

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part b item 1223 (26/01/2017).
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Authors 2018;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and
reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons
Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and
reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper
Received: 03.11.2018. Revised: 10.12.2018. Accepted: 30.12.2018.

Extreme conditions in the shipping Noteć Leniwa

Grzegorz Nadolny

Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz
ul. Pl. Kościeleckich 8, 85-033 Bydgoszcz
E-mail: nadolnygrzegorz@wp.pl

Abstract

The practice of inland navigation and its planning is dependent on the parameters of the route navigable section of the river or canal forming part of the waterway. Information about the parameters of the data shows the corresponding local authority waterway in relation to its class. These parameters give guarantees that inland shipping can safely be done on a given stretch of the waterway, and each trip will be carried out according to the previously adopted plan. Transport of goods on the waterways and practicing water tourism requires a stable and predictable transit depth, the width of the navigable route, etc. Provision and maintenance of marine parameters, belongs to the administration of the waterway and is dependent on factors meteorological and hydrological conditions of the area.

The article presents the characteristics of hydrological conditions Noteć Leniwa, based on the occurrence of extreme events. On the basis of hydrological data from 2018, defined extreme states (WW and NW) for Noteć Leniwa. They had a direct impact on the safety of navigation in relation to the parameters pathway navigable waterway as a class. The study was conducted at the Noteć Leniwa section of 106 km (Ujście) to 57 km (Ujście, Łobżonka). Field measurements were carried out in 2018. They involved bathymetric soundings (of depth) in the longitudinal profile navigable route. To determine the hydrological data used daily water levels (IMGW) of water gauge stations (Ujście, Białosliwie), supplemented by data PGW Polish waters - Bydgoszcz Regional Board of hydraulic engineering (Krostkowo).

Extreme water levels in the context of the possibility of using the route navigable both concern the situation of maximum (WW) and minimum (NW) values. Such hydrological situation has a direct impact on the safety of navigation. This was the case in 2018, subject to detailed analysis.

Conclusions. On the examinations, on the impact of extreme hydrological events on the possibility of shipping Noteć Leniwa, it was found that:

- Fluvial processes and the lack of regular maintenance work navigable route, contribute to the systematic deterioration of the waterway.
- An additional difficulty in the conduct of navigation on the Noteć Leniwa, is thriving, during the growing aquatic vegetation.
- In areas not meeting the operating parameters required for a particular class waterway, work to be carried out dredging operation.
- It is also advisable to restore the function of drainage system in the valley of the Noteć Lazy, which will help to maintain the water at the operational level, regardless of the hydrological situation.
- In addition, for low water levels expose the flying course of the route marking and labeling navigable visual height of the lumens under bridges at high water.
- In contrast, the basic problem for the continuity of the navigation section of the test is to ensure that the depth of the transit regardless of the hydrological situation, which can be done only through rational management of water covering the whole basin of Noteć.

Keywords: shipping; Noteć Leniwa.

Admission

The practice of inland navigation and its planning is dependent on the parameters of the route navigable section of the river or canal forming part of the waterway. Information about the parameters of the data shows the corresponding local authority waterway in relation to its class. These parameters give guarantees that inland shipping can safely be done on a given stretch of the waterway, and each trip will be carried out according to the previously adopted plan. Transport of goods on the waterways and practicing water tourism requires a stable and predictable transit depth, the width of the navigable route, etc. Provision and maintenance of marine parameters, belongs to the administration of the waterway and is dependent on factors meteorological and hydrological conditions of the area.

Purpose, scope and methods of research

The article characteristics hydrological conditions Noteć Leniwa, based on the occurrence of extreme phenomena. On the basis of hydrological data from 2018, defined extreme states (WW and NW) for Noteć Leniwa. They had a direct impact on the safety of navigation in relation to the parameters pathway navigable waterway as a class. The study was conducted at the Noteć Leniwa section of 106 km (Ujście) to 57 km (Ujście, Łobżonka). Field measurements were carried out in 2018. They involved bathymetric soundings (of depth) in the longitudinal profile navigable route. To determine the hydrological data used daily water levels (IMGW) of water gauge stations (Ujście, Białosławie), supplemented by data PGW Polish waters - Bydgoszcz Regional Board of hydraulic engineering (Krostkowo). Using sonar LOWRANCE HDS5-Gen2 conducted a detailed study on the bed morphology selected sections. The collected data were processed using software Reef Master 2.0 (Fig. 1).

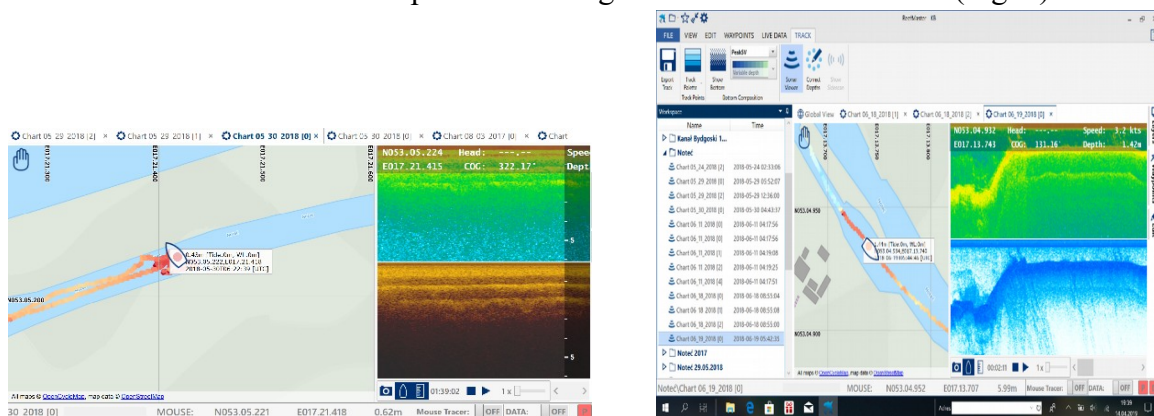


Fig. 1. Data visualization of depth of the waterway between the lock and the mouth Krostkowo row. Łobżonka in 2018.

Flood analysis was made in terms of opportunities for safe navigation trail Noteć Leniwa, using data from the portal "The computer system of the National Guards" State Farm Water "Water Polish" (<https://wody.isok.gov.pl>).

Parameters shipping waterway in the light of the studies

Navigable waterways are met certain parameters which allow to carry out efficient and safe navigation. These parameters are defined in the Regulation of the Council of Ministers of 7 May 2002. On the classification of inland waterways (Dz. U. No. 77, item. 695). Their detailing is in Table 1.

Table 1. Classification of waterways in Poland and their parameters selected by the Council of Ministers of 7 May 2002. On the classification of inland waterways (Dz. U. No. 77, item. 695).

Minimum Parameters [m]	Class waterway						
	ia	b	II	III	IV	Va	Vb
Navigable route width * [m]	15	20	thirty	40	40	50	50
Transit depth [m]	1.2	1.6	1.8	1.8	2.8	2.8	2.8
The radius of the arc axis of the pathway [m]	100	200	300	500	650	650	800
The minimum clearance under the bridges above the highest water navigable [m]	3	3	3	4	5.25 or 7.00 **	5.25 or 7.00 **	5.25 or 7.00 **
The width of the lock [m]	3.3	5.0	9.6	9.6	12	12	12
The length of the lock [m]	25	42	65	72	120	120	187
Depth at the bottom of the lock threshold [m]	1.5	2.0	2.2	2.5	3.5	4	4

Source: Program for the development of inland water transport infrastructure in Poland. Part 2. The proposal multiannual program for the development of inland water transport infrastructure in Poland

* Width of the navigable route at the bottom of the ship with a maximum capacity with the full immersion

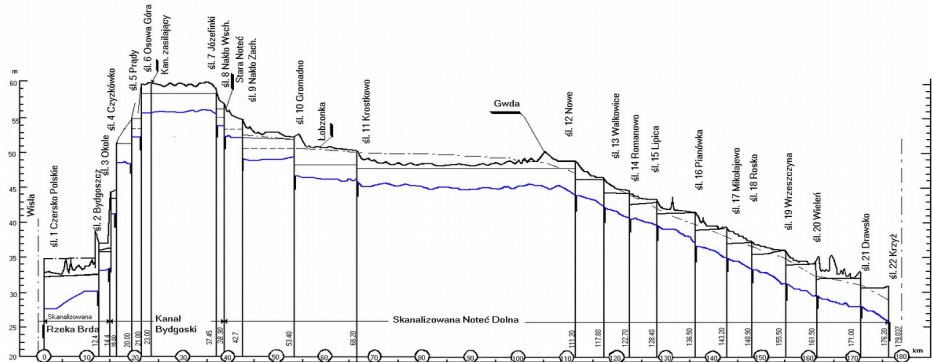
** The minimum clearance of 5.25 m for the two layers of containers, and 7.0 m for the three layers.

