

*Anna Asani\**, \*\*

## LUBUSKI ODCINEK ODRY — ANALIZA STANU TECHNICZNEGO LEWOSTRONNEGO OBWAŁOWANIA RZEKI ODRY W KM 432,60–442,80

---

### 1. Wstęp

Wały przeciwpowodziowe, jak wszystkie obiekty budowlane, w czasie użytkowania podlegają okresowej kontroli technicznej (Dz.U. 2006 nr 152, poz. 1118 i nr 170, poz. 1217 z późn. zm. — art. 62 ust. 1), w tym:

- corocznej kontroli, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego budowli,
- każdorazowej kontroli po ulewnych deszczach, nagłych wezbraniach wody, czy innych nieprzewidywalnych zdarzeniach,
- okresowej kontroli, dokonywanej co najmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania obiektu budowlanego, estetyki obiektu oraz jego otoczenia.

Ponieważ w listopadzie 2009 r. upłynął kolejny pięcioletni okres od wykonania ostatnich badań stanu technicznego na odcinku wału rzeki Odry 7L, warto przypomnieć prace badawcze wykonane na tym odcinku, których wyniki zaprezentowano w niniejszym opracowaniu. Materiał ten może stanowić punkt wyjściowy do porównania obecnie prowadzonych badań na przedmiotowym odcinku i pozwoli ocenić, na ile kolejny okres eksploatacji wałów wpłynął na zmianę stanu technicznego obiektu, a tym samym — skuteczność ochrony przeciwpowodziowej.

---

\* Zakład Hydrologii i Geologii Stosowanej, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra

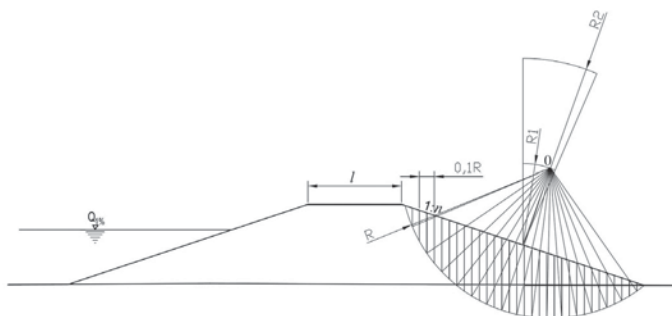
\*\* Autorka jest stypendystką w ramach Poddziałania 8.2.2 „Regionalne Strategie Innowacji”, Działania 8.2. „Transfer wiedzy”, Priorytetu VIII „Regionalne Kadry Gospodarki” Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej i z budżetu państwa

## 2. Metodyka badań

Prace badawcze, polegające na ocenie stanu technicznego obwałowania, wykonano w ramach założonego programu badawczo–naukowego. Zakres prac był zgodny z obowiązującymi normatywnymi dotyczącymi ocen technicznych obwałowań rzek oraz literaturą z tego zakresu [1–7, 9] i obejmował:

- badania terenowe (kartowanie terenowe ze szczególną analizą warunków przyrodniczo–środowiskowych, sondowanie sondą DPL, wiercenia małośrednicowe i niwelację terenu),
- badania laboratoryjne (rodzaj gruntu, gęstość objętościowa, wilgotność, stopień plastyczności, współczynnik filtracji, zawartość części organicznych i in.),
- część analityczną (zestawienie uzyskanych danych i określenie stanu wału, m.in. pod kątem filtracji i stateczności).

Ocenę stateczności wałów przeciwpowodziowych przeprowadzono poprzez obliczenie wskaźnika stateczności  $F$  skarpy odpowietrznej wałów, wykorzystując metodę szwedzką (Felleniusa) – rysunek 1. Obliczenia wskaźnika stateczności  $F$  przeprowadzono dla 29 wyznaczonych przekrojów badawczych, uwzględniając geometrię wału oraz parametry inżyniersko–geologiczne korpusu i podłoża wału. Poszczególne fragmenty wału przeciwpowodziowego interpretowano według danych geotechnicznych określonych na podstawie badań terenowych i laboratoryjnych.



