

# PRIMJENA IZVEDENICA U UPRAVLJANJU CJENOVNIM RIZIKOM U ENERGETSKIM KOMPANIJAMA THE APPLICATION OF DERIVATIVES BY ENERGY COMPANIES IN PRICE RISK MANAGEMENT

Mr. sc. Petar Sprčić, HEP Trgovina d.o.o.,

Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

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

Proces deregulacije na energetske tržištima promijenio je prioritete i donio nove obveze u upravljanju rizicima. Porasla je svijest sudionika na tržištu o važnosti i potrebi upravljanja rizikom promjene cijene električne energije. Zbog prirode električne energije postoje značajne razlike u metodama upravljanja cjenovnim rizikom u odnosu na klasične metode korištene na financijskim tržištima. Energetske izvedenice imaju važnu ulogu u davanju cjenovnih signala, dajući prave cijene energije i omogućujući efikasno upravljanje cjenovnim rizikom.

U radu su prikazani rezultati istraživanja provedenog na energetske kompanijama iz uzorka kojeg čine članovi Europskoga udruženja trgovaca energijom (European Federation of Energy Traders – EFET). Istraživanje je pokazalo da 75 % poduzeća iz uzorka upravlja rizikom promjene cijene električne energije koristeći neku vrstu izvedenica. Najčešće korišteni instrumenti su: unaprijednice (*forwards*) (68,2 %), opcije (*options*) (52,3 %), ročnice (*futures*) (50 %) i zamjene (*swaps*) (43,2 %), poznati pod nazivom *plain vanilla* izvedenice. Također, dokazano je da je veličina poduzeća utjecajan čimbenik pri donošenju odluke o korištenju izvedenica.

The process of deregulation on the energy markets has changed priorities and introduced new responsibilities into risk management. Awareness has increased among market participants regarding the importance and necessity for the risk management of electrical energy prices. Due to the nature of electrical energy, there are significant differences in price risk management in comparison to the classical methods used on financial markets. Energy derivatives have an important role in providing price signals, determining correct energy prices and facilitating effective price risk management.

The article presents the results of an investigation conducted on a sample of energy companies comprised of members of the European Federation of Energy Traders (EFET). The investigation demonstrated that 75 % of the enterprises from the sample manage the risk from the variable prices of electrical energy by using some type of derivative. The most frequently used instruments are as follows: forwards (68,2 %), options (52,3 %), futures (50 %) and swaps (43,2 %), known as *plain vanilla* derivatives. Furthermore, it has been demonstrated that the size of enterprises is an influential factor in deciding whether to use derivatives.

**Ključne riječi:** cjenovni rizik, energetske izvedenice, energetske tržište, upravljanje rizicima, živičenje (*hedging*)

**Key words:** energy derivatives, energy market, hedging, price risk, risk management



## 1 UVOD

Visoka nepostojanost cijena na međunarodnim tržištima, te značajni gubici u poslovanju nastali zbog izloženosti poduzeća cjenovnim promjenama potiče da se upravljanju rizicima danas posvećuje sve veća pozornost. Štoviše, uspješno upravljanje rizicima napredovalo je u ključnu konkurentnu prednost poduzeća u gotovo svim industrijskim sektorima. Akademski krugovi već dugi niz godina raspravljaju o doprinosu funkcije upravljanja rizicima tržišnoj vrijednosti poduzeća. Tako financijska teorija sugerira da kompanije, čije je poslovanje u velikoj mjeri izloženo rizicima, mogu povećati svoju tržišnu vrijednost koristeći izvedene vrijednosne papire kako bi smanjile izloženost spomenutim rizicima. Ta teorija temelji se na ulozi izvedenih vrijednosnih papira u smanjivanju varijabilnosti očekivanih novčanih tokova poduzeća te u smanjivanju različitih troškova koji nastaju zbog financijskih poremećaja uvjetovanih nesigurnim novčanim tokovima [1].

U kontekstu povećanja nepostojanosti cijena u energetsom sektoru treba spomenuti da je proces deregulacije na energetskim tržištima promijenio prioritete i donio nove obveze [2]. Došlo je do razdvajanja vertikalno organiziranih elektroenergetskih kompanija na način da su razdvojenije tržišne i netržišne poslovne funkcije. Pri tome se misli na međusobno razdvajanje proizvodnje i opskrbe kao tržišnih djelatnosti od upravljanja elektroenergetskom mrežom koje ostaje netržišna djelatnost. Za razliku od vremena koje je prethodilo deregulaciji kada su kompanije imale regulirane tarife i garantiranu stopu povrata investicija, sada je tržište ono koje na temelju ponude i potražnje daje cjenovne signale za ulaganja u nove proizvodne objekte. Na taj način smanjen je utjecaj netržišnih subjekata na kreiranje cijena. Došlo je do pomaka investicijskog rizika s potrošača na proizvođače na način da potrošači kupuju energiju na tržištu dok proizvođači prodaju, a potaknuti situacijom na tržištu proizvođači preuzimaju rizik investicija na sebe. Dakle, kompanije ne mogu više prebaciti troškove na sve potrošače, jer su zarade određene tržišnim uspjehom, a ne više regulatornom formulom. Sve to ima efekt povećanja nesigurnosti i rizika u elektroprivredi. U takvom okruženju nekontrolirana izloženost riziku može dovesti do neželjenih posljedica za tržišnog sudionika. Da bi učinkovito poslovali, tržišni sudionici upravljanju rizicima kojima su izloženi koristeći financijske izvedenice. Zbog prirode električne energije postoje značajne razlike u metodama upravljanja rizicima u odnosu na klasične metode upravljanja rizicima na financijskim tržištima. Energetske izvedenice su jedinstvene zbog toga što u sebi kriju složenu

## 1 INTRODUCTION

High price volatility on international markets and significant operational losses due to the exposure of enterprises to price fluctuations require increasing attention to be devoted to risk management. Moreover, successful risk management has become a key competitive advantage for enterprises in nearly all the industrial sectors. For many years, academic circles have discussed the contribution of the risk management function to the market value of enterprises. Thus, financial theories suggest that companies whose operations are exposed to considerable risk can increase their market value by using derivative securities in order to reduce exposure to the aforementioned risks. This theory is based upon the role of derivative securities in reducing the variability of the anticipated monetary flows of an enterprise and in the reduction of various costs that occur due to financial disturbances brought about by uncertain monetary flows [1].

Within the context of increased price volatility in the energy sector, it should be mentioned that the deregulation process on energy markets has altered priorities and brought new responsibilities [2]. It has led to the separation of vertically organized electricity companies in such a manner that market and nonmarket operations are separated. This refers to the mutual separation of production and supply as market activities from the management of the electricity network, which remains a nonmarket activity. Unlike the period that preceded deregulation, when companies had regulated tariffs and a guaranteed rate of return on investments, it is now the market that provides price signals for investment in new production facilities, based upon supply and demand. In this manner, the impact of nonmarket subjects upon the creation of prices is reduced. There has been a shift in investment risk from consumers to producers, in such a manner that consumers purchase energy on the market while producers sell. Due to the situation on the market, producers are assuming the investment risk themselves. Companies can no longer transfer costs to all the consumers because earnings are determined by market success and no longer by a regulatory formula. All of this has had the effect of increasing the uncertainty and risk in the energy industry. Under such circumstances, uncontrolled exposure to risk can lead to undesirable consequences for a market participant. In order to operate efficiently, market participants manage the risks they are exposed to through the use of financial derivatives. Due to the nature of electrical energy, there are significant differences in the methods of risk management in comparison to the classical methods of risk management on financial markets. Energy derivatives are unique because

strukturu čija je kompleksnost velika, a uključuje specifičnosti elektroenergetskog sustava kao što su rad elektrana, dinamiku skladištenja plina, upravljanje akumulacijama, potrošnju itd.

## 2 ELEKTRIČNA ENERGIJA KAO ROBA

Jedan od važnih faktora u popularnosti energetske derivata je heterogena struktura energetske robe. Iako su elektroni savršeno homogeni u fizičkom smislu, često se zaboravlja da fizička razmjernost nužno ne znači i razmjernost u ekonomskom smislu. Električna energija u različitim vremenima jednog dana ili na različitim geografskim lokacijama predstavlja bitno različitu robu. U slučaju energetske tržišta manjak ekonomske homogenosti povećan je i zbog specifične prirode električne energije i prijenosa električne energije.

Električna energija je posebna vrsta robe što se tiče upravljanja rizicima zbog činjenice da je modeliranje cijena na tržištu i vrednovanje ugovora vrlo teško zbog same prirode električne energije koja se razlikuje od drugih tradicionalnih roba [3]. Pri tome misli se na sljedeće faktore: visoka promjenljivost cijena električne energije, zagušenja u prijenosu električne energije, neelastičnost potrošnje na cijenu i utjecaj pomoćnih usluga.

### 2.1 Cijena električne energije

Posljedica je deregulacije i povećana promjenljivost cijena električne energije. Dugi niz godina cijene su bile stabilne i predvidljive, stoga je i rizik bio nizak. Kada je električna energija prepuštena tržišnim silama njezina cijena može imati vrlo veliku promjenljivost. Glavni razlozi za to su visoka promjenljivost i nesigurnost koji djeluju na potražnju (potrošnja, tj. vremenski uvjeti i ekonomska aktivnost) i ponudu (raspoloživost proizvodnje i prijenosnih kapaciteta kratkoročno i dotoci vode i novi sudionici na tržištu dugoročno), kombinirani s problemom skladištenja energije na veliko. Zbog posebnosti električne energije kao robe, raspodjela cijena električne energije ima ponore i vrhove koji nisu neovisni i jednako raspoređeni. Cijene su promjenljive i nestabilne, ali su ipak predvidljive. Naime, visoka promjenljivost u kratkom roku nestaje dugoročno. Dugoročna se cijena ipak može odrediti na temelju očekivanja proizvodnje i potrošnje u budućnosti. U kratkom roku slika je drukčija, jer cijena ovisi o trenutnoj ponudi i potražnji. Veliki utjecaj mogu imati velike vremenske neprilike, ratovi, štrajkovi i sl. [4]. Sve to uzrokuje da je življenje (*hedging*) vrlo teško i složeno, posebno za trgovce koji nemaju

they conceal within themselves a highly complex structure and include the specific properties of the electrical energy system such as the operation of power plants, the dynamics of gas storage, the management of reservoirs, consumption etc.

## 2 ELECTRICAL ENERGY AS A COMMODITY

One of the important factors in the popularity of energy derivatives is the heterogeneous structure of energy commodities. Although electrons are perfectly homogeneous in the physical sense, it is frequently forgotten that physical interchangeability does not necessarily signify interchangeability in the economic sense. Electrical energy at various times of a single day or at various geographical locations represents significantly different commodities. In the case of the energy markets, the lack of economic homogeneity is increased due to the specific nature of electrical energy and the transmission of electrical energy.

Electrical energy is a special type of commodity regarding risk management, due to the fact that modeling prices on the market and the valuation of a contract are very difficult owing to the nature of electrical energy, which differs from other traditional commodities [3]. This refers to the following factors: the high volatility of energy prices, congestion in the transmission of electrical energy, the impact of the inelasticity of consumption on price and the effect of auxiliary services.

