

TRENING CENTAR ZA TRGOVANJE ENERGIJOM TRAINING CENTRE FOR ENERGY TRADING

Prof. dr. sc. Slavko Krajcar, dr. sc. Minea Skok,
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva,
Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Mr. sc. Ivan Androšec, HEP d.d.,

Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Mr. sc. Snježana Blagajac, Hrvatski operator tržišta energije d.o.o.,
Miramarska 23, 10000 Zagreb, Hrvatska

Gerd Solem, MSc, SINTEF Energy Research,

Sem Saelands vei 11, NO-7465 Trondheim, Norway

Klaus Livik, MSc, Birger Morland, MSc, Powel ASA,

Klaebuveien 194, NO-7037 Trondheim, Norway

Reforme energetskeg sektora i nove poslovne mogućnosti nametnule su potrebu stjecanja i prenošenja znanja i vještina svim sudionicima koji preuzimaju nove uloge i odgovornosti u energetskeg sektoru. Stoga su Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (FER), Hrvatska elektroprivreda d.d. (HEP d.d.) i norveška tvrtka Technor Energy AS pokrenule projekt uspostave Trening centra za trgovanje energijom (*Training Centre for Energy Trading* – TCET). U članku je predstavljen rezultat ove suradnje – pisani materijali koji služe kao podloga za učenje i simulator tržišta koji omogućava različitim tržišnim sudionicima, iz raznih zemalja i s različitim tržišnim interesima, da kroz igru iskušaju tržišno natjecanje. Ovo je prvi trening centar takve vrste u Europi, a projekt njegove uspostave financiralo je Ministarstvo vanjskih poslova Kraljevine Norveške i HEP d.d.

The current reforms in the energy sector and the resulting new business opportunities have imposed a need for knowledge and skills to be acquired by or imparted to all those who will assume new roles and responsibilities in the energy sector. To this end the Faculty of Electrical Engineering and Computing of the University of Zagreb (FER), Hrvatska elektroprivreda d.d. – The Croatian Electricity Company (HEP d.d.) and the Norwegian company Technor Energy AS launched a project to establish the Training Centre for Energy Trading (TCET). This article presents the results of this co-operation – printed materials to serve as teaching aid and a market simulator to help various market participants from different countries and with different market interests to try their hand at market competition by playing games. This is the first training centre project of this kind in Europe, co-financed by the Ministry for Foreign Affairs of the Kingdom of Norway and HEP d.d.

Ključne riječi: otvoreno tržište, simulator tržišta, spot tržište, trening centar, trgovanje električnom energijom

Keywords: electricity trading, market simulator, open market, spot market, training centre



1 UVOD

Tržište električne energije, liberalizacija energetskeg sektora, regulacija, deregulacija, re-regulacija, tržišno natjecanje, javna obveza, razdvajanje djelatnosti, samo su neki od pojmova koji danas određuju poslovno okruženje elektroenergetskih poduzeća u gotovo svim državama svijeta. Također, često čujemo za stupanj otvorenosti tržišta i tijek otvaranja tržišta. Sve navedeno veže se uz reforme nacionalnih i globalnih energetskeg sektora koje za cilj imaju bolje poslovne subjekte i naprednije tehničke sustave za opskrbu kupaca energijom, odnosno energentima. Naravno, postavlja se pitanje što zapravo znači bolje? Za koga bolje? Odgovori na ta pitanja zapravo su argumenti za uvođenje tržišnih odnosa.

Monopoli energetskeg poduzeća na prvi se pogled čine najekonomičnijim rješenjem za opskrbu kupaca energijom. Ipak u stvarnosti to nije slučaj. Razlozi nisu samo političke, gospodarske ili socijalne promjene koje regulacija monopola mora kontinuirano uključivati u nadzor, već i karakteristike energije kao specifičnog proizvoda ili usluge. Reforme energetskeg sektora temelje se na postavci da tržište, u općenitom smislu, najbolje uspostavlja i održava odnose između ponude i potražnje. U praksi se, u sklopu reformi, djelatnosti energetskeg monopola razdvajaju na tzv. tržišne (npr. proizvodnja, opskrba) i tzv. regulirane (npr. mrežne) djelatnosti.

Republika Hrvatska provodi reformu energetskeg sektora na načelima tržišnih i konkurentskih odnosa u energetskeg djelatnostima, pri čemu je posebno zahtjevana reforma elektroenergetskeg sektora. Hrvatska, koja je 2004. godine stekla status kandidata za prijam u Europsku uniju (EU) i trenutno je u fazi screening procesa, i HEP grupa, koja želi punopravno i ravnopravno sudjelovati na jedinstvenom europskom tržištu električne energije, ubrzano rade na ispunjenju zahtjeva Europske komisije. U srpnju 2004. godine na snagu je stupila Direktiva 2003/54/EC koja utvrđuje odnose na tržištu električne energije u Europskoj uniji. Uvažavajući ovu Direktivu Hrvatski sabor je na sjednici 3. prosinca 2004. godine donio Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o energiji, Zakon o tržištu električne energije i Zakon o regulaciji energetskeg djelatnosti (NN 177/2004).

Temeljem Zakona o tržištu električne energije, povlašteni kupac može slobodno odabrati opskrbljivača električne energije. Taj su status od 1. srpnja 2006. godine stekli svi kupci s godišnjom potrošnjom većom od 9 GWh. Sljedeći rokovi otvaranja tržišta električne energije su: 1. srpnja 2007. za kupce kategorije poduzetništvo i 1. srpnja 2008. godine za sve kupce.

1 INTRODUCTION

Electricity market, liberalisation of energy sector, regulation, deregulation, re-regulation, market competition, public service obligation, unbundling, these are just some of the terms defining the present-day business environment of electricity companies in nearly all countries of the world. Likewise, we can often hear about the degree of market openness and the market-opening progress. All these concepts are linked to the reforms of national and global energy sectors which are designed to give rise to better service providers and more advanced technical systems for energy or fuel supply to customers. Of course, one may raise the question about the meaning of 'better'. Better for whom? Answers to these questions are in fact arguments in favour of introducing market relations.

On the face of it, the monopolies of energy companies seem to be an optimal energy supply solution. In reality it is not the case though. The reasons are not only political, economic or social changes that monopoly regulation must continuously keep up with, but also the nature of energy as a specific product or service. The current energy sector reforms are based on the assumption that market in the general sense of the word is the best means of maintaining a balance between supply and demand. In practice, within the reforms, energy monopolies are unbundled into market operations (e.g. generation, supply) and regulated (e.g. network) operations.

The energy sector reforms currently going on in Croatia are based on the principles of market competition in the energy sector, where the reform of the electricity sector is particularly challenging. Croatia, which in 2004 gained the status of a candidate country and is now undergoing the screening process, and the HEP Group, which is determined to fully participate as an equal partner in a single European electricity market, are working at an accelerated pace to meet the requirements set by the European Commission. In July 2004 Directive 2003/54/EC concerning common rules for the internal market in electricity took effect and, in response to it, at its session of 3 December 2004, the Croatian Parliament adopted the Act Amending the Energy Act, the Electricity Market Act and the Energy Regulation Act (OG 177/2004).

According to the Electricity Market Act, privileged customers may freely choose their electricity supplier, a status which since 1 July 2006 has been acquired by all customers whose annual consumption exceeds 9 GWh. The next market opening dates are: 1 July 2007 for the category of commercial customers and 1 July 2008 for all customers.

Ugovor o energetske zajednici, koji je potpisan 25. listopada 2005. godine u Ateni i ratificiran u Hrvatskom saboru u svibnju 2006. godine, predstavlja proces širenja unutarnjeg energetskog tržišta Europske unije na zemlje jugoistočne Europe. Ugovor je potpisan od strane zemalja EU25 i devet zemalja jugoistočne Europe (Hrvatska, Rumunjska, Bugarska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora, Makedonija, Albanija i Misija UN-a na Kosovu). U proces su kao promatrači uključeni i Ukrajina, Moldavija te Norveška. Riječ je o ključnom dokumentu koji Hrvatsku integrira u energetske zakonodavstvo Europske unije, čime je uvodi u Europsku uniju i prije formalnog primanja. Glavni ciljevi Energetske zajednice su stvaranje stabilnog regulatornog i organizacijskog okruženja za trgovanje energijom, privlačenje investicija u energetici, poboljšanje sigurnosti opskrbe energijom, poboljšanje zaštite okoliša i razvoj konkurencije na tržištu električne energije i plina u širem geopolitičkom smislu.

Pristupanjem toj zajednici Hrvatskoj se osigurava stabilnija opskrba električnom energijom i plinom s jedne strane, dok joj se s druge strane osigurava otvoreni pristup tržištima u regiji, ali i obrnuto. Otvaranjem tržišta u djelatnostima proizvodnje i opskrbe električnom energijom tvrtkama se otvaraju nove poslovne mogućnosti (posebice širenje poslovanja na ostale energetske te druge djelatnosti) i strategijska poslovna povezivanja s partnerima u Hrvatskoj i inozemstvu.

U Hrvatskoj se velika pozornost pridaje reformi energetskog sektora, njenom strateškom značenju i uz to vezanim predstojećim izazovima. Potpuno otvaranje tržišta električne energije predviđeno je za manje od godinu i pol dana, a europska integracija energetskog sektora, kroz ratificirani Ugovor o energetske zajednici, vremenski je još bliža. Energetski sektor u Hrvatskoj, ali i šire u regiji, nesumnjivo se nalazi u vrlo dinamičnom prijelaznom razdoblju. Poslovanje u sadašnjim uvjetima zahtijeva od svih subjekata prilagodljivost, pri čemu je ključna prednost ljudski potencijal pripremljen i osposobljen za nove izazove.

