

# The Lower Vistula Cascade

## Author

Ireneusz Ankersztejn

## Keywords

hydropower, barrage, barrage cascade, installed discharge ( $Q_{inst.}$ ), installed capacity

## Abstract

This article outlines the development and modifications of the Lower Vistula Cascade concept in order to meet changing requirements for utilisation of the river for power generation and navigation purposes. In the years 1957–1993 the Lower Vistula Cascade concept was modified in order to achieve the maximum power generation capacity (an example was the high efficiency of the hydropower station at the Włocławek Barrage, built in 1970 as the first and so far the only barrage of the proposed cascade). In the 1990s the potential economic benefits of the Vistula River management were re-evaluated in favour of natural and landscape merits, and another multi-variant modification of the Lower Vistula Cascade concept was carried out applying the principles of sustainable development and environmental protection. The analysis of the cascade variants considered in 1999 led to the conclusion that there is no justification for the project implementation, with the exception of the barrage located downstream of Włocławek (Nieszawa-Ciechocinek), the construction of which is essential for the Włocławek Barrage safety.

**DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2013305**

## 1. Characteristics of the lower Vistula

The lower Vistula (dolna Wisła) notion refers to the river's 391 km section between the Narew River's mouth to the Vistula and the Baltic Sea. This section is very diverse in terms of technical development, river bed formation, and water flow conditions.

- Over ca. 70 km from the Narew River mouth to the Płock Town area (Włocławek reservoir backwater) the Vistula -flows freely in its wide braided riverbed with many islands and clumps conducive to the formation of ice jams and as a waterway it represents Class Ia.
- Between Płock and Włocławek stretches the Włocławek reservoir's bowl at a length of ca. 55 km; the waterway over the reservoir complies with Class Va.
- Downstream of the Włocławek Barrage the riverbed is subject to the intense processes of erosion and accumulation, caused by the barrage's uneven operation (mainly of the power plant's), the range of which is observed at the length of ca. 43 km, down to the Silno village, as a waterway this stretch barely meets the requirements of Class Ia.
- The remaining section, from Silno to the mouth of the sea (ca. 223 km), the Vistula has been fully trained in the late nineteenth century and, despite of significant degradation of the riverbed training structures, its bank line remains fixed and cross section remains stable, and the navigation conditions meet the requirements of Class II (Class III downstream of Tczew). Hydrological conditions determined by flow volatility are presented in Tab. 1.

Water-gauge cross section	Observed flows $m^3/s$		Mean discharge from at least 15 years $m^3/s$
	Maximum	Minimum	
Kępa Polska	5972	158	914
Tczew	7840	253	1060

Tab. 1. The lower Vistula's River characteristic flows

In the lower Vistula (dolna Wisła) section ca. 65% of the river's hydro energy resources is concentrated, which accounts for ca. 1/3 of the technically feasible hydropower potential of the Polish rivers, assessed in a water power cadastre at ca. 12,100 GWh/year.

Full utilisation of the lower Vistula hydropower potential would provide annually ca. 4000 GWh of sustainable energy, freely available throughout the year.

## 2. The Lower Vistula Cascade

The lower Vistula (dolna Wisła) section is characterized by significant navigation and hydropower merits, which have been exploited since the late nineteenth century, including the river's training for navigation within the limits of the Prussian Partition (from Silno village to the sea). After Poland's independence was regained in 1918, planned organizational activities were launched to make the river suitable for navigation and to provide flood protection. These efforts, interrupted by the

outbreak of WWII in 1939, were resumed in 1945 and continued until the beginning of the 1950s.

In 1952 the Committee for Water Management appointed at the Polish Academy of Sciences began to develop “Guidelines for long-term plan of water management in Poland”, which provided for the construction of navigation/ hydropower barrages over the entire length of the Vistula River (Wisła), considered as a waterway connecting the Silesia region to the Baltic. This concept attributed particular importance to use of the lower Vistula’s (dolna Wisła) significant hydropower potential.

In the years 1956–1957, Hydroprojekt (currently DHV Hydroprojekt) in cooperation with the Polish Academy of Sciences, developed a concept of the construction of a cascade of barrages hydropower stations at the Vistula stretch from the Narew mouth to Tczew town [1]. Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły, KDW) was designed as a compact system of the eight low-head barrages with flow-through reservoirs dammed up to the annual mean discharge (SSQ) downstream of the preceding structure. It is necessary to obtain a sufficient water depth downstream of the damming barrier (so-called dam support) in order to avoid bottom erosion and river bed devastation.

The proposed KDW included also a Warsaw – North barrage upstream of the Narew mouth, which was supposed to be a natural upper limit for the lower Vistula engineering, and planned for implementation concurrently with the cascade.

Characteristics of the barrages with installed hydropower capacities and electricity outputs are presented in Tab. 2.

	Barrage	Location on the Vistula River km	NWL m a.s.l.	Static head m	$Q_{av}$ , mean annual flow capacity $m^3/sec.$	Installed capacity MW	Mean annual power output GWh
1.	Warsaw – North	539.5	81.0	9.0	557	70	280
2.	Wyszogród	585.5	72.0	8.0	860	90	410
3.	Płock	618.0	64.0	6.7	922	85	350
4.	Włocławek	674.8	57.3	11.3	930	160	640
5.	Ciechocinek	713.0	46.0	8.5	948	100	460
6.	Solec Kujawski	759.0	37.5	7.5	980	95	410
7.	Chełmno	808.0	30.0	8.0	1005	100	516
8.	Nowe	868.0	22.0	9.5	1019	100	516
9.	Tczew	903.5	12.5	8.5	1030	90	440
	<b>Total 2–9</b>	–	–	<b>68.0</b>	–	<b>820</b>	<b>3742</b>

Tab. 2. KDW fall stages as per the 1957 concept

The cascade’s primary function was to generate hydroelectricity for its use in the power system for emergency and regulatory applications in the daily alignment cycle, i.e. operation in the demand peak hours using water stored throughout the rest of the day. During higher discharges the HPPs could be used to generate sub-peak electricity, and at the inflow equal to  $Q_{inst}$  the power stations would operate in the run-of the river mode. Besides power generation, KDW was meant to fulfil an important

navigation function providing a navigable waterway of the IV international class from the Warsaw capital city to the Baltic Sea. Moreover, some beneficial effects were expected in all areas of the economy, functionally or territorially related to the Vistula River and its valley. The KDW construction would also trigger beneficial developments in water management:

- improved conditions of water resources due to reservoir retention
- improved conditions of high water flows
- increased resources and stabilised levels of ground water.

