

# Sposoby ograniczenia filtracji wody przez wały przeciwpowodziowe na lubuskim odcinku Odry

Urszula Kołodziejczyk\*



**Methods of reducing water percolation through flood banks Lubuski section of the Odra River case study (SW Poland).** Prz. Geol., 55: 247–252.

*S u m m a r y.* Many different types of sealing materials are used during modernization of the flood banks of Odra River. They are installed both in the body and in the subsoil of the flood banks. Effectiveness of sealing systems used in Lubuski section of the Odra has been evaluated by observing level of water in piezometers located on both sides of the systems. This setup allowed to estimate the rate of water filtration (percolation) with every kind of insulating systems and thus their effectiveness. The research on effectiveness of employed systems has been conducted in selected section of the flood banks. Four different sealing technologies were used: a) PVC foil (geomembrane) placed into the body of the flood banks, b) PVC foil within the body of the flood banks plus a protective screen C-LOC in the subsoil of the flood banks, c) bentomat (geotextiles) placed in the body of the flood banks, d)

bentomat placed in the body of the flood banks plus a loam partition set up in the subsoil of the flood banks. The survey indicated that in the given geological circumstances —the same throughout the section of the floodbanks— the most effective method of reducing water filtration was to apply both geomembrane and C-LOC protective screen while using geotextiles only gave the worst results.

**Key words:** flood banks, sealing materials, water filtration

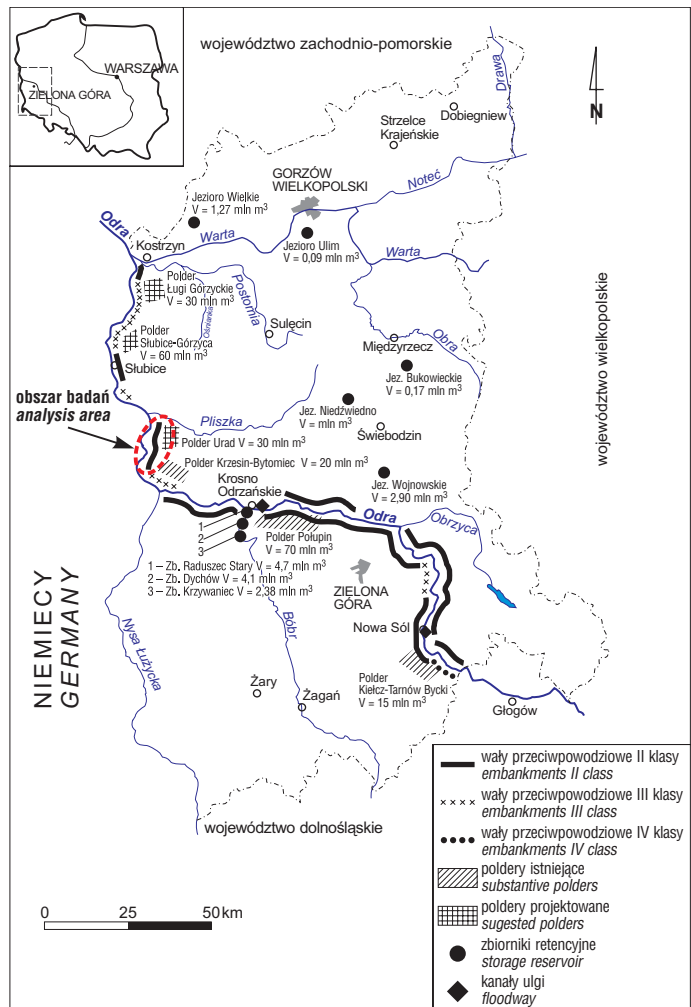
Wały przeciwpowodziowe stanowią jedną z form ochrony przeciwpowodziowej. Są to proste budowle ziemne, zabezpieczające przed zalaniem zagospodarowane tereny doliny rzecznej. W praktyce inżynierskiej dzieli się wały na klasy, różniące je pod względem wielkości obszaru chronionego, prawdopodobieństwa pojawienia się przepływów miarodajnych i kontrolnych oraz wyniesienia korony ponad poziom wód miarodajnych i maksymalnych.

Wały lubuskiego odcinka Odry w przeważającej części stanowią obiekty II klasy (np. wały chroniące tereny zabudowane Nowej Soli i Słubicy) oraz obiekty III i IV klasy (zabezpieczające m.in. fragmenty dorzecza użytkowane rolniczo). Oprócz polderów i naturalnych zbiorników retencyjnych stanowią one zasadniczy element ochrony przeciwpowodziowej regionu lubuskiego (ryc. 1).

