

Koncepcja gospodarowania wodą w Basenie Środkowym rzeki Biebrzy

Opracował Zespół:

dr. inż. S. Tyszewski

mgr inż. A. Ślesicka

mgr inż. I. Kardel

pod kierownictwem

dr inż. T. Okruszko

na zlecenie:

Pracowni Architektury Żywej

Warszawa, czerwiec 2001

Zawartość opracowania

1. Wprowadzenie
2. Sposób podejścia
3. Wykorzystywane modele
4. Koncepcja zabudowy technicznej i jej skutki hydrologiczne
5. Koncepcja gospodarowania wodą
6. Podsumowanie
7. Wykorzystane materiały i publikacje

Wprowadzenie

Celem projektu jest opracowanie wartościowo przyrodniczej i akceptowalnej przez społeczność lokalną koncepcji programowo przestrzennej renaturyzacji rzek Elku i Jegrzni. Koncepcja gospodarowania wodą stanowi podstawę dla określenia wpływu działań hydrotechnicznych na walory przyrodnicze i rolnicze możliwości wykorzystania terenu.

Wybudowane w połowie XIX wieku duże kanały odwadniające: Woźnawiejski i Rudzki zmieniły układ hydrograficzny Basenu Środkowego Bagien Biebrzańskich. Miały one na celu (po klęsce głodu w 1845 roku) zwiększyć bazę paszową regionu. Swoją rolę spełniały w warunkach ekstensywnego rolnictwa, kiedy pozyskanie paszy z małych, często oddalonych od gospodarstwa działek było jeszcze działaniem ekonomicznie uzasadnionym. W chwili obecnej na większości rozpatrywanego terenu sytuacja taka nie ma miejsca i rolnicy wycofują się z użytkowania części działek.

Dla ekosystemów bagiennych, które w tym rejonie powstawały albo w wyniku trwałego podtopienia wodami gruntowymi, bądź na skutek corocznych, wiosennych zalewów, wybudowanie kanałów oznaczało dramatyczną zmianę warunków zasilania. Prowadziło to na dużym obszarze do zatrzymania procesów torfotwórczych i degradacji związanych z nimi ekosystemów. Zmniejszenie poziomu uwodnienia oraz zmiana sposobów użytkowania gruntów spowodowała powstanie mozaiki terenów o różnej wartości przyrodniczej. Obok terenów uznawanych za przyrodniczo zdegradowane (np. brzeziny pokrzywowe,) występują siedliska bardzo cenne (np. ekosystemy zbiorowisk turzycowo mszystych). Powszechnie uznaje się, że na rozpatrywanym obszarze występują dwa trwałe, globalne zagrożenia: wkraczanie zakrzaczeń na otwarte tereny połąkowe i groźba pożarów na obszarach silnie przesuszonych. Walka z tymi zagrożeniami utrudniona jest ze względu na skomplikowaną strukturę własnościową (mozaika terenów prywatnych i należących do skarbu państwa) oraz administracyjną (BPN, LP, gminy) na rozpatrywanym obszarze, a co za tym idzie brak jednego gospodarza tego hydrologicznie spójnego obszaru (por. Rys.1).

Propozycja zmian stosunków wodnych, musi więc w sposób spójny uwzględniać różne oczekiwania dotyczące tego obszaru.

Sposób podejścia

Koncepcję gospodarowania wodą na tym obszarze należy podzielić na dwa zagadnienia: fazę projektowania przebudowy systemu wodnego oraz na fazę eksploatacji. W fazie projektowania działaniom inżynierskim poddane zostanie większość elementów systemu, a więc kanały Woźnawiejski i Rudzki, rzeki Jegrznia i Ełk oraz węzły wodne Kuligi i Modzelówka. W fazie eksploatacji, (sterowania systemem) podstawowe znaczenie będą miały jazy na jeziorze Rajgrodzkim, jaz w Modzelówce i ew. jaz w Kuligach. Niepomijalne znaczenia dla rozdziału wody będą miały także prace konserwacyjne (wykaszanie lub zaniechanie wykaszania roślinności wodnej) na rzekach Jegrzni i Ełk.

Podstawowym założeniem fazy projektowej jest etapowość działań renaturyzacja zarówno w czasie jak i przestrzeni. Założenie to wynika z trzech przesłanek. Po pierwsze ze względu na rolnicze wykorzystanie części tego terenu prowadzić można wyłącznie stopniowe zwiększenia uwadniania gleby. Pozwoli to rolnikom na dostosowanie techniki upraw do nowych warunków, uzyskanie dopłat z funduszy rolno-środowiskowych ewentualnie na sprzedaż, wymianę lub dzierżawę łąk, na których chcą zarzucić gospodarowanie. Po drugie, z badań hydraulicznych i hydrologicznych systemu wynika, iż działania (w postaci podpiętrzenia wody) na Ełku, skutkować będą zmianami reżimu stanów i przepływów Jegrzni w części odcinka Kuligi ujście do Ełku. Po ocenie skali tych zmian łatwiej będzie dostosować działania techniczne na węźle Kuligi. Trzecia przesłanka ma charakter pragmatyczny, ze względu na stosunkowo dużą liczbę rolników, których proponowane działania będą dotyczyły, negocjacje z nimi powinny być także prowadzone etapowo, aby nie blokować całości projektu.

W celu określenia skutków działań inżynierskich przeprowadzono badania symulacyjne przy użyciu trzech modeli numerycznych opracowanych dla analizowanego obszaru. Wyniki kolejnych symulacji umożliwiały weryfikację założeń projektowych budowli hydrotechnicznych oraz pomóc w prognozowaniu skutków przyrodniczych działań renaturyzacyjnych.

Wykorzystywane modele

Model hydrauliczny

Przepływ wody w sieci koryt rzeki Jegrzni, Biebrzy, Elku, Kanału Rajgrodzkiego i Woźnawiejskiego opisywano różniczkowymi równaniami de Saint Venanta wyprowadzonymi w założeniu nieustalonego, wolnozmiennego i jednowymiarowego przepływu. Pierwsze z równań stanowi warunek zachowania masy, zaś drugie jest warunkiem zachowania pędu strumienia w korycie. Do rozwiązania równań nieustalonego przepływu wody w korycie wykorzystywano metodę różnic skończonych wyprowadzoną dla niejawnego schematu 4-punktowego ze współczynnikiem wagowym Preismanna, co pozwala na przyjmowanie zmiennego w szerokich granicach kroku czasowego.