The KDW concept became the basis for preliminary engineering of the Warsaw – North and Włocławek barrages. The Włocławek Barrage predesign was approved in 1959, and the decision to implement it was made. The barrage location was selected due to its auspicious topographic conditions, high efficiency of hydropower generation (the highest head), and intention to prepare the site for the planned central canal that would take water from the Włocławek reservoir. The barrage construction was commenced in 1962, and completed in 1970.

Detailed solutions of the other KDW barrages (locations, engineering specifications) were never approved and in the following years underwent various modifications in the subsequent studies of the use of water resources and the Vistula River engineering.

In 1968 “Input data for Ciechocinek” were developed (by Hydroprojekt) as the next KDW stage identified for implementation. Further engineering work was undertaken in the late 1970s, when “Proposal for project location” and “Engineering and economic assumptions” (ZTE) were developed. After the ZTE’s approval in 1979 the engineering documentation development was undertaken, and simultaneously the construction of the barrage site background facilities was commenced. All these works were interrupted in 1981 due to lack of funds.

At the time of political and economic crisis in Poland (1980–1989) two studies were procured on the Vistula management, which presented modernized KDW variants (6 or 8 barrages), while stressing the need to build the Ciechocinek barrage, due to the highly unsatisfactory condition of the river bed downstream of the Włocławek Barrage.

The last update of the 1957 KDW concept was attempted in 1993, when Hydroprojekt and Energoprojekt-Warszawa prepared the concept: “The Lower Vistula Cascade. A preliminary economic analysis”. Subject to the analysis was the eight-dam option (including the existing Włocławek Barrage) developed in the “General concept” of 1980 (Option II), which was considered the best in engineering terms.

By changing the locations of a few stages, the damming elevations were retained as proposed in 1957, for the sake of the “compact cascade” idea, which ensured adequate flooding downstream each barrage in order to prevent erosion. The analysis assumed providing each of the cascade’s power plants with six turbines, and the total installed discharge of each plant (2190–2400  $m^3/s$ ) was ca. 2–3 times higher than the Vistula’s (mean annual flow, which resulted from the assumption that the plants would operate in the circulation mode with the same number of active turbines at each subsequent stage. At lower flows in the Vistula the plants would operate under the peak regime, using the daily

accumulation in the cascades' top reservoir (Wyszogród barrage) of usable capacity of ca. 45.6 million m<sup>3</sup>. The power plants' installed capacity totalled 1,339 MW, and their average annual electricity output 4,293 GWh.

Conclusions of the economic analysis identified the direct electricity output, as well as reduction of harmful emissions and non-energy benefits of economic importance as the project's main (63.5%, 19.2%, and 17.3%, respectively) outcomes.

The cost-benefit analysis for resignation from the project option showed that the measurable economic losses incurred by the project abandoning in the first 33 years would be equal to the capital expenditures on its implementation.

In the 1990s, as a result of increased environmental trends, the Vistula's economic merits, on which the KDW concept had been based, were revaluated in favour of its natural and landscape values. The lack of consistency in the implementation of further water management programs in Poland had yielded to the idea of rejecting any commercial use of the river whatsoever, to preserve the Vistula's current condition, and to convert it, and its whole valley, to natural parks and protected landscape areas (Natura 2000).

In this situation, the Ministry of Environment, Natural Resources and Forestry found all the previous studies on the KDW to be invalid, and in 1997 commissioned a re-examination of the necessary and acceptable activities in the lower Vistula section, including problems associated with threats to the Włocławek Barrage, unfit for stand-alone operation. In 1998–1999 Hydroprojekt Warsaw developed "A Concept of the Lower Vistula River Management", which was meant to provide the basis for making decisions on the river future engineering by applying the principles of sustainability and the need to protect the natural environment values.

Under this concept, the following three Vistula River management options were considered:

**option W1** – provided for leaving the river in its present condition, limiting the activities to flood protection, securing the river bed and the existing engineering structures, including the construction of a permanent permanent damming sill downstream the Włocławek Barrage

**option W2** – provided for the construction of a next barrage with a hydropower plant downstream the Włocławek Barrage, assuming that it will be the last barrage on the lower Vistula (dolna Wisła), for the river sections upstream and downstream of the Włocławek Barrage the implementation was provided for of the W1 programme option

**option W3** – included three concepts (W3A, W3B, W3C) of the construction of the full cascade of barrages in the lower Vistula (dolna Wisła), ensuring use of the river's hydropower potential in a cost-effective manner with the least adverse environmental impact, where:

- option W3A was an update of the previously proposed solutions
- option W3B considered the concept of a cascade of low levels with approach flumes
- option W3C presented the preferred concept resulting from analysis of the two previous options.

In the all cascade options the hydropower plants at the barrages were of the run of the river type, in contrast to the previous

concepts, which provided for peak and intervention operation. This also applied to the hydro plants at the Nieszawa barrage downstream Włocławek in W2 option.

In options W3A and W3C the hydropower plant's basic specifications (number of turbines and  $Q_{inst.}$ ) were standardized. The plants were to be equipped with four turbines with a total installed discharge of 1300 m<sup>3</sup>/s. Basic specification of the barrages proposed in the preferred option W3C are presented in tab. 3.

#	Barrage	River km	NWL m a.s.l.	$Q_{inst}$ of plant m <sup>3</sup> /sec	Installed power capacity MW	Mean annual output GWh	Static head m
1.	Wyszogród	584.0	70.5	1300	69.5	370	7.0
2.	Wiączemin	613.2	63.5	1300	60.5	325	6.2
3.	Włocławek (existing)	674.8	57.3	2190	160.2	700	11.3
4.	Nieszawa	703.7	46.0	1300	70.0	408	8.5
5.	Solec Kujawski	758.0	37.5	1300	79.0	430	8.5
6.	Chelmno	801.5	29.0	1300	68.0	363	7.0
7.	Grudziądz	829.5	22.0	1300	56.5	319	7.0
8.	Gniew	876.3	15.0	1300	76.0	439	11.3
	<b>Total</b>				<b>639.7</b>	<b>3 354</b>	<b>66.8</b>

Tab. 3. Lower Vistula Cascade barrages as per option W3C in the 1999 concept

The 1999 KDW concept, adjusted to the conditions laid down by the Ministry of Environment, Natural Resources and Forestry is much less favourable in terms of performance and energy effects than all the cascade options previously considered in 1957–1993. Generally, it is characterized by the utilization of the Vistula River (Wisła) hydropower potential, estimated at ca. 4000 GWh per annum, which in the subsequent concepts amounted to:

- KDW concept (1957): 3742 GWh, i.e. 94%
- KDW concept (1980): 4293 GWh, i.e. 107%
- KDW concept, W3C option (1999): 3354 GWh, i.e. 84%.

