

OCENA MODERNIZACJI WAŁU PRZECIWPOWODZIOWEGO PRZY UŻYCIU  
RADARU GPR

ESTIMATION OF FLOOD BANK MODERNIZATION WITH USING GPR RADAR

**Abstract**

Flood banks are the most important hydro-engineering system. They protect nearest region from effects of the high water level. The high water level and the bad technical conditions of flood banks are the most often flood causes. It means that the technical conditions of flood banks should be checked periodically and the damage renovated.

This article presents results of research of the flood bank structure carried out with the GPR. Measurements were carried out on the donated embankment for the renovation and on the same embankment after renovating. Research results were analyzed and the modernization of embankment was estimated.

**Key words:** flood bank, GPR, renovation

**Wstęp**

Wały przeciwpowodziowe mają za zadanie ochronę najbliższej okolicy rzek oraz zbiorników wodnych od skutków wysokiego stanu wód. Wysokie stany wód powodowane wiosennymi roztopami, obfitymi opadami, zatorami lodowymi, itp., mogą prowadzić do powstania powodzi i w konsekwencji znacznych szkód społecznych i materialnych. Wały przeciwpowodziowe są zatem jedną z najważniejszych budowli hydrotechnicznych chroniącą najbliższą okolice rzek lub zbiorników wodnych.

Wały eksploatowane przez lata są często w różnym stanie technicznym. Ich erozja powodowana miejscowym podmywaniem przez wodę, gniciem resztek roślinność w ich strukturach, ryciem nor i korytarzy przez małe ssaki, powodują miejscowe ich osłabianie. Przez takie miejsca, podczas wysokiego stanu wód, może przesiąkać woda co w konsekwencji dalej osłabia strukturę wału i może doprowadzić do jego miejscowego przerwania. Z tego względu prowadzi się czasowe badania stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych (Prawo wodne 2001). Kontrola stanu technicznego wałów pozwala na wytypowanie szczególnie zagrożonych miejsc. Na podstawie takiej oceny wał poddawany jest miejscowej naprawie lub też przeznaczany jest do generalnego remontu.

Na przykładzie remontowanego wału, w artykule przedstawiono wyniki badań struktury wału wykonem radarem do penetracji gruntu RAMAC/GPR. Badania takie przeprowadzono na wale przeznaczonym do remontu i na tym samym wale tuż po zakończeniu jego remontu. Analizując wyniki otrzymane z radaru podjęto próbę oceny wykonanego remontu.

---

<sup>1</sup> Dr, Institute of Telecommunications, Teleinformatics and Acoustic, Wrocław University of Technology, Wyspiańskiego 27, Wrocław, Poland, remigiusz.mydlkowski@pwr.wroc.pl

<sup>2</sup> Dr, Institute of Geological Sciences, Wrocław University, pl. M.Borna 9, Wrocław, Poland, aszyn@ing.uni.wroc.pl

## Badany odcinek wału przeciwpowodziowego

Badania wału przeciwpowodziowego przeprowadzono we Wrocławiu na wale rzeki Odry. Pomiary wykonano na kanale przeciwpowodziowym pomiędzy mostami Jagiellońskimi

a Swojszyckim na lewym brzegu kanału (rys.1). Odcinek tego wału chroni przed powodzią dwa wrocławskie osiedla (Zalesie i Sępolno) na których mieszka około 30 tys. ludności.

Autorzy referatu przeprowadzili badania struktury wału przeciwpowodziowego radarem GPR szwedzkiej firmy Malmö Geoscience z anteną osłonową o częstotliwości roboczej 250 MHz (Mydlikowski 2007). Pomiary przeprowadzono w 2005 roku na wale przeznaczonym do kapitalnego remontu i w 2007 roku tuż po zakończeniu remontu tego wału.

Badania wału przeprowadzono na całej jego długości (2600 m). W artykule podjęto próbę oceny przeprowadzonego remontu na podstawie analizy 200 metrowego odcinka wału. Wybrano pierwsze 200 m wału licząc od jego początku tj. od mostów Jagiellońskich.



Rys.1 Mapa z zaznaczonym odcinkiem badanego wału przeciwpowodziowego

## Badania wału metodą georadarową

Metoda pomiarów przypowierzchniowych warstw gruntu przy użyciu radaru GPR jest coraz powszechniej stosowaną metodą (Forest 2004, Watters 2004, Chen 2004). Pomiary takie pozwalają na bezinwazyjne i liniowe śledzenie struktury badanego