Budowę wałów przeciwpowodziowych rozpoczęto już w średniowieczu. Na Odrze pierwsze umocnienia pojawiły się w XIII w., ale największe prace obwałowujące rzekę wykonano w XVI–XVIII w., głównie w latach 1740–1790 (Warcholak, 1998; Kołodziejczyk & Warcholak, 2001). Niestety były one najczęściej prowadzone już w obliczu nadchodzącego zagrożenia powodziowego, w związku z tym chaotycznie, z przypadkowo dobranym materiałem lokalnego, znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki. Wraz z przejściem fali powodziowej kończyło się zainteresowanie ochroną przeciwpowodziową, a wały uznawano wręcz za przeszkody w komunikacji między zwałem i międzywałem (Kołodziejczyk & Kowalski, 2001).

Jednolita polityka w zakresie gospodarki wodnej została ustalona dopiero w *Protokole bohumińskim* w 1819 r. Nieco później, bo w 1846 r. ustanowiono królewskiego nadinspektora ds. budów wodnych i wałów

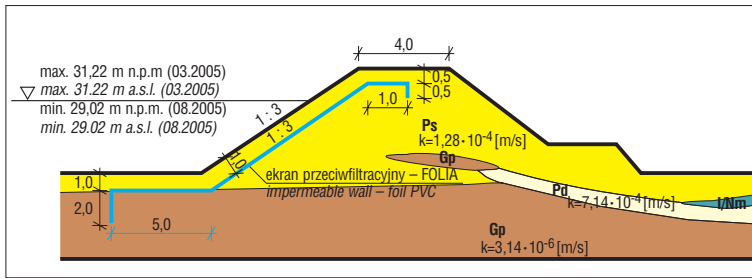
na Dolnym i Górnym Śląsku oraz powołano związki wałowe, które zrzeszały branżowe instytucje oraz właścicie-



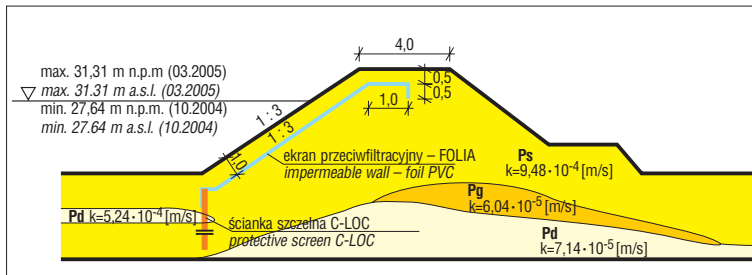
**Ryc. 1.** Sposoby ochrony przeciwpowodziowej na lubuskim odcinku Odry

**Fig. 1.** Methods of flood protection over Lubuski section of the Odra

\*Uniwersytet Zielonogórski, ul. Podgórna 50, 65-516 Zielona Góra; u.kolodziejczyk@iis.uz.zgora.pl



**Ryc. 2.** Uszczelnienie korpusu wałów folią PVC (geomembraną)  
**Fig. 2.** Sealing of the body of the flood banks with PVC foil (geomembrane)



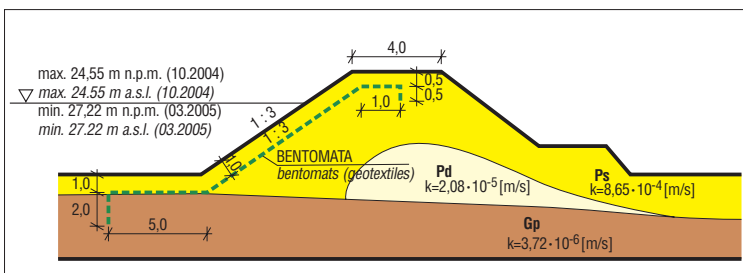
**Ryc. 3.** Uszczelnienie korpusu wałów folią PVC (geomembraną) i podłoża wałów ścianką szczelną C-LOC  
**Fig. 3.** Sealing of the body of the flood banks with PVC foil (geomembrane) and the subsoil of the banks with protective screen C-LOC

li gruntów i nieruchomości chronionych wałami. W ciągu kolejnych stu lat wzdłuż Odry zbudowano kilkadziesiąt kilometrów wałów. Miały one jednak zaledwie od 1,0 do 2,5 m szerokości w koronie, a tylko lokalnie były wzmocnione ławką o szerokości 3,0–4,0 m.

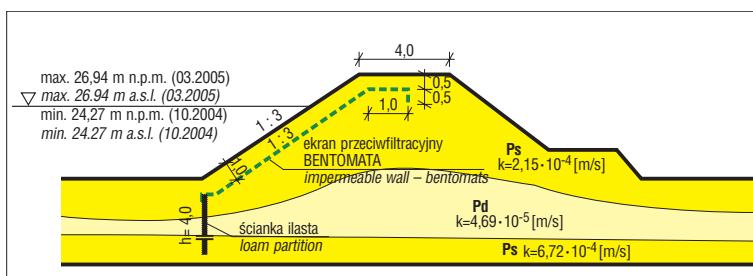
Duże powodzie, jakie miały miejsce m.in. w 1854, 1902 i 1903 r., wymusiły nowe inwestycje w dorzeczu środkowej Odry (Kołodziejczyk, 2002). W 1905 r. ustanowiono Ustawę Odrzańską, której celem było uregulowanie Odry i rozbudowa systemów ochrony przeciwpowodziowej. W wyniku przeprowadzonych wówczas prac większość lubuskich wałów osiągnęła wymagane parametry. W miejscach przecieków dobudowano przypory od strony odpowietrznej, które zwiększyły stateczność wałów i ograniczyły ujemne zjawiska filtracyjne, a jednocześnie złagodziły nachylenie skarp. Inną, powszechnie zastosowaną metodą modernizacji wałów, było przykrycie skarpy odwodnej i korony warstwą utworów spoistych o miąższości 0,5–1,0 m. Stanowiła ona uszczelnienie, a także dobre podłoże glebowe dla rozwoju darni.