Characteristics Noteć Leniwej

River Noteć Dolna of the longest portion of the waterway Wisła - Odra (Galor et al., 2010). On the basis of hydraulic transformations taking place at the turn of the century, for hydrological isolated part: canalized (from the Canal to the cross Bydgoski ie. From 38.9 km to 176.2 - 137.3 km in length) and a free-flowing (from Cross to Santok ie. from km 176.2 to 226.1 - a length of 49.9 km) (monograph ..., 1985). The need for the so-called article analyzed in detail. **Noteć Leniwa** - from km 57 (Łobżonki Ujście) to km 106.10 (Ujście of the Gwda) (Conditions ..., 2017).

Nakła on the section from km 39.1 to km 54.4 cluster ie. The length of 15 km, the longitudinal slope of the river is clear and amounts to 0.29 ‰, but further into the mouth of a length of 52.5 km of the river drop is only 0.016 ‰, hence this section is called lazy Notecią (Fig. 3). This part of the river valley extends through a wide, where there are areas with large thicknesses grassland and turf gyttia, and some areas are areas of depression in relation to the water level maintained in the stream. The river has a minimum water level drops, and in favorable conditions heavily overgrown with vegetation water (this phenomenon is intensified in recent years with very little movement of shipping in this section). The edges of the outside outports stations and weirs have residual strengthening as fashynade cylinder, armbands fashynade-stone, and generally they do not have a permanent fortifications outside the shores

of sward of natural grass or wicker. In areas of depression, the construction of the embankment to protect the valley, and the water conditions prevailing in protected polders become independent of the water level in the river (dot. Polder Antoniny-Szamocin and Wolsko-Dworzakowo). (Strategy ..., 2010).



Lazy Notec

Fig. 2. Detail of the longitudinal profile of the base (blue line) and the water level (black line) -characterystyczne settling Noteci Leniwa. (Monograph ... 1985).

Average size of the flow on the stretch of the waterway Wisła - Odra, from the years 1976 - 1980 is presented in Figure 3. It is noted clear water deficit in the area of the peak position of the Bydgoszcz Canal to the mouth of the river Gwda. This has an impact on water management conducted, including navigation conditions.

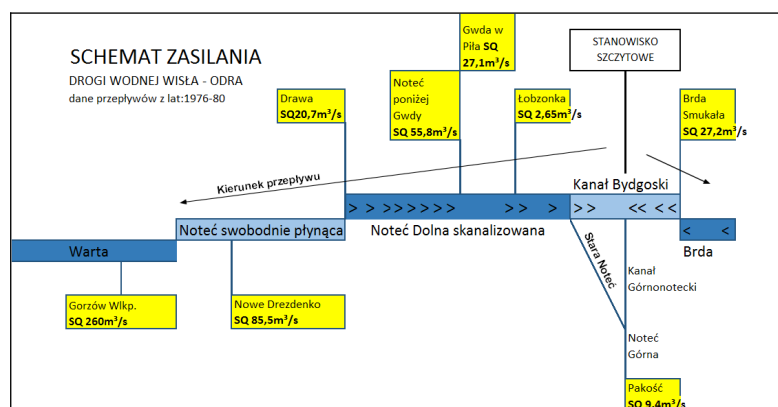


Fig. 3. The average size of the flows in the Notec and its tributaries (based on data RBWM Bydgoszcz).

Results

Extreme water levels in the context of the possibility of using the route navigable both concern the situation of maximum (WW) and minimum (NW) values. Such hydrological situation has a direct impact on the safety of navigation. This was the case in 2018, subject to detailed analysis.

High water the navigation route Noteć Leniwa from 106 km to 57 km

In the period 2018 years part of the waterway - Noteć Lazy, characterized by a decrease of reported water levels, from alarm states (February) to the low range of conditions (May / June). Detailed course of water levels at gauges in the mouth of Białośliw and presented in Figures 4 and 5.

State of emergency in the mouth of the river gauge is 330 cm. The alarm condition has not been exceeded in the reporting period, but the water table piled Noteć Leniwa above 102 km, and the state of the warning (310 cm) was exceeded for 3 days. Other states characteristic of the river gauge Mouth amounts (cm): 315 SWW; SSW 252; SNW 190; 325 butcher's productivity indicator.

An alarm state for Białośliw gage is 330 cm - was exceeded in the reporting period of three days, and the state of the warning (280 cm) was exceeded for the next 11 days. United characteristic water mark profile amounts (cm): 292 SWW; SSW 209; SNW 143.

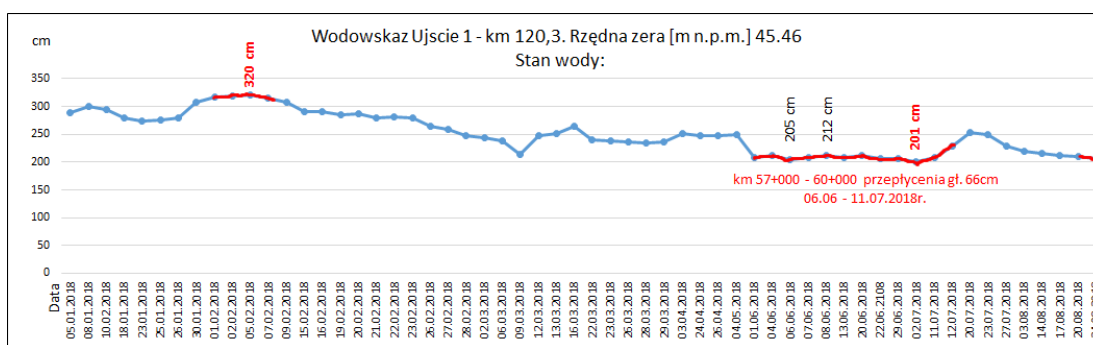


Fig. 4. United Water Ujście at gage in the period from 5 May to 24 August 2018 (IMGW-PIB).

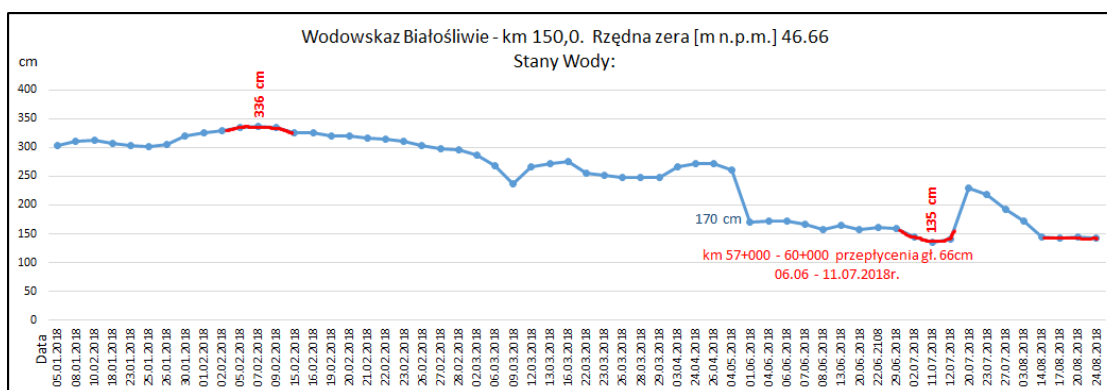


Fig. 5. United Białośliw water gage at the turn of the 2018 navigation season. (IMGW-PIB)

Extreme water level in the mouth of the gage was on February 5, 2018 - 320 cm. Hence it follows that the state of emergency has been exceeded by 7 cm in the area of river gauge Estuary, taking into account local conditions damming Noteć of 102.5 km. In Fig. 6 shows the situation of water out of a trough in the area of river gauge Estuary.