Rozwiązania powstałego nieliniowego ze względu na niewiadome stany wody i natężenia przepływu układu równań prowadzono uogólnioną metodą Newtona, która jako metoda iteracyjna wymaga określenia początkowego przybliżenia rozwiązania. W tym celu stosowano opis koryt przy pomocy skończonej liczby przekrojów poprzecznych.

Warunek początkowy przy opisie przepływu wody w sieci koryt stanowiły obliczone wartości rzędnych we wszystkich przekrojach koryta w założeniu ustalonego przepływu. Lewy warunek brzegowy (w pierwszym przekroju koryta) był określony przez zadawaną wartość natężenia przepływu, a prawy warunek brzegowy w końcowym przekroju odcinka koryta - za pomocą równania krzywej przepływu.

Warunki brzegowe w przekroju połączenia i rozdziału koryt i kanałów, ze względu na występujący skomplikowany proces mieszania mas wody i straty energii w przekroju połączenia opisywano w postaci warunku zachowania ciągłości przepływu. Dynamiczne równanie przepływu upraszczano w przekroju połączenia do równości rzędnych zwierciadła wody.

W obliczeniach wykorzystywano przekroje poprzeczne koryt i kanałów uzyskane z pomiarów geodezyjnych oraz rzędne i natężenia przepływu z pomiarów hydrometrycznych. Na ich podstawie określano współczynniki szorstkości wykorzystywane w obliczeniach nieustalonego przepływu.

W przekroju rozdziału koryta rzeki Jegrzni z Kanałem Woźnawiejskim, stosowano stały rozdział przepływu: 70% wartości przepływu z Jegrzni przejmował Kanał Woźnawiejski, zaś 30 % pozostawało w rzece Jegrzni.

Obliczenia prowadzono ze stałym krokiem czasowym równym 6 godzin. Rozpatrując koncepcję zabudowy progowej Kanału Rudzkiego i Woźnawiejskiego symulowano warunki przepływu z uwzględnieniem projektowanych progów.

Wyniki obliczeń przedstawiono na profilach w postaci linii zwierciadła wody i na mapach w postaci granic prognozowanych zalewów. Szczegółowy opis modelu i wykorzystywanych w obliczeniach danych przedstawiono w materiałach przygotowanych w ramach niniejszego projektu [Kubrak, 2001]

Model wód gruntowych

Obliczenia wykonane zostały przy pomocy modelu numerycznego SIMGRO. Model ten przeznaczony jest do symulacji nieustalonego quasiprzestrzennego przepływu wód gruntowych w strefie nasyconej i nienasyconej.

Zlewnia lub jej część dzielona jest na trójkątne elementy skończone o różnej wielkości w zależności od spodziewanych zmian poziomów wód gruntowych. Na badanym obszarze wydziela się tzw. subregiony o podobnych parametrach hydrologicznych (małe zróżnicowanie poziomu wód gruntowych, gleby o podobnej charakterystyce hydraulicznej itp.). W każdym subregionie wydziela się tereny różnie zagospodarowane, np. rolniczo, leśne, obszary zurbanizowane, ugory, charakteryzujące się określoną ewapotranspiracją, wpływem powierzchniowym i głębokością strefy korzeniowej.

Dla każdego subregionu oblicza się filtrację w strefie nienasyconej zakładając przepływ pionowy. Strefę nienasyconą rozpatruje się jako dwa zbiorniki retencyjne – pierwszy obejmuje warstwę korzeniową, a drugi jest ograniczony zwierciadłem wód gruntowych. Zakłada się, że podczas wystąpienia dużych opadów atmosferycznych przekraczających pojemność retencyjną strefy korzeniowej następuje odpływ wody do cieków po powierzchni

terenu (spływ powierzchniowy) oraz zasilanie wodami opadowymi strefy nasyconej (infiltracja efektywna). Podczas małych opadów i dużej ewapotranspiracji uwzględnia się pobór wody przez rośliny w wyniku podsiąku kapilarnego oraz z zasobów retencji glebowej.

Przepływ w strefie nienasyconej oblicza się oddzielnie dla każdego wydzielonego subregionu w profilu charakteryzującym ten obszar. Do obliczeń filtracji w tej strefie przyjmuje się rzeczywiste wartości opadów atmosferycznych oraz niezbędne dane klimatyczne do określenia ewapotranspiracji potencjalnej wzorami Penmana-Monteith'a (zalecane przez FAO). Ewapotranspiracja rzeczywista określana jest przy wykorzystaniu współczynników roślinnych w zależności od rodzaju upraw.

Filtracja w strefie nasyconej (poniżej poziomu wód gruntowych) oblicza się zakładając przepływ poziomy, a położenie wód gruntowych wyznacza się w każdym węźle siatki trójkątnych elementów skończonych. Równanie filtracji nieustalonej rozwiązuje się dla zadanych parametrów gruntu (współczynnik filtracji, pojemność sprężysta, miąższość warstw glebowych i geologicznych itp.) oraz obliczony w modelu strefy nienasyconej pobór wód podziemnych (podsiąg kapilarny) lub dopływ wody do strefy nasyconej (infiltracja efektywna).

Większe ciekі (kanały) mogą być modelowane zakładając warunek brzegowy w postaci stałego lub zmiennego poziomu wody. Program umożliwia symulację pracy budowli piętrzących zlokalizowanych na głównych ciekach i wtedy zakłada się rzędną korony przepływu oraz charakterystykę hydrauliczną budowli. Sieć mniejszych rowów o małych rozstawach modeluje się jako jeden zbiornik retencyjny w danym subregionie o określonej pojemności i założonym poziomie wody w rowach. W obliczeniach filtracji uwzględnia się związek hydrauliczny między wodami powierzchniowymi a gruntowymi, który jest funkcją tzw. oporów wejściowych zależnych od rodzaju gruntu, wielkości oraz rozstawy rowów i ich napełnienia.

Do obliczeń filtracji w strefie nasyconej przyjmuje się warunki brzegowe w postaci zadanej wysokości piezometrycznej (warunki Dirichleta) lub wartości dopływu gruntowego (warunek Neumana). Dopływ gruntowy oraz wysokość piezometryczna mogą być stałe lub zmienne w czasie.

Niezbędne dane do wykonania obliczeń obejmują:

- warunki hydrogeologiczne strefy nasyconej: miąższość warstwy słabo przepuszczalnej (torfu) i wodonośnej (podścielających piaszczystych utworów mineralnych), współczynnik filtracji piasku i torfu, współczynnik pojemności sprężystej, współczynnik oporu warstwy słabo przepuszczalnej, początkowe położenie wód gruntowych,
- właściwości strefy nienasyconej: głębokości strefy korzeniowej, zależność przewodnictwa hydraulicznego i ciśnienia ssącego od wilgotności chwilowej gleby w strefie nienasyconej, wilgotność początkowa gleby,
- warunki meteorologiczne: wartość opadów oraz wszystkie niezbędne dane do obliczeń ewapotranspiracji metodą Penmana-Monteith'a. W programie SIMGRO istnieje możliwość obliczeń ewapotranspiracji lub wprowadzanie danych uzyskanych z pomiarów terenowych,
- zagospodarowanie badanego regionu (tzw. technologie),
- system cieków i kanałów jako warunek brzegowy.