Reforme energetskog sektora, otvaranje tržišta, europske integracije i nove poslovne mogućnosti nametnule su potrebu stjecanja i prenošenja znanja i vještina svim sudionicima s novim ulogama i odgovornostima u energetskom sektoru. Stoga ne čudi da danas postoje mnogi specijalistički studiji, te razne radionice čija je svrha izobrazba pojedinaca u jednom potpuno novom području. Studij u Trening centru za trgovanje energijom jedan je od tih studija koji polaznicima omogućuje svladavanje znanja i vještina u koncentriranom vremenu. Naravno, naglašava se da je to samo početak izobrazbe budućih sudionika i da je stalno obrazovanje, zbog

The Energy Community Treaty, signed in Athens on 25 October 2005 and ratified by the Croatian Parliament in May 2006, is aimed to extend the EU internal energy market to the South East Europe region. The Treaty was signed by EU25 and nine SEE countries (Croatia, Rumania, Bulgaria, Bosnia and Herzegovina, Serbia, Montenegro, Macedonia, Albania and the UN Mission to Kosovo). Ukraine, Moldavia and Norway are included in the process as observers. It is a key document which integrates Croatia into the EU's energy legislation and thereby brings it into the Union even before the formal accession. The principal goals of the Energy Community are to create a stable regulatory and organisational environment for trading in fuels, attracting investments in energy sectors, improving the security of energy supply, as well as improving the environmental situation, and developing electricity and gas market competition on a broader geographic scale.

By joining the Energy Community Croatia will ensure more stable electricity and gas supply, on one hand, and, on the other, an open approach to the markets in the region, but also the other way round. The opening of the market to electricity generation and supply opens new business opportunities to companies (especially in terms of expansion to other energy and industrial sectors) and strategic partnerships in Croatia and abroad.

In Croatia special attention is devoted to the reform of the energy sector, its strategic implications and associated challenges lying ahead. Full electricity market opening is due in less than a year and a half, whereas the European energy sector integration, through the ratified Energy Community Treaty, is even closer. The energy sector in Croatia, and in the wider region, is certainly undergoing a very dynamic transition period. Business activities under the present conditions require adaptability from all participants, where a key advantage are human resources well prepared and capacitated for new challenges.

Energy sector reforms, market opening, European integration processes and new business opportunities have all created a need for knowledge and skills to be acquired by and imparted to persons assuming new roles and responsibilities in the energy sector. It is hence not surprising that today there are many specialised studies and various workshops designed to provide training courses in one entirely new field. Study at the Training Centre for Energy Trading (TCET) is one of these studies which enables the trainees to acquire knowledge and skill over a concentrated time. It is, of course, just the beginning of the education of future participants, because, due to continuing changes

stalih promjena koje se zbivaju u ovom području, nužnost svakoga tko sudjeluje na tržištu.

2 ZAČETAK I PROGRAM RADA TRENING CENTRA ZA TRGOVANJE ENERGIJOM

Pregledavajući ponuđene mogućnosti obrazovanja, može se uočiti kako je većina ponuđenog primjerena osobama s većim iskustvom ili pozicijom (ciljani tečajevi) ili osobama koje trebaju sustavno obrazovanje (specijalistički/poslijediplomski studiji ili MBA). Međutim, tržišta energije su realnost pa je potrebno što prije što većem broju zaposlenika, i među opskrbljivačima i među kupcima, dati odgovarajuća znanja. Ideja o Trening centru za trgovanje energijom (*Training Centre for Energy Trading – TCET*) jedan je od odgovora na taj izazov. Projekt uspostave Trening centra (u daljnjem tekstu TCET) formalno je započeo 1. studenog 2004. godine i završio službenim otvaranjem TCET-a 30. lipnja 2006. godine.

Partneri u projektu uspostave TCET-a bili su HEP d.d., Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu i norveška tvrtka Techor Energy AS (Technor). Projekt je financiran od Norveškog ministarstva vanjskih poslova (86 %) i HEP-a d.d. (14 %). U projekt su od samog početka uključena i poduzeća SINTEF, Troms Kraft i Powel iz Norveške te Hrvatski operator tržišta energije d.o.o. (HROTE).

Tijekom projekta izrađen je nastavni materijal razdijeljen u 5 knjiga, te je pripremljen petodnevni i trodnevni program obuke za trgovanje namijenjen različitim tržišnim sudionicima koji će nastupati na hrvatskom, regionalnom, odnosno europskom energetsom tržištu (povlašteni kupci, opskrbljivači, trgovci, proizvođači, operatori sustava, itd.). S obzirom na namjenu, TCET-ov program obuke je pripremljen na engleskom i hrvatskom jeziku. Posebna pozornost je posvećena izradi studijskog programa i nastavnog plana, što je sažeto u posebnom dokumentu (*Development curricula*). Također je održana pripremna radionica za buduće nastavnike, koji su ujedno i sudionici TCET projekta. Svrha radionice je bila unaprijediti i usavršiti pripremljeni program obuke. Redovita obuka u TCET-u završava polaganjem ispita i provedbom trgovanja na virtualnom spot tržištu. Primjer rasporeda TCET radionice dan je u tablici 1.

Voditelji projekta TCET bili su: Slavko Krajcar i Kjell B. Mortensen. U realizaciji projekta sudjelovali su (abecednim redom): Ivan Andročec, Maja Aunedi, Petra Bajlo, Snježana Blagajac, Davor Bošnjak, Boris Dokmanović, Ante Ćurić, Roar Hausner, Dražen Jakšić,

taking place in this area, continuing education will be a necessity for all market players.

2 THE ESTABLISHMENT AND PROGRAMME OF THE TRAINING CENTRE FOR ENERGY TRADING

A survey of offered educational options will show that most of them are suited for more experienced or higher positioned persons (target courses) or those in need of systematic instruction (specialised/post-degree or MBA studies). However, energy markets are a reality which requires that proper knowledge be imparted to the greatest possible number of employees among suppliers and customers alike, and as soon as possible. The idea of the Training Centre for Energy Trading (TCET) is one of possible responses to this challenge. The TCET project was started on 1 November 2004 and crowned with the official opening of the Centre, on 30 June 2006.

The partners in the TCET project were the Croatian Electricity Company Co. (HEP d.d.), Faculty of Electrical Engineering and Computing of the University of Zagreb (FER) and the Norwegian company Techor Energy AS (Technor). The project was co-financed by the Norwegian Foreign Ministry (86%) and HEP d.d. (14 %). The companies SINTEF, Troms Kraft and Powel from Norway and the Croatian Energy Market Operator Ltd. (HROTE) also took part from the very outset.

During the project stage instruction material has been prepared and divided into 5 books, along with 5-day and 3-day trading curricula intended for different market participants who will act on Croatian, regional or European energy markets (eligible customers, suppliers, traders, producers, system operators, etc.). Considering the intended use, the TCET curriculum has been prepared in English and Croatian languages. Special attention has been paid to the curriculum and syllabus, summed up in a special document (*Development curricula*). A preparatory workshop was also held for future teachers, who are at once TCET project participants. The purpose of the workshop was to improve and give a finishing touch to the prepared curriculum. Regular courses at TCET are completed by taking an examination and performing a trading transaction on the virtual spot market. An example of TCET workshop timetable is given in Table 1.

TCET project leaders were: Slavko Krajcar and Kjell B. Mortensen. Project participants (in alphabetical order): Ivan Andročec, Maja Aunedi, Petra Bajlo, Snježana Blagajac, Davor Bošnjak, Boris Dokmanović, Ante Ćurić, Roar Hausner, Dražen

Hrvoje Keko, Goran Labar, Klaus Livik, Birger Morland, Erling Pettersen, Øivind Refsnes, Minea Skok, Petar Sprčić, Gerd Solem, Davor Škrlec, Dubravka Škrlec i Zlatko Zmijarević. Kao suradnici na projektu sudjelovali su: Ante Ćurković, Nenad Debrecin, Željko Tomšić, Ivar Wangesteen i Odd Berg.

Jakšić, Hrvoje Keko, Goran Labar, Klaus Livik, Birger Morland, Erling Pettersen, Øivind Refsnes, Minea Skok, Petar Sprčić, Gerd Solem, Davor Škrlec, Dubravka Škrlec and Zlatko Zmijarević. Project collaborators: Ante Ćurković, Nenad Debrecin, Željko Tomšić, Ivar Wangesteen and Odd Berg.

Tablica 1 – Raspored TCET radionice
Table 1 – TCET workshop timetable

TCET Radionica / TCET Workshop	Ponedjeljak / Monday Analiza situacije u Hrvatskoj i jugoistočnoj Europi / Analysis of the situation in Croatia and SEE	Utorak / Tuesday Osnove trgovanja električnom energijom / Essentials of trading in electricity	Srijeda / Wednesday Rad i strategija tržišnih sudionika / Operation & strategy of market participants	Četvrtak / Thursday Upravljanje rizicima i osiguranje / Risk management and insurance	Petak / Friday Modeli planiranja EES*-a / ESS* planning models
09:00 – 09:45	Zakonodavstvo / Legislation	Pregled odgovornosti operatora sustava / Overview of system operator's responsibilities Pristup mreži i tarifni sustavi / Access to network and tariff systems Prijenosna moć mreže i tokovi energije / Network capacity and load flows Upravljanje zagušenjima / Congestion management Informacije na tržištu / Market informations	Uvod i terminologija / Introduction and terminology Uvjeti ugovaranja / Bargaining conditions	Uvod / Introduction Rizik i odgovornosti u upravljanju rizikom / Risk and risk management responsibilities	Planiranje razvoja mreže: kratkoročno, srednjoročno i dugoročno / Network development planning: short-term, mid-term and long-term
09:50 – 10:35	Organizacija energetske tržišta i poduzeća / Organisation of energy markets and companies	Formiranje cijene na burzi električne energije – svrha i procesi / Price formation on the power exchange	Strateške dugoročne, srednjoročne i kratkoročne odrednice / Strategic long-term, mid-term and short-term guidelines, Prognozirane cijene / Price forecasting	Ograničenja rizika i izvješćivanje / Risk limitations and reporting	Nacionalni, regionalni i europski kontekst planiranja / National, regional and European context of planning
10:40 – 11:25	Situacija u Jugoistočnoj Europi / Situation in South East Europe	Tržište energije uravnoteženja / Balancing market	Upotreba različitih trgovačkih proizvoda / Use of various trading products Ponudbene strategije, bilateralne i na burzi / Bidding strategies, bilateral and on the power exchange	Financijski instrumenti i opcije / Financial instruments and options	Investiranje u proizvodnju / Investment in generation
11:30 – 12:15	Pregled elektroenergetske bilance / Overview of electricity balance	Trgovanje s fizičkim i financijskim bilateralnim ugovorima / Trading with physical and financial bilateral agreements	Procesi prema kupcima / Customer-oriented processes Ekonomске obveze / Economic obligations	Tržišni rizici / Market risks Osnove portfelja osiguranja od rizika / Essentials of risk insurance portfolio	Planiranje rezerve sustava / System reserve planning Sigurnost EES-a / EES security
12:20 – 13:05	Mogućnosti stvaranja konkurentnog energetskeg tržišta u regiji / Potentials for creating a competitive energy market in the region	Trgovanje financijskim proizvodima na burzi električne energije i klininški proces / Trading in financial products on the power exchange and the clearing process	Obveze informiranja i aktivnosti glede proizvoda i usluga / Information obligations and activities in respect of products & services Poslovne strukture za rad na tržištu / Business structures for operation on the market	Trgovački procesi / Trading processes	Reguliranje energetskeg tržišta / Energy market regulation
13:05 – 14:00	Ručak / Lunch	Ručak / Lunch	Ručak / Lunch	Ručak / Lunch	Ručak / Lunch
14:00 – 16:00	Laboratorij – MASI / Laboratory – MASI Uvod / Introduction	Laboratorij – MASI / Laboratory – MASI Trgovanje bez pojave zagušenja / Trading without congestion occurrences	Laboratorij – MASI / Laboratory – MASI Trgovanje s pojavom zagušenja / Trading with congestion occurrences	Laboratorij – MASI / Laboratory – MASI Trgovanje – različiti slučajevi / Trading – Diverse cases	Laboratorij – MASI / Laboratory – MASI Završni primjer trgovanja / A final example of trading Proglašenje najuspješnijeg sudionika i podjela certifikata / Proclamation of the most successful participant and award of certificates

