

KRZYSZTOF OTREMBA

## WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE GLEB ROZWIJAJĄCYCH SIĘ NA MATERIAŁACH POGÓRNICZYCH KWB „KONIN”.

### SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS DEVELOPING FROM POST-MINING MATERIALS OF THE “KONIN” BROWN COAL MINE

Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji, Zakład Rekultywacji w Koninie  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

*Abstract:* The study deals with selected physical properties of soils developing from post-mining materials. The interval of land reclamation and agricultural utilization of these soils was variable and ranged from 4, through 8, up to 30 years. The obtained results indicate that changes of the analyzed physical properties after 4 and 8 years of the application of reclamation treatments are barely noticeable. A clear improvement of these properties is apparent on the surface utilized for 30 years. The analyzed soil material underwent loosening; favourable changes also occurred in the aggregation parameters of the topsoil.

*Słowa kluczowe:* grunty pogórnice, rekultywacja rolnicza, gleba, właściwości fizyczne, struktura

*Key words:* post-mining soil, agricultural reclamation, soil, physical properties, structure

## WSTĘP

Osady pogórnice regionu Konina charakteryzują się niekorzystnym układem pomiędzy fazą stałą, ciekłą i gazową. Bardzo duża, bo powyżej  $1,8 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$  gęstość objętościowa materiału mineralnego, mała jego porowatość ogólna, a przede wszystkim bardzo mała ilość makropor powodują, że ruch wody, a także wymiana gazowa w tych osadach, są bardzo utrudnione [Wasilewski 1979]. Ten niewłaściwy układ trójfazowy stwarza nieprzyjające warunki do wzrostu i rozwoju roślin.

Wieloletnie badania prowadzone nad rekultywacją wymienionych osadów wskazują, że w naprawie właściwości fizycznych, obok intensywności stosowanych zabiegów rekultywacyjnych, bardzo ważną rolę odgrywa czas [Bender 1995, Gilewska, Otremba 2000, 2008].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wpływu okresu rekultywacji i rolniczego użytkowania na wybrane właściwości fizyczne gleb rozwijających się na osadach pogórnich KWB „Konin”. Szczególną uwagę zwrócono na parametry agregacji warstwy ornej.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w 2008 roku na trzech powierzchniach doświadczalnych, zlokalizowanych na zwałowiskach wewnętrznych odkrywek węgla brunatnego KWB „Konin”. Różniły się one okresem rekultywacji i rolniczego użytkowania. Powierzchnia nr 1, na której zabiegi rekultywacyjne prowadzone były od czterech lat oraz powierzchnia nr 2, z okresem ośmiu lat rolniczego użytkowania, znajdowały się na zwałowisku wewnętrznym odkrywki Józwin. Powierzchnia nr 3 z trzydziestoletnim okresem rekultywacji i rolniczego użytkowania jest na polu doświadczalnym Katedry Gleboznawstwa i Rekultywacji Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, usytuowanym na zwałowisku wewnętrznym odkrywki Pątnów. Na wszystkich powierzchniach realizowano, zgodnie z założeniami koncepcji roślin docelowych, paszowo-zbożowy system użytkowania, polegający na uprawie lucerny i zbóż ozimych.

Na każdej z wymienionej powierzchni usytuowano reprezentatywne profile glebowe, z których pobrano próbki glebowe z poziomów: 0-25, 25-50, 50-75 i 75-100 cm o naruszonej oraz nienaruszonej strukturze.

W próbkach o nienaruszonej strukturze oznaczono gęstość objętościową gleby suchej. Porowatość ogólną, kapilarną i tzw. makropory oznaczono w oparciu o krzywą sorpcji wody (pF). W próbkach o naruszonej strukturze oznaczono skład granulometryczny metodą Casagrande w modyfikacji Prószyńskiego, węgiel organiczny metodą Tiurina, a także węglany metodą Scheiblera [Mocek i in. 2006]. Dodatkowo po orce, z warstwy ornej każdej powierzchni, pobrano próbki o naruszonej strukturze w ilości około 50 kg każda, w celu określenia stanu agregacji gleby. Po doprowadzeniu próbek do stanu powietrznie suchego, każdą próbkę przesiano przez zestaw sit o wymiarach: 10, 7, 5, 3, 1, 0,5 i 0,25 mm. Z wydzielonych frakcji agregatów określono makro-, mezo- i mikroagregaty, średnią ważoną średnicę agregatu, a także: współczynnik strukturalności, wskaźnik zbylenia – iloraz procentowej zawartości frakcji o średnicy >10 mm do procentowej zawartości frakcji <10 mm oraz wskaźnik rozpylenia – iloraz procentowej zawartości frakcji o średnicy <0,25 mm do procentowej zawartości frakcji >0,25 mm [Rewut 1980].

