

**WOJCIECH KRZAKLEWSKI\*, MARCIN PIETRZYKOWSKI,  
JUSTYNA LIKUS, MAREK PAJĄK, ALICJA TWARÓG**

**CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI  
GLEB I ZBIOROWISK ROŚLINNYCH NA TERENACH  
REKULTYWOWANYCH I POZOSTAWIONYCH SUKCESJI  
PO BYŁEJ KOPALNI SIARKI „GRZYBÓW”**

*Streszczenie*

*Badano gleby i roślinność na terenach zrehabilitowanych i pozostawionych sukcesji na obszarach poeksploatacyjnych Kopalni Siarki „Grzybów”. Nie stwierdzono fitotoksycznego zaszczepienia gleb. Zbiorowiska obydwu kategorii powierzchni różnił skład i budowa. Zbiorowiska z sukcesji, ze względu na większą różnorodność, powinny stanowić uzupełnienie rekultywacji leśnej.*

Słowa kluczowe: kopalnia, rekultywacja, siarka, sukcesja, zalesienia

**WSTĘP**

Polska jest krajem zasobnym w złoża siarki, a jedno z większych rozpoznanych na świecie złóż tego surowca zlokalizowane jest w rejonie Tarnobrzega, gdzie eksploatacja prowadzona była od 1961 roku [Gołda i in. 2005; Michno i in. 2009]. Zasoby wydobywcze tarnobrzeskich złóż szacowano na ok. 560 mln ton [Gołda i in. 2005]. Obecnie całkowite zasoby siarki w Polsce szacuje się wciąż na ponad 500 mln ton [GUS 2013].

Początkowo w latach 1961-1971 wydobywanie siarki odbywało się metodą odkrywkową w kopalni Piaseczno, a później w latach 1969-1992 w kopalni Machów [Gołda i in. 2005]. Znaczny wzrost wydobywania rozpoczął się wraz z wprowadzeniem tzw. otworowej eksploatacji złoża metodą Frascha w kopalni Grzybów (1966-1996) i Jeziórko (1967-2001) oraz nadal aktywnej (od 1993) kopalni Osiek [Gołda i in. 2005, Bereda 2010]. W latach 1993-2006 odnotowano spadek wydobywania siarki związany z drastycznym obniżeniem zapotrzebo-

---

\* Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Leśny, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu, Zakład Ekologii Lasu i Rekultywacji

wania na rynkach krajowym i światowych [Dulewski i Uzarowicz 2008; Michno i in. 2009]. Z tego powodu masowo likwidowano kopalnie siarki, co generowało wysokie koszty rekultywacji, dlatego część terenów została pozostawiona sukcesji [Krzaklewski 1988].

Celem pracy była charakterystyka inicjalnych właściwości gleb oraz roślinności na fragmentach zrekultywowanych i zalesionych oraz terenach pozostawionych sukcesji na obszarach poeksploatacyjnych kopalni siarki Grzybów.

