

## WŁAŚCIWOŚCI OSADÓW DENNYCH CIEKU MIELNICA\*

*Michał Licznar<sup>1</sup>, Stanisława Elżbieta Licznar<sup>1</sup>, Paweł Licznar<sup>2</sup>,  
Romuald Żmuda<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Institut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

e-mail: licznar@ozi.ar.wroc.pl

<sup>2</sup>Institut Budownictwa i Architektury Krajobrazu, Akademia Rolnicza  
Pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

<sup>3</sup>Institut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza  
Pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki analizy osadów dennych cieką Mielnica. Jej zlewnia typowo rolnicza odwadnia lessowe obszary Wzgórz Trzebnickich. Pobraný materiał reprezentował różne odcinki cieką przepływającego przez:

- obszary źródliskowe i położone na terenach niezabudowanych wśród łąk, gdzie woda bardzo wolno przepływa i często lokalnie stagnuje,
- wiejski obszar zabudowany,
- tereny poniżej obszaru zabudowanego, gdzie po połączeniu jego dopływów przepływa zwartym nurtem większa ilość wody.

Ponadto do analizy włączono próbę reprezentującą osady powstające w rowie odprowadzającym wody ze stawu. Stwierdzono, że skład granulometryczny i właściwości osadów w cieką są warunkowane pokrywą glebową zlewni, wpływami antropopresji oraz warunkami hydrologicznymi poszczególnych odcinków cieką. Mimo iż wzrosła zawartość pierwiastków biogennych i metali ciężkich w osadach dennych na odcinkach zabudowanym i niżej położonym, nie stanowią one zagrożenia dla organizmów w cieką i stawach zasilanych jego wodami.

**Słowa kluczowe:** zlewnia lessowa, osady denne, skład granulometryczny, właściwości fizykochemiczne, pierwiastki biogenne, metale ciężkie

---

\*Praca wykonana w ramach projektu badawczego KBN: 3 PO4G 051 25 „Wykorzystanie granulometru laserowego w monitoringu jakości wód powierzchniowych.”

## WSTĘP

Warunkowana procesami erozji wodnej translokacja masy glebowej przyczynia się do powstawania gleb napływowych oraz osadów w rowach, rzekach i zbiornikach wodnych. Znaczny stopień zwietrzenia chemicznego i biologicznego erodowanego materiału sprawia, że osady denne wykazują często wysoką zasobność w makro- i mikroelementy oraz materię organiczną [6,11,12,15,16]. Aktualnie znaczny wpływ na skład chemiczny osadów wywiera intensywność użytkowania rolniczego zlewni oraz zrzut ścieków do akwenów [3,6,11,12]. Prowadzi to do wzrostu zawartości metali ciężkich we współczesnych osadach. Ich ilość przekracza często tło geochemiczne i jest trwałym wskaźnikiem zanieczyszczenia rzek [1,5].

