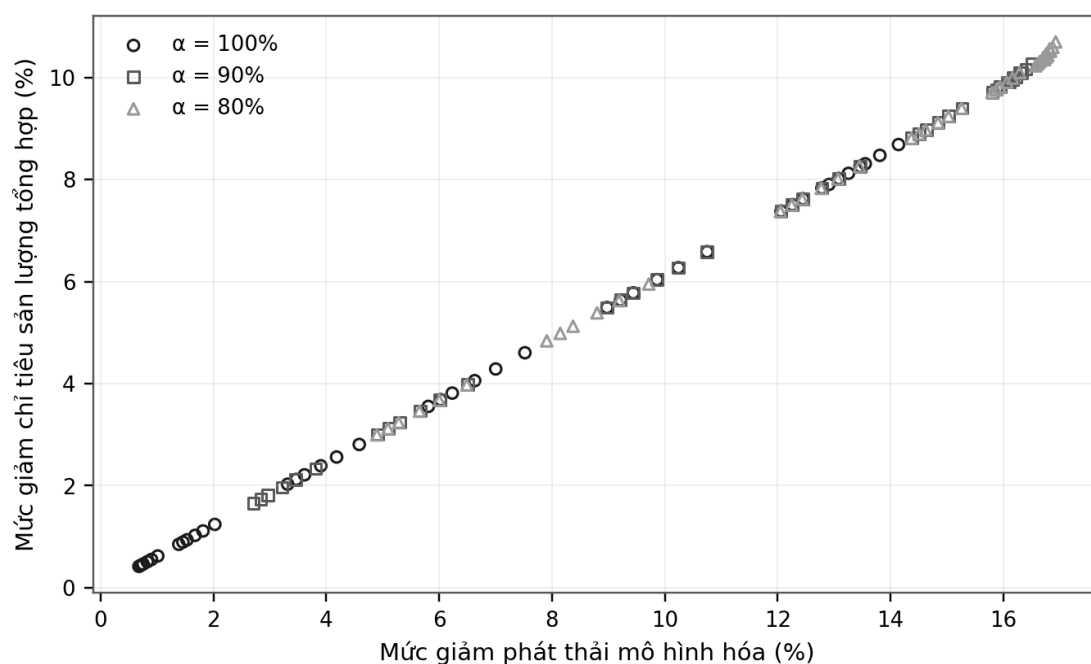
Hình 3.34 trình bày toàn bộ các kịch bản và một số điểm đại diện được lựa chọn theo các giới hạn mức giảm GDP lần lượt là 0,01%; 0,03%; 0,05%; 0,10%; 0,25%; 0,50%; 1%; 2%; 4% và toàn bộ lưới. Tại mỗi giới hạn, kịch bản có mức giảm phát thải lớn nhất được chọn để minh họa quan hệ đánh đổi. Việc lựa chọn này không phải phân tích ưu thế Pareto, nghiệm tối ưu toán học hoặc đường chi phí xã hội.



Hình 3.34. Một số kịch bản đại diện theo giới hạn mức giảm GDP

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Mối quan hệ giữa phát thải và chỉ tiêu sản lượng tổng hợp tại Hình 3.35 có dạng cong rõ hơn quan hệ với GDP. Sản lượng giảm nhanh ở vùng phát thải thấp và trung bình, sau đó mức giảm phát thải tiếp tục tăng trong khi chỉ tiêu sản lượng tiến gần vùng phản ứng thấp hơn. Kết quả cho thấy phát thải mô hình hóa gắn chặt với điều chỉnh sản lượng trong điều kiện hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa được giữ cố định.



Hình 3.35. Quan hệ giữa mức giảm phát thải và mức giảm chỉ tiêu sản lượng tổng hợp trong 126 kịch bản

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Bảng 3.21. Các kịch bản đại diện theo giới hạn tác động GDP

Kịch bản	Giá các-bon (nghìn VNĐ/tCO ₂)	θ	α (%)	Giảm GDP (%)	Giảm phát thải (%)	CPI (%)	FIN_GAP (tỷ VNĐ)
KB019	100	0,1	100	0,0095	1,3865	0,0116	-208
KB040	250	0,2	100	0,0285	3,4657	0,0349	-1.156
KB055	500	0,1	100	0,0476	5,8081	0,0581	-4.360
KB038	250	0,1	90	0,0951	8,9750	0,1162	-2
KB109	2500	0,1	100	0,2378	12,9074	0,2905	-48.447
KB077	1000	0,2	90	0,4566	14,5106	0,5578	-7.394
KB110	2500	0,1	90	0,9513	16,1080	1,1621	-26.791
KB111	2500	0,1	80	1,8966	16,7275	2,3170	+4.552
KB120	2500	0,5	80	3,4138	16,8348	4,1707	+2.305
KB126	2500	1,0	80	5,3104	16,9257	6,4877	0

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

Ở vùng tác động thấp, nhiều bước tăng tín hiệu giá hoặc thay đổi phân bổ đi kèm mức giảm phát thải bổ sung tương đối lớn. Khi mức giảm phát thải tiến gần 16–17%, mức giảm GDP tăng nhanh hơn trong khi phần giảm phát thải bổ

sung thu hẹp. Mẫu hình này minh họa sự thay đổi của quan hệ đánh đổi theo vị trí của kịch bản trong không gian tham số.

Bảng 3.22 lựa chọn sáu kịch bản đại diện từ vùng tác động rất thấp đến vùng tác động cao. Việc so sánh đồng thời GDP, CPI, tiêu dùng, phát thải mô hình hóa và các biến hạch toán cho thấy quy mô và cơ cấu tác động thay đổi theo từng tổ hợp giá các-bon, α và θ .

Bảng 3.22. So sánh đa chỉ tiêu giữa một số kịch bản đại diện

Kịch bản	Giá các-bon (nghìn VNĐ/tCO ₂)	θ	α	Δ GDP (%)	Δ CPI (%)	Δ Tiêu dùng (%)	Δ Phát thải (%)	TCO ₂ T (tỷ VNĐ)	FIN_GAP (tỷ VNĐ)
KB001	50	0,1	100%	-0,0048	+0,0058	-0,0077	-0,6793	-830	-51
KB043	250	0,3	100%	-0,0333	+0,0407	-0,0541	-3,6141	-22.071	-1.055
KB062	500	0,3	90%	-0,2664	+0,3254	-0,4328	-12,4468	-27.282	-2.030
KB083	1.000	0,5	90%	-0,6849	+0,8367	-1,1130	-14,8482	-113.222	-4.903
KB117	2.500	0,3	80%	-2,6552	+3,2439	-4,3147	-16,7862	+222.292	+3.369
KB126	2.500	1,0	80%	-5,3104	+6,4877	-8,6294	-16,9257	+213.777	0

Nguồn: Kết quả mô phỏng của nghiên cứu sinh

So sánh KB117 và KB126 cho thấy ảnh hưởng của θ ở vùng giá cao. Hai kịch bản cùng có giá 2.500.000 VNĐ/tCO₂ và $\alpha = 80\%$, nhưng khi θ tăng từ 0,3 lên 1,0, mức giảm phát thải mô hình hóa chỉ tăng từ 16,7862% lên 16,9257%, trong khi mức giảm GDP tăng từ 2,6552% lên 5,3104% và CPI tăng từ 3,2439% lên 6,4877%; FIN_GAP_ELEC đồng thời chuyển từ +3.369 tỷ VNĐ về 0. Khi công nghệ và cường độ phát thải được giữ cố định, phản ứng giảm phát thải chủ yếu diễn ra thông qua điều chỉnh sản lượng và cơ cấu giữa các ngành. Trong thực tế, tín hiệu giá đủ mạnh có thể thúc đẩy đầu tư công nghệ phát thải thấp, thay đổi nhiên liệu, nâng cao hiệu quả năng lượng hoặc chuyển dịch nguồn cung điện; các kênh này có thể làm thay đổi cả quy mô giảm phát thải và chi phí kinh tế so với nghiệm mô hình. Vì vậy, các kịch bản cực biên được sử dụng chủ yếu để nhận diện biên phản ứng của cấu trúc mô hình, không phải dự báo tác động của một mức giá các-bon tương ứng trong nền kinh tế thực. Kết quả cho thấy ở vùng đã đạt mức giảm phát thải cao, tăng mức truyền dẫn đi kèm

tác động vĩ mô lớn hơn trong khi kết quả môi trường bổ sung còn nhỏ.

Các so sánh trên được sử dụng để phân tích quan hệ đánh đổi có điều kiện giữa kết quả môi trường, tác động kinh tế và các biến hạch toán. Luận án không áp dụng quy tắc ưu thế Pareto, không xây dựng hàm phúc lợi, không gán trọng số cho các chỉ tiêu và không xác định đường biên hiệu quả hoặc phương án tối ưu. Vì vậy, các kịch bản đại diện chỉ hỗ trợ mô tả cấu trúc kết quả trong lưới nghiên cứu.

3.7.3. Đối chiếu với các nghiên cứu trước và ý nghĩa khoa học của kết quả

Kết quả giá các-bon cao hơn làm phát thải giảm nhiều hơn và tác động vĩ mô lớn hơn phù hợp về hướng với các nghiên cứu CGE quốc tế và Việt Nam đã tổng quan tại Chương I. Kết quả về α cũng tương đồng với các nghiên cứu cho thấy phân bổ miễn phí có thể làm giảm nghĩa vụ hạch toán trực tiếp trong giai đoạn đầu. Tuy nhiên, mức độ tác động phụ thuộc vào phương pháp phân bổ và cách xử lý chi phí cơ hội; vì vậy, kết quả của luận án không được khái quát cho mọi cơ chế phân bổ miễn phí.

Điểm khác biệt của luận án nằm ở việc bổ sung vào PEP-1-1 một quy tắc hạch toán truyền dẫn dạng rút gọn cho ngành điện, cho phép theo dõi phần ETS_BAL(ELEC) được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện và phần còn lại tại FIN_GAP_ELEC. Các nghiên cứu thực nghiệm về truyền dẫn thường dựa trên dữ liệu thị trường điện và điều kiện cạnh tranh cụ thể. Luận án không ước lượng θ cho Việt Nam, nên kết quả chỉ phản ánh cấu trúc truyền dẫn có điều kiện theo các mức kịch bản.

Quy mô định lượng khác với các nghiên cứu trước do năm cơ sở, mức gộp ngành, hệ số cường độ phát thải, cơ chế phân bổ, quy tắc khép kín và dải giá khác nhau. Phát thải của luận án được tính bằng hệ số cường độ cách điệu hóa và giảm chủ yếu qua điều chỉnh sản lượng, không phản ánh đầy đủ đổi mới công nghệ nội ngành. Vì vậy, đối chiếu chỉ có giá trị về hướng và cơ chế, không

so sánh trực tiếp mức phân trăm hoặc giá trị tiền tệ.

Một khác biệt quan trọng giữa cấu trúc mô hình và hành vi thực tế nằm ở khả năng phản ứng chiến lược của doanh nghiệp. Ngoài điều chỉnh sản lượng, doanh nghiệp có thể thay đổi công nghệ và nhiên liệu, đầu tư hiệu quả năng lượng, lựa chọn nguồn cung điện hoặc tham gia các hình thức mua bán điện phù hợp với khung pháp lý. Các doanh nghiệp tư nhân có động lực điều chỉnh các quyết định này khi chi phí các-bon đủ lớn hoặc khi yêu cầu về phát thải của thị trường xuất khẩu gia tăng. Các kênh phản ứng trên không được nội sinh hóa trong mô hình nên kết quả, đặc biệt ở vùng giá cao, không đại diện đầy đủ cho quá trình chuyển dịch vốn và công nghệ.

Đồng thời, mô hình không lượng hóa lợi ích có thể phát sinh từ việc triển khai định giá các-bon trong bối cảnh thương mại quốc tế, như hỗ trợ doanh nghiệp đáp ứng yêu cầu các-bon của thị trường nhập khẩu, hạn chế một phần rủi ro chi phí các-bon tại biên giới, thu hút đầu tư xanh hoặc thúc đẩy đổi mới. Do đó, mức thay đổi GDP trong các kịch bản chỉ phản ánh các kênh được mô hình hóa và không phải phép tính chi phí - lợi ích xã hội ròng của ETS. Các vấn đề như CBAM được sử dụng như bối cảnh khi diễn giải chính sách, không phải thành phần của kết quả định lượng.

Có thể chia các nghiên cứu đối chiếu thành năm nhóm. Nhóm thứ nhất là các mô hình CGE quốc tế và Việt Nam, chủ yếu cung cấp bằng chứng về hướng tác động của định giá các-bon đến GDP, giá cả, sản lượng và phát thải. Nhóm thứ hai tập trung vào phân bổ miễn phí và cho thấy công cụ này có thể hạn chế chi phí tuân thủ trực tiếp trong giai đoạn đầu, nhưng kết quả phụ thuộc vào cách phân bổ và việc có hạch toán chi phí cơ hội hay không. Nhóm thứ ba nghiên cứu truyền dẫn chi phí các-bon vào giá điện, thường dựa trên các thị trường điện cạnh tranh và dữ liệu thực nghiệm. Nhóm thứ tư là bằng chứng ex-post từ các ETS đang vận hành. Nhóm cuối cùng là các nghiên cứu MACC, cung cấp

thông tin về chi phí công nghệ nhưng không thay thế mô hình cân bằng tổng thể.

Bảng 3.23. Đối chiếu kết quả luận án với các nhóm nghiên cứu trước

Nhóm nghiên cứu	Phạm vi/phương pháp	Kết quả được sử dụng để đối chiếu	Điểm tương đồng	Điểm khác biệt và nguyên nhân
CGE quốc tế về ETS	Mô phỏng cân bằng tổng thể theo các mức giá và thiết kế chính sách	Giá cao hơn thường làm phát thải giảm nhiều hơn và tác động vĩ mô tăng	Phù hợp về hướng của GDP, CPI và phát thải	Khác về năm cơ sở, mức gộp ngành, quy tắc đóng và dải giá
CGE cho Việt Nam	Mô hình hóa tác động định giá các-bon trong cấu trúc kinh tế Việt Nam	Tác động lan tỏa qua giá, sản lượng và thu nhập	Phù hợp về chuỗi cơ chế cân bằng tổng thể	Luận án bổ sung α , θ và các biến hạch toán riêng cho ngành điện
Phân bổ miễn phí và giai đoạn đầu ETS	Kinh nghiệm và mô phỏng thiết kế phân bổ	Phân bổ rộng có thể làm giảm nghĩa vụ hạch toán trực tiếp trong một số thiết kế	Tương đồng về hướng với nhóm kịch bản α cao có tác động thấp	Kết quả phụ thuộc phương pháp phân bổ; mô hình chưa hạch toán chi phí cơ hội và giao dịch thứ cấp
Truyền dẫn chi phí các-bon vào giá điện	Phân tích lý thuyết hoặc thực nghiệm tại thị trường điện	Mức truyền dẫn khác nhau theo cấu trúc thị trường và điều tiết	Củng cố việc không mặc định $\theta = 1$	Luận án dùng θ như tham số kịch bản và chưa ước lượng cho Việt Nam
Bảng chứng thực nghiệm từ EU ETS, RGGI và Trung Quốc	Đánh giá thị trường đang vận hành	Định giá các-bon có tác động giảm phát thải và tác động kinh tế phụ thuộc thiết kế	Phù hợp về hướng giảm phát thải	Không thể so sánh trực tiếp độ lớn do luận án là mô phỏng ex-ante
MACC ngành điện	Chi phí biên của các phương án công nghệ	Dải chi phí công nghệ phân hóa từ thấp đến cao	Hỗ trợ kiểm tra tính hợp lý của dải giá	Mô hình CGE không lựa chọn công nghệ hoặc nội sinh hóa đầu tư

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

So sánh cho thấy đóng góp của luận án không nằm ở việc tạo ra một hướng tác động hoàn toàn khác với tài liệu trước, mà ở việc đặt mức giá các-bon, tỷ lệ phân bổ miễn phí và tham số thể chế về mức truyền dẫn trong cùng một cấu

trúc mô hình cho Việt Nam, đồng thời theo dõi các biến hạch toán ETS. Kết quả kế thừa các quy luật cơ bản của mô hình CGE và bổ sung cách phân tích sự phân bổ giá trị ETS ròng trong điều kiện giá điện chịu điều tiết.

