

3 Wody Narwiańskiego Parku Narodowego

Waldemar Mioduszeński • Jarosław Napiórkowski •
Tomasz Okruszko

Wprowadzenie

Stan środowiska przyrodniczego w dolinie Narwi w dużym stopniu zależy od występujących tu warunków wodnych, to jest od wielkości przepływów i stanów wody w rzece, poziomu wód gruntowych w dolinie oraz jakości wody. Zarówno jakość, jak i stany wody w granicach Parku Narodowego, pozostają pod wpływem czynników naturalnych i antropogenicznych panujących na obszarze całej zlewni Narwi, powyżej jego granic. Szczególną rolę odgrywa zbiornik Siemianówka oraz dopływy cieków w granicach Parku (MIODUSZEŃSKI, OKRUSZKO, 2001; BANASZUK 2004). Dlatego też gospodarka wodna na tym terenie musi również uwzględniać zewnętrzne uwarunkowania hydrologiczne i gospodarcze oraz uwarunkowania wynikające z faktu, że część doliny objętej ochroną jest wykorzystywana przez rolnictwo, głównie jako użytki zielone.

Zadania gospodarki wodnej mające na celu ochronę walorów przyrodniczych doliny Narwi obejmują:

- zapewnienie korzystnego stanu wód powierzchniowych i podziemnych oraz uwilgotnienia gleb organicznych, zgodnie z wymaganiami fauny i flory obszarów mokradłowych (ekosystemów wodnych i od wody zależnych);
- utrzymanie wielokorytowego charakteru rzeki Narwi;
- odtworzenie warunków wodnych zbliżonych do historycznych w dolinie Narwi, na obszarach Natura 2000, w tzw. strefie buforowej pomiędzy groblą Rzędziany a Żółtkami;
- realizację inwestycji technicznych i podejmowanie innych działań dla zapewnienia warunków wilgotnościowych odpowiednich dla bagiennego środowiska przyrodniczego;
- prawidłowe gospodarowanie wodą w zlewni górnej Narwi, w tym na zbiorniku Siemianówka, w aspekcie ochrony walorów przyrodniczych na terenie Narwiańskiego Parku Narodowego;
- utrzymanie natężenia przepływu w okresach wiosennych powodujących okresowe zalanie doliny, oraz zapewnienie minimalnego przepływu w okresie letnim, w tym utrzymanie wysokich stanów wód grun-

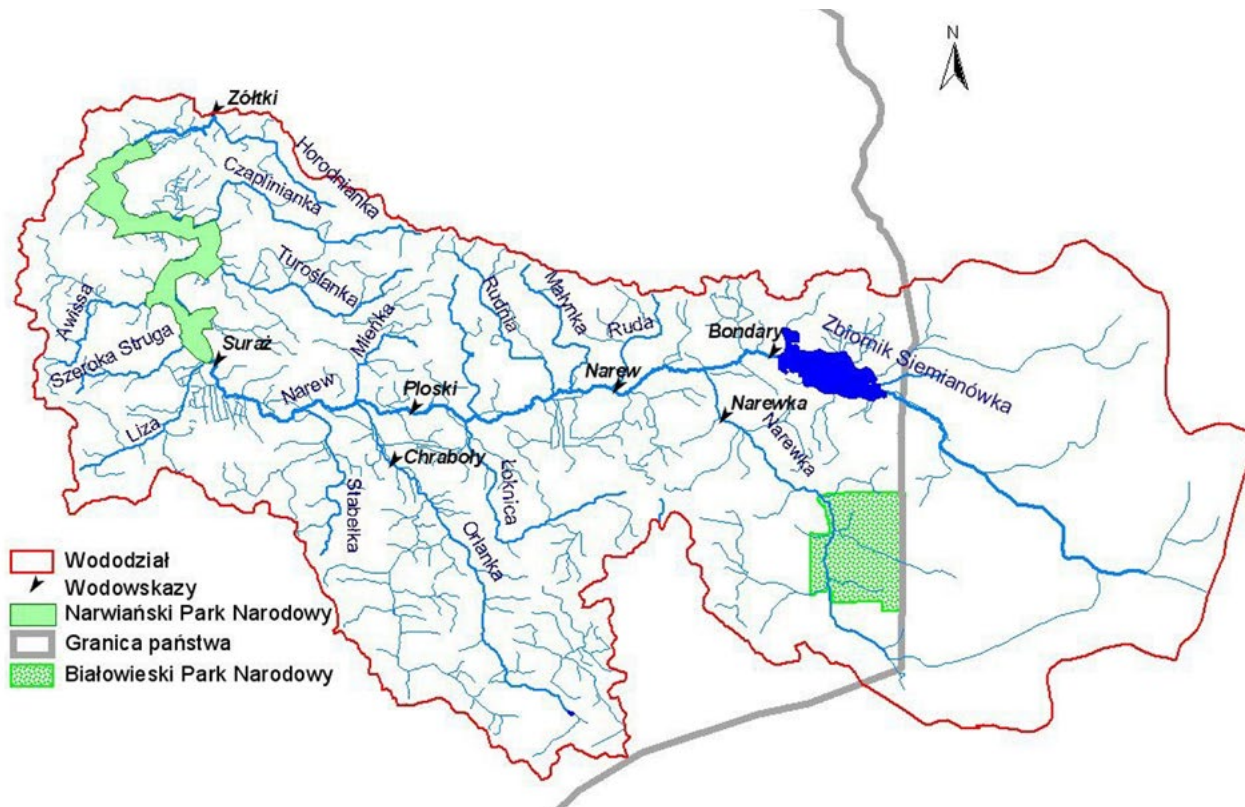
towych dla zaspokojenia potrzeb wodnych chronionych gatunków flory i fauny;

- regulację warunków wodnych w otoczeniu istniejącej grobli Rzędziany – Pańki, stanowiącej szczególną granicę Parku Narodowego, oddzielającą jego teren od tzw. strefy buforowej;
- zagwarantowanie odpowiednich stosunków wodnych w dolinach małych cieków (dopływów rzeki Narwi) na terenie Narwiańskiego Parku Narodowego, z uwzględnieniem potrzeb wodnych użytkownych rolniczo łąk i pastwisk zlokalizowanych w tych dolinach.

Sieć hydrograficzna górnej Narwi

Współczesna sieć hydrograficzna w dolinie górnej Narwi (Ryc. 3.1, 3.2) jest wynikiem zarówno naturalnych procesów, jak również częściowo oddziaływań antropogenicznych (GRADZIŃSKI i in. 2003; GRADZIŃSKI 2004; GRABIŃSKA, SZYMczyk 2012). Koryto rzeki jest bardzo zróżnicowane: od sztucznego „kanału” (Ryc. 3.3, 3.4) i naturalnego koryta o zwartym przekroju z wyraźnym nurtem wody, do zanikających odnóg koryt bocznych ze stojącą wodą. Biorąc pod uwagę obecny stan koryta rzeczno i jego antropogeniczne przekształcenia, górną część doliny rzeki Narwi można podzielić na sześć charakterystycznych odcinków (MIODUSZEŃSKI 1995):

- część źródłiskową, na terenie Białorusi, o stosunkowo naturalnym charakterze;
- zbiornik Siemianówka;
- odcinek pomiędzy zbiornikiem Siemianówka a Surazem – naturalne meandrujące koryto rzeki w łąkowej dolinie, z pojedynczymi rowami;
- odcinek chroniony w Narwiańskim Parku Narodowym pomiędzy Surazem a groblą Rzędziany – Pańki, z naturalną wielokorytową rzeką anastomozującą;
- odcinek pomiędzy groblą Rzędziany – Pańki a Żółtkami; tzw. strefa buforowa, w której została przeprowadzona regulacja rzeki, nie wykonano nato-



Ryc. 3.1 Sieć hydrograficzna górnej Narwi (oryg.)

miast planowanego systemu rowów odwadniająco-nawadniających;

- odcinek pomiędzy Żółtkami a ujściem Biebrzy; rzeka na tym odcinku jest uregulowana, a dolina zmeliorowana i wyposażona w system rowów odwadniająco-nawadniających (nawodnienia podsiąkowe).