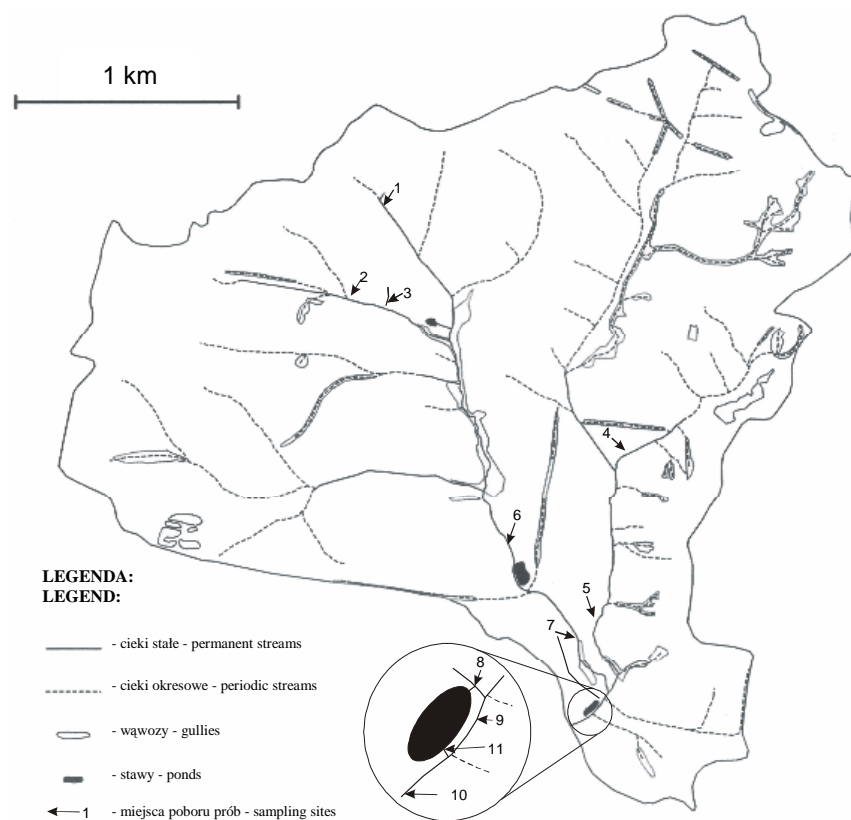
W ramach kompleksowego poznania wpływu erozji na stan środowiska w zlewni cieką Mielnica przeprowadzono badania charakteryzujące jej osady denne. Ta typowo rolnicza zlewnia jest obiektem systematycznych i długoletnich badań Instytutu Kształtowania i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu w zakresie erozji, a wody jej cieką zasilają kilka stawów, w których prowadzona jest hodowla ryb karpiowatych.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły osady denne cieką Mielnica stale odwadniającego lessowe zbocza zlewni położonej na terenie Wzgórz Trzebnickich. Fizjografię zlewni i jej stosunki hydrologiczne charakteryzują szczegółowo opracowania Rojka [13,14], Żmudy [17] i Licznara [9].

Do badań laboratoryjnych pobrano 11 prób osadów. Pobierano je z powierzchniowej warstwy z głębokości 0-10 cm. Reprezentowały one osady trzech odcinków cieką Mielnica (A, B, C) od jej źródeł do przekroju batometrycznego założonego za miejscowością Boleścín (rys. 1).

Odcinek A reprezentowały próby 1-4. W tej części cieką woda bardzo wolno przepływa wśród łąk, a także lokalnie często stagnuje. Są to obszary źródliskowe położone na terenach niezabudowanych. Próbki 5-7 reprezentują odcinek B cieką. Na tym odcinku cieką przepływa przez wiejskie tereny zabudowane. Kolejne próby 8-10 pobrano na odcinku C – poza terenem zabudowanym miejscowości Boleścín. Po połączeniu się dopływu z korytem cieką głównego na tym odcinku zwartym nurtem przepływa większa ilość wody. Ponadto do badań włączono próbkę nr 11, która reprezentuje osady denne osadzające się w rowie odprowadzającym wody ze stawu położonego w dolnym odcinku zlewni.



**Rys. 1.** Miejsca poboru prób

**Fig. 1.** Sampling sites

Uwodnione osady suszono, usuwano z nich niezhumifikowane części (liście, gałęzie itp.), rozcierano w moździerzu i przesiewano przez sito o  $\phi$  1 mm. W częściach ziemistych wykonano następujące oznaczenia:

- właściwości fizyczne: skład granulometryczny metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego i za pomocą granulometru laserowego Mastersizer 2000;
- właściwości chemiczne: węgiel organiczny metodą Tiurina, siarkę ogółem na aparacie CS-MAT 5500, azot ogółem metodą Kjeldahla,  $\text{CaCO}_3$  metodą Scheiblera, zawartość przyswajalnych form P i K metodą Egnera-Riehma, zawartość metali (Pb, Cu, Zn, Mn, Cr, Ni i Fe) rozpuszczalnych w  $\text{HClO}_4$  na aparacie AAS i skład frakcyjny związków próchnicznych zmodyfikowaną metodą Tiurina;

- właściwości fizykochemiczne: pH w H<sub>2</sub>O i 1 mol KCl·dm<sup>-3</sup>, kwasowość hydrolityczną metodą Kappena, kationy wymienne o charakterze zasadowym metodą Pallmanna, w tym Ca, K i Na na fotometrze płomieniowym, a Mg na aparacie AAS.

### WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań (tab. 1-6) wskazują, że analizowane próby reprezentujące osady denne wydzielonych odcinków cieku wykazują odmienne właściwości. Mimo przepływu cieku przez obszary lessowe [17] osady denne różnicują się zawartością poszczególnych frakcji. Według klasyfikacji PTGleb (tab. 1) osady denne obszaru źródłiskowego (odcinka A) wykazują skład granulometryczny utworów pyłowych. Zwraca w nich uwagę wysoka zawartość frakcji pyłowych, zbliżona do stwierdzonych w zlewni zawartość frakcji piasku oraz niższa ilość frakcji ilastych, głównie iłu koloidalnego [9]. Również osady denne odcinka B cieku przepływającego przez tereny zabudowane wykazują skład granulometryczny utworów pyłowych. Tym niemniej charakteryzuje je znaczna zawartość frakcji piaszczystych, głównie cząstek o średnicy 0,25-0,1 mm. W osadach dennych odcinka C cieku, gdzie przepływa zwartym nurtem większa ilość wody, dominują ziarna o średnicy 1-0,1 mm. Zawartość części spławialnych kształtuje się w przedziałach 10-15% wagowych, a frakcje pyłowe nie przekraczają 40%. Tym samym osady denne na tym odcinku cieku wykazują skład granulometryczny piasków gliniastych pylastych. Włączona do analizy próbka osadów z rowu odprowadzającego wody ze stawu jest zbliżona pod względem uziarnienia do stwierdzonych na obszarze zabudowanym.

**Tabela 1.** Skład granulometryczny oznaczony metodą areometryczną (% wagowe)

**Table 1.** Granulometric composition determined by means of aerometric method (% by weight)

Nr próby Sample No.	Procentowa zawartość frakcji o $\phi$ w mm Percentage content of fraction of $\phi$ diameter in mm							
	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002
1	0,2	0,7	5,1	11,0	52,0	18,0	6,0	7,0
2	0,1	0,2	4,7	17,0	50,0	18,0	5,0	5,0
3	0,0	0,1	3,9	12,0	60,0	17,0	3,0	4,0
4	0,1	0,2	8,7	13,0	39,0	21,0	6,0	12,0
5	0,8	1,0	24,2	12,0	34,0	16,0	5,0	7,0
6	0,1	0,3	9,6	21,0	51,0	12,0	3,0	3,0
7	0,5	0,6	16,9	14,0	42,0	15,0	4,0	7,0
8	1,9	3,0	49,1	11,0	20,0	9,0	2,0	4,0
9	1,0	3,0	54,0	14,0	17,0	5,0	2,0	4,0
10	2,6	2,9	56,5	11,0	17,0	5,0	1,0	4,0
11	0,1	0,3	9,6	15,0	49,0	16,0	4,0	6,0

Zróżnicowanie granulometryczne osadów w cieku Mielnica potwierdza również analiza laserowa (tab. 2) określająca objętościowy udział zastępczych cząstek [4]. Aczkolwiek wyniki oznaczeń składu granulometrycznego metodą aerometryczną i laserową nie są porównywalne [2] to jednak wykazuje ona wzrost objętościowy frakcji piaszczystych oraz spadek ilastych w osadach odcinka C, gdzie w korycie przepływa większa ilość wody.

**Tabela 2.** Skład granulometryczny oznaczony metodą dyfrakcji laserowej (% objętościowe)  
**Table 2.** Granulometric composition determined by diffracted laser method (% by volume)

Nr próby Sample No.	Procentowa zawartość frakcji o $\phi$ w mm Percentage content of fraction of $\phi$ diameter in mm							
	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002
1	0,40	3,01	9,04	22,72	38,03	17,22	5,67	3,87
2	1,39	3,05	4,42	23,26	42,28	16,08	5,45	4,09
3	0,08	1,92	4,67	27,74	46,45	11,59	4,06	3,50
4	0,29	2,72	4,45	18,23	40,35	21,79	7,38	4,86
5	3,86	6,84	8,31	20,39	33,15	16,21	6,30	4,96
6	1,15	3,10	8,16	27,84	39,07	12,86	4,38	3,43
7	3,42	5,26	5,56	21,55	38,05	16,15	5,78	4,26
8	16,41	15,69	6,57	16,72	27,52	11,09	3,53	2,48
9	8,46	20,47	13,39	19,50	24,38	8,44	3,12	2,20
10	32,54	18,31	5,62	14,23	19,01	6,61	2,09	1,53
11	0,00	1,76	6,12	22,13	42,21	17,73	5,81	4,20

W świetle powyższych spostrzeżeń zróżnicowanie składu granulometrycznego w osadach dennych cieku Mielnica wydaje się być determinowane pokrywą glebową zlewni, różnymi formami antropopresji, a także wynika ze zjawisk transportu i sedymentacji cząstek unoszonych z prądem wody. Potwierdzają to również badania Ligęzy i Smal [10] oraz Misztala i in. [11].