Các khác biệt về độ lớn cần được xem là hệ quả của thiết kế nghiên cứu. Mức gộp ngành cao hạn chế phản ánh khác biệt nội ngành; hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa khiến giảm phát thải chủ yếu đi qua điều chỉnh sản lượng; phân bổ theo sản lượng năm cơ sở và việc không hạch toán chi phí cơ hội làm vai trò của α phụ thuộc mạnh vào quy tắc mô hình; cách đối ứng TCO2T và FIN_GAP_ELEC qua tài khoản Chính phủ ảnh hưởng đến tiết kiệm, đầu tư và nghiệm cân bằng. Các điều kiện này là một phần của phạm vi kết luận khoa học.

Trên cơ sở đối chiếu nêu trên, ý nghĩa khoa học của kết quả được thể hiện trên ba phương diện sau:

Ở phương diện khái niệm, kết quả cho thấy quy mô tác động và cách tác động được phân bổ là hai chiều phân tích cần được xem xét đồng thời. Mức giá các-bon, α và θ tác động qua các kênh khác nhau đến GDP, CPI, phát thải mô hình hóa, TCO2T và FIN_GAP_ELEC. Vì vậy, đánh giá ETS trong điều kiện giá điện chịu điều tiết cần xem xét đồng thời kênh chi phí – giá, kênh tiết kiệm – đầu tư và các biến hạch toán của ngành điện.

Ở phương diện phương pháp, mô hình PEP-1-1 được mở rộng bằng các phương trình phát thải mô hình hóa, phân bổ miễn phí, ETS_BAL và quy tắc truyền dẫn không hoàn toàn. Lưới 126 kịch bản cho phép nhận diện các mẫu hình phản ứng và quan hệ đánh đổi giữa nhiều chỉ tiêu. Đồng thời, kết quả cho thấy các biến hạch toán cần được diễn giải trong phạm vi quy tắc khép kín và thang đo của mô hình.

Ở phương diện bằng chứng, luận án cung cấp bộ kết quả có điều kiện trên SAM do luận án xây dựng cho năm cơ sở 2019. Trong lưới kịch bản, giá làm

tăng quy mô tác động vĩ mô; sản lượng và phát thải mô hình hóa có phản ứng giảm dần ở vùng giá cao; α làm thay đổi mạnh giá trị ETS ròng sau phân bổ; θ làm thay đổi phần giá trị ETS ròng của ngành điện được phản ánh qua kênh giá và phần được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ.

Tổng hợp lại, điểm mới của luận án nằm ở việc tích hợp mức giá các-bon, phân bổ miễn phí và quy tắc truyền dẫn không hoàn toàn vào cùng một cấu trúc CGE cho Việt Nam. Cách tiếp cận cho phép phân tích đồng thời kết quả vĩ mô, phát thải mô hình hóa và cách giá trị ETS ròng được phân bổ giữa ngành điện, kênh giá và tài khoản Chính phủ. Các giới hạn về mức gộp ngành, hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa, chi phí cơ hội của hạn ngạch và quy tắc khép kín được xem là điều kiện của kết quả.

3.7.4. Tổng hợp kết quả theo các câu hỏi nghiên cứu

Đối với câu hỏi thứ nhất, việc bổ sung phát thải mô hình hóa, phân bổ miễn phí và quy tắc truyền dẫn không hoàn toàn làm thay đổi khả năng đánh giá của mô hình theo hai hướng. Mô hình đồng thời theo dõi giá trị ETS ròng của ngành điện được phản ánh qua kênh giá và phần được đối ứng ngoài kênh giá; các dòng này tác động đến nghiệm qua cả kênh chi phí – giá và kênh tiết kiệm – đầu tư.

Đối với câu hỏi thứ hai, 126 kịch bản cho thấy GDP và tiêu dùng hộ gia đình giảm, CPI tăng và phát thải mô hình hóa giảm so với trạng thái cơ sở; quy mô tác động phụ thuộc vào tổ hợp giá, α và θ . Các kịch bản có kết quả vĩ mô tương tự vẫn có thể khác về phát thải và các biến hạch toán ETS. Chuỗi bán động minh họa cho thấy nghiệm còn phụ thuộc vào trạng thái đầu vào, nhưng không tách được tác động riêng của ETS theo từng kỳ.

Đối với câu hỏi thứ ba, kết quả độ nhạy và so sánh đa chỉ tiêu cho thấy mức giá các-bon, α và θ có chức năng khác nhau và cần được xem xét trong cùng một cấu hình. Giá xác lập quy mô tín hiệu bằng tiền; α làm thay đổi giá

trị ETS ròng sau phân bổ theo quy tắc hạch toán của mô hình; θ làm thay đổi cách phân giá trị của ngành điện được phân bổ giữa kênh giá và phần chưa được phản ánh qua giá. Trong các lát cắt được khảo sát, tác động kinh tế tăng khi tín hiệu ETS mạnh hơn, trong khi mức cải thiện bổ sung của chỉ tiêu phát thải mô hình hóa giảm tại vùng giá cao. Các quan hệ này có điều kiện theo cấu trúc mô hình và miền tham số nghiên cứu; kết quả không xác định hiệu quả tổng hợp hoặc một tổ hợp tham số tối ưu.

Bảng 3.24. Tổng hợp kết quả trả lời các câu hỏi nghiên cứu

Câu hỏi nghiên cứu	Nội dung bằng chứng	Kết luận	Giới hạn diễn giải
Câu hỏi 1: Giá trị bổ sung của mô hình mở rộng	Mục 3.3; ETS_BAL(ELEC), FIN_GAP_ELEC, TCO2T và lưới θ	Phân mở rộng cho phép phân tích đồng thời kênh giá và kênh tiết kiệm – đầu tư trong điều kiện giá điện chịu điều tiết	θ là tham số kịch bản
Câu hỏi 2: Tác động kinh tế, xã hội và môi trường	Mục 3.1–3.5; 126 kịch bản và chuỗi bán động minh họa	GDP và tiêu dùng giảm, CPI tăng, phát thải mô hình hóa giảm; quy mô và vị thế hạch toán phụ thuộc tổ hợp tham số	Kết quả có điều kiện theo dữ liệu, hệ số phát thải và quy tắc khép kín; chuỗi ba kỳ không có BAU cùng kỳ
Câu hỏi 3: Vai trò và tương tác của giá, α và θ	Mục 3.6–3.7; các lát cắt và so sánh đa chỉ tiêu	Giá xác lập quy mô tín hiệu; α thay đổi giá trị ETS ròng; θ thay đổi cấu trúc truyền dẫn và đối ứng	Không áp dụng Pareto, không xếp hạng tổng hợp và không xác định tổ hợp tối ưu

Nguồn: Nghiên cứu sinh tổng hợp

Bốn tiểu mục của Mục 3.7 cho thấy các câu hỏi nghiên cứu được trả lời bằng một chuỗi lập luận thống nhất: phân mở rộng mô hình tạo ra năng lực phân tích bổ sung; lưới kịch bản cung cấp bằng chứng định lượng về tác động; phân tích độ nhạy và so sánh đa chỉ tiêu làm rõ điều kiện và quan hệ đánh đổi của kết quả. Đây là cơ sở xây dựng các khuyến nghị có điều kiện tại Mục 3.8.

Ba câu hỏi nghiên cứu được trả lời bằng các lớp bằng chứng liên kết nhưng không đồng nhất. Câu hỏi thứ nhất tập trung vào đóng góp phương pháp; câu

hỏi thứ hai sử dụng hệ thống chỉ tiêu kết quả; câu hỏi thứ ba dựa trên độ nhạy và tương tác tham số. Cách trình bày này phân biệt đóng góp mô hình với kết quả định lượng và giới hạn việc chuyển trực tiếp kết quả kịch bản thành quy định pháp lý.

3.8. Khuyến nghị chính sách trong phạm vi nghiên cứu

3.8.1. Khuyến nghị về lộ trình hình thành tín hiệu giá các-bon

Trong phạm vi lưới kịch bản, mức giá các-bon cao hơn làm tăng cả kết quả giảm phát thải mô hình hóa và tác động kinh tế, nhưng mức giảm phát thải bổ sung thu hẹp ở vùng giá cao. Kết quả gợi ý việc hình thành tín hiệu giá theo lộ trình tăng dần, có khả năng dự báo và được rà soát theo dữ liệu vận hành, thay vì điều chỉnh đột ngột. Đây là hàm ý có điều kiện từ quan hệ đánh đổi trong mô hình, không phải đề xuất một mức giá pháp lý cụ thể.

Việc xác định mức giá thực tế cần dựa trên dữ liệu phát thải đã được thẩm định, tình hình tuân thủ, năng lực giảm phát thải và điều kiện vận hành thị trường. Các mức giá trong luận án là lưới thí nghiệm ngoại sinh, không gắn xác suất và không đại diện cho dự báo giá. Vì vậy, kết quả được sử dụng để nhận diện hướng tác động và yêu cầu rà soát, không để ấn định trước mức giá hoặc biên độ điều chỉnh.

Cơ chế rà soát giá cần theo dõi đồng thời kết quả giảm phát thải, tác động đến sản lượng, CPI, tiêu dùng và các ngành sử dụng nhiều điện. Khi tác động kinh tế tiếp tục tăng trong khi kết quả môi trường bổ sung thu hẹp, việc điều chỉnh tín hiệu giá cần được xem xét cùng các giải pháp công nghệ và hiệu quả năng lượng dựa trên bằng chứng bổ sung ngoài mô hình.

3.8.2. Khuyến nghị về phân bổ hạn ngạch phát thải khí nhà kính

Kết quả cho thấy α có ảnh hưởng lớn đến giá trị ETS ròng sau phân bổ và các chỉ tiêu mô phỏng. Vì vậy, lộ trình phân bổ miễn phí cần được xem xét đồng bộ với lộ trình giá và được thông báo trước để hạn chế thay đổi đột ngột

trong giai đoạn đầu. Tuy nhiên, kết quả có điều kiện theo quy tắc trừ trực tiếp hạn ngạch miễn phí khỏi giá trị ETS ròng và chưa phản ánh chi phí cơ hội; do đó, không thể suy trực tiếp một tỷ lệ phân bổ tối ưu từ mô hình.

Khi triển khai thực tế, phương pháp phân bổ cần quy định rõ mức hoạt động tham chiếu, chuẩn hiệu suất, chu kỳ cập nhật và cách xử lý trường hợp sản lượng thay đổi đáng kể. Các giá trị âm của ETS_BAL, TCO2T và FIN_GAP_ELEC trong mô hình phát sinh từ tương quan giữa lượng phân bổ theo năm cơ sở và phát thải mô hình hóa trong nghiệm; chúng không phải bằng chứng trực tiếp về dư thừa hạn ngạch hoặc lợi ích tài chính trong thực tế.

Quyền và nghĩa vụ đối với hạn ngạch chưa sử dụng, bao gồm chuyển nhượng, lưu giữ, thu hồi hoặc hủy, cần được quy định riêng trong thiết kế thị trường. Do mô hình không mô phỏng giao dịch thứ cấp, các biến hạch toán không được sử dụng để ước tính nguồn thu, chi phí tuân thủ hoặc giá trị tài sản của doanh nghiệp.

Việc giảm dần phân bổ miễn phí hoặc mở rộng đấu giá chỉ nên được xem xét trên cơ sở dữ liệu phát thải, sản lượng, chuẩn hiệu suất và đánh giá cạnh tranh cập nhật. Những nội dung về đấu giá và sử dụng nguồn thu không được lượng hóa trong mô hình này và cần có phân tích riêng trước khi chuyển thành phương án chính sách.

3.8.3. Khuyến nghị về phối hợp giữa ETS và cơ chế giá điện

Kết quả cho thấy θ làm thay đổi cách giá trị ETS ròng của ngành điện được phân bổ giữa kênh giá và phân đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ. Hàm ý trực tiếp là thiết kế ETS đối với ngành điện cần được phối hợp với cơ chế điều chỉnh giá điện và theo dõi đồng thời tác động qua giá với vị thế hạch toán của ngành điện.

Việc phản ánh chi phí các-bon vào giá điện cần xác định rõ loại chi phí được công nhận, phương pháp kiểm tra, thời điểm điều chỉnh và cơ chế xử lý

phần chưa được phản ánh qua giá. Các nội dung này phải dựa trên dữ liệu chi phí và doanh thu thực tế của ngành điện; FIN_GAP_ELEC chỉ là biến hạch toán của mô hình và không thay thế đánh giá tài chính hoặc căn cứ pháp lý.

Cơ chế giám sát cần theo dõi giá sản xuất điện, giá điện tương đối, chi phí điện trung gian của các ngành, sản lượng điện, nghĩa vụ tuân thủ và lượng hạn ngạch được phân bổ. Việc theo dõi trực tiếp các biến giá và chi phí là cần thiết để ước lượng mức truyền dẫn thực tế, thay vì suy ra từ CPI, GDP hoặc FIN_GAP_ELEC.

Trong giai đoạn vận hành, cần tăng cường chia sẻ dữ liệu giữa cơ quan quản lý thị trường các-bon, cơ quan quản lý giá điện và đơn vị vận hành hệ thống điện. Dữ liệu vận hành là cơ sở để cập nhật tham số truyền dẫn, đánh giá tác động liên ngành và điều chỉnh cơ chế phối hợp theo từng giai đoạn.

3.8.4. Khuyến nghị về dữ liệu, giám sát và rà soát chính sách

Kết quả định lượng phụ thuộc vào SAM do luận án xây dựng cho năm cơ sở 2019, hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa, mức gộp ngành, quy tắc phân bổ và cách khép kín mô hình. Vì vậy, việc vận dụng khung phân tích cần đi kèm cập nhật dữ liệu định kỳ, đặc biệt là phát thải và sản lượng cấp cơ sở, hạn ngạch được cấp và nộp trả, giá và khối lượng giao dịch, chi phí giảm phát thải và dữ liệu ngành điện.

Bộ chỉ tiêu giám sát cần bao quát ba nhóm: kết quả môi trường đã được đo đạc, báo cáo và thẩm định; tác động kinh tế đối với sản lượng, giá cả và các ngành sử dụng nhiều năng lượng; và vận hành thị trường gồm tuân thủ, giao dịch, thanh khoản và biến động giá. Các chỉ tiêu này là dữ liệu quản lý thực tế, không được thay thế bằng TCO2T hoặc FIN_GAP_ELEC.

Đối với mô hình, cần ưu tiên hiệu chỉnh hệ số cường độ phát thải từ dữ liệu cùng năm và cùng phạm vi, đồng thời kiểm tra các quy tắc khép kín thay thế khi có dữ liệu phù hợp. Các bước này giúp mở rộng khả năng kiểm chứng

và tách rõ hơn tác động qua giá, tài khóa và đầu tư.

Đối với công tác phân tích chính sách, cần từng bước xây dựng bộ dữ liệu đồng nhất giữa phát thải vật lý, sản lượng, tiêu thụ nhiên liệu, dữ liệu tài chính và cấu trúc liên ngành. Đây là điều kiện để các nghiên cứu tiếp theo có thể hiệu chỉnh hệ số cường độ phát thải từ dữ liệu thực, phân tách rõ hơn các ngành thuộc ETS, kiểm tra các quy tắc khép kín khác nhau và đánh giá tác động phân phối giữa các nhóm hộ. Khi có dữ liệu vận hành đủ dài, các kết quả mô phỏng cần được đối chiếu với kết quả thực tế để cập nhật tham số và kiểm chứng cấu trúc mô hình.