Anastomozujący odcinek górnej Narwi chroniony na obszarze Parku Narodowego

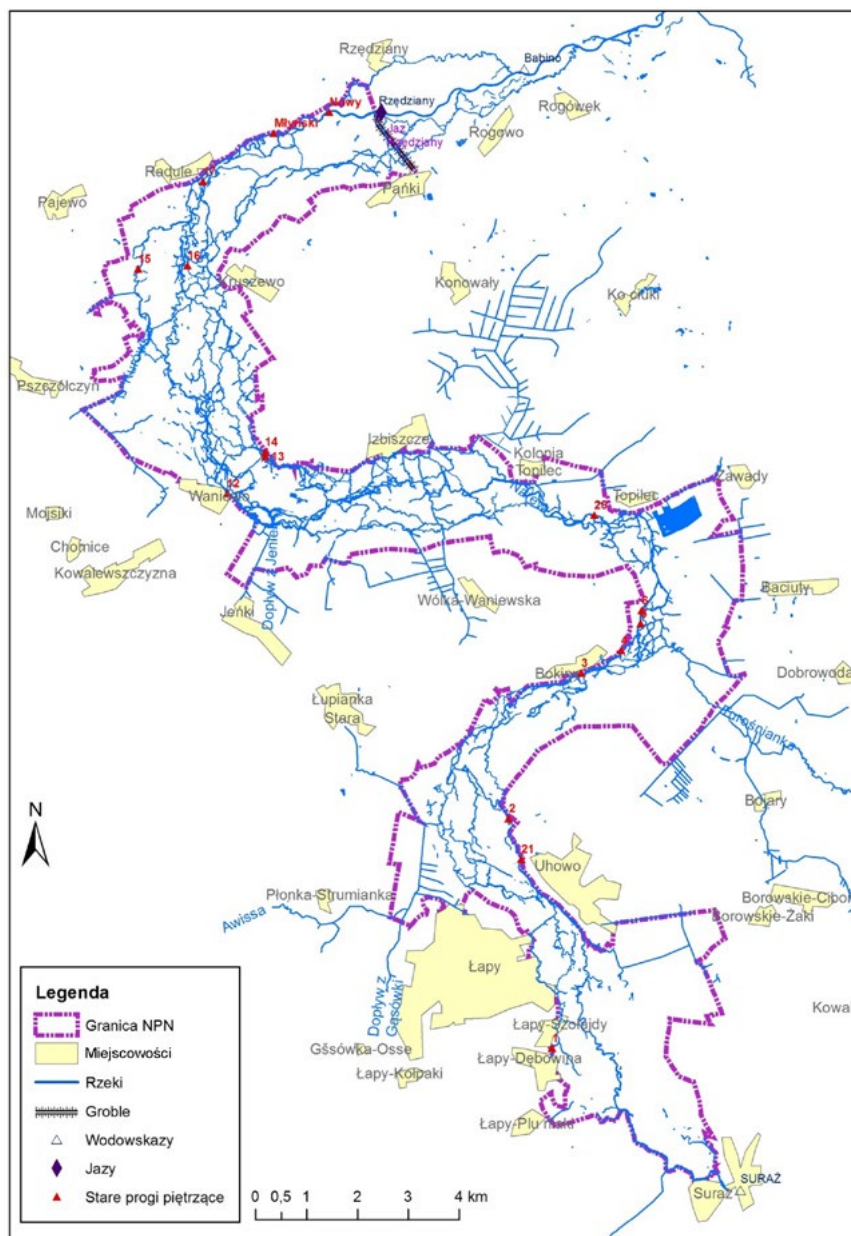
Naręw na obszarze Narwiańskiego Parku Narodowego (Ryc. 3.2) ma charakter typowy dla rzeki anastomozującej. Rzeki anastomozujące to rzeki płynące wieloma korytami, które rozdzielają się i ponownie scalają tworząc nieregularną sieć połączeń (MAKASKE 1998, 2001). Koryta mają małe spadki i są względnie głębokie. Między nimi występują różnej wielkości wyspy. W odróżnieniu od rzek meandrujących i warkoczowych, koryta i wyspy rzek anastomozujących są zasadniczo stabilne. Wzdłuż koryt większości rzek anastomozujących ciągną się wały, które powstają w naturalny sposób podczas wezbrań. Takich wałów nie mają m.in. bagienna Naręw i Okawango.

Naręw na omawianym odcinku płynie szeroką doliną ograniczoną niewysokimi wzniesieniami. Szerokość doliny waha się od 2 do 4 km, a spadek rzeki na tym odcinku

wynosi od 0,05‰ do 0,4‰. Zagęszczenie koryt, szerokości od kilku do kilkunastu metrów, jest zróżnicowane. Charakterystyczną cechą aktywnych koryt jest ich stosunkowo duża głębokość w porównaniu z szerokością i przeważnie jednoodzienny, zbliżony kształtem do prostokąta, kształt przekrojów. Główne koryta są głębokie, średnio na 4–5 m, a koryta podrzędne na około 1,5–3 m. Dominują koryta o stosunkowo małej krętości. Pomiedzy ramionami rzeki znajdują się wyspy o różnej wielkości i kształcie. Są one zbudowane z utworów organicznych i przeważnie silnie zarośnięte (GRADZIŃSKI i in. 2003), dlatego brzegi koryt oraz wyspy są na ogół stosunkowo stabilne i trwałe. Układ koryt w planie jest zróżnicowany, od prostego do meandrującego. W pobliżu bardzo krętych odcinków występują odcięte, zarośnięte koryta o charakterystycznym półksiężycowym kształcie, które przypominają starorzecza rzek meandrujących (TEISSEYRE 1992; GRADZIŃSKI i in. 2000). Koryta o większych rozmiarach i wielkości przepływu mogą być uznane za główne. Mogą one jednak stracić cechy koryt głównych w wyniku utraty sporej ilości wody na rzecz podrzędnych. Występuje również zjawisko odwrotne. Większość koryt jest stale czynna. Zachodzi w nich przepływ nawet przy niskich stanach wody. Zdarza się, że koryta odcięte stają się znowu aktywne w czasie wysokich stanów wód. Występują również koryta odcięte zamierające. Są one częściowo lub całkowicie zarośnięte roślinnością i stopniowo wypełniane osadami (GRADZIŃSKI 2001; MIODUSZEWSKI 2002).

W tym skomplikowanym systemie wód powierzchniowych można wyróżnić koryta główne z silnie rozwiniętym

Ryc. 3.2 Sieć hydrograficzna w granicach Narwiańskiego Parku Narodowego (oryg.)



systemem koryt bocznych, a także liczne starorzecza, obszary podmokłe w postaci bagien, mokradeł stałych lub okresowych, rozlewiska rzeczne, młaki i wysięki (JĘDRYKA, SMOLUCHOWSKA 1996; BANASZUK 2004).

Płaskie obszary pozakorytowe, w tym liczne wyspy, wznoszą się jedynie nieznacznie nad poziom wody w korytach w warunkach stanów średnich, a podczas wyższych stanów są zalewane na dłuższy czas. Podłoże obszarów pozakorytowych tworzy warstwa złożona w przewodzie z utworów organogenicznych, głównie z torfów.

Bardzo duży wpływ na procesy, jakie zachodzą w anastomozującym systemie Narwi ma roślinność. Podkreśla się jej decydującą rolę w powstawaniu warstwy torfowej na obszarach pozakorytowych (GRADZIŃSKI 2004). Ponieważ osadami budującymi brzegi koryt są torfy wypełnione mnóstwem korzeni i kłaczy, są one bardziej odporne na procesy erozji zachodzącej w korytach, tak bocznej jak i wglębnej.

Innym czynnikiem wpływającym na zwiększenie bocznej stabilności koryt jest sposób ich porośnięcia przez rośliny. Brzegi zajmuje najczęściej trzcina pospolita (Ryc. 3.3), której łodygi wyrastają z dna, co zaciera granicę między korytem rzeczny a lądem. Obecność pasa szuwarów trzcinowych powoduje znaczne zmniejszenie prędkości wody w jego obrębie. Tak więc roślinność pośrednio i bezpośrednio stabilizuje brzegi koryt (GRADZIŃSKI 2004).



Ryc. 3.3 Główne koryto Narwi (fot. W. Mioduszewski)



Ryc. 3.4 Uregulowane koryto Narwi. Widok z jazu w Rzędzianach (fot. W. Mioduszewski)



Ryc. 3.6 Starorzecze w Kurowie (fot. W. Mioduszewski)



Ryc. 3.5 Widok na dolinę Narwi (fot. W. Mioduszewski)

Roślinność przyczynia się także do zatrzymywania spływającego materiału i do powstania zatorów, co powoduje spiętrzenia wody i w dalszym etapie może dojść do zarośnięcia koryta lub do awulsji. Rozrastająca się roślinność wpływa również na stopniowe zawężanie koryt (Ryc. 3.5, 3.6; GRADZIŃSKI 2001; GRADZIŃSKI i in. 2003).

Narew w granicach Parku Narodowego nie była regulowana, natomiast występują w dolinie nieliczne proste odcinki rowów świadczące o podejmowanych próbach odwodnień doliny dla celów rolniczych. Uregulowane zostały również ujściowe odcinki dopływów, m.in. Awissy i Szerokiej Strugi.

Wielokorytowość rzeki i jej obecny stan są wynikiem nie tylko naturalnych procesów hydraulicznych i biologicznych, ale również spowodowane zostały działalnością człowieka (GRADZIŃSKI 2004). Podstawowym procesem, który skutkowało powstaniem anastomozującego systemu

Narwi, jest proces awulsji, czyli dzielenie się istniejącego już koryta rzeki (MAKASKE 2001). Nowe koryto przejmuje część wody z pierwotnego koryta i pogłębia się na skutek erozji dennej. Pierwotne koryto albo istnieje nadal albo powoli zamiera. Tworzenie się nowych koryt w dolinie Narwi zachodzi z powodu lokalnego spiętrzenia wody w już funkcjonujących. Przyczyną tego może być zarastanie koryt, zatory roślinne lub lodowe (GRADZIŃSKI i in. 2000; GRADZIŃSKI 2001).

