

General characteristics of the Vistula and its basin

Author

Wojciech Majewski

Keywords

Vistula River, basin of the Vistula, basin management, climatic conditions, ecology

Abstract

The Vistula is the largest river in Poland, which flows from the south to the north. Its mouth is on the Baltic Sea. As for hydrography the Vistula is divided into three parts: Upper – from its sources to the mouth of the River San, Middle – up to the tributary Narew River, and the Lower – up to its mouth on the sea. This article covers the Vistula and its basin management plans starting from the interwar period up to the present day. The location of the Vistula and its basin as well as land cover are described. The division of Poland into river basin districts and water regions accompanied by a description of administrative division of the country are described. Climatic conditions of Poland including precipitation and air temperatures are presented. Basic hydrological data of the Vistula and its basin is given. Parts of the Vistula basin, which are included in the Program of Natura 2000 are mentioned. Brief information concerning existing, more important hydraulic and hydroenergy structures in the main Vistula channel as well as on its tributaries are described.

DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2013201

Introduction

The aim of this article is to provide the Vistula River problems as a whole including plans and development projects, as well as current state of the management and economic use of the river and its basin. The article discusses the possibilities of the use of the Vistula in the future taking into account economic, ecological and social aspects. Special attention is devoted to the lower Vistula, which represents important hydropower potential, significant navigation possibilities, water supply, tourism and recreation as well as ecological aspects.

The Vistula (Wisła) is the largest river in Poland with the discharge at the mouth, which positions it as the second largest river – after the Neva (Newa) of the Baltic Sea drainage area. Its length amounts to 1047 km from its source in the south on the slopes of Barania Góra in the Beskid Śląski up to the mouth on the Baltic Sea (Morze Bałtyckie) at the Gdańsk Bay (Zatoka Gdańska) in the north. The river's entire course is in Poland as well as 87% of its basin.

From the dawn of Polish history the Vistula (Wisła) constituted a very important economic axis of the country. It also played an important cultural role and very often a defensive one. Throughout the 16th century and at the beginning of the 17th century it was the most navigable river in Europe. Despite primitive means of transport over a quarter of a million tons of raw materials and finished goods were shipped yearly between Poland and the port of Gdańsk, which was our gateway to the outer world. Due to the partitions of Poland in the 18th century, the Vistula (Wisła) lost its former importance and became more

and more neglected. Its catchment became peripheral to the occupying powers. Simultaneously other European rivers such as the Rhine (Ren), Rhone (Rodan), Seine (Sekwana) and Danube (Dunaj) developed dynamically as navigable waterways proving also indispensable for the economy, energy and constituting an important source of water supply.

After Poland regained independence, during the interwar period, initial plans for the Vistula management and its use for economic, energy, and recreational purposes were developed. One of the authors of these plans was Prof. Gabriel Narutowicz, who came to Poland from Switzerland. Unfortunately this twenty year period was too short for the implementation of these ambitious plans for a country devastated by the partitions and the World War. However, in the catchment of the Vistula the first dams and hydropower plants Żur and Gródek were developed on the Wda River and Porąbka on the Soła River. After the tragic flood in 1934 in the catchment of the Dunajec River the construction of Rożnów dam started in 1935.

After World War II, in the new geographical arrangement of the country, the central position of the Vistula created the essential possibility for the economic use of the river in the future. In the 1950s at Gdańsk University of Technology the Faculty of Hydraulic Engineering was founded. The Institute of Hydroengineering of the Polish Academy of Sciences was created with an up-to-date hydraulics laboratory. While the Faculty of Hydraulic Engineering focused on the training specialists for the realization of future projects on the Vistula the Institute had the aim to carry out studies connected with these projects.

Numerous plans of the construction of hydraulic and hydro-energy facilities were developed. In the 1960s, the Committee on Water Resources Management of the Polish Academy of Sciences formulated the first water resources management plan in which the importance of the lower Vistula for navigation and hydro-energy was emphasized [5]. An important flood hazard exists along the whole course of the Vistula, which on the lower Vistula is mainly caused by ice and frazil jams.

Between 1968 and 1971, Polish experts, in cooperation with the UN Development Programme, conceived the Project for the Comprehensive Development of the Water System on the Vistula River (Projekt kompleksowego rozwoju systemu wodnego rzeki Wisły). This project aimed to solve many important problems of our water resources management in the basin, including the use of the whole Vistula hydropower capacity.

At the end of the 1970s, in Poland the Comprehensive Programme for Management and Use of the Vistula and Country's Water Resources (Kompleksowy program zagospodarowania i wykorzystania Wisły oraz zasobów wodnych kraju), called in short the "Vistula Programme", was proposed. Carrying strong propagandist accents, it referred, however to the versatile, planned economic development of the country. Economic development of Poland needed, above all, electricity and water. It is worth mentioning that the "Vistula Programme" included a comprehensive approach to the problems of water resources, taking into account not only technical and economical issues but also natural, cultural and recreational aspects. However, it was not implemented owing to the lack of reasonable justification for multiple investments, lack of financial cover, and lack of construction abilities of Polish companies.

Another programme, entitled the Cascade of the lower Vistula River (Kaskada Dolnej Wisły) [2] was designed. It focused on the construction of eight barrages along the lower Vistula with run of river reservoirs. The Lower Vistula assembles about 50% of Poland's hydropower potential. The cascade had a compact character, whose main purpose was navigation and power generation. Within the framework of this project, the first barrage – Włocławek – was commissioned in 1970. The construction plans for the next barrages – Ciechocinek, downstream of Włocławek, and Wyszogród, upstream – were at an advanced stage. Preparation of the construction site of Ciechocinek barrage started.

Location of the Vistula basin

The river basin of the Vistula comprises almost the whole eastern part of Poland. The whole basin has an area 194 thousand km², of which 87% (169 thousand km²) is on the terrain of Poland. The remaining part of the basin is on the terrain of Bielarus, Ukraine and Slovakia neighbouring with Poland. The basin of the Vistula, which is in Poland covers 54% of our state area. It has important social and economic significance. Here, one can find important urban and industrial centres. The Vistula (Wisła) basin is inhabited by more than half of Poland's population. The course of the river from its sources to the mouth is shown in Fig. 1. The basin's division into three areas is shown in Fig. 2.

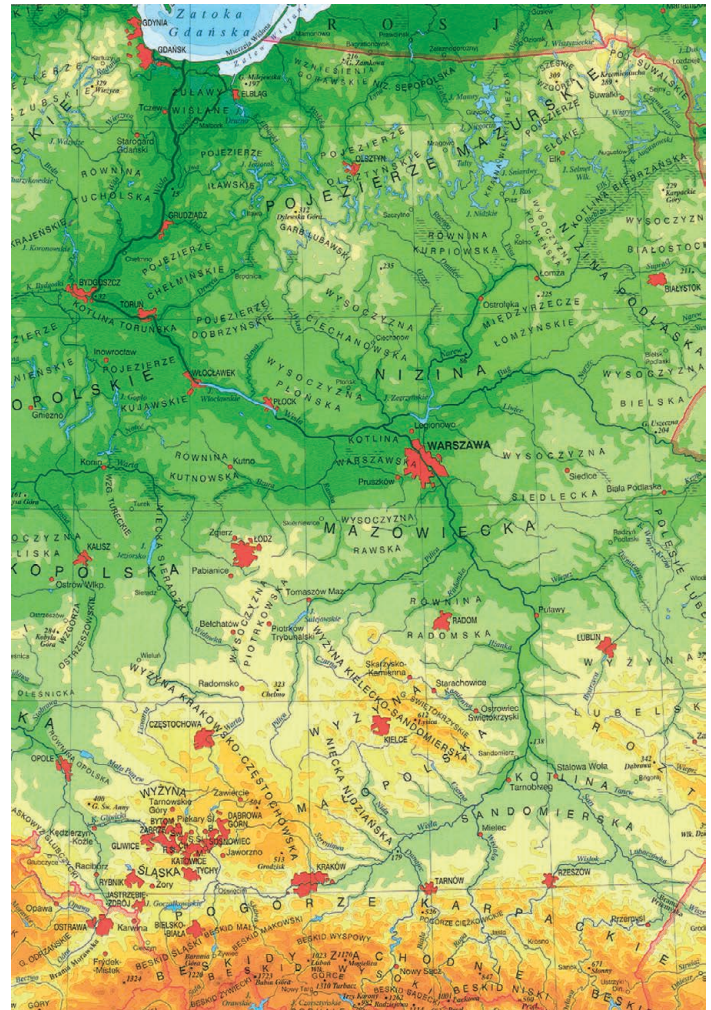


Fig. 1. The Vistula River from its sources to the Baltic Sea

Both the Vistula (Wisła) and its basin are very varied along their course. This diversity can be considered in terms of the terrain configuration, climate, water resources hydraulic infrastructure as well as economy.

As for hydrography, we distinguish three sections of the River Vistula (Wisła) and its basin: the Upper, Middle and Lower (Fig. 2). This division is determined by significant change in the Vistula River (Wisła) discharge caused by inflow from the River San, which marks the boundary of the upper Vistula River (górna Wisła), and from the River Narew, which marks the boundary of the middle Vistula River (środkowa Wisła).

Another type of division is based on geographical factors. Beginning from the south, we distinguish: the Silesian (Śląsk) section – from its sources to the mouth of the Skawa, the Lesser Poland (Małopolska) section – from the Skawa to the mouth of the San, the Lubelszczyzna section – from the San to the mouth of the Wieprz, the Mazovian (Mazowsze) section – from the Wieprz to the mouth of the Skrwa, the Kuyavian (Kujawy) section – from the Skrwa to the mouth of the Brda, and the Pomeranian (Pomorze) section – from the Brda to Gdańsk Bay (Zatoka Gdańska). The Vistula River (Wisła) flows through six physical and geographical regions that stretch latitudinally across the territory of Poland.



Fig. 2. Division of Vistula basin, source: the Institute of Meteorology and Water Management (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – IMGW)

Upper Vistula River

This term applies to the section, 399 km long, from the very sources to the mouth of a right-bank tributary the San. The length of this Vistula section is 399 km and its Polish catchment area covers 46 thousand km². The river begins with two watercourses, the Wiselka Biała and the Wiselka Czarna, running off the slopes of Barania Góra (1,116 m above sea level), in the Silesian Beskid range (Beskid Śląski). In the vicinity of the town of the same name – Vistula (Wisła), both watercourses form the Vistula Czarne (Wisła Czarne) artificial reservoir, developed between 1967 and 1973. Sometimes the section, 105 km long, from the sources of the Vistula (Wisła), up to one of its left-bank tributaries, the Przemsza, is referred as the Little Vistula (Mała Wisła).

The upper reach of the Vistula (Wisła) is supplied by numerous right-bank mountain tributaries, which have their sources on the slopes of the West Beskids (Beskidy Zachodnie) and the East Beskids (Beskidy Wschodnie). Further tributaries are as follows: Soła, Skawa, Raba, Dunajec, Wisłoka, and San. These mountain tributaries, with considerable fluctuations in discharge create a serious flood hazard, caused by heavy rains or the spring thaw of snow and ice. The left-bank tributaries of the upper Vistula are: Przemsza, Szreniawa, Nida and Czarna. In this basin area lies the Silesian Agglomeration (Aglomeracja Śląska), which constitutes an industrial centre of great importance, and other cities: Kraków, Rzeszów and Tarnów. The basin of the upper Vistula River (górną Wisła) holds about 30% of the water resources in Poland. Along the upper Vistula section a 92 km long navigable waterway from Oświęcim to Kraków was created characterized by nonuniform navigation parameters. Its creation has enabled barges with a thousand-ton payload to navigate. Part of the upper Vistula (górną Wisła) basin – the catchment area of the Poprad River, lies in Slovakia.

In the upper Vistula River (górną Wisła) basin there are numerous hydropower and hydraulic structures: Vistula Czarne (Wisła

Czarne), Goczałkowice, Tresna, Porąbka, Czaniec, Rożnów, Czchów, Czorsztyn-Niedzica, Sromowce Wyżne, Solina and Myczkowce as well as the waterway of the upper Vistula (górną Wisła), from Oświęcim to Kraków.

Here are also urban centres and thermal power plants: Oświęcim, the Silesian Conurbation (Konurbacja Śląska), Kraków, Tarnobrzeg, Sandomierz, and Połaniec thermal power plant.

Middle Vistula River

The middle Vistula River (środkowa Wisła) begins from the mouth of the San and ends with the mouth of the Narew. It is 256 km long. Its Polish catchment area covers 89 thousand km². Some of the basin area lies in Belarus and Ukraine. The most important right-bank tributaries are the Wieprz as well as the Narew and the Bug. The left-bank tributaries are: Kamienna, Radomka and Pilica. Here, the most important urban centres are: Warsaw, Radom, Kielce, Lublin and Białystok. At the confluence of the Bug and the Narew rivers lies the Zegrze Reservoir (Zalew Zegrzyński). It was developed as a result of the construction of the Dębe Dam, which was put into service in 1963. Currently, the reservoir is popular as a recreational centre for the inhabitants of Warsaw (Warszawa). The Warsaw Vistula (Wisła Warszawska) is connected with the Zegrze Reservoir (Zalew Zegrzyński) through the artificial Żerań Canal. The middle Vistula River (środkowa Wisła) is not suitable for cargo shipping. Along this section, there are the Siekierki and Żerań thermal power plants as well as “Chubby Kate” (Gruba Kaśka), the water intake for Warsaw (Warszawa).