### PRZEDSTAWIENIE OBIEKTU BADAŃ

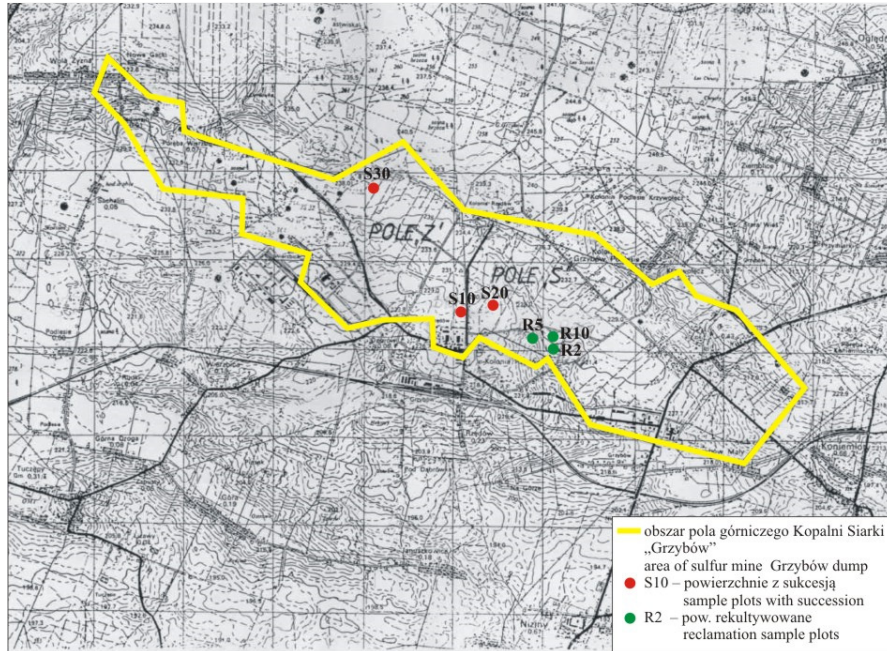
Kopalnia siarki „Grzybów” położona jest w województwie świętokrzyskim. Całkowita powierzchnia kopalni zajmowała ponad 1 tys. ha. Siarka w latach 1966-1996 wydobywana była metodą otworową Frascha (od nazwiska twórcy metody, niemieckiego inżyniera górnika Hermana Frascha), w której wykorzystywana jest do wytapiania siarki przegrzana woda o temperaturze ok. 120°C [Warzybok 2000, Michno i in. 2009].

Do rekultywacji obiektu przystąpiono w latach 90., a powierzchnia terenów przeznaczonych do rekultywacji obejmowała ok. 570 ha. Przed podjęciem działalności wydobywczej, większość terenów stanowiły głównie grunty rolne, a leśne zajmowały niewielki procent. Większość gleb rolniczych zaliczana była do IV klasy bonitacyjnej (grunty orne średniej jakości). Po zakończeniu eksploatacji na fragmentach mniej przekształconych (niezasiarczonych) rozpoczął się proces sukcesji. W ten sposób znaczne obszary przedmiotowych pól górniczych opanowała roślinność naturalna i z czasem wykształciły się zbiorowiska o budowie warstwowej z licznymi gatunkami zbiorowisk leśnych. Na terenach silnie zasiarczonych zastosowano cykl zabiegów rekultywacyjnych, z których najważniejsze było neutralizowanie nadmiernego zakwaszenia odpowiednimi dawkami wapna. Po neutralizacji wprowadzano roślinność i stosowano nawożenie mineralne. Na powierzchniach gdzie roślinność zielna cechowała się dobrym pokryciem powierzchni przystępowano do zalesienia. Aspekty te uwzględniono przy porównaniu wybranych charakterystyk glebowych i roślinnych przedmiotowych terenów.

### METODYKA BADAŃ

Po wstępnym rozpoznaniu terenu zlokalizowano powierzchnie znajdujące się na obszarze objętym rekultywacją i zalesionym oraz na obszarze zajęтым przez roślinność z sukcesji. Powierzchnie badawcze (rys. 1) na obszarze rekultywowanym wytypowano w nasadzeniach 2, 5 i 10-letnich (odpowiednio R2, R5 i R10). Zbiorowiska z roślinnością z sukcesji były starsze, i możliwe było

wytypowanie powierzchni badawczych w 10, 20 i 30-letnich (odpowiednio S10, S20 i S30). W każdej kategorii wiekowej z sukcesją i rekultywacją wyznaczono po 3 powtórzenia – łącznie 18 powierzchni badawczych. Na powierzchniach rekultywowanych (R2, R5, R10) oraz na powierzchni z sukcesją ze zbiorowiskami drzewostanami 10-letnimi (S10) wyznaczono poletka wielkości 100 m<sup>2</sup> (10×10 m), natomiast na powierzchniach z sukcesją w drzewostanach 20 i 30 letnich na poletkach o wielkości 600 m<sup>2</sup> (20×30 m), dobierając ich wielkość odpowiednio do fazy rozwojowej drzewostanów.



