

MICHAŁ DRAB*

**BADANIA ZWIĘZŁOŚCI I WILGOTNOŚCI
UTWORÓW GLEBOWYCH POWSTAŁYCH
W WYNIKU DZIAŁALNOŚCI PRZEMYSŁU
WYDOBYWCZEGO KRUSZYWA BUDOWLANEGO**

Streszczenie

W pracy badano zmiany zwięzłości utworów glebowych na zrehabilitowanych terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego przy pomocy penetrometru Eijkelkampa. Równocześnie badano też zmiany wilgotności w gruntach. Uzyskane wyniki wykazały duży wpływ wilgotności na zwięzłość. Uwilgotnienie mas gruntów w sierpniu było mniejsze o prawie 100% w porównaniu z wynikami uzyskanymi w maju 2002 roku. Głębokość penetracji gruntów w sierpniu była tylko o 6,4 cm mniejsza niż w maju, natomiast opory stawiane części roboczej penetrometru były większe o około 300%.

Słowa kluczowe: rekultywacja, właściwości fizyczne: zwięzłość, wilgotność

Wstęp

Rekultywacja nowopowstałych utworów glebowych na terenach przemysłowych ma na celu przywrócenie ich gospodarce (nadanie im pożądanej funkcjonalności). Przy ustalaniu rolnego kierunku zagospodarowania, zabiegi rekultywacyjne mają za zadanie poprawę właściwości chemicznych, biologicznych i fizycznych gruntów.

Przekształcone w wyniku działalności wydobywczej kruszywa naturalnego tereny w rejonie Dobroszowa w województwie lubuskim charakteryzowały bardzo niekorzystne właściwości dla roślin [Drab 1988]. Wykonane prace na tych terenach (prowadzone w kierunku rekultywacji rolnej), w zakresie rekultywacji technicznej, przeprowadzono niewłaściwie – bardzo silnie ubito masy

* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

gruntu. Stąd też to właśnie właściwości fizyczne tych gruntów decydowały o ich przydatności jako gleb uprawnych.

Prace w zakresie rekultywacji biologicznej znacznie poprawiły właściwości chemiczne i biologiczne (wzrosła aktywność biologiczna), natomiast właściwości fizyczne nie uległy poprawie [Drab 2002, Greinert i Drab 2000]. Wobec powyższego, grunty te w kolejnych 15 latach były odłogowane.

Celem przeprowadzonych badań było znalezienie odpowiedzi na pytania: jak zmieniała się zwięzłość gruntów na badanym terenie oraz jak kształtowała się ta właściwość w różnych okresach w ciągu roku.

Obiekt badań i metodyka

Badania prowadzono na terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego byłego złoża „Doboszów Wielki” w pobliżu Nowogrodu Bobrzańskiego.

Przed eksploatacją kruszywa, jego nadkład glebowy – mady brunatne lekkie i średnie – zdeponowano w przyzmac. Po zakończeniu eksploatacji kruszywa, na powierzchni wyrobisk rozprowadzono odpad poprodukcyjny (kruszywo o granulacji 0,1-1,0 mm). Następnie przy pomocy ciężkiego sprzętu (spycharki, samochody) rozprowadzono masy gruntu z usypanych przyzmac. Miąższość nadkładu glebowego wynosiła od 0,3 do 2,0 m. Po wyrównaniu terenu, wysiano nawozy mineralne oraz roślinę pionierską – łubin. Po zaoraniu łubinu, tereny uznano za „zrekultywowane” i przekazano do uprawy użytkownikom docelowym. Przedstawiona rekultywacja dała bardzo słabe wyniki. Uprawiane na tym terenie żyto ozime osiągało plony ziarna na poziomie 0,7 Mg z 1 ha.