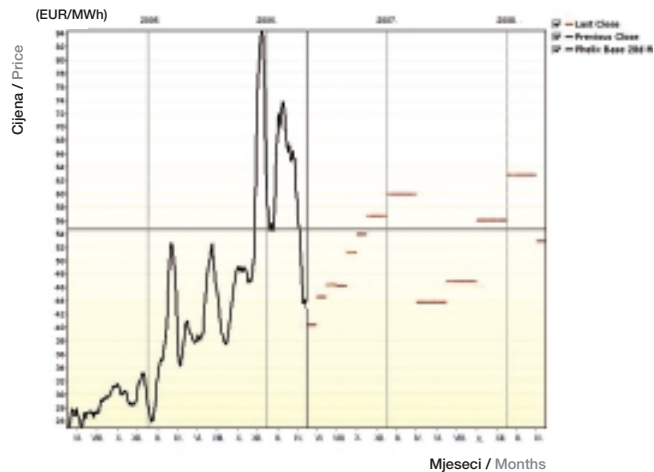
### 2.1 The price of electrical energy

Another consequence of deregulation is the increased volatility of the price of electrical energy. For many years, prices were stable and predictable. Therefore, the risk was low. When electrical energy becomes subject to market forces, its price can have very high volatility. The main reasons for this are the high variability and uncertainty that affect demand (consumption, i.e. weather conditions and economic activities) and supply (the availability of production and transmission capacities in the short term and water flows and new participants on the market in the long term), combined with the problem of the storage of large quantities of energy. Due to the particular properties of electrical energy as a commodity, the distribution of electricity prices has peaks and valleys that are not independent and equally distributed. The prices are volatile and unstable but nonetheless predictable. High short-term volatility dissipates over the long term. The long-term price can be determined on the basis of the anticipated future production and con-

svoje elektrane. Cijene električne energije su vrlo promjenjive s obzirom na vremenska razdoblja koja promatramo (dan, tjedan, mjesec, godina) (slika 1).

sumption. In the short term, the picture is different because the price depends upon the current supply and demand. Major meteorological disturbances, wars, strikes etc. can have a great impact [4]. All of this makes hedging very difficult and complex, especially for traders who do not have their own power plants. Electricity prices are highly variable in respect to the time period observed (day, week, month and year) (Figure 1).

**Slika 1**  
Kretanje cijena električne energije, EEX spot i ročnice [5]  
**Figure 1**  
Trends in electricity prices, EEX spot and futures [5]

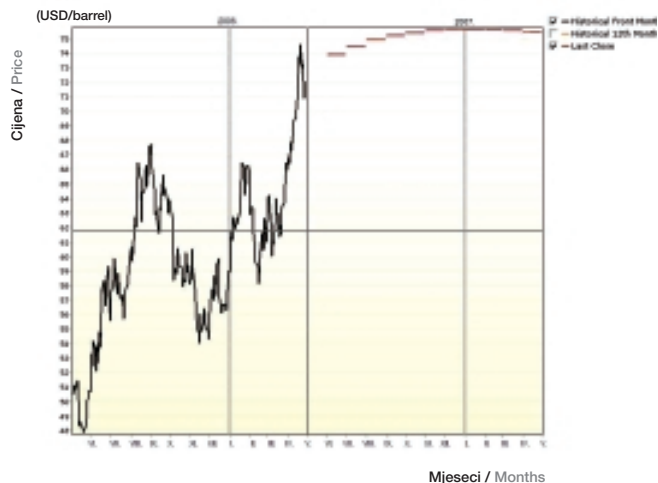


Osim ponuda i potražnja na cijenu ponude električne energije u mnogome utječu cijene goriva, tečajevi valuta, udio hidro proizvodnje, raspoloživost generatora, cijena CO<sub>2</sub> emisija, zagušenja u prijenosu i potrošnja. Cijene na promptnom tržištu određene su marginalnim troškovima. Cijena nuklearnog goriva je stabilna, dok se cijene ugljena, nafte i plina dosta mijenjaju. Uzroci su promjene razni, počesto i politički (primjer ugljena čija je cijena u godinu dana porasla tri puta zbog velike potražnje za ugljenom u Kini, rast cijena nafte zbog rata u Iraku, itd.) (slike 2 i 3).

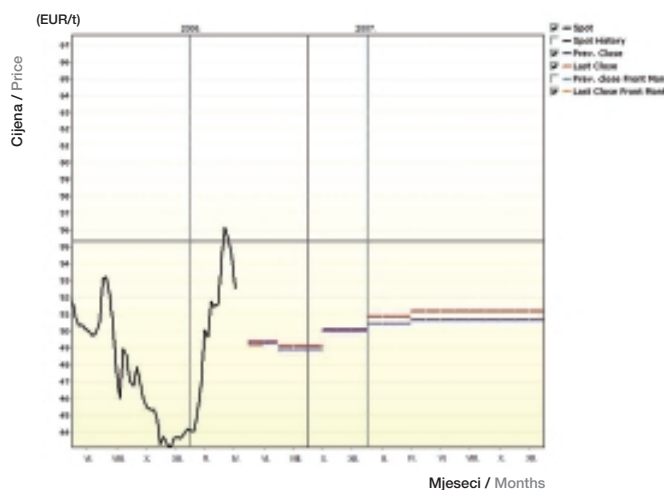
In addition to supply and demand, the asking price of electrical energy can also be affected by fuel prices, currency exchange rates, the percentage of hydro production, the availability of generators, the cost of CO<sub>2</sub> emissions, congestion in transmission and consumption. Prices on the prompt market are determined by marginal costs. The price of nuclear fuel is stable, while the prices of coal, oil and gas vary considerably. The causes are various changes, frequently including political changes (for example, the price of coal has risen three times in one year due to the great demand for coal in China, the price of oil has risen due to the war in Iraq etc.) (Figures 2 and 3).

Budući da su uzroci u promjenama globalni to nameće nužnost i globalnog pristupa u upravljanju portfeljem.

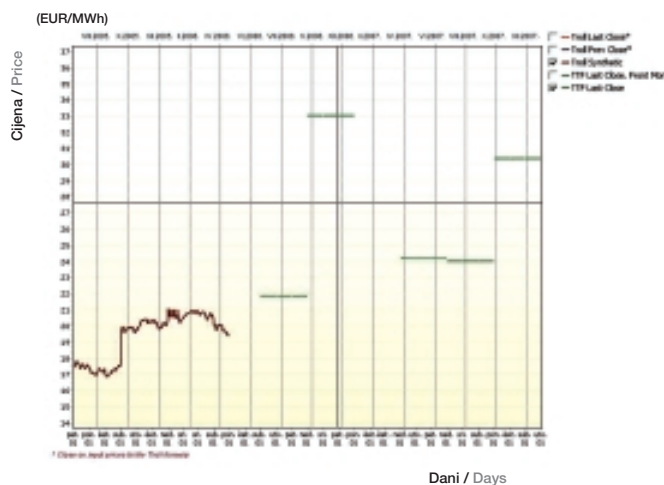
Since the reasons for the changes are global, a global approach to portfolio management is necessary.



**Slika 2**  
Kretanje cijena nafte  
tipa Brent crude [5]  
Figure 2  
Trends in the price of  
Brent crude oil [5]



**Slika 3**  
Kretanje cijena  
ugljena, CIF ARA [5]  
Figure 3  
Trend in coal prices,  
CIF ARA [5]



**Slika 4**  
Kretanje cijena plina  
Troll [5]  
Figure 4  
Trends in Troll gas  
prices [5]

Visoka promjenjivost cijene plina izravno utječe i na visoku promjenjivost cijene električne energije. Naime plinske su elektrane uglavnom vršne te time njihovi marginalni troškovi imaju i veliki utjecaj na promjenjivost cijena električne energije (slika 4). Cijene plina ključni su faktor za određivanje cijene električne energije u Europskoj uniji poglavito na promtnom tržištu [6]. Budući da je cijena plina uglavnom vezana za američki dolar to i tečaj dolara prema lokalnoj valuti utječe na volatilnost cijene.

The great variability in gas prices directly affects the great variability in electricity prices. Gas-fired power plants are mainly peaking power plants and their marginal costs have a great impact on the variability of electricity prices (Figure 4). Gas prices are a crucial factor for the determination of electricity prices in the European Union, especially on the prompt market [6]. Since the price of gas is mainly linked to the American dollar and the rate of exchange with the dollar, the rate of exchange between the dollar and the local currency affects price volatility.

Jedan od vrlo bitnih faktora u cijeni električne energije u Europi je i cijena emisija CO<sub>2</sub>. Slika 5 prikazuje kretanje cijena emisija CO<sub>2</sub>, a slika 6 kretanje ročnica električne energije za 2007. godinu. Ako se uspoređi s kretanjem cijene električne energije vidljivo je da je došlo do pada cijena električne energije zbog smanjenja cijena emisija CO<sub>2</sub>.

One of the very important factors in the price of electrical energy in Europe is the price of CO<sub>2</sub> emissions. Figure 5 shows the trends in the price of CO<sub>2</sub> emissions and Figure 6 shows the trends in futures for the year 2007. If compared with the trends in the price of electricity, it is evident that a drop in the price of electrical energy occurred due to the drop in the price of CO<sub>2</sub> emissions.

**Slika 5**  
Kretanje cijena emisija EEX CO<sub>2</sub> [5]  
Figure 5  
Trends in the price of EEX CO<sub>2</sub> emissions [5]



**Slika 6**  
Kretanje cijena električne energije, EEX Cal-07 Base [5]  
Figure 6  
Trends in electricity prices, EEX Cal-07 Base [5]



Trgovanje sa CO<sub>2</sub> certifikatima još je više produbilo vezu između proizvodnje iz plina i cijena električne energije na tržištu, jer proizvodnja iz novih postrojenja zamjenjuje proizvodnju iz ugljena koja postaje skuplja, jer traži više CO<sub>2</sub> certifikata. Energetska tržišta naftom, ugljenom i plinom izravno utječu na tržišta električnom energijom u dva smjera. Dugoročno gledajući, te robe su zamjenske robe za električnu energiju i ako cijene nekima od njih padaju (npr. plin) dio potrošača prijeći će na njih. Kratkoročno gledajući ta tržišta izravno utječu na cijenu električne energije, jer su nafta, ugljen i plin pogonska goriva u termoelektranama. S obzirom da su cijene na savršenom tržištu jednake marginalnim troškovima proizvodnje, jasno je da veći troškovi pogonskog goriva znače i veću cijenu električne energije. Nesigurnost na ostalim energetske tržištima prenosi se na nesigurnost sudionika na tržištima električnom energijom.

## 2.2 Modeliranje cijena električne energije

Kako se vrijednost izvedenica električnom energijom temelji na odgovarajućim cijenama električne energije, modeliranje cijene električne energije ima bitnu ulogu. Zbog jedinstvenih fizičkih i operativnih karakteristika proizvodnje i prijenosa električne energije, cijene električne energije ponašaju se različito od cijena na financijskim tržištima koje se mogu opisati Brownovim procesom. Postoje predvidljive varijacije u potrošnji tijekom dana, tjedna i godine. Sve se to očituje i na cijenama električne energije. Za modeliranje kretanja cijena koriste se razni modeli. Modeli s normalnom raspodjelom nisu dovoljni za svrhu upravljanja rizicima i zato im je dodan dio koji simulira skokove cijena. Model koji kombinira Brownovo gibanje sa skokovima zove se engl. *jump diffusion* proces. Najnovija metoda koja se koristi je teorija ekstremnih vrijednosti (engl. *extreme value theory*). Metoda je primjerena za primjenu upravljanja rizikom jer simulira rijetke događaje koji mogu prouzročiti velike gubitke [7].