## WYNIKI I DYSKUSJA

Osady pogórnice powstające w wyniku działalności KWB „Konin” to materiał macierzysty dla gleb składających się z glin zwałowych zlodowacenia Warty (szarych), glin zwałowych zlodowacenia Wisły (zółtych), ilów poznańskich oraz piasków. Zmieszanie i przypadkowe rozmieszczenie utworów o różnym pochodzeniu znajduje odzwierciedlenie w ich składzie granulometrycznym (tab. 1). Zróżnicowanie uziarnienia materiału zwałowego występuje zarówno pomiędzy analizowanymi powierzchniami, jak również w budowie profilowej tworzących się gleb. Najcięższym i najmniej zróżnicowanym w profilu składem granulometrycznym (frakcji ziemistych) charakteryzowały się próbki glebowe pobrane z powierzchni nr 1, wykazując generalnie uziarnienie gliny piaszczystej. Na powierzchni nr 2 materiał glebowy zawierał znacznie mniejszą ilość frakcji iłu koloidalnego (2-9%), co klasyfikuje go do grupy granulometrycznej piasku gliniastego. Na powierzchni nr 3 wierzchnie poziomy (0-25 i 25-50 cm) budują gliny piaszczyste, natomiast poziomy głębsze (50-75 i 75-100 cm) to – odpowiednio: piasek gliniasty i piasek słabo gliniasty. Należy jednak zaznaczyć, że analizowane osady pogórnice i rozwijające się z nich gleby charakteryzują się dużą zawartością części szkieletowych [Wasilewski 1979, Stachowski

TABELA 1. Skład granulometryczny, zawartość CaCO<sub>3</sub> i Corg  
TABLE 1. Texture, content CaCO<sub>3</sub> and Corg

Nr powierzchni Area No.	Poziom Horizon [cm]	% zawartość frakcji o średnicy % content of fraction with diameter [mm]			Grupa granulometryczna Textural group	CaCO <sub>3</sub> [g · kg <sup>-1</sup> ]	Corg [g · kg <sup>-1</sup> ]
		2-0,5	0,5-0,002	<0,002			
1	0-25	71	18	11	gp	50	6,5
	25-50	64	22	14	gl	58	6,6
	50-75	71	20	9	gp	54	5,0
	75-100	71	19	10	gp	54	5,0
2	0-25	79	12	9	pg	26	3,5
	25-50	80	18	2	pg	25	3,9
	50-75	78	20	2	pg	30	2,1
	75-100	78	16	6	gp	38	5,6
3	0-25	71	18	11	gp	45	9,8
	25-50	73	12	15	gp	48	3,8
	50-75	81	9	10	pg	31	2,5
	75-100	90	2	8	ps	36	2,0

1999]. Według Systematyki gleb Polski [PTG 2008] należą one do utworów szkieletowatych. Bender i Gilewska [1989] podają, że osady pogórnice nawet o tym samym uziarnieniu mogą mieć różny skład mineralogiczny, a tym samym i różne właściwości fizyczne, chemiczne i fizykochemiczne.

Dane zamieszczone w tabeli 2 potwierdzają sygnalizowane wcześniej niekorzystne właściwości fizyczne materiału glebowego (powierzchnie nr 1 i 2). W próbkach glebowych pobranych z ich poziomów wierzchnich (0-25 i 25-50 cm) gęstość objętościowa gleby suchej przekraczała 1,8 Mg · m<sup>-3</sup>, a porowatość ogólna wynosiła 0,30 m<sup>3</sup> · m<sup>-3</sup>.

