

LICITAȚIILE ȘI STRATEGIILE DE LICITARE PE PIAȚA LIBERĂ A ENERGIEI ELECTRICE

AUCTIONS AND BIDDING STRATEGIES IN THE OPEN ELECTRIC POWER MARKET

Jordan SHIKOSKI¹ Ustijana RECHKOSKA² Vlatko CHNGOSKI³ Krste NAJDENKOSKI⁴

¹ University of Tetovo, Faculty of Technical Science, Tetovo, R. Macedonia (e-mail: jordans@mt.net.mk).

² Electric Power Company of Macedonia (e-mail: ustijana@esmak.com.mk)

⁴ Faculty of Electrical Engineering, Skopje, R. Macedonia (krste@ukim.edu.mk)

³ Electric Power Company of Macedonia, (e-mail: vchingo@esmak.com.mk).

Rezumat: Dereglementarea a transformat industria dintr-o structură cu prețuri reglate într-o structură cu determinarea prețurilor pe principiul pieței. Dereglementarea pieței a adus în discuție noțiunea de licitație, iar cuvântul „licitație” a intrat pentru prima oară în dicționarul inginerilor în electrotehnică.

O licitație se poate defini ca fiind un joc cu instrucțiuni incomplete pentru a determina costul unui produs ce nu are o valoare standard. Este o instituție cu reguli explicite pentru determinarea prețurilor și alocarea resurselor, pe baza ofertelor participanților. O licitație constă, în esență, din patru entități: participanți, obiecte, funcții de achitare a plății și strategii. Participanții, fie sofisticati fie raționali, sunt participanții la piață care fac oferte pentru serviciul (obiectul) care este supus licitației. Funcțiile de achitare a plății reprezintă diferitele mecanisme de stabilire a prețurilor, costurile pentru pregătire, participare, rezervare și informare. Ideea de fond la o licitație este maximizarea profiturilor prin intermediul participanților și, pentru a atinge acest scop, se utilizează diverse strategii.

O miriadă de tipuri de licitații iau naștere datorită faptului că participanții cunosc prețul serviciului și metoda de a procura obiectul supus licitației. În această lucrare, se prezintă diferitele tipuri de licitații și strategiilor de licitare pe piața dereglată a industriei energiei electrice.

Cuvinte-cheie: dereglementare, sistem energetic, piața de energie

1. Introducere

Omul a inventat licitațiile cu mult timp în urmă și acestea au constituit întotdeauna o metodă de a face afaceri. Primele mențiuni sunt cele ale unor licitații ce au avut loc în 500 î.e.n., organizate de greci. Herodot, cunoscut ca „părintele istoriei” se referea astfel la o licitație sătească: „În fiecare sat, o dată pe an, toate fetele de măritat se adunau într-un singur loc, în timp ce bărbații stăteau în jurul lor într-un cerc; un judecător le striga pe toate și, rând pe rând, fiecare fată se ridica și era oferită spre vânzare, începând cu cea mai frumoasă, continuând cu cea mai frumoasă dintre cele rămase după ce prima fusese vândută pentru un preț bun.” [9]

În practică, există mai multe tipuri de licitații. Printre cele mai faimoase tipuri se numără: licitația englezească, licitația olandeză și tipul de licitare închis. În cadrul celor englezești, judecătorul pornește de la un preț de bază, iar ofertanții ridică prețul până când se ajunge la un preț care este acceptabil numai pentru un anumit ofertant. Pe de altă parte, în cadrul licitațiilor olandeze, judecătorul pornește de la un preț de vârf pe care îl micșorează până

Abstract: Deregulation changed the electrical industry from being a regulated priced structure to a market based pricing one. The deregulation of the market brought with it the concept of auctions and the word auction entered the electrical engineers dictionary for the first time.

An auction can be defined as a game of incomplete instructions for determining the cost of a product that has no standard value. It is an institution with explicit rules for pricing and resource allocations based on the bids of the participant's. An auction essentially consists of four parts-players, objects, pay-off functions and strategies. Players, either sophisticated or rational, are the market participants who bid for the commodity (object) that is being auctioned. The pay-off functions are the various pricing mechanisms, costs for preparation, participation, reservation and information. The underlying idea in an auction is the maximization of the profits by the players and several strategies are employed to achieve that goal.

The players' knowledge of the price of the commodity and the method of procuring the object in an auction give rise to myriad types of auctions. This paper deals with the various types of auctions and their bidding strategies in the deregulated electric power industry.

Keywords: Deregulation, Power System, Power Market.

1. Introduction

Auctions have been known to man since a long time and have always been a method to do business. There are references to auctions as early as 500 BC by the Greeks. Herodotus, commonly known as the father of history mentions a village auction as: "In every village once a year all the girls of marriageable age used to be collected together in one place, while the men stood around them in a circle; and auctioneer then call each other in turn to stand up and offered her for sale, beginning with the best-looking and going to the second best as soon as the first had been sold for a good price." [9].

There are several types of auctions in wide practice. Some of the more famous types are the English auction, the Dutch auction and the Sealed Bid type. In the English auction the auctioneer starts from a base price and the bidders go on increasing the bid price until a price is reached which is acceptable only to a particular bidder. On the other hand, in the Dutch bid the auctioneer starts from a high price and goes on decreasing it until a bidder or a buyer is found for that item at that price. In the sealed bid type of auction, the bidders

când se găsește un ofertant sau un cumpărător pentru obiect la acel preț. În cadrul tipului de licitare închis, ofertanții își prezintă ofertele de cumpărare în plicuri închise, iar adjudicatorul o alege pe cea mai atrăgătoare pentru el sau ea.