Wykonane zabezpieczenia w zasadzie przetrwały do czasów współczesnych. W okresie powojennym modernizacja wałów przeciwpowodziowych była prowadzona tylko w niewielkim zakresie; na Środkowym Nadodrzu przebudowano wówczas zaledwie ok. 5 km wałów. Pozostałe obiekty trwały w niezmienionym stanie i nadal w 35% nie spełniały wymogów normatywnych zarówno pod względem wyniesienia korony ponad lustro wody 100-letniej, jak i szerokości międzywała.

Z obserwacji historycznych wynika, że woda powodziowa, przelewająca się przez wały, powoduje straty i wywołuje emocje, ale niestety krótkotrwałe chęci działań zapobiegawczych. Z drugiej strony powszechnie wiadomo, że procesy meteorologiczno-hydrologiczne cechuje okresowość; zwykle po okresie wzmożonych opadów i nie mieszczących się w korytach rzecznych przepływów wód, występują okresy bardziej suche, kiedy woda mieści się swobodnie w korycie rzeczonym i utrzymuje się w stanach niskich, średnich lub wysokich, ale nie powodziowych. Z reguły wówczas szybko przerzuca się środki przeznaczone



**Ryc. 4.** Uszczelnienie korpusu wałów matą bentonitową (geotkaniną)  
**Fig. 4.** Sealing of the body of the flood banks with the bentonite mats (geotextiles)



**Ryc. 5.** Uszczelnienie korpusu wałów matą bentonitową (geotkaniną) i podłoża wałów ścianką ilastą  
**Fig. 5.** Sealing of the body of the flood banks with the use of bentonite mats (geotextiles) and the subsoil of the banks with loam partition

pierwotnie na gospodarkę wodną i budownictwo hydrotechniczne na inne, może nawet mniej ważne cele, a dopiero podczas kolejnej powodzi organizuje się akcję przeciwpowodziową, z wszelkimi niedostatkami i brakami towarzyszącymi działalności spontanicznej. Oszczędność środków przeznaczonych na utrzymanie wałów jest milcząco akceptowana w okresach wieloletniej suszy hydrologicznej, ale w czasie wezbrań powodziowych owocuje widocznym pogorszeniem stanu technicznego wałów. Na skutki takich decyzji nie trzeba długo czekać. Ewentualnym przykładem może być powódź tysiąclecia, która miała miejsce w dorzeczu Odry w lipcu 1997 r. Spowodowała ona znaczne straty, w tym również zniszczenia obwałowań. Łącznie na terenie Środkowego Nadodrza całkowitemu zniszczeniu uległo 3,57 km wałów, a drugie tyle obiektów zostało silnie zdeformowanych.