* EES – elektroenergetski sustav / power system

3 TCET U PET KNJIGA

Pisani materijali koji služe kao podloga za učenje su:

Knjiga 1 – *Training Centre for Energy Trading – Executive Summaries* (Trening centar za trgovanje energijom – sažetak) sadrži sažetke svih pet knjiga i daje opis studijskog programa [1].

Knjiga 2 – *An Analysis of the Croatian/South East European Situation Regarding the Free Energy Market Implementation* (Analiza situacije u Hrvatskoj i jugoistočnoj Europi glede implementacije tržišta energijom) daje pregled osnovnih preduvjeta za uspostavu i rad energetskeg tržišta, govori o Energetskoj povelji, strategiji, smjernicama i zakonima, te organizaciji energetskeg tržišta i poduzeća. U knjizi je također dan pregled elektroenergetske bilance u regiji, te pregled stanja elektroenergetskog sektora u zemljama jugoistočne Europe i njihovom neposrednom susjedstvu (obuhvaćene su Italija, Austrija, Mađarska, Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora, Rumunjska, Bugarska, Makedonija). Situacija u Norveškoj/Skandinaviji korištena je kao primjer najliberaliziranijeg elektroenergetskog sektora države/regije u Europi i svijetu. Zaključno je opisan potrošačev izbor opskrbljivača i opskrbljivačev izbor proizvođača kao i mogućnosti konkurencije i trgovanja u regiji i Europi [2].

Knjiga 3 – *Elements for Electricity Trading* (Osnove za trgovanje električnim energijom) početna je točka za učenje osnova trgovanja električnom energijom. Pokriva pregled odgovornosti u tržišnim interakcijama, uloge tržišnih sudionika, itd. U knjizi su dani primjeri i iskustva iz skandinavskog energetskeg tržišta, kao i specifičnosti Hrvatske i regije. Knjiga uključuje pregled odgovornosti operatora sustava, načelo pristupa mreži i tarifne sustave, analizu prijenosnih moći mreže i tokova snaga, informacije na tržištu, opisuje sudionike i njihove interese, formiranje cijene na burzi električne energije, tržište uravnoteženja, upravljanje zagušenjima, prekogranično trgovanje, tranzite u mreži, trgovanje na fizičkom tržištu i bilateralnim ugovorima, trgovanje na financijskom tržištu, na burzi električne energije te klirinški proces [3].

Knjiga 4 – *Operation and Strategies for Different Participant Types* (Rad i strategija različitih tržišnih sudionika) pruža opće znanje o tržišnim procesima, koje je prilagodljivo budućoj strukturi tržišta električne energije u Hrvatskoj kao i u drugim zemljama/regijama. Sadržaj ove knjige obuhvaća terminologiju (vrste trgovačkih aranžmana), uvjete ugovaranja, strateške dugoročne, srednjoročne i

3 TCET IN FIVE BOOKS

The printed materials to serve as teaching aid are:

Book 1 – *Training Centre for Energy Trading – Executive Summaries* contains summaries of all five books and a description of the curriculum [1].

Book 2 – *An Analysis of the Croatian/South East European Situation Regarding the Free Energy Market Implementation* gives an overview of basic preconditions for the establishment and operation of an energy market, discusses the Energy Charter, strategies, guidelines and laws, as well as the organisation of energy markets and companies. The book also gives a review of energy balance in the region and the current state of the energy sector in SEE countries and their immediate neighbourhood (Italy, Austria, Hungary, Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Serbia, Montenegro, Rumania, Bulgaria, Macedonia). The situation in Norway/Scandinavia is used as an example of the most liberalised energy sector of a country/region in Europe and in the world at large. The concluding part describes the consumer's choice of the supplier and the supplier's choice of the producer, as well as competition and trading potentials in the region and Europe [2].

Book 3 – *Elements for Electricity Trading* is a starting point for learning about the basics of trading in electricity. It includes a survey of responsibilities in market interactions, the roles of market participants, etc. The book contains examples and experiences from the Scandinavian energy market, and the specificities of Croatia and the region. The book further contains a survey of responsibilities of system operators, the principle of access to network and the tariff systems, an analysis of network capacity and load flows, market informations. It describes participants and their interests, price formation on the power exchange, the balancing market, congestion management, cross-border trading, transits through grids, trading on physical markets and bilateral agreements, trading on financial markets, on the power exchange, and the clearing process [3].

Book 4 – *Operation and Strategies for Different Participant Types* provides general knowledge about market processes, adaptable to a future electricity market structure in Croatia and other countries/regions. The book includes terminology (types of trading arrangements), bargaining conditions, strategic long-term, mid-term and short-term guidelines and planning, price forecasting, use of various trading products, bidding strategies (bilateral and on the power exchange), customer-oriented processes and economic obligations,

kratkoročne odrednice i planiranje, prognoziranje cijene, uporabu različitih trgovačkih proizvoda, ponudbene strategije (bilateralne i na burzi električne energije), procese prema kupcima i ekonomske obveze, obveze informiranja i aktivnosti glede proizvoda i usluga, te poslovne strukture za rad na tržištu [4].

Knjiga 5 – *Risk Management and Hedging* (Upravljanje rizicima i ograđivanje) govore o financijskim instrumentima i izvedenicama te rizicima vezanim uz njihovo korištenje. Također se identificiraju različite vrste rizika, odgovornosti u upravljanju rizicima, ograničenje rizika, strategije osiguranja od rizika i njihov razvoj, implementacija i praćenje, alatima i tehnikama za upravljanje rizikom, te analiziranju izvedbe ograđivanja od rizika (portfelj osiguranja od rizika). U knjizi su dani primjeri trgovanja i ograđivanja od rizika u realnom vremenu za sve proizvode na tržištu [5].

Knjiga 6 – *Models for Power System Planning* (Modeli planiranja elektroenergetskog sustava) – opisuju sadašnju hrvatsku i norvešku situaciju glede korištenih modela planiranja elektroenergetskog sustava. To uključuje kratkoročno, srednjoročno i dugoročno planiranje razvoja mreže; nacionalni, regionalni i europski kontekst planiranja, investiranje u proizvodnju, planiranje rezerve, sigurnost elektroenergetskog sustava, te reguliranje energetske tržišta. U knjizi je skandinavski pristup uspoređen s onim koji se trenutačno koristi u Hrvatskoj te je analizirano kako se takav pristup može usvojiti u uvjetima i okvirima koje nalazimo u Hrvatskoj i regiji [6].

4 MASI – SIMULATOR BURZE ELEKTRIČNE ENERGIJE

4.1 Simulator tržišta

Obuka u središtu sastoji se od dva dijela – predavanja i praktičnog rada na simulatoru tržišta električne energije. Praktični rad se provodi u računalnom laboratoriju TCET – Zavoda za visoki napon i energetiku Fakulteta elektrotehnike i računarstva, uz potporu odgovarajuće programske potpore. Rad na simulatoru tržišta organiziran je kao igra u kojoj polaznici obuke u Središtu igraju uloge tržišnih sudionika, a nastavnik igra ulogu operatora tržišta. Polaznici se kroz različite scenarije pripremaju za nastup na tržištu električne energije.

Za potrebe TCET-a razvijen je jedinstveni programski alat – **MASI (Market Simulator)**. MASI je simulator tržišta za učenje osnova trgovanja na spot tržištu. Simulator također podržava bilateralno trgovanje (sva bilateralna trgovina

information obligations and activities in respect of products and services, and business structures for operation on the market [4].

Book 5 – *Risk Management and Hedging* discusses financial instruments and derivatives as well as risks associated with their use. The book also analyses various types of risk, risk management responsibilities, risk limitation, risk insurance strategies and their development, implementation and monitoring, risk management tools and techniques, risk insurance portfolio. The book contains examples of real-time trading and risk limitation for all products on the market [5].

Book 6 – *Models for Power System Planning* describes the present Croatian and Norwegian situation concerning the models of power system planning. This includes short-term, mid-term and long-term network development planning, national, regional and European planning context, investment in generation, reserve planning, security of electricity supply, energy market regulation. The book makes a comparison between the Scandinavian approach and the one currently practiced in Croatia and discusses how this approach may be applied to the conditions and frameworks in Croatia and the region [6].

4 MASI – ELECTRICITY MARKET SIMULATOR

4.1 Market simulator

Instruction at the Centre consists of two parts – lectures and practical work on the electricity market simulator. Practical work is done in the TCET Laboratory – of the High Voltage and Energy Institute of the Faculty of Electrical Engineering and Computing, with required program support. The work of the market simulator is organised as a game in which the trainees play the roles of market participants and the teacher plays the role of the Market Operator. Through various scenarios the trainees learn how to act on electricity markets.

