
Hidroelektrinių konkurencingumas

Juozas Burneikis

Lietuvos energetikos institutas,
Kompleksinių energetikos tyrimų
laboratorija,
Breslaujos g. 3, LT-3035 Kaunas

Straipsnyje analizuojami hidroelektrinių (HE) konkurencingumo klausimai, palyginus jas su kompleksinių energetikos tyrimų šiluminėmis elektrinėmis: įvairių tipų dujų turbinomis, kombinuoto ciklo, kondensacinėmis elektrinėmis. Lyginimo kriterijus – suminės elektros generavimo išlaidos per atspirkimo laikotarpį (10 metų) plus ekonominė žala aplinkai (ŠE atveju), padalytos iš pagamintos elektros kiekio. Jeigu HE išlaidos <5–10 JAV ct./kWh, tai ji yra visiškai konkurencinga su minėtomis ŠE. Pvz., galimos Birštono HE šis rodiklis lygus apie 5,5 JAV ct./kWh, o tai rodo jos konkurencingumą.

Raktažodžiai: kombinuoto ciklo, dujų turbinų, kondensacinės elektrinės, hidroelektrinė, atspirkimo laikotarpis, kilovatvalandė, konkurencingumas

1. ĮVADAS

Uždarius Ignalinos AE pirmąjį bloką 2005 m., turimų galių šalies elektros poreikiams tenkinti pakaktų iki 2020 m. tik išsaugojus ir modernizavus Lietuvos elektrinę ir pervedus jos dalį į kombinuotą ciklą. Tuo atveju generavimo ir poreikių balansas laiduotų dar ir 3–5 TWh/metus eksporto galimybes.

Be Ignalinos AE, bus eksploatuojamos HE, Vilniaus TE-3, Kauno TE termofikaciniu režimu. Lietuvos elektrinė, dirbant bent 1 Ignalinos AE blokui, būtų tik kaip rezervinės ir manevrinės galių šaltinis. Kruonio HAE tikslinga naudoti ne tik paros, bet ir savaitės režimui reguliuoti, tačiau jos vieta šalies elektros energetikos sistemoje priklausys nuo elektros perdavimo linijos į Lenkiją, Baltijos žiedo ir kitų projektų realizavimo.

Nacionalinėje energetikos strategijoje [1] numatyta, kad prireikus naujų galių, ekonominiu požiūriu patraukliausias bazinės elektros gamybos šaltinis būtų modulinės TE su dyzelių varikliais ar dujų turbinomis bei nauja dujų turbinų elektrinė. Taip pat išryškėjo didelių Nemuno ir Neris HE konkurencingumas. Taigi dėl Ignalinos AE uždarymo būtina nedelsiant įvertinti galimų didelių HE, ypač Nemuno vidurupyje, konkurencingumą, palyginti jas su kito tipo elektrinėmis.

2. HIDROELEKTRINES VEIKIANTYS VEIKSNIAI

HE projektai šiuo metu pasidarė labai kompleksiški. Planuojant statyti HE reikia įvertinti visus veiksnius, turinčius įtakos sprendimo priėmimui: politinius, techninius, ekonominius, finansinius, aplinkosaugos, socialinius, nešališkumo (nauda ir nuostoliai), etikos,

rizikos ir t. t. Pagrindiniai veiksniai, kurie veikia šiuolaikinių HE projektus, parodyti paveiksle [2].

HE planavimo procesui būdingos 2 stadijos: galimybių įvertinimo (techninio-ekonominio pagrindo) studijos ir išsamus projekto sudarymas.

Pirmos stadijos tikslas – parengti galimybių planą (master plan), kaip padengti perspektyvinius elektros ir vandens poreikius pagal upės kompleksinio naudojimo schemą. Lyginami poreikių tenkinimo įvairūs scenarijai, neigiamos įtakos išvengimas, nuostolių mažinimas, esamų objektų efektyvumo ir tarnavimo amžiaus didinimas, naujos tiekimo schemos. Galima tvirtinti, kad 90% aplinkosaugos ir socialinių problemų išvengiama parenkant teisingus projektus. Galimybių planas nebūtinai turi būti pagrįstas griežtai mažiausių išlaidų metodu. Jis grindžiamas apibendrintai, remiantis daugiakriterine optimizacija, įvertinančia politinių, techninių, ekonominių, finansinių, aplinkosaugos, socialinių, teisinių, administracinių, rizikos veiksnių ryšius ir priimtumu visiems dalyviams – valdžios atstovams, visuomenės bendrijoms, mokslinio tyrimo institutams ir t. t. Praeityje energetikos projektai buvo daugiausia vienušiai, parengti remiantis tik mažiausios kainos kriterijumi, nevertinant aplinkosaugos, socialinių, visuomenės nuomonės veiksnių, todėl turi būti peržiūrimi.