Lower Vistula River

The lower Vistula River (dolna Wisła) begins from the mouth of the Narew (km 550) and ends with the Vistula’s (Wisła) mouth at the sea (km 941). It is 391 km long. This area includes the Warsaw metropolitan area (aglomeracja warszawska) with Zegrze Reservoir (Zalew Zegrzyński) and the Żerań Canal. The catchment area of the lower Vistula River (Wisła) covers 34 thousand km². The Narew, together with the Bug and the Wkra, is the major tributary of the Vistula (Wisła), thus in a fundamental way changing the water discharge in the main channel. Just downstream of the mouth of the River Narew lies the Modlin gauging station. The Tczew gauging station, although far from the river’s mouth (almost 30 km), marks the closing cross-section of the Vistula River (Wisła) basin, because there are no further tributaries. At this station, the long-term average discharge reaches 1,055 m³/s. In the postwar era, the maximum recorded discharge reached 6,490 m³/s, the minimum recorded discharge was 264 m³/s. The discharge with 1% probability of being exceeded is 8,990 m³/s, the longest lasting discharge is 614 m³/s. The average yearly river runoff to the Baltic Sea (Morze Bałtyckie) amounts to 34 km³, the maximum is 50.8 km³ (1975, a wet year), the minimum (1952, a dry year) was 20.5 km³. The Vistula (Wisła) supplies approximately 7% of all fresh water into the Baltic Sea (Morze Bałtyckie). Fluctuations in water levels at the Tczew gauging station (min./max.) amount to approximately 5 m.

The Baltic (Morze Bałtyckie) is a non-tidal sea; however, at its shores one can observe considerable water level fluctuations, caused by wind-driven upwelling, approximately 1.50 m above

the average level, which causes a rise in the water level in the Vistula (Wisła) up to the Tczew gauging station.

Along this section, the majority of floods occurred due to ice and frazil jams. The flood at the upper part of Włocławek Reservoir (zbiornik włocławski) in 1982 [3] was a spectacular example of this phenomenon.

Along the lower reach of the Vistula River many important industrial and urban centres are located: Płock, Włocławek, Toruń, Bydgoszcz, Grudziądz, Tczew, Elbląg and Gdańsk. The lower Vistula River (dolna Wisła) holds great potential for inland navigation. Here two international waterways are situated: E40 and E70. This river section holds almost half of the economic hydropower potential in Poland. Hence the concept of the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły, LVC) for power generation and navigation. The outcome of this programme is the Włocławek barrage, in operation since 1970, but to date, it operates as a single barrage without the support of the tailwater, which is a source of many problems.

Land cover

The land cover in the Vistula (Wisła) basin has a considerable impact on the water resources and their management. We distinguish six types of land cover: forests, arable land, meadows, barren land, urban areas and surface water. The land cover of the entire Vistula (Wisła) basin and its particular parts is shown in Fig. 3.

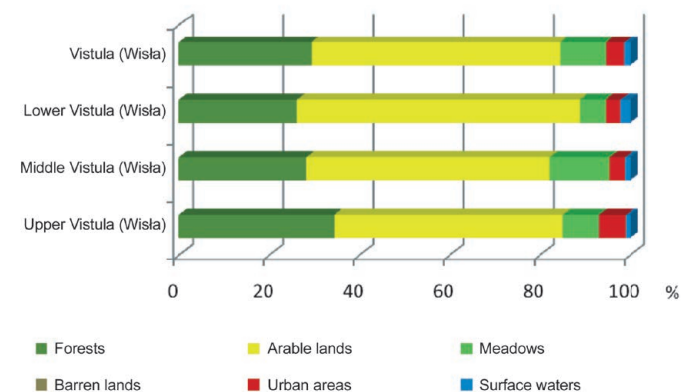


Fig. 3. The land cover of the entire Vistula (Wisła) basin and its particular parts

Arable land is the most common, then forests. In all three basin areas of the river, the land cover is similar.

The forestation rate is highest in the catchment area of the upper Vistula River (górna Wisła). Here, arable land is the least common, whereas urban areas are the most common. The majority of arable land is to be found in the catchment area of the lower Vistula River (dolna Wisła) (Fig. 3).

River basin districts

Under the provisions of the Water Framework Directive, according to the Regulation of the Council of Ministers, ten river basin districts were created in 2006 in Poland. The entire Vistula

(Wisła) basin, within the framework of the water resource plans and management, is referred to as the Vistula River Basin district (obszar dorzecza Wisły), which comprises an area slightly larger than the hydrographic Vistula (Wisła) basin (Fig. 4). This area has been widened in the north by the catchment area of the river delta as well as some catchments of the Pomeranian Rivers (rzeki Przymorza).

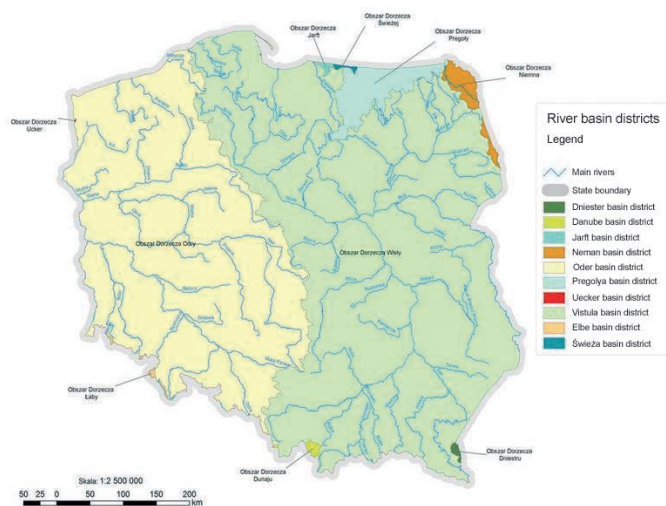


Fig. 4. The division of Poland by river basin districts

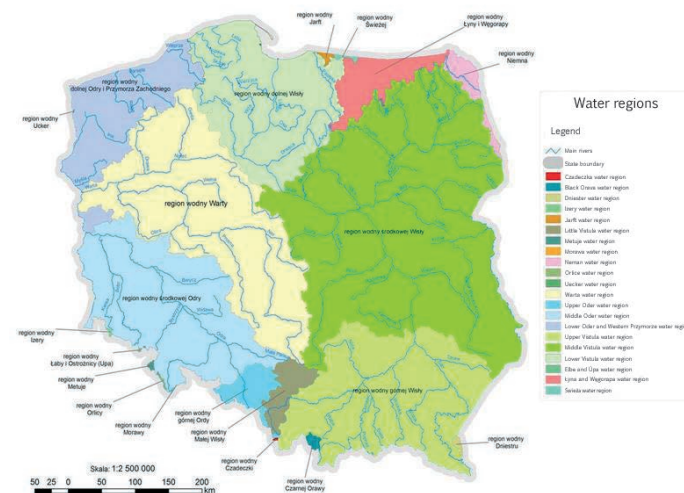


Fig. 5. The division of Poland by water regions

Poland is divided into 21 water regions (Fig. 5). Their boundaries were established according to the Regulation of the Council of Ministers of 2006. Some water regions correspond with Regional Water Management Boards (Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej – RZGW). As far as the Vistula (Wisła) is concerned, its basin comprises the region of the Little Vistula River (Mała Wisła), the upper Vistula River (górna Wisła), the middle Vistula River

(środkowa Wisła) and the lower Vistula River (dolna Wisła). The Vistula (Wisła) basin is managed by the RZGW Gliwice (the Little Vistula – Mała Wisła), the RZGW Kraków (the upper Vistula River – górna Wisła), the RZGW Warszawa (the middle Vistula River – środkowa Wisła) and the RZGW Gdańsk (the lower Vistula River – dolna Wisła).

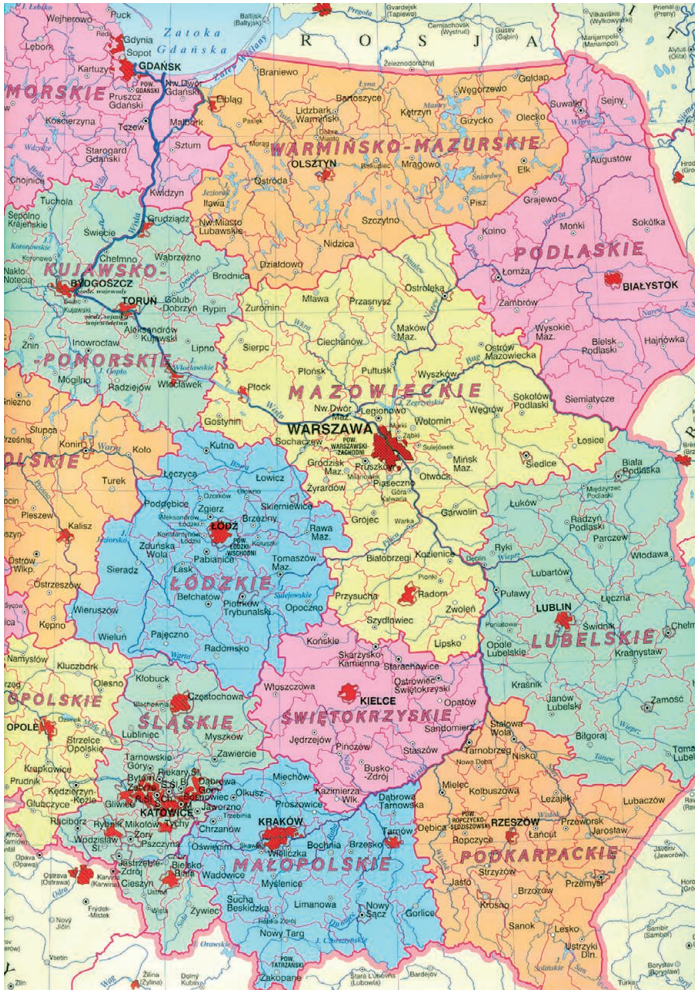


Fig. 6. The River Vistula and its basin in the context of Polish administrative division

Vistula basin location in the context of Polish administrative division

The River Vistula (Wisła) flows through eight voivodeships. Its basin is located on the territory of 11 voivodeships (Fig. 6). On the area of each voivodeship there is a Provincial Management of Drainage, Irrigation and Water Infrastructure Board (Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych), accountable to the marshal of the voivodeship, overseeing the network of smaller rivers and canals.

Climatic conditions

In the Vistula (Wisła) basin, the climatic conditions can be characterized according to the following meteorological factors: precipitation, air temperature and humidity. This data is cited on the basis of "The Atlas of the Climate of Poland" ("Atlas Klimatu Polski" 2005), compiled from 60 weather stations.

Precipitation. The highest precipitation, exceeding 1100 mm (mean multiannual precipitation) occurs in the Beskid mountains (Beskidy). The lowest precipitation, approximately 550 mm, has been recorded in central Poland, along the section of the Vistula (Wisła) that begins from the mouth of the San to the delta branch Nogat. Slightly higher precipitation, approximately 600 mm, occurs at the mouth of the Vistula River (Wisła). The mean annual long-term precipitation in the Vistula basin is estimated at 610 mm (Fig. 7).

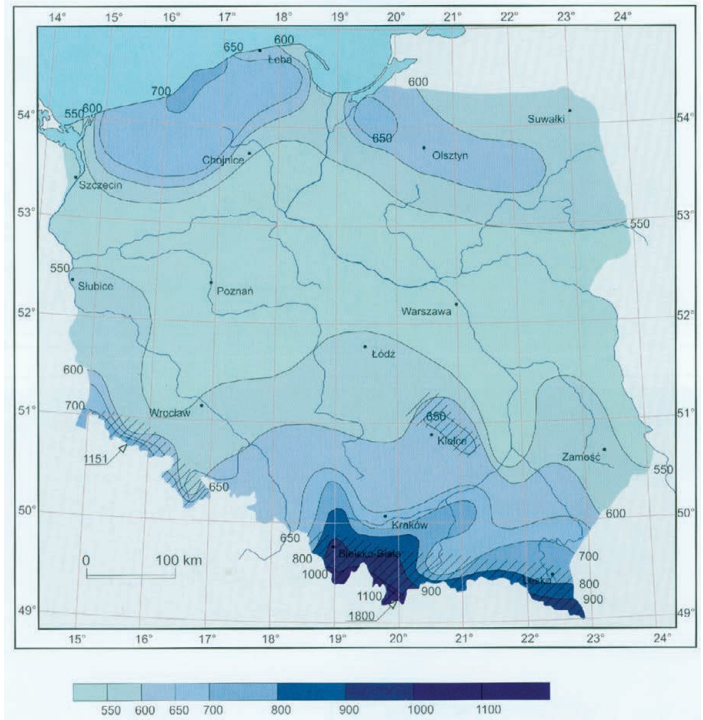


Fig. 7. Mean annual long-term precipitation in Poland [1]

Air temperature. The air temperature is one of the important meteorological parameters. Fig. 8 shows the mean annual air temperature in the 30-year period 1971–2000. Variations in air temperature in Poland are small, between 6 and 8°C. In the Tatra Mountains, it drops below 5°C, on the highest peaks even below zero (–0.7°C). Likewise in the Karkonosze Mountains, where in the region of Mount Śnieżka it can drop to 0.6°C. In general it may be assumed that the mountainous area of southern Poland is characterized by a much lower mean annual air temperature than the remainder of our country. Lower temperatures can also be observed in north-east part of Poland. "The Atlas of the Climate of Poland" presents a wide range of air temperatures, depending on the season and month.