Wyniki obliczeń przedstawiono są na mapach w postaci wyznaczonych linii jednakowego podwyższenia poziomu wód gruntowych. Dane te dotyczą wielkości wyznaczonych pod koniec lata. A więc uwzględniają średnie, najniższe w sezonie stany wód gruntowych. Szczegółowy opis modelu wraz z opisem danych użytych do obliczeń znajduje się materiałach przygotowanych w ramach niniejszego projektu [Ślesicka, 2001]

Model optymalizacyjny

Model symulacyjno-optymalizacyjny zlewni składa się z modelu sieciowego systemu wodno-gospodarczego oraz zbioru modeli symulacyjnych użytkowników wody i obiektów hydrotechnicznych występujących w tym systemie.

Model sieciowy

Zgodnie z zaleceniami „Metodyki jednolitych bilansów wodno-gospodarczych” przyjęto,

że zlewnia rzeczna wraz z użytkownikami wody i obiektami hydrotechnicznymi (system wodno-gospodarczy) może być opisana za pomocą sieci przepływowej, złożonej z węzłów i łuków.

Węzły sieci odpowiadają: źródłom zasobów, lokalizacjom zbiorników retencyjnych, poborom i zrzutom wody oraz lokalizacjom wlotów i wylotów kanałów przerzutowych. Łuki sieci przedstawiają kierunki przemieszczania się zasobów między węzłami. Każdy łuk sieci opisywany jest pięcioma liczbami określającymi: numer węzła początkowego łuku (i), numer węzła końcowego łuku, dolne ograniczenie przepływu w łuku, górne ograniczenie przepływu w łuku oraz współczynnik wagowy odzwierciedlający hierarchię użytkowania zasobów wodnych.

Współczynniki wagowe α_{ij} w odniesieniu do użytkowników określają kolejność dostarczania wody w okresie jej niedoboru, natomiast w odniesieniu do obiektów hydrotechnicznych kolejność włączania ich do pracy w systemie.

W tak sformułowanym modelu sieciowym wielkości przepływów w poszczególnych łukach sieci, dla każdego przedziału czasowego, muszą spełniać dwa podstawowe warunki:

- warunek zgodności przepływów z ograniczeniami,
- warunek zachowania bilansu przepływów w węźle.

Fakt dopuszczenia zmienności przepływów Q_{ij} w zakresie ograniczeń wskazuje na możliwość istnienia wielu różnych kombinacji przepływów spełniających te ograniczenia. W przypadku niedoboru zasobów konieczne jest określenie kombinacji przepływów zgodnie z przyjętą hierarchią użytkowania zasobów wodnych zlewni.

Do rozwiązywania tego typu zadania optymalizacyjnego wykorzystano algorytm programowania sieciowego „Out-of-Kilter”. Algorytm ten przyjmuje jako kryterium optymalizacji minimalizację sumy strat spowodowanych niespełnieniem potrzeb użytkowników wody lub nie zapewnieniem wymaganych przepływów na określonych odcinkach rzek, co oznacza minimalizację sumy iloczynów przepływów i miar kosztów przypisanych poszczególnym łukom sieci.

Modele użytkowników wody i obiektów hydrotechnicznych

Modele użytkowników przyjmowały dwie postacie – modeli tworzących integralną część modelu sieciowego albo modeli symulacyjnych uruchamianych z modelu sieciowego. Do pierwszej grupy należały modele: odcinka rzeki, model trójkąta kanał Woźnawiejski - Elk - Jegrznia, zbiornik retencyjny (jez. Rajgrodzkie). Z użyciem modeli symulacyjnych opisane zostały: stawy rybne, obiekty melioracyjne nawadniane podsiąkowo, obiekty melioracyjne z regulowanym odpływem oraz gospodarka komunalna.

Szczegółowy opis modelu znajduje się w materiałach opracowanych w ramach niniejszego studium [Tyszewski, 2001].

Koncepcja zabudowy technicznej i jej skutki hydrologiczne

Na podstawie analizy wcześniejszych opracowań dotyczących stanu przyrodniczego, przeobrażeń i propozycji działań (patrz spis publikacji) oraz dyskusji z zespołem projektującym zaproponowano kolejność działań renaturyzacyjnych. Ich hydrologiczne skutki sprawdzano przy użyciu modeli, a wyniki badań modelowych przekazano do zespołu przyrodników.

W pierwszym etapie – proponuje się przebudowę węzła Modzelówka, tak aby można było pobierać od 0.5 do 20 m³/s wody z Elku do martwego Elku (szczegółowe rozwiązania techniczne obejmują trzy warianty przebudowy), odbudowanie koryta martwego Elku na odcinku ok. 600 m i usunięcie lokalnych przetamowań (konserwacja) starego koryta Martwego Elku (inventaryzacja miejsc na etapie projektu technicznego). Budowa minimum dwu jazów na Kanale Rudzkim oraz modernizację istniejących najniższych progów w dolnej części Kanału Woźnawiejskiego. W zakresie eksploatacji w przebudowanym Elku przepływy powinny się kształtować od 1.00 do 3.00 m³/s. Impuls wezbraniowy (koniec lutego do początku maja) do 15 m³/s. Zbiornik Rajgrodzki funkcjonuje jako alimentacyjny dla obiektu Kuwasy i przepływów biologicznych dla Jegrzni. W ochronie przeciwpowodziowej (Wojdy, Woźnawieś) działa zarówno zbiornik Rajgrodzki jak i Kanał Kuwaski jako kanał ulgi. Praca jazów na kanale Rudzkim w zależności od sytuacji hydrologicznej, polegać powinna na podniesieniu poziomu wody na przyległych łąkach. W rezultacie tych działań silniej uwodniona zostanie dolina Elku do ujścia Jegrzni,

a zabagniona zostanie dolna część „trójkąta” po ujście do Biebrzy. Poprawione zostaną warunki gospodarowania rolniczego wzdłuż kanału Rudzkiego. (patrz Rys 2)

W drugim etapie – proponuje się, stopniowe zwiększanie przepływów w odbudowanym Etku (do ok. 70% obecnych przepływów w kanale Rudzkim) i zwiększanie skali i długości trwania zalewów do 20 m³/s i od jednego do trzech miesięcy. To działanie może wymusić budowę kolejnych 2 – 3 stałych, niskich progów na Kanale Rudzkim. Ich lokalizację i wysokość należy zaprojektować w trybie adaptacyjnym.