The 1999 KDW concept was summarised with the following conclusions from the analysis of the considered cascade options. The lower Vistula (dolna Wisła) management by way of the barrage cascade construction cannot be justified under any of the considered options (W3A, W3B and W3C), both for economic reasons and strongly negative assessment of its environmental impact.

The necessary and urgent project in the lower Vistula (dolna Wisła) section is the construction of Nieszawa Barrage, which satisfies the requirements of the Włocławek Barrage necessary protection. The Nieszawa Barrage implementation does not rule out the long-term possibility of the construction of the cascade's further structures.

The W3B option should be excluded from the considered cascade upgrade options in the current economic environment the options W3A and W3C, based on direct energy benefits only,

are on the verge of positive evaluation (W3A), or do not meet the positive economic assessment criteria (W3C) with simultaneous negative assessment of its environmental impact.

Validity of these conclusions are hardly questionable in face of the views currently dominant in Poland, based on spread around opinions of high adverse impact of the until recently natural use of rivers for the purpose of shipping and power generation, which are reflected in ignoring hydropower in the country's economic development plans.

The "Forecast of demand for fuel and energy by 2030" prepared by the Ministry of Economy in 2009 (Annex 2 [6]) identifies wind powers, the 2030 output of which is expected to be 18 000 GWh, as the basic factor of the assurance of compliance with the EU renewable energy objectives. The planned development of electricity generation capacity in period 2006–2030 provides for the growth of wind power capacity from 173 MW (2006) to 7,867 MW (2030), and quite insignificant development of small hydro power plants (69 MW and 298 MW, respectively), completely ignoring flow-through and pumped storage plants.

### 3. The Włocławek barrage

The only facility of the planned KDW, built according to the assumptions proposed in the 1957 concept, is the Włocławek Barrage.

To start the KDW implementation from the Włocławek Barrage was justified with the energy efficiency of its hydropower plant. The plant has been equipped with six turbo-generator sets of total installed discharge 2,190 m<sup>3</sup>/s, and installed capacity 160.2 MW. The electricity output was planned at 640 GWh/year. The actual output has exceeded the plan:

- average annual electricity output (1971–2000): 739 GWh/year
- maximum output (1980): 1043 GWh.

The Włocławek Barrage, designed as the first one of the cascade, is fit for operation in the conditions of stabilized downstream water level, which the planned Ciechocinek Barrage was supposed to ensure. Failure to build the stage fundamentally changed the Włocławek damming facilities' operating conditions, which had been provided for by neither the design's assumptions nor its solutions.

Until 2002 the plant operated under the peak – intervention regime in the daily alignment cycle, retaining constant discharge  $Q_{\text{biol.}} = 350 \text{ m}^3/\text{s}$ , which corresponded to one-turbine flow. Setting the plant to full discharge operation resulted with a rapid flow growth to  $Q_{\text{inst}} = 2190 \text{ m}^3/\text{s}$  at the barrage's bottom stage. Absence of the designed flooding (support) of the barrage's bottom stage gave rise to intense erosion of the river bed, resulting in decrease in the water level downstream of the barrage (2.5 m after 30 years of service) and increase in the damming height from the designed  $H = 11.3 \text{ m}$  to  $H = 14, 3 \text{ m}$ . Progressive lowering of the bottom and the lower water level has created very unfavourable operating conditions of the weir and the plant, threatening the safety of all damming facilities of the barrage. To improve the weir and plant working conditions an ad hoc solution was applied of a temporary damming sill retaining the minimum downstream water level of the barrage.

At the same time it was decided to change the plant's operating regime to the run-of-the river. The temporary damming sill, made of gabion-reinforced rip-rap, has no effect on improving the operating conditions of the lock – unavailable for navigation in periods of low and medium water levels, and it does not change the unfavourable conditions in the front (earth) dam.

After rejecting the cascade construction concept, the Włocławek Barrage safety issue was thoroughly analyzed in the "Concept of variant W2 of the Vistula River management" (Hydroprojekt, 1999) with the presentation of alternative solutions of stabilizing the minimum downstream water level (permanent damming sill or a barrage on the Nieszawa-Ciechocinek section).

Since then other design studies were developed (Hydroprojekt 2002, 2005, 2007, 2008), whereby various alternatives of the Nieszawa-Ciechocinek barrage's hydro engineering solutions were verified in view of minimizing their environmental impacts and ensuring the required environmental compensation. None of these studies, however, has brought about the desired result in the form of the government's approval of the implementation of the project necessary for the Włocławek Barrage safe operation.

### 4. Summary

The concept of Lower Vistula Cascade construction proposed in 1957 was an attempt at comprehensive management of a section of the river with substantial hydropower and shipping merits, the use of which would have a significant impact on the economic and social development of the entire region. All KDW variants considered over more than 40 years, provided an opportunity to make full use of the hydropower resources concentrated in this stretch of the Vistula River. Operation of the KDW hydropower plants generating ca. 4000 GWh of electricity would double the current utilisation of our water resources.

Hydropower generation, which, due to limited resources in Poland, cannot play an important role in the primary energy generation, is important for the power system's regulation and as a contingency reserve. The electricity generated in the KDW hydropower plants would supply the areas located mainly in the northern and north-eastern parts of Poland, which would significantly reduce the losses of transmission from the southern Polish region, where the main electricity generation sources are located. The government's current approach to the lower Vistula (dolna Wisła) management issue and its subordination to the environmental idea imposed by international and national NGOs, rules out any effort aimed at the river's economic exploitation, regardless of the legitimate economic, economic and social benefits. This also applies to the construction in Poland of new hydropower plants with a capacity exceeding 5 MW, which have been omitted in the plans of electricity generation capacity development presented in the document of the Ministry of Economy [6] adopted by the Council of Ministers in November 2009.