**Rys. 1.** Schemat obliczeń wskaźnika stateczności wałów metodą Felleniusa

$l$  — szerokość korony wału,  $n$  — nachylenie skarpy odpowietrznej,

$R$  — promień powierzchni poślizgu względem punktu obrotu  $O$ ,

równy ramieniu momentu sił stycznych działających na powierzchnię poślizgu,

$R_1, R_2$  — wartości promieni (zależne od kąta nachylenia skarpy i wysokości nasypu) wyznaczających obszar najniekorzystniejszego punktu obrotu

Za podstawę oceny zagrożenia stateczności wału przyjęto skorygowaną wartość wskaźnika stateczności  $F_1$  (minimalna wartość wskaźnika stateczności), uzyskaną z wymnożenia wskaźnika stateczności  $F$  przez współczynnik konsekwencji zniszczenia budowli hydrotechnicznej  $\gamma_n$  wymagany dla II klasy wałów (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska

— Dz.U. 2007 nr 86, poz. 579 z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie). Pozwoliło to na wydzielenie trzech kategorii wałów pod względem stateczności (A, B, C). Kategorię A (wał stateczny) przyznano fragmentom wału o wskaźniku stateczności  $F_1 \geq 1,32$ , kategorię B (możliwe zagrożenie utraty stateczności wału) przyznano fragmentom wału o wskaźniku stateczności  $F_1$  w zakresie  $1,08 < F_1 < 1,32$ , a kategorię C (wał zagrożony utratą stateczności) przyznano fragmentom wału o wskaźniku stateczności  $F_1 \leq 1,08$  [1, 5].

Ocenę możliwości powstania przesiąków na analizowanym odcinku wału przeprowadzono zgodnie z regułą Thiema [4], według której filtracja nie stanowi zagrożenia dla wału, jeżeli czas przesiąku  $T$  jest dłuższy od czasu trwania wezbrania  $T_w$  (14 dni).

Formuła Thiema ma postać:

$$T = \frac{n_p L_1^2}{3k \cdot H_1} \quad (1)$$

gdzie:

$T$  — czas, po którym przesiąki wody osiągną spód skarpy odpowietrznej od momentu, gdy poziom wód wezbraniowych osiągnie poziom terenu przy skarpie odwodnej,

$n_p$  — objętość porów wypełnionych powietrzem, odniesiona do całej objętości próbki gruntu,

$k$  — współczynnik filtracji,

$H_{1\max}$  — maksymalna głębokość wody przy wale w czasie wezbrania (przyjęto 0,3 m poniżej korony wału),

$L_1$  — zastępcza długość korpusu wału.

Dla oceny stopnia zagrożenia przesiąkiem korpusu wału wprowadzono współczynnik zagrożenia przesiąkiem  $F_2$ , określony zależnością:

$$F_2 = \frac{T}{T_w} \quad (2)$$

gdzie:

$T$  — czas przesiąku wg Thiema,

$T_w$  — czas wezbrania ustalony na 14 dni,

$F_2$  — współczynnik zagrożenia przesiąkiem.

Wartość współczynnika  $F_2$ , uzyskana dla danego przekroju poprzecznego wału, zdecydowała o zakwalifikowaniu każdego analizowanego przypadku do poszczególnych kategorii zagrożeń, wydzielonych wg następujących kryteriów: kategorię A (przesiąk wykluczony w okresie 14 dni utrzymywania się wody w międzywalu na poziomie wody kontrolnej) przyznano fragmentom wału o współczynniku  $F_2 \geq 1,5$ , kategorię B (przesiąk możliwy w okresie od 7 do 14 dni) przyznano fragmentom wału o współczynniku  $F_2$  w zakresie  $0,5 < F_2 < 1,5$ ,

a kategorię C (duże prawdopodobieństwo przesiąku wody przez wał w okresie do 7 dni oraz możliwość szybkiego rozmakania wału) przyznano fragmentom wału o współczynniku  $F_2 \leq 0,5$  [1, 5].

