

PRIPREMA ZA MEĐUISPIT

mr.sc. Vesna Bukarica



Nastavne aktivnosti po tjednima

- | | |
|---|---|
| 1 | Uvod + Energija u svijetu danas |
| 2 | Liberalizacija tržišta električne energije |
| 3 | Osnove tržišta + Koncepti iz teorije tvrtki |
| 4 | Rizici, tržišta i ugovori |
| 5 | Organizacija tržišta električne energije |
| 6 | Sudionici tržišta električne energije |
| 7 | Priprema za MI + priprema za Projekt |
| 8 | Međuispiti – I. tjedan |

Uvod u ekonomiju – što treba znati?

- Osnovne postavke ekonomske teorije
 - Oskudnost i efikasnost
- 10 principa ekonomije
 - Oportunitetni trošak
- Granica proizvodnih mogućnosti

Uvod u ekonomiju – primjeri pitanja

■ **Abc pitalice:**

■ Efikasna ekonomija nalazi se na:

- a) na granici svojih proizvodnih mogućnosti
- b) iznad granice svojih proizvodnih mogućnosti
- c) ispod granice svojih proizvodnih mogućnosti

■ **Objasnite...** (npr. pojam oportunitetnog troška)

■ **Zadaci**

- *Zemlja A i zemlja B proizvode proizvode X i Y. Zemlja A troši i proizvodi 8 jedinica proizvoda X i 40 jedinica proizvoda Y, a zemlja B 10 jedinica proizvoda X i 30 jedinica proizvoda Y. Ukoliko zemlja A ima na raspolaganju 800 jedinica rada, a zemlja B 600 jedinica rada odredite njihove krivulje proizvodnih mogućnosti (grafički i jednađbom).*
 - $8X+40Y=800$; $10X+30Y=600$

Energija u svijetu – što treba znati?

- Nikako ne točne brojke, postotke i sl., ali okvirne odnose i opću sliku DA!
- Npr. stanje rezervi, dostupnost električne energije, odnose razvijenosti i potrošnje energije i sl.

Energija u svijetu – primjeri pitanja

■ Abc pitalice

- *Oko 60% poznatih rezervi nafte i 40% poznatih rezervi plina nalazi se u(na)?*
 - i. Rusiji*
 - ii. Aziji*
 - iii. Bliskom istoku*
 - iv. Sjeverna Amerika*

■ Objasnite...

- *Vežu BDP-a i potrošnje primarne energije, kretanje cijena nafte, razlika primarne i neposredne potrošnje energije, svjetska kretanja potrošnje primarne energije...*

Liberalizacija tržišta EE - što treba znati?

- Liberalizacija – razlozi, procesi
- Razdvajanje (vertikalno integrirane tvrtke)
- Igrači na tržištu i njihove djelatnosti
- Modeli konkurentskih tržišta
- Utjecaji liberalizacije na cijene energije
- Situacija u Hrvatskoj

Liberalizacija tržišta EE – primjeri pitanja

■ ABC pitalice

■ *HEP Operator prijenosnog sustava?*

- i. bavi se reguliranom djelatnošću*
- ii. bavi se tržišnom djelatnošću*
- iii. bavi se samo tehničkim vođenjem sustava*
- iv. bavi se samo poravnanjima (settlement)*

■ Objasnite...

- *Objasnite model potpuno konkurentskog tržišta električne energije. Nacrtajte model sa svim igračima. Nabrojite igrače na tržištu EE u Hrvatskoj....*
- *Način formiranja cijene energije*

Osnove tržišta + Teorija tvrtke – što treba znati?

