

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA KOPALIN TOWARZYSZĄCYCH Z WYBRANYCH ZŁÓŻ SUROWCÓW SKALNYCH POLSKI JAKO KOMPONENTÓW DO BUDOWY PRZESŁON HYDROIZOLACYJNYCH

THE POSSIBILITY OF USING OF ACCOMPANYING MINERAL DEPOSITS FROM SELECTED POLISH ROCK RAW MATERIALS AS COMPONENTS FOR HYDRO-ISOLATION LAYER

Piotr Bożęcki, Grzegorz Rzepa - Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH, Kraków

W artykule przedstawione zostały wyniki badań dotyczące możliwości wykorzystania kopaliny towarzyszących z wybranych złóż na terenie województw małopolskiego, dolnośląskiego, podkarpackiego, śląskiego oraz świętokrzyskiego. W sumie przebadanych zostało 18 próbek glin pochodzących z 12 złóż. Wyniki przeprowadzonych badań pokazują, iż żadna z przebadanych próbek nie spełnia wszystkich wymagań stawianych komponentom do budowy przesłon hydroizolacyjnych, dlatego też nie mogą być one wykorzystane do tego celu. W większości przypadków wynika to z niekorzystnego uziarnienia i/lub składu chemicznego, zwykle niewłaściwa jest również kolejność kationów wymiennych.

The paper presents the results of studies on the possibility of use of the accompanying minerals from selected deposits in the Małopolskie, Śląskie, Podkarpackie, Dolnośląskie and Świętokrzyskie provinces. In total, 18 samples were tested from 12 clay deposits in Poland. Results of this study show that none of tested samples did not meet all the requirements for components of hydro-isolation layer, and therefore cannot be used for this purpose. In most cases this is due to unfavorable grain size and/or chemical composition, usually it is also wrong order of cation exchange.

Słowa kluczowe: kopaliny towarzyszące, przesłony hydroizolacyjne

Key words: accompanying mineral deposits; hydro-isolation layer

Wprowadzenie

Polska należy do krajów, gdzie prowadzona nieraz od wieków eksploatacja kopaliny i ich wykorzystanie gospodarcze spowodowały wytworzenie różnego rodzaju odpadów. Niektóre z nich, z uwagi na swój skład mineralny i chemiczny oraz właściwości fizykochemiczne, mogą znaleźć zastosowanie w wielu różnych gałęziach przemysłu, w tym w szeroko rozumianej ochronie środowiska. Dotyczy to szczególnie surowców odpadowych, bogatych w minerały ilaste. Jednym z potencjalnych zastosowań takich utworów jest wykorzystanie w charakterze komponentów przesłon hydroizolacyjnych.

Przesłony hydroizolacyjne mają zastosowanie na przykład w budownictwie, gdzie przeznaczone są do wykonywania poziomych i pionowych części podziemnych obiektów budowlanych. Mogą być stosowane pod płyty fundamentowe i na zewnętrzne ściany fundamentowe oraz na stałych obudowach wykopów fundamentowych takich jak ścianki z grodzisk stalowych, ścianki berlińskie, palisady z pali wierconych, czy ściany szczelinowe [1]. Od wielu lat prowadzone są badania nad wykorzystaniem kopaliny towarzyszących do budowy tego rodzaju osłon (m.in. [2], [3], [4]). Możliwości wykorzystania różnych kopaliny do wykonywania przesłon hydroizolacyjnych są określone przez parametry stanowiące treść w publikacji [5]. Definiuje ona te możliwości m.in. w zakresie składu:

- ▲ granulometrycznego,
- ▲ mineralnego,
- ▲ chemicznego,

- ▲ kationów wymiennych,
- ▲ pojemności jonowymiennej.

Celem pracy było sprawdzenie przydatności różnych bogatych w składniki ilaste surowców odpadowych (głównie ilów nadkładowych) z wybranych złóż na terenie Polski południowej do budowy przesłon hydroizolacyjnych.