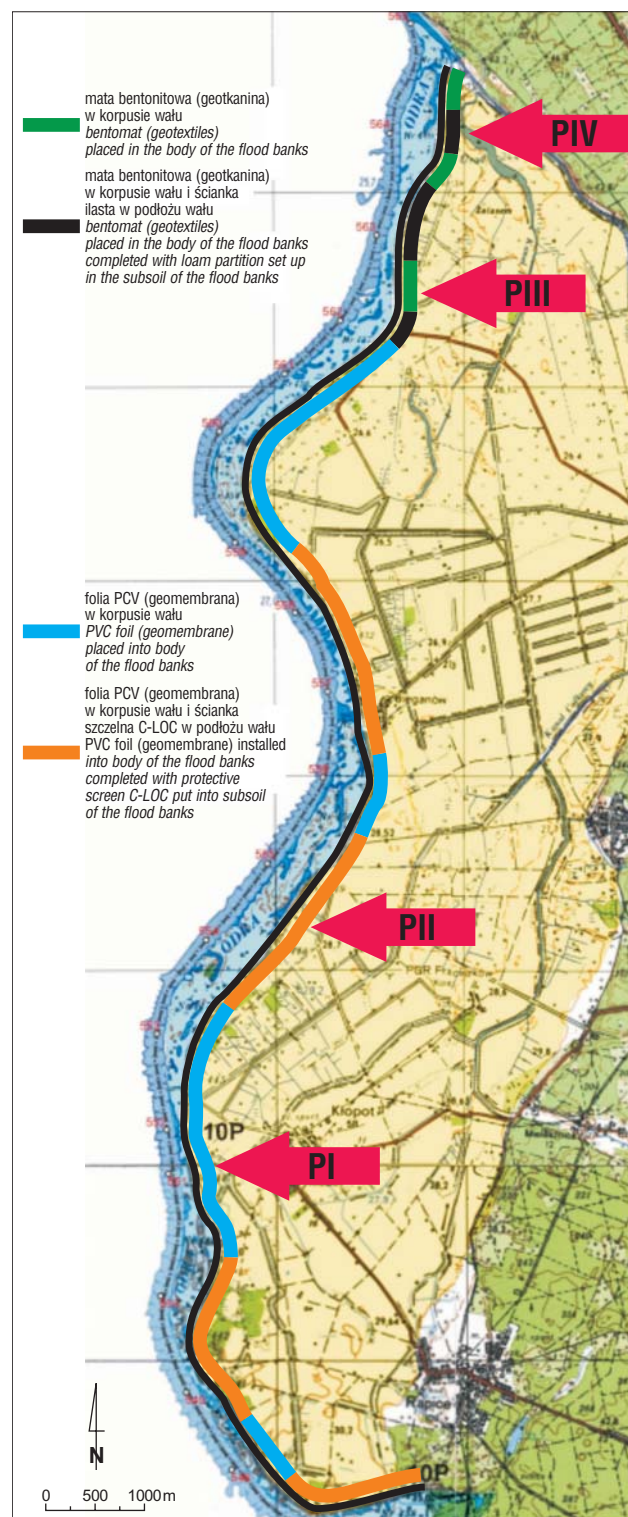
Wraz z ustąpieniem wód powodziowych przystąpiono intensywnie do usuwania powstałych uszkodzeń. W pierwszej kolejności zabudowano wyrwy utworzone w podłożu wałów. Dalsze prace polegały na odbudowie uszkodzonych korpusów wałów, w tym: usunięciu naruszonej (rozluźnionej) części korpusu, dogęszczeniu istniejącego korpusu, odbudowaniu zniszczonych fragmentów i pokryciu całego korpusu biowłókniną z nasionami traw lub zadarnieniem.

W kolejnych latach, czyli już w okresie „ciszy powodziowej”, przeprowadzono gruntowną modernizację wałów przeciwpowodziowych (Kołodziejczyk, 2001, 2002).

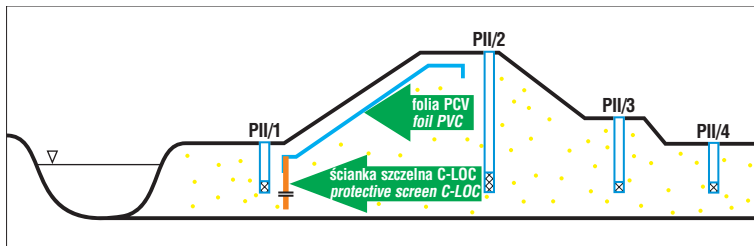
Do modernizacji wałów przeciwpowodziowych w rejonie lubuskim wykorzystano wiele nowoczesnych materiałów uszczelniających, jak np. biowłókniny, geosyntezyki, bentomaty, geowłókniny, ścianki szczelne C-LOC oraz folię PVC (Ambrożewski, 2005). Jednocześnie podwyższono korony wału z 3,0 do 5,5 m, a nachylenie skarp skorygowano do wartości 1 : 3,5. W niektórych wałach dodatkowo wykonano ławki o szerokości 4,0 m, podpierające wał od strony odpowietrznej i przedłużające drogę filtracji wody przez wał.

Z przeprowadzonych robót należy przede wszystkim wymienić:

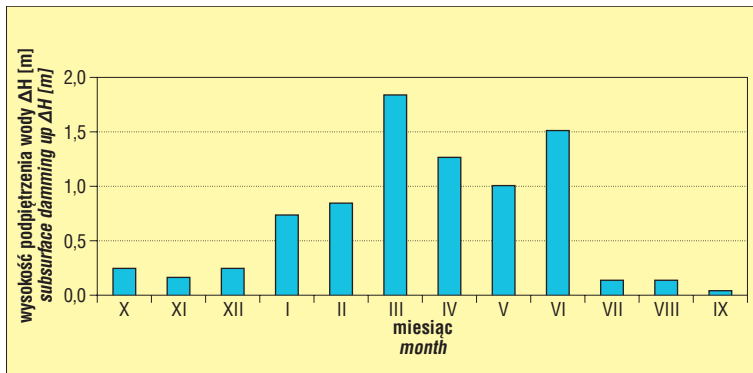
- uszczelnianie skarpy odwodnej gliną uformowaną w kształcie cegieł; odcinek wałów Słubice,
- uszczelnianie skarpy odwodnej folią winylową; odcinki wałów: Urad–Bieganów, Cigacice, Siedlisko–Przyborów,
- uszczelnianie podłoża wału ścianką szczelną wbijaną typu C-LOC; odcinki wałów: Nowa Sól, Przyborów, Urad–Bieganów, Słubice–Górzycza, Ledno,
- uszczelnianie podłoża wału ścianką szczelną zbudowaną z naturalnych ekranów hydroizolacyjnych, np. ścianką ilastą; odcinek wałów Urad–Bieganów,