Ocena zagrożenia przebiciem hydraulicznym nieprzepuszczalnej warstwy zalegającej w podłożu wału zwykle wymaga przeprowadzenia skomplikowanych obliczeń numerycznych. Stąd, przy ocenie możliwości wystąpienia tego zjawiska zdecydowano się na liczbowe oszacowanie poziomu bezpieczeństwa, przyjmując najbardziej niekorzystne warunki, polegające na działaniu sił wypierających i przerwaniu ciągłości warstwy nieprzepuszczalnej [8]. Ocenę możliwości przebicia ograniczono do geotechnicznie rozpoznanej strefy podłoża wałów i przeprowadzono ją wykorzystując współczynnik przebicia hydraulicznego  $F_3$ , określony zależnością:

$$F_3 = \frac{2l}{H} \quad (3)$$

gdzie:

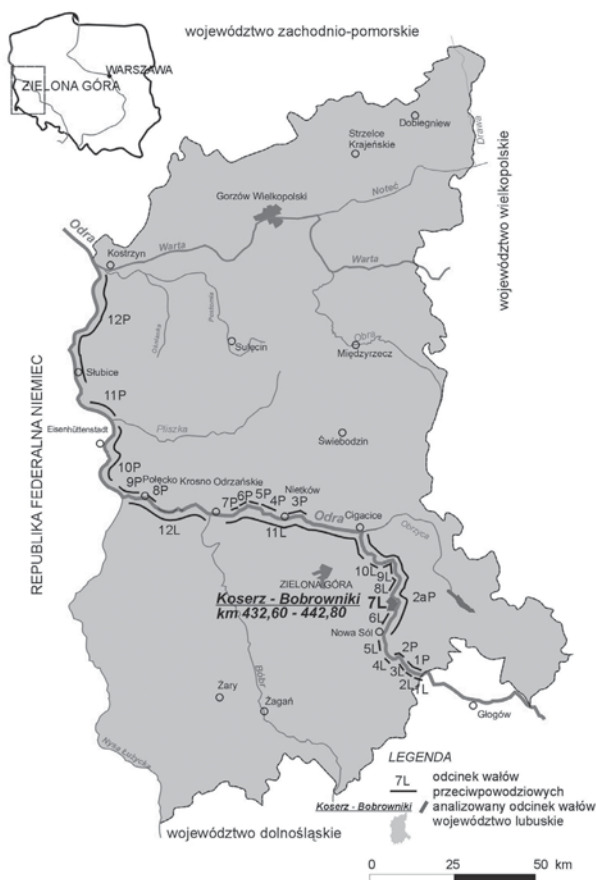
- $l$  — miąższość warstwy pokrywającej,
- $H$  — ciśnienie wody wywierane na spąg warstwy pokrywającej,
- $F_3$  — współczynnik przebicia hydraulicznego.

W zależności od wartości współczynnika przebicia hydraulicznego  $F_3$ , wydzielono trzy kategorie oceny. Kategorię A (przebicie hydrauliczne wykluczone) przyznano fragmentom wału o współczynniku  $F_3 \geq 2$ , kategorię B (przebicie hydrauliczne możliwe) przyznano fragmentom wału o współczynniku  $F_3$  w zakresie  $1 < F_3 < 2$ , a kategorię C (przebicie hydrauliczne bardzo prawdopodobne) przyznano fragmentom wału o współczynniku  $F_3 \leq 1$  [1, 5].

### 3. Charakterystyka stanu analizowanego odcinka wałów

Odcinek wałów 7L Koserz — Bobrowniki zlokalizowany jest na 432,60–442,80 km biegu Odry. Tworzy go wał II klasy, o długości 12,0 km, chroniący miejscowości: Nowa Sól (Pleszówek), Koserz, Modrzyca, Otyń i Bobrowniki oraz przyległe do nich tereny upraw rolnych (rys. 2).