3.9. Tiểu kết Chương III

Chương III đã phân tích lưới 126 kịch bản ETS và chuỗi mô phỏng bán động minh họa qua ba kỳ bằng mô hình CGE PEP-1-1 mở rộng. Trong lưới kịch bản, GDP giảm từ 0,0048% đến 5,3104%, CPI tăng từ 0,0058% đến 6,4877%, tiêu dùng hộ gia đình giảm từ 0,0077% đến 8,6294% và phát thải mô hình hóa giảm từ 0,6793% đến 16,9257%. Các kết quả là chênh lệch cân bằng có điều kiện theo SAM do luận án xây dựng cho năm cơ sở 2019, cấu trúc mô hình, quy tắc khép kín và lưới tham số nghiên cứu.

Kết quả làm rõ vai trò khác nhau của các tham số. Giá các-bon và α là các tham số thiết kế kịch bản ETS: giá xác lập quy mô tín hiệu, còn α làm thay đổi giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ theo quy tắc của mô hình. θ là tham số kịch bản thể chế, làm thay đổi phần giá trị ETS ròng của ngành điện được phản ánh qua kênh giá và phần được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ. Vì vậy, kết quả vĩ mô phản ánh đồng thời kênh chi phí – giá và kênh tiết kiệm – đầu tư.

Tổng hợp kết quả cho thấy việc đánh giá hiệu quả của ETS đối với phát triển kinh tế – xã hội cần dựa trên hồ sơ tác động đa chiều, bao gồm kết quả giảm phát thải, tác động vĩ mô, tiêu dùng hộ gia đình, hoạt động sản xuất và vị thế hạch toán của ngành điện. Luận án không xây dựng chỉ số hiệu quả tổng

hợp, không gán trọng số cho các chỉ tiêu và không xác định một kịch bản tối ưu. Các kết quả cung cấp cơ sở định lượng có điều kiện để xem xét lộ trình hình thành tín hiệu giá, phân bổ hạn ngạch miễn phí, phối hợp giữa ETS và cơ chế giá điện, đồng thời khẳng định yêu cầu tiếp tục cập nhật dữ liệu và kiểm chứng mô hình khi thị trường các-bon đi vào vận hành.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Luận án nghiên cứu tác động và hiệu quả tương đối của các kịch bản hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính đối với phát triển kinh tế – xã hội của Việt Nam, lấy ngành điện làm trọng tâm trong lĩnh vực năng lượng. Nghiên cứu tập trung làm rõ mối quan hệ giữa kết quả giảm phát thải, tác động kinh tế – xã hội và cách giá trị ETS ròng của ngành điện được phân bổ trong điều kiện giá điện chịu sự điều tiết.

Về phương pháp, luận án đã xây dựng SAM cho năm cơ sở 2019 từ Bảng cân đối liên ngành Việt Nam năm 2019 và các nguồn dữ liệu bổ sung; đồng thời hiệu chỉnh, mở rộng mô hình CGE PEP-1-1 để tích hợp phát thải khí nhà kính, phân bổ hạn ngạch miễn phí, giá trị ETS ròng sau phân bổ và cơ chế truyền dẫn không hoàn toàn vào giá điện. Trên cơ sở đó, luận án xây dựng lưới 126 kịch bản kết hợp bảy mức giá các-bon, ba mức phân bổ hạn ngạch miễn phí và sáu mức truyền dẫn, cùng chuỗi mô phỏng bán động minh họa qua ba kỳ.

Việc mở rộng mô hình cho phép phân tích đồng thời ba phương diện: kết quả giảm phát thải mô hình hóa; tác động đến GDP, CPI, tiêu dùng hộ gia đình và hoạt động sản xuất; cách giá trị ETS ròng của ngành điện được phân bổ giữa kênh giá và phần chưa được phản ánh qua giá điện. Đây là đóng góp phương pháp chủ yếu của luận án, bổ sung khả năng phân tích tác động của ETS trong điều kiện giá điện không tự động điều chỉnh đầy đủ theo nghĩa vụ phát thải.

Kết quả của 126 kịch bản cho thấy GDP giảm từ 0,0048% đến 5,3104%, CPI tăng từ 0,0058% đến 6,4877%, tiêu dùng hộ gia đình giảm từ 0,0077% đến 8,6294% và chỉ tiêu phát thải mô hình hóa giảm từ 0,6793% đến 16,9257% so với trạng thái cơ sở. Các giá trị này là chênh lệch giữa các trạng thái cân bằng có điều kiện theo SAM năm cơ sở 2019, cấu trúc mô hình, quy tắc khép kín và

lưới tham số nghiên cứu. Đặc biệt, tỷ lệ giảm của chỉ tiêu phát thải không phải lượng giảm phát thải được xác định theo MRV và không được đối chiếu trực tiếp với mục tiêu NDC.

Kết quả cũng làm rõ chức năng khác nhau của ba tham số. Giá các-bon xác lập quy mô tín hiệu trên mỗi đơn vị phát thải; tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí làm thay đổi giá trị ETS ròng hạch toán sau phân bổ theo quy tắc của mô hình; hệ số truyền dẫn là tham số kích bản thể chế, làm thay đổi phần giá trị ETS ròng của ngành điện được phản ánh qua kênh giá và phần được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ. Vì vậy, tác động vĩ mô phản ánh đồng thời kênh chi phí – giá và kênh tiết kiệm – đầu tư. Ba tham số có quan hệ tương tác và không thể được đánh giá tách rời.

Trong phạm vi lưới mô phỏng, mức độ điều chỉnh của các chỉ tiêu kinh tế tăng khi cường độ tín hiệu ETS tăng, trong khi mức cải thiện bổ sung của chỉ tiêu phát thải mô hình hóa giảm dần tại vùng giá cao. Dạng phản ứng cụ thể, bao gồm quan hệ gần tuyến tính của một số chỉ tiêu trong một số lát cắt, là đặc tính của cấu trúc mô hình và miền tham số được khảo sát, không phải quy luật thực nghiệm của nền kinh tế Việt Nam. Kết quả vì vậy chỉ cho phép nhận diện các quan hệ đánh đổi có điều kiện, không xác định một mức giá, tỷ lệ phân bổ hoặc hệ số truyền dẫn tối ưu.

Đối với ngành điện, cơ chế truyền dẫn không hoàn toàn cho phép phân biệt phần giá trị ETS ròng được phản ánh qua kênh giá và phần chưa được phản ánh qua giá theo quy tắc của mô hình. Tuy nhiên, hệ số truyền dẫn được xác định ngoại sinh và mô hình không mô phỏng riêng giá bán lẻ điện. Vì vậy, kết quả chỉ phản ánh sự thay đổi của trạng thái cân bằng khi giả định về mức truyền dẫn thay đổi, không phải ước lượng mức truyền dẫn thực tế hoặc dự báo mức điều chỉnh giá điện tại Việt Nam.

Kết quả về tiêu dùng hộ gia đình và sử dụng yếu tố sản xuất được trình

bày ở mức tổng hợp. Mô hình không phân tích riêng các nhóm hộ theo thu nhập, không mô phỏng thất nghiệp và không đánh giá phân phối thu nhập. Do đó, kết quả không đủ cơ sở để kết luận về nghèo đói, nhóm dễ bị tổn thương, số lượng việc làm hoặc tác động phân phối của ETS.

Chuỗi mô phỏng bán động qua ba kỳ cung cấp minh họa về sự thay đổi của kết quả khi trạng thái đầu vào và các tham số kịch bản được cập nhật tuần tự. Tuy nhiên, do không xây dựng đường cơ sở không-ETS riêng cho từng kỳ, kết quả giữa các kỳ phản ánh đồng thời thay đổi của vốn, lao động, năng suất và cấu hình chính sách. Chuỗi mô phỏng vì vậy không đại diện cho tác động thuần hoặc tác động tích lũy của ETS trong giai đoạn 2025–2030.

Phạm vi kết luận của luận án còn chịu giới hạn bởi việc không nội sinh hóa thay đổi công nghệ, đầu tư giảm phát thải và chuyển đổi nhiên liệu; không lượng hóa đầy đủ tác động thương mại, lợi ích cạnh tranh và đồng lợi ích môi trường; không phân tích phân phối giữa các nhóm hộ; và sử dụng một quy tắc khép kín kỹ thuật để xử lý phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá. Do đó, mức thay đổi GDP trong mô hình không phải phép tính phúc lợi xã hội ròng của ETS và các kịch bản ở vùng giá cao không được xem là dự báo đầy đủ phản ứng của nền kinh tế thực.

Kết quả mô phỏng cần được đặt trong phạm vi các kênh tác động được mô hình hóa. Việc GDP, CPI hoặc tiêu dùng có phản ứng bất lợi trong một số cấu hình không hàm ý rằng lợi ích ròng của ETS đối với nền kinh tế là âm. ETS đồng thời tạo tín hiệu khuyến khích giảm phát thải, sử dụng năng lượng hiệu quả hơn và chuyển dịch nguồn lực sang các hoạt động phát thải thấp. Các kênh điều chỉnh thông qua đổi mới công nghệ, chuyển đổi nhiên liệu, đầu tư xanh, năng lực cạnh tranh quốc tế và các đồng lợi ích môi trường chưa được lượng hóa đầy đủ trong luận án. Do đó, các kết quả kinh tế vĩ mô được trình bày là tác động có điều kiện trong phạm vi mô hình, không phải đánh giá chi phí - lợi

ích xã hội ròng của thị trường các-bon.

Nhìn chung, luận án đã giải quyết ba nội dung chính: xây dựng khung đánh giá đa chiều đối với các kịch bản ETS; mở rộng mô hình PEP-1-1 để phản ánh phân bổ hạn ngạch miễn phí và truyền dẫn không hoàn toàn vào giá điện; cung cấp bằng chứng định lượng có điều kiện cho Việt Nam về tác động của các tổ hợp giá các-bon, tỷ lệ phân bổ miễn phí và mức truyền dẫn. Kết quả khẳng định rằng việc đánh giá ETS trong điều kiện ngành điện chịu điều tiết cần xem xét đồng thời kết quả giảm phát thải, tác động kinh tế – xã hội và cách tác động được phân bổ, thay vì chỉ dựa trên một chỉ tiêu hoặc một tham số riêng lẻ.

Kiến nghị

Trên cơ sở các kết quả đã đạt được và những hạn chế nêu trên, luận án đề xuất năm hướng nghiên cứu mở rộng nhằm hoàn thiện khung phân tích thị trường các-bon trong điều kiện Việt Nam.

Thứ nhất, tiếp tục cập nhật và nâng cao chất lượng cơ sở dữ liệu, trong đó ưu tiên xây dựng SAM từ các nguồn cùng năm, tăng mức độ chi tiết của tài khoản năng lượng và các ngành thuộc phạm vi ETS, đồng thời liên kết dữ liệu sản lượng với phát thải vật lý đã được đo lường, báo cáo và thẩm định.

Thứ hai, phát triển mô hình theo hướng phản ánh tốt hơn quá trình chuyển dịch năng lượng, bao gồm phân tách công nghệ phát điện, nội sinh hóa đầu tư và lựa chọn công nghệ, thay đổi nhiên liệu và các cơ chế hoạt động của thị trường hạn ngạch. Việc kết hợp CGE với mô hình năng lượng chi tiết là một hướng phù hợp để đồng thời phản ánh tác động vĩ mô và chuyển đổi công nghệ.

Thứ ba, tiếp tục nghiên cứu cơ chế truyền dẫn chi phí ETS vào giá điện và các quy tắc khép kín thay thế. Khi có dữ liệu vận hành, cần ước lượng thực nghiệm mức truyền dẫn và kiểm tra độ nhạy của kết quả vĩ mô đối với các phương án xử lý phần chi phí chưa được phản ánh qua giá, thay vì mặc định một cơ chế tài chính duy nhất.

Thứ tư, mở rộng phân tích tác động phân phối và công bằng chuyển đổi thông qua phân tách hộ gia đình theo thu nhập, khu vực và đặc điểm xã hội; đồng thời nghiên cứu sự khác biệt giữa các ngành và doanh nghiệp về mức thâm dụng năng lượng, khả năng chuyển đổi công nghệ và năng lực thích ứng với chi phí các-bon.

Thứ năm, mở rộng phạm vi đánh giá sang các kênh chưa được lượng hóa trong luận án, bao gồm thương mại quốc tế, cơ chế điều chỉnh các-bon tại biên giới, sử dụng tín chỉ để bù trừ nghĩa vụ ETS, đổi mới công nghệ và các đồng lợi ích môi trường. Đối với phân tích theo thời gian, cần xây dựng đường cơ sở không-ETS tương ứng cho từng kỳ để tách tác động chính sách khỏi thay đổi của các yếu tố tăng trưởng../.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Nguyễn Thành Công, Trần Thục (2026), Nghiên cứu đánh giá hiệu quả của thị trường các-bon trong lĩnh vực năng lượng đến phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam, Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu số 38/2026, 108–118.
2. Nguyễn Thành Công (2026), Phân tích tính khả thi và định hướng ứng dụng các mô hình đánh giá tác động kinh tế - xã hội của các giải pháp giảm nhẹ phát thải khí nhà kính tại Việt Nam, Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu số 37/2026, 103–113; doi:10.55659/2525-2496/37.136166.
3. Dao Minh Trang, Dang Quang Thinh, Doan Thi Thanh Huong, Be Ngoc Diep, Nguyen Thanh Cong (2024), Experience with greenhouse gas emission allowance allocation and analysis of lessons for Viet Nam, Journal of Climate Change Science, No. 31 - Sep. 2024, 11–21.
4. Mai Kim Liên, Lương Quang Huy, Nguyễn Thành Công, Đỗ Tiến Anh (2020), Thị trường trao đổi tín chỉ các-bon: Kinh nghiệm quốc tế và chính sách cho Việt Nam, Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2020, 719, 76–86; doi:10.36335/VNJHM.2020(719).76-86.
5. Nguyễn Thành Công, Trần Tiến Dũng (2020), Đánh giá tình hình thực hiện Cơ chế tín chỉ chung JCM tại Việt Nam: Kinh nghiệm để tiến tới triển khai Điều 6 của Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu, Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2020, 715, 49–58; doi:10.36335/VNJHM.2020(715).49-58.
6. Mai Kim Lien, Nguyen Dieu Huyen, Nguyen Thanh Cong, Nguyen Van Minh (2020), Exploring Potential Participation of Vietnam in the Carbon Market, Low Carbon Economy, 11, 25–43; doi:10.4236/lce.2020.112002.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2026), Quyết định số 699/QĐ-BNNMT ngày 27 tháng 02 năm 2026 về việc thí điểm phân bổ hạn ngạch phát thải khí nhà kính cho năm 2025 và năm 2026, Hà Nội.
2. Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2026), Thông tư số 11/2026/TT-BNNMT ngày 13 tháng 02 năm 2026 quy định quản lý, vận hành Hệ thống đăng ký quốc gia về hạn ngạch phát thải khí nhà kính và tín chỉ các-bon, Hà Nội.
3. Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2026), Dự thảo Báo cáo kỹ thuật Đóng góp do quốc gia tự quyết định của Việt Nam giai đoạn 2026–2035 (NDC 3.0), Hà Nội.
4. Bộ Tài chính (2026), Thông tư số 48/2026/TT-BTC ngày 12 tháng 5 năm 2026 hướng dẫn giám sát giao dịch hạn ngạch phát thải khí nhà kính, tín chỉ các-bon trên sàn giao dịch các-bon trong nước và chế độ báo cáo, Hà Nội.
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022), Đóng góp do quốc gia tự quyết định cập nhật năm 2022 của Việt Nam, Hà Nội.
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022), Đóng góp do quốc gia tự quyết định của Việt Nam năm 2022 - Báo cáo kỹ thuật, Hà Nội.
7. Chính phủ (2022), Nghị định số 06/2022/NĐ-CP ngày 07 tháng 01 năm 2022 quy định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và bảo vệ tầng ô-dôn, Hà Nội.
8. Chính phủ (2025), Nghị định số 119/2025/NĐ-CP ngày 09 tháng 6 năm 2025 sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 06/2022/NĐ-CP, Hà Nội.
9. Chính phủ (2026), Nghị định số 29/2026/NĐ-CP ngày 19 tháng 01 năm 2026 quy định về các hoạt động liên quan đến Sàn giao dịch các-bon trong nước, Hà Nội.
10. Chính phủ (2026), Nghị định số 83/2026/NĐ-CP ngày 23 tháng 3 năm 2026 sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 06/2022/NĐ-CP đã được sửa đổi, bổ sung bởi Nghị định số 119/2025/NĐ-CP, Hà Nội.
11. Cục Thống kê (2025), Bảng cân đối liên ngành năm 2019, Hà Nội.