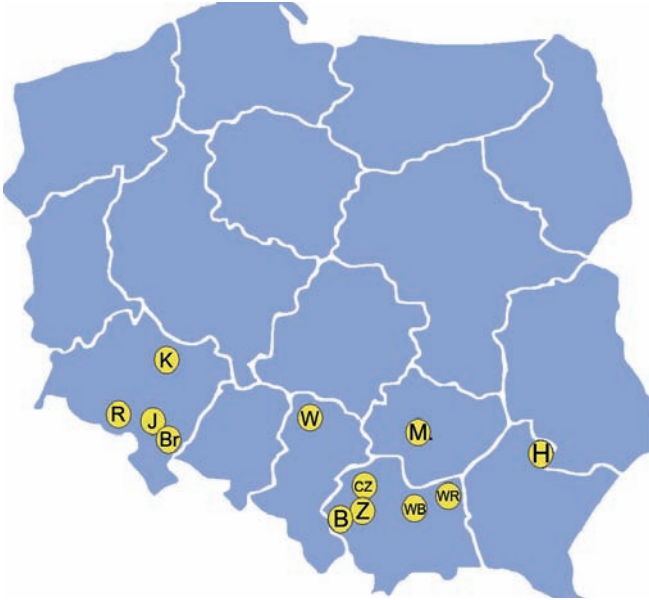
Materiał i metodyka badań

Materiał do badań stanowiły kopaliny towarzyszące z następujących złóż (rys. 1):

- ▲ kruszywa naturalnego „Wola Batorska” (województwo małopolskie),
- ▲ kruszywa naturalnego „Bielany przy Sole” (województwo małopolskie),
- ▲ porfiru „Zalas” (województwo małopolskie)
- ▲ wapieni karbońskich „Czatkowice” (województwo małopolskie),
- ▲ surowców ceramiki budowlanej „Wola Rzędzińska” (województwo małopolskie),
- ▲ ilów kamionkowych kopalni „Kraniec” (województwo dolnośląskie),
- ▲ magnezytów „Braszowice” (województwo dolnośląskie),
- ▲ glin ogniotrwałych „Rusko - Jarosów” (województwo dolnośląskie),
- ▲ dolomitów paleozoicznych „Rzędziny” (województwo dolnośląskie),

- ▲ ilów krakowieckich „Harasiuki” (województwo podkarpackie),
- ▲ wapieni jurajskich „Morawica” (województwo świętokrzyskie),
- ▲ ilów batońskich „Wręczyca” (województwo śląskie).

Opróbowania dokonano w trakcie prac terenowych na przełomie lipca i sierpnia 2011 roku.



Rys. 1. Lokalizacja badanych złóż na tle podziału administracyjnego Polski
Fig. 1. Location of investigated deposits in background of administrative division of Poland

Objaśnienia: H – Harasiuki; M – Morawica; WB – Wola Batorska;
WR – Wola Rzędzińska; W – Wręczyca; B – Bielany przy
Sole; K – Kraniec; Cz – Czatkowice; Br – Braszowice;
Z – Zalas; J – Rusko-Jaroszów; R – Rędziny

W celu ustalenia możliwości wykorzystania wymienionych utworów do wykonywania przesłon hydroizolacyjnych wykonano badania granulometryczne, mineralogiczne i chemiczne.

Skał granulometryczny badanych próbek określony został metodą sitową oraz za pomocą laserowego analizatora uziarnienia „fritsch particle sizer analysette 22”.

Skład mineralny oznaczony został z wykorzystaniem rentgenograficznej metody proszkowej (DSH). Dyfraktogramy badanych próbek zarejestrowano na dyfraktometrze Philips APD X’pert. Do emisji promieniowania rentgenowskiego zastosowano lampę miedziową ($Cu_{K\alpha} = 1,54178 \text{ \AA}$), a do monochromatyzacji wiązki posłużył grafitowy monochromator refleksyjny. Dyfraktometry rejestrowane były w zakresie kątowym $2-72^\circ 2\theta$ z krokiem $0,05^\circ 2\theta$ i czasem pomiaru 1 s/krok. Analizę wszystkich uzyskanych dyfraktogramów wykonano w oparciu o program komputerowy XRayan autorstwa H. Marciniaka i R. Diduszki (1994) z komputerową katalogiem minerałów ICDD (International Centre for Diffraction Data). Przy ilościowym ustalaniu zawartości minerałów zastosowano metodę wzorca wewnętrznego.

Analizy chemiczne wykonano po rozтворzeniu próbki na gorąco w mieszaninie stężonych kwasów: fluorowodorowego, nadchlorowego oraz solnego. Przeprowadzoną do roztworu próbkę przeniesiono do kolby miarowej i dopełniono wodą destylowaną do żądanej objętości. Następnie, obecne w roztworze kationy Al, Ca, Mg, Na, K, Si oznaczono metodą optycznej

spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP OES). Badania wykonywane były przy użyciu aparatu Plasm 40 firmy Perkin Elmer.