Principalul motiv pentru dereglementare constă în reducerea prețului energiei electrice furnizată consumatorului. Înaintea dereglementării folosirea rezervei de putere era soluția prezentată. Prin rezervare au fost eliminate entitățile redundante și aceasta conduce la rezultate economice ceva mai bune. În piețele dereglementate se realizează același lucru prin competiția diverșilor GenCo, TransCo și DisCo. Competiția este realizată prin licitații care se organizează pentru a vinde sau cumpăra capacități de producere sau transport. În industria electrică din zilele noastre sunt în principal licitații la trei nivele. Acestea sunt:

- O licitație pentru capacitățile de producere. Aceste licitații sunt fie ținute în avans, pentru capacitatea de producere contractată, fie continue până la ora dinaintea prognozei sarcinii. Obiectivul acestei licitații este obținerea capacităților de producere în avans de sarcina actuală și precizia este în jur de +/- 8% din sarcina totală. Tipul de licitație este de obicei dublat și dinamic. GenCo oferă capacitățile lor spre vânzare și DisCo licitează la fel. Anumite reguli sunt urmate, capacitățile de producere nu interesează prea mult pe GenCo, dar orice surplus de capacitate pe care ei o dețin, poate fi vândută la un tarif mai mare la care găsește un cumpărător. Orice surplus de sarcină care nu este solicitat, poate fi vândut fie prin licitația de rezervă, fie prin licitația ajustării sarcinii. Licitația continuă până la închiderea pieții de licitație și la sfârșit este realizată o altă prognoză cu o precizie și mai bună și o se desfășoară o licitație dublă continuă.
- O licitație pentru rezervele turnante și cu pornire rapidă se desfășoară după ce prima licitație s-a încheiat. La acest tip de licitație GenCo vinde orice surplus de capacitate de producere pe care le dețin pentru acoperirea întreruperilor neprogramate sau deficitelor DisCo. Prețul energiei vândute în cadrul acestei licitații are două componente: una este costul care trebuie plătit către GenCo pentru menținerea rezervei de capacitate și a doua este taxa normală a energiei în \$ / kWh pentru folosirea capacității până la trecerea deficitului sau a ieșirii din funcțiune. Probabilitățile între-ruperilor sarcinii și capacităților de rezervă solicitate a fi îndeplinite sunt făcute publice și se așteaptă ca o capacitate de rezervă de 12 % să fie suficientă pentru a onora majoritatea întreruperilor normale și căderile așteptate.
- O licitație pentru ajustarea sarcinii care este în principal realizată în scopul onorării variațiilor actuale și prognozate ale cererii. Aceste licitații sunt de asemenea numite licitații de mărire / micșorare, realizând pentru GenCo incrementarea sau decrementarea angajamentelor lor bazându-se pe abaterea cererii prognozate de la cea realizată în realitate. Cumpărătorul care eșuează în cumpărarea de energie electrică suficientă pentru a-și onora cererea, trebuie să plătească prețuri mai mari pentru a-și onora nevoile, ca și cum ar fi necesar să cumpere energie la un tarif mai mare de pe piața de rezervă.

Licitațiile sunt studiate pentru a ne forma o idee asupra celui mai potrivit fel de licitație pentru un caz particular și pentru a implementa anumite modificări la metoda existentă de licitație. Aceste studii vizează realizarea funcției optime

present their respective bids in sealed covers and the auctioneer chooses the most attractive one to him or her.

The main reason for deregulation as stated is to reduce the price of the electrical energy being supplied to the consumers. Before the deregulation power pooling used to be the solution presented. By pooling redundant entities were removed and this led to slightly better economics. In the deregulated market the same is achieved by the competition between the various GenCo, TransCo and DisCo. Competition is realized through auctions that take place for selling or buying generation and transmission capacities. In the electric industry of today there are mainly auctions at three levels. They are:

- An auction for the generation capacities. These auctions are either held in advance for generation capacity commitment or continuous auction trading till the hour ahead forecast of load. The objective of this auction is to obtain generation capacities in advance of the actual load and the accuracy is aimed to be around +/- 8% of the total load. The type of auction is usually double sided and dynamic. The GenCo offer their capacities for sale and the DisCo makes bids for the same. Certain rules are followed in that the base generating capacities don't fetch much for the GenCo but any surplus capacity they have can be sold at a higher rate which finds a buyer. Any surplus load not committed can be sold either in the reserve auction or in the load adjustment auction. The auction continues till the close of the auction market and at the end another forecast is made with an even better accuracy and a continuous double auction takes place.
- An auction for spinning and quick start reserves conducted after the first auction is completed. In this type of auction GenCo sell any surplus generating capacity that they have to meet unscheduled outages or to a DisCo shortfall. The energy sold in this auction has two components to its price: one being the cost to be paid to the GenCo for maintaining the reserve capacity and the second being the normal energy charge in \$/kWh for using the capacity till the shortfall or outage was overcome. Probabilities of load outages and reserve capacities required to meet them are made public and it is expected that a reserve capacity of 12 % is sufficient to meet most of the normal outages and expected shortfalls.
- An auction for load adjustment that is mainly for the purpose of meeting the variations in actual and forecasted loads demand. These auctions are also called the increment / decrement auctions as they are basically meant for the GenCo to increment or decrement their commitment based on the deviation of the forecasted demand from the actually realized one. The buyer who fails to buy enough of electric power to meet the demand has to pay higher prices for meeting its demands as it has to buy power at a higher rate in the reserve market.

Auctions are studied in order to get an idea of the best-suited type of auction for a particular case and to implement some modifications to the existing method of auctioning. These studies are aimed at producing the optimal function for maximizing the profits. An auction is best studied in the following two ways: theoretical auction analysis and experimental auction analysis.