12. Nguyễn Như Hà, Nguyễn Tiến Đạt (2023), "Hoàn thiện pháp luật Việt Nam về quản lý tín chỉ các-bon và trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính", Tạp chí Khoa học Xã hội Việt Nam, 2(182), tr. 71-79. DOI: 10.56794/KHXHVN.2(182).71-79.

13. Bùi Xuân Hồi (2023), "Hoàn thiện chính sách, pháp luật về giá điện, thị trường điện Việt Nam", tham luận Hội thảo đăng trên Cổng thông tin điện tử Quốc hội, ngày 20 tháng 7 năm 2023.

14. Loan, N., Hoa, H., Lam, D., Ha, H., Ritz, R. (2025), Đánh giá và mô hình hóa tác động của các phương án quản lý hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính tại Việt Nam, thực hiện cho Đối tác Chuyển đổi Năng lượng Đông Nam Á (ETP), Hà Nội, Việt Nam.

15. Quốc hội (2020), Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14 ngày 17 tháng 11 năm 2020, Hà Nội.

16. Sở Giao dịch Chứng khoán Hà Nội (2026), "Lễ khai trương Sàn giao dịch các-bon trong nước", ngày 29 tháng 6 năm 2026.

17. Thủ tướng Chính phủ (2023), Quyết định số 500/QĐ-TTg ngày 15 tháng 5 năm 2023 phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050, Hà Nội.

18. Thủ tướng Chính phủ (2025), Quyết định số 232/QĐ-TTg ngày 24 tháng 01 năm 2025 phê duyệt Đề án thành lập và phát triển thị trường các-bon tại Việt Nam, Hà Nội.

19. Thủ tướng Chính phủ (2025), Quyết định số 768/QĐ-TTg ngày 15 tháng 4 năm 2025 phê duyệt Điều chỉnh Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050, Hà Nội.

20. Thủ tướng Chính phủ (2026), Quyết định số 263/QĐ-TTg ngày 09 tháng 02 năm 2026 phê duyệt tổng hạn ngạch phát thải khí nhà kính thí điểm cho năm 2025-2026, Hà Nội.

21. Viện Nghiên cứu Chính sách và Chiến lược, Đại học Copenhagen, Cục Thống kê và Chương trình Phát triển Liên hợp quốc tại Việt Nam (2026), Ma trận hạch toán xã hội về năng lượng Việt Nam năm 2019 (ESAM 2019), Hà Nội.

22. Võ Trung Tín, Nguyễn Quốc Đạt (2023), "Quy định pháp luật môi trường về thị trường các-bon và những thách thức khi triển khai tại Việt Nam",

Tạp chí Khoa học Xã hội Việt Nam, 8(188), tr. 55-62. DOI: 10.56794/KHXHVN.8(188).55-62.

Tài liệu tiếng Anh

23. Babiker M. H., Eckaus R. S. (2007), "Unemployment Effects of Climate Policy", *Environmental Science & Policy*, 10(7–8), pp. 600–609. DOI: 10.1016/j.envsci.2007.05.002.

24. Bel G., Joseph S. (2015), "Certificate Oversupply in the European Union Emission Trading System and Its Impact on Technological Change", IREA Working Paper No. 2015/20, Research Institute of Applied Economics, University of Barcelona, Barcelona.

25. Böhringer C., Rutherford T. F. (2008), "Combining bottom-up and top-down", *Energy Economics*, 30(2), pp. 574-596. DOI: 10.1016/j.eneco.2007.03.004.

26. Böhringer C., Rutherford T. F. (2009), "Integrated assessment of energy policies: Decomposing top-down and bottom-up", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33(9), pp. 1648-1661. DOI: 10.1016/j.jedc.2008.12.007.

27. Bonacina M., Gullì F. (2007), "Electricity Pricing under Carbon Emissions Trading: A Dominant Firm with Competitive Fringe Model", *Energy Policy*, 35(8), pp. 4200-4220.

28. Bovenberg A. L., de Mooij R. A. (1994), "Environmental Taxes and Labor-Market Distortions", *European Journal of Political Economy*, 10(4), pp. 655-683.

29. Bovenberg A. L., Goulder L. H. (1996), "Optimal Environmental Taxation in the Presence of Other Taxes: General-Equilibrium Analyses", *American Economic Review*, 86(4), pp. 985-1000.

30. Bushnell J. B. (2017), "(Overly) Great Expectations: Carbon Pricing and Revenue Uncertainty in California", *National Tax Journal*, 70(4), pp. 837-854.

31. Calel R., Dechezleprêtre A. (2016), "Environmental Policy and Directed Technological Change: Evidence from the European Carbon Market", *Review of Economics and Statistics*, 98(1), pp. 173–191. DOI: 10.1162/rest_a_00470.

32. Cao J., Ho M. S., Ma R., Teng F. (2021), "When carbon emission trading meets a regulated industry: Evidence from the electricity sector of China", *Journal of Public Economics*, 200, 104470. DOI: 10.1016/j.jpubeco.2021.104470.
33. Carbone J. C., Morgenstern R. D., Williams III R. C., Burtraw D. (2013), *Deficit Reduction and Carbon Taxes: Budgetary, Economic, and Distributional Impacts*, Resources for the Future Report, Washington, D.C.
34. Chernyavska L., Gullì F. (2008), "Marginal CO₂ cost pass-through under imperfect competition in power markets", *Ecological Economics*, 68(1-2), pp. 408-421. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.04.017.
35. Coase R. H. (1960), "The Problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, 3, pp. 1-44.
36. Cong R., Lo A. Y. (2017), "Emission Trading and Carbon Market Performance in Shenzhen, China", *Applied Energy*, 193, pp. 414–425. DOI: 10.1016/j.apenergy.2017.02.037.
37. Coxhead I., Wattanakuljarus A., Nguyen Chan V. (2013), "Are Carbon Taxes Good for the Poor? A General Equilibrium Analysis for Vietnam", *World Development*, 51, pp. 119-131.
38. Crocker T. D. (1966), "The Structuring of Atmospheric Pollution Control Systems", in Wolozin H. (ed.), *The Economics of Air Pollution*, W. W. Norton & Co., New York.
39. Cropper M. L., Oates W. E. (1992), "Environmental Economics: A Survey", *Journal of Economic Literature*, 30(2), pp. 675-740.
40. Dales J. H. (1968), *Pollution, Property and Prices: An Essay in Policy-Making and Economics*, University of Toronto Press, Toronto.
41. Decaluwé B., Lemelin A., Robichaud V., Maisonnave H. (2013), PEP-1-1: The PEP Standard Single-Country, Static CGE Model, Version 2.1, Partnership for Economic Policy (PEP).
42. Dechezleprêtre A., Nachtigall D., Venmans F. (2018), *The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance*, OECD Economics Department Working Papers No. 1515, OECD Publishing, Paris.

43. Diaz-Rainey I., Tulloch D. J. (2018), "Carbon pricing and system linking: Lessons from the New Zealand Emissions Trading Scheme", *Energy Economics*, 73, pp. 66-79, DOI: 10.1016/j.eneco.2018.04.035.
44. Do T. N., Burke P. J. (2021), "Carbon pricing in Vietnam: Options for adoption", *Energy and Climate Change*, 2, 100058. DOI: 10.1016/j.egycc.2021.100058.
45. Egenhofer C., Alessi M., Georgiev A., Fujiwara N. (2011), *The EU Emissions Trading System and Climate Policy towards 2050: Real incentives to reduce emissions and drive innovation?*, CEPS Special Report, Centre for European Policy Studies (CEPS), Brussels.
46. Ellerman A. D., Buchner B. (2008), "Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005-06 Emissions Data", *Environmental & Resource Economics*, 41(2), pp. 267-287.
47. Ellerman A. D., Convery F. J., de Perthuis C. (2010), *Pricing Carbon: The European Union Emissions Trading Scheme*, Cambridge University Press, Cambridge.
48. Fabra N., Reguant M. (2014), "Pass-Through of Emissions Costs in Electricity Markets", *American Economic Review*, 104(9), pp. 2872-2899. DOI: 10.1257/aer.104.9.2872.
49. Frei C. W., Haldi P.-A., Sarlos G. (2003), "Dynamic Formulation of a Top-Down and Bottom-Up Merging Energy Policy Model", *Energy Policy*, 31(10), pp. 1017-1031. DOI: 10.1016/S0301-4215(02)00170-2.
50. Goulder L. H. (1995), "Environmental taxation and the double dividend: A reader's guide", *International Tax and Public Finance*, 2(2), pp. 157-183.
51. Goulder L. H. (2013), "Climate change policy's interactions with the tax system", *Energy Economics*, 40, Supplement 1, pp. S3-S11.
52. Grainger C. A., Kolstad C. D. (2010), "Who Pays a Price on Carbon?", *Environmental and Resource Economics*, 46(3), pp. 359-376.
53. Guo Z., Zhang X., Zheng Y., Rao R. (2014), "Exploring the Impacts of a Carbon Tax on the Chinese Economy Using a CGE Model with a Detailed Disaggregation of Energy Sectors", *Energy Economics*, 45, pp. 455-462.

54. Hintermann B. (2016), "Pass-Through of CO₂ Emission Costs to Hourly Electricity Prices in Germany", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 3(4), pp. 857-891.
55. Hourcade J.-C., Jaccard M., Bataille C., Gherzi F. (2006), "Hybrid Modeling: New Answers to Old Challenges", *The Energy Journal*, 27(2 suppl.), pp. 1-11.
56. Jacoby H. D., Reilly J. M., McFarland J. R., Paltsev S. (2004), *Technology and Technical Change in the MIT EPPA Model*, Report No. 111, MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Cambridge, Massachusetts.
57. Karpas E., Kerr S. (2011), *Preliminary Evidence on Responses to the New Zealand Forestry Emissions Trading Scheme*, Motu Working Paper 11-09, Motu Economic and Public Policy Research, Wellington, New Zealand.
58. Li W., Jia Z. (2016), "The Impact of Emission Trading Scheme and the Ratio of Free Quota: A Dynamic Recursive CGE Model in China", *Applied Energy*, 174, pp. 1-14.
59. Liang Q. M., Wang T., Xue M. M. (2015), "Addressing the Competitiveness Effects of Taxing Carbon in China: Domestic Tax Cuts Versus Border Tax Adjustments", *Journal of Cleaner Production*, 112, pp. 1568-1581.
60. Liang Qiao-Mei, Wei Yi-Ming (2012), "Distributional impacts of taxing carbon in China: Results from the CEEPA model", *Applied Energy*, 92(C), pp. 545-551.
61. Lin B., Jia Z. (2018), "The energy, environmental and economic impacts of carbon tax rate and taxation industry: A CGE based study in China", *Energy*, 159, pp. 558-568.
62. Lin B., Jia Z. (2019), "Impacts of carbon price level in carbon emission trading market", *Applied Energy*, 239, pp. 157-170.
63. Lu C., Tong Q., Liu X. (2010), "The Impacts of Carbon Tax and Complementary Policies on Chinese Economy", *Energy Policy*, 38 (11), pp. 7278-7285.
64. Martin R., Muûls M., de Preux L. B., Wagner U. J. (2014), "Industry Compensation under Relocation Risk: A Firm-Level Analysis of the EU

Emissions Trading Scheme", *American Economic Review*, 104(8), pp. 2482-2508.

65. Martin R., Muûls M., Wagner U. J. (2016), "The Impact of the European Union Emissions Trading Scheme on Regulated Firms: What Is the Evidence after Ten Years?", *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), pp. 129-148.

66. McKibbin W. J., Morris A. C., Wilcoxon P. J., Liu W. (2018), "The Role of Border Carbon Adjustments in a U.S. Carbon Tax", *Climate Change Economics*, 9(1), 1840011. DOI: 10.1142/S2010007818400110.

67. Metcalf G. E. (2009), "Designing a Carbon Tax to Reduce U.S. Greenhouse Gas Emissions", *Review of Environmental Economics and Policy*, 3(1), pp. 63-83.

68. Meyer J., von Cramon-Taubadel S. (2004), "Asymmetric Price Transmission: A Survey", *Journal of Agricultural Economics*, 55(3), pp. 581-611.

69. Michaelowa A., Chu L., Do T. N., Nguyen Q. H., Nguyen M. H., Nguyen L., Pham L. P. (2023), *Carbon Border Adjustment Mechanism Impact Assessment Report for Vietnam*, prepared for the Southeast Asia Energy Transition Partnership and the Department of Climate Change, Hanoi.

70. Montgomery W. D. (1972), "Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs", *Journal of Economic Theory*, 5 (3), pp. 395-418.

71. Murray B. C., Maniloff P. T. (2015), "Why have greenhouse emissions in RGGI states declined? An econometric attribution to economic, energy market, and policy factors", *Energy Economics*, 51, pp. 581-589.

72. Naegele H., Zaklan A. (2019), "Does the EU ETS cause carbon leakage in European manufacturing?", *Journal of Environmental Economics and Management*, 93, pp. 125-147.

73. Nguyen Phuong Thao (2024), *Carbon Pricing in Vietnam: Simulations of Environmental and Economic Impacts with a Computable General Equilibrium Model*, PhD dissertation, Meiji University.

74. Nong Duy, Nguyen Trung H., Wang Can, Van Khuc Quy (2020), "The environmental and economic impact of the emissions trading scheme (ETS) in Vietnam", *Energy Policy*, 140, 111362.

75. Nong Duy, Siriwardana M., Perera S., Nguyen Duong Binh (2019), "Growth of low emission-intensive energy production and energy impacts in Vietnam under the new regulation", *Journal of Cleaner Production*, 225, pp. 271-283.
76. Orlov A., Grethe H. (2012), "Carbon Taxation and Market Structure: A CGE Analysis for Russia", *Energy Policy*, 51, pp. 696-707.
77. Orlov A., Grethe H., McDonald S. (2013), "Carbon taxation in Russia: Prospects for a double dividend and improved energy efficiency", *Energy Economics*, 37(C), pp. 128-140.
78. Paltsev S., Reilly J. M., Jacoby H. D., Morris J. F. (2009), "The cost of climate policy in the United States", *Energy Economics*, 31, Supplement 2, pp. S235-S243.
79. Parry I. W. H., Bento A. M. (2000), "Tax Deductions, Environmental Policy, and the 'Double Dividend' Hypothesis", *Journal of Environmental Economics and Management*, 39(1), pp. 67-96.
80. Parry I. W. H., Williams III R. C. (2010), "What are the costs of meeting distributional objectives for climate policy?", *B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 10(2), Article 9.
81. Parry I. W. H., Williams III R. C., Goulder L. H. (1999), "When Can Carbon Abatement Policies Increase Welfare? The Fundamental Role of Distorted Factor Markets", *Journal of Environmental Economics and Management*, 37(1), pp. 52-84.
82. Peltzman S. (2000), "Prices Rise Faster than They Fall", *Journal of Political Economy*, 108(3), pp. 466-502.
83. Pigou A. C. (1920), *The Economics of Welfare*, Macmillan and Co., Limited, London.
84. Roberts M. J., Spence M. (1976), "Effluent Charges and Licenses under Uncertainty", *Journal of Public Economics*, 5 (3-4), pp. 193-208.
85. Round J. I. (2003), "Constructing SAMs for Development Policy Analysis: Lessons Learned and Challenges Ahead", *Economic Systems Research*, 15(2), pp. 161-183. DOI: 10.1080/0953531032000091153.

