



# **Wpływ dodatku pyłu z węgla brunatnego na podstawowe właściwości fizyczne i wodne poziomu uprawnego gleby powstającej z gruntów pogórnich KWB Konin**

*Krzysztof Otremba, Zbigniew Kaczmarek, Piotr Gajewski  
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań*

## **1. Wstęp**

Grunty pogórnice KWB Konin powstałe w wyniku deponowania nadkładu na zwałowiskach zewnętrznych i wewnętrznych są rekultywowane są zgodnie z zasadami koncepcji gatunków docelowych Bendera. Technologia rekultywacji rolniczej realizowana według tej koncepcji opiera się na naprawie chemizmu i naprawie właściwości fizycznych wspomagających rozwój szaty roślinnej i stymulujących procesy biogeochemiczne [1]. Jedną z głównych ról w tej koncepcji odgrywa czynnik antropogeniczny zespalaający oddziaływanie czynników biotycznych i abiotycznych w spójny układ wspomagających się wzajemnie czynności i oddziaływań rekultywacyjnych, zmierzających do przekształcenia w ciągu około 10-ciu lat tego specyficznego materiału macierzystego w glebę [6, 7]. Jednym z przedsięwzięć rekultywacyjnych zastosowanych w badaniach był dodatek pyłu węgla brunatnego, odpadu powstającego przy produkcji brykietów [2]. Zastosowanie pyłu węgla brunatnego w rekultywacji, a także jako głównego składnika nawozów organiczno-mineralnych, wynika ze składu jego materii organicznej oraz specyficznych właściwości fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych [4, 12, 16]. W pracy podjęto próbę określenia wpływu dodatku pyłu z węgla brunatnego na podstawowe właściwości fizyczne i wodne poziomu uprawnego gleby antropogenicznej po 18 latach od jego aplikacji. Jest to gleba, którą można zaliczyć do gleb antropogenicznych, industrioziemnych.

## 2. Materiał i metody

Obiekt badań zlokalizowany był na polu doświadczalnym Katedry Gleboznawstwa i Rekultywacji założonym na zwałowisku wewnętrznym Pątnów w 1978 roku. Doświadczenie jest dwuwariantowe. Jako kontrolę przyjęto powierzchnię z jednym poziomem nawożenia mineralnego wynoszącym  $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $40 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $80 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$  – Wariant A. W wariancie B – w roku 1992, zaaplikowano nawożenie pyłem węgla brunatnego w ilości  $1000 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W tym wariancie stosowane są cztery kombinacje nawozowe: 1 – 0 NPK (bez nawożenia); 2, 3 i 4: 100, 200 i  $300 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  przy stałym poziomie nawożenia fosforem i potasem wynoszącym  $40 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $80 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W obu wariantach doświadczenia uprawiane były zboża ozime i stosowane te same nawozy mineralne (saletra amonowa, superfosfat potrójny, sól potasowa 60%). Słoma i inne resztki roślinne były corocznie przyorywane. Plony zbóż w pierwszych latach badań, w wariancie bez dodatku pyłu węgla brunatnego wynosiły około  $2,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a w wariancie z pyłem węglowym, w zależności od dawki azotu od  $1,3$  do  $2,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  [2] i w dalszym ciągu utrzymują się na tym samym poziomie.