Analizowane osady charakteryzuje znaczna i zróżnicowana jakościowo zawartość materii organicznej (tab. 3). Wysoką zawartość węgla organicznego wykazały próby 1-7 i 11, gdzie woda wolno przepływając sprzyja akumulacji materii organicznej. W osadach tych części potoku oraz rowie odprowadzającym wody ze stawu zawartość węgla organicznego była 2-3 krotnie wyższa niż na odcinku C. W warunkach wolnego przepływu wody oraz jej stagnacji w płytkim potoku zachodzą intensywniej procesy transformacji materii organicznej (tab. 4). Przejawia się to między innymi mniejszym udziałem frakcji Ia, w której skład wchodzi kwasy fulwowe i połączenia organiczne niskocząsteczkowe. Ponadto wzrasta w nich udział zhumifikowanej materii organicznej, w której dominują kwasy huminowe nad fulwowymi. Tym niemniej w świetle danych Kononowej [8], wysokie i niezróżnicowane wartości ekstynkcji  $E_4:E_6$  kwasów huminowych pozwalają wnioskować o niskim stopniu kondensacji ich jądra aromatycznego oraz zbliżonej budowie do kwasów fulwowych.

**Tabela 3.** Zawartość: węgla organicznego, azotu i siarki ogółem, przyswajalnych form fosforu i potasu oraz stosunek C:N**Table 3.** Content of total organic carbon, nitrogen and sulphur, available forms of phosphorus and potassium, and C:N ratio

Nr próby	C	S	N	P	K	C:N
Sample No.	g·kg <sup>-1</sup>	mg·kg <sup>-1</sup>				
1	39,14	116	2800	32	61	14,0
2	21,95	97	1260	36	60	17,4
3	17,78	92	980	47	25	18,1
4	18,28	83	1300	41	67	14,0
5	24,73	99	1930	109	149	12,8
6	29,15	114	2140	93	134	13,6
7	18,38	95	1440	109	134	12,8
8	9,36	55	630	137	91	14,9
9	10,72	58	700	161	52	15,3
10	7,53	60	630	137	61	12,0
11	23,18	99	2350	157	151	9,9

**Tabela 4.** Skład frakcyjny związków próchnicznych (% C org.)**Table 4.** Fractional composition of humus compounds (% C org.)

Nr próby Sample No.	C – wydzielony, C – extracted					C – Niehydro- lizujący Non – hydrolysing C	E <sub>4</sub> :E <sub>6</sub>
	0,05 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1 M NaOH	Fracja I Fraction I	0,1 M NaOH	Fracja II Fraction II		
	Fracja Ia Fraction Ia	C – wyciągu C of extract	Ckh:Ckf HA:FA	C – wyciągu C of extract	Ckh:Ckf HA:FA		
1	3,0	36,1	1,10	3,8	1,24	57,2	5,4
2	5,3	42,4	1,18	5,7	3,38	46,6	4,8
3	4,3	41,9	1,08	7,0	3,67	46,8	5,3
4	5,4	44,5	1,49	5,7	2,56	44,4	5,5
8	6,8	31,2	0,57	8,9	5,35	53,1	4,6
9	5,5	27,2	0,86	7,4	1,85	59,9	5,4
10	6,2	33,3	0,81	8,0	3,20	52,9	5,3

Zawartość materii organicznej kształtuje ilości azotu i siarki w osadach dennych. Jest ona zdecydowanie wyższa w osadach gromadzących się na odcinkach A i B ciek. Wśród analizowanych prób zwraca uwagę bardzo wysoka zawartość azotu w osadach pobranych z rowu odprowadzającego wody ze stawu. Należy przypuszczać, że jest to powodowane osadzaniem się w nich resztek wysokobiałkowych pasz stosowanych w hodowli karp. Potwierdza to również wąski stosunek C:N. W pozostałych próbkach aczkolwiek stosunki C:N są szersze nie limitują jednak intensywności rozkładu i humifikacji materii organicznej w osadach ciek Mielnica. W analizowanych osadach stwierdzono 32-161 mg P·kg<sup>-1</sup>