Extreme situation, which is a risk of water from the river, there is the water surface elevation of 48.83 m above sea level In such a state is unspecified trail navigable from 102.5 km to 54.0 km of the waterway Wisła - Odra.



Fig. 6. Map of flood risks in the area of Noteć Lazy Mouth. (<https://wody.isok.gov.pl>)

Taking into account the data presented in Figure 5, profile water mark in Białośliw alarm was exceeded by 6 cm. In this situation, the flooding zone on the water surface elevation of 49.83 m Figure 7 shows, while the pool Noteć Leniwa the lack of the selected reference mark navigable shown in photographs 1.

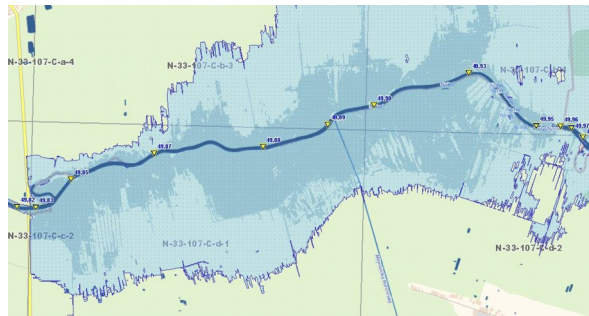


Fig. 7. Białośliw water gauge. Map of flood water depth of 10% (<https://wody.isok.gov.pl>)



Fot. 1. The view in the east direction from the bridge in Białośliw, the water level 334 cm. (Fig. Author's, 02.03.2018).

In recent years, discussed hydrological situation is cyclical, which hampers shipping. The main factor determining the occurrence of a factor or melted drop, however Noteć Leniwa has other unique features morphogenetic determining the existence of an unfavorable hydrological situation. These include differences in terrain elevation Valley Toruń-Eberswalde, trough morphological conditions (shallow water trough resulting from the accumulation of sediment), the development of aquatic vegetation in the summer, management of drainage system in the study area, the track surface occurring in the catchment area.

Range of floods on the section of the waterway E70 - with particular emphasis on the Noteć Leniwa shown in Figure 8.



Fig. 8. Map showing flood risk assessment for this area. https://isokmapy.kzgw.gov.pl/imap_kzgw/?gpmmap=gpWORP

Low water the navigation route from the Noteć Lazy km 57 to km 106

Equally negative factor for the conduct of safe navigation is a shortage of water in the river bed. Hydrological situation in the Noteć Lazy in the field of extremely low water occurred at the turn of spring and summer 2018 years. This situation was preceded by a period of extremely high water levels in the spring. At the turn of April and May using hydraulic engineering (dams) on the Lower Noteć below Mouth (km 106), lowered water levels Noteć Leniwa River and its tributaries (including drainage ditches). This caused the operating parameters have been violated waterway corresponding to the class Ib.

Low water levels hinder shipping from km 94 to km 68 shown in Fig. 9, Figure 10 shows the depth of the passage from km 68 to km 57.

Are silent on the section from the Krostkov transit depth (1.2 m) was unfulfilled locally, while the section from the mouth of Krostkov The depth Łobżonki conditions were much worse. In the vicinity of Osieka (km 61 km 62) had shallow water shipping hampering, in the vicinity of 55 km - 56 sailing was not possible for a ship with a draft of 0.8 m.

The depth satisfying the requirements of the situation of the transit depth enabled only lead shipping agent navigable route. The depth of the locally decreased to less than 50 cm.

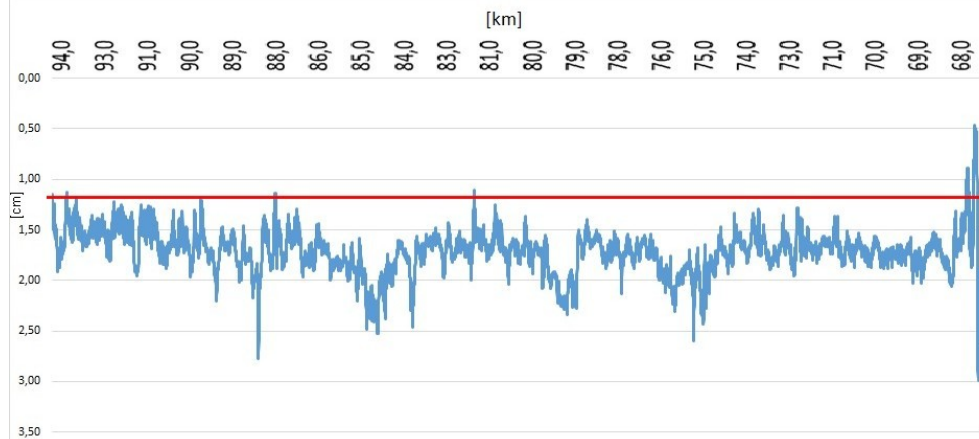


Fig. 9. The depth of the navigable route Noteć Leniwa occurring on the stretch Milcz - Krostkowo. Own measurements made on May 29 2018.

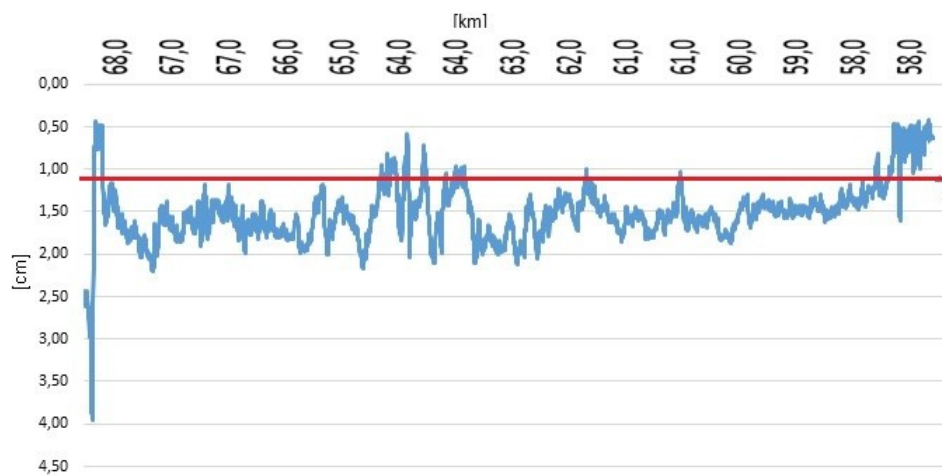


Fig. 10. The depth of the Noteć between the lazy river and the mouth of pustular Łobżonka. Own measurements made on May 30 2018

An additional factor contributing to the safe navigation was to reduce the width of the navigable route to the drop in water level in the longitudinal profile along the entire section. Cones were discovered tributaries, and alluviums, outwashes on the bends of the river and coastline (fot. 2).



Fot. 2. Reduced water level, outdoor Noteć Leniwa edges in the region of Białośliw (incl.)

Noteworthy is the fact disadvantages liner within the barrage Krostkowo. Its operating parameters outer harbor the top and bottom are less than 1 meter. During the study, the input lower and upper barrage Krostkowo not fulfill the requirements of parameters for the class Ib.

Discussion

Lazy Notec from the mouth (106 + 000 km) to the lock Gromadno (53 + 400) in terms of the operating parameters during the test does not meet the requirements of Class Ib. This is a situation identical to research Habel et al. (2017), as were also not satisfied the provisions of Regulation classification (Dz. U. 2002, No. 77, pos. 695) when the depth of the transit were 120 cm (from SNW) and 160 cm (from SW).

