

*Urszula Kołodziejczyk**

GEOINŻYNIERSKA OCENA OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ SZPITALA W SŁUBICACH

1. Wstęp

Miasto Słubice, stanowiące siedzibę powiatu oraz gminy w województwie lubuskim, leży pomiędzy 583,0–588,0 km biegu rzeki Odry, na jej prawym brzegu, a mostem granicznym łączy się z Frankfurtem n. Odrą (Niemcy). Zostało zbudowane w dolinie Odry, o szerokości 4 km (zlewnia własna Odry), na rzędnych około 20,00–22,00 m n.p.m., na terenie zalewowym. Aktualnie miasto jest chronione przed zalewaniem wodami Odry systemem wałów przeciwpowodziowych II klasy oraz polderem Słubice (o powierzchni około 2 km²).

Odra w rejonie Słubic charakteryzuje się jednym wezbraniem (marzec-kwiecień) i jedną niżówką (wrzesień-październik), jednak okresowo pojawiają się tutaj silne wezbrania letnie; rzeka ma tutaj charakter allochtoniczny (jest zaopatrywana w wodę w górnej części dorzecza), przy czym średni jej odpływ jednostkowy wynosi 6,0 dm³s⁻¹km⁻², średni przepływ — 320m³s⁻¹, a współczynnik nierównomierności przepływu — około 20. Na wodowskazu Słubice, zlokalizowanym na 584 + 100 km Odry, gdzie zero wodowskazu osiąga rzędną 17,45 m n.p.m., za stan alarmowy wody w Odrze uznaje się poziom 3,70 m (21,15 m n.p.m.), a za stan ostrzegawczy — poziom 3,40 m powyżej zera wodowskazu (20,85 m n.p.m.). minimalny stan wody w Odrze wyniósł 0,69 m (01.08.1950 r.), a maksymalny — 6,36 m (27.07.1997 r.).

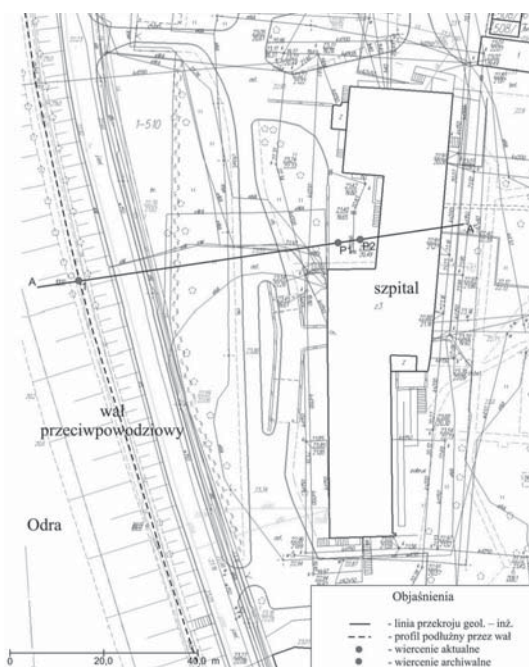
Znaczna część miasta Słubice, w tym szpital, leży w około dwumetrowej depresji w stosunku do stanu alarmowego na Odrze (minimalne rzędne terenu wynoszą tutaj około 19,0–20,0 m n.p.m.). Stąd, niemal przy każdym wysokim stanie przy wody w rzece, pojawia się ona na ulicach miasta, a szczególnie — w piwnicach obiektów budowlanych. Tak było

* Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii Łądowej i Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra

podczas wielkiej powodzi w 1997 r., gdy maksymalny stan wody w Odrze wzrósł do 6,36 m ponad zero wodowskazu (do 23,81 m n.p.m), podtapiając jednocześnie znaczne fragmenty miasta do wysokości około 1,2 m n.p.t. (do 23,0 m n.p.m.) oraz w 2010 r., gdy poziom wody w Odrze osiągnął 5,79 m n.p.m. ponad zero wodowskazu (do poziomu 23,24 m n.p.m.), a w części miasta przylegającej do wałów (w tym w rejonie szpitala) rzędna lustra wody stabilizowała się na wysokości około 0,7 m n.p.t. (22,7 m n.p.m.). Było to spowodowane występowaniem podsiąków i przebić hydraulicznych, uzależnionych głównie zróżnicowaną budową geologiczną podłoża.

