

Urszula Kolodziejczyk

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

Piotr Warcholak

Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze

ZBIORNIK STARA WODA I JEGO FUNKCJA W OCHRONIE PRZECIWPOWODZIOWEJ MIASTA LUBSKA

THE RESERVOIR STARA WODA AND HIS FUNCTION IN FLOOD CONTROL OF THE LUBSKO CITY

Słowa kluczowe: rzeka, gospodarka wodna, retencja.

Streszczenie: Aby zwiększyć stopień bezpieczeństwa przeciwpowodziowego miasta Lubuska przystąpiono do budowy zbiornika suchego Stara Woda. Realizacja tej inwestycji pozwoli na redukcję przepływu nadmiernego w rzece Lubuszy przez teren miasta z $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$ do $7,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Zbiornik Stara Woda jednak tylko częściowo uchroni Lubusko przed zalaniem. Stopień bezpieczeństwa przeciwpowodziowego można będzie dodatkowo podnieść poprzez umiejętne sterowanie wypływem wody ze zbiornika.

Key words: river, water management, retention.

Summary: To enlarge the degree of safety Lubusko it was approached to building dry reservoir Stara Woda. Realization of this investment will permit on reduction of maximum flow from $12,2 \text{ m}^3/\text{s}$ to $7,1 \text{ m}^3/\text{s}$ and decrease flood threat. Reservoir Stara Woda will not protect the city from partial flood. The degree of safety flood can be better, if steering with water effluent from reservoir will be skilful.

WARUNKI GEOMORFOLOGICZNE REJONU LUBSKA

Ukształtowanie terenu w rejonie Lubuska wykazuje zróżnicowaną genezę; ostańce wysoczyznowe stanowią pozostałość po morenie czołowej zlodowacenia południowo-polskiego, natomiast dolina Lubuszy uformowana została w holocenie, wskutek akumulacyjnej działalności wód płynących [Lewicki, Przewłocki i Wróbel, 1986].

Zbiornik Stara Woda jest zlokalizowany w obrębie ostańców Lubusko-Borowickich [Bartkowski, 1974], decydujących o znacznym zróżnicowaniu morfologicznym rejonu: od $68,0 \text{ m n.p.m.}$ w dnie doliny Lubuszy do $125,0 \text{ m n.p.m.}$ w strefach wysoczyznowych. Ostańce wysoczyznowe mają kształt podłużnych płaskowyżów i są rozdzielone płaskimi dolinami, stanowiącymi najczęściej podmokłe łąki. W strefach wysoczyznowych występują liczne bezodpływowe zagłębienia, w których przy nieprzepuszczalnym podłożu gromadzi się woda.

CHARAKTERYSTYKA BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Osady starszego podłoża zalegają w strefie Lubska na głębokości ponad 200 m p.p.t. i nie mają wpływu na funkcjonowanie zbiornika Stara Woda.

Bezpośrednie podłoże geologiczne analizowanego zbiornika stanowią osady trzeciorzędowe i czwartorzędowe.

Trzeciorząd reprezentuje kilkudziesięciometrowa seria górnopliocenijskich, nieprzepuszczalnych ilów poznańskich, w skład której wchodzi:

- ily i mułki zielone z przewarstwieniami pyłów i piasków pylastych,
- ily i mułki płomieniste z przewarstwieniami ilów i piasków kwarcowych oraz glin kaolinowych.

W starszym czwartorzędzie (plejstocen) seria trzeciorzędowa uległa głębokiemu rozmyciu erozyjnemu, spowodowanemu wytopieniem się brył martwego lodu. W wyniku tego procesu w stropie serii ilastej wykształciła się wyraźna niecka. Badania geologiczne wykonane dla potrzeb udokumentowania zbiornika Stara Woda wykazały znaczne spływanie się niecki w kierunku wschodnim i jednocześnie jej pogłębienie w kierunku zachodnim; w osiowej i wschodniej części zbiornika strop serii ilastej występuje na rzędnej 68,00 m n.p.m., podczas gdy w części zachodniej (upust wieżowy) oraz północno-zachodniej (czoło zbiornika) – maksymalnie na rzędnej 61 m n.p.m.

