

Hydropower potential of the Vistula

Authors

Jędrzej Kosiński
Wacław Zdulski

Keywords

hydropower generation, Vistula cascades, energy potential of the Vistula

Abstract

The present article discusses hydropower potential of the Vistula River in view of the formal conditions for power generation in Poland. Having compared different sources, it is shown that the Vistula hydropower infrastructure and the social/economic/environmental benefits thereof and public safety, ought to be given priority in government operations. Their neglect not only violates the Water Law provisions but also runs contrary to the national interest.

DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2013203

1. Legal conditions in electrical power engineering

At the European Union summit in Brussels in 2007, leaders of the member states assumed responsibility for diversification of the EU energy mix. By 2020, 20% of energy in the EU was to come from renewable sources. During the summit, its participants arrived at the conclusion that each country's target would be different, depending on their starting position and potential in the field of renewable energy as well as the use thereof and the use of fossil fuels in power generation. Moreover, the European Commission proposed mandatory targets, as of 2020, for the share of renewable energy in the mix of every member state. The Polish target, in terms of global energy generation, was set at 15%.

The increase in the use of these sources is one of the most important objectives specified in the document entitled "Polish Energy Policy until 2030" ("Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku"), adopted by the Council of Ministers on 10 November 2009. It is a strategy that responds to major challenges of Polish energy generation, both in the short and in the long run, until 2030.

To fulfil our obligations arising from directive 2009/28/EC and to optimise the current scheme for the development of renewable energy sources (odnawialne źródła energii – OZE) in Poland, the Ministry of Economy prepared the "OZE draft law", which provides various options for the support of green energy production, depending on the nature of the source. Forms of support will be contingent on three factors: the source type, installed power and years in operation. The older the equipment, the larger the source, the lower the cost of one unit of energy – the lower this support will be. As the Ministry of Economy

emphasises, technologies that, at the moment, produce around 90% of electricity from renewable sources will be less supported. This statement applies to, among others, the old amortised hydroplants, such as the one in Włocławek.

The third important document in the context of hydropower generation is "The National Spatial Development Concept 2030" ("Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030"), adopted by the Council of Ministers on 13 December 2011. It reads: "The need to minimise effects of extreme calamities, such as floods and droughts, requires (...) spatial planning to include measures intended to increase water retention up to 15% of average annual runoff. Such measures will consist of building large and small retention reservoirs. (...) Regional and local spatial planning documents will also optimise the use of hydropower generating structures, while taking into account the needs of local communities and requirements to maintain good water quality".

2. Polish energy demand

Pursuant to the Notice of the Minister of Economy from 15 November 2011¹ "The analysis of quantitative targets and obtained results in the field of electricity generation from renewable energy sources", global electricity production in Poland as of 2010 reached 156,089 GWh, including 10,895 GWh from renewable sources, which constituted 6.98% of global electricity production in Poland. The structure of the Polish electricity generation system based on renewable sources in 2010 is shown in Tab. 1. In 2011, global electricity production in our country reached approx. 163 TWh. Considering the prospects by the year 2030 (Fig. 1), the Polish demand for energy will have steadily increased.

¹ Monitor Polski [Official Gazette of the Government of the Republic of Poland] 2011, No. 110, pos. 1112.

Energy source	Participation in global production [%]	Share in the generation of energy from renewable sources	Energy production [GWh/year]	Total installed capacity [MW]
biomass power plants	3.708	53.18	5788	126.0
hydroelectric power stations	1.871	26.84	2922	554.4
wind farms	1.160	16.63	1822	1180.3
biogas power plants	0.233	3.34	363	82.9
Total	6.98	100	10895	1943.6

Tab. 1. The structure of electricity generation in Poland as of 2010

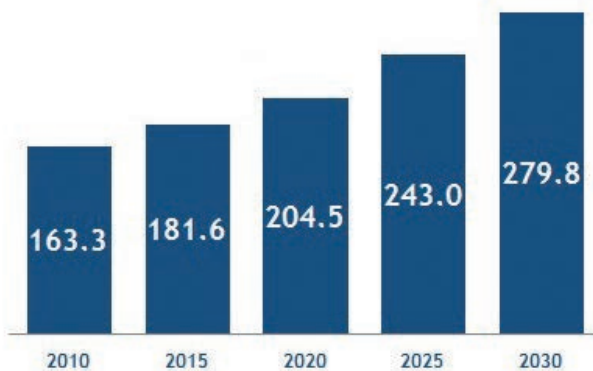


Fig. 1. The prospects for Polish energy demand (TWh), source: A. Drożdżel – “Polish blackout 2020: the report” (“Raport: Za 12 lat w Polsce zabraknie prądu”), on the basis of data provided by the Ministry of Economy

In view of the foregoing legal conditions and prospects, assuming that electrical energy production meets demand, Polish energy demand in 2020 would have reached 204.5 TWh, of which 15%, that is to say 30.675 TWh, should come from renewable sources.

3. The Vistula River as a potential source of renewable energy

Poland is a lowland country where the hydropower potential of the rivers is comparatively small. This stems from the climate characterised by low and unevenly distributed precipitation. The average annual precipitation, at most, reaches approx. 600 mm, which places our state third from last in Europe.

According to the definition of the term, ‘water resources’ means a collected volume of water ready for future use in a particular area. In theory, the volume of water per person in Poland, 1580 m³, is three times lower than the European average and 4.5 times lower than the world average. In practice, Poland’s level of water resources during the dry season reaches, at most, approx. 250 m³/year/person. Such a low ratio clearly demonstrates that water retention is indispensable. It is noteworthy that a level of access to water lower than 1500 m³/year/person is commonly considered to be insufficient, thereby causing serious issues in the water resources management sector.

According to calculations performed in the 1960s, based on the methodology of the World Energy Council, the theoretical

generation capacity of Polish rivers is estimated at 23 TWh/year. Unfortunately, this potential cannot always be exploited technically. On the authority of Alfons Hoffmann, Marian Hoffmann and Jerzy Tymiński, there does exist the opportunity for the use of this potential in the order of 12–14 TWh/year. Even these calculations can be viewed as theoretical; in multiple cases, the expenditures involved in exploitation outweigh the expected benefits. The economically justified potential is estimated at approx. 8–8.5 TWh/year, depending on the source. However, it is unevenly distributed in the state. Around 80% is held by the Vistula (Wisła), of which 52% – by the lower reaches, 7% – by the upper reaches and 22% – by the middle reaches.

With the above in mind, it might seem that the capacity of hydropower plants in 2010, 2.922 TWh (Tab. 1), realised around 36% of this potential. The year 2010 proved to be beneficial for hydropower generation (high precipitation) and hence the estimated potential does not apply to it, as it refers to an average year. According to various calculations, only a small proportion of the rivers’ potential is used for the purpose of energy generation. Specialists from the European Center for Renewable Energy emphasise that Poland uses only 11% of its watercourses’ gravitational potential, which places us last in Europe. By way of contrast, Germany uses 80%, Norway – 84%, France – almost 100%. Hence, it follows that our country still has substantial reserves of unused hydropower, the main carrier of which is the Vistula River (Wisła). According to various calculations, this watercourse holds economically justified potential in the order of 6.5 TWh/year, that is 80% of the entire hydropower potential of the Polish rivers.

The estimates mentioned above indicate that the Vistula (Wisła) can, even should, be used for the purpose of energy generation to a much greater degree than it is at the moment. However, taking advantage of its characteristics requires the construction of additional barrages. In the light of the existing hydrological conditions, it is recommended that new reservoirs be created. Regrettably, the infrastructure hitherto built is disorganised. Multiple investments were justified only by local, often urgent, economic needs. In 1955, the first hydroplant on the upper Vistula (górna Wisła), at Przewóz, was put into service. It derived from the necessity of supplying water to Nowa Huta, under construction at that time. In 1961 another hydroplant became operational, in Skawina, at the point of heated water discharge from the Skawina thermal power plant, which uses the damming potential of the barrage in Łączany. The third hydroplant on the Vistula (Wisła) was built in Kraków-Dąbie, owing to the severe erosion of the river bottom. This phenomenon threatened the stability of Kraków’s bridges. Simultaneously, work on the realisation of three additional structures was in full swing. The list of these included the following barrages of the Upper Vistula Cascade (Kaskada Górnej Wisły): Dwory, Smolice and Kościuszko. Their construction would conclude a section of the waterway connecting Silesia (Śląsk) to Nowa Huta. At the beginning, the barrages were not to be accompanied by any hydroplants; however, even these, and the one in Łączany, have recently been exploited for the purpose of energy generation. It is estimated that the existing barrages on the upper Vistula (górna Wisła) have a total capacity of 75 GWh/year.

As mentioned before, the building of additional reservoirs is recommended. “The Spatial Development Concept 2030” is explicit about it. Therefore, when the opportunity presents itself, it should be our priority to build reservoirs with the highest possible volume, which necessitates that we thoroughly examine the Vistula (Wisła) in the context of its hydrological, energy production and economic importance. It also necessitates that we develop solutions to optimally exploit the potential of this queen among our rivers.

Conceptual work on the management of the Vistula (Wisła) has been conducted from the very beginning of the 20th century. As early as 1912, Eng. Tadeusz Tillinger suggested the creation of the middle and lower Vistula (środkowa Wisła, dolna Wisła) infrastructures. However, his plan was received sceptically. In 1941, Prof. Hansen from Gdańsk University of Technology suggested the creation of 14 barrages (with heads between 10 and 15 m) on section of the Vistula (Wisła) from Kraków to the sea. Another study focused only on the middle Vistula (środkowa Wisła), across which 18 barrages, with damming height between 2.44 and 4.60 m, and total energy production capacity of 1513 GWh/year, were to be built. Eng. Münch from Munich conducted yet another research project on behalf of the General Governorate (Generalne Gubernatorstwo). On that occasion, the research included the hydraulic infrastructure of the upper Vistula (górna Wisła), Dunajec, Wisłoka and San.

Be that as it may, it was Tadeusz Tillinger who, for the first time, in 1945, presented a comprehensive basin management plan on the pages of “Transport Overview” (“Przegląd Komunikacyjny”). The main parameters of his concept are shown in Tab. 2. According to the principles of hydrography, the Vistula (Wisła) is divided into three sections: the upper reaches – from its sources to the mouth of the River San, at the 280th km along the riverbed, the middle reaches – from the mouth of the San to the mouth of the Narew, at the 551st km along the riverbed, and the lower reaches – from the mouth of the Narew to the Baltic Sea (Morze Bałtyckie), at the 941st km along the riverbed. On the upper Vistula (górna Wisła), Tillinger planned a cascade of 14 barrages with heads between 3.5 and 6.4 m. In total, the upper Vistula Cascade (Kaskada Górnej Wisły) would generate 84.7 MW of power. On average, it would produce 374.2 GWh/year. In the middle section, 270.8 km in length, it was planned to build an infrastructure of 16 barrages (with heads between 3.2 and 6.6 m). In total, the middle Vistula Cascade (Kaskada Środkowej Wisły) would generate 356.0 MW. On average, it would produce in the order of 1567.2 GWh/year. Lastly, the lower section, 390.8 km in length was planned to have the infrastructure of 12 barrages (with the heads between 4.0 and 9.0 m) built. In total, the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły, LVC) would generate 740 MW. On average, it would produce 3273.2 GWh/year.

According to Tillinger, across the Vistula (Wisła) there would be 42 new barrages with installed power of 1.18 GW and total production in an average year on the level of 5.2 TWh. It should be clarified that, in the light of the current body of technical knowledge, all the values mentioned above are underestimated, which stems from the fact that Tillinger based his calculations on an installed discharge of twice the average discharge of the river current.

