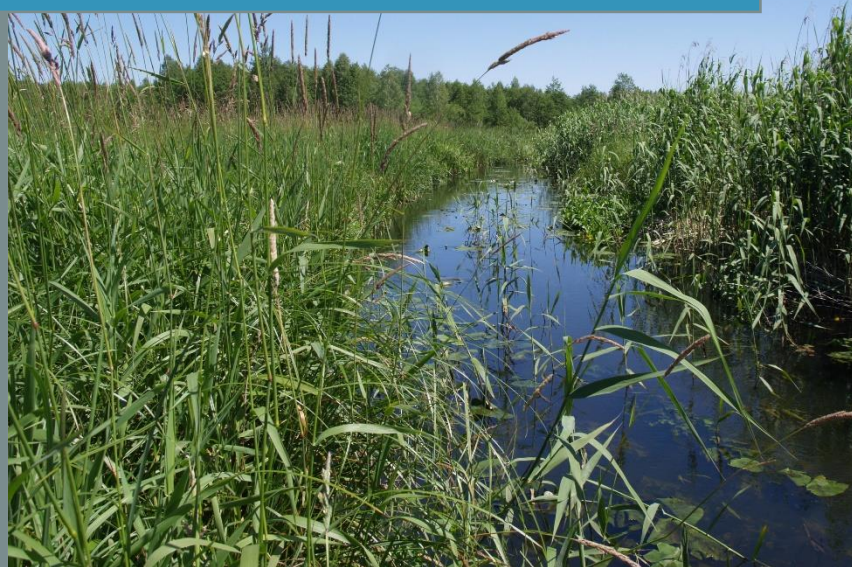




LIFE13 NAT/PL/000050 Renaturyzacja sieci hydrograficznej w Basenie Środkowym doliny Biebrzy. Etap II.

# Raport roczny z monitoringu zasobów wodnych: Analiza wyników pomiarów natężenia przepływu w ciekach Środkowego Basenu doliny Biebrzy w roku hydrologicznym 2016



Dr Mateusz Grygoruk  
Stowarzyszenie Niezależnych Inicjatyw Nasza Natura

Listopad, 2016



## Spis treści

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Streszczenie.....                                                                  | 4  |
| Summary .....                                                                      | 5  |
| 1. Wstęp .....                                                                     | 6  |
| 2. Warunki hydrologiczno-meteorologiczne .....                                     | 7  |
| 3. Pomiary natężenia przepływu i interpretacja wyników pomiarów .....              | 8  |
| 4. Literatura .....                                                                | 12 |
| 5. Załączniki.....                                                                 | 13 |
| Załącznik 1. Płyta DVD z danymi oraz elektroniczną formą niniejszego raportu. .... | 13 |

## Streszczenie

W niniejszym raporcie przedstawiono wyniki pomiarów hydrometrycznych natężenia przepływu prowadzonych w wybranych profilach rz. Jegrzni, rz. Ełk, Kan. Rudzkiego i Kan. Woźnawiejskiego w roku hydrologicznym 2016. W każdym profilu wykonano od 1 do 4 pomiarów natężenia przepływu w zróżnicowanych warunkach hydrologicznych (stany wody w strefie stanów niskich, średnich i wysokich). Wyniki pomiarów pozwalają na wstępne potwierdzenie skuteczności działania jazu w Kan. Woźnawiejskim na poprawę rozrządu wody w węźle Jegrznia-Kan. Woźnawiejski. Oceniono, że przed rozpoczęciem funkcjonowania jazu, jedynie 20% przepływu rz. Jegrzni zmierzonego przy moście betonowym w Kuligach (profil nr 13) trafiało do starego koryta Jegrzni (pomiar prowadzono w profilu nr 1 w m. Ciszewo). Po rozpoczęciu piętrzenia wody przez jaz stwierdzono, że udział przepływu dolnej Jegrzni (Ciszewo) w przepływie Jegrzni (Kuligi Most Betonowy) wzrósł do 80%. W celu głębszej analizy zróżnicowania przepływów badanych rzek należy prowadzić dalsze pomiary natężenia przepływu.