Ryc. 6. Sposoby modernizacji wałów przeciwpowodziowych na odcinku 10P oraz lokalizacja sieci piezometrów: PI, PII, PIII i PIV  
 Fig. 6. Modernization of the flood banks methods (section 10P): and localization of piezometers network: PI, PII, PIII, PIV



Ryc. 7. Schemat instalacji piezometrów w wale przeciwpowodziowym uszczelnionym folią PVC (geomembraną) i ścianką szczelną C-LOC  
 Fig. 7. Piezometers network in the flood banks sealed with PVC foil and protective screen C-LOC installation scheme



Ryc. 8. Podpiętrzenie wód podziemnych wskutek uszczelnienia korpusu walu folią PVC (geomembraną) — sieć piezometrów PI  
 Fig. 8. Water lifting — Sealing of the body of the flood banks with PVC foil (geomembrane) — piezometers network PI

- zainstalowanie w skarpie odwodnej bentomaty; odcinki wałów: Urad–Bieganów, Rapice–Kłopot,
- dogęszczanie gruntu; odcinki wałów: Kielce–Nowa Sól, Rybocice–Świecko, Górzycza,
- zainstalowanie w skarpie odpowietrznej filtrów i rowów opaskowych odwadniających zawale; odcinek wałów Urad–Bieganów.

**Ocena funkcjonowania zmodernizowanych wałów przeciwpowodziowych na Środkowym Nadodrzu**

Do przeprowadzenia analizy funkcjonowania zmodernizowanych wałów przeciwpowodziowych wybrano odcinek wałów 10P, zlokalizowany na prawym brzegu rzeki Odry, wzdłuż 546,0–564,8 km biegu rzeki (ryc. 1). Rozciąga się on pomiędzy miejscowościami Rapice i Urad na przestrzeni 19 km i chroni miejscowości Rapice, Kłopot i Rybojedzko oraz przyległe do nich tereny upraw rolnych i łąki.

Analizowany odcinek wałów został zmodernizowany w latach 1999–2000. Do uszczelnienia wykorzystano

m.in.: folię PVC (geomembraną) uszczelniającą korpus walu (ryc. 2), folię PVC (geomembraną) uszczelniającą korpus walu i ściankę szczelną C-LOC uszczelniającą podłoże walu (ryc. 3), matę bentonitową (geotkaninę) uszczelniającą korpus walu (ryc. 4) oraz matę bentonitową (geotkaninę) uszczelniającą korpus walu i ściankę ilastą uszczelniającą podłoże walu (ryc. 5). Sposób modernizacji walu był uzależniony od budowy geologicznej; uszczelnienie podłoża stosowano w przypadku braku naturalnych warstw izolacyjnych zbudowanych z gruntów spoistych.

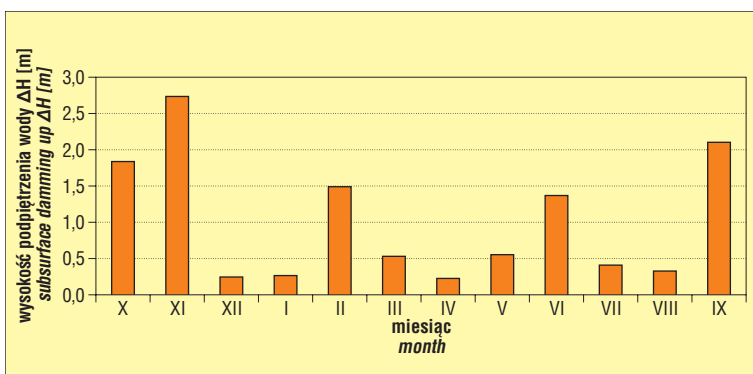
Szczegółową lokalizację zastosowanych sposobów modernizacji wałów przeciwpowodziowych oraz sieci piezometrów obserwacyjnych przedstawiono na ryc. 6.

Po zmodernizowaniu wał ma wysokość 3,5–5,0 m, zróżnicowaną lokalnie ze względu na hipsometrię terenu. Skarpa od strony rzeki ma nachylenie ok. 1:3, a od zawala 1:2,5, co można uznać za właściwe i bezpieczne dla stateczności walu. Na znacznej długości walu w skarpie odpowietrznej występuje ławka. Szerokość walu w koronie wynosi 5 m.

Rzędne korony walu wahają się od 35,93 m n.p.m. w rejonie Rapic (km 0+000–0+500) do 30,54 m n.p.m. w rejonie Uradu (km 18+500). Wysokość korony w stosunku do poziomu międzywala wynosi od 0,73 m (km 0+000–początek odcinka), poprzez 3,4 m (km 1+000) aż do 4,5 m (km 18+000). Wysokość korony w stosunku do zawala osiąga wartość od 0,52 m (km 0+000) do 4,5 m (km 15+000). Korona walu została wyłożona betonowymi płytami i jest przejezdna.