W 2010 r. z poszczególnych poletek, z warstwy ornej (0–30 cm) gleb, do badań laboratoryjnych pobrano próbki o strukturze naruszonej i nienaruszonej ( $V = 100 \text{ cm}^3$ ). Oznaczono w nich takie właściwości, jak: węgiel ogólny i azot ogólny – analizatorem Vario Max, skład granulometryczny metodą Bouyoucosa w modyfikacji Prószyńskiego [22], gęstość fazy stałej metodą piknometryczną [25], gęstość gleby – z wykorzystaniem naczynek Nitzscha o pojemności  $100 \text{ cm}^3$ , porowatość – obliczono na podstawie oznaczeń gęstości, wilgotność higroskopową – metodą suszarkowo-wagową [21], maksymalną pojemność higroskopową – w komorze próżniowej przy podciśnieniu  $0,8 \text{ atm}$  w obecności nasyconego roztworu  $\text{K}_2\text{SO}_4$  [21], filtrację – metodą stałego spadku ciśnienia [14], potencjał wiązania wody przez glebę – metodą komór ciśnieniowych Richardsa [13], potencjalną (PRU) i efektywną (ERU) retencję użyteczną – obliczono na podstawie oznaczeń pF, porowatość efektywną (drenażową) – określono jako różnicę pomiędzy porowatością całkowitą i wilgotnością połowej pojemności wodnej (oznaczonej przy potencjale pF = 2,0 oraz cząstkowej objętości porów o średnicy powyżej  $30 \mu\text{m}$ ), porowatość różnicową określono na podstawie krzywych desorpcji wody przez glebę. Zamieszczone wyniki są wartościami uśrednionymi z dziesięciu powtórzeń.

### 3. Wyniki i dyskusja

Skład granulometryczny badanych próbek glebowych był wyrównany i wykazywał według PTG [23] uziarnienie charakterystyczne dla glin piaszczystych (tab.1). Zawartości poszczególnych frakcji mieściły się w granicach: 6–10% iłu, 22–25% pyłu, 65–71% piasku. Zawartość węgla ogólnego w glebie w wariantcie A wyniosła 21,0 g·kg<sup>-1</sup>. W wariantcie z dodatkiem pyłu węgla brunatnego była od cztero do pięciokrotnie wyższa (80,1–118,2 g·kg<sup>-1</sup>) (tab. 2). Wartości te malały wraz ze wzrostem stosowanych w wieloleciu dawek azotu (tab. 2). Na wzrost zawartości węgla ogólnego w glebach uprawnych – po aplikacji nawozu na bazie węgla brunatnego – zwracają uwagę także inni autorzy [3, 17, 18].

**Tabela 1.** Skład granulometryczny badanych gleb

**Table 1.** Texture of investigated soils

Wariant nawozowy Variant of the fertilizer	Głębokość Depth [cm]	Zawartość frakcji [%] o średnicy [mm] Fraction content [%] of diameter [mm]							Grupa granulometryczna wg: Texture acc. to: [PTG 2008]
		22,0–1,0	11,0–0,5	00,5–0,25	00,25–0,05	00,05–0,02	00,02–0,002	<0,002	
A	0–30	16	22	26	3	11	14	8	gp
B1	0–30	11	23	30	4	11	11	9	gp
B2	0–30	10	23	34	4	10	14	6	gp
B3	0–30	11	23	31	3	8	16	8	gp
B4	0–30	9	20	32	4	10	15	10	gp

Z danych zawartych w tabeli 2 wynika, że niezależnie od poziomu stosowanego nawożenia azotem (100–300 kg N·ha<sup>-1</sup>), w wariantcie B stwierdzono bardzo wyrównaną zawartość Nog. tj. od 1,7 do 1,9 g·kg<sup>-1</sup>. Podobną zawartością azotu ogólnego charakteryzowała się gleba A. Stosunek C:N był w niej zbliżony do optimum agrotechnicznego dla gleb uprawnych i wynosił 13,13 a w glebach z dodatkiem pyłu węgla brunatnego od 44,44 do 62,10.