W rezultacie zabagniona zostanie większa część doliny Etku, oraz powiększony obszar dolnej części „trójkąta”, który będzie podlegał zabagnieniom (patrz Rys.3).

W trzecim etapie – należy przebudować węzeł Kuligi wraz z zabudową Kanału Woźnawiejskiego (dwa warianty zabudowy technicznej). W zależności od przyjętych uzgodnień z rolnikami, sposób sterowania jazem (lokalizacja tzw. Kłycek) będzie umożliwiał prowadzenie gospodarki łąkowej wzdłuż Jęgrzni do Brzezin Kapickich. Czynna ochrona przeciwpowodziowa terenów powyżej Kuligów realizowana będzie poprzez Jez. Rajgrodzkie i kanał Kuwaski jako kanał ulgi.

W rezultacie silniej uwodniona (lub zabagniona) zostanie ostatnia, górna część „trójkąta”, kończąc renaturyzację obszaru projektu. (patrz Rys 4). Maksymalny teren zalewu wczesnowiosennego na obecnie użytkowanych łąkach przedstawia Rys. 5.

Przedstawiona, etapowa koncepcja realizacji gospodarki wodnej na terenie Środkowego Basenu Biebrzy, umożliwia, preferowane obecnie w praktyce ochrony środowiska, adaptacyjne podejście do problemów renaturyzacji (tzw. „adaptive management”). Pomimo zastosowania trzech stosunkowo nowoczesnych modeli numerycznych (model hydrogeologiczny, hydrauliczny i symulacyjno-optimalizacyjny bilansów wodnych), wobec wielkości obszaru, złożoności procesów hydro-ekologicznych i niepewności ekonomicznych, co do rozwoju rolnictwa w regionie, nie jesteśmy w stanie ze 100% pewnością prognozować rozwoju wydarzeń.

W prezentowanej koncepcji, stopniowa ekstensywacja (lub wycofywanie) rolnictwa, kompensowane jest silnym zwiększeniem uwilgotnienia gleb, co powinno zapobiegać spontanicznej degradacji zasobów glebowych i w sensie jakościowym (zwiększenia ładunku azotanów) zasobów wodnych. Jednocześnie działania zaplanowane są w taki sposób aby z

jednej strony tempo zmian mogło być regulowane i dostosowywane do tempa negocjacji z rolnikami, z drugiej zaś w każdym etapie zwiększana była wartość ekosystemów wodnych lub bagiennych.

Koncepcja gospodarowania wodą

Jak wspomniano wyżej, w gospodarowaniu wodą można wyróżnić dwie fazy: działań technicznych i części eksploatacyjnej. Działania techniczne przedstawione zostały w poprzednim rozdziale. W zakresie działań eksploatacyjnych, w pierwszym rzędzie należy podkreślić konieczność współdziałania różnych ośrodków decyzyjnych związanych z gospodarką wodną na omawianym terenie, a w szczególności RZGW, WZMiUW, BPN, oraz Spółek Wodnych. Przedstawiona koncepcja gospodarki wodnej, zakłada istnienie takiego współdziałania. Realizacja tego postulatu w praktyce wymaga dobrej woli poszczególnych instytucji oraz rodzaju forum wymiany informacji. Szczególną rolę mogłaby tu odegrać organizacja pozarządowa jaką jest Pracownia Architektury Żywej.

W przypadku utrzymywania się stopnia wykorzystania zasobów wodnych na obecnym poziomie proponuje się uzgodnienie i wprowadzenie następujących zasad gospodarowania wodą na Jeziorze Rajgrodzkim:

- zwiększenie pojemności czynnej Jeziora Rajgrodzkiego do 20 mln m³,
- w przypadku, gdy Kanał Kuwaski nie jest wykorzystywany jako kanał ulgi – wydzielenie z pojemności czynnej Jeziora Rajgrodzkiego warstwy rezerwy powodziowej o pojemności 5 mln m³ oraz warstwy zbiornikowej przeznaczonej dla przepływów nienaruszalnych hydrobiologicznych i stawów rybnych o pojemności 5 mln m³,
- w przypadku, gdy Kanał Kuwaski pracuje jako kanał ulgi nie zachodzi potrzeba podziału pojemności czynnej Jeziora Rajgrodzkiego na warstwy o określonym przeznaczeniu.

Należy podkreślić fakt, iż opracowane przez zespół W. Mioduszeńskiego [1994] zasady gospodarowania wodą w tzw. Rajgrodzkim Węźle Wodnym, byłyby skutecznym narzędziem do realizacji przedstawionej koncepcji. Według wiedzy autora, niniejszego opracowania,

zasady te nie są realizowane ze względu na kłopoty komunikacyjne pomiędzy poszczególnymi stronami.

Ponieważ obecny poziom zabezpieczenia przeciwpowodziowego obszarów poniżej Jeziora Rajgrodzkiego i Jeziora Dręstwo nie jest zadowalający, poprawę można uzyskać poprzez wydzielenie warstwy rezerwy przeciwpowodziowej na Jeziorze Rajgrodzkim lub/i wykorzystanie Kanału Kuwaskiego jako kanału ulgi. Obliczenia symulacyjne wykazały, że Kanał Kuwaski (przepustowość $5,4 \text{ m}^3/\text{s}$) znacznie skuteczniej niż rezerwa powodziowa (o pojemności 5 mln m^3) wydzielona na Jeziorze Rajgrodzkim redukuje kulminacje fal powodziowych, przy czym należy podkreślić, że w obecnym układzie sieci hydrograficznej woda odprowadzana Kanałem Kuwaskim uszczupla zasoby wodne Jegrzni i jest tracona dla obszaru Trójkąta.

Dodatkowo, posługując się istniejącą pojemnością zbiornika, można w okresie wczesnowiosennym:

- wykorzystać wodę Jeziora Rajgrodzkiego dla wspomagania tworzenia wiosennych zalewów obszaru Trójkąta Jegrzni – Kanał Woźnawiejski, bez pogarszania warunków zaopatrzenia w wodę innych użytkowników systemu,
- doprowadzić dodatkowe ilości wody w obszar Brzezin Ciszewskich i Kapickich bez negatywnego wpływu na poziom zaspokojenia potrzeb pozostałych użytkowników.