Modeli za cijene električne energije suočavaju se s dva suprotna zahtjeva: modeli moraju biti dovoljno detaljni da bi vjerno opisali ponašanje tržišta električnom energijom i u isto vrijeme moraju biti dovoljno jednostavni za određivanje cijena izvedenica. Složeni modeli cijena električne energije uzimaju u obzir Brownovo gibanje, sezonalnost, periodičnost i skokove.

Trading in CO<sub>2</sub> certificates has reinforced the connection between production from gas and the price of electrical energy on the market, because production from new plants replaces production from coal, which is becoming more expensive as it requires more CO<sub>2</sub> certificates. The energy markets for oil, coal and gas directly affect the electricity markets in two directions. Viewed over the long run, these commodities are replacement commodities for electrical energy and if some of them drop in price (for example, gas), some consumers will change to them. Viewed in the short run, these markets directly affect the price of electrical energy because oil, coal and gas are plant fuels in thermoelectric power plants. Since prices on a perfect market are equal to the marginal costs of production, it is clear that higher costs of plant fuel also signify higher electricity prices. Uncertainty on the other energy markets will be transferred to the uncertainty of participants on the electricity markets.

## 2.2 Modeling electrical energy prices

Since the value of electrical energy derivatives is based upon the corresponding prices of electrical energy, modeling the price of electrical energy has an essential role. Due to the unique physical and operative characteristics of the production and transmission of electrical energy, electricity prices behave differently than the prices on the financial markets that can be described by the Brownian process. There are foreseeable variations in consumption during the day, week and year. All of this is also evident in the electricity prices. Various models are used for modeling price trends. Models with normal distribution are not sufficient for the purpose of risk management and therefore a simulation of price jumps is added to them. A model that combines Brownian trends with jumps is called the jump diffusion process. The newest method used is the extreme value theory. This method is suitable for the application of risk management because it simulates rare events that can cause large losses [7].

Models for electricity prices are confronted with two opposite requirements: the models must be sufficiently detailed to describe the behavior of the electricity markets faithfully, while at the same time they must be sufficiently simple for the determination of derivative prices. Complex models of electrical energy prices take Brownian motion, seasonal nature, periodic nature and jumps into account.



### 2.3 Specifičnosti elektroenergetskog sustava i tržište električnom energijom

Jedno od najvažnijih obilježja energetske tržišta koje ih razlikuje od ostalih tržišta je nužnost balansiranja u realnom vremenu između ponude i potražnje. Ovaj zahtjev proizlazi iz tehnoloških karakteristika elektroenergetskog sustava. Budući da se električna energija ne može uskladištiti, to je ravnoteža između ponude i potražnje nuždan uvjet [8]. Jedan od najznačajnijih izazova u upravljanju rizicima na tržištima električnom energijom su ispadi elektrana. Kvar u elektrani u nezgodno vrijeme može imati teške financijske posljedice (ne računajući moguće špekulacije među tržišnim sudionicima). Sve to nameće zahtjevne zadatke za vođenje elektroenergetskog sustava, ali i utječe na vrednovanje električne energije na dereguliranom tržištu i usložnjava modeliranje cijena električne energije na mnogo složeniju razinu nego što je npr. modeliranje cijena dionica. Da bi se reguliralo nepredvidljive razlike između potražnje i ponude te razriješila zagušenja u mreži razvilo se i drugo fizičko tržište, tzv. balansirajuće tržište. Aktivni sudionici na njemu su potrošači i proizvođači koji mogu brzo reagirati na promjene u sustavu mijenjajući svoju potrošnju ili proizvodnju. Balansirajuće tržište može se pojednostavniti kao spot tržište na vrlo kratki rok, npr. 15 minuta, čija svrha je pomoći operatorima sustava u održavanju sigurnog rada elektroenergetskog sustava. Nepredvidljivi ispadi proizvodnih jedinica, stohastičko ponašanje potrošnje u kombinaciji s neelastičnosti potrošnje prema cijenama energije i ograničenja u prijenosu energije, ističu električnu energiju od ostalih roba i tradicionalnih financijskih produkata.

Planiranje rada elektrana je proces kojim se određuje razina proizvodnje s obzirom na cijene na tržištu i proizvodne troškove. Odluke se trebaju donijeti prema optimalnoj strategiji življenja korištenjem financijskih izvedenica za električnu energiju kao izlazne veličine i financijskih izvedenica za goriva kao ulazne veličine [9]. Odluke o optimalnoj razini proizvodnje i optimalnom korištenju financijskih izvedenica uvelike ovise o fleksibilnosti elektrana i prema tome o razini promjenljivosti koja se može pojaviti. Temeljne elektrane proizvode kontinuirano količinu energije, te se življenje financijskog rizika vrši korištenjem dugoročnih unaprijednica ili ročnica. Vršne elektrane proizvode energiju samo u kratkim intervalima velike potrošnje, a življenje financijskog rizika uvelike je ograničeno, jer ne postoji razvijeno financijsko tržište za kratkoročno razdoblje.

Potreba za zaštitom od cjenovnog rizika dovela je i do razvoja tržišta električnom energijom.

### 2.3 Specific properties of electricity system and electricity market

One of the most important attributes of energy markets that differentiates them from other markets is the necessity to balance supply and demand in real time. This requirement ensues from the technological characteristics of an electrical energy system. Since electrical energy cannot be stored, the balance between supply and demand is an essential prerequisite [8]. One of the most significant challenges in risk management on the electricity markets is that power plants have breakdowns. A breakdown at a power plant at an inopportune time can have severe financial repercussions (without counting possible speculation among market participants). All of this imposes demanding tasks for managing the electrical energy system but also affects the valorization of electrical energy on the deregulated market and complicates the modeling of electricity prices on a much more complex level than, for example, modeling stock prices. In order to regulate unforeseeable differences between supply and demand, and to solve congestion on the network, another physical market has developed, the so-called balancing market. The active participants on the balancing market are the consumers and producers, who can rapidly react to changes in the system by changing their consumption or production. Balancing markets can be simplified as spot markets for a very short period of time, for example 15 minutes, with the purpose of helping the system operators provide secure operation of the electrical energy system. Unforeseen breakdowns of production units, the stochastic behavior of consumption in combination with the inelasticity of consumption regarding energy prices and limitations in energy transmission distinguish electrical energy from other commodities and traditional financial products.

Planning the operation of an electrical power plant is a process by which the level of production is determined, taking into account the prices on the market and production costs. Decisions should be made according to the optimal hedging strategy by using financial derivatives for electrical energy as output values and financial derivatives for fuel as input values [9]. Decisions on the optimal level of production and the optimal use of financial derivatives greatly depend upon the flexibility of the power plants and accordingly upon the level of volatility that can occur. Base-load power plants produce a continuous amount of energy and the hedging of financial risk is performed by using long-term forwards or futures. Peaking power plants only produce energy during brief intervals of high consumption and the hedging of financial risk is considerably limited due to the absence of a developed financial market for short periods.

Sudionici na tržištu aktivno trguju između ostaloga zbog življenja te spekulativnih razloga. Za razliku od tradicionalnih tržišta, tržišta električnom energijom su segmentirana kako geografski tako i prema uvjetima isporuke. Geografska segmentiranost nastala je kao rezultat ograničenih prekograničnih prijenosnih mogućnosti i različitih regulatornih okvira. Iza svega toga krije se glavni razlog segmentiranja: nemogućnost uskladištenja. Različiti trgovački mehanizmi i tržišta postoje za različite isporuke električne energije i to od dugoročnih do balansirajućih tržišta. Sve je to utjecalo na povećanje složenosti procesa optimalnog odlučivanja i vrednovanja proizvodnih objekata.

Standardne tehnike diskontiranih novčanih tokova, koje su bile prikladne u reguliranim uvjetima, nisu više dovoljne jer zanemaruju mogućnost reakcije na promjene na tržištu [10]. Kompanije koje u odlučivanju koriste tehnike realnih opcija, mogu stvoriti dodatnu vrijednost i prednost u odnosu na konkurenciju. Realne opcije, kao i financijske opcije, daju vlasniku opcije pravo, ali ne i obvezu izvršenja. Za razliku od financijskih opcija, realne opcije traže vlasništvo nad proizvodnjom. Fleksibilna proizvodnja može biti vrednovana kao opcija na spot tržištu električnom energijom.

### 3 UGOVORI ZA ELEKTRIČNU ENERGIJU

Općenito, bez obzira jesu li fizički ili financijski, razlikuju se dvije vrste ugovora za električnu energiju: standardizirani ugovori trgovani na burzama električnom energijom i bilateralni ugovori ili OTC (*preko tezge* – engl. *over the counter*).

Pored toga, s obzirom na vremenski horizont, postoji trgovanje do nekoliko godina unaprijed, mjesec unaprijed, tjedne unaprijed, dan unaprijed, unutar dana i sat unaprijed. Preko burze trguje se od dana unaprijed pa do par godina, dok je sve ostalo najčešće bilateralna trgovina.

Bilateralno se najčešće trguje sa standardnim produktima (bazni dijagram, vršna i noćna energija), ali i nestandardnim, dok na burzama postoje standardizirani produkti za dan unaprijed i može se trgovati za svaki sat posebno. Preko burze se ipak još uvijek trguje samo manjim dijelom ukupnog volumena trgovine. No, cijena je te trgovine često referentna i za bilateralne ugovore.

The need for price risk protection led to the development of the electrical energy markets. The market participants actively trade due to hedging and speculative reasons, among others. Unlike traditional markets, electrical energy markets are segmented geographically and according to delivery conditions. Geographic segmentation has occurred as the result of limited transborder transmission possibilities and various regulatory frameworks. Behind this is concealed the main reason for segmentation: the impossibility of storage. Various market mechanisms and markets exist for various deliveries of electrical energy, from long-term to balanced markets. All of this has had an impact on increasing the complexity of the optimal decision making process and the valorization of production facilities.

Standard techniques of discounted monetary flows, which were applicable under regulated conditions, are no longer sufficient because they do not take eventual reactions to changes on the market into account [10]. Companies that use real options techniques in decision making can create added value and advantage in relation to the competition. The holder of real options, as with financial options, has the right but not the obligation to exercise them. Unlike financial options, real options require ownership of production. Flexible production can be valorized as an option on the electricity spot market.

### 3 CONTRACTS FOR ELECTRICAL ENERGY

Generally, whether physical or financial, there are two different types of contracts for electrical energy: standardized contracts for trading on electricity exchanges and bilateral or over the counter (OTC) contracts.

Moreover, regarding the time horizon, there are trades of up to several years in advance, months in advance, weeks in advance, a day in advance, within a day and one hour in advance. Via the exchanges, there is trading from one day in advance to a couple of years, while everything else is most often bilateral trading.

Bilateral trading generally involves standard products (base-load, on-peak and off-peak energy), but also nonstandard, while on the exchanges there are standardized products for a day in advance and it is possible to trade every hour separately. Only a small part of the total trade volume is transacted via the exchanges. However, the price of such trading is frequently the reference price for bilateral contracts.

### 3.1 Trgovina preko burze

Glavna prednost burzi električne energije je razvijanje likvidnog tržišta i transparentnije određivanje cijena električne energije. Razvijanjem likvidnog tržišta povećava se volumen, ali i dubina trgovanja, tj. dugoročno trgovanje. Na taj način daju se pravi signali i poticaji cijelom gospodarstvu. Burza trguje izravno sa svim registriranim sudionicima, tj. kupci ili prodavatelji trguju izravno s burzom. Burza, odnosno klirinška kuća, preuzima cijeli rizik druge strane i mora platiti prodavatelju u slučaju da kupac nije platio. To je jedna od prednosti trgovanja preko burze u odnosu na izravno trgovanje *preko tezge*. Druga prednost burze je likvidnost koja omogućuje svakom sudioniku na tržištu zatvaranje svoje pozicije, tj. kupnju ili prodaju energije. U Europi postoji više burzi električnom energijom od kojih su najpoznatije: EEX, Nordpool, Powernext (slika 7, EEX).