Išsamus projektas susideda iš:

- HE pagrindinių parametrų, apibrėžtų galimybių studijos ribose, nustatymas;
- Aplinkosaugos ir socialinės neigiamos įtakos švelninančių priemonių parinkimas;
- Alternatyvinio projekto be HE palyginimas.

Šioje stadijoje susiejamos techninės, ekonominės, socialinės ir aplinkosaugos priemonės. Šalia HE sta-

APLINKOSAUGOS <ul style="list-style-type: none"> • Didelė regioninė įtaka • Bioįvairovės pabrėžimas • Mažina atmosferos taršą 	VISUOMENĖS NUOMONĖS <ul style="list-style-type: none"> • Akcininkų įtraukimas • Visuomenės konsultacijos • Dėmesys aplinkai 	SOCIALINIAI EKONOMINIAI <ul style="list-style-type: none"> • Žemių užliejimas • Perkėlimo problemos • Socialinis trikdymas • Kaimo plėtra • Pavojai žmonėms
TVENKINIO REIKALINGUMAS <ul style="list-style-type: none"> • Didelė nuotėkio kaita • Vandens poreikiai • Tvenkinio kompleksškumas • Žemutinio bjefo problema 	HE ĮTAKOS ARENA	VALSTYBĖS LĖŠŲ STYGIUS <ul style="list-style-type: none"> • Valstybės fondo didinimas • Kainų kėlimas • Didesnis diskontas • Išlaidų išplovimas
KONKURENCIJA SU KC ELEKTRINE <ul style="list-style-type: none"> • Didelis efektyvumas • Mažos kapitalinės investicijos, maža kuro kaina • Trumpa statyba • Lanksti vieta 	ENERGETINIAI <ul style="list-style-type: none"> • Atsinaujinanti hidroenergija • Didina sistemos manevringumą • Sezoninė kaita • Atsipirkimo užsitęsimas 	HE PATYRIMO <ul style="list-style-type: none"> • Ilgas amžius (50–100 m.) • Dauguma projektų sėkmingi • Keli blogi projektai kenkia reputacijai • Universalios pamokos

Pav. HE veikiantys pagrindiniai veiksniai

tybos aplinkosaugos, socialinė žmonių būklė turi būti geresnė negu iki to. Be to, projektas turi leisti pagreitintą krašto plėtrą. Projekto vykdytojai atsako ne tik už technines priemones statybos ir eksploatacijos metu (užtvankų saugumas ir t. t.), žmonių gerovę bei saugumą, bet ir už gamtosaugos švelninančių priemonių efektyvumą. Daugelis neigiamo poveikio priežasčių negali būti iš anksto tiksliai nustatytos, dėl to kompensuojančios priemonės turi būti dosnios – 2–3 kartus viršyti neigiamos įtakos vertę. Be to, dalis aplinkosaugos ir socialinio poveikio švelninančių priemonių lėšų turi būti padengta iki projekto atsipirks. Tai savininkui gali sukelti finansinių sunkumų.

3. IŠLAIDŲ IR NAUDOS ANALIZĖ

Lyginant HE ir ne HE projektus, visos išlaidos ir nauda, tiesiogiai ir netiesiogiai susijusios su jų įgyvendinimu ir eksploatacija, turi būti įvertintos, jei galima, pinigine verte. Išskiriamos:

- HE statybos išlaidos.
- Nauda dėl išvengtos ŠE elektros gamybos (investicijos, kuro ir eksploatacijos išlaidos).
- HE energetinė nauda (įtampos ir dažnumo kontrolė, piko kompensacija, sistemos elektrinių stabilusis darbas). Priklausomai nuo energetinės sistemos charakteristikos ši nauda gali siekti 20–50 JAV dol./kW per metus [2].
- Lėšos aplinkosaugos ir socialinėms priemonėms (išskeldinimas, laukinės gyvūnijos apsauga, erozijos kontrolė, žuvininkystės kompensavimas ir kt.).
- Per statybą prarastos galimybės panaudoti gamtos išteklius alternatyviems tikslams (tvarūs miškai, parkai, žemės ūkis, mineraliniai šaltiniai ir t. t.).