Całkowita pojemność jonowymienna została obliczona na podstawie oznaczonych wartości koncentracji wypartych kationów przez kation amonowy (pochodzący z 1 molowego roztwór octanu amonu). Oznaczeniu podlegały kationy: Ba^{2+} , Fe^{2+} , Sr^{2+} , Al^{3+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Li^+ . Pomiar koncentracji wypartych kationów w roztworze wykonano metodą optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP OES).

Wyniki badań

Wyniki wykonanych analiz zestawiono w tabelach 1 i 2. W składzie granulometrycznym przesłon hydroizolacyjnych ważną jest jak największa procentowa zawartość frakcji najdrobniejszych (o uziarnieniu $< 5 \mu m$) przy możliwie najmniejszej ilości grubych ziaren ($> 50 \mu m$). Jako materiał hydroizolacyjny rozpatruje się więc głównie gliny, ropy i muły. Dobrymi właściwościami hydroizolacyjnymi cechują się gliny ciężkie oraz grunty o dużej zawartości frakcji ilastej, natomiast nieprzydatne są przykładowo gliny zapiaszczone czy piaski. Wśród badanych próbek najlepszymi tymi parametrami charakteryzują się gliny pochodzące z nadkładu żwirowni „Wola Batorska” (województwo małopolskie). Gorszymi, ale akceptowalnymi parametrami granulometrycznymi charakteryzują się gliny pochodzące z nadkładu złoża ilów krakowieckich „Harasiuki” (województwo podkarpackie) oraz złoża ilów ogniotrwałych „Rusko-Jaroszów” (województwo dolnośląskie). Pozostałe próbki z uwagi na swój nieodpowiedni skład granulometryczny zaliczyć należy do klasy „nieprzydatnych” do budowy przesłon hydroizolacyjnych.

Na jakość przesłon hydroizolacyjnych wpływa w istotny sposób ich skład mineralny. Pożądana jest duża ilość minerałów ilastych, przede wszystkim z grupy kaolinitu i hydromik, podrzędne znaczenie mają natomiast minerały z grupy illitu i smektytu. Niewskazana jest natomiast obecność innych minerałów, takich jak np. kwarc, skalenie, kalcyt czy gips. Zdecydowana większość z badanych próbek spełnia te wymagania.

Kolejnym warunkiem, brany pod uwagę przy ocenie przydatności kopalni do budowy przesłon hydroizolacyjnych, jest odpowiedni skład chemiczny. Gliny zaliczane do najlepszej klasy jakościowej powinny się charakteryzować zawartością krzemionki w zakresie 50–60% wag. oraz glinki w zakresie 20–28% wag. Takie cechy wykazują gliny pochodzące z nadkładu złoża wapieni karbońskich „Czatkowice” (województwo małopolskie) oraz ze złoża antropogenicznego „Wręczyca” (województwo śląskie). Gliny zaliczane do klasy „średniej” powinny zawierać $> 60\%$ wag. SiO_2 oraz 12–20% wag. Al_2O_3 . Wymagania te spełniają gliny pochodzące ze złoża „Harasiuki” (województwo podkarpackie), „Kraniec” (województwo dolnośląskie), „Zalas” (województwo małopolskie) oraz utwory ze złoża „Morawica” (województwo świętokrzyskie). Za nieprzydatne do budowy przesłon hydroizolacyjnych uważa się utwory, w których zawartość SiO_2 przekracza 65%, a zawartość Al_2O_3 jest niższa od 12%. Do tej grupy ze względu zaliczyć należy utwory pochodzące ze złóż „Wola Batorska” (województwo małopolskie), „Wola Rzędzińska” (województwo małopolskie), „Braszowice” (województwo dolnośląskie), „Rusko – Jaroszów” (województwo dolnośląskie), „Rędziny” (województwo dolnośląskie) oraz nadkład złoża „Morawica” (województwo świętokrzyskie).

