

NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH MÔ PHỎNG QUY LUẬT VẬN HÀNH CHO CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN TRONG THỊ TRƯỜNG

STUDYING A MODEL TO SIMULATE MARKETS RULES FOR THERMAL POWER PLANTS IN ELECTRICITY MARKET

Lê Hồng Lâm¹, Đinh Xuân Bách², Ngô Văn Dương³

¹Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng; lhlan@dut.udn.vn

²Trung tâm Điều độ Hệ thống điện Quốc Gia, Hà Nội; Dinhxuanbach2112@gmail.com

³Đại học Đà Nẵng; nvduong@ac.udn.vn

Tóm tắt - Hiện nay, thị trường điện Việt Nam đang phát triển trong giai đoạn thị trường buôn bán điện cạnh tranh. Sắp tới thị trường điện Việt Nam tiến vào giai đoạn buôn bán lẻ điện cạnh tranh được thí điểm từ năm 2021. Tuy nhiên, mô hình dùng để giải quyết thị trường ngày tới là còn đơn giản và có ít kiểu chào giá khác nhau dẫn đến sự thiếu công bằng trong việc đấu thầu. Qua việc nghiên cứu thị trường điện ngày tới ở Châu Âu, tác giả chỉ ra cách chào giá của nhà máy nhiệt điện tham gia vào thị trường điện ở Châu Âu qua việc sử dụng các Đơn hàng khối (Block order) tại Tây Âu và các điều kiện (Minimum Income Condition, Schedule Stop Condition và Load Gradient Condition) của đơn hàng tại Tây Ban Nha. Từ đó chỉ ra sự liên hệ giữa các tham số của nhà máy nhiệt điện đến các kiểu chào giá và ưu nhược điểm của từng loại.

Từ khóa - Thị trường điện châu Âu; thị trường điện Việt Nam; nhà máy nhiệt điện; đơn hàng khối; đơn hàng phức tạp

Abstract - Currently, Vietnam's electricity market is developing in the competitive electricity market. In the near future, Vietnam's electricity market will enter the competitive electricity retailing phase that will be piloted since 2021. However, the model used to solve the market is still simple and there are a few different types of offers. By studying the day-ahead market in Europe, the author shows how the price of thermal power plants involve in the electricity market in Europe through the use of Block order and some conditions (Minimum Income Condition, Schedule Stop Condition và Load Gradient Condition) related to submitted orders in Spain. Thereby, the authors point out the relationship between parameters of the thermal power plant to the types of offers and advantages as well as disadvantages of each type.

Key words - European electricity market; Vietnam's electricity market; thermal power plant; Block orders; complex order

1. Giới thiệu chung

Ở Việt Nam, ngành điện đã đóng góp nhiều thành tựu đáng kể cho phát triển kinh tế xã hội. Đối với thị trường điện Việt Nam có ba cấp độ hình thành và phát triển: Cấp độ 1 (từ 2014 trở về trước) thị trường phát điện cạnh tranh; Cấp độ 2 (2015-2021) thị trường bán buôn điện cạnh tranh (thí điểm từ năm 2015 - 2016 và hoàn chỉnh từ năm 2017 - 2021); Cấp độ 3 thị trường bán lẻ điện cạnh tranh thí điểm (từ năm 2021 - 2023) và thị trường bán lẻ điện cạnh tranh hoàn chỉnh (từ sau năm 2023) [1].

Ở Việt Nam các nhà máy tham gia vào thị trường điện bao gồm thủy điện, nhiệt điện, năng lượng tái tạo. Cụ thể, về nhiệt điện được sản xuất theo nhiều nguyên vật liệu khác nhau như: Nhiệt điện than, nhiệt điện dầu, nhiệt điện khí, nhiệt điện sinh khối,... Cách chào giá của nhà máy nhiệt điện tham gia vào thị trường điện ở Việt Nam được chỉ rõ như sau [2]:

- Công suất trong bản chào giá là công suất tại đầu cực máy phát điện;

- Công suất chào của dải chào sau không được thấp hơn công suất của dải chào liền trước. Trong đó, giá trần bảng chào là mức giá cao nhất mà đơn vị chào giá được phép chào cho một tổ máy phát điện trong bản chào giá DAM;

- Trong điều kiện bình thường dải công suất chào đầu tiên trong bản chào giá của các tổ máy nhiệt điện phải bằng công suất phát ổn định thấp nhất của tổ máy. Dải công suất chào cuối cùng phải bằng công suất công bố. Đối với các nhà máy nhiệt điện trong quá trình khởi động và dừng máy, được cập nhật bản chào giá cho chu kỳ giao dịch tới với công suất thấp hơn công suất phát ổn định thấp nhất.

Các điều kiện ràng buộc chủ yếu tập trung vào yếu tố kỹ thuật mà ít quan tâm đến yếu tố kinh tế. Do đó, các nhà máy nhiệt điện bắt buộc phải gửi một giá khá cao cho khối chào giá đầu tiên nhằm đảm bảo thu hồi chi phí khởi động.

