

SKŁAD GRANULOMETRYCZNY OSADÓW DENNYCH ZBIORNIKA WÓD ZRZUTOWYCH ZAKŁADÓW AZOTOWYCH PUŁAWY*

Sławomir Ligęza, Halina Smal

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Akademia Rolnicza,
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: slawekl@consus.ar.lublin.pl

S t r e s z c z e n i e. Badano przestrzenne zróżnicowanie składu granulometrycznego osadów dennych zbiornika wód zrzutowych ZA Puławy - "rozlewisko". Różni się on od typowych zbiorników zaporowych, ze względu na genezę, funkcje oraz umiejscowienie odpływu, jednak posiada także cechy charakterystyczne dla takich obiektów. Mimo dominacji wód przemysłowych zbiornik pozostaje w systemie hydrologicznym terenu i jest po części zasilany spływami z obszaru zlewni. Pod względem morfometrycznym jest zbiornikiem małym i płytkim, ale o bardzo dużej przepustowości i krótkiej retencji wody. Lokalizacja odpływu na 2/3 długości lewego brzegu powoduje, iż obok stref stałego przepływu występują obszary stagnacji wody. Wpływa to na granulację osadów. Zawartość frakcji piasku była najwyższa w części lewobrzeżnej, gdzie prąd wody jest najszybszy, natomiast procentowy udział frakcji pyłowych wzrastał w osadach deponowanych wzdłuż prawego brzegu, gdzie przepływ wody jest wolniejszy. Strefą akumulacyjną frakcji ilowych, podobnie jak pyłu, była prawobrzeżna część zbiornika, za wyjątkiem jego początkowej części. W obszarze zlewni przeważają gleby o składzie piasków i glin, natomiast wśród osadów dominowały utwory o składzie pyłów lub ze znacznym udziałem tej frakcji granulometrycznej - utwory pylaste.

S ł o w a k l u c z o w e: zbiornik zaporowy, osady denne, skład granulometryczny

WSTĘP

Skład granulometryczny osadów dennych powstających w zbiornikach zaporowych zależy od wielu czynników, które wchodzą ze sobą w interakcje i przyspieszają lub spowalniają proces sedymentacji cząstek zawieszonych. Charakter powstających osadów zależy między innymi od energii wody płynącej w ciekach dopływowych i natężenia jej erozyjnego działania na dno koryta rzeki, gatunku gleb i topografii zlewni, właściwości zawiesiny allochtonicznej wnoszonej do zbiornika, segregacji przez

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego 6P 04G 011 21.

wodę rumowiska wleczonego i zawieszonego oraz wielkości zbiornika. Duże znaczenie w przypadku zbiorników o małej powierzchni ma także abrazyjne działanie fal, sprzyjające podmywaniu brzegów. Wśród istotnych czynników różnicujących granulację osadów wprowadzonych do zbiornika należy wymienić szybkość i kierunek przepływu wody, kształt linii brzegowej, jak również głębokość zbiornika.

Celem pracy było zbadanie przestrzennego zróżnicowania składu granulometrycznego osadów zbiornika wód zrzutowych Zakładów Azotowych w Puławach oraz określenie roli wybranych czynników wpływających na ich zmienność.

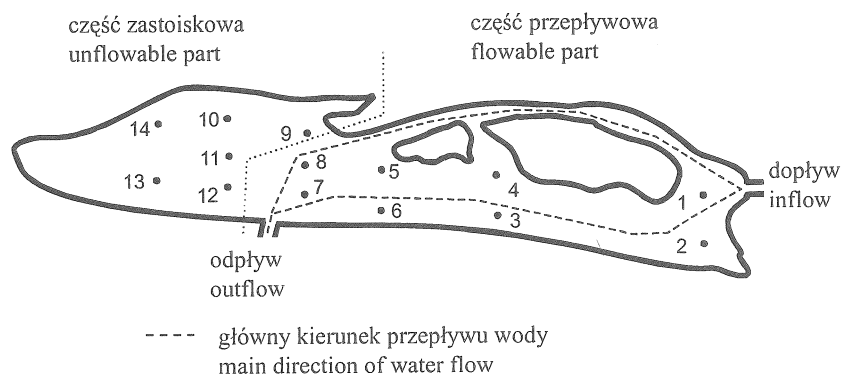
TEREN BADAŃ

Badany zbiornik leży w miejscowości Wólka Gołębska (21°53'E, 51°28'N), przy trasie Puławy-Dęblin, kilka kilometrów w linii prostej na północny zachód od Zakładów Azotowych. Różni się od typowych zbiorników zaporowych, ze względu na swoją genezę, funkcje oraz umiejscowienie odpływu, jednak posiada także cechy typowe dla takich obiektów. Przy jego budowie wykorzystano starorzecza Wisły, od której zbiornik oddzielony jest wałem przeciw-powodziowym i tarasem zalewowym doliny Wisły. Mimo dominacji wód przemysłowych (pościekowe, pochłodnicze, odcieki z popielników), zbiornik pozostaje w układzie hydrologicznym terenu i jest po części zasilany wodami z obszaru zlewni. W operatach wodnych i opracowaniach hydrochemicznych używana jest nazwa "rozlewisko", co dobrze oddaje ciągle półnaturalny charakter obiektu [2,4].