In the *theoretical analysis of an auction*, the explicit model of the auction and its rules are studied by the economist to

pentru maximizarea profiturilor. O licitație se studiază cel mai bine în următoarele două moduri: analiza teoretică a licitației și analiza experimentală a licitației

La analiza *teoretică* a licitației, modelul explicit al licitației și regulile sale sunt studiate de un economist pentru înțelegerea informațiilor referitoare la sistemul prețurilor. „Rezultatele teoretice în teoria licitației pot explica existența anumitor instituții de comerț și pot chiar sugera îmbunătățiri ale instituțiilor existente: Astfel teoria licitației are atât aspecte pozitive, cât și normative” [1]. Dezavantajul unei licitații teoretice constă în faptul că este aplicabilă doar licitațiilor simple și poate deveni foarte complexă când se aplică sistemelor de licitații mari.

La analiza *experimentală* a licitației, economiștii studiază o licitație în cadrul unui laborator. Aici jucătorii sunt solicitați să subscrie la oferte și să primească premii ale profitului, concomitent cu intrările lor. Aceasta se bazează pe faptul că fiecare jucător intenționează să-și maximizeze funcția profitului său.

2. Mecanismele licitației

Înainte de a depinde de procedura adoptată în ofertă și vânzare, mecanismele de licitație se consideră a fi de tipul următor:

Licitație a ofertei ascendente sau engleză. Aceasta este un tip comun de licitație în cadrul căreia cel care licitează începe la prețul de rezervă al obiectului și oferta înaintează progresiv până când nici un jucător nu realizează o ofertă mai mare. În această licitație, fiecare ofertă ține cont de celelalte oferte citate.

Licitație a ofertei descendente sau olandeză. Aceasta este o licitație descendentă a ofertei în care cel care licitează pornește licitația la un preț ridicat și solicită un set de oferte descendente până când un ofertant acceptă obiectul la prețul curent. O ofertă pentru un obiect chiar de la începutul licitației asigură o șansă sigură pentru a obține obiectul de la ofertant, dar micșorează profitul respectivului ofertant la zero. După cum se procedează la licitație și după cum prețul mărfii scade, posibilitatea unui profit crește de multe ori.

Licitația prin ofertă închisă la primul preț. La acest tip de licitație, toți ofertanții sunt solicitați să subscrie ofertele lor într-o manieră secretă. Nici un ofertant nu cunoaște cota unei alte oferte. Cel mai mare ofertant este premiat cu obiectul corespunzător prețului ofertei sale. O variație a acestei licitații este numită Dubla licitație, în care în ambele părți, cea care cumpără și cea care vinde, subscriu ofertele lor și este realizată o asociere între aceste valori subscribe pentru a obține optimizarea pe piață.

Licitația prin ofertă închisă la al doilea preț. Ofertanții subscriu ofertele lor secretizate și cel mai mare ofertant este premiat cu obiectul corespunzător prețului ofertei secundare celei mai mari. La această licitație, cel mai mare ofertant realizează întotdeauna profit, dacă această cotă este rațională.

3. Clasificarea licitațiilor

Licitațiile pot fi clasificate în numeroase moduri. Cele mai utilizate moduri sunt prezentate în figura 1.

În cadrul unei licitații statice, oferta de licitare prezentată de un ofertant nu este cunoscută celorlalți ofertanți, pe când în cadrul unei licitații dinamice fiecare ofertant cunoaște ofertele celorlalți ofertanți și își revizuieste oferta în funcție de propriile nevoi. O licitație discriminativă este aceea în

achieve un understanding of the informational asymmetries of the pricing system. "Theoretical results in auction theory can explain the existence of certain trading institutions, and perhaps can even suggest improvements in existing institutions: Thus auction theory has both positive and normative aspects"[1]. The disadvantage of a theoretical auction is that it is applicable for simple auctions only and can become very complex when applied to bigger auction systems.

In an *experimental auction study*, the economists study an auction under laboratory atmosphere. Here the players are subjected to submit bids and receive awards of profits concomitant with their input. This works on the assumption that each player intends to maximize his profit function.

2. Auction Mechanisms

Before Depending on the procedure adopted in bidding and selling the auction mechanisms are considered to be of the following types:

English or ascending-bid auction. This is a common type of auction in which the auctioneer starts at the reserve price of the object and the bidding goes on progressively until no player makes a higher bid. In this auction, each bidder has the knowledge of other bidder's quote.

Dutch or descending-bid auction. This is a descending-bid auction where the auctioneer starts the auction at a high price and calls a set of decreasing bids until a bidder accepts the object at the current price. A bid for the object at the very start of the auction ensures a sure chance of getting the object for the bidder, but it decreases the profit of that bidder to zero. As the auction proceeds, and as the price of the commodity falls, the possibility of a profit increases manifold.

First-price sealed-bid auction. In this type of auction, all the bidders are required to submit their bids for the object in a sealed manner. No bidder knows the quote of another bidder. The highest bidder is awarded the object for his bid price. This is also implemented in the tender system in many an industry. A variation of this auction is called a Double auction where in both the buying and the selling parties submit their bids and offers and a match among these submitted values is made to achieve optimization in the market.

Second-price sealed-bid auction. Bidders submit their sealed bids and the highest bidder is awarded the object at the price of the second highest bid. In this auction, the highest bidder always stands to make a profit, if his quote is rational [3].

3. Classifications of Auctions

Auctions can be classified in numerous ways. The most common ways are presented in figure 1.