Ze względu na wielkość pojemności kationowymiennej do klasy „najlepszej” zaliczane są gliny o CEC pomiędzy 15 do 30

Tab. 1. Wyniki analizy chemicznej, granulometrycznej oraz składu mineralnego badanych próbek
 Tab. 1. The results of chemical, granulometric and mineral composition analysis of investigated samples

	Wola Batorska		Bielany		Zalas		Czatkowice		Wola Rzędzińska		Kramiec		Braszowice		Rusko-Jaroszów		Rędziny		Harasuki		Morawica		Wręczyca	
	pulpa odpad	nadkład	ity czerwone	ity zielone	głina czwartorzędowa	nadkład	nadkład	nadkład	nadkład	ity	ity	nadkład	nadkład	ity	ity	nadkład	nadkład	głina leżakowana	kras	nadkład	ity doggerskie			
	1	2	8	9	10	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	4	5	1	1	4	5	1
SiO ₂	86,05	59,00	74,86	83,42	60,72	57,86	70,45	59,64	48,95	64,41	43,35	55,42	63,15	59,00	65,55	63,15	59,00	65,55	81,30	48,70	48,70	65,55	81,30	48,70
Fe ₂ O ₃	0,74	3,26	4,53	4,97	4,29	5,29	2,64	1,43	15,88	5,04	3,33	7,21	3,13	3,26	3,18	3,13	3,26	3,18	1,69	6,20	6,20	3,18	1,69	6,20
MgO	0,09	0,91	0,28	0,58	0,51	2,40	0,44	0,32	2,23	0,66	0,28	1,06	0,61	0,91	0,09	0,61	0,91	0,09	0,08	0,72	0,72	0,09	0,08	0,72
CaO	0,05	1,03	0,42	0,42	0,53	4,42	0,81	0,30	0,52	2,26	0,23	0,54	1,03	1,03	0,02	1,03	1,03	0,02	0,02	0,27	0,27	0,02	0,02	0,27
Al ₂ O ₃	8,84	16,50	10,19	5,85	11,59	20,31	12,70	16,38	11,40	7,95	34,12	10,06	15,44	16,50	16,74	15,44	16,50	16,74	10,10	21,25	21,25	16,74	10,10	21,25
Na ₂ O	1,28	1,75	1,97	0,05	1,88	0,54	1,50	0,60	1,90	0,66	0,15	2,51	1,70	1,75	0,15	1,70	1,75	0,15	0,41	0,62	0,62	0,15	0,41	0,62
K ₂ O	1,75	3,10	4,19	0,49	3,98	8,40	2,64	7,25	2,76	2,74	1,95	6,52	3,30	3,10	0,95	3,30	3,10	0,95	1,10	2,80	2,80	0,95	1,10	2,80
MnO	0,08	1,20	0,07	0,02	0,04	0,01	0,28	0,01	0,05	0,04	0,00	0,06	0,24	1,20	1,02	0,24	1,20	1,02	0,38	0,84	0,84	1,02	0,38	0,84
TiO ₂	0,09	0,55	0,47	0,12	0,45	0,26	0,35	0,89	0,35	0,28	0,59	0,58	0,53	0,55	0,62	0,53	0,55	0,62	0,26	0,72	0,72	0,62	0,26	0,72
H ₂ O	0,09	3,40	1,20	0,87	0,85	0,12	2,44	1,49	1,43	0,96	2,89	1,09	4,05	3,40	1,71	4,05	3,40	1,71	1,82	3,12	3,12	1,71	1,82	3,12
Strata prażenia	0,86	9,20	1,87	3,18	15,07	0,28	5,50	11,61	14,49	14,96	13,03	14,83	6,66	9,20	10,05	6,66	9,20	10,05	2,75	14,65	14,65	10,05	2,75	14,65
Suma	99,93	99,90	100,01	99,97	99,91	99,88	99,75	99,91	99,97	99,96	99,94	99,89	99,84	99,90	100,08	99,84	99,90	100,08	99,91	99,89	99,89	100,08	99,91	99,89
klasa z uwagi na skład chemiczny	nieprzydatna		nieprzydatna		średnia		najlepsza / dobra		nieprzydatna		nieprzydatna		średnia		nieprzydatna		średnia		nieprzydatna		najlepsza / dobra		nieprzydatna	
Frakcja	Udział procentowy																							
> 2 [mm]	1,81	0,00	0,45	0,00	0,00	35,62	0,00	3,49	8,64	1,90	0,00	13,67	1,45	0,64	3,01	1,45	0,64	3,01	1,01	1,26	1,26	3,01	1,01	1,26
2 [mm] > x < 63 [mm]	41,59	5,36	44,64	28,64	39,54	15,41	31,05	26,96	48,80	50,11	15,72	43,12	8,99	16,31	43,01	8,99	16,31	43,01	59,41	14,24	14,24	43,01	59,41	14,24
63 [mm] > x < 2 [mm]	52,13	38,33	54,68	65,44	58,93	36,23	63,38	55,02	29,94	38,44	40,73	34,82	63,08	76,13	40,73	63,08	76,13	40,73	29,01	61,40	61,40	40,73	29,01	61,40
< 2 [mm]	4,52	56,31	0,23	5,92	1,53	12,75	5,57	14,54	12,62	9,55	43,55	8,39	26,48	6,91	13,25	26,48	6,91	13,25	10,58	23,09	23,09	13,25	10,58	23,09
klasa próbki z uwagi na skład granulometryczny	nieprzydatna		nieprzydatna		nieprzydatna		nieprzydatna		średnie		nieprzydatne		średnie		nieprzydatne		średnie		nieprzydatne		nieprzydatne		nieprzydatne	
skład mineralny	kwarc, kaolinit, illit		kwarc, skalenie, illit, kaolinit		kwarc, smektyt, illit, kaolinit, skalenie		kwarc, illit, kaolinit, smektyt, skalenie		kwarc, kaolinit, illit, smektyt, kaolinit		kwarc, kaolinit, illit, kwarc		kwarc, illit, kaolinit, smektyt		kwarc, kaolinit, smektyt, skalenie		kwarc, kaolinit, smektyt, skalenie		kwarc, skalenie, kaolinit		kwarc, kaolinit, illit, smektyt		kwarc, kaolinit, illit, smektyt	

