

# XÂY DỰNG QUY TRÌNH TRUY VẾT CARBON CHO SẢN PHẨM THỦY SẢN NHẪM HỖ TRỢ QUẢN TRỊ PHÁT THẢI VÀ ĐÁP ỨNG YÊU CẦU THỊ TRƯỜNG

PHẠM QUỲNH HƯƠNG<sup>1,2</sup> - BÙI THANH AN<sup>2\*</sup>

- TRẦN TRUNG HIẾU<sup>2</sup> - TRẦN BẢO DUY<sup>3</sup> - PHAN ĐÌNH THÁI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Khoa Sinh học - Công nghệ sinh học,

Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>2</sup> Trung tâm nghiên cứu Khí nhà kính và Biến đổi khí hậu,

Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup> Vinacontrol Thành phố Hồ Chí Minh

\*Tác giả liên hệ - Email: btan@hcmus.edu.vn

Ngày nhận bài: 17/8/2026

Ngày sửa bài: 6/9/2026

Ngày duyệt đăng bài: 18/9/2026

## Tóm tắt:

*Thị trường xuất khẩu yêu cầu chứng minh phát thải khí nhà kính của sản phẩm thủy sản bằng dữ liệu, trong khi nhiều cơ sở nuôi quy mô hộ chưa ghi chép đầy đủ. Nghiên cứu xây dựng quy trình truy vết carbon 5 bước theo ISO 14040, 14044 và 14067, vận hành được với dữ liệu chưa hoàn chỉnh, và kiểm nghiệm tại 2 vuông tôm sú quảng canh dưới tán rừng ngập mặn ở Cà Mau. Kết quả cho thấy, hồ sơ carbon khác biệt rõ giữa 2 cơ sở liền kề; CH<sub>4</sub> từ mặt nước là một trong những điểm nóng phát thải chính. Quy trình tạo chuỗi dữ liệu có khả năng truy xuất và kiểm chứng, hỗ trợ nhận diện điểm nóng phát thải và cung cấp thông tin carbon đáp ứng yêu cầu thị trường.*

**Từ khóa:** truy vết carbon, dấu chân carbon sản phẩm, đánh giá vòng đời, tôm sú quảng canh, rừng ngập mặn

## Developing a carbon traceability procedure for seafood products to support emissions management and meet market requirements

### Abstract:

*Export markets increasingly require seafood products to be backed by verifiable greenhouse gas emission data, whereas many household-scale farms lack adequate records. This study develops a five-step carbon traceability procedure based on ISO 14040, 14044 and 14067 that operates with incomplete data, and tests it on two extensive black tiger shrimp farms under mangrove canopy in Ca Mau. The results show clearly different carbon profiles between two adjacent farms; CH<sub>4</sub> from the water surface is one of the main emission hotspots. The procedure generates a verifiable data chain that supports the identification of emission hotspots, improves emissions management, and provides carbon information to help seafood producers meet market requirements.*

**Keywords:** carbon traceability, product carbon footprint, life cycle assessment, extensive black tiger shrimp farming, mangrove.

## 1. Đặt vấn đề

Yêu cầu về minh bạch phát thải khí nhà kính đang ngày càng trở thành một tiêu chí quan trọng đối với sản phẩm thủy sản tham gia thị trường quốc tế. Bên cạnh giá, chất lượng và thời gian giao hàng, nhà nhập khẩu ngày càng quan tâm đến lượng phát thải gắn với sản phẩm và khả năng kiểm chứng bằng dữ liệu. Với ngành tôm Việt Nam, đạt kim ngạch xuất khẩu 4,6 tỷ USD năm 2025 (VASEP, 2026), dữ liệu carbon không còn chỉ là vấn đề môi trường mà đang dần trở thành một phần của hồ sơ kỹ thuật sản phẩm và khả năng tham gia chuỗi cung ứng quốc tế. Các chính sách khí hậu, yêu cầu báo cáo bền vững (European Parliament & Council of the European Union, 2022) và cam kết giảm phát thải của các hệ thống bán lẻ lớn (Tesco, 2021; Bayford, 2025) đang làm tăng nhu cầu truy xuất phát thải từ nhà cung cấp.

Khó khăn lớn nhất lại nằm ở khâu sản xuất. Nhiều cơ sở nuôi truyền thống quy mô hộ không có hệ thống ghi chép đầy đủ về sản lượng, vật tư, năng lượng, nhiên liệu hay vận hành cơ sở hạ tầng. Khảo sát tại xã Phan Ngọc Hiền, tỉnh Cà Mau cho thấy 2 hộ nuôi tôm sú quảng canh được lựa chọn đều không có số liệu sản lượng đầy đủ, nên phải ước tính gián tiếp từ doanh thu và giá thu mua đại diện. Bên cạnh đó, một số dòng carbon đặc thù của hệ thống thủy sản như CH<sub>4</sub> từ mặt nước hoặc carbon tích lũy trong sinh khối rừng ngập mặn khó có thể xác định chỉ bằng hệ số mặc định. Doanh nghiệp không thể chứng minh điều chưa từng đo, và cũng khó quản trị một nguồn phát thải nếu không biết phát sinh ở đâu. Vì vậy, thiếu dữ liệu truy vết không chỉ là hạn chế của một phép tính. Không có đường cơ sở, doanh nghiệp khó chứng minh mức giảm phát thải sau khi cải tiến quy trình. Không có chuỗi dữ liệu minh bạch, các tuyên bố về sản phẩm carbon thấp cũng khó được kiểm chứng. Truy vết carbon do đó cần được xem là công cụ quản trị dữ liệu và quản trị phát thải trước khi là công cụ báo cáo. Giá trị nằm ở khả năng chỉ ra carbon phát sinh từ đâu, dữ liệu nào tạo ra kết quả và doanh nghiệp có thể can thiệp tại công đoạn nào.