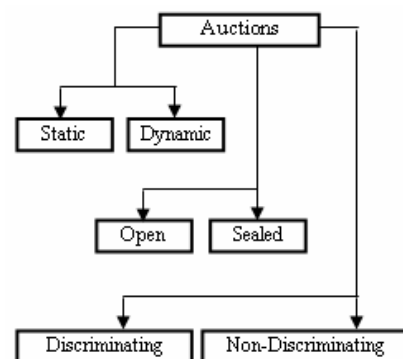


Fig. 1. Clasificarea licitațiilor
Figure 1. Classifications of auctions

care ofertanții sunt plătiți în funcție de ofertele prezentate. O licitație nediscriminativă este folosită în cazurile când există cumpărători multipli sau vânzători multipli, când ofertanții câștigătorii sunt toți plătiți cu același preț.

Licitațiile engleze și olandeze sunt exemplu bune de licitații deschise. Tipurile de licitații închise sunt licitațiile închise de oferte de preț primar sau preț secundar [4].

4. Licitații pe piața energiei electrice

Partea A a pieții energiei electrice mondiale este în prezent în proces de dereglementare. Dereglementarea este o schimbare de la integrarea verticală a pieții la o integrare orizontală. Integrarea verticală a pieții se referă la situația când o singură companie poate să posedă generatoarele de producere a energiei, liniile pentru transportul energiei și distribuitori pentru a putea dispeceriza energia. Acum, pe o piață dereglată, lucrurile se petrec foarte diferit. Pe o piață dereglementată, sunt integrate orizontal companii separate numai pentru generarea energiei numite GenCo, alte companii numai pentru transportul energiei numite TransCo și altele numai pentru distribuția energiei numite DistCo, iar tranzacțiile/afacerile dintre ele sunt dirijate de o instituție neutră numită ICA (Administrator Independent de Contract) care îndeplinește funcția de adjudecător. GenCo posedă generatoarele care produc energia și își prezintă ICA-ului ofertele de vânzare a energiei. DistCo posedă cumpărătorii și, la rândul lor, își prezintă ofertele ICA-ului. ICA alege perechile de vânzători și cumpărători în funcție de ofertele fiecăruia și alege TransCo în funcție de cantitatea și calitatea energiei. Astfel intră în discuție conceptul de rotire. Rotirea se referă la utilizarea resurselor de transport ale unui sistem pentru a transporta energie pentru altă entitate [7].

Licitațiile duble și licitațiile închise sunt cele mai potrivite licitații pentru industria pieței dereglate a energiei. În cadrul unei astfel de licitații, GenCo și DistCo își prezintă ofertele de vânzare și cumpărare ICA-ului. Procedura după care se fac perechile este algoritmul sus-jos [12]. În cadrul acestei metode de a face perechile, celei mai ridicate oferte de cumpărare i se asociază cea mai joasă ofertă de vânzare. Apoi, celei mai înalte oferte de cumpărare rămase i se asociază cea mai joasă ofertă de vânzare rămasă. Procesul se încheie când cea mai ridicată ofertă de cumpărare rămasă este mai mică decât cea mai joasă ofertă de vânzare rămasă [3].

Întregul proces se desfășoară folosind o piață de licitații computerizată, ce constă în diferiți participanți și un evaluator de contract, ca în Fig. 2.

Evaluatorul de contract verifică ofertele și constrângerile rețelei sistemului pentru orice nepotriviri. În cazul nepotrivirilor, oferta este respinsă, iar evaluatorul evaluează următoarea ofertă consecutiv. Dacă nu există nici o nepotrivire, evaluatorul permite licitației să continue fără obstacole.

In a static auction the bid submitted by a bidder is not known to another bidder while in the dynamic auction each bidder knows the bids of all the other bidders and revises his bid according to the need. A discriminating auction is one in which the bidders are paid according to their offered bids. A non-discriminating auction is used in multiple buyers or multiple sellers scenario where the winning bidders are all paid a uniform price.

An English and Dutch auction are good examples of an open auction. First-price and second-price sealed-bid auctions are the types of the sealed auction [4].

4. Auctions in Electric Power Market

The A part of a world electric power market is now being deregulated. Deregulation is a change from the vertical integration of the market to a horizontal integration. In a vertically integrated market, a single company could own the generators for producing power, transmission lines for transmitting power and distributors for the sake of dispatching power. Now, in a deregulated market, there is an entirely different market scenario. Here, separate companies for generation of power alone called GenCo, other companies for transmitting power alone called TransCo and others for distributing power alone called DistCo are integrated horizontally and the transaction/business between them is conducted by a neutral institution called ICA (Independent Contract Administrator) which acts as the auctioneer. The GenCo owning generators produce power and submit their offers to sell this power to the ICA. The DistCo are the buyers and they in turn submit their bids to the ICA. The ICA adopts bid-binding to match the buyers and sellers according to their quotes and chooses the TransCo according to the quantity and quality of power. This brings about the concept of wheeling into the picture. Wheeling refers to the use of the transmission facilities of a system to transmit power for another entity [7].

The double auctions and sealed-bid auctions are the best-suited auctions for the deregulated power market industry. In this kind of auction, the GenCo and DistCo submit their offers and bids with the ICA. The procedure adopted for matching is the high-low algorithm [12]. In this method of matching, the highest buy bid is matched with the lowest sell bid. The next highest bid is matched with the next lowest sell bid. The process is terminated when the remaining highest bid is less than the next lowest sell bid [3].

This entire process is carried out using a computerized auction market. This consists of several players and contract evaluator as shown in figure 2.

The contract evaluator checks the bids and the system network constraints for any mismatches. In case of mismatch the bid is rejected and the evaluator evaluates the next bid in sequence. If there is no mismatch then the evaluator allows the auction to proceed without hindering.

