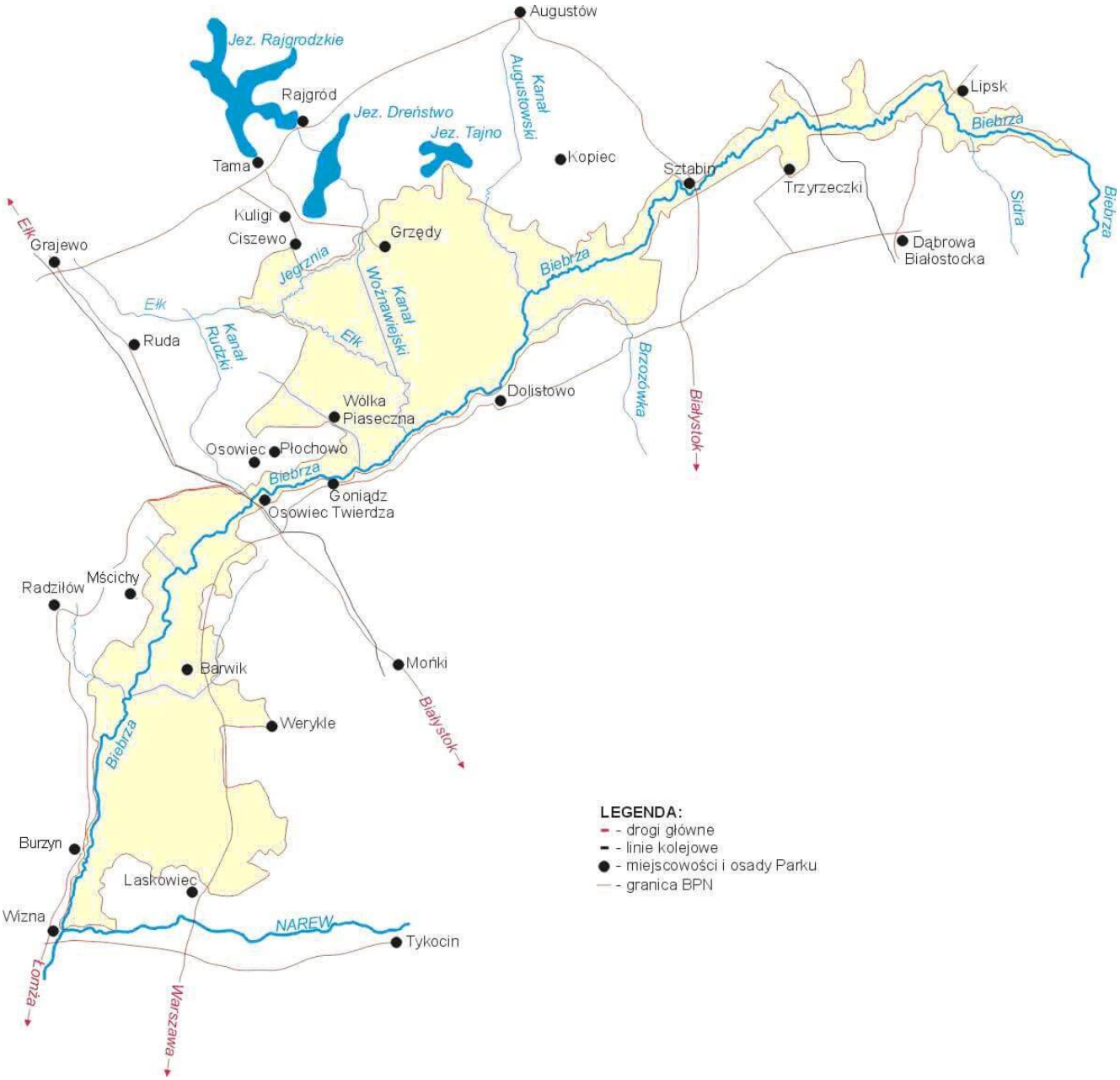
Monitoring zasięgu zalewów i podtopień w Biebrzańskim Parku Narodowym

Biebrzański Park Narodowy (BPN) został utworzony 9 września 1993 roku i jest największym parkiem narodowym w Polsce. Położony w północno-wschodniej części kraju, na terenie województwa podlaskiego, zajmuje 59 223 ha. Ponad 40 proc. jego powierzchni stanowią Bagna Biebrzańskie. Są to rozległe i często prawie niezmienione dolinowe torfowiska z unikalną różnorodnością gatunków roślin, ptaków i ssaków oraz naturalnych ekosystemów, których funkcjonowanie zależy od stałego lub okresowego zasilania wodami.