Song song với đà phát triển cũng có các nghiên cứu về thị trường điện Việt Nam hiện nay, cũng đã có bước tiến như: Nghiên cứu ảnh hưởng của cơ chế điều chỉnh giá điện đến cơ cấu thành phần phụ tải trong dự báo nhu cầu điện. Nghiên cứu đã chỉ ra, cơ chế giá điện là giải pháp có tác dụng lớn nhất trong việc điều hòa biểu đồ của hệ thống, cũng như giá phản ánh được giá trị sử dụng và các yếu tố giá điện liên quan đến khách hàng tiêu thụ [3]; Phân tích sự tương quan giá các dạng năng lượng chính của Việt Nam bao gồm than, dầu, khí và điện, và xác định giá tương đối để đưa ra cơ cấu giá các dạng năng lượng này theo hướng thị trường phù hợp [4]... Nhìn chung, các nghiên cứu trên chỉ tập trung vào chính sách phát triển của TTTĐ Việt Nam, mà chưa tập trung vào phát triển mô hình toán với các luật chào giá phù hợp mà nhà máy nhiệt điện tham gia vào TTTĐ mặc dù tỉ trọng của nhiệt điện là khá lớn trong cơ cấu năng lượng tại Việt Nam. Tại châu Âu đã nghiên cứu và sử dụng các luật chào giá với các điều kiện khác nhau để mô phỏng các nhà máy nhiệt điện [5], ví dụ: Khối chào giá tại Tây Âu và đơn hàng phức tạp tại Tây Ban Nha.

Cần phải nhấn mạnh rằng, các nghiên cứu trên chưa có sự liên hệ giữa NMNĐ và cách chào giá trong thị trường điện. Mục đích của bài báo là mô phỏng lại các ràng buộc của NMNĐ từ thị trường điện Châu Âu, từ đó chỉ ra sự liên kết giữa nhiệt điện và các cách chào giá này, hơn nữa là so sánh ưu nhược điểm của hai phương pháp nhằm giúp các nhà hoạch định có thêm sự lựa chọn và tham khảo.

2. Các ràng buộc của nhà máy nhiệt điện

Các đơn vị nhiệt thường yêu cầu một nhóm để vận hành chúng, đặc biệt là khi bật và tắt. Một đơn vị nhiệt chỉ có thể trải qua những thay đổi nhiệt độ dần dần, và điều này chuyển thành khoảng thời gian cần thiết để đưa thiết bị lên lưới. Do những hạn chế như vậy trong hoạt động của một nhà máy nhiệt điện, nhiều hạn chế khác nhau nảy sinh, như là:

- Thời gian hoạt động tối thiểu: Một khi thiết bị đang chạy, không nên tắt nó ngay lập tức;

- Thời gian chết tối thiểu: Một khi thiết bị ngừng hoạt động, có một thời gian tối thiểu trước khi nó có thể được hoạt động lại;

- Hạn chế của nhóm vận hành: Nếu một nhà máy bao gồm hai hoặc nhiều đơn vị, cả hai không thể được bật cùng một lúc vì không có đủ thành viên vận hành để tham dự cả hai đơn vị trong khi bắt đầu.

Ngoài ra, do nhiệt độ và áp suất của tổ máy nhiệt điện phải được thay đổi chậm khi huy động một năng lượng mới. Năng lượng này không dẫn đến bất kỳ sự phát sinh ra MW nào từ thiết bị và được đưa vào vấn đề cam kết của đơn vị như là một chi phí khởi động (start-up cost).

3. Các loại chào giá

3.1. Cách chào giá ở Tây Âu

Một đơn hàng Block của một nhà máy điện bao gồm nhiều Profile Block có cùng giá chào P_b , khác khối lượng chào Q_{pb} và có cùng tỉ lệ chấp nhận x_b được chấp nhận hoặc bị từ chối dựa trên giá nộp với tỉ lệ chấp nhận tối thiểu ($R_b^{\min}$) là trong khoảng $[0, 1]$. Thêm nữa, Profile Block có điều kiện “None” hoặc “Fill or Kill” liên quan đến tỉ lệ chấp nhận tối thiểu $R_b^{\min}$ (0 với “None” hoặc 1 với “Fill or Kill”). Đơn hàng Block có thể được đi kèm với các điều kiện xác định là: Linked Block và Exclusive Group [6]. Đơn hàng Linked Block và Exclusive Group được xem như các điều kiện cho nhà máy nhiệt điện. Một Block có thể rơi vào một trong ba trường hợp sau: (i) In the money, (ii) At the money, và (iii) Out of the money. Để biết được khối chào giá rơi vào trường hợp nào thì VWAP được tính toán (1):

$$VWAP_b = \frac{\sum_{t \in T} \sum_{p \in P} x_b * Q_{pb} * (\overline{U_{pb}^t} - \overline{U_{pb}^t}) * MCP^t}{\sum_{t \in T} \sum_{p \in P} x_b * Q_{pb} * (\overline{U_{pb}^t} - \overline{U_{pb}^t})}, \forall b \in B_a, a \in A \quad (1)$$

- *In the money* ($VWAP > P_b$): Tức là chi phí thu được phải lớn hơn giá chào của khối;

- *At the money* ($VWAP = P_b$): Tức là chi phí thu được bằng với giá chào của khối;

- *Out of the money* ($VWAP < P_b$): Tức là chi phí thu được thấp hơn giá chào của khối.