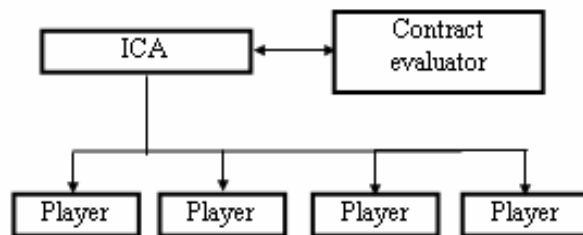


Fig. 2. Eticheta schimbului computerizat de energie [6]
Figure 2. Computerized Energy Exchange Courtesy [6]

Pe o piață dereglementată, licitația ia următorul curs. Vanzătorii prezintă planurile lor de prețuri ICA-ului, iar ICA ia în considerare toate constrângerile rețelei și transmisiunilor și alocă energie generatoarelor GenCo. Vanzătorii determină costurile și le prezintă ICA-ului. Cumpărătorii pregătesc atunci oferte de licitații și le prezintă de asemenea ICA-ului. Următoarea etapă implică sortarea prețurilor și căutarea corespondențelor, iar această procedură nu se încheie până când nu au găsit perechea pentru toți comercianții. În caz contrar, vânzătorii și cumpărătorii își schimbă strategiile de determinare a prețurilor, iar apoi prezintă din nou prețurile informative ICA-ului. Când toții comercianții și-au găsit pereche, ICA calculează prețul de închidere a bursei. Apoi, agenții obțin prețul de închidere și calculează noul lor preț pentru a-l propune ICA-ului pentru un nou ciclu de licitare.

În Fig.3 este prezentată organigrama pieței, ce descrie procedura de licitare administrată de ICA [5].

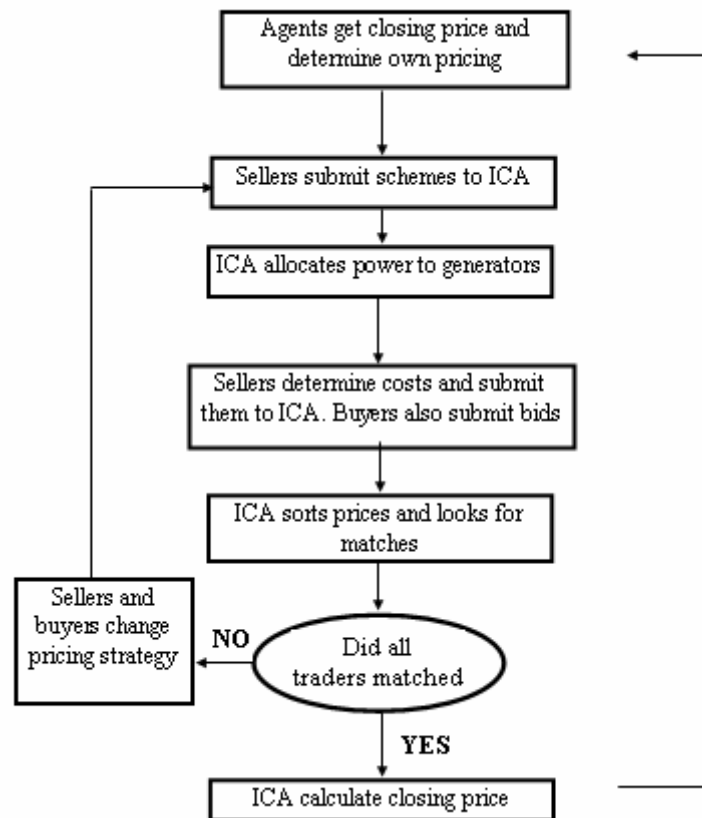


Fig. 3. Organigrama pieței
Figure 3. Market flowchart

Așadar, prin licitație, energia electrică este cumpărată de la GenCo de către DistCo și transmisă de către TransCo. ICA controlează licitația la toate nivelele.

5. Strategii de licitare

Pentru persoanele care licitează la licitațiile de pe piața energiei electrice, există două strategii de licitare foarte populare: manipularea prețului și manipularea cantității.

Aceste două metode sunt foarte explicite, după cum sugerează și numele lor, și implică multe calcule folosind Relaxarea Lagrangiană și IPLP (programare liniară pe puncte interioare) pentru a obține valoarea optimă.

Este bine cunoscut faptul că serviciile implicate acoperă o arie mare, iar cerințele de energie pentru trebuințele zilnice

The auction flow in a deregulated market takes the following course. The sellers submit their pricing schemes to the ICA and the ICA takes into account all the network constraints and transmission constraints and allocate the power to generators of the GenCo. Sellers determine costs and submit them to the ICA. The buyers also prepare then bids and submit them to the ICA. The next step involves the sorting of the prices and looking for matches and this procedure is carried on until all traders are matched. If all the traders are not yet matched then the sellers and buyer; change their pricing strategies and again submit their quotes to the ICA. When all the traders are matched the ICA calculates the closing price. The agents then get the closing price and determine their new price for submission the ICA for a new auction cycle.

The market flowchart is depicted in Figure 3 and describes the procedure of auction as governed by the ICA [5].

Thus, by auction, the electric power is bought from the GenCo by the DistCo and transmitted by the TransCo. The ICA controls the auction taking place at all levels.

5. Bidding Strategies

There are two very popular bidding strategies that are adopted by bidders in an electric power market auction. They are price manipulation and quantity manipulation.

These two methods are as explicit as their names suggest and involve a lot of calculation using Lagrangian Relaxation and IPLP (interior point linear programming) for getting an optimum value.

It is well known that the utilities involved serve large areas and the energy requirement of each of them is very large.

ale fiecăreia dintre aceste zone totalizează mulți bani și, prin urmare, un interes sporit se îndreaptă în zilele noastre spre licitații și mecanismele lor.