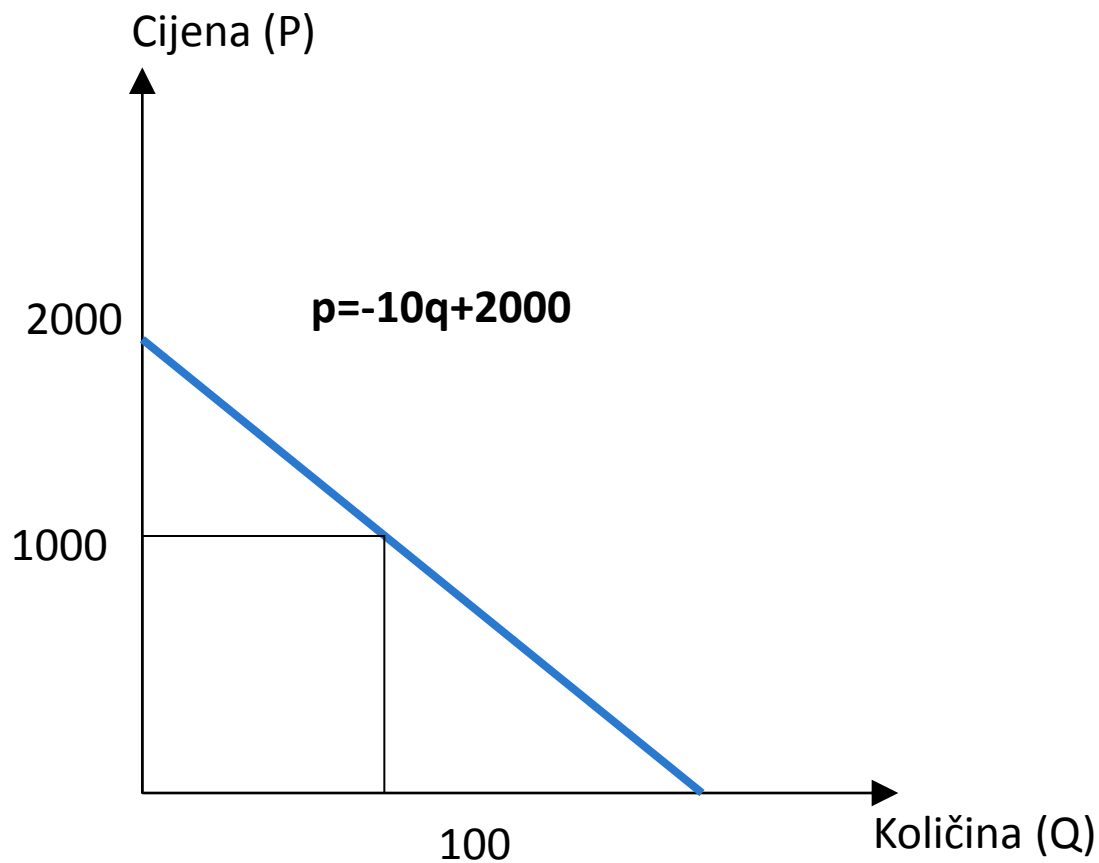
- Elastičnost ponude i potražnje
- Ravnoteža ponude i potražnje – ekvilibrij, probitak (višak), društveno blagostanje
- Troškovi (TC, FC, VC, AC, MC)
 - Točka pokrića, točka prestanka proizvodnje
- Uvjet maksimizacije profita ($P=MC$)
 - $\Pi = P \cdot Q - C$; $d\Pi/dQ = 0$
- Tržišne strukture
 - Savršena konkurencija
 - Monopol
 - Oligopol (Cournot, Bertrand)

Osnove tržišta + Teorija tvrtke – primjeri pitanja (1)

Zadatak: Potražnja za nekim proizvodom određena je jednadžbom $p = -10q + 2000$, gdje je q količina proizvoda, a p jedinična cijena proizvoda.

- i. Odredite maksimalnu potrošnju ovog proizvoda.
- ii. Odredite cijenu koju ni jedan potrošač nije spreman platiti za ovaj proizvod.
- iii. Odredite maksimalan višak (probitak) potrošača. Objasnite zašto potrošači neće moći realizirati ovaj višak.
- iv. Za cijenu p je 1000 EUR/jedinici, izračunajte potrošnju, potrošačev bruto višak (probitak), dobit proizvođača i potrošačev neto višak.
- v. Kolika je elastičnost potražnje ako je cijena p 1000 EUR/jedinici.

Osnove tržišta + Teorija tvrtke – primjeri pitanja (1)



Osnove tržišta + Teorija tvrtke – primjeri pitanja (1)

- i. Odredite maksimalnu potrošnju ovog proizvoda.

$$\text{Uvjet } p = 0 \rightarrow q_{\max} = 200$$

- ii. Odredite cijenu koju ni jedan potrošač nije spreman platiti za ovaj proizvod.

$$\text{Uvjet } q = 0 \rightarrow p_{\max} = 2000 \text{ EUR/jedinici}$$

- iii. Odredite maksimalan višak (probitak) potrošača. Objasnite zašto potrošači neće moći realizirati ovaj višak.

Max. probitak potrošača je površina ispod pravca potražnje = $0,5 \cdot 2000 \cdot 200 = 200.000$ EUR.
Ovo se neće realizirati, jer bi to značilo da proizvođači prodaju po cijeni 0.

- iv. Za cijenu p je 1000 EUR/jedinici, izračunajte potrošnju, potrošačev bruto višak (probitak), dobit proizvođača i potrošačev neto višak.

Za cijenu p je 1000 EUR/jedinici: $q = 100$, potrošačev bruto višak (probitak) = $1000 \cdot 100 + 0,5 \cdot (2000 - 1000) \cdot 100 = 150.000$, dobit proizvođača = $1000 \cdot 100 = 100.000$ i potrošačev neto višak = $0,5 \cdot (2000 - 1000) \cdot 100 = 50000$.

- v. Kolika je elastičnost potražnje ako je cijena p 1000 EUR/jedinici.

$$E = p/q \cdot dq/dp = 1000/100 \cdot (-1/10) = -1$$

Osnove tržišta + Teorija tvrtke – primjeri pitanja (2)

- Funkcija kratkoročnih troškova neke tvrtke dana je izrazom:
 $TC(y)=10y^2+200y+100000$. Za koju se količinu postiže maksimalan profit ako je tržišna cijena proizvoda 2400 EUR? Koliki su prosječni troškovi?
- *Maksimalan profit se postiže kada su MC jednaki tržišnoj cijeni.*
 $MC=dTC/dy=20y+200=2400 \rightarrow y=110$
- $AC(y)=TC(y)/y=10x+200+100000/y$

Osnove tržišta + Teorija tvrtke – primjeri pitanja (3)

- Koliko će se smanjiti prihod monopoliste ako se pojavi još jedan „igrač“ na tržištu. Neka je krivulja potražnje zadana izrazom $P = -10Q + 1000$ (P u €/MWh). Neka su proizvodni troškovi jednaki nuli.

a. *monopolist*

*prihod je: $\pi = Q * P = Q * (-10Q + 1000) = 1000Q - 10Q^2$ | $\partial\pi/\partial Q$*

$$\partial\pi/\partial Q = 1000 - 20Q = 0$$

Količina: $Q = 50$ MWh

Cijena: $P = 500$ €/MWh

Prihod: $\pi = 25.000$ €

Osnove tržišta + Teorija tvrtke – primjeri pitanja (3)

- Koliko će se smanjiti prihod monopoliste ako se pojavi još jedan „igrač“ na tržištu. Neka je krivulja potražnje zadana izrazom **$P = -10Q + 1000$** (P u €/MWh). Neka su proizvodni troškovi jednaki nuli.