Analizowany odcinek wałów został zbudowany prawdopodobnie za czasów działalności królewskiego nadinspektora ds. budów wodnych i wałów na Dolnym i Górnym Śląsku oraz funkcjonowania związków wałowych (tzn. po 1846 r.). Zasadniczy kształt nadano mu w 1905 r. (kiedy zaczęła obowiązywać Ustawa Odrzańska) i po powodzi w 1985 r. W takim stanie wał przetrwał do dzisiaj i mimo, że został znacznie uszkodzony podczas wielkiej powodzi w 1997r., kiedy w wale powstały 3 wyrwy o długości 100–139 m i głębokości do 3,5 m, to — poza doraźną likwidacją wyrw — nie przeprowadzono w nim żadnych prac modernizacyjnych. Modernizację obwałowań wykonano natomiast w 2003 r. wzdłuż odcinka ujściowego Śląskiej Ochli — co znacznie poprawiło gospodarkę wodną w tym rejonie.

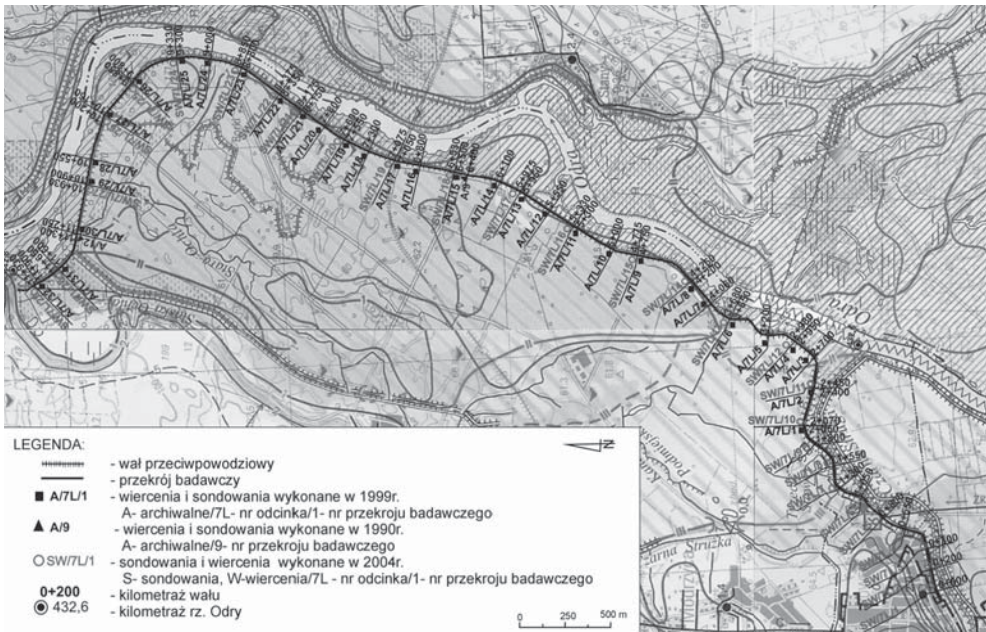


Rys. 2. Lokalizacja odcinka wału będącego przedmiotem opracowania

#### 4. Wyniki badań

W 1990 r. w analizowanym odcinku wałów wykonano badania geotechniczne (rys. 3) w dwóch przekrojach badawczych: A/9 w km 6+400 i A/12 w km 11+300 w ramach opracowania „Odra — wały. Studium modernizacji obwałowań rzeki Odry — województwo zielonogórskie”.

Szczegółowe badania geotechniczne w analizowanym odcinku wałów, ale ograniczone jedynie do fragmentu biegnącego wzdłuż Odry, zostały przeprowadzone w 1999 r. przez Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu Proxima S.A. i przedstawione w „Dokumentacji z nieinwazyjnych badań geologicznych oraz ocenie stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych rzeki Odry w km 409,00–567,50”. W ramach tego opracowania wykonano badania geotechniczne w 32 przekrojach badawczych (rys. 3) oraz nieinwazyjne badania geofizyczne (polegające na geofizycznym rozpoznaniu struktury nasypów i podłoża poprzez elektromagnetyczne profilowanie aparaturą EM-31).



Rys. 3. Badania geotechniczne w odcinku wałów 7L

Kolejne badania zostały przeprowadzone w 2004 r. (rys. 3) przez autorkę pracy i obejmowały: inwentaryzację, badania geotechniczne i ocenę stanu wału.