Hydrological conditions in the Vistula River basin

In the Vistula River Basin (dorzecze Wisły), hydrological conditions can be presented in the form of unit runoff from particular basin areas. The average unit runoff from the entire river basin amounts to 5.34 l/(s km²). Particular areas show unit runoff as follows:

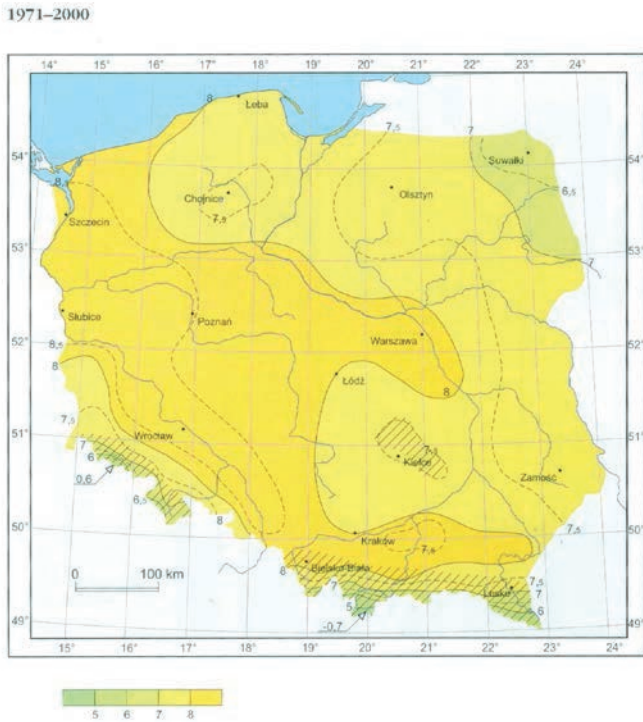


Fig. 8. Mean annual temperature in the long-term 1971–2000 [1]

- The upper Vistula River (górna Wisła) basin until the mouth of the San: 9.16 l/(s km²)
- The San basin: 7.71 l/(s km²)
- The middle Vistula River (środkowa Wisła) basin: 4.00 l/(s km²)
- The Narew basin: 4.33 l/(s km²)
- The lower Vistula (dolna Wisła) basin: 5.18 l/(s km²).

The unit runoffs of the Vistula River Basin and in its particular parts are among the lowest in Europe. It is also important to present the characteristic discharges at the gauging stations closing particular areas of Vistula basin. The gauging stations are, as follows:

- Nowy Bieruń, upstream of the mouth of the Przemsza. This gauging station closes the Little Vistula (Mała Wisła) catchment
- Zawichost, downstream of the mouth of the San. This gauging station closes the upper Vistula River (górna Wisła) catchment
- Modlin, downstream of the mouth of the Narew. This gauging station closes the middle Vistula River (środkowa Wisła) catchment
- Kępa Polska, upstream of the Włocławek Reservoir (zbiornik włocławski)
- Toruń, downstream of the Włocławek Reservoir (zbiornik włocławski)
- Tczew, the gauging station which closes the entire Vistula (Wisła) basin.

Water quality in the Vistula

It is estimated that 93% of the river is polluted to a greater or lesser extent. 56% of the Vistula (Wisła) course does not meet any standards of the applicable classes. Although in the past years we have observed considerable progress in terms of the water quality, it is still far from the required state according to the EU standards.

Gauging station	Kilometre	Catchment area km ²	Years of observation	SSQ m ³ /s	WWQ m ³ /s	NNQ m ³ /s
Nowy Bieruń	3.6	1,780	1951–2011	21.2	846	1.5
Zawichost	287.6	50,665	1951–2011	432	6,160	110
Modlin	551.5	159,724	1969–2011	880	6,860	232
Kępa Polska	606.5	168,358	1969–2011	940	6,980	280
Toruń	734.7	180,391	1951–2011	971	6,890	266
Tczew	908.6	193,807	1951–2011	1055	6,490	264

Tab. 1. Characteristic discharge at the gauging stations along the Vistula course, source: IMGW

where: SSQ – mean multiannual discharge, WWQ – maximum discharge in the course of observation, NNQ – minimum discharge in the course of observation.

The Natura 2000 Programme includes two types of regions established independently from each other:

- **Special Areas of Habitat Conservation (SAHC)**, under the Directive on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora; their aim is to protect rare and endangered habitats and animals, with the exception of birds.
- **Special Protection Areas (SPA)** for birds, under the Birds Directive, i.e. the Directive on the Conservation of Wild Birds; their aim is to protect rare and endangered bird species.



Fig. 9. Special Protection Areas for birds along the course of the Vistula (Wisła)

The SPA and SAHC sites are independent from each other. In some cases, their boundaries may overlap or even may be identical. The entire valley of the lower Vistula River (dolna Wisła), excluding the Włocławek Reservoir (zbiornik włocławski), has been arbitrarily included in the Natura 2000 Programme, which essentially limits the possibilities of their use for economic purposes.

Facilities along the Vistula river

The use of the river for the needs of waterways, water intakes, cooling systems of thermal power plants, or hydraulic power plants is closely connected with various hydraulic structures. It can be considered with respect to the main river channel of the Vistula (Wisła) as well as with respect to its tributaries. Many hydraulic structures are situated on the Vistula tributaries.

Vistula Czarne Reservoir

Beginning from the river's sources, the first hydraulic structure is the Vistula Czarne Reservoir (zbiornik Wisła Czarne), at the confluence of the White Little Vistula (Wisłka Biała) and the Black Little Vistula (Wisłka Czarna). The reservoir was commissioned in 1973. Its basic aim is to supply water to a number of settlements located nearby. The total volume of this reservoir amounts to 4.9 hm³, whereas the flood storage capacity is 2.6 hm³. Its surface when full is 41.2 ha. The damming facility is an earthfill dam.

Goczałkowice Reservoir

The second facility further down the River is the Goczałkowice Reservoir (zbiornik Goczałkowice), in operation since 1955. The damming structure is an earthfill dam with an impermeable core. The total volume of this reservoir amounts to 161 hm³, whereas the flood storage capacity is 43 hm³. Its surface at maximum water level is 32 km². Its basic aim is to supply municipal and industrial water as well as flood protection. At present, the reservoir plays an important ecological role.

Cascade of the upper Vistula River

The construction of this waterway lasted from 1949 to 2002. It was to serve four coal-fired power stations (Skawina, Łęg, Nowa Huta and Połaniec). The waterway includes six barrages: Dwory, Smolice, Łączany, Kościuszkó, Dąbie and Przewóz. Together, they form the Cascade of the upper Vistula River (Kaskada Górnej Wisły) 72 km long, along the river reach from Przemsza tributary to the Przewóz barrage (in the eastern part of Kraków). The waterway is navigable for vessels with a thousand-ton payload. Its potential is not being fully utilized, as it is mainly used for the local transportation of gravel and sand from point bars as well as for the transportation of stone used in the building industry. Currently, the waterway plays a role in the economy, ecology and tourism.

Połaniec thermal power plant

This power plant became operational in 1979. It is located in Świętokrzyskie Voivodeship, on the left bank of the Vistula River (Wisła), in the vicinity of the town Połaniec. The installed power in Połaniec reaches 1800 MW, while the power generation is approx. 9.4 TWh/year. Here, electricity is produced from hard coal; recently, a biomass power unit has been opened. To cool the condensers of its turbines, the plant uses water from the Vistula (Wisła).

Water intake and thermal power plants in Warsaw

Warsaw (Warszawa) is supplied with water from the intake station under the bed of the River Vistula (Wisła), called "Chubby Kate", at km 509 of the main river channel. This water intake was put into service in 1964. Electricity and heat are supplied to Warsaw (Warszawa) from the combined heat and power plants Siekierki and Żerań. The former, Siekierki, is the largest station of this type in Poland, and the second largest in Europe. Its heat capacity reaches 2080 MW, while its power generation capacity is 662 MW. The latter, Żerań, has a heat capacity of 1560 MW and electric power generation capacity of 364 MW.

Warsaw Water Node

The Warsaw (Warszawa) Water Node comprises the Narew, one of the Vistula (Wisła) tributaries, the Dębe dam, the Zegrze Reservoir (Zalew Zegrzyński), as well as the Żerań Canal (Kanał Żerański). This system is very important in terms of recreation, water supply and navigation.

Włocławek Barrage

This is the largest hydraulic structure along the main river channel of the Vistula (Wisła). In 1970, the barrage became operational as one of the eight barrages planned within the framework of the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły). This barrage includes: navigation lock, hydroelectric plant with installed power of 160 MW, ten-span weir, head dam, and fish pass. As a result of the damming, a run-of-river reservoir is formed approximately 55 km long, and with an initial capacity of 400 hm³. At the moment, the total volume of this reservoir is estimated at 370 hm³. The average annual generation of electric power reaches 739 GWh [4].

Bydgoszcz Water Node

The Bydgoszcz Water Node (Bydgoski Węzeł Wodny) comprises the mouth of the Brda to the Vistula as well as the Bydgoszcz Canal (Kanał Bydgoski), connecting the Noteć with the Brda, which enables the passage of the E70 international waterway from the Noteć to the Vistula (Wisła). This system is very important in terms of inland navigation.

The mouth of the Vistula

At the end of 19th century because of the very complicated layout of Vistula mouth to the sea, which resulted in the formation of ice jams and floods causing important economic and social losses, a new artificial direct channel to the sea, called Przekop was completed. Its formation necessitated the separation of the Gdańsk Vistula (Wisła Gdańska) from the main river channel by a navigation lock in Przegalina, the separation of the Szkaprawa from the main river channel at the Gdańsk Head (Gdańska Głowa), and the separation of the Nogat from the Vistula (Wisła) in Biała Góra. Simultaneously, the training of the Vistula from Silno (718 km), which marked the boundary of Prussian and Russian partition, to the sea was completed for navigation purposes.

Most important structures of the Vistula tributaries

Upper Vistula River

In this basin area, there is the majority of the hydraulic structures on the Vistula (Wisła) tributaries. These are: Świnna Poręba on the Skawa, Czaniec, Porąbka and Tresna on the Soła, Dobczyce on the Raba, Czorsztyn-Niedzica and Sromowce Wyżne on the Dunajec, Rożnów and Czchów on the Dunajec and Solina, and Myczkowce on the San.

Świnna Poręba (under construction)

This dam has been under construction since 1986. Its opening for use is scheduled for 2015. The dam closes the catchment area of the Skawa (802 km²). Here, the mean annual discharge reaches 11.5 m³/s. The earthfill dam, 50 m in height, will create a reservoir of the volume of 161 hm³. Its basic aim is to manage the flood protection, supply of municipal and industrial water as well as to support tourism and recreation. There are plans to construct a hydroelectric plant with a head of 37.6 m, installed power of 3.8 MW, and annual power generation of 37.6 GWh.

Soła Cascade

This cascade includes: the Tresna earthfill dam (at km 40), the Porąbka concrete dam (at km 32) and the Czaniec earthfill dam (at km 28).

The Tresna Dam (25 m in height), in operation since 1967 creates a reservoir with the volume of 96 hm³, which has the main function – flood protection, water supply, equalization of discharges downstream, and production of electricity. Installed capacity of the power plant is 21 MW.

The Porąbka Dam, 21 m in height, became operational in 1936, and creates a reservoir 27 hm³ in volume, whose main function is flood protection, water supply, and production of electricity. Installed power of the hydroelectric plant is 12.8 MW. At the moment, the Porąbka Reservoir is used as a the lower reservoir for the pumped storage power plant Porąbka-Żar, with installed power 500 MW.

The Czaniec Dam, 9 m in height, creates an equilibrium reservoir with the volume of 1.3 hm³ for two other reservoirs located upstream. This reservoir is also used for water supply and recreation.

Dobczyce Reservoir

This reservoir, with a volume of 142 hm³, was created by an earthfill dam 31 m in height located at km 60 of the Raba. Its basic aim is to supply Kraków with municipal water and flood protection. At the dam, there is an hydroelectric plant with installed power of 2.5 MW.

Czorsztyn-Niedzica and Sromowce Wyżne Dams

The Czorsztyn-Niedzica Dam, located in km 173 of the Dunajec, was put into service in 1997. This earthfill dam, 54 m high, creates a reservoir 232 hm³ in volume. Its basic aim is flood protection, recreation and production of electricity. The hydroelectric

plant has a capacity of 92 MW and is equipped with reversible turbines.

The Sromowce Wyżne Reservoir (Zbiornik Sromowce Wyżne) is an equilibrium reservoir with a volume of 6.4 hm³ for the Czorsztyn-Niedzica Dam. This reservoir was created by an earthfill dam of 8.5 m. At the dam there is a small flow-through power plant that has installed power of 2.1 MW.