W młodszym czwartorzędzie (holocen) niecka została częściowo wypełniona glinami piaszczystymi i piaskami gliniastymi z domieszką węgla brunatnych, o sumarycznej miąższości od 0,5 (NE część zbiornika) do 10,0 m (SW część zbiornika) oraz różnoziarnistymi piaskami i utworami pochodzenia organicznego (torfy i namuły). Holocenijska seria piaszczysta w obrębie czaszy zbiornika jest zbudowana z piasków drobnych lub średnich. W części spągowej czaszy, a także w rejonie zachodnim (upust wieżowy i zrzut Kanału Granica) seria drobno piaszczysta przechodzi w piaski średnie lub grube ze żwirem oraz pospółki.

Strop serii piaszczystej stanowi warstwa torfu o miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do 1,5 m. Są to torfy średnio rozłożone i słabo rozłożone, często z domieszką piasku lub znacznych ilości zbutwiałego drewna. Na obrzeżach torfy stanowią jedynie warstwę glebową (0,2 m), a największą miąższość torfów (1,5 m) obserwuje się w jądrze niecki.

Analiza budowy geologicznej wykazuje, że nieprzepuszczalne podłoże czaszy zbiornika zapewnia jego szczelność. Ewentualne przesiąki wody ze zbiornika będą możliwe jedynie w strefie zapory czołowej (zachodnia część zbiornika). Stopień zagęszczenia gruntu ($I_D > 0,55$) oraz kubatura zapory wskazują, że przesiąki te nie będą miały istotnego wpływu na prawidłowość funkcjonowania obiektu. Poniżej czaszy zbiornika znajdują się bowiem stawy rybne i ewentualne przesiąki nie spowodują pogorszenia warunków gruntowo-wodnych w tym rejonie.

ROZPOZNANIE HYDROGEOLOGICZNE

Wody gruntowe zalegają w części SE zbiornika stosunkowo płytko, gdyż strop warstw nieprzepuszczalnych występuje tutaj na głębokości kilkudziesięciu cm. Po przeciwnej stronie zbiornika, w części NW, poziom wód gruntowych obniża się nawet do 3 m p.p.t.

Wody opadowe infiltrują w serię piaszczystą, a następnie spływają po stropie warstw nieprzepuszczalnych (glin, ilów) ku osiowej partii niecki. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub lokalnie lekko napięty, co ma miejsce wówczas, gdy tuż przy powierzchni terenu występują namuły lub torfy.

Przy długotrwałych opadach deszczu w czaszy zbiornika formuje się zbiornik wód podziemnych o lustrze wody stabilizującym się na rzędnych około 72,00 m n.p.m., a w strefach brzegowych zbiornika – 73,00 m n.p.m. Badania wykazały, że są to wody słabo agresywne pod względem agresywności kwasowej i węglanowej (Ia₂).

HYDROGRAFIA

W rejonie zbiornika przepływają następujące ciekі: rzeka Lubuska, rzeka Ług, Kanał Młyński i Kanał Granica (rys. 1).

Głównym ciekіem jest rzeka Lubuska, największy dopływ Nysy Łużyckiej. Lubuska przepływa przez miasto Lubusko. W rejonie wsi Białków, około 3 km powyżej Lubuska (w km 33+350), wpływa do niej rzeka Ług. W miejscu połączenia obu rzek powierzchnia zlewni Lubuszy wynosi 163,4 km², a rzeki Ług 151,3 km².