For the needs of TCET a unique program tools has been developed – **MASI (Market Simulator)**. MASI is a market simulator designed for learning the basics of trading on a spot market. It also supports bilateral trading (complete bilateral trade between areas is included in market price calculation). MASI has been developed for TCET by Powel company on the basis of their program solutions used by Nord Pool participants. Two basic MASI components are bidding tool (*Bid* application, a Powel product) and electricity market price calculation tool (*SpotEx*

između područja uključuje se u izračun cijena na tržištu). MASI je za TCET razvilo poduzeće Powel na temelju svojih dosadašnjih programskih rješenja koja koriste sudionici Nord Pool-a. Dvije temeljne komponente MASI-a su alat za davanje ponuda (aplikacija *Bid*, proizvod tvrtke Powel) i alat za izračun cijena na burzi električne energije (aplikacija *SpotEx* razvijena u institutu SINTEF Energy Research) [7].

Aplikacija *Bid* se koristi za davanje ponuda na spot tržištu (opcionarno na tržištu pomoćnih usluga) i interakciju s ostalim programima. Komunikacija s računalnim sustavom operatora tržišta ostvaruje se putem standardiziranih poruka. Aplikacija *Bid* također omogućava obračun između operatora tržišta i tržišnih sudionika.

Aplikacija *SpotEx* izračunava tržišnu cijenu uzimajući u obzir tokove snaga u sustavu. Model se temelji na načelu podjele tržišta u cjenovna područja ili cjenovne zone (*market splitting*), koje se koriste u Nord Pool-u za trgovanje dan unaprijed na nordijskom tržištu, a prilagođen je značajkama zamkaste prijenosne mreže u središnjoj Europi. Cilj modela je pronaći rješenje, tj. izračunati cijene i razmjene između područja koje minimiziraju ukupne troškove rada sustava uz poštivanje ograničenja u mogućnosti prijenosa električne energije.

SpotEX izračunava tržišne cijene i istodobno upravlja zagušenjima u prijenosnom sustavu. Cilj je upravljanja zagušenjima minimiziranje ukupnih dodatnih troškova u radu sustava uzrokovanih ograničenjima u prijenosnoj mreži. Ovdje se kao kriterij koristi minimizacija tzv. socio-ekonomskog troška zagušenja. To je trošak koji nastaje kada se ne može postići jedinstvena tržišna cijena na razini sustava (*system price*) jer u prijenosnom sustavu nema dovoljno kapaciteta za razmjenu električne energije između područja. Tada se cijene u područjima (*area prices*) izračunavaju tako da se postigne najmanji trošak zagušenja s društvenog aspekta (*cost to society*). Na taj se način razlike između cijena po područjima smanjuju, poboljšava se uporaba prijenosnog sustava, a za tržišne sudionike smanjuje rizik povezan s cijenama u područjima.

MASI je nekomercijalni alat nastao na temelju Nord Pool-ovih tržišnih pravila, ali su obavljene potrebne prilagodbe vodeći računa o značajkama europske kontinentalne prijenosne mreže (znatno više zamkasta od skandinavske). Prva iskustva rada u MASI-u ukazuju da bi se daljnjim razvojem modela on mogao koristiti za simuliranje tržišnih uvjeta u kontinentalnoj Europi.

Za potrebe učenja i jednostavnijih analiza, unutar MASI-a je stvoren virtualni elektroenergetski sustav

application, developed at SINTEF Energy Research Institute) [7].

The *Bid* application is used for bidding on a spot market (optional use on an auxiliary services market) and interaction with other programs. Communication with the Market Operator's computer system is established via standardised messages. The *Bid* application also allows settlement between the Market Operator and the market participants.

The *SpotEx* application calculates the market price by taking load flows into account. The model is based on the principle of market splitting into price areas or price zones, which are used at Nord Pool for trading a day ahead on the Nordic market, and is adapted to the characteristics of the meshed transmission networks as used in Central Europe. The aim of the model is to find a solution, i.e., to calculate prices and exchanges between areas which minimise total operation costs of the system with observance of limitations in electricity transmission possibilities.

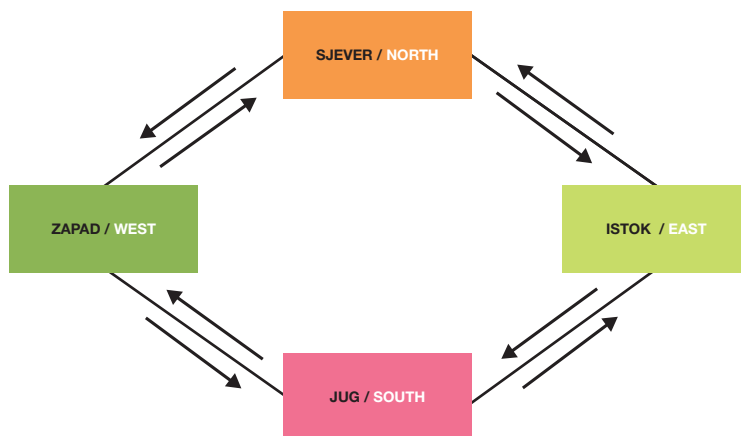
The *SpotEX* calculates market prices and at the same time manages congestions in the transmission system. The purpose of congestion management is to minimise total additional costs in the operation of the system caused by limitations in the transmission network. Used as a criterion here is the minimisation of the so-called socio-economic costs of congestion. This cost comes up when no uniform market price at system level (*system price*) can be achieved, because the system lacks capacity sufficient for energy exchange between areas. Then the area prices are so determined that minimum cost is caused to society. In this way the differences between area prices are brought down, the use of the transmission system is improved and for market participants the risk associated with area prices is reduced.

MASI's non-commercial tool stems from Nord Pool market rules, but required adjustments have been made, with account being taken of the characteristics of the European continental transmission network (meshed much more than the Scandinavian network). The first operational experiences with MASI suggest that after some more model development it may be used for the simulation of market conditions prevailing in continental Europe.

For the needs of teaching and easier analyses, a virtual electricity system has been created within MASI, divided into four areas: North – West – South – East. The areas are interconnected into a loop so that each area is connected with exactly two adjacent areas (Figure 1). The Market Operator

podijeljen u četiri područja: Sjever – Zapad – Jug – Istok. Područja su povezana u petlju tako da je svako područje povezano s točno dva susjedna (slika 1). Operator tržišta u MASI-u vodi spot burzu te prikuplja i šalje sve potrebne informacije. Operator tržišta također obavlja neizravnu dodjelu (*implicit allocation*) prekogranične prijenosne moći, pri čemu prihvaća ili odbija prekograničnu trgovinu, informira o raspoloživoj prekograničnoj moći te ujedno igra ulogu operatora prijenosnog sustava pružanjem informacija o zagušenjima u mreži.

in MASI runs the spot market and gathers and sends out all required informations. The Market Operator also performs implicit allocation of cross-border capacity, accepting or rejecting cross-border trade, informing about the available cross-border transmission possibilities and, at the same time, playing the role of a transmission system operator by providing information on network congestions.



Slika 1
Virtualni elektroenergetski sustav u MASI-u
Figure 1
Virtual electricity system in MASI

MASI trenutačno može koristiti najviše 16 polaznika raspoređenih u 8 grupa. Operator tržišta (nastavnik) prikuplja ponude tržišnih sudionika (polaznika), nadzire tržište, te izračunava tržišnu cijenu. Prvo se izračunava cijena na razini sustava (*system price*) uz pretpostavku da nema ograničenja u prijenosu električne energije između područja. Zatim se, izvođenjem proračuna optimalnih tokova snaga, izračunava tržišna cijena i razmjena uvažavajući postojeća ograničenja. Ako nema zagušenja između pojedinih područja, u svim područjima vrijedi ista cijena izračunata na razini sustava. U protivnom, dolazi do podjele sustava u područja s različitim cijenama po područjima (*area prices*).

At present MASI can be used by a maximum of 16 trainees assigned to 8 groups. The Market Operator (teacher) collects the bids of market participants (trainees), supervises the market and calculates the market price. First calculated is the system price, provided that there are no limitations in electricity transmission between areas. Then, by estimating optimum load flows, the market price and exchange is calculated with account being taken of the existing limitations. If there are no congestions between particular areas, the same calculated system price will apply to all areas. Otherwise the system will be divided into area prices.

Operator tržišta zapravo vodi simulaciju trgovanja na spot tržištu prema uspostavljenim pravilima igre. Minimalna vremenska razlučivost u ponudi je 1 sat, tj. tržišni sudionici daju ponude po satima (*hour bids*). Treba napomenuti kako zasad nisu dopuštene mješovite ponude. Drugim riječima, jedna ponuda mora biti ili kupovna ponuda (*buy bid*) ili prodajna ponuda (*sell bid*). Kupovne ponude moraju biti neovisne o cijeni (neelastične), a prodajne ponude moraju biti strogo padajuće (prodajne količine se unose s negativnim predznakom).

What the Market Operator is actually doing is a simulation of trading on a spot market according to established rules of the game. Minimum bid resolution time is 1 hour, i.e., market participants are making hour bids. It should be noted that at present no mixed bids are allowed. In other words, a bid must be either a buy bid or a sell bid. The buy bids must be independent of price (inelastic), whereas the sell bids must be strictly falling (sale quantities are entered with a negative sign).

Nakon izvršenog proračuna u svakom satu, Operator tržišta obavještava svakog tržišnog sudionika koliko je kupnju ili prodaju električne energije ugovorio posredstvom burze i po kojoj cijeni, sve iskazano po satima i područjima. Nakon prihvaćanja ugovorenih obveza, tržišni sudionik može analizirati svoje ponude, po satima i po područjima, kao i ukupno kupljenu i prodanu količinu energije, prihod, troškove i profit. Ovisno o tipu ponude, rezultati se posebno iskazuju za proizvođače, a posebno za opskrbljivače.

Proizvođači proizvedenu električnu energiju prodaju prema tržišnoj cijeni postignutoj na spot tržištu, dok ju opskrbljivači po toj cijeni kupuju. Električnu energiju kupljenu na burzi opskrbljivači prodaju dalje krajnjim potrošačima po cijenama ugovorenim između opskrbljivača i potrošača. Kako bi se izračunali troškovi proizvodnje, proizvođači moraju prilikom davanja ponude obvezno voditi računa kojim tipovima elektrana raspolažu i njihovim marginalnim troškovima proizvodnje te s kojim će elektranama proizvoditi energiju. Proizvodnja, kupnja, cijene, kao i analiza ostvarenih prihoda, troškova i profita pohranjuju se u posebnom izvješću. Strategije pojedinih trgovaca mogu se međusobno uspoređivati. Kako je potražnja za energijom (idealno) neelastična, najuspješniji tržišni sudionik je onaj koji je prodao više električne energije u satima kada je ona bila skuplja, a manje u satima kada je ona bila jeftinija.