Vistula (Wisła) section	Item no.	Cross-section	km along the river	Head	Installed power	Mean annual generation
[-]	[-]	[-]	[km]	[m]	[MW]	[GWh/year]
Upper Vistula Cascade (Kaskada Górnej Wisły)	1	Dwory	5	4.3	2.4	10.6
	2	Okleśna	31	6.4	5.0	22.6
	3	Kraków	82	3.5	2.4	10.8
	4	Brzegi	92	3.5	2.4	11.0
	5	Niepołomice	102	3.6	2.6	12.0
	6	Witów	145	4.0	3.6	16.5
	7	Karsy	169	4.0	8.0	36.2
	8	Pawłów	181	3.5	6.8	29.9
	9	Szczucin	196	3.5	7.0	30.6
	10	Otałęż	209	3.5	7.2	31.7
	11	Połaniec	221	3.9	8.2	35.7
	12	Osiek	236	3.9	9.0	39.4
	13	Machów	250	3.8	9.5	41.3
	14	Koćmierzów	263	4.0	10.6	45.9
Middle Vistula Cascade (Kaskada Środkowej Wisły)	15	Chwałowice	284	5.0	21.0	94.7
	16	Popów	308	6.6	32.0	141.5
	17	Józefów	322	4.0	16.0	69.7
	18	Jarentowice	341	4.4	19.0	83.0
	19	Nasilów	362	4.8	22.0	95.0
	20	Gołąb	386	5.5	26.0	117.5
	21	Staszów	405	4.7	23.0	103.0
	22	Świerże	423	4.6	23.0	100.0
	23	Magnuszew	439	3.8	18.0	79.2
	24	Mniszew	452	3.2	14.0	59.8
	25	Konary	463	3.4	17.0	70.7
	26	Góra Kalwaria	476	4.0	22.0	95.6
	27	Świder	490	4.0	22.0	95.8
	28	Siekierki	508	4.6	27.0	119.7
29	Buraków	525	4.6	27.0	121.0	
30	Cząstków	546	4.6	27.0	121.0	
Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły)	31	Wyszogród	582	7.0	72.0	316.0
	32	Zakrzewo	602	4.8	44.0	193.7
	33	Płock	629	4.8	45.0	197.0
	34	Włocławek	679	9.0	100.0	446.0
	35	Nieszawa	707	5.5	55.0	244.0
	36	Toruń	734	4.6	45.0	198.0
	37	Solec Kujawski	765	6.6	75.0	331.0
	38	Zławieś	785	4.0	36.0	165.5
	39	Świecie	812	4.6	46.0	202.0
	40	Grudziądz	841	6.8	80.0	350.0
	41	Gniew	878	6.8	80.0	355.0
	42	Pałczewo	920	5.6	62.0	275.0
Total	Upper Vistula Cascade (Kaskada Górnej Wisły)			55.4	84.7	374.2
	Middle Vistula Cascade (Kaskada Środkowej Wisły)			66.8	356.0	1567.2
	Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły)			70.1	740.0	3273.2
	Entire Vistula (Wisła)			192.3	1180.7	5214.6

Tab 2. Cascades of the Vistula according to Eng. Tadeusz Tillinger (1945)

Nowadays, calculations are based on higher values. With successive analyses related to the management of the river's potential for energy generation, the concepts for infrastructure along the Vistula (Wisła) underwent various changes. Each analysis sought effective solutions and compromises between the expected results and the original conditions arising from the location of the particular structures. One of the concepts is shown in Fig. 2. In the middle of the 20th century, further variations of the cascades saw the light of day. For the most part, they were developed by Power Engineering Study and Design Companies (Biuro

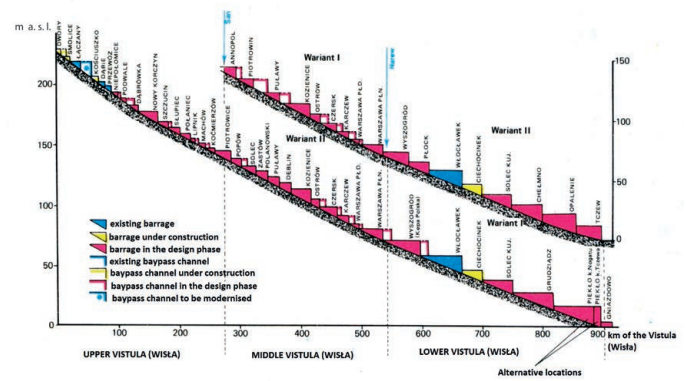


Fig. 3. The longitudinal profile of the Vistula Cascade, source: Wisła. Monografia rzeki, multiple authors under the supervision of A. Piskozuba, Warszawa 1982

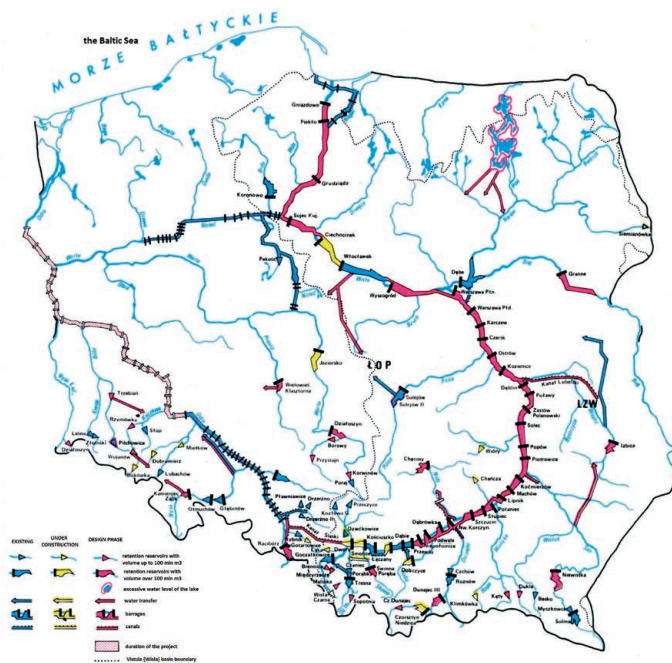


Fig. 2. The concepts for hydraulic infrastructure along the Vistula until 2000, source: Wisła. Monografia rzeki, multiple authors under the supervision of A. Piskozuba, Warszawa 1982

Studiów i Projektów Energetycznych – BSiPE) Energoprojekt and Central Water Engineering Study and Design Companies (Centralne Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego – CBS i PBW) Hydroprojekt. They were used by the Committee on Water Resources Management of the Polish Academy of Sciences (Komitet Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk) to plan the management of the country's water resources. The last, and the best developed, concept for the management of the lower reaches, was referred to as the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły, LVC). The main energy parameters of the barrages along this cascade are shown in Tab. 3. This cascade was to include eight barrages with heads between 6.7 and 12 m and power between 126 and 206 MW. On average, it would produce 413–720 GWh/year. The main parameters of

Vistula (Wisła) section	Item no.	Cross-section	km along the river	Head	Installed power	Mean annual generation
[–]	[–]	[–]	[km]	[m]	[MW]	[GWh/rok]
Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły)	1	Wyszogród	586.00	8.0	174	483
	2	Płock	626.00	6.7	126	407
	3	Włocławek	674.85	8.9	160.2	646
	4	Ciechocinek	711.00	8.5	162	483
	5	Solec Kujawski	757.80	7.5	145	413
	6	Chełmno	801.75	8.0	159	440
	7	Opalenie	864.00	10.0	206	720
	8	Tczew	904.65	12.0	206	561
Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły)				69.6	1338.2	4153

Tab. 3. Lower Vistula Cascade, source: Energoprojekt research (1990)²

its barrages are shown in Tab. 3. On account of the fact that the cascade holds approx. 65% of the Vistula (Wisła) hydropower potential and approx. 52% of economic hydropower resources in Poland, it has fundamental importance as far as energy production is concerned. Accordingly, the construction of the Włocławek Barrage began in 1962. It would be the first such structure across the lower reaches.

In 1976, the management of the newly-established Department of Power Generation and Nuclear Energy (resort energetyki i energii atomowej) set the state hydropower industry a goal to establish base load and peak power in the system. In 1977, this led the department to propose to the government that the entire cascade of hydroplants be built on the lower Vistula (dolna Wisła) as soon as possible. On June 16th 1978, during the 12th Plenary Session of the Central Committee of the Polish United Workers'

² In the literature of the subject, one can read that the barrage Włocławek produces 720–750 GWh/year. It should be remembered, however, that this value refers to the production without the support of a lower barrage, which increases the fall. Another barrage under this structure will raise the tailwater level and, in turn, lead to the decline in the production in Włocławek. From the economic aspect, it is disadvantageous, from the technical aspect – absolutely necessary, among others, due to the cavitation on the turbine runners.

Party (Plenum Komitetu Centralnego Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej – PZPR), an important resolution was passed to support the development of the hydropower industry through the comprehensive management of the River Vistula (Wisła).

By virtue of decision no. 25 (16 February 1979) of the Government Presidium (Prezydium Rządu) on the development of the hydro-power industry until 1990, the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły, LVC) was delegated to the Department of Power Generation and Nuclear Energy. On 1 April 1979, a company was set: Hydroplants of the Lower Vistula Cascade Under Construction (zakład Elektrownie Wodne Kaskady Dolnej Wisły w budowie). The company even started work on the second barrage. After Włocławek, it was time for Ciechocinek, which was scheduled for commissioning for 1988. Lastly, having completed the Lower Cascade, the national system would be strengthened by eight hydroplants with total installed power capacity in the order of 1340 MW and mean annual generation of 4150 GWh.

In contrast, according to the latest concepts and calculations, the infrastructure along the entire Vistula (Wisła) should allow the production of 2 GW, with mean annual generation in the order of 6.4 TWh. The distribution of the values at the particular sections is shown in Tab. 4.

Vistula (Wisła) section	N [MW]	A [GWh]
Upper Vistula Cascade (Kaskada Górnej Wisły)	155	560
Middle Vistula Cascade (Kaskada Środkowej Wisły)	554	1746
Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły)	1338.2	4153
Vistula (Wisła) – total	2047.2	6459

Tab. 4. Hydropower potential of the Vistula

These plans, however, were not fully implemented due to the economic crisis in the, 1980s, also due to aggressive campaigns of pseudoenvironmentalists, whom no government was able, or wanted, to defy. The Natura 2000 Network, in which almost the entire river valley had been included, only made the situation go from bad to worse.

4. Is the Vistula River an asset to Polish energy security?

According to the calculations presented above, the energy potential of the Vistula (Wisła) reaches approx. 6.4 TWh/year (including mean production in Włocławek of 646 GWh/year). As of 2011, the energy demand in our state was ca. 163 TWh. This means that the whole economically justified potential, in comparison to the predicted needs for the year 2020, constitutes slightly more than 3% and slightly more than 20% in the context of renewable energy sources. The question inevitably raised: is it worth

carrying on with the development of this infrastructure along the Vistula (Wisła), thereby meeting only a part of the Polish demand for energy? Below, the list of reasonable arguments:

Argument No. 1. The construction of additional barrages is a huge expense and Poland could possibly not afford to build the cascade along the entire river course in a short period of time. On the other hand, it is necessary to keep in mind that these investments will pay back very quickly, but they have to be staggered over a period of time. Only then can the entire cascade be built with minimal effort. The barrage in Włocławek, in operation for 42 years, proves this definitively. Here, the electricity produced over the first six years recouped all the state outlays on the completion of this barrage (hydroplant, weir, dam and sluice).

Contemporary estimates prove this point as well. Taking into account the current level of production in Włocławek (without the support of another barrage) nearing 750 GWh/year and the energy price in accordance with the draft law on renewable energy nearing PLN 600/MWh, the annual production value is bound to reach PLN 450 million. Further, taking into account the cost of a new barrage across the Vistula (Wisła), ca. PLN 2.5–3 billion, the investments will be returned in 5.5 to 6.6 years.

This means that the revenues yielded by the Włocławek hydro-plant alone could help to finance seven additional barrages. In this manner, we would already have the whole of the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły, LVC) today. As the work progresses, state revenues will increase and might be later used to finance e.g. other barrages. The revenues after the completion of successive barrages within the framework of the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły) are shown in the chart (Fig. 4).

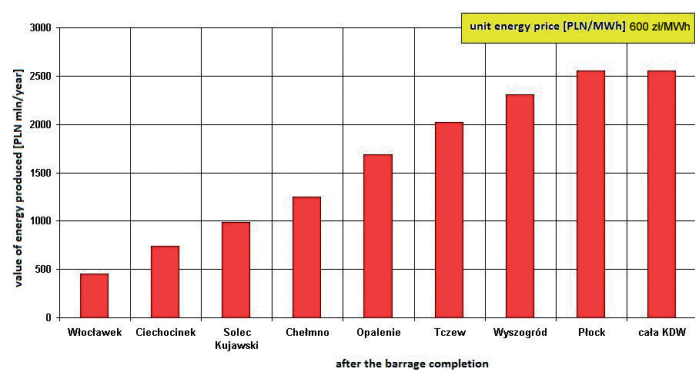


Fig. 4. The revenues from energy production after the completion of the next barrage on the lower Vistula

This chart was based on the premise that the unit price of energy remains at PLN 600/MWh, in accordance with the OZE draft law³. As one can easily read in the chart, having completed the Lower

³ Before the next barrage is put into service, the mean production in Włocławek amounts to 750 GWh/year. Having completed the structure in Ciechocinek, this value will drop to 646 GWh/year, in consequence of the lowered head/increased tail water level.

Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły, LVC), the sum total of revenues from the sale of energy will reach ca. PLN 2.6 billion/year. Assuming that the construction of every single barrage across the lower reaches costs ca. PLN 3 billion and the investments are staggered over a period of time, estimating the duration of the works at five years, the next barrage will require PLN 600 million/year. If the revenues generated in Włocławek are spent on the funding of a new structure, given that the price remains at PLN 600/MWh (in accordance with the OZE draft law), this amount will decrease to ca. PLN 150 million/year (the outlays under discussion, called the external outlays, are drawn from beyond the energy sector). After five years, when the Ciechocinek barrage is put into service, the total power generation at both structures will bring in revenues in the order of PLN 750 million, which allows for further self-financing of the investments in successive barrages along the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły, LVC). Simultaneously, it will recoup the external outlays on Ciechocinek. The total return on these will have taken place after five years, at the commissioning of the next barrage (Solec Kujawski). From this moment on, as the work progresses, until the very end of it, the state revenues will have increased to ca. PLN 2.6 billion/year. The mechanism in question is shown in the chart (Fig. 5).

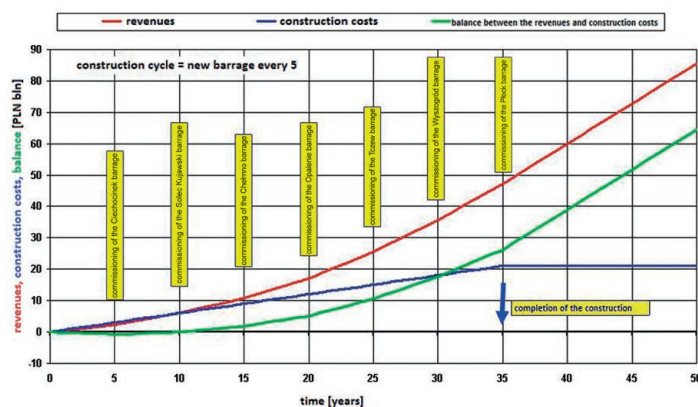


Fig. 5. The growth of revenues and costs within the period of the construction of the Lower Vistula Cascade

In the chart: the red line – the total revenues from the sale of electricity since the beginning of the construction of the next barrage (Ciechocinek); the blue line – the total costs of the investments in the cascade, staggered over a period of time; the green line – the revenues with costs of construction deducted. As one can easily see, the return of the external costs of the second barrage will have taken place in five years from the structure in Ciechocinek becoming operational. Not only will another stage of the project finance itself, but it will also bring in revenues, which might be spent on, amongst other things, the advancement of hydraulic infrastructure along the Vistula (Wisła).