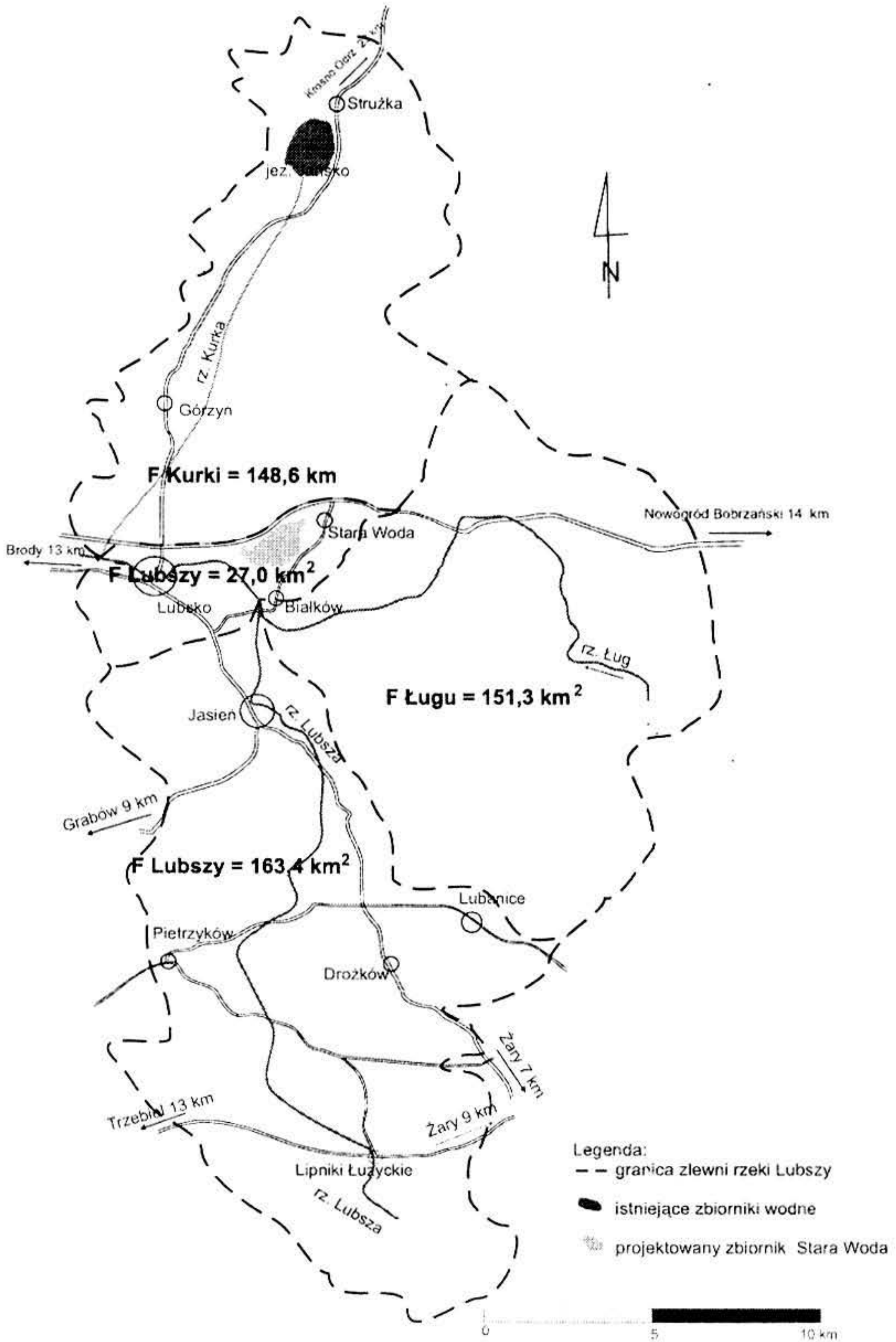
Kanał Młyński jest ciekіem sztucznym, wykonanym 100 lat temu w celu napędu młynów w Białkowie i Lubusku. Istniejące do dzisiaj budowle rozrządowe umożliwiają kierowanie do kanału wód z obydwu rzek. Kanał Młyński uchodzi do rzeki Lubuszy poniżej Lubuska, stanowi więc dla miasta kanał ulgi. Obecnie Kanał Młyński służy do napełniania stawów rybnych w rejonie wsi Białków i Nowiniec.

Kanał Granica, w dolinie którego zlokalizowany jest zbiornik Stara Woda (w km 1+330–2+758), jest prawostronnym dopływem rzeki Lubuszy. Wraz z siecią niesystematycznych rowów odwadnia on kompleks łąk położonych wokół czaszy analizowanego zbiornika oraz teren wsi Stara Woda.