Dolina Biebrzy to bardzo ważne miejsce gniazdowania, żerowania i odpoczynku ptactwa wodno-błotnego, dlatego w 1995 roku została wpisana na listę siedlisk konwencji ramsarskiej, tj. obszarów mokradłowych o międzynarodowym znaczeniu, zwłaszcza jako środowiska życia ptactwa wodno-błotnego,

Obszar doliny Biebrzy jest dzielony na trzy baseny: Górny (nazwany również Północnym), Środkowy i Dolny (nazywany również Południowym), z których najciekawszy i najmniej przekształcony przez człowieka jest ten ostatni. Ma on kształt rynny o długości 30 km i szerokości dochodzącej do 12–15 km i obejmuje obszar doliny od ujścia Kanału Rudzkiego do Biebrzy na północy do ujścia Biebrzy do Narwi na południu (rys. 1.).



Rys. 1. Biebrzański Park Narodowy (źródło: www.biebrza.org.pl/).

Obszar Basenu Dolnego podlega występującym niemal corocznie wiosennym zalewom rzecznym, którym towarzyszy dopływ wód z topniejącej lokalnie pokrywy śniegowej. Zjawisko wlewania się wód rzecznych w obszar doliny (i jego przestrzenny zasięg) warunkuje istnienie strefowego układu zbiorowisk roślinnych w dolinie. Wiosną cała dolina wypełniona jest wodą (rys. 2. i 3.) różnego pochodzenia. Zachowanie dobrego stanu ekosystemów wymaga corocznych zalewów rzecznych. Jednym z zadań aktywnej ochrony tych siedlisk jest monitoring ich wielkości i zasięgu. Prawidłowo prowadzony, pozwala na określenie aktualnego stanu

zasilania doliny wodami rzecznymi i jest podstawą modelowania zmian środowiska w przyszłości. Aby monitoring zasięgu zalewów był skuteczniejszy, do jego przeprowadzania wykorzystywane są różne metody geoinformacyjne.



Fot. 1. Wiosenny zalew rzeczny w Dolnym Basenie Biebrzy (okolice miejscowości Burzyn). Fotografia z archiwum Zakładu Hydrologii i Zasobów Wodnych SGGW w Warszawie.



Fot. 2. Wiosenny zalew rzeczny w Dolnym Basenie Biebrzy (okolice miejscowości Mścichy). Fotografia z archiwum Zakładu Hydrologii i Zasobów Wodnych SGGW w Warszawie. Fot. 2. Wiosenny zalew rzeczny w Dolnym Basenie Biebrzy (okolice miejscowości Mścichy). Fotografia z archiwum Zakładu Hydrologii i Zasobów Wodnych SGGW w Warszawie.

Założenia wstępne

W Basenie Dolnym monitoring zasięgu zalewów rzecznych prowadzony jest od 1999 roku wspólnie przez pracowników BPN oraz Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Do jego głównych celów należy określenie zasięgu zalewu rzecznego w dolinie, stanowiącego granicę strefy zasilania rzecznego. Jednym z elementów monitoringu jest obserwacja zmian stanów wód powierzchniowych i podziemnych, prowadzona przez sieć automatycznych czujników (D-Diver), pozwalających na

określenie zróżnicowania warunków hydrologicznych w wybranych lokalizacjach. Drugi element to przetwarzanie obrazów satelitarnych pod kątem identyfikacji obszarów podtopionych wodami o różnej genezie, a trzecim – analiza właściwości fizykochemicznych wody zalewu w wybranych lokalizacjach, umożliwiająca określenie jej pochodzenia. Prowadzenie monitoringu zasięgu zalewów zakłada integrację pomiarów wysokości zwierciadła wody metodą GPS RTK oraz analiz GIS, w tym interpolacji i analiz algebry map na zbiorach rastrowych. Ich prowadzenie wymagało opracowania dokładnego numerycznego modelu terenu (NMT). Model taki stworzono na podstawie mapy topograficznej w skali 1:25 000 i pomiarów wysokościowych w kilkunastu przekrojach poprzecznych oraz kilku tysięcy dodatkowych pomiarów wysokościowych w lokalizacjach rozproszonych. Opracowane dane pomiarowe i warstwice z map topograficznych poddano interpolacji z pomocą algorytmu ANUDEM uruchamianego w wersji ArcInfo 7.x modułem TOPOGRID, a w wersjach ArcGIS ArcInfo 9.x i 10 modułem TOPO to Raster. Opracowany NMT jest podstawą analizy zasięgu zalewów.