Với cách tiếp cận đó, nghiên cứu này xây dựng một quy trình truy vết carbon cho sản phẩm thủy sản theo hướng có thể áp dụng trong điều kiện dữ liệu sản xuất của Việt Nam. Quy trình dựa trên các nguyên tắc của ISO 14040, ISO 14044 và ISO 14067 (International Organization for Standardization [ISO], 2006a, 2006b, 2018). Bộ dữ liệu của 2 hệ thống nuôi tôm sú quảng canh truyền thống dưới tán rừng ngập mặn tại Cà Mau được sử dụng để xây dựng và kiểm nghiệm quy trình trong thực tế. Trường hợp này được dùng như một mô hình minh họa, không nhằm đưa ra giá trị đại diện cho toàn ngành tôm.

## 2. Cơ sở tiếp cận đối với truy vết carbon sản phẩm

Đối với doanh nghiệp, tính toán dấu chân carbon bắt đầu từ 3 câu hỏi: (i) tính cho sản phẩm nào, (ii) tính từ đâu đến đâu, và (iii) dữ liệu nào chứng minh kết quả. Theo cách tiếp cận của ISO 14040, ISO 14044 và ISO 14067 (ISO, 2006a, 2006b, 2018), lượng khí nhà kính phát sinh được quy đổi về CO<sub>2</sub> tương đương và tính trên một đơn vị chức năng thống nhất. Đối với sản phẩm thủy sản, đơn vị này có thể là 1 kg sản phẩm tại một điểm xác định trong chuỗi. Kết quả chỉ có ý nghĩa so sánh khi sử dụng cùng đơn vị chức năng và phạm vi tính toán tương đương.

Ranh giới hệ thống quyết định phần nào của chuỗi được đưa vào phép tính. Về nguyên tắc, truy vết carbon có thể bao phủ toàn bộ chuỗi từ thượng nguồn (upstream), gồm con giống, thức ăn, vật tư, năng lượng và vận chuyển đầu vào, qua giai đoạn sản xuất trực tiếp, đến hạ nguồn (downstream) như thu mua, chế biến, cấp đông, logistics và phân phối (WRI & WBCSD, 2011). Tùy mục tiêu, phạm vi có thể dừng ở cổng trang trại (farm-gate), từ nôi đến cổng (cradle-to-gate) hoặc mở rộng đến toàn bộ vòng đời sản phẩm. Vì vậy, farm-gate chỉ là một lựa chọn về ranh giới, không phải giới hạn của quy trình truy vết carbon.

Nếu dấu chân carbon trả lời câu hỏi “bao nhiêu”, truy vết carbon phải trả lời thêm “ở đâu, từ hoạt động nào và dựa trên dữ liệu nào”. Một hệ thống truy vết vì vậy cần giữ được mối liên kết giữa công đoạn sản

xuất, dữ liệu hoạt động, nguồn dữ liệu, hệ số hoặc phương pháp đo và kết quả phát thải. Trong 4 thành phần cần được minh bạch gồm chất lượng dữ liệu đầu vào, phương pháp định lượng phát thải, cách phân bổ trong hệ thống đa sản phẩm và mức độ bất định của kết quả. Đây là cơ sở để dấu chân carbon có thể được kiểm tra và sử dụng trong quản trị doanh nghiệp (ISO, 2019).

Quy trình đề xuất trong nghiên cứu này được xây dựng từ bộ dữ liệu thực tế của 2 hệ thống nuôi tôm sú quảng canh truyền thống dưới tán rừng ngập mặn tại xã Phan Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau, do Trung tâm Nghiên cứu Khí nhà kính và Biến đổi khí hậu, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh phối hợp với Công ty TNHH Giám định Vinacontrol Thành phố Hồ Chí Minh thực hiện năm 2025. Bộ dữ liệu bao gồm thông tin về diện tích vuông và diện tích rừng, con giống, vật tư, điện, gas, nhiên liệu, vận chuyển, cơ sở hạ tầng, dụng cụ thu hoạch và hoạt động sinh hoạt tại khu vực nuôi. Dữ liệu được thu thập bằng phỏng vấn bán cấu trúc kết hợp kiểm tra thực địa. Phát thải CH<sub>4</sub> và CO<sub>2</sub> từ mặt nước được đo trực tiếp, trong khi sinh khối rừng được khảo sát để lượng hóa carbon tích lũy. Khi thiếu số liệu sản lượng, doanh thu của hộ được kết hợp với dữ liệu giá thu mua tại địa phương để xây dựng giá trị thay thế có thể truy xuất. Chính đặc điểm đa nguồn và không hoàn toàn đầy đủ của bộ dữ liệu này cho phép kiểm nghiệm quy trình trong điều kiện sản xuất thực tế. Từ đó, 5 bước truy vết carbon được xây dựng theo logic từ xác định phạm vi, lập danh mục dữ liệu, thu thập và xử lý khoảng trống thông tin, xây dựng kiểm kê và phân bổ phát thải đến xác định dấu chân carbon và điểm nóng phát thải.

### 3. Xây dựng quy trình truy vết carbon cho sản phẩm thủy sản

Quy trình truy vết carbon được thiết kế như một chuỗi liên tục từ việc xác định phạm vi đến khi doanh nghiệp biết được carbon đang tập trung ở đâu và cần ưu tiên giảm ở khâu nào. Mỗi bước tạo dữ liệu đầu vào cho bước tiếp theo, đồng thời phải giữ được mối liên kết với nguồn bằng chứng ban đầu. Với cấu trúc này, kết quả cuối cùng không chỉ là một con số kg CO<sub>2</sub>-eq/kg sản phẩm mà là một chuỗi dữ liệu có thể lần ngược và kiểm tra lại.

#### 3.1. Xác định phạm vi tính toán và đơn vị sản phẩm chuẩn hóa

Bước khởi đầu là xác định “vạch xuất phát và vạch đích” của phép tính. Đối với doanh nghiệp, vạch này không nhất thiết dừng tại cơ sở nuôi. Một hệ thống truy vết carbon hoàn chỉnh có thể bắt đầu từ upstream, tiếp tục qua quá trình sản xuất và mở rộng đến downstream. Phạm vi cụ thể phụ thuộc vào mục đích sử dụng kết quả, yêu cầu của khách hàng và khả năng tiếp cận dữ liệu trong chuỗi. Việc xác lập ranh giới ngay từ đầu giúp doanh nghiệp biết dữ liệu phải được lấy ở đâu, đơn vị nào phải cung cấp thông tin và những dòng phát thải nào thuộc trách nhiệm tính toán. Đây cũng là cách tránh 2 lỗi phổ biến là bỏ sót nguồn phát thải và tính trùng cùng một nguồn ở nhiều công đoạn.