4.2 Koraci u postupku trgovanja pomoću simulatora MASI

Postupak trgovanja pomoću simulatora MASI odvija se po fazama (slika 2).

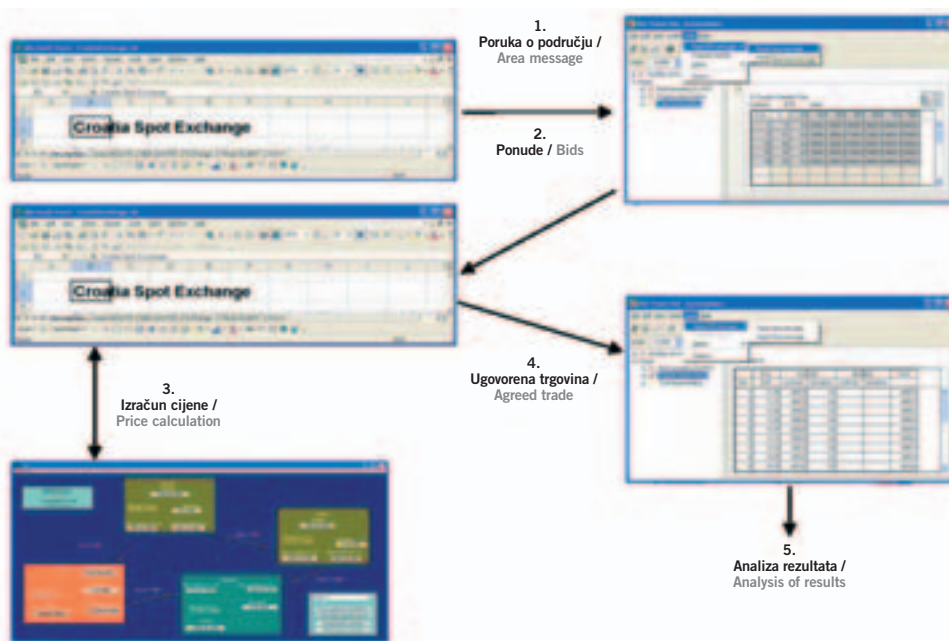
Upon completed estimate in every hour, the Market Operator notifies every market participant how much buying or selling of electricity he has agreed via market and at what price, all stated by hours and areas. After accepting the contractual obligations, market participants can analyse their bids by hours and areas, as well as the total amount of bought and sold energy, proceeds, costs and profit. Depending on the type of bid, results are separately stated for producers and suppliers.

Producers are selling the produced electricity at the market price achieved on the spot market, whereas suppliers are buying it at that price. Electricity bought on the power exchange are resold by suppliers to end users at prices agreed between suppliers and end users. In order to work out production costs, in making their bids producers must take into account the types of power plants available to them and their marginal production costs, and with which power plants they will generate power. Production, purchase, prices and the analysis of earned income, costs and profits are saved in a separate report. The strategies of individual traders can be mutually compared. Since electricity demand (in an ideal case) is inelastic, the most successful market participant is the one who has sold more electricity in hours when its price was higher and less in hours when its price was lower.

4.2 Trading steps by means of Market Simulator (MASI)

Trading by means of Market Simulator (MASI) evolves by stages (Figure 2).

Slika 2
Proces trgovanja u
MASI-u
Figure 2
Trading process in
MASI



Koraci u postupku trgovanja pomoću simulatora MASI su:

1. korak – Operator tržišta šalje tržišnim sudionicima za sljedeći tjedan trgovanja poruku koja sadrži informacije o ponudbenim područjima (u kojim se područjima očekuju ponude tržišnog sudionika), najmanjoj i najvećoj cijeni, stanju EES-a i dr. (poruka *REQUOTE* ili *area message*).
2. korak – Tržišni sudionik pokreće aplikaciju *Bid*, prijavljuje se (odabire svoje ime u listi sudionika i datum za koji će obaviti trgovanje) te učitava poruku o područjima.
3. korak – Tržišni sudionik unosi svoju ponudu (slika 3), pohranjuje ju i šalje Operatoru tržišta (poruka *QUOTES*). Sve prekogranične trgovine između područja ugovorene bilateralno između tržišnih sudionika moraju se prijaviti operatoru tržišta. U području iz kojeg se energija prodaje takva se trgovina dodaje kao o cijeni neovisna prodajna ponuda, dok se u području u kojem se energija kupuje takva trgovina dodaje kao o cijeni neovisna kupovna ponuda.
4. korak – Operator tržišta prima ponude (učitava poruku *QUOTES*) i šalje informaciju tržišnom sudioniku o zaprimljenoj ponudi (poruka *APERAK*).
5. korak – Tržišni sudionik učitava svoju *APERAK* poruku. Ako je u njegovoj ponudi bilo pogrešaka, tržišni sudionik ponovno izrađuje ponudu i šalje ju operatoru tržišta (ponavljanje 3. koraka).
6. korak – Operator tržišta prima sve nove ponude (ako su ih tržišni sudionici poslali).
7. korak – Operator tržišta zbraja ponude, najprije po svim područjima pojedinačno, a zatim za čitav sustav te izračunava cijene u svakom satu. U *SpotEx* sučelju (slika 4) Operator tržišta dobiva informaciju o cijeni na razini sustava (*system price*) i cijenama u pojedinim područjima ako je zbog zagušenja došlo do razdvajanja u cjenovna područja.
8. korak – Operator tržišta šalje tržišnim sudionicima informacije o obvezama ugovorenim posredstvom burze i cijenama (poruka *SLSRPT price message*).

Trading steps by means of Market Simulator (MASI) are:

- Step 1 – The Market Operator sends to market participants a message for the next trading week which contains information on bid areas (where bids from market participants are expected), the lowest and the highest price, the state of EES, etc. (*REQUOTE message* or *area message*).
- Step 2 – A market participant starts the *Bid* application, logs on (selects his name on the list of participants and the date for which he will do the trading) and downloads the area message.
- Step 3 – The market participant enters his bid (Figure 3), saves it and sends it to the Market Operator (*QUOTES message*). Any cross-border trade between areas bilaterally agreed between market participants must be reported to the Market Operator. In the area from which energy is sold such trade is added as a price-independent sell bid, whereas in the area in which energy is bought such trade is added as a price-independent buy bid.
- Step 4 – The Market Operator receives the bids (downloads *QUOTES message*) and sends information to the market participant on a received bid (*APERAK message*).
- Step 5 – The market participant downloads his *APERAK message*. If his bid contained errors, the market participant will prepare the bid again and send it to the Market Operator (Step 3 repeated).
- Step 6 – The Market Operator receives all new bids (if sent by market participants).
- Step 7 – The Market Operator adds the bids, first by all areas individually, then for the whole system, and calculates the prices in every hour. In the *SpotEx* interface (Figure 4) the Market Operator gets information on the system price, and on area prices if, due to congestions, it came to splitting into price zones.
- Step 8 – The Market Operator sends to market participants information on obligations agreed on the power exchange and on prices (*SLSRPT message* or *price message*).

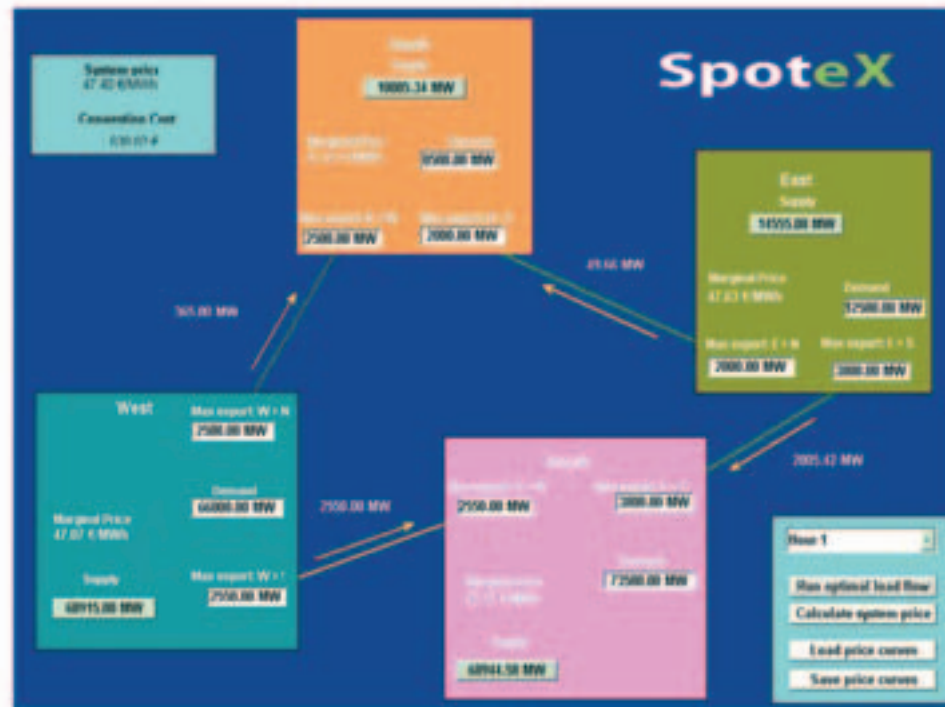
9. korak – Tržišni sudionik učitava svoju poruku s cijenama (*price message*), pregledava i prihvaća ugovorene obveze. Prihvaćanjem ugovorenih obveza vrijednosti iz ugovora postaju raspoložive za daljnje analize i postupke (npr. planiranje rasporeda proizvodnje po proizvodnim objektima i jedinicama).

Step 9 – The market participant downloads his price message, reviews and accepts the agreed obligations. Once the agreed obligations have been accepted, the contract values become available for further analyses and procedures (e.g., planning of production timetable by production facilities and units).

