

Urszula KOŁODZIEJCZYK¹, Witold Cezariusz KOWALSKI²

**INŻYNIERSKO-GEOLOGICZNE, ŚRODOWISKOWE
I GEOTECHNICZNE BADANIA WAŁÓW
PRZECIWPOWODZIOWYCH W DOLINACH NIZIN
ŚRODKOWOPOLSKICH**

**ENGINEERING-GEOLOGICAL, ENVIRONMENTAL
AND GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS OF FLOOD
EMBANKMENTS IN MIDDLE POLAND LOWLAND
RIVER VALLEYS**

¹ Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska

¹ Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

² Uniwersytet Warszawski

² University of Warsaw

Streszczenie

Przeprowadzone badania stanu wałów przeciwpowodziowych w czasie przechodzenia wysokiej fali powodziowej i bezpośrednio po jej przejściu w lipcu 1997r. wykazały braki w ich konserwacji w długich okresach międzypowodziowych oraz niedociągnięcia w organizacji akcji przeciwpowodziowej. Badania te ujawniają, że można znacznie zmniejszyć ryzyko zagrożeń wysokimi falami powodziowymi w dolinach Niziny Środkowopolskiej, okresowo kontrolując stan wałów przeciwpowodziowych, jak to przedstawiono w tym artykule i prowadząc roboty renowacyjne w okresach międzypowodziowych.

Summary

Passed investigations of flood-embankments state during flood high wave passing and immediately after her passage in July 1997 showed lacks in their preservation in long periods between floods and shortcomings in flood-rescue action organization. These investigations bring to light, that one can considerably diminish risk of flood high waves threats in valleys of Middle-Poland Lowland, periodically inspecting of flood-embankments state, as one represented in this article, and driving restoration works in periods between floods.

Sypanie grobli i wałów przeciwpowodziowych na Nizinie Środkowopolskiej, a później ich nadbudowywanie, poszerzanie i wydłużanie rozpoczęło się już w czasach przedhistorycznych [J. Kondracki, 1965; W. C. Kowalski, 1975; 1984; 1988; 1994], nasiliło w średniowieczu oraz spotęgowało we współczesności. W czasach przedhistorycznych poszczególni ludzie i ich społeczności osiedlali się na stałe nad brzegami rzek i na ich tarasach. Zmiany następowały sukcesywnie wskutek rozwoju człowieka i jego paleolitycznego sposobu bytowania, w tym zbieractwa i myślistwa, a następnie - prymitywnych, neolitycznych upraw rolnych [Kowalski, 1994]. Istotnym czynnikiem decydującym o wyborze lokalizacji siedlisk ludzkich nad brzegami rzeki lub blisko niej (na jej tarasach) był łatwy dostęp do niezbędnej dla życia wody pitnej [Kowalski, 1975; 1978; 1988; 1994], dopóki - w wyniku zanieczyszczenia rzeki - nie zmieniły się one w kanały ściekowe [Navon, 1996]. Stałemu osadnictwu nad brzegami rzek sprzyjała świadomość ówczesnych ludzi, że rzeki są najłatwiejszymi drogami transportu ludzi i towarów. Z upływem czasu i postępu technicznego ludzie zamieszkujący na brzegach rzek i blisko tych brzegów (na niskich tarasach rzecznych) rozpoczęli wykorzystywanie energii wody spływającej w korytach rzecznych, budując młyny i hamernie, a współcześnie - elektrownie wodne. Dla społeczności ludzkich zamieszkujących tarasy rzeczne rzeki były dobrodziejstwem natury, ale jednocześnie - z drugiej strony - były one poważnym zagrożeniem. Niejednokrotnie katastrofalne powodzie dolin rzecznych powodowały śmierć lub utratę dorobku całego życia wielu ludzi [Dubicki, Słota, Zieliński, 1999; Falkowski, 1989; Granacki, 1989; Kołodziejczyk, H. Greinert, A. Greinert, 1998; Kondracki, 1965; Kowalski, 1978; 1988; Krauzlis, 1979; Mikulski, 1990; 1998; Mikulski, Bajkiewicz, 1996; Szumański, 1979a; 1979b].