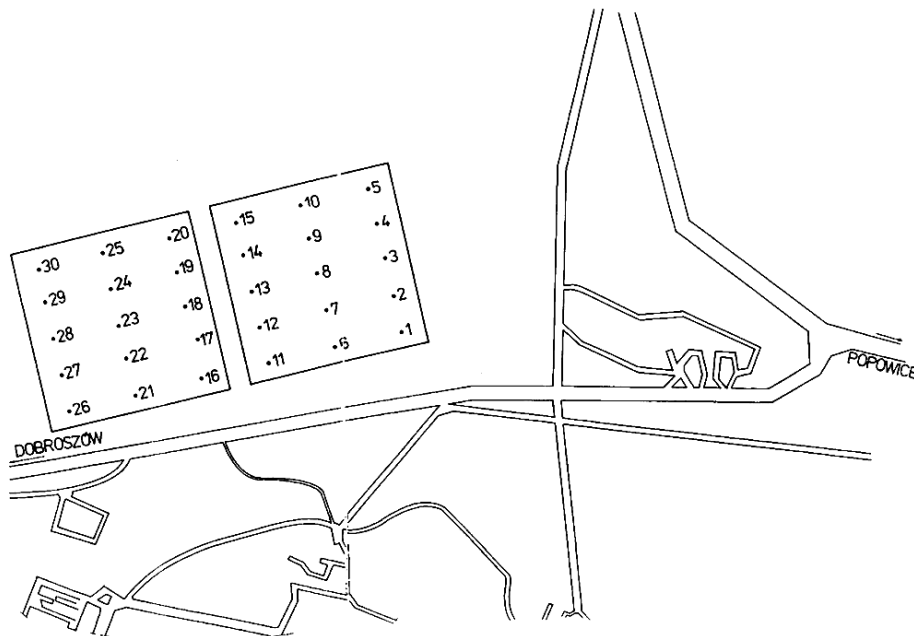
Wstępne badania wykazały, że nowopowstałe grunty charakteryzowały bardzo niekorzystne dla roślin uprawnych warunki [Drab 2002]:

- bardzo duże zróżnicowanie składu granulometrycznego (zawartość części spławialnych wynosiła od 9,0 do 26,0%),
- silnie kwaśny odczyn (większość gleb poniżej 5,0 pH),
- niska zawartość form ogólnych i przyswajalnych składników pokarmowych roślin,
- zawartość substancji organicznej oznaczonej metodą Tiurina wynosiła około 1,5%,
- gęstość objętościowa większości prób wynosiła powyżej $1,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,
- grunty wykazywały dużą zbitość, w szczególności warstwy podorne (około 40 cm),
- pojemność wodna wynosiła od 28 do 35%,
- pojemność powietrzna była skrajnie niska i wynosiła średnio 1%,
- grunty wykazywały małą aktywność enzymatyczną.

W latach 1986-1990 na tych terenach prowadzono doświadczenia polowe mające na celu poprawienie przedstawionych powyżej niekorzystnych właści-

wości. Zastosowano zróżnicowane nawożenie mineralne oraz orkę na dwu głębokościach, co odzwierciedlało możliwość zastosowania dla analizowanego terenu tzw. Modelu rekultywacji PAN. W pierwszym roku doświadczenia uprawiano cztery rośliny, a w latach kolejnych żyto ozime. Zastosowane w badaniach czynniki wpłynęły na poprawę właściwości chemicznych, właściwości fizyczne pozostały bez zmian. W następnych 12 latach opisywane grunty odłogowano.

Badania zwięzłości gruntów wykonano w terminach: 13.05, 6.08, 15.11. 2002 roku oraz 23.04. 2003 r. Do badań zwięzłości zastosowano ręczny penetrometr Eijkelkampa, rejestrujący opory penetracji gruntów. Pomiaru wykonywano w siatce pomiarowej o rozstawie 15 x 15 m. Każdy pomiar powtarzano trzykrotnie. Miejsca badań przedstawiono na rys. 1. Równocześnie z tych samych miejsc, z głębokości 0-20 cm pobierano próbki gruntu, w których oznaczono wilgotność. Wilgotność oznaczano metodą suszarkową, susząc materiał glebowy do temperatury 105°C.



Rys. 1. Miejsca wykonywanych badań penetrometrem Eijkelkampa
 Fig. 1. Points investigated with Eijkelkamp penetrometer

Wyniki badań

Wyniki zawarte w tabeli 1 wykazują bardzo duże zróżnicowanie zwięzłości i wilgotności gruntów przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego, w zależności od miejsca badania oraz od terminu badań. Silniejszy wpływ na zróżnicowanie zwięzłości wywarł termin badań, co świadczy o większej zależności oporów penetracji gruntów od ich wilgotności.

W badaniach wykonanych wiosną 2002 roku (13 maja) wbicie części roboczej penetrometru do głębokości średnio 27,7 cm wymagało użycia siły 119,3 N·cm², to jest średnio 4,3 N·cm² na każdy 1 cm głębokości. Uwilgotnienie gruntu wahało się od 18,9 do 29,8%, średnio 22,5%.