Pomiary

Podstawowym zadaniem realizowanym corocznie podczas maksymalnego wezbrania jest pomiar rzędnych zwierciadła wody w profilu podłużnym metodą GPS RTK na odcinku rzeki pomiędzy posterunkami wodowskazowymi Osowiec i Burzyn. W latach 2004–2010 do pomiarów używano dwuczęstotliwościowych (L1/L2) odbiorników GPS Legacy E firmy TOPCON z oprogramowaniem TopServ (rys. 2).

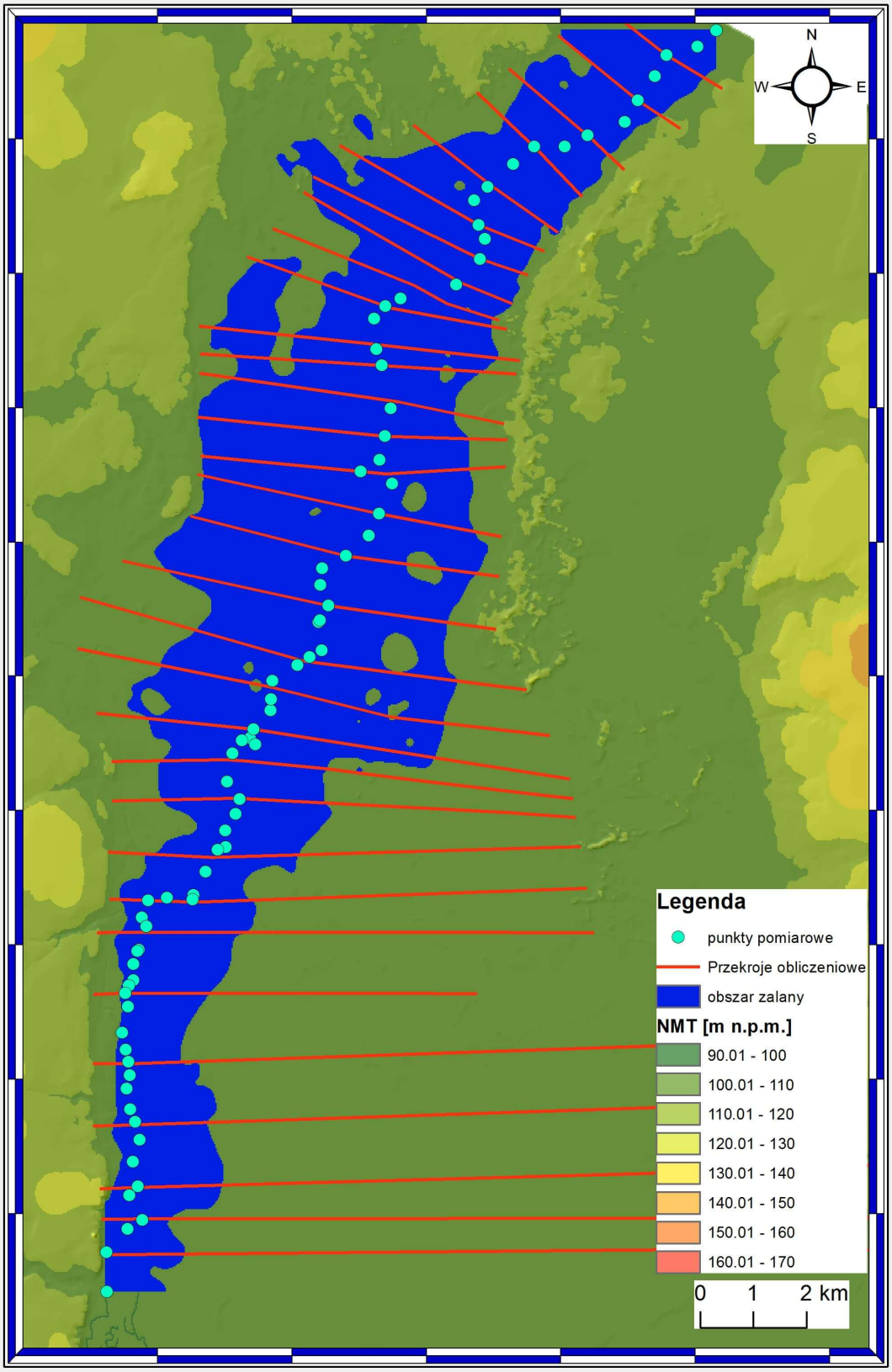
Zestaw pomiarowy składał się z odbiornika bazowego, umieszczanego w punkcie o znanych współrzędnych i z odsłoniętym horyzontem, oraz drugiego – pomiarowego, przy wykorzystaniu systemu łączności radiowej do wysyłania poprawek. Pomiarów dokonywano z łodzi motorowej, poruszającej się z prądem od Osowca do Burzyna. Łódź zatrzymywała się średnio co 250–300 m, a pomiar przeprowadzano w nurcie rzeki.

