

Planiranje izvora

Zadatak 1. Elektroprivredno preduzeće u 2018. godini imalo je vršno opterećenje konzuma, instalisanu snagu generatora i rezervu generatorskih kapaciteta date u prvoj vrsti u tabeli (sve veličine računate su na pragu generatora).

Prognozira se da će u periodu 2019-2030. godina vršno opterećenje rasti sa godišnjom stopom porasta od 4,88 %. Preduzeće želi da održava rezervu generatorskih kapaciteta od najmanje 15%, s tim što planira da u razmatranom periodu ugrađuje samo agregate nominalne snage od 600 MW. Odrediti godine u kojima to preduzeće mora dodavati nove agregate, da bi se u svim godinama perioda održavala zahtevana rezerva generatorskih kapaciteta od najmanje 15 %.

Rešenje:

Rezerva generatorskih (proizvodnih) kapaciteta se definiše u odnosu na vršno opterećenje kao:

$$R_r = \frac{P_{\text{generatorska snaga u pogonu}} - P_{\text{vršnog opterećenja}}}{P_{\text{vršnog opterećenja}}} 100\%$$

Rezerva gen. kapaciteta neophodna je radi pokrivanja deficita usled:

- Ispada proizvodnih kapaciteta u EES-u
- Grešaka u prognozi potrošnje (opterećenja)
- Nedovoljne pouzdanosti susednih EES-ova pri radu u interkonekciji
- Potencijalnih ispada prenosnih kapaciteta
- Zakašnjenja planiranog ulaska u pogon novih generatorskih kapaciteta

Godina	Vršno opterećenje sistema [MW]	Instalisana snaga generatora [MW]	Rezerva generatorske snage		Broj dodatnih agregata od 600 MW
			[MW]	[%]	
2018	5000	6000	1000	20,0	-
2019	5244	6000	756	12,6	+
		6600	1356	25,86	
2020	5500	6600	1100	20,00	-

2021	5768	6600	832	14,42	+
		7200	1432	24,8	
2022	6050	7200	1050	19,00	-
2023	6345	7200	855	13,47	+
		7800	1455	22,93	
2024	6655	7800	1145	17,21	-
2025	6980	7800	820	11,75	+
		8400	1420	20,35	
2026	7320	8400	1080	14,75	+
		9000	1680	22,95	
2027	7677	9000	1323	17,2	-
2028	8052	9000	948	11,77	+
		9600	1548	19,2	
2029	8445	9600	1155	13,68	+
		10200	1755	21,02	
2030	8857	10200	1343	15,2	-

Zadatak 2: Pri planiranju razvoja proizvodnih kapaciteta elektroenergetskog sistema, predložena su dva alternativna plana razvoja. Za obe alternative period izgradnje elektrana traje 4 godine, posle kojeg se počinje sa njihovom eksploatacijom. Podaci za predložene alternative su:

Alternativa A: Investiciona ulaganja u vrednosti $500 \cdot 10^6$ NJ, $300 \cdot 10^6$ NJ, $400 \cdot 10^6$ NJ i $200 \cdot 10^6$ NJ vrše se na početku prve, druge, treće i četvrte godine razmatranja, respektivno. Troškovi goriva su $11.2 \cdot 10^6$ NJ/mes, a troškovi pogona i održavanja iznose $1.7 \cdot 10^6$ NJ/mes i obračunavaju se na kraju svakog meseca u godini, posle završetka izgradnje elektrane.

Alternativa B: Investiciona ulaganja u vrednosti $400 \cdot 10^6$ NJ, $200 \cdot 10^6$ NJ, $100 \cdot 10^6$ NJ i $200 \cdot 10^6$ NJ vrše se na početku prve, druge, treće i četvrte godine razmatranja, respektivno. Troškovi goriva su $14.6 \cdot 10^6$ NJ/mes, a troškovi pogona i održavanja iznose $2.1 \cdot 10^6$ NJ/mes i obračunavaju se na kraju svakog meseca u godini, posle završetka izgradnje elektrane, kao u **Alternativi A**.