Te naturalne procesy wspomagane były działalnością człowieka. W korycie rzeki stwierdza się liczne niewielkie „piętrzenia” pochodzenia antropogenicznego, które powodują zmianę reżimu przepływu, wymuszając przepływ wody do przyległych bocznych koryt.

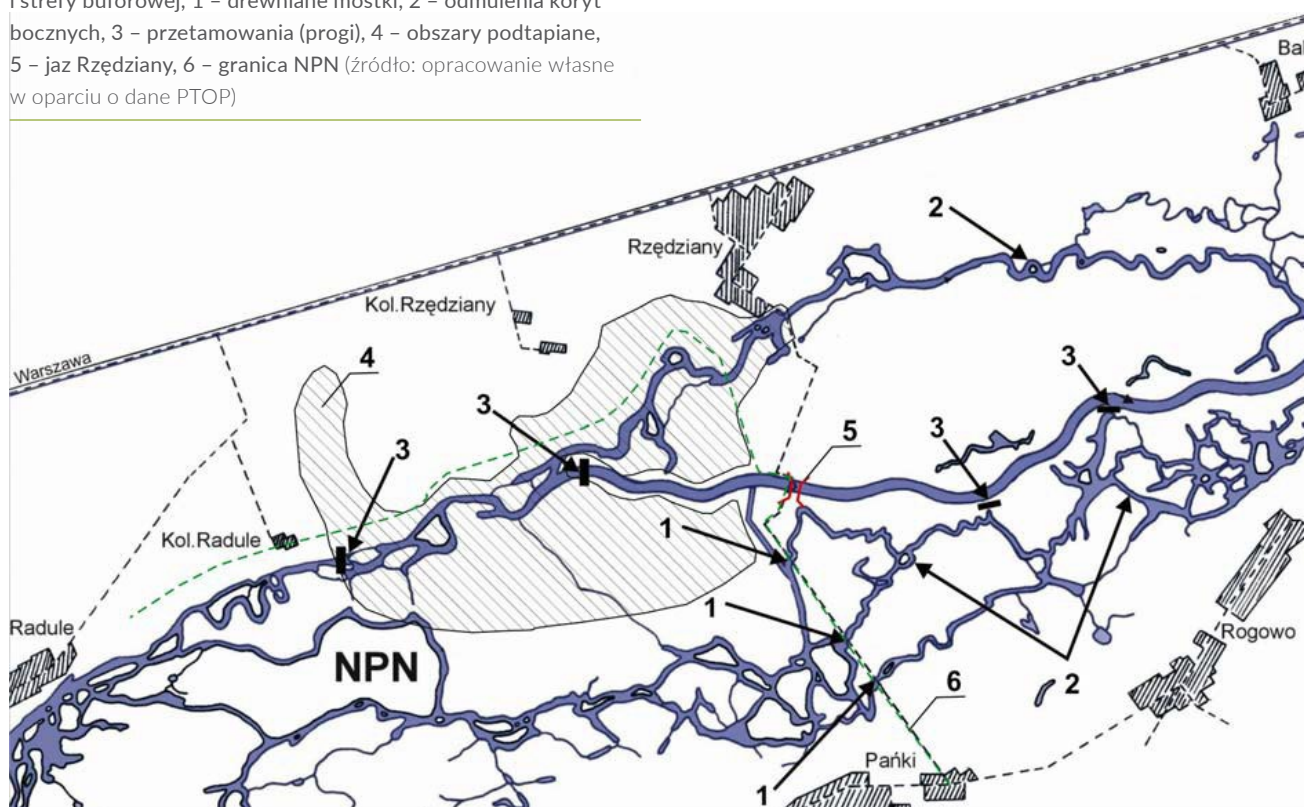
Jeszcze do niedawna Narew miała charakter rzeki anastomozującej na znacznie dłuższym odcinku. Obecnie pierwotny układ koryt zachował się jedynie w Parku Narodowym, reszta została zmieniona na skutek prowadzonych w dolinie Narwi prac regulacyjnych i melioracyjnych.

Zabudowa i infrastruktura techniczna doliny górnej Narwi

Działalność człowieka w dolinie rzeki jest szczególnie widoczna, gdy powstają różnego typu budowle i urządzenia hydrotechniczne i melioracyjne. W dolinie Narwi występuje szereg tego przykładów.

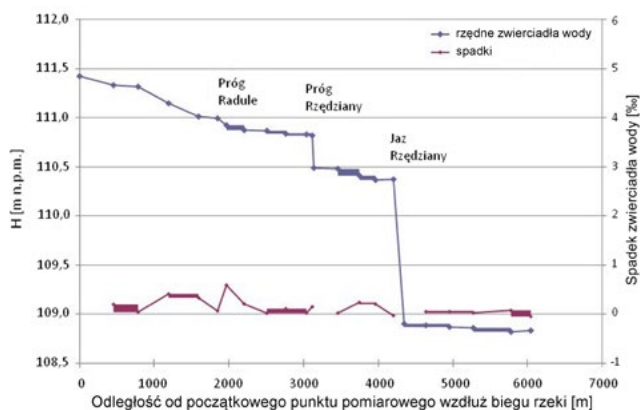
Strefa buforowa

Ryc. 3.7 Sieć hydrograficzna Narwiańskiego Parku Narodowego i strefy buforowej; 1 – drewniane mostki, 2 – odmulenia koryt bocznych, 3 – przetamowania (progi), 4 – obszary podtapiane, 5 – jaz Rzędziany, 6 – granica NPN (źródło: opracowanie własne w oparciu o dane PTOP)



Duże przekształcenia sieci hydrograficznej wystąpiły na odcinku tzw. strefy buforowej, gdzie w latach 70. XX w. rzeka została uregulowana. Teren poniżej grobli Rzędziany – Pańki, zaliczany do strefy buforowej, obecnie jest chroniony jako obszar Natura 2000 (PLB200001). Na odcinku Żółtki – Rzędziany wykonano nowe koryto rzeki, o większym przekroju poprzecznym, powodując obniżenie wód gruntowych praktycznie na całej szerokości doliny oraz istotne zmiany sieci hydrograficznej (Ryc. 3.7). W nowym korycie rzeki wybudowano dwa jazy piętrzące (Rzędziany i Babino), natomiast zaniechano wykonania planowanego wcześniej systemu nawadniająco-odwadniającego. Przed regulacją rzeki główny przepływ wody następował korytem Rzędziany – Babino od strony północnej oraz odnogą rzeki Rogowo od strony południowej. W chwili obecnej większość wód odprowadzana jest nowym korytem rzeki i przez jaz Rzędziany. Powoduje to, że wiele czynnych poprzednio koryt zanika – zostają zamulone i zarośnięte. Przepływ odbywa się głównie jednym stale powiększającym się korytem.

W trakcie prac ziemnych związanych z regulacją rzeki, prowadzoną w latach 80. ubiegłego stulecia, wykonana została grobla ziemna, przegradzająca dolinę rzeki. Grobla ta, uzupełniona kanałem łączącym koryta boczne z głównym korytem rzeki, stanowi obecnie sztuczną przegradę rozdzielającą strefę buforową od Narwiańskiego Parku Narodowego (granica Parku biegnie po grobli). Wytworzył się tu sztuczny stopień wodny. Różnica poziomów wody w rzece przed i za jazem Rzędziany waha się od 1,0 do 2,5 m (Ryc. 3.8), natomiast różnica poziomów wód gruntowych przed i za groblą wynosi około 0,5 m (MIODUSZEW-



Ryc. 3.8 Przykładowy profil podłużny Narwi na odcinku wężła wodnego Rzędziany – Pańki (oryg.)



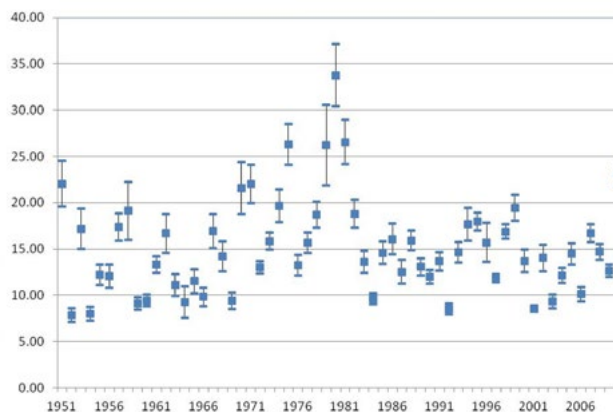
Ryc. 3.9 Mostek na grobli Rzędziany – Pańki (fot. W. Mioduszeński)

ski 1999). Wywiera to wpływ na stosunki wodne doliny w granicach Parku Narodowego (w części przylegającej do grobli).