Tab. 2. Depth minimum, maximum and average route navigable related to the level of the SW sections Noteć in 2014, 2015, 2018 year. (... Monograph, 2017; RZGW Bydgoszcz)

Lazy sections Noteć	Pathway navigable depth [m]								
	11-18 July 2014			1-7 June 2015			29-30.06.2018		
	min	max	Wed.	min	max	Wed.	min	max	Wed.
Mouth water gauge - water gauge Białośliwie (105 + 800 - 76 + 090 km)	0.89	2.78	2.06	1.03	3.28	1.85	1.00	-	1.25
Białośliwie water gauge - lock Krostkowo (76 + 090 - 68 + 200 km)	0.96	2.07	1.55	0.41	2.14	1.41	■	■	0.80
Krostkowo lock - lock Gromadno (68 + 200 - 53 + 400 km)	0.23	2.15	1.29	0.26	2.24	0.69	0.50	■	0.50

During the period considered the minimum depth (less than 1.0 m) were recorded on a gage section from the mouth to the lock Gromadno (105 + 800 - 53 + 400 km) (Table 2). The depth of transit for Class Ib (Notec canalized) was provided only on certain sections of the river. The lowest values for the average depth (below 1.30 m) section, directed to lock Krostkowo - Nakło West lock (68 + 200 - 42 + 700 km).

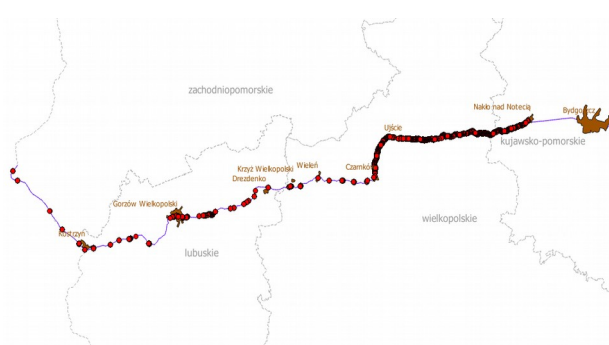


Fig. 11. Location of particularly onerous for shipping (depth below 1m) (Conditions of 2017).

Location places onerous for navigation on the Noteć Leniwa (Fig. 11) has not changed for many years. The cause is the accumulation of bottom sediments in the riverbed and topically on the bends. Permanently term alluvium shifts the radius of bend of the river and increasing the surface outwash grows towards plos, shallowed them. In such situation reduces the width of the navigable route, affecting navigation conditions. This is a situation unfavorable for navigation. 2018 was exceptional in terms of low flow, which occurred due to

hydrological drought amounted to an average of 23.2 - 24.0 m³ / s at the mouth of the water gauge (IMGW PIB), making it impossible to conduct shipping.

Conclusions

Based on the survey, concerning the impact of extreme hydrological events on the possibility of shipping Noteć Leniwa, it was found that:

- Fluvial processes and the lack of regular maintenance work navigable route, contribute to the systematic deterioration of the waterway.
- An additional difficulty in the conduct of navigation on the Noteć Leniwa, is thriving, during the growing aquatic vegetation.
- In areas not meeting the operating parameters required for a particular class waterway, work to be carried out dredging operation.
- It is also advisable to restore the function of drainage system in the valley of the Noteć Leniwa, which will help to maintain the water at the operational level, regardless of the hydrological situation.
- In addition, for low water levels expose the flying course of the route marking and labeling navigable visual height of the lumens under bridges at high water.
- In contrast, the basic problem for the continuity of the navigation section of the test is to ensure that the depth of the transit regardless of the hydrological situation, which can be done only through rational management of water covering the whole basin of Noteć.

References

1. W. Galor, A. Galor, G. Nadolny, M. Zuzelska, in *Nawigacyjno-hydrograficzne aspekty żeglugi morsko-rzecznej w Polsce*, praca zbiorowa A. Weintrit (Wyd. Akademii Morskiej, Gdynia, 2010), p. 412.
2. A. Arkuszewski, *Monografia śródlądowych dróg wodnych* (Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1985), p. 537.
3. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 maja 2002 r. w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych* (Dz. U. 2002, Nr 77, poz. 695) <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20020770695>.
4. Michał Habel, Dawid Szatten, Grzegorz Nadolny, Warunki hydrologiczno-nawigacyjne polskiego odcinka Międzynarodowej Drogi Wodnej E70 (Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk 2017)
5. <http://www.wody.gov.pl/sytuacja-hydrologiczno-nawigacyjna>
6. <http://instytutmeteo.pl/aktualne-stany-rzek-w-polsce>
7. Portal „Informatyczny System Osłony Kraju” Państwowe Gospodarstwo Wodne „Wody Polskie” (<https://wody.isok.gov.pl>).
8. **Strona internetowa:**
http://pogodynka.pl/http/assets/products/hydro/ROK_2018/tbh_2018-05-29.pdf

Ekstremalne warunki żeglugowe na Noteci Leniwej

Grzegorz Nadolny

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy
ul. Pl. Kościeleckich 8, 85-033 Bydgoszcz
e-mail: nadolnygrzegorz@wp.pl

Abstract

Uprawianie żeglugi śródlądowej i jej planowanie zależne jest od parametrów szlaku żeglownego danego odcinka rzeki czy kanału wchodzącego w skład drogi wodnej. Informacje o danych parametrach podaje odpowiedni miejscowo organ administracji drogi wodnej w odniesieniu do jej klasy. Parametry te dają gwarancje, że żegluga śródlądowa w sposób bezpieczny może się odbywać na danym odcinku drogi wodnej, a każda podróż zostanie zrealizowana według przyjętego wcześniej planu. Przewóz towarów po drogach wodnych oraz uprawianie turystyki wodnej wymaga stabilnych i przewidywalnych głębokości tranzytowych, szerokości szlaku żeglownego, itd. Zapewnienie i utrzymanie parametrów żeglugowych, należy do administracji drogi wodnej i zależne jest od czynników meteorologicznych i warunków hydrologicznych danego obszaru. W artykule przedstawiam sytuacje ekstremalne dotyczące parametrów eksploatacyjnych związanych z wysoką (WW) i niską wodą (NW) na przykładzie Noteci Leniwej, która przebiega wzdłuż Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej i wchodzi w skład Międzynarodowej Drogi Wodnej E70.

W artykule dokonano charakterystyki warunków hydrologicznych Noteci Leniwej, w oparciu o występowanie zjawisk ekstremalnych. Na podstawie danych hydrologicznych z 2018 roku, określono stany ekstremalne (WW i NW) dla Noteci Leniwej. Miały one bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo żeglugi, w odniesieniu do parametrów szlaku żeglownego zgodnie klasą drogi wodnej. Badania prowadzono na Noteci Leniwej na odcinku od km 106 (Ujście) do km 57 (ujście rzeki Łobżonka). Pomiary terenowe przeprowadzono w 2018 roku. Polegały one na sondowaniach batymetrycznych (głębokościowych) w profilu podłużnym szlaku żeglownego. Do określenia warunków hydrologicznych wykorzystano dane dobowych stanów wód (IMGW) z posterunków wodowskazowych (Ujście, Białośliwie), uzupełnione o dane PGW Wody Polskie - RZGW Bydgoszcz z urządzeń hydrotechnicznych (Krostkowo). Za pomocą echosondy LOWRANCE HDS5-Gen2 przeprowadzono szczegółowe badania morfologii koryta na wybranych odcinkach.

Ekstremalne stany wody w kontekście możliwości wykorzystania szlaku żeglownego dotyczą sytuacji zarówno maksymalnych (WW) jak i minimalnych (NW) wartości. Taka sytuacja hydrologiczna ma bezpośrednie przełożenie na bezpieczeństwo żeglugi. Sytuacja taka miała miejsce w roku 2018, objętym szczegółowym analizom.

Wnioski. Na podstawie przeprowadzonych badań, dotyczących wpływu występowania ekstremalnych sytuacji hydrologicznych na możliwości żeglugowe Noteci Leniwej, stwierdzono że:

1. Przebieg procesów fluwialnych oraz brak systematycznych prac związanych z utrzymaniem szlaku żeglownego, przyczyniają się do systematycznego pogarszania się stanu drogi wodnej.

2. Dodatkowe utrudnienie przy prowadzeniu żeglugi na Noteci Leniwej, stanowi bujnie rozwijająca się w okresie wegetacyjnym roślinność wodna.
3. W miejscach niespełniających parametrów eksploatacyjnych wymaganych dla danej klasy drogi wodnej, należy przeprowadzić prace bagrownicze.
4. Wskazane jest również przywrócenie funkcji systemu melioracji w dolinie Noteci Leniwej, co przyczyni się do utrzymania stanu wód na poziomie eksploatacyjnym, niezależnie od sytuacji hydrologicznej.
5. Dodatkowo w przypadku niskich stanów wody należy wystawiać oznakowanie pływające przebiegu szlaku żeglownego i oznakowanie wzrokowe wysokości prześwitów pod mostami przy wodzie wysokiej.
6. Natomiast podstawowym problemem dla ciągłości prowadzenia żeglugi na badanym odcinku jest zapewnienie głębokości tranzytowej niezależnie od sytuacji hydrologicznej, co może być wykonane jedynie poprzez racjonalną gospodarkę wodną obejmującą całą zlewnię Noteci.