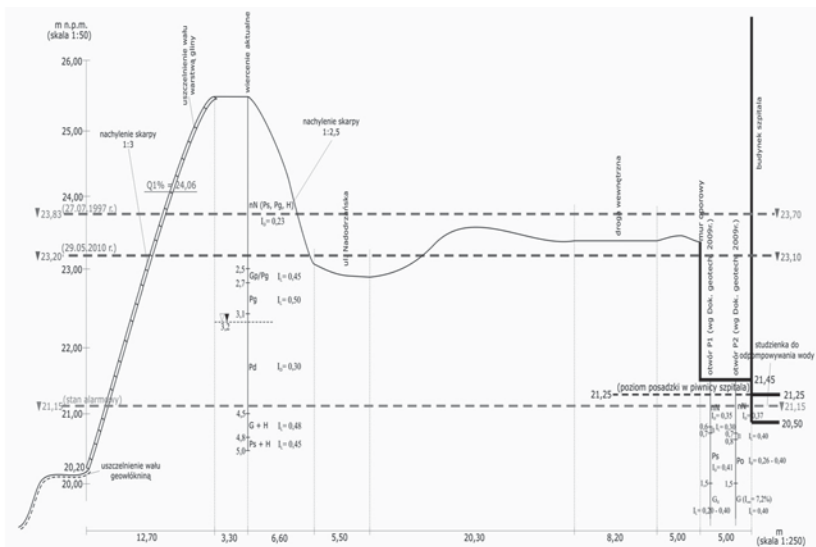
2. Metodyka badań

Celem zbadania intensywności filtracji wody z międzywała do najniższej części miasta (w tym szpitala) przeprowadzono szczegółowe badania geoinżynierskie (rys. 1), na podstawie których opracowano przekrój poprzeczny przez wał przeciwpowodziowy i zawale (rys. 2), wykorzystując badania aktualne i archiwalne [7] oraz profil podłużny przedmiotowego odcinka wału (rys. 3).

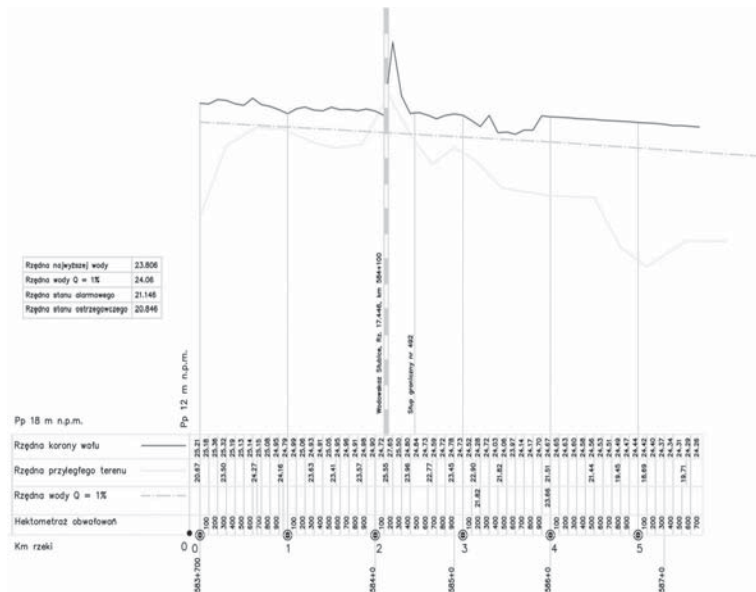


Rys. 1. Lokalizacja badań szczegółowych w rejonie szpitala w Ślubicach — km Odry 584+300

Przyjmując znane założenie, że objętościowe natężenie przepływu filtracyjnego, czyli ilość wody przechodzącej w danej jednostce czasu przez środowisko porowate (skałę, grunt) jest



Rys. 2. Przekrój przez wał przeciwpowodziowy — Ślubice, km Odrzy 584+300



Rys. 3. Profil podłużny wału przeciwpowodziowego — Ślubice, km Odrzy 583+700–587+000

proporcjonalna do: spadku hydraulicznego, poprzecznego przekroju środowiska filtrującego i współczynnika filtracji, przeprowadzono szczegółowe obliczenia natężenia przepływu wody przez wał w rejonie szpitala w Ślubicach. W obliczeniach możliwej filtracji wody założono,