W węźle Modzelówka gospodarowanie wodą będzie realizowane przez istniejący jaz. Zasadnicza zmiana, polega na odejściu od utrzymywania stałego piętrzenia, na rzecz regulowania ilości wody kierowanej do Ełku. Jej ilość zależeć będzie od zasobów dyspozycyjnych oraz akceptowanych przez rolników, maksymalnych stanów wody w Ełku i wahać się będzie od $0,5$ do $3 \text{ m}^3/\text{s}$ w okresach niżówkowych i od $3 \text{ m}^3/\text{s}$ do $20 \text{ m}^3/\text{s}$ w okresie wezbraniowym. Działaniem długofalowym, będzie podnoszenie stanów wody. Dodatkowym zadaniem będzie tworzenie impulsu wezbraniowego w okresie wczesnowiosennym w zakresie zaakceptowanym przez rolników.

W zależności od przyjętej koncepcji technicznej skrzyżowania cieków (patrz koncepcja techniczna) różne ilości wody pobierane będą do obecnie martwego Ełku. Zdaniem autora niniejszego opracowania więcej zalet ma rozwiązanie pozwalające na wykorzystanie wód spływających kanałem Kuwaskim na potrzeby Trójkąta.

Działania kompensujące obniżanie stanów wody w Kanale Rudzkim ze względu na pobory wody do Ełku, realizowane będą przez dwa jazy wspomagane progami stałymi. Ich praca powinna opierać się na utrzymaniu stałego, sezonowego poziomu piętrzenia.

W węźle Kuligi mogą zaistnieć dwie sytuacje. Realizacja zabagnienia doliny Jegrzni po ewentualnym wycofaniu rolnictwa lub koegzystencja ekstensywnego rolnictwa i silnie uwodnionej doliny. W pierwszym wypadku budowla wodna będzie niesterowalna, kierując wody do Jegrzni kosztem Kanału Woźnawiejskiego. W przypadku drugim jaz kierował będzie maksymalnie duże ilości wody do Jegrzni, a ograniczeniem będzie akceptacja rolników. W okresach wezbraniowych, poza okresem wczesnowiosennym, Kanał Woźnawiejski działał będzie jako kanał ulgi.

Podsumowanie

Reasumując pracę zespołu gospodarki wodnej oraz wyniki badań modelowych można przedstawić następujące wnioski:

- renaturyzacja analizowanego obszaru powinna odbywać się etapowo, zaczynając od działań inżynierskich w węźle Modzelówka i na odcinku obecnie Martwego Ełku oraz przez poprawę istniejących progów stałych w dolnym biegu Kanału Woźnawiejskiego;
- przebudowę stosunków wodnych w górnej części trójkąta powinny poprzedzić obserwacje rezultatów działań na Ełku, a zwłaszcza skali podpiętrzeń stanów wody w Jegrzni wywołanych wyższymi stanami wody w dolnej części Ełku;
- stopniowe powiększanie poborów wody z Kanału Rudzkiego na rzecz Ełku, musi być kompensowane budową jazów i progów stałych, te ostatnie powinny być projektowane i lokalizowane w trybie adaptacyjnym;
- równolegle z pracami o charakterze inwestycyjnym powinny postępować negocjacje pomiędzy zainteresowanymi instytucjami dotyczące spójnego zarządzania urządzeniami gospodarki wodnej w Modzelówce, Rajgrodzie, Czarnej Wsi, Kuligach i na jazach wzdłuż Kanałów Rudzkiego (planowane) i Kuwaskiego (istniejące);
- wytyczne dotyczące zasad gospodarowania wodą zostały podane w poprzednim rozdziale niniejszej koncepcji, szczegółowe zalecenia powinny zostać wypracowane

wraz z projektem technicznym budowli z użyciem modeli wykorzystywanymi w niniejszym opracowaniu.

Wykorzystane materiały i publikacje

Materiały

J. Kubrak „ Modelowanie przepływu wód wielkich przy różnych wariantach zabudowy sieci rzecznej przy użyciu modelu przepływu nieustalonego.” Maszynopis, Warszawa 2001

A. Ślesicka „Modelowanie stanów wód gruntowych dla różnych wariantów zabudowy sieci rzecznej przy użyciu modelu SIMGROW.” Maszynopis, Warszawa 2001

S. Tyszewski, „ Bilans wodno- gospodarczy dla Basenu Środkowego Biebrzy dla różnych wariantów gospodarki wodnej przy użyciu modelu symulacyjno-optymalizacyjnego.” Maszynopis, Warszawa 2001

I. Kardel , „ Porównanie wyników modelowania przy użyciu platformy GIS.”, Zbiory ArcInfo, Warszawa 2001.

Operat Ochrony Zasobów Wodnych, Planu Ochrony Parku dla BPN, T. II., „Zasady gospodarki wodnej”, Praca zbiorowa pod red. T.Okrusko, maszynopis, Warszawa 2000.

Publikacje

Kowaleski Z., Skąpski J., Bleuten W., Groundwater in the Central Biebrza Basin. W Monografii „Some aspects of water management in the valley of Biebrza River”, str. 19 – 26, Wyd. IMUiZ, Falenty 2000.

Mioduszewski W., Gospodarka wodna w Rajgrodzkim Węźle Wodnym. Melioracje Rolne Nr. 3 /4, 1994.