TABELA 2. Wybrane właściwości fizyczne  
TABLE 2. The some physical properties

Nr powierzchni Area No.	Poziom Horizon [cm]	Gęstość objętościowa gleby suchej Bulk density [Mg · m <sup>-3</sup> ]	Porowatość Porosity [m <sup>3</sup> · m <sup>-3</sup> ]		
			ogólna total	kapilarna capillary	makropory macropores
1	0-25	1,83	0,31	0,27	0,04
	25-50	1,85	0,31	0,27	0,04
	50-75	1,99	0,25	0,21	0,05
	75-100	1,99	0,25	0,20	0,05
2	0-25	1,84	0,31	0,27	0,04
	25-50	1,62	0,39	0,35	0,05
	50-75	1,97	0,26	0,23	0,03
	75-100	1,96	0,27	0,23	0,04
3	0-25	1,60	0,40	0,33	0,07
	25-50	1,86	0,30	0,25	0,05
	50-75	1,80	0,33	0,27	0,06
	75-100	1,72	0,36	0,31	0,05

W poziomach głębszych (50-75 i 75-100 cm) gęstość objętościowa gleby wzrastała do około  $2,0 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , a porowatość zmalała do około  $0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ . Zawartość makropor w tych próbkach, niezależnie od głębokości pobrania, wynosiła około  $0,04 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ . Na powierzchni nr 3, stosowane od 30 lat zabiegi rekultywacyjne, spowodowały rozluźnienie materiału zwałowego w całym profilu glebowym. Największe zmiany zaszły jednak w poziomie ornym. Gęstość gleby w stanie suchym w tym poziomie wynosiła  $1,6 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$  i była o ok.  $0,2 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$  mniejsza niż w poziomach głębszych. Porowatość ogólna wzrosła o ok.  $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  (ok. 10%), osiągając wartość  $0,40 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ . Konsekwencją zmian w porowatości był wzrost makropor do  $0,07 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ .

Wśród właściwości fizycznych struktura gleby zajmuje szczególnie ważne miejsce. Reguluje ona stosunki powietrzno-wodne, infiltrację wody, a także warunki rozwoju korzeni roślin [Domżał, Pranagal 1994; Paluszek 1994]. Dane zawarte w tabeli 3 wskazują, że analizowane powierzchnie różniły się parametrami agregacji. Na powierzchni nr 1 w poziomie ornym dominowały formy bryłowe (ok. 54%). Pozostałą część stanowiły przede wszystkim mezo- i makroagregaty (0,25-10,0 mm), natomiast mikroagregaty (< 0,25 mm) stanowiły zaledwie 0,4%. Wydłużenie do 8 lat okresu użytkowania rolniczego na powierzchni nr 2 spowodowało wyraźne zmniejszenie (ok. 14%) ilości brył, a wzrost o ok. 23% ilości form agregatowych, zwłaszcza mezoagregatów (o ok. 18%). Na powierzchni nr 3 – po 30 latach użytkowania – ilość brył spadła o kolejne 7%, osiągając już tylko wartość 23%. Na powierzchniach nr 2 i 3 największą ilościowo grupą, odgrywającą zasadniczą rolę w kształtowaniu właściwości fizycznych, były mezoagregaty (0,25-5,0 mm).

Średnia ważona średnica agregatu (tab. 3) była również uzależniona od długości okresu rolniczego użytkowania. Na powierzchni nr 3 wartość tego parametru wynosiła 10,8 mm i była prawie dwukrotnie mniejsza niż na powierzchni nr 1 (21,1 mm) oraz o ok. 20% mniejsza niż na powierzchni nr 2. Podobne relacje dotyczą wskaźnika zbrzylenia. Jego wartość na powierzchni nr 1 wynosiła 1,2. Wydłużenie okresu użytkowania gleby na powierzchniach nr 2 i 3 spowodowało trzykrotny spadek jego wartości, odpowiednio do 0,4 i 0,3. Wartości wskaźnika zbrzylenia, jak również średniej ważonej średnicy agregatu, uzyskane w badaniach różnią się od wartości podanych przez Waćławowicz i Tendziągolską [2008], a także Parylak i Waćławowicz [2004] dla gleby uprawnej, należącej do kompleksu pszennego dobrego. Według tych autorów parametry te kształtują się odpowiednio na poziomie: 0,6-1 i 3,5-4,05 mm.