Regrettably, thus far, neither our government, nor our politicians have taken an active interest in this extraordinarily profitable investment. For more than 40 years, the river's potential has been

completely wasted, as the consecutive governments of the Polish Republic, irrespective of who comes to power, do not enter into the debate. On this account, the financial resources to construct hydropower installations and the potential benefits go down the Baltic drain. Can Poland afford such a waste?

Argument No. 2. As opposed to other sources, hydropower is cheap, reliable, inexhaustible and eco-friendly. These terms simply do not apply to the traditional methods for producing energy. The hydraulic structures on the Vistula River (Wisła) will serve our country for a very long time, as the “fuel” – in this instance – is not only self-renewing but also supplied by the forces of nature themselves. Be that as it may, hydro energy is not free of charge.

While fossil-fuel energy pollutes the environment with CO₂, CO, NO_x, SO_x and In, as well as with other waste such as slag and flue ash, hydropower is produced from renewable sources, thanks to which we can save fossil fuels for future generations (the principle of rational use of the environment). The efficient transformation of primary energy into electricity in hydroplants reaches, even exceeds, 90%, whereas in thermal plants it is barely 40% (with cogeneration – 60%). Hydropower requires neither the transport of fuels, nor the removal of waste (slag and flue ash). It does not pollute the environment (emissions from transport). Not counting the investment costs and additional benefits (e.g. flood safety – areal floods, snow melt floods, jam floods and frazil ice floods, water retention, economic growth, international waterways), an energy unit from fossil fuels is much more expensive than its counterpart produced “from water,” due to the prices of fossil fuels and costs of their transport, also due to the environmental costs (among others, emissions, waste, sewage, etc.). These features strongly indicate that hydropower generation offers more benefits than fossil-fuel-based power generation. Therefore, it is necessary, to the extent reasonably possible, that we pursue the former rather than the latter. An important characteristic of hydropower generation is its continuous availability. If the demand exists, it can be used to regulate the National Power System (Krajowy System Elektroenergetyczny – KSE). As for fossil-fuel generation, instead of keeping its capacity at standby (known as spinning reserve), which causes significant losses in terms of the environment and raw materials, it is much more beneficial to exploit the potential of hydroplants.

When it comes to the juxtaposition of the energy from water and the energy from the wind, it is apparent that there is a great deal of common ground between both these sources, e.g. the “free-of-charge fuel” and the “free-of-charge transport” of the fuel. However, the main disadvantage of wind power generation is it is unpredictable (a lull in the wind). This feature means that the installed powers in wind farms need doubling by virtue of: other wind farms, certain energy sources, e.g. by hydro or fossil-fuel power, etc., an obvious conclusion drawn on the basis of the data on the energy generated from 1 MW of installed power. From 1 MW in the hydropower sector, it is possible to generate 5270 MWh/year, whereas only 1540 MWh/year (three, four times less) can be generated in the wind energy sector. Unlike hydropower infrastructure, wind power infrastructure litters the landscape.

Hydropower, through the creation of reservoirs, shapes the landscape, thereby enriching it with beautiful views and providing opportunities for sports and recreation.

By the same token, even if juxtaposed with biomass-fired power generation (or other biochemistry-related generation), it still compares more favourably. Although biomass-fired power generation is not involved in the CO₂ emission balance, renewable as this fuel is (by way of contrast, hydropower is self-renewable), it requires investing considerable effort in the production of the biomass, its collection from farms and transport to the generation sites. Taking this into account, the CO₂ emission balance shifts to include biomass-fired power generation after all. The significant interference in the environment is yet another main disadvantage. It necessitates the creation of sufficient acreage of energy crops, thus polluting the environment (water and soil) owing to the use of chemical fertilizers. Most importantly, it demands considerable water supply for the fast growth of these plants. In view of the extremely limited water resources in Poland, the disadvantages mentioned above, especially the last one, tip the odds in favour of hydropower generation rather than biomass-fired power generation.

On the national scale, with current technological know-how, even solar power engineering cannot compete with hydropower engineering. This stems from the fact that solar energy can be produced only in the daytime, the intensity of irradiation in Poland is relatively low, the density of energy per area unit is also low, and – most of all – the costs of solar installations are very high. As with wind power generation and unlike coal, water and biomass powers, solar energy cannot be stored in large quantities.

Argument No. 3. If the role of hydroplants in the National Power System is to be maintained, they should have high installed power, which requires that we take into account the highest possible heads and the mass transfer system. This large hydropower cascade on the Vistula (Wisła) will begin from the plant in Korczyn and end at the plant in Piekło near Tczew (25 barrages with installed power of 2000–2100 MW and mean annual generation between 6.1 and 6.4 TWh). From the regulatory aspect of the National Power System, its strength is that the cascade in question will allow the hydroplants to operate within a mass transfer system, thereby creating, in a way, one huge pumped storage power plant, useful in case of an emergency.

Regardless of the above, the hydroplants of this cascade, on account of their operating parameters and generating capacities, will offer system services to the National Power System, such as:

- automatic frequency and power control – AFPC (automatyczna regulacja częstotliwości i mocy ARCM)
- automatic voltage regulation – AVR (automatyczna regulacja napięcia – ARNE)
- black start (restoring large power plants to operation after a blackout)
- operation in an isolated network (off-grid).

For instance, the existing hydroplant in Włocławek provides a black start service for the PAK (Pałnów – Adamów – Konin) power plant group and the Bełchatów power plant. An increase in the

regulatory power, through the construction of successive hydroplants, will allow us to safely manage Polish energy demand. It will also help to generate more black start potential, which – considering the predictions of climate change – becomes a priority. The potential of the hydroplant group along the Vistula River (Wisła) might also be used in off-grid networks, to regulate the voltage and backup power supply for the needs of selected industrial or public utility buildings, e.g. hospitals or chemical plants, for which guaranteed energy-supply is absolutely necessary, as human life often relies on it.

Argument No. 4. The infrastructure along the Vistula River (Wisła), in addition to enabling the use of green energy, presents an opportunity for the comprehensive economic growth of our state as well as for the improvement of public safety. The waterway connecting Silesia (Śląsk) and the other industrial centres located along the Vistula (Wisła) with the Baltic Sea (Morze Bałtyckie) will help to manage the flood risk on the banks of the river. It will also help to supply water to the agricultural sector (drought prevention), minimise riverbed erosion and the inherent dangers to public safety and environment. In addition, it will create new jobs related to water (tourism, recreation, building maintenance) and to the waterway (harbours, logistics centres, watercraft handling, waterway maintenance and service). A considerable percentage of transport will be transferred from land to water. This will lead to the reduction of emissions. The list is not exhaustive. All of the above is to the benefit of the population, country and environment. Furthermore, the infrastructure at issue, and its “by-product” – the E40 waterway, conforms to the European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance AGN, to “Polish Energy Policy until 2030” as well as to the “Spatial Development Concept 2030,” which was already discussed in point 1 of the present article.

In conclusion to this chapter, it should be observed that with respect to management and use of the river’s potential for energy generation, creation of the international waterway, water retention, flood safety (reduction of flood waves, removal of blockages), decrease in environmental pollutants (emissions from the energy generation and transport sectors), environmental degradation of the river valley due to erosion and economic development, as well as with respect to a whole mass of tangible and intangible benefits to society, environment and economy, the public has a vested interest in the creation of this infrastructure, on which the government of the Polish Republic ought to place a high priority and which the government should mandatorily and urgently implement.

5. Cardinal sins against the use of the economic capacity of the Vistula

As already mentioned before, the plans for energy infrastructure along this river, including the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły), were put on hold owing to the economic crisis in the 1980s and owing to aggressive campaigns of pseudo-environmentalists, whom no government was able, or wanted, to defy. Not only should this be recognised as a serious mista-

ke, which hindered the Polish government in developing our economy or at providing us energy and public security, but it should also be recognised, to say the least, as a violation of the Water Law, Article 2 (1), pursuant to which the holder of the water rights, our Treasury⁴ in this context, is obliged to manage the available resources to the benefit of the population, economy and environment, particularly in terms of protection against floods and droughts, water supply for the agricultural and industrial sectors, development of tourism, sports and recreation, and opportunities for energy production, transport and fishery on the water⁵.

This negligence on the part of consecutive governments cannot be explained by environmental standards. According to the Water Law, resource management, based on the principle of mutual interest, is facilitated by the cooperation of the public administration, water users and representatives of local communities, in order to achieve maximum social benefits⁶. In the light of these provisions, to succumb to the demands of radical environmental organisations, who do not even “act on behalf of the local communities” – on the contrary, they do these communities a disservice – is a sign of the authorities’ weakness, evidence of discrimination against these communities and a blatant violation of the law.

After the Natura 2000 (and other similar) provisions entered into force, thus covering the entire valley, under circumstances in which each and every government has succumbed to the pressure of radical environmental organisations (eco-terrorists, as they are colloquially referred to in professional circles), it seems that the development of hydropower infrastructure is unrealistic. However, it will be possible if the provisions are verified and if the government takes responsible steps, in conformity with the public interest.

A group of environmental extremists advocate decommissioning the 42-year old hydroplant in Włocławek. To this end, they want to have the dam dismantled and the reservoir closed. To apply this absurd idea would prevent other barrages from being built. Not counting the huge costs of the process itself (by some estimates, a sum twice or three times higher than the outlays on a new barrage across the Vistula), the dismantling of the barrage and the closing of the reservoir would cause substantial losses to many areas of our economy. The sum at issue could be spent on two or three barrages. Together with the one in Włocławek, they could produce ca. 1.5–2 TWh/year of green energy, worth PLN 1–1.25 billion/year. The very cessation of production in Włocławek, should the plant be decommissioned, will cost us ca. PLN 450 million of green energy (estimated on the basis of the unit price at PLN 600/MWh, by the OZE draft law). It would mean that we consented to the excessive wastage of energy from the most beneficial renewable source, that is hydropower. It would also mean that we resigned from major benefits to our economy, society and environment, which the cascade might deliver. Then, let us repeat the question: Can Poland afford such

a waste? And let us ask one more: who will be held accountable for such decisions, contrary to the national interest, or for the failure to take action?

In the end, it is worth explaining the motivation of pseudo-environmentalists. Almost every single business, either state or private, is protested against by these organisations. Different energy sources are not exempt from environmental rallies. Eco-radicals are known to have demonstrated against fossil power generation (pollution, emissions, mine workings and inevitable change in the hydrographic conditions and in the landscape), hydropower generation, both small and big (degradation of the landscape along the rivers and the rivers themselves, threat to the migration of aquatic and terrestrial organisms), nuclear power generation (threat to society and the environment due to radiation), biomass power generation (threat to the environment, stench, methane explosions) and – as of late – against wind power generation (noise, vibrations, threat to birds and people). The only one that has not yet been protested against is solar power generation. This could be ascribed to the fact it is almost invisible on the Polish market. Its share in the state energy mix and the issues arising from the increase thereof (among others, usage of land, changes in the landscape) are bound to stir up the eco-warriors. Under these circumstances, it would be necessary to resign from electricity and return to the Dark Ages. The alternative is to face our problems and develop the power generation sector according to the needs of our country, society and through the application of the principle of rational use of the environment.

6. Summary and conclusions

1. The Vistula (Wisła) has significant potential in terms of green energy. It holds 80% of the hydropower potential in Poland.
2. In the light of the possible social, economic and environmental benefits as well as of public safety, the public has a vested interest in the creation of hydropower infrastructure to exploit the river’s economic capacity, on which the government of the Polish Republic ought to place a high priority.
3. Hydropower generation, in comparison to other sources of energy, is the most beneficial for the environment, for public safety (e.g. flood prevention, energy demand) and for the economic growth of our state.
4. The management of the river’s energy capacity follows the most important strategic documents of Poland and the European Union within the framework of, among others, renewable energy sources, environmental protection (air, water and soil), water retention and the E40 waterway.
5. The regions in the Natura 2000 Network, unfounded demonstrations of environmental extremists, weaknesses of our state and every government’s decisions contrary to the national interest and the Water Law provisions, cause the excessive wastage of both natural energy resources and social/economic/environmental benefits arising from water resource management

⁴ Water law, the Act of July 18th 2001, Art. 10 (1).

⁵ Ibid, Article 1, Par. 1, Pts. from 4 to 7.

⁶ Ibid, Art. 1 (3).

(flood safety, environmental protection, jobs, etc.).

6. For the sake of water resource management and the related use of the river's potential for energy production, it is necessary to verify the provisions of Natura 2000. It is also necessary to reduce the extremists' influence on the government's economic decisions.
7. The right approach to hydropower infrastructure on the Vistula (Wisła) will recoup the investments in the second barrage in a short period of time. Similarly, it will allow for the self-financing of further barrages of this cascade, thereby causing state revenues to grow as the work progresses.