Podejmowane są różnego typu działania dla odtworzenia warunków przyrodniczych strefy buforowej (KALSKI 1990; BORTKIEWICZ, ŻELAZO 1994; MIODUSZEWSKI 2002). W szczególności prace Polskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków (PTOP) ukierunkowane były na odtworzenie w możliwie dużym zakresie warunków wodnych, jakie miały miejsce przed wykonaniem regulacji Narwi (Ocena efektów... 2012). Wykonane prace polegały między innymi na oczyszczaniu koryt bocznych, budowie przewałów, progów itp. Jednym z działań było wybudowanie mostków drewnianych w linii grobli (Ryc. 3.9). W mniejszym stopniu brano pod uwagę wymogi ochrony przyrody w granicach Narwiańskiego Parku Narodowego, tj. powyżej grobli Rzędziany – Pańki.

Zbiornik Siemianówka

Zbiornik Siemianówka jest największą budowlą hydrotechniczną w zlewni górnej Narwi (SOKOŁOWSKI 1999). W dużym stopniu wpływa on tak na reżim przepływów, jak i jakość wody w Narwi. Położony jest około 90 km powyżej granic Parku Narodowego (od profilu wodowskazowego Suraz). Zbiornik o całkowitej pojemności 79,5 mln m³ został oddany do eksploatacji w 1989 roku. Jest to typowy



Ryc. 3.10 Przepływy średnie roczne [m³/s] w Suraziu z okresu 1951-2010 (oryg.)

wy zbiornik nizinny o bardzo małej średniej głębokości (2,5 m). Przepływy średnie roczne zmalały po uruchomieniu zbiornika Siemianówka (Ryc. 3.10). Fakt ten należy jednak przypisać w pierwszej kolejności temu, że lata 90. i pierwsza dekada XXI w. były wyraźnie bardziej suche od lat 70. i początku 80. XX w., a nie funkcjonowaniu zbiornika.

Funkcje zbiornika Siemianówka, dla których był on budowany, stały się nieaktualne w wyniku zmian gospodarczych i społecznych. Obecnie zbiornik jest wykorzystywany do ekstensywnej gospodarki rybackiej, rekreacji oraz produkcji energii elektrycznej. Uważa się, że gospodarka wodna na zbiorniku powinna bardziej uwzględniać potrzeby ochrony przyrody w dolinie Narwi, w tym również w granicach Narwiańskiego Parku Narodowego. Niezbędne jest przyjęcie następujących zasad pracy zbiornika:

- utrzymywanie możliwie naturalnego reżimu przepływu wody w Narwi;
- stymulowanie wiosennych zalewów niezbędnych dla ochrony walorów przyrodniczych doliny;
- zwiększenie przepływów niżówkowych, gdy wody w granicach Narwiańskiego Parku Narodowego opadają poniżej przyjętych wartości miarodajnych.

Jazy Rzędziany i Babino



Ryc. 3.11 Jaz Rzędziany (fot. W. Mioduszewski)

Zarówno jaz Rzędziany (Ryc. 3.11), jak i jaz Babino wybudowane zostały jako elementy systemu melioracyjnego. Ich zadaniem miało być podpiętrzanie wody dla celów nawodnień. Jaz Babino częściowo pełni tę funkcję. Natomiast jaz Rzędziany znalazł się na granicy Narwiańskiego Parku Narodowego i jego zadania uległy zmianie.

Progi piętrzące Rzędziany i Radule

W przekroju naturalnego koryta rzeki, powyżej nowego koryta Narwi, wybudowane zostały dwa progi piętrzące o stałej koronie. Progi są to konstrukcje hydrotechniczne powodujące podwyższenie poziomu wody bez możliwości jej regulacji. Próg Radule powstał w miejscu zniszczonego piętrzenia młyńskiego, a próg Rzędziany na kanale poniżej połączenia starego koryta (odgałęzienie Babino) i nowego koryta Narwi. Celem budowy tych progów było skierowanie większej ilości wody do odgałęzień znajdujących się tak po prawej stronie rzeki, jak i do tych na obszarze strefy buforowej. Progi te nie spełniły zakładanego zadania. Większość wody została przekierowana do starego, zara-

stającego koryta rzeki przebiegającego wzdłuż wsi Rzędziany. Podwyższenie poziomu wody w tym starorzeczu odbiło się niekorzystnie na warunkach odprowadzania wody z sąsiadujących systemów odwadniających położonych daleko poza granicami Parku.

Przetamowania

Szczególnymi budowlami, rzadko występującymi poza górną Narwią, są niskie przetamowania piętrzące, zlokalizowane w głównym korycie rzeki oraz w bocznych odnogach. Prawdopodobnie były one budowane stale, przez wiele stuleci. Większość z nich została zniszczona, ale pozostałości niektórych piętrzeń widoczne są do dzisiaj. Budowle te wykonywane były do celów uzyskania spadów wody (młynówki), jako brody dla przepędu bydła, urządzenia wykorzystywane do połowu ryb.

Obiekty melioracyjne i stawy rybne

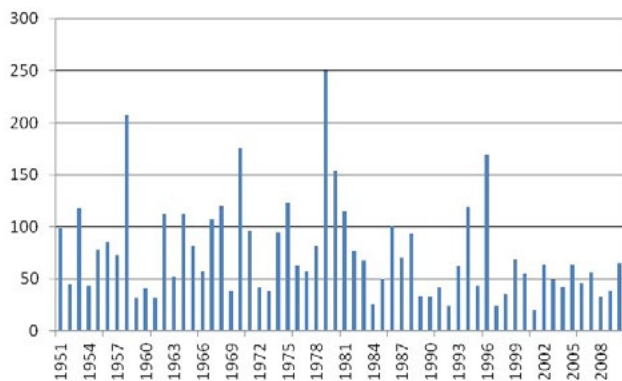
W dolinie Narwi nie ma typowych obiektów melioracyjnych. Występują jedynie pojedyncze rowy. Część z tych rowów spełnia rolę odprowadzalników wód z melioracyjnych obiektów odwadniających (systemów drenarskich), znajdujących się poza granicami Parku. Koło wsi Topilec w dolinie rzeki znajduje się rozległy kompleks stawów.

Charakterystyka hydrologiczna zlewni górnej Narwi

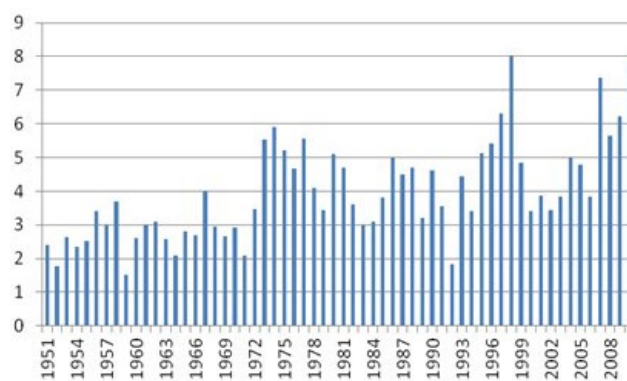
Na odcinku doliny w granicach Narwiańskiego Parku Narodowego oraz jego strefy buforowej występuje szereg dopływów. Do najważniejszych, mogących mieć wpływ na stan ochrony mokradeł w Parku, należą: Liza o powierzchni zlewni 143,3 km², Szeroka Struga (39,5 km²), Awissa (141,4 km²), Turośnianka (130,7 km²), Czaplinianka (78,9 km²) i Horodnianka (76,8 km²).

Przepływ średni roczny¹ z wielolecia 1951–2010 wynosi 15,08 m³/s (Ryc. 3.10). W poszczególnych latach przepływy średnie roczne zmieniały się w zakresie od 7,86 m³/s (w 1952 r.) do 33,77 m³/s (w 1980 r.). Przepływ średni z wielolecia 1951–2010 dla półrocza zimowego SSQZ (od 1 listopada do 30 kwietnia) wynosi 19,63 m³/s i jest prawie dwa razy większy od przepływu średniego dla półrocza letniego SSQL: 10,79 m³/s (SZYMCAK, MIODUSZEWSKI 2003). Przepływy maksymalne roczne z wielolecia 1951–2010 (Ryc. 3.12) zmieniają się w zakresie od 20,2 m³/s (2001 r.) do 250 m³/s (1979 r.), przy średnim przepływie maksymalnym rocznym SWQ wynoszącym 75 m³/s (odchylenie standardowe = 46,3, mediana = 63,3). Przepływy minimalne roczne dla tego samego okresu (Rys. 3.13) zmieniają się od 1,52 m³/s (1959 r.) do 8,02 m³/s (1998 r.). Średni przepływ minimalny roczny SNQ wynosi 3,97 m³/s (odchylenie standardowe = 1,46, mediana = 3,65).

¹ Podstawowym punktem, na którym oparto większość obliczeń jest wodowskaz zlokalizowany w Suraziu na granicy Parku Narodowego, w przekroju mostowym.



Ryc. 3.12 Przepływy maksymalne roczne [m^3/s] w Suraz z okresu 1951–2010 (oryg.)