Rożnów and Czchów Dams

The Rożnów concrete gravity dam, located at km 80 of the Dunajec River, was put into operation in 1942. Dam of the height 31.5 m creates a reservoir of the present volume 159 hm³. At the dam there is hydroelectric plant with installed capacity of 50 MW. Its basic aim is flood protection and production of electricity. Lately, it has also served a recreational function.

The earthfill dam in Czchów, 9.5 m in height, located downstream of the Rożnów Dam, creates an equilibrium reservoir 12 hm³ in volume. At the dam there is a hydro power plant with installed power of 8 MW.

Solina and Myczkowce Dams

The concrete gravity dam in Solina, on the River San, at km 325, was commissioned in 1968, creating a reservoir with the volume of 472 hm³. This structure is 60 m in height. At the dam there is a hydroelectric plant with installed power of 200 MW. The basic aim of the reservoir is the flood protection, production of electricity, and it also serves a recreational function.

The earthfill dam in Myczkowce, 15.5 m in height, located at km 319 of the River San, creates an equilibrium reservoir 9 hm³ in volume for the Solina Dam. At the dam there is a hydroelectric plant with installed capacity of 8.3 MW.

Middle Vistula River

This reservoir developed as a result of the construction of an earthfill dam (height: 11 m) at km 173 on the Pilica River. The volume of the Sulejów Reservoir (Zbiornik Sulejów) amounts to 84 hm³. Its basic aim is flood protection, supply of water to the Łódź agglomeration, and recreational function.

Dębe Reservoir

In operation since 1963, the Dębe Reservoir is located at km 22 of the Narew River. It was developed as a result of the construction of an earthfill dam 7 m in height. This is a run-of-river reservoir. Its basic aim is to produce electricity. The installed power capacity 20 MW (4 Kaplan turbines), with the average annual power generation of 91 GWh. The Dębe Reservoir (Zbiornik Dębe) is connected with the Vistula (Wisła) through the Żerań Canal (Kanał Żerański). It is not used as a flood prevention structure, however, in large part this reservoir serves a recreational function.

Lower Vistula River

Koronowo Reservoir

Located at km 49 of the Brda, this reservoir became operational in 1961. Thanks to a hydroelectric plant with installed power of 26 MW, its main aim is the production of electricity. The total

volume of this reservoir amounts to 81 hm³. At present, the Koronowo Reservoir (Zbiornik Koronowo) is increasingly popular as a recreational centre.

Wda Cascade

This cascade is formed by two pioneer dams, reservoirs, and hydroelectric plants constructed and commissioned during the Second Polish Republic. These are Żur and Gródek

Żur Reservoir

Developed as a result of the construction of a dam 14 m in height at km 34 of the Wda River, it was put into service in 1929. Its basic aim was to produce electricity by means of a hydroelectric plant with installed power of 7.5 MW. It also serves a recreational function.

Gródek Reservoir

Developed as a result of the construction of a dam with a height of 12 m across the Wda River, it covers 100 ha. By use of the derivation system, a hydroelectric plant was built with installed capacity of 3.5 MW and power generation of 13 GWh/year. This hydroelectric plant is in operation to this day. The reservoir is popular as a recreational centre.

Small hydroelectric plants (SHP)

A discussion of the basin management plans would not be complete without mentioning the SHPs built along small water-courses. In 1981, the Council of Ministers adopted a resolution on the development of small hydroelectric plants to exploit the potential of facilities and equipment left over from the World War II. During the first decades after the war, there was no special interest in the SHPs, as they were not competitive against power stations using cheap fossil fuels. Only after the 1973 energy crisis did the SHPs gain more attention. Currently, the construction of SHPs encounters many obstacles, caused mainly by ecological aspects.

Summary and conclusions

The Vistula (Wisła) is the largest river in Poland, playing always an important role in the economy of our state. Throughout successive decades, it has undergone numerous transformations and changes.

Both the Vistula (Wisła) and its basin present a diverse character, which justifies their division into three parts. We distinguish three sections: the Upper, Middle and Lower. These parts differ from each other by the configuration of the terrain, land cover, hydrography, climatic conditions as well as level of management.

The water resources in the area of river basin are limited and in some regions, from the point of view of water management, they reach the critical value. Especially low are the volumes of the retention reservoirs, which is an obstacle to rational management of the existing water resources and to cover the water needs.

The Vistula (Wisła) and its basin are threatened, to a great extent, with floods and droughts. The origins and nature of

flooding are different at particular reaches of the river. Successive floods cause huge social and economic losses, but unfortunately there is no uniform concept on how to counteract these threatening phenomena.

Although the Vistula (Wisła) holds great social and economic potential, it is used only to a small degree as the source of water supply and in a minimum degree for the purpose of navigation or power generation. In the past numerous plans and strategies for river management were developed. Unfortunately almost none of them was implemented. At present there is no strategic plan for management and use of the river and its basin. Existing fragmentary plans which include certain parts of this basin are frequently inconsistent, which additionally causes severe problems.

The Vistula (Wisła) is an important ecological corridor and almost its entire course has been included in the Natura 2000 Programme, which creates numerous problems in its management and exploitation.

The Lower Vistula section has special significance from the economic and social point of view, where there is nearly half of the hydroenergy potential of Poland. This river section also plays a substantial role for inland navigation, as it connects central Poland with the port of Gdańsk as well as with many other industrial and urban centres located along its course. Two international waterways, E40 and E70, run along the lower Vistula River (dolna Wisła), which creates a great opportunity for the development of this region.

The Włocławek Barrage, on the lower Vistula River (dolna Wisła), put into service in 1970, is one of eight barrages planned within the framework of the Lower Vistula Cascade (Kaskada Dolnej Wisły). It produces important social and economic benefits, but it also causes a lot of operational problems, mainly arising from the lack of another barrage downstream that would secure the appropriate tail water level.

REFERENCES

1. Atlas klimatu Polski [*The Atlas of the Climate of Poland*], H. Lorenc ed., IMGW, Warsaw 2005.
2. Kaskada Dolnej Wisły [*Cascade of the Lower Vistula River*], PROEKO, Warsaw 1993.
3. Majewski W., Przepływ w kanałach otwartych z uwzględnieniem zjawisk lodowych [*Flow in Open Channels under the influence of ice phenomena*], IMGW, Warsaw 2009.
4. Majewski W., Następny stopień na dolnej Wiśle: Szansa, zagrożenie czy konieczność [*Another barrage on the lower Vistula, a threat or a necessity*], *Gospodarka Wodna* (Water Resources Management) 2012, issue: 10.
5. Wisła. Monografia rzeki [*The Vistula. The River Monograph*], A. Piskozub ed., Wydawnictwa Komunikacji i Łączności (Transport and Communications Publishing House), Warsaw 1982.

Wojciech Majewski

The Institute of Meteorology and Water Management, National Research Institute, Warsaw

e-mail: wmaj@ibwpan.gda.pl

Graduated from the Faculty of Hydraulic Engineering at the Gdańsk University of Technology, and completed postgraduate studies at the University of Glasgow. Since 1990 he has been a titular professor in hydraulic engineering and water management. He works at the Institute of Meteorology and Water Management in Warsaw. Vice-chairman of the Committee for Water Management of the Polish Academy of Sciences. He has directed the implementation of many important domestic and international projects in hydraulics, hydrology, and water engineering. Prof. Majewski has participated in numerous national and international conferences, presenting papers and general lectures. He has supervised many doctoral dissertations and reviewed doctoral and habilitation dissertations, and scientific works as grounds for professorship applications. He is the author of more than 300 publications in Polish and English in the field of hydraulic engineering and water management. Prof. Majewski is an outstanding engineering and scientific authority at home and abroad.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 6–15. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Ogólna charakterystyka Wisły i jej dorzecza

Autor

Wojciech Majewski

Słowa kluczowe

Wisła, dorzecze Wisły, zagospodarowanie dorzecza, warunki klimatyczne, ekologia

Streszczenie

Wisła jest największą polską rzeką, która płynie z południa na północ, a jej ujście znajduje się w Morzu Bałtyckim. Pod względem hydrograficznym Wisła dzieli się na trzy części: górną – od źródeł do ujścia Sanu, środkową – do dopływu Narwi i dolną – do ujścia do morza. W artykule przedstawiono plany zagospodarowania Wisły i jej dorzecza, poczynając od okresu międzywojennego aż do chwili obecnej. Omówiono także położenie Wisły i jej dorzecza oraz pokrycie terenu z podziałem na sześć typów. Zaprezentowano podział Polski na obszary dorzecza i regiony wodne, jak również położenie dorzecza Wisły na tle podziału administracyjnego kraju. Przedstawiono warunki klimatyczne Polski, obejmujące opady atmosferyczne i temperatury powietrza. Podano również podstawowe dane hydrologiczne Wisły i jej dorzecza. Przedstawiono obszary dorzecza Wisły objęte Programem Natura 2000. Podano krótkie informacje na temat istniejących ważniejszych budowli hydrotechnicznych i hydroenergetycznych w zasadniczym korycie Wisły, jak również na dopływach Wisły.

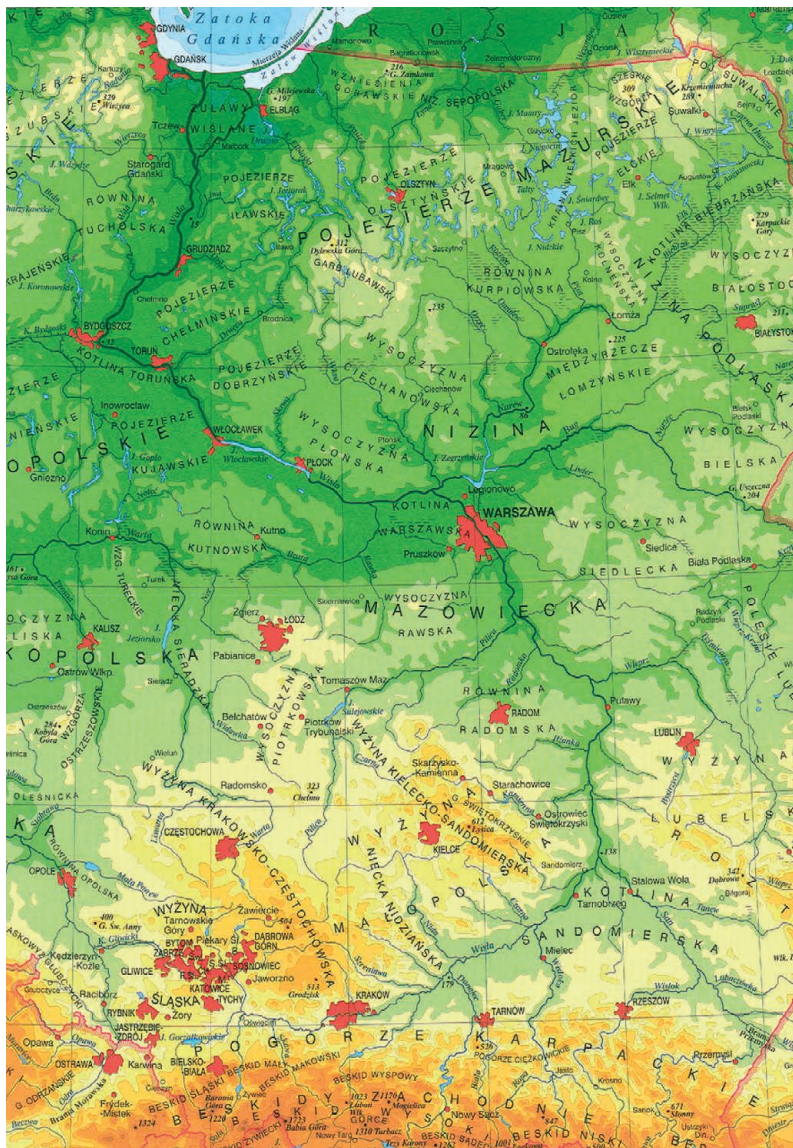
1. Wprowadzenie

Celem tego artykułu jest przedstawienie całości problemu Wisły, obejmujących plany i projekty rozwoju, a także obecny stan zagospodarowania i wykorzystania gospodarczego rzeki oraz jej dorzecza. Omówiono możliwości wykorzystania Wisły w przyszłości, biorąc pod uwagę aspekty gospodarcze, ekologiczne i społeczne. Szczególną uwagę poświęcono dolnej Wisłę, która ma duży potencjał hydroenergetyczny, możliwości żeglugi, poboru wody, rozwoju turystyki i rekreacji, przedstawiono aspekty ekologiczne.

Wisła jest największą rzeką Polski, a druga po Niewie, pod względem przepływu przy ujściu, rzeką zlewiska Morza Bałtyckiego. Jej długość wynosi 1047 km od źródeł na południu kraju, na stokach Baraniej Góry w Beskidzie Śląskim, aż po ujście do Morza Bałtyckiego, w Zatoce Gdańskiej. Cały bieg Wisły znajduje się na terenie Polski jak również 87% jej dorzecza.