Tab. 2. Wyniki analizy wielkości pojemności kationowymiennej w badanych próbkach
 Tab. 2. The results of volume of the cation exchange capacity in investigated samples

Pierwiastek	Wola Batorska	Bielany	Zalas		Czatkowice	Wola Rzędzińska	Kramiec	Braszowice	Rusko-Jaroszów		Rędziny	Harasiuki		Morawica		Wręczyca
			ity czerwone	ity zielone					głina czwartorzędowa	nadkład		nadkład	nadkład	głina leżakowana	kras	
	1	4	8	9	10	1	1	1	1	2	1	1	2	4	5	1
Ba	0,10	2,19	0,32	0,44	7,21	0,08	0,15	0,28	0,12	0,29	0,95	0,20	0,12	0,16	0,17	0,07
Ca	31,00	258,37	56,97	74,62	977,43	275,85	60,77	36,78	362,45	99,70	85,87	364,78	394,71	192,62	87,73	143,49
K	0,56	6,16	3,96	4,36	35,30	9,76	2,19	3,79	3,05	3,55	2,79	7,00	8,90	2,80	1,88	4,33
Li	0,01	0,19	0,04	0,18	0,43	0,11	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,05	0,09	0,17	0,03	0,03
Mg	7,31	37,74	14,60	19,34	268,89	45,96	18,65	49,27	11,76	45,82	23,67	33,64	41,59	3,50	2,71	98,20
Mn	1,80	0,73	0,08	2,36	4,77	0,20	0,19	1,04	0,73	0,48	0,28	0,72	2,42	0,63	1,76	0,36
Na	0,68	3,16	2,93	1,11	14,07	0,33	1,25	0,32	0,88	0,82	1,07	1,55	1,99	0,74	0,86	0,19
Sr	0,04	0,61	0,13	0,09	2,41	0,74	0,18	0,08	0,27	0,26	0,43	0,59	0,67	0,06	0,05	0,08
CEC [meq/kg]	41,52	309,15	79,03	102,50	1310,52	333,02	83,42	91,59	379,27	150,93	115,08	408,53	450,48	200,67	95,19	246,75
klasa z uwagi na wielkość CEC	nieprzydatna	najlepsza/dobra	nieprzydatna		dobra	najlepsza	nieprzydatna		dobra	najlepsza	nieprzydatna	dobra	średnia	najlepsza	nieprzydatna	najlepsza
kolejność kationów wymiennych	$Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^{+} > K^{+}$	$Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} > Na^{+}$		$Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} > Na^{+}$		$Ca^{2+} > Na^{+} > Mg^{2+} > K^{+}$	$Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} > Na^{+}$	$Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^{+} > Na^{+}$	dobra	najlepsza	nieprzydatna	dobra	średnia	najlepsza	nieprzydatna	najlepsza
klasa z uwagi na kolejność kationów wymiennych	nieprawidłowa	nieprawidłowa		nieprawidłowa		prawidłowa - średnia	nieprawidłowa	nieprawidłowa	dobra	najlepsza	nieprzydatna	dobra	średnia	najlepsza	nieprzydatna	najlepsza