Na Nizinie Środkowopolskiej świadome lub nieświadome, miejscowe, lokalne i regionalne przeciwdziałanie powodziom rzek i ich skutkom rozpoczęło się już w czasach prehistorycznych. Są one zaakcentowane usypanymi w różnych czasach, a później modernizowanymi groblami i wałami przeciwpowodziowymi. Nasilenie budowy nowych oraz rozbudowa starych obiektów przeciwpowodziowych rozpoczęła się już w średniowieczu, zwłaszcza na tych terenach, na których zwiększała się trzebież lasów związana ze zwiększaniem arealu upraw rolnych (od gospodarki trójpolowej poczynając), jak też na terenach górniczych i związanych z nimi dymarkami, a później hutami. Bez względu na czynniki naturalne, przede wszystkim meteorologiczne i hydrologiczne, współczesne ruchy skorupy ziemskiej [Biernacki, 1968; 1975; Dietrich, 1976; Falkowski, 1965; 1967; 1971; 1972; 1975; 1986; Karabon, 1980; Kowalski, 1978; Kowalski, Dragowski, Falkowski, Liszkowski, Łozińska-Stępień, Stochlak, 1975; Krauzlis, 1989; Laskowski, 1981; 1986; 1989; Mojski, 1980; Szumański, 1972a; 1972b; 1977], a także trzebież lasów, z jednej strony zmniejszała się retencja wód opadowych w lasach i gruntach, a z drugiej - zwiększała się masa wód opadowych spływających bezpośrednio po opadzie po powierzchni terenu. Powodowało to wzrost ablacji i w konsekwencji - wzrost deluwiiów na zboczach dolin [Stochlak, 1972, 1975] i aluwiiów [Krauzlis, 1989] w korytach rzek, wypełnianie koryt rzecznych nadmiarem donoszonego do koryta rozdrobnionego materiału skalnego, którego płynąca rzeka nie mogła przenieść dalej oraz podnoszenie się den koryt rzecznych, rozlewanie rzek na przyległe tarasy i powstawanie coraz częstszych i groźniejszych powodzi [Falkowski, 1972; 1975, Laskowski, 1989; Dubicki, Słota, Zieliński, 1999]. Tak więc, jak to wynika z geologicznych i inżyniersko-geologicznych badań osadów dennych koryt rzecznych i osadów powodziowych (mad

ilastych, pyłowych i piaszczystych), w miarę wzrostu populacji ludzkich zamieszkujących dorzecza rzek i ingerujących w zastane środowisko przyrodnicze (początkowo – zupełnie naturalne, później zmienione przez działalność gospodarczą człowieka w środowisko inżyniersko-geologiczne) zmieniał się bilans aluwii w poszczególnych przekrojach koryt rzecznych i tarasów powodziowych: z ujemnego (rzeki początkowo erodującej) poprzez zerowy na dodatni (rzeki akumulującej). Akumulacja osadów w dnach koryt rzecznych i na tarasach zalewowych powodowała ich podnoszenie oraz zwiększanie wielkości, częstotliwości i wysokości fali powodziowej, co z kolei zmuszało do sypania, podwyższania, poszerzania i przedłużania wałów przeciwpowodziowych. Każda wysoka fala powodziowa, przelewająca się przez uprzednio usypaną groblę i wał, powodująca wymierne straty, wywołuje emocje i niestety – krótkotrwałe chęci zapobiegania tym stratom. Procesy meteorologiczno-hydrologiczne cechuje różnego rzędu okresowość. Zwykle po okresie wzmożonych opadów i nie mieszczących się w korytach rzecznych przepływów wód występują okresy zmniejszonych opadów w obszarze dorzecza i przepływająca woda mieści się w korycie rzecznych stanów od niskich do wysokich, ale nie powodziowych. W okresach suchszych z reguły szybko przerzuca się środki przeznaczone na gospodarkę wodną i budownictwo hydrotechniczne na inne, może nawet mniej ważne cele. Zwykle dopiero podczas następnej wysokiej fali powodziowej zbiera się i organizuje ad hoc akcję przeciwpowodziową z wszelkimi niedostatkami i brakami towarzyszącymi takiej akcji. Różne rzeki i ich dorzecza w różnym stopniu reagują na mniej więcej te same ilości opadów przypadających na jednostkę powierzchni. Ostatnie wielkie powodzie w dorzeczu Odry i Wisły na Nizinie Środkowopolskiej miały zupełnie inny przebieg i natężenie. Zbudowane zbiorniki retencyjne na Wiśle i na jej dopływach, zwłaszcza w Czorsztynie (mimo protestów ekologów), odpowiednio przygotowane na przyście maksymalnej fali powodziowej i ich współdziałanie nie dopuściły do powstania tak olbrzymich strat jak w rejonie górnej i środkowej Odry. Przeciwpowodziowe obiekty hydrotechniczne (wały i zbiorniki retencyjne) wzdłuż Odry i jej dopływów zostały zbudowane znacznie wcześniej niż tego typu obiekty w dorzeczu Wisły. Były one dostosowane do warunków panujących w okresie ich budowy i nie mogły spełnić w pełni swojej roli podczas wielkiej powodzi 1997 r., zwłaszcza wobec zaniedbań w ich eksploatacji powstałych podczas wojen i bezpośrednio po nich, a także odmiennej gospodarki wodnej i nieco różnych interesów regionalnych Czech, Polski i Niemiec. Mimo międzynarodowych porozumień, być może nie za szczegółowych, przy niedostatkach i opóźnieniach we wzajemnej, bezpośredniej informacji o stanach wód w rzekach dorzecza Odry wydaje się, że zawiodła planowana synchronizacja działań przeciwpowodziowych w poszczególnych krajach. Szereg zjawisk, jak: zachowanie się przepływającej wysokiej fali powodziowej w międzywalu podczas powodzi w 1997 r., przelewanie się wody przez korony wałów, przenikanie wody przez korpus wałów oraz ich podłoże, uszkodzenia i zniszczenia tych obiektów było obserwowanych mniej lub bardziej starannie na wszystkich wałach Odry i Wisły oraz ich dopływów. Bardzo wnikliwie te zjawiska analizowano na wałach Środkowego Nadodrza, gdzie prowadzono rejestr zniszczeń i wszelkich uszkodzeń wałów spowodowanych przez wysoką falę powodziową, a także dokumentację budowy wewnętrznej usypanych wałów i ich podłoża gruntowego, które musiało z wałami współpracować i z którego pobierany był materiał do ich usypania. Badania takie były przeprowadzone wzdłuż całego Środkowego Nadodrza [Pilecki, 1998; Zarębski, 1999; Reszka, 2000;