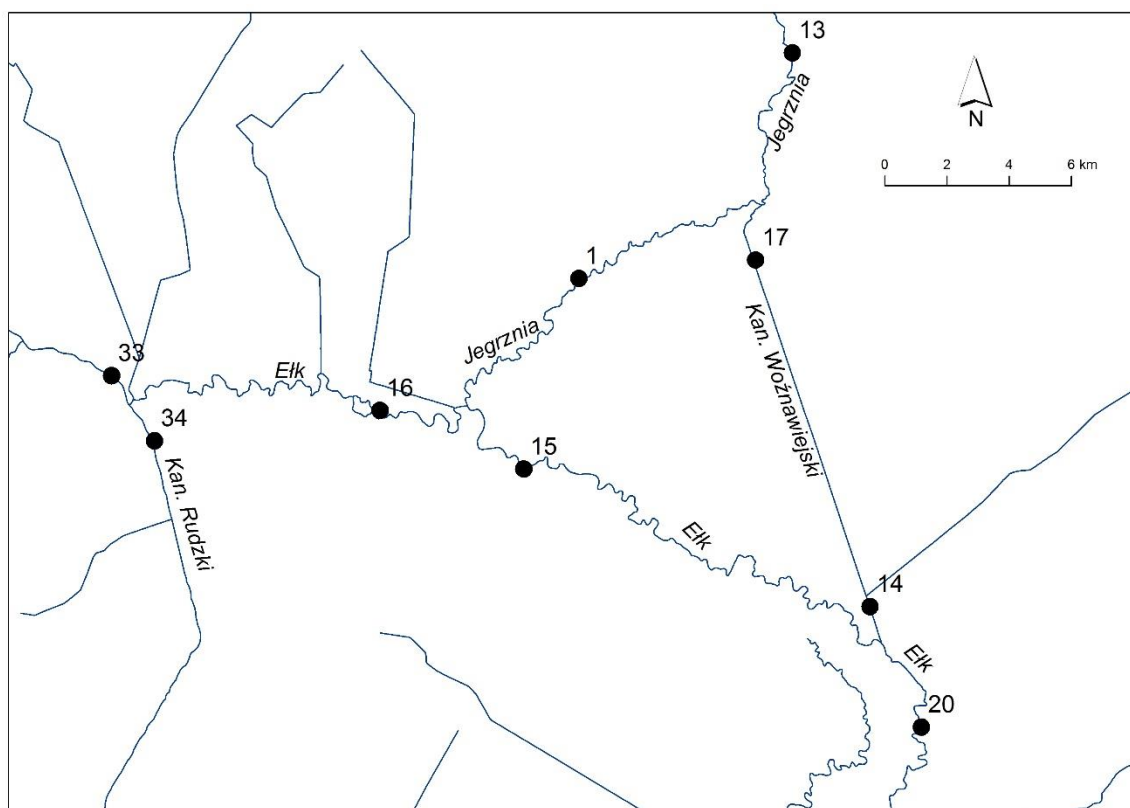
## Summary

In this report results of discharge measurements done in 2016 in selected profiles located on Jegrznia River, Elk river and Canals: Woznawiejski and Rudzki are presented. In each of the selected profiles from 1 up to 4 discharge measurements were done in different hydrological conditions covering low, medium and high water levels. Results of the measurements have preliminarily confirmed that the function of weir constructed in the upper stretch of Woznawiejski Canal allowed to improve water relocation between the canal and lower Jegrznia. Before the weir was launched, only approximately 20% of upper Jegrznia's discharge (measured in the profile no. 13 – Kuligi – Most Betonowy) was transferred to the lower part (measured in the profile 1 – Ciszewo). After the weir's damming function was initiated it was observed that the share of lower Jegrznia's discharge (Ciszewo) in the total volume of upper Jegrznia discharge (Kuligi – Most Betonowy) reached as high as 80%. It is advised to continue discharge measurements in order to be able to provide more insight into the variability of hydrological situation of the area of research.