Na terenie miasta Lubusko istnieje również kanał pożarowy, biorący wodę z Kanału Młyńskiego i uchodzący do rzeki Lubuszy w obrębie miasta. Nie ma on jednak większego znaczenia w bilansie przepustowości koryt cieków znajdujących się na terenie miasta.

Zbiornik Stara Woda będą stanowiły dwa zbiorniki: suchy i stały (rys. 2). Zbiornik suchy będzie działał jak polder sterowany, ale będzie miał zdecydowanie mniejszą pojemność. Jego zadaniem będzie spłaszczenie szczytu wezbrania. W zbiorniku tego typu rezerwa powodziowa zbliżona będzie do całkowitej pojemności zbiornika, a pojemność wynikająca ze stałego piętrzenia będzie stanowić jedynie niewielką jej część, uzależnioną od zakładanych funkcji zbiornika. Zbiornik suchy napełni się, jeżeli dopływ wód opadowych ze zlewni będzie większy od wysterowanego zrzutu.

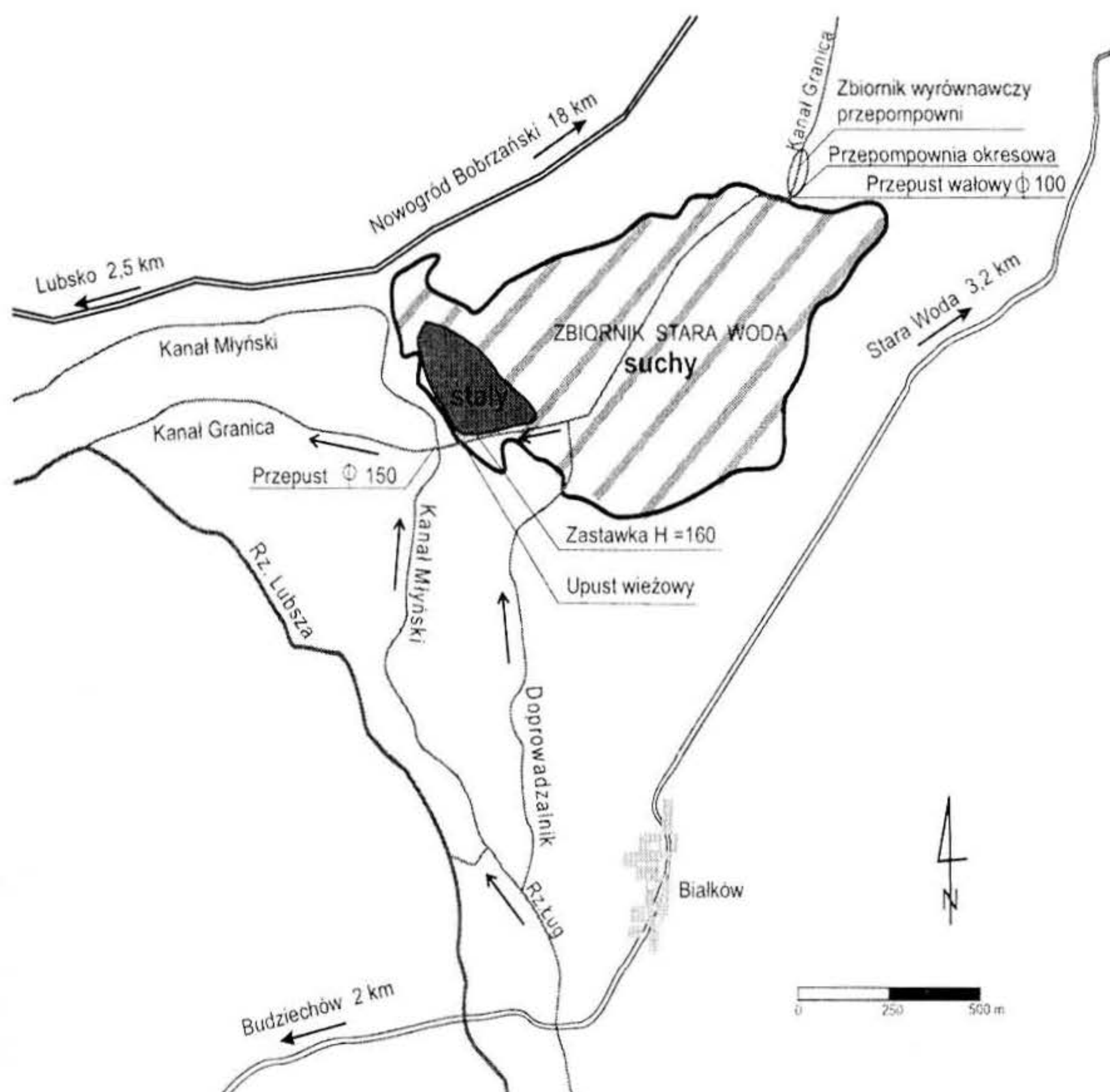
Sterowanie zrzutem wody będzie możliwe do czasu, gdy rzędna zwierciadła wody wypełniającej jego czaszę nie osiągnie rzędnej korony przelewu awaryjnego.