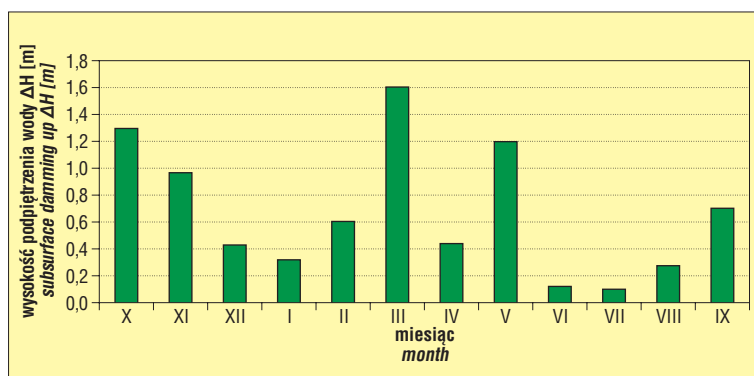
Ocenę aktualnego stanu walu oparto o:

- przegląd walu,
- badania geotechniczne (wiercenia i sondowania),
- badania hydrogeologiczne, polegające na założeniu sieci piezometrów w wale i obserwacji stanu wody w piezometrach po obu stronach uszczelnienia,



Ryc. 9. Podpiętrzenie wód podziemnych wskutek uszczelnienia korpusu walu folią PVC (geomembraną) i podłoża walu ścianką szczelną C-LOC — sieć piezometrów PII  
 Fig. 9. Water lifting — Sealing of the body of the flood banks with PVC foil (geomembrane) and the subsoil of the banks with protective screen C-LOC (piezometers network PII)

**Ryc. 10.** Podpiętrzenie wód podziemnych wskutek uszczelnienia korpusu matą bentonitową (geotkaniną) — sieć piezometrów PIII  
**Fig. 10.** Water lifting — Sealing of the body of the flood banks with the bentomats (geotextiles) (piezometers network PIII)



□ porównanie stanu poszczególnych odcinków wału zmodernizowanych za pomocą różnych metod.

Przegląd wykazał, że po zmodernizowaniu wał jest w dobrym stanie technicznym. Nie stwierdzono obecności zapadlisk, pęknięć i innych elementów świadczących o nieskuteczności przeprowadzonych robót modernizacyj-

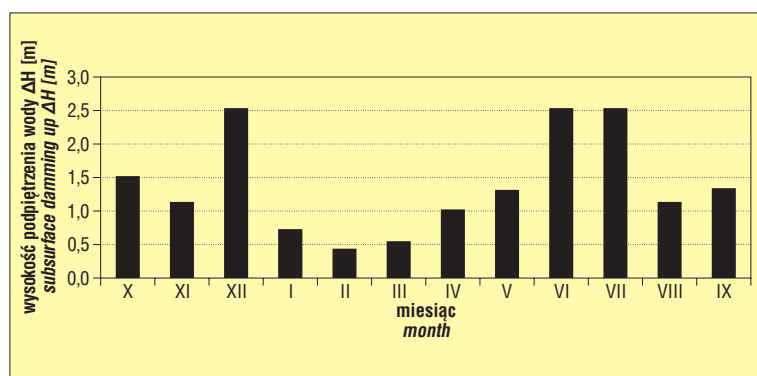
nych. Obawę budzi jedynie obecność oczek wodnych w bliskim sąsiedztwie stopy wału, co przy wysokich stanach wody w rzece może stwarzać niebezpieczeństwo ewentualnych przesiąków i przebić hydraulicznych.

Na podstawie badań geotechnicznych, jakie przeprowadzono na analizowanym odcinku wału w 2005 r. stwierdzono, że korpusy wałów są dobrze zagęszczone (średnia wartość stopnia zagęszczenia  $I_D = 0,50$ ). Podczas sondowań nie zaobserwowano wyraźnego związku pomiędzy stopniem zagęszczenia gruntu (liczbą uderzeń sondy dynamicznej) i poziomem lustra wody. Przypuszczalnie jest to wynikiem cyklicznych wahań zwierciadła wody w wałach wskutek wielokrotnego ich zalewania lub nasiąkania wodą, do czego często dochodziło w kilkusetletniej ich historii (w ciągu jednego roku nawet kilkakrotnie, np. podczas powodzi wiosennych i letnich). Z kolei wiercenia badawcze i wykonane na tej podstawie analizy laboratoryjne wykazały, że różnorodność gruntów występujących w korpusie wałów wynika z przypadkowości i chaosu towarzyszącego ich budowie, kiedy to w obliczu nadchodzącego zagrożenia konstruowano wały bez analizy gruntu użytego do ich budowy i jego podatności na zagęszczenie. Znaczną poprawę w tym względzie stwierdzono jedynie w warstwie przypowierzchniowej, o miąższości ok. 0,5 m, która została uformowana w 2000 r. podczas modernizacji wału.