Preference for wind power as the primary source of renewable energy may be highly unreliable and expensive compared to hydropower. The construction of large wind farms is already considered a serious threat to the environment, and is not accepted by some local communities.

## REFERENCES

---

1. Kaskada Dolnej Wisły. Koncepcja 1957 [*The Lower Vistula Cascade. The 1977 Concept*], CBS i PBW Hydroprojekt, Warsaw 1957.
  2. Kaskada Dolnej Wisły. Wstępna analiza ekonomiczna Etap II [*The Lower Vistula Cascade. Preliminary Economic Analysis Phase II*], BSiPE Energoprojekt Warsaw, Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o., Warsaw 1993.
  3. Koncepcja zagospodarowania dolnej Wisły [*A Concept of the Lower Vistula River's Management*], Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o., Warsaw 1999.
  4. Raport Zespołu Ekspertów w sprawie budowy stopnia wodnego Nieszawa-Ciechocinek dla zabezpieczenia stopnia Włocławek [*Expert Team's Report on the Nieszawa-Ciechocinek Barrage Construction for Protection of the Włocławek Barrage*], Warsaw 2000.
  5. Budowa stopnia wodnego w Nieszawie-Ciechocinku. Koncepcja programowo-przestrzenna z wariantowym studium wykonalności. Część I i II [*Construction of Barrage in Nieszawa-Ciechocinek. Programme-Spatial Concept with Multi-Variant Feasibility Study, Parts I and II*] Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o., Warsaw 2002–2005.
  6. Polityka energetyczna Polski do 2030 roku [*The Polish Energy Policy until 2030*], Ministry of Economy, Warsaw 2009.
- 

## Ireneusz Ankiersztejn

DHV Hydroprojekt sp. z o.o.

e-mail: [biuro@hydroprojekt.com.pl](mailto:biuro@hydroprojekt.com.pl)

Graduate of Sanitary and Water Engineering Faculty of Warsaw University of Technology. Professional activities began in WPBWJ Hydrobudowa 1 at the construction of the Sulejow water storage reservoir, then in Hydroprojekt in Warsaw (currently DHV Hydroprojekt), WPBWJ "Hydrobudowa", and Tecon Ltd. Since 1996 in DHV Hydroprojekt as a senior / general designer, and Water Engineering Department Manager. Selected design works: Rakowice barrage on the Bóbr River, Feasibility Study of the Nieszawa-Ciechocinek Barrage, Pre-feasibility Study of the Middle Vistula Development, Modernisation of the Żagań Barrage on the Bóbr River, Flood Protection of the Warsaw City - the left-side embankment with the Czerniakowski Port flood gate.



This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 70–74. When referring to the article please refer to the original text.

PL

## Kaskada Dolnej Wisły

### Autor

Ireneusz Ankiersztein

### Słowa kluczowe

energetyka wodna, stopień wodny, kaskada stopni piętrzących, przętyk instalowany elektrowni ( $Q_{inst.}$ ), moc instalowana elektrowni

### Streszczenie

W artykule przedstawiono zarys tworzenia i modyfikacji koncepcji budowy Kaskady Dolnej Wisły (KDW) jako sposobu zagospodarowania rzeki do celów energetycznych i żeglugowych. W latach 1957–1993 koncepcja KDW została zmodyfikowana w celu uzyskania maksymalnych efektów energetycznych (przykładem była wysoka efektywność elektrowni wodnej przy stopniu wodnym Włocławek, zbudowanym w 1970 roku jako pierwszy i jedyny stopień projektowanej kaskady). W latach 90. potencjalne korzyści z wykorzystania gospodarczego Wisły uległy przewartościowaniu na rzecz walorów przyrodniczych i krajobrazowych, a kolejna wielowariantowa modyfikacja koncepcji KDW została przeprowadzona przy zastosowaniu zasad ekorozwoju i ochrony środowiska przyrodniczego. Analiza wariantów kaskady, rozpatrywanych w 1999 roku, doprowadziła do wniosku o braku uzasadnienia realizacji tego przedsięwzięcia z wyjątkiem stopnia wodnego poniżej Włocławka (Nieszawa-Ciechocinek), którego budowa jest niezbędna dla zabezpieczenia stopnia we Włocławku.

### 1. Charakterystyka dolnej Wisły

Pojęcie dolnej Wisły odnosi się do odcinka rzeki o długości 391 km pomiędzy ujściem Narwi do Wisły a Morzem Bałtyckim. Odcinek ten jest bardzo zróżnicowany pod względem zagospodarowania technicznego, ukształtowania koryta i warunków przepływu wody.

- Na długości ok. 70 km od ujścia Narwi do rejonu Płocka (cofka zbiornika Włocławek) Wisła jest rzeką swobodnie płynącą w szerokim korycie roztokowym z wieloma wyspami i kępami sprzyjającymi powstawaniu zatorów lodowych; jako droga wodna reprezentuje klasę Ia.
- Pomiędzy Płockiem a Włocławkiem rozciąga się czasa zbiornika Włocławskiego o długości ok. 55 km; szlak drogi wodnej wytyczony na zbiorniku spełnia warunki klasy Va.
- Poniżej stopnia Włocławek koryto rzeki podlega intensywnym procesom erozyjno-akumulacyjnym, spowodowanym nierównomierną pracą stopnia (głównie elektrowni), których zasięg obserwowany jest na długości ok. 43 km, do miejscowości Silno; jako droga wodna odcinek ten z trudem spełnia wymagania klasy Ia.
- Na pozostałym odcinku, od Silna do ujścia do morza (ok. 223 km), Wisła została w pełni uregulowana w końcu XIX w. i pomimo znacznej degradacji budowli regulacyjnych koryto rzeki zachowuje utrwaloną linię brzegową i stabilny przekrój, a warunki żeglugowe spełniają wymagania klasy II (poniżej Tczewa klasy III). Warunki hydrologiczne określone zmiennością przepływów przedstawia tab. 1.

Przekrój wodowskazy	Przepływy obserwowane $m^3/s$		Przepływ średni z wielolecia $m^3/s$
	Maksymalne	Minimalne	
Kępa Polska	5972	158	914
Tczew	7840	253	1060

Tab. 1. Przepływy charakterystyczne dolnej Wisły

Na odcinku dolnej Wisły skoncentrowane jest ok. 65% zasobów energii wodnej tej rzeki, co stanowi ok. 1/3 technicznie dostępnego potencjału hydroenergetycznego rzek Polski, określonego w katastrze sił wodnych na ok. 12 100 GWh/rok.