3.1.1. Linked block

Một tập hợp các đơn hàng Block có cùng một ràng buộc thực thi liên kết với nhau. Mục đích là tối ưu hóa nhà máy nhiệt điện, quy trình tiêu thụ và khả năng lưu trữ Block được chấp nhận và phụ thuộc vào sự cho phép của một Block khác được gọi là Block “con”. Trong khi Block có điều kiện chấp nhận các Block khác được gọi là Block “cha”. Một Block “con” có những hạn chế thực hiện và có thể được thực hiện chỉ khi đơn hàng Block “cha” được liên kết, được thực thi. Nhìn chung, các Linked Block này

thường xuất phát từ một nhà máy nhiệt điện hoặc một tổ máy trong nhà máy nhiệt điện. Do đó, để đánh giá được hiệu quả kinh tế của nó thì cần phải đánh giá một cách tổng thể các Linked Block được liên kết với nhau. Điều này đưa đến Block “cha” SW_b^P có thể được thực thi mặc dù nó là “out of the money” nếu lợi nhuận (SW_b^C) khỏi “con” đem lại bù đắp sự thiếu hụt lợi nhuận từ khối “cha” (SW_b^P).

3.1.2. Exclusive Group

Một đơn hàng Exclusive Group là tập hợp các đơn hàng Block mà có tổng tỷ lệ được chấp nhận không quá 1. Nó được cho phép nộp các Profile Blocks khác nhau với các giá khác nhau cho cùng một ngày và cùng nhà máy nhiệt điện, do đó có thể tối ưu về mặt kinh tế của các nhà máy nhiệt điện.

Một đơn hàng Exclusive Group có 3 cách chào giá thị trường, cụ thể chia ra các loại như sau: (i) Bán giá thấp với thời gian dài; (ii) Bán giá trung bình với thời gian ngắn hơn và (iii) bán giá cao với thời gian ngắn nhất.

3.2. Cách chào giá ở Tây Ban Nha

Tại Tây Ban Nha, các nhà máy nhiệt điện sẽ gửi chào giá giống với Việt Nam hiện nay (xem Mục 1), tuy nhiên có kèm theo các điều kiện như MIC, SSC, LGC để giúp các nhà máy nhiệt điện có thể thỏa mãn về yếu tố kinh tế và kỹ thuật.

3.2.1. Điều kiện thu nhập tối thiểu (MIC)

Các đơn chào giá của một nhà máy hoặc tổ máy bị ràng buộc bởi điều kiện thu nhập tối thiểu được gọi là MIC. Nói chung về vấn đề kinh tế, MIC có nghĩa là doanh thu được thu theo đơn chào giá trong tất cả các giai đoạn phải cao hơn chi phí sản xuất của nó, được định nghĩa bởi hai thành phần: (1) Chi phí cố định (Fixed Term - FT)(\$) và (2) chi phí biến động (Variable Term - VT) (\$/MWh) nhân với tổng khối lượng được chấp nhận. Do đó, điều kiện để đơn chào giá này được chấp nhận hoặc loại bỏ như sau:

- Một đơn chào giá với MIC được chấp nhận khi doanh thu tối thiểu (RR) (2) nhỏ hơn doanh thu có được (AR) (3);

- Một đơn hàng MIC không thực thi: Doanh thu tối thiểu (RR) lớn hơn doanh thu có được (AR).

$$RR_p = FT_p + VT_p * (\sum_{t \in T} \sum_{s \in P} |Q_s^t * x_s^t|), \forall p \in P^{mic} \quad (2)$$

$$AR_p = \sum_{t \in T} (MCP^t * (\sum_{s \in P} |Q_s^t * x_s^t|)), \forall p \in P^{mic} \quad (3)$$

3.2.2. Điều kiện dừng lịch trình (SSC)

Điều kiện này được hoạt động để ngăn chặn dừng một máy phát điện đột ngột. Trong trường hợp là một nhà máy điện, đã được chạy trước ngày yêu cầu một đơn hàng MIC cho thị trường, được hủy tham gia phát vào một giai đoạn. Theo mục đích đó, người gửi đơn đặt hàng MIC có thể xác định SSC, trong đó việc hủy tham gia sẽ không bao hàm tự động từ chối tất cả các đơn đặt hàng hàng giờ. Ngược lại, ba giờ đầu tiên trong các giai đoạn được dừng theo lịch trình sẽ không bị từ chối và sẽ được tham gia vào thị trường như bất kỳ đơn hàng hàng giờ nào.

3.2.3. Điều kiện độ dốc tải (LGC)

Là việc tăng công suất được chấp nhận trong một khoảng thời gian t bị giới hạn bởi công suất trong giai đoạn trước đây ($t - 1$). Tham số này được xác định bởi mức tăng/ giảm tối đa cho phép (cùng một giá trị cho tất cả các giai đoạn). Việc này, hạn chế sự tăng hoặc giảm công suất quá lớn giữa

hai giờ liên tiếp đối với các nhà máy nhiệt điện vốn khó khăn trong việc tăng hoặc giảm công suất đột ngột.

