

# Optimalna zajednička ponuda hidroelektrane i termoelektrane na tržištu električne energije

---

**Višević, Bartol**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2014**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:323021>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-09**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Diplomski studij elektroenergetike**

**OPTIMALNA ZAJEDNIČKA PONUDA  
HIDROELEKTRANE I TERMOELEKTRANE NA  
TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE**

**Diplomski rad**

**Bartol Višević**

**Osijek, 2014.**

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	2
2.1. Potražnja .....	3
2.2. Ponuda .....	4
2.3. Elastičnost ponude i potražnje .....	5
2.4. Tržišna ravnoteža.....	6
2.5. Proizvođačev i potrošačev višak.....	7
2.6. Tipovi konkurencije na tržištu .....	7
2.7. Preustroj organizacije elektroprivrednih poduzeća .....	8
2.7.1. Vertikalno integrirane kompanije .....	8
2.7.2. Proces restrukturiranja i deregulacije.....	9
2.7.3. Tržišni sudionici na otvorenom tržištu .....	10
2.8. Veleprodajno tržište električne energije .....	11
2.8.1. Vremenska dimenzija tržišta .....	11
2.8.2. Geografska dimenzija tržišta.....	13
2.8.3. Struktura tržišta .....	13
3. HIDROELEKTRANE.....	16
3.1. Princip rada hidroelektrane.....	16
3.2. Ulazno-izlazna karakteristika hidroelektrane .....	18
3.3. Troškovi proizvodnje.....	21
3.4. Dinamička i ekološka ograničenja.....	21
3.5. Ograničenja matematičkog modela hidroelektrane .....	22
4. TERMOELEKTRANE .....	25
4.1. Princip rada termoelektrane .....	26
4.2. Troškovi proizvodnje.....	26
4.2.1. Troškovi u kratkoročnom razdoblju.....	27
4.2.2. Troškovi u dugoročnom razdoblju.....	30
4.3. Kompenzacija troškova pokretanja .....	31
4.4. Dinamička i ekološka ograničenja.....	31
4.5. Ograničenja matematičkog modela termoelektrana .....	32
4.5.1. Troškovi pokretanja .....	32
4.5.2. Minimalno vrijeme u pogonu i izvan pogona .....	36
4.5.3. Ograničenja promjene proizvodnje.....	37

5. ZAJEDNIČKA FUNKCIJA CILJA .....	39
5.1. Opis odabranog proizvodnog sustava hidroelektrana.....	40
5.2. Prilagodba matematičkog modela hidroelektrana proizvodnom sustavu .....	42
5.3. Opis odabranog proizvodnog sustava termoelektrana.....	43
5.4. Prilagodba matematičkog modela termoelektrana proizvodnom sustavu .....	44
5.5. Zajedničko ograničenje hidroelektrana i termoelektrana .....	46
5.7. Cijene električne energije za promatrani period simulacije .....	47
6. SIMULACIJE MODELA PROIZVODNOG SUSTAVA .....	49
6.1. Opis procesa analize rezultata .....	49
6.2. Osnovna simulacija proizvodnog sustava.....	53
6.3. Simulacija bez bilateralnog ugovora .....	60
6.4. Simulacija s povećanom budućom cijenom električne energije.....	63
6. ZAKLJUČAK .....	68
SAŽETAK.....	70
ABSTRACT .....	71
ŽIVOTOPIS .....	72
LITERATURA.....	73
PRILOZI.....	75

## SAŽETAK

Zadatak rada je razraditi teorijske osnove kratkoročnog planiranja rada sustava hidroelektrana i termoelektrana u uvjetima tržišta električne energije s vremenskom dimenzijom za dan unaprijed. Uvodni dio rada bavi se opisom modela tržišta te tržišnim sudionicima, a zatim se proučavaju teorijske osnove proizvodnje električne energije iz hidroelektrana i termoelektrana.

Parametri proizvodnog sustava hidroelektrana i termoelektrana preuzeti su iz studija i knjiga navedenih u literaturi dok su informacije o cijenama električne energije preuzete s Europskog tržišta električne energije EPEX SPOT. Realizirani matematički model oblikovan na temelju teorijski osnova rada elektrana te fizikalnih i ekonomskih ograničenja, prilagođen je odabranim parametrima proizvodnog sustava i pomoću programskog paketa MATLAB prebačen u programski oblik kako bi se provele tri simulacije.

Analiza rezultata optimizacije pokazuje da hidroelektrane, zbog zanemarivih troškova proizvodnje, rade punim kapacitetom kroz gotovo cijeli period planiranja dok termoelektrane svoju proizvodnju značajno smanjuju u razdobljima nižih cijena električne energije. Simulacija s bilateralnim ugovorom pokazala se kao profitabilnija opcija jednako kao i simulacija gdje je buduća cijena električne energije povećana što je dovelo do značajnog povećanja vrijednosti akumulirane vode na kraju perioda planiranja.

**Ključne riječi:** tržište električne energije, kratkoročno planiranje, matematički model, simulacija, bilateralni ugovor, vrijednost akumulirane vode

## **ABSTRACT**

The purpose of this paper is to elaborate the theoretical basis of short-term planning, for both hydro and thermal power plants, in the electricity market with the time dimension of one day ahead. The introductory part of the paper describes basic form of electricity market and introduces market participants. Afterwards, theoretical foundations of electricity production from hydropower and thermal power plants will be examined.

The parameters of the production system, for both hydro and thermal power plants, are taken from studies and books referred in the literature and informations about electricity prices are taken from the European electricity market EPEX SPOT. Mathematical model of production system is designed according to the theoretical foundations of power plants operation including physical and economical constraints. Mathematical model was then adapted to the parameters of the production system and converted to a computer program using the MATLAB programming package so three simulations could be analyzed.

Analysis of the optimization results shows that hydro power plants operate at full capacity through almost the entire planning period because of variable operation costs that are equal to zero, while thermal power plants significantly reduce their power production during periods of lower electricity prices. Simulation with bilateral agreement proved to be a more profitable option, as well as simulation where expected electricity price is increased, which led to a significant increase in the value of the accumulated water at the end of the planning period.

**Key words:** electricity market, short-term planning, mathematical model, simulation, bilateral agreement, value of stored water