Słowa kluczowe: żegluga; Notec Leniwa.

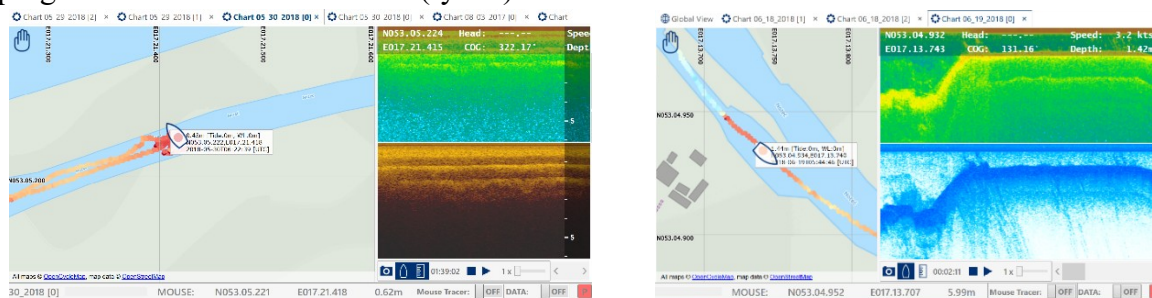
Wstęp

Uprawianie żeglugi śródlądowej i jej planowanie zależne jest od parametrów szlaku żeglownego danego odcinka rzeki czy kanału wchodzącego w skład drogi wodnej. Informacje o danych parametrach podaje odpowiedni miejscowo organ administracji drogi wodnej w odniesieniu do jej klasy. Parametry te dają gwarancje, że żegluga śródlądowa w sposób bezpieczny może się odbywać na danym odcinku drogi wodnej, a każda podróż zostanie zrealizowana według przyjętego wcześniej planu. Przewóz towarów po drogach wodnych oraz uprawianie turystyki wodnej wymaga stabilnych i przewidywalnych głębokości tranzytowych, szerokości szlaku żeglownego, itd. Zapewnienie i utrzymanie parametrów żeglugowych, należy do administracji drogi wodnej i zależne jest od czynników meteorologicznych i warunków hydrologicznych danego obszaru. W artykule przedstawiam sytuacje ekstremalne dotyczące parametrów eksploatacyjnych związanych z wysoką (WW) i niską wodą (NW) na przykładzie Noteci Leniwej, która przebiega wzdłuż Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej i wchodzi w skład Międzynarodowej Drogi Wodnej E70.

Cel, zakres i metody badań

W artykule dokonano charakterystyki warunków hydrologicznych Noteci Leniwej, w oparciu o występowanie zjawisk ekstremalnych. Na podstawie danych hydrologicznych z 2018 roku, określono stany ekstremalne (WW i NW) dla Noteci Leniwej. Miały one bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo żeglugi, w odniesieniu do parametrów szlaku żeglownego zgodnie klasą drogi wodnej. Badania prowadzono na Noteci Leniwej na odcinku od km 106 (Ujście) do km 57 (ujście rzeki Łobżonka). Pomiary terenowe przeprowadzono w 2018 roku. Polegały one na sondowaniach batymetrycznych (głębokościowych) w profilu podłużnym szlaku żeglownego. Do określenia warunków hydrologicznych wykorzystano dane dobowych stanów wód (IMGW) z posterunków wodowskazowych (Ujście, Białośliwie), uzupełnione o dane PGW Wody Polskie - RZGW Bydgoszcz z urządzeń hydrotechnicznych (Krostkowo). Za pomocą

echosondy LOWRANCE HDS5-Gen2 przeprowadzono szczegółowe badania morfologii koryta na wybranych odcinkach. Zebrane dane zostały przetworzone z wykorzystaniem oprogramowania Reef Master 2.0 (ryc. 1).



Ryc. 1. Wizualizacja danych głębokościowych drogi wodnej pomiędzy śluzą Krostkowo a ujściem rz. Łobżonka w 2018 roku.

Dokonano analiz zagrożenia powodziowego pod kątem możliwości prowadzenia bezpiecznej żeglugi szlakiem Noteci Leniwej, wykorzystując dane z portalu „Informatyczny System Osłony Kraju” Państwowe Gospodarstwo Wodne „Wody Polskie” (<https://wody.isok.gov.pl>).

Parametry żeglugowe drogi wodnej w świetle prowadzonych badań

Szlaki wodne są żeglowne gdy spełnione są określone parametry, które pozwalają na prowadzenie efektywnej i bezpiecznej żeglugi. Parametry te określa Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 maja 2002 r. w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych (Dz. U. Nr 77, poz. 695). Ich uszczegółowienie stanowi tabela 1.

Tabela 1. Klasyfikacja dróg wodnych w Polsce i ich wybrane parametry wg Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 maja 2002 r. w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych (Dz. U. Nr 77, poz. 695).

Minimalne parametry [m]	Klasy drogi wodnej						
	Ia	Ib	II	III	IV	Va	Vb
Szerokość szlaku żeglownego* [m]	15	20	30	40	40	50	50
Głębokość tranzytowa [m]	1,2	1,6	1,8	1,8	2,8	2,8	2,8
Promień łuku osi szlaku [m]	100	200	300	500	650	650	800
Minimalny prześwit pod mostami ponad najwyższą wodę żeglowną [m]	3	3	3	4	5,25 lub 7,00**	5,25 lub 7,00**	5,25 lub 7,00**
Szerokość śluzy [m]	3,3	5,0	9,6	9,6	12	12	12
Długość śluzy [m]	25	42	65	72	120	120	187
Głębokość na progu dolnym śluzy [m]	1,5	2,0	2,2	2,5	3,5	4	4

Źródło: Program rozwoju infrastruktury transportu wodnego śródlądowego w Polsce. Część 2. Propozycja wieloletniego programu rozwoju infrastruktury transportu wodnego śródlądowego w Polsce

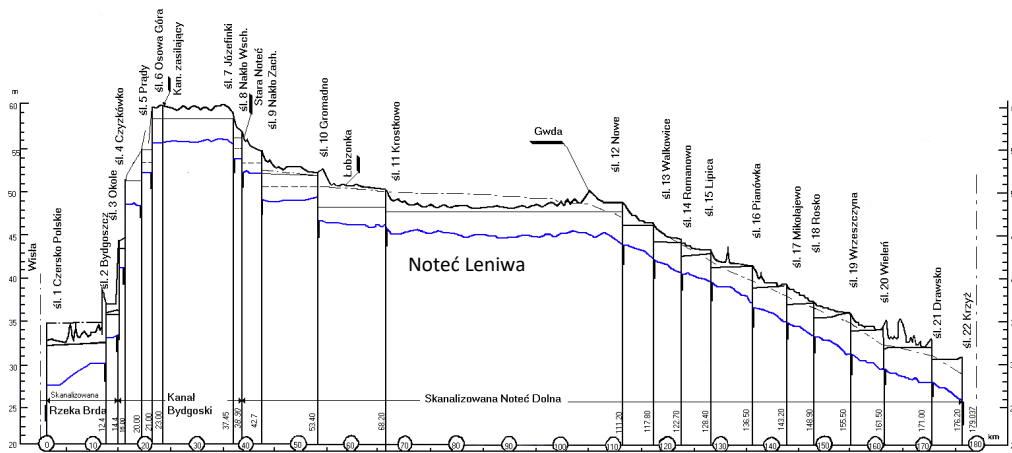
* Szerokość szlaku żeglownego na poziomie dna statku o dopuszczalnej ładowności przy pełnym zanurzeniu