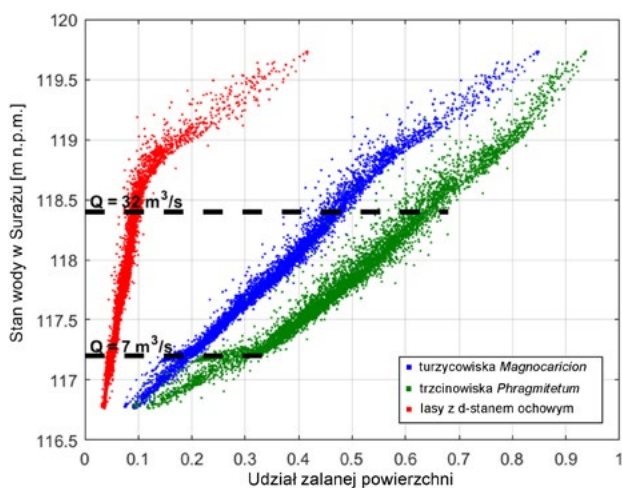
Ryc. 3.13 Przepływy minimalne roczne [m^3/s] w Suraz z okresu 1951–2010 (oryg.)

Obszar Narwiańskiego Parku Narodowego pokrywają głównie siedliska mokradłowe, ściśle uzależnione od reżimu rzeczno. W dolinie Narwi szczególne znaczenie ma występowanie na wiosnę silnego wezbrania roztopowego, które jest podstawowym czynnikiem wpływającym na wykształcenie ekosystemów mokradłowych. Dodatkowo w ciągu okresu wegetacyjnego należy utrzymać przepływ minimalny, zapobiegający przesuszeniu obszarów bagiennych. W przypadku rozległej doliny sprowadza się to do zapewnienia pożądanej powierzchni rozlewiska w okresie wezbraniowym i braku przesuszenia terenów przyległych w okresie wegetacyjnym. Określeniu takich progowych warunków dla Narwiańskiego Parku Narodowego poświęcone były prace DEMBKA i DANIELEWSKIEJ (1996) i MIODUSZEWSKIEGO i in. (2004). Autorzy ci uzależniają powierzchnię wylewu od warunków przepływu w profilu Suraz. Zgodnie z ustaleniami tych badań minimalny przepływ w okresie wezbraniowym powinien przewyższać $32 \text{ m}^3/\text{s}$, bo wtedy dochodzi do zalania znacznej części doliny na obszarze Parku Narodowego. Przy $45 \text{ m}^3/\text{s}$ (stan w Suraz około 118,7 m n.p.m.; Ryc. 3.14, 3.15; KICZKO 2009) rozlewisko wyraźnie zaczyna dotykać obszarów olsowych na krawędziach doliny. Minimalny przepływ powinien wy-

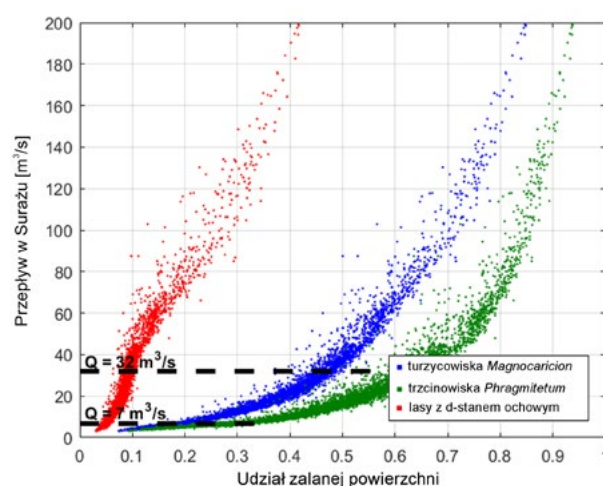
nosić $5\text{--}7 \text{ m}^3/\text{s}$, gwarantując występowanie niewielkiego wylewu w najniższych położonych obszarach doliny.

Bezpośrednie określenie potrzeb wodnych, zależnych od wielu nieidentyfikowanych czynników środowiskowych, jest wyjątkowo trudnym zadaniem (por. OKRUSZKO, KICZKO 2008). Dlatego wyznaczenie dwóch wartości progowych, pozwalających na zachowanie pożądanego poziomu bioróżnorodności, oparto na analizie zachowania systemu rzeczno w okresie uznanym za wzorcowy pod względem stanu chronionych terenów. Za okres referencyjny można uznać lata 70. XX w., należy jednak zauważyć, że na tle wielolecia 1950–2010, okres ten był wybitnie wilgotny.

W czterdziestolecie 1950–1989 średni przepływ w okresie wezbraniowym w Suraz wynosił około $28 \text{ m}^3/\text{s}$, a średni maksymalny – przeszło $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Dla pozostałej części roku wartości te wynosiły odpowiednio $11 \text{ m}^3/\text{s}$ i $36 \text{ m}^3/\text{s}$. Wśród przepływów pozakorytowych widoczna jest wyraźna różnica między relatywnie mokrymi latami 1975–1985 oraz suchymi okresami 1955–1965 i 1990–2010 (Ryc. 3.16). W ostatnich dekadach zwiększa się przepływ minimalny, co sugeruje korzystny wpływ zbiornika Siemianówka, przejawiający się utrzymywaniem przepływu nienaruszalnego.

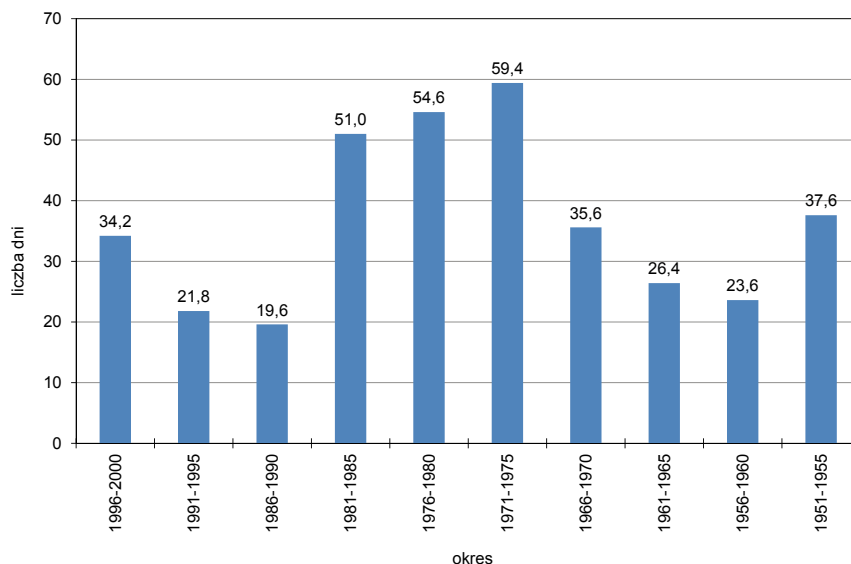


Ryc. 3.14 Zależność pomiędzy stanem wody w Suraz a powierzchnią zalewu dla poszczególnych siedlisk (KICZKO 2009)



Ryc. 3.15 Zależność pomiędzy przepływem wody w Suraz a powierzchnią zalewu dla poszczególnych siedlisk (KICZKO 2009)

Ryc. 3.16 Średni czas trwania zalewów doliny w ciągu roku (źródło: *Gospodarowanie wodq... 2002*)



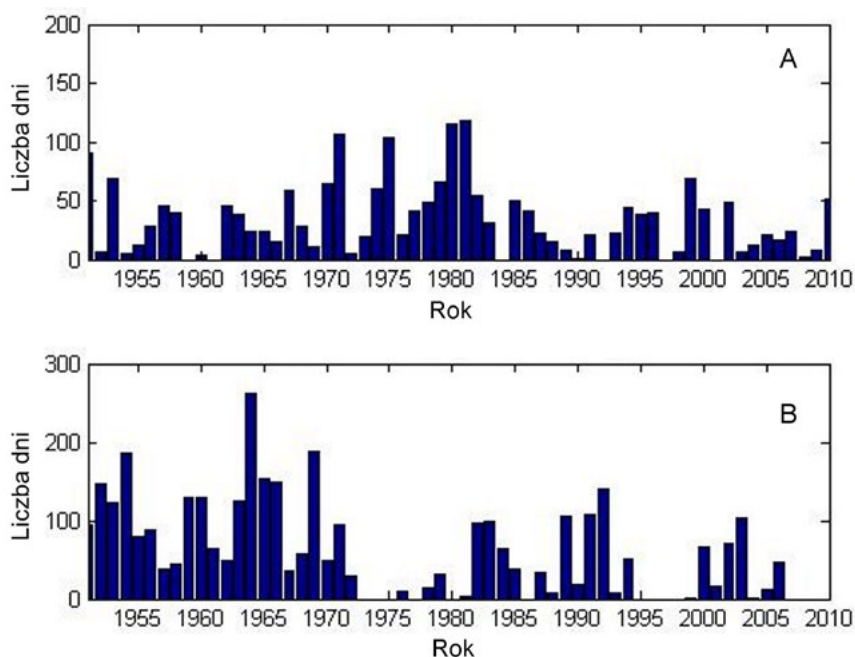
Występowanie wezbrań Narwi, zwłaszcza wiosennych, jest w dolinie zjawiskiem normalnym, występującym corocznie (Ryc. 3.17), stąd ludność tu zamieszkująca nie wykonywała żadnych inwestycji, które mogłyby być potencjalnie zagrożone przez zalanie (KOWALEWSKI 1988). Zalewy doliny szczególnie silnie zaznaczały się na odcinku Suraż – Bokiny, gdzie sieć koryt jest stosunkowo niewielka, a koryta mają ograniczoną pojemność z uwagi na małą głębokość i szerokość. Woda łatwo je wypełniała rozlewając się na torfowiska. W niższym biegu Narwi, na odcinku Bokiny – Rzędziany, mnogość koryt, ich większa głębokość i szerokość powodowała, że w porównaniu z południową częścią Parku poziom wody ponad brzegi koryt podnosił się nieznacznie podczas zalewów, a stan wezbraniowy trwał krócej niż na odcinku Suraż – Bokiny.