### 3.1 Trading via exchange

The main advantages of electrical energy exchanges are the development of a liquid market and more transparent determination of electricity prices. Through the development of the liquid market, the volume is increased but also the depth of trade, i.e. long-term trading. In this manner, the correct signals and incentives are provided to the entire industry. An exchange trades directly with all the registered participants, i.e. buyers or sellers trade directly with the exchange. The exchange or clearing house underwrites the entire risk of the other party and must pay the seller in the event that the buyer does not pay. This is one of the advantages of trading via an exchange in comparison to direct over the counter trading. Another advantage of an exchange is liquidity, which makes it possible for all the market participants to close their positions, i.e. the buying and selling of energy. In Europe, there are several electrical energy exchanges, the best known of which are EEX, Nordpool and Powernext (Figure 7, EEX).

Slika 7  
European Energy  
Exchange – EEX [11]  
Figure 7  
European Energy  
Exchange – EEX [11]



Postoje tri vrste standardiziranih ugovora kojima se trguje na burzama: spot ugovori, ročnice i opcije.

Spot tržište električne energije predstavlja tržište dan unaprijed. Spot ugovor je obično satni ugovor i ima fizičku isporuku energije. Mehanizam određivanja je zatvorena aukcija koja se provodi jednom dnevno. Burze od satnih produkata kombinacijom različitih sati kreiraju različite produkte. Spot ugovor znači za kupca obvezu primanja jedinice snage električne energije u određenom vremenu, a za prodavatelja obvezu isporuke iste količine i istog dijagrama električne energije na određenoj lokaciji.

Kao i kod tradicionalnih financijskih tržišta, ročnice (*futures*) za električnu energiju trguju se u kontinuiranoj trgovini. Ročnice imaju prosječnu spot cijenu i izvršavaju se financijski ili fizički.

There are three types of standardized contracts with which trading is conducted on exchanges: spot contracts, futures and options.

An electricity spot market is actually a day-ahead market. A spot contract is normally an ordinary hourly contract for the physical delivery of energy. The mechanism of determination is a closed auction that is conducted once a day. Exchanges create various products from hourly products by combining various hours. A spot contract means that a buyer undertakes the obligation to receive a unit of electricity at a specified time and the seller undertakes the obligation to deliver the same quantity and the same diagram of electricity at a specified location.

As on traditional financial markets, futures for electrical energy are traded in continuous trade. Futures

Najčešći način izvršavanja je financijski. Ročnice se obično koriste da bi se osigurala fiksna cijena prodaje ili kupnje u budućnosti. Trguju se do jednogodišnjeg prosjeka spot cijena i do tri godine unaprijed. Kod ročnica postoje standardni produkti (bazni dijagram i vršna energija). Fizički izvršene ročnice obvezuju kupca na kupnju određene snage u određenom vremenskom periodu, a prodavatelja na isporuku iste snage u istom vremenskom periodu, za određenu ugovornu cijenu  $K$ . Da bi se financijskim institucijama olakšao pristup burzama i potaknula likvidnost, većina ročnica izvršava se financijski. Dobit ili gubitak u financijskoj poziciji realizira se preko razlike prosječne spot cijene u vremenu isporuke i ugovorne cijene ročnice  $K$ . Istodobno sudionici na burzi koji fizički trebaju energiju kupuju energiju na spot tržištu. Ukupna pozicija pojedinog sudionika je zbroj fizičke i financijske pozicije. Dobit ili gubitak kod financijski izvršene ročnice osigurava da cijena kupnje ili prodaje na spot tržištu u kombinaciji s ročnicom iznosi točno koliko i ugovorna cijena  $K$ .

Ročnice za električnu energiju imaju isti način obračuna dobiti kao i unaprijednice za električnu energiju. Ročnice za električnu energiju su, kao i ostale ročnice, visoko standardizirane u ugovornim uvjetima, mjestu trgovanja, zahtjevima za ispunjenje transakcije i načinu obračuna. Najuočljivija razlika između unaprijednica i ročnica je količina energije kojom se trguje. Količina energije kojom se trguje u ročnicama za električnu energiju znatno je manja nego u unaprijednicama. Ročnicama za električnu energiju trguje se samo na burzama, dok se unaprijednicama obično trguje *preko tezge* u formi bilateralnih transakcija.

Ta činjenica znači da cijene ročnica znatno više odgovaraju stanju na tržištu i njihovo određivanje je transparentnije nego kod unaprijednica. Većina ročnica izvršava se financijski (iako može i fizički), čime se smanjuju troškovi transakcija. Kreditni rizik i nadzor nad troškovima u trgovanju ročnicama mnogo je manji nego kod unaprijednica jer burze primjenjuju stroge zahtjeve za marginama da bi osigurale financijsko poslovanje svih strana.

Transakcije *preko tezge* vrlo su ranjive zbog neispunjavanja financijskih obveza koje nastaju kad druga strana ne izvršava ugovorne obveze. Činjenica da se dobiti i gubici kod ročnica isplaćuju dnevno, za razliku od kumulacije i isplate na kraju ugovora u slučaju unaprijednica, također smanjuje kreditni rizik u trgovanju ročnicama. Kad se usporede s unaprijednicama, prednost ročnica za električnu energiju leži u tržišnom konsenzusu, transparentnosti određivanja cijena, likvidnosti trgovanja i smanjenim transakcijskim troškovima

have an average spot price and are settled financially or physically. The most frequent manner of settlement is financial. Futures are usually used in order to insure fixed buying and selling prices in the future. They are traded at up to a one-year average spot price and up to three years in advance. With futures, there are standard products (base-load diagram and peak energy). The physical settlement of futures obligates the buyer to purchase specified power in a specific time period and the seller to deliver this power during the same period, for a determined contracted price of  $K$ . In order to facilitate access by financial institutions to exchanges and promote liquidity, the majority of futures are settled financially. Profit or loss in a financial position is realized via various average spot prices within the delivery time and the contracted futures price of  $K$ . At the same time, participants in the exchange who need energy purchase energy physically on the spot market. The total position of an individual participant is the sum of the physical and financial positions. Profit or loss in the financial settlement of futures assures that the purchase or sales price on the spot market in combination with the futures will amount to the precise amount of the contract price  $K$ .

Futures for electrical energy employ the same manner for calculating profits as forwards for electrical energy. Futures for electrical energy, like other futures, are highly standardized regarding contractual conditions, the place of trade, requirements for the fulfillment of the transaction and the manner of calculation. The most evident difference between forwards and futures is the amount of energy that is traded. The amount of energy that is traded in futures for electrical energy is significantly less than in forwards. Futures for electrical energy are only traded on exchanges, while forwards are generally traded over the counter in the form of bilateral transactions.

This fact means that the price of futures significantly corresponds more to the situation on the market and their determination is more transparent than for forwards. The majority of futures are settled financially (although physically is also possible), thus reducing transaction costs. The credit risk and supervision over costs in the trading of futures can be less than for forwards because the exchanges apply strict requirements for margins in order to safeguard the financial operations of all the parties.

Over the counter transactions are highly vulnerable due the unfulfilled financial obligations that occur when the other side does not fulfill the contracted obligations. The fact that profits and losses for futures are paid daily, in contrast to accumulation and payment at the end of the contract as in the case of forwards, also reduces the credit risk in

i troškovima nadzora, dok su ograničenja različiti rizici povezani sa specifikacijom ročnica i ograničenim količinama koje se trguju ovim ugovorima [12].

Postoje dvije osnovne vrste opcija: 1) kupovna (engl. *call*) opcija predstavlja mogućnost kupnje određene robe prema unaprijed određenoj fiksnoj cijeni do dospjeća opcije i 2) opcija prodaje (engl. *put*) predstavlja mogućnost prodaje određene robe prema unaprijed određenoj fiksnoj cijeni do dospjeća opcije. Opcije trgovane preko burze izvršavaju se preko ročnica, a one se, ako ih se drži do zrelosti realiziraju fizičkom isporukom. Imaju istu strukturu dobiti kao i klasične financijske kupovne i prodajne opcije. Opcije u trgovanju električnom energijom najefikasniji su alat dostupan proizvođačima za živičenje (*hedging*) rizika, jer se kapaciteti u proizvodnji električne energije mogu vidjeti i kao kupovne opcije na električnu energiju. Opcije su, za razliku od ročnica i unaprijednica, nelinearne. Činjenica da nositelj opcije nije dužan iskoristiti opciju znači da je s obzirom na promjene cijena, gledajući dobitke ili gubitke, dobit nelinearna ili asimetrična.

### 3.2 Bilateralna ili OTC trgovina

Za razliku od jasnih standardiziranih ugovora, bilateralni ugovori *preko tezge* (engl. OTC - *over the counter*) mogu biti vrlo komplicirani. Postoji veliki broj različitih ugovora od spota, unaprijednica preko swing opcija do ugovora s mogućnošću prekida trgovanja na bilateralnoj osnovi. OTC trgovina obavlja se ili izravno s drugom stranom ili preko posrednika (brokera). Primjeri brokerskih platformi su: Spectron, GFI, Prebon, TFS, ICAP (slika 8).

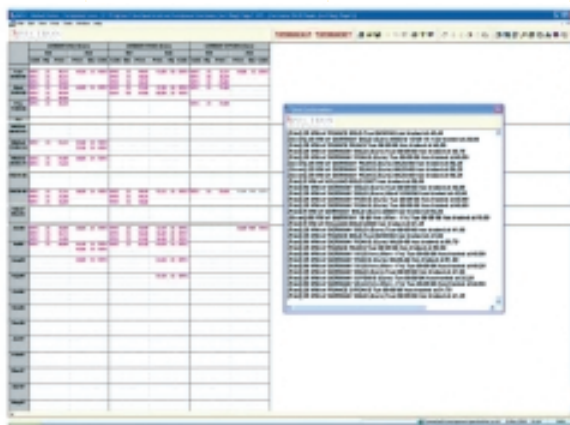
the trade of futures. When compared to forwards, the advantage of futures for electrical energy lies in the market consensus, transparency of price determination, trading liquidity and reduction in the costs of transactions and supervision, while the limitations stem from various risks associated with the futures specifications and the limited transaction quantities stated in the contract [12].

There are two basic types of options: 1) a call option represents the possibility of purchasing specific commodities according to a predetermined fixed price until the expiration of the option and 2) a put option represents the possibility of selling specific commodities according to a predetermined fixed price until the expiration of the option. Option trading via the exchanges is executed via futures. If futures are held until maturity, they are realized with a physical delivery. Futures have the same profit structure as classical call and put options. Options in the trading of electrical energy are the most efficient tool available to producers for hedging risk because the capacities in the production of electrical energy can be seen as call options on electrical energy. Options, unlike futures and forwards, are nonlinear. The fact that a holder of an option is not required to exercise the option means that regarding the changes in price in terms of profit or loss, the profit is nonlinear or asymmetrical.