Kołodziejczyk, 1999; 2000]. Objęły one szereg odcinków wałów o łącznej długości 240,5 km, zlokalizowanych wzdłuż fragmentu Odry od 409,0 do 614,2 km jej biegu rys. 1.



Rys.1 Schemat Odry

Były to badania nieinwazyjne, na które składały się: kartowanie geologiczne, bioindykacja, badania geofizyczne (profilowanie elektrooporowe), a także wiercenia ręczne, sondowanie sondą lekką SL, badania makroskopowe oraz badania laboratoryjne. Wiercenia i sondowania przeprowadzono w przekrojach poprzecznych, których lokalizację typowano na podstawie wyników badań bioindykacyjnych i geofizycznych. W lubuskim odcinku Odry łącznie zinterpretowano budowę geologiczną wałów przeciwpowodziowych w 742 przekrojach poprzecznych, po wykonaniu 2200 otworów badawczych. Dla przykładu podaje się dwa spośród wykonanych przekrojów (rys.2). Lokalizację wybranych przekrojów pokazano na rys. Otwory badawcze zostały wykonane od strony odpowietrznej (otwór nr 1), w koronie wału (otwór nr 2) i od strony odwodnej (otwór nr 3).

4. Wały przeciwpowodziowe należy poddawać bieżącej konserwacji poprzez systematyczną ochronę zadarnienia na skarpach, dosiewanie zniszczonych traw oraz skuteczny zakaz wypasu bydła.
Należy również kontrolować, czy w obwałowaniach nie ma zniszczeń spowodowanych przez gryzonie, a w przypadku ich stwierdzenia zastosować odpowiednie środki zaradcze.
5. Powodzenie akcji przeciwpowodziowej w skali gmin, powiatów, województw, regionów i całego kraju uwarunkowane jest w znacznym stopniu od stałego, nie opóźnionego współdziałania komitetów przeciwpowodziowych wszystkich szczebli: gminnych, powiatowych, wojewódzkich i centralnych, tak w granicach Polski jak i krajów ościennych.
6. Badania stanu wałów przeciwpowodziowych podczas przechodzenia wysokiej fali powodziowej w lipcu 1997 r. mogą być wytycznymi do badań takich wałów nie tylko wzdłuż całej Odry i jej dopływów, ale także w dolinach innych rzek i ich dopływów na Nizinie Środkowopolskiej.