Au fost elaborate multe teorii pentru a maximiza profiturile și a minimiza costurile serviciilor energetice, iar acestea se întind de la a maximiza profiturile GenCo până la a minimiza cheltuielile DisCo. Majoritatea strategiilor de licitare folosesc tehnici de programare liniară, logică fuzzy și algoritmi genetici pentru a elabora strategii de licitare.

Modelul de bază pentru licitație este foarte simplu și constă într-un proces iterativ. Cel care conduce licitația fixează un preț de bază pentru serviciile sau bunurile sale și apoi așteaptă ofertele de licitare ale persoanelor interesante care licitează. Toate aceste persoane își prezintă ofertele, iar cel care organizează licitația le examinează și, în cazul în care vreo ofertă corespunde așteptărilor sale, licitația se încheie și contractul se finalizează. Pe de altă parte, dacă ofertele prezentate nu corespund așteptărilor sale, el cere un nou rând de oferte de licitare, iar ofertanții, în funcție de tipul licitației și propriile necesități ridică sau coboară ofertele anterioare și prezintă o nouă serie de oferte. Acest proces se repetă până când se ajunge la o ofertă satisfăcătoare [3]. Natura iterativă a licitației permite ofertanților să-și modifice ofertele în funcție de cererea existentă pentru produsul sau serviciul oferit spre vânzare. De asemenea, natura sa iterativă, permite persoanei care organizează licitația să obțină un preț mai bun din moment ce ofertanții ajung să cunoască mai bine adevărata valoare a produsului sau serviciului oferit. Numărul rundelor de licitare crește dacă ofertanții nu-și schimbă semnificativ ofertele din moment ce nu este prea probabil să se ajungă curând la un preț satisfăcător. Prin urmare, succesul și rapiditatea unei licitații depinde de ofertanți și de persoana care organizează licitația, a căror flexibilitate de licitare joacă un rol crucial.

6. Strategii de licitare bazate pe algoritmi genetici

Algoritmii genetici se bazează vag pe procesul de evoluție, iar informațiile folosite și generate de algoritm nu sunt de natură permanentă, ci tranzitorie și amintesc de principiul „supraviețuirii celui mai apt”. În timpul primei etape a algoritmului, se inițializează un set de soluții considerate a fi valide și fiecăreia dintre aceste soluții i se atribuie o calificare pe baza oportunității sale de a rezolva respectiva problemă. În general, nu se așteaptă ca soluțiile inițializate în prima rundă să fie adecvate pentru soluția finală datorită caracterului lor aleatoriu și inexactității lor. După prima iterație, care în algoritmi genetici se numește generație, setul inițial de soluții produce un set de soluții, care se numesc urmași. Urmașii sunt produși luând în seamă fie apropierea de soluțiile anterioare, fie devierea față de acestea. O pereche de soluții inițiale poate produce fie o „încrucișare”, fie o „mutație”. Încrucișarea este rezultatul combinării calităților ambilor părinți, iar mutația este rezultatul combinării erorilor părinților. Părinții care să producă reducții și mutații sunt aleși dintre cele mai potrivite soluții din setul inițial de soluții. Apoi, urmașii înlocuiesc soluțiile cele mai puțin potrivite din setul de soluții, iar acest proces continuă până când apare o soluție aproape perfectă. După un anumit număr de iterații se ajunge la o soluție suficient de bună. La licitațiile energetice reale, soluțiile inițiale sunt aplicate ofertelor de licitare și se obține răspunsul.

Se analizează și informațiile din ofertele de licitare ale competiției. Ofertelor de vânzare și se asociază ofertele de cumpărare, obținându-se prețul final pentru respectivul

Hence having to pay a higher power to serve their daily demands means a loss of lot of money and hence a lot of interest is being evinced nowadays to the auctions and their mechanisms.

Many theories have been put forward to maximize the profits and minimize the costs of the electric utilities and they range from maximizing the profits of the GenCo to minimizing the expenditures of the DisCo. Most of the bidding strategies use techniques like linear programming, fuzzy logic and genetic algorithms to derive bidding strategies.

The basic auction model is very simple and consists of an iterative process. The auctioneer fixes a base price for his services or goods and then asks for bids from the several interested bidders. All the bidders present their bids and the auctioneer examines them and if any of the bids matches his expectation the auction ends there and the contract is finalized. On the other hand if the bids presented are not up to his expectations he calls for another round of bidding and the bidders, depending on the type of auction and their need raise or lower their earlier bids and present a new series of bids. This process is repeated till a satisfactory bid is reached [3]. The iterative nature of auction allows the bidders to alter their bids according to the existing demand for the product or service being offered for sale. The iterative nature also helps the auctioneer to realize a better price as the bidders get to know better the actual value of the product or sale being offered. The number of bidding rounds increase if the bidders don't change their bids by a significant amount as then it is unlikely that a price discovery is likely to happen soon. Hence, the successful and quick completion of an auction depends on the bidders and the auctioneer whose bidding flexibility plays a key role.

6. Bidding Strategies based on Genetic Algorithms

Genetic algorithms are loosely based on the evolution process and the data used and generated by the algorithm is not permanent but transient in nature and resemble the principle of the "survival of the fittest." During the first step of the algorithm a set of solutions considered to be valid is initialized and each of these solutions is assigned fitness based on its suitability to solve the particular problem. The solutions initialized in the first round are really not expected to fit the final solution due to their randomness and lack of exactness. After the first iteration, called generation in genetic algorithms, the initial set of solutions produce a set of solutions that are called the offspring. The offspring are produced either by taking into account the closeness of the earlier solutions or the deviation of the earlier solution. A pair of initial solutions may produce either a "crossover" or a "mutation." The crossover is the result of combining the qualities of both the parents and the mutation is the result of the combination of the errors of the parents. The parents to produce crossovers and mutations are chosen from the best-fit solutions in the initial solutions set. Then the offspring replace the least fit solutions from the solutions set and this process continues till a near perfect solution is produced. A number of iterations lead to a close enough solution. In the actual energy auctions the initial solutions are applied to the bid and the response is seen.