Największy opór stawiany części roboczej penetrometru stwierdzono w badaniach wykonanych w sierpniu, i tak na średnią głębokość penetracji gruntu równą 21,3 cm użyto siłę 491,3 N·cm². Średni nacisk niezbędny do przebicia warstwy 1cm gruntu wyniósł w tym okresie aż 23 N·cm². Wilgotność gruntu w sierpniu była najmniejsza w porównaniu do wilgotności z pozostałych okresów badań i wahała się od 10,9 do 15,6% (średnio 13,1%).

Badania wykonane w listopadzie wykazały, że możliwym było zagłębienie penetrometru średnio do głębokości 28,6 cm, a w porównaniu do badań majowych, siła nacisku była większa o 58 N·cm² i wynosiła 177,3 N·cm². W tym okresie wbicie części roboczej penetrometru na każdy 1 cm głębokości wymagało użycia siły nacisku równej 6,2 N·cm². Średnia wilgotność gruntu wynosiła 19,5%.

Wyniki badań wykonanych w kwietniu 2003 roku wykazały, że średnia głębokość penetracji wynosiła 33,6 cm przy średniej sile nacisku równej 152 N·cm². Wbicie części roboczej na każdy 1 cm głębokości wymagało siły 4,5 N·cm², był to wynik zbliżony do uzyskanego wiosną roku poprzedniego.

Badania zwięzłości wykazały, że tylko wiosną roku 2002 była możliwa penetracja gruntu do tak zwanego „drugiego poziomu penetracji”. W dwudziestu jeden na trzydzieści punktów badawczych wbicie części roboczej penetrometru do głębokości średnio 37,3 cm wymagało użycia siły zwiększonej o 146 N·cm² w porównaniu do oporów z poziomu pierwszego. Na każdy 1 cm głębokości drugiego poziomu penetracji zużyto siłę 15 N·cm².

Uwilgotnienie gruntów było uzależnione od warunków meteorologicznych. W tabeli 2 zestawiono dane dotyczące średnich temperatur dobowych oraz sum opadów dla stacji meteorologicznej Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Kalsku koło Zielonej Góry. Z danych tych wynika, że rok 2002 charakteryzował się wyższymi opadami w porównaniu z okresem wielolecia (1977-2002) ale również był to rok cieplejszy w porównaniu z tym okresem.

Tab. 1. Głębokość penetracji, opory oraz wilgotność rekultywowanych gruntów przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego

Tab. 1. Penetration depth, plough dryft and moisture of the reclaimed grounds, transformed by the extractive aggregate industry

Punkt badawczy Investigation point	Termin badań Date of investigation					
	13.05.2002			6.08.2002		
	Głębokość Depth (cm)	Opór Resistance (N·cm ⁻²)	Wilgotność Moisture (%)	Głębokość Depth (cm)	Opór Resistance (N·cm ⁻²)	Wilgotność Moisture (%)
1.	23	140	20,2	22	400	12,2
2.	25	137	21,2	8	700	11,3
3.	30	140	21,8	5	600	12,6
4.	30	100	22,3	7	500	13,1
5.	35	147	22,1	24	430	13,7
6.	28	100	25,5	10	460	14,1
7.	25	100	25,9	23	400	14,6
8.	25	134	26,5	5	450	15,0
9.	25	100	27,6	8	400	15,3
10.	30	34	29,8	15	460	15,6
11.	30	154	19,5	20	420	11,1
12.	25	107	19,2	24	250	10,9
13.	23	134	22,3	17	400	12,2
14.	35	107	22,2	23	500	13,2
15.	30	147	22,9	17	490	13,4
16.	15	100	19,5	30	580	12,6
17.	30	100	18,9	28	500	13,2
18.	25	100	24,0	22	710	11,5
19.	30	100	23,9	30	530	13,0
20.	25	107	24,8	20	510	14,1
21.	30	214	19,0	25	380	15,0
22.	32	100	18,9	30	430	14,1
23.	25	100	21,9	24	510	13,3
24.	35	134	22,3	30	480	13,2
25.	30	87	28,0	25	500	13,1
26.	30	140	19,6	30	580	12,5
27.	15	147	19,7	30	500	13,0
28.	30	134	21,2	28	400	12,0
29.	30	127	21,9	28	690	11,3
30.	30	107	22,5	32	580	12,4
Średnia Mean	27,7	119,3	22,5	21,3	491,3	13,1

Tab. 2. Głębokość penetracji, opory oraz wilgotność rekultywowanych gruntów przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego

Tab. 2. Penetration depth, plough dryft and moisture of the reclaimed grounds, transformed by the extractive aggregate industry

Punkt badawczy Investigation point	Termin badań Date of investigation					
	15.11.2002			23.04.2003		
	Głębokość Depth (cm)	Opór Resistance (N·cm ⁻²)	Wilgotność Moisture (%)	Głębokość Depth (cm)	Opór Resistance (N·cm ⁻²)	Wilgotność Moisture (%)
1.	25	240	18,9	22	150	20,5
2.	28	150	20,2	40	180	22,7
3.	22	155	20,4	30	130	24,6
4.	22	155	19,9	25	100	22,6
5.	22	160	20,3	23	85	23,9
6.	35	245	18,3	30	200	18,5
7.	30	150	20,3	40	210	19,0
8.	30	140	21,6	42	230	19,6
9.	30	205	19,4	39	120	21,0
10.	30	150	20,6	25	100	23,4
11.	40	255	17,2	35	190	16,0
12.	40	200	17,4	42	220	16,5
13.	35	125	22,3	27	100	19,5
14.	30	180	20,2	30	150	18,2
15.	30	150	20,6	25	90	20,2
16.	25	195	20,6	35	180	16,3
17.	30	160	20,1	45	195	17,9
18.	35	265	18,8	27	110	18,4
19.	30	190	19,8	30	90	20,6
20.	25	190	19,0	35	100	22,7
21.	30	155	19,7	45	180	17,5
22.	25	170	19,1	30	150	18,2
23.	25	200	18,6	45	175	21,8
24.	28	195	19,2	35	100	20,2
25.	30	200	19,0	50	190	19,8
26.	30	150	18,7	35	155	18,0
27.	30	150	18,3	30	140	17,1
28.	28	170	19,1	30	170	20,7
29.	15	140	19,3	30	180	21,6
30.	23	130	18,2	30	190	22,0
Średnia Mean	28,6	177,3	19,5	33,6	152,0	20,0

Tab. 3. Średnie dobowe temperatury oraz sumy opadów stacji meteorologicznej ODR Kalsk

Tab. 3. Mean temperatures for 24 hours and precipitation sum on the ODR Kalsk weather station

Miesiąc Month	Temperatura powietrza (°C) Air temperature (°C)		Opady (mm) Precipitation (mm)	
	Średnia 1977-2002 Mean 1977-2002	Średnia 2002 Mean 2002	Średnia suma 1977-2002 Mean 1977-2002	Suma 2002 Sum 2002
	Styczeń January	-1,1	-0,5	35,5
Luty February	0,0	3,6	30,8	86,1
Marzec March	3,8	3,8	40,8	52,2
Kwiecień April	8,1	8,0	36,5	53,0
Maj May	13,8	15,5	44,5	40,8
Czerwiec June	16,5	16,6	55,8	36,2
Lipiec July	18,3	19,5	71,2	68,4
Sierpień August	18,4	21,3	67,1	85,5
Wrzesień September	13,7	14,8	46,3	35,6
Październik October	9,4	8,1	33,2	92,0
Listopad November	3,5	3,7	38,0	54,2
Grudzień December	0,3	-2,9	46,6	23,0
Suma opadów Sum precipitation	-	-	544,3	669,4
Średnia temp. Mean temperature	8,7	9,3	-	-

Dyskusja wyników

Fizyczne właściwości gleb wywierają decydujący wpływ na ich przydatność do uprawy [Rewut 1980]. W przypadku nowotworzonych gleb jest to szczególnie ważne, jako że pozostałe właściwości (chemiczne i biologiczne) najczęściej są dodatkowo stresogenne dla roślin uprawnych.

Z właściwości fizycznych gleb bardzo ważną cechą jest ich zwięzłość. Gleby zwięzłe stawiają duże opory częściom roboczym maszyn rolniczych, utrudniają też przenikanie korzeniom roślin. W konsekwencji, zwięzłość może w zasadniczy sposób decydować o plonowaniu roślin. Petelkau i inni [1990] podali, że zmniejszenie plonów roślin na glebach zwięzłych może wynosić nawet 40%.

Stopień ubicia gleb jest uzależniony od podatności tworzywa glebowego na oddziaływanie presji mechanicznej, w tym od zawartości próchnicy [Baranowski 1980, Domżał i inni 1984, Wojtasik 1989]. Duży wpływ na ubicie mas glebowych ma intensywność ugniatania gleby oraz jej uwilgotnienie w okresie wykonywania prac polowych [Domżał i inni 1984, Domżał i Słowińska-Jurkiewicz 1996].