że maksymalny słup wody przed uszczelnieniem (od strony odwodnej) odpowiada poziomowi wody stuletniej ($Q_{1\%}$) oraz stanom wody w rzece z 27.07.1997 i 29.05.2010, a uszczelnienie strony odwodnej wału zostało wykonane jako ekran z gliny o miąższości 5 cm. Jednostkowe natężenie przepływu przez korpus wału wyznaczono ze wzoru Michałowa [1, 2].

3. Analiza wyników badań

3.1. Budowa geologiczna

Podłoże geologiczne w słubickiej części doliny Odry zbudowane jest z holocenijskich osadów rzecznych. Dominują w nim osady piaszczysto–żwirowe, o bardzo zróżnicowanym uziarnieniu (od piasków drobnych do pospółek) i zagęszczeniu (od luźnych do średnio zagęszczonych), co decyduje o dużej przepuszczalności gruntów i możliwości kontaktów hydraulicznych z sąsiednimi warstwami geologicznymi [4].

3.2. Ochrona przeciwpowodziowa

Po wielkiej powodzi, jaka miała miejsce w 1997 r., Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych przeprowadził w 1999 r. w rejonie Słubic modernizację wałów na odcinku Słubice–Górzycy (w km 582,250–604,300 biegu Odry), polegającą na: doszczelnieniu korpusu wałów i podłoża za pomocą ekranu z pakietów ilastych, podwyższeniu korony (do rzędnych uzgodnionych ze stroną niemiecką, uwzględniających ujednolicony zapas wyniesienia korony ponad poziom wody miarodajnej) oraz budowie drogi na stronie odpowietrznej wału. Największy nacisk położono na opanowanie zjawisk filtracyjnych, wykonując w tym celu: ekran z pakietów ilastych oraz odpowiednie uszczelnienie geotkaniną [3, 4]. Jednocześnie, wykonano przebudowę mostu granicznego, obejmującą rozszerzenie prześła transportowego i usunięcie jednego filara.

Kolejnym etapem modernizacji wałów w rejonie Słubic zajął się Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Szczecinie, który — w ramach dostępnych środków z „Programu dla Odry 2006” — zlecił opracowanie „Koncepcji programowo–przestrzennej ochrony przeciwpowodziowej miasta Słubice wraz ze studium wykonalności planowanej inwestycji” [8]. Opracowanie to obejmowało analizę szczelności i stateczności wałów po modernizacji wykonanej przez LZMiUW, jak i warunków hydraulicznych przejścia wielkiej wody przez węzeł słubicki. Określono w nim, jaki poziom wody jest bezpieczny i spełnia kryterium szczelności oraz stateczności wałów; dla przekroju wodowskazowego Słubice (km 584,10) wynosi on 23,18 m n.p.m. dla wody miarodajnej.

Ponieważ Słubice ciągle nie mają aktualnego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, podstawowym dokumentem planistycznym jest „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta i gminy Słubice”, przyjęte uchwałą Nr XIV/156/2000 Rady Miejskiej z dnia 27.01.2000 r. W dokumencie tym wskazane są cztery warianty rozwiązań przeciwpowodziowych (rys. 4):

- 1) budowa polderu przepływowego wraz z kanałem ulgi, wykonanym w wariantach: suchym (wariant Ia) i mokrym (wariant Ib),
- 2) budowa kanału ulgi i kanału obwodowego,
- 3) modernizacja obwałowań wokół Słubic z budową nowego wału okrężnego od strony północno-zachodniej,
- 4) budowa polderów powyżej Słubic (Bieganów i Tawęcín).

