

Michał DRAB, Henryk GREINERT *

FIZYCZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEB OBSZARÓW REKULTYWOWANYCH PO EKSPLOATACJI KRUSZYWA BUDOWLANEGO W DOLINIE RZEKI BÓBR

Streszczenie

Znaczne obszary nad użytkowanych rolniczo w dolinie rzeki Bóbr zostały zniszczone w wyniku eksploatacji na wielką skalę kruszywa budowlanego. Po zabiegach rekultywacyjnych, które polegały na zasypaniu wyrobisk kruszywem odpadowym, wyrównaniu ich powierzchni, a następnie rozplantowaniu na tak przygotowane podłoże 50-200 cm warstwy uprzednio zhałdowanego nadkładu, okazało się że plony roślin uprawnych były bardzo niskie. Wykonane badania terenowe i laboratoryjne wykazały, że w toku rekultywacji technicznej nastąpiło nadmierne ubicie gleby w całej, ukształtowanej ze zhałdowanego materiału warstwie. Wyrazem tego stanu są wysokie wartości gęstości objętościowej, przekraczające często $1,8 \text{ g/cm}^3$, bardzo niska przepuszczalność wodna i niska porowatość powietrzna. Stan ten nie uległ zmianie w ciągu 12 lat od chwili zakończenia prac rekultywacyjnych.

1. WSTĘP

Przy rolniczej rekultywacji gleb ukształtowanie odpowiednich dla wzrostu i rozwoju roślin właściwości fizycznych, powietrznych i wodnych ma równie ważne znaczenie jak zapewnienie potrzebnych roślinom makro i mikroelementów.

Jednym z najważniejszych wskaźników właściwości fizycznych gleby jest jej gęstość [4, 13]. Zależy ona od składu granulometrycznego, wilgotności oraz stopnia zagęszczenia masy glebowej [1, 4, 13].

Według klasyfikacji Świącickiego i innych [10] w glebach pulchnych gęstość wynosi $1,0 \text{ g/cm}^3$, gleby o dobrej kulturze posiadają gęstość od $1,0$ do $1,1 \text{ g/cm}^3$. Gęstość $1,5 - 1,7 \text{ g/cm}^3$ odpowiada poziomom wmycia gleb bielcowych, natomiast wyższa od $1,7$ układom zbitym i silnie zbitym.

Gleby wytworzone z glin zwałowych charakteryzuje naturalna wysoka gęstość. Według Wojtasika [13] przedział gęstości naturalnej gleb gliniastych waha się pomiędzy $1,5-$

1,6 g/cm³. Natomiast gęstość 1,7-1,8 występuje w glebach gliniastych średnio zagęszczonych.

Bezpośrednim następstwem zmian gęstości gleby są zmiany porowatości ogólnej i rozkładu porów glebowych [1, 4].

Gęstość decyduje o pojemności powietrznej [1, 4], wodnej [1, 9] ilości wody użytecznej i produkcyjnej [2] oraz o oporach stawianych maszynom i narzędziom [4]. W glebach nadmiernie zagęszczonych przenikanie korzeni roślin jest utrudnione co może mieć wpływ na plonowanie roślin [6].

Celem pracy było określenie zmian właściwości fizycznych w utworach glebowych na terenach przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego.

2. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

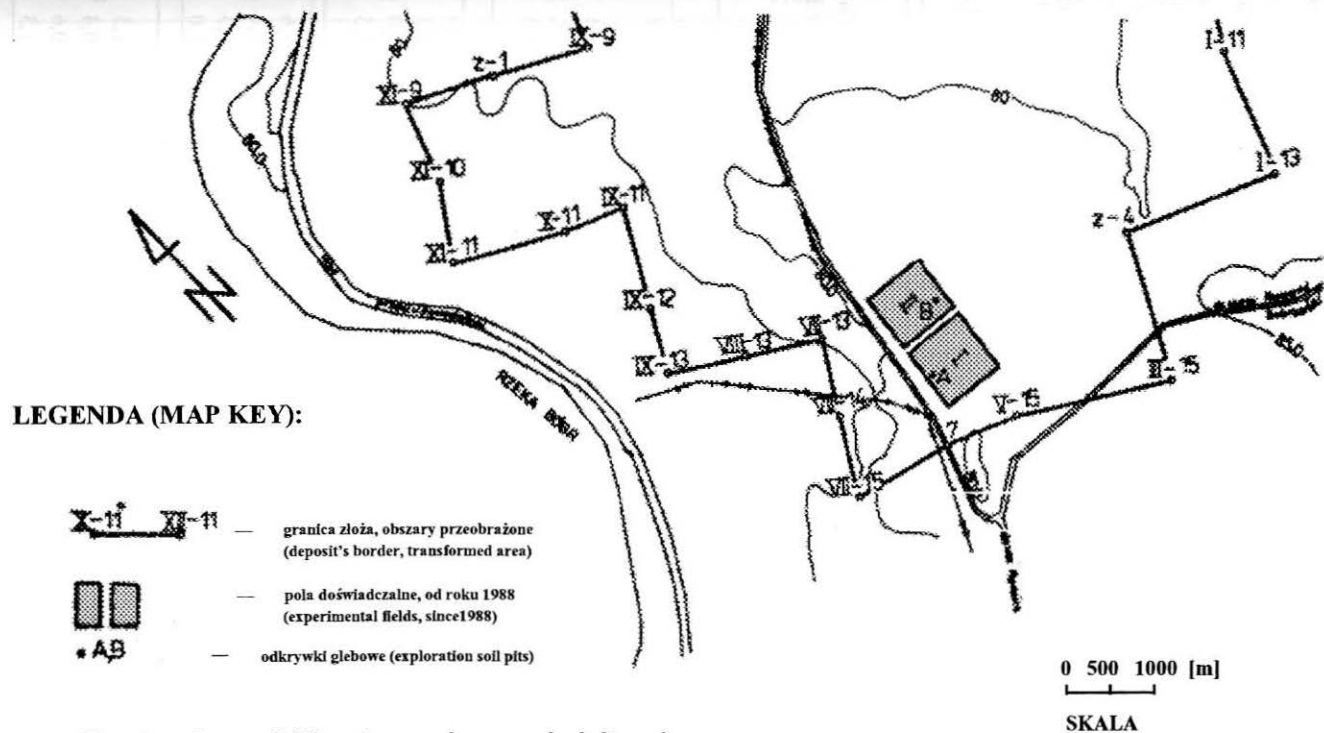
Prace badawcze prowadzono na terenie poeksploatacyjnym kruszywa budowlanego byłego złoża „Dobroszów Wielki” w okolicach Nowogrodu Bobrzańskiego w woj. lubuskim. Przed eksploatacją kruszywa, jego nadkład (mady brunatne lekkie i średnie) zgarnięto w przyzmy o wysokości 3-4 m. Po wyeksploatowaniu kruszywa, powstałe wyrobiska wypełniono kruszywem o średnicy 0,02-1,0 mm. Na powierzchnię rozproszono przy pomocy ciężkiego sprzętu, nadkład z przyzmy. Miąższość nadkładu wynosiła od 0,3 do 2 m. Po wyrównaniu powierzchni przystąpiono do zabiegów agrotechnicznych, których celem było przywrócenie przekształconych terenów gospodarce rolnej. Wysiano nawozy mineralne, a następnie roślinę pionierską – łubin. Po zaoraniu łubinu tereny „zrekultywowane” przekazano użytkownikom. Prowadzona w opisany sposób rekultywacja dała bardzo słabe wyniki w plonowaniu roślin. Zbiory żyta uprawianego na tych terenach wynosiły średnio 6-7 q/ha.

Charakterystykę gleb przedstawiono we wcześniejszej pracy Draba [5]. Nowo powstałe utwory cechowały:

- silnie kwaśny odczyn (większość gleb posiadało pH poniżej 5,0),
- duże zróżnicowanie składu granulometrycznego (zawartość części spławialnych wahała się od 9 do 26 %),
- niskie zawartości form ogólnych i przyswajalnych składników pokarmowych,
- zawartość substancji organicznej oznaczonej metodą Tiurina w poziomach próchnicznych w większości prób wynosiła około 1,5 %.

3. METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe mające na celu wyjaśnienie niskiej produktywności nowo utworzonych gruntów założono w 1986 roku. Roślinami testowymi w pierwszym roku były rzepak ozimy, jęczmień ozimy, żyto ozime i ziemniaki. W następnych latach uprawiano w monokulturze żyto ozime. Pole I (rys. 1) corocznie orano na głębokość 35 cm a pole II na głębokość 25 cm.



Uwaga! rzędne wysokościowe terenu z okresu przed rekultywacją
Caution! datums before the reclamation process

Rys. 1 Mapa sytuacyjno-wysokościowa złoża kruszywa Dobruszów Wielki. Lokalizacja poletek doświadczalnych

Pod rośliny uprawne stosowano zmienne nawożenie mineralne. Wiosną w latach 1986, 1988 i 1989 z profili glebowych pobrano do cylinderek Kopecky'ego próby dla oznaczenia gęstości objętościowej i pojemności wodnych. Miejsca wykonania odkrywek przedstawiono na rys. 1.

W latach 1988 i 1989 dodatkowo oznaczono przepuszczalność wodną według metody Ostromęckiego opisaną przez Mocka i innych [7].

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przeprowadzone badania wykazały silne ubicie materiału glebowego rozproszanego na powierzchnię byłego wyrobiska po kruszywie budowlanym (tab. 1, 2, 3).

TABELA 1

Właściwości fizyczne gleb w profilach. Rok 1986.

profil	głębokość pobrania próby [cm]	gęstość objętościowa [g/cm ³]	pojemność wodna %				pojemność powietrzna %
			kapilarna		całkowita		
			wagowa	objętościowa	wagowa	objętościowa	
1	0-5	1,63	18,7	30,6	20,0	32,6	2,0
	20-25	1,64	19,2	31,5	20,2	33,3	1,8
	40-45	1,74	19,1	33,3	20,0	34,9	1,6
	50-60	1,68	18,5	31,2	19,9	33,6	1,4
	75-85	1,69	16,2	27,3	17,1	28,9	1,6
	90-100	1,67	16,2	27,0	17,0	28,4	1,4
2	0-5	1,74	16,9	29,4	17,4	30,2	0,8
	10-15	1,75	16,3	28,6	16,4	28,8	0,2
	25-35	1,78	17,3	30,8	17,3	30,8	0,0
	45-50	1,80	14,6	26,4	16,0	28,9	2,5
3	0-10	1,68	17,3	29,0	18,3	30,6	1,6
	15-20	1,72	18,4	31,7	18,6	32,1	0,4
	35-40	1,76	22,2	34,7	22,4	35,0	0,3
	50-60	1,72	17,0	29,3	17,6	30,3	1,0
4	0-10	1,74	19,7	34,3	20,5	35,6	1,3
	35-40	1,84	15,3	28,1	15,5	28,5	0,4
	60-70	1,62	19,5	31,6	20,3	32,2	0,6
	90-100	1,61	20,2	32,4	20,9	33,7	1,3

Szczególnie zbite okazały się warstwy podorne (poziom około 40 cm). Gęstość objętościowa w pierwszym roku badań w większości profili wynosiła powyżej $1,75 \text{ g/cm}^3$. W profilu 4 wykonanym na ugorze poza terenem pól doświadczalnych gęstość w poziomie podornym wynosiła $1,84 \text{ g/cm}^3$. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu uprawianych roślin w okresie trwania doświadczenia oraz orki 35 cm wykonywanej na polu I na zmiany gęstości objętościowej.

Pojemność wodna w badanych profilach była niska. Całkowita pojemność objętościowa w roku 1986 wynosiła od 28 do 35 %. Stwierdzono nieznaczny wzrost pojemności wodnej w próbach pobranych w kolejnych latach badań. Należy podkreślić jednak, że w porównaniu z polem II oranym na 25 cm, na polu I – orka 35 cm zanotowano wzrost pojemności wodnej.

TABELA 2

Właściwości fizyczne gleb w profilach. Rok 1988.