Ukupni period razmatranja je 20 godina. Pretpostavlja se da se ostatak vrednosti objekta na kraju perioda razmatranja u obe alternative može zanemariti. Očekivani prihod od prodate električne energije za obe alternative je isti i iznosi $35 \cdot 10^6$ NJ/mes (realizuje se na kraju meseca).

Ako je stopa aktualizacije jednaka 3%, opredeliti se za bolju alternative korišćenjem metoda sadašnje ekvivalentne vrednosti (referentna godina za svođenje na sadašnju ekvivalentnu vrednost je početak prve godine razmatranja).

Rešenje:

Svi prihodi i troškovi dati su u vidu mesečnih rata, tako da je potrebno da se za zadatak godišnju kamatnu stopu proračuna odgovarajuća mesečna kamatna stopa.

$$1 + i_g = (1 + i_m)^{12} \Rightarrow i_m = (1 + 0.03)^{1/12} - 1 = 0.2466 \frac{\%}{mes}$$

a) Sadašnja ekvivalentna vrednost alternative A je:

$$\begin{aligned} PV_A &= -C_{IA,1} - C_{IA,2} \frac{1}{(1 + i_g)^1} - C_{IA,3} \frac{1}{(1 + i_g)^2} - C_{IA,4} \frac{1}{(1 + i_g)^3} - (C_A^{gor} + C_A^{po} \\ &\quad - R_A) \frac{(1 + i_m)^{12 \cdot 16} - 1}{i_m(1 + i_m)^{12 \cdot 16}} \cdot \frac{1}{(1 + i_m)^{4 \cdot 12}} = \\ &= -500 \cdot 10^6 - 300 \cdot 10^6 \frac{1}{1.03} - 400 \cdot 10^6 \frac{1}{1.03^2} - 200 \cdot 10^6 \frac{1}{1.03^3} \\ &\quad - (11.2 \cdot 10^6 + 2.7 \cdot 10^6 - 35 \cdot 10^6) \frac{(1.002466)^{12 \cdot 16} - 1}{0.002466 \cdot 1.002466^{12 \cdot 16}} \cdot \frac{1}{1.002466^{4 \cdot 12}} \\ &= 1649 \cdot 10^6 \text{ NJ} \end{aligned}$$

Sadašnja ekvivalentna vrednost alternative B je:

$$\begin{aligned}
PV_B &= -C_{IB,1} - C_{IB,2} \frac{1}{(1+i_g)^1} - C_{IB,3} \frac{1}{(1+i_g)^2} - C_{IB,4} \frac{1}{(1+i_g)^3} - (C_B^{gor} + C_B^{po} \\
&\quad - R_B) \frac{(1+i_m)^{12 \cdot 16} - 1}{i_m(1+i_m)^{12 \cdot 16}} \cdot \frac{1}{(1+i_m)^{4 \cdot 12}} = \\
&= -400 \cdot 10^6 - 200 \cdot 10^6 \frac{1}{1.03} - 100 \cdot 10^6 \frac{1}{1.03^2} - 200 \cdot 10^6 \frac{1}{1.03^3} \\
&\quad - (14.6 \cdot 10^6 + 2.1 \cdot 10^6 - 35 \cdot 10^6) \frac{(1.002466)^{12 \cdot 16} - 1}{0.002466 \cdot 1.002466^{12 \cdot 16}} \cdot \frac{1}{1.002466^{4 \cdot 12}} \\
&= 1613 \cdot 10^6 \text{ NJ}
\end{aligned}$$

Kako je $PV_A > PV_B$ sledi zaključak da je povoljnija alternativa A.