Pod względem morfometrycznym jest to zbiornik mały i płytki, ale o bardzo dużej przepustowości i szybkim przepływie wody. Jego powierzchnia wynosi około 20 ha, średnia głębokość 1 m, a pojemność około 280.000 m³. Czas pełnej wymiany wody, zależnie od poziomu retencji trwa od kilku godzin do kilku dni. W 2001 r. Zakłady Azotowe pobrały około 80 ha³ wody (9 miejsce w Polsce) [1], z czego większa część została odprowadzona przez zbiornik do Wisły. Lokalizacja odpływu na 2/3 długości lewego brzegu powoduje, iż obok stref stałego przepływu występują strefy stagnacji wody (Rys.1).

METODY BADAŃ

Próbki osadów dennych pobrano w 14 punktach zbiornika. W miejscach płytkich używano rury z pleksiglasu, natomiast w czołowej, głębokiej części zbiornika, posługiwano się sondą Kajaka. W każdym punkcie pozyskano około 3 dm³ uwodnionych osadów, które stanowiły próbkę średnią dla stanowiska.



Rys. 1. Punkty pobierania próbek
Fig. 1. Sampling points

Punkty poboru materiału wyznaczono w taki sposób, aby w części przepływowej układały się po obu stronach osi wyznaczonej przez główny kierunek przepływu wody, natomiast w obszarze zastoiskowym, obejmowały jak największą powierzchnię. Stąd zależnie od szerokości zbiornika, było to od dwóch do trzech miejsc.

Skład granulometryczny wykonano metodą areometryczną Casagrande w modyfikacji Prószyńskiego [8]. Frakcję piasku oddzielono na sicie o średnicy oczek 0,1 mm, wysuszone i oznaczono metodą wagową. Nazewnictwo cząstek oraz ich wielkość, jak również nomenklaturę dotyczącą grup utworów granulometrycznych przyjęto według Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego.

WYNIKI I DISKUSJA

W dużych i głębokich zbiornikach zaporowych istnieje dość wyraźny podział na odmienne pod względem panujących warunków strefy. Część początkowa ma charakter rzeczny, wpływają tu wody zasobne w zawiesinę i rozpuszczone związki mineralne, głębokość jest niewielka, mieszanie wód jest procesem stałym co skutkuje resuspensją osadów o małej średnicy cząstek. Skrajnie położona w stosunku do części rzecznej strefa przyzaporowa takich zbiorników jest najgłębszą częścią, funkcjonuje w sposób zbliżony do jezior lub stawów. Obecność lub brak stratyfikacji termicznej wody i częstość miksji zależą głównie od głębokości. Między wymienionymi strefami leży część przejściowa o różnej szerokości [11]. Zbiorniki małe mają charakter rzeczny na całej swojej długości [10]. Badane "rozlewisko" charakteryzuje się stałym przepływem i krótkim czasem retencji, wynikającym z jego głównego

zadania jakim jest wymieszanie i schłodzenie wód przemysłowych przed ich odprowadzeniem do Wisły. Te cechy zbliżają go do zbiorników funkcjonujących jak przegrodzony ciek, ale z drugiej strony odpływ boczny powoduje pojawienie się dobrze wykształconej strefy zastoiskowej, charakterystycznej dla zbiorników dużych. Znalazło to odzwierciedlenie w składzie granulometrycznym osadów dennych. W części przepływowej (Rys. 1) dominowały osady o składzie piasków i pyłów, natomiast w strefach stagnacji wzrastała zawartość frakcji ilastych (Tab.1).