##### *Thứ nhất, lựa chọn đơn vị sản phẩm chuẩn hóa*

Đơn vị chức năng được lựa chọn phải phản ánh đúng sản phẩm mà doanh nghiệp muốn quản lý hoặc công bố dấu chân carbon. Trong bộ dữ liệu minh họa, đơn vị chuẩn là 1 kg tôm sú tươi sống thu hoạch tại vuông. Toàn bộ phát thải nằm trong ranh giới sau đó được quy đổi về đơn vị này.

##### *Thứ hai, xác định ranh giới tính toán*

Quy trình đề xuất có thể mở rộng cho cả khâu thượng nguồn (upstream) và hạ nguồn (downstream) của chuỗi cung ứng. Tuy nhiên, bộ dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này chỉ được xây dựng tại khâu nuôi nên phạm vi minh họa được giới hạn ở farm-gate. Ranh giới bắt đầu từ các đầu vào phục vụ hoạt động nuôi và kết thúc khi tôm được thu hoạch, bán tại vuông. Các công đoạn sau đó như vận chuyển tới nhà máy, chế biến, cấp đông, logistics và phân phối chưa nằm trong bộ dữ liệu hiện tại. Khi doanh nghiệp muốn đánh giá toàn chuỗi, các công đoạn này phải được nối thêm vào cùng hệ thống truy vết.

Trong phạm vi farm-gate của mô hình tôm - rừng Cà Mau, các dòng carbon được chia thành 2 nhóm. Nhóm thứ nhất là các nguồn phát thải từ cơ sở hạ tầng, điện và nhiên liệu, vật tư đầu vào, vận chuyển, hoạt động nuôi, thu hoạch, sinh hoạt tại vuông và phát thải CH<sub>4</sub> trực tiếp từ mặt nước. Nhóm thứ hai là dòng carbon được tích lũy trong sinh khối rừng ngập mặn. Việc tách 2 nhóm này cho phép doanh nghiệp nhìn đồng thời phần carbon phát sinh và phần carbon được hấp thụ trong hệ thống mà không trộn 2 quá trình thành một con số ngay từ đầu. Đối với mô hình tôm - rừng, lượng carbon tích lũy trong sinh khối được định lượng như một dòng hấp thụ riêng. Đây là cơ sở để đánh giá đóng góp của rừng đối với cân bằng carbon của hệ thống. Tuy nhiên, một giá trị cân bằng ròng thấp hoặc âm không mặc nhiên đồng nghĩa với việc sản phẩm được phép tuyên bố trung hòa carbon. Các tuyên bố thương mại còn phụ thuộc vào phạm vi tính toán, tiêu chuẩn áp dụng và yêu cầu kiểm chứng tương ứng (European Parliament & Council of the European Union, 2024).

3.2. *Lập bản đồ quy trình sản xuất và danh mục dữ liệu carbon*

Sau khi xác định ranh giới, doanh nghiệp cần lập bản đồ tất cả các công đoạn nằm trong phạm vi truy vết. Nếu hệ thống bao gồm upstream và downstream, bản đồ phải nối được dữ liệu từ nhà cung cấp đầu vào, cơ sở nuôi, đơn vị thu mua, nhà máy chế biến đến logistics và phân phối. Trong trường hợp Cà Mau, phạm vi dừng tại farm-gate nên bản đồ tập trung vào các dòng vật chất, năng lượng, phát thải và hấp thụ carbon tại khâu nuôi. Mục đích của bước này không phải để tạo thêm một sơ đồ đẹp trong báo cáo. Nó giúp doanh nghiệp biết chính xác phải thu dữ liệu nào và thu ở thời điểm nào. Thu thập dữ liệu ngay khi hoạt động phát sinh thường đáng tin cậy hơn việc chờ đến cuối vụ rồi tìm lại hóa đơn hoặc yêu cầu người nuôi nhớ lại toàn bộ quá trình. Đối với mô hình minh họa, danh mục dữ liệu được chia thành các nhóm để quản lý được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1. Danh mục dữ liệu cốt lõi cần thu thập để xây dựng hồ sơ truy vết carbon tại cơ sở nuôi thủy sản**

| Nhóm dữ liệu                     | Dữ liệu cần thu thập[TP1.1]                                                                                                                                              | Nguồn / Phương pháp thu thập                        |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Thông tin nền tảng               | Diện tích mặt nước vuông nuôi, tổng sản lượng tôm sú và các loại thủy sản thu hoạch kèm theo (cua, cá tự nhiên) trong năm                                                | Hồ sơ hộ nuôi, phỏng vấn, đo hoặc kiểm tra thực địa |
| Vật tư đầu vào và con giống      | Số lượng tôm giống nhập vào, quãng đường và phương tiện vận chuyển giống từ trại giống về đến vuông; lượng saponin hoặc chế phẩm sinh học sử dụng để xử lý nước (nếu có) | Ghi chép, phỏng vấn hộ nuôi, nhà cung cấp           |
| Năng lượng vận hành và sinh hoạt | Lượng điện tiêu thụ tại chòi canh vuông, lượng gas nấu ăn của hộ nuôi, lượng dầu diesel tiêu thụ cho máy đùn tôm hoặc ghe xuồng dùng trong cả vụ                         | Hóa đơn, ghi chép, phỏng vấn                        |
| Logistics nội bộ tại trại        | Quãng đường di chuyển từ vuông tôm đến điểm tập kết của thương lái, lượng đá cây sử dụng để bảo quản lạnh tôm ngay sau khi đánh bắt                                      | Phỏng vấn, quan sát thực địa                        |
| Hạ tầng và dụng cụ               | Khối lượng vật liệu xây dựng cống đầu mối (thép, xi măng, cát, đá dăm), vật liệu dựng chòi canh và các dụng cụ tiêu hao phục vụ thu hoạch (lưới, rổ nhựa)                | Quan sát thực địa kết hợp phỏng vấn                 |