W wielokryterialnej analizie tych rozwiązań [5] wyeliminowano wariant IV, ze względu na małą skuteczność obniżania szczytu fali (jedynie o 28 cm), co nie zapewnia miastu bezpieczeństwa przeciwpowodziowego. Najwyżej oceniono pod tym względem wariant I. Jednocześnie wykazano, że obniżenie rzędnych zwierciadła wody w korycie Odry dla przepływu z 1997 r. (2870 m³/s) możliwe jest jedynie w następujących wariantach: Ia „suchym” — do rzędnej 22,67 m n.p.m., w wariantcie Ib „mokrym” — do rzędnej 22,77 m n.p.m. oraz w wariantcie II — do 23,03 m n.p.m. Zatem, tylko te warianty gwarantują przepływ wód powodziowych poniżej poziomu, jaki obecnie zapewniają wały przeciwpowodziowe. Dokonana ocena wykazała, że warianty Ia i Ib spełniają kryterium bezpieczeństwa (ze względu na szczelność i stateczność wałów), natomiast wariant III nie spełnia tego kryterium (z powodu niekorzystnej budowy geologicznej podłoża). Dalsza modernizacja wałów (wariant III) wymaga zatem przebudowy podłoża i zastosowania zabezpieczeń przeciwfiltracyjnych w podłożu wału (na całej długości), a także — rozbudowy korpusu wału w kierunku rzeki. Najdroższym (138,6 mln zł) okazał się wariant II, podczas gdy pozostałe warianty uznano za zbliżone pod względem kosztów budowy oraz eksploatacji (od 94,2 do 10,71 mln zł). Wariant I oprotestowało lokalne społeczeństwo, natomiast władze miasta i RZGW Szczecin optują za wariantem III.



Rys. 4. Propozycje ochrony przeciwpowodziowej Słubic [5]

3.3. Filtracja

Przyjmując znane założenie, że objętościowe natężenie przepływu filtracyjnego, czyli ilość wody przechodzącej w danej jednostce czasu przez środowisko porowate (skałę, grunt) jest proporcjonalna do: spadku hydraulicznego, poprzecznego przekroju środowiska filtrującego i współczynnika filtracji, przeprowadzono szczegółowe obliczenia natężenia przepływu wody przez wał w rejonie szpitala w Słubicach. W obliczeniach możliwej filtracji wody do miasta założono, że maksymalny słup wody przed uszczelnieniem (od strony odwodnej) odpowiada poziomowi wody stuletniej ($Q_{1\%}$) oraz stanom wody w rzece z 27.07.1997 i 29.05.2010, a uszczelnienie odwodnej strony wału zostało wykonane jako ekran z gliny o miąższości 5 cm.

W obliczeniach uwzględniono następujące przypadki:

- 1) wał w całości uszczelniony ekranem ilastym (ekran sięga od korony wału do warstwy nieprzepuszczalnej w podłożu, czyli do głębokości 4,5 m poniżej korony wału);
- 2) wał uszczelniony ekranem ilastym jedynie w dolnej części korpusu (ekran zalega na głębokości od 3,5 m poniżej korony wału — uszczelniona jest podstawa wału);
- 3) wał uszczelniony ekranem ilastym w górnej części korpusu (ekran sięga jedynie do głębokości 2,7 m poniżej korony wału, w podstawie wału brak uszczelnienia);
- 4) wał nieuszczelniony (brak uszczelnienia lub uszkodzony ekran ilasty).

Wyniki obliczeń ilości wody infiltrującej przez jednostkowy (1 m) odcinek wału w przypadku wody stuletniej ($Q_{1\%}$) oraz dla stanów wody z lat 1997 i 2010 podano w tabeli 1. Szczegółowe obliczenia dopływów w przeliczeniu na 150 m, co odpowiada orientacyjnej długości działki na której zlokalizowano szpital (odcinek filtracji wód z Odry na teren szpitala) podano w tabeli 2.

TABELA 1
Ilość wody infiltrującej na 1 m długości wału [$m^3/d/1 mb$]

Analizowany przypadek	27.07.1997 (23,83)	29.05.2010 (23,20)	$Q_{1\%}$ (24,06)
w przekroju wału			
I	1,35	0,32	2,10
II	2,23	0,59	3,31
III	2,24	0,59	3,32
IV	3,84	0,73	6,55
w przekroju drenażu			
I	0,94	0,19	1,54
II	1,13	0,25	1,79
III	1,13	0,25	1,79
IV	2,72	0,38	5,02

TABELA 2
Ilość wody infiltrującej na 150 m długości wału [m³/d/]