- Grėsmė kraštui, gyvūnų bendrijai, papročiams, archeologiniam turtui. Tai siejasi su aplinkosaugos išlaidomis.
- HE antrinė nauda – žuvininkystė, turizmas, krašto infrastruktūros plėtra, drėkinimo galimybės, apsauga nuo potvynių ir kt.
- Sumažėjusi žuvininkystė HE žemupy. Alternatyvių priemonių užtikrinimas: įrengti žuvininkystės tvenkinius, kad 2–3 kartus kompensuotų žuvų sugavimą, padėti juos eksploatuoti, žvejams suteikti išimtinę teisę žvejoti ežeruose, aprūpinti juos reikiama technika, naikinti pavojingas ir saugoti vertingas rūšis.

Kaip žinia, pagrindinis pasaulio turtas yra gamtos ir sukurto turtų suma. Akivaizdu, kad vystantis civilizacijai, vis mažesnė išlieka gamtos turto dalis ir dėl to jos santykinė vertė turi tendenciją didėti didesniu negu sukurti turtai santykiu. Dėl to yra pagrįsta vertinti „gamtos“ prioritetą, diskontuojant įvairių projektų grynus pinigus. Kai kuriuose aplinkosaugos projektuose, pvz., susijusiuose su globaliniu atšilimu, grynus diskonto rodiklis taikomas tik 0,3% per metus.

Mažų pajamų šalys negali ir/ar nenori leisti pinigų „šiltnamio dujų“ (CO₂) emisijoms į atmosferą mažinti. Išsivysčiusios šalys tai gali ir to nori. CO₂ problema – globalinė aplinkosaugos problema. Akivaizdu, kad CO₂ emisijos turi būti mažinamos panaudojus minimalias išlaidas. Pagalba statyti HE besivystančiose šalyse būtų puikus sprendimas, ypač jeigu anglies ar lignito naujų ŠE statybose būtų išvengta.

Pramoninis pasaulis turi padėti besivystančioms šalims, investuodamas diskontuotą vertę CO₂ mažinti kaip valstybinio teisingumo garant¹. Šių pinigų da-

lis turėtų būti skiriama atlikti HE galimybių studijas, pvz., Nemuno energetinio išnaudojimo studiją [3, 4].

4. HE KONKURENCINGUMAS

HE elektros tiekimo pagrindiniai konkurentai yra šiluminės elektrinės (ŠE), dalinai kombinuoto ciklo (KC), dujų turbinos ir kondensacinės elektrinės (KE). Palyginimui jų pagrindiniai rodikliai pateikti 1 lent. [2]. Faktiniai rodikliai gali šiek tiek skirtis priklausomai nuo vietos sąlygų ir kuro kokybės.

Elektros energijos generavimo išlaidos [2] buvo apskaičiuotos kaip dabartinė gryna vertė visų išlaidų statybai ir eksploatacijai, padalytos iš energijos produkcijos, pagamintos per visą jos tarnavimo laiką, grynos dabartinės vertės. Skaičiuota, priimant 10% metinį diskontą. Visos kainos išreikštos pastovia JAV dolerių 1999 m. kaina. Rezultatai pateikti 4 lent.

Visos šalys pagal turimas kuro atsargas skirstomos į 3 grupes:

1. Turi pakankamai pigių dujų.
2. Neturi dujų, tačiau turi pigių anglių.
3. Neturi organinio kuro atsargų.

1 lentelė. Įvairių elektrinių svarbiausi techniniai ekonominiai duomenys

Elektrinės tipas	Įrengta galia MW	1 kW kaina JAV dol./kW	Eksploatacijos pastoviosios išlaidos JAV dol./kW/a	Eksploatacijos kintamosios išlaidos JAV dol./kWh	Planinis remontas dienomis	Neplaninis remontas % nuo laiko	Įrengtos galios išnaudojimas %
KC-D-100	98	750	3,8	0,0020	37	5	47,5
KC-LNK-100	98	800	6,4	0,0026	37	6	45,3
DT-D-033	37	350	3,1	0,0012	25	7	32,9
DT-LNK-033	37	400	3,5	0,0014	30	7	31,1
K-VA-050	50	1800	11,3	0,0047	37	8	31,5
K-lig-600	600	1100	6,9	0,0028	33	7,9	35,9

Pažymėjimai:
 KC – kombinuoto ciklo, DT – dujų turbinos, K – kondensacinė, D – gamtinės dujos, LNK – lengvas naftos kuras, VA – vietinės anglys, lig- lignitas. Perspektyvinės kuro kainos gali būti prognozuojamos pagal 2 lent. [2].