Od zarania dziejów Polski rzeka ta stanowiła niezwykle istotną oś gospodarczą kraju, pełniła również ważną rolę kulturową, a często także funkcję obronną. W XVI i początkach XVII wieku była najbardziej użegłownioną rzeką Europy. Rocznie przepływało nią – między Polską a portem gdańskim, który stanowił nasze okno na świat – ponad ćwierć miliona ton surowców i gotowych towarów, mimo bardzo prymitywnych środków transportu. Na skutek rozbiorów Polski w XVIII wieku Wisła straciła swoje dotychczasowe znaczenie, coraz bardziej podupadała, a jej dorzecze stawało się obszarem peryferyjnym dla zaborców. W tym samym czasie inne rzeki europejskie, takie jak Ren, Rodan, Sekwana czy Dunaj, rozwijały się niezwykle dynamicznie pod względem żeglugowym, dostarczając również niezbędnej dla gospodarki energii i stanowiąc poważne źródło zaopatrzenia w wodę.

Po odzyskaniu przez Polskę niepodległości, w okresie międzywojennym powstały pierwsze plany zagospodarowania Wisły i wykorzystania jej do celów gospodarczych, energetycznych, jak również rekreacyjnych. Jednym z twórców tych planów był prof. Gabriel Narutowicz, który przyjechał



Rys. 1. Wisła od źródeł do Bałtyku



Rys. 2. Podział dorzecza Wisły, źródło: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW)

do Polski ze Szwajcarii. Niestety, dwudziestoletni okres wolności był zbyt krótki, aby zniszczony zaborami i wojną kraj mógł zrealizować ambitne plany. Wybudowano jednak w dorzeczu Wisły zapory i elektrownie wodne Żur i Gródek na Wdzie, zaporę Porąbka na Sole, a po tragicznej powodzi w zlewni Dunajca (1934) rozpoczęto w 1935 roku budowę zapory Rożnów na Dunajcu.

Po drugiej wojnie światowej, gdy ustanowiono nowy przebieg granic, Wisła znalazła się w centrum kraju, co stanowiło bardzo istotną możliwość gospodarczego wykorzystania rzeki w przyszłości. W latach 50. na Politechnice Gdańskiej utworzono Wydział Budownictwa Wodnego. Powstał Instytut Budownictwa Wodnego PAN (IBW PAN) z nowoczesnym laboratorium hydraulicznym. Wydział Budownictwa Wodnego nastawiony był na szkolenie kadr potrzebnych do realizacji projektów na Wiśle, a IBW PAN koncentrował się na pracach badawczych. Powstało wiele planów budowy nowych obiektów hydrotechnicznych i hydroenergetycznych. Już w pierwszym planie gospodarki wodnej, opracowanym w latach 60. przez Komitet Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk, podkreślając bardzo duże znaczenie dolnej Wisły dla żeglugi i energetyki [5], stwierdzono również, że wzdłuż całej Wisły występują poważne zagrożenia powodzi, które na odcinku dolnej Wisły wywołane są głównie zatorami lodowymi i sryżowymi.

W latach 1968–1971 polscy specjaliści, przy współdziałaniu Programu Rozwoju ONZ, opracowali „Projekt kompleksowego rozwoju systemu wodnego rzeki Wisły”. Zakładał on rozwiązanie wielu ważnych problemów gospodarki wodnej w dorzeczu, w tym także energetyczne wykorzystanie rzeki.

Opracowany pod koniec lat 70. „Kompleksowy program zagospodarowania i wykorzystania Wisły oraz zasobów

wodnych kraju”, o silnych akcentach propagandowych – zwany w skrócie Programem „Wisła” – nawiązywał do planowanego wszechstronnego rozwoju gospodarczego kraju. Rozwój gospodarki Polski potrzebował przede wszystkim energii elektrycznej oraz wody. Warto jednak dziś podkreślić, że Program „Wisła” zawierał wszechstronne podejście do zagadnień gospodarki wodnej, uwzględniając nie tylko problemy techniczne i gospodarcze, ale również przyrodnicze, kulturowe i rekreacyjne. Nie zostały on jednak zrealizowany ze względu na brak merytorycznego uzasadnienia wielu inwestycji, brak pokrycia finansowego oraz niezdolność polskich przedsiębiorstw do realizacji projektu.

Powstał również program pod nazwą Kaskada Dolnej Wisły [2], zakładający budowę na odcinku dolnej Wisły kaskady ośmiu stopni piętrzących ze zbiornikami przepływowymi. Dolna Wisła

skupia ok. 50% całego ekonomicznego potencjału hydroenergetycznego Polski. Kaskada miała charakter zwarty o podstawowym celu żeglugowo-energetycznym. W ramach tego projektu w 1970 roku oddano do eksploatacji pierwszy stopień – Włocławek. Zaawansowane były plany budowy następnego stopnia – Ciechocinek, poniżej Włocławka, i Wyszogród powyżej. Rozpoczęto przygotowanie placu budowy stopnia Ciechocinek.

2. Położenie dorzecza Wisły

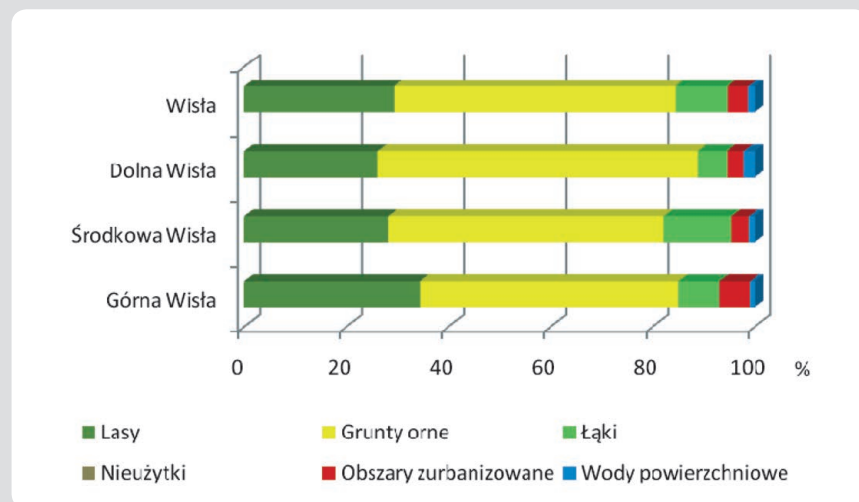
Dorzecze Wisły obejmuje prawie całą wschodnią część Polski. Zajmuje powierzchnię 194 tys. km², czyli 54% powierzchni kraju, gdzie znajdują się ważne ośrodki miejskie i przemysłowe. Zamieszkuje je ponad połowa ludności Polski. 87% (169 tys. km²) dorzecza Wisły znajduje się na terenie Polski, pozostała na obszarze sąsiadującym, na Białorusi, Ukrainie i Słowacji.

Przebieg Wisły od źródeł do ujścia pokazano na rys. 1. Natomiast podział dorzecza Wisły na trzy części przedstawia rys. 2.

Zarówno Wisła, jak również jej dorzecze wzdłuż swego biegu są bardzo zróżnicowane. Zróżnicowanie to można rozpatrywać pod względem ukształtowania terenu, klimatu, zasobów wodnych oraz infrastruktury hydrotechnicznej i gospodarczym.

Pod względem hydrograficznym Wisła i jej dorzecze dzieli się na trzy części: Wisłę górną, Wisłę środkową i Wisłę dolną (rys. 2). Podział ten wynika ze znacznej zmiany natężenia przepływu Wisły wywołanego dopływem Sanu, kończącym obszar dorzecza górnej Wisły, i dopływem Narwi, kończącym obszar dorzecza środkowej Wisły.

Znany jest również inny podział Wisły, który ma podłoże geograficzne. Poczynając od południa, można wyróżnić: Wisłę Śląską – od źródeł do ujścia Skawy, Wisłę Małopolską – od ujścia Skawy do ujścia Sanu, Wisłę Lubelską – od ujścia Sanu do ujścia Wieprza, Wisłę Mazowiecką – od ujścia Wieprza do ujścia Skrzy, Wisłę Kujawską – od ujścia Skrzy do ujścia Brdy oraz Wisłę Pomorską – od ujścia Brdy do ujścia do Zatoki Gdańskiej. Wisła przepływa przez sześć regionów fizyczno-geograficznych ułożonych równoleżnikowo na terenie Polski.



Rys. 3. Pokrycie terenu całego dorzecza i poszczególnych części dorzecza Wisły

Górna Wisła

Wisła górna obejmuje odcinek od źródła do ujścia prawobrzeżnego dopływu Sanu o długości 399 km. Powierzchnia zlewni górnej Wisły znajdującej się w Polsce obejmuje 45,9 tys. km². Początek rzeki stanowią dwa ciekły wypływające na stokach Baraniej Góry (1116 m n.p.m.) w Beskidzie Śląskim – Wiselka Biała i Wiselka Czarna. Łączą się one w pobliżu miejscowości Wisła, gdzie tworzą sztuczny zbiornik Wisła Czarne, zrealizowany w latach 1967–1973. Niekiedy z Wisły górnej wyodrębnia się Małą Wisłę o długości 105 km, obejmującą bieg rzeki od źródła do ujścia lewobrzeżnego dopływu – Przemszy.

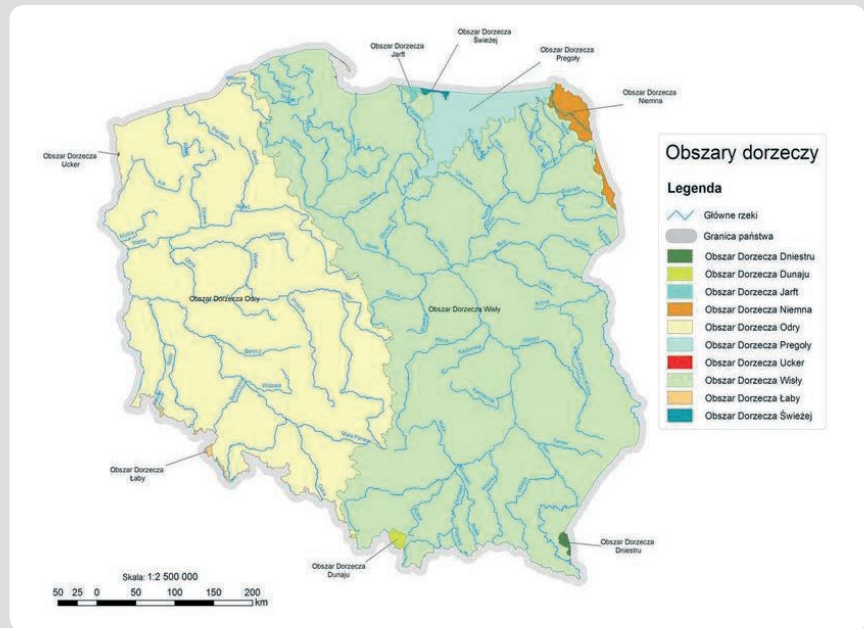
Górna Wisła zasilana jest licznymi prawobrzeżnymi dopływami górskimi mającymi swe źródła na stokach Beskidów Zachodnich i Beskidów Wschodnich. Kolejnymi dopływami są: Soła, Skawa, Raba, Dunajec, Wisłoka i San. Te górskie dopływy o bardzo zmiennych przepływach stanowią poważne zagrożenie powodziowe, spowodowane ulewnymi deszczami oraz wiosennym tajaniem lodu i śniegu. Lewobrzeżne dopływy Wisły górnej to: Przemsza, Szreniawa, Nida i Czarna. Na obszarze dorzecza górnej Wisły znajduje się aglomeracja Śląska, stanowiąca bardzo ważny ośrodek przemysłowy, oraz miasta: Kraków, Rzeszów i Tarnów. Dorzecze górnej Wisły posiada ok. 30% zasobów wodnych Polski. Na tym odcinku została utworzona droga wodna górnej Wisły od Oświęcimia do Krakowa, o długości 92 km i niejednorodnych parametrach żeglugowych na całej długości. Umożliwia ona przepływ barek o ładowności 1000 ton. Część obszaru dorzecza górnej Wisły (zlewnia Popradu) znajduje się na terenie Słowacji.

Na terenie obszaru dorzecza górnej Wisły znajduje się wiele obiektów hydrotechnicznych i hydroenergetycznych: Wisła Czarne, Goczałkowice, Tresna, Porąbka, Czaniec, Rożnów, Czchów, Czorsztyn-Niedzica, Sromowce Wyżne, Solina i Myczkowce oraz droga wodna górnej Wisły od Oświęcimia do Krakowa.

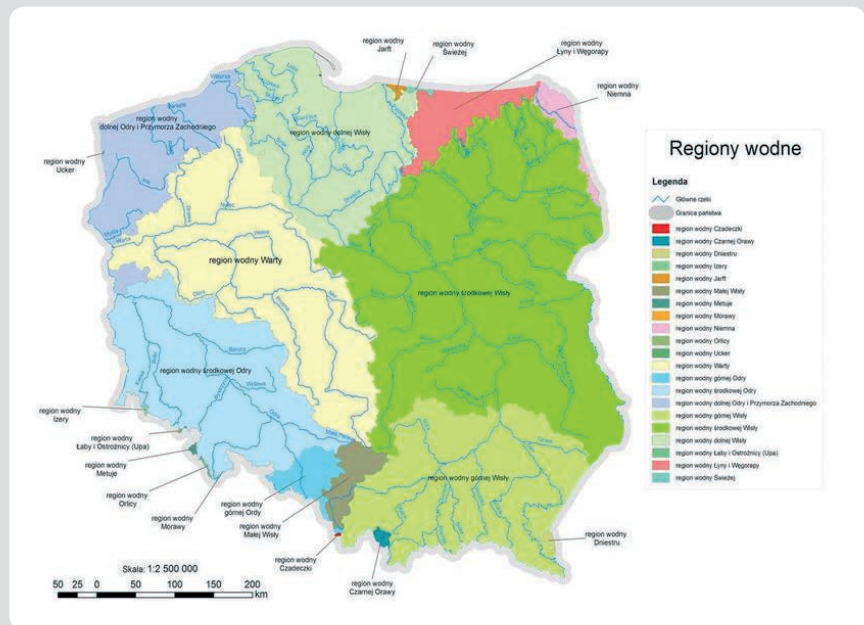
Na terenie obszaru dorzecza górnej Wisły posadowione są ośrodki miejskie i elektryczne ciepłone: Oświęcim, konurbacja Śląska, Kraków, Tarnobrzeg, Sandomierz, elektrownia Połaniec.