Błąd pomiaru GPS był określany automatycznie przez oprogramowanie TopServ zainstalowane w odbiorniku GPS, a wyniki filtrowano w celu wyeliminowania pomiarów o dużym błędzie. Wykonane pomiary rzędnych charakteryzowały się dokładnością 0,01–0,03 m.

Analizy

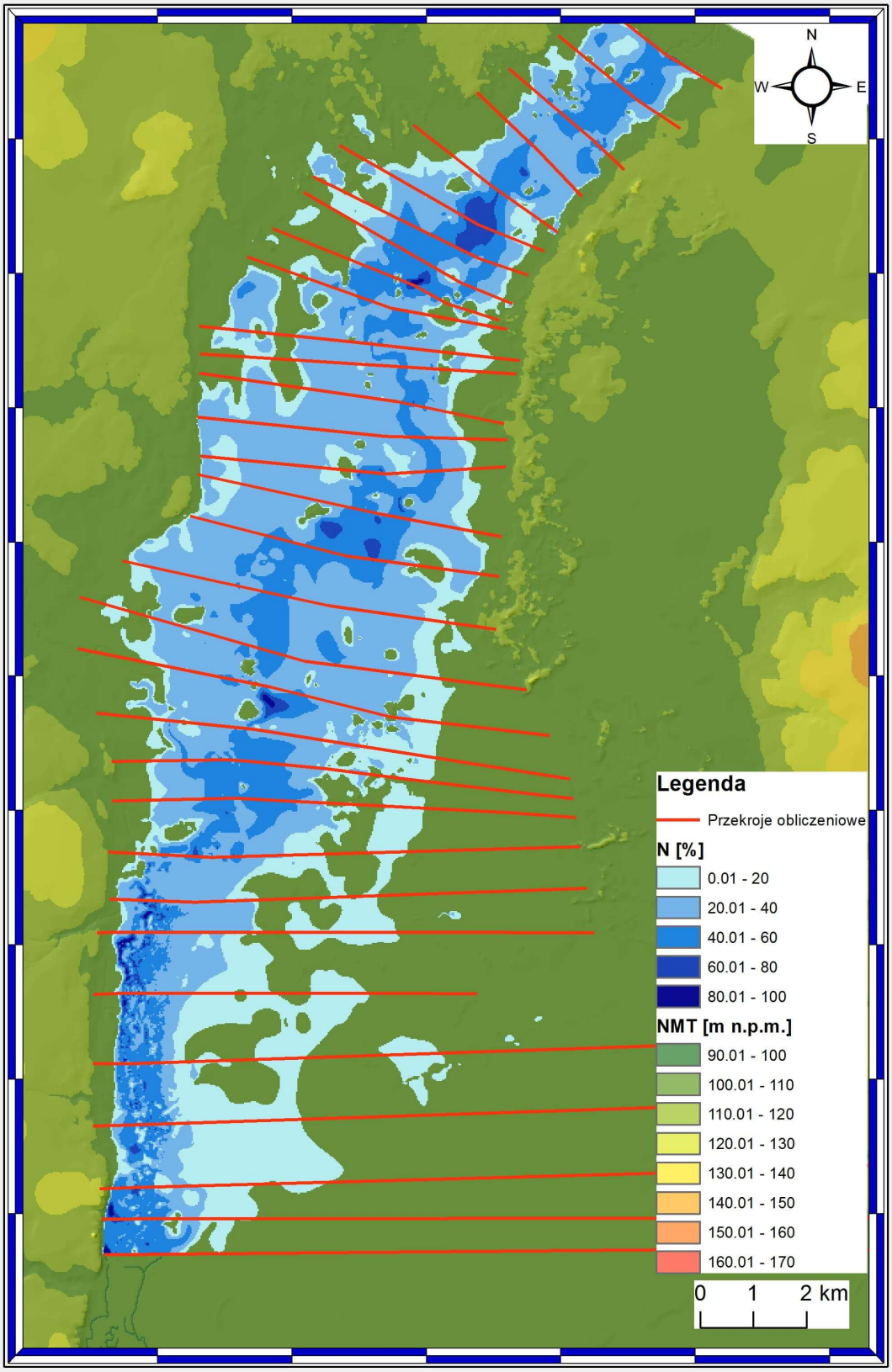
Na podstawie pomierzonych rzędnych zwierciadła wody, zaimportowanych do systemu ArcGIS, interpolowany jest rastrowy, numeryczny model zwierciadła wody (NMZW) metodą ANUDEM. Następnie przeprowadza się analizę algebry map: NMZW-NMT>0, pozwalającą określić obszary zalane (Rys. 2). Wyniki takiej analizy są zapisem maksymalnego zasięgu zalewu rzecznego. Analizy prowadzone w długim okresie pozwalają na określenie częstości zalewów (***N*** na rys. 3.) i zmienności strefy zalewów w dolinie Biebrzy. Częstość zalewów ***N*** wyznaczana jest w wyniku przeprowadzenia analiz interpolacji i algebry map dla stanów wody określonych w przekrojach analitycznych metodą modelowania matematycznego dla każdego dnia oraz policzenia statystyk dla każdej komórki rastrowej. Wyniki odnoszone są do mapy zbiorowisk roślinnych i pozwalają na ocenę średnich i ekstremalnych warunków funkcjonowania ekosystemów zależnych od wód rzecznych. Ponadto wyniki monitoringu wykorzystuje się do budowy modelu przepływu wód zalewowych, wykonującego obliczenia symulacyjne położenia zwierciadła wody w dolinie przy stanach niższych niż maksymalny. Dzięki temu można podać dodatkowe informacje charakteryzujące warunki wilgotnościowe w dolinie, takie jak czas trwania zalewu, który ma bardzo duże znaczenie dla funkcjonowania ekosystemów.