Rys. 1. Położenie powierzchni badawczych (oprac. aut.)

Fig. 1. Research plots localization

W każdej kategorii wiekowej wybrano jedną, tzw. główną powierzchnię, na której wykonano pełną odkrywkę glebą do gł. 1,5 m, a na dwóch pozostałych wykonano odkrywki pomocnicze do gł. 0,5 m. Próbkę glebowe poddano analizie, oznaczając: uziarnienie metodą areometryczną, pH (stężenie jonów wodorowych) w H<sub>2</sub>O oraz 1M KCl z zachowaniem proporcji gleba : roztwór 1:2,5 oraz przewodność elektrolityczną właściwą (PEW) z zachowaniem proporcji gleba : roztwór 1:5; zawartość węgla organicznego (C<sub>org</sub>), azotu ogółem (N<sub>og</sub>) i siarki ogółem (S<sub>og</sub>) oznaczono na aparacie TruMac – CNS. Na powierzchniach, na których drzewa przekroczyły próg pierśnicowania, tj. R10, S20 i S30

dokonano pomiaru wysokości i pierśnicy ( $d_{1,3}$ ) drzew, następnie z „Tablic miąższości drzew stojących” Czuraja [1998] odczytano miąższości grubizny ( $V m^3$ ) dla mierzonych drzew. Na każdej powierzchni wykonano zdjęcia fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta (o powierzchni  $100 m^2$ ) i określono tzw. wskaźniki ekologiczne roślin naczyniowych dla zdjęć fitosocjologicznych (wskaźnik świetlny L, wskaźnik wilgotności W, wskaźnik trofizmu Tr) [Zarzycki i in. 2002].

## WYNIKI BADAŃ

Przebadane próbki glebowe pod względem uziarnienia wskazywały, że wierzchnie warstwy reprezentowały utwory piaszczysto-gliniaste, natomiast głębsze to gliny lekkie i średnie. Substrat glebowy w obu kategoriach powierzchni był podobny (na powierzchniach rekultywowanych zawartość frakcji piaszczystej śr. 63%, pylastej śr. 21%, ilastej śr. 16%; na powierzchniach pozostawionych sukcesji zawartość frakcji piaszczystej śr. 67%, pylastej śr. 21%, ilastej śr. 10%).

Przebadane próbki gleb na terenach rekultywowanych wykazały odczyn (pH) w  $H_2O$  od 4,6 do 7,6 w KCl od 3,9 do 7,3. Na terenach z sukcesją pH gleb w  $H_2O$  wynosiło od 3,9 do 6,6, a w KCl od 3,2 do 6,6 (tab. 1).

Przewodność elektrolityczna właściwa gleb (PEW, tab.1), na terenach rekultywowanych wynosiła średnio  $415 \mu S \cdot cm^{-1}$  (od 28 do  $1338 \mu S \cdot cm^{-1}$ ), na terenach z sukcesją średnio  $153 \mu S \cdot cm^{-1}$  (od 24 do  $322 \mu S \cdot cm^{-1}$ ).

Zawartość węgla organicznego ( $C_{org}$ ) w wierzchnich inicjalnych poziomach organiczno-mineralnych gleb na terenach rekultywowanych wynosiła od 0,25% do 0,99%, średnio 0,47% (tab. 1). Inicjalny poziom ściółki wykształcił się tylko na najstarszej powierzchni (R10). Na terenach z sukcesją zawartość  $C_{org}$  była wyższa, tj. od 0,36 do 1,40%, i wynosiła średnio 0,90% (tab.1)

Zawartość azotu ( $N_{og}$ ) w wierzchnich poziomach gleb na powierzchniach rekultywowanych wynosiła od 0,03% do 0,15%, średnio 0,06% (tab. 1). Na powierzchniach z sukcesją zawartość  $N_{og}$  wynosiła od 0,03% do 0,48%, średnio 0,14% (tab. 1). Stosunek węgla do azotu C:N w wierzchnich poziomach glebowych na powierzchniach rekultywowanych wynosił od 10 do 13, a na powierzchniach z sukcesją od 18 do 22.