Duopol

$$\pi_1 = Q_1 * (1000 - 10 * (Q_1 + Q_2)) = 1000 Q_1 - 10 Q_1^2 - 10 Q_2 Q_1$$

$$\pi_2 = Q_2 * (1000 - 10 * (Q_2 + Q_1)) = 1000 Q_2 - 10 Q_2^2 - 10 Q_2 Q_1$$

$$\partial \pi_1 / \partial q_1 = 1000 - 20 Q_1 - 10 Q_2 = 0$$

$$\partial \pi_2 / \partial q_2 = 1000 - 20 Q_2 - 10 Q_1 = 0$$

Količina: $Q_1 = Q_2 = 33,3$ MWh odn. ukupno $Q = 66,66$ MWh

Cijena: $P = 333,3$ €/MWh

Prihod: $\pi_1 = \pi_2 = 11.100$ odn. ukupno $\pi = 22.200$ €

Monopolist je „izgubio“ $25.000 - 11.100 = 13.900$ €

Rizici, vrste tržišta i ugovora – što treba znati?

- Koncept, izvori i načini upravljanja rizicima
- Vrste tržišta i ugovora
 - Spot
 - Unaprijednice (*forward*) i ročnice (*futures*)
 - Opcije (*call, put*)
 - Ugovor za razlike (*CfD*)

Rizici, vrste tržišta i ugovora – primjeri pitanja (1)

- Ako ste u posjedu dvosmjernog Ugovora za razlike (CfD) i raspolazete sa 100 jedinica po 80 € koliko će vam cijena stvarno iznositi ako je na dan izvršenja cijena na spot tržištu 85 €? Opišite tijek novca.
 - *Nositelj dvosmjernog CfD izolirani su od spot tržišta. Dakle cjenovno su neutralni.*
 - *cijena na spot tržištu = €85*
 - *kupac plaća $100 \cdot 85 = €8500$ na spot tržištu*
 - *prodavatelj dobiva €8500 od spot tržišta*
 - *prodavatelj plaća kupcu €500*
 - *kupac efektivno plaća €8000*
 - *prodavatelj efektivno dobiva €8000*

Rizici, vrste tržišta i ugovora – primjeri pitanja (2)

- U posjedu ste *call* opcije po izvršnoj cijeni od 50 € po jedinici proizvoda, uz premiju od 5%. Hoćete li izvršiti ugovor, ako na dan izvršenja spot cijena iznosi 60 €? Zašto?
 - *Vrijednost vaše opcije kada se uračuna i premija je $1,05 \cdot 50 = 52,2$ €*
 - *Ta je cijena manja od spot cijene → izvršavate opciju!*

Organizacija tržišta EE - što treba znati?

- Specifičnosti EE kao proizvoda
- Ponuda i potražnja EE
- Spot i upravljano spot tržište EE
- Terminska tržišta (burza, bilateralno)

Organizacija tržišta EE – primjeri pitanja (1)

- Promatramo burzu električne energije. Tvrtnice A (potrošač) i B (proizvođač) su sklopile ugovor za razlike za kontinuiranu opskrbu 200 MW po cijeni 16 EUR/MWh. **Što se događa ako je cijena na tržištu 13 EUR/MWh?** Što ako potrošač tijekom jednog sata troši samo 100 MWh?
- *kupac plaća $200 \cdot 13 = \text{€}2600$ na spot tržištu*
- *prodavatelj dobiva $\text{€}2600$ od spot tržišta*
- *kupac plaća prodavatelju $\text{€}600$*
- *kupac efektivno plaća $\text{€}3200$*
- *prodavatelj efektivno dobiva $\text{€}3200$*

Organizacija tržišta EE – primjeri pitanja (1)

- Promatramo burzu električne energije. Tvrtnke A (potrošač) i B (proizvođač) su sklopile ugovor za razlike za kontinuiranu opskrbu 200 MW po cijeni 16 EUR/MWh. Što se događa ako je cijena na tržištu 13 EUR/MWh? **Što ako potrošač tijekom jednog sata troši samo 100 MWh?**
- *kupac plaća $100 \cdot 13 = \text{€}1300$ na spot tržištu*
- *prodavatelj dobiva €2600 od spot tržišta (tržište prihvaća svu njegovu proizvodnju)*
- *kupac plaća prodavatelju €600*
- *kupac efektivno plaća €1900*
- *prodavatelj efektivno dobiva €3200*

Organizacija tržišta EE – primjeri pitanja (2)

- Trgovanje na elektroničkoj burzi - Dvigrad Power raspolaže proizvodnim jedinicama i obvezama po ročnicama za 14-15sati 11. lipnja.