Środkowa Wisła

Wisła środkowa to odcinek od ujścia Sanu do ujścia Narwi o długości 256 km. Powierzchnia dorzecza znajdująca się w Polsce to 88,8 tys. km². Część dorzecza Wisły środkowej umiejscowiona jest na terenie Białorusi i Ukrainy. Ważniejszymi prawobrzeżnymi dopływami są Wieprz oraz Narew z Bugiem. Dopływy lewobrzeżne to: Kamienna, Radomka i Pilica. Ważniejszymi ośrodkami miejskimi na terenie dorzecza Wisły środkowej są: Warszawa, Radom, Kielce, Lublin i Białystok. Na połączeniu Bugu i Narwi w wyniku budowy zapory Dęba, która została oddana do eksploatacji w 1963 roku, powstał zbiornik zegrzyński. Zbiornik stanowi obecnie ważne zaplecze rekreacyjne dla Warszawy. Wisła Warszawska połączona jest z Zalewem Zegrzyńskim sztucznym Kanałem Żerańskim. Wisła środkowa nie jest przystosowana do żeglugi towarowej. Na tym odcinku Wisły znajdują się elektrownie ciepłone Siekierki i Żerań oraz ujście wody dla Warszawy – Gruba Kaśka.



Rys. 4. Podział Polski na obszary dorzeczy



Rys. 5. Podział Polski na regiony wodne

Wisła dolna

Dolna Wisła liczy 391 km długości od ujścia Narwi (km 550.) do ujścia Wisły do morza (km 941.). Do dolnej Wisły można zaliczyć aglomerację warszawską ze zbiornikiem zegrzyńskim i Kanałem Żerańskim. Powierzchnia dorzecza dolnej Wisły wynosi 34,3 tys. km². Narew łącznie z dopływem Bugu i Wkry jest największym dopływem Wisły, zmieniającym w sposób zasadniczy natężenie przepływu w głównym korycie rzeki. Tuż poniżej ujścia Narwi znajduje się przekrój wodowskazowy Modlin. Przekrój wodowskazowy Tczew, wprawdzie oddalony od ujścia do morza o prawie 30 km, jest przekrojem zamykającym dorzecze Wisły, bowiem poniżej niego nie ma żadnych dopływów. W przekroju Tczew

średni wieloletni przepływ liczy 1055 m³/s, maksymalny zarejestrowany przepływ w okresie powojennym wyniósł 6490 m³/s, a minimalny 264 m³/s. Przepływ o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% wynosi 8990 m³/s, a przepływ najdłużej trwającej 614 m³/s. Średni roczny odpływ Wisły do Bałtyku stanowi 34,0 km³, odpływ maksymalny to 50,8 km³ (1975, rok mokry), natomiast odpływ minimalny (1952, rok suchy) – 20,5 km³. Wisła dostarcza ok. 7% wody słodkiej do Morza Bałtyckiego. Wahania stanów wody w Wisle w przekroju Tczew (min./maks.) osiągają wartość ok. 5 m. Morze Bałtyckie jest morzem bezpływowym, jednak występują u jego wybrzeży znaczne wahania poziomu wody wywołane spiętrzeniami wiatrowymi. Spiętrzenia te

dochodzą do ok. 1,50 m powyżej stanu średniego, co wywołuje podpiętrzenie na Wiśle sięgające do przekroju Tczew.

Większość powodzi na odcinku dolnej Wisły wywołana była zatorami lodowymi i śryżowymi. Spektakularnym przykładem była powódź w górnej części zbiornika Włocławek w 1982 roku [3].

Wzdłuż dolnej Wisły znajduje się wiele ważnych ośrodków miejskich i przemysłowych: Płock, Włocławek, Toruń, Bydgoszcz, Grudziądz, Tczew, Elbląg i Gdańsk. Dolna Wisła ma potencjalnie bardzo duże znaczenie dla żeglugi śródlądowej. Tędy przebiegają dwie międzynarodowe drogi wodne E40 i E70. Na tym odcinku skupia się prawie 1/2 ekonomicznego potencjału hydroenergetycznego Polski, stąd powstała idea kaskady dolnej Wisły o charakterze energetyczno-żeglugowym. Wynikiem tego programu jest stopień wodny Włocławek, oddany do eksploatacji w 1970 roku, ale pracujący do dziś jako pojedynczy stopień bez podparcia wody dolnej, co stwarza wiele problemów.

3. Pokrycie terenu

Pokrycie terenu dorzecza Wisły ma bardzo istotny wpływ na zasoby wodne i gospodarowanie tymi zasobami. Wyodrębniono sześć typów pokrycia terenu: lasy, grunty orne, łąki, nieużytki, tereny zurbanizowane i wody powierzchniowe. Rozkład pokrycia dorzecza całej Wisły i poszczególnych jej części przedstawiono na rys. 3.

Najwięcej jest gruntów ornych, a następnie lasów. Podział pokrycia terenu we wszystkich trzech obszarach dorzecza jest podobny i zbliżony do całego dorzecza Wisły.

Największa procentowa leśistość występuje na obszarze zlewni górnej Wisły. Tutaj jest najmniejszy obszar gruntów ornych i największy terenów zurbanizowanych. Największy obszar gruntów ornych znajduje się na terenie zlewni dolnej Wisły (rys. 3).

4. Obszary dorzecza

Zgodnie z postanowieniami Ramowej Dyrektywy Wodnej w Polsce w 2006 roku, na podstawie Rozporządzenia Rady Ministrów, utworzono 10 obszarów dorzecza. Całe dorzecze Wisły w zakresie planowania i gospodarowania zasobami wodnymi jest tzw. obszarem dorzecza Wisły, który obejmuje teren nieco większy niż hydrograficzne dorzecze Wisły (rys. 4). Obszar ten jest powiększony na północy o teren zlewni delty Wisły oraz część dorzecza rzek Przymorza.

5. Regiony wodne

Polska została podzielona na 21 regionów wodnych (rys. 5). Ich granice zostały ustalone Zarządzeniem Rady Ministrów z 2006 roku. Regiony wodne w niektórych przypadkach odpowiadają regionalnym zarządom gospodarki wodnej. Jeżeli chodzi o Wisłę, to jej dorzecze obejmują regiony Małej Wisły, górnej Wisły, środkowej Wisły i dolnej Wisły. Dorzecze Wisły jest zarządzane przez RZGW Gliwice (Mała Wisła), RZGW Kraków (górna Wisła), RZGW Warszawa (środkowa Wisła) i RZGW Gdańsk (dolna Wisła).

6. Dorzecze Wisły w podziale administracyjnym

Wisła przepływa przez 8 województw, a dorzecze Wisły znajduje się na terenie 11 województw (rys. 6). Na terenie każdego

województwa istnieje Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych – podległy marszałkowi województwa – sprawujący pieczę nad siecią mniejszych rzek i kanałów.

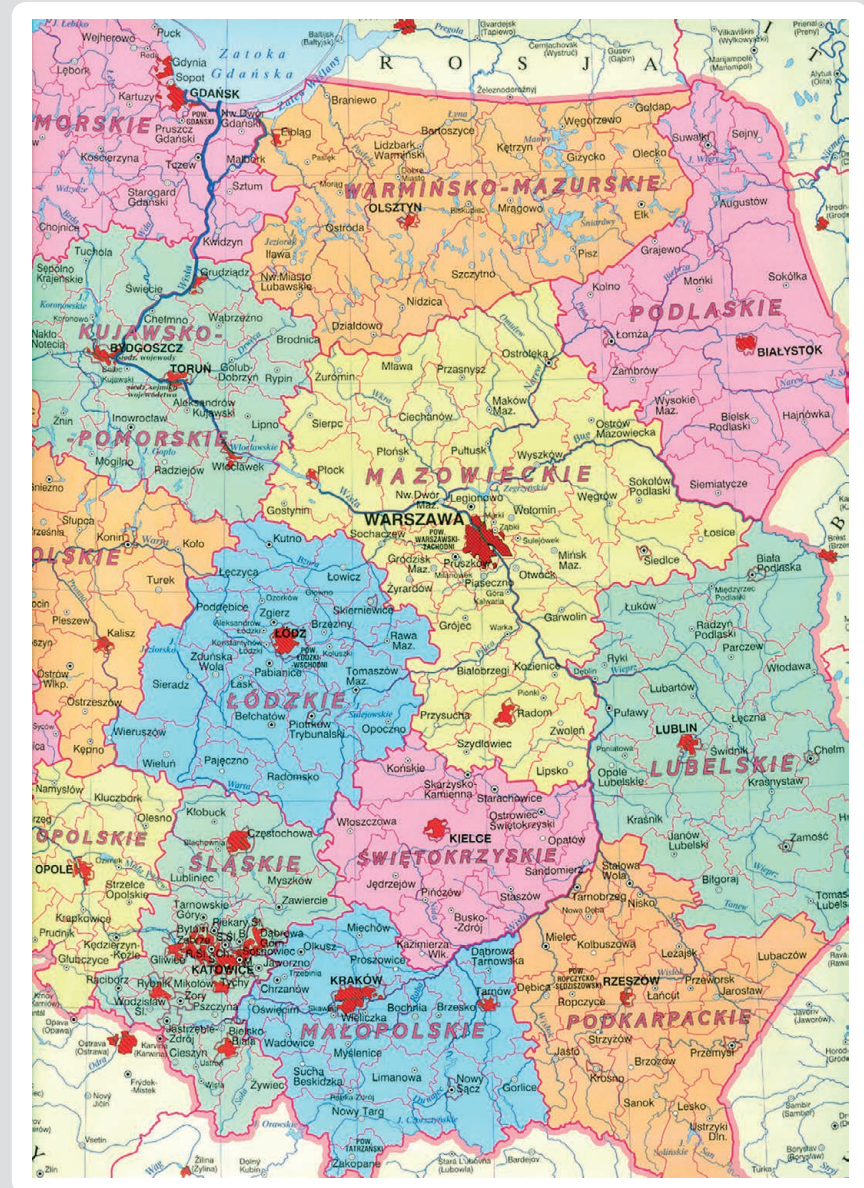
7. Warunki klimatyczne

Warunki klimatyczne dorzecza Wisły mogą być scharakteryzowane następującymi czynnikami meteorologicznymi: opady atmosferyczne, temperatura i wilgotność powietrza. Przytoczone dalej dane pochodzą z „Atlasu klimatu Polski” (2005), a zarejestrowane zostały przez 60 stacji meteorologicznych.

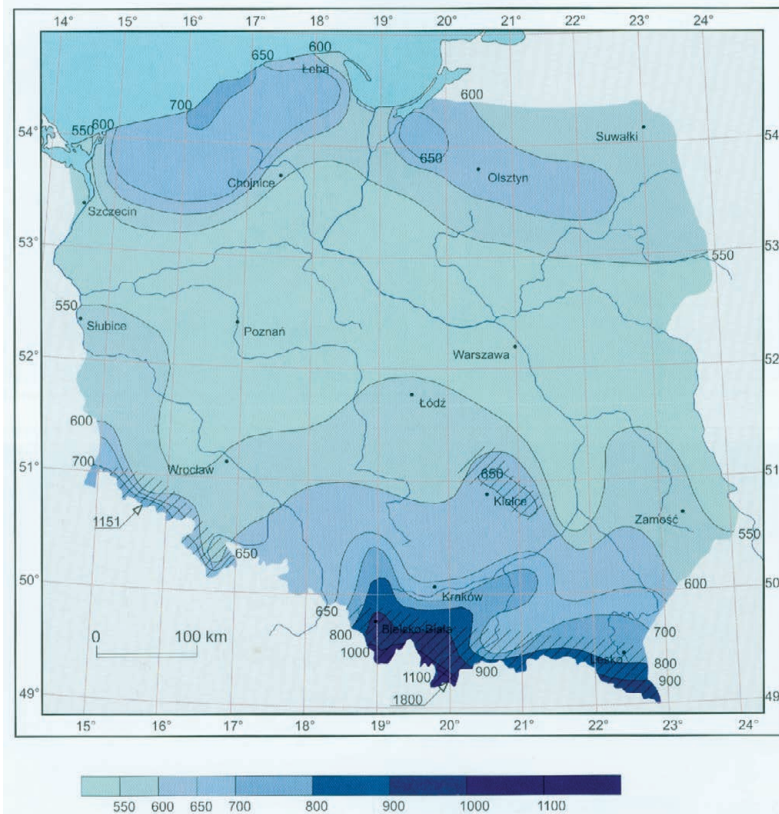
Opady atmosferyczne. Najwyższe opady, przekraczające 1100 mm (średnie roczne z wielolecia), występują w Beskidach. Najniższe opady, w granicach 550 mm, zarejestrowano w rejonie pasa Polski centralnej i na odcinku Wisły, poczynając od ujścia Sanu do odpływu Nogatu. Jedynie nieco wyższe opady, w granicach 600 mm, występują na ujściowym odcinku Wisły. Średnie

roczne z wielolecia opady atmosferyczne w dorzeczu Wisły szacowane są na ok. 610 mm (rys. 7).