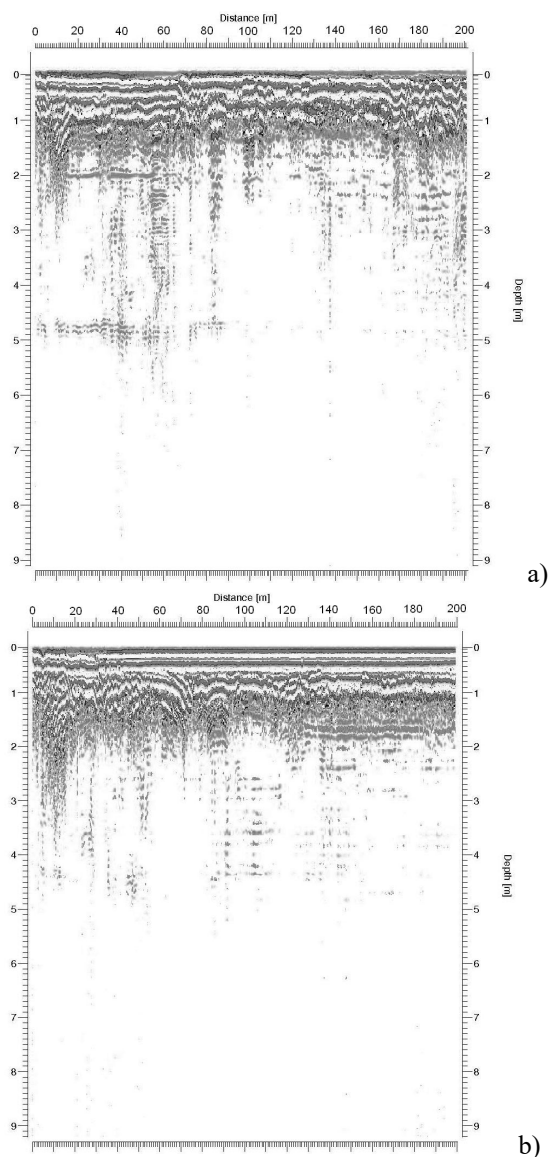
ośrodka. Przy sondowaniu falą elektromagnetyczną z radu, uzyskuje się falogram obrazujący strukturę geologiczną badanego gruntu. Poddając obróbce graficznej otrzymany obraz, możliwe jest ukazanie wszelkich szczegółów badanego gruntu.

W bardzo mnogiej gamie zastosowań badań radarowych, stosunkowo rzadko wykorzystuje się te urządzenia do badania stanu wałów przeciwpowodziowych (Szykiewicz 2000). Stosowanie wstępnych badań georadarowych pozwala na wskazanie miejsc w wale przeciwpowodziowym o zmienionej strukturze. Informacja o takich miejscach może służyć do dokładniejszej analizy wybranego odcinka wału i decyzji o ewentualnej konieczności jego remontu (Mydlikowski 2006, 2007).

W artykule przedstawiono wyniki badań 200 metrowego odcinka wału przeciwpowodziowego metodą georadarową. Na ry.2a przedstawiono strukturę wału przed jego remontem (2005 rok) natomiast na rys.2b strukturę tego samego odcinka po przeprowadzonym remoncie wału w 2007 roku.

### **Próba oceny przeprowadzonej modernizacji wału przeciwpowodziowego**

Badania przeprowadzone w 2005 roku wskazywały na konieczność remontu wału. Potwierdziła to również ocena przeprowadzona przez służby zajmujące się wałami we Wrocławiu. Według klasyfikacji ważności budowli hydrotechnicznych, wał ten należy do I klasy ważności chroniąc istotną część Wrocławia, przed skutkami wysokiego stanu wody w rzece Odra. Jednak wał ten przez lata był zaniedbywany. W momencie przeprowadzania badań jego korona była nierówna, skarpa zdeformowana a zadarnienie nierównomierne, zachwaszczone. Na skarpie wału istniało wiele przejść – schody betonowe w większości mocno uszkodzone. Liczne krzewy i drzewa wrastały w strukturę wału. Na podstawie przeprowadzonych badań (klasycznymi metodami geologicznymi) stanu technicznego wału, został on przeznaczony do gruntownego remontu.



**Rys.2** Wyniki pomiarów odcinka wału przeciwpowodziowego radarem GPR: a) przed remontem wału, b) po remoncie wału

Badania przeprowadzone radarem GPR w 2005 roku, wskazywały wiele niejednorodności w strukturze wału. Na przykładowym 200 metrowym odcinku (rys.2a) widoczne były niejednorodności na początku wału (do 20 m), w okolicach 70 m, 100 m i znacząca niejednorodność pomiędzy 160 a 200 m. Badania rozpoczęto od linii jezdni przy moście Jagiellońskim zatem pierwszy odcinek (około 20 m) jest odcinkiem chodnika i obrazuje infrastrukturę techniczną prowadzoną w nim. Kolejne niejednorodności występują w samym wale. Duża niejednorodność pomiędzy 160 a

200 m może być interpretowana jako wyrwa w wale która miejscowo została naprawiona.