|                                           |                                                                                                                                                           |                                              |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Phát thải trực tiếp từ hệ thống nuôi      | Lượng khí metan (CH <sub>4</sub> ) phát thải trực tiếp từ mặt nước vuông nuôi                                                                             | Đo trực tiếp ngoài thực địa                  |
| Dòng carbon tích lũy trong sinh khối rừng | Tổng diện tích rừng ngập mặn bao quanh ao nuôi, tuổi rừng, loại cây (Đước, Mắm...) để tính toán trữ lượng carbon được cô lập trong sinh khối gỗ và rễ cây | Điều tra thực địa và phương trình allometric |

Mỗi đầu mục trong bản đồ phải gắn với ít nhất 4 thông tin: dữ liệu cần thu, đơn vị đo, nguồn cung cấp dữ liệu và phương pháp chuyển đổi sang CO<sub>2</sub>-eq. Khi cấu trúc này được chuẩn hóa, doanh nghiệp có thể tích hợp trực tiếp vào nhật ký sản xuất hoặc hệ thống dữ liệu điện tử. Giá trị của số hóa ở đây không phải làm cho phép tính tự động đúng, mà giúp việc cập nhật, kiểm tra và truy xuất dữ liệu thuận lợi hơn khi quy mô sản xuất tăng lên.

### 3.3. Thu thập dữ liệu thực địa và giải pháp xử lý khoảng trống thông tin

Trong nhiều hệ thống sản xuất thủy sản quy mô hộ, dữ liệu carbon không nằm sẵn trong một phần mềm quản lý. Nó nằm rải rác trong sổ tay, hóa đơn, thiết bị, trí nhớ của người nuôi và thông tin của thương lái. Vì vậy, quy trình truy vết phải được thiết kế để làm việc được với dữ liệu không hoàn hảo, thay vì giả định doanh nghiệp đã có sẵn một bộ dữ liệu đánh giá vòng đời lý tưởng.

#### 3.3.1. Thu thập và kiểm tra chéo dữ liệu

Không nên dựa vào một nguồn thông tin duy nhất. Trong trường hợp minh họa, dữ liệu được thu thập theo 3 lớp. Lớp thứ nhất là phỏng vấn trực tiếp người vận hành, dùng để thu thập các thông tin như lượng điện, gas, nhiên liệu, số lượng con giống, vật tư, tần suất nạo vét và sửa chữa hạ tầng. Lớp thứ hai là kiểm tra thực địa, dùng để xác minh những thông tin có thể quan sát hoặc đo trực tiếp như diện tích vuông, diện tích rừng, kết cấu cống và chòi, phương tiện, dụng cụ thu hoạch. Lớp thứ ba là đo trực tiếp các nguồn phát thải đặc thù. Trong bộ dữ liệu Cà Mau, CH<sub>4</sub> từ mặt nước được đo bằng thiết bị phân tích khí kết hợp buồng nổi do nguồn này có tính biến động cao và không có một hệ số mặc định đủ đại diện cho điều kiện cụ thể của từng vuông.

Cùng với việc thu thập, chất lượng dữ liệu cần được xếp hạng. Báo cáo kỹ thuật đánh giá dữ liệu CH<sub>4</sub> đo trực tiếp ở mức cao, trong khi nhiều dữ liệu sản xuất, vật tư, năng lượng và hạ tầng dựa trên phỏng vấn kết hợp kiểm tra hiện trường được xếp ở mức trung bình. Việc xếp hạng này giúp doanh nghiệp biết ngay thành phần nào của hệ thống cần được cải thiện ở các chu kỳ tiếp theo.

#### 3.3.2. Xử lý khi thiếu số liệu ghi chép

Nguyên tắc quan trọng của truy vết carbon là không che giấu khoảng trống dữ liệu. Khi thiếu dữ liệu trực tiếp, doanh nghiệp có thể sử dụng dữ liệu thay thế hoặc phương pháp suy diễn, nhưng phải chỉ rõ cách hình thành con số và mức bất định đi kèm. Trường hợp sản lượng tôm tại Cà Mau là một ví dụ. Người nuôi không ghi đầy đủ khối lượng tôm thu hoạch nhưng có thể cung cấp doanh thu và giá bán theo cỡ tôm. Nhóm nghiên cứu vì vậy thu thập dữ liệu giá từ thương lái tại địa phương, xác định mức giá phổ biến nhất và sử dụng giá này để ước tính sản lượng theo công thức:

$$P = \frac{R}{F} \quad (1)$$

trong đó, P là sản lượng tôm sú, R là doanh thu từ tôm sú và F là đơn giá đại diện. Điểm đáng chú ý không nằm ở bản thân công thức mà ở cách xử lý dữ liệu. Một giá trị suy diễn vẫn có thể được sử dụng nếu nguồn dữ liệu, giả định và phép tính đều có thể truy ngược. Đồng thời, việc phải sử dụng dữ liệu suy diễn cũng chỉ ra chính xác nơi hệ thống quản trị cần được cải thiện. Khi triển khai ở quy mô thương mại,

doanh nghiệp có thể yêu cầu hộ nuôi bổ sung nhật ký sản lượng, tiêu thụ nhiên liệu hoặc vật tư ngay từ đầu vụ để giảm dần mức độ phụ thuộc vào dữ liệu thay thế.

### 3.4. Xây dựng bộ hồ sơ kiểm kê và phương pháp phân bổ cho sản phẩm

Sau khi dữ liệu được thu thập và kiểm tra, bước tiếp theo là chuyển các hoạt động sản xuất thành lượng phát thải tương ứng. Đây là lúc doanh nghiệp hình thành hồ sơ kiểm kê carbon, tức bộ dữ liệu cho phép truy ngược từ tổng CO<sub>2</sub>-eq trở về từng nguồn phát sinh.