REFERENCES

1. Brenda Z., Fundacja "Kaskada Dolnej Wisły" (the "Lower Vistula Cascade" Foundation) – realizacja głównych zadań, konferencja: 25 lat eksploatacji stopnia wodnego Włocławek z elektrownią [completion of the main objectives, the conference: 25 years of the Włocławek barrage and hydroplant], Włocławek 1995.
2. Jaśkiewicz J. i in., Sto lat rozwoju energetyki wodnej na ziemiach polskich, oprac. monograficzne, Gru 1997 [Hundred years of the hydropower sector on the Polish lands, a monograph], Dec 1997.
3. Gabryś H.L., Elektroenergetyka w Polsce roku 2012 w świetle bilansu energii za 2011 rok i nie tylko [Electric power industry in Poland as of 2012, in the light of energy balance as of 2011 and not only], the magazine: *Energetyka* www.energetyka.eu, issue: Mar-Apr 2012.
4. Gajewski R., Potencjał rynkowy biomasy z przeznaczeniem na cele energetyczne [The market potential of biomass for energy purposes], Polska Izba Biomasy (the Polish Chamber of Biomass), 2011.
5. Gostomczyk W., Rola i znaczenie biomasy energetycznej w rozwoju zrównoważonym [The role and importance of biomass fuel in sustainable development], Politechnika Koszalińska (Koszalin University of Technology), 2012.
6. Kosiński J., Ochrona przeciwpowodziowa – co mógłby Włocławek [Flood prevention – the capacity at the disposal of the Włocławek Reservoir], the magazine: *Gospodarka Wodna*, issue: 11.2012.
7. Kosiński J., Zdulski W., Energetyka wodna – stan obecny, perspektywy rozwoju, ekologia [Hydropower generation – the current status and development prospects, ecology], Zeszyt Naukowy: *Ciepne Maszyny Przepływowe*, (the Research Journal: Turbomachinery), Politechnika Łódzka (Łódź University of Technology), issue: No. 124, 2003.
8. Kułagowski W., Hydroenergetyka w Polsce – stan obecny, perspektywy rozwoju [Hydropower generation – the current status and development prospects], Towarzystwo Elektrowni Wodnych (the Association of Hydroplants), 2000.
9. Malinowski R., Informacja o warunkach realizacji Kaskady Dolnej Wisły, praca studialna [Information on the implementation conditions of the Lower Vistula Cascade, a study work] Biuro Studiów i Projektów Energetycznych "Energoprojekt" (the Power Engineering Study and Design Company "Energoprojekt"), Warszawa, 1990.
10. Malinowski R., Założenia techniczno-ekonomiczne rozwoju polskiej hydroenergetyki do 2020 roku [Technical and economic assumptions about the Polish hydropower sector], Biuro Studiów i Projektów Energetycznych "Energoprojekt" (the Power Engineering Study and Design Company "Energoprojekt"), Warszawa, 1990.
11. Matuszek W., Odnawialne źródła energii [Renewable energy sources], Elektrownie Szczytowo-Pompowe SA (the joint stock company: Pumped Storage Power Plants SA), the magazine: *Elektroenergetyka*, issue: No. 1 2005.
12. Miciuła K., Potencjał biomasy na cele energetyczne [The biomass potential for energy purposes], Uniwersytet Szczeciński, (Szczecin University), 2011.
13. Piskozub A. i in., Wisła. Monografia rzeki [The Vistula. The monograph of the river], Wydawnictwo Komunikacji i Łączności (Transport and Communications Publishing House), Warszawa 1982.
14. Zdulski W., 25 lat eksploatacji stopnia wodnego "Włocławek" z elektrownią [25 years of the "Włocławek" barrage and hydroplant], Włocławek 1995.
15. Zdulski W. i in., Elektrownia Wodna we Włocławku, folder [The hydroplant in Włocławek, a folder] the joint stock company: ZE Toruń SA, 1995.
16. Zdulski W. i in., Elektrownia Wodna we Włocławku, folder [The hydroplant in Włocławek, a folder] the limited liability company: Elektrownia Wodna we Włocławku sp. z o.o., 1999.
17. Żółciak T., Gminy chętnie blokują elektrownie wiatrowe [Communes and municipalities willing to block the wind farms], the paper: *Dziennik Gazeta Prawna*, 10 Jan 2013.
18. Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030 [The National Spatial Development Concept 2030], Ministerstwo Rozwoju Regionalnego (the Ministry of Regional Development), Warszawa 2012.
19. Polityka energetyczna Polski do 2030 roku [The Polish Energy Policy until 2030], dokument przyjęty przez Radę Ministrów (the Council of Ministers), 10 Nov 2009.
20. Rocznik hydrologiczny wód powierzchniowych, Wisła [Hydrological yearbook of the surface waters, Vistula], IMGW (the Institute of Meteorology and Water Management), Wydawnictwo Geologiczne (the Geological Publishing House), 1982.
21. Kaskada [The Cascade], quarterlies issued under the patronage of the Lower Vistula Cascade Foundation, issues: 1993–1997, 2001.
22. Kaskada Dolnej Wisły – wstępna analiza ekonomiczna – synteza [Preliminary economic analysis of LVC], the Power Engineering Study and Design Company Energoprojekt Warszawa, the limited liability company: Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o., Warszawa 1993.
23. Information on the Vistula, lectures at the conference in Nieszawa, Warszawa 1997.
24. The flood prevention scheme in the middle Vistula basin – assumptions and conference materials, Warszawa 2011.
25. Monthly reports on the operation of the National Power System and the balancing market [online], www.pse-operator.pl.
26. Renewable energy sources – chances and costs [online], www.EurActiv.pl.
27. Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 roku [Energy from renewable sources in 2011], Główny Urząd Statystyczny (the Central Statistical Office), Warszawa 2012.

Jędrzej Kosiński

The hydroplant in Włocławek

e-mail: jędrzej.kosinski@energa-hydro.pl

A graduate of Wrocław University of Technology (1976), a civil engineer specialised in water engineering. From 1979, he worked in the Central Water Engineering Study and Design Company "Hydroprojekt" Włocławek. Subsequently, Mr Kosiński started work in the Provincial Office for Spatial and Regional Planning (Wojewódzkie Biuro Planowania Przestrzennego) in Włocławek (1993–2000). Since 2000, he has been employed in the Włocławek hydroplant as the chief specialist in hydraulic engineering. Recently, as a technical adviser of the joint stock company ENERGA SA, he has contributed to the project for a new barrage on the Vistula (Wisła) below Włocławek. Mr Kosiński has a construction licence in hydraulic engineering. He is an honorary member of the Association for Small Hydropower Development (Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych).

Wacław Zdulski

ENERGA Invest SA

e-mail: wzdulski@wp.pl

A graduate of Łódź University of Technology (1973), an electrical engineer specialised in industrial power engineering. Mr Zdulski embarked on his career in the Chelmża Sugar Factory (Cukrownia Chelmża) (1973–1977). Between 1977 and 1998, he worked in the Toruń Power Distribution Company – the Hydroplant in Włocławek, where he carried out managerial duties. Between 1998 and 2007, he held the position of the chairman of the Hydroplant in Włocławek and subsequently, the position of this company's adviser. At present, Mr Zdulski is enjoying his retirement. As the second string to his retirement bow, he has been an adviser to ENERGA SA since August 2011, while since November 2012 he has been working as a technical adviser on the construction of the second Vistula (Wisła) barrage. Mr Zdulski has a licence in the field of electrical engineering.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 38–47. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Potencjał hydroenergetyczny Wisły

Autorzy

Jędrzej Kosiński
Wacław Zdulski

Słowa kluczowe

hydroenergetyka, zabudowa kaskadowa Wisły, potencjał energetyczny Wisły

Streszczenie

Na tle uwarunkowań formalnych produkcji energii elektrycznej w Polsce omówiono potencjał hydroenergetyczny Wisły. Porównując różne źródła energii, wykazano, że hydroenergetyczna zabudowa całej Wisły oraz towarzyszące jej korzyści społeczne, środowiskowe, gospodarcze i bezpieczeństwo publiczne winny stanowić priorytet dla działań rządu, a ich zaniechanie jest nie tylko sprzeczne z Prawem wodnym, ale również z interesem narodowym.

1. Uwarunkowania prawne w zakresie elektroenergetyki

Podczas szczytu Unii Europejskiej w Brukseli w marcu 2007 roku przywódcy państw członkowskich przyjęli zobowiązanie, że do 2020 roku 20% energii produkowanej w UE będzie pochodziło ze źródeł odnawialnych. Ustalono, że dla poszczególnych krajów cel będzie różnicowany w zależności od sytuacji wyjściowej i potencjału w zakresie produkcji energii ze źródeł odnawialnych, jak również obecnego poziomu jej wykorzystania oraz struktury wykorzystania paliw w energetyce. Komisja Europejska zaproponowała także cele obligatoryjne na 2020 rok w zakresie udziału energii odnawialnej w produkcji energii poszczególnych krajów członkowskich. Dla Polski cel to 15-procentowy udział energii ze źródeł odnawialnych w globalnej produkcji energii.

Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii jest jednym z najważniejszych kierunków określonych w dokumencie – „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku”, przyjętym przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 roku. To strategia państwa, która zawiera rozwiązania wychodzące naprzeciw najważniejszym wyzwaniom polskiej energetyki, zarówno w perspektywie krótkoterminowej, jak i do 2030 roku.

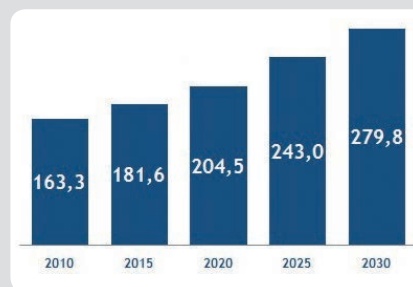
W związku z obowiązkiem pełnej implementacji dyrektywy 2009/28/WE oraz koniecznością optymalizacji aktualnego systemu wsparcia rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE) w Polsce, w Ministerstwie Gospodarki przygotowano projekt ustawy o OZE. Przewiduje ona różne możliwości wsparcia produkcji energii zielonej w zależności od charakteru źródła. Zróżnicowanie wsparcia ma być uzależnione od trzech czynników: rodzaj źródła, zainstalowana moc, rok oddania do użytkowania. Im starsze urządzenie, im większe źródło oraz im mniejsze koszty wytwarzania jednostki energii, tym mniejsze będzie wsparcie. Jak podkreśla Ministerstwo Gospodarki, mniejsze wsparcie przewidziano dla technologii, które obecnie wytwarzają ok. 90% energii elektrycznej z OZE, w tym dla starych, zamortyzowanych elektrowni wodnych (np. elektrowni we Włocławku). Trzecim ważnym dokumentem w aspekcie rozważań dotyczących energetyki wodnej

jest „Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030”, dokument przyjęty został przez Radę Ministrów 13 grudnia 2011 roku. Zapisano tam: „Istniejąca konieczność zminimalizowania skutków ekstremalnych zjawisk, takich jak powódzie i susze, wymaga (...) programowania w planowaniu przestrzennym działań mających na celu zwiększenie retencji wodnej do 15% średniego odpływu rocznego w drodze realizacji zbiorników dużej i małej retencji. (...) Optymalizowane zostanie także w aktach planowania przestrzennego poziomu regionalnego i lokalnego wykorzystanie obiektów hydrotechnicznych do produkcji energii wodnej przy uwzględnieniu potrzeb lokalnych społeczności i wynikających z dążenia do zachowania dobrego stanu wód”.

2. Potrzeby energetyczne Polski

Zgodnie z obwieszczeniem ministra gospodarki z 15 listopada 2011 roku¹ „Analiza realizacji celów ilościowych i osiągniętych wyników w zakresie wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii”, globalna produkcja energii elektrycznej w Polsce w 2010 roku wynosiła 156 089 GWh, w tym z odnawialnych źródeł 10 895 GWh, co stanowiło 6,98% globalnej produkcji energii elektrycznej w Polsce. Strukturę produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł za 2010 rok pokazano w tab. 1.

W roku 2011 globalna produkcja energii elektrycznej w Polsce wynosiła ok. 163 TWh. Zgodnie z prognozą (rys. 1) zapotrzebowanie na energię elektryczną do 2030 roku będzie stale rosło.



Rys. 1. Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce (TWh), źródło: A. Drożdżel – „Raport: Za 12 lat w Polsce zabraknie prądu”, na podstawie danych z Ministerstwa Gospodarki

W świetle wyżej opisanych uwarunkowań prawnych i prognoz, przy założeniu, że produkcja energii elektrycznej odpowiada zapotrzebowaniu, w 2020 roku w Polsce zapotrzebowanie na energię elektryczną ma wynosić 204,5 TWh, z czego z odnawialnych źródeł energii powinno pochodzić 15%, czyli przynajmniej 30,675 TWh.

3. Wisła – potencjalne źródło energii odnawialnej

Polska jest krajem nizinnym, w którym zasoby hydroenergetyczne rzek są stosunkowo niewielkie. Jest to wynik uwarunkowań klimatycznych charakteryzujących się niskimi i nierównomiernie rozłożonymi opadami atmosferycznymi. Średni opad roczny wynosi zaledwie ok. 600 mm, co plasuje Polskę pod tym względem na trzecim od końca miejscu w Europie.

Źródło energii	Udział w produkcji globalnej [%]	Udział w produkcji ze źródeł odnawialnych [%]	Produkcja energii [GWh/rok]	Sumaryczna moc instalowana [MW]
elektrownie na biomasę	3,708	53,18	5788	126,0
elektrownie wodne	1,871	26,84	2922	554,4
elektrownie wiatrowe	1,160	16,63	1822	1180,3
elektrownie na biogaz	0,233	3,34	363	82,9
Razem:	6,98	100	10895	1943,6

Tab. 1. Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce w 2010 roku

¹ Monitor Polski 2011, nr 110, poz. 1112.