Wykonana wówczas inwentaryzacja odcinka 7L wykazała, że wał jest na ogół w średnim stanie technicznym, bowiem:

- tylko w początkowym odcinku (km 0+000–0+200) wał jest w dobrym stanie technicznym, posiada stabilne podłoże, a korona jest szeroka i przejezdna,
- na km 0+200–1+200, w korpusie wału występują odkształcenia spowodowane prawdopodobnie zbyt miękkim (podmokłym) podłożem wałów,
- na km 1+550, na zawalu, znajduje się oczko wodne, wykorzystywane jako kąpielisko,
- na km 2+350 uformowano zaporę ziemną, uniemożliwiającą wjazd na wał, a to spowodowało zarosnięcie wału krzakami, tak w koronie jak i na skarpach,
- kolejne oczka wodne występują na km 2+850 i km 3+450,
- dalsza część wału jest silnie rozjeżdżona licznymi przejazdami, w tym utwardzonymi: na km 4+050, km 4+850, km 5+950 i km 6+350 oraz „dzikimi”: na km 4+650 i km 4+850, mimo prób powstrzymania ruchu pojazdów po wale poprzez usypanie zapór ziemnych,
- od km 5+200 do km 7+000, po obu stronach wału rozciąga się pasmo lasu, korona jest przejezdna, chociaż w lokalnych zagłębieniach utrzymuje się woda,
- w dalszej części (km 7+050–7+800) wał jest stabilny, porośnięty trawą,
- na km 7+800–8+800 wał nie wykazuje deformacji, zarosnięcia i innych procesów niszczących jego konstrukcję,

- na km 8+800 wał wkracza w tereny leśne (las mieszany z przewagą sosny i buku), porastające także stopę wału,
- we fragmencie km 9+800–10+500 wał jest porośnięty trawą, stabilny, ale nadal zawale i międzywale stanowi zwarty las,
- w dalszej części (km 10+500–11+300), w korpusie wału zalegają powalone drzewa, wał jest nieuporządkowany,
- km wału 11+300 znajduje się przepompownia Bobrowniki, a poniżej na km 11+900 — samoczynne wrota przeciwpowodziowe, wał w tym fragmencie jest stabilny,
- w końcowym fragmencie, tzn. km 11+900–12+000 wał jest stabilny.

Ponadto, w 2004 r. autorka wykonała badania geotechniczne odcinka 7L, w rozstawie (średnio) co 500 m, uzyskując w ten sposób wymagany rozstaw przekrojów badawczych: pięć przekrojów badawczych na 1 km wału (łącznie z archiwalnymi). Natomiast wzdłuż Czarnej Strugi (początkowy fragment wału), gdzie dotychczas nie wykonywano żadnych badań – przekroje badawcze odwiercono średnio co 200 m. Razem w odcinku wałów 7L wykonano badania uzupełniające w 29 przekrojach badawczych, obejmujących 87 sondowań i 87 otworów wiertniczych.

Szczegółowe rozpoznanie warunków geologiczno–inżynierskich na odcinku 7L pozwoliło na wykonanie oceny zagrożeń geotechnicznych, opartej o analizę utraty stateczności skarp, zagrożenia filtracyjnego oraz przebiccia hydraulicznego.

Kompleksową ocenę zagrożeń geotechnicznych, jakie mogą wystąpić w poszczególnych przekrojach badawczych analizowanego odcinka wałów, zestawiono w tabeli 1.

Przeprowadzona wizja lokalna, jak również badania geotechniczne polegające na określeniu stateczności, zagrożenia przesiąkiem oraz możliwości wystąpienia przebiccia hydraulicznego wykazały, że:

- w km 0+000–0+200, km 1+300, km 1+800–2+070, km 2+980–4+775 oraz na długości od km 5+970–12+000 obwałowanie charakteryzuje się dobrymi parametrami geotechnicznymi gwarantującymi stateczność budowli. W jednym przekroju analizowanego odcinka, w km 0+800 odnotowano wskaźnik stateczności niższy od wymaganego minimum ( $F_1 \leq 1,08$ ), który wyniósł  $F_1 = 1,05$ , czyli nie osiągnął minimalnej wartości gwarantującej bezpieczeństwo. Wartości wskaźnika stateczności wału uzyskane w pozostałych przekrojach badawczych wyniosły  $F_1 = 1,09–1,28$ ; co, po uwzględnieniu współczynnika konsekwencji zniszczenia budowli hydrotechnicznej  $\gamma_n$ , wymagany dla danej klasy wałów (Dz.U. 2007 nr 86, poz. 579) klasyfikuje je, jako fragmenty wału potencjalnie zagrożone utratą stateczności,
- obliczony stopień zagrożenia przesiąkiem, wyrażony współczynnikiem pewności  $F_2$  na znacznej długości obwałowania wynosi  $F_2 = 0,003–0,59$ . Oznacza to, że czas po którym przesiąki osiągną spód skarpy odpowietrznej jest krótki (mniej niż 7 dni), co może spowodować szybkie rozmoknięcie wału, a tym samym jego zniszczenie. Wartości współczynnika  $F_2$ , uzyskane dla przekrojów zlokalizowanych w km 1+800, km 6+530, km 8+175–8+375 oraz w końcowym fragmencie obwałowania wskazują, iż przesiąk wody przez wał przeciwpowodziowy jest w tych miejscach wykluczony przed upływem 14 dni,

TABELA 1

**Ocena zagrożeń filtracją, przebiciem hydraulicznym i utratą stateczności w przekrojach badawczych odcinka wałów 7L — Koserz–Bobrowniki**

Profil		Ocena stateczności		Zagrożenia filtracyjne		Przebiecie hydrauliczne	
oznaczenie przekroju badawczego	kilometraż-wału	$F_1$	kategoria	$F_2$	kategoria	$F_3$	kategoria
SW/7L/1	0+000	1,41	A	1,08	B	—	A
SW/7L/2	0+200	1,28	B	0,05	C	—	A
SW/7L/3	0+300	1,25	B	0,01	C	—	A
SW/7L/4	0+550	1,09	B	1,39	B	—	A
SW/7L/5	0+800	1,05	C	1,38	B	—	A
SW/7L/6	1+050	1,12	B	18,71	A	—	A
SW/7L/7	1+300	1,79	A	0,05	C	—	A
SW/7L/8	1+550	1,11	B	0,45	C	—	A
SW/7L/9	1+800	1,42	A	2,50	A	—	A
SW/7L/10	2+070	1,38	A	0,34	C	—	A
SW/7L/11	2+450	1,28	B	0,07	C	—	A
SW/7L/12	2+980	1,78	A	0,14	C	—	A
SW/7L/13	3+680	1,51	A	0,06	C	—	A
SW/7L/14	4+250	1,48	A	0,27	C	—	A
SW/7L/15	4+775	1,39	A	0,31	C	—	A
SW/7L/16	5+330	1,28	B	0,08	C	—	A
SW/7L/17	5+975	1,74	A	1,07	B	—	A
SW/7L/18	6+530	1,95	A	5,12	A	—	A
SW/7L/19	7+075	1,47	A	0,15	C	—	A
SW/7L/20	7+600	1,62	A	0,03	C	—	A
SW/7L/21	8+175	1,32	A	252,6	A	1,09	B
SW/7L/22	8+375	1,51	A	23,30	A	—	A
SW/7L/23	8+850	1,72	A	0,31	C	—	A
SW/7L/24	9+330	1,60	A	0,59	C	—	A
SW/7L/25	9+850	1,47	A	5,24	A	0,75	C
SW/7L/26	10+200	2,21	A	18,04	A	—	A
SW/7L/27	10+930	1,92	A	18,62	A	2,33	A
SW/7L/28	11+650	1,76	A	225,2	A	2,96	A
SW/7L/29	11+930	2,29	A	348,0	A	3,08	A