Rys. 1. Zlewnia górnej Lubuszy

OPIS ZBIORNIKA SUCHEGO STARA WODA

Lokalizację zbiornika suchego Stara Woda warunkuje naturalne ukształtowanie terenu, a także zaprojektowane zapory ziemne usytuowane na jego obwodzie: zapora czołowa ograniczająca zbiornik od strony zachodniej (wzdłuż Kanału Młyńskiego), zapora górna – ograniczająca zbiornik od północnego wschodu (przy ujściu Kanału Granica) oraz boczna – w części południowo-wschodniej (w rejonie wsi Białków). Wszystkie zapory są usytuowane w obrębie istniejących dróg gruntowych i będą stanowiły ich korpusy wyniesione na minimum 0,7 m ponad maksymalny poziom piętrzenia (czyli jak dla wałów przeciwpowodziowych IV klasy).



Rys. 2. Schemat zbiornika Stara Woda

Ze względu na wysokość piętrzenia $2\text{m} < H = 2,25/5\text{ m}$ oraz pojemność zbiornika, a także w oparciu o *Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane...* przyjęto dla zapór IV klasę budowli. Rzędną terenu zapory czołowej

ustalono na poziomie 73,80 m n.p.m., a zapór górnej i bocznej na poziomie 73.70 m n.p.m. (tab. 1).

Tab. 1. Parametry zapór w zbiorniku Stara Woda

Nazwa	Zapora Czołowa	Zapora Górna	Zapora Boczna
Rzędna korony [m n.p.m.]	73,80	73,70	73,70
Szerokość korony [m]	6,0	2,0-5,0	4,0
Nachylenie skarp	1:3	1:3	1:3
Długość zapory [m]	1106	982	534
Wysokość ponad teren [m]	0,0-1,0	0,0-1,23	0,0-0,69
Stopień zagęszczenia I_D	>0,55	>0,55	>0,55
Wskaźnik zagęszczenia I_S	>0,95	>0,95	>0,95

Zbiornik Stara Woda będzie miał za zadanie okresowe gromadzenie części przepływów powodziowych rzeki Lubszy, a tym samym – zmniejszenie ilości wody wpływającej do Lubska.

Przy zaporze czołowej zaprojektowany został zbiornik stały, którego zadaniem będzie retencja wody do nawodnień przyległych użytków rolnych i rezerwa wody do ochrony przeciwpożarowej okolicznych lasów. Będzie on także wykorzystywany przez mieszkańców Lubska jako teren rekreacyjny. Wokół zbiornika wykonane zostaną ścieżki dydaktyczne, propagujące jego walory przyrodnicze oraz funkcję przeciwpowodziową.

Woda będzie doprowadzana do zbiornika:

- grawitacyjnie; sztucznym kanałem (doprowadzalnikiem), biorącym swój początek w km 0+250 rzeki Ług, rurociągiem gravitacyjnym z Kanału Młyńskiego (dla podtrzymania zwierciadła wody w stałej części zbiornika), a także
- mechanicznie, poprzez przepompownię odwadniającą teren położony powyżej zapory górnej.