Pełne wykorzystanie możliwości energetycznych dolnej Wisły pozwoliłoby na uzyskanie w ciągu roku ok. 4000 GWh (mln kWh) energii pochodzącej ze źródła odnawialnego, dostępnego bez ograniczeń przez cały rok.

### 2. Kaskada Dolnej Wisły

Odcinek dolnej Wisły charakteryzuje się istotnymi walorami żeglugowymi i energetycznymi, których wykorzystywanie rozpoczęło już pod koniec XIX wieku, m.in. w granicach zaboru pruskiego (od miejscowości Silno do morza) wykonano regulację rzeki dla celów żeglugowych. Po odzyskaniu niepodległości w 1918 roku przystąpiono do planowych działań organizacyjnych zmierzających do użegłownienia Wisły i zapewnienia ochrony przeciwpowodziowej. Realizacja tych działań, przetrwana w powodu wybuchu wojny w 1939 roku, została wznowiona po jej zakończeniu i kontynuowana do początku lat 50.

W 1952 roku w Komitecie Gospodarki Wodnej utworzonym przy Polskiej Akademii Nauk przystąpiono do opracowania „Założeń planu perspektywicznego gospodarki wodnej w Polsce”, w którym m.in. przewidziano budowę stopni wodnych żeglugowo-energetycznych na całej długości Wisły, rozpatrywanej jako droga wodna łącząca Śląsk z Bałtykiem. Szczególne znaczenie w tej koncepcji przypisano wykorzystaniu znaczącego potencjału energetycznego dolnej Wisły.

W latach 1956–1957 została opracowana w CBS i PBW Hydroprojekt, przy współpracy z Polską Akademią Nauk, koncepcja budowy kaskady stopni piętrzących z elektrowniami wodnymi na odcinku Wisły od ujścia Narwi do Tczewa [1]. KDW miała być zwartym systemem ośmiu stopni wodnych niskiego spadku, ze zbiornikami przepływowymi spiętrzonymi do poziomu wody średniej rocznej (SSQ) w dolnym stanowisku stopnia poprzedzającego. Jest to konieczne dla uzyskania odpowiedniej głębokości wody poniżej stopnia piętrzącego (tzw. podparcie stopnia) w celu uniknięcia erozji dna i dewastacji koryta.

Do projektowanej KDW został również dołączony stopień Warszawa – Północ, położony powyżej ujścia Narwi, który miał

Lp.	Nazwa stopnia	km rzeki	NPP m n.p.m.	Spad statycz. m	$Q_{sr}$ roczne $m^3/sek.$	Moc instal. MW	Produkcja śr. roczna GWh
1.	Warszawa – Północna	539,5	81,0	9,0	557	70	280
2.	Wyszogród	585,5	72,0	8,0	860	90	410
3.	Płock	618,0	64,0	6,7	922	85	350
4.	Włocławek	674,8	57,3	11,3	930	160	640
5.	Ciechocinek	713,0	46,0	8,5	948	100	460
6.	Solec Kujaw.	759,0	37,5	7,5	980	95	410
7.	Chelmno	808,0	30,0	8,0	1005	100	516
8.	Nowe	868,0	22,0	9,5	1019	100	516
9.	Tczew	903,5	12,5	8,5	1030	90	440
	Razem 2–9	–	–	68,0	–	820	3742

Tab. 2. Stopnie KDW wg koncepcji z 1957 roku

być naturalnym górnym ograniczeniem zabudowy dolnej Wisły i był przewidywany do realizacji równocześnie z kaskadą.

Charakterystykę stopni z zestawieniem mocy instalowanej i produkcji energii elektrycznej przedstawiono w tab. 2.

Podstawową funkcją kaskady miała być produkcja energii elektrycznej wykorzystywanej w systemie energetycznym do celów interwencyjnych i regulacyjnych w cyklu wyrównania dobowego, tzn. praca w godzinach szczytów energetycznych z wykorzystaniem wody zmagazynowanej w pozostałej części doby. W okresie większych przepływów praca elektrowni mogła być wykorzystywana do produkcji energii podszczytowej, a przy dopływie równym  $Q_{inst}$  elektrownie pracowałyby przepływowo. Oprócz funkcji energetycznej KDW miała spełniać istotną funkcję żegludową, tworząc drogę wodną IV klasy międzynarodowej na odcinku od Warszawy do Bałtyku. Ponadto przewidywano uzyskanie korzystnych efektów we wszystkich dziedzinach życia gospodarczego, związanego funkcjonalnie lub terenowo z Wisłą i jej doliną. Budowa KDW spowodowałaby również korzystne zmiany w sferze gospodarki wodnej:

- poprawę stanu zasobów wodnych dzięki retencji zbiornikowej
- poprawę warunków przepływu wielkich wód
- zwiększenie zasobów i ustabilizowanie poziomu wód gruntowych.

Koncepcja KDW stała się podstawą do opracowania projektów wstępnych stopni Warszawa – Północ i Włocławek. Projekt wstępny stopnia Włocławek został zatwierdzony w 1959 roku i podjęto decyzję o jego realizacji. Wybór lokalizacji stopnia wynikał z korzystnych warunków topograficznych, wysokiej efektywności produkcyjnej elektrowni wodnej (najwyższy spad) oraz zamiaru przygotowania warunków do budowy planowanego kanału centralnego, który miał pobierać wodę ze zbiornika Włocławek. Budowa stopnia rozpoczęła się w 1962 roku, a zakończenie prac nastąpiło w 1970 roku.

Szczegółowe rozwiązania pozostałych stopni KDW (lokalizacja, parametry techniczne) nie zostały nigdy zatwierdzone i w następnych latach ulegały różnym modyfikacjom w kolejnych pracach studialnych, dotyczących wykorzystania zasobów wodnych i zabudowy hydrotechnicznej Wisły.