### 3.2 Bilateral or OTC trading

Unlike clearly standardized contracts, bilateral over the counter (OTC) contracts can be highly complicated. There are a large number of different kinds of contracts, ranging from spot, forward and swing options to contracts with the option of terminating trading on a bilateral basis. OTC trading is performed directly with a party or via a broker. Examples of broker platforms are Spectron, GFI, Prebon, TFS and ICAP (Figure 8).

**Slika 8**  
Brokerska platforma  
Spectron [13]  
Figure 8  
Spectron broker  
platforms [13]



Spot tržište predstavlja tržište dan unaprijed s fizičkom isporukom i analogno je kao kod trgovanja na burzi samo što se dogovara izravno i manji je broj produkata (obično se trguje temeljni, vršni i noćni dijagram).

Unaprijednica (*forwards*) je ugovor koji predstavlja obvezu kupnje ili prodaje fiksne količine električne energije prema unaprijed određenoj ugovornoj cijeni, znanom i kao cijena unaprijednice, u neko vrijeme u budućnosti (znano i kao vrijeme trajanja). Trajanje unaprijednice za električnu energiju je od par sati do par godina, iako se mora reći da tržišta nisu likvidna iznad dvije godine. U pravilu su to ugovori s fizičkom isporukom električne energije (kratkoročni, srednjoročni, dugoročni), iako mogu biti i financijski (srednjoročni, dugoročni), vezani za indeks cijene na nekom tržištu za vrijeme trajanja ugovora. Unaprijednice za električnu energiju su glavni instrument upravljanja rizicima vezanim za cijenu električne energije. Npr. opskrbljivači kombiniraju više mjesečnih ugovora da bi dobili dugoročni profil svojih kupaca.

Postoje dva tipa opcija koje se koriste u Europi: europske opcije koje su povezane s ročnicama i azijske opcije koje su povezane sa spot ugovorima. OTC opcije najčešće se realiziraju financijski.

Razvoj tržišta električnom energijom i razvijanje metoda za vrednovanje opcija dovelo je do stvaranja opcija za električnu energiju temeljenih, ne samo na cijeni električne energije (kao kod *plain vanilla* opcija), nego i na temelju drugih veličina kao što su količina, mjesto i vrijeme isporuke. Obično se takve opcije koriste u upravljanju rizikom u kratkoročnom i srednjoročnom razdoblju, od par mjeseci do par godina. Opcije za električnu energiju starije od tri godine obično su dio dugoročnih ugovora o opskrbi ili kupnji i kao takve dio su složenih transakcija [6]. *Spread* opcija predstavlja *multi-commodity* opciju i temelji se na razlici cijena između dvije robe. Mogu se temeljiti na razlici cijena između: cijena iste robe na dvije različite lokacije (*location spreads*), cijena iste robe u dvije vremenske točke (*calendar spreads*), ulaznih i izlaznih cijena u proizvodnom procesu (*processing spreads*) i cijena iste robe s različitim kvalitetom (*quality spreads*).

Mnoge kompanije u energetici u većoj su mjeri izložene razlici cijena dviju povezanih roba (npr. ugljena i električne energije), nego cijeni jedne robe (npr. samo električne energije). Ova izloženost javlja se kada kompanija koristi jednu robu kao ulaz, a proizvodi drugu robu. Razlika između ulazne i izlazne cijene u tom je slučaju znana kao *crack spread* (kod naftne industrije *crack* znači tehnološki proces kojim se dobivaju

The spot market is actually a day-ahead market with physical delivery and analogously it is like trading on an exchange except that the negotiations are direct and there are a smaller number of products (usually base-load, on-peak and off-peak diagrams are traded).

A forward is a contract that represents the obligation of purchasing or selling fixed amounts of electrical energy according to a predetermined contracted price, known as the forward price, at a time in the future, known as the maturity or expiration time. The maturity time of a forward for electrical energy is from a couple of hours to a couple of years, although it must be said that markets are not liquid for more than two years. As a rule, these are contracts with the physical delivery of electrical energy (short-term, medium-term or long-term), although they can also be financial (medium-term or long-term), and linked to the price index on a market for the time of the contract. Forwards for electrical energy are generally instruments of risk management linked to the price of electrical energy. For example, suppliers combine several monthly contracts in order to obtain a long-term profile of their customers.

There are two types of options that are used in Europe: European options that are connected with futures and Asian options that are connected with spot contracts. OTC options are most often settled financially.

The development of the electrical energy markets and the development methods for the valorization of options have led to the creation of options for electrical energy based not only upon the electricity price (such as a vanilla option), but also upon the basis of other measurements such as the quantity, time and place of the delivery. Such options are usually used in risk management during a short-term or medium-term period, from a couple of months to a couple of years. Options for electrical energy older than three years are generally part of long-term supply contracts or purchase contracts, and as such are part of more complex transactions [6]. A spread option represents a multi-commodity option and is based upon the difference in the prices between two commodities. Spread options can be based upon the differences in the prices of the same commodity at two different locations (location spreads), the price of the same commodity at two points in time (calendar spreads), input and output prices in the production process (processing spreads) and the prices of different qualities of the same commodity (quality spreads).

Many companies in the energy industry are more exposed to price differences for two positions of linked goods (for example, coal and electrical energy)

naftni derivati). Kod električne energije postoje termini *spark spread* (razlika cijene plina i električne energije) i *dark spread* (razlika cijene ugljena i nafte te električne energije). Dok potrošači žele indeksirane ugovore, proizvođači koriste *cross market* ugovore. Troškovi goriva čine najveći dio promjenjivih troškova i značajan dio ukupnih troškova i zato proizvođači žele živčiti.

Kako količina goriva koju treba živčiti nije poznata, jer to ovisi o budućem radu elektrana, nije primjenjivo korištenje unaprijednica ili ročnica. Najpoznatiji način za ovaj problem je korištenje *spark spread* opcija. *Spark spread* opcije su *cross commodity* opcije koje isplaćuju razliku između cijene električne energije koju prodaju elektrane i cijene goriva potrebnog da bi se ta energija proizvela. Količina goriva potrebna da bi se proizvela jedinična količina električne energije ovisi o faktoru korisnosti samog postrojenja.

Dosad opisani OTC ugovori služili su, osim definiranja isporuke električne energije, i za transfer rizika s jednog na drugog sudionika na tržištu. No, kupac električne energije možda i ne zna koliko će trebati električne energije i koliko će živčiti. Može se reći da postoji količinski rizik i postoje OTC ugovori koji imaju fleksibilne količine električne energije. Kupac takvog ugovora ima pravo mijenjati (eng. *swing*) količine i zato se ovi ugovori zovu *swing* opcije. Ugovori o opskrbi između potrošača i opkrbljivača su u biti tipične *swing* opcije. *Swing* opcije su preuzete iz plinskog gospodarstva. Poznate su i kao opcije s fleksibilnom nominacijom [14]. Mogu biti izvršavane dnevno ili do ograničenog broja dana u vremenu u kojem vrijedi opcija. Kod izvršavanja *swing* opcije dnevna količina može varirati između minimalnog i maksimalnog dnevnog volumena. Ukupna količina preuzeta u nekom vremenskom razdoblju ( npr. tjedan ili mjesec ) mora biti unutar određenih granica. Cijena po kojoj se izvršava *swing* opcija može biti ili fiksirana tokom cijelog trajanja ili određena na početku svakog razdoblja po nekoj unaprijed određenoj formuli. U slučaju da kupac ne preuzme minimalnu količinu energije, dužan je platiti penale koji mogu biti unaprijed određeni ili nadoknaditi štetu prodavatelju opcije zbog toga jer je smanjio prihode prodavatelja opcije (tj. uzmi ili plati princip). Većina velikih potrošača električne energije preferira ugovore o opskrbi s fleksibilnim uvjetima isporuke [12].

Zamjena (engl. *swap*) je financijski ugovor koji omogućuju njenom vlasniku plaćanje fiksne cijene za električnu energiju, kroz razdoblje trajanja ugovora, bez obzira na promjenjivu cijenu električne energije na tržištu. Ova izvedenica poznata je i kao engl. *contract for difference*. To

than to the prices of one commodity (for example, only electrical energy). This exposure occurs when a company uses one commodity as an input commodity and produces another commodity. The difference between input and output prices in this case is known as the crack spread (in the oil industry, *crack* means a technological process through which petroleum derivatives are obtained). In electrical energy, there are the terms *spark spread* (the difference between the prices of gas and electrical energy) and *dark spread* (the difference between the price of coal or oil and electrical energy). While consumers want indexed contracts, producers use *cross market* contracts. Fuel costs comprise the majority of the variable costs and a significant percentage of the total costs, which is why producers want to hedge.

Since the quantity of fuel that must be hedged is not known, because it depends upon the future operation of the power plant, the use of forwards or futures is not applicable. The best known approach to this problem is the use of *spark spread* options. *Spark spread* options are *cross commodity* options that pay the difference between the price of electrical energy sold by producers and the price of fuel needed in order to generate this energy. The quantity of fuel necessary in order to produce a unit amount of electrical energy depends upon the efficiency of the plant.

The previously described OTC contracts, besides defining the delivery of electrical energy, also serve for the transfer of risk from one market participant to another. However, perhaps a buyer of electrical energy does not know how much electrical energy will be needed and how much will be hedged. It can be said that there is quantity risk and there are OTC contracts that have flexible amounts of electrical energy. The buyer of such a contract has the right to *swing* the amounts, which is why these contracts are called *swing* options. Supply contracts between customers and suppliers are essentially typical *swing* options. *Swing* options have been taken over from the gas industry. They are known as options with flexible nomination [14]. *Swing* options can be settled daily or up to a limited number of days within the time that the option is valid. In the settlement of *swing* options, the daily quantity may vary between the minimum and maximum daily volume levels. The total quantity taken during a time period (for example, a week or a month) must be within certain determined limits. The price at which a *swing* option is settled may either be fixed during the entire duration or set at the beginning of every period according to a predetermined formula. In the event that a buyer does not take the minimum quantity of energy, the buyer is required to pay a penalty that can be pre-specified or compensate for the detrimental effect upon the option seller for this reason because the revenue of the option seller is reduced (the take-or-pay principle). The majority of

je ugovor koji ne uključuje fizičku razmjenu. Obe strane izvršavaju svoje ugovorne obveze prijenosom novca. U ugovoru se definira količina, trajanje, fiksna cijena i plivajuća cijena. Proizvođači prodaju zamjenu da bi fiksirali prodajnu cijenu. Potrošači energije koriste zamjenu da bi stabilizirali kupovnu cijenu. Zamjene električnom energijom koriste se u vrlo velikoj mjeri od kratkoročnog do dugoročnog osiguranja cijene. Mogu se pojednostavniti kao niz unaprijednica s različitim datumima izvršenja i istim cijenama za sve unaprijednice.

Zamjene su efikasan financijski instrument za živičenje *basis* rizika kod razlike cijena električne energije na dvije fizički različite lokacije. Lokacijske zamjene koriste se da bi zaključili fiksnu cijenu na nekoj lokaciji koja je različita od točke isporuke u ročnici. Osim lokacijske zamjene često se koriste i vremenske zamjene, npr. kada se želi fiksirati cijena energije u nekom razdoblju (npr. kupnja po fiksnoj cijeni na početku i prodaja po istoj cijeni na kraju mjeseca).