Jedinica	P_{\min} [MW]	P_{\max} [MW]	MC [€/MWh]
B (ugljen)	50	100	13
C (plin)	0	50	17

Vrsta ugovora	Datum ugovora	Cijena [€/MWh]	Kupac	Prodavač	Količina [MWh]
Dugoročni	1. Siječanj	14,0	Brig Energy	Dvigrad Power	50
Terminski	1. Svibanj	15,0	Brig Energy	Dvigrad Power	50

Organizacija tržišta EE – primjeri pitanja (2)

- Neposredno prije zaključenja na elektroničkoj burzi imamo stanje kao u tablici. Kakvo će poziciju zauzeti Dvigrad Power? Koliko će proizvoditi, a kakvo je neto stanje? Hoće li raditi plinska elektrana? Pretpostavite da je broker Dvigrad Power brži od ostalih.

11. lipanj 14:00 - 15:00	Oznaka	Količina [MWh]	Cijena [€/MWh]
Ponuda za prodaju EE (<i>bids to sell</i>)	B3	20	17,50
	B2	10	12,50
	B1	20	12,00
Ponuda za kupovinu EE (<i>offers to buy</i>)	O1	20	13,50
	O2	10	13,30
	O3	30	17,20

Organizacija tržišta EE – primjeri pitanja (2)

- *S vlastitom elektranom na ugljen proizvodi za ročne ugovore iznos 100 MW jer je MC niže od cijene.*
- *Kupuje B1 i B2 ($20 \cdot 12,0$ i $10 \cdot 12,5$) na elektroničkom tržištu i zatvara O1 i O2 ($20 \cdot 13,5$ i $10 \cdot 13,30$)*
- *Zatvara O3 plinskom elektranom.*
- *Dakle neto pozicija je 100 MW (proizvodnje na ugljen) + 30 MW (proizvodnja na plin) + 30 MW (trgovanja) = 160 MWh*

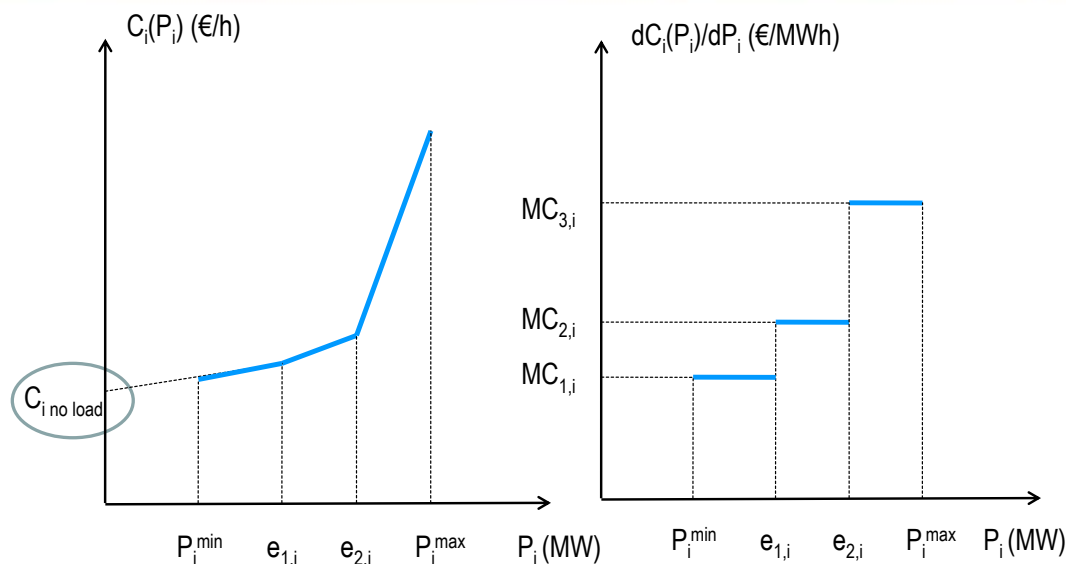
Sudionici na tržištu – što treba znati?

■ Pogled potrošača

- Prihvaćanje tarifa
- VoLL

■ Pogled opskrbljivača

- Problem: kupuje po varijabilnoj, prodaje po fiksnoj
- Predviđanje potrošnje smanjuje rizik
- Ovisnost profita o podudaranju predviđene i stvarne potrošnje



■ Pogled proizvođača

- Maksimizacija profita: $(MR_i = MC_i) = \pi$
- Aproksimacija troškova pravcima
- Dispečiranje
- Start-up
- Portfelj elektrana: cijena u sjeni
- Nesavršeno tržište (Bertrand, Carnout)

$$D = P_A + P_B$$

$$\frac{\partial \Omega_A}{\partial P_A} = \pi(D) - \frac{dC_A}{dP_A} + P_A \cdot \frac{d\pi}{dD} \cdot \frac{dD}{dP_A} = 0$$

$$\frac{\partial \Omega_B}{\partial P_B} = \pi(D) - \frac{dC_B}{dP_B} + P_B \cdot \frac{d\pi}{dD} \cdot \frac{dD}{dP_B} = 0$$

■ Hibridni sudionici (crpno akumulacijske HE)

Sudionici na tržištu – primjeri pitanja (1)