## 1. Wstęp

Celem opracowania jest zestawienie w jednolitej formie wyników pomiarów natężenia przepływu rz. Jegrzni, rz. Ełk, Kan. Woźnawiejskiego oraz Kan. Rudzkiego, wykonanych w roku hydrologicznym 2016 w ramach projektu LIFE13 NAT/PL/000050 Renaturyzacja sieci hydrograficznej w Basenie Środkowym doliny Biebrzy. Etap II, współfinansowanego przez instrument finansowy LIFE+ Komisji Europejskiej, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Biebrzański Park Narodowy. Pomiary wykonano w 4 kampaniach pomiarowych (grudzień 2015, marzec i maj 2016, czerwiec 2016 oraz październik 2016) w dziewięciu wybranych punktach monitoringu (Rys. 1.1).



Rys. 1.1. Lokalizacja punktów pomiaru natężenia przepływu.

Lokalizacje pomiarowe są położone w charakterystycznych miejscach istotnych z punktu widzenia obliczeń bilansu wodnego:

- punkt 33 – rz. Ełk w m. Modzelówka,
- punkt 34 – Kan. Rudzki w m. Modzelówka,
- punkt 16 – rz. Ełk w uroczysku Dębiec,
- punkt 15 – rz. Ełk w okolicach m. Kapice,

- punkt 1 – rz. Jęgrznia w m. Ciszewo,
- punkt 13 – rz. Jęgrznia w m. Kuligi, przy moście betonowym,
- punkt 17 – Kan. Woźnawiejski powyżej jazu,
- punkt 14 – Kan. Woźnawiejski poniżej ujścia Rowu spod Polkowa,
- punkt 20 – rz. Ełk poniżej ujścia Kan. Woźnawiejskiego.

Dodatkowo, przed rozpoczęciem roku hydrologicznego 2016 wykonano serię pomiarów pilotażowych, których wyniki również umieszczono w niniejszym raporcie.

## 2. Warunki hydrologiczno-meteorologiczne

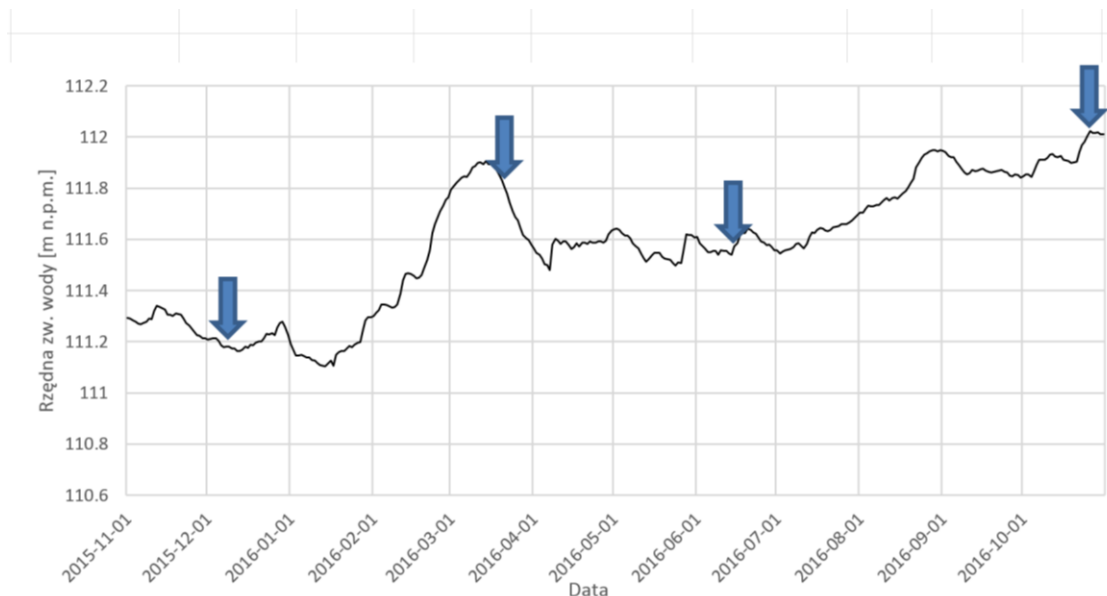
Rok hydrologiczny 2016 był wilgotniejszy i cieplejszy niż średni rok z wielolecia (Grygoruk, 2016). Średnia temperatura powietrza na obszarze wdrażania projektu wynosiła około 8,4 °C i była wyższa o około 0,5 °C niż średnia temperatura powietrza z wielolecia z lat 2012-2016. Roczna suma opadów zmierzona na stacji Białystok wyniosła 939 mm (wartość niewiarygodna, jednak oficjalna, podana na podstawie danych meteorologicznych ze stacji Białystok, szczegóły – vide Grygoruk, 2016) i była wyższa od średniej rocznej sumy opadów wynoszącej 640 mm za lata 2012-2016. Stany wód głównych rzek analizowanego obszaru przez większą część roku hydrologicznego 2016 układały się w strefie stanów średnich oraz w strefie stanów niskich. Częstość występowania stanów wysokich była najwyższa w profilu 1 (Jęgrznia – Ciszewo) oraz 14 (Kan. Woźnawiejski Dół). Najmniejszą częstość występowania stanów wysokich stwierdzono w profilu 15 (Kapice) na rz. Ełk (Tab. 2.1.).