Indeksirani ugovori predstavljaju savršene ugovore za industrije koje imaju veliki udio troškova električne energije u ukupnim troškovima i žele se potpuno zaštititi od neželjenih kretanja na tržištu. Istodobno, spomenute industrije prodaju robe čije se cijene stalno mijenjaju i u čijim proračunima veliku stavku čini električna energija. Kako se volumen prodane robe stalno mijenja i mijenja se količina utrošene električne energije, živičenje unaprijednicama ne bi bilo dobro. Problem nesigurnosti količine može se riješiti vezajući cijenu električne energije s cijenom izlaznog proizvoda, tj. koristeći indeksirane ugovore. Cijena se može odrediti na temelju nekog indeksa, npr. cijena aluminijske. Na taj način živičenja je margina, tj. određena je fiksna zarada kao razlika između prihoda i troškova.

Kapice i dna (engl. *caps and floors*) predstavljaju ugovore s plivajućom cijenom, ali s maksimalnom i minimalnom razinom cijena. Ugovor s kapičom može biti podijeljen kao ugovor s plivajućom cijenom i serijom kupovnih opcija s izvršnom cijenom jednakom razini kapiče. Zbog toga je ova vrsta ugovora uvijek skuplja od običnog ugovora s plivajućom cijenom. Da bi postigao nižu cijenu, kupac može dogovoriti razinu dna, što u praksi znači da prodaje nazad seriju prodajnih opcija prodavaču osnovnog ugovora.

Neki ugovori imaju klauzulu prekida, što znači, da prodavatelj ima pravo prekinuti isporuku određeni broj puta u zamjenu za nižu cijenu ugovora. To je u biti unaprijednica s ugrađenom *call* opcijom. Opskrbljivači daju poticaj potrošačima da budu fleksibilniji u potrošnji u zamjenu za nižu cijenu.

large consumers of electrical energy prefer supply contracts with flexible delivery terms [12].

A swap is a financial contract that permits its owner to pay a fixed price for electrical energy over the contracted time period, regardless of the variable price of electrical energy on the market. This derivative is also known as a contract for difference. This is a contract that does not include physical swapping. Both parties settle their contractual obligations through monetary transfer. The contract defines the quantity, duration, fixed price and floating price. Producers sell a swap in order to fix the selling price. Energy consumers use a swap in order to stabilize the purchase price. Swaps of electrical energy are used extensively for providing short-term to long-term price security. They can be more simply understood as a series of forwards with various settlement dates and identical forward prices.

Swaps are effective financial instruments for hedging the basis risk of the difference in electricity prices at two physically different locations. Location swaps are used in order to set a fixed price at a location other than the point of delivery in a futures contract. In addition to location swaps, time swaps are also frequently used, for example in order to fix the energy price within a certain period (such as buying at a fixed price at the beginning of the month and selling at the same price at the end of the month).

Indexed contracts are the perfect contracts for industries where energy costs represent a large percentage of total costs, in order to protect themselves from undesirable market trends. At the same time, these industries sell commodities for which the prices constantly change and electrical energy represents a large item in their budgets. Since the volume of sold commodities changes constantly, the quantity of electrical energy consumed also changes, so that hedging with forwards would not be desirable. The problem of the uncertainty of quantities can be solved by linking the price of electrical energy to the price of the output product, i.e. using indexed contracts. Price can be determined on the basis of some index, for example, the price of aluminum. In this manner, margin is hedged, i.e. fixed earnings are set as the difference between revenues and costs.

Caps and floors are contracts with floating prices but maximum and minimum price levels. A contract with a cap can be classified as a contract with a floating price and serial call options with a strike price equal to the cap. Therefore, this type of contract is always more expensive than an ordinary contract with floating prices. In order to achieve a lower price, the buyer can contract the level of the floor, which in practice means selling back a series of put options to the seller of the basic contract.



Alternativa tome je gradnja kapitalno intenzivnih investicija. Popust na cijenu ovisi koliko često se događaju smanjenja isporuke i koliko prije se najavljuje. Ranija najava je bezbolnija od kasnije i time manje utječe na cijenu. *Swing* opcije i ugovori s mogućnošću prekida koriste se za živičenje količinskog rizika. Niti jedan ne gleda na realne faktore koji utječu na potrošnju i ponudu. Glavni faktor koji utječe na oba instrumenta je vrijeme. Temperatura utječe na potrošnju, a oborine na ponudu.

### 3.3 Elektrane kao instrument u živičenju

Zlatno pravilo s financijskih tržišta koje vrijedi i na tržištima električnom energijom je da se nikad ne ulazi u ugovore koji se ne mogu cjenovno definirati i čijim rizikom se ne može upravljati. Složene serije ugovora mogu se zamijeniti elektranama. Kada imamo svoje elektrane lako je kreirati veliki broj ugovora i lakše je upravljati rizicima. Mogućnost kreiranja novih ugovora i preuzimanje rizika na sebe kroz proces upravljanja rizicima predstavlja mogućnost dodatne zarade za proizvođače električne energije. Iako je otežano vrednovanje tradicionalnim metodama, moguće je uzimajući u obzir troškove pojedine elektrane vrednovati složene ugovore, npr. *swing* opcije. Općenito, elektrane se mogu predstaviti kao niz ugovora, npr. ročnica i opcija. Dovoljni proizvodni kapaciteti u mnogim slučajevima bolji su instrument živičenja od financijskih. Ako se na taj način promatraju proizvodni objekti vidljivo je da npr. plinska turbina može živičiti spot ugovor s kapićom. Fleksibilnost u proizvodnji kod akumulacijskih hidroelektrana čini ih pogodnim za živičenje, ne samo cjenovnih nego i količinskih rizika, što često nije moguće na tržištu. Fleksibilnost pogona samih elektrana određuje udio opcija u ukupnom nizu ugovora. Fleksibilnost u proizvodnji daje na vrijednosti u tržišnim uvjetima, omogućujući vlasniku iskorištavanje promjenljivosti cijena. Ispadi elektrana, s druge strane, ruše vrijednost. Pravilna kombinacija ugovora i proizvodnje u vlastitim elektranama omogućuje proizvođačima stvaranje novih proizvoda na kojima se, uz preuzimanje određenog rizika, može zaraditi više nego na klasičnim proizvodima [2].

Some contracts have a termination clause, which means that the seller has the right to terminate the delivery of a fixed number of times in exchange for a lower contract price. In essence, this is a forward with a call option. Suppliers provide an incentive for consumers to be flexible in consumption in exchange for a lower price. An alternative to this is the construction of capital-intensive investments. A price discount depends upon how often reduced deliveries occur and how much advance notification is provided. Earlier advance notification is less detrimental than late advance notification, and therefore has less of an impact on price. *Swing* options and contracts with termination clauses are used for hedging quantity risk. Neither is concerned with the real factors that affect supply and demand. The main factor that affects both instruments is weather. Temperature affects consumption and precipitation affects supply.

### 3.3 Power plants as an instrument in hedging

The golden rule from the financial markets that also applies to the electrical energy markets is never to enter a contract for which the price cannot be defined and the risk cannot be managed. A complex series of contracts can be replaced by power plants. When we have our own power plants, it is easy to create a large number of contracts and manage risk more easily. The possibility of creating new contracts and assuming risk through the risk management process represents an opportunity for additional earnings for producers of electrical energy. Although pricing is difficult with traditional methods, it is possible considering the costs of the individual power plants to assess a complex contract, such as a *swing* option. In general, power plants can be presented through a series of contracts, for example futures and options. Sufficient production capacities in many cases are better hedging instruments than financial instruments. If production facilities are considered in this manner, it is evident for example, that a gas turbine can hedge a spot contract with a cap. The flexible nature of the production of hydro storage power plants makes them suitable for hedging, not only price risks but also quantity risks, which is often not possible on the market. The operational flexibility of power plants determines the percentage of options in a total series of contracts. Flexibility in production adds value under market conditions, allowing the owner to take advantage of price volatility. When power plants go out of service, value is slashed. The right combination of contracts and production in producers' own power plants allows producers to create new products on which, with the assumption of a certain risk, it is possible to earn more than on classical products [2].

## 4 KORIŠTENJE IZVEDENICA U ENERGETSKIM KOMPAIJAMA ČLANICAMA EFET-a

### 4.1 Definiranje uzorka

U ovom istraživanju uzorak čine kompanije članice EFET-a. EFET je udruženje koje okuplja sudionike na tržištu električnom energijom, a koji se mogu baviti različitim poslovnim aktivnostima u energetskom lancu kao što su proizvodnja, opskrba, potrošnja i financiranje. EFET promiče stvaranje jedinstvenog, održivog, otvorenog, transparentnog i likvidnog europskog energetskog tržišta.

U rujnu 2006. godine EFET je imao 68 punopravnih i 22 pridružena člana. S obzirom da je EFET udruženje čija svrha je promicanje različitih interesa, tu su učlanjene razne kompanije: od kompanija čija je djelatnost vezana uz proizvodnju električne energije, preko trgovaca električnom energijom, proizvođača električne opreme, opskrbljivača električnom energijom, banaka, konzultanata, do kompanija čija je osnovna djelatnost vezana uz plin. Ako se u uzorak uključe samo kompanije koji su proizvođači električne energije i isključe podružnice pojedinih grupa u slučajevima kad se upravljanje rizicima obavlja na razini grupe, dolazi se do uzorka od 53 kompanije.

Sam način određivanja uzorka sastojao se u određivanju poslovnih aktivnosti pregledavajući web stranice pojedinih kompanija i proučavajući njihova godišnja izvješća kada se podatak o aktivnosti nije mogao pronaći na web stranicama. Nakon što se odredio konačan broj poduzeća u uzorku, sljedeća faza istraživanja bila je pronalazjenje njihovih godišnjih izvješća za 2005. godinu. Pri tome osnovni kriterij bio je godišnje izvješće na engleskom jeziku. Na web stranicama pronađeno je 38 godišnjih izvješća za 2005. godinu na engleskom jeziku, a za ostale poslana je zamolba za njihovo dobivanje. Zamolbe su poslana na elektroničke adrese osoba zaduženih za odnose s javnošću pojedinih kompanija ili na adrese kontakt osoba pojedinih kompanija pri EFET-u. Adrese kontakt osoba pojedinih kompanija pri EFET-u kao i potpuni popis punopravnih i pridruženih članova EFET-a s rujnom 2006. godine dobivene su u Tajništvu EFET-a. Na zamolbe je odgovorilo 12 kompanija, od toga 6 na engleskom, tako da je ukupan broj kompanija u uzorku 44. Dakle, od 53 kompanije, 44 imaju godišnje izvješće za 2005. na engleskom jeziku, 4 na ostalim jezicima, 3 nisu odgovorile na upit i dvije su negativno odgovorile na upit.

## 4 THE USE OF DERIVATIVES BY THE MEMBERS OF THE EUROPEAN FEDERATION OF ENERGY TRADERS (EFET)

### 4.1 Definition of sample

In this investigation, the sample was comprised of members of the European Federation of Energy Traders. The EFET is an association of participants on the electrical energy market, which engage in various activities in the energy chain such as production, supply, consumption and financing. The EFET promotes the creation of a single, sustainable, open, transparent and liquid European energy market.

In September 2006, the EFET had 68 regular members and 22 associate members. Since the EFET is an organization with the purpose of promoting various interests, a variety of companies are members, including those involved in activities connected with the production of electrical energy, electrical energy traders, producers of electrical equipment, suppliers of electrical energy, banks, consultants and companies whose basic operations are connected with gas. When only the companies that are producers of electrical energy are included in the sample and the branches of the individual groups are excluded in situations when risk management is performed at the group level, the sample is comprised of 53 companies.