**Tabela 2.** Podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne  
**Table 2.** Basic physical and chemical properties

Wariant nawozowy <i>Variant of the fertilizer</i>	Węgiel ogólny <i>Total carbon</i> [g·kg <sup>-1</sup> ]	Azot ogólny <i>Total nitrogen</i> [g·kg <sup>-1</sup> ]	C:N (-)	Gęstość fazy stałej <i>Specific density</i> [Mg·m <sup>3</sup> ]	Gęstość gleby suchej <i>Bulk density</i> [Mg·m <sup>3</sup> ]	Porowatość całkowita <i>Total porosity</i> [m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]
A	21,0	1,6	13,13	2,63	1,53	0,4182
B1	118,2	1,9	62,10	2,55	1,21	0,5255
B2	98,6	1,7	57,65	2,56	1,13	0,5586
B3	95,5	1,8	52,78	2,56	1,28	0,5000
B4	80,1	1,8	44,44	2,58	1,41	0,4535
	Makropory <i>Macropores</i>	Mezopory <i>Mesopores</i>	Mikropory <i>Micropores</i>	Woda hiroskopowa <i>Higroscopic water</i> [% vv]	Maksymalna pojemność hiroskopowa <i>Maximum higroscopic water</i> [% vv]	
	[m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]					
A	0,1952	0,1792	0,0438	3,43	4,38	
B1	0,1125	0,3221	0,0909	6,49	9,09	
B2	0,2390	0,2362	0,0834	5,95	8,34	
B3	0,1777	0,2167	0,1056	7,25	10,56	
B4	0,1309	0,2289	0,0937	7,02	9,37	

Przy wyrównanym składzie granulometrycznym, gęstość fazy stałej była uzależniona od zawartości węgla ogólnego. Jej najwyższa wartość w glebie wariantu A (2,63 Mg·m<sup>-3</sup>) wydaje się więc być w pełni uzasadnioną. W glebach z dodatkiem pyłu węgla wymienioną gęstość uzyskano na znacznie niższym poziomie – od 2,55 do 2,58 Mg·m<sup>-3</sup>, a jej wartości rosły wraz ze spadkiem zawartości węgla (tab.2). Wysoka i dość wyrównana była zawartość wody hiroskopowej (H) – od 6,49 do 7,25%, przy znacznie niższym jej udziale (3,43%) w glebie wariantu A, o najniższej zawartości Cog. Podobnie przedstawiał się stan wilgotności przy maksymalnej pojemności hiroskopowej (MH). W glebach z dodatkiem pyłu węgla brunatnego mieściła się ona w granicach od 8,34 do 10,56%, a 4,38% w glebie bez tego dodatku (tab. 2).

Gęstość gleby była najwyższa w glebie wariantu A, a ściśle związana z nią porowatość całkowita wykazała wartość najniższą –  $0,4182 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ . Gęstość gleb z dodatkiem pyłu węgla brunatnego była znacznie niższa; nie wykazywała żadnych prawidłowości pod względem badanych dawek nawożenia mineralnego. Mieściła się w przedziale od 1,13 do 1,41  $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , przy porowatości wynoszącej – odpowiednio:  $0,5586$  i  $0,4535 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  (tab. 2). O korzystnym wpływie nawożenia preparatami z węgla brunatnego na gęstość i porowatość gleby uprawnej oraz rekultywowanego gruntu pogórniczego donoszą Maciejewska i Kwiatkowska [19]. Poprawa wymienionych właściwości wystąpiła po zastosowaniu przez nich preparatów: Month i Rekulter, w dawce wynoszącej 3% w stosunku do masy gruntu.