mval/100 g. Spośród badanych próbek do tej grupy zakwalifikować można złoża „Wola Batorska – nadkład (województwo małopolskie); „Wola Rzędzińska” (województwo małopolskie); „Morawica” – kras (województwo świętokrzyskie) oraz „Wręczyca” (województwo śląskie). Klasa „dobra” charakteryzują się wartościami CEC od 25 do 40 mval/100 g. Do tej grupy zaliczone zostały następujące złoża – „Czatkowice” (województwo małopolskie); „Rusko – Jarosów – 1” (województwo dolnośląskie) oraz „Harasiuki” – nadkład (województwo podkarpackie). Następną klasą jakości jest klasa „średnia”, o wartościach pojemności jonowymiennej od 40 do 50 mval/100 g - do tej grupy zaliczona została glina leżakowana ze złoża „Harasiuki”. Za „nieprzydatne” uważa się utwory, charakteryzujące się wartościami CEC > 60 mval/100 g lub < 10 mval/100 g. Takimi właśnie parametrami charakteryzują się próbki z następujących złóż: „Wola Batorska” – pulpa odpad (województwo małopolskie); „Bielany przy Sole” (województwo małopolskie); „Zalas” – ily czerwone (województwo małopolskie); „Kraniec” (województwo dolnośląskie); „Braszowice” (województwo dolnośląskie); „Morawica” – nadkład (województwo świętokrzyskie).

Na jakość przesłon hydroizolacyjnych wpływa również odpowiednia kolejność kationów wymiennych i jest ona następująca: dla klasy „najlepszej”, „dobrej” oraz „nieprzydatnej”: $Ca^{2+} > Na^{+} > Mg^{2+} > K^{+}$, natomiast dla klasy „średniej”: $Ca^{2+} > Na^{+} >$

$K^{+} > Mg^{2+}$. Warunki te spełniają gliny ze złoża „Wola Rzędzińska” (najlepsza klasa jakościowa). Pozostałe próbki, które spełniają warunki odpowiedniej wielkości pojemności kationowymiennej, niestety mają nieodpowiednią kolejność kationów wymiennych – co obniża ich jakość.

Wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań pokazują, iż żadna z przebadanych próbek nie spełnia wszystkich wymagań stawianych komponentom do budowy przesłon hydroizolacyjnych, dlatego też nie mogą być one wykorzystane do tego celu. W większości przypadków wynika to z niekorzystnego uziarnienia i/lub składu chemicznego, zwykle niewłaściwa jest również kolejność kationów wymiennych. Warto jednak podkreślić, że w składzie mineralnym badanych utworów występują zwykle duże ilości minerałów ilastych, czego efektem są przykładowo wysokie wartości pojemności jonowymiennej. Cechy te pozwalają przypuszczać, że niektóre z tych kopalni towarzyszących mogłyby znaleźć zastosowanie w szeroko rozumianej ochronie środowiska, być może w charakterze sorbentów mineralnych.

Praca finansowana była ze środków NFOŚiGW (nr umowy 25.940.908) oraz AGH-UST (11.11.140.158).

Literatura

- [1] Kuś R., Wymagania stawiane roztworom hydroizolacyjnym. Praktyczne zastosowanie. „Stabilizacja masywów skalnych w podłożu budowli hydrotechnicznych” - materiały konferencyjne. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2010
- [2] Drągowski A., Łuczak-Wilamowska B., Grunty spoiste surowcem do formowania mineralnych barier izolacyjnych – zasady wstępnej oceny ich przydatności. Górnictwo Odkrywkowe. Rocznik XLIX/1 nr7. POLTEGOR Instytut - IGO, Wrocław 2007
- [3] Grelewicz M., Kuś R., Wójcik Ł., Badania przydatności istniejących i rozpoznanych złóż minerałów ilastych, do wykorzystania w celu sporządzenia, ultradrobnych stabilnych spoiw mineralnych - badania petrograficzne, składu mineralnego, granulometrycznego chemicznego ultradrobnych stabilnych spoiw mineralnych Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Warszawa 2008
- [4] Ratajczak T., Strzelska - Smakowska B., Rola kopalni lokalnych i mineralnych surowców w złożach antropogenicznych w ochronie środowiska (na przykładzie powiatu chrzanowskiego), NFOŚiGW, Warszawa 2007
- [5] Aprobata techniczna AT/18/2002-001-00. Przydatność roztworu hydroizolacyjnego na bazie glin polimineralnych. Instytut Melioracji Użytków Zielonych w Falentach. 2002