LITERATURA

- [1] BIERNACKI Z.: *Wiek oraz przebieg przyrostu miąższości mad na tarasie zalewowym Wisły w rejonie Warszawy w świetle stanowisk archeologicznych*. Przegląd Geol., nr 1 (1968)
- [2] BIERNACKI Z.: *Holocene and late Pleistocene alluvial sediments of the Vistula river near Warsaw*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.19, (1975)
- [3] DIETRICH J.: *Inżyniersko-geologiczna analiza porównawcza osadów madowych powodzi 1970 r. i starszych pld. części Kotliny Płockiej*. Arch. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., (1976)
- [4] DUBICKI A., SŁOTA H., ZIELIŃSKI J.: *Dorzecze Odry – monografia powodzi lipiec 1997*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Warszawa (1999)
- [5] FALKOWSKI E.: *Holoneńska historia i prognoza rozwoju Wisły środkowej*. W: „*Geologiczne problemy zagospodarowania Wisły środkowej i jej dopływów od Sandomierza do Puław*”. SliTGór. Katowice (1965)
- [6] FALKOWSKI E.: *Ewolucja holocenijskiej Wisły na odcinku Zawichost-Solec i inżyniersko-geologiczna prognoza jej dalszego rozwoju*. Biul. Inst. Geol., nr 198, (1967)
- [7] FALKOWSKI E.: *Historia i prognoza rozwoju układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych Polski*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.12, (1971)
- [8] FALKOWSKI E.: *Regularities of development in lowland rivers and changes in river bottoms in the Holocene*. W: Symp. INQUA, Poland, (1972)
- [9] FALKOWSKI E.: *Variability of channel processes in lowland rivers in Poland and changes of the valley floors during the Holocene*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.19, (1975)
- [10] FALKOWSKI E.: *Geologiczne uwarunkowania obecnej morfologii dna doliny i koryta Wisły Środkowej oraz kierunki zachodzących zmian*. W: Informator Projektanta 2/86, Hydroprojekt, (1986)

- [11] FALKOWSKI E.: *Inżyniersko-geologiczne aspekty ochrony środowiska przyrodniczego na obszarach den dolinnych Niżu Polskiego*. W: Inżyniersko-geologiczne problemy środowiska człowieka. Inst. Hydrogeol. i Inż. Geol. Uniw. Warsz., (1989)
- [12] GRANACKI W.: *Próba oceny zmian procesów rzecznych Odry Środkowej pod wpływem gospodarczej działalności człowieka*. W: Inżyniersko-geologiczne problemy środowiska człowieka. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. Uniw. Warsz., (1989)
- [13] KARABON J.: *Morfogenetyczna działalność wód wezbraniowych związanych z zatorami lodowymi na dolinie Wisły Środkowej*. Przegląd Geol. nr 9, (1980)
- [14] KOŁODZIEJCZYK U.: *Ocena geotechniczna fragmentu wałów przeciwpowodziowych Odry*. VIII Konferencja „Techniczna Kontrola Zapór”, Zakopane (1999)
- [15] KOŁODZIEJCZYK U.: *Geologic-engineering investigations as a method of Odra-river flood – embankment condition estimation*. W: „Geologie ist Grenzenlos”. 9 Jahrestagung Frankfurt/O 20-25.09.2000. Gesellschaft für Geowissenschaften, (2000)
- [16] KOŁODZIEJCZYK U., GREINERT H., GREINERT A.: *The course and effects of the Middle – Odra*. In: International Odra Research Conference. 16-19 June 1998, Kraków (1998)
- [17] KONDRACKI J.: *Geografia fizyczna Polski*. PWN. Warszawa (1965)
- [18] KOWALSKI W.C.: *The evolution of man's environment in the Holocene in Poland*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.19, (1975)
- [19] KOWALSKI W.C.: *Naturalne i quasinaturalne stadia rozwoju rzek (na przykładzie Odry i jej dopływów)*. Metody dokumentowania geologiczno-inżynierskiego obszarów dolin rzecznych dla potrzeb budownictwa hydrotechnicznego. Geoprojekt. Warszawa (1978)
- [20] KOWALSKI W.C.: *History of changes of geological environment under the influence of mankind activity*. 25-th Int. Geol. Congr. Vol.17. Engineering Geology. Moscow (1984)
- [21] KOWALSKI W.C.: *Geologia inżynierska*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa (1988)
- [22] KOWALSKI W.C.: *Origin and development of engineering-geological thinking*. Proc. 7-th IAEG Congress Lisbona. Balkoma, VI. Rotterdam (1994)
- [23] KOWALSKI W.C., DRĄGOWSKI A., FALKOWSKI E., LISZKOWSKI J., ŁOZIŃSKA-STĘPIEŃ H., STOCHLAK J.: *Plejstocena ewolucja przelomowego odcinka Wisły Środkowej, jej dopływów oraz wyżyn przyległych*. Geologiczne problemy zagospodarowania Wisły Środkowej od Sandomierza do Puław. SIiT-Gór. Katowice (1965)
- [24] KRAUŻLIS K.: *Influence of man economic activity on erosive-accumulative processes in the Warta Valley from Konopnica to Uniejów*. Changes of the geological environment under the influence of man's activity. Warszawa (1979)
- [25] KRAUŻLIS K.: *Transport boczny rumowiska a typ morfometryczny odcinka doliny rzecznej*. Inżyniersko-geologiczne problemy środowiska człowieka. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. Uniw. Warsz. Warszawa (1989)
- [26] LASKOWSKI K.: *Wpływ wydm i procesów eolicznych na kształtowanie się dolin rzek nizinnych u schyłku plejstocenu i w holocenie*. Kwart. Geol., t.25.2, (1981)
- [27] LASKOWSKI K.: *Przebieg erozji w dolinie Wisły na odcinku Puławy-Warszawa*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.30, (1986)