** Minimalny prześwit 5,25 m dla dwóch warstw kontenerów, a 7,0 m dla trzech warstw.

Charakterystyka Noteci Leniwej

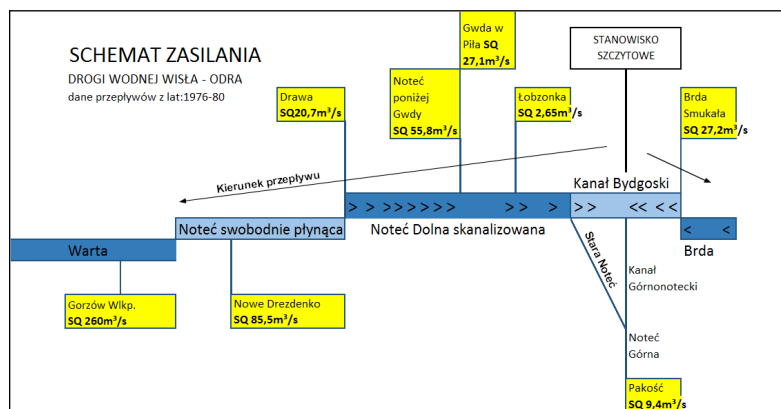
Rzeka Noteć Dolna stanowi najdłuższy fragment drogi wodnej Wisła – Odra (Galor i in., 2010). Na podstawie przekształceń hydrotechnicznych, mających miejsce na przełomie XIX i XX wieku, pod kątem hydrologicznym wydziela się część: skanalizowaną (od Kanału Bydgoskiego do Krzyża tj. od km 38,9 do 176,2 - o długości 137,3 km) oraz swobodnie płynącą (od Krzyża do Santoku tj. od km 176,2 do 226,1 - o długości 49,9 km) (Monografia..., 1985). Na potrzebę artykułu szczegółowo przeanalizowano tzw. **Noteć Leniwą** - od km 57 (ujście Łobżonki) do km 106,10 (ujście Gwdy) (Warunki..., 2017).

Na odcinku od Nakła km 39,1 do Gromadna km 54,4 tj. na długości 15 km, spadek podłużny rzeki jest wyraźny i wynosi 0,29 ‰, ale dalej do Ujścia na długości 52,5 km spadek rzeki wynosi zaledwie 0,016 ‰, stąd też ten odcinek nazywa się Notecią Leniwą (ryc.3). Powyższy odcinek rzeki przebiega poprzez szeroką dolinę, na której występują obszary łąk o dużych miąższościach torfu i gytii, a część terenów to obszary depresyjne w stosunku do utrzymywanego zwierciadła wody w cieku. Rzeka posiada minimalne spadki zwierciadła wody, a w sprzyjających warunkach silnie porasta roślinnością wodną (zjawisko to ulega intensyfikacji w ostatnim okresie przy bardzo małym ruchu żeglugowym na tym odcinku). Brzegi poza awanportami i stanowiskami jazów posiadają szczątkowe umocnienia w postaci walca faszynadowego, opasek faszynadowo-kamiennych, a zasadniczo nie posiadają trwałych umocnień poza brzegami o poroście naturalnym trawą lub wikliną. W rejonach depresyjnych rozpoczęto budowę obwałowań chroniących dolinę, a stosunki wodne panujące na chronionych polderach stały się niezależne od zwierciadła wody w rzece (dot. polderu Antoniny-Szamocin i Wolsko-Dworzakowo). (Strategia..., 2010).



Ryc. 2. Fragment profilu podłużnego dna (niebieska linia) i zwierciadła wody (czarna linia) -charakterystyczne osiadanie Noteci Leniwej. (Monografia... 1985).

Średnie wielkości przepływów na odcinku drogi wodnej Wisła – Odra, z lat 1976 – 1980 przedstawia rycina 3. Zaznacza się wyraźny deficyt wody w obszarze od szczytowego stanowiska Kanału Bydgoskiego do ujścia rzeki Gwdy. Ma to wpływ na prowadzoną gospodarkę wodną, w tym warunki żeglugowe.



Ryc. 3. Średnie wielkości przepływów w Noteci oraz jej dopływów (na podstawie danych RZGW Bydgoszcz).

Wyniki

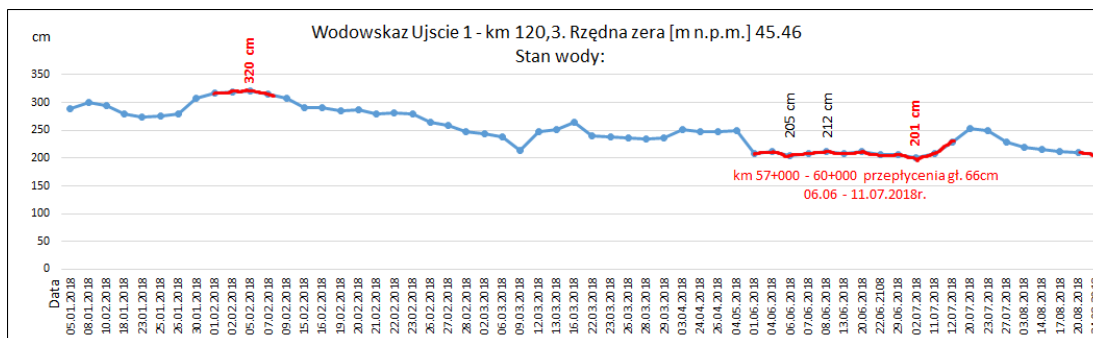
Ekstremalne stany wody w kontekście możliwości wykorzystania szlaku żeglownego dotyczą sytuacji zarówno maksymalnych (WW) jak i minimalnych (NW) wartości. Taka sytuacja hydrologiczna ma bezpośrednie przełożenie na bezpieczeństwo żeglugi. Sytuacja taka miała miejsce w roku 2018, objętym szczegółowym analizom.

Wysoka woda w szlaku nawigacyjnym Noteci Leniwej od km 106 do km 57

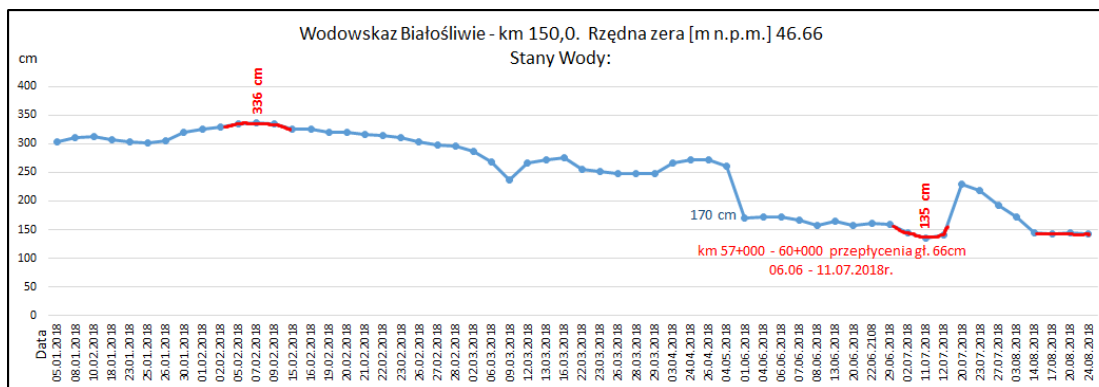
W badanym okresie 2018 roku fragment drogi wodnej – Notec Leniwa, charakteryzował się spadkiem odnotowywanych poziomów wód, od stanów alarmowych (luty) do zakresu stanów niskich (maj/czerwiec). Szczegółowy przebieg stanów wód na wodowskazach w Ujściu i Białośliwiu przedstawiono na rycinach 4 i 5.

Stan alarmowy dla wodowskazu w Ujściu wynosi 330 cm. Stan alarmowy nie został przekroczony w analizowanym okresie ale pod piętrzył zwierciadło wody Noteci Leniwej powyżej 102 km, a stan ostrzegawczy (310 cm) przekroczony był przez 3 dni. Pozostałe stany charakterystyczne dla wodowskazu Ujście wynoszą (cm): SWW 315; SSW 252; SNW 190; WWŻ 325.

Stan alarmowy dla wodowskazu Białośliwie wynosi 330 cm – przekroczony został w analizowanym okresie 3 dni, a stan ostrzegawczy (280 cm) był przekroczony przez następne 11 dni. Stany charakterystyczne dla profilu wodowskazowego wynoszą (cm): SWW 292; SSW 209; SNW 143.