gleby. Jego ilość jest mała w próbkach pobranych z obszaru źródłiskowego, wzrasta w osadach pobranych na odcinku ciekę przepływającego przez tereny zabudowane i przyjmuje najwyższe wartości w osadach odcinka C. Podobnie zawartość potasu przyswajalnego była najniższa w osadach dennych strefy źródłiskowej. Wyraźnie jego ilość wzrosła w osadach kumulowanych w części potoku przepływającego przez tereny zabudowane oraz osadzających się w rowie odpływowym ze stawu. Tak zróżnicowane zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu potwierdzają rolę antropopresji w kształtowaniu zasobności osadów w makro- i mikroelementy [11].

Badane osady charakteryzowały się niewielką i mało zróżnicowaną zawartością  $\text{CaCO}_3$  (tab. 5). Można to tłumaczyć głębokim odwapnieniem utworów lessowych w zlewni. Proces wymywania znacznych ilości wapnia i innych kationów o charakterze zasadowym z obszaru zlewni potwierdza chemizm wód ciekę [14]. Przy znacznej ilości rozpuszczalnych w wodzie związków o charakterze zasadowym pH osadów wahało się w przedziałach 6,96-7,66 w  $\text{H}_2\text{O}$  i 6,46-7,10 w  $\text{mol KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Na tej podstawie można je było kwalifikować jako lekko kwaśne i obojętne podobnie jak w innych zlewniach lessowych [10, 11, 16]. W tych warunkach przy niskiej zawartości jonów wodorowych w kompleksie sorpcyjnym osadów (tab. 5) dominują kationy o charakterze zasadowym. Wapń i magnez są głównymi kationami wysycającymi kompleks sorpcyjny osadów, a ich ilość jest determinowana zawartością w nich materii organicznej. Tłumaczy to wyższa zawartość kationów o charakterze zasadowym i pojemność sorpcyjna osadów w części A i B ciekę oraz w próbce nr 11. Znaczna również pojemność pozostałych osadów oraz

**Tabela 5.** Niektóre właściwości fizykochemiczne

**Table 5.** Some physico-chemical properties

Nr próbki Sample No.	$\text{CaCO}_3$ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	pH		$H_h$	Kationy wymienne				S TEB	T CEC	V BS %						
		$\text{H}_2\text{O}$	1M KCl	Hydrolytic acidity	Exchangeable cations												
											$\text{cmol (+)}\cdot\text{kg}^{-1}$						
											Ca	Mg	K	Na			
1	5,6	7,00	6,90	0,19	15,77	3,15	0,34	0,43	19,69	19,88	99						
2	0,4	6,82	6,65	0,70	12,87	1,26	0,13	0,36	14,62	15,32	95						
3	0,9	7,41	7,10	0,22	8,68	1,17	0,14	0,29	10,28	10,50	98						
4	0,0	6,96	6,46	0,80	7,98	1,25	0,33	0,39	9,95	10,75	95						
5	2,7	7,36	6,97	0,39	12,17	1,44	0,48	0,46	14,55	14,94	97						
6	3,6	7,31	7,03	0,19	11,67	1,26	0,40	0,49	13,82	14,01	99						
7	3,5	7,41	7,00	0,26	10,67	1,60	0,32	0,40	12,99	13,25	98						
8	3,5	7,42	7,01	0,19	9,68	0,89	0,16	0,31	11,04	11,23	98						
9	2,3	7,41	7,02	0,26	7,28	0,70	0,16	0,24	8,38	8,64	97						
10	4,0	7,66	7,08	0,19	7,88	0,83	0,15	0,20	8,96	9,15	98						
11	1,3	7,06	6,77	0,22	16,76	1,76	0,29	0,49	19,30	19,52	99						

wysoki ich stopień wysycenia kationami o charakterze zasadowym niewątpliwie wpływają korzystnie na ich właściwości buforowe. W świetle danych Helios-Rybickiej [5] właściwości buforowe osadów odgrywają bardzo ważną rolę w uwalnianiu metali ciężkich.

Aktualnie przy ocenie jakości osadów zwraca się szczególną uwagę na zawartość w nich metali ciężkich [1,5,6,12,15]. Wyniki analiz (tab. 6) wskazują, że ilości Pb, Zn, Cu i Ni wahają się w przedziale wartości dla gleby o naturalnej zawartości [7].