OCENA BEZPIECZEŃSTWA PRZECIWPOWODZIOWEGO MIASTA LUBSKA

W przekroju ujścia rzeki Ług do rzeki Lubszy powierzchnie zlewni obu rzek są porównywalne: zlewnia rzeki Lubszy wynosi 163,4 km², a rzeki Ług 151,3 km². Rzeka Ług uchodzi do Lubszy przed miastem Lubska, które powinno być chronione wg II klasy, tj. na wody o prawdopodobieństwie $p = 1\%$.

W przypadku nałożenia się kulminacji obu rzek przepływy w przekroju miasta Lubska wyniosą:

- przepływ miarodajny $Q_{1\%} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$,
- przepływ kontrolny $Q_{0,3\%} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Maksymalna brzegowa przepustowość koryt rzeki Lubszy i Kanału Młyńskiego na odcinku miejskim wynosi 17,6 m³/s, w tym rzeki Lubszy 15,6 m³/s, a Kanału

Młyńskiego $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Bezpieczna przepustowość tych koryt jest jeszcze mniejsza i wynosi łącznie $13,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Miarodajny przepływ $Q_{1\%}$ jest zatem większy o $12,4 \text{ m}^3$ od maksymalnej przepustowości miejskich odcinków tych cieków, co oznacza, że w przypadku wystąpienia przepływów miarodajnych przepływ o wielkości $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$ wyleje się na teren miasta.

Aby go zredukować, planowano wykonanie powyżej miasta Lubusko kompleksu zbiorników retencyjnych, redukujących wezbrania na rzece Lubusza (zbiorniki: Świbna Jaryszów i Stara Woda) oraz na rzece Kurka (zbiornik Raszyn).

Do realizacji udało się wprowadzić jedynie zbiornik Stara Woda, który zredukuje przepływ maksymalny o około $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Zatem zbiornik Stara Woda poprawi jedynie stopień bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, redukując nadmierny przepływ przez miasto z $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$ do $7,1 \text{ m}^3/\text{s}$, natomiast nie uchroni on miasta przed częściowym zalaniem. Umiejętne sterowanie wypływem ze zbiornika może dodatkowo podnieść stopień bezpieczeństwa. Wymaga to jednak opracowania precyzyjnej instrukcji obsługi, opartej o pomiary wydatku urządzeń zrzutowych i analizę przepustowości koryt cieków na odcinku miejskim. Istnieje także możliwość inwestycyjnego zwiększenia przepustowości koryta Kanału Młyńskiego.

ZBIORNIK STARA WODA

Podstawowe dane zbiornika Stara Woda zestawiono w tab. 2.

Tab. 2. Charakterystyka zbiornika „Stara Woda”

Nazwa zbiornika	Powierzchnia zbiornika [ha]	Pojemność zbiornika [tys. m^3]
Zbiornik stały przy rzędnej piętrzenia 72,50 m n.p.m.	7,2	144,0
Zbiornik stały przy max. rzędnej piętrzenia 73,00 m n.p.m.	8,2	182,0
Zbiornik suchy przy max. rzędnej piętrzenia 73,00 m n.p.m.	77,4	854,0
Zbiornik pompowy przy dopuszczalnym piętrzeniu 72,0 m n.p.m.	0,66	7,0

Przewidywana gospodarka wodna w zbiorniku będzie polegać na:

- podtrzymywaniu poziomu wody w zbiorniku stałym – poprzez grawitacyjny dopływ z Kanału Młyńskiego,
- zatrzymaniu wody w suchej części zbiornika – poprzez zamknięcie urządzeń zrzutowych,
- przepompowaniu wody z terenu wsi Stara Woda za pomocą pompowni odwadniającej,
- opróżnieniu zbiornika suchego po przejściu wezbrania na rzece Lubuszy.