Analizowany przypadek	27.07.1997 (23,83)	29.05.2010 (23,20)	$Q_{1\%}$ (24,06)
w przekroju wału			
I	203,05	47,62	315,32
II	335,83	88,72	497,11
III	336,83	89,09	498,76
IV	575,83	109,25	982,38
w przekroju drenażu			
I	141,62	28,60	231,22
II	168,86	37,04	268,51
III	169,00	37,08	268,70
IV	407,76	57,23	752,28

Za najbardziej miarodajny uznano przypadek III — zniszczone uszczelnienie poniżej „półki” od strony odwodnej. Dopływ na długości 150 m wynosi wówczas około 6 l/s, a po uwzględnieniu wpływu terenów przyległych — około 10–12 l/s. W archiwalnej dokumentacji z 1963 r. [6] wydajność drenaży oszacowano na 22 l/s. Według tych obliczeń w rejonie szpitala wykonano wówczas drenaż (obecnie wymagający modernizacji). Obserwowany aktualnie spadek wartości dopływu wynika niewątpliwie z częściowego uszczelnienia wału, co miało miejsce w 1999 r.

4. Podsumowanie

Nowe rozwiązania przeciwpowodziowe w Słubicach są nieodzowne i dopóki nie zostaną zrealizowane, miasto będzie nieustannie walczyło z nadmiarem wody przesączającej się z koryta Odry.

Modernizacja wałów przeprowadzona w 1999 r. zredukowała, ale — nie wyeliminowała filtracji; ze względu na niedobór środków nie objęła właściwego dogęszczenia podłoża i korpusu wałów, gdzie — jak wykazały aktualne badania geotechniczne — ciągle znajdują się fragmenty gruntów średnio zagęszczonych i luźnych, a także pakiety gruntów bogatych w substancję organiczną. Wykonaną modernizację wałów można zatem traktować jedynie jako pierwszy etap poprawy ochrony przeciwpowodziowej Słubic, jaka była konieczna po wielkiej powodzi 1997 r. w ramach usuwania szkód powodziowych w starych (ponad 100-letnich) wałach przeciwpowodziowych.

Przy obecnym stanie technicznym zmodernizowane wały nie spełniają kryterium bezpieczeństwa szczelności i stateczności dla wody miarodajnej o 0,45 m, a dla wody z lipca 1997 r. — o 0,65 m. Wymagane są więc dalsze działania podnoszące stopień bezpieczeństwa przeciwpowodziowego Słubic, w tym szpitala położonego bezpośrednio przy wale, gdzie realny dopływ wód oszacowano na około 10–12 l/s (dla $Q_{1\%}$).

LITERATURA

- [1] *Borys M., Mosiej K.*: Wytyczne wykonywania oceny stanu technicznego i bezpieczeństwa wałów przeciwpowodziowych. Wyd. IMUZ, Falenty, 2003
- [2] *Borys M., Mosiej K.*: Oceny stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych. Wyd. IMUZ, Falenty, 2008
- [3] *Kołodziejczyk U., Warcholak P.*: Ochrona przeciwpowodziowa na lubuskim odcinku Odry granicznej. Zeszyty Naukowe Politechniki Zielonogórskiej. Inżynieria Środowiska 11, nr 125, Zielona Góra, 2001
- [4] *Kołodziejczyk U.*: Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża jako metoda prognozy zagrożeń powodziowych na lubuskim odcinku Odry. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra, 2002
- [5] *Warcholak P., Kołodziejczyk U.*: Słubice — potencjalny lubuski Nowy Orlean. Gospodarka Wodna, nr 10, 2007
- [6] Ekspertyza odwodnienia szpitala w Słubicach wraz z rozwiązaniem technicznym. Towarzystwo Naukowe Ekspertów Budownictwa, Warszawa, 1963
- [7] Dokumentacja Geotechniczna dla zamierzonej realizacji rozbudowy Samodzielnego Zespołu Opieki Zdrowotnej w Słubicach. Z. Marciniak S.A., Laboratorium, Gorzów Wielopolski, 2009
- [8] Koncepcja programowo-przestrzennej ochrony przeciwpowodziowej miasta Słubice wraz ze studium wykonalności planowanej inwestycji. Hydroprojekt, Warszawa, 2004