86. Sijm J., Neuhoﬀ K., Chen Y. (2006), "CO₂ cost pass through and windfall profits in the power sector", *Climate Policy*, 6(1), pp. 49-72.
87. Siriwardana M., Meng S., McNeill J. (2011), *The Impact of a Carbon Tax on the Australian Economy: Results from a CGE Model*, Working Paper Series in Economics No. 2011-2, University of New England, Armidale.
88. Siriwardana M., Meng S., McNeill J., Nelson R. (2018), "Border adjustments under unilateral carbon pricing: The case of Australian carbon tax", *Australasian Journal of Environmental Management*, 25(2), pp. 192-210.
89. Stavins R. N. (2003), "Experience With Market-Based Environmental Policy Instruments", In Mäler K.-G., Vincent J. (eds.), *Handbook of Environmental Economics*, Vol. 1, North-Holland, pp. 355-435, Amsterdam.
90. Stavins R. N. (2008), "A Meaningful U.S. Cap-and-Trade System to Address Climate Change", *Harvard Environmental Law Review*, 32(2), pp. 293-371.
91. Take K. (Hoa Nguyen), Nguyen T. L., Ota T., Hirayama T., Motoki Y., Hibino G., Ochi Y., Masui T. (2022), "Net Zero Emission Scenarios in Vietnam", *Global Environmental Research*, 26(1-2), pp. 49-56. DOI: 10.57466/ger.26.1-2_49.
92. Tietenberg T. H. (1985), *Emissions Trading: An Exercise in Reforming Pollution Policy*, Resources for the Future, Washington D.C.
93. Tietenberg T. H. (2006), *Emissions Trading: Principles and Practice*, 2nd ed., Resources for the Future Press, Washington, D.C.
94. Tran Hau Ngoc, Hoang Chu Duc, Hoang Vu Tran (2024), "Policy Instruments for Promoting Energy Efficiency and Reducing Greenhouse Gas Emissions in Vietnam", *Proceedings of IEEE ATiGB 2024*.
95. United Nations Development Programme Viet Nam (2026), "Launch of Research Outputs on Developing an Energy Social Accounting Matrix (ESAM) to Support an Equitable Energy and Green Transition in Viet Nam", 13 July 2026.
96. Vu Kim Ngan (2024), *Border Carbon Adjustment Mechanisms and Impacts on Vietnam*, International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg, Canada.

97. Weitzman M. L. (1974), "Prices vs. Quantities", *Review of Economic Studies*, 41 (4), pp. 477-491.

98. Willenbockel D., Ho Cong Hoa (2011), *Fossil Fuel Prices and Taxes: Effects on Economic Development and Income Distribution in Viet Nam*, Package 2 Report for UNDP Viet Nam, Institute of Development Studies at the University of Sussex; Central Institute for Economic Management (CIEM), Ha Noi, Viet Nam.

99. Williams III R. C., Gordon H., Burtraw D., Carbone J. C., Morgenstern R. D. (2015), "The Initial Incidence of a Carbon Tax Across Income Groups", *National Tax Journal*, 68(1), pp. 195-214.

100. World Bank (2020), *Learning from Power Sector Reform Experiences: The Case of Vietnam*, World Bank, Washington, D.C.

101. World Bank Group (2022), *Vietnam Country Climate and Development Report*, World Bank, Washington, D.C.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1. Giải thích từ ngữ

I. Thị trường các-bon và thiết kế ETS

TT	Thuật ngữ/khái niệm	Giải thích
1	Định giá các-bon	Việc áp dụng một mức giá đối với phát thải khí nhà kính nhằm đưa chi phí phát thải vào các quyết định sản xuất, đầu tư và tiêu dùng. Các công cụ chủ yếu gồm thuế các-bon và hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải.
2	Giá các-bon	Giá trị tiền tệ áp dụng cho một đơn vị phát thải khí nhà kính. Trong luận án, đây là tham số ngoại sinh của kịch bản, tính bằng VND/tCO ₂ , không phải giá thị trường được xác định nội sinh hoặc dự báo cho Việt Nam.
3	Hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính (ETS)	Công cụ định giá các-bon trong đó cơ quan quản lý xác định phạm vi điều chỉnh và lượng phát thải được phép, cấp hoặc phân bổ hạn ngạch và cho phép chuyển giao hoặc giao dịch hạn ngạch để thực hiện nghĩa vụ tuân thủ.
4	Hạn ngạch phát thải khí nhà kính	Đơn vị do cơ quan có thẩm quyền cấp hoặc phân bổ, đại diện cho quyền phát thải một lượng khí nhà kính xác định trong một kỳ tuân thủ, thường được quy đổi về tấn CO ₂ tương đương.
5	Kỳ tuân thủ	Khoảng thời gian dùng để xác định phát thải và hoàn thành nghĩa vụ ETS, bao gồm việc nộp trả đủ số lượng hạn ngạch hoặc đơn vị đủ điều kiện theo quy định.
6	Nghĩa vụ tuân thủ ETS	Yêu cầu chủ thể thuộc phạm vi ETS nộp trả số lượng hạn ngạch tương ứng với phát thải trong kỳ, sau khi tính đến các cơ chế được phép. Trong luận án, nghĩa vụ này được mô hình hóa ở cấp tài khoản ngành.
7	Phân bổ hạn ngạch miễn phí	Việc cấp hạn ngạch mà không thu tiền tại thời điểm phân bổ, theo phương pháp và tiêu chí do cơ quan quản lý quy định. Phân bổ miễn phí không đồng nghĩa hạn ngạch không có giá trị kinh tế hoặc chi phí cơ hội.
8	Đấu giá hạn ngạch	Phương thức phân bổ hạn ngạch thông qua bán đấu giá. Doanh thu đấu giá chỉ phát sinh từ số hạn ngạch được bán và thanh toán thực tế; không đồng nhất với các biến hạch toán ETS trong mô hình.
9	Tín chỉ các-bon	Đơn vị đại diện cho một lượng giảm phát thải hoặc tăng hấp thụ khí nhà kính đã được định lượng và xác nhận hoặc công nhận theo cơ chế, tiêu chuẩn hay quy định áp dụng; thông thường một tín chỉ tương ứng với một tấn CO ₂ tương đương.
10	Sử dụng tín chỉ các-bon để bù trừ nghĩa vụ ETS	Việc sử dụng tín chỉ đủ điều kiện để thay thế một phần số hạn ngạch phải nộp trả, trong giới hạn do ETS quy định. Bù trừ tạo thêm tính linh hoạt tuân thủ nhưng không đồng nhất với giảm phát thải trực tiếp tại cơ sở.

TT	Thuật ngữ/khái niệm	Giải thích
11	Đo đạc, báo cáo và thẩm định (MRV)	Hệ thống phương pháp, yêu cầu và quy trình để đo đạc hoặc tính toán phát thải, lập báo cáo và thẩm định tính đầy đủ, nhất quán và đáng tin cậy của thông tin phục vụ quản lý và tuân thủ.
12	Chi phí tuân thủ ETS	Các chi phí để thực hiện nghĩa vụ ETS, có thể gồm giảm phát thải, mua hạn ngạch hoặc tín chỉ, MRV, giao dịch và quản trị tuân thủ. Giá trị ETS ròng trong mô hình không đại diện cho toàn bộ chi phí tuân thủ thực tế.
13	Hiệu quả tương đối và quan hệ đánh đổi của kịch bản ETS	Hiệu quả tương đối được xem xét qua hồ sơ tác động của các kịch bản trong cùng trạng thái cơ sở và quy tắc đóng. Quan hệ đánh đổi xuất hiện khi một chỉ tiêu được cải thiện nhưng chỉ tiêu khác bất lợi hơn. Luận án không xây dựng thước đo phúc lợi chung hoặc xác định phương án tối ưu tuyệt đối.

II. Dữ liệu, mô hình và phương pháp phân tích

TT	Thuật ngữ/khái niệm	Giải thích
1	Bảng cân đối liên ngành (I-O)	Bảng dữ liệu mô tả các luồng sản phẩm trung gian giữa các ngành, nhu cầu cuối cùng, giá trị gia tăng và tổng sản lượng. Bảng I-O năm 2019 là nguồn chính để xây dựng các tài khoản sản xuất và hàng hóa của SAM.
2	Ma trận hạch toán xã hội (SAM)	Ma trận vuông ghi nhận các dòng thu và chi giữa hoạt động sản xuất, hàng hóa, yếu tố sản xuất, các thể chế, khu vực nước ngoài và tài khoản tích lũy trong một năm cơ sở theo nguyên tắc hạch toán kép.
3	Mô hình cân bằng tổng thể khả toán (CGE)	Mô hình định lượng mô tả đồng thời hành vi của các tác nhân, quan hệ liên ngành và các điều kiện cân bằng của nền kinh tế. Giá và lượng được xác định nội sinh từ hệ phương trình hành vi, ràng buộc nguồn lực và đồng nhất thức hạch toán.
4	Mô hình PEP-1-1	Mô hình CGE tĩnh, một quốc gia và một kỳ. Luận án kế thừa cấu trúc sản xuất, thu nhập – tiêu dùng, thương mại và cân bằng của PEP-1-1, đồng thời bổ sung khối phát thải, phân bổ miễn phí và cơ chế truyền dẫn ETS.
5	Hiệu chỉnh mô hình	Quá trình xác định tham số và giá trị ban đầu để khi chưa có cú sốc chính sách, nghiệm của mô hình tái tạo trạng thái cơ sở trong SAM và thỏa mãn các điều kiện cân bằng.
6	Quy tắc đóng mô hình	Tập hợp các lựa chọn xác định biến nào được giữ ngoại sinh và biến nào điều chỉnh nội sinh để bảo đảm các thị trường và tài khoản vĩ mô cân bằng sau cú sốc.
7	Trạng thái cơ sở	Nghiệm cân bằng tham chiếu được hiệu chỉnh theo SAM năm 2019, với giá các-bon bằng 0 và khối ETS không tạo cú sốc. Đây là mốc so sánh của lưới kịch bản, không phải dự báo về một năm tương lai.

TT	Thuật ngữ/khái niệm	Giải thích
8	Mô phỏng so sánh tĩnh	Phương pháp giải độc lập trạng thái cân bằng của từng kịch bản sau cú sốc và so sánh với trạng thái cơ sở. Phương pháp không mô tả đường chuyển tiếp hoặc thời gian điều chỉnh của nền kinh tế.
9	Lưới kịch bản	Tập hợp có hệ thống các tổ hợp tham số dùng để giải và so sánh kết quả. Trong luận án, 126 kịch bản được hình thành từ bảy mức giá các-bon, ba mức α và sáu mức θ .
10	Phân tích độ nhạy cục bộ	Phương pháp thay đổi một tham số tại một thời điểm và giữ các tham số còn lại cố định để quan sát phản ứng của kết quả. Phương pháp không đo lường bất định toàn cục hoặc xếp hạng tuyệt đối tầm quan trọng của các tham số.
11	Mô phỏng bán động	Chuỗi các lần giải mô hình tĩnh cho các kỳ liên tiếp, trong đó một số trạng thái đầu vào được cập nhật giữa các kỳ. Trong luận án, vốn, lao động và năng suất được cập nhật ngoại sinh; không có tối ưu liên thời kỳ.
12	Giả định Armington	Giả định hàng hóa sản xuất trong nước và hàng hóa nhập khẩu là các sản phẩm thay thế không hoàn hảo. Độ co giãn Armington phản ánh mức độ thay thế giữa hai nguồn hàng khi giá tương đối thay đổi.
13	Hàm CES	Hàm có độ co giãn thay thế không đổi, dùng để mô tả khả năng thay thế không hoàn hảo giữa các yếu tố hoặc nhóm đầu vào trong sản xuất.
14	Hàm CET	Hàm có độ co giãn chuyển đổi không đổi, dùng để mô tả khả năng phân bổ sản lượng giữa thị trường trong nước và xuất khẩu khi giá tương đối thay đổi.
15	Hàm hữu dụng Stone–Geary và hệ thống chi tiêu tuyến tính	Hàm Stone–Geary phân biệt mức tiêu dùng tối thiểu với phần tiêu dùng phụ thuộc thu nhập khả dụng. Hệ thống chi tiêu tuyến tính được suy ra từ hàm này để xác định cầu tiêu dùng của hộ gia đình.
16	Định luật Walras	Tính chất theo đó, khi các ràng buộc ngân sách được thỏa mãn và tất cả các thị trường trừ một thị trường đã cân bằng, phương trình cân bằng còn lại được suy ra từ các phương trình khác. Phần dư Walras được dùng để kiểm tra tính nhất quán số.
17	Chi phí và đường cong chi phí giảm phát thải biên (MAC/MACC)	MAC là chi phí tăng thêm để giảm thêm một đơn vị phát thải so với trạng thái tham chiếu. MACC biểu diễn hoặc sắp xếp các phương án giảm phát thải theo chi phí và tiềm năng giảm phát thải tương ứng.
18	Liên kết mềm	Cách sử dụng thông tin từ một mô hình hoặc nghiên cứu kỹ thuật để lựa chọn giả định, thiết kế kịch bản hoặc diễn giải kết quả của mô hình khác, nhưng không tích hợp trực tiếp các hệ phương trình. Luận án sử dụng thông tin MAC theo cách này.

III. Cơ chế và biến đặc thù của mô hình trong luận án

TT	Thuật ngữ/khái niệm	Giải thích
1	Hệ số cường độ phát thải cách điệu hóa (emisJ)	Tham số ngoại sinh gắn phát thải mô hình hóa với một đơn vị sản lượng hạch toán của ngành. emisJ được thiết lập để phân biệt tương quan cường độ phát thải giữa các nhóm ngành, không phải hệ số vật lý hiệu chỉnh từ kiểm kê.
2	Phát thải mô hình hóa	Lượng phát thải tính từ tích giữa emisJ và sản lượng ngành trong mô hình. Chỉ tiêu được dùng để so sánh hướng và tỷ lệ thay đổi giữa các kịch bản, không thay thế số liệu kiểm kê khí nhà kính chính thức.
3	Tỷ lệ phân bổ hạn ngạch miễn phí (α)	Tham số ngoại sinh xác định lượng hạn ngạch miễn phí theo tỷ lệ của phát thải tham chiếu tại trạng thái cơ sở. α là tham số cách điệu hóa, không tái hiện đầy đủ các phương thức phân bổ hoặc chi phí cơ hội của hạn ngạch.
4	Giá trị ETS ròng sau phân bổ (ETS_BAL)	Giá trị bằng giá các-bon nhân với chênh lệch giữa phát thải mô hình hóa và lượng hạn ngạch miễn phí. ETS_BAL có thể dương hoặc âm; đây là biến hạch toán của mô hình, không mặc nhiên là khoản phải trả, lượng giao dịch hoặc dòng tiền thực tế.
5	Truyền dẫn không hoàn toàn giá trị ETS ròng vào giá điện	Cơ chế trong đó chỉ một phần ETS_BAL của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất qua kênh giá; phần còn lại được ghi nhận tại FIN_GAP_ELEC. Đây là quy tắc dạng rút gọn, không phải ước lượng về điều chỉnh giá bán lẻ điện.
6	Hệ số truyền dẫn (θ)	Tham số kịch bản thể chế từ 0 đến 1, xác định tỷ lệ ETS_BAL của ngành điện được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất điện. θ không phải tỷ lệ tăng giá bán lẻ điện và không được ước lượng từ dữ liệu lịch sử.
7	Phần giá trị ETS ròng của ngành điện chưa được phản ánh qua giá điện (FIN_GAP_ELEC)	Biến bằng $(1 - \theta)$ nhân với ETS_BAL của ngành điện, có thể dương hoặc âm và được đối ứng qua tiết kiệm Chính phủ theo quy tắc đóng. Đây không phải thiếu hụt tài chính, lỗ kế toán hoặc dòng tiền của doanh nghiệp điện.
8	Tổng giá trị ETS ròng hạch toán vào tài khoản Chính phủ (TCO2T)	Tổng ETS_BAL của các ngành thuộc khối ETS, được đưa vào thu nhập Chính phủ theo quy tắc đóng. TCO2T không đồng nhất với doanh thu đầu giá, thu ngân sách, phí giao dịch hoặc doanh thu thực tế của thị trường.
9	Kênh chi phí – giá	Kênh tác động phát sinh khi giá trị ETS ròng được đưa vào cân bằng giá trị sản xuất, làm thay đổi giá tương đối, chi phí đầu vào, sản lượng, thu nhập và tiêu dùng.
10	Kênh hạch toán – tiết kiệm	Kênh tác động phát sinh khi TCO2T và FIN_GAP_ELEC được đối ứng qua tài khoản Chính phủ, làm thay đổi tiết kiệm Chính phủ, tổng tiết kiệm, đầu tư và kết quả cân bằng vĩ mô.
11	Kết quả mô phỏng có điều kiện	Chênh lệch giữa trạng thái cân bằng của kịch bản và trạng thái cơ sở, chỉ có giá trị trong phạm vi SAM năm 2019, mức phân tổ, cấu trúc phương trình, tham số và quy tắc đóng. Kết quả không phải ước lượng nhân quả hoặc dự báo chính thức.