Miesiące letnie to okres występowania niżówek. Najmniejsze przepływy pojawiają się głównie w lipcu i sierpniu, rzadziej w drugiej połowie czerwca oraz we wrześniu i październiku. W kwietniu i maju w okresie 1951–1995 nie zaobserwowano wystąpienia niżówek. Przepływy niskie pojawiają się również w miesiącach zimowych. Są one spowodowane głównie przemazaniem rzeki.

Wezbrania o największych kulminacjach występują zazwyczaj w marcu i kwietniu. Wielkie wody rzadko pojawiają się latem. Wyjątkowy pod tym względem był 1980 r., kiedy wystąpiło długotrwałe wezbranie trwające ponad dwie dekady lipca, cały sierpień i pierwszą dekadę września (MIODUSZEWSKI

Ryc. 3.17 Dolina Narwi wiosną (fot. W. Mioduszewski)





Ryc. 3.18 Liczba dni występowania przepływu wezbraniowego i niżówkowego w profilu Suraz (oryg.)

i in. 2004). W dolinie Narwi występują odcinki o niskich brzegach i małej przepustowości rzeki. Na tych terenach zalewy występują częściej i trwają znacznie dłużej (Ryc. 3.18). Takim obszarem jest odcinek rzeki pomiędzy Surazem i Bokinami. Zalewy trwają tu zazwyczaj dłużej niż pomiędzy Bokinami i Rzędzianami, gdzie powierzchnia doliny jest równie nisko położona, lecz występuje znacznie więcej koryt rzecznych o większej szerokości.

Obecnie obserwuje się zanik przepływów w wielu korytach bocznych. Szczególnie intensywnie zarastają i zamulają się koryta boczne w strefie węzła wodnego Rzędziany – Pańki, co jest skutkiem m.in. oddziaływania uregulowanego koryta rzeki oraz zbyt niskiego piętrzenia wody na jazie Rzędziany.

Zmniejszanie się przepływów w korytach bocznych i coraz większą koncentrację przepływu w korycie głównym obserwuje się praktycznie w całej dolinie. Jest to prawdopodobnie wynikiem braku oddziaływania antropogenicznego (brak lokalnych niskich piętrzeń, które uległy już zniszczeniu), ale również można doszukiwać się przyczyn w zmianach klimatu, takich jak wystąpienie lat suchych w okresie 1970–1985 z wyraźnie mniejszymi przepływami. Nie ulega wątpliwości, że pewien wpływ na układ wielokorytowy ma również wyraźne zwiększenie żyzności wody, w tym w wyniku oddziaływania zbiornika Siemianówka.

Jaz Rzędziany zlokalizowany na północnej granicy Parku ma zgodnie z założeniami piętrzyć wodę do rzędnej 110,70 m n.p.m. zapewniającej utrzymanie dużego uwilgotnienia mokradła; piętrzenie obniża się jedynie na okres sianokosów. Pomimo wysokiego piętrzenia obserwuje się postępujące, niekorzystne zmiany roślinności i gleb na terenie Parku w strefie do około 900 m w górę rzeki od jazu i grobli.

Bilansowanie potrzeb wodnych w warunkach możliwych zmian hydrologicznych

Kierunki zmian hydrologicznych w granicach Narwiańskiego Parku Narodowego określono w oparciu o scenariusze zmian klimatu i zasobów wodnych na terenie województwa podlaskiego. W tym celu wykorzystano projekcje klimatyczne opracowane w ramach projektu „Strategia adaptacji Polski do zmian klimatu w zakresie sektora zasoby i gospodarka wodna” (klimat.icm.edu.pl). Prognozy klimatyczne dla Polski opracowano na podstawie projekcji klimatycznych przeprowadzonych w projekcie UE ENSEMBLES, które zostały wykonane w warunkach scenariusza emisji SRES A1B, zakładającego równowagę różnych źródeł energii. W opracowaniu wykorzystano wiązkę sześciu symulacji, wybrano pięć modeli regionalnych RCM z warunkami brzegowymi z trzech modeli globalnych GCM: ARPEGE, ECHAM5, BCM (Tab. 3.1). Analizy obejmowały symulacje zmian średnich dobowych temperatury powietrza, opadów atmosferycznych, parowania potencjalnego i pokrywy śnieżnej. W ich wyniku było możliwe prognozowanie zmian średniego rocznego odpływu (OSUCH i inni 2016).

Tab. 3.1 Pięć modeli regionalnych z warunkami brzegowymi z trzech modeli globalnych (oryg.)

	Model RCM/GCM
1	DMI_HIRHAM5 / ARPEGE
2	SMHIRCA / BCM
3	RM51 / ARPEGE
4	MPI / M_REMO / ECHAM5
5	KNMI_RACMO2 / ECHAM5
6	DMI_HIRHAM5 / BCM

Kierunki i intensywność symulowanych zmian zależą od przyjętego modelu RCM/GCM: na przykład model DMI-HIRHAM5/ARPEGE wskazuje na zwiększenie średnich rocznych wartości odpływu, podczas gdy KNMI_RACMO2/ECHAM5 prognozuje ich spadek. Wyniki pozostałych modeli wskazują na niewielkie zwiększenie odpływu.

W województwie podlaskim w latach 2021–2050 prognozuje się niewielki wzrost wartości średniego rocznego odpływu. Przeprowadzone obliczenia bilansowe sugerują, że zmiany klimatyczne w perspektywie roku 2050 mogą być czynnikiem najbardziej zagrażającym odpowiedniemu uwilgotnieniu mokradeł w Parku Narodowym (PINIEWSKI i in. 2014). Możliwy wzrost temperatury średniej nawet do dwóch stopni Celsjusza zimą, zmiana rozkładu opadów w skali roku, istotny wzrost parowania potencjalnego wiosną i latem, spowodują przekształcenia warunków wodnych. Zagrożenie związane ze zmianami klimatycznymi jest szczególnie duże w przypadku scenariusza zakładającego silny wzrost temperatury i nieznaczne zmiany reżimu opadowego. Z kolei według alternatywnego scenariusza zmian klimatycznych, zwiększenie ilości opadów w pewnym stopniu równoważy negatywne zmiany bilansu wodnego związane z ociepleniem klimatu.

Ze względu na stosunkowo niewielki udział powierzchni, które mogą być potencjalnie objęte sukcesją roślinności, na podstawie wyników analiz wariantowych można stwierdzić, że ewentualna sukcesja może się przyczynić do niewielkiego wzrostu przesuszenia gleb w porównaniu do pozostałych rozważanych czynników (SZPORAK-WASILEWSKA i in. 2015).

Warunki utrzymania wielokorytowego charakteru rzeki

W ostatnich latach obserwuje się zanikanie koryt bocznych i koncentrowanie się przepływu w jednym głównym korycie (GRADZIŃSKI 2004). Następuje zamulanie, szczególnie wejściowych odcinków odnóg rzecznych i ich intensywne zarastanie. Przyczyną tego może być wzrastająca żyzność środowiska, wynikająca m.in. ze wzrastającego zanieczyszczenia opadów atmosferycznych związkami azotu i fosforu, jak również wzrastająca ilość związków biogennych w wodach rzecznych, pochodzących zarówno ze źródeł rolniczych, jak i komunalnych. W pewnym stopniu za te procesy odpowiedzialna może być też zmiana reżimu przepływu wody, będąca efektem oddziaływania zbiornika Siemianówka, ale również zanik niewielkich piętrzeń.

Utrzymanie dużego uwilgotnienia na terenie Narwiańskiego Parku Narodowego wymaga szczególnej troski i powinno obejmować następujące działania:

- utrzymanie całorocznego poziomu wody na jazie w Rzędzianach nie niżej niż 110,70 m n.p.m.;
- budowę ścianek szczelnych pod mostami pod groblą Rzędziany – Pańki z progiem na rzędnej nie niżej niż 110,40 m n.p.m., aby zapobiec nadmiernej ucieczce wody z obszaru Parku Narodowego do strefy buforowej;

- utrzymanie naturalnych koryt bocznych oraz sztucznego kanału wzdłuż grobli od strony Parku; cieki te stanowią barierę chroniącą poziom wody i powinny być zachowane, dopóki nie wyrówna się on po obu stronach grobli;
- zainstalowanie kłapy zwrotnej w ujściowym odcinku kanału (wlot do nowego koryta rzeki powyżej jazu) zabezpieczającej przed ucieczką wody z rowu w przypadku obniżenia zwierciadła wody w rzece (np. obniżenie piętrzenia na jazie w sytuacjach awaryjnych lub dla potrzeb rolnictwa, w okresie sianokosów);
- wykonanie zamknięć i regulowanie poziomem wody w odgałęzieniu Babino w przepuście poprowadzonym pod drogą (przed regulacją rzeki było tu główne koryto Narwi) przy wjeździe do wsi Rzędziany.