Tabela 3. Parametry agregacji warstwy ornej

Table 3. Parameters of structure on ploughing layer

Nr powierzchni Area No.	% zawartości agregatów o średnicy % content of aggregates with diameter			% zawartość brył o średnicy % content of clods with diameter	Średnia ważona średnica agregatu Weighed mean aggregate [mm]	Wskaźnik zbrzylenia Index of clodiness	Wskaźnik rozpylenia Index of misting	Współczynnik strukturalności Index of structure	
	[mm]								[mm]
	<0,25	0,25-5,0	5,0-10,0						>10,0
1	0,4	23,9	21,9	53,8	21,1	1,2	0,004	0,4	
2	1,8	42,0	27,1	29,1	13,2	0,4	0,02	0,9	
3	2,8	39,3	35,1	22,8	10,8	0,3	0,03	1,2	

Wartości wskaźnika rozpylenia wierzchniej warstwy (tab. 3) są za to znacznie mniejsze od uzyskanych przez wyżej wymienionych autorów. Zbrylenie, a także rozpylenie wierzchniej warstwy wpływa na rozwój roślin, gdyż są to czynniki w dużej mierze decydujące o jakości zasiewów i wschodach roślin.

Gleba rozwijająca się od 30 lat na terenach pogórnicych charakteryzuje się trzykrotnie większym współczynnikiem strukturalności, niż tworząca się dopiero gleba na powierzchni nr 1 (tab. 3). Stosunkowo małe różnice w parametrach agregacji wierzchniej warstwy pomiędzy powierzchniami nr 2 i 3 – mimo dużej różnicy w czasie ich rolniczego użytkowania wynikają z różnego składu granulometrycznego. Mała ilość frakcji koloidalnej na powierzchni nr 2 przyczynia się do obniżenia spoistości i plastyczności, przez co agregaty łatwiej się rozpadają.

Zarówno uzyskane wyniki, jak również wcześniejsze rezultaty badań [Gilewska, Otremba 2000, 2008] dowodzą, jak ważną rolę w kształtowaniu właściwości fizycznych odgrywa czas rolniczego użytkowania zrehabilitowanych terenów pogórnicych. W okresie czterech i ośmiu lat stosowania zabiegów rekultywacyjnych zmiany tych właściwości są mało widoczne. Zauważalne są one dopiero po 20-30 latach. Od czasu ich uprawy uzależnione są nie tylko procesy wietrzeniowe lecz także oddziaływanie szaty roślinnej. Rośliny poprzez system korzeniowy nie tylko w sposób mechaniczny oddziałują na glebę, ale także są źródłem substancji organicznej w formie słomy i innych resztek roślinnych. Ilość wprowadzonej do gleby substancji organicznej uzależniona jest nie tylko od okresu rekultywacji, ale również od poziomu nawożenia mineralnego [Gilewska, Otremba 2001]. Gilewska [1995] podaje, że spośród wprowadzanych z nawożeniem makroelementów największą rolę plonotwórczą i strukturotwórczą odgrywa azot. O wpływie azotu na zmniejszenie zbrylenia gleby uprawnej donoszą już wcześniej wspomniani Waclawowicz i Tendziagolska [2008] oraz Parylak i Waclawowicz [2004].

Większa ilość materii organicznej, przyczynia się do rozluźnienia trójfazowego układu „młodej gleby” poprzez tworzenie korzystniejszych relacji między rodzajami porów. Stymuluje także aktywność mikroorganizmów glebowych, które produkują substancje o charakterze lepiszcza. Dane zawarte w tabeli 1 wskazują, że zawartość węgla, a tym samym materii organicznej w poziomie ornym na powierzchni nr 3, jest odpowiednio od 1,5 do ponad 2-krotnie większa niż na powierzchniach 1 i 2. Badania Gilewskiej i Otremba [2004], przeprowadzone po okresie dwudziestu lat rekultywacji wykazały, że przyrost zawartości węgla organicznego w warstwie ornej wynosił od 3,5 do 4,1 g · kg<sup>-1</sup>.

Pomimo tych korzystnych zmian, w ostatnich latach obserwuje się tendencję do zbrylania poziomów ornych, nawet na powierzchniach rekultywowanych od 30 lat. Należy sądzić, że może być to spowodowane niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi w okresie letnim (wyższe temperatury, mniejsze opady). Są to warunki sprzyjające procesowi cementacji masy glebowej. Sprzyja temu duża zawartość węglanów wapnia. Ich ilość w analizowanych osadach wynosi od 25 do 58 g · kg<sup>-1</sup> (tab. 1). Obecne są w całym profilu. Płóciniczak [2007] podaje że około 50% zawartości węglanów stanowią dwuwęglany (wodorowęglany).