4. Mô hình toán

4.1. Hàm mục tiêu

$$\text{Min } SW = \sum_{b \in B} C_b + \sum_{t \in T} \sum_{s \in S} C_s^t - \sum_{t \in T} \sum_{d \in D} C_d^t \quad (4)$$

Công thức (4), trình bày hàm mục tiêu cho bài toán tối ưu nhằm tối ưu hóa SW. Thông thường, theo luật thị trường hàm mục tiêu là tối đa SW, tuy nhiên trong phần này chúng tôi trình bày hàm mục tiêu theo phương pháp tối thiểu nghĩa là hiệu giữa nhà cung cấp và nhu cầu. Trong đó:

$$C_b = \sum_{p \in B} [x_b * Q_{pb} * P_b * (\underline{T}_b^t - \overline{T}_b^t + 1)] \quad \forall b \in B_a \quad (5)$$

$$C_s^t = x_s^t * Q_s^t * P_s^t \quad \forall s \in S, t \in T \quad (6)$$

$$C_d^t = x_d^t * Q_d^t * P_d^t \quad \forall d \in D, t \in T \quad (7)$$

Công thức (5) trình bày chi phí của Block, trong khi (6) và (7) trình bày hàm chi phí của cách chào giá kiểu bậc thang lần lượt của người bán và nhu cầu với biến $x \in [0,1]$.

4.2. Các ràng buộc

4.2.1. Ràng buộc cho đơn hàng Block ở Tây Âu

Đối với đơn hàng khối hồ sơ:

$$Y_b \cdot R_b^{\min} \leq x_b \leq Y_b \quad \forall b \in B \quad (8)$$

Từ công thức (8) thể hiện trạng thái chấp nhận của một đơn hàng Block do đó luôn bằng không hoặc nằm giữa tỉ lệ chấp nhận tối thiểu và tỉ lệ chấp nhận tối đa. Trong trường hợp $R_b^{\min} = 1$ thì (8) suy biến thành điều kiện “Fill or Kills”.

Đối với đơn hàng Link Block:

$$x_{lb} - \sum_{b \in B} IM_b^{lb} \cdot x_b \leq 0 \quad \forall lb \in LB \quad (9)$$

Công thức (9) biểu thị tỉ lệ chấp nhận tối thiểu của một Linked Block trong đó tỉ lệ chấp nhận của Block cha x_b luôn luôn lớn hơn hoặc bằng tỉ lệ chấp nhận Block con x_{lb} .

Đối với đơn hàng Exclusive:

$$\sum_{b \in eg} x_b \leq 1 \quad \forall eg \in EG \quad (10)$$

Công thức (10) thể hiện tổng tỉ lệ được chấp nhận của các đơn hàng Block thuộc đơn hàng Exclusive Group phải nhỏ hơn hoặc bằng 1.

4.2.2. Đối với khối chào giá Tây Ban Nha

Đối với LGC:

$$\sum_{s \in S} |Q_s^t| * x_s^t \leq \left(\sum_{s \in S} |Q_s^{t-1}| * x_s^{t-1} \right) + IG_p \quad \forall p \in P^{LGC}, t \in T \quad (11)$$

$$\sum_{s \in S} |Q_s^t| * x_s^t \leq \left(\sum_{s \in S} |Q_s^{t-1}| * x_s^{t-1} \right) - DG_p \quad \forall p \in P^{LGC}, t \in T \quad (12)$$

Công thức (11) và (12) cho ta biết, khối lượng chấp nhận của nhà máy p trong giai đoạn kế tiếp phụ thuộc vào khả năng tăng hay giảm khả năng phát của nhà máy.

4.3. Thuật toán loại bỏ nhà máy không thỏa mãn MIC

Thuật toán trình bày cách loại bỏ nhà máy có điều kiện MIC mà bị xung đột tức là không thỏa mãn yêu cầu MIC. Các bước của thuật toán được thực hiện như sau:

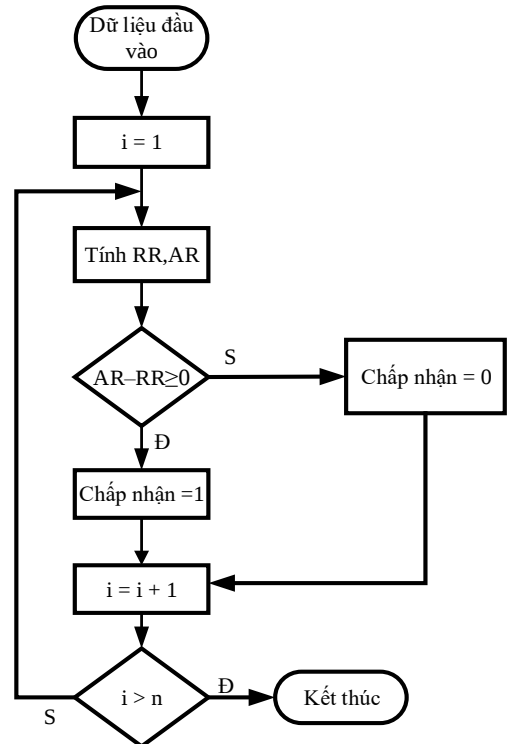
- Bước 1: Xử lý dữ liệu vào bao gồm các nhà máy tham gia, khối lượng, giá các khối, thời gian, chi phí cố định (FT), chi phí biến động (VT);

- Bước 2: Xác định giá trị doanh thu có được (AR) và doanh thu tối thiểu (RR) của nhà máy i;

- Bước 3: Tính hiệu giữa AR – RR;

- Bước 4: Xét hiệu AR và RR nếu lớn hơn 0 thì nhà máy đó được phát công suất (chấp nhận) tham gia vào thị trường và ngược lại nếu bé hơn không thì sẽ bị từ chối;

- Bước 5: Xét nhà máy thứ $i + 1$, rồi quay lại bước 2 tiếp tục thực hiện cho đến khi tất cả các nhà máy được thực thi rồi kết thúc quá trình.