Szczególnej uwagi wymaga nowo wybudowany próg Rzędziany o stałej koronie, który piętrzy wodę zwiększając dopływ do starego koryta rzeki. Powoduje to zwiększenie uwilgotnienia na terenach użytkowanych rolniczo. Dotyczy to zarówno mokradeł na wysokości jazu i progu Rzędziany, jak również łąk położonych poza granicami Parku Narodowego oraz w strefie buforowej (Ryc. 3.19).



Ryc. 3.19 Użytkowana rolniczo dolina Narwi poniżej Narwiańskiego Parku Narodowego (fot. W. Mioduszewski)

Dla utrzymania anastomozującego charakteru rzeki wskazane jest:

- okresowe odmulanie bocznych koryt rzecznych, szczególnie ich początkowych (wlotowych) odcinków i likwidowanie ewentualnych naturalnych lub sztucznych progów hamujących przepływ wody; zabiegi takie można prowadzić po stwierdzeniu, że następuje wyraźne ograniczenie przepływu w odnodze przy średnim natężeniu przepływu; ocenia się, że wystarczające jest odmulenie koryta raz na 10–15 lat;
- budowę niewielkich progów na głównym korycie rzeki lub na większej odnodze poniżej bocznego koryta; wystarczająca jest wysokość progu rzędu 20–40 cm, aby spowodować uaktywnienie starego koryta; zaleca się wykonanie tego typu przegród w postaci

drewnianej ścianki szczelnej (palisady), dopuszczalne jest również wykonanie przegrody np. z worków wypełnionych żwirem, a następnie obsypanych kamieniami; konstrukcja takich przegród zależy od natężenia przepływu; budowle w głównym korycie muszą być odporne na duże siły przepływającej wody lub należy przyjąć założenie, iż będą one odbudowywane w ramach działań ochronnych; progi mogą przyjąć wtedy postać przegród drewnianych z faszyzną.

Renaturyzacja strefy buforowej

Tak zwana strefa buforowa, czyli przekształcona w wyniku prac hydrotechnicznych część doliny położona poniżej Narwiańskiego Parku Narodowego, sięgająca umownie do mostu w Żółtkach, stanowi szczególny system wodny. Nowe koryto Narwi, o dużej przepustowości hydraulicznej, głębsze i szersze z umocnionymi skarpami, jest w stanie przepuścić znacznie większą objętość wody w stosunku do koryt naturalnych. W wyniku pogłębienia koryta zwierciadło wody układa się znacznie niżej niż przed regulacją. Budowa nowego koryta rzeki stała się również przyczyną wyraźnych różnic w położeniu wód gruntowych po obu stronach grobli Rzędziany – Pańki. Znajdujący się na terenie strefy buforowej jaz Babino był budowany dla podobnego celu, jak jaz Rzędziany. Jako rzędną piętrzenia przyjęto tu 108,64 m n.p.m., to jest około 2 m poniżej rzędnej piętrzenia na jazie Rzędziany.

Wykonane w strefie buforowej działania renaturyzacyjne przyniosły interesujące wyniki (Ocena efektów... 2012). Zwiększyła się różnorodność biologiczna i pojawiło się więcej gatunków ptaków. Renaturyzacja nie została jednak doprowadzona do końca i nie przyniosła w pełni takich efektów, jak się spodziewano. Doprowadzona na teren strefy buforowej woda bardzo szybko zanika, infiltruje w podłoże i jest odbierana przez nowe koryto Narwi. Zjawisko to było do przewidzenia i w jednym z planów renaturyzacji o tym wspomniano (MIODUSZEWSKI 1999). Dla dalszego zwiększenia uwilgotnienia gleb i uaktywnienia odnóg rzecznych (odtworzenia wielokorytowego charakteru rzeki) niezbędne byłoby doprowadzenie bardzo dużej ilości wody, co mogłoby spowodować niekorzystne skutki przyrodnicze w granicach Narwiańskiego Parku Narodowego. Stąd też uważa się, że ten etap renaturyzacji strefy buforowej można uznać za zamknięty. Dalsze prace będą możliwe po ograniczeniu hydraulicznej przepustowości uregulowanego koryta rzeki i podwyższeniu poziomu wody. Jest to możliwe do osiągnięcia poprzez zasypanie tego koryta lub wykonanie wysokich progów w odstępach 300–500 m. W chwili obecnej jest to trudne do wykonania ze względu na stosunkowo intensywne, rolnicze użytkowanie doliny położonej po lewej stronie koryta rzeki. Wskazane jest dokonanie zmian w instrukcji gospodarki wodnej jazu Babino, przy pomocy którego woda powinna być piętrzona do najwyższego możliwego poziomu w przeciągu całego roku.

Utrzymanie walorów przyrodniczych strefy buforowej wymaga podjęcia odpowiednich działań, a w szczególności:

- doprowadzenia dodatkowej ilości wody do strefy buforowej z głównego koryta rzeki poprzez udroźnienie zarastających koryt bocznych powyżej grobli;
- wykonania dodatkowych progów na odgałęzieniach bocznych w strefie buforowej dla zatrzymania dopływających tu wód;
- ograniczenia udroźnienia koryt bocznych w strefie buforowej do możliwie małych odcinków (50–200m) i ograniczenie usuwania namulów, ponieważ odłożone namuły o mniejszej przepuszczalności ograniczają ucieczkę wody do głębokości sztucznego koryta Narwi;
- opracowania nowej instrukcji gospodarowania wodą na jazie Babino, celem podwyższenia rzędnej normalnego piętrzenia w około 20–30 cm.

Gospodarka wodna w węźle wodnym Rzędziany – Pańki

Naturalne i sztuczne koryta rzeczne, rowy, różnego typu budowle hydrotechniczne tworzą na granicy Parku Narodowego i strefy buforowej złożony system wodny. System ten musi być rozpatrywany i analizowany jako całość. Analiza pojedynczych elementów tego systemu może doprowadzić do fałszywych wniosków. Dlatego też zdecydowano się na określenie tego systemu jako węzła wodnego Rzędziany – Pańki.

Najwrażliwszym zagadnieniem związanym z ochroną zasobów wodnych Narwiańskiego Parku Narodowego jest konieczność całościowego rozwiązania kwestii gospodarowania wodą w węźle wodnym Rzędziany – Pańki. Z uwagi na niekorzystny wpływ stałego proggu Rzędziany na uwilgotnienie siedlisk użytkowanych rolniczo i związane z tym żądania szybkiej poprawy sytuacji (poza granicami Parku) niezbędne jest podjęcie działań dla ograniczenia objętości wody wpływającej do starego koryta rzeki Babino. Niekorzystny wpływ na użytki rolne objawia się jedynie podczas występowania okresów z dużymi przepływami w rzece. Oddziaływanie tego proggu może być natomiast pozytywne podczas niskich stanów wody. Pomimo to wydaje się, że celowym jest skierowanie większej objętości wody do starych zarastających koryt po prawej stronie rzeki (KOWALEWSKI, MIODUSZEWSKI 1988), także tych znajdujących się na terenie strefy buforowej. Techniczne rozwiązania mogą obejmować:

- spowodowanie stałego piętrzenia na jazie Rzędziany na rzędnej 110,70 m n.p.m.; piętrzenie do tej rzędnej zapewnia dobre uwilgotnienie obszarów bagiennych chronionych w Narwiańskim Parku Narodowym; utrzymywanie niskiego piętrzenia powoduje nieodwracalne negatywne przekształcenia chronionych ekosystemów bagiennych;
- ograniczenie niekorzystnego oddziaływania stałego proggu Rzędziany na tereny użytkowane rolniczo i leżące poza granicami Parku Narodowego, w tym na obszarze Natura 2000 (PLB200001) poprzez:
 - obniżenie rzędnej proggu stałego o około 40 cm;

- wykonanie progu stałego w korycie odgałęzienia Babino (zmniejszenie dopływu do tego odgałęzienia).