Zmienność warunków panujących w poszczególnych częściach zbiorników, związanych głównie z energią przepływu wody, powoduje przestrzenne zróżnicowanie właściwości osadów. Zmienność ta może przebiegać równoległe do zapory

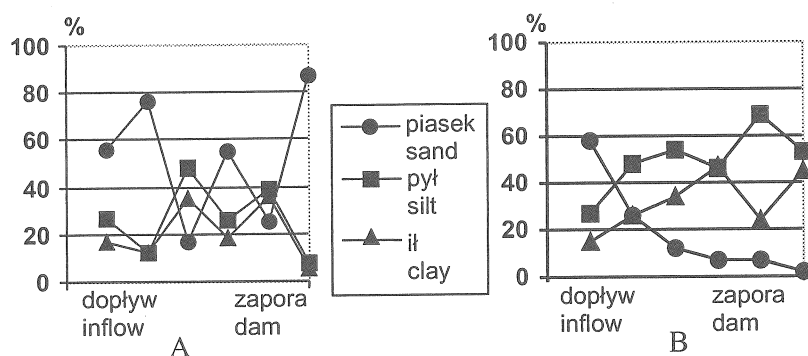
Tabela 1. Zawartość frakcji granulometrycznych w osadach

Table 1. Content of solid phase particles in the sediments

Punkt Point	Frakcja granulometryczna (mm) Granulometric fraction (mm)			Utwór granulometryczny Granulometric formation
	piasek - sand	pył - silt	ił - clay	
	1-0,1	0,1-0,02	<0,02	
1	58	27	15	piasek gliniasty lekki pylasty light loamy silty sand
2	56	27	17	piasek gliniasty mocny pylasty heavy loamy silty sand
3	76	12	12	piasek gliniasty lekki light loamy sand
4	26	48	26	pył zwykły silt
5	12	54	34	pył zwykły silt
6	17	48	35	pył zwykły silt
7	53	26	21	glina lekka silnie spieczona pylasta light sandy silty loam
8	58	27	15	piasek gliniasty lekki pylasty light loamy silty sand
9	7	46	47	pył ilasty clay silt
10	7	69	24	pył zwykły silt
11	30	34	36	glina średnia pylasta medium clayes loam
12	21	42	37	pył ilasty clay silt
13	87	8	5	piasek luźny loose sand
14	2	53	45	pył ilasty clay silt

czołowej [9] lub prostopadle do niej [5,7]. W przypadku zbiorników małych może przyjmować rozkład mieszany, zależny od lokalizacji [3,6].

W zbiorniku puławskim osady tworzyły się według trzeciego z wymienionych schematów, a czynnikiem decydującym, zwłaszcza o zawartości frakcji pyłowej i iłowej, było położenie głównej osi przepływu wody. Prawobrzeżna część zbiornika (B) wykazywała wyraźny spadek zawartości frakcji piasku w osadach wraz z odległością od miejsca wpływu wody oraz tendencję wzrostu procentowego udziału cząstek iłowych i pyłowych (Rys. 2). Lewobrzeżna część zbiornika była pod tym względem bardziej zróżnicowana.



Rys. 2. Zmiana zawartości cząstek w lewo- (A) i prawobrzeżnych (B) osadach zbiornika

Fig. 2. Changes of particles content in left (A) and right (B) sediments of reservoir

Dodatkowymi czynnikami wpływającymi na uziarnienie osadów były występujące na zbiorniku wyspy oraz geneza starorzecza, z którego powstało "rozlewisko". W punkcie nr 13, umiejscowionym przy bezodpływowej zaporze, stwierdzono bardzo wysoką zawartość frakcji piasku w osadach (Tab. 1). Świadczy to o tym, że jest to część zbiornika w niewielkim tylko stopniu zasilana dopływającą zawiesiną mineralną, a osady zachowały prawdopodobnie granulację z okresu zalewania tego terenu wodami Wisły, a więc sprzed około 40 lat. Mimo intensywnego rozwoju fitoplanktonu w tym obszarze zbiornika [12], osady zawierały bardzo mało Corg. (ok. 0,6%), którego frakcja koloidalna jest zaliczana do części spławalnych stałej fazy. Na ogół zbiorniki wykazują w analogicznych miejscach najsilniejsze wzbogacenie w materię organiczną.

WNIOSKI

1. Zróżnicowanie składu granulometrycznego osadów dennych zbiornika wód zrzutowych Zakładów Azotowych Puławy było uzależnione w największym stopniu od energii płynącej wody, odległości od miejsca wpływania wód oraz położenia w stosunku do głównej osi nurtu.

2. Wśród osadów dominował materiał o dużej zawartości frakcji pyłowej, choć w obszarze zlewni bezpośredniej zbiornika przeważają gleby piaszczyste i gliniaste. Częstki o wymiarach pyłu były najsilniej akumulowane w osadach w porównaniu z pozostałymi.

3. Duże znaczenie w depozycji cząstek stałej fazy miało umiejscowienie odpływu wody ze zbiornika. Występowanie strefy stagnacji jako efektu bocznego odprowadzenia wody powodowało wzrost zawartości w osadach cząstek ilastych i pylastych.