Hình 1. Thuật toán loại bỏ nhà máy không thỏa mãn MIC

Trong đó: n là số nhà máy nhiệt điện có điều kiện MIC;

i là biến chạy;

AR là doanh thu có được (\$);

RR là doanh thu tối thiểu (\$).

4.4. Phương trình cân bằng

$$\sum_{d \in D} x_d^t * Q_d^t - \sum_{b \in B} \sum_{p \in B} x_b * Q_{pb} - \sum_{s \in S} x_s^t * Q_s^t = 0 \quad \forall t \in T \quad (13)$$

Công thức (13) mô tả điều kiện cân bằng giữa nhà cung cấp và người mua trong từng giai đoạn t. Nghĩa là khối lượng đã bán bằng khối lượng người mua.

Giá thanh toán thị trường MCP^t được lấy từ nhân tử lagrange của hàm cân bằng.

5. Mô phỏng và kết quả

Trong phần này, nhóm tác giả sẽ tiến hành mô phỏng và chỉ rõ cách vận hành của các ràng buộc ở nhà máy nhiệt điện

Tây Âu và Tây Ban Nha. Chương trình phát triển gồm hai phần riêng biệt là nhập dữ liệu trong excel và chương trình được viết và chạy trong GAMS [7] với CPLEX solver để tăng tính linh hoạt và thuận tiện. Từ đó sẽ đưa ra so sánh giữa 2 mô hình toán ở hai khu vực có thị trường điện phát triển.

5.1. Cách chào giá của nhiệt điện ở Tây Âu

Trong phần này, bài báo đưa ra một bài toán thị trường cơ bản đối với các đơn hàng Block. Từ đó, chỉ ra cách chào giá của nhiệt điện với các luật vận hành hiện có tại Tây Âu và chỉ ra hạn chế cách chào giá. Do đó, bài toán chỉ quan tâm đến hàm mục tiêu (4), các ràng buộc (8), (9), (10), và (13).

Cho dữ liệu của một NMNĐ có tổng công suất là 300 MW trong đó cột 1 thể hiện khối lượng, cột 2 thể hiện giá của từng khoảng công suất phát và cột 3 thể hiện thời gian chào giá của nhà máy (Bảng 1). Nhu cầu được cố định với khối lượng là 200 MW với giá mua là 60 \$/MWh.

Bảng 1. Dữ liệu của nhà máy

Khối lượng (MWh)	Giá (\$/MWh)	T (h)
50	65	1
150	61	1
100	50	1

Nhà máy được xem xét có công suất phát tối thiểu là 50 MWh và chi phí khởi động là 65\$/MWh (start-up cost). Với 150 MWh tiếp theo, chi phí sản xuất cho mỗi MWh là 61 \$/MWh. Với 100 MWh tiếp theo, chi phí sản xuất là thấp hơn với 56 \$/MWh. Do đó, với các đơn hàng bậc thang đang sử dụng tại Việt Nam, khó có thể giúp các nhà máy nhiệt điện có thể tham gia vào thị trường điện khi mà giá chào của khối sau phải cao hơn khối trước. Tuy nhiên, việc này sẽ được giải quyết nếu áp dụng như tại Tây Âu với đơn hàng Link Block.

5.1.1. Kiểm tra cho Linked Block

Với đơn hàng Linked Block trong đó Block 1 là gốc và Block 2 được liên kết với Block 1 và Block 3 liên kết với Block 2 được thể hiện trong Bảng 2 cột 2. Cần chú ý rằng, các Block được chào với điều kiện “Fill or Kill” tức là $R_p^{\min} = 1$. Điều này đảm bảo rằng, Block 1 được chấp nhận hết thì mới đến Block 2 và lần lượt là Block 3.

Bảng 2. Kết quả cho đơn hàng khối liên kết

Block	Link	x_b	MCP (\$/MWh)	Q_{out} (MWh)	Chi phí (\$)	Thu nhập (\$)	Lợi nhuận (\$)
1	-	1	60	50	3250	3000	-250
2	1	1		150	9150	9000	-150
3	2	1		100	5000	6000	1000
Tổng					17400	18000	600

Trong Bảng 2, tỉ lệ chấp nhận được trình bày trong cột 3, giá thanh toán thị trường trong cột 4, và khối lượng chấp nhận của các Khối chào giá trong cột 5. Trong khi đó, cột 6, cột 7 và cột 8 thể hiện lần lượt chi phí, thu nhập và lợi nhuận cho mỗi Block sau khi chạy mô hình toán. Tổng chi phí, thu nhập và lợi nhuận của nhà máy cũng được trình bày trong Bảng 2.

Với giá thanh toán thị trường MCP = 60 \$/MWh các khối đều được chấp nhận. Mặc dù, Block 1 và 2 có giá là 65 \$/MWh, 61 \$/MWh lớn hơn MCP (60 \$/MWh) nên 2 khối này là “out of the money”. Tuy nhiên, do khối 3 “in the money” bù đắp sự thua lỗ khi bán các khối 1 và 2, do

đó tổng lợi nhuận của nhà máy là 600 \$, nên nhà máy vẫn chấp nhận tham gia phát trong ngày tiếp theo.