Zadatak 3: U cilju zadovoljenja obaveza prema Kyoto protokolu, analizira se izgradnja vetroelektrane nazivne snage $P_{gn} = 200 \text{ MW}$, specifičnih investicionih troškova $c_s = 850 \frac{\text{NJ}}{\text{kW}}$ i očekivanog životnog veka $n = 30$ god. Da bi se stimulisala izgradnja obnovljivih izvora električne energije, garantuje se srednja cena proizvedene energije vetroelektrane od $c_w = 35 \frac{\text{NJ}}{\text{MWh}}$. Analizom vetra na lokaciji, došlo se do očekivanog korišćenja vetroelektrane što je dato u tabeli.

Izlazna snaga u odnosu na nazivnu snagu [%]	Godišnje vreme korišćenja [h]
100	1700
75	1200
50	850
25	400
0	4610

Elektroprivredna kompanija je postavila kao svoj uslov za ovu investiciju da minimalno prihvatljiva stopa povraćaja (MARR) kapitala iznosi 12 %. U skladu sa tim utvrditi da li kompanija treba da realizuje ovu investiciju. U proračunu zanemariti pogonske troškove vetroelektrane.

Rešenje:

Sama procedura planiranja razvoja proizvodnih kapaciteta jako zavisi od tipa elektroenergetskog sistema i strukture primarnih energetske resursa. S obzirom na praktičnu iskorišćenost većih hidroenergetskih potencijala, razvoj i izgradnja novih kapaciteta za proizvodnju električne energije poslednjih nekoliko decenija u većini zemalja su se bazirali na velikim termoelektranama na fosilna goriva, a u nekim i na nuklearnim termoelektranama.

na principu fisije (tipican primer je Francuska). Medutim, koncept održivog razvoja uz sve oštrije zahteve zaštite okoline, menja tu praksu, uz favorizovanje novih i obnovljivih izvora, koji će postepeno potiskivati izgradnju novih termoelektrana, posebno onih sa prljavim tehnologijama.

Investicioni troškovi su:

$$C_I = 200\,000 * 850 = 170 * 10^6 \text{ NJ}$$

Zarada od proizvodnje vetroelektrane godišnje je:

$$\begin{aligned} D_{god} &= c_w * (1700 * 100 + 1200 * 75 + 850 * 50 + 400 * 25) * \frac{200}{100} = 35 * 625000 \\ &= 21.875 * \frac{10^6 \text{ NJ}}{\text{god}} \end{aligned}$$

Sadašnja vrednost investicije projekta i godišnje zarade kad se izjednače:

$$C_I = D_{god} \frac{(1 + i_{IRR})^{30} - 1}{i_{IRR}(1 + i_{IRR})^{30}}$$

$$i_{IRR} = 12.49 \% \text{ god} > i_{MARR}$$

Zaključak je da je investicija isplativa.

Na ispitu bi moglo ovako da se rešava:

Za $i = 12\%$

$$-C_I + D_{god} \frac{(1 + i_{IRR})^{30} - 1}{i_{IRR}(1 + i_{IRR})^{30}} = 6.207 * \frac{10^6 \text{ NJ}}{\text{god}}$$

Pošto je za MARR sadašnja ekvivalentna vrednost veća od nule, onda je isplativo.

Zadatak 4: Elektroenergetska kompanija (GENCO) izgradila je elektranu sledećih karakteristika:

- Specifični investicioni troškovi $c_s = 1000 \frac{NJ}{kW}$
- Nominalna snaga agregata $P_{gn} = 400 MW$
- Specifična potrošnja toplote $d_T = 9.8 \frac{GJ}{MWh}$
- Cena goriva $c_1 = 1.1 \frac{NJ}{GJ}$
- Prodajna cena električne energije $c_w = 31 \frac{NJ}{MWh}$
- Godišnji faktor korišćenja elektrane $m_g = 0.85 (T = 7446 \frac{h}{god})$
- Period posmatranja (radni vek elektrane) $n = 30$ god.

Posle pet godina rada elektrane uslovi na tržištu električne energije su se drastično promenili, tako da je cena goriva porasla na $c_1 = 1.5 \frac{NJ}{GJ}$, godišnji faktor korišćenja elektrane se smanjio na $m_{1g} = 0.45$, a cena prodate energije se smanjila sa $31 NJ/MWh$ na $c_{w1} = 25 \frac{NJ}{MWh}$.