Temperatura powietrza. Temperatura powietrza jest jednym z bardzo istotnych parametrów meteorologicznych. Na rys. 8 przedstawiono średnią roczną temperaturę powietrza z okresu 30-lecia 1971–2000. Jej zróżnicowanie na terenie Polski nie jest wielkie, bo oscyluje od 6 do 8°C. Na obszarze Tatr spada ona poniżej 5°C, a na najwyższych szczytach osiąga nawet wartość ujemną (–0,7°C). Podobnie jest w Karkonoszach, gdzie w rejonie Śnieżki notuje się wartość 0,6°C. Generalnie można przyjąć, że obszary górskie na południu Polski charakteryzują się dużo niższą średnią roczną temperaturą powietrza niż pozostała część Polski. Niższe temperatury występują również w północno-wschodniej części Polski. „Atlas klimatu Polski” przedstawia szeroki zakres temperatur powietrza dla różnych pór roku, jak również miesięcy.

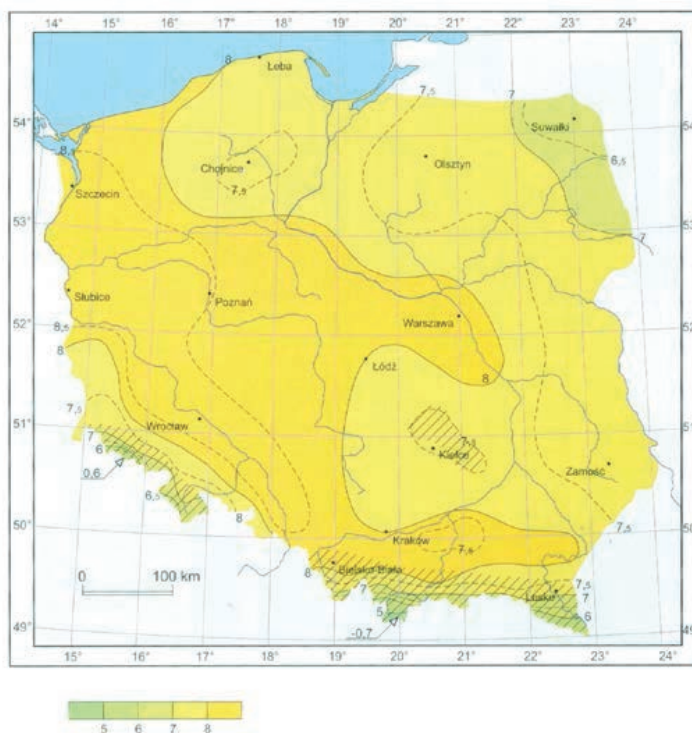


Rys. 6. Wisła i jej dorzecze na tle podziału administracyjnego Polski



Rys. 7. Średnie wieloletnie roczne sumy opadów na terenie Polski [1]

1971–2000



Rys. 8. Średnie roczne temperatury powietrza z wielolecia 1971–2000 [1]

8. Warunki hydrologiczne dorzecza Wisły
Warunki hydrologiczne dorzecza Wisły można przedstawić w postaci odpływu jednostkowego z poszczególnych obszarów dorzecza. Średni jednostkowy odpływ dla całego dorzecza Wisły wynosi 5,34 l/(s km²). Poszczególne obszary dorzecza mają następujący odpływ jednostkowy:

- Dorzecze górnej Wisły do ujścia Sanu: 9,16 l/(s km²)
- Dorzecze Sanu: 7,71 l/(s km²)
- Dorzecze środkowej Wisły: 4,00 l/(s km²)
- Dorzecze Narwi: 4,33 l/(s km²)
- Dorzecze dolnej Wisły: 5,18 l/(s km²).

Odpływy jednostkowe dorzecza Wisły i poszczególnych jej części są jednymi z najniższych w Europie.

Ważne jest również przedstawienie charakterystycznych przepływów w przekrojach wodowskazowych, zamykających poszczególne obszary dorzecza Wisły. Są to następujące przekroje:

- Nowy Bieruń, powyżej ujścia Przemszy. Przekrój zamyka obszar dorzecza Małej Wisły.
- Zawichost, poniżej ujścia Sanu. Przekrój zamyka obszar dorzecza górnej Wisły.
- Modlin, poniżej ujścia Narwi. Zamyka obszar dorzecza środkowej Wisły.
- Kępa Polska, powyżej zbiornika Włocławek.
- Toruń, poniżej zbiornika Włocławek.
- Tczew, przekrój zamykający całe dorzecze Wisły

9. Jakość wód Wisły

Ocenia się obecnie, że w 93% długości Wisła jest zanieczyszczona w mniejszym lub większym stopniu. 56% długości Wisły nie spełnia norm żadnej z obowiązujących klas. Choć w ostatnich latach obserwujemy znaczny postęp jakości wód Wisły, to jednak nadal jest on daleki od wymaganego stanu według norm UE.

10. Obszary Natura 2000 nad Wisłą

W skład Europejskiej Sieci Natura 2000 wchodzi dwa rodzaje obszarów powoływanych niezależnie od siebie:

- **Specjalne Obszary Ochrony Siedlisk (SOO)** – wyznaczone na podstawie tzw. Dyrektywy Siedliskowej w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory – powoływane są w celu ochrony rzadkich lub zagrożonych siedlisk i zwierząt z pominięciem ptaków.
- **Obszary Specjalnej Ochrony Ptaków (OSO)** – wyznaczone na podstawie tzw. Dyrektywy Ptasiej w sprawie ochrony dzikich ptaków – powołane zostały z myślą o ochronie rzadkich i zagrożonych gatunków ptaków.

Obszary OSO i SOO są od siebie niezależne, w niektórych przypadkach ich granice mogą pokrywać się lub być nawet identyczne.

Cała dolina dolnej Wisły, za wyjątkiem zbiornika wodnego Włocławek, została w sposób arbitralny włączona do Programu Natura 2000, co w sposób istotny ogranicza możliwości jej wykorzystania gospodarczego.

11. Obiekty w korycie Wisły

Gospodarcze wykorzystanie Wisły dla potrzeb dróg wodnych, ujęć wody, obiegów wody chłodzącej elektrowni ciepłych czy elektrowni wodnych może być rozpatrywane w odniesieniu do samego koryta Wisły,

Wodowskaz	Kilometr	Powierzchnia zlewni km ²	Lata obserwacji	SSQ m ³ /s	WWQ m ³ /s	NNQ m ³ /s
Nowy Bieruń	3,6	1 780	1951–2011	21,2	846	1,5
Zawichost	287,6	50 665	1951–2011	432	6 160	110
Modlin	551,5	159 724	1969–2011	880	6 860	232
Kępa Polska	606,5	168 358	1969–2011	940	6 980	280
Toruń	734,7	180 391	1951–2011	971	6 890	266
Tczew	908,6	193 807	1951–2011	1055	6 490	264

gdzie: SSQ – średni przepływ z wielolecia, WWQ – przepływ maksymalny jaki wystąpił w okresie obserwacji, NNQ – przepływ minimalny jaki wystąpił w okresie obserwacji

Tab. 1. Przepływy charakterystyczne w przekrojach wodowskazach wzdłuż biegu Wisły, źródło: IMGW



Rys. 9. Obszary specjalnej ochrony ptaków wzdłuż biegu Wisły

jak również do dopływów. Wiele obiektów hydrotechnicznych znajduje się na dopływach Wisły.

Zbiornik Wisła Czarne

Pierwszy obiekt hydrotechniczny, patrząc od źródła, to zbiornik Wisła Czarne, położony u zbiegu Wisłoki Białej i Czarnej, oddany do eksploatacji w 1973 roku. Podstawowy cel zbiornika to stworzenie możliwości zaopatrzenia w wodę wielu miejscowości położonych w pobliżu. Pojemność całkowita zbiornika to 4,9 hm³, a pojemność powodziowa 2,6 hm³. Powierzchnia zbiornika przy maksymalnym napełnieniu wynosi 41,2 ha. Obiektem piętrzącym jest zapora ziemna.

Zbiornik Goczałkowice

Drugim obiektem, podążając z biegiem Wisły, jest zbiornik Goczałkowice, oddany do eksploatacji w 1955 roku. Obiektem piętrzącym jest zapora ziemna z ekranem uszczelniającym. Całkowita pojemność zbiornika wynosi 161 hm³, a pojemność powodziowa 43 hm³. Powierzchnia zbiornika przy maksymalnym napełnieniu wynosi 32 km². Podstawowe funkcje zbiornika to zaopatrzenie w wodę komunalną i przemysłową oraz ochrona przeciwpowodziowa. Obecnie zbiornik pełni ważną funkcję ekologiczną.

Kaskada Górnej Wisły

Budowa drogi wodnej górnej Wisły trwała 53 lata (1949–2002). Miała ona obsługiwać cztery duże elektrownie węglowe (Skawina,

Łęg, Nowa Huta i Połaniec). W skład drogi wodnej wchodzi sześć stopni piętrzących: Dwory, Smolice, Łączany, Kościuszko, Dąbie i Przewóz. Łącznie tworzą one Kaskadę Górnej Wisły o długości 72 km, na odcinku od ujścia Przemysły do stopnia wodnego Przewóz (we wschodniej części Krakowa). Droga wodna posiada warunki żeglugowe umożliwiające przemieszczanie się jednostek pływających o ładowności 1000 ton. Potencjał drogi wodnej nie jest obecnie w pełni wykorzystywany i służy głównie lokalnemu transportowi piasku i żwiru z likwidacji odsypisk oraz kamienia do celów budowlanych. Obecnie droga wodna ma znaczenie ekonomiczne, ekologiczne i turystyczne.

Elektrownia ciepła Połaniec

Elektrownia została uruchomiona w 1979 roku. Położona jest w województwie świętokrzyskim na lewym brzegu Wisły, w pobliżu miasta Połaniec. Ma ona moc 1800 MW, produkcja ok. 9,4 TWh/rok. Elektryczność wytwarza się tu z węgla kamiennego, ale ostatnio otwarto blok wykorzystujący biomasę. Do chłodzenia kondensatorów turbin elektrownia wykorzystuje wody z Wisły.

Ujęcie wody i elektrownie ciepłe w Warszawie

Warszawa zaopatrywana jest w wodę z ujęcia podziemnego na Wiśle, zwanego Grubą Kaśką, usytuowanego w 509 km biegu Wisły. Ujęcie zostało oddane do użytku w 1964 roku. Miasto zaopatrywane jest

w ciepło i elektryczność z Elektrociepłowni Siekierki i Żerań. Elektrociepłownia Siekierki jest największą w Polsce i drugą co do wielkości w Europie. Moc cieplna wynosi 2080 MW, a moc elektryczna 662 MW. Elektrociepłownia Żerań posiada moc cieplną 1560 MW, a moc elektryczną 364 MW.

Warszawski Węzeł Wodny

Warszawski Węzeł Wodny obejmuje dopływ Narwi do Wisły, zapórę Dębę, Zalew Zegrzyński oraz Kanał Żerański. Ten układ jest bardzo ważny z punktu widzenia rekreacyjnego, zaopatrzenia w wodę oraz żeglugowego.

Stopień wodny Włocławek

Największym obiektem hydrotechnicznym znajdującym się w korycie Wisły jest stopień wodny Włocławek. Został on oddany do eksploatacji w 1970 roku jako jeden z ośmiu planowanych stopni kaskady dolnej Wisły. W skład stopnia wchodzi śluza żeglugowa, elektrownia wodna o mocy 160 MW, 10-przesłowy jaz, zapora czołowa oraz przepławka dla ryb. Spiętrzanie na stopniu tworzy zbiornik wodny przepływowy o długości ok. 55 km i początkowej pojemności 400 hm³. Obecnie pojemność całkowita zbiornika Włocławek szacowana jest na 370 hm³. Średnia roczna produkcja energii elektrycznej wynosi 739 GWh [4].

Bydgoski Węzeł Wodny

Bydgoski Węzeł Wodny obejmuje ujście Brdy do Wisły oraz Kanał Bydgoski, łączący Noteć z Brdą, co stanowi przejście międzynarodowej drogi wodnej E70 z Noteci na Wisłę. Układ ten ma bardzo istotne znaczenie żeglugowe.

Przekop Wisły i regulacja odcinka Wisły

Przekop Wisły wykonano pod koniec XIX wieku z uwagi na bardzo skomplikowany układ ujścia Wisły do Zatoki Gdańskiej, co powodowało powstawanie zatorów i powodzie, przynoszące duże straty społeczne i ekonomiczne. Wykonanie przekopu było powiązane z oddzieleniem Wisły Gdańskiej od głównego koryta służą w Przegalinie, oddzieleniem Szkarpany od głównego koryta Wisły w Gdańskiej Głowie i odcięciem Nogatu od Wisły w Białej Górze. Jednocześnie wykonano regulację Wisły w celach żeglugowych, od miejscowości Silno (km 718), gdzie przebiegała granica zaboru pruskiego, do morza.