5.1.2. Kiểm tra cho Exclusive Group

Bảng 3. Các đơn chào thuộc Exclusive order của nhà máy

Block	Khối lượng (MWh)	Giá (\$/MWh)	T (h)
1	300	65	1
2	300	61	2
3	300	50	3

Trong phần này, giả sử NMNĐ sử dụng Exclusive order với cách chào giá như Bảng 3. Trong đó, cột 1 thể hiện Block, tổng công suất của nhà máy được thể hiện ở cột 2, cột 3 thể hiện giá chào và thời gian chào được thể hiện ở cột 4. Nhu cầu được cố định với 300 MWh và giá chào là 60 \$/MWh cho 3 giờ liên tiếp. Việc gửi các Block như vậy nhằm đảm bảo rằng, nhà máy có thể tham gia phát vào ngày tiếp theo mà vẫn đảm bảo yếu tố kinh tế và kỹ thuật được thỏa mãn. Chú ý, các khối chào được đi kèm với điều kiện “fill or kill” để đảm bảo chỉ một khối được chấp nhận.

Bảng 4. Kết quả cho nhóm độc quyền

Block	x_b	MCP (\$/MWh)	Chi phí (\$)	Thu nhập (\$)	Lợi nhuận (\$)
1	0	60	0	0	0
2	0		0	0	0
3	1		45000	54000	9000

Kết quả được trình bày trong Bảng 4, với đơn hàng Exclusive order theo luật thị trường chỉ được bán một khối trong một nhóm. Ở đây chỉ Block 3 được chấp nhận và bán trong 3 giờ liên tiếp với MCP là 60 \$/MWh và lợi nhuận cuối cùng của nhà máy là 9000 \$.

5.1.3. Mô tả hạn chế của các kiểu chào giá ở Tây Âu

Cho bài toán với số liệu cơ bản trong Bảng 5: Cột 1 là Block chào giá, cột 2 là loại đơn hàng, cột 3 là khối lượng và cột 4 là giá. Chú ý là các đơn hàng thuộc loại cung cấp đi kèm với điều kiện “fill or kill”. Kết quả sau khi chạy bài toán thị trường được thể hiện ở Bảng 6, với cột 1 là Block, cột 2 là tỉ lệ chấp thuận, cột 3 là giá thanh toán thị trường – MCP, và cột 4 là SW của bài toán thị trường theo hàm mục tiêu (4).

Bảng 5. Bảng số liệu mô tả hạn chế

Block	Loại	Khối lượng [MWh]	Giá [\$ /MWh]
1	Cung cấp	10	15
2	Cung cấp	70	22
3	Nhu cầu	70	40
4	Nhu cầu	40	20

Bảng 6. Kết quả mô tả hạn chế

Block	x_b	MCP (\$/MWh)	SW (\$)
1	1	20	1310
2	1		
3	1		
4	0,25		

Nhận xét hạn chế: Theo luật thị trường ở Tây Âu thì giá chào của Block phải bé hơn giá thanh toán thị trường thì mới được chấp nhận hoàn toàn (ở đây là điều kiện chấp nhận hoặc xóa bỏ - Fill or Kill) còn không sẽ bị từ chối hoàn toàn. Từ kết quả trong Bảng 6 cho ta thấy, với MCP= 22 \$/MWh thì Block 1, Block 3 và Block 4 là “in the money” nên được

chấp nhận. Tuy nhiên, Block 2 là “out of the money” nên đã vi phạm điều kiện của thị trường. Tuy nhiên, vì bài toán thị trường dựa vào hàm tối ưu nên đây là giải pháp tối ưu nhất có được, việc này dẫn đến Block 2 được chấp nhận mặc dù vi phạm điều kiện của thị trường ($22 \text{ \$/MWh} > 20 \text{ \$/MWh}$).

5.2. Cách chào giá nhà máy nhiệt điện ở Tây Ban Nha

Trong phần này, bài báo chỉ quan tâm đến hàm mục tiêu (4), các ràng buộc (11), (12) và thuật toán trong Hình 1. Cho số liệu của 2 nhà máy nhiệt điện với các thông số: Chi phí cố định, chi phí biến động, khối lượng và giá trong Bảng 7. Chú ý, cả hai nhà máy đều có LGC là 10 MWh và thiết lập SSC. Bảng 8 thể hiện nhu cầu của phụ tải trong từng giờ, xét cho 4 giờ liên tiếp.

Bảng 7. Dữ liệu cho 2 nhà máy

Nhà máy	Chi phí cố định (FT) [\$]	Chi phí biến động (AR) [\$/MWh]	Khối lượng [MWh]	Giá [\$/MWh]	Thời gian [h]
1	25	65	50	65	1
			50	65	2
			50	65	3
			50	65	4
2	25	20	160	61	1
			180	61	2
			210	61	3
			250	61	4

Giá thiết với nhu cầu của một đơn vị có trong bảng sau:

Bảng 8. Nhu cầu

Khối lượng [MWh]	Giá [\$/MWh]	Thời gian (h)
200	500	1
220	500	2
250	500	3
270	500	4

Dưới đây bài báo sẽ chỉ rõ, khi một NMNĐ tham gia vào TTTĐ có hay không các điều kiện MIC, SSC, LGC sẽ diễn ra như thế nào và công suất được tham gia vào thị trường sẽ thay đổi như thế nào.