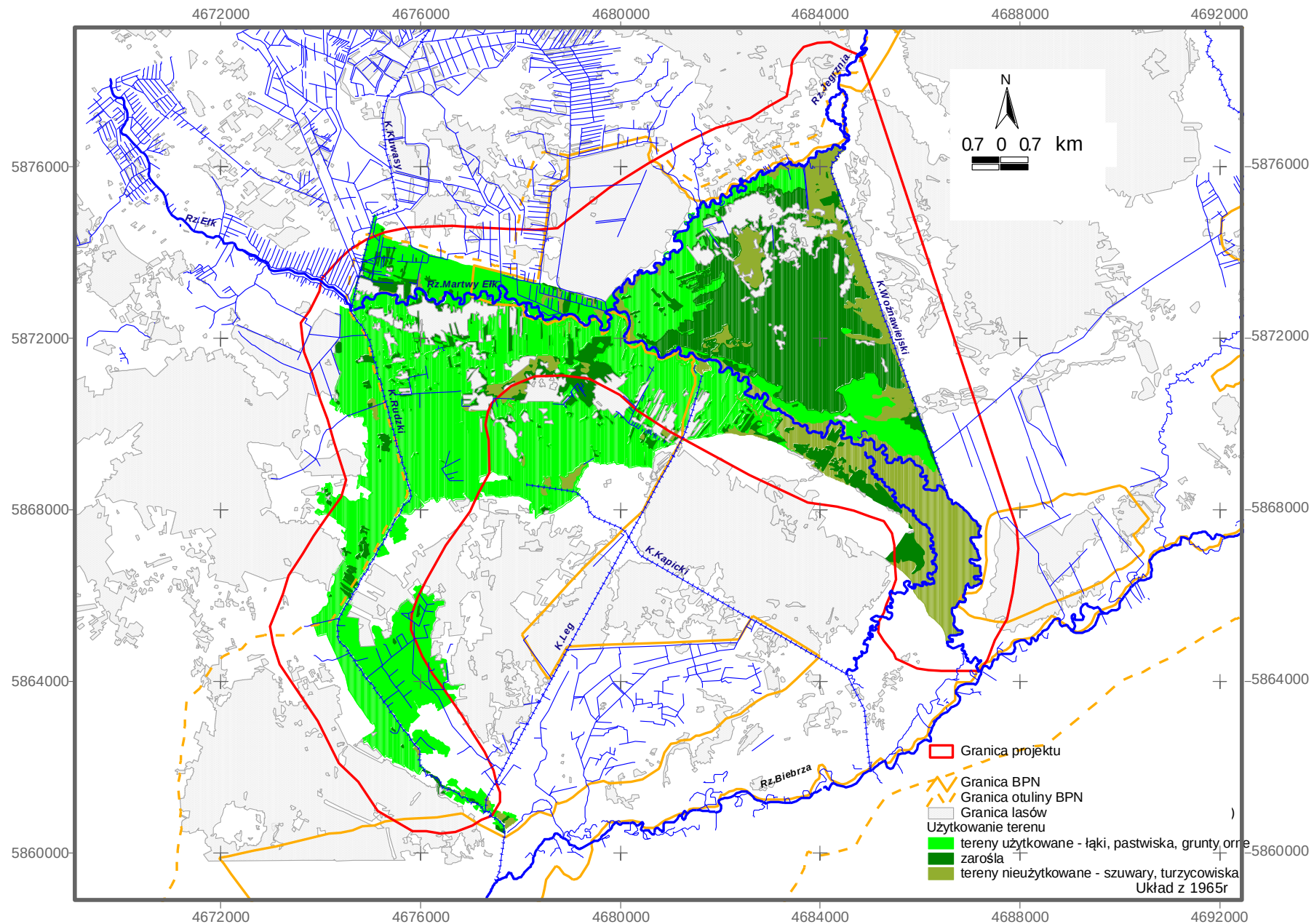
Mioduszewski W., Szuniewicz J., Kowalewski Z., Chrzanowski S., Ślesicka A., Borowski J. Gospodarka wodna na torfowisku w Basenie Środkowym Biebrzy, Biblioteczka Wiadomości IMUZ 90, str.80, Falenty 1996.

Mioduszeński W., Siłkowski M., Bleuten W., Preliminary assessments of surface water and groundwater quality in peatlands of the Central Biebrza Basin., . W Monografii „Some aspects of water management in the valley of Biebrza River”, str. 47 - 58, Wyd. IMUiZ, Falenty 2000.

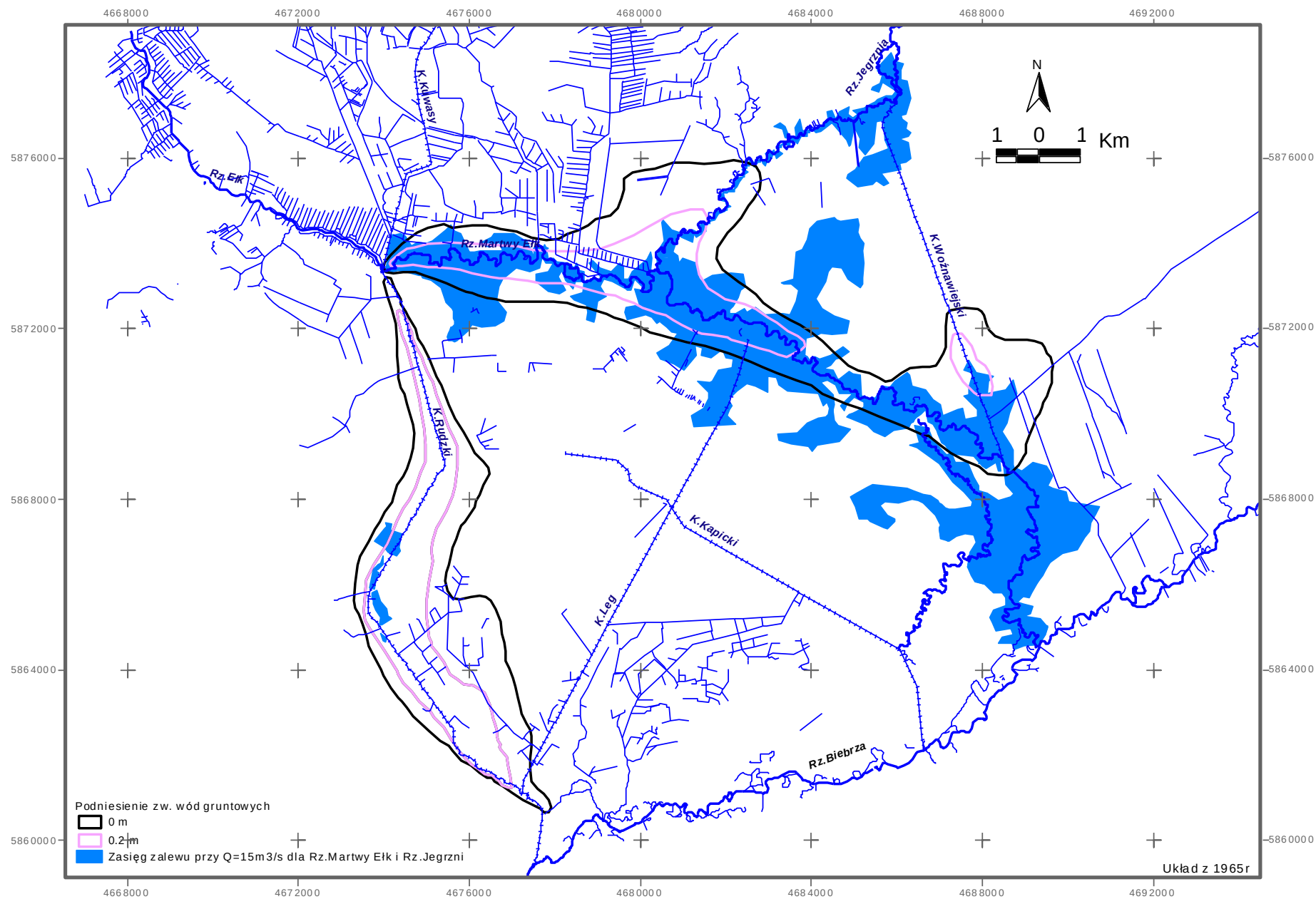
Okrusko H., Szuniewicz J., Kamiński J., Chrzanowski S., Charakterystyka środowiska oraz zakres potrzeb jego renaturyzacji w Basenie Środkowym Biebrzy, Zeszyty Prob. Post. Nauk Roln., Z. 432, str 9-32, Warszawa 1996.