$F_1$  — wskaźnik stateczności wału uwzględniający współczynnik konsekwencji zniszczenia budowli hydrotechnicznej (zgodnie z RMS — Dz.U. 2007 nr 86, poz. 579), kat. A:  $F_1 \geq 1,32$  — wał stateczny, kat. B:  $1,08 < F_1 < 1,32$  — możliwe zagrożenie utraty stateczności wału, kat. C:  $F_1 \leq 1,08$  — wał zagrożony utratą stateczności;  $F_2$  — współczynnik zagrożenia przesiąkiem (kat. A:  $F_2 \geq 1,5$  — wyklucza się zjawisko przesiąku w okresie 14 dni utrzymywania się wody w międzywałach na poziomie wody kontrolnej, kat. B:  $0,5 < F_2 < 1,5$  — dopuszcza się możliwość przesiąku w okresie od 7 do 14 dni, kat. C:  $F_2 \leq 0,5$  — duże prawdopodobieństwo przesiąku wody przez wał w okresie do 7 dni oraz możliwość szybkiego rozmakania wału);  $F_3$  — współczynnik przebiecia hydraulicznego (kat. A:  $F_3 \geq 2$  — przebiecie hydrauliczne wykluczone, kat. B:  $1 < F_3 < 2$  — nie można wykluczyć przebiecia hydraulicznego, kat. C:  $F_3 \leq 1$  — przebiecie hydrauliczne bardzo prawdopodobne)



- analizowany odcinek wału zasadniczo nie jest zagrożony pod względem możliwości wystąpienia przebiccia hydraulicznego. Odchylenia, jakie odnotowano w tym względzie dotyczą jedynie dwóch miejsc: w km 8+175 i 9+850.

Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że tylko 26,02% zbadanego odcinka wałów jest w dobrym stanie technicznym (kategoria A w zakresie stateczności, przebiccia hydraulicznego i przesiąku). W stanie średnim (niższa kategoria w jednym przypadku) znajduje się 56,23% wału, a w stanie złym (niższa kategoria w dwóch lub trzech kategoriach) 17,75% wału.

W zbadanym odcinku wałów za pilne prace remontowe uznano:

- wzmocnienie i wyrównanie korony wału (km 0,20–1,20, km 1,55, km 2,45, km 5,33),
- zabezpieczenie wału przed ruchem pojazdów po koronie — dotyczy całego odcinka wału,
- uporządkowanie szaty roślinnej poprzez likwidację drzew, krzewów i chwastów porastających korpus oraz wysianie trawy celem uzyskania prawidłowego zadarniania (km 0,20–1,55, km 2,35, km 5,20–7,00),
- uporządkowanie i wzmocnienie przejazdów wałowych (km 4,65 i km 4,85),
- uporządkowanie międzywału, w tym także wycięcie części drzew (km 0,20–2,35, km 5,20–7,00, km 8,80 i km 10,50–11,30),

W pierwszej kolejności remont wałów należy przeprowadzić we fragmentach najbardziej zagrożonych osuwiskami, tzn. w km 0+200–1+050, km 1+550, km 2,450 oraz km 5+330. Niezależnie od zaawansowania prac remontowych cały odcinek należy objąć systematyczną konserwacją bieżącą.

## 5. Podsumowanie

Strefy skokowych zmian litologii, stanu i przepuszczalności gruntów są uprzywilejowanymi strefami osłabienia konstrukcji wałów, a więc potencjalnymi miejscami ich rozmycia.

Do głównych źródeł awarii wałów przeciwpowodziowych zaliczono:

- niewłaściwą geometrię wałów,
- wady konstrukcyjne (niejednorodność i nierównomierność zagęszczenia oraz wskaźnika plastyczności),
- niewłaściwą współpracę obiektu z podłożem,
- filtracyjną niestabilność korpusu wałów,
- nadmierną filtrację wody przez podłoże wałów.

Jak wynika z przeprowadzonych analiz obwałowanie rzeki Odry na zbadanym odcinku uległo pogorszeniu w ciągu kolejnych pięciu lat. Stąd też potwierdza się konieczność stałej kontroli wałów przeciwpowodziowych co pięć lat i odpowiednich prac naprawczych.

Sama kontrola stanu technicznego wałów nie poprawia ich skuteczności w ochronie przeciwpowodziowej, a jedynie wskazuje miejsca wymagające prac naprawczych w pierwszej kolejności.