Tab. 2.1. Sytuacja hydrologiczna wybranych rzek obszaru badań w roku hydrologicznym 2016. Źródło danych: BbPN.

| Profil pomiarowy                              |                                         | 13 - Jęgrznia<br>- Kuligi most<br>betonowy | 1- Jęgrznia<br>- Ciszewo | 14 - Kan.<br>Woźnawiejski-<br>Dół | 15 - Ełk<br>- Kapice | 20 - Ełk -<br>Dół |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------|
| Granice<br>stref stanów<br>wody<br>[m n.p.m.] | Dolna granica strefy<br>stanów wysokich | 113.46                                     | 111.85                   | 109.86                            | 109.70               | 109.24            |
|                                               | Górna granica strefy<br>stanów niskich  | 112.84                                     | 111.37                   | 109.38                            | 109.29               | 108.62            |
| Częstość<br>wystąpień<br>[dni]                | Stany wysokie                           | 17                                         | 78                       | 53                                | 6                    | 32                |
|                                               | Stany średnie                           | 210                                        | 186                      | 225                               | 185                  | 249               |
|                                               | Stany niskie                            | 139                                        | 102                      | 88                                | 175                  | 85                |

Sytuacja hydrologiczna w roku 2016 była jednak niestandardowa. Pod dwóch bardzo suchych lat, w tym szczególnie suchej jesieni 2015 r., nastąpił rok wilgotny. Apogeum

opadów przypadało na okres lata (lipiec-sierpień) oraz jesieni (październik) co spowodowało w tych okresach wystąpienie wezbrań. O ile wezbranie wiosenne, o genezie roztopowej wspomaganej zapewne działaniami gospodarki wodnej na jez. Rajgrodzkim było bardzo wyraźne (stany wody Jęgrzni w Ciszewie sięgały 111.90 m n.p.m.), o tyle następujący w okresie letnim ciągły wzrost stanów wody sprawił, że najwyższe stany Jęgrzni w 2016 r. zanotowano w październiku (około 112.00 m n.p.m.; Rys. 2.1). Zróżnicowana sytuacja hydrologiczna cieków badanego obszaru pozwoliła na przeprowadzenie pomiarów natężenia zarówno w strefie stanów niskich (07.12.2015 r.), strefie stanów średnich (23.04; 13.06.2016 r.) jak i w strefie stanów wysokich (27.10.2016 r.; Rys. 2.1).