#### 3.4.1. Xây dựng kiểm kê carbon có thể truy xuất

Đối với những nguồn được tính bằng hệ số phát thải, lượng phát thải là tích số của dữ liệu hoạt động và hệ số phát thải. Điện, nhiên liệu, vận chuyển, vật liệu và các hoạt động khác được ghép với hệ số phù hợp từ nguồn được công nhận hoặc dữ liệu quốc gia khi có. Điều quan trọng là hồ sơ phải lưu lại cả giá trị đầu vào lẫn nguồn của hệ số, thay vì chỉ lưu kết quả sau cùng. Báo cáo kỹ thuật sử dụng hướng dẫn kiểm kê khí nhà kính quốc gia (IPCC, 2006) và các nguồn có liên quan để chuyển dữ liệu hoạt động thành lượng phát thải của từng thành phần.

Đối với các nguồn đặc thù, dữ liệu đo trực tiếp được đưa vào kiểm kê. Trong mô hình Cà Mau, CH<sub>4</sub> đo từ mặt nước được tính vào phát thải khí nhà kính của hệ thống trong khi CO<sub>2</sub> có nguồn gốc sinh học từ các quá trình tự nhiên được báo cáo riêng để mô tả dòng carbon, thay vì mặc nhiên cộng vào phát thải của hoạt động sản xuất. Một hồ sơ kiểm kê tốt vì vậy không phải một bảng có duy nhất cột kg CO<sub>2</sub>-eq mà phải giữ được chuỗi hoạt động, dữ liệu đầu vào, nguồn dữ liệu, hệ số hoặc phép đo và lượng phát thải. Đây chính là phần tạo ra khả năng kiểm chứng của kết quả.

#### 3.4.2. Phân bổ phát thải trong hệ thống đa sản phẩm

Một vuông nuôi quảng canh có thể tạo ra đồng thời tôm sú, cua và các loại thủy sản khác. Vì vậy, toàn bộ phát thải của vuông không thể mặc nhiên gán cho riêng tôm sú. Nếu một nguồn có thể quy kết trực tiếp cho một sản phẩm thì nên ưu tiên quy kết trực tiếp. Phần phát thải chung còn lại cần được phân bổ theo một nguyên tắc được công bố rõ (ISO, 2006b). Trong bộ dữ liệu Cà Mau, phương pháp phân bổ theo giá trị kinh tế được lựa chọn. Tỷ lệ phát thải dành cho tôm sú được xác định theo tỷ lệ doanh thu từ tôm sú trên tổng doanh thu của toàn hệ thống.

Đối với doanh nghiệp, phương pháp phân bổ cần được xem như một phần của hồ sơ truy vết chứ không phải một bước kỹ thuật ẩn trong file tính toán. Nếu cách phân bổ thay đổi, kết quả dấu chân carbon của cùng một sản phẩm cũng có thể thay đổi. Công khai nguyên tắc phân bổ giúp khách hàng hoặc đơn vị thẩm định hiểu được con số cuối cùng được hình thành như thế nào.

### 3.5. Xác định dấu chân carbon và điểm nóng phát[TP2.1] thải

Sau khi lượng phát thải của hệ thống đã được xác định và phân bổ, dấu chân carbon của sản phẩm được tính trên đơn vị chức năng đã lựa chọn:

$$CF = \frac{E_g \times Alloc_{pm}}{P} \quad (2)$$

trong đó, CF là dấu chân carbon của sản phẩm, E<sub>g</sub> là tổng phát thải của hệ thống, Alloc<sub>pm</sub> là tỷ lệ phân bổ cho tôm sú, và P là sản lượng tôm.

Đối với hệ thống tôm - rừng, báo cáo kỹ thuật còn theo dõi riêng lượng carbon tích lũy trong sinh khối rừng. Vì vậy, kết quả có thể trình bày tách biệt phát thải gộp và cân bằng carbon ròng sau khi xem xét dòng hấp thụ. Cách trình bày này giúp người sử dụng kết quả nhìn được cả 2 phía của hệ thống thay vì chỉ nhìn một con số cuối cùng. Tuy nhiên, giá trị quản trị lớn nhất của đánh giá vòng đời không nằm ở việc

tạo ra một con số đẹp mà nằm ở khả năng truy ngược để biết carbon đang tập trung ở đâu. Phân tích đóng góp của từng nguồn tạo ra bản đồ điểm nóng phát thải. Trong trường hợp minh họa tại Cà Mau, CH<sub>4</sub> từ mặt nước là nguồn lớn ở một hệ thống, trong khi hoạt động sinh hoạt tại ruộng tạo ra tỷ trọng đáng kể ở hệ thống còn lại.

Trong 2 cơ sở cùng sản xuất một loại tôm nhưng có thể có hồ sơ carbon rất khác nhau. Điều đó cũng có nghĩa là giải pháp giảm phát thải không nên áp dụng theo một công thức chung. Nơi CH<sub>4</sub> chiếm ưu thế cần tập trung vào quản lý nền đáy và tích tụ hữu cơ. Nơi năng lượng hoặc sinh hoạt chiếm tỷ trọng lớn cần ưu tiên các giải pháp khác. Truy vết carbon vì vậy chuyển đánh giá vòng đời từ một phép tính cuối kỳ thành công cụ xác định đúng điểm can thiệp. Từ góc độ doanh nghiệp, đây mới là đầu ra quan trọng của quy trình: đo được, truy được, biết phải giảm ở đâu và theo dõi được kết quả sau khi giảm. Khi chuỗi dữ liệu này được duy trì qua các vụ sản xuất, doanh nghiệp có thể hình thành đường cơ sở, theo dõi xu hướng phát thải và cung cấp bằng chứng cho khách hàng hoặc đơn vị kiểm chứng mà không phải xây dựng lại toàn bộ hệ thống dữ liệu mỗi lần có yêu cầu mới.