The manner of determining the companies to be included in the sample consisted of identifying the activities of the individual companies by studying their web sites or annual reports, when the necessary data were not available on-line. After the determination of the final number of enterprises in the sample, the next phase of the investigation was to obtain their annual reports for the year 2005. The basic criterion was that the annual reports had to be in the English language. Thirty-eight annual reports for the year 2005 were found in the English language on company web sites, and requests were sent to the other companies for English versions. These requests were sent to the electronic addresses of the persons in charge of public relations for the individual companies or to the addresses of the contact persons of the individual companies at the EFET. The addresses of the contact persons of the individual member companies of the EFET and the full list of regular and associate EFET members were obtained in September 2006 from the secretariat of the EFET. Twelve companies responded to the requests, of which 6 provided reports that were in English, so that the total number of companies in the sample was 44. Thus, out of 53 companies, 44 had annual reports for the year 2005 in the English language, 4 in other languages, 3 did not respond to the request and 2 responded in the negative.

Prikupljena godišnja izvješća predstavljala su izvor podataka za provedbu istraživanja o korištenju izvedenica pri upravljanju cjenovnim rizikom među članicama EFET-a. Prikupljeni podaci analizirani su standardnim metodama deskriptivne statistike kao što su analiza aritmetičke sredine, minimalne i maksimalne vrijednosti, frekvencije, te univarijatnom analizom u kojoj se koristio T-test za dva mala međusobno neovisna uzorka, te Pearsonov test linearne korelacije.

#### 4.2 Analiza rezultata istraživanja

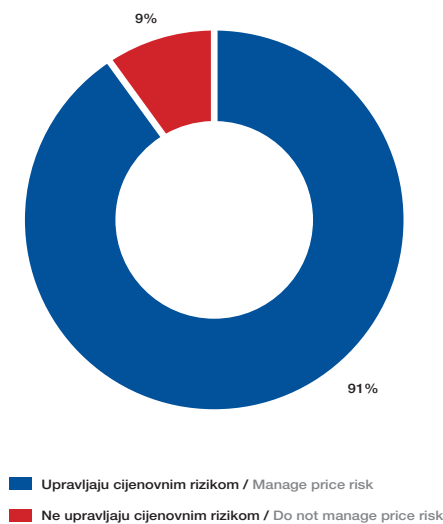
Kao što je vidljivo na slici 9 većina poduzeća iz uzorka upravlja rizikom promjene cijene električne energije koristeći neku vrstu instrumenata zaštite od rizika, dok samo 9 % poduzeća ne upravlja ovom vrstom rizika. Važno je naglasiti da se u ovom radu primarno istražuje korištenje izvedenih vrijednosnih papira pri upravljanju rizikom promjene cijene električne energije. Daljnjom analizom došlo se do podatka da je udio poduzeća koji ne živiči cjenovni rizik koristeći izvedenice manji od udjela poduzeća koji živiči koristeći izvedenice ili neke druge instrumente upravljanja rizicima (slika 10). Ovaj podatak govori da određeni broj analiziranih poduzeća upravlja rizikom promjene cijene električne energije, ali ne koristi izvedene vrijednosne papire. Može se pretpostaviti da ta poduzeća koriste instrumente kao što je prirodno upravljanje cjenovnim rizikom (tzv. *netting*), odnosno usklađivanje rizika promjene cijene električne energije koji proizlazi iz potraživanja i obveza poduzeća u nekom poslovnom razdoblju.

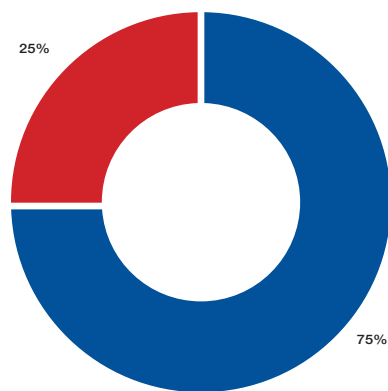
The collected annual reports represented a source of data for conducting an investigation on the use of derivatives in price risk management among the members of the EFET. The assembled data were analyzed using standard descriptive statistical methods, such as analysis of the arithmetic mean, minimum and maximum values, frequencies, and univariable analysis in which the T-test for two small mutually independent samples and the Pearson test of linear correlation were employed.

#### 4.2 Analysis of the investigation results

As evident in Figure 9, the majority of the companies from the sample manage the risk from changes in the price of electrical energy by using some type of risk protection instrument, while only 9 % of the companies do not manage this type of risk. It is necessary to emphasize that in this investigation, the primary emphasis was upon the use of derivative securities in managing the risk from price changes in electrical energy. Through further analysis, it was determined that the percentage of companies that do not hedge price risk by using derivatives is lower than the percentage of companies that hedge using derivatives or some other risk management instruments (Figure 10). This percentage shows that a certain number of analyzed companies manage the risk of changes in the price of electrical energy but do not use derivative securities. It can be assumed that companies use instruments such as natural price risk management, known as *netting*, or the coordination of the risk of changes in electricity prices that issue from the demand and obligations during a business period.

**Slika 9**  
Udio analiziranih poduzeća koja upravljanju cjenovnim rizikom [15]  
**Figure 9**  
Percentage of the analyzed companies that manage price risk [15]



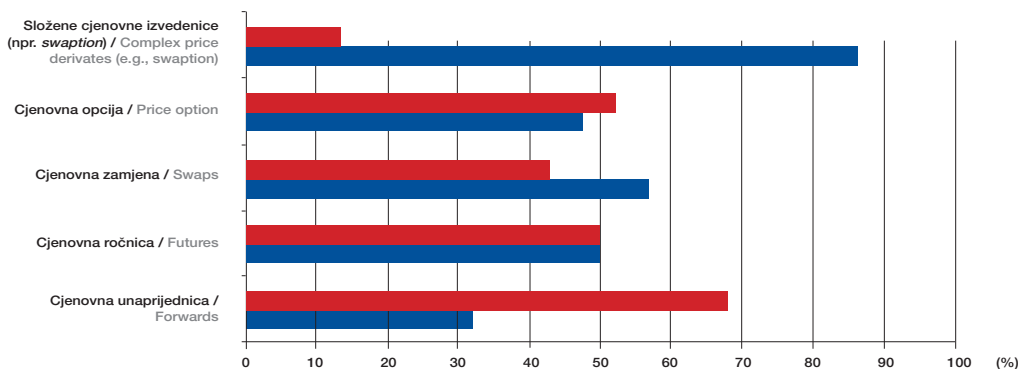


■ Koriste izvedenice pri upravljanju cijenovnim rizikom / Use derivatives in price risk management  
 ■ Ne koriste izvedenice pri upravljanju cijenovnim rizikom / Do not use derivatives in price risk management

**Slika 10**  
 Udio analiziranih poduzeća koja upravljaju cijenovnim rizikom koristeći izvedenice [15]  
**Figure 10**  
 Percentage of analyzed companies that manage price risk by using derivatives [15]

Što se tiče izvedenih vrijednosnih papira koji se koriste u analiziranim poduzećima, pri upravljanju rizikom promjene cijene električne energije, iz slike 11 vidljivo je da je cjenovna unaprijednica najpopularniji instrument koji je prisutan u 68,2 % poduzeća. Cjenovna opcija i cjenovna ročnica zastupljeni su u 50 % i 52,3 % analiziranih poduzeća, dok cjenovnu zamjenu koristi oko 43 % poduzeća. Složene izvedenice, koje predstavljaju inovativne kombinacije osnovnih vrsta izvedenih vrijednosnih papira poput kombinacije zamjene i opcije poznate pod nazivom *swaption*, koristi svega 13,6 % analiziranih poduzeća.

Regarding the derivative securities used in the analyzed companies in the risk management of the changes in price of electrical energy, from Figure 11 it is evident that the price forward is the most popular instrument, which is used by 68,2 % of the companies. Price options and price futures are used by 50 % and 52,3 % of the analyzed companies, respectively, while price swaps are used by approximately 43 % of the companies. Complex derivatives, which represent an innovative combination of the basic types of derivative securities, such as swaps and options known as *swaption*, are only used by 13,6 % of the analyzed companies.



**Slika 11**  
 Zastupljenost pojedinih izvedenica u upravljanju cijenovnim rizikom [15]  
**Figure 11**  
 The use of individual derivatives in price risk management [15]

	Cjenovna unaprijednica / Forwards (%)	Cjenovna ročnica / Futures (%)	Cjenovna zamjena / Swaps (%)	Cjenovna opcija / Price option (%)	Složene cjenovne izvedenice (npr. <i>swaption</i> ) / Complex price derivatives (e.g., <i>swaption</i> ) (%)
■ Koriste / Use	68,2	50	43,2	52,3	13,6
■ Ne koriste / Do not use	31,8	50	56,8	47,7	86,4

Univarijantnom analizom testirana je hipoteza o povezanosti veličine poduzeća i odluke poduzeća da upravlja rizikom cijene električne energije koristeći izvedene vrijednosne papire. Formirana su dva uzorka, prvi u kojem se nalaze poduzeća koja koriste cjenovne izvedenice i drugi u kojima su poduzeća koja ih ne koriste. T-test je pokazao da su poduzeća koja upravljaju cjenovnim rizikom koristeći izvedenice različita od poduzeća koja ih ne koriste prema kriteriju veličine (tablica 1). Na razini statističke značajnosti od  $p = 0,05$  poduzeća koja upravljaju cjenovnim rizikom koristeći izvedene vrijednosne papire veća su od poduzeća koja ih ne koriste mjereno ukupnom vrijednošću imovine kao i vrijednošću prihoda od prodaje ostvarenih u 2005. godini. Srednja vrijednost ukupne imovine korisnika izvedenica iznosi 40 834 836 eura, dok je srednja vrijednost poduzeća koja ne koriste izvedenice daleko manja i iznosi 9 303 573 eura. Dodatno, srednja vrijednost prihoda od prodaje korisnika izvedenica iznosi 29 284 542 eura, dok je srednja vrijednost prihoda od prodaje poduzeća koja ne koriste izvedenice čak šest puta manja i iznosi 4 613 718 eura. Važno je naglasiti da rezultati T-testa nisu potvrđeni korelacijskom analizom, jer Pearsonov koeficijent linearne korelacije nije pokazao statistički značajnu vezu između veličine poduzeća i korištenja izvedenih vrijednosnih papira. Stoga ovaj rezultat treba interpretirati s određenim oprezom.

Nalazima T-testa potvrđena je hipoteza da je veličina poduzeća utjecajan čimbenik na odluku o korištenju izvedenih vrijednosnih papira pri upravljaju cjenovnim rizikom što je potvrda prethodnih nalaza istraživanja. Tako su istraživanja [16], [17] i [18] dokazala da veća poduzeća u većoj mjeri koriste izvedene vrijednosne papire. Razlog tome leži u činjenici da program upravljanja rizicima i upotreba izvedenica zahtijevaju određena ulaganja te da ovi troškovi mogu obeshrabriti mala poduzeća da uđu u poslove upravljanja rizicima. Iz navedenih činjenica proizašla je teza da se mnogim poduzećima upravljanje rizicima ne isplati zbog visokih troškova te da postoji značajna ekonomija razmjera vezana uz troškove korištenja financijskih izvedenica koji uključuju plaće zaposlenika, informatičku opremu, trening i dodatne usluge, kao i različite transakcijske troškove te troškova nadzora življenih pozicija. Za brojna poduzeća, posebno ona manja, marginalna dobit od programa življenja može biti manja od marginalnih troškova. Zbog toga takva poduzeća ne koriste izvedenice iako su izložena tržišnim rizicima jer im to nije ekonomski isplativa aktivnost [18].