5.2.1. Không có điều kiện kèm theo

Bảng 9. Kết quả khi không có điều kiện

Nhà máy \ T (h)	1	2	3	4	MCP (\$/MWh)
	40	40	40	20	
1	40	40	40	20	65
2	160	180	210	250	

Bảng 9 cho thấy khi không có điều kiện (MIC, LGC, SSC) thì cả 2 nhà máy đều phát công suất tham gia vào thị trường điện với khối lượng lần lượt trong 4 giờ có như ở trong bảng trên. Giá thanh toán thị trường lúc này là 65 (\$/MWh).

5.2.2. Khi có điều kiện MIC

Bảng 10. Kết quả khi không có điều kiện

Nhà máy	Thời gian (h)	MCP (\$/MWh)	RR (\$)	AR (\$/MWh)	AR-RR (\$)
1	1	65	9125	9100	-25
	2				
	3				
	4				

2	1	65	16025	400000	383975
	2				
	3				
	4				

Ở trường hợp không có điều kiện ta thấy, giá thanh toán MCP = 65 [\$/MWh]. Giả sử 2 nhà máy đều được phát tham gia vào thị trường với khối lượng như trong Bảng 9 thì ta xác định được doanh thu tối thiểu và có được như trong Bảng 10. Với điều kiện thu nhập tối thiểu MIC thì giá trị $AR \geq RR$ tức doanh thu có được phải lớn hơn doanh thu tối thiểu thì nhà máy mới đủ điều kiện để phát. Do đó, từ Bảng 10 cho thấy nhà máy 1 cho ra hiệu số âm nên nhà máy này sẽ bị loại bỏ, nhà máy 2 cho ra hiệu số dương nên đủ điều kiện để phát.

5.2.3. Khi có điều kiện SSC và MIC

Khi có điều kiện MIC và SSC thì 2 nhà máy có khả năng phát công suất tham gia vào thị trường như sau:

Bảng 11. Kết quả khi có điều kiện MIC và SSC

Nhà máy	T(h)	MCP (\$/MWh)	RR (\$)	AR (\$)	AR-RR (\$)	Khối lượng phát (MWh)
1	1	65	7825	7800	-25	40
	2					40
	3					40
	4					0
2	1	65	16025	160750	144725	160
	2					180
	3					210
	4	500				250

Ở trường hợp chỉ có điều kiện MIC thì chỉ có nhà máy 2 tham gia phát điện, khi có thêm điều kiện SSC thì lúc đó sẽ cho phép cả hai nhà máy phát điện để tránh dừng đột ngột. Ở đây hiệu số $AR - RR$ của nhà máy 1 là âm (-25 \$), do có điều kiện dừng lịch trình kèm theo nên nhà máy 1 được phép phát thêm 4 giờ, trong đó 3 giờ tham gia thị trường và 1 giờ để nhà máy có thể dừng tránh đột ngột. Khi phát thêm 3 giờ sẽ bù đắp lượng mất mát khi doanh thu có được nhỏ hơn doanh thu tối thiểu. Cụ thể nhà máy 1 sẽ phát thêm 3 giờ với khối lượng 40 MWh cho mỗi giờ.

5.2.4. Khi có các điều kiện về SSC, LGC, MIC

Chỉ xét nhà máy 2 khi có thêm điều kiện LGC còn nhà máy 1 thì không kèm theo điều kiện này. Với độ tăng tải (Increase Gradient) = 10 MWh, độ giảm tải (Decrease Gradient) = 10MWh.

Bảng 12. Kết quả khi có điều kiện MIC, SSC, LGC

Nhà máy	T(h)	MCP (\$/MWh)	RR (\$)	AR (\$)	AR-RR (\$)	Khối lượng phát (MWh)
1	1	65	12375	55850	43475	40
	2	65				50
	3	500				50
	4	500				50
2	1	65	14025	206450	192425	160
	2	65				170
	3	500				180
	4	500				190

Trong Bảng 12, với MCP trong 2 giờ đầu là 65 \$/MWh, 2 giờ kế tiếp là 500 \$/MWh lúc này hiệu số giữa doanh thu

có được và doanh thu tối thiểu là dương, nên cả 2 được tham gia vào thị trường điện. Tuy nhiên, do có điều kiện về tăng tải ở nhà máy 2 nên mỗi giờ chỉ cho phép phát thêm 10 MW mặc dù nhà máy 2 có thể phát đúng như lịch trình trong Bảng 11. Việc này, giúp đảm bảo được vấn đề kỹ thuật của nhà máy nhiệt điện khi việc thay đổi công suất đầu ra là không thể nhanh chóng.

5.3. So sánh giữa hai cách chào giá

So sánh những thuận lợi và khó khăn giữa hai cách chào giá được thực hiện trong Bảng 13.

Bảng 13. So sánh cách chào giá của nhà máy nhiệt điện giữa Tây Âu và Tây Ban Nha

	Tây Âu	Tây Ban Nha
Thuận lợi	- Đảm bảo về mặt kỹ thuật và kinh tế với Linked Block nhưng không thể hạn chế được sự tăng giảm công suất phát nhanh chóng; - Linh hoạt về mặt kinh tế với Exclusive Order.	- Đảm bảo về mặt kỹ thuật tốt với LGC và SSC; - Đảm bảo chắc chắn về mặt kinh tế cho nhà máy nhiệt điện với MIC.
Khó khăn	- Dễ dàng tạo ra sự không công bằng với điều kiện “Fill or Kill” (xem Mục 5.1-d); - Biến quyết định cũng là biến của mô hình toán (MCP) dẫn đến non-convex cho mô hình toán.	- Mất nhiều thời gian do dùng vòng lặp để loại bỏ nhà máy không thỏa mãn MIC; - Biến quyết định cũng là biến của mô hình toán (MCP) dẫn đến non-convex cho mô hình toán.