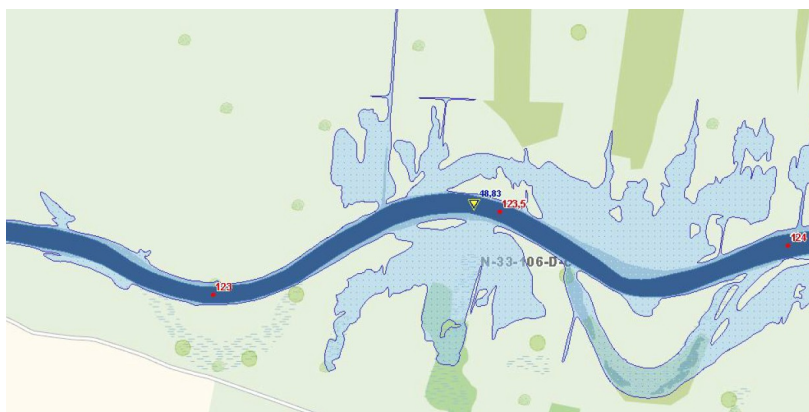
Ryc. 4. Stany wody na wodowskazie Ujście w okresie od 5 maja do 24 sierpnia 2018r (IMGW-PIB).



Ryc. 5. Stany wody na wodowskaziu Białośliwie na przełomie sezonu nawigacyjnego 2018r.(IMGW-PIB)

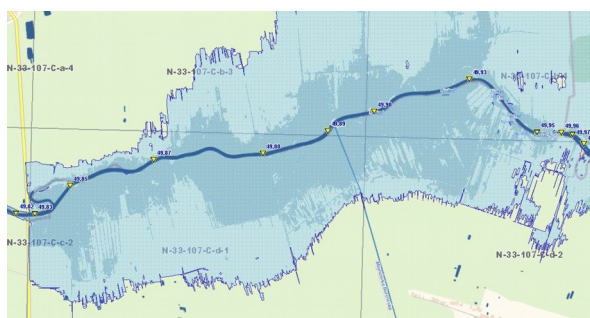
Ekstremalny stan wody na wodowskaziu w Ujściu wynosił w dniu 5 lutego 2018 - 320 cm. Stąd wynika, że stan alarmowy został przekroczony o 7 cm w rejonie wodowskazu Ujście, uwzględniając lokalne warunki spiętrzenia wód Noteci od km 102,5. Na ryc. 6 przedstawiono sytuację wystąpienia wody poza koryto w rejonie wodowskazu Ujście.

Sytuacja ekstremalna, stanowiąca ryzyko wystąpienia wody z koryta rzeki istnieje przy rzędnej lustra wody 48,83 m n.p.m. Przy takim stanie szlak żeglowny jest nieokreślony od km 102,5 do km 54,0 drogi wodnej Wisła – Odra.



Ryc. 6. Mapa zagrożenia powodziowego na Noteci Leniwej w rejonie Ujścia. (<https://wody.isok.gov.pl>)

Uwzględniając dane przedstawione na rycinie 5, w profilu wodowskazowym w Białośliwiu stan alarmowy został przekroczony o 6 cm. W sytuacji tej obszar zagrożony powodzią przy rzędnej lustra wody 49,83 m n.p.m. prezentuje rycina 7, natomiast rozlewisko Noteci Leniwej z brakiem zaznaczonego przebieg szlaku żeglownego przedstawiono na fotografii 1.



Ryc. 7. Wodowskaz Białośliwie. Mapa zagrożenia powodziowego z głębokością wody 10% (<https://wody.isok.gov.pl>)



Fot. 1. Widok w kierunku wschodnim z mostu w Białośliwiu, stan wody 334 cm. (fot. autora, 3.02.2018).

W ostatnich latach omówiona sytuacja hydrologiczna jest cykliczna, co utrudnia prowadzenie żeglugi. Głównym czynnikiem decydującym o ich zaistnieniu jest czynnik opadowy bądź roztopowy, jednakże Notec Leniwa posiada jeszcze unikalne cechy morfogenetyczne warunkujące zaistnienie niekorzystnej sytuacji hydrologicznej. Należą do nich: zróżnicowanie wysokościowe terenu Doliny Toruńsko-Eberswaldzkiej, warunki morfologiczne koryta (wypłylenie koryta wynikające z nagromadzenia osadów), rozwoju roślinności wodnej w okresie letnim, zarządzania systemem melioracji w badanym obszarze, utworów powierzchniowych występujących w zlewni.

Zasięg wezbrań na omawianym odcinku drogi wodnej E70 – ze szczególnym uwzględnieniem Noteci Leniwej przedstawiono na rycinie 8.



Ryc. 8. Mapa przedstawiająca ocenę ryzyka powodziowego na omawianym obszarze. https://isokmapy.kzgw.gov.pl/imap_kzgw/?gpmap=gpWORP

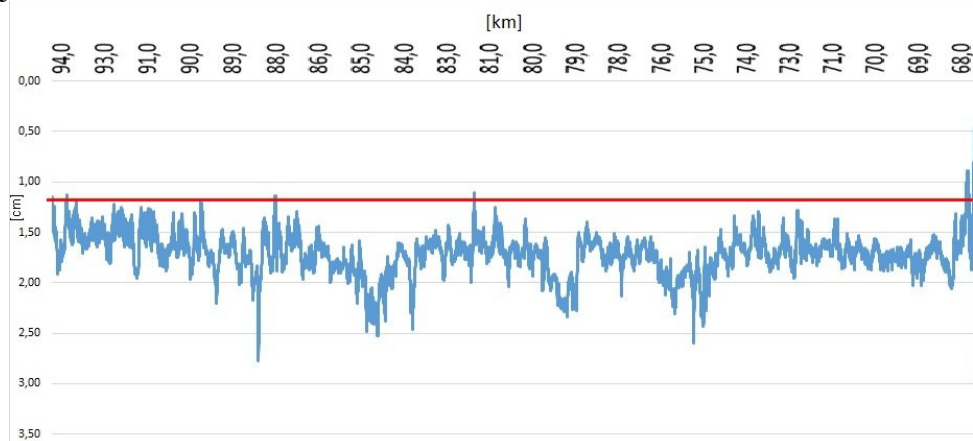
Niska woda w szlaku nawigacyjnym Noteci Leniwej od km 57 do km 106

Równie niekorzystnym zjawiskiem dla prowadzenia bezpiecznej żeglugi jest niedobór wody w korycie rzeczonym. Sytuacja hydrologiczna na Noteci Leniwej w zakresie ekstremalnie niskiej wody wystąpiła na przełomie wiosny i lata 2018 roku. Sytuację tę poprzedził ekstremalnie wysoki okres stanów wody w okresie wiosennym. Na przełomie kwietnia i maja za pomocą urządzeń hydrotechnicznych (jazów) na Noteci Dolnej poniżej Ujścia (km 106), obniżono stany wody Noteci Leniwej i jej dopływów (w tym rowów melioracyjnych). Spowodowało to, że zostały naruszone parametry eksploatacyjne drogi wodnej odpowiadające klasie Ib.

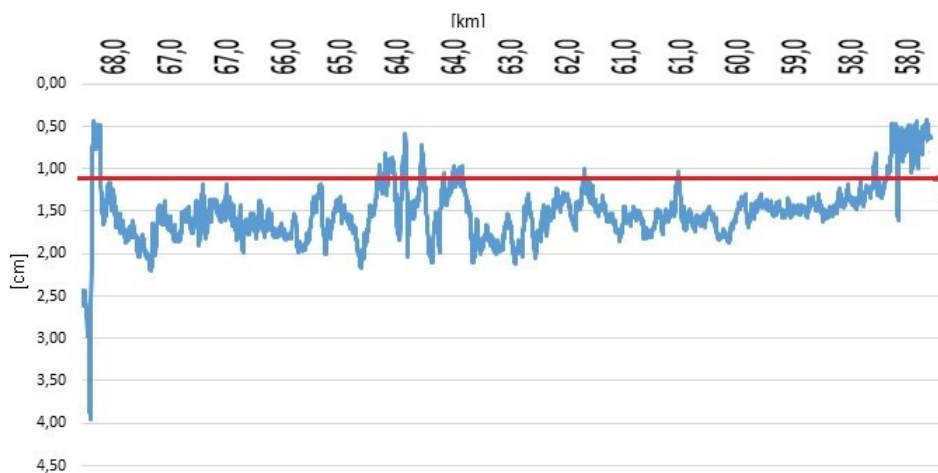
Niskie stany wody utrudniające żeglugę od km 94 do km 68 przedstawiono na ryc. 9, na rycinie 10 przedstawiono głębokości na fragmencie od km 68 do km 57.