Zgodnie z definicją pojęcie „zasoby wodne” oznacza zgromadzoną ilość wody, możliwą do wykorzystania w przyszłości na określonym obszarze. Teoretycznie w Polsce na jedną osobę przypada 1580 m³ wody na rok, jest to wskaźnik 3 razy mniejszy od średniej europejskiej i 4,5 razy mniejszy od przeciętnej dla świata. Realne zasoby wodne Polski w okresach suchych wynoszą zaledwie ok. 250 m³/rok/osobę. Poziom tego wskaźnika jasno dowodzi, jak niezbędne jest retencjonowanie wody. Warto przy tym podkreślić, że wskaźnik dostępu do wody niższy od 1500 m³/rok/osobę uważany jest powszechnie za bardzo mały i wywołuje poważne perturbacje w gospodarowaniu zasobami wodnymi.

Według obliczeń przeprowadzonych w latach 60. XX wieku, opartych na metodyce Światowej Rady Energetyki, teoretyczny potencjał energetyczny polskich rzek szacuje się na 23 TWh/rok. Niestety, jest to potencjał, który nie zawsze da się technicznie wykorzystać. Według obliczeń Alfonsa i Mariana Hoffmannów oraz Jerzego Tymieńskiego, technicznie istnieje możliwość wykorzystania potencjału hydroenergetycznego na poziomie ok. 12–14 TWh/rok. Jednakże również ten potencjał można uznać za teoretyczny, ponieważ w wielu przypadkach nakłady finansowe, związane z jego wykorzystaniem, są niewspółmierne do spodziewanych korzyści. Uzasadniony ekonomicznie potencjał energetyczny szacowany jest, zależnie od źródła, na ok. 8–8,5 TWh/rok. Potencjał ten jest nierównomiernie rozłożony na obszarze kraju. Około 80% tego potencjału niesie Wisła, przy czym na dolnej Wiśle skupia się prawie 52% ekonomicznego potencjału hydroenergetycznego, na górnej 7%, a na środkowej ok. 22%.

W świetle powyższego mogłoby się wydawać, że produkcja energii w elektrowniach wodnych w 2010 roku, w ilości 2,922 TWh (tab. 1), wykorzystywała ok. 36% tego potencjału. Niestety, rok 2010 był rokiem korzystnym dla energetyki wodnej (dużo opadów), natomiast wyliczony potencjał odnosi się do roku średniego. Według różnych szacunków zaledwie niewielka część potencjału energetycznego rzek jest wykorzystywana do produkcji energii. Eksperti z Europejskiego Centrum Energii Odnawialnej podkreślają, że w Polsce wykorzystuje się zaledwie 11% potencjału grawitacyjnego cieków wodnych, co stawia nas na ostatnim miejscu w Europie, dla porównania Niemcy korzystają z nich w 80%, Norwegia w 84%, zaś Francja niemal w 100%. Istnieją zatem jeszcze znaczne rezerwy energii wodnej, a jej głównym nośnikiem w Polsce jest Wisła. Według różnych szacunków posiada ona ekonomicznie uzasadniony potencjał energetyczny rzędu 6,5 TWh/rok, czyli ok. 80% całego hydroenergetycznego potencjału polskich rzek.

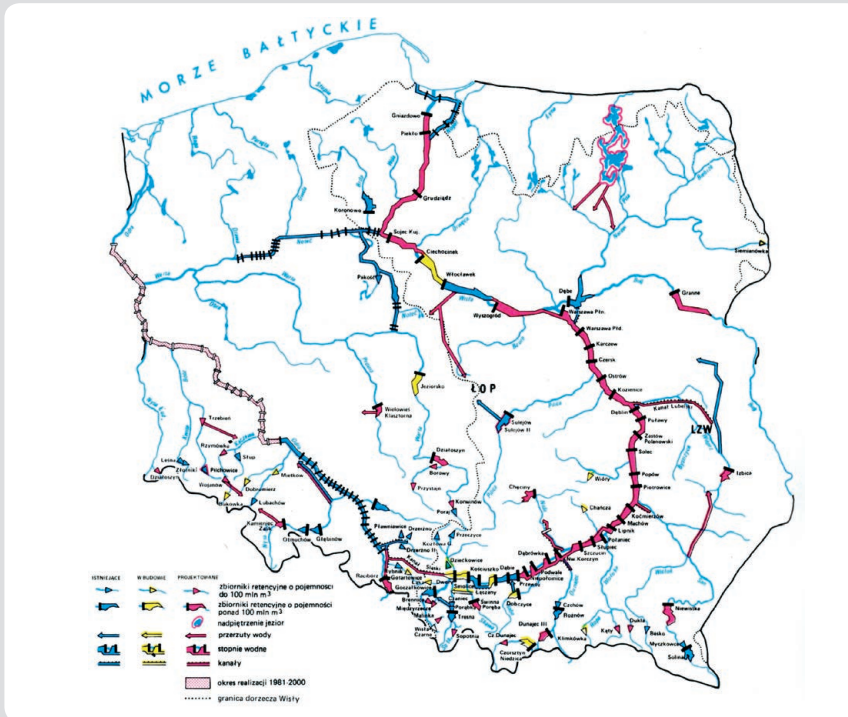
Wyżej przytoczone wielkości wskazują, że Wisła może, a nawet powinna być wykorzystana energetycznie w znacznie większym stopniu niż ma to miejsce obecnie. Zastosowanie jej do celów energetycznych wiąże się z koniecznością budowy stopni wodnych. W świetle istniejących uwarunkowań hydrologicznych budowa zbiorników retencyjnych w Polsce jest

Odcinek Wisły	Lp.	Przekrój	km rzeki	Spad	Moc instalow.	Średnia produkcja roczna
[–]	[–]	[–]	[km]	[m]	[MW]	[GWh/rok]
Kaskada Górnej Wisły	1	Dwory	5	4,3	2,4	10,6
	2	Okleśna	31	6,4	5,0	22,6
	3	Kraków	82	3,5	2,4	10,8
	4	Brzegi	92	3,5	2,4	11,0
	5	Niepołomice	102	3,6	2,6	12,0
	6	Witów	145	4,0	3,6	16,5
	7	Karsy	169	4,0	8,0	36,2
	8	Pawłów	181	3,5	6,8	29,9
	9	Szczucin	196	3,5	7,0	30,6
	10	Otałęż	209	3,5	7,2	31,7
	11	Połaniec	221	3,9	8,2	35,7
	12	Osiek	236	3,9	9,0	39,4
	13	Machów	250	3,8	9,5	41,3
	14	Koćmierzów	263	4,0	10,6	45,9
Kaskada Środkowej Wisły	15	Chwałowice	284	5,0	21,0	94,7
	16	Popów	308	6,6	32,0	141,5
	17	Józefów	322	4,0	16,0	69,7
	18	Jarentowice	341	4,4	19,0	83,0
	19	Nasiłów	362	4,8	22,0	95,0
	20	Gołąb	386	5,5	26,0	117,5
	21	Staszów	405	4,7	23,0	103,0
	22	Świerże	423	4,6	23,0	100,0
	23	Magnuszew	439	3,8	18,0	79,2
	24	Mniszew	452	3,2	14,0	59,8
	25	Konary	463	3,4	17,0	70,7
	26	Góra Kalwaria	476	4,0	22,0	95,6
	27	Świder	490	4,0	22,0	95,8
	28	Siekierki	508	4,6	27,0	119,7
29	Buraków	525	4,6	27,0	121,0	
30	Cząstków	546	4,6	27,0	121,0	
Kaskada Dolnej Wisły	31	Wyszogród	582	7,0	72,0	316,0
	32	Zakrzewo	602	4,8	44,0	193,7
	33	Płock	629	4,8	45,0	197,0
	34	Włocławek	679	9,0	100,0	446,0
	35	Nieszawa	707	5,5	55,0	244,0
	36	Toruń	734	4,6	45,0	198,0
	37	Solec Kujawski	765	6,6	75,0	331,0
	38	Zławieś	785	4,0	36,0	165,5
	39	Świecie	812	4,6	46,0	202,0
	40	Grudziądz	841	6,8	80,0	350,0
	41	Gniew	878	6,8	80,0	355,0
	42	Pałczewo	920	5,6	62,0	275,0
Łącznie	Kaskada Górnej Wisły			55,4	84,7	374,2
	Kaskada Środkowej Wisły			66,8	356,0	1567,2
	Kaskada Dolnej Wisły			70,1	740,0	3273,2
	Cała Wisła			192,3	1180,7	5214,6

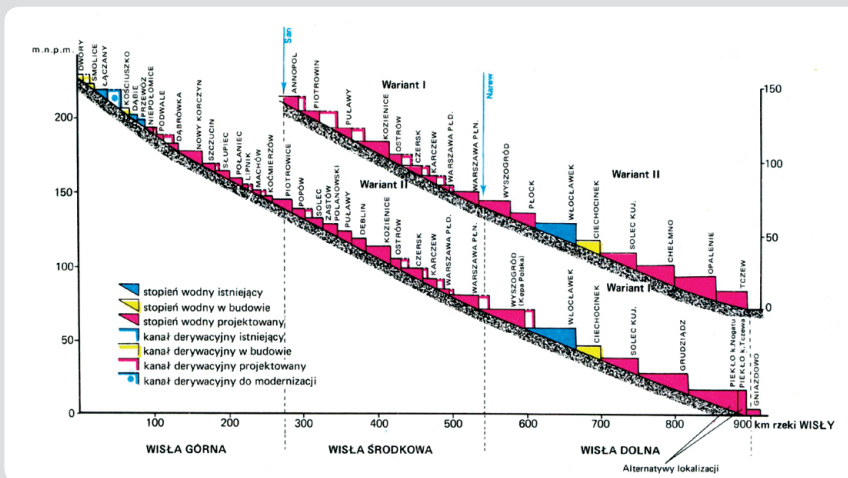
Tab. 2. Koncepcja kaskadyzacji Wisły według inż. Tadeusza Tillingera (1945)

bardzo wskazana. Niestety, dotychczasowa zabudowa energetyczna Wisły była chaotyczna i wynikała jedynie z lokalnych, często nagłych potrzeb gospodarczych.

W 1955 roku oddano pierwszą elektrownię na górnej Wiśle, w miejscowości Przewóz, realizację której wymusiła konieczność dostarczenia wody na potrzeby budowanej



Rys. 2. Koncepcja zabudowy hydrotechnicznej Wisły do 2000 roku, źródło: Wisła. Monografia rzeki, praca zbiorowa pod red. A. Piskozuba, Warszawa 1982



Rys. 3. Profil podłużny kaskady rzeki Wisły, źródło: Wisła. Monografia rzeki, praca zbiorowa pod red. A. Piskozuba, Warszawa 1982

wówczas Nowej Huty. W 1961 roku oddana została do eksploatacji elektrownia wodna w Skawinie, pracująca na zrzucie podgrzanej wody z Elektrowni Ciepłej „Skawina”, która wykorzystuje spiętrzenie wody na stopniu w Łęczanach. Trzecia elektrownia wodna na Wisłę powstała w Krakowie-Dąbju dzięki zjawisku bardzo silnej erozji dna Wisły, które zagrażało stabilności mostów krakowskich. Jednocześnie prowadzone były intensywne prace przy realizacji trzech stopni Kaskady Górnej Wisły, tj. stopni Dwórny, Smolice i Kościuszkowo. Prace te miały zakończyć odcinek przyszłej drogi wodnej, łączącej Śląsk z Nową Hutą. Początkowo przy stopniach tych nie planowano budowy elektrowni wodnych, jednak w ostatnich latach również te stopnie, a także stopień Łęczany,

zostały wykorzystane energetycznie. Łącznie na istniejących stopniach na górnej Wisłę produkuje się obecnie energię rzędu 75 GWh/rok.

Jak wspomniano, budowa zbiorników retencyjnych w Polsce jest bardzo wskazana. Mówi się o tym wprost w dokumencie „Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030”. Stojąc zatem przed alternatywą budowy zbiorników o różnych pojemnościach, priorytetem winno być uzyskanie jak największej pojemności. To oznacza konieczność kompleksowego spojrzenia na Wisłę w kontekście jej hydrologicznego, energetycznego i gospodarczego znaczenia dla kraju i opracowanie rozwiązań, które w sposób optymalny zagospodarują potencjał królowej polskich rzek.

Prace koncepcyjne w tym zakresie prowadzone były od początku XX wieku. Już w 1912 roku inż. Tadeusz Tillinger zaproponował zabudowę Wisły środkowej i dolnej, co zostało jednak przyjęte bardzo sceptycznie. W 1941 roku prof. Hansen z Politechniki Gdańskiej zaproponował zabudowę Wisły od Krakowa do morza 14 stopniami wodnymi o spadach od 10 do 15 m. Kolejne opracowanie dotyczyło jedynie Wisły środkowej, która miała zostać zabudowana 18 stopniami wodnymi o piętrzeniach 2,44–4,60 m z sumaryczną produkcją energii na poziomie 1513 GWh/rok. Inne opracowanie, wykonane przez inż. Müncha z Monachium na zlecenie Generalnego Gubernatorstwa, obejmowało zabudowę hydrotechniczną górnej Wisły, Dunajca, Wisłoki i Sanu.