12. Najważniejsze obiekty na dopływach Wisły

Górna Wisła

Na obszarze dorzecza górnej Wisły znajduje się najwięcej obiektów hydrotechnicznych na dopływach Wisły: Świnna Poręba na Skawie, Czaniec, Porąbka i Tresna na Sole, Dobczyce na Rabie, Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne na Dunajcu, Rożnów i Czchów na Dunajcu oraz Solina i Myczkowiec na Sanie.

Świnna Poręba (w budowie)

Budowę zapory rozpoczęto w 1986 roku. Oddanie do eksploatacji zaplanowano na 2015 rok. Zapora zamyka zlewnię Skawy o powierzchni 802 km². W tym przekroju

przepływ średni wynosi 11,5 m³/s. Zapora ziemna o wysokości 50 m utworzy zbiornik o pojemności 161 hm³. Główny cel zbiornika to ochrona przeciwpowodziowa, zaopatrzenie w wodę komunalną i przemysłową oraz turystyka i rekreacja. Przy zaporze utworzona będzie elektrownia wodna o spadzie 37,6 m i mocy 3,8 MW oraz rocznej produkcji 37,6 GWh.

Kaskada Soły

W skład kaskady Soły wchodzi: zapora ziemna Tresna (na 40 km), zapora betonowa Porąbka (na 32 km) i zapora ziemna Czaniec (na 28 km).

Zapora Tresna o wysokości 25 m została oddana do użytku w 1967 roku i tworzy zbiornik o pojemności 96 hm³, pełniący funkcję przeciwpowodziową, zaopatrzenia w wodę, wyrównania przepływów i służący do produkcji energii elektrycznej. Moc elektrowni to 21 MW.

Zapora Porąbka o wysokości 21 m została oddana do eksploatacji w 1936 roku i tworzy zbiornik o pojemności 27 hm³, pełniący funkcję przeciwpowodziową i zaopatrzenia w wodę, wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej. Moc elektrowni to 12,8 MW. Zbiornik wodny Porąbka jest obecnie wykorzystywany również jako zbiornik dolny elektrowni szczytowo-pompowej Porąbka-Żar o mocy 500 MW. Zapora Czaniec o wysokości piętrzenia 9 m tworzy zbiornik wyrównawczy o pojemności 1,3 hm³ dla dwóch wyżej położonych zbiorników. Zbiornik pełni również funkcję rekreacyjną i zaopatrzenia w wodę.

Zbiornik Dobczyce

Zbiornik o pojemności 142 hm³ tworzy zapora ziemna o wysokości 31 m zlokalizowana na 60 km rzeki Raby. Główną funkcją zbiornika jest zaopatrzenie Krakowa w wodę komunalną oraz ochrona przeciwpowodziowa. Przy zaporze znajduje się elektrownia wodna o mocy 2,5 MW.

Zapory Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne

Zapora Czorsztyn-Niedzica znajduje się na 173 km biegu Dunajca i została oddana do eksploatacji w 1997 roku. Jest to zapora ziemna o wysokości 54 m, która tworzy zbiornik o pojemności 232 hm³. Podstawową funkcją zbiornika jest ochrona przeciwpowodziowa, rekreacja i produkcja energii elektrycznej. Elektrownia wodna ma moc 92 MW i wyposażona jest w turbiny odwracalne.

Zbiornik Sromowce Wyżne jest zbiornikiem wyrównawczym o pojemności 6,4 hm³ dla zapory Czorsztyn-Niedzica. Tworzy go zapora ziemna o piętrzeniu 8,5 m. Przy zaporze znajduje się mała elektrownia wodna przepływowa o mocy 2,1 MW.

Zapory Rożnów i Czchów

Zaporę betonową ciężką Rożnów zlokalizowano na 80 km Dunajca, oddano ją do eksploatacji w 1942 roku. Zapora o piętrzeniu 31,5 m tworzy zbiornik o obecnej pojemności 159 hm³. Przy zaporze znajduje się elektrownia wodna o mocy 50 MW. Główną funkcją zbiornika jest ochrona przeciwpowodziowa, produkcja energii elektrycznej oraz ostatnio również rekreacja.

Zapora Czchów, typu ziemnego, posiada wysokość 9,5 m i zlokalizowana jest poniżej

zapory Rożnów, tworząc zbiornik wyrównawczy o pojemności 12 hm³. Przy zaporze znajduje się elektrownia wodna o mocy 8 MW.

Zapory Solina i Myczkowce

Zapora Solina, betonowa ciężka, została oddana do eksploatacji w 1968 roku na rzece San, na 325 km, tworząc zbiornik o pojemności 472 hm³. Zapora posiada wysokość piętrzenia 60 m. Przy niej znajduje się elektrownia wodna o mocy instalowanej 200 MW. Podstawową funkcją zbiornika jest ochrona przeciwpowodziowa, produkcja energii elektrycznej oraz rekreacja.

Zapora ziemna Myczkowce o wysokości piętrzenia 15,5 m znajduje się na 319 km rzeki San i tworzy zbiornik wyrównawczy o pojemności 9 hm³, dla zapory Solina. Przy zaporze znajduje się elektrownia wodna o mocy 8,3 MW.

Środkowa Wisła

Zbiornik Sulejów

Zbiornik Sulejów powstał w wyniku budowy zapory ziemnej o wysokości piętrzenia 11 m na 173 km rzeki Pilicy. Zbiornik posiada pojemność 84 hm³. Jego podstawową funkcją jest ochrona przeciwpowodziowa, zaopatrzenie w wodę aglomeracji łódzkiej oraz rekreacja.

Zbiornik Dębe

Zbiornik Dębe, oddany do eksploatacji w 1963 roku, jest zlokalizowany na 22 km Narwi. Powstał w wyniku budowy zapory ziemnej o piętrzeniu 7 m. Zbiornik ma charakter przepływowy. Podstawową jego funkcją jest wytwarzanie energii elektrycznej. Zainstalowana moc elektrowni wynosi 20 MW (cztery turbiny Kaplana), a średnia produkcja roczna energii elektrycznej 91 GWh. Zbiornik ma połączenie z Wisłą w Warszawie za pośrednictwem Kanału Żerańskiego. Zbiornik nie pełni funkcji przeciwpowodziowej, a w dużej mierze rekreacyjną.

Dolna Wisła

Zbiornik Koronowo

Zbiornik Koronowo, zlokalizowany na 49 km rzeki Brdy, został oddany do eksploatacji w 1961 roku. Pełni głównie funkcję energetyczną, dzięki elektrowni wodnej o mocy instalowanej 26 MW. Pojemność całkowita zbiornika wynosi 81 hm³. Obecnie zbiornik coraz częściej służy rekreacji.

Kaskada rzeki Wdy

Kaskadę tworzą dwie pionierskie zapory, zbiorniki wodne i elektrownie, wybudowane i uruchomione w czasie II RP. Kaskadę tworzą zapory Żur i Gródek.

Zbiornik Żur

Powstał w 1929 roku na 34 km rzeki Wdy, w wyniku budowy zapory ziemnej o wysokości piętrzenia 14 m. Główna funkcja zbiornika to wytwarzanie energii elektrycznej przez elektrownię wodną o mocy 7,5 MW. Zbiornik pełni również rolę rekreacyjną.

Zbiornik Gródek

Zbiornik Gródek o powierzchni 100 ha powstał na rzece Wda w wyniku budowy zapory ziemnej o wysokości 12 m. W 1923 roku, z wykorzystaniem derywacji, powstała elektrownia wodna o mocy

3,5 MW i produkcji energii elektrycznej 13 GWh/rok. Elektrownia pracuje do dziś, a utworzony zbiornik służy w dużym stopniu celom rekreacyjnym.

13. Małe elektrownie wodne (MEW)

Mówiąc o zagospodarowaniu dorzecza Wisły trudno nie wspomnieć o MEW zlokalizowanych na małych ciekach. W 1981 roku Rada Ministrów podjęła uchwałę w sprawie rozwoju małych elektrowni wodnych. Elektrownie te miały wykorzystywać budowle i urządzenia, jakie pozostały po drugiej wojnie światowej. W pierwszych powojennych dziesięcioleciach nie interesowano się specjalnie MEW, bowiem nie wytrzymywały one konkurencji z elektrowniami wykorzystującymi tanie paliwa kopalne. Dopiero kryzys energetyczny, jaki wybuchł w 1973 roku, zwrócił uwagę na MEW. Obecnie budowa MEW napotyka, niestety, na wiele trudności, wynikających głównie z aspektów ekologicznych.

14. Podsumowanie

Wisła jest największą rzeką Polski i zawsze odgrywała bardzo istotne znaczenie dla gospodarki naszego kraju. W ciągu kolejnych dziesięcioleci przechodziła liczne przeobrażenia i zmiany.

Wisła, jak również jej dorzecze, mają zróżnicowany charakter, dzieląc rzekę i dorzecze na trzy części: górną, środkową i dolną, różniące się istotnie zarówno ukształtowaniem terenu, pokryciem terenu, hydrografią, warunkami klimatycznymi oraz zagospodarowaniem.

Zasoby wodne znajdujące się na obszarze dorzecza są skromne, a w niektórych regionach z punktu widzenia gospodarki wodnej osiągają wartość krytyczną. Szczególnie niska jest pojemność zbiorników retencyjnych, co stoi na przeszkodzie racjonalnego wykorzystania istniejących zasobów wodnych i pokrycia potrzeb.

Wisła i jej dorzecze są w dużym stopniu zagrożone powodzią i suszą. Geneza i charakter powodzi różnią się bardzo na poszczególnych odcinkach rzeki. Kolejne powodzie powodują ogromne straty ekonomiczne i społeczne, ale – niestety – brak jednolitej koncepcji przeciwdziałania tym groźnym zjawiskom.

Choć Wisła ma ogromny potencjał gospodarczy i społeczny, niestety do celów żeglugowych i energetycznych jest wykorzystywana tylko w niewielkim stopniu. Nie zostały zrealizowane żadne z wielu planów i strategii zagospodarowania rzeki. Obecnie wobec Wisły nie jest realizowany strategiczny plan zagospodarowania i wykorzystania rzeki oraz jej dorzecza. Istniejące fragmentaryczne plany, obejmujące części dorzecza, są często niespójne, co stwarza poważne problemy.

Wisła stanowi również ważny korytarz ekologiczny i prawie cały jej bieg objęty jest Programem Natura 2000, co stwarza wiele problemów zagospodarowania i eksploatacji rzeki.

Szczególne znaczenie pod względem gospodarczym i społecznym ma odcinek dolnej Wisły, gdzie znajduje się prawie połowa potencjału hydroenergetycznego Polski. Ten odcinek rzeki ma również istotne znaczenie żeglugowe, bowiem łączy on centrum Polski z portem Gdańsk oraz z wieloma ważnymi

ośrodkami miejskimi i przemysłowymi położonymi wzdłuż jej biegu. Wzdłuż dolnej Wisły przebiegają trasy dwóch międzynarodowych szlaków żeglugowych E40 i E70, co stwarza szczególne możliwości rozwoju tego regionu.

Na dolnej Wiśle od 1970 roku funkcjonuje stopień wodny Włocławek, który jest jednym z ośmiu planowanych stopni Kaskady Dolnej Wisły. Przynosi on rozległe korzyści gospodarcze i społeczne, ale też

powoduje wiele problemów eksploatacyjnych, wynikających głównie z braku następnego stopnia, zapewniającego odpowiedni stan wody dolnej.

Bibliografia

1. Atlas klimatu Polski, red. H. Lorenc, IMGW, Warszawa 2005.
2. Kaskada Dolnej Wisły, PROEKO, Warszawa 1993.
3. Majewski W., Przepływ w kanałach otwartych z uwzględnieniem zjawisk lodowych, IMGW, Warszawa 2009.
4. Majewski W., Następny stopień na dolnej Wiśle: Szansa, zagrożenie czy konieczność, *Gospodarka Wodna* 2012, nr 10.
5. Wisła. Monografia rzeki, red. A. Piskozub, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1982.

Wojciech Majewski

prof. dr hab. inż.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB w Warszawie

e-mail: wmaj@ibwpan.gda.pl

Absolwent Wydziału Budownictwa Wodnego Politechniki Gdańskiej oraz studiów podyplomowych Uniwersytetu w Glasgow. Od 1990 roku jest profesorem tytularnym o specjalności inżynieria i gospodarka wodna. Pracuje w IMGW-PIB w Warszawie. Jest wiceprzewodniczącym Komitetu Gospodarki Wodnej PAN. Kierował realizacją wielu ważnych projektów krajowych i międzynarodowych dotyczących hydrauliki, hydrologii i inżynierii wodnej. Uczestniczy w krajowych i międzynarodowych konferencjach, przedstawiając referaty i referaty generalne. Był promotorem wielu prac doktorskich oraz recenzentem prac doktorskich, habilitacyjnych i dorobku naukowego na tytuł profesora. Jest autorem ponad 300 publikacji w języku polskim i angielskim z dziedziny inżynierii i gospodarki wodnej. Wybitny autorytet inżynierski i naukowy w kraju i za granicą.