Na rys.2b przedstawiono wyniki badań przykładowego odcinka wału po przeprowadzeniu remontu. Pierwsze 20 m wału (odcinek chodnika) jest niezmieniony – remont nie obejmował chodników i ich infrastruktury. Widać wyraźnie, że remont wału rozpoczął się od około 30 m jego długości. Wyraźne są nasypane i ubite nowe warstwy wału do głębokości 0,5 – 0,6 m. Warstwa o takiej grubości (0,5–0,6 m) została usunięta i zastąpiona nową. Wnioskować można również, że na odcinku od około 140 m do 200 m (domniemana wyrwa w wale), przeprowadzono gruntowny remont wybierając znacznie głębszą warstwę wału (do 2 m), zastępując ją nową.

Z porównania wyników sprzed i po remoncie wału widać, że większość niejednorodności w jego strukturze została skutecznie naprawiona. Jednak niektóre z nich zostały pominięte, np. niejednorodność na 70 m wału. Wał w tym miejscu został wyrównany do głębokości około 0,5 – 0,6 m, ale głębiej wału wyraźnie jest widoczna poprzednia niejednorodność. Rodzi to pewne obawy o prawidłowo wykonany remont w tym miejscu wału.

Na podstawie analizy uzyskanych wyników stwierdzono, że przy remoncie wału pominięto wiele niejednorodności usytuowanych głębiej niż 0,5 – 0,6 m. Rodzi to pewne obawy, czy w tych miejscach struktura wału jest spójna. Czy miejsca te dalej nie stanowią zagrożenia dla spójności całego wału. Czy w tych miejscach w czasie wysokiego stanu wody nie będzie dochodziło do przesiąkania wału i stwarzania zagrożenie powodziowego.

## **Wnioski**

- [27] Stosowanie radaru GPR pozwala na liniowe i bezinwazyjne śledzenie struktury wału na całej jego długości. Stosowanie tej metody nie daje jednakże dokładnych informacji na temat składu poszczególnych warstw wału, ich wilgotności, itp..
- [28] Badanie wałów przeciwpowodziowych radarem GPR jest celowe do wstępnej oceny ich struktury. Wykonanie pomiarów w stosunkowo krótkim czasie pozwala na wskazanie miejsc o zmienionej strukturze.
- [29] Wytypowane miejsca mogą być wskazówką do dokładniejszego ich zbadania np. poprzez odwierty geologiczne. Na tej podstawie można podejmować decyzje o konieczności ich remontu.
- [30] Remont analizowanego wału przeciwpowodziowego został przeprowadzony na znaczącej jego długości poprawnie. Na całej długości wału usunięto wierzchnią warstwę (0,5 – 0,6 m) wału zastępując ją nową. W wielu miejscach przeprowadzono również głębszą wymianę warstw wału.
- [31] Wyniki z radaru GPR wskazują na miejsca w wale (głębiej niż 0,6 m), o znacznie zmienionej strukturze, które zostały

pominięte przy naprawie wału. Miejsca te mogą budzić pewne obawy o ich spójność i odpowiednią wytrzymałość w czasie wysokiego stanu wody.

### **Literatura**

- [1] Szynkiewicz, A. (2000): GPR monitoring of earthen flood banks/levees. 8 Int. Conference on Ground Penetrating Radar, 2000, Vol. 4084, pp.85-90.
- [2] Forest, R. and Utsi, V. (2004): Non-destructive crack depth measurements with ground penetrating radar. 10 International Conference on Ground Penetrating Radar, 2004, Vol. II, pp.799-802.
- [3] Watters, M.S. (2004): GPR: A tool for archaeological management. 10 International Conference on Ground Penetrating Radar, 2004, Vol. II, pp.811-816.
- [4] Chen, B., Hu, Z. and Li, W. (2004): Using ground penetrating radar to determine water of rehabilitated coalmine soils treated by different methods. 10 International Conference on Ground Penetrating Radar, 2004, Vol. II, pp.513-516.
- [5] Ustawa o prawie wodnym z dnia 18 lipca 2001r. (Dz.U.2001.115.1229).
- [6] Mydlikowski, R., Beziuk, G. and Szynkiewicz, A. (2007): Detection of inhomogeneities in structure of flood embankments by means of D.C. resistivity, GPR and frequency electromagnetic method measurements - short note, Acta Geodynamica et Geomaterialia, 2007, Vol.4, no 4, pp.83-88.
- [7] Mydlikowski, R., Beziuk, G. and Szynkiewicz, A. (2006): Wykrywanie niejednorodności w strukturach naziemnych budowli hydrotechnicznych elektrycznymi oraz elektromagnetycznymi metodami geofizycznymi. Problemy hydrotechniki. Modelowanie i hydroinformatyka oraz wybrane zagadnienia ochrony przeciwpowodziowej. Dolnośl. Wydaw. Edukacyjne, 2006. pp.527-532.