**Tabela 6.** Zawartość metali ciężkich ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )  
**Table 6.** Concentration of heavy metals ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Nr próby Sample No.	Pb	Cu	Zn	Mn	Cr	Ni	Fe
1	17,6	17,5	61,5	208	24,5	16,8	13 835
2	10,5	13,5	44,0	1321	21,0	11,7	24 305
3	7,7	10,5	53,5	292	10,5	7,5	12 325
4	15,5	14,0	55,5	1492	22,0	14,5	16 430
5	15,9	16,0	67,5	1620	21,0	14,9	34 420
6	15,6	15,5	70,5	2207	18,0	14,0	28 530
7	14,1	13,5	69,5	164	15,0	14,0	18 553
8	23,6	13,0	53,5	610	7,5	9,8	10 285
9	10,8	9,5	42,0	458	8,0	11,7	10 151
10	9,2	8,5	60,0	723	9,5	12,6	10 393
11	13,1	15,0	59,0	690	18,0	14,5	11 210

Mimo wzbogacenia osadów na odcinku B (tereny zabudowane) zawartości ich kształtują się na poziomie spotykanym w glebach zlewni [14]. W analizowanych osadach zwraca uwagę niekiedy znaczna zawartość manganu i żelaza świadcząca o podwyższonej ich zawartości [6]. Przy wysokiej tolerancji organizmów zwierzęcych na mangan oraz możliwości zanieczyszczenia nim gleb jedynie przez formy rozpuszczalne, można w świetle danych Kabaty-Pendias i Pendias [6] wnioskować o małej jego szkodliwości na życie biologiczne w korycie ciek. Przemawia za tą tezę wysoka jego zawartość tylko w niektórych próbkach, co uwidacznia się makroskopową obecnością konkrecji manganowo-żelazistych w osadach, a także jego zawartość w granicach normy w osadach rowu odprowadzającego wody ze stawu. Na tej podstawie można sądzić, że zawartość metali ciężkich w osadach dennych ciek. Mielnica nie stwarza zagrożenia dla życia biologicznego w ciek. i stawach zasilanych jego wodami.



## WNIOSKI

Przeprowadzone kompleksowe badania osadów dennych zalegających wzdłuż trasy biegu cieku Mielnica oraz w rowie odprowadzającym wody ze stawu rybnego typu karpiego pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Skład granulometryczny i właściwości osadów dennych w cieku Mielnica są warunkowane pokrywą glebową zlewni, wpływami antropopresji oraz warunkami hydrologicznymi poszczególnych odcinków cieku.

2. W miarę oddalania się od obszaru źródłiskowego, a zwłaszcza na odcinku cieku gdzie wartkim nurtem przepływa większa ilość wody, zachodzi proces wzbogacania osadów dennych we frakcje piasku. Prowadzi to do powstawania w tej części koryta lessowej zlewni cieku Mielnica osadów o składzie granulometrycznym piasków gliniastych pylastych.

3. Warunki hydrologiczne poszczególnych odcinków cieku kształtują zawartość materii organicznej w osadach oraz jej stopień humifikacji. W osadach dennych cieku z wartkim nurtem przepływającej wody wyraźnie obniża się zawartość materii organicznej oraz jej stopień humifikacji.

4. Zawartość pierwiastków biogennych oraz metali ciężkich, aczkolwiek różnicuje się w osadach cieku, nie stwarza zagrożenia dla prawidłowego rozwoju życia biologicznego w jego korycie i stawach zasilanych wodami powierzchniowymi, odpływającymi z obszaru zlewni Mielnicy.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Bojakowska I., Sokołowska G.:** Geochemiczne klasy czystości osadów wodnych. *Przeł. Geol.*, 46, 1, 49-54, 1998.
2. **Dębicki R., Klimowicz Z., Zgłobicki W.:** Porównanie rozkładu granulometrycznego oznaczonego metodą areometryczną i laserową na przykładzie gleb lessowych. *Acta Agrophysica*, 56, 95-103, 2001.
3. **Dojlido J., Świetlik R.:** Charakterystyka występowania chromu w zlewni rzeki Radomki zanieczyszczonej ściekami i odpadami z przemysłu garbarskiego. I. Chrom w środowisku wodnym. W: *Obieg pierwiastków w przyrodzie* (Red. B. Gworek i J. Misiak). IOŚ, Warszawa, 228-232, 2003.
4. **Hajduk L., Banasik K.:** Badania zmienności uziarnienia rumowiska unoszonego w małej zlewni. *Przeł. Nauk. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 11, 2(25), 46-53, 2002.
5. **Helios-Rybicka E., Sikora W.S., Wójcik R., Wardas M., Strzebońska M., Adamiec E., Łagan Ł.:** Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi osadów dennych górnej i środkowej Odry. *Gosp. Wod.*, 8, 300-304, 2000.
6. **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa 1993.
7. **Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Witek T.:** Ocena jakości i możliwości rolniczego użytkowania gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. W: *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa*, P(53), IUNG, Puławy, 5-14, 1993.