Slika 3
Primjer prodajne ponude
Figure 3
Example of sell bid

From	To	0,0	10,0	20,0	30,0	50,0	70,0	100,0
1	6	0,0	-4500,0	-6000,0	14000,0	14600,0	14600,0	14600,0
7	11	0,0	-3000,0	-4500,0	11000,0	13000,0	14000,0	15000,0
12	14	0,0	-4500,0	-6000,0	14000,0	14600,0	14600,0	14600,0
15	18	0,0	-3000,0	-4500,0	11000,0	13000,0	14000,0	15000,0
19	24	0,0	-4500,0	-6000,0	14000,0	14600,0	14600,0	14600,0

Slika 4
Sučelje u SpotEx-u
Figure 4
SpotEx interface

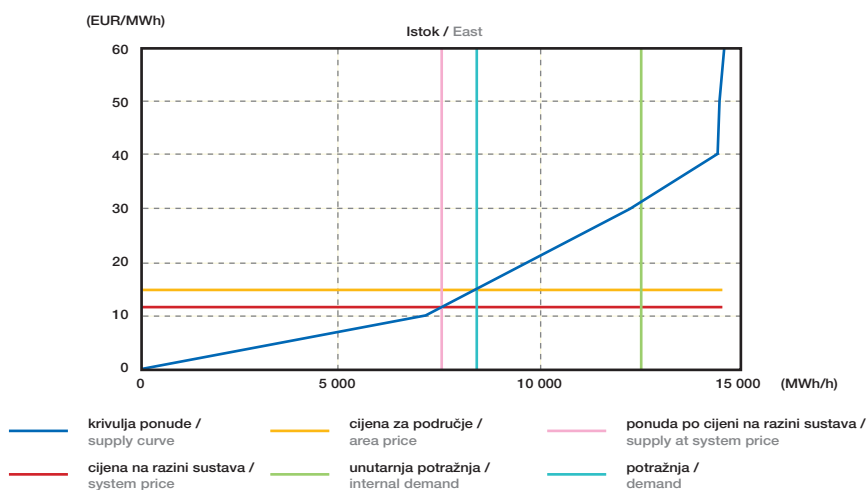


Nakon završenog trgovanja sudionici analiziraju rezultate svoje trgovine i nastupa na spot tržištu pomoću posebno pripremljenog izvješća.

Rezultati izračuna grafički se prikazuju u sučelju aplikacije *SpotEx* (slika 4). Treba napomenuti da nastavnik ovdje može mijenjati prijenosnu moć između područja i tako simulirati primjere s različitim iznosima prijenosnih moći. Također je moguće predočiti krivulje ponude, potražnje i cijena (slika 5) te uz pomoć grafičkog prikaza analizirati što se na tržištu dogodilo.

After completed trading, the participants analyse the results of their trading and action on the spot market by means of a separately prepared report.

Calculation results are graphically represented in the *SpotEx* application interface (Figure 4). It should be noted that here the teacher may change transmission capacity between areas and thus simulate examples with different transmission capacity values. It is also possible to create bid, demand and price curves (Figure 5) and by means of such graphic representation analyse what has actually happened on the market.



Slika 5
Krivulje ponude, potražnje i cijena za jedno područje
Figure 5
Bid, demand and area price curves

4.3 MASI – primjer trgovanja

Cilj je praktičnog dijela obuke da se polaznici radionice kroz igru samostalno uče osnovama trgovanja na spot tržištu. Nastavnik zadaje primjere s određenim pretpostavkama, postavlja pravila igre i nadgleda kako se cijeli postupak odvija, ali bez uplitanja u ponudbene strategije sudionika. Kroz nekoliko različitih primjera nastoji se polaznike postaviti u različite situacije, kao što su pojava zagušenja, neraspoloživost određenog tipa proizvodnih objekata (npr. hidroelektrana), kombinacija bilateralne i spot trgovine, raznovrsni portfelj proizvodnih jedinica i sl. Složenost i zahtjevnost primjera postupno se povećava od početka prema kraju radionice. Posljednjeg dana sudionici se natječu rješavajući završni zadatak, nakon čega se proglašava najuspješniji sudionik.

U nastavku je prikazan jedan jednostavan primjer trgovanja. Tržišni sudionici raspodijeljeni su tako da su u nekim područjima proizvođači, a u drugima opskrbljivači (tablica 2). Proizvođači su ponuđači, a opskrbljivači su kupci energije na burzi.

4.3 MASI – trading example

The purpose of the practical part of instruction is that by playing games the trainees learn the basic rules of trading on a spot market. The teacher gives examples with certain assumptions, defines the rules of the game and oversees the whole procedure, but without interfering in the trainees' bid strategies. Through several different examples the trainees are placed in different situations, such as congestion, lack of a certain type of power generation facilities (e.g., hydroelectric power plants), a combination of bilateral and spot trading, a diverse portfolio of production units, etc. Examples are becoming increasingly complex and demanding from the beginning to the end of the workshop. On the last day the trainees compete in solving the final task, after which the most successful participant is proclaimed.

Described next is a simple example of trading. Market participants are so grouped that in some areas are producers and suppliers in others (Table 2). Producers are bidders, suppliers are energy buyers on the power exchange.

Tržišni sudionik / Market participant	Područje / Area			
	Jug / South	Istok / East	Sjever / North	Zapad / West
Sudionik A / Participant A	P	P	O	O
Sudionik B / Participant B	P	P	O	O
Sudionik C / Participant C	P	O	P	O
Sudionik D / Participant D	P	O	P	O
Sudionik E / Participant E	O	P	O	P
Sudionik F / Participant F	O	P	O	P
Sudionik G / Participant G	O	O	P	P
Sudionik H / Participant H	O	O	P	P

P – proizvođač / producer, O – opskrbljivač / supplier

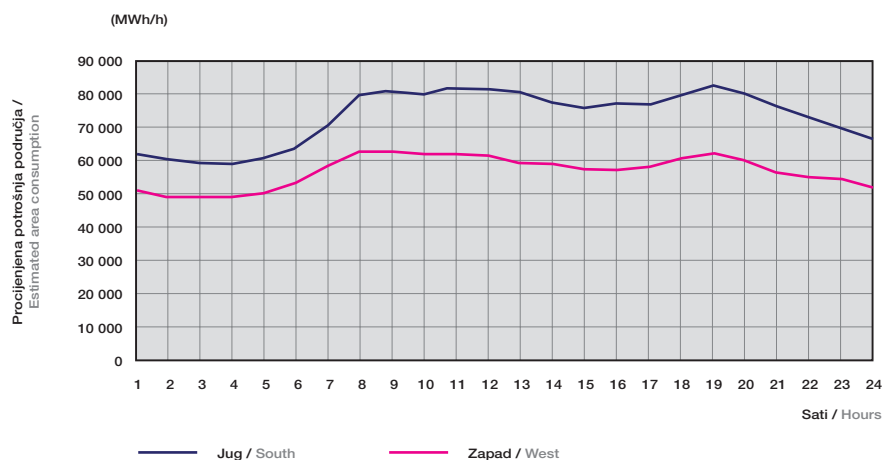
Procijenjena ukupna potrošnja električne energije po područjima unaprijed je zadana i poznata svim sudionicima (slika 6). Svaki sudionik osim toga zna koliki je njegov udio u opskrbi potrošnje, ali pri tome ne zna koliki je pojedinačni udio ostalih sudionika.

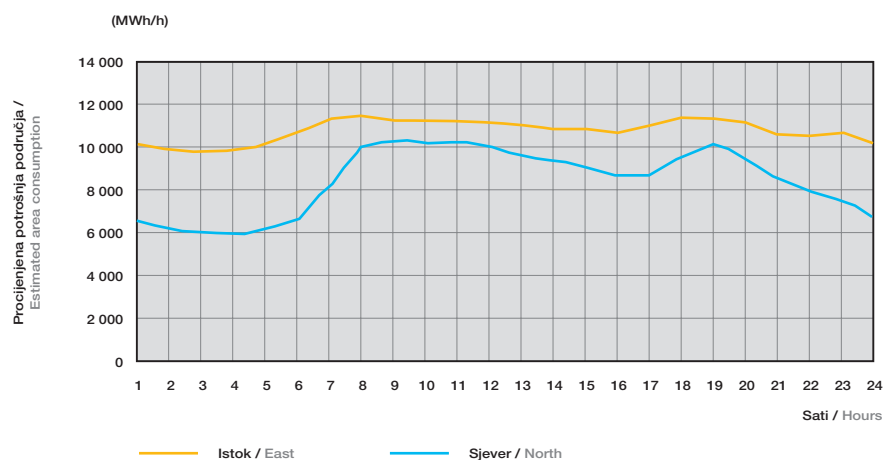
U ovom su primjeru svi sudionici stavljeni u približno iste uvjete čime se htjelo simulirati približno idealnu tržišnu igru. Stoga su i procijenjena potrošnja i instalirani proizvodni kapaciteti raspodijeljeni na sve sudionike podjednako (tablica 3). Sudionici međusobno znaju s koliko ukupno instalirane snage svaki od njih raspolaže, jer su takve informacije i u stvarnosti redovito dostupne.

The estimated total electricity consumption by areas is given beforehand and known to all participants (Figure 6). In addition, each participant knows how much his share is, but does not know the share of other participants individually.

In this example all participants are placed in approximately the same conditions, which is intended to simulate a near-ideal market game. That is why both the estimated consumption and the installed production capacities are evenly divided among all participants (Table 3). Participants mutually know how much total installed power is available to each of them, because such information is accessible in reality as well.