Prawidłowe wykorzystanie wałów przeciwpowodziowych jako podstawowego technicznego środka ochrony przeciwpowodziowej może być osiągnięte pod warunkiem spójnej gospodarki wodnej w całym dorzeczu. Same wały przeciwpowodziowe nie gwarantują bowiem pełnej i sku-

tecznej ochrony przeciwpowodziowej, zwłaszcza tam, gdzie występują ograniczenia w możliwościach podwyższenia wałów, wynikające z istniejącej infrastruktury lub zagrożenia zwiększoną filtracją przez podłoże, a jednocześnie wyczerpano już wszystkie inne sposoby zwiększenia przepustowości międzywała. Konieczne jest wówczas szukanie innych form ochrony przeciwpowodziowej, na przykład: zwiększanie retencji zbiornikowej w górnej części dorzecza, rozbudowa polderów, budowa wałów sterujących kolejnością zalewania terenów stosownie do ich wartości gospodarczej, odpowiednie zagospodarowanie przestrzenne, ubezpieczenia przeciwpowodziowe, uświadamianie społeczeństwa o zagrożeniu i ryzyku powodziowym itp.

Nadal jednak sprawny, technicznie pewny system wałów przeciwpowodziowych stanowi podstawowy składnik szeroko rozumianego systemu ochrony przeciwpowodziowej.

## LITERATURA

- [1] *Batog A., Hawrysz M.*: Komputerowy system kontroli skuteczności obwałowań składowisk odpadów w Zakładach Chemicznych „Rokita” w Brzegu Dolnym, Prace Naukowe Instytutu Geotechniki i Hydrotechniki Politechniki Wrocławskiej, nr 72/1997, s. 11–18
- [2] *Borys M.*: Kryteria i skala ocen stanu technicznego i bezpieczeństwa wałów przeciwpowodziowych. Falenty, Wydawnictwo IMUZ, 2008
- [3] *Borys M.*: Oceny stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych. Falenty, Wydawnictwo IMUZ 2008
- [4] *Borys M., Mosiej K.*: Wytyczne wykonywania ocen stanu technicznego i bezpieczeństwa wałów przeciwpowodziowych. Falenty, Wydawnictwo IMUZ 2003
- [5] *Hawrysz M.*: Geotechniczna ocena poziomu zagrożenia bezpiecznej eksploatacji wału przeciwpowodziowego. [w:] Problemy hydrotechniki. Współczesne podstawy planowania i projektowania w inżynierii i gospodarce wodnej. Praca zbiorowa pod red. Ryszarda Rogali i Stanisława Kosteckiego. Dolnośląskie Wydaw. Edukacyjne, Wrocław 2003, s. 487–498
- [6] *Kołodziejczyk U.*: Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża. Zielona Góra, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego 2002
- [7] *Kołodziejczyk U., Kowalski W.C.*: Inżyniersko-geologiczne, środowiskowe i geotechniczne badania wałów przeciwpowodziowych w dolinach nizin środkowopolskich. [w:] Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego nr 125, Inżynieria Środowiska 11, Zielona Góra 2001, s. 169–178
- [8] *Rathgeb A.*: Hydrodynamische Bemessungsgrundlagen für Lockerdeckwerke an überströmbaren Erddämmen. Dissertation, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, Stuttgart 2001
- [9] *Reszka T., Warcholak P.*: Współczesne techniki pomiarowe dla potrzeb oceny stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych. [w:] Modernizacja i eksploatacja obwałowań rzecznych, Seminarium „Projektowanie, modernizacja i eksploatacja obwałowań rzecznych”, Stowarzyszenie Inżynierów i Tech. Wodnych i Melioracyjnych, Dychów 24–26 maja 2000, s. 99–112
- [10] Opracowanie archiwalne: Odra — wały — Nowa Sól, wał przeciwpowodziowy rz. Odry i Czarnej Strugi. Badania techniczne podłoża gruntowego. Biuro Projektów Wodnych Melioracji w Zielonej Górze. Zielona Góra 1990
- [11] Opracowanie archiwalne: Dokumentacja z nieinwazyjnych badań geologicznych oraz ocena stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych rzeki Odry w km 409,00–567,50. Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA S.A. 1999
- [12] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. Dz.U. 2007 nr 86 poz. 579
- [13] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 Prawo budowlane (Dz.U. 06.156.1118 z późniejszymi zmianami)