6. Kết luận

Bài báo đã chỉ ra phương pháp tiếp cận thị trường điện của nhà máy nhiệt điện bằng Block Order và các điều kiện cho nhà máy nhiệt điện (MIC, SSC, LGC) có ở Châu Âu. Bài báo cũng đã phát triển thành công mô hình toán, đưa ra cách chào giá của nhà máy nhiệt điện liên quan đến các yếu tố kinh tế và kỹ thuật. Hơn nữa, bài báo còn so sánh cả hai phương pháp nhằm giúp các nhà hoạch định chính sách có được một cái nhìn tổng quan cho sự lựa chọn trong tương lai.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng trong đề tài có mã số B2019-DN02-56.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Q. đ. s. 63/2013/QĐ, “Quyết định quy định về lộ trình, các điều kiện và cơ cấu ngành điện để hình thành và phát triển các cấp độ thị trường điện lực tại Việt Nam năm 2013,” 2013.

[2] B. C. Thương, “Quy định vận hành Thị trường bán buôn điện cạnh tranh và sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 56/2014/TT-BCT ngày 19 tháng 12 năm 2014,” 2014.

[3] “Tập đoàn điện lực Việt Nam,” 09 08 2019. [Trực tuyến]. Available: <https://www.evn.com.vn/d6/news/Tong-quan-ve-phat-trien-nhiet-dien-than-o-Viet-Nam-6-12-24125.aspx>.

[4] “Tổng quan về phát triển nhiệt điện than ở Việt Nam,” [Trực tuyến]. Available: <https://www.evn.com.vn/d6/news/Tong-quan-ve-phat-trien-nhiet-dien-than-o-Viet-Nam-6-12-24125.aspx>.

[5] L. H. I. V. & B. C. Lam, “European day-ahead electricity market coupling: Discussion, modeling, and case study,” Electric Power

Systems Research, tập 155, pp. 80-92, 2018.

[6] HUPX, “hupx.hu,” [Trực tuyến]. Available: <https://hupx.hu/uploads/Kereskedes/Keresked%C3%A9si%20rendszer/DAM/Smart%20Blocks%20of%20HUPX%20DAM.pdf>.

[7] GAMS, “general algebraic modeling system,” [Trực tuyến]. Available: <https://www.gams.com/products/introduction>.

DANH MỤC

Các từ viết tắt

DAMThị trường ngày tới (Day-Ahead Market)

MCPGiá thanh toán thị trường (Market Clearing Price)

VWAPGiá thanh toán trung bình theo khối lượng (Volume Weighted Average Price)

SWPhúc lợi xã hội (Social Welfare)

TTĐThị trường điện

NMNĐNhà máy nhiệt điện

MICĐiều kiện thu nhập tối thiểu (Minimum Income Condition)

SSCĐiều kiện dừng lịch trình (Scheduled Stop Condition)

LGCĐiều kiện độ dốc tải (Load Gradient Condition)

IGTăng độ dốc (Increase Gradient)

DGGiảm độ dốc (Decrease Gradient)

ARDoanh thu có được (Acquire Revenue)

RRDoanh thu tối thiểu (Require Revenue)

Thiết lập

$t \in T$ Thiết lập thời gian gửi trong một ngày

$a \in A$ Khu vực đấu thầu

Tập hợp các kiểu chào giá

$b \in B$ Thiết lập đơn hàng Block nộp vào khu vực a

$pb \in b$ Thiết lập các Profile Block có trong Block b

$lb \in LB$ Thiết lập các Block liên kết

$p \in P$ Tập hợp các nhà máy điện

$p \in P_a^{mic}$ Tập hợp các nhà máy điện p có MIC, LGC

$eg \in EG$ Tập hợp Exclusive Groups

$s \in S$ Tập hợp các đơn hàng chào giá bậc thang

Biến

x_b Ti lệ chấp nhận của một Khối.

x_s^t Ti lệ chấp nhận của một Khối bậc thang thuộc bên chào mua

x_d^t Ti lệ chấp nhận của một Khối bậc thang thuộc bên chào bán

R_b^{min} Ti lệ chấp nhận tối thiểu của một Khối

MCP^t Giá thanh toán thị trường cho khu vực đấu thầu a trong thời gian t

Biến nhị phân

Y_b Biến nhị phân liên kết tới một Block

Tham số

P_b, Q_{pb} Giá và khối lượng của một Profile Block Order trong một Block Order (\$/MWh, MWh)

P_s^t, Q_s^t Giá và khối lượng của một đơn hàng bậc thang trong thời gian t (\$/MWh, MWh)

P_d^t, Q_d^t Giá và khối lượng của một đơn hàng bậc thang trong thời gian t (\$/MWh, MWh)

$T_{pb}^t, \overline{T}_{pb}^t$ Thời gian bắt đầu và kết thúc của một Profile Block trong Block

$\underline{U}_{pb}^t, \overline{U}_{pb}^t$ Bước thời gian bắt đầu và kết thúc của một Profile Block trong Block

IM_b^{lb} Mã trận tỷ lệ liên kết các khối.