Doprowadzenie wody będzie odbywało się automatycznie, przy wystąpieniu przepływów w rzece Ług większych od $Q_{50\%} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$. W km 0+250 rzeki Ług wykonany będzie przelew stały o rzędnej korony 74,15 m n.p.m. W ten sposób przepływ w rzece Ług $Q_{1\%} = 11,55 \text{ m}^3/\text{s}$ będzie można zredukować poniżej przelewu

do wartości $Q = 6,27 \text{ m}^3/\text{s}$, a maksymalna wielkość przepływu w doprowadzalniku wyniesie $Q = 5,28 \text{ m}^3/\text{s}$.

Woda z rzeki Ług dopłynie doprowadzalnikiem do koryta Kanału Granica, napęlni go, a następnie wypełni czaszę zbiornika do rzędnej 72,70 m n.p.m. (przy zamkniętej zaporze zrzutowej). Aby nie dopuścić do wypełnienia czaszy zbiornika przed nadejściem wód o $p < 10\%$, na przelewie do odprowadzalnika (Kanał Granica poniżej zbiornika) należałoby założyć szandory. Przy dalszym dopływie wody zaczną samoczynnie pracować upust (przelew) wieżowy, który będzie odprowadzać wodę Kanałem Granica do rzeki Lubszy. Przepustowość przelewu wieżowego i Kanału Granica poniżej zbiornika zapewni, że dopływ pełnym przekrojem doprowadzalnika spowoduje spiętrzenie wody w zbiorniku na rzędnej 73,00 m n.p.m., a po ustaniu dopływu wody doprowadzalnikiem, w zbiorniku będzie utrzymywane piętrzenie na rzędnej korony przelewu, tj. 72,70 m n.p.m.

Opróżnianie zbiornika rozpocznie się poprzez otwarcie zapory zrzutowej. Odpiływowy odcinek Kanału Granica pozwala na przepuszczanie przepływu o natężeniu $5 \text{ m}^3/\text{s}$, niemniej jednak wielkość zrzutu nie powinna przekraczać $1,65 \text{ m}^3/\text{s}$, co pozwoli opróżnić zbiornik suchy w przeciągu 145 godzin (6 dob).

Szczyt fali przy przepływie w rzece Ług o prawdopodobieństwie $p = 20\%$ (raz na 5 lat) zostanie całkowicie zmagazynowany w zbiorniku i wypełni go w 62%. Woda o prawdopodobieństwie $p = 10\%$ (raz na 10 lat) również zostanie zmagazynowana w zbiorniku i wypełni go w całości. Natomiast wezbrania o $p < 10\%$ (częstsze niż 10 lat) będą się przelewały przez zbiornik, a nadmiar wody odpłynie ze zbiornika poprzez upust (przelew) wieżowy.

Badania wykazały, że w czasie całkowitego napełnienia zbiornika negatywne oddziaływanie zbiornika będzie miało miejsce na jego południowym obrzeżu, w rejonie wsi Białków, w obszarze o długości 1500 m i szerokości 50 m. W celu złagodzenia skutków tego oddziaływania w rejonie tym będzie wykonana zapora boczna.

Negatywne oddziaływanie piętrzenia po stronie północnej, tzn. przy drodze wojewódzkiej Lubsko – Nowogród Bobrzański, zaznaczy się na obszarze o długości około 400 m i szerokości 50-100. Będzie ono zneutralizowane rowem opaskowym i podniesieniem terenu wzdłuż drogi.

Podczas maksymalnego napełnienia uniemożliwiony będzie odpływ grawitacyjny z terenu wsi Stara Woda oraz okolicznych użytków rolnych o powierzchni około 20 ha. W tej sytuacji teren ten będzie odwadniany pompownią o wydajności $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$, zlokalizowaną w km 2+760 kanału Granica, tj. w zaporze górnej zbiornika. Z obiektem tym będzie współpracował zbiornik wyrównawczy o powierzchni 0,7 ha.

LITERATURA

- BARTKOWSKI T., 1974: Budowa geologiczna obszarów zaburzonych glacitektonicznie. I Sympozjum Glacitektoniki. Zielona Góra.
- LEWICKI Z., PRZETOCKI M., WRÓBEL I., 1986: Czynniki wpływające na zmienność stosunków wodnych w aspekcie projektowania obiektów budowlanych. Zeszyty Naukowe WSInż. Zielona Góra.