Po raz pierwszy kompleksowe zagospodarowanie Wisły przedstawił w 1945 roku inż. Tadeusz Tillinger na łamach „Przeglądu Komunikacyjnego”. Główne parametry tej koncepcji pokazano w tab. 2. Zgodnie z podziałem hydrograficznym Wisła została podzielona na trzy odcinki: Wisła górna – od źródła do ujścia Sanu w km 279,7, Wisła środkowa – od ujścia Sanu do ujścia Narwi w km 550,5, Wisła dolna – od ujścia Narwi do Bałtyku w km 941,3, rzeki. Na górnej Wisłę Tillinger zaproponował budowę kaskady 14 stopni o spadach 3,5–6,4 m. Łącznie Kaskada Górnej Wisły dawać miała 84,7 MW mocy i średnią produkcję 374,2 GWh/rok. Środkowy odcinek Wisły o długości 270,8 km miał zostać zabudowany kaskadą 16 stopni wodnych o spadach 3,2–6,6 m. Łącznie Kaskada Środkowej Wisły miała dawać 356,0 MW mocy i średnią produkcję rzędu 1567,2 GWh/rok. Wreszcie dolny odcinek Wisły o długości 390,8 km miał zostać zabudowany kaskadą 12 stopni wodnych o spadach od 4,0 do 9,0 m. Kaskada Dolnej Wisły miała dać łączną moc 740 MW, a jej średnia produkcja energii miała wynosić 3273,2 GWh/rok.

Zgodnie z tą koncepcją Wisła miała zostać zabudowana 42 stopniami o łącznej mocy instalowanej 1,18 GW oraz o łącznej produkcji w roku średnim na poziomie 5,2 TWh. Należy tu wyjaśnić, że w świetle dzisiejszego stanu wiedzy technicznej przedstawione w koncepcji wielkości dotyczące mocy instalowanych i średniej produkcji są zaniżone. Wynika to z faktu, że do obliczeń Tillinger przyjmował przepływ w wysokości podwojonego przepływu średniego w rzecze, obecnie przyjmuje się wartości większe.

W miarę prowadzonych analiz dotyczących energetycznego zagospodarowania Wisły, w poszukiwaniu najlepszych rozwiązań i kompromisów pomiędzy spodziewanymi efektami i uwarunkowaniami, wynikającymi z lokalizacji obiektów, koncepcje zabudowy Wisły ulegały różnym modyfikacjom. Jedną z koncepcji zaprezentowana została na rys. 2.

W połowie XX w. powstawały kolejne warianty kompleksowej zabudowy kaskadowej Wisły, opracowywane głównie przez BSiPE Energoprojekt i CBS i PBW Hydroprojekt (rys. 2), stanowiły one materiały dla Komitetu Gospodarki Wodnej PAN założeń perspektywicznego planu gospodarki wodnej w kraju.

Odcinek Wisły	Lp.	Przekrój	km rzeki	Spad	Moc instalow.	Średnia produkcja roczna
[–]	[–]	[–]	[km]	[m]	[MW]	[GWh/rok]
Kaskada Dolnej Wisły	1	Wyszogród	586,00	8,0	174	483
	2	Płock	626,00	6,7	126	407
	3	Włocławek	674,85	8,9	160,2	646
	4	Ciechocinek	711,00	8,5	162	483
	5	Solec Kujawski	757,80	7,5	145	413
	6	Chelmno	801,75	8,0	159	440
	7	Opalenie	864,00	10,0	206	720
	8	Tczew	904,65	12,0	206	561
Kaskada Dolnej Wisły				69,6	1338,2	4153

Tab. 3. Kaskada Dolnej Wisły, źródło: opracowanie Energoprojekt (1990)²

Ostatnią, najlepiej dopracowaną koncepcją była zabudowa dolnego odcinka Wisły, zwana Kaskadą Dolnej Wisły. Główne parametry energetyczne poszczególnych stopni tej kaskady pokazano w tab. 3.

Kaskada ta miała się składać z ośmiu stopni o spadach 6,7–12 m o mocach 126–206 MW i średniej produkcji 413–720 GWh/rok. Podstawowe parametry poszczególnych stopni tej kaskady przedstawiono w tab. 3. Z energetycznego punktu widzenia kaskada ta ma największe znaczenie, posiada bowiem ok. 65% potencjału energetycznego całej Wisły i ok. 52% ekonomicznych zasobów hydroenergetycznych Polski. Fakt ten spowodował, że w 1962 roku przystąpiono do realizacji stopnia wodnego na Wiśle we Włocławku, pierwszego na odcinku dolnej Wisły.

W roku 1976 kierownictwo powołanego do życia resortu energetyki i energii atomowej ukierunkowało rozwój krajowej hydroenergetyki na stworzenie bazy mocy regulacyjnej i szczytowej w systemie. Dało to asumpt do wystąpienia tegoż resortu do rządu w 1977 roku z propozycją przystąpienia do jak najszybszej realizacji całej kaskady elektrowni wodnych na dolnej Wiśle. 16 czerwca 1978 roku XII Plenum Komitetu Centralnego PZPR podjęło ważną dla rozwoju hydroenergetyki uchwałę w sprawie kompleksowego zagospodarowania i wykorzystania Wisły.

Na podstawie decyzji nr 25 Prezydium Rządu z 16 lutego 1979 roku, w sprawie rozwoju energetyki wodnej w okresie do 1990 roku realizację Kaskady Dolnej Wisły zostało powierzono resortowi energetyki i energii atomowej, a 1 kwietnia 1979 roku został powołany zakład Elektrownie Wodne Kaskady Dolnej Wisły w budowie. Zakład ten przystąpił nawet do budowy drugiego po Włocławku stopnia wodnego w Ciechocinku. Ukończenie tego obiektu planowano na 1988 rok. Ostatecznie, po zakończeniu budowy Kaskady Dolnej Wisły, do krajowego systemu elektroenergetycznego miało zostać włączonych osiem elektrowni wodnych o sumarycznej mocy ok. 1340 MW i średniej rocznej produkcji rzędu 4150 GWh.

Realizacja zabudowy energetycznej całej Wisły według najnowszych koncepcji i szacunków powinna umożliwić uzyskanie mocy powyżej 2 GW i średniej rocznej produkcji rzędu 6,4 TWh. Rozkład tych wielkości na poszczególnych odcinkach rzeki pokazano w tab. 4.

Odcinek Wisły	N [MW]	A [GWh]
Kaskada Górnej Wisły	155	560
Kaskada Środkowej Wisły	554	1746
Kaskada Dolnej Wisły	1338,2	4153
Razem Wisła	2047,2	6459

Tab. 4. Potencjał hydroenergetyczny Wisły

Plany te zostały przerwane na skutek kryzysu gospodarczego w latach 80. XX wieku oraz narastającej hysterii pseudoekologów, którym żaden z późniejszych rządów nie był w stanie lub nie chciał się przeciwstawić. Sprawie energetycznej zabudowy Wisły nie przysłużyło się również zadekretowanie obszarów chronionych Natura 2000, które obejmują dolinę praktycznie całej Wisły.

4. Czy warto energetycznie wykorzystać Wisłę?

Według wyżej przedstawionych szacunków potencjał energetyczny Wisły wynosi ok. 6,4 TWh/rok (w tym średnia produkcja we Włocławku na poziomie 646 GWh/rok). W 2011 roku zapotrzebowanie na energię elektryczną kraju wynosiło ok. 163 TWh. Oznacza to, że cały ekonomicznie uzasadniony potencjał Wisły, w stosunku do prognozowanych potrzeb energetycznych w 2020 roku, stanowi nieco ponad 3% i nieco ponad 20% w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. Powstaje zatem pytanie, czy warto kontynuować energetyczną zabudowę Wisły, uzyskując zaledwie częściowe pokrycie potrzeb energii? Odpowiedź na to pytanie dają następujące argumenty:

Argument 1. Budowa kaskady stopni wodnych na Wiśle to olbrzymi wydatek i Polski prawdopodobnie nie stać na to, aby w krótkim czasie zrealizować budowę całej kaskady Wisły. Z drugiej jednak strony należy uwzględnić fakt, że koszty budowy zwracają się bardzo szybko i że inwestycja może i powinna być rozłożona w czasie. Wówczas stosunkowo niewielkim wysiłkiem można by wybudować całą kaskadę Wisły. Dobitnie uzasadnia to przykład stopnia wodnego we Włocławku, pracującego od 42 lat. Na przestrzeni zaledwie pierwszych sześciu lat wyprodukowana energia elektryczna na tym stopniu w pełni zwróciła całe nakłady wyłożone przez państwo na wybudowanie kompletnego stopnia (elektrownia, jaz, zaporę, śluza).

Fakt ten potwierdzają również dzisiejsze szacunki. Zakładając obecną produkcję energii w elektrowni we Włocławku (przy braku podparcia kolejnym stopniem wodnym) na poziomie 750 GWh/rok i przyjmując cenę energii zgodnie z projektem nowej ustawy o odnawialnych źródłach energii na poziomie 600 zł/MWh, wartość rocznej produkcji energii wyniesie 450 mln zł. Przyjmując dalej koszt budowy stopnia wodnego na Wiśle na poziomie 2,5–3,0 mld zł, zwrot nakładów nastąpi po okresie odpowiednio 5,5–6,6 roku.

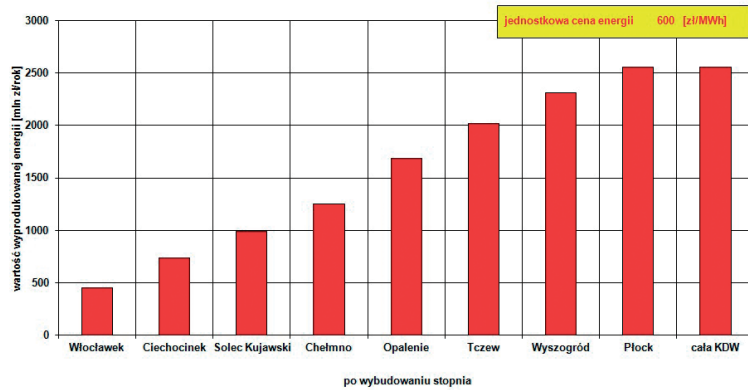
Oznacza to, że w czasie funkcjonowania elektrowni we Włocławku przychody uzyskiwane z produkcji energii elektrycznej jedynie tej jednej elektrowni mogły sfinansować budowę kolejnych siedmiu stopni. W ten sposób dzisiaj mielibyśmy już całą Kaskadę Dolnej Wisły. W miarę powstawania kolejnych stopni wodnych dochody państwa będą rosły i będą mogły sfinansować budowę dalszych stopni lub inne ważne cele. Wielkość przychodów po realizacji kolejnych stopni Kaskady Dolnej Wisły pokazano na wykresie (rys. 4).

Wykres ten zbudowany został na bazie założenia, że cena jednostkowa energii będzie wynosiła, zgodnie z projektem ustawy o OZE, 600 zł/MWh³. Jak łatwo odczytać z wykresu, po zakończeniu budowy Kaskady Dolnej Wisły sumaryczne przychody ze sprzedaży energii elektrycznej będą rzędu 2,6 mld zł/rok.

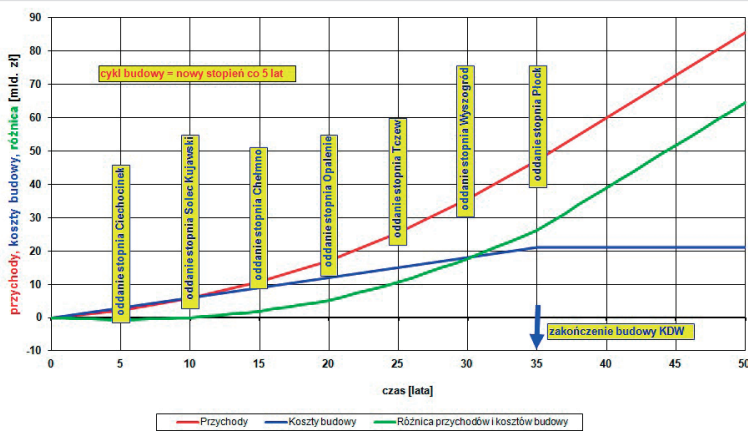
Zakładając, że budowa każdego stopnia wodnego Kaskady Dolnej Wisły będzie kosztowała ok. 3 mld zł i finansowanie będzie równo rozłożone w czasie, a okres budowy będzie wynosił średnio pięć lat, budowa kolejnego stopnia (Ciechocinka) będzie wymagała zainwestowania 600 mln zł/rok. Przenosząc przychody ze sprzedaży energii elektrycznej wyprodukowanej we Włocławku na finansowanie nowej budowli, przy cenie energii 600 zł/MWh (zgodnie z projektem ustawy o OZE), kwota ta zmniejszy się do ok. 150 mln zł/rok (są to nakłady spoza sektora energetycznego, zwane nakładami zewnętrznymi). Po pięciu latach, gdy zostanie oddany do eksploatacji stopień w Ciechocinku, produkcja energii na obu stopniach łącznie przyniesie średnie przychody w roku rzędu

² W wielu opracowaniach podaje się, że produkcja na stopniu we Włocławku wynosi 720–750 GWh/rok. Należy jednak pamiętać, że jest to produkcja elektrowni we Włocławku przy braku podparcia stopnia Włocławek stopniem położonym poniżej, co oznacza większy spadek. Realizacja kolejnego stopnia poniżej Włocławka spowoduje podniesienie poziomu wody dolnej i w efekcie utratę części produkcji we Włocławku. Jest to niekorzystne pod względem efektów ekonomicznych, ale bezwzględnie konieczne ze względów technicznych m.in. z uwagi na wyjście ze strefy pracy turbin w warunkach kawitacyjnych.