Employing univariable analysis, a hypothesis was tested on the connection between the size of a company and the company's decision to manage electrical energy price risk using derivative securities. Two samples were formed, the first consisting of companies that use price derivatives and the second consisting of companies that do not use them. The T-test demonstrated that companies that manage price risk by using derivatives differ from companies that do not use them according to the criterion of size (Table 1). At the statistical significance level of  $p = 0,05$ , companies that manage price risk using derivative securities are larger than companies that do not use them, measured according to the total value of property and sales revenues in the year 2005. The mean value of the total property of the users of derivatives amounts to 40 834 836 euros, while the mean value of companies that do not use derivatives is lower and amounts to 9 303 573 euros. In addition, the mean value of the sales revenues of the users of derivatives amounts to 29 284 542 euros, while the mean value of the revenues from sales of the companies that do not use derivatives is six times lower and amounts to 4 613 718 euros. It is important to emphasize that the results of the T-test are not confirmed by correlation analysis because the Pearson coefficient of linear correlation did not demonstrate a statistically significant connection between the size of a company and the use of derivative securities. Therefore, this result should be interpreted with a certain amount of caution.

According to the T-test findings, the hypothesis is confirmed that the size of a company is an influential factor in the decision to use derivative securities in the management of price risk, which is confirmation of previous study findings. The studies [16], [17] and [18] have demonstrated that larger companies use derivative securities to a greater extent. The reason for this lies in the facts that a risk management program and the use of derivatives require certain investment and that these costs can discourage a small enterprise from engaging in risk management operations. Therefore, it can be assumed that risk management is not cost effective for many enterprises due to the high costs and that there is a significant economy of scale connected with the costs of using financial derivatives that include employee salaries, informatics equipment, training and additional services, as well as various transactional costs and costs for the supervision of hedging positions. For many companies, especially smaller ones, the marginal profit from a hedging program can be lower than the marginal costs. Therefore, such companies do not use derivatives, despite exposure to market risks, because it is not a cost effective activity for them [18].

Tablica 1 – T-test – Korištenje izvedenica pri upravljanju cjenovnim rizikom [15]  
 Table 1 – T-test – The use of derivatives in price risk management [15]

	Korištenje cjenovnih izvedenica pri upravljanju rizicima / Use of price derivatives in risk management	Broj poduzeća / Number of companies	Srednja vrijednost / Mean value	Standardna devijacija / Std. deviation	Srednja vrijednost standardne greške / Std. error mean
Vrijednost ukupne imovine u 2005. godini / Total property value in 2005 (EUR)	Ne koristi / Do not use	11	9 303 573	7 613 767	2 295 637
	Koristi / Use	33	40 834 836	53 074 584	9 239 099
Vrijednost prihoda od prodaje u 2005. godini / Sales revenues in 2005 (EUR)	Ne koristi / Do not use	11	4 613 718	2 861 724	862 842
	Koristi / Use	33	29 284 542	54 237 356	9 441 512

		Levinov test jednakosti varijanci / Levene's test for equality of variances		T-test za jednakost srednjih vrijednosti / T-test for equality of means				
		F	Značajnost / Sig.	T	df	Značajnost (2-repa) / Sig. (2-tailed)	Razlika srednjih vrijednosti / Mean difference	Razlika standardne greške / Std. error difference
Vrijednost ukupne imovine u 2005. godini / Total property value in 2005 (EUR)	Pretpostavljene jednake varijance / Equal variances assumed	11,546	0,001	-1,949	42	0,058	-31 531 264	16 180 874
	Pretpostavljene različite varijance / Equal variances not assumed			-3,312	35,638	0,002	-31 531 264	9 520 026
Vrijednost prihoda od prodaje u 2005. godini / Sales revenues in 2005 (EUR)	Pretpostavljene jednake varijance / Equal variances assumed	6,548	0,014	-1,496	42	0,142	-24 670 824	16 489 622
	Pretpostavljene različite varijance / Equal variances not assumed			-2,602	32,529	0,014	-24 670 824	9 480 857

## 5 ZAKLJUČAK

U ovom se radu primarno istraživalo korištenje izvedenih vrijednosnih papira pri upravljanju rizikom promjene cijene električne energije. Istraživanje je pokazalo da 75 % poduzeća članica EFET-a upravlja rizikom promjene cijene električne energije koristeći neke od izvedenih vrijednosnih papira kao instrumente zaštite od rizika, dok 25 % poduzeća ne upravlja ovom vrstom rizika koristeći izvedenice.

Daljnjom analizom došlo se do podatka da je cjenovna unaprijednica najpopularniji instrument koji je prisutan u čak 68,2 % poduzeća. Taj podatak ne začuđuje ako se uzme u obzir da je unaprijednica vrsta nestandardiziranog terminskog ugovora čije se karakteristike najvećim dijelom određuju bilateralnim dogovorom između kupca i prodavatelja unaprijednice. Na taj način kupcu unaprijednice omogućeno je da prilagodi karakteristike ugovora svojim specifičnim potrebama. Cjenovna opcija i cjenovna ročnica također su instrumenti koji su zastupljeni u 50 ili više posto analiziranih poduzeća. Ta dva instrumenta, posebice ročnica kao druga vrsta terminskog ugovora, primjeri su standardiziranih izvedenih vrijednosnih papira kojima se trguje na burzi. Te izvedenice stoga su manje fleksibilne od unaprijednih terminskih ugovora ili zamjena, no prednost njihovog korištenja ogleda se u povećanoj sigurnosti trgovanja zbog strogih pravila burze te postojanja klirinških kuća koje osiguravaju izvršenje svakog sklopljenog ugovora.

Cjenovne zamjene manje su prisutne kao instrument zaštite od rizika promjene cijene električne energije u usporedbi s gore analiziranim izvedenicama (koristi ih 43,2 % poduzeća), no još uvijek se može reći da nisu zanemarene. Složene izvedenice, koje predstavljaju inovativne kombinacije osnovnih vrsta izvedenih vrijednosnih papira poput kombinacije zamjene i opcije poznate pod nazivom *swaption*, koristi svega 13,6 % analiziranih poduzeća. Razloge male zastupljenosti ovih inovacija s tržišta izvedenih vrijednosnih papira treba tražiti u činjenici da temeljne vrste izvedenica poput terminskih ugovora, zamjena i opcija, u potpunosti zadovoljavaju potrebe poduzeća za zaštitom od rizika promjene cijene električne energije.

Univarijatnom analizom potvrđeno je da je veličina poduzeća utjecajan čimbenik na odluku o korištenju izvedenih vrijednosnih papira pri upravljanju cjenovnim rizikom. Razlog tome je što programi upravljanja rizicima i upotreba izvedenica zahtijevaju određena ulaganja i troškove koji mogu obeshrabriti mala poduzeća da uđu u poslove upravljanja rizicima.

## 5 CONCLUSION

This article is primarily a study of the use of derivative securities in price risk management for electrical energy. Research has demonstrated that 75 % of the member companies of the EFET manage the risk of variable electrical energy prices by using some types of derivative securities as instruments for risk protection, while 25 % of the member companies do not manage this type of risk by using derivatives.

Further analysis demonstrated that the price forward is the most popular instrument, which is used by 62,2 % of the companies. This is not surprising, taking into account that a forward is a type of nonstandardized term contract, the characteristics of which are for the most part determined by bilateral negotiation between the forward buyer and seller. In this manner, the forward buyer is able to adjust the characteristics of the contract to his specific needs. Price options and price futures are also instruments that are used by over 50 % of the companies analyzed. These two instruments, especially futures as another type of term contract, are examples of standardized derivative securities that are traded on an exchange. Therefore, these derivatives are less flexible than forwards or swaps. However, the advantage of using them is reflected in increased trading security due to the strict regulations on the exchanges and the existence of clearing houses that insure the implementation of each contract entered.

Price swaps are less widely used as instruments of protection from the risk of the variable prices of electrical energy in comparison to the above-analyzed derivatives (used by 43,2 % of the companies), but it is still possible to say that their use is not negligible. Complex derivatives, which represent an innovative combination of the basic types of derivative securities such as combination swaps and options, known as *swaption*, are only used by 13,6 % of the companies analyzed. The reasons for the small representation of these innovations in the derivative securities market should be sought in the fact that the basic types of derivatives, such as term contracts, swaps and options, completely meet the needs of the companies for risk protection from the variable prices of electrical energy.

Through univariable analysis, it was confirmed that the size of an enterprise is an influential factor on the decision to use derivative securities in price risk management. The reason for this is that risk management programs and the use of derivatives require certain investments and expenditures that can discourage small companies from entering risk management operations.

---

## LITERATURA / REFERENCES

- [1] BARTRAM, S. M., Corporate Risk Management as a Lever for Shareholder Value Creation, Financial-markets, institutions and instruments, 9(5), Blackwell Publishing, Columbus, Ohio, 2000
- [2] UNGER, G., Hedging Strategy and Electricity Contract Engineering, Swiss Federal Institute of Technology, Doctor Dissertation, Diss ETH No 14727, Zurich, 2002
- [3] CIGRÉ SC 38, Advisory Group 05, Task Force 38-05-12, Portfolio and Risk Management for Power Producers and Traders in an Open Market, 2000
- [4] OJANEN, O. J., Comparative Analysis of Risk Management Strategies for Electricity Retailers, Helsinki University of Technology Master's Thesis, Helsinki, 2002
- [5] [www.pointcarbon.com](http://www.pointcarbon.com)
- [6] KAMINSKI, V. (editor), Managing Energy Price Risk, Risk Books, London, 2004
- [7] WERNER, A., Risk Measurement in the Electricity Market, Master's Thesis, University of Oxford, Oxford, 2002
- [8] EYDELAND, A., WOLYNIEC, K., Energy Risk Management, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2003
- [9] DE JONG, C., WALET, K., Managing the Spark Spread, Maycroft Consultancy, Amsterdam, 2003
- [10] RONN, E. I. (editor), Real Options and Energy Management, Risk Books, London, 2002
- [11] [www.eex.de](http://www.eex.de)
- [12] DENG, S. J., OREN, S.S., Electricity Derivatives and Risk Management, Energy Vol. 31, Oxford University Press, 2006
- [13] [www.spectrongroup.com](http://www.spectrongroup.com)
- [14] JAILLIET, P., RONN E. I., TOMPAIDIS, S., Valuation of Commodity-Based Swing Options, Management Science Dec 2003, Evanston/Chicago, 2003
- [15] SPRČIĆ, P., Upravljanje cjenovnim rizicima u energetske kompanijama, Magistarski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2007.
- [16] NANCE, D.R., SMITH, C.W., SMITHSON, C.W., On the Determinants of Corporate Hedging, Journal of Finance 48, Blackwell Publishing on behalf of the American Finance Association, Columbus, Ohio, 1993
- [17] GECZY, C., MINTON, B.A., SCHRAND, C., Why Firms Hedge: Distinguishing Among Existing Theories, Journal of Finance 52(4), Blackwell Publishing on behalf of the American Finance Association, Columbus, Ohio, 1997
- [18] ALLAYANNIS, G., WESTON, J., The Use of Foreign Currency Derivatives and Firm Market Value, The Review of Financial Studies, 14(1), Oxford University Press, 2001

---

Uredništvo primilo rukopis:  
2007-07-10

Manuscript received on:  
2007-07-10

Prihvaćeno:  
2007-07-24

Accepted on:  
2007-07-24