## WNIOSKI

1. Zmiany we właściwościach fizycznych, w tym szczególnie w cechach strukturotwórczych gleb rozwijających się z osadów pogórnich KWB „Konin”, uzależnione są zarówno od okresu rekultywacji, jak również czasu i intensywności ich rolniczego użytkowania.
2. Trzydziestoletni okres zabiegów agrotechnicznych wpłynął na właściwości fizyczne, a przede wszystkim na parametry struktury poziomej tworzącej się gleby. Zmniejszenie się gęstości gleby, wzrost porowatości ogólnej, a także korzystne zmiany ilościowe w wielkości agregatów powodują, iż poziomy orne tych gleb w coraz większym stopniu upodabniają się do większości gleb mineralnych.
3. Swoistą cechą tych gleb, prawdopodobnie jeszcze przez wieloletnia, zostanie wysoka średnia ważona średnica agregatu, co może wynikać z dużej zawartości węglanów, mających zasadnicze znaczenie w procesie cementacji masy glabowej.

## LITERATURA

- BENDER J. 1995: Rekultywacja terenów pogórnich w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 418: 75-86.
- BENDER J., GILEWSKA M. 1989: Technologia urabiania nadkładu i formowanie zwałowisk w górnictwie odkrywkowym i jego skutki gospodarcze. [W:] Zagadnienia zoologiczne w przemyśle wydobywczym i przetwórczym surowców mineralnych. AGH Kraków: 19-31.
- DOMŻAŁ H., PRANAGAL J. 1994: Wodoodporność agregatów glebowych jako wskaźnik degradacji gleb wywołanej użytkowaniem rolniczym. *Fragm. Agron.* 3: 22-33.
- GILEWSKA M. 1995: Wpływ zabiegów rekultywacyjnych na kształtowanie agregatowej struktury gruntów pogórnich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 418: 703-707.
- GILEWSKA M., OTREMB A. 2000: Właściwości fizyczne gleby powstałej z gruntów pogórnich w procesie rekultywacji. *Rocz. AR Poznań* 317, *Roln.* 56: 357-365.
- GILEWSKA M., OTREMB A. 2001: Wpływ dwudziestoletnich zabiegów rekultywacyjnych na właściwości gruntu pogórnich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 477: 209-215.
- GILEWSKA M., OTREMB A. 2004: Właściwości gleb formowanych z gruntu pogórnich. *Rocz. Glebozn.* 55, 2: 111-121
- GILEWSKA M., OTREMB A. 2008: Wpływ paszowego systemu użytkowania na właściwości fizyczne gleb rozwijających się z gruntów pogórnich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 526: 163-170
- MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P. 2006: Geneza analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. A.R. Poznań: 416 ss.
- PALUSZEK J. 1994: Wpływ erozji wodnej na strukturę i wodoodporność agregatów gleb pływowych wytworzonych z lessu. *Rocz. Glebozn.* 45, 3-4: 21-31.
- PARYŁAK D., WACŁAWOWICZ R. 2004: Wpływ nawożenia organicznego w trzecim roku po zastosowaniu oraz dawek azotu na wskaźniki struktury gleby średniej. *Rocz. Glebozn.* 55, 1: 193-201.
- PŁÓCINICZAK A. 2007: Aktywność enzymatyczna gleb rozwijających się gruntów pogórnich w procesie rekultywacji. Rozprawa doktorska. Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji Poznań: 202 ss.
- PTG 2008: Systematyka gleb Polski 2008. Wersja pierwsza wydania 5. Wyd. UP Poznań: 217 ss.
- REWUT I.B. 1980: Fizyka gleby. PWRiL Warszawa: 384 ss.
- STACHOWSKI P. 1999: Gospodarka wodna rekultywowanych rolniczo gleb terenów pogórnich. Maszyn. Rozprawa doktorska Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska Poznań: 150 ss.
- WACŁAWOWICZ R., TENDZIAGOLSKA E. 2008: Długotrwałe oddziaływanie nawożenia organicznego i azotowego na wskaźniki struktury roli. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2: 81-89.
- WASILEWSKI S. 1979: Ocena przydatności gruntów pogórnich Zagłębia Konińskiego do rekultywacji rolniczej. Cz.1 Właściwości gruntów pogórnich. Arch.Ochr. Środ. 1: 57-59.

*Dr inż. Krzysztof Otremba*

*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

*Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji, Zakład Rekultywacji z siedzibą w Koninie*

*ul. Przemysłowa 120, 62-510 Konin*

*e-mail: krzysiek.rekul@op.pl*