Slika 6
Potrošnja
električne energije
po područjima
Figure 6
Electricity
consumption by
areas





Tablica 3 – Instalirani proizvodni kapacitet (MW) i udio u opskrbi (%) pojedinog tržišnog sudionika po područjima
 Table 3 – Installed production capacity (MW) and share in supply (%) of a single market participant by areas

Tržišni sudionik / Market participant	Područje / Area			
	Jug / South	Istok / East	Sjever / North	Zapad / West
Sudionik A / Participant A	18 000 MW	15 000 MW	25%	25%
Sudionik B / Participant B	17 000 MW	15 000 MW	25%	25%
Sudionik C / Participant C	19 000 MW	25%	16 000 MW	25%
Sudionik D / Participant D	14 000 MW	25%	18 000 MW	25%
Sudionik E / Participant E	25%	19 000 MW	25%	16 000 MW
Sudionik F / Participant F	25%	14 000 MW	25%	18 000 MW
Sudionik G / Participant G	25%	25%	15 000 MW	18 000 MW
Sudionik H / Participant H	25%	25%	16 000 MW	16 000 MW

Radi jednostavnosti u ovom se primjeru nije razlikovao tip elektrana kojima se raspolaže te je pretpostavljena prosječna vrijednost marginalnog troška proizvodnje 30 EUR/MWh. U ostalim se naprednijim primjerima vrijednost marginalnog troška proizvodnje razlikuje ovisno o tipu elektrane. Na primjer najprije se za hidroelektrane pretpostavi marginalni trošak proizvodnje 20 EUR/MWh a za termoelektrane marginalni trošak proizvodnje 35 EUR/MWh. Potom se u sljedećem primjeru za termoelektrane marginalni troškovi razlikuju ovisno po tipu goriva, npr.: nuklearna elektrana – marginalni trošak proizvodnje 30 EUR/MWh, termoelektrana na ugljen – marginalni trošak proizvodnje 40 EUR/MWh, termoelektrana na plin – marginalni trošak proizvodnje 50 EUR/MWh i termoelektrana na mazut – marginalni trošak proizvodnje 60 EUR/MWh. Pritom je korišteno još jedno pojednostavljenje – marginalni trošak proizvodnje određenog tipa elektrane je isti u svim satima.

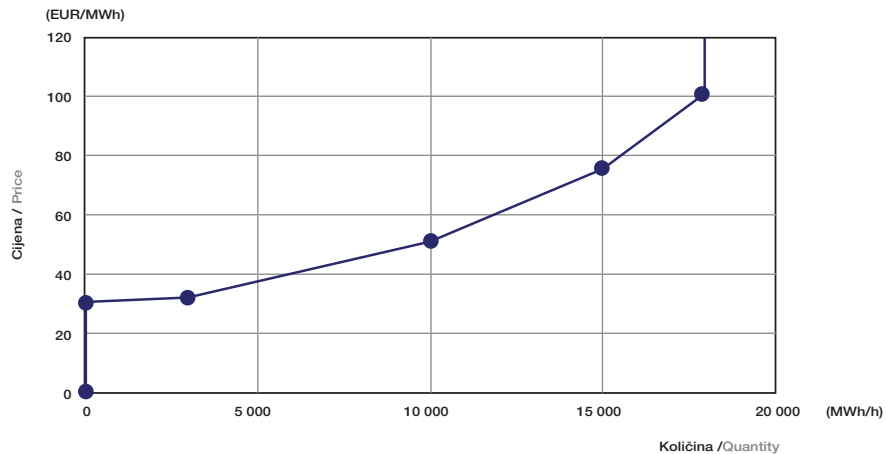
For the sake of simplicity, in this example no distinction is made between the type of available power plants, and the average marginal production cost is assumed to be 30 EUR/MWh. In other more advanced examples the amount of the average marginal production cost varies in dependence on the type of power plant. For example, for a hydroelectric power plant it is first assumed that the marginal production cost amounts to 20 EUR/MWh, for a thermoelectric power plant 35 EUR/MWh. Then in the next example for thermoelectric power plants the marginal costs differ in dependence on the type of fuel, e.g., nuclear power plant – marginal production cost 30 EUR/MWh, coal-fired thermoelectric power plant – marginal production cost 40 EUR/MWh, gas-fired thermoelectric power plant – marginal production cost 50 EUR/MWh, and oil-fired thermoelectric power plant – marginal production cost 60 EUR/MWh. Another simplification here is that the marginal production cost of a certain type of power plant is the same in all hours.

Vodeći računa o zadanim parametrima, tržišni sudionici definiraju strategiju nastupa na tržištu i daju svoje ponude. Pritom svaki tržišni sudionik nastoji procijeniti što će ostali takmaci poduzeti, jer je tržišna cijena na kraju rezultat interakcije svih tržišnih sudionika. Primjer jedne ponude prikazan je slikom 7.

Taking into account the given parameters, the market participants are defining their market strategy and make their bids. Each market participant is trying to guess what other competitors will do, because in the end the market price is a result of interaction among all market participants. The example of a bid is shown in Figure 7.

Slika 7

Primjer ponude sudionika A za područje Jug u prvom satu
Figure 7
Example of a sell bid by Participant A for area South in the first hour



Nakon završenog trgovanja i prihvaćanja ugovornih obveza priprema se izvješće o trgovanju s izračunom ostvarenog profita. Da bi se izračunali troškovi proizvodnje, proizvođači u izvješće unose plan proizvodnje po elektranama. Pritom se, radi jednostavnosti, pretpostavlja da se proizvodni kapaciteti koriste po rastućem nizu marginalnih troškova proizvodnje (prvo se koriste oni s najmanjim marginalnim troškovima proizvodnje, a kada se oni iskoriste dalje se koriste kapaciteti s većim marginalnim troškovima proizvodnje i tako redom do najskupljih). Tablice 4, 5, 6, 7 i 8 prikazuju pojedine dijelove izvješća o trgovanju.

After completion of trading and acceptance of contractual obligations, a trading report is prepared with a calculation of profits earned. In order to calculate the production costs, producers incorporate into the report a production plan by power plants. For the sake of simplicity it is assumed that production capacities are used in a rising order of marginal production costs (first used are those with the lowest marginal production costs, and then, when these are used up, capacities with higher marginal production costs are used next, and so forth in this order up to the most expensive ones). The parts of the trading report are shown in Tables 4, 5, 6, 7 and 8.

Tablica 4 – Kupnja i prodaja električne energije ugovorena na burzi za sudionika A
 Table 4 – Purchase and sale of electricity agreed on the power exchange for Participant A

Sat / Hour	Ukupna kupnja / Total buy (MWh)	Ukupna prodaja / Total sell (MWh)	Kupnja po područjima / Buy by areas (MWh)		Prodaja po područjima / Sell by areas (MWh)	
			Sjever / North	Žapad / West	Jug / South	Istok / East
1	5 363,60	10 000,00	1 798,10	3 565,50	5 000,00	5 000,00
2	5 166,90	10 000,00	1 688,20	3 478,70	5 000,00	5 000,00
3	5 069,30	10 000,00	1 629,40	3 439,90	5 000,00	5 000,00
4	5 066,40	10 000,00	1 619,60	3 446,80	5 000,00	5 000,00
5	5 186,70	10 000,00	1 658,80	3 527,90	5 000,00	5 000,00
6	5 587,80	10 000,00	1 847,80	3 740,00	5 000,00	5 000,00
7	6 458,50	10 000,00	2 360,20	4 098,30	5 000,00	5 000,00
8	7 415,50	27 752,50	3 004,20	4 411,30	22 752,50	5 000,00
9	7 505,10	27 617,50	3 116,90	4 388,20	22 617,50	5 000,00
10	7 447,20	27 327,50	3 086,10	4 361,10	22 327,50	5 000,00
11	7 442,30	27 825,00	3 088,90	4 353,40	22 825,00	5 000,00
12	7 324,50	27 940,00	3 016,10	4 308,40	22 940,00	5 000,00
13	7 095,80	27 412,50	2 876,80	4 219,00	22 412,50	5 000,00
14	6 932,60	26 360,00	2 788,60	4 144,00	21 360,00	5 000,00
15	6 768,00	25 885,00	2 674,50	4 093,50	20 885,00	5 000,00
16	6 615,60	26 115,00	2 571,60	4 044,00	21 115,00	5 000,00
17	6 654,10	26 172,50	2 558,30	4 095,80	21 172,50	5 000,00
18	7 141,00	27 417,50	2 839,00	4 302,00	22 417,50	5 000,00
19	7 420,60	28 197,50	3 048,30	4 372,30	23 197,50	5 000,00
20	7 040,60	27 455,00	2 807,50	4 233,10	22 455,00	5 000,00
21	6 473,30	25 815,00	2 497,40	3 975,90	20 815,00	5 000,00
22	6 197,30	25 122,50	2 312,60	3 884,70	20 122,50	5 000,00
23	5 960,30	16 345,00	2 111,00	3 849,30	11 345,00	5 000,00
24	5 563,30	15 560,00	1 916,40	3 646,90	10 560,00	5 000,00

Tablica 5 – Tržišne cijene izračunate u aplikaciji *SpotEx*
Table 5 – Market prices calculated in the *SpotEx* application

Sat / Hour	Zajednička cijena u sustavu / System price (EUR/MWh)	Cijene po područjima / Area prices (EUR/MWh)			
		Jug / South	Istok / East	Sjever / North	Zapad / West
1	57,11	53,56	54,61	56,72	60,79
2	55,58	51,77	52,90	55,14	59,48
3	54,83	50,81	51,99	54,35	58,91
4	54,83	50,69	51,90	54,33	59,02
5	56,45	51,85	53,25	56,04	61,43
6	59,04	53,75	55,38	58,64	64,92
7	63,60	61,47	62,14	63,46	66,02
8	69,53	61,01	62,28	74,15	79,05
9	69,17	60,47	59,30	82,86	78,34
10	68,61	59,31	57,92	83,15	77,80
11	68,61	61,30	59,39	83,97	76,59
12	68,40	61,76	60,22	81,85	75,90
13	67,08	59,65	59,50	75,04	74,47
14	65,18	55,44	56,71	68,33	73,21
15	63,91	53,54	55,42	65,07	72,35
16	63,75	54,46	56,69	62,83	71,42
17	65,13	54,69	57,47	63,04	73,78
18	68,26	59,67	61,61	69,68	77,16
19	69,20	62,79	61,70	81,24	77,04
20	63,10	59,82	59,02	67,76	64,66
21	59,33	53,26	55,03	58,56	65,38
22	57,45	50,49	52,51	56,54	64,32
23	59,57	55,38	56,60	59,04	63,76
24	56,50	52,24	53,49	56,00	60,83

Pri računanju profita koriste se izrazi od (1) do (7):

In profit calculation, expressions (1) to (7) are used:

$$\text{Prihod proizvodnje/Production income} = \text{Prodaja u području/Area sale} \times \text{Cijena u području/Area price}, \quad (1)$$

$$\text{Troškovi proizvodnje/Production costs} = \text{Marginalni troškovi proizvodnje/Marginal production costs} \times \text{Prodaja u području/Area sale} \quad (2)$$

$$\text{Profit proizvodnje/Production profit} = \text{Prihod proizvodnje/Production income} - \text{Troškovi proizvodnje/Production costs}, \quad (3)$$

$$\text{Prihod opskrbe/Supply income} = \text{Prodaja krajnjim potrošačima u području/} \\ \text{Resale to end users in the area} \times \text{Cijena} \quad (4) \\ \text{ugovorena s krajnjim potrošačima/Price} \\ \text{agreed with end users,}$$

$$\text{Troškovi opskrbe/Supply costs} = \text{Kupnja u području/Bought in area} \times \quad (5) \\ \text{Cijena u području/Area price,}$$

$$\text{Profit opskrbe/Supply profit} = \text{Prihod opskrbe/Supply income} - \quad (6) \\ \text{Troškovi opskrbe/Supply costs,}$$

$$\text{Ukupni profit/Total profit} = \text{Profit proizvodnje/Production profit} + \quad (7) \\ \text{Profit opskrbe/Supply profit,}$$

gdje je:

where:

Prihod proizvodnje – prihod ostvaren prodajom energije na burzi (proizvodnja je jednaka prodanoj količini energije ugovorenoj na burzi),
Prihod opskrbe – prihod ostvaren prodajom energije, koja je kupljena na burzi, krajnjim potrošačima.