³ Przed uruchomieniem kolejnego stopnia średnia produkcja w elektrowni we Włocławku wynosi 750 GWh/rok. Po wybudowaniu stopnia w Ciechocinku produkcja energii spadnie do poziomu 646 GWh/rok na skutek zmniejszenia spadku (podniesienie poziomu wody dolnej).



Rys. 4. Przychody z produkcji energii po wybudowaniu kolejnego stopnia Kaskady Dolnej Wisły



Rys. 5. Narastające przychody i koszty budowy w okresie realizacji Kaskady Dolnej Wisły

750 mln zł, co umożliwi dalsze samofinansowanie się budowy kolejnych stopni Kaskady Dolnej Wisły, a jednocześnie stopniowy zwrot poniesionych nakładów zewnętrznych na budowę stopnia w Ciechocinku. Całkowity zwrot nakładów zewnętrznych powinien nastąpić po pięciu latach, równocześnie z oddaniem kolejnego stopnia kaskady (Solec Kujawski). Od tego momentu, wraz z oddaniem kolejnych stopni, przychody będą sukcesywnie rosły do poziomu 2,6 mld zł/rok po zakończeniu budowy Kaskady Dolnej Wisły. Mechanizm ten przedstawia wykres (rys. 5).

Na wykresie linia koloru czerwonego pokazuje łączne przychody ze sprzedaży energii elektrycznej w czasie, od chwili rozpoczęcia budowy kolejnego stopnia (Ciechocinek). Linia koloru niebieskiego pokazano łączne koszty inwestycji kaskady w czasie, natomiast linia koloru zielonego przychody pomniejszone o koszty budowy kaskady. Łatwo zauważyć, że zwrot kosztów zewnętrznych poniesionych na budowę drugiego stopnia nastąpi już po pięciu latach od momentu oddania Ciechocinka do eksploatacji. Dalsza realizacja kaskady będzie nie tylko samofinansująca, ale jednocześnie pozwoli na generowanie przychodów, które będą mogły być wykorzystane na przyspieszenie energetycznej zabudowy Wisły lub na inne ważne cele państwa.

Niestety, do tej pory ani rząd, ani politycy nie są zainteresowani tą wyjątkowo opłacalną

inwestycją. Od ponad 40 lat energia Wisły jest prawie w całości marnotrawiona, a kolejnych rządów RP, niezależnie od opcji politycznej, sprawa ta nie interesuje. W ten sposób środki na budowę kolejnych stopni i potencjalne dochody państwa „odpływają” do Bałtyku. Czy Polskę stać na takie marnotrawstwo?

Argument 2. W odróżnieniu od pozostałych źródeł energii, hydroenergetyka stanowi niewyczerpalne, samoodnawialne, duże, tanie w eksploatacji, ekologicznie czyste i pewne źródło energii. Nie można jednocześnie wszystkich tych cech przypisać innym źródłom energii dostępnej obecnie na terenie kraju. Obiekty hydroenergetyczne na Wiśle będą służyć naszemu krajowi bardzo długo i przez cały ten czas „paliwo” do produkcji energii elektrycznej jest nie tylko samoodnawialne, ale również jest dostarczane siłami samej natury. To oznacza, że koszty tego paliwa i jego transportu są zerowe.

Porównując hydroenergetykę z energetyką opartą na paliwach kopalnych, ta pierwsza nie zanieczyszcza środowiska emisjami (CO_2 , CO , NO_x , SO_x i In.) ani innymi odpadami (żużel, popioły). Wykorzystuje jednocześnie zasoby odnawialne, oszczędzając dla przyszłych pokoleń zasoby kopalne (zasada racjonalnego korzystania ze środowiska!). Sprawność przemian energii pierwotnej w energię elektryczną w elektrowniach

wodnych dochodzi, a nawet przekracza 90%, podczas gdy w elektrowniach ciepłych dochodzi zaledwie do ok. 40% (w kogeneracji z produkcją ciepła do 60%). Hydroenergetyka nie wymaga transportu paliwa do miejsca przeznaczenia ani wywożenia odpadów (żużli i popiołów), nie generuje też zanieczyszczeń środowiska (emisje związane z transportem). Nie licząc kosztów inwestycji i nie uwzględniając korzyści dodatkowych, takich jak np. bezpieczeństwo przeciwpowodziowe (powodzie opadowe, roztopowe, zatorowe i śryżowe), retencja wody, rozwój gospodarczy, międzynarodowa droga wodna, koszt wytworzenia jednostki energii w energetyce opartej na paliwach kopalnych jest wielokrotnie wyższy niż analogiczny koszt w hydroenergetyce, co wynika zarówno z kosztów samego paliwa i jego transportu, jak i kosztów środowiskowych (m.in. emisje, odpady, ścieki itd.). Te cechy jednoznacznie wskazują, że energetyka wodna jest zdecydowanie korzystniejsza od tej opartej na spalaniu paliw kopalnych, należy zatem, w miarę możliwości, dążyć do zamiany tej ostatniej na energetykę wodną. Jedną z ważnych cech energetyki wodnej jest jej dyspozycyjność w czasie, gdy zachodzi konieczność regulacji mocy w krajowej sieci elektroenergetycznej (KSE). W takich przypadkach zamiast utrzymywać w gotowości ruchowej moce wytwórcze (gorąca rezerwa) i ponosić z tego powodu znaczne straty środowiskowe i surowcowe, zdecydowanie lepiej uruchomić zapasy mocy elektrowni wodnych.

Porównując energetykę wodną z wiatrową, można zauważyć wiele podobieństw dotyczących zerowych kosztów paliwa i jego transportu do elektrowni. Zasadniczą wadą energetyki wiatrowej jest jednak to, że jest ona nieprzewidywalna, co spowodowane jest okresami bezwietrznymi. Ta cecha oznacza, że moce zainstalowane w elektrowniach wiatrowych należy dublować przez inne, pewne źródła energii, np. energetyką wodną czy energetyką opartą na spalaniu surowców kopalnych itp. Łatwo to stwierdzić na podstawie produkcji uzyskiwanej z 1 MW mocy zainstalowanej. W energetyce wodnej z 1 MW średnio uzyskuje się ok. 5270 MWh/rok, podczas gdy w wiatrowej zaledwie 1540 MWh/rok, a zatem prawie 3,4 razy mniej. Energetyka wiatrowa w odróżnieniu od energetyki wodnej wyjątkowo agresywnie zakłóca krajobraz, podczas gdy energetyka wodna, tworząc zbiorniki wodne, krajobraz raczej porządkuje, dając piękne widoki i miejsca do rekreacji, wypoczynku i sportu.

Również w porównaniu z energetyką opartą na spalaniu biomasy (lub innych przemianach biochemicznych), pomimo jej znacznego potencjału, energetyka wodna wypada korzystniej. Wprawdzie produkcja energii z biomasy ma zerowy udział w bilansie emisji CO_2 do atmosfery i paliwo jest odnawialne – podczas, gdy energetyka wodna ma paliwo samoodnawialne – ale wymaga znacznych nakładów pracy w celu wyprodukowania biomasy, zebrania z pól i dostarczenia do miejsca wytworzenia energii. Biorąc to pod uwagę, bilans emisji CO_2 energetyki opartej na biomasie nie jest już zerowy. Kolejnymi istotnymi wadami jest znaczna ingerencja w środowisko, co związane jest z koniecznością stworzenia odpowiednio dużego areału upraw energetycznych,

zanieczyszczenia środowiska (woda i gleby) na skutek nawożenia chemicznego, a przede wszystkim konieczność dostarczenia znacznych ilości wody dla szybkiego wzrostu roślin. Wady te, szczególnie ta ostatnia, w świetle bardzo ograniczonych zasobów wodnych w Polsce, jednoznacznie przemawiają na korzyść rozwoju energetyki wodnej przed energetyką z biomasy.

W skali potrzeb krajowych, na obecnym etapie wiedzy i technologii, elektroenergetyka słoneczna nie stanowi konkurencji dla energetyki wodnej ani dla żadnej innej. Wynika to zarówno z faktu jedynie okresowego jej występowania (w ciągu dnia), stosunkowo niskiego nasłonecznienia w Polsce, małej gęstości energii przypadającej na jednostkę powierzchni, a przede wszystkim z powodu bardzo dużych kosztów instalacji do jej pozyskiwania. Podobnie jak energetyka wiatrowa, a w przeciwieństwie do energetyki węglowej, wodnej i z biomasy, nie ma możliwości gromadzenia energii słonecznej w większych ilościach.

Argument 3. Jeżeli ma być utrzymana rola elektrowni wodnych w krajowym systemie elektroenergetycznym, powinny one mieć zainstalowane wysokie moce, co wiąże się z możliwie wysokimi spadami oraz możliwością pracy w systemie przewalowym. Z punktu widzenia potrzeb regulacyjnych krajowego systemu elektroenergetycznego olbrzymią zaletą wielkiej kaskady hydroenergetycznej na Wiśle – począwszy od elektrowni w Korczyźnie, aż po elektrownię Piekło, koło Tczewa (25 stopni o sumarycznej mocy 2000–2100 MW i średniej rocznej produkcji 6,1–6,4 TWh) – jest to, że elektrownie te będą mogły pracować w systemie pracy przewalowej, stanowiąc niejako jedną wielką elektrownię szczytowo-regulacyjną, wykorzystywaną także w celach interwencyjnych. Niezależnie od powyższego, elektrownie wodne kaskady Wisły, ze względu na swoje parametry ruchowe oraz moc osiągalną, będą mogły świadczyć usługi systemowe dla krajowego systemu elektroenergetycznego, takie jak:

- automatyczną regulację częstotliwości i mocy (ARCM)
 - automatyczną regulację napięcia (ARNE)
 - usługę systemową *black start* (rozruch dużych elektrowni systemowych po *black out*)
 - pracę na sieć wydzieloną (praca wyspowa).
- Dla przykładu, obecnie istniejąca elektrownia wodna we Włocławku świadczy usługi *black start* dla elektrowni systemowych PAK oraz Bełchatów. Zwiększenie mocy regulacyjnej przez budowę kolejnych elektrowni wodnych spowoduje zwiększenie bezpieczeństwa krajowego systemu elektroenergetycznego przez zapewnienie pewnych źródeł rozruchowych, co w obliczu prognozy zmian klimatycznych staje się priorytetem. Potencjał zespołu elektrowni wodnych kaskady na Wiśle będzie mógł zostać wykorzystany również do pracy wyspowej, regulacji napięcia i zasilania rezerwowego dla wybranych obiektów przemysłowych czy użyteczności publicznej, np. szpitali czy chemicznych zakładów przemysłowych, dla których pewność zasilania jest bezwzględnie

konieczna, często może bowiem decydować o życiu ludzkim.

Argument 4. Energetyczna zabudowa Wisły, oprócz umożliwienia korzystania z czystej ekologicznie energii, stwarza możliwości kompleksowego, gospodarczego rozwoju kraju oraz poprawy bezpieczeństwa publicznego. Powstanie drogi wodnej łączącej Śląsk i inne ośrodki przemysłowe zlokalizowane wzdłuż Wisły z Bałtykiem, zapewnienie bezpieczeństwa powodziowego obszarów wzdłuż Wisły, zapewnienie wody dla rolnictwa (w tym również zapobieganie suszy), wyeliminowanie erozji koryta Wisły i związanych z tym zagrożeń dla bezpieczeństwa publicznego i środowiska, miejsca pracy związane z wodą (turystyka, rekreacja, utrzymanie obiektów) i drogą wodną (porty, centra logistyczne, obsługa taboru pływającego, utrzymanie i obsługa drogi wodnej), przeniesienie znacznej części transportu ładowego na wodny, co wiąże się z ograniczeniem emisji, to tylko niektóre elementy tych możliwości. A wszystko to z korzyścią zarówno dla ludności, dla kraju i dla środowiska. Poza tym zabudowa energetyczna Wisły i stworzona w ten sposób droga wodna E40 wpisuje się zarówno w program konwencji AGN, podpisanej przez większość krajów Unii Europejskiej, jak również „Polityki energetycznej Polski do roku 2030” oraz w program „Koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju 2030”, o czym mowa w punkcie pierwszym niniejszego artykułu.

Podsumowując ten rozdział, należy stwierdzić, że kaskadowa zabudowa Wisły związana z zagospodarowaniem jej energetycznego potencjału, powstaniem międzynarodowej drogi wodnej, retencją zasobów wodnych, bezpieczeństwem powodziowym (spłaszczenie fal powodziowych, eliminacja miejsc zatorogennych), ograniczeniem zanieczyszczeń środowiska (emisje pochodzenia energetycznego i transportowego), wyeliminowaniem degradacji doliny Wisły na skutek erozji, rozwojem gospodarczym i całym szeregiem innych wymiernych i niewymiernych korzyści dla społeczeństwa, środowiska i gospodarki kraju, stanowi niezwykle ważny (nadrzędny) interes publiczny, a jako taki winna stanowić priorytet dla rządu RP i być bezwzględnie i pilnie zrealizowana.