Zawartość siarki ogółem ( $S_{og}$ ) na terenach objętych rekultywacją mieściła się w zakresie od 0,26 do  $249,76 mg \cdot 100 g^{-1}$ , średnio  $47 mg \cdot 100 g^{-1}$ . W poziomach mineralnych gleb wynosiła odpowiednio:  $A_{in} - 4,57 mg \cdot 100 g^{-1}$ ,  $AC - 96,16 mg \cdot 100 g^{-1}$ , i głębszych poziomach skały macierzystej  $C - 39,18 mg \cdot 100 g^{-1}$ . Na terenach z sukcesją zawartość siarki mieściła się w zakresie od 0,69 do  $144,6 mg \cdot 100 g^{-1}$ , średnio  $29,58 mg \cdot 100 g^{-1}$ . W poszczególnych poziomach

glebowych w tej kategorii powierzchni koncentracja  $S_{og}$  wyniosła odpowiednio,  $A_{in} - 18,56 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ,  $AC - 21,80 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ,  $C - 4,40 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (tab. 1).

Pierśnica drzew ( $d_{1,3}$ ) na powierzchniach rekultywowanych (R10) średnio wynosiła 11,7 cm (od 11 do 13 cm), natomiast na powierzchniach pozostawionych sukcesji na powierzchniach 20-letnich (S20) 14,3 cm (od 14 do 15 cm), a 30-letnich (S30) 14,7 cm (od 14 do 15 cm) (tab. 1).

Zasobność (V) na powierzchniach rekultywowanych (R10) wyniosła średnio  $0,34 \text{ m}^3 \cdot \text{ar}^{-1}$ , na terenach pozostawionych sukcesji na powierzchniach S20  $1,27 \text{ m}^3 \cdot \text{ar}^{-1}$ , a na S30  $1,38 \text{ m}^3 \cdot \text{ar}^{-1}$ .

Na terenach rekultywowanych oznaczono 39 gatunków roślin naczyniowych, w tym 9 gatunków drzewiastych (z których 5 wprowadzono w ramach rekultywacji) oraz 30 gatunków roślin zielnych. Na terenach pozostawionych sukcesji zanotowano 47 gatunków roślin naczyniowych, w tym 14 gatunków drzew i krzewów, 30 gatunków roślin zielnych i 3 gatunki mchów. Na wszystkich badanych powierzchniach dominował trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigejos*), ponadto częstymi gatunkami były: mietlica pospolita (*Agrostis capillaris*), podbiał pospolity (*Tussilago farfara*), szczaw polny (*Rumex acetosella*), skrzyp polny (*Equisetum arvense*).

Na powierzchniach rekultywowanych w warstwie drzew (a) na powierzchniach 10-letnich występował modrzew europejski (*Larix decidua*) oraz dąb czewrony (*Quercus rubra*). W warstwie podszytu (b) sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*), brzoza brodawkowata (*Betula pendula*) i dąb czerwony (*Quercus rubra*). Na powierzchniach z sukcesji w warstwie (a) występowała brzoza brodawkowata (*Betula pendula*) i topola osika (*Populus tremula*). We wszystkich kategoriach wiekowych (S10, S20 i S30), w warstwie podszytu (b) na powierzchniach S10 i S20 występowały brzoza brodawkowata (*Betula pendula*), wierzba iwa (*Salix caprea*), wierzba szara (*Salix cinerea*), sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*) i topola osika (*Populus tremula*). Na powierzchni S30 oprócz gatunków występujących na powierzchniach S10 i S20 występowały czeremcha zwyczajna (*Padus avium*), kruszyna pospolita (*Frangula alnus*) i dąb bezszypułkowy (*Quercus petraea*).