Przyjęty poziom zwierciadła wody 110,70 m n.p.m. wynika z przeprowadzonych analiz wpływu piętrzenia na środowisko przyrodnicze i rolnictwo. Podstawowe czynniki brane pod uwagę, to:

- analiza starych map (wg stanu na 1966 r.) wykazuje, że w przekroju jazu zwierciadło wody w rzece w okresach letnich utrzymywało się na poziomie zbliżonych do rzędnej 110,70 m n.p.m.;
- konstrukcja jazu dostosowana jest do stałego utrzymywania w okresie letnim poziomu piętrzenia na rzędnej 110,70 m n.p.m. (około 0,4–0,7 m poniżej terenu);
- przyjęty normalny poziom piętrzenia nie zatapia wyłotów systemów drenarskich odwadniających grunty orne (grunty wsi Rzędziany, Kolonia Rzędziany, Radule);
- rzędna piętrzenia 110,70 m n.p.m. umożliwiła rolnicze wykorzystanie użytków zielonych pomiędzy nowym korytem rzeki, a odgałęzieniem Babino oraz pomiędzy tym odgałęzieniem a wysoczyzną;
- z danych historycznych wynika, że dolina zalewana była corocznie, a woda utrzymywała się niekiedy kilka miesięcy; natomiast wody gruntowe układały się na powierzchni; taki stan uzyskać można jedynie poprzez piętrzenie wody na jazie Rzędziany;
- dynamika wód gruntowych przy piętrzeniu wody na jazie jest zbliżona do tej występującej w warunkach naturalnych (przed regulacją rzeki);
- piętrzenie wody na jazie wraz z regulowanym odpływem/dopływem wody do rowu poprowadzonego wzdłuż grobli pozwala na zachowanie wysokiego uwilgotnienia tej części terenów bagiennych, nawet przy dłuższych okresach występowania suszy;
- konieczność piętrzenia wody do rzędnej 110,70 m n.p.m. na jazie Rzędziany i utrzymywanie wody w rowie odwadniającym poprowadzonym wzdłuż grobli na tym samym poziomie wykazały prowadzone obliczenia modelowe.

W dłuższej perspektywie można się spodziewać wycofywania się rolnictwa z doliny rzeki, ale również dalszej intensyfikacji użytkowania rolniczego. W tym kontekście analizowano i rozpatrywano szereg możliwych działań mających na celu poprawę warunków wodnych, biorąc pod uwagę możliwość:

- udrożnienia starego koryta Narwi (koryta boczne Babino) i koryt bocznych w części lewej doliny; plany te jednak muszą być modyfikowane z uwagi na postępującą intensyfikację użytków zielonych w strefie po lewej stronie obecnego koryta Narwi i przy jazie Babino;
- wykonanie przetamowań nowego koryta rzeki pomiędzy jazami Rzędziany i Babino (zgodnie z pierwszą koncepcją BIPROMELU renaturyzacji strefy buforowej); postulat ten jest również w szerszym zakresie powtórzony w *Koncepcji renaturyzacji doliny Narwi na odcinku Żółtki – Rzędziany*, opracowanej na potrzeby Polskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków; choć z punktu widzenia walorów przyrodni-

czych takie rozwiązanie byłoby bardzo korzystne, jego realizacja obecnie nie jest możliwa z uwagi na rolnicze użytkowanie tych terenów;

- doprowadzenie wody do zanikających koryt bocznych, dla regulacji uwilgotnienia w części doliny położonej po prawej stronie rzeki (powyżej grobli Rzędziany – Pańki); w tym celu wskazane jest udrożnienie zamulonych i zarośniętych odcinków koryt bocznych (szczególnie w strefie połączenia starego koryta z głównym korytem Narwi).

Literatura

- BANASZUK H. 2004. Geologia i geomorfologia. [W:] Banaszuk H. (red.), Przyroda Podlasia. Narwiański Park Narodowy. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- BANASZUK H. (red.) 2004. Przyroda Podlasia. Narwiański Park Narodowy. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- BORTKIEWICZ A., ŻELAZO J. 1994. Roboty renaturyzacyjne na obszarze Narwiańskiego Parku Krajobrazowego. Zeszyty Naukowe AR Wrocław 246. Przyrodnicze aspekty melioracji wodnych.
- DEMBEK W., DANIELEWSKA A. 1996. Zróżnicowanie siedliskowe doliny Górnej Narwi od Zbiornika Siemianówka do Suraża. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.
- GRABIŃSKA B., SZYMCZYK S. 2012. Przyrodnicze i antropogeniczne uwarunkowania rozwoju koryta Narwi (Wielkie Zakole Poniżej Różana). Inżynieria Ekologiczna 31.
- GRADZIŃSKI R. 2001. Narew – rzeka anastomozująca. Narwiański Park Narodowy, Kurowo.
- GRADZIŃSKI R. 2004. Anastomozujący system Narwi na obszarze Narwiańskiego Parku Narodowego. [W:] Banaszuk H. (red.), Przyroda Podlasia: Narwiański Park Narodowy. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- GRADZIŃSKI R., BARYŁA J., DANOWSKI W., DOKTOR M., GMUR D., GRADZIŃSKI M., KĘDZIOR A., PASZKOWSKI M., SOJA R., ZIELIŃSKI T., ŻUREK S. 2000. Anastomosing system of the upper Narew River, NE Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 70: 219–229.
- GRADZIŃSKI R., BARYŁA J., DOKTOR M., GMUR D., GRADZIŃSKI M., KĘDZIOR A., PASZKOWSKI M., SOJA R., ZIELIŃSKI T., ŻUREK S. 2003. Vegetation-controlled modern anastomosing system of the upper Narew River (NE Poland) and its sediments. *Sedimentary Geology* 157 (3–4): 253–276.
- JĘDRYKA E., SMOLUCHOWSKA A. 1996. Rozrząd wody na obszarze Narwiańskiego Parku Krajobrazowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 428.
- KALSKI R. 1990. Ochrona i renaturyzacja regionu górnej Narwi – koncepcja i działania organizacji pozarządowej. [W:] Aktualna problematyka ochrony mokradeł. Materiały Seminaryjne 43. IMUZ, Falenty.
- KICZKO A., 2009. Sterowanie zbiornikiem zaporowym Siemianówka z uwzględnieniem potrzeb środowiskowych doliny Narwi. Praca Doktorska, Instytut Geofizyki PAN.
- KOWALEWSKI Z. 1988. Wpływ regulacji koryta rzeki Narwi na położenie zwierciadła wód gruntowych w chronionej części doliny. *Wiadomości IMUZ* 16(l): 91–104.
- KOWALEWSKI Z., MIODUSZEWSKI W. 1986. Analysis of the groundwater level in a valley above the regulated river section. International Conference „Hydrological processes in the catchment”. 81–86. Kraków.

- MAKASKE B. 1998. *Anastomosing Rivers: Forms, Processes and Sediments*. *Nederlandse Geografische Studies*. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap/Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- MAKASKE B. 2001. *Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products*. *Earth-Science Review* 53: 149–196.
- MIODUSZEWSKI W. 1995. *Ochrona zasobów wodnych na przykładzie górnej Narwi*. *Biuletyn Informacyjny Melioracje Rolne* 3/4: 58–61.
- MIODUSZEWSKI W. 1999. *Koncepcja renaturyzacji doliny Narwi na odcinku Żółtki –Rzędziany*. [W:] *Aktualna problematyka ochrony mokradel*. *Materiały Seminaryjne* 43. IMUZ, Falenty.
- MIODUSZEWSKI W. 2002. *Principles of renaturalization of the Narew Valley between Rzędziany – Żółtki*. (Koncepcja renaturyzacji doliny Narwi na odcinku Żółtki – Rzędziany). [W:] Radwan S., Gliński J., Geodecki M., Rozmus M. (red.), *Środowisko przyrodnicze Polski – stan aktualny i zmiany*. *Acta Agrophysica* 67.
- MIODUSZEWSKI W., GAJEWSKI G., BIESIADA M. 2004. *Zróżnicowanie stosunków wodnych w dolinie Narwi w granicach Narwiańskiego Parku Narodowego*. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 4, 2a(11): 39–50.
- MIODUSZEWSKI W., OKRUSZKO T. 2001. *Podstawowe problemy gospodarki wodnej górnej Narwi*. *Zeszyty Naukowe WSZiP im. B. Jańskiego* 2(7): 35–51.
- Ocena efektów renaturalizacji strefy buforowej Narwiańskiego Parku Narodowego. 2012. *Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków*, Białystok.
- OKRUSZKO T., KICZKO A. 2008. *Environmental flows – water requirements of swamp communities; the Narew River case study*. *Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc. E-9(405)*.
- OSUCH M., LAWRENCE D., MERESA H.K., NAPIORKOWSKI J.J., ROMANOWICZ R.J., 2016. *Projected changes in flood indices in selected catchments in Poland in the 21st century*. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 1-23, doi:10.1007/s00477-016-1296-5.
- PINIEWSKI M., LAIZÉ C. L. R., ACREMAN M. C., OKRUSZKO T., SCHNEIDER C. 2014. *Effect of climate change on environmental flow indicators in the Narew basin, Poland*. *J. Environ. Qual.* 43:155–167.
- SOKOŁOWSKI J. (red.) 1999. *Monografia zbiornika wodnego Siemianówka*. *Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych*, Białystok.
- SZPORAK-WASILEWSKA S., PINIEWSKI M., OKRUSZKO T., KUBRAK J. 2015. *What we can learn from a wetland water balance? Narew National Park case study*. *Ecohydrology & Hydrobiology* 3.
- TEISSEYRE A. K. 1992. *Rzeki anastomozujące – procesy i model sedimentacji*. *Przegląd Geologiczny* 4: 241–248.