- **Gubitak proizvodnje u nekoj tvornici zbog prekida isporuke električne energije iznosi 10.000 EUR. Tvornica troši 5 MW svaki sat. Koliko će uprava tvornice biti spremna platiti za neprekinutu isporuku električne energije?**
- *$VoLL = 10.000 \text{ EUR} / 5 \text{ MWh} = 2 \text{ EUR} / \text{kWh}$*

Sudionici na tržištu – primjeri pitanja (2)

- Input-output krivulja plinske elektrane zadana je jednadžbom: $H(P)=120+9,3P+0,0025P^2$ MJ/h. Cijena plina je $F=1,20$ EUR/MJ, a ograničenja rada elektrane $P_{min}=200$ MW i $P_{max}=500$ MW. U 6-satnom razdoblju cijene po kojima je ova elektrana prodavala električnu energiju kretale su se kao što je zadano u tablici. Uz pretpostavku optimalnog dispečiranja te da je elektrana već na mreži i da se ne može isključiti, izračunajte profit ili gubitak elektrane u ovom razdoblju.

Razdoblje	1	2	3	4	5	6
Cijena (π) (EUR/MWh)	12,5	10	13	13,5	15	11

Sudionici na tržištu – primjeri pitanja (2)

Razdoblje	1	2	3	4	5	6	Ukupno
Cijena (π) (EUR/MWh)	12,5	10	13	13,5	15	11	
Snaga (MW)/Energija (MWh)	223,3	200,0	306,7	390,0	500,0	200,0	
Trošak (EUR)	2786,0	2496,0	3848,5	4952,7	6474,0	2496,0	
Zarada od prodaje (EUR)	2791,7	2000,0	3986,7	5265,0	7500,0	2200,0	
Profit (EUR)	5,6	-496,0	138,1	312,3	1026,0	-296,0	690,07

$$C(P)=F \cdot H(P)=1,2 \cdot (120+9,3P+0,0025P^2)=144+11,16P+0,003P^2$$

$$dC(P)/dP=11,16+0,006P= \pi \Leftrightarrow P= (\pi-11,16)/0,06$$

$$\Omega = \pi \cdot Q - C(P)$$

Varijacije na temu: uzeti u obzir start-up troškove, aproksimirati krivulju troškova pravcima, ...

Sudionici na tržištu – primjeri pitanja (3)

- **Dvigrad Power ima tri jedinice s krivuljama troška:**
 - Jedinica A: $10 + 1,2P_A + 0,02P_A^2$ €/h
 - Jedinica B: $15 + 1,4P_B + 0,04P_B^2$ €/h
 - Jedinica C: $15 + 1,6P_C + 0,06P_C^2$ €/h.
- **Ako Dvigrad Power ima ugovore o opskrbi potrošača za iznos od 450 MW i ako ima mogućnost kupovine energije na tržištu po 10 €/MWh**
 - (i) Kako će rasporediti svoje jedinice na mrežu?
 - (ii) Koliko će kupovati?

Sudionici na tržištu – primjeri pitanja (3)

- ***Uvjet: granični troškovi svake elektrane moraju biti jednaki i moraju biti jednaki cijeni po kojoj može kupovati***
 - *Iz ovog uvjeta izračunavamo snage svake elektrane:*
 - *Jedinica A: $1,2 + 0,04P_A = 10 \Rightarrow P_A = 220 \text{ MW}$*
 - *Jedinica B: $1,4 + 0,08P_B = 10 \Rightarrow P_B = 107,5 \text{ MW}$*
 - *Jedinica C: $1,6 + 0,12P_C = 10 \Rightarrow P_C = 70 \text{ MW}$*
 - *Kupovina: 52,5 MW (iz uvjeta da mora pokriti 450 MW)*
- ***Varijacije na temu: izračunati ukupne troškove, nema mogućnosti kupovine na tržištu nego treba minimizirati troškove (sustav nekoliko jednadžbi s isto toliko nepoznanica!), mogućnost prodaje više nego ugovoreno, ...***

Sudionici na tržištu – primjeri pitanja (4)

- Dvije kompanije prodaju električnu energiju. Troškovi proizvodnje zadani su jednadžbama: $C_A = 40 * P_A$ €/h i $C_B = 30 * P_B$ €/h. Ako je inverzna krivulja potražnje dana izrazom $\pi = 80 - D$ €/MWh odredite optimalni raspored elektrana (angažirane snage) temeljeno na natjecanju za količinu.

Sudionici na tržištu – primjeri pitanja (4)

■ ***Uvjeti:***

- $D = P_A + P_B$
- ***Maksimizacija profita:***

$$\frac{\partial \Omega_A}{\partial P_A} = \pi(D) - \frac{dC_A}{dP_A} + P_A \cdot \frac{d\pi}{dD} \cdot \frac{dD}{dP_A} = 0$$

$$\frac{\partial \Omega_B}{\partial P_B} = \pi(D) - \frac{dC_B}{dP_B} + P_B \cdot \frac{d\pi}{dD} \cdot \frac{dD}{dP_B} = 0$$

■ ***Rješenje:***

- $PA = 80 - D - 40 \Rightarrow PA = (40 - PB)/2 \Rightarrow PA = 10 \text{ MW}$
- $PB = 80 - D - 30 \Rightarrow PB = (50 - PA)/2 \Rightarrow PB = 20 \text{ MW}$
- ***Varijacije na temu: dodatno izračunati cijenu, prihode i profite za svaku tvrtku, ...***