Wartości ekologicznego wskaźnika świetlnego (L) na powierzchniach rekultywowanych wykazywały największy udział gatunków o umiarkowanych wymaganiach świetlnych (L wynoszący 4) stanowiąc 49% oraz preferujące pełne światło (L = 5) stanowiąc 45%. Gatunki rosnące w półcieniu (L = 3) stanowiły 5%, zaś preferujące umiarkowany cień (L = 2) niespełna 1%. Na powierzchniach z sukcesji najczęściej występowały gatunki o umiarkowanych wymaganiach świetlnych (L = 4) stanowiąc 70% udziału. Gatunki preferujące półcień (L = 3) stanowiły 17%, rosnące w pełnym świetle (L = 5) stanowiły 11%, rosnące w umiarkowanym cieniu (L = 2) stanowiły 2%.

Wartości ekologicznego wskaźnika wilgotności gleby (W) na powierzchniach rekultywowanych wskazywały, że największy udział

odnotowanych gatunków stanowiły gatunki preferujące siedliska świeże (W = 3), średnio 64%. Gatunki preferujące siedliska suche (W = 2) stanowiły 25%, wilgotne (W = 4) 10%, mokre (W = 5) 1%. Na powierzchniach z sukcesją największy udział stanowiły gatunki preferujące siedliska świeże (W = 3), średnio 57%. Gatunki preferujące siedliska wilgotne (W = 4) stanowiły 25%. Najmniej było gatunków rosnących na siedliskach suchych (W = 2), które stanowiły 18%.

Wartości ekologicznego wskaźnika trofizmu (Tr) wskazywały, że na powierzchniach rekultywowanych największy udział w liczbie odnotowanych gatunków (52%) stanowiły gatunki preferujące gleby umiarkowanie ubogie (Tr = 3). Gatunki rosnące na glebach zasobnych (Tr = 4) stanowiły 35%, a gatunki gleb ubogich (Tr = 2) według wskaźnika Tr stanowiły 13%. Na powierzchniach z sukcesji gatunki preferujące gleby umiarkowanie ubogie (Tr = 3) stanowiły średnio 53%, gleby zasobne (Tr = 4) 27%, gleby ubogie (Tr = 2) 20%.

Tab. 1. Wybrane cechy gleb inicjalnych

Tab. 1. Selected initial soil characteristics

kat. <sup>1</sup> cat.	poziom glebowy soil horion	Uziarnienie granulation			pH <sup>1</sup> (KCl)	PEW <sup>1</sup> EC	C <sub>org</sub> <sup>1</sup> SOC	N <sub>og</sub> <sup>1</sup> TN	S <sub>og</sub> <sup>1</sup> TS
		piasek sand	pył silt	ił clay					
		[%]							
R2	AC	74	17	9	6,5	1338	0,33	0,03	249,76
	C	52	20	28	7,3	842	0,25	0,03	102,67
R5	Ain	69	24	7	5,4	52	0,99	0,08	7,35
	AC	74	17	9	7,1	925	0,29	0,03	38,46
	C	52	20	28	4,2	554			14,26
R10	Olf	0	0		3,9	223		0,15	9,12
	Ain	71	22	7	4,3	104	0,66	0,06	1,79
	AC	71	22	7	4,8	39	0,28	0,04	0,26
	CI	53	29	18	4,2	28			
	CII	48	23	29	4,0	44			0,62
S10	Olf				3,9	332		0,26	59,2
	Ain	74	18	8	6,2	171	1,21	0,06	31,48
	AC	65	28	7	6,6	205	0,96	0,05	32,08
	C	54	30	16	4,2	42			6,73
S20	Olf	0	0		3,5	246		0,48	144,6
	Ain	68	24	8	3,2	248	0,98	0,05	18,24
	AC	67	25	8	3,5	37	0,50	0,04	11,51
	CI	67	26	7	3,4	246			7,69
	CII	90	4	6	4,0	24			0,69



S30	Olf	0	0		4,1	307		0,21	34,3
	Ain	66	23	11	3,6	61	1,40	0,07	5,97
	AC	60	22	18	4,0	28	0,36	0,03	
	C	69	24	7	3,7	42			2,49