Ilość makroporów w glebach obu wariantów doświadczenia była zróżnicowana. Najmniej mezoporów –  $0,1792 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  – oznaczono w porowatości ogólnej gleby bez dodatku pyłu węgla. W glebach z tym dodatkiem, jednostkowa ich objętość była nawet dwukrotnie większa. Największą zmianę jakościową porowatości zauważono w obrębie mikroporów. Porównując ich udział w porowatości ogólnej stwierdzony w glebie wariantu A ( $0,0438 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ) z kombinacjami nawozowymi wariantu B, zauważyć można około dwukrotny wzrost (od  $0,0834$  do  $0,1056 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ). Wiązać to należy z udziałem węgla brunatnego jako komponentu ich fazy stałej. Zróżnicowania tej cechy w zależności od poziomu nawożenia azotem i zawartości węgla nie zauważa się. Rozkład jakościowy porów determinuje siły wiązania wody w danej glebie, a tym samym jej dostępność dla roślin. Większa ilość mezoporów, w których wiązana jest woda kapilarna, jest zjawiskiem korzystnym. Duża ilość mikroporów, wiążących wodę niedostępną dla większości roślin, powoduje negatywne zmiany, polegające na zmniejszeniu się udziału wody użytecznej, w stosunku do całkowitej zdolności retencyjnej gleby. Zawartość wody przy poszczególnych potencjałach wiązania jej przez glebę wariantu A kształtowała się na poziomie wartości charakterystycznych dla gleb uprawnych o zbliżonym uziarnieniu oraz podobnej zawartości węgla ogólnego (tab.3). Co prawda wykazywała ona najniższą pojemność wodną (PPW;  $pF_{2,0} = 22,42\%$ ), lecz przy dolnych granicach dostępności wody ( $pF_{3,7} = 16,14$ ;  $pF_{4,2} = 9,02\%$ ) stwierdzono w niej wilgotności korzystnie niskie, co skutkuje poszerzeniem się przedziałów ERU i PRU, w których woda jest dostępna dla roślin.

**Tabela 3.** Potencjał wiązania wody przez glebę oraz efektywna i potencjalna retencja użyteczna**Table 3.** Soil water potentials and the readily and total available water

Wariant nawozowy <i>Variant of fertilizer</i>	Pojemność wodna przy pF: <i>Water capacity at pF [% v/v]</i>						ERU <i>RAV</i> [% v/v]	PRU <i>TAW</i> [% v/v]
	0,0	2,0	2,5	3,7	4,2	4,5	2,0–3,7	2,0–4,2
A	40,22	22,42	22,30	16,14	9,02	4,38	6,28	13,40
B1	50,21	41,82	41,30	38,40	14,98	9,09	3,42	26,84
B2	53,27	32,47	31,96	31,42	12,33	8,34	1,05	20,14
B3	48,71	33,50	32,23	30,52	14,12	10,56	2,98	19,38
B4	44,34	34,20	32,26	25,53	17,08	9,37	8,67	17,12

W glebach z dodatkiem pyłu węgla brunatnego PPW była znacznie większa i wynosiła od około 32–34%. W tym wariacie (B), wysokim PPW (41,82%) wyróżnia się kombinacja bez nawożenia mineralnego. W pozostałych wilgotność osiągała wysokie wartości, ale w dolnych granicach dostępności wody. Przy granicy wody produkcyjnej (pF3,7) mieściły się one w przedziale od 12,33 do 17,08%, a przy wilgotności trwałego wędnięcia (pF4,2) – od 8,34 do 10,56%. Taki wzajemny układ opisanych wilgotności powodował, że wskaźniki potencjalnej (PRU) i efektywnej (ERU) retencji użytecznej wykazywały w glebach z dodatkiem pyłu węgla brunatnego wielkości dość nietypowe. ERU, z wyjątkiem gleby B4 (8,67%), była bardzo mała, mieszcząc się w przedziale od 1,05 do 3,42%, natomiast PRU zdecydowanie wysoka – od 17,12 do 26,84%. Gleby te (B) cechują się więc wysokimi zdolnościami retencyjnymi, lecz przeważająca część wody jest w nich związana dużymi siłami. Całkowita ilość wody dostępnej jest więc w nich duża, lecz w jej obrębie przeważają postaci trudno dostępne. Taki wzajemny układ pojemności wodnej powoduje ekstremalnie słabe zaopatrzenie roślin uprawnych w wodę wykorzystywaną do przyrostu biomasy, a jednocześnie całkiem dobrze zabezpiecza przed obumarciem plantacji podczas okresów suszy. Na wzrost kapilarnej pojemności wodnej w efekcie nawożenia gleb uprawnych preparatami z węgla brunatnego wskazuje Maciejewska i Kwiatkowska [19]. Zarówno potencjalna, jak i efektywna retencja użyteczna w glebie bez dodatku pyłu z węgla brunatnego (tab.3), utrzymywała się na poziomie typowym dla gleb uprawnych, o podobnym uziarnieniu i zawartości węgla ogólnego [9, 24].