Phụ lục 2. Bảng ánh xạ ngành từ bảng I-O 2019 sang cấu trúc SAM của mô hình

Mã	Tên ngành sản phẩm trong bảng I-O 2019	Hàng hóa (I)	Ngành (J)
1	Thóc khô	AGR	AGR
2	Ngô và sản phẩm cây lương thực có hạt khác	AGR	AGR
3	Sản phẩm cây lấy củ có chất bột	AGR	AGR
4	Sản phẩm cây có hạt chứa dầu	AGR	AGR
5	Mía cây tươi	AGR	AGR
6	Rau, đậu các loại	AGR	AGR
7	Sản phẩm hoa hàng năm	AGR	AGR
8	Sản phẩm cây hàng năm khác còn lại	AGR	AGR
9	Sản phẩm cây ăn quả	AGR	AGR
10	Hạt điều khô	AGR	AGR
11	Hạt hồ tiêu	AGR	AGR
12	Mủ cao su khô	AGR	AGR
13	Cà phê nhân	AGR	AGR
14	Chè búp tươi, chè lá tươi	AGR	AGR
15	Sản phẩm cây lâu năm khác còn lại	AGR	AGR
16	Sản phẩm chăn nuôi trâu, bò	AGR	AGR
17	Sản phẩm chăn nuôi lợn	AGR	AGR
18	Sản phẩm chăn nuôi gia cầm	AGR	AGR
19	Sản phẩm chăn nuôi khác còn lại	AGR	AGR
20	Dịch vụ nông nghiệp	AGR	AGR
21	Sản phẩm săn bắt, đánh bắt và dịch vụ có liên quan	AGR	AGR
22	Các sản phẩm nông nghiệp khác chưa được phân vào đâu	AGR	AGR
23	Sản phẩm trồng rừng và chăm sóc rừng và cây giống lâm nghiệp	AGR	AGR
24	Gỗ khai thác	AGR	AGR
25	Lâm sản khai thác thu nhặt khác trừ gỗ	AGR	AGR
26	Dịch vụ lâm nghiệp	AGR	AGR
27	Sản phẩm thủy sản khai thác biển	AGR	AGR
28	Sản phẩm thủy sản khai thác nội địa	AGR	AGR
29	Sản phẩm thủy sản nuôi trồng biển	AGR	AGR
30	Cá tra	AGR	AGR
31	Tôm thẻ chân trắng, Tôm sú	AGR	AGR
32	Sản phẩm thủy sản nuôi trồng nội địa khác	AGR	AGR
33	Giống thủy sản nội địa	AGR	AGR
34	Than cứng và than non	AGR	AGR
35	Dầu thô khai thác	AGR	AGR
36	Khí tự nhiên dạng khí hoặc hóa lỏng	AGR	AGR
37	Quặng kim loại và tinh quặng kim loại	AGR	AGR

Mã	Tên ngành sản phẩm trong bảng I-O 2019	Hàng hóa (I)	Ngành (J)
38	Đá, cát, sỏi, đất sét	AGR	AGR
39	Sản phẩm khai khoáng chưa được phân vào đâu	AGR	AGR
40	Dịch vụ hỗ trợ khai khoáng	AGR	AGR
41	Sản phẩm chế biến, bảo quản thịt và các sản phẩm từ thịt	FOOD	IND
42	Dịch vụ giết mổ gia súc, gia cầm	FOOD	IND
43	Thủy sản và các sản phẩm từ thủy sản chế biến, bảo quản	FOOD	IND
44	Rau, quả chế biến	FOOD	IND
45	Dầu, mỡ động, thực vật chế biến	FOOD	IND
46	Sữa và các sản phẩm từ sữa	FOOD	IND
47	Sản phẩm xay xát và sản xuất bột	FOOD	IND
48	Đường, mật	FOOD	IND
49	Cacao, sôcôla và bánh kẹo; các sản phẩm bánh từ bột	FOOD	IND
50	Món ăn, thức ăn chế biến sẵn	FOOD	IND
51	Cà phê	FOOD	IND
52	Chè (trà)	FOOD	IND
53	Các loại thực phẩm khác còn lại (mì ống, mỳ sợi và các sản phẩm tương tự; thực phẩm khác chưa được phân vào đâu...)	FOOD	IND
54	Thức ăn gia súc, gia cầm và thủy sản	FOOD	IND
55	Rượu các loại	FOOD	IND
56	Bia	FOOD	IND
57	Đồ uống không cồn, nước khoáng, nước tinh khiết	FOOD	IND
58	Sản phẩm thuốc lá	FOOD	IND
59	Sợi, vải dệt thoi sản phẩm dệt hoàn thiện	OTHIND	IND
60	Sản phẩm dệt khác	OTHIND	IND
61	Trang phục các loại bao gồm trang phục bằng vải dệt thoi, dệt kim, đan móc, da thuộc, da tổng hợp, da lông thú	OTHIND	IND
62	Da thuộc, sơ chế; sản phẩm vali, túi xách, yên đệm; da lông thú sơ chế và nhuộm	OTHIND	IND
63	Giày, dép	OTHIND	IND
64	Sản phẩm chế biến gỗ và sản phẩm từ gỗ, tre, nứa (trừ giường, tủ, bàn, ghế); từ rom, rạ và vật liệu tết bện	OTHIND	IND
65	Giấy và các sản phẩm từ giấy	OTHIND	IND
66	Dịch vụ in, sao chép bản ghi các loại	OTHIND	IND
67	Than cốc	OTHIND	IND
68	Nhiên liệu dầu và xăng; dầu mỡ bôi trơn	OTHIND	IND
69	Sản phẩm chế biến từ dầu mỡ còn lại	OTHIND	IND
70	Hóa chất cơ bản	OTHIND	IND
71	Phân bón và hợp chất nitơ	OTHIND	IND
72	Plastic và cao su tổng hợp dạng nguyên sinh	OTHIND	IND
73	Thuốc trừ sâu và sản phẩm hoá chất khác dùng trong nông nghiệp	OTHIND	IND
74	Sản phẩm hóa chất khác; sợi tổng hợp, sợi nhân tạo	OTHIND	IND
75	Thuốc các loại; Hóa dược và dược liệu	OTHIND	IND

Mã	Tên ngành sản phẩm trong bảng I-O 2019	Hàng hóa (I)	Ngành (J)
76	Sản phẩm từ cao su	OTHIND	IND
77	Sản phẩm từ plastic	OTHIND	IND
78	Thủy tinh và sản phẩm từ thủy tinh	OTHIND	IND
79	Sản phẩm chịu lửa; Sản phẩm vật liệu xây dựng từ đất sét; Sản phẩm gốm sứ khác	OTHIND	IND
80	Xi măng các loại	OTHIND	IND
81	Sản phẩm từ khoáng phi kim loại chưa được phân vào đâu (trừ xi măng; gạch, ngói, đá lát và các sản phẩm xây dựng bằng đất sét nung)	OTHIND	IND
82	Sản phẩm gang, sắt, thép	OTHIND	IND
83	Sản phẩm kim loại màu, kim loại quý và dịch vụ đúc kim loại	OTHIND	IND
84	Sản phẩm từ kim loại đúc sẵn (trừ máy móc, thiết bị)	OTHIND	IND
85	Sản phẩm linh kiện điện tử; máy tính và thiết bị ngoại vi của máy tính, Thiết bị truyền thông	OTHIND	IND
86	Sản phẩm điện tử dân dụng	OTHIND	IND
87	Thiết bị đo lường, kiểm tra, định hướng và điều khiển; đồng hồ; thiết bị bức xạ, thiết bị điện tử y học, điện liệu pháp; thiết bị và dụng cụ quang học; băng, đĩa từ tính và quang học	OTHIND	IND
88	Mô tơ, máy phát, biến thể điện, thiết bị phân phối và điều khiển điện	OTHIND	IND
89	Pin và ắc quy	OTHIND	IND
90	Dây và thiết bị dây dẫn	OTHIND	IND
91	Thiết bị điện chiếu sáng	OTHIND	IND
92	Đồ điện dân dụng (tủ lạnh gia đình, máy rửa bát, máy giặt, máy hút bụi,...)	OTHIND	IND
93	Thiết bị điện khác	OTHIND	IND
94	Máy thông dụng	OTHIND	IND
95	Máy chuyên dụng	OTHIND	IND
96	Ô tô các loại	OTHIND	IND
97	Xe có động cơ còn lại (trừ ô tô các loại), thân xe ô tô và xe có động cơ khác, rơ moóc và bán rơ moóc; Phụ tùng và bộ phận phụ trợ cho xe ô tô và xe có động cơ khác	OTHIND	IND
98	Tàu và thuyền; Đầu máy xe lửa, xe điện và toa xe; Máy bay, tàu vũ trụ và máy móc liên quan, Xe cơ giới chiến đấu dùng trong quân đội	OTHIND	IND
99	Mô tô, xe máy	OTHIND	IND
100	Phương tiện vận tải khác còn lại	OTHIND	IND
101	Giường, tủ, bàn, ghế	OTHIND	IND
102	Đồ kim hoàn, đồ giả kim hoàn và các chi tiết liên quan; Nhạc cụ; Dụng cụ thể dục, thể thao; Đồ chơi, trò chơi	OTHIND	IND
103	Thiết bị, dụng cụ y tế, nha khoa, chỉnh hình và phục hồi chức năng	OTHIND	IND
104	SP chế biến, chế tạo khác chưa được phân vào đâu	OTHIND	IND
105	Dịch vụ sửa chữa, bảo dưỡng và lắp đặt máy móc và thiết bị	OTHIND	IND
106	Sản xuất, truyền tải và phân phối điện	ELEC	ELEC
107	Khí đốt, dịch vụ phân phối nhiên liệu khí bằng đường ống	OTHIND	IND
108	Hơi nước, nước nóng, nước đá; dịch vụ phân phối hơi nước, nước nóng, nước đá và điều hoà không khí bằng đường ống	OTHIND	IND
109	Nước tự nhiên khai thác	OTHIND	IND

Mã	Tên ngành sản phẩm trong bảng I-O 2019	Hàng hóa (I)	Ngành (J)
110	Dịch vụ thoát nước và xử lý nước thải	OTHIND	IND
111	Dịch vụ thu gom, xử lý và tiêu huỷ rác thải; tái chế phế liệu	OTHIND	IND
112	Dịch vụ xử lý ô nhiễm và hoạt động quản lý chất thải khác	OTHIND	IND
113	Nhà để ở	OTHIND	IND
114	Nhà các loại còn lại và dịch vụ xây dựng nhà	OTHIND	IND
115	Đường sắt, dịch vụ xây dựng đường sắt	OTHIND	IND
116	Công trình đường bộ, dịch vụ xây dựng đường bộ	OTHIND	IND
117	Công trình công ích và dịch vụ xây dựng công trình công ích và Công trình kỹ thuật dân dụng khác	OTHIND	IND
118	Hoạt động xây dựng chuyên dụng	OTHIND	IND
119	Dịch vụ Bán ô tô, mô tô, xe máy và xe có động cơ khác	SER	SER
120	Dịch vụ Sửa chữa ô tô, mô tô, xe máy và xe có động cơ khác	SER	SER
121	Dịch vụ thương mại	SER	SER
122	Dịch vụ vận tải hành khách đường sắt	SER	SER
123	Dịch vụ vận tải hàng hóa đường sắt	SER	SER
124	Dịch vụ vận tải bằng xe buýt, Dịch vụ vận tải hành khách đường bộ khác	SER	SER
125	Dịch vụ vận tải hàng hóa bằng đường bộ, Dịch vụ vận tải đường ống	SER	SER
126	Dịch vụ vận tải hành khách đường thủy	SER	SER
127	Dịch vụ vận tải hàng hoá đường thủy	SER	SER
128	Dịch vụ vận tải hành khách hàng không	SER	SER
129	Dịch vụ vận tải hàng hoá hàng không	SER	SER
130	Dịch vụ kho bãi và các hoạt động hỗ trợ cho vận tải	SER	SER
131	Dịch vụ bưu chính và chuyển phát	SER	SER
132	Dịch vụ lưu trú	SER	SER
133	Dịch vụ ăn uống	SER	SER
134	Hoạt động xuất bản	SER	SER
135	Dịch vụ điện ảnh, sản xuất chương trình truyền hình, ghi âm và xuất bản âm nhạc	SER	SER
136	Dịch vụ phát thanh, truyền hình	SER	SER
137	Dịch vụ viễn thông	SER	SER
138	Dịch vụ lập trình máy vi tính, dịch vụ tư vấn và các hoạt động khác liên quan đến máy vi tính	SER	SER
139	Dịch vụ thông tin khác	SER	SER
140	Dịch vụ tài chính (trừ bảo hiểm và bảo hiểm xã hội)	SER	SER
141	Dịch vụ bảo hiểm nhân thọ và tái bảo hiểm nhân thọ;	SER	SER
142	Dịch vụ bảo hiểm phi nhân thọ và tái bảo hiểm phi nhân thọ	SER	SER
143	Dịch vụ tài chính khác	SER	SER
144	Dịch vụ kinh doanh bất động sản	SER	SER
145	Dịch vụ pháp luật, kế toán và kiểm toán	SER	SER
146	Dịch vụ cửa trụ sở văn phòng; dịch vụ tư vấn quản lý	SER	SER
147	Dịch vụ kiến trúc; kiểm tra và phân tích kỹ thuật	SER	SER
148	Dịch vụ nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ	SER	SER

Mã	Tên ngành sản phẩm trong bảng I-O 2019	Hàng hóa (I)	Ngành (J)
149	Dịch vụ quảng cáo và nghiên cứu thị trường	SER	SER
150	Dịch vụ chuyên môn, khoa học và công nghệ khác	SER	SER
151	Dịch vụ thú y	SER	SER
152	Dịch vụ cho thuê máy móc, thiết bị (không kèm người điều khiển); cho thuê đồ dùng cá nhân và gia đình; cho thuê tài sản vô hình phi tài chính	SER	SER
153	Dịch vụ lao động và việc làm	SER	SER
154	Dịch vụ của các đại lý du lịch, kinh doanh tua du lịch và các dịch vụ hỗ trợ, liên quan đến quảng bá và tổ chức tua du lịch	SER	SER
155	Dịch vụ điều tra bảo đảm an toàn	SER	SER
156	Dịch vụ vệ sinh nhà cửa, công trình và cảnh quan	SER	SER
157	Dịch vụ hành chính, hỗ trợ văn phòng và các hoạt động hỗ trợ kinh doanh khác	SER	SER
158	Dịch vụ của Đảng cộng sản, tổ chức chính trị - xã hội, quản lý nhà nước, an ninh quốc phòng và bảo đảm xã hội bắt buộc	ADM	ADM
159	Giáo dục và đào tạo (trừ đào tạo cao đẳng, đại học và sau đại học)	SER	SER
160	Dịch vụ đào tạo cao đẳng, đại học và sau đại học	SER	SER
161	Dịch vụ y tế	SER	SER
162	Dịch vụ chăm sóc, điều dưỡng tập trung	SER	SER
163	Dịch vụ trợ giúp xã hội không tập trung	SER	SER
164	Dịch vụ sáng tác, nghệ thuật và giải trí	SER	SER
165	Dịch vụ của thư viện, lưu trữ, bảo tàng và các hoạt động văn hoá khác	SER	SER
166	Dịch vụ xổ số, cá cược và đánh bạc	SER	SER
167	Dịch vụ thể thao, vui chơi và giải trí	SER	SER
168	Dịch vụ của các hiệp hội, tổ chức khác	SER	SER
169	Dịch vụ sửa chữa máy tính, đồ dùng cá nhân và gia đình	SER	SER
170	Dịch vụ phục vụ cá nhân khác	SER	SER
171	Dịch vụ làm thuê công việc gia đình trong các hộ gia đình	SER	SER