Obserwacje hydrogeologiczne w analizowanym odcinku wałów przeprowadzono za pomocą sieci piezometrów. W poszczególnych technologiach uszczelnienia wału założono w tym celu sieci 3–4 piezometrów, rozmieszczonych w linii prostopadłej do osi wału, ale zlokalizowanych po obu stronach uszczelnienia (ryc. 7)

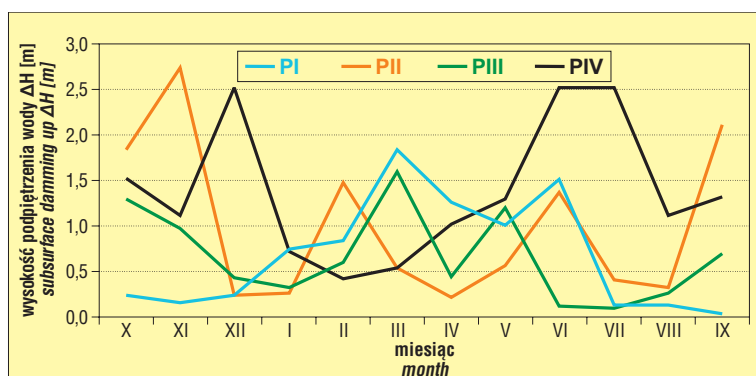
- w części odwodnej wału — piezometr P1,
- w koronie wału — piezometr P2,
- w części odpowietrznej wału — piezometry P3 i P4.

Ciąg piezometrów założony w obrębie wału uszczelnionego folią PVC (geomembraną) i ścianką szczelną C-LOC oznaczono symbolem I, folią PVC (geomembraną) — symbolem II, matą bentonitową (geotkaniną) — symbolem



**Ryc. 11.** Podpiętrzenie wód podziemnych wskutek uszczelnienia korpusu wału matą bentonitową (geotkaniną) i podłoża wału ścianką ilastą — sieć piezometrów PIV

**Fig. 11.** Water lifting — Sealing of the body of the flood banks with the use of bentomats (geotextiles) and the subsoil of the banks with loam partition (piezometers network PIV)



**Ryc. 12.** Zestawienie skuteczności ograniczenia filtracji wody przez wał przeciwpowodziowy: PI — folia PVC (geomembrana) w korpusie, PII — folia PVC (geomembrana) w korpusie i ścianka szczelna C-LOC w podłożu, PIII — mata bentonitowa (geotkanina) w korpusie, PIV — mata bentonitowa (geotkanina) w korpusie i ścianka ilasta w podłożu

**Fig. 12.** Comparison of effectiveness of methods of diminution of the water percolation in respect of flood banks: PI — PVC foil (geomembrane) in the body, PII — PVC foil (geomembrane) in the body and protective screen C-LOC in the subsoil, PIII — bentomats (geotextiles) in the body, PIV bentomats (geotextiles) in the body and loam partition in the subsoil

III, a matą bentonitową (geotkaniną) połączoną ze ścianką ilastą — symbolem IV.

Maksymalną różnicę rzędnych zwierciadła wody w piezometrach zainstalowanych po przeciwnych stronach uszczelnienia, czyli odpowiednio w piezometrach: PI/1 i PI/2, PII/1 i PII/2, PIII/1 i PIII/2 oraz PIV/1 i PIV/2 zlokalizowanych po stronie odwodnej oraz w koronie wału, można zdefiniować jako wysokość słupa wody podpiętrzonego (zatrzymanego) wskutek uszczelnienia wału. Warunkiem koniecznym jest w tym przypadku obserwacja stanu wody w korycie rzeki (ryc. 2–5) oraz na zawalu. Podczas badań stwierdzono, że stan wody w korycie rzeki zasadniczo nie odbiegał od wysokości zwierciadła wody w piezometrach zainstalowanych w międzywałach (P I/1, P II/1, P III/1 i P IV/1). Natomiast w piezometrach usytuowanych w zawalu (PI/4, PII/4, PIII/4 PIV/4) stan wody niemal w całym roku hydrologicznym 2004/2005 był niższy niż w piezometrach zlokalizowanych w stronie odpowietrznej wału (PI/3, PII/3, PIII/3 i PIV/3), za wyjątkiem grudnia 2004, kiedy to w piezometrach P/4 zaobserwowano stany wyższe o ok. 0,2 m w stosunku do piezometrów P/3. Tym sposobem można wykluczyć ewentualną infiltrację wody od strony zawala, a całkowite piętrzenie wody przypisać uszczelnieniu wału.