Profil	Głębokość pobrania próby [cm]	Gęstość objętościowa [g/cm^3]	Przepuszczalność wodna K_{10} [$\text{cm} \cdot \text{sek}^{-1}$]	Pojemność wodna %				Pojemność powietrzna [%]
				kapilarna		całkowita		
				wagowa	objętościowa	wagowa	objętościowa	
1	0-5	1,37	0,05148	25,2	34,6	28,0	38,5	3,9
	20-25	1,50	0,00606	20,5	30,8	21,6	32,4	1,6
	40-45	1,67	0,00085	17,9	30,0	18,3	30,6	0,6
	60-65	1,62	0,00530	19,7	32,0	20,6	33,5	1,5
	80-85	1,68	0,00056	20,7	34,9	21,3	35,8	0,9
	90-100	1,64	0,00120	18,9	31,0	19,3	31,7	0,7
2	0-5	1,44	0,00936	26,4	38,2	28,5	41,2	3,0
	10-15	1,84	0,00017	12,7	23,4	13,4	24,7	1,3
	25-35	1,87	0,00003	12,2	22,9	12,7	23,9	1,0
	45-50	1,80	0,00008	13,6	25,3	14,1	26,2	0,9
3	0-10	1,60	0,00294	21,9	35,0	23,2	35,8	0,8
	30-40	1,80	0,00022	19,3	32,3	19,7	33,1	0,8
	50-60	1,60	0,00086	19,8	30,2	20,2	30,9	0,7
4	0-10	1,44	0,00986	26,4	38,2	28,6	41,0	2,8
	10-15	1,84	0,00017	14,5	26,8	15,2	27,6	0,8
	35-40	1,84	0,00022	15,8	27,3	16,2	28,1	0,8
	70-80	1,60	0,00236	16,6	28,9	17,0	29,7	0,8

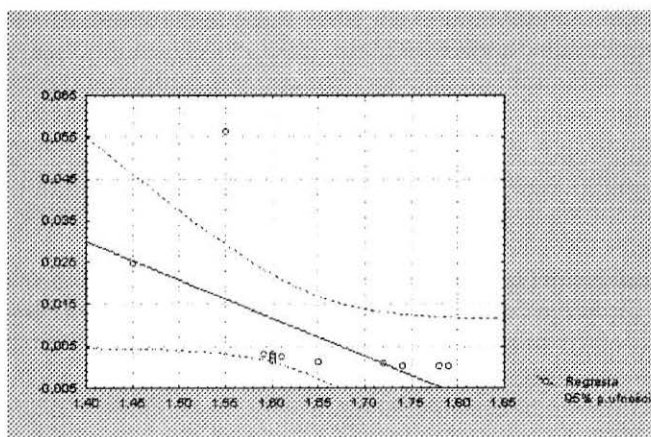
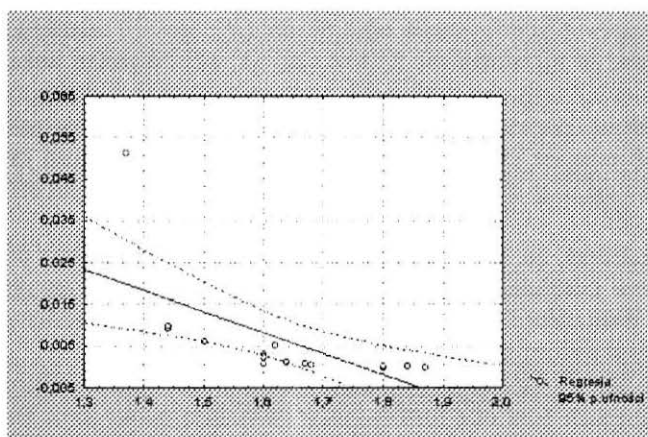
Odnotowano bardzo niską różnicę pomiędzy wartościami całkowitej i kapilarnej pojemności wodnej (wynoszącą średnio około 1 %). Przy tym w poziomach podornych – silnie zbitych wartości te były jeszcze niższe. Nie stwierdzono wpływu uprawy roślin a także orki na głębokości 35 cm na polu I na zmiany pojemności powietrznej.

Prowadzone zabiegi uprawowe wywarły natomiast pozytywny wpływ na kształtowanie się przepuszczalności wodnej w rekultywowanych glebach. Uzyskane wyniki, dotyczące właściwości fizycznych materiału glebowego warstw powierzchniowych bardzo wyraźnie przewyższają wartości z warstw głębszych, a w szczególności warstw podornych.