Phụ lục 3. Kết quả mô hình CGE PEP 1-1 mở rộng

TT	Kịch bản	Giá carbon (VNĐ/tCO ₂)	Theta	Alpha	ΔGDP (%)	ΔCPI (%)	FIN_GAP (tỷ VNĐ)	TCO2T (tỷ VNĐ)	Giá trị HN miễn phí (tỷ VNĐ)	ΔXST (%)	ΔVA (%)	ΔLD (%)	ΔKD (%)	ΔCTH (%)	ΔPhát thải (%)
1	KB001: p50k_00,1_α100%	50.000	0,1	100%	-0,004756	0,005811	-50,99	-829,68	124.740,82	-0,415438	-0,004637	-0,002378	-0,000951	-0,007729	-0,679300
2	KB002: p50k_00,1_α90%	50.000	0,1	90%	-0,019025	0,023243	469,93	9.164,03	112.266,73	-1,657416	-0,018550	-0,009513	-0,003805	-0,030916	-2,710104
3	KB003: p50k_00,1_α80%	50.000	0,1	80%	-0,037932	0,046341	979,21	18.968,33	99.792,65	-2,994471	-0,036983	-0,018966	-0,007586	-0,061639	-4,895985
4	KB004: p50k_00,2_α100%	50.000	0,2	100%	-0,005708	0,006973	-47,80	-874,95	124.740,82	-0,438152	-0,005565	-0,002854	-0,001142	-0,009275	-0,716365
5	KB005: p50k_00,2_α90%	50.000	0,2	90%	-0,022830	0,027892	409,11	9.006,51	112.266,73	-1,736482	-0,022260	-0,011415	-0,004566	-0,037099	-2,839071
6	KB006: p50k_00,2_α80%	50.000	0,2	80%	-0,045518	0,055609	857,28	18.728,05	99.792,65	-3,115199	-0,044380	-0,022759	-0,009104	-0,073967	-5,092714
7	KB007: p50k_00,3_α100%	50.000	0,3	100%	-0,006659	0,008135	-43,99	-920,22	124.740,82	-0,460868	-0,006492	-0,003329	-0,001332	-0,010821	-0,753433
8	KB008: p50k_00,3_α90%	50.000	0,3	90%	-0,026635	0,032540	350,54	8.851,05	112.266,73	-1,814520	-0,025969	-0,013318	-0,005327	-0,043282	-2,966355
9	KB009: p50k_00,3_α80%	50.000	0,3	80%	-0,053104	0,064877	738,94	18.494,21	99.792,65	-3,232702	-0,051777	-0,026552	-0,010621	-0,086294	-5,284165
10	KB010: p50k_00,5_α100%	50.000	0,5	100%	-0,008561	0,010459	-34,51	-1.010,75	124.740,82	-0,506286	-0,008347	-0,004281	-0,001712	-0,013912	-0,827546
11	KB011: p50k_00,5_α90%	50.000	0,5	90%	-0,034245	0,041837	239,98	8.546,27	112.266,73	-1,967520	-0,033389	-0,017123	-0,006849	-0,055649	-3,215891
12	KB012: p50k_00,5_α80%	50.000	0,5	80%	-0,068277	0,083413	512,48	18.045,07	99.792,65	-3,458442	-0,066570	-0,034138	-0,013655	-0,110950	-5,651904
13	KB013: p50k_00,7_α100%	50.000	0,7	100%	-0,010464	0,012784	-22,56	-1.101,17	124.740,82	-0,551656	-0,010202	-0,005232	-0,002093	-0,017004	-0,901582
14	KB014: p50k_00,7_α90%	50.000	0,7	90%	-0,041856	0,051135	137,91	8.249,61	112.266,73	-2,116461	-0,040809	-0,020928	-0,008371	-0,068015	-3,458785
15	KB015: p50k_00,7_α80%	50.000	0,7	80%	-0,083449	0,101950	298,77	17.619,29	99.792,65	-3,672489	-0,081363	-0,041725	-0,016690	-0,135605	-6,000509
16	KB016: p50k_01,0_α100%	50.000	1,0	100%	-0,013318	0,016270	0,00	-1.236,50	124.740,82	-0,619558	-0,012985	-0,006659	-0,002664	-0,021641	-1,012384
17	KB017: p50k_01,0_α90%	50.000	1,0	90%	-0,053271	0,065080	0,00	7.819,52	112.266,73	-2,332410	-0,051939	-0,026635	-0,010654	-0,086565	-3,810914
18	KB018: p50k_01,0_α80%	50.000	1,0	80%	-0,106208	0,129754	0,00	17.021,14	99.792,65	-3,973285	-0,103553	-0,053104	-0,021242	-0,172589	-6,490240
19	KB019: p100k_00,1_α100%	100.000	0,1	100%	-0,009513	0,011621	-208,17	-3.386,92	249.481,63	-0,847936	-0,009275	-0,004756	-0,001903	-0,015458	-1,386517
20	KB020: p100k_00,1_α90%	100.000	0,1	90%	-0,038050	0,046486	609,88	12.959,15	224.533,47	-3,001820	-0,037099	-0,019025	-0,007610	-0,061832	-4,907997
21	KB021: p100k_00,1_α80%	100.000	0,1	80%	-0,075863	0,092681	1.506,33	30.581,08	199.585,31	-4,837140	-0,073967	-0,037932	-0,015173	-0,123278	-7,907167
22	KB022: p100k_00,2_α100%	100.000	0,2	100%	-0,011415	0,013946	-194,68	-3.563,46	249.481,63	-0,892228	-0,011130	-0,005708	-0,002283	-0,018550	-1,458788
23	KB023: p100k_00,2_α90%	100.000	0,2	90%	-0,045661	0,055783	515,82	12.477,89	224.533,47	-3,122723	-0,044519	-0,022830	-0,009132	-0,074198	-5,105010
24	KB024: p100k_00,2_α80%	100.000	0,2	80%	-0,091036	0,111218	1.307,15	29.998,75	199.585,31	-4,983837	-0,088760	-0,045518	-0,018207	-0,147933	-8,145561
25	KB025: p100k_00,3_α100%	100.000	0,3	100%	-0,013318	0,016270	-178,75	-3.739,19	249.481,63	-0,936319	-0,012985	-0,006659	-0,002664	-0,021641	-1,530731
26	KB026: p100k_00,3_α90%	100.000	0,3	90%	-0,053271	0,065080	428,96	12.009,59	224.533,47	-3,240388	-0,051939	-0,026635	-0,010654	-0,086565	-5,296723

27	KB027: p100k_00,3_α80%	100.000	0,3	80%	-0,106208	0,129754	1.117,18	29.442,72	199.585,31	-5,123953	-0,103553	-0,053104	-0,021242	-0,172589	-8,373185
28	KB028: p100k_00,5_α100%	100.000	0,5	100%	-0,017123	0,020919	-139,59	-4.088,14	249.481,63	-1,023869	-0,016695	-0,008561	-0,003425	-0,027824	-1,673580
29	KB029: p100k_00,5_α90%	100.000	0,5	90%	-0,068491	0,083675	275,69	11.110,16	224.533,47	-3,466413	-0,066779	-0,034245	-0,013698	-0,111298	-5,664925
30	KB030: p100k_00,5_α80%	100.000	0,5	80%	-0,136554	0,166827	762,49	28.403,19	199.585,31	-5,386038	-0,133140	-0,068277	-0,027311	-0,221900	-8,798740
31	KB031: p100k_00,7_α100%	100.000	0,7	100%	-0,020928	0,025567	-90,83	-4.433,53	249.481,63	-1,110530	-0,020405	-0,010464	-0,004186	-0,034008	-1,814975
32	KB032: p100k_00,7_α90%	100.000	0,7	90%	-0,083711	0,102269	147,95	10.257,65	224.533,47	-3,680701	-0,081618	-0,041856	-0,016742	-0,136030	-6,013919
33	KB033: p100k_00,7_α80%	100.000	0,7	80%	-0,166899	0,203899	437,98	27.450,89	199.585,31	-5,626303	-0,162726	-0,083449	-0,033380	-0,271211	-9,188588
34	KB034: p100k_01,0_α100%	100.000	1,0	100%	-0,026635	0,032540	0,00	-4.944,60	249.481,63	-1,238764	-0,025969	-0,013318	-0,005327	-0,043282	-2,024191
35	KB035: p100k_01,0_α90%	100.000	1,0	90%	-0,106541	0,130161	0,00	9.060,23	224.533,47	-3,981787	-0,103878	-0,053271	-0,021308	-0,173130	-6,504116
36	KB036: p100k_01,0_α80%	100.000	1,0	80%	-0,212417	0,259508	0,00	26.164,53	199.585,31	-5,951154	-0,207106	-0,106208	-0,042483	-0,345177	-9,715192
37	KB037: p250k_00,1_α100%	250.000	0,1	100%	-0,023782	0,029054	-1.244,17	-20.242,94	623.704,08	-2,027249	-0,023187	-0,011891	-0,004756	-0,038645	-3,314777
38	KB038: p250k_00,1_α90%	250.000	0,1	90%	-0,095126	0,116215	-1,82	7.561,10	561.333,67	-5,490988	-0,092748	-0,047563	-0,019025	-0,154580	-8,975013
39	KB039: p250k_00,1_α80%	250.000	0,1	80%	-0,189658	0,231704	2.211,92	51.170,10	498.963,26	-7,374715	-0,184916	-0,094829	-0,037932	-0,308194	-12,047189
40	KB040: p250k_00,2_α100%	250.000	0,2	100%	-0,028538	0,034864	-1.156,28	-21.164,57	623.704,08	-2,119792	-0,027824	-0,014269	-0,005708	-0,046374	-3,465694
41	KB041: p250k_00,2_α90%	250.000	0,2	90%	-0,114151	0,139458	-81,38	6.101,10	561.333,67	-5,638358	-0,111298	-0,057076	-0,022830	-0,185496	-9,214086
42	KB042: p250k_00,2_α80%	250.000	0,2	80%	-0,227589	0,278044	1.899,16	49.943,86	498.963,26	-7,499957	-0,221900	-0,113795	-0,045518	-0,369833	-12,247984
43	KB043: p250k_00,3_α100%	250.000	0,3	100%	-0,033294	0,040675	-1.055,06	-22.070,62	623.704,08	-2,210776	-0,032462	-0,016647	-0,006659	-0,054103	-3,614059
44	KB044: p250k_00,3_α90%	250.000	0,3	90%	-0,133177	0,162701	-137,41	4.716,33	561.333,67	-5,778201	-0,129847	-0,066588	-0,026635	-0,216412	-9,440843
45	KB045: p250k_00,3_α80%	250.000	0,3	80%	-0,265521	0,324385	1.607,21	48.802,61	498.963,26	-7,616696	-0,258883	-0,132761	-0,053104	-0,431472	-12,434864
46	KB046: p250k_00,5_α100%	250.000	0,5	100%	-0,042807	0,052297	-813,92	-23.836,76	623.704,08	-2,388146	-0,041737	-0,021403	-0,008561	-0,069561	-3,903264
47	KB047: p250k_00,5_α90%	250.000	0,5	90%	-0,171227	0,209187	-185,73	2.151,38	561.333,67	-6,037413	-0,166947	-0,085614	-0,034245	-0,278244	-9,860852
48	KB048: p250k_00,5_α80%	250.000	0,5	80%	-0,341384	0,417067	1.077,67	46.742,85	498.963,26	-7,827884	-0,332850	-0,170692	-0,068277	-0,554749	-12,772150
49	KB049: p250k_00,7_α100%	250.000	0,7	100%	-0,052319	0,063918	-523,31	-25.543,11	623.704,08	-2,559532	-0,051011	-0,026160	-0,010464	-0,085019	-4,182678
50	KB050: p250k_00,7_α90%	250.000	0,7	90%	-0,209278	0,255673	-159,02	-171,36	561.333,67	-6,272388	-0,204046	-0,104639	-0,041856	-0,340076	-10,241200
51	KB051: p250k_00,7_α80%	250.000	0,7	80%	-0,417247	0,509748	609,58	44.935,80	498.963,26	-8,013783	-0,406816	-0,208624	-0,083449	-0,678027	-13,068054
52	KB052: p250k_01,0_α100%	250.000	1,0	100%	-0,066588	0,081350	0,00	-27.994,73	623.704,08	-2,805814	-0,064924	-0,033294	-0,013318	-0,108206	-4,584131
53	KB053: p250k_01,0_α90%	250.000	1,0	90%	-0,266353	0,325402	0,00	-3.268,69	561.333,67	-6,586146	-0,259695	-0,133177	-0,053271	-0,432824	-10,748387
54	KB054: p250k_01,0_α80%	250.000	1,0	80%	-0,531042	0,648770	0,00	42.607,91	498.963,26	-8,254337	-0,517766	-0,265521	-0,106208	-0,862943	-13,449245
55	KB055: p500k_00,1_α100%	500.000	0,1	100%	-0,047563	0,058107	-4.360,02	-70.938,78	1.247.408,16	-3,552511	-0,046374	-0,023782	-0,009513	-0,077290	-5,808105
56	KB056: p500k_00,1_α90%	500.000	0,1	90%	-0,190252	0,232430	-2.319,27	-22.553,62	1.122.667,34	-7,382410	-0,185496	-0,095126	-0,038050	-0,309160	-12,059716