- [28] LASKOWSKI K.: *Związek pomiędzy przepływem i litologią aluwiiów w korycie rzeki jako podstawa metody wydzieleni litogenetycznych i stratygraficznych osadów w dolinie rzecznej*. Inżyniersko-geologiczne problemy środowiska człowieka. Inst. Hydrog. i Geol.Inż. Uniw.Warsz. Warszawa (1989)
- [29] MIKULSKI Z.: *Water resourcer and management in Poland*. Intergrated Water Management International Experiences and Perspectives. Belhaven Press. London and New York (1990)
- [30] MIKULSKI Z.: *Gospodarka wodna*. PWN. Warszawa (1998)
- [31] MIKULSKI Z., BAJKIEWICZ E.: *Ekologiczne podstawy zagospodarowania dolin rzecznych na przykładzie Wisły pod Płockiem*. TWN-UW Wydz. Geografii i Studiów Regionalnych. Warszawa (1996)
- [32] MOJSKI J.: *Budowa geologiczna i tendencje rozwoju doliny Wisły*. Przegląd Geol. nr 6, (1980)
- [33] NAVON L. (Proc. Coord.): *Third International Symposium and Exhibition in Environmental Contamination in Central and Eastern Europe*. Symp. Proc., Florida State University, I-XLV, 1-1019, (1996)
- [34] PILECKI K. (red.): *Badania i ocena stanu technicznego ok. 35 km wałów przeciwpowodziowych prawostronnych rzeki Odry na odcinku od km rzeki 433,3 do km 469,5 od stanów do Głuchowa, włącznie z wałami na węźle hydrotechnicznym w Sadowej*. ARCADIS-EKOKONREM Sp. z o.o. Wrocław (1998)
- [35] RESZKA T. (red.): *Nieinwazyjne badania geologiczne i ocena stanu technicznego prawostronnego obwałowania rzeki Odry w km 573.0-614.2 na długości 38 875 m w granicach województwa lubuskiego. Ekspertyza stanu technicznego*". IMGW Oddział w Krakowie – Samodzielna Pracownia Technicznej Kontroli Zapór. Kraków (2000)
- [36] STOCHLAK J.: *Wykształcenie i charakterystyka inżyniersko-geologiczna osadów deluwialnych na obszarze między dolinami Kamiennej i Zwolenki*. Symp. INQUA, Poland (1972)
- [37] STOCHLAK J.: *Klasyfikacja osadów zboczowych z inżynierskiego punktu widzenia*. Aktualne problemy geologii inżynierskiej. Uniw. Warsz. Warszawa (1975)
- [38] SZUMAŃSKI A.: *Ewolucja układu poziomego i pionowego koryta rzek Kotliny Sandomierskiej w holocenie*. Arch. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., (1972a)
- [39] SZUMAŃSKI A.: *Changes in the development of the Lower San's channel pattern in the late Pleistocene and Holocene*. Symp. INQUA, Poland (1972b)
- [40] SZUMAŃSKI A.: *Zmiany układu koryta dolnego Sanu w XIX i XX wieku oraz ich wpływ na morfogenezę tarasu łęgowego*. Stud. Geomorph. Carp.-Balt. V.XI, (1977)
- [41] SZUMAŃSKI A.: *Zmiany rozwinięcia koryta Wisłoka w ostatnich stuleciach jako przykład skutków gospodarczej działalności człowieka*. „Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka”. T.I, Symp. IAEG. Warszawa (1979a)
- [42] SZUMAŃSKI A.: *Wpływ czynników antropogenicznych na zmiany środowiska w dolinie dolnego Sanu*. „Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka”. T.I, Symp. IAEG. Warszawa (1979b)

- [43] ZARĘBSKI M.(red.): *Dokumentacja z nieinwazyjnych badań geologicznych oraz stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych rzeki Odry w km 409.0-567.5.* Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA S.A. Wrocław (1999)