The data from the competitors' bids is also analyzed. The bids and offers are matched and would be price is reported

ciclu de licitație. Informațiile de la ofertele concurenților și rezultatele ofertelor bazate pe prima generație de soluție servesc drept intrări pentru a doua generație, iar aceasta conduce la o soluție mai bună pentru licitația în cauză. Și, din nou, ofertele sunt prezentate, iar apoi sunt evaluate, ciclul continuând până când se descoperă un preț sau până când se atinge un număr de cicluri predefinit, iar licitația este închisă. Profitul ofertantului scade pe măsură ce crește numărul de concurenți sau numărul de cicluri de licitare. Într-un scenariu experimental de algoritmi genetici condus de [3], algoritmi genetici au fost testați pentru diferite cazuri, deoarece se aștepta ca ei să fie generici. În câteva cazuri s-a descoperit că, deși algoritmul genetic nu a pornit de la oferta optimă, și-a învățat rolul repede și, în timp real, s-a adaptat făcând oferte eficiente. Când licitațiile nu erau competitive sau când concurenții erau din aceeași clasă, algoritmul nu a mărit oferta de vânzare inutil, din moment ce aceasta ar fi dus la profituri mici. Dar când aceeași concurenți erau gata să-și mărească ofertele, algoritmul a fost dispus să experimenteze și a mărit oferta de vânzare. Aceasta a demonstrat că algoritmul era suficient de inteligent ca să țină în siguranță contractul sau produsul în cauză dar, în același timp, avea conștiința profitului. Este esențial să subliniem că, atunci când toate datele sunt disponibile în timp real, algoritmi genetici duc la rezultate foarte bune. Studii ulterioare sunt efectuate pentru descoperi susceptibilitatea soluțiilor la diferiți parametri, precum și impactul selecției potrivite a soluțiilor inițiale cu rol de părinți.

7. Strategii de licitare bazate pe logica fuzzy

În prezent, termenul „fuzzy” înseamnă „neclar” sau „nedeslușit”. Logica fuzzy este în deplină armonie cu acest cuvânt, în sensul că permite reprezentarea incertitudinilor în ceea ce privește calitatea de membru și tocmai această reprezentare se utilizează în vederea luării unei decizii. Calitățile de membru se definesc ca fiind mare și mic sau bun și rău. Orice valoare situată între aceste valori este privită ca având atât caracteristica mare, cât și cea mică. Intrările sunt definite pe baza acestor reguli și apoi sunt folosite pentru a lua o decizie urmând logica fuzzy. Un exemplu de decizie bazată pe fuzzy este următorul [4]:

DACĂ cererea e MARE atunci oferta trebuie să fie MARE

Unde o ofertă mare se definește folosind altă funcție de calitate de membru. Combinând regulile cu ajutorul funcțiilor „și” și „sau”, se pot obține condiții de intrare multiple. De exemplu, o regulă poate fi următoarea:

DACĂ (cererea este MICĂ) ȘI (riscul de aversiune este mare) ATUNCI (oferta trebuie să fie MICĂ)

Utilizând operatorii „și” și „sau”, se pot realiza toate condițiile posibile. Setul de intrare fuzzy conține toate intrările posibile și ele sunt introduse în baza de reguli a arhitecturii sistemului fuzzy.

Arhitectura sistemului fuzzy conține informații care să furnizeze ieșiri pentru fiecare intrare, iar baza de reguli furnizează ieșiri pentru fiecare intrare în parte. Aceasta conduce la un număr de ieșiri în sistemul fuzzy care nu pot fi folosite nici pentru a face o ofertă și nici pentru a lua o decizie. Prin urmare, la sfârșit, după ce toate intrările sunt procesate și arhitectura sistemului produce multiple ieșiri, rezultatele sunt convertite într-un singur rezultat, printr-un proces numit „defuzzificare”. Defuzzificarea oferă o ieșire semnificativă care poate fi folosită pentru a face o ofertă sau pentru a lua o decizie. Defuzzificarea este făcută în general prin metoda distribuției ieșirilor pe

care completează un ciclu de licitare. Datele de la ofertele concurenților și rezultatele ofertelor bazate pe prima generație de soluție servesc drept intrări pentru a doua generație și aceasta conduce la o soluție mai bună pentru licitația în cauză. Și, din nou, ofertele sunt prezentate, iar apoi sunt evaluate, ciclul continuând până când se descoperă un preț sau până când se atinge un număr de cicluri predefinit, iar licitația este închisă. Profitul ofertantului scade pe măsură ce crește numărul de concurenți sau numărul de cicluri de licitare. Într-un scenariu experimental de algoritmi genetici condus de [3], algoritmi genetici au fost testați pentru diferite cazuri, deoarece se aștepta ca ei să fie generici. În câteva cazuri s-a descoperit că, deși algoritmul genetic nu a pornit de la oferta optimă, și-a învățat rolul repede și, în timp real, s-a adaptat făcând oferte eficiente. Când licitațiile nu erau competitive sau când concurenții erau din aceeași clasă, algoritmul nu a mărit oferta de vânzare inutil, din moment ce aceasta ar fi dus la profituri mici. Dar când aceeași concurenți erau gata să-și mărească ofertele, algoritmul a fost dispus să experimenteze și a mărit oferta de vânzare. Aceasta a demonstrat că algoritmul era suficient de inteligent ca să țină în siguranță contractul sau produsul în cauză dar, în același timp, avea conștiința profitului. Este esențial să subliniem că, atunci când toate datele sunt disponibile în timp real, algoritmi genetici duc la rezultate foarte bune. Studii ulterioare sunt efectuate pentru descoperi susceptibilitatea soluțiilor la diferiți parametri, precum și impactul selecției potrivite a soluțiilor inițiale cu rol de părinți.