Na odcinku od Milcza do Krostkowa głębokość tranzytowa (1,2 m) niespełniona została lokalnie, natomiast na odcinku od Krostkowa do ujścia Łobzonki warunki głębokościowe były zdecydowanie gorsze. W okolicach Osieka (km 61, km 62) występowało wypływanie utrudniające prowadzenie żeglugi, natomiast w okolicach km 55 – 56 żegluga była niemożliwa dla statku o zanurzeniu 0,8 m.

Sytuacja głębokościowa spełniająca wymagania głębokości tranzytowej umożliwiała prowadzenie żeglugi jedynie środkiem szlaku żeglownego. Głębokości lokalnie obniżały się do mniej niż 50 cm.



Ryc. 9. Głębokości szlaku żeglownego Noteci Leniwej występujące na odcinku Milcz – Krostkowo. Pomiary własne wykonane 29 maja 2018r.



Ryc. 10. Głębokości na Noteci leniwej pomiędzy Krostkowem a ujściem rzeki Łobzonka. Pomiary własne wykonane 30 maja 2018r

Dodatkowym elementem wpływającym na bezpieczną żeglugę było ograniczenie szerokości szlaku żeglownego w wyniku spadku zwierciadła wody w profilu podłużnym na całym odcinku. Odkryte zostały stożki dopływów, przymuliska i odsypiska na zakolach oraz linia brzegowa rzeki (fot.2).



Fot. 2. Obniżone lustro wody, odkryte brzozy Noteci Leniwej w rejonie Białośliwia (wł.)

Na uwagę zasługuje fakt, niekorzystnych warunków żeglugowych w obrębie stopnia wodnego Krostkowo. Jego parametry eksploatacyjne awanportu dolnego i górnego wynoszą poniżej 1 m. W czasie badań wejście dolne i górne stopnia wodnego Krostkowo nie spełniały wymagań parametrów dla klasy Ib.

Dyskusja

Notec Leniwa od Ujścia (106+000 km) do śluzy Gromadno (53+400), pod względem parametrów eksploatacyjnych w okresie badawczym nie spełnia wymogów klasy Ib. Jest to sytuacja tożsama z badaniami Habel i in. (2017), gdy również nie były spełnione zapisy rozporządzenia klasyfikacyjnego (Dz. U. 2002, Nr 77, poz. 695), gdy głębokości tranzytowe wynosiły 120 cm (przy SNW) oraz 160 cm (przy SW).

Tab. 2. Głębokości minimalne, maksymalne oraz średnie szlaku żeglownego odniesione do poziomu SW na odcinkach Noteci w 2014, 2015, 2018 roku. (Monografia..., 2017; RZGW Bydgoszcz)

Odcinki Noteci Leniwej	Głębokości szlaku żeglownego [m]								
	11-18 lipiec 2014			1-7 czerwiec 2015			29-30.06.2018		
	min	max	śr.	min	max	śr.	min	max	śr.
Wodowskaz Ujście – Wodowskaz Białośliwie (105+800 – 76+090 km)	0,89	2,78	2,06	1,03	3,28	1,85	1,00	-	1,25
Wodowskaz Białośliwie – Śluza Krostkowo (76+090 – 68+200 km)	0,96	2,07	1,55	0,41	2,14	1,41	-	-	0,80
Śluza Krostkowo – Śluza Gromadno (68+200 – 53+400 km)	0,23	2,15	1,29	0,26	2,24	0,69	0,50	-	0,50

W badanym okresie minimalne głębokości (poniżej 1,0 m) odnotowywane były na odcinku od wodowskazu Ujście do śluzy Gromadno (105+800 – 53+400 km) (tab.2). Głębokość tranzytowa dla klasy Ib (Notec skanalizowana) zapewniona była jedynie na niektórych odcinkach rzeki. Natomiast najniższe wartości dla średnich głębokości (poniżej

1,30 m) przypadły dla odcinka Śluza Krostkowo – Śluza Nakło Zachód (68+200 – 42+700 km).



Ryc. 11. Lokalizacja miejsc szczególnie uciążliwych dla żeglugi (głębokość poniżej 1m) (Warunki..... 2017).

Lokalizacja miejsc uciążliwych dla żeglugi na Noteci Leniwej (ryc. 11) nie zmienia się od wielu lat. Przyczyną jest nagromadzenie się osadów dennych w korycie oraz miejscowo na jej zakolach. Trwale utrzymujące się przymulisko zmienia promień zakola rzeki, a zwiększające powierzchnię odsypisko rozrasta się w kierunku płosa, wypływając je. W takiej sytuacji zmniejsza się szerokość szlaku żeglownego, wpływając na warunki nawigacyjne. Jest to sytuacja niekorzystna dla żeglugi. Rok 2018 był wyjątkowy w zakresie małych przepływów, które ze względu na zaistniałą suszę hydrologiczną średnio wynosiły 23,2 – 24,0 m³/s na wodowskazie w Ujściu (IMGW PIB), uniemożliwiając prowadzenie żeglugi.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań, dotyczących wpływu występowania ekstremalnych sytuacji hydrologicznych na możliwości żeglugowe Noteci Leniwej, stwierdzono że:

1. Przebieg procesów fluwialnych oraz brak systematycznych prac związanych z utrzymaniem szlaku żeglownego, przyczyniają się do systematycznego pogarszania się stanu drogi wodnej.
2. Dodatkowe utrudnienie przy prowadzeniu żeglugi na Noteci Leniwej, stanowi bujnie rozwijająca się w okresie wegetacyjnym roślinność wodna.
3. W miejscach niespełniających parametrów eksploatacyjnych wymaganych dla danej klasy drogi wodnej, należy przeprowadzić prace bagrownicze.
4. Wskazane jest również przywrócenie funkcji systemu melioracji w dolinie Noteci Leniwej, co przyczyni się do utrzymania stanu wód na poziomie eksploatacyjnym, niezależnie od sytuacji hydrologicznej.
5. Dodatkowo w przypadku niskich stanów wody należy wystawiać oznakowanie pływające przebiegu szlaku żeglownego i oznakowanie wzrokowe wysokości prześwitów pod mostami przy wodzie wysokiej.
6. Natomiast podstawowym problemem dla ciągłości prowadzenia żeglugi na badanym odcinku jest zapewnienie głębokości tranzytowej niezależnie od sytuacji hydrologicznej, co może być wykonane jedynie poprzez racjonalną gospodarkę wodną obejmującą całą zlewnię Noteci.

Literatura

1. W. Galor, A. Galor, G. Nadolny, M. Zuzelska, in *Nawigacyjno-hydrograficzne aspekty żeglugi morsko-rzecznej w Polsce*, praca zbiorowa A. Weintrit (Wyd. Akademii Morskiej, Gdynia, 2010), p. 412.
2. A. Arkuszewski, *Monografia śródlądowych dróg wodnych* (Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1985), p. 537.
3. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 maja 2002 r. w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych* (Dz. U. 2002, Nr 77, poz. 695) <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20020770695>.
4. Michał Habel, Dawid Szatten, Grzegorz Nadolny, Warunki hydrologiczno-nawigacyjne polskiego odcinka Międzynarodowej Drogi Wodnej E70 (Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk 2017)
5. <http://www.wody.gov.pl/sytuacja-hydrologiczno-nawigacyjna>
6. <http://instytutmeteo.pl/aktualne-stany-rzek-w-polsce>
7. Portal „Informatyczny System Osłony Kraju” Państwowe Gospodarstwo Wodne „Wody Polskie” (<https://wody.isok.gov.pl>).
8. Strona internetowa:
http://pogodynka.pl/http/assets/products/hydro/ROK_2018/tbh_2018-05-29.pdf