Sudionici na tržištu – primjeri pitanja (5)

- Razmatramo pumpno - akumulacijsku hidroelektranu kapaciteta 1000 MWh i efikasnosti 75%. Operator ove HE odlučio se za sljedeću strategiju: akumulaciju punu tijekom 4 sata najniže cijene električne energije, a električnu energiju proizvodi 4 sata tijekom najviše cijene električne energije. Koliki je profit ili gubitak elektrane u razmatranom razdoblju, za kojeg su podaci dani u tablici.
- *Varijacije na temu: Kolika bi trebala biti efikasnost da profit/gubitak bude jednak nuli? Kako bi se promijenio profit/gubitak ako bi se akumulacija mogla napuniti/isprazniti za 2 sata? ...*

Pumpno-akumulacijska HE

Period	Cijena	Potrošnja	Proizvodnja	Prihod
	€/MWh	MWh	MWh	€
1	18,30	250,00	-	- 4.575,00
2	13,20	250,00	-	- 3.300,00
3	12,50	250,00	-	- 3.125,00
4	17,40	250,00	-	- 4.350,00
5	33,30	-	-	-
6	69,70	-	-	-
7	75,40	-	187,50	14.137,50
8	82,40	-	187,50	15.450,00
9	93,20	-	187,50	17.475,00
10	81,40	-	187,50	15.262,50
11	63,70	-	-	-
12	46,90	-	-	-
Ukupno		1.000,00	750,00	46.975,00

DA NE BI BILO IZNENAĐENJA 😊

Za pročitati - obvezno

- Daniel S. Kirschen, Goran Strbac, **FUNDAMENTALS OF POWER SYSTEM ECONOMICS**, John Wiley & Sons Ltd, London 2005

poglavlja 2. , 3. i 4.

ili

- Dahl, A. Carol, **MEĐUNARODNA TRŽIŠTA ENERGIJE (International Energy Markets)**, Kigen, Zagreb 2008.

poglavlja 6., 11. i 15.

- Čitati i dokumente koji vam dajemo u pretincu “**Materijali za čitanje**”

Zadaci koji dolaze na MI

2.1 A manufacturer estimates that its variable cost for manufacturing a given product is given by the following expression:

$C(q) = 25q^2 + 2000q$ [\$] where C is the total cost and q is the quantity produced

- Derive an expression for the marginal cost of production
- Derive expressions for the revenue and the profit when the widgets are sold at marginal cost.

2.2 The inverse demand function of a group of consumers for a given type of widgets is given by the following expression:

$\pi = -10q + 2000$ [\$] where q is the demand and π is the unit price for this product

- Determine the maximum consumption of these consumers
- Determine the price that no consumer is prepared to pay for this product
- Determine the maximum consumers' surplus. Explain why the consumers will not be able to realize this surplus
- For a price π of 1000\$/unit, calculate the consumption, the consumers' gross surplus, the revenue collected by the producers and the consumers' net surplus.
- If the price π increases by 20%, calculate the change in consumption and the change in the revenue collected by the producers.
- What is the price elasticity of demand for this product and this group of consumers when the price π is 1000\$/unit
- Derive an expression for the gross consumers' surplus and the net consumers' surplus as a function of the demand. Check these expressions using the results of part d.
- Derive an expression for the net consumers' surplus and the gross consumers' surplus as a function of the price. Check these expressions using the results of part d.

2.3 Economists estimate that the supply function for the widget market is given by the following expression:

$$q = 0.2 \cdot \pi - 40$$

- Calculate the demand and price at the market equilibrium if the demand is as defined in Problem 2.2.
- For this equilibrium, calculate the consumers' gross surplus, the consumers' net surplus, the producers' revenue, the producers' profit and the global welfare.

2.4 Calculate the effect on the market equilibrium of Problem 2.3 of the following interventions:

- A minimum price of \$900 per widget
- A maximum price of \$600 per widget
- A sales tax of \$450 per widget.

In each case, calculate the market price, the quantity transacted, the consumers' net surplus, the producers' profit and the global welfare. Illustrate your calculations using diagrams.

2.5 The demand curve for a product is estimated to be given by the expression:

$$q = 200 - \pi$$

Calculate the price and the price elasticity of the demand for the following values of the demand: 0, 50, 100, 150 and 200.

Repeat these calculations for the case in which the demand curve is given by the expression:

$$q = \frac{10\,000}{\pi}$$

Zadaci koji dolaze na MI

- 2.6 Vertically integrated utilities often offer two-part tariffs to encourage their consumers to shift demand from on-peak load periods to off-peak periods. Consumption of electrical energy during on-peak and off-peak periods can be viewed as substitute products. The table below summarizes the results of experiments that the Southern Antarctica Power and Light Company has conducted with its two-part tariff. Use these results to estimate the elasticities and cross-elasticities of the demand for electrical energy during peak and off-peak periods.

	On-peak price	Off-peak price	Average on-peak demand	Average off-peak demand
	π_1	π_2	D_1	D_2
	(\$/MWh)	(\$/MWh)	(MWh)	(MWh)
Base case	0.08	0.06	1000	500
Experiment 1	0.08	0.05	992	509
Experiment 2	0.09	0.06	985	510

- 2.7 Demonstrate that the marginal production cost is equal to the average production cost for the value of the output that minimizes the average production cost.