Okrusko T., Tyszewski S., Optymalizacja gospodarki wodnej w basenie Biebrzy Środkowej w celu ochrony siedlisk hydrogenicznych. Mat. Konf. Naukowej „Współczesne Problemy Inż. Wodnej”, str. 51 – 63, Poręba k/Myslenic, 1993.

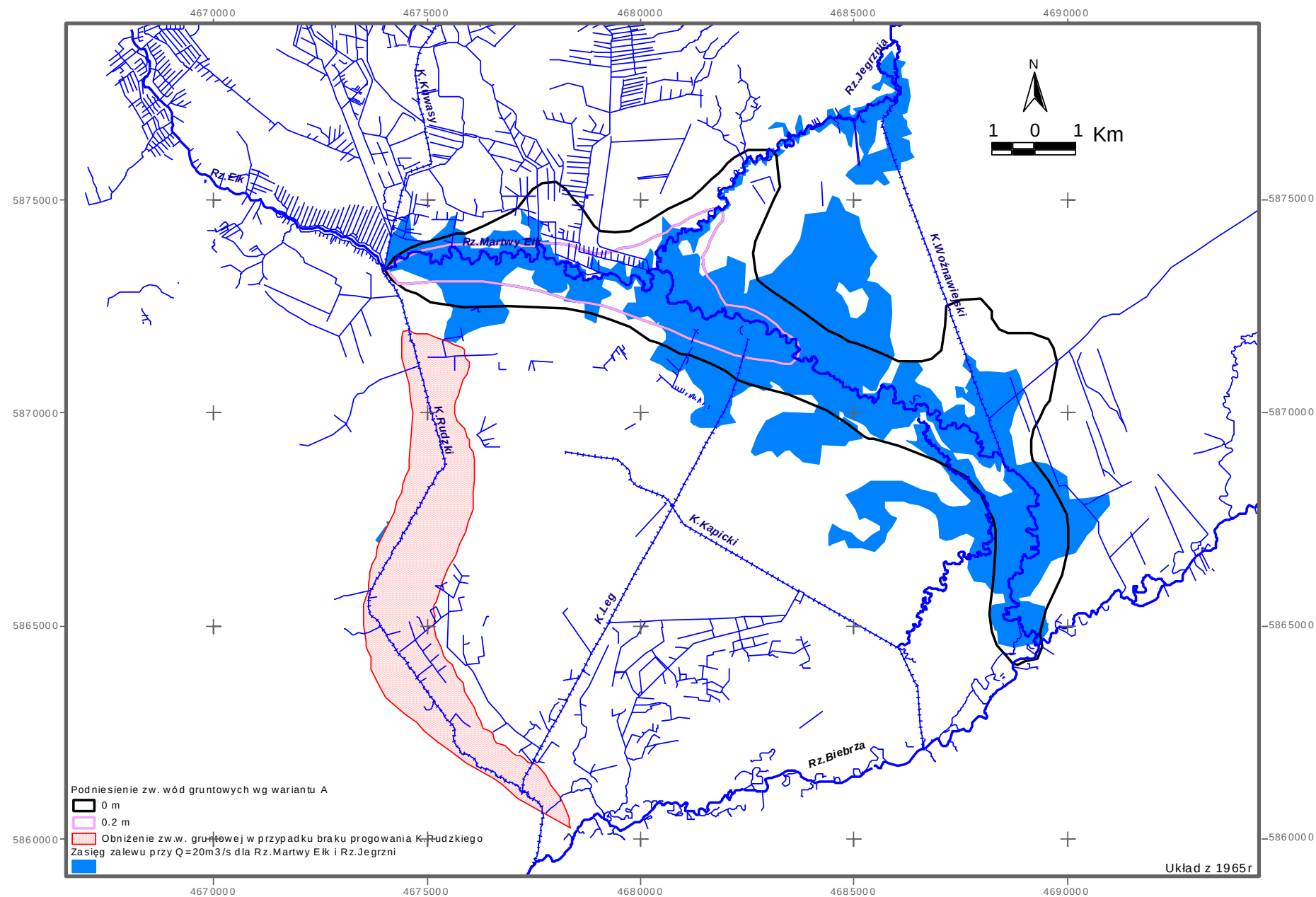
Tyszewski S., Okrusko T., Radek J., Bilans wodno-gospodarczy jako podstawa wyboru zasad gospodarowania wodą w Basenie Środkowym Biebrzy, , Zeszyty Prob. Post. Nauk Roln., Z. 432, str. 157 - 182, Warszawa 1996.