4. Wieloletnie funkcjonowanie obiektu miało niewielki wpływ na zmianę pierwotnego składu granulometrycznego osadów w przyzaporowej części strefy stagnacji, najbardziej oddalonej od miejsca wpływania wód. Występujące tu utwory o uziarnieniu piasków luźnych są typowe dla stref o bardzo szybkim przepływie wody.

PIŚMIENNICTWO

1. GUS. Rocznik statystyczny. Ochrona środowiska. ZWS, Warszawa 2001.
2. Kosienkowski R.: Ocena gospodarki wodno-ściekowej Zakładów Azotowych "Puławy" S.A. i MPWiK - "Wodociągi Puławskie" Sp. z o.o w Puławach w zakresie eksploatacji, ochrony wód i odprowadzania oczyszczonych ścieków za pośrednictwem kanału zrzutowego do rzeki Wisły w km 376+000 wraz z elementami operatu wodnoprawnego. Maszynopis, Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL w Warszawie, Zakład w Lublinie. Lublin, 1999.
3. Ligęza S., Smal H.: Zróżnicowanie pH i składu granulometrycznego osadów dennych Zalewu Zemborzyckiego. *Acta Agrophys.*, 70, 235-245, 2002.
4. Malicki J.: Ekspertyza dotycząca wykorzystania "rozlewiska" jako III^o oczyszczania ścieków oraz występujących dysproporcji parametru BZT w stosunku do ChZT w ściekach po "rozlewisku". Maszynopis, Lublin, 2000.
5. Misztal M., Krupa D., Smal H.: The chemical composition of bottom sediments and phytoplankton in the man-made Lake Zemborzyckie near Lublin. *Acta Hydrobiol.*, 25/26, 2, 123-133, 1983/1984.
6. Misztal M., Smal H.: Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb podwodnych Zalewu Zemborzyckiego. *Rocz. Glebozn.*, 31, 3-4, 253-262, 1980.
7. Misztal M., Smal H., Ligęza S., Dymińska-Wydra P.: Charakterystyka wybranych właściwości osadów dennych Zalewu Zemborzyckiego w świetle dotychczasowych badań. [w:] Biologiczne aspekty funkcjonowania zbiorników zaporowych. Katedra Ekologii Ogólnej, AR, Polskie Tow. Fykologiczne, Lublin, 48-49, 1999.
8. Mocek A., Drzymała P., Maszner A.: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR. Poznań 1997.

9. Pasternak K.: The properties of sediments of the dam reservoir at Porąbka. *Acta Hydrobiol.*, 11, 361-376, 1969.
10. Straškraba M.: Limnological differences between deep valley reservoirs and deep lakes. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 83 (spec. iss.), 1-12, 1998.
11. Thornton K.W., Kimmel B.L., Payne F.F.: *Reservoir limnology: Ecological perspectives*. Wiley&Sons, New York, 1990.
12. Wilk-Woźniak E., Ligęza S.: Planctic Algae in a small reservoir used by Fertilizers Factory in Puławy (south-eastern Poland). In: 12th Hungarian Algological Meeting. Program and abstract. (Eds E. Ács, K.T. Kiss, I. Grigorszky, G. Borics). *Magyar Algologiai Társaság, Pécs*, 49, 2001.

TEXTURAL DIFFERENTIATION OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE RESERVOIR OF PUŁAWY NITROGEN FERTILIZER FACTORY (SE POLAND)

Sławomir Ligęza, Halina Smal

Institute of Soil Science and Environment Management, University of Agriculture
Leszczyńskiego str. 7, 20-069 Lublin, e-mail: slawekl@consus.ar.lublin.pl

S u m m a r y. A spatial differentiation of granulometric composition of bottom sediments in the reservoir of Puławy Fertiliser Factory named 'rozlewisko' has been investigated. The object differs from typical dam reservoirs in respect of genesis, functions and an outflow location however its many features are characteristic for such waterbodies. The reservoir is supplied mainly with the industrial water and partly with runoff from the catchment area. The 'rozlewisko' is small and shallow reservoir but with the big throughput and short retention time. An outflow channel is situated on the 2/3 of the length of left waterside. It is a reason that besides the zones of the permanent water flow, the stagnation areas occur, which influences the texture of sediments. The content of sand particles was the highest in the sediments from the left-bank part of the reservoir where the water current is the fastest. The percentage share of silt fractions increased in the sediments deposited along the right bank where the water flow is slower. The sediments showed mostly silt texture or texture with the substantial share of silt fraction, whereas in the catchment area of the reservoir, sandy clay soils predominate.

K e y w o r d s: dam reservoir, bottom sediments, texture