- Izvršiti finansijsku analizu i na osnovu nje sugerisati kompaniji odluku u takvoj situaciji: da li da nastavi sa proizvodnjom u novim uslovima ili da ugasi elektranu?
- Šta je kompanija trebalo da uradi da je pre odluke o izgradnji mogla da predvidi da će doći do opisanih promena uslova poslovanja na tržištu? Pretpostaviti da kompanija kao kriterijum odlučivanja ima minimalno atraktivnu stopu povraćaja kapitala (MARR) = 12 %/god i da ignoriše ostatnu vrednost, koja bi se mogla ostvariti prodajom ostatne vrednosti elektrane po eventualnom zatvaranju. U proračunima zanemariti troškove pokretanja, zaustavljanja i stalne troškove održavanja elektrane.

Rešenje:

Ukupni investicioni troškovi su: $C_I = c_s P_{gn} = 400 \cdot 10^6 NJ$

Tokom prvih pet godina

Godišnja proizvodnja električne energije: $W_g = m_g \cdot 365 \cdot 24 \cdot 400 = 2.9784 \cdot 10^6 MWh$

Godišnji troškovi goriva: $C_{g1} = c_1 W_g d_T = 32.107 \cdot 10^6 NJ$

Godišnji prihod od prodaje el. energije: $B_{g1} = c_w W_g = 92.33 \cdot 10^6 NJ$

Godišnja zarada: $D_{g1} = B_{g1} - C_{g1} = 60.22 \cdot 10^6 NJ$

Nakon toga:

Godišnja proizvodnja električne energije: $W_{g1} = m_{g1} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 400 = 1.5768 \cdot 10^6 MWh$

Godišnji troškovi goriva: $C_{g2} = c_2 W_{g1} d_T = 23.179 \cdot 10^6 NJ$

Godišnji prihod od prodaje el. energije: $B_{g2} = c_{w1} W_{g1} = 39.42 \cdot 10^6 NJ$

Godišnja zarada: $D_{g2} = B_{g2} - C_{g2} = 16.24 \cdot 10^6 NJ$

Bilansna jednačina:

$$-C_I + D_{g1} \frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} + D_{g2} \frac{(1+i)^{25} - 1}{i(1+i)^{25}} \frac{1}{(1+i)^5} =$$
$$-400 + 60.22 \frac{(1+0.12)^5 - 1}{0.12(1+0.12)^5} + 16.24 \frac{(1+0.12)^{25} - 1}{i(1+0.12)^{25}} \frac{1}{(1+0.12)^5} = -55.5478 \cdot 10^6 NJ$$

Kad bi elektrana prestala da proizvodi posle 5 godina sadašnja vrednost duga bi bila:

$$C_{dug} = -C_I + D_{g1} \frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} - 400 + 60.22 \frac{(1+0.12)^5 - 1}{0.12(1+0.12)^5} = -182.92 \cdot 10^6 NJ$$

S obzirom da će dugovanje biti manje onda kada se nastavi sa proizvodnjom (moglo se zaključiti i na osnovu toga što se i nakon prvih pet godina ostvaruje dobit) isplativije je da se nastavi sa proizvodnjom.

b.

$$-C_I + D_{g1} \frac{(1+i_{IRR})^5 - 1}{i(1+i_{IRR})^5} + D_{g2} \frac{(1+i_{IRR})^{25} - 1}{i(1+i_{IRR})^{25}} \frac{1}{(1+i_{IRR})^5} = 0$$

Kada se reši ova jednačina po i_{IRR} dobija se da je $i_{IRR} = 6.75 \frac{\%}{god} < MARR$

Kako je interna stopa povraćaja kapitala znatno manja od minimalno atraktivne stope povraćaja kapitala, odnosno kompanija pod takvim uslovima nema ekonomski interes da realizuje ovakvu investiciju.