Rys. 2.1. Hydrogram stanów wody rz. Jęgrzni w profilu Ciszewo z oznaczonymi okresami przeprowadzenia pomiarów natężenia przepływu. Źródło danych: BbPN (Grygoruk, 2016).

### 3. Pomiary natężenia przepływu i interpretacja wyników pomiarów

Pomiary natężenia przepływu wykonywano z użyciem przepływomierza profilującego, wykorzystującego zjawisko Dopplera, marki SONTEK, model River Surveyor S5 oraz pływakiem zdalnie sterowanym wraz z oprzyrządowaniem do zdalnego sterowania firmy TELEDYNE OCEANSCIENCE, model Q-Boat 1800P. Wszystkie pomiary wykonano w obecności pracowników Biebrzańskiego Parku Narodowego. Pomiary natężenia przepływu w profilu powtarzano do chwili uzyskania min. 5% zgodności dwóch kolejnych wykonanych po sobie pomiarów, w celu zapobieżenia wystąpienia błędów. Wyniki pomiarów w formie analogowych i numerycznych kart pomiaru były na bieżąco przekazywane Zamawiającemu, niezwłocznie pod wykonaniu pomiaru i opracowaniu jego wyników. Karty wykonanych pomiarów przedstawiono w formie elektronicznej w załączniku 1. do niniejszej ekspertyzy.



Tab. 3.1. Wyniki pomiarów natężenia przepływu wykonanych w ciekach Środkowego Basenu doliny Biebrzy w roku hydrologicznym 2016. Oznaczenia w tabeli: Q – średni przepływ chwilowy, A – pole powierzchni przekroju poprzecznego, w którym wykonano pomiar; Vśr – średnia prędkość przepływu w danym profilu pomiarowym; Vmax – najwyższa zmierzona prędkość przepływu w profilu pomiarowym; Tmax – największa zmierzona głębokość w profilu pomiarowym.