5. Grzechy główne przeciw gospodarstwu wykorzystaniu Wisły

Jak wspomniano już wcześniej, plany energetycznej zabudowy Wisły, w tym również realizacja Kaskady Dolnej Wisły, przerwane zostały na skutek kryzysu gospodarczego w latach 80. XX wieku oraz narastającej propagandy pseudoekologów, którym żaden z dotychczasowych rządów nie był w stanie lub nie chciał się przeciwstawić. Należy to uznać nie tylko za poważny błąd i brak odpowiedzialności za rozwój gospodarki narodowej, bezpieczeństwo energetyczne i publiczne kraju, ale również za działalność sprzeczną co najmniej z przepisami Prawa wodnego, które w art. 2 ust.1 nakazuje właścicielowi wody, którym jest skar-

państwa⁴, zarządzanie zasobami wodnymi w celu: „zaspokojenia potrzeb ludności, gospodarki, ochrony wód i środowiska związanego z tymi zasobami w szczególności w zakresie: (...) ochrony przed powodzią i suszą, zapewnienia wody na potrzeby rolnictwa oraz przemysłu, zaspokojenia potrzeb związanych z turystyką, sportem oraz rekreacją, tworzenia warunków dla energetycznego, transportowego oraz rybackiego wykorzystywania wód”⁵.

Nie można zaniechać kolejnych rządów tłumaczyć dążeniem do zachowania dobrego stanu środowiska. Zgodnie bowiem z Prawem wodnym: „Gospodarowanie wodami uwzględnia zasadę wspólnych interesów i jest realizowane przez współpracę administracji publicznej, użytkowników wód i przedstawicieli lokalnych społeczności tak, aby uzyskać maksymalne korzyści społeczne”⁶. W świetle tych przepisów uleganie kolejnych rządów żądaniom skrajnych organizacji ekologicznych, nie stanowiących nawet „przedstawicieli lokalnych społeczności”, a wręcz działających na niekorzyść tych społeczności, jest wyrazem słabości władz, dyskryminacji tych społeczności i jawnym łamaniem prawa.

Po wprowadzeniu w życie przepisów Natura 2000 i podobnych, które obejmują praktycznie całą dolinę Wisły, w sytuacji, gdy kolejne rządy ulegają naciskom ze strony skrajnych organizacji ekologicznych (w kręgach specjalistów potocznie zwanych ekoterrorystami), wydaje się, że dalsza hydroenergetyczna zabudowa Wisły jest mało realna. Jej realizacja będzie możliwa po zweryfikowaniu przepisów i przy odpowiedzialnych działaniach rządu zgodnych z interesem kraju.

W części organizacji ekologicznych, o skrajnych poglądach, lansowany jest m.in. pomysł likwidacji istniejącej od 42 lat elektrowni wodnej we Włocławku, poprzez rozebranie zapory i likwidację zbiornika włocławskiego. Realizacja tego szalonego pomysłu wiązałaby się automatycznie z zaniechaniem budowy kolejnych stopni na Wiśle. Pomijając olbrzymie koszty likwidacji stopnia (wg różnych szacunków byłyby to wydatek rządu 2–3-krotnie wyższy od kosztów budowy nowego stopnia na Wiśle), przyniosłoby to bardzo istotne straty dla gospodarki krajowej w różnych dziedzinach. Za takie pieniądze można by wybudować 2–3 kolejne stopnie Kaskady Dolnej Wisły, które łącznie z Włocławkiem dawałyby produkcję energii zielonej w ilości blisko 1,5–2 TWh/rok, o wartości od 1,0 do 1,25 mld zł/rok. Sama rezygnacja z produkcji energii w elektrowni Włocławek oznaczać będzie, że w każdym roku tracimy zieloną energię o wartości ok. 450 mln zł (szacunek na podstawie ceny jednostkowej energii na poziomie 600 zł/MWh, zgodnie z projektem ustawy o OZE). Oznaczałoby to zgodę na olbrzymie marnotrawstwo zarówno najkorzystniejszej dla środowiska energii z źródeł odnawialnych, jakim jest hydroenergetyka, jak również rezygnację z olbrzymich korzyści gospodarczych, społecznych i środowiskowych, jakie może przynieść krajowi zabudowa Wisły. Powtórzmy zatem postawione wyżej pytanie: Czy Polskę stać na takie

⁴ Prawo wodne, ustawa z 18 lipca 2001 roku, art. 10 ust.1.

⁵ Tamże, art. 1 ust. 1, punkty 4–7.

⁶ Tamże, art. 1 ust. 3.

marnotrawstwo? I postawmy jeszcze jedno pytanie: Kto poniesie odpowiedzialność za takie sprzeczne z interesem narodowym decyzje lub zaniechanie działań?

Na zakończenie warto jeszcze wskazać na cel działania pseudoekologicznych organizacji. Praktycznie każda działalność gospodarcza, podejmowana zarówno przez państwo, jak i przez podmioty prywatne, jest przez te organizacje oprotestowywana. Dotyczy to również źródeł energii. Do tej pory znane są wystąpienia tych organizacji przeciwko energetyce opartej na surowcach kopalnych (zanieczyszczenia środowiska, emisje, budowa kopalni i związana z tym zmiana stosunków wodnych i krajobrazu), hydroenergetyce, zarówno małej, jak i dużej (zniszczenie rzek, środowiska wzdłuż rzek, zagrożenia dla migracji organizmów wodnych i lądowych), energetyce atomowej (niebezpieczeństwo dla społeczeństwa i środowiska spowodowane promieniowaniem), energetyce z biomasy (zagrożenia dla środowiska, fetor, zagrożenia wybuchem metanu), a ostatnio również przeciwko energetyce wiatrowej (hałas, wibracje, zagrożenia dla ptaków i dla ludzi). Jedyną nieoprotestowaną do tej pory jest energetyka słoneczna. Fakt ten należy przypisać jedynie temu, że jest ona do tej pory praktycznie niezauważalna na polskim rynku. Jej znaczący w skali kraju rozwój i związane z tym procesy (m.in. zajętość terenu, zmiany w krajobrazie), niewątpliwie wywoła protesty pseudoekologów. W tej sytuacji należy w ogóle zrezygnować z produkcji energii elektrycznej i cofnąć się w rozwoju do czasów średniowiecza albo stawić czoło problemom i rozwijać energetykę zgodnie z potrzebami kraju, jego społeczeństwa i zasadą racjonalnego korzystania ze środowiska.

6. Podsumowanie i wnioski

1. Wisła ma znaczny potencjał energii zielonej i skupia ok. 80% całego hydroenergetycznego potencjału kraju.
2. Zabudowa Wisły i wykorzystanie jej potencjału gospodarczego – w świetle możliwości do uzyskania korzyści społecznych, środowiskowych, gospodarczych i bezpieczeństwa publicznego – stanowi nadrzędny interes publiczny, a jako taka winna być priorytetem dla działań rządu RP.
3. Hydroenergetyka w porównaniu z energetyką na bazie innych źródeł energii jest źródłem najbardziej korzystnym zarówno dla środowiska, jak i możliwości podniesienia bezpieczeństwa publicznego (np. powodziowego, energetycznego) i rozwoju gospodarczego kraju.
4. Energetyczne zagospodarowanie Wisły jest zgodne z najważniejszymi dokumentami strategicznymi Polski i Unii Europejskiej w zakresie m.in. produkcji

energii ze źródeł odnawialnych, ochrony środowiska (powietrza, wody, gleb), retencjonowania wody, stworzenia drogi wodnej E40.

5. Obszary chronione Natura 2000, nieuzasadnione protesty organizacji ekologicznych o skrajnych poglądach, słabość państwa i sprzeczna z interesem narodowym oraz przepisami Prawa wodnego działalność kolejnych rządów są przyczyną olbrzymiego marnotrawstwa zarówno energetycznych zasobów naturalnych, jak i wszystkich potencjalnych korzyści gospodarczych i społecznych związanych z rozwojem gospodarki wodnej (bezpieczeństwo powodziowe, ochrona środowiska, miejsca pracy itd. itp.).
6. Dla rozwoju gospodarki wodnej i związanego z nią energetycznego zagospodarowania Wisły należy skorygować przepisy dotyczące obszarów Natura 2000 oraz ograniczyć wpływ skrajnych organizacji ekologicznych na decyzje gospodarcze.
7. Właściwe podejście do hydroenergetycznej zabudowy Wisły w krótkim czasie daje możliwość zwrotu kosztów budowy drugiego stopnia na Wiśle oraz samofinansowanie się budowy kolejnych stopni kaskady Wisły, dając przy tym rosnące przychody Państwa w miarę oddawania kolejnych stopni.

Bibliografia

1. Brenda Z., Fundacja „Kaskada Dolnej Wisły” – realizacja głównych zadań, konferencja: 25 lat eksploatacji stopnia wodnego Włocławek z elektrownią, Włocławek 1995.
2. Jaśkiewicz J. i in., Sto lat rozwoju energetyki wodnej na ziemiach polskich, oprac. monograficzne, grudzień 1997.
3. Gabrys H.L., Elektroenergetyka w Polsce roku 2012 w świetle bilansu energii za 2011 rok i nie tylko, *Energetyka*, marzec-kwiecień 2012 [online], www.energetyka.eu.
4. Gajewski R., Potencjał rynkowy biomasy z przeznaczeniem na cele energetyczne, Polska Izba Biomasy, 2011.
5. Gostomczyk W., Rola i znaczenie biomasy energetycznej w rozwoju zrównoważonym, Politechnika Koszalińska 2012.
6. Kosiński J., Ochrona przeciwpowodziowa – co mógłby Włocławek, *Gospodarka Wodna* 2012, nr 11.
7. Kosiński J., Zdulski W., Energetyka wodna – stan obecny, perspektywy rozwoju, ekologia, Ciepłe Maszyny Przepływowe – Turbomachiny, *Zeszyt Naukowy* 2003, nr 124, Politechnika Łódzka.
8. Kułagowski W., Hydroenergetyka w Polsce – stan obecny, perspektywy rozwoju, Towarzystwo Elektrowni Wodnych, 2000.

9. Malinowski R., Informacja o warunkach realizacji Kaskady Dolnej Wisły, praca studialna, Biuro Studiów i Projektów Energetycznych „Energoprojekt” Warszawa, 1990.
10. Malinowski R., Założenia techniczno-ekonomiczne rozwoju polskiej hydroenergetyki do 2020 roku, BSiPE. Energoprojekt w Warszawie, Warszawa 1990.
11. Matuszek W., Odnawialne źródła energii, Elektrownie Szczytowo-Pompowe SA, *Elektroenergetyka* 2005, nr 1.
12. Miciuła K., Potencjał biomasy na cele energetyczne, Uniwersytet Szczeciński, 2011.
13. Piskozub A. i in., Wisła. Monografia rzeki, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1982.
14. Zdulski W., 25 lat eksploatacji Elektrowni Wodnej Włocławek, konferencja: 25 lat eksploatacji stopnia wodnego „Włocławek” z elektrownią, Włocławek 1995.
15. Zdulski W. i in., Elektrownia Wodna we Włocławku, folder, ZE Toruń SA, 1995.
16. Zdulski W. i in., Elektrownia Wodna we Włocławku, folder, Elektrownia Wodna we Włocławku sp. z o.o., 1999.
17. Żółciak T., Gminy chętnie blokują elektrownie wiatrowe, *Dziennik Gazeta Prawna*, 10 stycznia 2013.
18. Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2012.
19. Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, dokument przyjęty przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 roku.
20. Rocznik hydrologiczny wód powierzchniowych, Wisła, IMGW, Wydawnictwo Geologiczne, 1982.
21. *Kaskada*, kwartalnik wydawane pod egidą Fundacji „Kaskada Dolnej Wisły” z lat 1993–1997, 2001.
22. Kaskada Dolnej Wisły – wstępna analiza ekonomiczna – synteza, BSiPE Energoprojekt Warszawa, Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o., Warszawa 1993.
23. Informacja o Wiśle, referaty z konferencji w Nieszawie, Warszawa 1997.
24. Program bezpieczeństwa powodziowego w dorzeczu Wisły Środkowej – założenia, materiały konferencyjne, Warszawa 2011.
25. Miesięczne raporty z funkcjonowania KSE i rynku bilansującego [online], www.pse-operator.pl.
26. Odnawialne źródła energii – szanse i koszty [online], www.EurActiv.pl.
27. Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 roku, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2012.

Jędrzej Kosiński

dr inż.

Elektrownia Wodna we Włocławku

e-mail: jedrzej.kosinski@energa-hydro.pl

Absolwent Politechniki Wrocławskiej (1976). Inżynier budownictwa, specjalność inżynieria wodna. Pracował w Centralnym Biurze Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego „Hydroprojekt” we Włocławku (od 1979). Następnie podjął pracę w Wojewódzkim Biurze Planowania Przestrzennego we Włocławku (1993–2000). Od 2000 roku pracuje w elektrowni wodnej we Włocławku na stanowisku głównego specjalisty hydrotechnika. Ostatnio zatrudniony jako doradca techniczny ENERGA SA do spraw budowy nowego stopnia na Wiśle poniżej Włocławka. Posiada uprawnienia budowlane w zakresie budownictwa hydrotechnicznego. Jest członkiem honorowym Towarzystwa Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych.

Wacław Zdulski

mgr inż.

ENERGA Invest SA

e-mail: wzdulski@wp.pl

Absolwent Politechniki Łódzkiej (1973). Inżynier elektryk, specjalność elektroenergetyka przemysłowa. Pracę zawodową rozpoczął w Cukrowni Chełmża w Chełmży (1973–1977). W latach 1977–1998 pracował w Zakładzie Energetycznym Toruń – Elektrownia Wodna we Włocławku, gdzie pełnił obowiązki kierownicze. W latach 1998–2007 piastował stanowisko prezesa firmy Elektrownia Wodna we Włocławku sp. z o.o., a następnie doradcy zarządu tej spółki. Obecnie na emeryturze. Od sierpnia 2011 roku zatrudniony w ENERGA SA, a od listopada 2012 roku w ENERGA Invest SA jako doradca techniczny do spraw budowy II stopnia na Wiśle. Posiada uprawnienia w zakresie elektrycznym.