- 2.8 A firm's short-run cost function for the production of gizmos is given by the following expression:

$$C(y) = 10y^2 + 200y + 100\,000$$

- Calculate the range of output over which it would be profitable for this firm to produce gizmos if it can sell each gizmo for \$2400. Calculate the value of the output that maximizes this profit.
- Repeat these calculations and explain your results for the case in which the short-run cost function is given by

$$C(y) = 10y^2 + 200y + 200\,000$$

Zadaci koji dolaze na MI

- 3.2 The rules of the Syldavian electricity market stipulate that all participants must trade energy exclusively through the Power Pool. However, the Syldavia Aluminum Company (SALCo) and the Northern Syldavia Power Company (NSPCo) have signed a contract for difference for the delivery of 200 MW on a continuous basis at a strike price of 16 \$/MWh.
- Trace the flow of power and money between these companies when the pool price takes the following values: 16 \$/MWh, 18 \$/MWh and 13 \$/MWh.
 - What happens if during one hour the Northern Syldavia Power Company is able to deliver only 50 MWh and the pool price is 18 \$/MWh?
 - What happens if during one hour the Syldavia Aluminum Company consumes only 100 MWh and the pool price is 13 \$/MWh?
- 3.4 The operator of a centralized market for electrical energy has received the bids shown in the table below for the supply of electrical energy during a given period.

Company	Amount (MWh)	Price (\$/MWh)
Red	100	12.5
Red	100	14.0
Red	50	18.0
Blue	200	10.5
Blue	200	13.0
Blue	100	15.0
Green	50	13.5
Green	50	14.5
Green	50	15.5

- Build the supply curve
- Assume that this market operates unilaterally, that is, that the demand does not bid and is represented by a forecast. Calculate the market price, the quantity produced by each company and the revenue of each company for each of the following loads: 400 MW, 600 MW, 875 MW.
- Suppose that instead of being treated as constant, the load is represented by its inverse demand curve, which is assumed to have the following form:

$$D = L - 4.0 \cdot \pi$$

where D is the demand, L is the forecasted load and π is the price. Calculate the effect that this price sensitivity of demand has on the market price and the quantity traded.

Zadaci koji dolaze na MI

- 3.6 A company called Borduria Energy owns a nuclear power plant and a gas-fired power plant. Its trading division has entered into the following contracts for 25 January:

T-1. A forward contract for the sale of 50 MW at a price of 21.00 \$/MWh. This contract applies to all hours.

T-2. A long-term contract for the sale of 300 MW during off-peak hours at a price of 14.00 \$/MWh

T-3. A long-term contract for the sale of 350 MW at 20 \$/MWh during peak hours.

In addition, for the trading period from 2:00 to 3:00 P.M. on that day, it has entered into the following transactions:

T-4. A future contract for the purchase of 600 MWh at 20.00 \$/MWh

T-5. A future contract for the sale of 100 MWh at 22.00 \$/MWh

T-6. A put option for 250 MWh at an exercise price of 23.50 \$/MWh

T-7. A call option for 200 MWh at an exercise price of 22.50 \$/MWh

T-8. A put option for 100 MWh at an exercise price of 18.75 \$/MWh

T-9. A bid in the spot market to produce 50 MW using its gas-fired plant at 19.00 \$/MWh

T-10. A bid in the spot market to produce 100 MW using its gas-fired plant at 22.00 \$/MWh

The option fee for all call and put options is \$2.00/MWh. The peak hours are defined as being the hours between 8:00 A.M. and 8:00 P.M.

Borduria Energy also sells electrical energy directly to small consumers through its retail division. Residential customers pay a tariff of 25.50 \$/MWh

and commercial consumers pay a tariff of 25.00 \$/MWh. Borduria Energy does not sell electricity to industrial consumers.

The graph on Figure 3.3 shows the stack of bids that the spot market operator has received for the trading period from 2:00 to 3:00 P.M. on 25 January. In order to balance load and generation, it accepted bids for 225 MW in increasing order of price for that hour. The spot price was set at the price of the last accepted bid.

During that hour, the residential customers served by Borduria Energy consumed 300 MW, while its commercial customers consumed 200 MW. The nuclear power plant produced 400 MWh at an average cost of 16.00 \$/MWh. Its gas-fired plant produced 200 MWh at an average cost of 18.00 \$/MWh. All imbalances are settled at the spot market price.

- Calculate the profit or loss made by Borduria Energy during that hour.
- Calculate the effect that the sudden outage of the nuclear generating plant at 2:00 P.M. on 25 January would have on the profit (or loss) of Borduria Energy for that hour.