Największą prędkość filtracji (tab. 4) wykazała warstwa orna gleby A ( $27,10 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Mniejsze wartości uzyskano w wariancie z dodatkiem pyłu węgla brunatnego – od 12,20 do 20,34  $\mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Wyniki te należy uznać za niskie, typowe dla glin piaszczystych [5, 8–11]. Oprócz wspomnianego obniżenia się wartości współczynnika filtracji, nie dostrzeżono tu żadnych innych prawidłowości, także w zakresie zależności współczynnika filtracji od wielkości porowatości całkowitej i drenażowej (tab. 2, 4).

**Tabela 4.** Współczynnik filtracji i porowatość drenażowa

**Table 4.** Saturated hydraulic conductivity and drainage porosity

Wariant nawozowy Variant of the fertilizer	Współczynnik filtracji Saturated hydraulic conductivity [ $\mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	Porowatość drenażowa Drainage porosity [ $\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}$ ]
A	27,10	0,1940
B1	15,76	0,1073
B2	10,58	0,2339
B3	12,20	0,1650
B4	20,34	0,1115

#### 4. Wnioski

1. Podstawowe właściwości fizyczne i wodne warstw ornych gleb antropogenicznych rekultywowanych rolniczo, zgodnie z założeniami koncepcji roślin docelowych Bendera, kształtowały się na poziomie charakterystycznym dla gleb uprawnych, o zbliżonym uziarnieniu i zawartości węgla ogólnego.
2. Efekt zastosowania dodatku pyłu z węgla brunatnego do warstwy powierzchniowej (0–30cm) gleby antropogenicznej zauważalny jest nawet po 18-stu latach od aplikacji. Wpłynął on na obniżenie się gęstości gleby oraz gęstości jej fazy stałej, wzrost porowatości całkowitej, powiększenie się udziału mezo- i mikroporów, podniesienie się wartości H i MH.
3. W glebach z dodatkiem pyłu węgla brunatnego zawartość wody produkcyjnej była skrajnie niska. Znacznie większa była ilość wody trudno dostępnej, związanej siłami od 3,7 do 4,2 pF. Ogranicza to spektrum roślin uprawnych zalecanych do uprawy na takich terenach, lecz jednocześnie umożliwia roślinom przetrwać okresowe niedobory wody.