<sup>1</sup> symbole objaśniono w tekście (rozdział: metodyka badań)

<sup>1</sup> the symbols are explained in the text (chapter: research methodology)

## DYSKUSJA WYNIKÓW

Przebadane próbki gleb na terenach rekultywowanych wykazały odczyn od bardzo kwaśnego do zasadowego. Odczyn bardzo kwaśny (pH 4,6 w H<sub>2</sub>O, 3,9 w KCl) oraz alkaliczne (pH 7,6 w H<sub>2</sub>O, 7,3 w KCl) wykazano tylko w jednym punkcie. Na terenach z sukcesji pH kształtowało się od bardzo kwaśnego do lekko kwaśnego. Odczyn silnie kwaśny (pH<5) określono w 9 punktach. Powierzchnie rekultywowane były neutralizowane wapnem, stąd wyższe wartości pH w tej grupie powierzchni. Wyższe zakwaszenie na terenach z sukcesją nie było toksyczne dla roślin.

Przewodność elektrolityczna właściwa w jednym tylko przypadku przekroczyła wartość 1000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , która wg. Gołdy [2005] jest uznawana za wartość graniczną dla roślin bardzo wrażliwych. Według FAO [Abrol i in. 1988] wartość PEW w przedziale od 800 do 1600  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  uznawane jest za zasolenie silne, przy którym jedynie rośliny odporne na bardzo wysoki poziom zasolenia mogą uzyskać wysoki plon.

Zawartość siarki w glebie w jednym przypadku w kategorii powierzchni rekultywowanych przekracza normy (>100 mg·100g<sup>-1</sup>, st. zanieczyszczenia IV – gleby silnie zanieczyszczone) uznane przez IUNG [Kabata-Pendias i in. 1995] za zawartości graniczne osiągając ok. 250 mg·100 g<sup>-1</sup>.

Stosunek węgla do azotu (C:N) na badanych powierzchniach był wąski – jak podaje Dobrzański [1995], nadmiar azotu uwalnianego może nie być w pełni wykorzystywany przez rośliny.

Na powierzchniach 10-letnich z sukcesji (S10) drzewa nie osiągnęły jeszcze progu pierśnicowania w przeciwieństwie do drzew na powierzchniach rekultywowanych w tym samym wieku (R10), gdzie średnia pierśnica drzew osiągnęła do 13 cm.

W składzie gatunkowym w warstwie A (drzew głównych) na powierzchniach w grupie terenów rekultywowanych gatunkiem dominującym był modrzew europejski, na powierzchniach z sukcesji brzoza brodawkowata. Między grupami powierzchni odnotowano znaczne różnice w składzie gatunkowym zbiorowisk roślinnych badanego terenu. Większość gatunków, których nie ma na terenach objętych rekultywacją, występuje na najstarszych powierzchniach pozostawionych procesowi sukcesji. Dowodzi to, że proces sukcesji przebiega

dynamicznie. Na różnice w składzie gatunkowym, poza wiekiem, niewątpliwie wpływ miały zabiegi rekultywacyjne i warunki glebowe.

Ekologiczny wskaźnik świetlny dla warstwy roślin zielnych wskazywał na większy udział roślin pełnego światła na powierzchniach rekultywowanych (średnio 45%) niż na powierzchniach z sukcesją (średnio 11%). Wskaźnik wilgotności (W) dla obydwu kategorii był charakterystyczny dla siedlisk świeżych. Wskaźnik trofizmu (Tr) w obydwu kategoriach powierzchni był zbliżony, a zbiorowiska były zdominowane przez gatunki siedlisk umiarkowanie ubogich (52% gatunków na powierzchniach rekultywowanych i 53% gatunków na powierzchniach pozostawionych sukcesji), jednak z znacznym udziałem gatunków siedlisk zasobnych (35% na rekultywowanych i 27% na powierzchniach z sukcesją). Wskazuje to na nieustabilizowane wartości wskaźnika trofizmu.