| Punkt | Data                    | Godzina pomiaru | Q [m³/s] | A [m²] | Vśr [m/s] | Vmax [m/s] | Tmax [m] |
|-------|-------------------------|-----------------|----------|--------|-----------|------------|----------|
| 1     | 2015-12-07              | 10:10           | 0.227    | 3.694  | 0.063     | 0.629      | 1.495    |
| 1     | 2016-03-23              | 10:40           | 1.968    | 16.711 | 0.119     | 0.73       | 2.039    |
| 1     | 2016-06-15              | 12:10           | 0.423    | 10.872 | 0.039     | 0.69       | 1.823    |
| 1     | 2016-10-26              | 15:05           | 1.227    | 19.571 | 0.063     | 2.351      | 2.28     |
| 13    | 2015-12-07              | 10:45           | 1.431    | 4.292  | 0.334     | 0.718      | 0.695    |
| 13    | 2016-03-23              | 11:35           | 4.125    | 8.501  | 0.528     | 1.172      | 1.623    |
| 13    | 2016-06-15              | 11:30           | 0.749    | 5.577  | 0.135     | 0.606      | 0.943    |
| 13    | 2016-10-26              | 15:40           | 1.5      | 12.446 | 0.122     | 1.059      | 1.585    |
| 14    | 2015-12-07              | 12:55           | 0.476    | 2.321  | 0.206     | 0.766      | 0.374    |
| 14    | 2016-03-23              | 13:05           | 3.084    | 8.385  | 0.368     | 0.884      | 1.142    |
| 14    | 2016-05-16              | 11:00           | 1.345    | 3.951  | 0.342     | 0.663      | 0.969    |
| 14    | 2016-10-26              | 15:30           | 0.68     | 2.978  | 0.229     | 0.661      | 0.859    |
| 15    | 2015-12-04              | 12:15           | 0.435    | 10.009 | 0.044     | 0.737      | 1.257    |
| 15    | 2016-03-24              | 13:40           | 2.392    | 12.714 | 0.188     | 1.082      | 1.815    |
| 15    | 2016-06-13              | 12:25           | 0.357    | 9.192  | 0.04      | 0.609      | 1.449    |
| 16    | 2015-12-04              | 11:05           | 0.014    | 14.209 | 0.001     | 0.353      | 1.361    |
| 17    | 2015-12-07 <sup>1</sup> | 12:30           | 0.42     | 2.725  | 0.154     | 0.656      | 0.563    |
| 17    | 2016-03-23 <sup>1</sup> | 12:10           | 3.086    | 8.379  | 0.369     | 0.687      | 1.062    |
| 17    | 2016-06-15 <sup>2</sup> | 12:40           | 0.359    | 4.934  | 0.072     | 0.859      | 0.576    |
| 17    | 2016-10-26 <sup>2</sup> | 16:45           | 0.894    | 5.367  | 0.167     | 0.454      | 0.67     |
| 20    | 2015-12-04              | 13:55           | 1.135    | 5.497  | 0.235     | 1.068      | 1.626    |
| 20    | 2016-05-16              | 10:00           | 2.798    | 8.806  | 0.326     | 1.09       | 2.379    |
| 20    | 2016-06-13              | 15:20           | 0.742    | 5.974  | 0.138     | 0.994      | 2.109    |
| 20    | 2016-10-26              | 14:25           | 1.975    | 9.107  | 0.221     | 0.801      | 2.267    |
| 33    | 2015-12-04              | 10:15           | 3.81     | 9.409  | 0.405     | 0.782      | 0.715    |
| 33    | 2016-03-24              | 10:00           | 14.445   | 28.284 | 0.511     | 1.127      | 1.471    |
| 33    | 2016-06-13              | 09:55           | 2.788    | 13.01  | 0.215     | 0.586      | 0.878    |
| 33    | 2016-10-26              | 13:50           | 5.201    | 20.563 | 0.253     | 0.629      | 1.178    |
| 34    | 2015-12-04              | 09:45           | 4.712    | 10.958 | 0.431     | 1.015      | 0.965    |
| 34    | 2016-03-24              | 10:35           | 15.567   | 32.921 | 0.473     | 1.3        | 2.319    |
| 34    | 2016-06-13              | 09:30           | 2.221    | 13.337 | 0.167     | 0.974      | 1.354    |
| 34    | 2016-10-26              | 13:00           | 6.885    | 30.319 | 0.229     | 1.057      | 2.482    |

<sup>1</sup> Pomiary wykonane przed rozpoczęciem funkcjonowania jazu.

<sup>2</sup> Pomiary wykonane poniżej jazu, w warunkach funkcjonowania jazu.

Wyniki pomiarów (Tab. 3.1 i 3.2) wskazują, że najważniejszym z punktu widzenia objętości prowadzonej wody ciekim analizowanego obszaru jest Kan. Rudzki w profilu 34 (poniżej Modzelówki). Średnia uzyskana wartość chwilowych przepływów na podstawie wykonanych pomiarów w czterech kampaniach pomiarowych wyniosła w tym profilu 7,35 m<sup>3</sup>/s. Na podstawie zestawienia tej wartości ze średnią z pomiarów wykonanych w profilu 33 (Ełk powyżej Modzelówki) wynoszącą 6,56 m<sup>3</sup>/s można domniemywać, że różnica tych wartości wynika z objętości wody dopływającej do rz. Ełk (Kan. Rudzkiego) Kanałem Kuwaskim (około 0,785 m<sup>3</sup>/s). Zróżnicowanie wartości wyników pomiarów odzwierciedla prawidłowość doboru okresów pomiarów stanów wody, które w roku hydrologicznym 2016 pokryły szerokie spektrum stanów wody zarówno w strefach niskich, średnich jak i wysokich stanów wody.