Badane gleby antropogeniczne, utworzone po rekultywacji wyrobiska w rejonie Dobroszowa były silnie zbite. Przyczyną tego okazały się niewłaściwie wykonane prace podczas rekultywacji technicznej. Szczególnie zbite były warstwy podorne. W zdecydowanej większości przypadków niemożliwym było wbicie części roboczej penetrometru do głębokości 40 cm.

Uzyskane wyniki wykazały dużą zależność zwięzłości gruntów od ich uwilgotnienia w poszczególnych terminach badań. Uwilgotnienie mas gruntu wiosną było największe, stąd też głębokość penetracji w tym terminie była większa a opory stawiane części roboczej penetrometru najmniejsze. Uwilgotnienie mas gruntów w sierpniu było mniejsze o około 100% w porównaniu z wynikami uzyskanymi w maju 2002 roku. Głębokość penetracji gruntów w sierpniu była tylko o 6,4 cm mniejsza niż w maju, natomiast opory stawiane części roboczej penetrometru były większe o około 300%.

Wnioski

Uzyskane wyniki upoważniają do sformułowania następujących wniosków:

- Opory penetracji warstw powierzchniowych były znacznie mniejsze niż warstw podornych. Przyczyną tego było prawdopodobnie silne ubicie mas gruntu w czasie rozprowadzania ich na powierzchni przy pomocy ciężkiego sprzętu.
- Uwilgotnienie gruntów wiosną i jesienią było większe niż latem.

- Istnieje zależność pomiędzy zwięzłością gruntów a ich uwilgotnieniem. Wiosną, gdy uwilgotnienie gruntów było większe, opory penetracji były mniejsze niż latem.

Literatura

1. BARANOWSKI R.: Wpływ gęstości gleby na jej agrofizyczne właściwości. Rocz. Glebozn. 36, 2, 15-31, 1980
2. DOMŻAŁ H., SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A.: Struktura gleby jako wskaźnik agrotechnicznych ekologicznych skutków zagęszczenia gleb użytkowanych rolniczo. Fragmenta Agronomia 1, 104-113, 1996
3. DOMŻAŁ H., SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A., TURSKI R., HODARA J.: *Ugniatanie jako czynnik kształtujący fizyczne właściwości gleby*. Rocz. Nauk Roln., Monografie 198, 1984
4. DRAB M.: Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych gleb powstałych na terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim k/Nowogrodu Bobrzańskiego w województwie zielonogórskim. Zesz. Nauk. WSInż Zielona Góra, 84, 105-127, 1988
5. DRAB M.: Efekty biologicznej Rekultywacji byłego złoża kruszywa budowlanego „Dobroszów Wielki” w województwie lubuskim. Monografia, Redakcja Wydawnictw Naukowo-Technicznych, Uniwersytet Zielonogórski, 2002
6. GREINERT H., DRAB M.: Physical properties of the soil formed as a result of recultivation of sand-pits in the Bóbr river valley. Acta Agrophysica 35, 77-84, 2000
7. PETELKAU H., DANNOWSKI M., M., SEIDEL K.: *Technogene Strukturschäden und Regenerationverhalten schadferdichteter sandiger Boden*. Effektive ökologiegerechte Jandnutzung. 16, Frankfurt (Oder), 1990
8. REWUT I.B.: *Fizyka gleby*. PWRiL Warszawa, 1980
9. WOJTASIK M.: *Wpływ próchnicy na gęstość gleb*. Rocz. Glebozn. 40, 2, 21-27, 1989

**RESEARCH INTO THE FIRMNESS AND DAMPNES
OF FORMATIONS CREATED AS A RESULT
OF ACTIVITIES OF THE EXTRACTIVE
INDUSTRY OF BUILDING AGGREGATE**

S u m m a r y

The paper presents research into the firmness of soil formations in former building aggregate extraction areas carried out by means of an Eijkelkamp penetrometer. At the same time changes in the dampness of soil were researched. The results showed a considerable influence of dampness on firmness. The moisture content in soil masses in August was smaller almost 100% in comparison with results got in May 2002. The depth of penetration of soils in August was only about 6,4 cm smaller than this got in May, however the resistances on penetrometer were larger about 300%.

Key words: reclamation, physical properties: firmness, dampness