W 1968 roku zostały opracowane „Dane wyjściowe dla stopnia Ciechocinek” (CBS i PBW Hydroprojekt) jako następnego stopnia KDW wskazanego do realizacji. Dalsze prace projektowe podjęto w drugiej połowie lat 70., kiedy opracowano „Wniosek o ustalenie lokalizacji inwestycji” i „Założenia techniczno-ekonomiczne” (ZTE). Po zatwierdzeniu ZTE w 1979 roku przystąpiono do wykonania dokumentacji technicznej i równocześnie rozpoczęto realizację obiektów zaplecza budowy stopnia. Wszystkie prace zostały przerwane w 1981 roku z powodu braku środków finansowych. W czasie kryzysu polityczno-gospodarczego w Polsce (1980–1989) powstały dwa opracowania studialne dotyczące zagospodarowania Wisły, w których prezentowano zmodernizowane warianty KDW (6 lub 8 stopni), przy równoczesnym podkreśleniu

konieczności budowy stopnia Ciechocinek, ze względu na wysoce niezadawalający stan koryta rzeki poniżej stopnia we Włocławku. Ostatnią próbę aktualizacji koncepcji KDW z 1957 roku podjęto w 1993 roku, kiedy Hydroprojekt Warszawa i Energoprojekt Warszawa przygotowały koncepcję: „Kaskada dolnej Wisły. Wstępna analiza ekonomiczna”. Do analizy wybrano wariant ośmiostopniowej zabudowy (w tym istniejący stopień Włocławek) opracowanej w „Koncepcji generalnej” z 1980 roku (wariant II), który uznano za najbardziej celowy pod względem technicznym.

Dokonując zmiany lokalizacji kilku stopni, pozostawiono rzędne piętrzenia przyjęte w koncepcji z 1957 roku, dla zachowania zasady „kaskady zwartej”, zapewniającej odpowiednie zatopienie dolnego stanowiska każdego stopnia w celu uniknięcia erozji. W analizie założono wyposażenie każdej elektrowni wodnej kaskady w sześć turbin, a łączny przepływ instalowany każdej z elektrowni (2190–2400 m<sup>3</sup>/s) był ok. 2–3-krotnie większy od przepływu średniego rocznego Wisły, co wynikało z przyjętego założenia, że praca elektrowni miała być przewalowa z jednakową ilością czynnych turbin na kolejnych stopniach. W przypadku mniejszych przepływów w Wisłę elektrownie miały pracować w reżimie szczytowym, korzystając z dobowej akumulacji w górnym zbiorniku kaskady (stopień Wyszogród) o pojemności użytecznej ok. 45,6 mln m<sup>3</sup>. Moc instalowana elektrowni wynosiła łącznie 1339 MW, a średnia roczna produkcja energii elektrycznej 4293 GWh. We wnioskach z przeprowadzonej analizy ekonomicznej stwierdzono, że głównymi efektami realizacji kaskady będą korzyści energetyczne bezpośrednie (63,5%), jak i wynikające z ograniczenia emisji szkodliwych substancji (19,2%) oraz korzyści pozaenergetyczne o istotnym znaczeniu gospodarczym (17,3%).

Analiza kosztów zaniechania wykazała, że w przypadku rezygnacji z budowy KDW wymierne straty gospodarcze, ponoszone w okresie pierwszych 33 lat, będą równe nakładom inwestycyjnym na jej realizację. W latach 90., w wyniku wzrostu tendencji proekologicznych, ocena walorów gospodarczych Wisły, stanowiących podstawę koncepcji KDW, uległa przewartościowaniu na rzecz walorów przyrodniczych i krajobrazowych. Dotychczasowy brak konsekwencji w realizacji kolejnych programów gospodarki wodnej w Polsce został zastąpiony ideą odrzucenia jakiegokolwiek gospodarczego wykorzystania rzeki, zachowania obecnego stanu Wisły i przekształcenia jej, wraz z całą doliną, w parki przyrodnicze i obszary chronionego krajobrazu (Natura 2000).

W tej sytuacji Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa uznało za nieobowiązuje wszystkie wcześniejsze opracowania dotyczące KDW i w 1997 roku zleciło ponowne przeanalizowanie koniecznych i możliwych do akceptacji działań na odcinku dolnej Wisły, z uwzględnieniem problemów związanych z zagrożeniem nieprzystosowanego do samodzielnej pracy stopnia we Włocławku. W latach 1998–1999 Hydroprojekt Warszawa opracował „Koncepcję zagospodarowania dolnej Wisły”, która miała na celu

stworzenie podstaw do podejmowania decyzji o sposobie przyszłego zagospodarowania rzeki przy zastosowaniu zasad ekorozwoju i konieczności ochrony walorów środowiska przyrodniczego.

W ramach tej koncepcji rozpatrzono trzy warianty zagospodarowania dolnej Wisły:

**wariant W1** – zakładał pozostawienie rzeki w stanie obecnym, ograniczając działania do ochrony przeciwpowodziowej, zabezpieczenia koryta rzeki i istniejących budowli inżynierskich, w tym budowy stałego progu podpiętrżającego dolne stanowisko stopnia we Włocławku

**wariant W2** – przewidywał budowę następnego stopnia wodnego z elektrownią poniżej stopnia we Włocławku, przy założeniu, że będzie to ostatni stopień na dolnej Wisłę; na odcinkach rzeki powyżej i poniżej Włocławka przyjęto realizację programu według wariantu W1

**wariant W3** – obejmował trzy koncepcje (W3A, W3B, W3C) budowy pełnej kaskady stopni na dolnej Wisłę, zapewniające wykorzystanie potencjału energetycznego rzeki w sposób uzasadniony ekonomicznie przy najmniejszych negatywnych skutkach dla środowiska.

Przy czym:

- wariant W3A stanowił aktualizację rozwiązań z lat poprzednich
- wariant W3B rozpatrywał koncepcję budowy kaskady niskich stopni z kanałami derywacyjnymi
- wariant W3C prezentował koncepcję preferowaną, wynikającą z analizy obu poprzednich wariantów.

We wszystkich wariantach kaskady elektrownie wodne przy stopniach miały charakter przepływowy, odmiennie niż w poprzednich koncepcjach, gdzie przewidywano pracę szczytową i interwencyjną. Dotyczyło to również elektrowni przy stopniu Nieszawa poniżej Włocławka w wariantcie W2.

W wariantach W3A i W3C podstawowe parametry elektrowni (liczba turbin i  $Q_{inst}$ ) zostały ujednocnione. Elektrownie miały być wyposażone w cztery turbiny o łącznym przepływie instalowanym 1300 m<sup>3</sup>/s. Podstawowe dane dla stopni rozpatrywanych w preferowanym wariantcie W3C przedstawiono w tab. 3.