Badania wykonane w roku hydrologicznym 2004–2005 wykazały, że:

□ uszczelnienie korpusu wału folią PVC (geomembraną) podpiętrzyło maksymalnie wodę w marcu 2005 r. na wysokość 1,82 m (ryc. 8),

□ uszczelnienie korpusu wału folią PVC (geomembraną) i jednocześnie podłoża wału ścianką szczelną C-LOC podpiętrzyło maksymalnie wodę w listopadzie 2004 r. na wysokość 2,54 m (ryc. 9),

□ uszczelnienie korpusu wału matą bentonitową (geotkaniną) było w stanie podpiętrzyć maksymalnie wodę w marcu 2004 r. na wysokość 1,6 m (ryc. 10),

□ uszczelnienie korpusu wału matą bentonitową (geotkaniną) i podłoża wału ścianką ilastą spowodowało najwyższe piętrzenie wody w grudniu 2004 r. oraz czerwcu i lipcu 2005 — na wysokość 2,52 m (ryc. 11).

Zbiórce zestawienie uzyskanych danych (ryc. 12) wskazuje, że najbardziej skuteczną metodą ograniczenia filtracji wody przez wał przeciwpowodziowy jest równoczesne uszczelnienie korpusu wału folią PVC (geomembraną) i podłoża ścianką szczelną C-LOC, co pozwala na podpiętrzenie wody podziemnej nawet do wysokości 2,74 m. Podobne efekty można uzyskać stosując uszczelnienie korpusu wału matą bentonitową (geotkaniną) i podłoża wału ścianką ilastą, kiedy podpiętrzenie wód podziemnych może osiągnąć 2,52 m.

Zdecydowanie najniższe efekty daje uszczelnienie korpusu wału matą bentonitową; maksymalne piętrzenie wynosiło w tym przypadku zaledwie 1,6 m.

## Podsumowanie

Odcinek wałów przeciwpowodziowych lubuskiego odcinka Odry (o numerze 10P), chroniący przed zalaniem Dolinę Uradzą, po wielkiej powodzi jaka nastąpiła w 1997 r. został gruntownie zmodernizowany. Do modernizacji wału wykorzystano: folię PVC (geomembraną) zainstalowaną w korpusie wałów, ściankę typu C-LOC zainstalowaną w podłożu wałów, matę bentonitową (geotkaninę) zainstalowaną w korpusie wału oraz ściankę ilastą zainstalowaną w podłożu wałów.

Badania dotyczące ograniczenia filtracji wody przez wał przeciwpowodziowy wskutek zastosowania różnych uszczelnień w korpusie wału i jego podłożu wykazały, że w określonych warunkach geologicznych, jakie istnieją w zbadanym odcinku wałów przeciwpowodziowych, najlepszą metodą ograniczenia filtracji wody przez wał przeciwpowodziowy jest równoczesne uszczelnienie korpusu i podłoża wału. W przypadku uszczelnienia korpusu wału matą bentonitową (geotkaniną) i podłoża wału ścianką ilastą podpiętrzenie wody podziemnej może osiągnąć wysokość 2,52 m, natomiast stosując uszczelnienie korpusu wału folią PVC (geomembraną) i podłoża ścianką szczelną C-LOC podpiętrzenie wody może osiągnąć nawet 2,74 m.

Najmniej efektywnym uszczelnieniem okazało się natomiast uszczelnienie samego korpusu matą bentonitową (geotkaniną), które jest w stanie spiętrzyć wody podziemne zaledwie na wysokość 1,60 m. Uszczelnienie korpusu folią PVC (geomembraną) jest nieco bardziej skuteczne, bowiem podpiętrzenie wody osiąga w tym przypadku wartość maksymalną 1,84 m.

## Literatura

- AMBROŹEWSKI Z. J. 2005 — Uszczelnienia z folii polimerowych w budowach hydrotechnicznych w Polsce — badania, projektowanie, eksploatacja. IX Konferencja Technicznej Kontroli Zapór, Polana Zgorzelisko 9–11 maja 2005r. IMGW Warszawa.
- KOŁODZIEJCZYK U. 2001 — Inżyniersko-geologiczne badania wałów przeciwpowodziowych województwa lubuskiego jako metoda oceny stanu wałów. *Prz. Geol.*, 49: 607–615.
- KOŁODZIEJCZYK U. 2002 — Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża. *Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra*: 1–190.
- KOŁODZIEJCZYK U. & KOWALSKI W.C. 2001 — Środowiskowe i geotechniczne badania wałów przeciwpowodziowych w dolinach rzek nizin środkowopolskich. *Z. Nauk. Politechniki Zielonogórskiej*, 125. *Inżynieria Środowiska*, 11: 169–179.
- KOŁODZIEJCZYK U. & WARCHOLAK P. 2001 — Ochrona przeciwpowodziowa na lubuskim odcinku Odry granicznej. *Z. Nauk. Politechniki Zielonogórskiej*, 125. *Inżynieria Środowiska*, 11: 179–187.
- WARCHOLAK P. 1998 — Krótki rys historyczny regulacji rzeki Odry. *Z. Nauk. Politechniki Zielonogórskiej*, 118. *Inżynieria Środowiska*, 8: 185–188.

Praca wpłynęła do redakcji 18.05.2006 r.

Akceptowano do druku 20.11.2006 r.