## Literatura

1. **Bender J.:** *Rekultywacja terenów pogórnicych w Polsce*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 418, 75–86 (1995).
2. **Bender J., Gilewska M.:** *The influence of organic-mineral fertilizer on productivity of dump soils and low class bonitation*. Roczn. AR w Poznaniu, 310, Melior. Inż. Środ. 20, cz.II, 113–123 (1999).
3. **Dębska B., Maciejewska A. Kwiatkowska J.:** *The effect of fertilization with brown coal on Haplic Luvisol humic acids*. Rostlinná Výroba, 48, 1, 33–39 (2002)
4. **Fong S.S., Seng L., Chong W.N., Asing J., Md Nor M.F., Mohd Pauzan A.S.:** *Characterization of the coal derived humic acids from Mukah, Sarawak as soil conditioner*. J. Braz. Chem. Soc., 17, 582–587 (2006).
5. **Gajewski P., Kaczmarek Z., Grzelak M., Owczarzak W.:** *Zdolności filtracyjne gleb płowych wytworzonych z glin zwałowych równiny dennomorenowej*. Roczn. Gleb. 58,1/2, 45–52 (2007)
6. **Gilewska M.:** *Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnicych na przykładzie KWB Konin*. Roczn. AR w Poznaniu, Rozp. Naukowe, 211, 59, 1991.
7. **Gilewska M., Otremba K., Owczarzak W.:** *Wpływ dodatku wełny mineralnej na cechy struktury gleby rozwijającej się ze spoistych materiałów pogórnicych*. Roczn. Gleb. 62, 2, 115–123 (2011).
8. **Kaczmarek Z.:** *Zdolności filtracyjne gleb płowych i czarnych ziem wytworzonych z glin morenowych w rejonach oddziaływania Koninśkiego Zagłębia węglowego*. Roczn. AR w Poznaniu, 355, Roln., 61, 63–76 (2001).
9. **Kaczmarek Z.:** *Wybrane właściwości fizyczne i wodne mineralnych gleb uprawnych w zasięgu prognozowanego leja depresji odkrywki węgla brunatnego „Tomisławice”*. Roczn. Gleboz. 62, 2, 154–163 (2011).
10. **Kaczmarek Z., Owczarzak W., Mocek A.:** *Właściwości fizyczne i wodne gleb płowych i czarnych ziem położonych w bezpośrednim sąsiedztwie odkrywki Kazimierz KWB KONIN*. Roczniki AR w Poznaniu 317, Roln. 56, 265–276 (2000)
11. **Kaczmarek Z., Szychalski M., Gajewski P.:** *Możliwości oraz dokładność pośredniego oszacowania współczynnika filtracji w wybranych glebach mineralnych Wielkopolski*. PIMR Poznań. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, t. 4, 181–188 (2000).
12. **Kalembasa S., Tengler S.:** *Wykorzystanie węgla brunatnego w nawożeniu i ochronie środowiska*. Monografie Akad. Podl., Siedlce: 52, 1–175 (2004).
13. **Klute A.:** *Water retention: Laboratory Methods*. in: Klute A. (ED.). *Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods*. 2ND edn. Agron. Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, WI. 1986.



14. **Klute A., Dirksen C.:** *Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods*. [In:] Klute A. (Ed.). *Methods of Soil Analysis*, Part 1: Physical and Mineralogical Methods. 2nd edn. Agron. Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, Wi. 1986.
15. **Kurbanli R., Gür K., Pehlivan E., Bayramov D., Kurbanli S., Zengin M., Ozcan S., Yilmaz Z.:** *A case study on the production of humic acid substances from the low grade lignites and their effects upon the improvement of some physical conditions of a coarse sandy loam soil*. Intern. Conf. on Sustainable Land Use and Management, Çanakkale, Turkey. 2002.
16. **Kwiatkowska J., Sokółowska Z., Maciejewska A.:** *Selected physical and chemical properties for evaluating brown coals used for soil reclamation*. Int. Agroph., 20, 121–128 (2006).
17. **Maciejewska A.:** *Wpływ „Kompletu R” na niektóre właściwości fizykochemiczne gleby bardzo lekkiej*. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura, 56, 131–138 (1993).
18. **Maciejewska A.:** *Badanie właściwości i żyzności gleby piaszczystej po zastosowaniu niekonwencjonalnego nawozu otrzymanego z węgla brunatnego*. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura, 56, D, 1–67 (1994).
19. **Maciejewska A., Kwiatkowska J.:** *Wpływ nawozu organiczno-mineralnego na właściwości powietrzno-wodne gleby*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 455, 17–22 (1998).
20. **Maciejewska A., Kwiatkowska J.:** *Przydatność preparatów z węgla brunatnego do rekultywacji gruntów pogórnich*. Inż. Ochr. Środ., 5, 1, 55–66 (2002).
21. **Mocek A., Drzymała S.:** *Geneza analiza i klasyfikacja gleb Polski*. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 416 ss, 2010.
22. *Polska Norma PN-R-04032: Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczenie składu granulometrycznego*. 1998.
23. *Klasyfikacja uziarnienia gleb i gruntów mineralnych, PTG 2008*, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Roczn. Gleb., 60, 2, 5–16 (2009).
24. **Rząsa S., Owczarzak W., Mocek A.:** *Problemy odwodnieniowej degradacji gleb uprawnych w rejonach kopalnictwa odkrywkowego na Niżu Środkowopolskim*. Wyd. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, 394 ss, 1999.
25. **Soil Conservation Service:** *Soil Survey laboratory methods manual*. Soil Survey. Invest. Report, 42, U.S. Dept. Agric., Washington, DC 1992.