TABELA 3

Właściwości fizyczne gleb w profilach. Rok 1989.

profil	głębokość pobrania próby [cm]	gęstość objętościowa [g/cm ³]	przepuszczalność wodna k ₁₀ [cm · sek ⁻¹]	pojemność wodna %				pojemność powietrzna [%]
				kapilarna		całkowita		
				wagowa	objętościowa	wagowa	objętościowa	
1	0-10	1,60	0,00298	21,2	34,0	21,9	35,1	1,1
	30-40	1,72	0,00075	17,6	30,3	18,7	32,3	2,0
	50-60	1,59	0,00310	22,9	36,4	23,7	37,7	1,3
	75-80	1,65	0,00120	25,5	39,5	26,1	40,2	0,7
	90-100	1,45	0,02470	29,6	43,0	30,4	44,2	1,2
2	0-10	1,60	0,00240	21,5	34,4	22,5	35,9	1,5
	30-40	1,78	0,00026	16,3	28,9	16,9	29,9	1,0
3	0-10	1,60	0,00149	22,4	34,0	23,0	36,9	2,6
	30-40	1,74	0,00035	14,6	25,3	15,6	27,0	1,7
	80-100	1,55	0,05632	21,9	34,0	22,0	34,8	0,8
4	0-10	1,61	0,00252	19,7	31,9	20,0	33,0	1,1
	30-40	1,79	0,00022	15,1	27,5	15,7	28,0	0,5



Oznaczone wsp. korelacji są istotne z $p < 0,05$

Rys. 2 Współzależność pomiędzy gęstością objętościową, a przepuszczalnością wodną w profilach rekultywowanych gleb w Dobroszowie Wielkim.

Stwierdzono ujemną istotną korelację pomiędzy gęstością objętościową a przepuszczalnością wody w badanych profilach (rys. 2).

Współczynnik korelacji w próbach pobranych w roku 1988 był wyższy niż w roku 1989, świadczy to o nieznacznym pozytywnym wpływie uprawy roślin i zabiegów uprawowych na zmiany właściwości fizycznych w glebach.

5. Dyskusja wyników

Stopień ubicia gleb zależy m.in. od składu granulometrycznego, nacisku jednostkowego maszyn rolniczych, rodzaju gleby [4, 11] i zawartości próchnicy [12].

Ze wskaźników określających stan fizyczny gleby najważniejszymi są gęstość objętościowa (12), porowatość ogólna i przepuszczalność wodna (1, 12). Gęstość objętościowa

wa w badanych profilach wynosiła od 1,60 do 1,85 g/cm³ i znacznie przewyższała wyniki cytowane w literaturze [1, 2, 3, 4, 10, 11, 12]. Wysokie wskaźniki gęstości występują w glebach wytworzonych z glin zwałowych [6, 13]. Skład granulometryczny badanych gruntów pozwala je zaliczyć w większości do piasków słabogliniastych i gliniastych. Z tego też względu wysoka gęstość objętościowa może jedynie wynikać z silnego ubicia ciężkim sprzętem mechanicznym rozprawdzającym masy glebowe na badanym terenie.

Można przypuszczać, że nacisk jednostkowy w czasie wykonywania prac był bardzo duży (spychacze budowlane, ciężkie samochody ciężarowe) i przewyższał cytowany w literaturze. Prowadzone zabiegi uprawowe spulchniły warstwy powierzchniowe, stąd też ubicie warstw podornych było wyraźnie wyższe.

Silne ubicie gleb zmniejszyło wyraźnie porowatość ogólną pojemność wodną. W badanych glebach była ona bardzo niska i wynosiła około 30%. Dla normalnego funkcjonowania roślin porowatość winna wynosić około 50% [4].

Bardzo niska znacznie odbiegająca od wartości (10%) umownej za dopuszczalną dla roślin [9] była też pojemność powietrzna.

Stwierdzone w badaniach właściwości fizyczne stwarzają niekorzystne dla rozwoju roślin uprawnych warunki. W wyniku utrudnionego przenikania wody w głąb, często nawet przy normalnych opadach atmosferycznych w miesiącach zimowo-wiosennych, w okresach wczesnej wiosny warstwy powierzchniowe gleb są silnie zawilgocone.

Nadmiar wody spływa po powierzchni do zagłębień terenowych tworząc zastoiska. Na tereny te wkracza roślinność bagienna.