#### 4. Minh họa áp dụng quy trình đối với tôm sú quảng canh tại Cà Mau

Cả 5 bước nêu trên được chạy thử trên một trường hợp thực tế: 2 ruộng nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*) quảng canh truyền thống dưới tán rừng ngập mặn tại xã Phan Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau, đánh giá theo TCVN ISO 14044:2011 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2011). Ruộng của ông Hai Trung rộng 4 ha với 2.000 m<sup>2</sup> rừng bên trong, ruộng của ông Mười Nguyễn rộng 6 ha với 12.000 m<sup>2</sup> rừng. 2 ruộng nằm liền kề và cùng trao đổi nước với một rạch triều, qua đó hạn chế một phần sai khác do nguồn nước và điều kiện thủy văn khu vực.

Bước xác định phạm vi cho ra đơn vị chức năng là 1 kg tôm sú tươi sống bán tại ruộng, với ranh giới farm-gate. Cả 4 nhóm hoạt động được đưa vào kiểm kê: xây dựng và duy trì hạ tầng ruộng, sản xuất trong quá trình nuôi, sinh hoạt của người quản lý ngay tại ruộng, và CH<sub>4</sub> thoát trực tiếp từ mặt nước. Lượng CO<sub>2</sub> tích lũy trong sinh khối rừng được theo dõi riêng như một dòng hấp thụ. Mọi hoạt động sau khi tôm rời ruộng nằm ngoài phạm vi. Riêng CO<sub>2</sub> sinh ra từ hô hấp và phân hủy tự nhiên trong ruộng không được tính vì thuộc chu trình carbon tự nhiên.

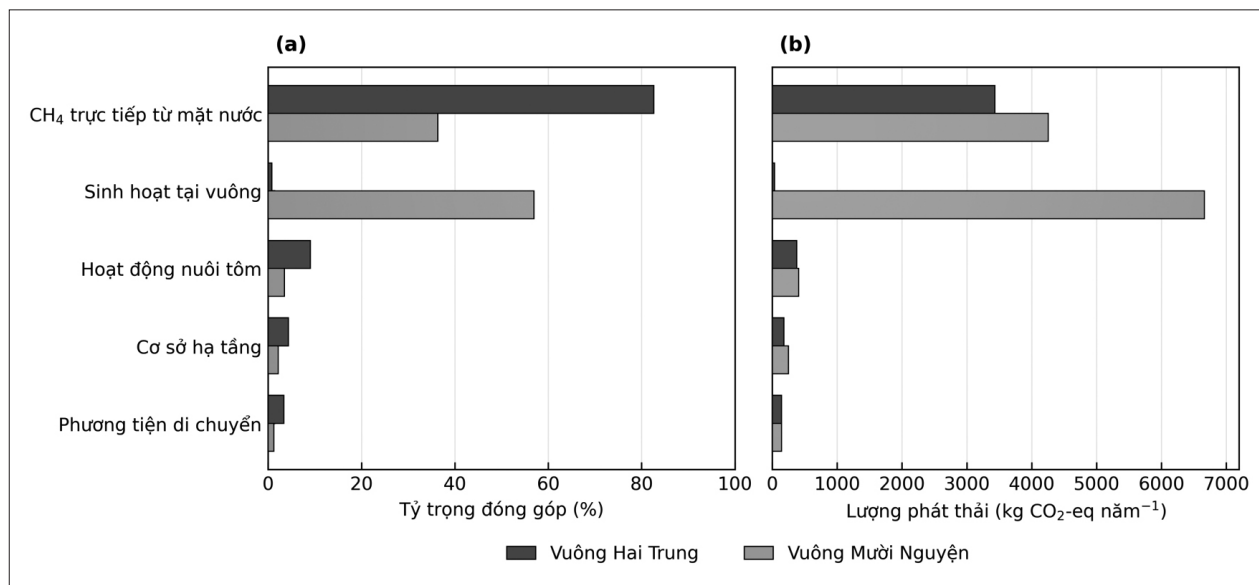
Dữ liệu hoạt động được thu bằng phỏng vấn bán cấu trúc người trực tiếp vận hành ruộng, kết hợp quan sát và kiểm tra chéo tại thực địa. Trong 2 dòng carbon đặc thù được đo thay vì suy ra từ hệ số mặc định. CH<sub>4</sub> mặt nước đo bằng máy phân tích khí nhà kính cầm tay (Los Gatos, Canada) gần ruộng nổi, còn carbon rừng ước tính từ đường kính ngang ngực của Đước đôi (*Rhizophora apiculata*) theo phương trình allometric cho rừng ngập mặn nhiệt đới (Komiya et al., 2005).

Khoảng trống dữ liệu lớn nhất là sản lượng, vì không hộ nào ghi chép khối lượng tôm thu hoạch. Sản lượng vì vậy được suy từ doanh thu chia cho đơn giá 280.000 đồng/kg, mức giá xuất hiện nhiều nhất trong dữ liệu giao dịch của thương lái địa phương. Do ruộng còn cho thu cua và thủy sản khác, phần phát thải dùng chung được phân bổ cho tôm sú theo tỷ lệ doanh thu (ISO, 2006b). Các nguồn còn lại được quy đổi bằng hệ số từ IPCC (2006) và các cơ sở dữ liệu được công nhận, riêng CH<sub>4</sub> quy về CO<sub>2</sub>-eq theo hệ số 28 (IPCC, 2014).

Kết quả cho thấy, 2 ruộng cùng nuôi một loại tôm nhưng có hồ sơ carbon rất khác nhau. Dấu chân carbon thô đạt 16,62 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg tôm ở Hai Trung và 36,42 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg tôm ở Mười Nguyễn. Khi tính thêm lượng CO<sub>2</sub> mà rừng trong ruộng giữ lại, con số ở Hai Trung giảm còn 3,60 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg tôm, còn Mười Nguyễn xuống -16,13 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg tôm. Dấu âm cho thấy, trong phạm vi và phương pháp tính của nghiên cứu, lượng carbon tích lũy trong sinh khối rừng lớn hơn tổng lượng phát thải khí nhà kính được kiểm kê trong hệ thống.