2 lentelė. Prognozuojamos kuro kainos

Kuro rūšis	Vienetas	GJ/vienetui	Vieneto kaina JAV dol.		
			žema	vidutinė	aukšta
Gamtinės dujos	1000 m ³	33,7	67,4	94,4	118
Mazutas (2% S)	T	40,2	70	100	140
Dyzelinis kuras	T	43,2	100	150	200
Lignitas	T	13,0	10	15	20
Importuotos anglys	T	28,5	35	40	60

Skaičiavimuose čia neįtrauktos ŠE emisijos kainos. Pastaruoju metu projektuose reikalaujama įvertinti tas išorines išlaidas. Tai galima padaryti pagal 3 lent. [2] arba [5, 6].

kos reikia kitam tikslui. Pikinė HE – konkurencinga, tik jeigu didina bazinių elektrinių galią. Kitais atvejais patrauklesnė dujų turbinų elektrinė, kūrenama dujomis.

3 lentelė. Atmosferos taršos žalos parodomasis vertinimas

Ingredientas	1 t kaina JAV dol.			Svarbiausios pasekmės
	žema	vidutinė	aukšta	
SO ₂	200	400	600	„Rūgštus“ lietus, kvėpavimo takų ligos
NO _x	100	150	200	„Rūgštus“ lietus, kvėpavimo takų ligos
Dulkės	100	150	200	Kvėpavimo takų ligos, plaučių vėžys
CO ₂	2	7	20	Globalinis atšilimas

Pagal tai nustatomas HE (bazinio ir pikinio apkrovimo) konkurencingumas tose šalių grupėse:

1 šalių grupėje – bazinės HE konkurencingos, tik jeigu generavimo išlaidos <3–4 JAV ct./kWh. Ir jeigu įvertinama ŠE emisijų išvengta žala, HE konkurencingos esant <3,5–5,0 JAV ct./kWh. Be to, HE gali būti patraukli, jei užtvankos reikia kitam tikslui.

2 šalių grupėje – bazinės HE konkurencingos didelėse energetinėse sistemose, jei gali gaminti elektrą <3,5–4,0 JAV ct./kWh. Mažose energetinėse sistemose ir esant brangioms anglims HE konkurencingos su generavimo išlaidomis <6 JAV ct./kWh. Dar reikia pridėti 0,7–1,5 JAV ct./kWh dėl išvengtos ŠE aplinkos teršimo žalos. Pikinė HE turi galėti konkuruoti su DT elektrine, kūrenama nafta.

4 lentelė. Įvairių elektrinių elektros energijos generavimo kainos JAV ct./kWh

a) bazinio apkrovimo elektrinė

Elektrinės tipas	Žema kuro kaina	Vidutinė kuro kaina	Vid. kuro kaina + CO ₂ baudos	Vid. kuro kaina + visų emisijų baudos	Aukšta kuro kaina + visų emisijų baudos
KC-naftos:					
100 MW	4,0	5,0	5,5	6,0	8,0
600 MW	3,5	4,5	5,0	5,2	7,2
KC-dujų					
100	3,5	4,1	4,3	4,4	5,6
600	3,0	3,5	3,8	3,9	4,5
Kondensacinė-lig. 600	3,6	4,0	4,8	5,5	7,7
Kondensacinė-anglių					
50	5,2	5,3	6,0	6,2	8,8
600	3,5	3,8	4,5	4,8	7,0

b) pikinio apkrovimo elektrinė

Elektrinės tipas	Žema kuro kaina	Vidutinė kuro kaina	Vid. + mažos baudos	Vid. + vid. baudos	Vid. + didelės baudos	Aukšta + didelės baudos
DT-nafta						
33	11,5	12,5	14	14,5	16	18
200	9,8	10,3	10,7	11,3	12,5	13,5
DT-dujos						
33	9,8	10,2	10,3	10,5	12	13,5
200	8,0	9,2	9,6	10,0	11,0	12,0

3 grupėje – bazinė HE gali būti konkurencinga, kai generavimo išlaidos <10 JAV ct./kWh. Paklausa maža. Pikinė HE yra konkurencinga, tačiau reikia DT elektrinės sausros laikotarpio. Tokia DT elektrinė gali būti naudojama pikams dengti, konkuruodama su pikine HE.