8. **Kononowa M.:** Substancje organiczne gleby, ich budowa, właściwości i metody badań. PWRiL, Warszawa, 1968.
9. **Licznar P.:** Modelowanie erozji wodnej gleb. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, 456, Monografia, 32, 2003.
10. **Ligęza S., Smal H.:** Zróżnicowanie pH i składu granulometrycznego osadów dennych Zalewu Zembrzyckiego. Acta Agrophysica, 70, 235-245, 2002.
11. **Misztal M., Smal H., Ligęza S.:** Zawartość wybranych makro- i mikropierwiastków w osadach dennych rzeki Bystrzycy. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 437, 291-298, 1996.
12. **Mocek A., Bartoszewicz A., Spsychalski W.:** Zawartość niektórych metali ciężkich i glinu w osadach dennych rowów i oczek śródpolnych w obrębie zlewni rolniczej. W: Obieg pierwiastków w przyrodzie (Red. B. Gworek i J. Misiak). IOŚ, Warszawa, 228-232, 2003.
13. **Rojek W.:** Ocena dynamiki wynoszenia rumowiska ze zlewni potoku Mielnica (Wzgórza Trzebnickie). Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Melioracje, 40(211), 65-76, 1992a.
14. **Rojek W.:** Denudacja chemiczna w zlewni potoku Mielnica (Wzgórza Trzebnickie). Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Melioracje, 40(211), 77-86, 1992b.
15. **Weber J., Drozd J., Licznar M.:** Characteristics of soils subjected to flood in July 1997 at the region of Lubsza – situation after 5 months. Int. Agrophysics, 12, 249-257, 1998.
16. **Woźniak L.:** Właściwości chemiczne świeżych osadów aluwialnych północno-wschodniej Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 418, 163-168, 1995.
17. **Żmuda R.:** Natężenie erozji w małej zlewni rolniczej Wzgórz Trzebnickich na tle wybranych elementów hydrometeorologicznych. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Inżynieria Środowiska, 10(349), 233-259, 1998.

## PROPERTIES OF THE MIELNICA WATERCOURSE BOTTOM SEDIMENTS

*Michał Licznar<sup>1</sup>, Stanisława Elżbieta Licznar<sup>1</sup>, Paweł Licznar<sup>2</sup>,  
Romuald Żmuda<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Agricultural Environment Protection, University of Agriculture  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław  
e-mail: licznar@ozi.ar.wroc.pl

<sup>2</sup>Institute of Building and Landscape Architecture, University of Agriculture  
Pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

<sup>3</sup>Institute of Environmental Development and Environmental Protection, University of Agriculture  
Pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

**Abstract.** The article presents the results of the Mielnica watercourse bottom sediments analysis. Its typically agricultural catchment drains loess areas of the Trzebnica Hills. The material sampled represented different sections of the watercourse flowing through:

- headwaters and areas located on un-built-up grounds among meadows where water flows very slowly and often stagnates locally,
- rural built-up area,
- grounds located below built-up area where, after its tributary inlets, a bigger amount of the water flows as a compact current.

Moreover, samples representing sediments developing at the bottom of a ditch discharging water from a pond were included in the analysis. It was found that the granulometric composition and the

---

properties of sediments at the watercourse were conditioned by the catchment soil cover, anthropopressure influences and hydrological conditions of the individual watercourse sections. Although the content of biogenic elements and heavy metals at the bottom sediments of built-up and lower located sections has risen, they are not dangerous for organisms in the watercourse and in ponds alimanted by its water.

**Key words:** loess catchment, bottom sediments, granulometric composition, physico-chemical properties, biogenic elements, heavy metals