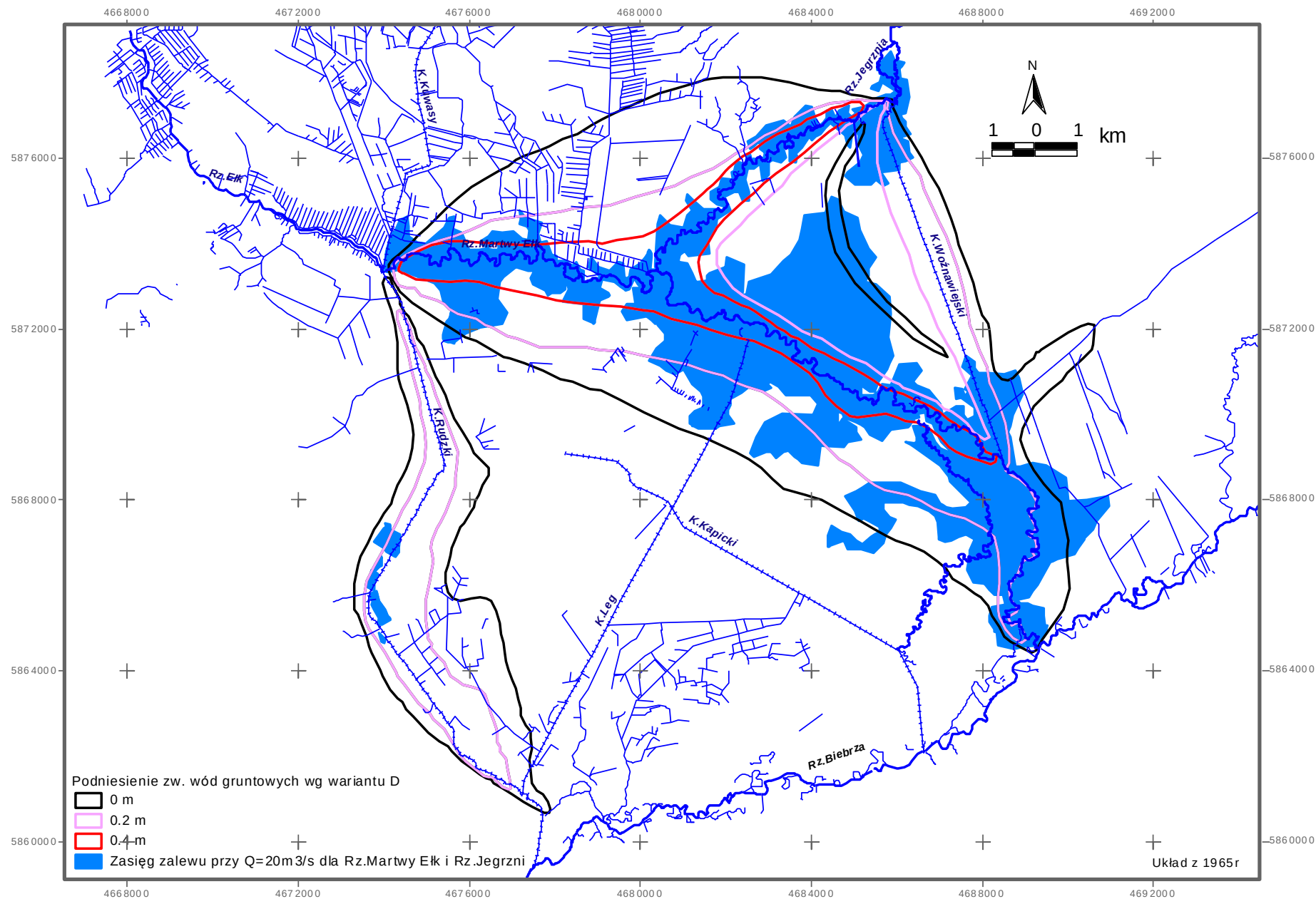
Rys. 1 Użytkowanie i administracja terenu na obszarze projektu



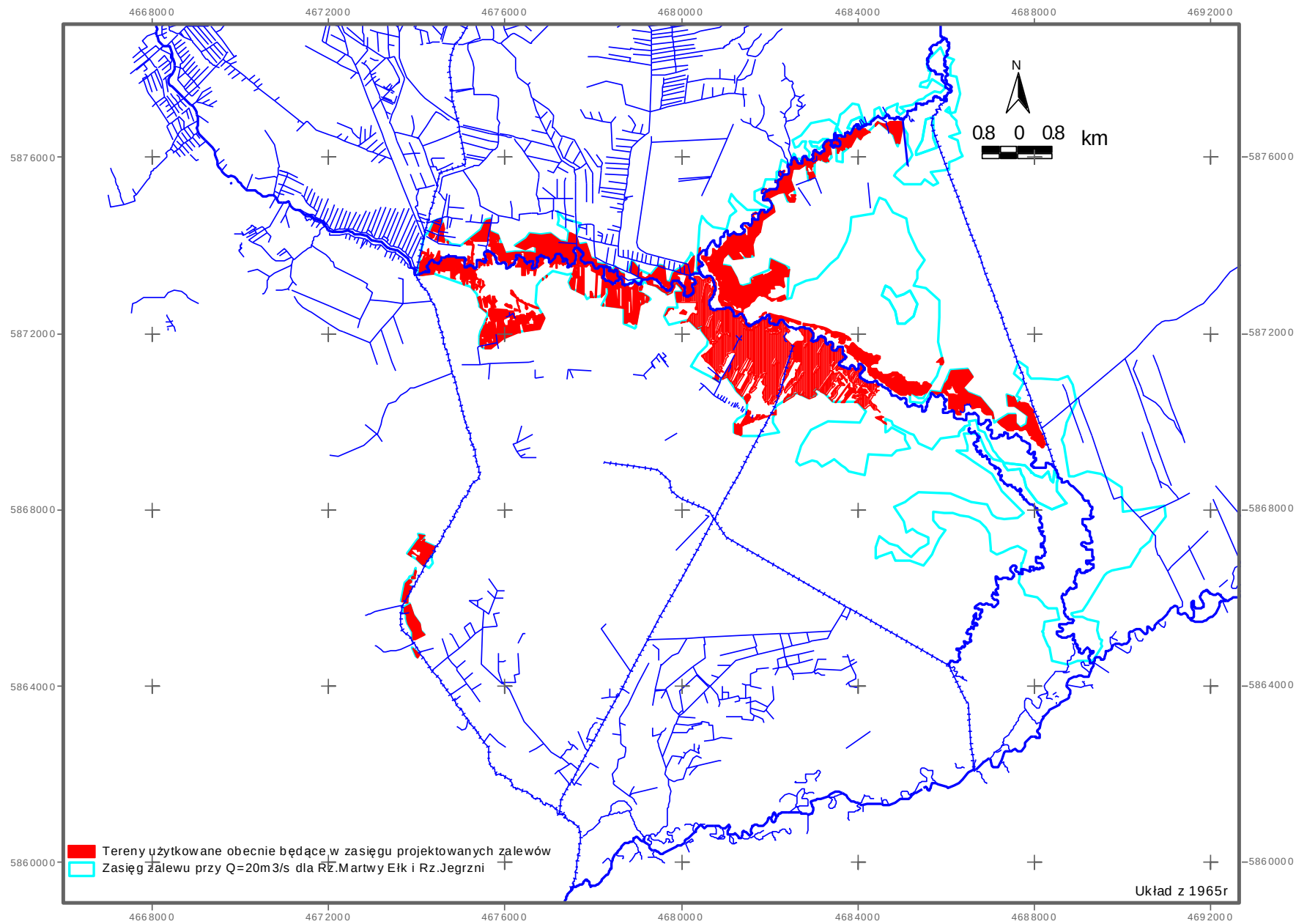
Rys. 2 Efekty przebudowy sieci rzecznej w pierwszym etapie działań



Rys.3 Efekty przebudowy sieci rzecznej po drugim etapie działań



Rys.4 Efekty przebudowy sieci rzecznej po trzecim etapie działań



Rys.5 Maksymalny zasięg zalewu na terenach użytkowanych rolniczo