Koncepcja KDW z 1999 roku, dostosowana do warunków określonych przez MOŚZNiL, jest znacznie mniej korzystna pod względem parametrów i efektów energetycznych niż wszystkie warianty kaskady rozpatrywane wcześniej w latach 1957–1993. Najogólniej charakteryzuje to stopień wykorzystania potencjału hydroenergetycznego dolnej Wisły, szacowanego na ok. 4000 GWh w skali roku, który w kolejnych wersjach koncepcji wynosi:

- koncepcja KDW (1957): 3742 GWh, tj. 94%
- koncepcja KDW (1980): 4293 GWh, tj. 107%
- koncepcja KDW, W3C (1999): 3354 GWh, tj. 84%.

W podsumowaniu koncepcji KDW z 1999 roku przedstawiono następujące wnioski wynikające z analizy rozpatrywanych wariantów kaskady:

- Zagospodarowanie dolnej Wisły poprzez budowę kaskady stopni wodnych nie

Lp.	Nazwa stopnia	km rzeki	NPP m n.p.m.	$Q_{inst}$ elektrowni $m^3/s$	Moc instalowana MW	Produkcja śr. roczna GWh	Spad statyczny m
1.	Wyszogród	584,0	70,5	1300	69,5	370	7,0
2.	Wiączemin	613,2	63,5	1300	60,5	325	6,2
3.	Włocławek (istn.)	674,8	57,3	2190	160,2	700	11,3
4.	Nieszawa	703,7	46,0	1300	70,0	408	8,5
5.	Solec Kujaw.	758,0	37,5	1300	79,0	430	8,5
6.	Chełmno	801,5	29,0	1300	68,0	363	7,0
7.	Grudziądz	829,5	22,0	1300	56,5	319	7,0
8.	Gniew	876,3	15,0	1300	76,0	439	11,3
	Razem				639,7	3354	66,8

Tab. 3. Stopnie kaskady dolnej Wisły wg wariantu W3C koncepcji z 1999 roku

znajduje uzasadnienia w żadnym z rozpatrywanych wariantów (W3A, W3B i W3C), zarówno ze względów ekonomicznych, jak i zdecydowanie negatywnej oceny skutków dla środowiska przyrodniczego.

- Niezbędnym i pilnym przedsięwzięciem na odcinku dolnej Wisły jest budowa stopnia w Nieszawie, spełniającego warunki koniecznego zabezpieczenia stopnia we Włocławku. Realizacja stopnia Nieszawa nie przekreśla perspektywicznej możliwości budowy dalszych stopni kaskady.
- Z rozpatrywanych wariantów aktualizacji kaskady należy wykluczyć wariant W3B. Warianty W3A i W3C w obecnych warunkach gospodarczych, w oparciu jedynie o bezpośrednie korzyści energetyczne, są na granicy oceny pozytywnej (W3A) lub nie spełniają kryteriów pozytywnej oceny ekonomicznej (W3C) przy równoczesnej negatywnej ocenie skutków dla środowiska przyrodniczego.

Aktualność tych wniosków trudno kwestionować przy obecnie dominujących w Polsce poglądach, opartych na rozpowszechnianych opiniach o wysokiej szkodliwości naturalnego do niedawna wykorzystania rzek dla celów żeglugowych i energetycznych, znajdujących odzwierciedlenie przy pomiaru energetyki wodnej w planach rozwoju gospodarczego kraju.

W „Prognozie zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku”, opracowanej przez Ministerstwo Gospodarki w 2009 roku (załącznik 2 [6]), przewidziano, że do osiągnięcia celów unijnych w zakresie rozwoju energetyki odnawialnej podstawowe znaczenie będzie miała energia z elektrowni wiatrowych, których produkcja w 2030 roku ma wynieść 18 000 GWh. W planowanym rozwoju mocy wytwórczych energii elektrycznej w latach 2006–2030 przewidziano wzrost mocy elektrowni wiatrowych ze 173 MW (2006) do 7867 MW (2030) oraz niewiele znaczący rozwój małych elektrowni wodnych (odpowiednio 69 MW i 298 MW), pomijając całkowicie elektrownie wodne przepływowe i szczytowo-pompowe.

### 3. Stopień wodny Włocławek

Jedynym obiektem planowanej KDW, zbudowanym na podstawie założeń opracowanych w koncepcji z 1957 roku, jest stopień Włocławek.

Rozpoczęcie realizacji KDW od budowy stopnia we Włocławku było uzasadnione wysoką efektywnością energetyczną elektrowni wodnej. Elektrownia została wyposażona w sześć turbozespołów o łącznym przepłyku instalowanym 2190  $m^3/s$ , których moc instalowana wynosi 160,2 MW. Planowana wielkość produkcji energii elektrycznej miała wynosić 640 GWh/rok. Uzyskane efekty energetyczne okazały się znacznie wyższe od planowanych :

- średnia wielkość produkcji energii (1971–2000): 739 GWh/rok
- maksymalna wielkość produkcji (1980): 1043 GWh.

Stopień Włocławek, zaprojektowany jako jeden ze stopni kaskady, jest przystosowany do pracy w warunkach ustabilizowanego zwierciadła wody w dolnym stanowisku, co miał zapewnić projektowany stopień Ciechocinek. Zaniechanie budowy tego stopnia spowodowało zasadniczą zmianę warunków eksploatacji obiektów piętrzących we Włocławku, których nie przewidywały ani założenia, ani rozwiązania projektowe.