Production income – income earned by selling energy on the power exchange (production equals the sold quantity of energy agreed on the power exchange),
Supply income – income earned by reselling energy bought on the power exchange to end users.

Radi jednostavnosti pretpostavlja se da je jednaka cijena ugovorena sa svim krajnjim potrošačima unutar jednog područja te da je ista u svim satima (tablica 6).

For the sake of simplicity it is assumed that the same price has been agreed with all end users within an area and that it is the same in all hours (Table 6).

Tablica 6 – Cijena ugovorena s krajnjim potrošačima
 Table 6 – Price agreed with end users

Cijena za krajnje potrošače / Price for end users (EUR/MWh)			
Jug / South	Istok / East	Sjever / North	Zapad / West
70	75	70	60

Tablica 7 – Profit sudionika A
Table 7 – Profit earned by Participant A

Sat / Hour	Ukupni profit = Profit proizvodnje + Profit opskrbe / Total profit = Production profit + Supply profit (EUR)				
	Jug / South	Istok / East	Sjever / North	Zapad / West	Ukupno / Total
1	267 800	273 050	23 879	-2 817	561 912
2	258 850	264 500	25 087	1 809	550 246
3	254 050	259 950	25 500	3 749	543 250
4	253 450	259 500	25 379	3 378	541 707
5	259 250	266 250	23 157	-5 045	543 612
6	268 750	276 900	20 991	-18 401	548 240
7	307 350	310 700	15 436	-24 672	608 814
8	1 388 130	311 400	-12 467	-84 035	1 603 027
9	1 367 680	296 500	-40 083	-80 480	1 543 617
10	1 324 244	289 600	-40 582	-77 628	1 495 634
11	1 399 173	296 950	-43 152	-72 223	1 580 748
12	1 416 774	301 100	-35 741	-68 504	1 613 630
13	1 336 906	297 500	-14 499	-61 049	1 558 858
14	1 184 198	283 550	4 657	-54 742	1 417 663
15	1 118 183	277 100	13 185	-50 555	1 357 913
16	1 149 923	283 450	18 438	-46 182	1 405 629
17	1 157 924	287 350	17 806	-56 440	1 406 640
18	1 337 652	308 050	908	-73 822	1 572 788
19	1 456 571	308 500	-34 263	-74 504	1 656 304
20	1 343 258	295 100	6 289	-19 726	1 624 921
21	1 108 607	275 150	28 570	-21 390	1 390 937
22	1 015 985	262 550	31 128	-16 782	1 292 881
23	628 286	283 000	23 137	-14 473	919 949
24	551 654	267 450	26 830	-3 027	842 907
	22 154 649	6 835 150	109 588	-917 560	28 181 827

U tablici 7 može se uočiti da je sudionik A u području Sjever kao opskrbljivač ukupno ostvario dobit, iako je u nekim satima tržišna cijena po kojoj je kupio energiju na burzi bila veća od cijene po kojoj je tu energiju prodavao krajnjim potrošačima. U području Zapad polučio je znatno nepovoljniji rezultat, budući je u gotovo svim satima tržišna cijena energije bila veća od one po kojoj je energiju prodavao. No, zahvaljujući dobrim rezultatima prodaje električne energije na burzi u ostala dva područja, u konačnici je ostvario pozitivan rezultat.

Kao što je već rečeno, strategije pojedinih sudionika mogu se međusobno uspoređivati, pri čemu se primjenjuje sljedeće načelo:

As shown in Table 7, Participant A in area North has made a profit as a supplier, although in some hours the market price at which he bought energy on the power exchange was higher than the price at which he then resold that energy to end users. In area West he scored a much poorer result, because in almost all hours the market price of energy was higher than the resale price. However, owing to good results in selling electricity on the power exchange in the other two areas, in the end he has achieved a positive result.

As already said, the strategies of individual participants can be mutually compared, where the following principle is applied:

Budući da je potrošnja (idealno) neelastična, najuspješniji je onaj sudionik koji je prodao više električne energije u satima kada je ona bila skuplja, a manje u satima kada je ona bila jeftinija.

Since consumption is (in an ideal case) inelastic, the most successful participant is the one who has sold more electricity in the hours when it was more expensive and less electricity in the hours when it was cheaper.

Indeks uspješnosti izračunava se izrazima (8), (9) i (10), a pokazuje koliko će više biti plaćeno proizvođaču za njegovu proizvodnju u usporedbi s prosječnom tržišnom cijenom. Drugim riječima, što je indeks veći, to je tržišni sudionik uspješniji. Tablicom 8 prikazani su rezultati za jednog sudionika.

The success index is obtained by means of expressions (8), (9) and (10), and it indicates how much more it will be paid to the producer for production compared with the average market price. In other words, the higher the index, the more successful is the market participant. Results for a single participant are shown in Table 8.

Prosječna proizvodna cijena sudionika:

Average production price of a participant:

$$APP = \frac{\sum_{i=1}^{24} (Energija_i / Energy_i \times Spot\ cijena\ u\ području_i / Spot\ area\ price_i)}{\sum_{i=1}^{24} Energija_i / Energy_i} \quad (8)$$

Prosječna tržišna cijena u području:

Average market area price:

$$AASP = \sum_{i=1}^{24} (Tržišna\ cijena\ u\ području_i / Market\ area\ price_i) / 24, \quad (9)$$

$$Indeks\ uspješnosti / Success\ index = APP / AASP. \quad (10)$$

Tablica 8 – Primjer indeksa uspješnosti za sudionika A
Table 8 – Example of the success index for Participant A

Područje / Area	Prosječna proizvodna cijena – APP / Average production price – APP (EUR/MWh)	Prosječna tržišna cijena – AASP / Average market price – AASP (EUR/MWh)	Indeks uspješnosti = APP / AASP / Success index = APP / AASP
Jug / South	57,35	56,22	1,020
Istok / East	56,96	56,96	1,000
Sjever / North	NA	66,16	NA
Zapad / West	NA	69,03	NA

NA – pojavljuje se kada sudionik nije proizvođač u području / occurs when the participant is not the area producer

5 ZAKLJUČNO

Reforme energetskeg sektora, otvaranje tržišta, europske integracije i nove poslovne mogućnosti nametnule su potrebu prenošenja znanja i vještina svim sudionicima s novim ulogama i odgovornostima u energetskeg sektoru. TCET nije uspostavljen samo zbog obrazovanja i podizanja razine znanja, nego i zbog promicanja novih modela poslovanja te razigravanja i jačanja budućih tržišnih aktivnosti. Orijentiranost programa obuke, posebice njegovog praktičnog dijela, ka trgovanju na burzi električne energije dobiva još više na značenju uzmu li se u obzir nastojanja da se u jugoistočnoj Europi uspostavi regionalno tržište energije s jednom zajedničkom regionalnom burzom. TCET je namijenjen različitim tržišnim sudionicima koji će nastupati na hrvatskom i regionalnom/europskom energetskeg tržištu.

Predviđeno je održavanje radionice nekoliko puta godišnje prema pokazanom zanimanju i specifičnim potrebama polaznika. Više informacija o TCET-u moguće je pronaći na internetskoj adresi www.tcet.info. Treba naglasiti kako je na internetskim stranicama TCET-a moguće pogledati sadržaje pojedinih udžbenika, te je na raspolaganju dio prvog udžbenika koji se bavi europskim zakonodavstvom u energetskeg sektoru.

5 CONCLUSION

Energy sector reforms, market opening, European integration processes and new business opportunities have all created a need for knowledge and skills to be acquired by and imparted to all participants with new roles and responsibilities in the energy sector. TCET has been established not only to provide training and raise the level of knowledge, but also to promote new models of doing business and give a boost to future market activities. The focus of the curriculum, especially its practical part, on trading on the power exchange gains even more in significance in the light of the current efforts to establish a regional energy market in South East Europe with a common regional power exchange. TCET is intended for various market participants who will act on the Croatian and regional/European energy market.

It is planned to conduct workshops several times a year in dependence on shown interest and the specific needs of potential trainees. More information about TCET can be found on the Internet at www.tcet.info. It should be noted that the contents of textbooks can be viewed on the TCET's websites and that a part of the first textbook is available which deals with the European energy legislation.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] KRAJCAR, S., et al., Training Centre for Energy Trading – Executive Summaries, University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Power system Department, Croatia, 2006
- [2] KRAJCAR, S., et al., An Analysis of the Croatian/South East European Situation Regarding the Free Energy Market Implementation, University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Power system Department, Croatia, 2006
- [3] KRAJCAR, S., et al., Elements for Electricity Trading, University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Power system Department, Croatia, 2006
- [4] KRAJCAR, S., et al., Operations and Strategies for Different Participant Types, University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Power system Department, Croatia, 2006
- [5] KRAJCAR, S., et al., Risk Management and Hedging, University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Power system Department, Croatia, 2006
- [6] KRAJCAR, S., et al., Models of Power System Planning, University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Power system Department, Croatia, 2006
- [7] Powel: Documentation for Power Market Simulator MASI, Trondheim, Norway, 2006

Uredništvo primilo rukopis:
2007-02-03

Manuscript received on:
2007-02-03

Prihvaćeno:
2007-02-09

Accepted on:
2007-02-09