Poprawę właściwości fizycznych nowopowstałych utworów można by osiągnąć poprzez zastosowanie głębszego rozluźnienia gleby. Stosując takie maszyny jak głębosze. Na pewno większe efekty osiągnięto by przy zastosowaniu aktywnych maszyn pogłębiających – tilerów czy rototilerów. Wymienione zabiegi wzruszając silnie ubity poziom podorny umożliwiłyby przenikanie wody i korzeni roślin. Poprawiłyby się też stosunki powietrzne w glebach.

6. WNIOSKI

Przedstawione w pracy wyniki upoważniają do sformułowania następujących wniosków:

- Badane gleby okazały się silnie zbite. Gęstość objętościowa w badanych glebach odpowiada glebom wytworzonym z glin zwałowych. Szczególnie zbite były warstwy podorne.
- Stwierdzono bardzo niską porowatość ogólną i pojemność powietrzną a w warstwach podornych małą przepuszczalność wodną.
- Wykazano wysoce istotną ujemną współzależność pomiędzy gęstością objętościową a przepuszczalnością wodną.
- Nie stwierdzono wyraźnego wpływu uprawy roślin oraz stosowanych zabiegów na zmiany właściwości fizycznych w glebach.

7. LITERATURA

- [1] BARANOWSKI R.: *Wpływ gęstości gleby na jej agrofizyczne właściwości*. Roczn. Glebozn. 36, 2, 15-31, Warszawa (1980).
- [2] DOMŻAŁ H.: *Wpływ zagęszczenia gleby na zawartość wody silnie związanej oraz retencję wody produkcyjnej i użytecznej*. Roczn. Glebozn. 30, 3, 45-72, Warszawa (1979).
- [3] DOMŻAŁ H., Słowińska-Jurkiewicz A.: *Wpływ nacisku na strukturę porów i pojemność wodną gleby*. Roczn. Glebozn. 26, 1, 49-60, Warszawa (1975).
- [4] DOMŻAŁ H., Słowińska-Jurkiewicz A., Turski R., Hodera J.: *Ugniatanie jako czynnik kształtujący fizyczne właściwości gleby*. Roczn. Nauk Roln. Monografia, 198, Warszawa (1984).
- [5] DRAB M.: *Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych gleb powstałych na terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim k/Nowogrodu w województwie zielonogórskim*. Zesz. Nauk. WSInż., 84, 105-121, Zielona Góra (1988).
- [6] ITAMI K., Kyuma K.: *Dispersion Behavior of Soils from Reclaimed Lands with Poor Soil Physical Properties and Their Characteristic with Special Reference to Clay Mineralogy*. Soil Sci. Plant Nutr. 41 (1), 45-54, (1995).
- [7] MOCEK A., Drzymała S., Maszner P.: *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb*. Wyd. Dydak. AR, Poznań (1997).
- [8] PABIN J., Sienkiewicz J.: *Wpływ zagęszczenia gleb i głębokości siewu nasion na wschody i plonowanie buraków cukrowych*. Roczn. Glebozn. 35, 3-4, 75-86, Warszawa (1984).
- [9] ŚWIĘCICKI C., Siuta J., Sienkiewicz J., Trzecki S., Kiersnowski J.: *Ważniejsze właściwości gleb wpływające na warunki rozwoju mechanizacji*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 135, 55-61, Warszawa (1972).
- [10] SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A., Turski R.: *Ugniatanie jako funkcja obciążenia, czasu jego działania i stanu wyjściowego gleby*. Mat. Konf. „Geologiczne aspekty ochrony środowiska”, 149-153, Kraków (1991).
- [11] TURSKI R., Domżał H., Hodara J.: *Deformacja gleby jako funkcja obciążenia, czasu jego działania i stanu wyjściowego gleby*. Roczn. Glebozn. 30, 2, 185-197, Warszawa (1979).
- [12] WOJTASIK M.: *Wpływ próchnicy na gęstość gleb*. Roczn. Glebozn. 40, 2, 21-27, Warszawa (1989).
- [13] WOJTASIK M.: *Ocena gęstości gleb wytworzonych z glin zwałowych*. Roczn. Glebozn. 40, 2 29-42, Warszawa (1989).