Do 2002 roku elektrownia pracowała w systemie szczytowo-interwencyjnym w cyklu wyrównania dobowego, zachowując stały odpływ  $Q_{biol.} = 350 m^3/s$ , co odpowiadało przepływowi przez jedną turbinę. Włączenie elektrowni do pracy pełnym przepływem powodowało gwałtowny wzrost przepływu do  $Q_{inst} = 2190 m^3/s$  w dolnym stanowisku stopnia. Brak projektowanego zatopienia (podparcia) dolnego stanowiska stał się przyczyną intensywnej erozji koryta rzeki, powodującej obniżenie poziomu wody poniżej stopnia (2,5 m po 30-letniej eksploatacji) i wzrost wysokości piętrzenia z projektowanej  $H = 11,3 m$  do  $H = 14,3 m$ . Postępujące obniżanie się dna i poziomu wody dolnej stworzyło bardzo niekorzystne warunki hydrauliczne pracy jazu i elektrowni, powodujących niekorzystne zjawiska, stanowiących zagrożenie bezpieczeństwa wszystkich obiektów piętrzących stopnia. Dla poprawy warunków pracy jazu i elektrowni zastosowano doraźne rozwiązanie w postaci tymczasowego proggu podpiętrżającego, utrzymującego minimalny poziom zatopienia dolnego stanowiska. Równocześnie podjęto decyzję o zmianie systemu pracy elektrowni na przepływowy. Tymczasowy próg piętrzący, wykonany z narzutu kamiennego umocnionego

gabionami, nie ma wpływu na poprawę warunków eksploatacji śluzy – niedostępnej dla żeglugi w okresach stanów niskich i średnich, a także nie zmienia niekorzystnych warunków w rejonie zaporę czołowej (ziemnej).

Po odrzuceniu koncepcji budowy KDW problem bezpieczeństwa stopnia we Włocławku został dokładnie przeanalizowany w „Koncepcji zagospodarowania dolnej Wisły w wariantach W2” (Hydroprojekt, 1999) z przedstawieniem wariantowych rozwiązań podpiętrżania dolnego stanowiska (stały próg piętrzący lub stopień wodny w rejonie Nieszawa-Ciechocinek).

Od tego czasu powstały kolejne opracowania projektowe (Hydroprojekt 2002, 2005, 2007, 2008), w których wariantowe rozwiązania hydrotechniczne stopnia Nieszawa-Ciechocinek były weryfikowane w kierunku minimalizacji oddziaływania na środowisko i zapewnienia wymaganej kompensacji przyrodniczej. Prace te nie przyniosły jednak oczekiwanego rezultatu w postaci akceptacji rządu dla realizacji inwestycji niezbędnej do bezpiecznego funkcjonowania stopnia we Włocławku.

### 4. Podsumowanie

Koncepcja budowy Kaskady Dolnej Wisły przedstawiona w 1957 roku była próbą kompleksowego zagospodarowania odcinka rzeki, posiadającego znaczące walory hydroenergetyczne i żeglugowe, których wykorzystanie miałyby istotny wpływ na rozwój gospodarczy i społeczny całego regionu. Wszystkie warianty KDW, rozpatrywane na przestrzeni ponad 40 lat, dawały możliwość pełnego wykorzystania skoncentrowanych na tym odcinku Wisły zasobów energii wodnej. Uruchomienie elektrowni wodnych KDW produkujących ok. 4000 GWh energii zwiększyłyby dwukrotnie obecny stan wykorzystania naszych zasobów wodnych. Energetyka wodna, która ze względu na ograniczone zasoby nie może w Polsce odgrywać istotnej roli w produkcji energii podstawowej, ma duże znaczenie dla regulacji systemu energetycznego oraz jako rezerwa interwencyjna. Energia produkowana w elektrowniach KDW zasilałaby głównie tereny położone w północnej i północno-wschodniej części kraju, co znacznie zmniejszyłoby straty na przesyłce energii z rejonu Polski południowej, gdzie znajdują się główne źródła wytwarzania energii elektrycznej.

Obecne podejście administracji państwowej do problemu zagospodarowania dolnej Wisły oraz podporządkowanie idei proekologicznej, narzuconej przez międzynarodowe i krajowe organizacje pozarządowe, wyklucza podejmowanie działań zmierzających do gospodarczego wykorzystania rzeki bez względu na uzasadnione korzyści gospodarcze, ekonomiczne i społeczne. Dotyczy to również budowania w Polsce nowych elektrowni wodnych o mocy przekraczającej 5 MW, które zostały pominięte w planach rozwoju mocy wytwórczych energii elektrycznej przedstawionych w dokumencie Ministerstwa Gospodarki [6], przyjętym przez Radę Ministrów w listopadzie 2009 roku.

Preferowanie elektrowni wiatrowych jako podstawowego źródła energii odnawialnej



może okazać się wysoce zawodne i kosztowne w porównaniu z energetyką wodną. Budowa dużych farm wiatrowych już obecnie uważana jest za poważne zagrożenie dla środowiska i nie jest akceptowana przez niektóre lokalne społeczności.

---

#### *Bibliografia*

1. Kaskada Dolnej Wisły. Koncepcja 1957, CBS i PBW Hydroprojekt, Warszawa 1957.
2. Kaskada Dolnej Wisły. Wstępna analiza ekonomiczna Etap II, BSiPE Energoprojekt Warszawa, Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o., Warszawa 1993.
3. Koncepcja zagospodarowania dolnej Wisły, Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o., Warszawa 1999.
4. Raport Zespołu Ekspertów w sprawie budowy stopnia wodnego Nieszawa-Ciechocinek dla zabezpieczenia stopnia Włocławek, Warszawa 2000.
5. Budowa stopnia wodnego w Nieszawie-Ciechocinku. Koncepcja programowo-przestrzenna z wariantowym studium wykonalności. Część I i II, Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o., Warszawa 2002–2005.
6. Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009.

---

#### **Ireneusz Ankiersztejn**

mgr inż.

Hydroprojekt Warszawa sp. z o.o.

e-mail: malgorzata.jaznicka@hydroprojekt.com.pl

Absolwent Inżynierii Sanitarnej i Wodnej Politechniki Warszawskiej. Rozpoczął aktywność zawodową w WPBWJ Hydrobudowa 1 na budowie zbiornika wodnego Sulejów, po czym pracował w CBSiPBW Hydroprojekt w Warszawie, w WPBWJ „Hydrobudowa” i Tecon sp. z o.o. Od 1996 roku zatrudniony w Hydroprojekcie Warszawa sp. z o.o. jako starszy/generalny projektant, kierownik pracowni hydrotechnicznej. Ważniejsze prace projektowe: stopień wodny Rakowice na rzece Bóbr, koncepcja programowo-przestrzenna stopnia wodnego Nieszawa-Ciechocinek, koncepcja programowo-przestrzenna zagospodarowania Wisły środkowej i regulacji rzeki, modernizacja stopnia wodnego Żagań na rzece Bóbr, zabezpieczenie przeciwpowodziowe Warszawy na odcinku lewobrzeżnym z bramą przeciwpowodziową Portu Czerniakowskiego.