Tab. 3.2. Wyniki pomiarów natężenia przepływu wykonanych w ciekach Środkowego Basenu doliny Biebrzy w roku hydrologicznym 2015 – seria pilotażowa. Oznaczenia w tabeli: Q – średni przepływ chwilowy, A – pole powierzchni przekroju poprzecznego, w którym wykonano pomiar; Vśr – średnia prędkość przepływu w danym profilu pomiarowym; Vmax – najwyższa zmierzona prędkość przepływu w profilu pomiarowym; Tmax – największa zmierzona głębokość w profilu pomiarowym.

| Punkt | Data                    | Godzina pomiaru | Q [m <sup>3</sup> /s] | A [m <sup>2</sup> ] | Vśr [m/s] | Vmax [m/s] | Tmax [m] |
|-------|-------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------|------------|----------|
| 1     | 2015-10-06              | 11:20           | 0.449                 | 11.043              | 0.041     | 0.437      | 1.654    |
| 1     | 2015-10-06              | 11:30           | 0.445                 | 11.254              | 0.04      | 0.314      | 1.625    |
| 13    | 2015-10-06              | 12:25           | 0.763                 | 5.863               | 0.132     | 0.734      | 1.054    |
| 14    | 2015-10-06              | 13:50           | 0.493                 | 2.477               | 0.202     | 0.813      | 0.37     |
| 15    | 2015-10-05              | 13:05           | 0.367                 | 15.199              | 0.024     | 0.489      | 1.348    |
| 16    | 2015-10-05              | 16:40           | 0.059                 | 9.933               | 0.006     | 0.449      | 1.445    |
| 17    | 2015-10-06 <sup>3</sup> | 14:25           | 0.508                 | 4.661               | 0.108     | 0.912      | 0.74     |
| 20    | 2015-10-05              | 14:50           | 0.782                 | 8.629               | 0.091     | 0.613      | 1.7      |
| 20    | 2015-10-05              | 14:50           | 0.753                 | 9.067               | 0.083     | 0.451      | 1.703    |
| 33    | 2015-10-05              | 11:15           | 2.369                 | 9.07                | 0.261     | 0.727      | 0.715    |
| 33    | 2015-10-05              | 11:20           | 2.371                 | 9.491               | 0.25      | 0.612      | 0.668    |
| 34    | 2015-10-05              | 13:10           | 2.356                 | 13.019              | 0.181     | 0.574      | 1.302    |

Ze względu na przeprowadzenie serii pomiarów natężenia przepływu w profilach nr 13 (rz. Jęgrznia, Kuligi, Most Betonowy), 17 (Kan. Woźnawiejski Góra) oraz 1 (Jęgrznia, Ciszewo) w tych samych dniach, można dokonać analizy rozrządu wody w węźle wodnym Jęgrznia – Kan. Woźnawiejski (Tab. 3.3).

<sup>3</sup> Pomiar wykonany przed rozpoczęciem funkcjonowania jazu.

Tab. 3.3. Analiza rozrządu wody w węźle Jegrznia-Kan. Woźnawiejski na podstawie wyników wykonanych pomiarów hydrometrycznych.

| Data       | Profil pomiarowy                         |                                   |                            | 1/13 |
|------------|------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------|
|            | 13<br>Jegrznia – Kuligi<br>Most Betonowy | 17<br>Kan. Woźnawiejski -<br>Góra | 1<br>Jegrznia -<br>Ciszewo |      |
| 2015-10-05 | 0.763                                    | 0.508                             | 0.447                      | 0.59 |
| 2015-12-07 | 1.431                                    | 0.420                             | 0.227                      | 0.16 |
| 2016-03-23 | 4.125                                    | 3.086                             | 1.968                      | 0.48 |
| 2016-06-15 | 0.749                                    | 0.359                             | 0.423                      | 0.56 |
| 2016-10-26 | 1.500                                    | 0.894                             | 1.227                      | 0.82 |