### WNIOSKI

- Na badanych powierzchniach nie zanotowano (z wyjątkiem sporadycznych przypadków) gleb nadmiernie zasiarczonych, stanowiących czynnik hamujący wzrost roślin;
- Zbiorowiska w obydwu kategoriach powierzchni różniły się znacznie składem gatunkowym w warstwie roślin zielnych. Ponadto zbiorowiska z sukcesji posiadały znacznie większą różnorodność gatunkową w warstwie drzew i podszytu;
- Zbiorowiska z sukcesji mogą stanowić cenne uzupełnienie w rozwijających się ekosystemach.

### LITERATURA

1. ABROL, I.P.; YADAV J.S.P; MASSOUD F.I; 1988. Salt-affected soils and their management. FAO Soil Bulletin, 39. (<http://www.fao.org>, dostęp 26.06.2015).
2. CZURAJ, M.; 1998, Tablice miąższości kłód odziomkowych i drzew stojących, Wydawnictwo Świat, Warszawa; ss. 239.
3. DOBRZAŃSKI, B.; ZAWADZKI, S.; (red.); 1995. Gleboznawstwo. PWRiL, Warszawa; ss. 561.
4. DULEWSKI, J.; UZAROWICZ, R.; 2008. Aspekty gospodarki gruntami i rekultywacji w górnictwie siarki na tle całego przemysłu wydobywczego. Miesięcznik WUG, Nr 6, 14-18.
5. GOŁDA, T.; 2005. Rekultywacja. Kraków: AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, ss.107.



6. GOŁDA, T; HAŁADUS, A; KULMA, R; 2005. Geozologiczne skutki likwidacji kopalń siarki w 19 rejonie Tarnobrzega. *Inżynieria Środowiska*, 10(1): 70-72.
7. GUS; 2013. *Ochrona środowiska 2013*.
8. KABATA-PENDIAS, A.; PIOTROWSKA, M.; MOTOWICKA-TERELAK, T.; MALISZEWSKA-KORDYBACH, B.; FILIPIAK, K.; KRAKOWIAK, A.; PIETRUCH, C.; 1995. Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. 19-20.
9. KRZAKLEWSKI, W.; 1988. Leśna Rekultywacja i biologiczne zagospodarowanie nieużytków przemysłowych. Kraków, skrypt AR. ss. 107.
10. MICHNO, W.; DZIEDZIC, W.; CZAJKOWSKI, R.; 2009. Przywracanie wartości użytkowych terenom górniczym na przykładzie KiZPS „SIARKOPOL”. *Zagrożenia Naturalne w Górnictwie*. 197-211.
11. WARZYBOK, W.; 2000. Rekultywacja terenów górniczych Kopalni Siarki “Jeziórko”. *Inżynieria Ekologiczna*, Nr 1, Ochrona i Rekultywacja Gruntów. Baranów Sandomierski 14-16 czerwca 2000, PTIE. Mat. Konferencji. 23-26.
12. ZARZYCKI, K.; TRZCIŃSKA-TACIK, H.; RÓŻAŃSKI, W.; SZELĄG, Z.; WOŁEK, J.; KORZENIAK, U.; 2002. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. *Różnorodność biologiczna Polski 2*. Kraków, IB PAN.

## **CHARACTERISTIC OF SELECTED SOIL PROPERTIES AND PLANT COMMUNITIES ON RECLAIMED SITES AND SITES LEFT FOR SUCCESSION ON POST- EXPLOITATION AREAS OF GRZYBÓW SULFUR MINE**

### *S u m m a r y*

*The soil and vegetation in area reclaimed and left the succession were researched on the post-mining areas KS Grzybów. There was not detected the phytotoxic sulfation of soils. Plant communities composition were different for both categories. The communities appeared in the way of succession should be complementary in the forest reclamation process because of their bigger diversity.*

Key words: mine, sulfur, reclamation, afforestation, succession