Phân tích điểm nóng chỉ ra nơi cần can thiệp trước (Hình 1). CH<sub>4</sub> từ mặt nước là một trong những nguồn phát thải chính tại cả hai vùng. Lượng chất hữu cơ tích tụ trong nền đáy giữa các lần nạo vét được xem là một yếu tố có khả năng góp phần duy trì điều kiện sinh CH<sub>4</sub>. Tại vùng Mười Nguyễn, sinh hoạt tại chỗ là nguồn đóng góp lớn nhất. Như vậy, cùng một quy trình truy vết vừa cho ra dấu chân carbon của sản phẩm, vừa chỉ ra công đoạn cần ưu tiên xem xét tại từng cơ sở, điều mà một con số tổng không làm được.

**Hình 1. Đóng góp của các nguồn phát thải vào tổng lượng phát thải của vùng Hai Trung và vùng Mười Nguyễn. (a) Tỷ trọng đóng góp của từng nguồn; (b) lượng phát thải tuyệt đối. Thang trục hoành của 2 biểu đồ khác nhau.**



### 5. Giá trị của truy vết carbon đối với quản trị phát thải và đáp ứng yêu cầu thị trường

Kết quả truy vết carbon của hệ thống tôm - rừng không dừng lại ở việc trả lời mỗi kilôgam sản phẩm phát sinh bao nhiêu khí nhà kính mà tạo ra một tập dữ liệu có thể sử dụng trực tiếp trong quản trị sản xuất và trong giao tiếp với thị trường. Trong 6 giá trị dưới đây được rút ra từ chính quá trình áp dụng quy trình tại Cà Mau.

*Giá trị thứ nhất là thiết lập đường cơ sở.* Truy vết carbon buộc doanh nghiệp xác định rõ ranh giới hệ thống, đơn vị chức năng, các nguồn phát thải và dòng hấp thụ carbon, từ đó hình thành cơ sở định lượng cho từng hoạt động nuôi. Khi đường cơ sở đã được thiết lập, mọi thay đổi trong vận hành đều có thể được đo bằng mức chênh lệch so với chính hệ thống đó thay vì so với một giá trị tham chiếu bên ngoài.

*Giá trị thứ hai là nhận diện các nguồn phát thải đặc trưng.* Khi phát thải được phân tách theo từng hoạt động, hộ sản xuất và doanh nghiệp thu mua có thể xác định nguồn đóng góp lớn nhất và ưu tiên nguồn lực quản lý cho đúng nguồn đó. Trong bộ dữ liệu minh họa, phát thải CH<sub>4</sub> trực tiếp từ mặt nước, phát sinh do phân hủy kỵ khí lượng chất hữu cơ tích tụ ở nền đáy, là một trong những nguồn phát thải chính xét trên toàn hệ thống. Ở phạm vi hẹp hơn, nhiên liệu diesel phục vụ nạo vét đáy chiếm 75,1 đến 81,3% phát thải của nhóm cơ sở hạ tầng.

*Giá trị thứ ba là hỗ trợ lựa chọn và lượng hóa giải pháp giảm phát thải.* Sau khi điểm nóng đã được xác định, biện pháp giảm phát thải có thể được lựa chọn theo nguồn phát thải thực tế thay vì áp dụng một gói giải pháp chung cho toàn hệ thống. Cả 3 hướng can thiệp được rút ra từ bộ dữ liệu này. (i) Theo kịch bản giả định trong báo cáo kỹ thuật, nếu phát thải CH<sub>4</sub> giảm tương ứng với việc rút ngắn chu kỳ tích

tự hữu cơ, tăng tần suất nạo vét từ 3 năm một lần lên hàng năm có thể làm giảm tổng phát thải ước tính khoảng 24-55%. Kịch bản này chưa phải kết quả thực nghiệm và cần được kiểm chứng trước khi sử dụng làm khuyến nghị quản lý. (ii) Chuyển phương tiện chuyên dụng nạo vét chạy nhiên liệu hóa thạch sang phương tiện chạy điện hoặc dạng năng lượng phát thải thấp khác. (iii) Chuyển trọng tâm chiến lược giảm nhẹ sang các giải pháp dựa vào tự nhiên (Nature-based Solutions) thông qua việc tăng tỷ lệ che phủ rừng trên diện tích vuông tôm.

Dữ liệu thực địa cho thấy lâm phần Đước đạt mức tăng trưởng trung bình năm tương đương 3,25 đến 16,89 tấn CO<sub>2</sub>/ha/năm. Vuông Mười Nguyên có tỷ lệ che phủ rừng 20%, tương ứng 1,2 ha rừng trên 6 ha vuông, và cố định được 16.891,86 kg CO<sub>2</sub>-eq/năm, đủ năng lực bù trừ toàn bộ phát thải thô và đưa dấu chân carbon của tôm sú về giá trị âm ròng (mức 4). Trong khi đó, vuông Hai Trung chỉ đạt tỷ lệ che phủ 5%, tương ứng 0,2 ha rừng trên 4 ha vuông, cố định 3.253,75 kg CO<sub>2</sub>-eq/năm và vẫn giữ dấu chân carbon ròng ở giá trị dương. Kết quả cho thấy, độ che phủ và tăng trưởng rừng là thành phần cần được xem xét trong quản trị carbon của mô hình tôm - rừng, thay vì chỉ được xem như đặc điểm sinh thái nền.

*Giá trị thứ tư là duy trì khả năng theo dõi.* Truy vết carbon tạo ra một hệ thống dữ liệu có thể cập nhật định kỳ, bao gồm dữ liệu hoạt động, hệ số phát thải, sản lượng và dữ liệu sinh khối. Bộ dữ liệu minh họa được xây dựng từ phỏng vấn người trực tiếp quản lý kết hợp kiểm tra chéo và đo trực tiếp CH<sub>4</sub> tại mặt nước, đồng thời thiết lập cấu trúc lưu trữ cho các chu kỳ sau. Nhờ đó, biến động carbon của hệ thống có thể được theo dõi theo thời gian thay vì chỉ được ghi nhận tại một thời điểm.