W pomiarach wykazano, że rozrząd wód w węźle Kan. Woźnawiejski – rz. Jegrznia zmieniał się wraz z sytuacją hydrologiczną oraz prowadzeniem działań związanych z rozpoczęciem piętrzenia wody w Kan. Woźnawiejskim, które nastąpiło w ostatnim tygodniu maja 2016 r. W okresie wczesnozimowym roku kalendarzowego 2015 (okres głębokiej niżówki) stwierdzono, że Kan. Woźnawiejski odgrywał zdecydowanie najważniejszą rolę w odbieraniu i transferze wód Jegrzni w kierunku południowym (jedynie 16% objętości wody płynącej w rzece Jegrzni w profilu Kuligi - Most betonowy było przekazywane do koryta dolnej Jegrzni). Sytuacja uległa niewielkiej zmianie w okresie wezbrań roztopowych, kiedy to w koryto dolnej Jegrzni trafiała niemal połowa wody doptywającej z górnych partii zlewni. Rozrząd wód w analizowanym węźle wodnym po rozpoczęciu trwałego piętrzenia wody w korycie Kan. Woźnawiejskiego uległ poprawie na rzecz przywrócenia rz. Jegrzni większych przepływów. W okresie wezbrań (ostatnia dekada października) zaznaczał się wysoki udział wód przekazywanych dolnej Jegrzni, przy znikomym, niższym niż 20% rozrządzie wody w koryto Kan. Woźnawiejskiego (Tab. 3.2). Na podstawie poczynionych obserwacji można zatem stwierdzić, że oddziaływanie piętrzenia wody w Kan. Woźnawiejskim odnosi założony skutek, a założenia projektowe zmiany rozrządu wody (m.in. podane w pracy Grygoruka i in., 2015) zostały spełnione. Jakkolwiek, wymaga to potwierdzenia w kolejnych latach hydrologicznych.

Najniższe przepływy stwierdzono w korycie tzw. Martwego Łku (profil 16 w okolicach uroczyska Dębiec), gdzie średni chwilowy przepływ osiągał wartości zbliżone do 0 (Tab. 3.1). Pomiary w tym profilu są jednak bardzo utrudnione ze względu na występującą bujną roślinność wodną oraz brak możliwości precyzyjnego określenia geometrii profilu pomiarowego (namuły, grząskie brzegi, trzcinowiska). Z tego względu, możliwe było wykonanie w tym profilu tylko jednego pomiaru natężenia przepływu. W zależności od możliwości i stanów wody w latach kolejnych, pomiary natężenia przepływu będą w tym profilu wykonywane z większą częstotliwością. Należy się spodziewać, że sytuacja ta ulegnie zmianie po zmianie rozrządu wody w węźle wodnym Modzelówka.

W kolejnych latach prowadzenia pomiarów zostaną wykreślone krzywe natężenia przepływu dla warunków hydrologicznych wszystkich analizowanych profili wodowskazowych. Na obecnym etapie (od 1 do 4 pomiarów w każdym z profili) wykreślenie krzywych natężenia przepływu jest niemożliwe z uwagi małą ilość danych.

#### 4. Literatura

- Grygoruk, M., 2016. Opracowanie wyników pomiarów hydrologiczno-meteorologicznych wykonanych w Środkowym Basenie Biebrzy w okresie 2012-2016. Raport BbPN, 44 pp.
- Grygoruk, M., Bańkowska, A., Jabłońska, E., Janauer, G.A., Kubrak, J., Mirosław-Świątek, D., Kotowski, W., 2015. Assessing habitat exposure to eutrophication in restored wetlands: model-supported ex-ante approach to rewetting drained mires. *Journal of Environmental Management* 152, 230-240.

## 5. Załączniki

Załącznik 1. Płyta DVD z danymi oraz elektroniczną formą niniejszego raportu.

- wersja \*.doc niniejszego raportu,
- wersja \*.pdf niniejszego raportu,
- wyniki pomiarów natężenia przepływu w roku hydrologicznym 2016