Remiantis šiuo tendencijų nagrinėjimu, gali būti daromos tokios išvados.

5. IŠVADOS

1. Lietuvos teritorijoje, kuri neturtinga kuro ir energijos išteklių (importuojama 93% visų kuro ir energijos išteklių) ir gali būti priskirta 3-iai šalių grupei, HE gali būti konkurencingos: bazinės, kai jų elektros generavimo išlaidos <10 JAV ct./kWh. Taigi, Nemuno vidurupio galimos 2 HE (Birštono ir Alytaus) [3, 4], kurių energijos gamybos išlaidos yra apie 5 JAV ct./kWh, gali būti pripažintos konkurencingomis su kitomis elektrinėmis.

2. Be to, pažymėtina, kad HE konkurencingumą didina ekonomiškai neįvertinti jų pranašumai [5, 6]:

- Atsinaujanti energija, kai organinio kuro atsargos ribotos ir vieną kartą baigsis;
- Labai ilgas tarnavimo laikas ir lengvas atnaujinimas bei modernizavimas;
- Didina šalies ekonominę ir energetinę nepriklausomybę;

- Gerina energetinės sistemos manevringumą;
- Padeda kompleksiskai naudoti vandens išteklius;
- Mažina atmosferos taršą.

3. Nors gamtinės sąlygos šalyje ir nėra labai palankios hidroenergetikos plėtrai (lygumų kalvotas reliefas) ir nepaisant, kad jos ribinės galimybės siekia tik apie 15% naudingų elektros sąnaudų, vis dėlto tikslinga labiau panaudoti hidroenergijos išteklius. Būtina išnagrinėti didelių HE, pirmiausia Birštono HE ir Alytaus HE, statybos galimybes politiniu, techniniu ekonominiu, aplinkosauginiu ir socialiniu požiūriais. Tada spręsti dėl II planavimo stadijos – detalaus projektavimo.

4. Birštono ir Alytaus HE būtų analogiškų rodiklių kaip Kauno HE, t. y. praktiškai toks pats vandens debitas ir slėgimo aukštis. Kiekvienos jų galia būtų apie 75 MW, elektros gamyba – apie 300 mln. kWh/metus ir statybos kaina – apie 150 mln. JAV dol.

Gauta
1999 12 20

Literatūra

1. Nacionalinė energetikos strategija. Vilnius, 1999.
2. Engelbertus Oud. Hydropower planning and the competitiveness of hydro // Conference proceedings “Hydropower into next century-III”. Gmunden, Austria, 18–20 October 1999.

3. Burneikis J. Nemuno ir Neris energetinio panaudojimo schemas // Energetika. 1996. Nr. 3.
4. Burneikis J. Tikslingesnio Nemuno hidroenergijos panaudojimo klausimu // Energetika. 1998. Nr. 1.
5. Burneikis J. Conference proceedings „Hydropower into next century-III“. Gmunden, Austria, 18–20 October 1999.
6. Burneikis J. Hidroelektrinių projektų vertinimas pagal ekonominių-ekologinių kriterijų // Konferencijos „Atsinaujinantys energijos šaltiniai Lietuvoje“ moksliniai pranešimai 1999 05 21. Vilnius, 1999.

Juozas Burneikis

THE COMPETITIVENES OF HYDRO POWER PLANTS

S u m m a r y

In a country with plentiful of cheap gas bas load hydro power plants are competitive only if the generation cost is below 3–4 US c/kWh. If full credit is given for avoided thermal plant emissions a hydro power plant up to 5 US c/kWh may be feasible.

In a country with very expensive fossil fuel, base load hydro plants with the generation cost of up to 10 US c/kWh may be competitive. Hydro power plants may be especially attractive if a dam is built for the purposes other than power generation.

Key words: combined cycle, gas turbines, condensing power plants, hydro power plant, pay-back period, kWh, competitiveness

Юозас Бурнейкис

КОНКУРЕНТНОСТЬ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Р е з ю м е

В странах, где дешевый газ, ГЭС базовой нагрузки являются конкурентоспособными лишь при суммарных затратах производства энергии менее 3–4 центов США/кВтч. При учете ущерба окружающей среде ТЭС–ГЭС конкуренты до 5 центов США/кВтч. ГЭС могут быть конкурентными в случае, если плотина строится для других целей.

Ключевые слова: комбинированный цикл, газовые турбины, конденсационные электростанции, гидростанции, время окупаемости, конкурентность