## **Impact of Addition of Silt from Brown Coal on Basic Physical and Water Properties of the Topsoil Developed from Post-Mining Land of Konin Brown Coal Mine**

### **Abstract**

Post-mining land created as a result of the deposition of the strippings from Konin Brown Coal Mine (Konin BCM) is being rehabilitated in accordance with principles of the target species concept developed by Bender. The rehabilitation technology realised in accordance with this concept is based on the enhancement of soil chemism and improvement of physical properties supporting the development of vegetation cover and stimulating biogeochemical processes. The basic soil-forming factor in this concept is the anthropogenic factor integrating the action of biotic and abiotic factors into a consistent, mutually supporting system of rehabilitation actions and activities whose aim is to transform, within the period of 10 years, this specific maternal material into soil. One of the forms of integration of the anthropogenic factor into the composition of the solid phase of the developing soils was the addition of brown coal dust – a by-product created in the production of briquettes. The usefulness of brown coal for fertilisation purposes stems from the composition of its organic matter as well as specific physical, physico-chemical and chemical properties. The objective of the research project was to determine the effect of the addition of brown coal on major physical and water properties of anthropogenic topsoil 18 years after application. The research object was situated on the experimental plot of the Department of Soil Science and Restoration established in 1978 on post-mining land of Pątnów Mine internal dumping ground. The experiment comprised two variants. Variant A – control – comprised the area on which, from 1978, the applied treatments were consistent with Bender's concept of target species. In the case of variant B, on an experimental area subjected to restoration treatments for 14 years, fertilisation with brown coal dust in the amount of 1000 t·ha<sup>-1</sup> was applied in 1992. The following four fertiliser combinations were employed in this variant: 0 NPK (1); 100 kg N, 80 kg K<sub>2</sub>O, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (2); 200 kg N, 80 kg K<sub>2</sub>O, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (3); 300 kg N, 80 kg K<sub>2</sub>O, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (4). In both experimental variants, winter cereals were cultivated. Straw and other plant residues were ploughed under every year.

In 2010, soil samples of intact and broken structure ( $V=100\text{ cm}^3$ ) were collected from the topsoil of individual plots for laboratory examinations. The following parameters were determined: total carbon and nitrogen, texture com-

position, solid phase density, soil density, total, drainage and differential porosity, hygroscopic moisture content, maximal hygroscopic capacity, filtration, soil water binding potentials, potential and effective useful retention. It was concluded, among others, that the selected major physical, chemical and water properties of the arable layer of the agriculturally rehabilitated soils in accordance with principles of the concept of target plants were at the typical level characteristic for cultivated soils of similar texture and total carbon content. The addition of brown coal to the top layer of soil developing from post-mining land caused: a decrease in the soil density as well as the density of its solid phase, increase of total porosity, increase in proportions of mezo- and micropores, enhancement in the value of hygroscopic moisture content as well as maximal hygroscopic capacity. In the examined soils, together with the increase of the applied nitrogen fertilizer doses, the content of total carbon as well as C:N ratio narrowed. This was probably due to a faster rate of organic matter mineralisation. Long-term nitrogen fertilisation comprising four combinations failed to affect diversification of the total nitrogen content. In the case of soils with the addition of brown coal, the availability of production water was extremely low. On the other hand, the content of water available for plants but bonded with strong forces was high.