57	KB057: p500k_00,1_α80%	500.000	0,1	80%	-0,379316	0,463407	2.680,49	73.975,45	997.926,53	-8,806590	-0,369833	-0,189658	-0,075863	-0,616388	-14,369550
58	KB058: p500k_00,2_α100%	500.000	0,2	100%	-0,057076	0,069729	-4.019,45	-73.572,18	1.247.408,16	-3,684906	-0,055649	-0,028538	-0,011415	-0,092748	-6,023714
59	KB059: p500k_00,2_α90%	500.000	0,2	90%	-0,228303	0,278916	-2.195,37	-25.002,70	1.122.667,34	-7,507491	-0,222595	-0,114151	-0,045661	-0,370992	-12,260234
60	KB060: p500k_00,2_α80%	500.000	0,2	80%	-0,455179	0,556089	2.293,89	72.350,58	997.926,53	-8,892961	-0,443799	-0,227589	-0,091036	-0,739666	-14,502585
61	KB061: p500k_00,3_α100%	500.000	0,3	100%	-0,066588	0,081350	-3.638,82	-76.120,10	1.247.408,16	-3,813024	-0,064924	-0,033294	-0,013318	-0,108206	-6,232324
62	KB062: p500k_00,3_α90%	500.000	0,3	90%	-0,266353	0,325402	-2.029,91	-27.281,89	1.122.667,34	-7,624071	-0,259695	-0,133177	-0,053271	-0,432824	-12,446842
63	KB063: p500k_00,3_α80%	500.000	0,3	80%	-0,531042	0,648770	1.935,87	70.859,46	997.926,53	-8,972639	-0,517766	-0,265521	-0,106208	-0,862943	-14,624670
64	KB064: p500k_00,5_α100%	500.000	0,5	100%	-0,085614	0,104593	-2.764,88	-80.973,56	1.247.408,16	-4,057133	-0,083473	-0,042807	-0,017123	-0,139122	-6,629701
65	KB065: p500k_00,5_α90%	500.000	0,5	90%	-0,342454	0,418374	-1.590,38	-31.395,00	1.122.667,34	-7,834954	-0,333893	-0,171227	-0,068491	-0,556488	-12,783603
66	KB066: p500k_00,5_α80%	500.000	0,5	80%	-0,682768	0,834133	1.292,59	68.218,49	997.926,53	-9,114922	-0,665699	-0,341384	-0,136554	-1,109499	-14,840900
67	KB067: p500k_00,7_α100%	500.000	0,7	100%	-0,104639	0,127836	-1.752,19	-85.525,87	1.247.408,16	-4,286174	-0,102023	-0,052319	-0,020928	-0,170038	-7,002421
68	KB068: p500k_00,7_α90%	500.000	0,7	90%	-0,418555	0,511346	-1.028,14	-35.003,02	1.122.667,34	-8,020565	-0,408091	-0,209278	-0,083711	-0,680152	-13,079009
69	KB069: p500k_00,7_α80%	500.000	0,7	80%	-0,834495	1,019496	729,14	65.953,25	997.926,53	-9,238406	-0,813632	-0,417247	-0,166899	-1,356054	-15,026366
70	KB070: p500k_01,0_α100%	500.000	1,0	100%	-0,133177	0,162701	0,00	-91.842,59	1.247.408,16	-4,604131	-0,129847	-0,066588	-0,026635	-0,216412	-7,519602
71	KB071: p500k_01,0_α90%	500.000	1,0	90%	-0,532707	0,650804	0,00	-39.650,34	1.122.667,34	-8,260720	-0,519389	-0,266353	-0,106541	-0,865649	-13,459508
72	KB072: p500k_01,0_α80%	500.000	1,0	80%	-1,062084	1,297540	0,00	63.103,83	997.926,53	-9,396190	-1,035532	-0,531042	-0,212417	-1,725887	-15,259663
73	KB073: p1m_00,1_α100%	1.000.000	0,1	100%	-0,095126	0,116215	-13.474,71	-219.237,25	2.494.816,32	-5,490988	-0,092748	-0,047563	-0,019025	-0,154580	-8,975013
74	KB074: p1m_00,1_α90%	1.000.000	0,1	90%	-0,380505	0,464860	-8.118,98	-101.734,87	2.245.334,69	-8,811776	-0,370992	-0,190252	-0,076101	-0,618320	-14,377906
75	KB075: p1m_00,1_α80%	1.000.000	0,1	80%	-0,758632	0,926815	3.216,07	113.052,44	1.995.853,06	-9,705002	-0,739666	-0,379316	-0,151726	-1,232776	-15,798203
76	KB076: p1m_00,2_α100%	1.000.000	0,2	100%	-0,114151	0,139458	-12.296,58	-225.077,21	2.494.816,32	-5,638358	-0,111298	-0,057076	-0,022830	-0,185496	-9,214086
77	KB077: p1m_00,2_α90%	1.000.000	0,2	90%	-0,456606	0,557832	-7.394,01	-104.977,19	2.245.334,69	-8,897977	-0,445191	-0,228303	-0,091321	-0,741985	-14,510638
78	KB078: p1m_00,2_α80%	1.000.000	0,2	80%	-0,910358	1,112177	2.758,50	111.217,98	1.995.853,06	-9,761040	-0,887599	-0,455179	-0,182072	-1,479332	-15,873301
79	KB079: p1m_00,3_α100%	1.000.000	0,3	100%	-0,133177	0,162701	-11.024,29	-230.616,32	2.494.816,32	-5,778201	-0,129847	-0,066588	-0,026635	-0,216412	-9,440843
80	KB080: p1m_00,3_α90%	1.000.000	0,3	90%	-0,532707	0,650804	-6.611,98	-107.952,48	2.245.334,69	-8,977498	-0,519389	-0,266353	-0,106541	-0,865649	-14,632439
81	KB081: p1m_00,3_α80%	1.000.000	0,3	80%	-1,062084	1,297540	2.333,90	109.548,87	1.995.853,06	-9,812941	-1,035532	-0,531042	-0,212417	-1,725887	-15,941631
82	KB082: p1m_00,5_α100%	1.000.000	0,5	100%	-0,171227	0,209187	-8.224,82	-240.876,10	2.494.816,32	-6,037413	-0,166947	-0,085614	-0,034245	-0,278244	-9,860852
83	KB083: p1m_00,5_α90%	1.000.000	0,5	90%	-0,684909	0,836748	-4.902,77	-113.221,78	2.245.334,69	-9,119496	-0,667786	-0,342454	-0,136982	-1,112977	-14,848151
84	KB084: p1m_00,5_α80%	1.000.000	0,5	80%	-1,365537	1,668266	1.567,26	106.625,82	1.995.853,06	-9,906356	-1,331398	-0,682768	-0,273107	-2,218997	-16,061293
85	KB085: p1m_00,7_α100%	1.000.000	0,7	100%	-0,209278	0,255673	-5.125,24	-250.167,06	2.494.816,32	-6,272388	-0,204046	-0,104639	-0,041856	-0,340076	-10,241200
86	KB086: p1m_00,7_α90%	1.000.000	0,7	90%	-0,837111	1,022692	-3.034,25	-117.741,05	2.245.334,69	-9,242731	-0,816183	-0,418555	-0,167422	-1,360305	-15,033158

87	KB087: p1m_00,7_α80%	1.000.000	0,7	80%	-1,668990	2,038992	889,67	104.151,84	1.995.853,06	-9,988538	-1,627265	-0,834495	-0,333798	-2,712108	-16,162571
88	KB088: p1m_01,0_α100%	1.000.000	1,0	100%	-0,266353	0,325402	0,00	-262.556,38	2.494.816,32	-6,586146	-0,259695	-0,133177	-0,053271	-0,432824	-10,748387
89	KB089: p1m_01,0_α90%	1.000.000	1,0	90%	-1,065414	1,301608	0,00	-123.425,32	2.245.334,69	-9,400199	-1,038778	-0,532707	-0,213083	-1,731297	-15,265858
90	KB090: p1m_01,0_α80%	1.000.000	1,0	80%	-2,124168	2,595081	0,00	101.082,48	1.995.853,06	-10,095758	-2,071064	-1,062084	-0,424834	-3,451774	-16,288223
91	KB091: p2m_00,1_α100%	2.000.000	0,1	100%	-0,190252	0,232430	-36.211,92	-589.177,74	4.989.632,64	-7,382410	-0,185496	-0,095126	-0,038050	-0,309160	-12,059716
92	KB092: p2m_00,1_α90%	2.000.000	0,1	90%	-0,761010	0,929720	-20.516,93	-273.089,81	4.490.669,37	-9,708056	-0,741985	-0,380505	-0,152202	-1,236641	-15,802940
93	KB093: p2m_00,1_α80%	2.000.000	0,1	80%	-1,517263	1,853629	4.111,40	188.346,01	3.991.706,11	-10,228032	-1,479332	-0,758632	-0,303453	-2,465553	-16,571079
94	KB094: p2m_00,2_α100%	2.000.000	0,2	100%	-0,228303	0,278916	-32.723,57	-598.974,08	4.989.632,64	-7,507491	-0,222595	-0,114151	-0,045661	-0,370992	-12,260234
95	KB095: p2m_00,2_α90%	2.000.000	0,2	90%	-0,913212	1,115664	-18.437,15	-276.748,35	4.490.669,37	-9,763996	-0,890381	-0,456606	-0,182642	-1,483969	-15,877826
96	KB096: p2m_00,2_α80%	2.000.000	0,2	80%	-1,820716	2,224355	3.551,37	186.456,92	3.991.706,11	-10,271951	-1,775198	-0,910358	-0,364143	-2,958663	-16,609746
97	KB097: p2m_00,3_α100%	2.000.000	0,3	100%	-0,266353	0,325402	-29.068,94	-608.090,82	4.989.632,64	-7,624071	-0,259695	-0,133177	-0,053271	-0,432824	-12,446842
98	KB098: p2m_00,3_α90%	2.000.000	0,3	90%	-1,065414	1,301608	-16.291,63	-280.077,04	4.490.669,37	-9,815809	-1,038778	-0,532707	-0,213083	-1,731297	-15,945960
99	KB099: p2m_00,3_α80%	2.000.000	0,3	80%	-2,124168	2,595081	3.025,66	184.745,99	3.991.706,11	-10,313642	-2,071064	-1,062084	-0,424834	-3,451774	-16,644767
100	KB100: p2m_00,5_α100%	2.000.000	0,5	100%	-0,342454	0,418374	-21.325,30	-624.543,27	4.989.632,64	-7,834954	-0,333893	-0,171227	-0,068491	-0,556488	-12,783603
101	KB101: p2m_00,5_α90%	2.000.000	0,5	90%	-1,369818	1,673496	-11.835,92	-285.906,22	4.490.669,37	-9,909077	-1,335572	-0,684909	-0,273964	-2,225954	-16,065276
102	KB102: p2m_00,5_α80%	2.000.000	0,5	80%	-2,731074	3,336532	2.059,49	181.767,67	3.991.706,11	-10,391476	-2,662797	-1,365537	-0,546215	-4,437995	-16,705729
103	KB103: p2m_00,7_α100%	2.000.000	0,7	100%	-0,418555	0,511346	-13.090,86	-638.975,34	4.989.632,64	-8,020565	-0,408091	-0,209278	-0,083711	-0,680152	-13,079009
104	KB104: p2m_00,7_α90%	2.000.000	0,7	90%	-1,674221	2,045384	-7.202,62	-290.839,65	4.490.669,37	-9,991140	-1,632366	-0,837111	-0,334844	-2,720610	-16,166257
105	KB105: p2m_00,7_α80%	2.000.000	0,7	80%	-3,337979	4,077984	1.184,41	179.264,61	3.991.706,11	-10,463366	-3,254530	-1,668990	-0,667596	-5,424216	-16,756964
106	KB106: p2m_01,0_α100%	2.000.000	1,0	100%	-0,532707	0,650804	0,00	-657.564,62	4.989.632,64	-8,260720	-0,519389	-0,266353	-0,106541	-0,865649	-13,459508
107	KB107: p2m_01,0_α90%	2.000.000	1,0	90%	-2,130827	2,603216	0,00	-296.960,06	4.490.669,37	-10,098227	-2,077557	-1,065414	-0,426165	-3,462594	-16,291534
108	KB108: p2m_01,0_α80%	2.000.000	1,0	80%	-4,248337	5,190162	0,00	176.181,48	3.991.706,11	-10,562801	-4,142129	-2,124168	-0,849667	-6,903548	-16,820071
109	KB109: p2m5_00,1_α100%	2.500.000	0,1	100%	-0,237816	0,290537	-48.446,77	-788.242,04	6.237.040,80	-7,903638	-0,231870	-0,118908	-0,047563	-0,386450	-12,907446
110	KB110: p2m5_00,1_α90%	2.500.000	0,1	90%	-0,951262	1,162150	-26.791,24	-359.993,00	5.613.336,72	-9,907210	-0,927481	-0,475631	-0,190252	-1,545801	-16,108018
111	KB111: p2m5_00,1_α80%	2.500.000	0,1	80%	-1,896579	2,317036	4.552,31	225.882,80	4.989.632,64	-10,348956	-1,849165	-0,948289	-0,379316	-3,081941	-16,727455
112	KB112: p2m5_00,2_α100%	2.500.000	0,2	100%	-0,285379	0,348645	-43.662,82	-799.206,63	6.237.040,80	-8,016538	-0,278244	-0,142689	-0,057076	-0,463740	-13,086991
113	KB113: p2m5_00,2_α90%	2.500.000	0,2	90%	-1,141515	1,394580	-24.017,69	-363.713,38	5.613.336,72	-9,957160	-1,112977	-0,570757	-0,228303	-1,854961	-16,168939
114	KB114: p2m5_00,2_α80%	2.500.000	0,2	80%	-2,275895	2,780444	3.943,52	223.997,92	4.989.632,64	-10,393180	-2,218997	-1,137947	-0,455179	-3,698329	-16,758320
115	KB115: p2m5_00,3_α100%	2.500.000	0,3	100%	-0,332942	0,406752	-38.690,24	-809.358,06	6.237.040,80	-8,121301	-0,324618	-0,166471	-0,066588	-0,541030	-13,253220
116	KB116: p2m5_00,3_α90%	2.500.000	0,3	90%	-1,331767	1,627010	-21.177,00	-367.092,18	5.613.336,72	-10,003692	-1,298473	-0,665884	-0,266353	-2,164121	-16,224267

117	KB117: p2m5_00,3_α80%	2.500.000	0,3	80%	-2,655211	3,243851	3.369,05	222.292,39	4.989.632,64	-10,435609	-2,588830	-1,327605	-0,531042	-4,314717	-16,786248
118	KB118: p2m5_00,5_α100%	2.500.000	0,5	100%	-0,428068	0,522967	-28.257,09	-827.550,85	6.237.040,80	-8,309712	-0,417366	-0,214034	-0,085614	-0,695610	-13,551127
119	KB119: p2m5_00,5_α90%	2.500.000	0,5	90%	-1,712272	2,091870	-15.327,98	-372.995,05	5.613.336,72	-10,088202	-1,669465	-0,856136	-0,342454	-2,782442	-16,320926
120	KB120: p2m5_00,5_α80%	2.500.000	0,5	80%	-3,413842	4,170666	2.305,21	219.327,05	4.989.632,64	-10,516008	-3,328496	-1,706921	-0,682768	-5,547494	-16,834806
121	KB121: p2m5_00,7_α100%	2.500.000	0,7	100%	-0,523194	0,639182	-17.278,48	-843.376,53	6.237.040,80	-8,474436	-0,510114	-0,261597	-0,104639	-0,850191	-13,810272
122	KB122: p2m5_00,7_α90%	2.500.000	0,7	90%	-2,092777	2,556730	-9.298,85	-377.976,89	5.613.336,72	-10,163497	-2,040457	-1,046388	-0,418555	-3,400762	-16,402504
123	KB123: p2m5_00,7_α80%	2.500.000	0,7	80%	-4,172474	5,097480	1.332,14	216.838,41	4.989.632,64	-10,591636	-4,068162	-2,086237	-0,834495	-6,780270	-16,875557
124	KB124: p2m5_01,0_α100%	2.500.000	1,0	100%	-0,665884	0,813505	0,00	-863.580,12	6.237.040,80	-8,686149	-0,649236	-0,332942	-0,133177	-1,082061	-14,141106
125	KB125: p2m5_01,0_α90%	2.500.000	1,0	90%	-2,663534	3,254020	0,00	-384.139,68	5.613.336,72	-10,263329	-2,596946	-1,331767	-0,532707	-4,328243	-16,503420
126	KB126: p2m5_01,0_α80%	2.500.000	1,0	80%	-5,310421	6,487702	0,00	213.777,46	4.989.632,64	-10,698353	-5,177661	-2,655211	-1,062084	-8,629434	-16,925680

Kỳ tuần thứ	Năm	Giá carbon (VNĐ/tCO ₂)	Theta	Alpha	ΔGDP (%)	ΔCPI (%)	Loss EVN (tỷ VNĐ)	TCO2T (tỷ VNĐ)	ΔXST (%)	ΔPhát thải (%)	ΔGDP tích lũy (%)
cp1	2025-2026	50.000	0,1	100%	-0,004756	0,005811	-50,99	-829,68	-0,415438	-0,679300	-0,004756
cp2	2027-2028	100.000	0,2	100%	-0,016415	0,013946	-194,68	-3.563,46	-0,892228	-1,458788	-0,021171
cp3	2029-2030	250.000	0,3	90%	-0,143177	0,162701	-137,41	4.716,33	-5,778201	-9,440843	-0,164348

Phụ lục 4. Ma trận hạch toán xã hội áp dụng cho mô hình