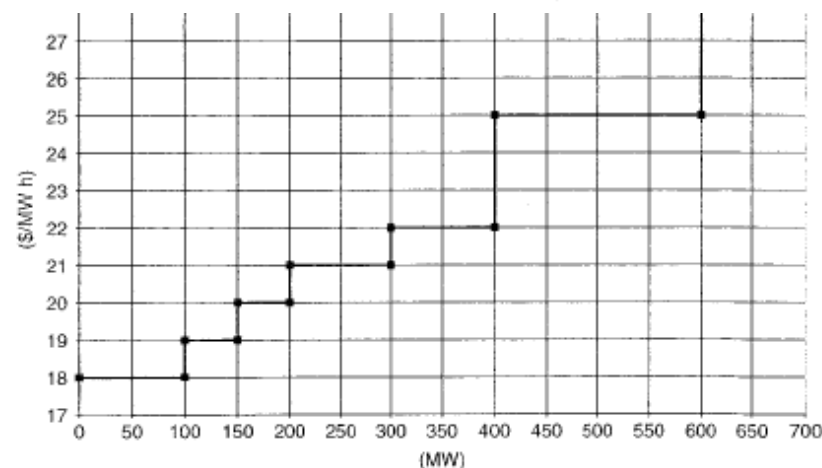


Figure 3.3 Stack of bids for Problem 3.6

Zadaci koji dolaze na MI

- 4.1 Cheapo Electrons is an electricity retailer. The table below shows the load that it forecast its consumers would use over a 6-h period. Cheapo Electrons purchased in the forward market and the power exchange exactly enough energy to cover this forecast. The table shows the average price that it paid for this energy for each hour. As one might expect, the actual consumption of its customers did not exactly match the load forecast and it had to purchase or sell the difference on the spot market at the prices indicated. Assuming that Cheapo Electrons sells energy to its customers at a flat rate of 24.00 \$/MWh, calculate the profit or loss that it made during this 6-h period. What would be the rate that it should have charged its customers to break even?

Period	1	2	3	4	5	6
Load Forecast (MWh)	120	230	310	240	135	110
Average cost (\$/MWh)	22.5	24.5	29.3	25.2	23.1	21.9
Actual load (MWh)	110	225	330	250	125	105
Spot price (\$/MWh)	21.6	25.1	32	25.9	22.5	21.5

- 4.2 The input-output curve of a gas-fired generating unit is approximated by the following function:

$$H(P) = 120 + 9.3 P + 0.0025 P^2 \text{ MJ/h}$$

This unit has a minimum stable generation of 200 MW and a maximum output of 500 MW. The cost of gas is 1.20 \$/MJ. Over a 6-h period, the output of this unit is sold in a market for electrical energy at the prices shown in the table below.

Period	1	2	3	4	5	6
Price (\$/MWh)	12.5	10	13	13.5	15	11

Assuming that this unit is optimally dispatched, is initially on-line and cannot be shut down, calculate its operational profit or loss for this period.

- 4.4 Assume that the unit of Problem 4.2 has a start-up cost of \$500 and that it is initially shut down. Given the same prices as in Problem 4.2, when should this unit be brought on-line and when should it be shut down to maximize its operational profit? Assume that dynamic constraints do not affect the optimal dispatch of this generating unit.
- 4.5 Repeat Problem 4.4, taking into account that the minimum uptime of this unit is four hours.
- 4.6 Borduria Generation owns three generating units that have the following cost functions:

$$\text{Unit A: } 15 + 1.4 P_A + 0.04 P_A^2 \text{ $/h}$$

$$\text{Unit B: } 25 + 1.6 P_B + 0.05 P_B^2 \text{ $/h}$$

$$\text{Unit C: } 20 + 1.8 P_C + 0.02 P_C^2 \text{ $/h}$$

How should these units be dispatched if Borduria Generation must supply a load of 350 MW at minimum cost?

- 4.7 How would the dispatch of Problem 4.6 change if Borduria Generation had the opportunity to buy some of this energy on the spot market at a price of 8.20 \$/MWh?
- 4.8 If, in addition to supplying a 350-MW load, Borduria Generation had the opportunity to sell energy on the electricity market at a price of 10.20 \$/MWh, what is the optimal amount of power that it should sell? What profit would it derive from this sale?
- 4.9 Repeat Problem 4.8 if the outputs of the generating units are limited as follows:

$$P_A^{\text{MAX}} = 100 \text{ MW}$$

$$P_B^{\text{MAX}} = 80 \text{ MW}$$

$$P_C^{\text{MAX}} = 250 \text{ MW}$$

Zadaci koji dolaze na MI

- 4.10 Consider a market for electrical energy that is supplied by two generating companies whose cost functions are

$$C_A = 36 \cdot P_A \text{ \$/h}$$

$$C_B = 31 \cdot P_B \text{ \$/h}$$

The inverse demand curve for this market is estimated to be

$$\pi = 120 - D \text{ \$/MWh}$$

Assuming a Cournot model of competition, use a table similar to the one used in Example 4.8 to calculate the equilibrium point of this market (price, quantity, production and profit of each firm).

(Hint: Use a spreadsheet. A resolution of 5 MW is acceptable)

- 4.11 Write and solve the optimality conditions for Problem 4.10.
- 4.12 Consider the pumped hydro plant of Example 4.10 and the price profile shown in the table below. Assuming that the operator uses the same strategy as in the example (reservoir initially empty, pumping during four hours of lowest prices and turbinning during four hours of highest prices), calculate the profit or loss that this plant would make during this cycle of operation. Determine the value of the plant efficiency that would make the profit or loss equal to zero.

Period	1	2	3	4	5	6
Price (\\$/MWh)	40.92	39.39	39.18	40.65	45.42	56.34
Period	7	8	9	10	11	12
Price (\\$/MWh)	58.05	60.15	63.39	59.85	54.54	49.50



**VIDIMO SE 22.4.2013.
U 11.30**



HVALA NA POZORNOSTI
pitanja na: vesna.bukarica@fer.hr