Dla ArcGIS 9.x i 10 opracowano rozszerzenie umożliwiające obliczenie tych charakterystyk i prezentowanie wyników w postaci map rastrowych, udowadniając w ten sposób również dużą korelację uzyskanych wyników ze strefowym układem zbiorowisk roślinnych.



Rys. 2. Numeryczny model terenu, punkty pomiarowe i przekroje obliczeniowe oraz zasięg zalewu rzecznego określony w 2010

roku w Dolnym Basenie Biebrzy.



Rys. 2′. Częstość stanów wód w Dolnym Basenie Biebrzy obliczona dla lat 1965–2000.

Przyszłość monitoringu geoinformacyjnego

Monitoring geoinformacyjny, którego zasady opracowano w latach 1999–2002, a następnie je dostosowywano, uwzględniając dostępne możliwości technologii geoinformacyjnych podczas ponad 10-letniego okresu obserwacji, stał jednym z podstawowych sposobów pozyskiwania informacji o zmianach hydrologicznych w BPN. Dzięki prowadzonym obserwacjom i analizom wiemy obecnie, jaki zasięg ma strefa zasilania rzecznego. Wcześniej strefa ta określana była metodą ekspercką na podstawie analiz map roślinności. Monitoring przynosi również informację jak zmienia się ona w latach mokrych i suchych, co nie zostało wcześniej zbadane. Sieć obserwacji stanów wody została rozbudowana i obejmuje kilkadziesiąt czujników typu Diver, rejestrujących wysokośćć zwierciadła wody w korycie oraz na równinie zalewowej. Sieć, będąca własnością Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, zostanie w tym roku w całości przekazana Biebrzańskiemu Parkowi Narodowemu. W czerwcu 2013 roku będą do dyspozycji dane wysokościowe, pozyskane w ramach projektu ISOK w technologii lotniczego skaningu laserowego. Dane te, charakteryzujące się najwyższą dokładnością, umożliwią udoskonalenie NMT i poprawę uzyskiwanych wyników analiz przestrzennych.