7. Bidding Strategies based on Fuzzy Logic

Currently, The term "fuzzy" means unclear or hazy. Fuzzy logic is true to word in the sense that it allows the representation of uncertainties in terms of memberships and this are used in making a decision. Memberships are defined as high and low or good and bad. A particular level is designed as high and another level as bad. Any value in between these values is regarded as having the characteristics of both high and low. Based on these rules inputs are defined and then they are used to make a decision based on fuzzy logic. An example of fuzzy based decisions is as follow [4]:

IF demand is HIGH THEN bid should be HIGH

Where a high bid is defined using another membership function. Multiple input conditions can be considered by combining rules with the "and" and "or" functions. For example a rule might be as follows:

IF (demand is LOW) AND (risk aversion is high) THEN (bid should be LOW)

Using the "and" and "or" operators all the possible conditions could be realized. The fuzzy input set has all the possible inputs and they are fed into the rule base of the fuzzy system architecture.

The fuzzy system architecture contains information to provide outputs to each of the inputs and the rule base produces the outputs to each specific input. This results in a number of outputs in fuzzy system that cannot be used to place the bid or make a decision. So finally after all the inputs are processed and the system architecture produces multiple outputs the results are converted into a single result in a process called "defuzzification." Defuzzification gives a meaningful output that can be used to place a bid or make a decision. Defuzzification is done generally by the method of distribution of outputs as the crisp output or by calculating

post de ieşire finală sau calculând centrul masei de ieşiri și utilizându-l pe acesta ca ieşire finală.

8. Concluzii

În timp ce dereglementarea industriei energetice este încă în stadiu incipient, se examinează diferite metode și practici, implementându-le pentru testare. Cercetările până în prezent au demonstrat că există mai multe tehnici pentru a organiza licitații reușite și profitabile. Un studiu și o stăpânire a acestui domeniu sunt absolut necesare pentru orice companie ce aspiră să fie un participant activ și profitabil pe această piață dereglată. Strategiile de licitare menționate mai sus nu sunt exhaustive și mai trebuie făcute multe alte studii și mai trebuie examinate și dezvoltate multe alte tehnici. Domeniul licitațiilor joacă un rol important în determinarea profitabilității companiilor implicate și de aceea accentul pus pe acestea nu e niciodată suficient de mare.

References:

- [1] R. McAfee, J. McMillan, "Auctions and biddings," *Journal of Economic Literature*, Vol.25, June 19 pp. 669-738.
- [2] R. Engelbrecht-Wiggans, "Auctions and Bidding Models: A Survey," *Management Science*, Vol.26, no.2 119-242, 2002.
- [3] G.B.Sheble', "Computational Auction Mechanisms For Restructured Power Industry Operation," 199 Kluwer Academic Publishers.
- [4] V. Petrov, C. W. Richter and G. B. Sheble', "Predatory Gaming Strategies for Electric Power Markets, Proceedings of the International Conference on Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies 2000, DRPT 2000, pp. 488-492.
- [5] H. Singh, S. Hao and A. Papalexopoulous, Proceedings of the Thirtieth Hawaii International Conference of System Sciences, Vol.5, pp. 608 -614, 1997.
- [6] A. Wood and B. F. Wollenberg, *Power Generation, Operation and Control*, Johns Wiley & Sons, New York, 1984, pp. 329-361.
- [7] Marta Marmioli, Yukitoki Tsukamoto, Kenji Iba, "Influence of Auction Rules on Short-Term Generation Scheduling," *IEEE Power Engineering Society Summer Meeting*, Vol. 2 , 1999, pp. 658-663
- [8] W. J. Lee, C. H. Lin, "Utility Deregulation and its Impact on the Industrial Power Systems", *IEEE Industrial & Commercial Power Systems Technical Conference* , may 11-16 1997, Philadelphia, PA, USA
- [9] Brian Learmount, " A History of the Auction," Bamard & Learmount Press, Great Britain, 1985.
- [10] "Comprehensive Bidding Strategies with Genetic Programming/Finite State Automata", Charles W. Richter, Jr., Gerald B. Sheble, Dan Ashlock, *IEEE Transactions on power Systems*, Vol. 14, no. 4, November 1999
- [11] "Building Fuzzy bidding Strategies for the Competitive Generator," Charles W. Richter, Jr. and Gerald B. Sheble , *North American Power Symposium*, Laramie, WY, 1997
- [12] V.L. Smith, " Experimental Studies Of Discrimination Versus Competition in Sealed-Bid Auction Markets," *Journal of Business*, Vol. 40, pp.56-84, 1999.
- [13] UCTE organization, <http://www.ucpte.org/Default-F.htm>
- [14] The Electricity Pool. <http://www.elecpool.com>
- [15] "PQ Improvements Could Save Billions ", *IEEE Transmission & Distribution World*, Vol. 53, No.9, August 2001, pp. 6.

the centered of mass of outputs and using that as the crisp output.

8. Conclusion

The electrical industry deregulation still being in its infancy, several methods and practices are being examined and implemented on a test basis. Research up to now has shown that there exist several techniques for bidding successfully and profitably. A detailed study and mastery of this field is an absolute must for any company which aspires to be an active and profitable player in this deregulated market. The bidding strategies mentioned here are not exhaustive and there are several more studies being done and techniques being examined and developed. The field of betting has an important role in determining the profitability of the companies involved and cannot be emphasized enough.