*Giá trị thứ năm là tăng độ tin cậy của thông tin.* Một hệ thống truy vết có dữ liệu nguồn, phương pháp tính toán và đánh giá độ bất định rõ ràng sẽ thuận lợi hơn cho việc kiểm tra và kiểm chứng kết quả. Trong trường hợp minh họa, các nguồn bất định chính gồm phép đo CH<sub>4</sub>, ước tính sinh khối rừng và ước tính sản lượng tôm đều được xác định, đồng thời phương pháp lan truyền sai số được áp dụng để đánh giá độ bất định tổng thể của kết quả.

*Giá trị thứ sáu là sẵn sàng đáp ứng yêu cầu thị trường.* Khi dữ liệu carbon được truy xuất từ nguồn phát sinh, có phương pháp tính toán nhất quán, được cập nhật định kỳ và có khả năng kiểm chứng bởi bên thứ ba (ISO 14064-3, 2019), hộ [TP3.1] sản xuất, doanh nghiệp thu mua và nhà phân phối có thể sử dụng kết quả này làm cơ sở cung cấp thông tin môi trường của sản phẩm. Đối với sản phẩm tôm - rừng, dấu chân carbon được biểu thị theo kg CO<sub>2</sub>-eq/kg tôm sú, tạo ra một chỉ số định lượng có thể gắn trực tiếp với sản phẩm và với chuỗi cung ứng. Như vậy, giá trị cốt lõi của truy vết carbon là biến dữ liệu phát thải thành thông tin quản trị có thể truy xuất, theo dõi và kiểm chứng, đồng thời tạo nền tảng dữ liệu để sản phẩm từng bước đáp ứng các yêu cầu về minh bạch carbon của thị trường.

## 6. Kết luận

Trường hợp Cà Mau cho thấy, truy vết carbon vẫn có thể được khởi động trong điều kiện dữ liệu sản xuất chưa hoàn chỉnh, với điều kiện mọi dữ liệu thay thế, giả định và phương pháp suy diễn đều được ghi nhận và có thể kiểm tra lại. Đó là kết quả đáng chú ý nhất của nghiên cứu. Quy trình 5 bước dựng trên ISO 14040, ISO 14044 và ISO 14067 vận hành được bằng những công cụ trong tầm tay một cơ sở quy mô hộ gia đình: phỏng vấn người vận hành, kiểm tra chéo tại thực địa, một phép đo khí mặt nước và một đợt khảo sát rừng trong vuông.

Kết quả nghiên cứu tại Cà Mau cho thấy, quy trình có khả năng nhận diện sự khác biệt rõ rệt về hồ sơ carbon giữa các cơ sở có điều kiện sản xuất tương đối tương đồng. 2 vuông nuôi liền kề, cùng nuôi tôm sú và sử dụng chung nguồn nước nhưng có mức phát thải và cơ cấu nguồn phát thải khác nhau. Khi lượng carbon tích lũy trong sinh khối rừng được theo dõi như một dòng riêng, vai trò của độ che phủ và

tăng trưởng rừng đối với cân bằng carbon của hệ thống cũng được lượng hóa. Điều này cho thấy, truy vết carbon không chỉ tạo ra một giá trị kg CO<sub>2</sub>-eq/kg sản phẩm mà còn giúp doanh nghiệp nhận diện những yếu tố đang chi phối hồ sơ carbon của từng cơ sở.

Đối với người kinh doanh, giá trị lớn hơn nằm ở khả năng chỉ ra công đoạn cần ưu tiên can thiệp. Phân tích điểm nóng cho thấy CH<sub>4</sub> từ mặt nước và hoạt động sinh hoạt tại vùng là những nguồn cần được ưu tiên xem xét từ từng cơ sở. Bước tiếp theo là nối dữ liệu này với khâu thu mua và chế biến để có dấu chân carbon cho toàn chuỗi ■

## TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Bộ Khoa học và Công nghệ. (2011). Quản lý môi trường - Đánh giá vòng đời của sản phẩm - Yêu cầu và hướng dẫn (TCVN ISO 14044:2011).

Hiệp hội Chế biến và Xuất khẩu Thủy sản Việt Nam (VASEP). (2026). Xuất khẩu tôm Việt Nam đạt đỉnh 4,6 tỷ USD năm 2025. VASEP. <https://vasep.com.vn/san-pham-xuat-khau/tom/xuat-nhap-khau/xuat-khau-tom-viet-nam-dat-dinh-4-6-ty-usd-nam-2025-35852.html>.

Bayford, K. (2025, July 22). Albert Heijn discloses methane emissions in “world first” move. Just Food. <https://www.just-food.com/news/albert-heijn-discloses-methane-emissions-in-world-first-move/>.

European Parliament & Council of the European Union. (2022). Directive (EU) 2022/2464 as regards corporate sustainability reporting. Official Journal of the European Union, L 322, 15-80.

European Parliament & Council of the European Union. (2024). Directive (EU) 2024/825 amending Directives 2005/29/EC and 2011/83/EU as regards empowering consumers for the green transition through better protection against unfair practices and through better information. Official Journal of the European Union, L series, 2024/825.

International Organization for Standardization. (2006a). Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:2006).

International Organization for Standardization. (2006b). Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines (ISO 14044:2006).

International Organization for Standardization. (2018). Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification (ISO 14067:2018).

International Organization for Standardization. (2019). Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements (ISO 14064-3:2019).

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan  
IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Komiyama, Akira & Pongpurn, Sasitorn & Kato, Shogo. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. Journal of Tropical Ecology. 21. 471-477. 10.1017/S0266467405002476.

Tesco. (2021, September 24). Tesco commits to net zero emissions from its supply chain and products by 2050. Tesco PLC. <https://www.tescopl.com/tesco-commits-to-net-zero-supply-chain-and-products-by-2050/>

WRI & WBCSD. (2011). Product life cycle accounting and reporting standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.